



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

ANÁLISIS Y MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE LOS MOROCHUCOS, EN AYACUCHO, PERÚ

Autor: Juan Manzanares Estrada

Director: María Yolanda Ballesteros Iglesias

Madrid

Junio de 2019

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor **D. Juan Manzanares Estrada**

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: "**ANÁLISIS Y MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE LOS MOROCHUCOS, EN AYACUCHO, PERÚ**", que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e

intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

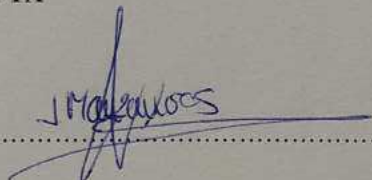
La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 29 de Junio de 2019

ACEPTA

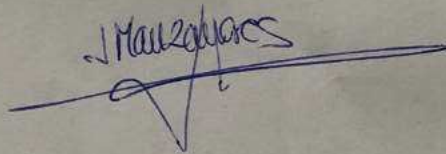
Fdo.....



Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

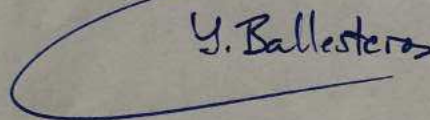
Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
*"Análisis y mejora de la calidad del agua potable en el distrito de los
Morochucos, en Ayacucho, Perú"* en la ETS de Ingeniería - ICAI de la
Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2018-2019 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Juan Manzanares Estrada Fecha: 28/06/2019



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: María Yolanda Ballesteros Iglesias Fecha: 28/06/2019



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

ANÁLISIS Y MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE LOS MOROCHUCOS, EN AYACUCHO, PERÚ

Autor: Juan Manzanares Estrada

Director: María Yolanda Ballesteros Iglesias

Madrid

Junio de 2019

ANÁLISIS Y MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE LOS MOROCHUCOS, EN AYACUCHO, PERÚ

Autor: Manzanares Estrada, Juan.

Directora: Ballesteros Iglesias, María Yolanda.

Entidad Colaboradora: Fundación de Ingenieros de ICAI.

Introducción

El aumento de las enfermedades entre los niños menores de 5 años en el Distrito de los Morochucos en Ayacucho, en Perú, ha dado la voz de alarma sobre las condiciones del agua que consumen. Es por ello que la Fundación de Ingenieros de ICAI ha puesto en marcha este proyecto para tratar de identificar el problema y poner solución al mismo.

Inicialmente se tenían pocos datos del lugar, simplemente se sabía que estaban realizando una cloración y que no estaba siendo efectiva. Aparte de eso solo se sabía que era una zona de un bajo nivel económico y cultural, dónde cualquier proyecto llevado a cabo tendría que vencer numerosos problemas y restricciones.

A través del programa de prácticas internacionales, el autor de este escrito se desplazó hasta el lugar durante un periodo de casi 5 meses. El objetivo inicial consistía en estudiar la zona y recopilar la mayor información sobre los sistemas de desinfección que estaban utilizando. Tras esto se comenzó a investigar porqué los sistemas no estaban siendo efectivos y a proponer soluciones al respecto.

Con la información tan limitada que se contaba en un principio, inicialmente los objetivos se redujeron a una cuestión teórica. Sin embargo, a medida que avanzaba el proyecto se consideró viable la implantación de un sistema de desinfección por lo que se añadió este a la lista de objetivos.

Metodología

La primera sorpresa del proyecto vino cuando, una vez en el lugar, se descubrió que ni las autoridades locales tenían mapas de su territorio. Se consideró indispensable tener una idea concreta de la distribución de las comunidades para, más adelante, poder seleccionar las óptimas para el trabajo. En una zona dónde las comunicaciones y los caminos son muy malos, tratar de actuar sobre una toma especialmente alejada puede complicar enormemente el trabajo.

Para solucionar este problema se decidió realizar unos pequeños mapas del lugar con la herramienta cartográfica de google, google Maps. Tras ir poco a poco recorriendo el distrito con el GPS, se adquirió una noción completa de la distancia a cada comunidad.

Tras conocer la localización de las comunidades, el siguiente paso era obtener algo más de información acerca de ellas. Con ayuda de la municipalidad local se fue recopilando la información demográfica y se fueron identificando los núcleos con gran población infantil y aquellos donde se encontraban escuelas donde acudían también niños de las comunidades colindantes.

Se buscó la manera de realizar análisis en profundidad del estado del agua para poder caracterizar exactamente el problema. Sin embargo, el coste no podía ser soportado por el estrecho presupuesto que se manejaba. Aunque se intuía, por las condiciones del lugar, que la contaminación era simplemente microbiológica, se necesitaba información que descartase problemas adicionales de metales, nitritos o nitratos, por ejemplo. Aunque no era viable realizar análisis nuevos, se consiguió rescatar análisis realizados por un laboratorio externo en ciertas tomas unos años atrás. Aunque no fue definitivo, se valoró muy positivamente tener análisis pasados de una comunidad a la hora de valorarla como viable.

El siguiente paso fue estudiar y analizar los sistemas de desinfección que utilizaban. Para ello se visitaron uno por uno los depósitos de todas las localidades encontrándolos en estados muy distintos. Aunque fundamentalmente todos se basaban en una cloración simple por goteo, el estado de unos y otros era muy diferente. Había tomas que eran mantenidas de manera impoluta, en las que los responsables eran conscientes de la importancia de un agua de calidad y se esforzaban por conseguirla. Por otro lado, aparecían tomas prácticamente abandonadas, dónde los habitantes no le daban la menor importancia. A estos últimos se les impartió talleres para concienciar sobre la importancia de tener un agua en condiciones óptimas.

Una vez recopilada toda esta información, se decidió ordenarla de tal forma que una toma quedara puntuada de más a menos crítica o viable para el proyecto. A través de este sistema de puntuación, creado a juicio del autor, se consiguió ordenar las comunidades, dando prioridad por ejemplo a aquellas que tuvieran gran población infantil. También se puntuaban características como tener más o menos población, encontrarse el depósito en buenas condiciones o estar cerca de la red eléctrica.

De la clasificación explicada anteriormente se identificó a Jatumpampa como la comunidad más favorable para poder llevar a cabo una instalación de desinfección sencilla. Esta comunidad tiene una población de 330 habitantes y además abastece a una escuela infantil, dónde acuden también niños de las comunidades vecinas.

Tras estudiar el sistema antiguo se determinó el problema principal. La cloración continua no tenía en cuenta las características cambiantes del agua a la entrada, es decir, aunque el caudal se mantenía bastante estable, el agua venía más o menos contaminada. El resultado de añadirle siempre el mismo cloro era un agua que, en ciertas ocasiones estaba clorada en defecto, y en otras llegaba a las casas con un fuerte sabor a cloro. Ambas situaciones perjudiciales para la salud.

La idea era buscar una solución sencilla, barata y fácil de mantener, ya que, los encargados del mantenimiento son personas sin cualificar. Además, debido a la falta de recursos del lugar, la manera que tienen las autoridades locales de controlar la calidad del agua es a través de unos reactivos que miden el cloro libre, por ello la cloración debía ser parte del proceso de forma obligatoria.

Enfocando los esfuerzos en resolver el problema de la variabilidad del agua se determinó que la opción más viable era la instalación de un equipo de desinfección ultravioleta. La gran ventaja de esta tecnología está en que, aplicando una dosis alta de UV, se pueden matar todos los microorganismos sin generar ningún tipo de subproductos y sin importar el nivel exacto de contaminación a la entrada.

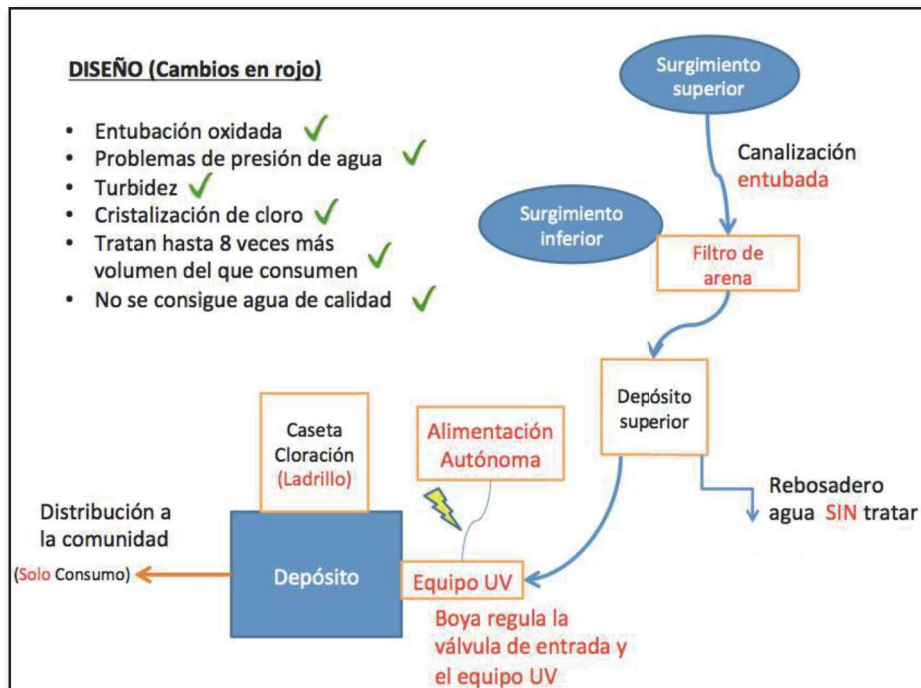
La única desventaja de este sistema es que no es duradero en el tiempo, por lo que no permitía almacenaje. Teniendo en cuenta que la cloración es obligatoria para cumplir la legislación local, este problema quedó solucionado.

Tras estudiar esta opción se decidió instalar un equipo ultravioleta de la marca Viqua a la entrada del depósito. De esta manera el agua era almacenada en condiciones uniformes y desinfectada. Tras esta desinfección se reutilizan los elementos antiguos para realizar una pequeña cloración que garantice el almacenaje seguro.

La gran diferencia en la cloración es que, se utiliza mucho menos cloro porque el agua ya está limpia, lo que abarata mucho el coste de desinfección. Además, la cloración ahora sí es efectiva porque se aplica a un agua en condiciones constantes y uniformes.

Tras la instalación del sistema se utilizó el equipo de medición de cloro libre para asegurar el correcto funcionamiento del sistema. Además, se realizó un manual en lenguaje muy sencillo y claro que se entregó e instruyó a los responsables, en el que se explicaban paso a paso todas las tareas de mantenimiento y operación de la instalación.

Como la instalación llevó mucho tiempo, y para completar el contenido de este escrito, se desarrolló paralelamente un diseño teórico más complejo, que daba solución a la comunidad de Atocchualchancca, una comunidad de 82 habitantes.



Esquema del diseño teórico

En esta comunidad, además del problema general de la variabilidad de la calidad entrante del agua, aparecían problemas de turbidez y presión, además de estar aislado de la red eléctrica, lo que añadía complejidad a la instalación.

El gran problema de turbidez venía principalmente porque en lugar de entubar el agua directamente en el surgimiento, la canalizaban durante un tramo a través de piedras. Esto hacía que el agua arrastrara tierra y se ensuciara mucho. Por ello la primera medida pasaba por entubar el agua desde el mismo surgimiento.

Aun así, para asegurar un agua clara, lo que es fundamental para la eficacia del equipo ultravioleta, se decidió añadir un filtro de arena que eliminase toda partícula que pudiera haber arrastrado el agua. Tras realizar los cálculos pertinentes, se determinó que el filtro deberá ser cuadrado de 40 cm de lado y 90 cm de altura. Siendo los 2/3 superiores de Antracita, y el 1/3 restante de arena fina de playa.

Otro problema que aparecía era que, cuando el depósito bajaba de cierto nivel, en momento de mucha demanda, ciertas casas se quedaban sin agua debido a la falta de presión en el sistema. Para solucionar esto se ha decidido construir otro depósito, de 6 m³, como el actual, pero a mayor cota, aguas arriba del primero. De este modo se busca garantizar la presión en todo el sistema.

Una gran ineficiencia que se comete, que la instalación de Jatumpampa no se ha podido corregir por falta de fondos, es que cloran toda el agua que les llega, y en el caso de esta comunidad desechan alrededor de 7/8 de agua tratada. Es por esto que el gasto en cloro es 8 veces mayor que el que debería ser.

Aprovechando el nuevo depósito, se ha decidido poner el rebosadero aquí, de tal forma que el agua que no se vaya a consumir sea desechada sin tratar.

Como la problemática es común, se ha decidido utilizar también un equipo UV de la marca Viqua a la entrada del depósito inferior, aunque en este caso será otro modelo, ya que tiene que funcionar a 12 voltios de corriente continua. Del mismo modo, se realizará una cloración posterior.

Al ser una zona poco protegida y tener una caseta de cloración de chapa, durante la época de frío aparecen problemas con la cristalización del cloro. Por ello se cree conveniente construir una caseta de ladrillo para que del aislamiento necesario para evitar este problema. Se ha observado que los problemas de cristalización sólo aparecen en aquellas tomas cuya caseta es de chapa.

Otro elemento fundamental de este diseño es el sistema de alimentación autónoma. Al estar alejado de la red, la mejor manera de electrificar el sistema, debido a las características del lugar, será mediante un panel solar. Como el equipo trabaja las 24 horas, se deberá incorporar también una batería capaz de asegurar el correcto funcionamiento del sistema también durante la noche.

Por último, se ha incorporado al diseño un pequeño y sencillo sistema de control automatizado. Se ha mantenido la máxima sencillez para evitar aumentar las probabilidades de fallo. A través de unos sensores y unos actuadores sobre el depósito inferior, se controlará de forma automática la entrada de agua y la dosificación de cloro a través de un pequeño programita adjunto en la memoria.

La última parte del trabajo consistía en, utilizando lo aprendido durante el trabajo, elaborar una pequeña guía que sirviese para enfocar futuras acciones sobre el lugar. En este apartado se explican brevemente posibles acciones a implementar en caso de que cambien las restricciones técnicas del lugar y/o las limitaciones presupuestarias del proyecto.

Resultados

El primer resultado obtenido es la realización de un estudio en profundidad del estado y la realidad del lugar en relación a los sistemas de tratamiento de agua. Se espera que esta información sea de gran utilidad a futuros proyectos que se desarrollen en la zona.

En cuanto a la instalación de Jatumpampa, se ha conseguido implantar de manera exitosa un sistema de tratamiento de agua para una población de **330 habitantes**, por un precio de **721,3€**, que es **menos de 2€ por habitante**.

El nuevo sistema además de desinfectar de manera efectiva el agua ha conseguido reducir el coste de operación **de 30€ a 19,32€ mensuales**, lo que supone un ahorro de más del **33%**. Aunque el ahorro no parezca gran cosa, debido al bajo nivel económico del lugar es una cantidad muy considerable.

Por su parte, el diseño teórico ha dado solución a una toma con una problemática mucho más compleja. Se espera que si se consiguen los medios se pueda llevar a cabo en un futuro. El coste aproximado de instalarlo rondaría los **1885,45€**, lo que, al ser una población de solo **82 habitantes** supondría un coste de **23€ por habitante**.

Aunque es un coste relativamente alto para una comunidad tan pequeña, en este caso el ahorro en los costes de desinfección va desde los **30€ a los 6,4€**, lo que supone un **ahorro de un 79%**.

Por último, se tiene como resultado un pequeño estudio que se espera que también sea de gran ayuda para guiar futuros proyectos. En este estudio se ofrecen soluciones adicionales, o mejoras a las soluciones propuestas, para el caso en que las condiciones del proyecto, ya sean presupuestarias o en el lugar, cambien.

ANÁLISIS Y IMPROVEMENT OF THE QUALITY OF DRINKING WATER IN LOS MOROCHUCOS DISTRICT, IN AYACUCHO, PERU

Author: Manzanares Estrada, Juan.

Director: Ballesteros Iglesias, María Yolanda.

Collaborating organisation: Fundación de Ingenieros de ICAI

Introduction

There has been a raise in the number of cases of children under 5 years old that get sick in the Morochucos District, in Ayacucho, Peru. This has set the alarm about the quality of the water that they are consuming. Due to this, ICAI's Engineers Foundation has started this project and to give a solution to it.

Initially there was very little information about the place, the only thing the new was that they were threatening the water with chlorine but it wasn't being effective. They also knew that the economical and cultural level of the district was very low, which meant that any project developed there, should overcome numerous problems and restrictions.

Through the international internship program, the author of this text moved to Peru for a period of almost 5 months. The initial objective was to study the area and collect as much information as possible about the disinfection systems they were using. After this, the investigation began, in order to find out why the systems were not being effective and to propose a solution to it.

With the limited information available at the beginning, the first objectives where only theoretical. Nevertheless, as the project started to move along, it was considered viable to implant a simple disinfection system, so this was added to the objective list.

Methodology

The first surprise regarding the project came when, once in the area, it was discovered that not even local authorities had maps of their own territories. It was considered mandatory to have an idea of the distribution of the communities, so that the optimum ones could be selected. In a place where communications and roads are very bad, trying to act in an area that is too far away, could bring a lot of inconveniences.

To solve this problem, it was decided to make little maps of the area with the tool google Maps. After going village by village with the GPS, a general idea of the distance to every community was formed.

After knowing the location of every village, the next step was to obtain a little more information about them. With the help of local authorities, little by little a lot of demographic information was gathered, and those communities with high population of children and those where there were schools were identified.

It was tried to find a way to make deep analysis, in order to characterize exactly the water problem. Nevertheless, the cost of those analysis was too high for the budget available. Even though it was assumed, because of the conditions of the place, that the water contamination was simply biological, some information was needed to back up this assumption. After searching thoroughly, some analysis was found from previous years, that had been carried out by independent laboratories in some of the communities. Although it wasn't definitive, it was valued very positively for the community to have this information from previous years.

The next step was to study and analyse the disinfection systems that were being used. After visiting all the installations one by one it was determined that, even though all had a similar system, some were maintained much better than others. This was interpreted as a sense of commitment and caring, that's why the tanks that were in better conditions were very well valued. To those that were not taking good care of their water disinfection system, a seminar was thought about the importance of having good water quality.

Once all this information was collected, it was decided to organise it so that the communities were valued from more to less critical or viable for the project. Through a score system, created by the author, it was possible to order the villages, giving priority, for example, to those with great children population. Other characteristics were also valued, like having more or less population, having their systems in good conditions or being close to the electrical network.

From the classification explained above, Jatumpampa was identified as the most favourable community to carry out the installation of a simple disinfection system. This village has a population of 330 people apart from having a children's school, where also children from the neighbouring village attend.

After studying the old system, the main problem was identified. The continuous chlorination didn't take into account the changing conditions of the incoming water. Even though the water flow is more or less constant, the contamination levels are not. The result of adding always the same amount of chlorine was that the water was sometime under chlorinated and others had a strong chlorine taste, being both scenarios bad for health.

The idea was to look for a simple, cheap and easy to maintain solution, because the people in charge of the maintenance are unqualified. Apart from this, because the few resources available in the place, the way the authorities have to do quality control is by using some reactive to determine the amount of free chlorine in water. This is the reason why having chlorine at some point of the design is mandatory.

Focusing efforts in solving the water quality variability problem, it was determined that the most appropriate was an ultraviolet disinfection. The big advantage of this technology is that, applying a high enough dose, all microorganisms are killed without generating any sub products, which means that it will work the same with different levels of contamination in the incoming water.

The only disadvantage to this method is that the effects doesn't last, which means that it doesn't allow storing. Taking into account that adding chlorine is mandatory to obey the law, this problem solved itself.

After studying this option it was decided to install an ultraviolet equipment from the brand Viqua at the entrance of the water tank. This way water was stored disinfected and in uniform conditions. After this disinfection, the old chlorination equipment is recycled to add a little dose that guarantees the safe storing.

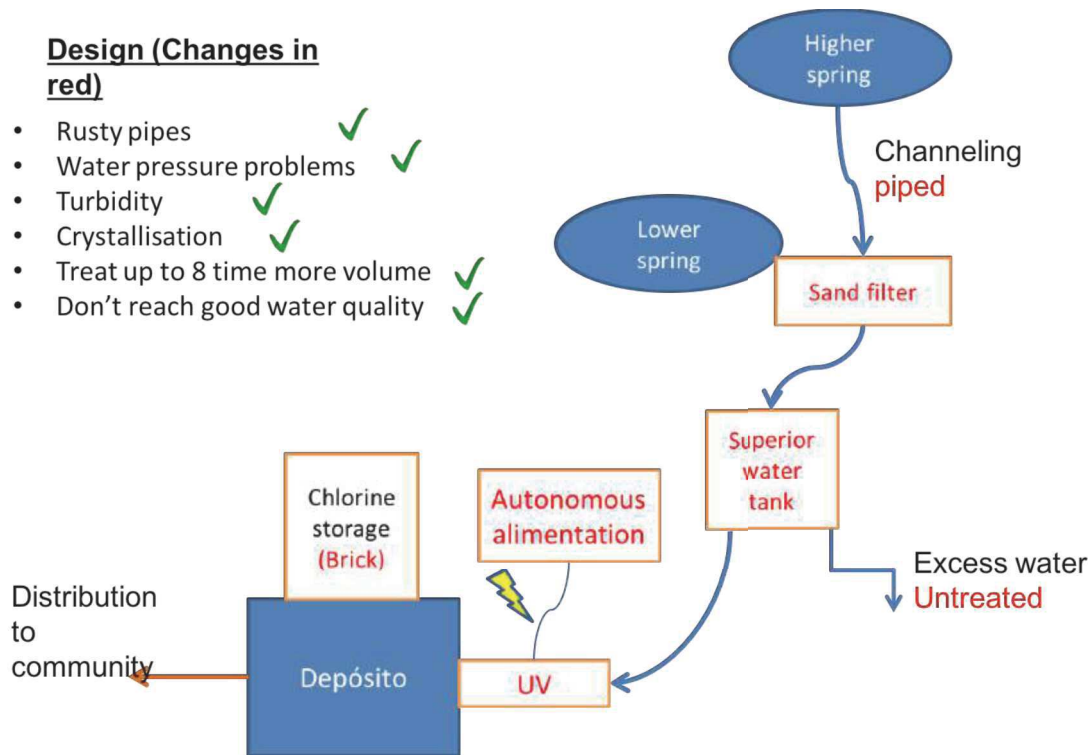
The big difference in the chlorination is that, a lot less chlorine is used because the water is already cleaned, which lowers a lot the disinfection costs. Plus, the systems is now effective because the chlorine is applied uniformly to water with a uniform quality.

After the installation, the reactive of free chlorine was used to ensure the correct functioning of the system. Plus, a manual was developed in a very raw language, that was handed and explained to the people responsible of the system. In this manual every activity regarding operation and maintenance was explained step by step.

As the installation took a long time to complete, to add content to this project, another theoretical, more complex design was carried out simultaneously. It gave a solution to the problem en Atocchualchancca, a community of 82 habitants.

Design (Changes in red)

- Rusty pipes ✓
- Water pressure problems ✓
- Turbidity ✓
- Crystallisation ✓
- Treat up to 8 time more volume ✓
- Don't reach good water quality ✓



Theoretical desing diagram

In this village, apart from the general problem with the water quality variability, there were some turbidity and pressure problems, apart from being isolated from the electrical network, which added complexity to the installation.

The main problem with turbidity came basically because instead of canalizing the water through pipes, at the first stage the water moved through a path of rocks. This made the water carry some dirt. This is why the first measure was to add some pipes to the first stage of the process.

Even so, to ensure clear water, which is critical to ensure the ultraviolet disinfection, it was decided to add a sand filter that would eliminate every particle that could have carried the water. After doing the calculations it was determined that the filter should have 40cm x 40 cm and a height of 90cm, being the superior 2/3 made of Antracita, and the 1/3 remaining made of thin beach sand.

Another problem that showed up was that, when the water level in the tank dropped a certain level, some of the houses didn't have water because of a problem in the pressure of the system. To give a solution to this, a second water tank should be installed, also a 6 m³ tank, before the first one and higher. This is done to ensure the pressure throughout the system.

Un inefficiency that is made, which couldn't be solved in the installation of Jatumpampa for budget problems, is that the chlorinate all the water that arrives, and in the case of this community, that throw away approximately 7/8 of threated water. Is because of this that the cost of chlorine is 8 times higher that it should be.

Taking advantage of the new tank, it's been decided to throw away at this point the excess water, before it's been treated.

As the problematic of the first design is also present in the second one, it's been decided to use also an ultraviolet equipment from the brand Viqua before the entrance of the lower water tank. In this case will be a different model because it will have to run on DC at 12 V, because it will be powered by a solar panel.

Because the tank is in a very exposed area and its chlorination tank is stored in an aluminium box, they are having problems with the crystallisation of chlorine. It is believed that changing this box for a brick construction will solve this problem. It's been observed that none of the systems that have this kind of brick construction have any problem with the crystallisation.

Another fundamental element of this design is the autonomous alimentation system. Because the installation is far away from the network, the best way to electrify the system, due to the characteristics of the area, is to use a solar panel. As the equipment works continuously for 24 hours, the alimentation has to include a battery that can ensure the power during night hours.

The last element of the design is a little and simple automatic control system. Simplicity has been key in order to avoid increasing the probability of failure. Using some sensors and actuators in the lower water tank, the intake of water and chlorine will be automatically controlled through a little program included in the memory.

To close this project, using the knowledge acquired during this job, a little guide has been made to focus the actions of future projects in the area. In this section there are some ideas to implement if the technical and/or budget limitations of the project change.

Results

The first result obtained has been the study of the state and the reality of the area regarding the water treatment systems. It is believed that this information will be very useful for future projects developed in that district.

Regarding the installation in Jatumpampa, a water treatment system has been successfully installed for a population of **330 people**, with a cost of **721,3€**, with is **less than 2€ per person**.

The new system, apart from disinfect effectively, has brought down the operation costs **from 30€ to 19,32€ a month**, which means a improvement of over **33%**. Even though the save doesn't look like much, due to the low economic level of the place is a very considerable amount.

In the theoretical design a solution for a much more complex problem has been developed. It is hoped that if the conditions change in the future they will be able to carry it out. The approximate cost will be of **1885,45€**, which, being a village of only **82 people**, would mean a cost of **23€ per person**.

Even though the cost is relatively high for such a small community, in this case the savings in the disinfection costs are mucho more. It went **from 30€ to 6,4€ a month**, meaning a save of **about 79%**.

The last result shown in this project is a little study that will also help future projects. In this study some solutions or improvements are mention so that they can be carried out if some conditions change. This are only some guidelines to help focus the efforts of future projects.

DOCUMENTO 1: MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

I MEMORIA DESCRIPTIVA.....	3
II CÁLCULOS.....	54
III ANEJOS.....	62

I MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.	OBJETIVO DEL PROYECTO.....	7
2.	MOTIVACIÓN DEL PROYECTO.....	8
3.	INFORMACIÓN PREVIA DE LA ZONA	9
4.	ESTADO DEL ARTE.....	10
4.1	Estudio de la zona	10
4.1.1	Estudio climatológico	10
4.1.2	Estudio geográfico	11
4.1.3	Estudio demográfico	12
4.2	Estudio de los sistemas existentes.....	12
4.3	Resultados de los análisis pasados	13
5.	CONDICIONES DE DISEÑO	15
5.1	Condiciones legales.....	15
5.2	Condiciones propias del proyecto	16
6.	DECISIÓN DE PRIORIDAD DE ACTUACIÓN.....	17
6.1	Tomas óptimas para el diseño sencillo.....	17
6.1.1	Criterios para descartar tomas.....	17
6.1.2	Criterios para priorizar las tomas restantes.....	20
6.2	Toma óptima para el diseño teórico	21
7.	SISTEMA A IMPLANTAR	22
7.1	Condiciones iniciales.....	22
7.2	Diseño del sistema.....	23
7.2.1	Diseños posibles.....	23
7.2.2	Elección del sistema que más se adapta al proyecto.....	24
7.2.3	Desarrollo del sistema elegido	24
7.2.4	Diseño del sistema de alimentación.....	25
7.3	Equipos a utilizar.....	26
7.3.1	Equipamiento necesario	26
7.3.2	Elección de equipos y proveedores.....	26
7.4	Instalación del sistema	28
7.4.1	Acometida eléctrica	28
7.4.2	Instalación de la lámpara y los elementos de protección.....	28

7.5	Control de funcionamiento.....	29
7.6	Diseño de las labores de mantenimiento	31
7.7	Instrucción de las labores de mantenimiento	31
8.	SISTEMA TEÓRICO	32
8.1	Estado inicial	32
8.1.1	Condiciones actuales.....	32
8.1.2	Resumen de los problemas a los que se dará solución.....	34
8.2	Diseño del sistema.....	35
8.2.1	Esquema general de la instalación propuesta.....	35
8.2.2	Elementos del sistema.....	36
8.2.3	Elementos de control y funcionamiento del sistema.....	41
8.3	Equipos a utilizar.....	48
8.3.1	Equipo ultravioleta.....	48
8.3.2	Sensores	48
8.3.3	Electroválvulas.....	48
8.4	Diseño de las labores de mantenimiento	49
9.	ESTUDIO DE FUTURAS ACCIONES POSIBLES	50
9.1	Mejora del nivel técnico de los encargados	50
9.2	Aumento de presupuesto disponible	51
9.3	Mejora técnica y presupuestaria.....	51
10.	BIBLIOGRAFÍA	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros microbiológicos	15
Tabla 2: Parámetros químicos.....	15
Tabla 3: Parámetros físicos.....	15
Tabla 4: Eliminación de tomas no aptas	19
Tabla 5: Orden de prioridad de las tomas restantes	21
Tabla 6: Elementos del sistema.....	26

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Mapa del Distrito de los Morochucos en Ayacucho.....	9
Imagen 2: Mapa de precipitaciones de Pampa Cangallo	10
Imagen 3: Ubicación comunidad Churropallana	11
Imagen 4: Estado inicial de Jatumpampa.....	22
Imagen 5: Esquema del sistema de desinfección.....	25
Imagen 6: Esquema de alimentación	25
Imagen 8: Comparación del nivel de cloro	29
Imagen 7: Elementos utilizados en el análisis	29
Imagen 9: Estado actual Atocchualchancca.....	32
Imagen 10: Canalización de piedras	33
Imagen 11: Esquema actual del sistema teórico	35
Imagen 12: Esquema final del sistema teórico	35
Imagen 13: Esquema sistema autónomo.....	39
Imagen 14: Esquema de conexión del sistema autónoma.....	39
Imagen 15: Esquema de elementos del sistema de control.....	42
Imagen 16: Diagrama de estados del sistema de control	44

1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto es analizar y mejorar de forma efectiva la calidad del agua potable en ciertas comunidades rurales de Ayacucho, en Perú.

El aumento de la actividad ganadera en la zona ha supuesto un incremento en la contaminación microbiológica del agua. Además, los sistemas de desinfección del lugar, aparte de ser muy rudimentarios, no están funcionando correctamente. Esto ha tenido como consecuencia un incremento en las enfermedades, especialmente entre la población menor de 5 años, lo que ha servido como alarma y detonante a la Fundación de Ingenieros de ICAI para llevar a cabo esta iniciativa.

Durante el proyecto se analizarán las comunidades de la zona, el estado del agua que consumen y las posibilidades de mejora en cada caso. Con estos datos se tomará la decisión de aquellos lugares con mayor prioridad y se implantarán tantos sistemas como el presupuesto permita, siguiendo el orden de preferencia comentado anteriormente.

Una vez determinados los lugares de actuación se diseñarán dos sistemas. El primero, óptimo acorde a las necesidades, teniendo en cuenta los pocos recursos de la zona y el presupuesto limitado que se maneja. Este sistema se implantará en tantas tomas como el presupuesto permita. El segundo será algo más ambicioso, teniendo en cuenta las limitaciones del lugar, pero dejando de lado las limitaciones presupuestarias. Éste quedará como proyecto teórico que se pueda implantar más adelante si se consiguiera presupuesto para ello.

Por último, se diseñará las labores de mantenimiento y se crearán unos manuales explicativos. Las tareas de mantenimiento son realizadas por responsables del mismo vecindario, es decir, por personal no cualificado. Es por ello que el diseño de dichos procedimientos debe tener como principales características la simplicidad y la claridad.

Este proyecto se encuadra dentro del programa de prácticas internacionales del Máster de Ingeniería Industrial, y se lleva a cabo en colaboración con la Fundación de Ingenieros de ICAI. Como parte del trabajo, el autor se ha desplazado hasta la zona para llevar a cabo el estudio y desarrollo del proyecto sobre el terreno. Para ello ha convivido más de cuatro meses con la realidad de la zona, hecho que aporta a este escrito una objetividad aún mayor, ya que todos los datos presentados más adelante han sido obtenidos de primera mano y corroborados por el ingeniero al frente del proyecto.

Debido a la falta de información previa de la realidad de la zona en relación a este trabajo, el presupuesto inicial que se maneja es muy bajo. La idea es tratar de conseguir financiación a medida que el proyecto vaya avanzando, pero como objetivo principal se buscará recopilar tanta información útil como sea posible y realizar el diseño de posibles sistemas que den solución al problema cumpliendo las especificaciones del lugar. El tiempo limitado y el ritmo de avance del proyecto serán los que determinen si es posible realizar la instalación durante este trabajo o si se utilizará el mismo como base de implantación para futuras expediciones.

2. MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

La Fundación de Ingenieros de ICAI es una entidad que busca que los ingenieros de ICAI y las empresas relacionadas pongan sus conocimientos y recursos al servicio de las personas más desfavorecidas para poder garantizarles unas condiciones de vida dignas.

El poder contar con un agua potable en buenas condiciones es una necesidad básica para garantizar la dignidad de las personas. Al ser conscientes de la realidad del lugar, fue precisamente esta falta de calidad del agua lo que sirvió de motivación a la Fundación para comenzar a ofertar este proyecto y buscar los recursos necesarios para llevarlo a cabo.

En cuanto a la motivación personal ha sido la capacidad de marcar la diferencia y de verdad influir en la vida de las personas que lo necesitan, lo que ha aportado la motivación necesaria para aceptar este reto.

Tras llevar un tiempo en busca de proyectos similares parecía que la única opción algo cercana era realizar un voluntariado durante el verano. Sí es verdad que se tiene la capacidad de ayudar en esos proyectos, pero el tiempo tan reducido limitaba mucho el impacto del trabajo. Además, es más difícil aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la vida universitaria en estas iniciativas, ya que se limitan la mayoría, al ser tan poco tiempo, a labores de docencia y apoyo, sin contar con el tiempo suficiente para poder desarrollar un proyecto completo de ingeniería.

Cuando surgió esta opción no hubo la menor duda para aceptarla. Es probablemente la única oportunidad de poner 5 meses de trabajo al servicio de un proyecto de ayuda no lucrativo. Una vez se dé el salto al mundo laboral, el año próximo, se cree que será muy difícil poder realizar alguna tarea similar, por lo que la oportunidad no se podía rechazar.

Por último, como motivación extra, supone un puente entre la vida universitaria y el mundo laboral, que ha aportado al alumno gran independencia, experiencia y perspectiva que le será muy útil a lo largo de su carrera profesional.

3. INFORMACIÓN PREVIA DE LA ZONA

Como ya se ha comentado, los datos iniciales de la zona eran muy limitados, lo que supuso la necesidad de enviar al autor de este escrito a investigar y realizar el trabajo sobre el terreno. Se realizará más adelante un estudio exhaustivo del lugar que ayude a poner en contexto el proyecto, pero antes de su inicio solo se contaba con la información mostrada a continuación.

El trabajo se desarrolla en el Distrito de Los Morochucos, una zona rural perteneciente al Departamento de Ayacucho, en Perú. Este departamento se localiza en la zona sur del país, aproximadamente a mitad de camino entre Lima y Cusco.

El distrito tiene un total de 7463 habitantes, de los cuales aproximadamente la mitad se concentran en Pampa Cangallo, su capital. El resto de la población se divide entre otros núcleos más poblados y pequeñas comunidades con una media de 200 habitantes cada una.

A continuación se muestra en rojo el Distrito de los Morochucos, dentro del Departamento de Ayacucho. En la imagen inferior izquierda se muestra la localización del departamento dentro del territorio del país.



Imagen 1: Mapa del Distrito de los Morochucos en Ayacucho

Aparte de la información anterior, los únicos datos conocidos eran que es una población de un bajo nivel económico y cultural, dedicada principalmente a actividades agropecuarias. Además, se era consciente de la gran población infantil y vulnerable presente en la zona, hecho que impulsó en gran parte la realización de este proyecto.

4. ESTADO DEL ARTE

Con la información tan limitada que se contaba al iniciar el proyecto, el primer paso ha sido realizar un estudio completo del estado del arte en la zona para poder tomar decisiones sobre qué lugares son los más indicados para desarrollar el trabajo.

4.1 Estudio de la zona

La primera tarea consistía en completar la información de la zona, el clima y las comunidades para sentar las bases del proyecto.

4.1.1 Estudio climatológico

La climatología de la zona era importante para determinar estacionalidad y cambios en la calidad del agua a lo largo del año.

Se consultaron varias páginas web climatológicas y se contrastó con la información de los habitantes del lugar para llegar a la conclusión de la existencia de dos estaciones bien diferenciadas, la estación de lluvias y la estación seca. Esto apuntaba a que la peor calidad del agua se encontraría en la estación de lluvias debido al arrastre de sedimentos causado por el agua.

Aunque se contrastaron varias informaciones, todas parecían dar aproximadamente los mismos resultados. A continuación se muestran ejemplos de la web www.es.climate-data.org que ilustran los resultados comentados anteriormente.

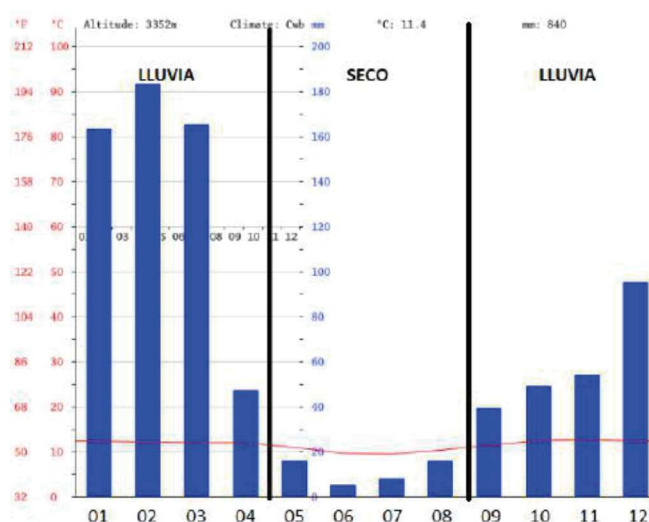


Imagen 2: Mapa de precipitaciones de Pampa Cangallo

Con todos estos datos se estimó que lo correcto sería diseñar un sistema capaz de desinfectar el agua en su peor época, la de lluvias, pero que fuera capaz de funcionar de igual manera en condiciones más favorables, es decir, en la época seca.

4.1.2 Estudio geográfico

La tarea fundamental del estudio geográfico fue la elaboración de pequeños mapas que ayudasen a organizar un poco geográficamente las ideas del proyecto. El problema principal era que la municipalidad, aunque parezca mentira, no tenía mapas de sus propios territorios, y la mayoría de las comunidades que se planteaban útiles para el proyecto, no aparecían en internet.

En definitiva, el único apoyo cartográfico para organizar las comunidades era la herramienta Google Maps. El problema era que la mayoría de las comunidades sometidas a estudio y los caminos que las unían, no aparecían reflejados como tal, sino como una simple imagen.

La solución que, aunque rudimentaria, fue efectiva, consistió en recorrerse las comunidades y territorios, y con ayuda de Google Maps, ir marcando las poblaciones para poder elaborar unos mapas que situaran geográficamente aquellas que estaban siendo tratadas en el proyecto.

Los mapas obtenidos con este método se adjuntan en el Anejo 1. Aun así, a continuación, se añade un ejemplo de los resultados de esta fase para ilustrar mejor este trabajo que, aunque no sea muy detallado, era necesario para sentar las bases y organizar la zona previo al estudio y documentar las distancias a cada comunidad.



Imagen 3: Ubicación comunidad Churropallana

Esto fue de especial ayuda para priorizar ya que, debido al mal estado de las carreteras y la difícil comunicación, tratar de actuar en comunidades demasiado alejadas podría suponer serios problemas a lo largo del desarrollo del proyecto. Por ello, a igualdad de condiciones, se priorizaron aquellas comunidades más cercanas a Pampa Cangallo, la capital y base del proyecto.

4.1.3 Estudio demográfico

Una vez identificadas geográficamente las comunidades se fueron visitando para comenzar a tener una idea general de la realidad de cada una. En este punto se identificaron aquellas comunidades con gran población infantil y aquellas tomas que abastecían a escuelas o centros infantiles.

Como la población más vulnerable es la gran población infantil, se buscó aquellas tomas que abastecían al mayor número de niños posible, sin esto tener que ser aquella donde más niños vivan. Al ser pequeñas comunidades repartidas por el lugar, no tiene cada una su escuela, ni mucho menos, sino que en ciertas comunidades existen escuelas o centros infantiles que dan servicio a numerosas poblaciones. Teniendo en cuenta la gran cantidad de horas al año que pasan los alumnos en los centros, se creyó conveniente tener esta variable en cuenta a la hora de decidir cuáles de las tomas eran más críticas.

Toda esta información fue complementada en mitad del proyecto con datos del censo facilitados por las autoridades locales, lo que ayudó a cuantificar y organizar mejor el estado demográfico de la región.

El siguiente paso consistía en conocer el estado real de los sistemas de desinfección del lugar.

4.2 Estudio de los sistemas existentes

En este punto se desconocía totalmente el tipo de sistemas que se utilizaban, así como su estado y su eficacia. Además, no se sabía nada acerca de los responsables de asegurar el correcto mantenimiento y funcionamiento de los mismos.

Tras investigar y con la ayuda de la municipalidad se identificaron dos tipos distintos de sistemas.

El primero, instalado solo en la capital, y que abastecía a aproximadamente la mitad de los habitantes del distrito, se trataba de una cloración por gasificación. Aunque el sistema no es altamente sofisticado, funciona correctamente y no había grandes problemas en la calidad del agua que se consumía, por lo que el proyecto se enfocó directamente a las pequeñas comunidades colindantes.

El otro tipo, aunque no es exactamente igual entre tomas, es bastante parecido. Básicamente consta de un tanque de cloro en una caseta sobre el depósito de agua. De este tanque va goteando poco a poco el cloro sobre el agua que está almacenada en el depósito.

Existen distintos tipos de casetas y tubos por dónde cae el cloro de tal forma que en algunas tomas aparecen problemas de cristalización del cloro por las bajas temperaturas. Este problema se da básicamente en zonas más altas y menos resguardadas del frío, donde además la caseta está hecha de chapa en lugar de ladrillo. Además, también aparece dicho problema en aquellos casos en los que el tubo que permite el goteo del cloro es demasiado fino y prácticamente carece de aislamiento.

Aparte de este problema, la principal carencia de los sistemas, es la nula flexibilidad del sistema y su baja precisión. El cloro del tanque se rellena aproximadamente cada mes, y es aquí cuando el responsable regula de manera aproximada el goteo del cloro en función de la estación. Lo que ocurre es que, en función del mes, estiman un caudal de llegada de agua y cloran en mayor o menor cantidad según esto, sin tener en cuenta en ningún momento la calidad del agua entrante. Como consecuencia, en ocasiones el agua llega a la población clorada en defecto manteniendo parte de los microorganismos, y en otros casos el agua llega con un fuerte sabor a cloro, condición que también puede ser nociva para el organismo.

El otro descubrimiento importante que se hizo en esta etapa fue la existencia del JASS o Junta Administradora de Servicios de Saneamiento. Esta organización era propia de cada comunidad y la encargada de asegurar el correcto mantenimiento de las instalaciones de desinfección de agua. Esto suponía otro reto de cara al diseño de los nuevos sistemas, ya que, los responsables del mantenimiento son vecinos con formación nula sobre el tema.

Por último, en esta fase también se determinó que, aunque los sistemas eran similares entre unas zonas y otras, había gran diferencia en el estado de las mismas. Según la comunidad, el mantenimiento se había hecho de manera más o menos efectiva, encontrando las tomas en estados muy diferentes. Siguiendo esto, se decidió premiar a aquellos responsables que habían realizado las tareas de mantenimiento de manera eficaz, ya que, demostraban la actitud necesaria para llevar a cabo el mantenimiento del nuevo sistema. Esto era importante ya que, aunque se buscará la mayor simpleza posible, la nueva instalación podría requerir un mantenimiento más complejo que el de los sistemas actuales.

4.3 Resultados de los análisis pasados

Una vez que ya teníamos una idea global de la zona y de los sistemas, se buscó tener una idea general del estado del agua en el lugar. Hacer análisis de todas las tomas no era viable económicamente por lo que se necesitaba información histórica que ayudara a enfocar aún más el proyecto.

Tras insistir y buscar en la municipalidad, se consiguió encontrar unos análisis realizados por laboratorios independientes de algunas de las tomas de la región. Al haber habido un cambio de gobierno, y debido a la poca comunicación entre los responsables actuales y pasados, esta tarea se alargó, lo que demoró bastante el avance del trabajo.

En la información encontrada, adjunta en el Anejo 2, se podían distinguir dos tipos de análisis.

Los primeros a los que se tuvo acceso fueron unos realizados por laboratorios locales en los que se realizó un estudio microbiológico y de algunos parámetros físicos simples. Aunque no había análisis de todas las tomas, ayudó a tener una idea general del estado del agua en las comunidades del lugar.

El otro tipo de análisis proporcionados fueron unos análisis completos realizados por un laboratorio independiente en Lima. En este informe se caracterizaba por completo el estado del agua en algunas comunidades, incluyendo análisis de metales pesados, así como un estudio completo de parámetros microbiológicos, físicos y químicos.

Estos últimos análisis proporcionaban la información buscada de algunas de las tomas así que se pidió cotización para realizar más sobre otras tomas de interés. El problema fue el alto coste de los mismos, que no podría ser soportado por el bajo presupuesto que se manejaba.

Ante la imposibilidad de realizar nuevos análisis en profundidad, se decidió estudiar las tomas sobre las que sí se tenía información, realizando la suposición de que los niveles de metales pesados no habrían variado. Esta suposición se consideró válida, teniendo en cuenta que el único cambio representativo en la zona había sido el aumento de la actividad ganadera, la cual no afecta en absoluto al nivel de metales en el agua.

Se es consciente que lo ideal habría sido realizar análisis completos actualizados, pero el presupuesto forma parte de las limitaciones del proyecto, por lo que, con los recursos disponibles se consideró válida la opción de utilizar los análisis pasados para caracterizar la calidad del agua en el lugar.

Tras estudiar la información anterior se determinó aquellas zonas en las que se aseguraba que el principal problema del agua era microbiológico, lo que tenía solución sencilla y sobre todo barata.

Aunque no era la única condición necesaria, tener conocimiento del estado pasado del agua fue premiado a la hora de valorar las tomas y tomar la decisión sobre cuáles eran las más indicadas para actuar. Esta valoración y la correspondiente decisión se muestra de manera detallada en el apartado 6 de este trabajo.

5. CONDICIONES DE DISEÑO

5.1 Condiciones legales

El objetivo de la instalación de sistemas de desinfección es garantizar unas condiciones mínimas de calidad del agua, que aporten cierta dignidad a los habitantes de la zona.

Como el proyecto se desarrolla en Perú, se deberá prestar especial atención al cumplimiento de la legislación local. Para ello se ha puesto como objetivo mínimo de los sistemas, los límites establecidos por “Reglamento de Calidad del agua para Consumo Humano” del gobierno peruano, adjunto en el Anejo 3.

En este documento se especifican los límites admisibles de numerosas sustancias en el agua, que garantizan una calidad apta para el consumo. En el Anejo 3 se entra en más detalle, pero en las tablas que se presentan a continuación, se muestran las sustancias más significativas y sus correspondientes límites permitidos.

PARÁMETRO	LÍMITE	Unidades
MICROBIOLÓGICO		
Coliformes fecales	0	UFC/100mL
Coliformes totales	0	UFC/100mL
Bac. Heterotróficas	500	UFC/100mL
Escherichia Coli	0	UFC/100mL
Org. de vida libre	0	Nº/L

Tabla 1: Parámetros microbiológicos

PARÁMETRO	LÍMITE	Unidades
FÍSICO		
Turbiedad	5	UNT
pH min	6,5	pH
pH max	8,5	pH
Conductividad	1500	µmho/cm
Sólidos totales	1000	mg/L
Cloruros	250	mg/L
Sulfatos	250	mg/L
Dureza total	500	mg/L
Amoniaco	1,5	mg/L
Hierro	0,3	mg/L
Manganeso	0,4	mg/L
Aluminio	0,2	mg/L
Cobre	2	mg/L
Zinc	3	mg/L
Sodio	200	mg/L

Tabla 3: Parámetros físicos

PARÁMETRO	LÍMITE	Unidades
QUÍMICO		
Antimonio	0,02	mg/L
Arsénico	0,01	mg/L
Bario	0,7	mg/L
Boro	1,5	mg/L
Cadmio	0,003	mg/L
Cianuro	0,07	mg/L
Cloro	5	mg/L
Clorito	0,7	mg/L
Clorato	0,7	mg/L
Cromo	0,05	mg/L
Flúor	1	mg/L
Mercurio	0,001	mg/L
Niquel	0,02	mg/L
Nitratos	50	mg/L
Nitritos	0,2	mg/L
Plomo	0,01	mg/L
Selenio	0,01	mg/L
Molibdeno	0,07	mg/L
Uranio	0,015	mg/L

Tabla 2: Parámetros químicos

Por otro lado, como la municipalidad de la zona carece de recursos muy sofisticados, tiene sus propios índices de control de calidad del agua. Su manera de mantener un control es simplemente asegurando unos niveles de cloro libre en todas las casas a las que abastece una toma. Para ello, según su criterio, deberá tener al menos 1 mg/l de cloro libre a la salida del depósito, y al menos 0,5 mg/l en la última casa de la red.

Por lo tanto, el objetivo de las instalaciones que se lleven a cabo será cumplir, tanto las especificaciones del gobierno peruano, como los estándares de calidad establecidos por la municipalidad local.

5.2 Condiciones propias del proyecto

Estas condiciones son aquellas que no son requeridas legalmente, pero que están limitadas por la realidad del proyecto.

En primer lugar, la realidad de la zona hace que ciertas soluciones no sean viables. Para empezar, según informó la municipalidad del lugar, los equipos modernos de alimentación como paneles solares o similares, corren el riesgo de ser robados, debido al bajo nivel económico y la criminalidad de la región. Esto obliga a tratar de minimizar al máximo los equipos susceptibles de ser robados, y a añadir elementos de seguridad que lo eviten.

Otro limitante claro del lugar es el nivel técnico de los encargados de realizar el mantenimiento y la operación de las instalaciones. Estas labores son realizadas por los propios vecinos, con mucha predisposición, pero formación nula en la materia. Es por ello que el diseño que se plantee deberá permitir un mantenimiento sencillo capaz de ser instruido a los responsables del mismo.

Hasta aquí, todas las limitaciones afectan a los dos diseños que se propondrán. Las siguientes están relacionadas con el aspecto económico del proyecto, por lo que sólo influirán sobre el primer diseño, el cual se pretende instalar de manera física utilizando los recursos proporcionados por la fundación.

Por último, al ser un proyecto sin ánimo de lucro, que no va a suponer ingresos futuros que recuperen la inversión, el presupuesto disponible es muy limitado. Es muy difícil conseguir financiación para este tipo de trabajos y es por ello que hay que optimizar el capital disponible al máximo.

Para ello se deberá diseñar un sistema lo más simple y efectivo, que recicle tantos elementos de los sistemas existentes como sea posible. Cuanto más se ajuste económicamente el diseño, en más tomas se podrá proceder, y por lo tanto mayor será el alcance del proyecto.

Relacionado con esto está la disponibilidad de recursos en la zona. Se tratará de trabajar con elementos sencillos y ser imaginativos. Todo elemento muy sofisticado, además de su gran coste, deberá ser enviado, por lo menos desde Lima, lo que supondrá un coste adicional.

6. DECISIÓN DE PRIORIDAD DE ACTUACIÓN

Con los datos expuestos anteriormente se ha caracterizado por completo las comunidades que son objeto de estudio y se ha podido tomar decisiones sobre cuáles son más favorables para realizar el proyecto.

De todas las tomas del distrito se han identificado algunas como prioritarias por el mal estado del agua y la población vulnerable a la que abastece. Dentro de estas comunidades se buscan dos perfiles distintos.

El primero es aquel cuya cloración no funciona correctamente, pero en el que se podría implementar un sencillo sistema de desinfección que solucionara el problema. Estas tomas serán aquellas en las que se trate de implantar, en orden de preferencia, estos sistemas, en función al presupuesto disponible.

El segundo perfil que se busca es una población, también prioritaria, dónde exista un problema mayor. En lugar de ser un fallo en su sistema de cloración, se busca una toma en la que aparezcan problemas mayores que requieran una solución más compleja. Para ello se llevará a cabo un diseño más sofisticado que pueda implementarse en el futuro si las condiciones presupuestarias lo permiten.

6.1 Tomas óptimas para el diseño sencillo

Para el sistema sencillo se han elegido, dentro de las tomas prioritarias, aquellas cuya instalación estaba en buenas condiciones y cuyo principal problema es simplemente que el sistema que tienen es poco preciso y muy rudimentario.

Estas tomas tienen todos sus elementos en buen estado, un depósito de agua bien limpio y mantenido, con un tanque de cloración sobre él, dentro de una caseta. El agua que llega a la toma es clara y no hay problemas de cantidad de agua, el único problema es que la calidad del agua entrante no es constante, lo que hace que su sistema no sea efectivo.

6.1.1 Criterios para descartar tomas

El trabajo partía de las 51 tomas que constituyen el sistema de agua potable del Distrito de los Morochucos. Para tomar la decisión de la manera más objetiva posible, se han establecido ciertos criterios o indicadores para determinar las tomas más adecuadas para este proyecto.

El primer paso consistió en realizar la eliminación de aquellas que no cumplieran con unas condiciones mínimas necesarias para ser consideradas en este trabajo.

La primera condición era tener algún problema en el funcionamiento. Aunque, exceptuando la capital, todas las tomas cuentan con un sistema muy rudimentario, hay ciertas tomas dónde este sistema es suficiente y no están teniendo grandes problemas de calidad. El principal problema de los sistemas es la dosificación uniforme de cloro, es por ello, que en aquellas tomas con una calidad de agua más o menos constante, no aparecen grandes problemas y por tanto no tiene sentido trabajar sobre ellas.

Por otro lado, para este proyecto se busca ayudar al mayor número de personas posible con los recursos disponibles, por eso se han descartado automáticamente aquellas comunidades con una población inferior a 150 habitantes.

Con el mal estado de los caminos y las comunicaciones entre comunidades, tratar de actuar en una toma demasiado lejana a la base del proyecto podría traer problemas logísticos innecesarios. Es por esto que se han descartado aquellas tomas que se encuentran demasiado lejos de Pampa Cangallo, la capital, desde donde se desarrolla el proyecto.

Si no hubiera habido tomas interesantes para este trabajo a una distancia considerada “cercana”, se habría ido abriendo el cerco poco a poco buscando las comunidades que cumplan los requisitos lo más cerca posible. Al haber un gran número de tomas bastante cerca de Pampa Cangallo, se ha decidido trabajar sobre estas para evitar los problemas logísticos comentados anteriormente.

Otro factor muy importante a tener en cuenta era la capacidad de acceder al tendido eléctrico para poder electrificar el sistema. Por el bajo presupuesto manejado, electrificar a través de paneles solares y baterías podría elevar demasiado el coste de la instalación, por lo que se decidió trabajar únicamente con aquellas tomas en las que el acceso a la red eléctrica pudiera hacerse de manera más o menos sencilla. Además, añadir paneles y equipos de alimentación podría traer problemas de robos, aumentaría las probabilidades de fallo y obligaría a un mantenimiento más complejo.

Por último, a medida que se iba estudiando la zona apareció un nuevo problema del que no se tenía constancia previa, la escasez de agua en ciertas comunidades durante la temporada seca. Por el bajo presupuesto y la sencillez buscada en el diseño de este sistema, aquellas tomas con problemas de cantidad de agua quedaban automáticamente fuera de esta parte del proyecto, pudiendo entrar más adelante en el diseño teórico o en el estudio de posibles acciones futuras de mejora.

Teniendo en cuenta todos estos factores eliminitorios, se fue estudiando las tomas una a una y organizando los datos en la tabla que se muestra a continuación. Gracias a este método se consiguió pasar de las 51 tomas originales a solo 11, sobre las que se trabajó más adelante para dar con el orden de prioridad óptimo según las especificaciones y objetivos del proyecto

N°	COMUNIDAD	POB	Funcionan bien	<150 Hab	Muy lejos de Pampa	Aislado del tendido eléctrico	Problemas de cantidad de agua	RES
1	HUANCASAYA	209	-	-	-	-	-	✓
2	HUANDINGA	164	-	-	-	-	-	✓
3	SATICA	780	-	-	X	-	-	X
4	CUSIBAMBA	582	X	-	X	-	-	X
5	PAPACHACRA	240	-	-	X	-	-	X
6	CHANQUIL - ALTA	160	X	-	X	-	-	X
7	BUENA VISTA	134	-	X	-	-	-	X
8	VISCACHAYOQ	192	-	-	X	-	-	X
9	CHALCO	570	X	-	-	-	-	X
10	PAMPAN PUQUIO	80	-	X	-	-	-	X
11	CUCHUCANCHA	320	-	-	-	-	-	✓
12	MANZANAYOCC	460	-	-	-	-	-	✓
13	CHUCLLAPAMPA	193	-	-	-	-	-	✓
14	ORCCOHUALLCHANCCA	139	-	X	-	-	-	X
15	ALLPAURCCUNA	124	-	X	-	-	-	X
16	SAYHUAPATA	65	-	X	-	-	-	X
17	HUALLCHANCCA	360	X	-	-	-	-	X
18	JATUNPAMPA	328	-	-	-	-	-	✓
19	PILLPICANCHA ALTA	225	-	-	-	X	-	X
20	PILLPICANCHA BAJA	47	-	X	-	X	-	X
21	PACOPATA	215	-	-	-	-	-	✓
22	BELEN DE CARCASUNTO	116	-	X	-	-	-	X
23	PARIAHUANCA	303	-	-	-	X	-	X
24	CHANQUIL (cc.pp.)	1269	X	-	-	-	-	X
25	LLUMCHICANCHA	182	-	-	X	-	-	X
26	PACCARISCCA	105	-	X	X	-	-	X
27	CHURRUPALLANA	189	-	-	-	-	-	✓
28	JUSCAYMARCA	337	-	-	-	-	X	X
29	PICHIUCUCHO	117	-	X	-	-	-	X
30	TASTACUCHO	107	-	X	-	-	-	X
31	CASACANCHA	116	-	X	-	-	-	X
32	ATOCCHUALLCHANCCA	82	-	X	-	X	X	X
33	MARCAYA	276	-	-	-	-	-	✓
34	MORCCO	240	-	-	X	-	-	X
35	CHIRILLA	283	-	-	-	-	-	✓
36	MAYUCANCHA	215	-	-	X	-	-	X
37	CAPILLAPATA	221	-	-	X	X	X	X
38	ÑUÑUNHUAYCCO	226	-	-	X	X	X	X
39	CALLPANA	187	-	-	X	X	-	X
40	HACIENDA PATA	170	-	-	X	X	-	X
41	MUNAYPATA	577	X	-	-	-	-	X
42	PAMPA CANGALLO	3596	X	-	-	-	-	X
43	HUERTA PAMPA	48	-	X	-	-	-	X
44	OCCORO	26	-	X	-	-	-	X
45	PUTACCAYOC	48	-	X	-	-	-	X
46	HUAYLLABAMBA	40	-	X	-	-	-	X
47	ARMAPATA	212	-	-	-	-	-	✓
48	CONDORCCOCHA	120	-	X	-	X	-	X
49	PUTACCA	60	-	X	-	-	-	X
50	CCOCHAPAMPA	60	-	X	-	-	-	X
51	BELLA VISTA	660	X	-	-	-	-	X

Tabla 4: Eliminación de tomas no aptas

6.1.2 Criterios para priorizar las tomas restantes

Una vez que se ha conseguido reducir las tomas a 11, se decidió estudiar cada una de éstas más a fondo y crear un sistema de puntuación que determinara de manera cuantitativa el orden de actuación, de las tomas más favorables a las menos.

El autor, en uso de su criterio, ha determinado aquellos indicadores con los que se podía caracterizar las tomas y ordenarlas. Además, también ha sido el encargado de repartir la puntuación en cada uno de dichos ítems a través de lo observado en cada toma y los datos obtenidos conversando con los responsables y las autoridades.

El primer indicador que se ha puntuado ha sido la cercanía a la capital. Aunque todas las tomas restantes están relativamente cerca, por los problemas comentados anteriormente se ha decidido premiar la cercanía aportando una puntuación del 1 al 5.

Una de las características que más importancia se ha dado ha sido el abastecer a una escuela. Aquellas tomas que dan servicio a escuelas, como ya se comentó, se consideran muy críticas y es por ello que se ha aportado una puntuación de 3 si se daba servicio a una escuela primaria, y 5 si se abastecía a una escuela infantil.

La siguiente característica que se ha estudiado ha sido el estado del mantenimiento de las instalaciones. Por un lado, se quiere premiar a aquellos encargados involucrados y conscientes de la importancia de una buena calidad del agua. Por otro lado, el sistema a instalar, aunque simple, será más complejo que los sistemas actuales y por lo tanto requerirá un mayor mantenimiento. Es por esto que se valorará positivamente el buen estado de las instalaciones, dándoles una puntuación del 1 al 5.

En línea con lo aplicado a la cercanía, aunque ya se retiraron aquellas comunidades con poca población, se buscará ayudar al mayor número de personas posible y es por ello que se aportará una puntuación del 1 al 5 en función a la cantidad de habitantes a los que abastece la toma.

Siguiendo lo anterior, pero en relación a la electrificación, aunque todas las tomas tienen acceso relativamente sencillo a la red eléctrica, se puntuará, también del 1 al 5, aquellas tomas con mayores facilidades de conexión.

Por último, debido a las limitaciones del proyecto, como se comentó anteriormente, la opción de realizar análisis completos de las tomas no era viable, por lo que, a igualdad de condiciones, se valoró muy positivamente la existencia de información previa sobre el estado del agua. En este caso, para dar mayor importancia sobre otras características, se puntuó con 6 puntos si se tenía análisis completos de la toma, incluyendo de metales, y con 3 puntos si se tenían análisis básicos de la misma.

Utilizando todos los criterios expuestos anteriormente, se ha llevado a cabo una clasificación de las tomas restantes. Gracias a esto se ha podido establecer un orden de prioridad de actuación que se resume en la siguiente tabla, dónde las tomas ya están ordenadas según los resultados obtenidos.

N°	COMUNIDAD	POB	Cercanía a Pampa	Abastece a escuela	Buen mantenimiento	Cantidad de población	Facilidad de electrificación	Análisis pasados	PUNT	Rank
18	JATUNPAMPA	328	4	5	5	4	5	6	29	1
27	CHURUPALLANA	189	4	5	1	1	4	6	21	2
13	CHUCLLAPAMPA	193	4	0	3	1	3	6	17	3
12	MANZANAYOCC	460	5	0	3	5	3	0	16	4
11	CUCHUCANCHA	320	4	0	3	4	3	0	14	5
1	HUANCASAYA	209	5	0	3	2	3	0	13	6
47	ARMAPATA	212	5	0	3	2	3	0	13	6
2	HUANDINGA	164	5	0	3	1	3	0	12	7
35	CHIRILLA	283	3	0	3	2	3	0	11	8
21	PACOPATA	215	1	0	3	2	3	0	9	9
33	MARCAYA	276	1	0	3	2	3	0	9	9

Tabla 5: Orden de prioridad de las tomas restantes

Como se muestra en la tabla anterior, la toma más óptima es la de Jatumpampa, y por tanto será la primera donde se realice la instalación del sistema diseñado. En las siguientes tomas se tratará de implantar el mismo sistema si lo permite el presupuesto.

En caso de no haber presupuesto o tiempo suficiente, se espera que futuros proyectos utilicen este trabajo para poder continuar la labor comenzada en esta región.

6.2 Toma óptima para el diseño teórico

En la elección de la toma para llevar a cabo el diseño teórico no se ha realizado tanta investigación, sino que una instalación ha llamado especialmente la atención del autor en su ronda de visitas por todas las comunidades.

Los encargados de la toma de Atocchualchancca se quejaban de problemas de calidad y aunque abastece únicamente a 82 personas, el ingeniero decidió visitarla.

En la visita se descubrió que tenía problemas en la captación de agua y en su canalización hasta el reservorio. Por la mala canalización, aparte de problemas de cantidad, el agua llegaba con una gran turbidez. Por último, además de los problemas de la mayoría de las tomas en relación a la cloración, por su ubicación y los elementos del sistema tenían graves problemas de cristalización del cloro.

Por todo esto, que se explicará en más detalle en el apartado 8, se consideró la toma perfecta para realizar un estudio más complejo de mejora del sistema.

7. SISTEMA A IMPLANTAR

En el apartado anterior se determinó el orden de prioridad de actuación para las tomas seleccionadas. Debido a las limitaciones de tiempo y presupuesto sólo se ha podido realizar la instalación física en la primera comunidad, Jatumpampa, pero el diseño se ha realizado de tal forma que pueda ser implantado por proyectos futuros en el resto de tomas de la tabla 5 sin tener que realizar grandes modificaciones.

7.1 Condiciones iniciales

Jatumpampa es una comunidad de 328 habitantes cuya toma, además, da servicio a una escuela infantil dónde también acuden niños de las comunidades colindantes. Se encuentra aproximadamente a un kilómetro de Pampa Cangallo, la base del proyecto, por lo que es ideal para trabajar sobre ella.

El estado del sistema que tienen es idóneo. La caseta de cloración está hecha de ladrillo, que lo aísla mejor y evita la cristalización del cloro. Además, la caja de válvulas y el depósito están en perfecto estado y mantenidos de manera correcta. Por último, se encuentra a escasos metros de la red eléctrica lo que facilita en gran medida la electrificación del sistema. A continuación, se adjunta una foto de la toma, y en el Anejo 4 se añaden más imágenes que caracterizan a la perfección el estado inicial de la misma.



Imagen 4: Estado inicial del depósito de Jatumpampa

El único pequeño fallo de mantenimiento que se encontró estaba en la tubería de oxigenación situada en la parte superior del depósito. La tubería estaba en perfecto estado, pero carecía de una malla protectora que evitara la entrada de insectos y pequeños animales. Como consecuencia en una de las visitas se encontró un pequeño ratón flotando en el depósito, lo cual es muy peligroso para la salud de los consumidores. En el anejo 4 se muestran las imágenes que ilustran este problema.

El problema importante que tiene esta comunidad es el mismo que la mayoría de las comunidades de la zona. No se trata de un problema de ejecución del sistema que tienen sino de un problema de concepto. Sus sistemas cloran una cantidad uniforme sin tener en cuenta la variabilidad en la calidad del agua entrante, por ello, aunque se mantengan bien, los resultados que obtienen no son los esperados.

Para solucionar este problema, y teniendo en cuenta las limitaciones del proyecto, se buscará un sistema sencillo, barato y que recicle el mayor número de elementos posibles del sistema actual, a la vez que ponga solución al problema del agua y garantice un abastecimiento de calidad.

7.2 Diseño del sistema

A la hora de llevar a cabo el diseño, hay que tener en cuenta varios factores que se han de cumplir.

El primero es que el sistema debe tener al menos una parte en la que se cloro el agua, ya que, las autoridades, por sus escasos recursos, miden la calidad de su agua según los niveles de cloro libre de la red.

El segundo factor a tener en cuenta es lo que se le pide al sistema. Se necesita una instalación capaz de desinfectar el agua de manera efectiva cuando ésta no siempre llega en las mismas condiciones.

En esta etapa ya se sabía que se contaba con unos 1000€ inicialmente, con capacidad de un pequeño aumento, para desarrollar un sistema válido en la toma elegida.

7.2.1 Diseños posibles

Siguiendo los factores comentados anteriormente, se barajaron inicialmente dos posibilidades.

7.2.1.1 Sistema de formación para la regulación del cloro in situ

La primera solución que se planteaba era mejorar la formación de los responsables y facilitarles equipos de medición y análisis de agua. De este modo se podría controlar de una manera más regular la calidad del agua cambiante, y en función del estado de la misma poder modificar la dosificación del cloro.

Este sistema supondría un coste no muy alto, pero requeriría una predisposición y un compromiso fuerte por parte de los encargados para que funcionara correctamente.

7.2.1.2 Sistema de desinfección ultravioleta con cloración posterior

La otra opción que se barajó, fue la instalación de un sistema que, a diferencia de la cloración, no tuviera consecuencias nocivas el dar una dosis más alta de la necesaria. Para ello se planteaba la opción de tratar con una lámpara ultravioleta a la entrada del depósito, dejando el agua en esta etapa, en condiciones uniformes independientemente de su estado inicial.

Para garantizar un almacenaje seguro y cumplir con la normativa local, se aplicaría posteriormente un goteo de cloro constante similar al que se aplicaba anteriormente.

7.2.2 Elección del sistema que más se adapta al proyecto

Una vez que se habían planteado estas dos opciones, se decidió estudiar cada una de ellas y centrarse en la que más se ajustaba a las condiciones del proyecto para poder desarrollarla en profundidad.

Aunque ambas opciones podrían ser viables, se apreció una clara diferencia. Aunque la segunda opción suponía una instalación más compleja, en la operación y mantenimiento, tenía grandes ventajas.

Tras meditarlo mucho se decidió optar por el tratamiento ultravioleta, ya que, durante la instalación estaría presente el ingeniero al frente del proyecto, mientras que el mantenimiento es realizado por personal sin cualificar.

En definitiva, la elección del sistema de desinfección ultravioleta supuso un aumento en la complejidad de instalación en relación a la otra propuesta, a cambio de simplificar en gran manera las labores de operación y mantenimiento, requisito que se buscaba desde el comienzo del proyecto.

7.2.3 Desarrollo del sistema elegido

Como se comentó anteriormente el sistema constará de una desinfección previa al depósito mediante una lámpara ultravioleta. La gran ventaja de este sistema es que no tiene efectos adversos el aplicar una dosis mayor a la necesaria, por ello es idóneo para las condiciones de calidad cambiantes del agua. La radiación ultravioleta daña los ácidos nucleicos, volviendo a los microorganismos incapaces de reproducirse e infectar.

La gran desventaja del ultravioleta es que su efecto no es duradero en el tiempo y que, una vez se ha desinfectado el agua pueden comenzar a proliferar microorganismos de nuevo. En este caso, como la legislación local obligaba a realizar una cloración de algún modo, no suponía ningún problema.

Para cumplir con los requisitos legales y garantizar un almacenamiento seguro, se realiza, una vez dentro del depósito una cloración por goteo constante similar a la que se llevaba a cabo originalmente. La gran diferencia es que, como el agua ha sido tratada anteriormente, la calidad del agua en esta etapa ya es uniforme, por lo que la cloración constante, en este caso, si será efectiva.

Otra novedad respecto al sistema original es la necesidad de electrificar la instalación para poder alimentar la lámpara ultravioleta. Uno de los requisitos para poder considerar una toma, era la facilidad de conexión a la red y, en este caso, como se muestra en la imagen del apartado anterior, la red pasa a escasos metros del depósito, lo que facilitará enormemente esta tarea.

A continuación, se muestra un esquema básico que ilustra mejor el funcionamiento del sistema y ayuda a enlazar con el apartado siguiente en el que se determinan más concretamente los elementos necesarios para implantar este sistema.

ESQUEMA DEL SISTEMA:



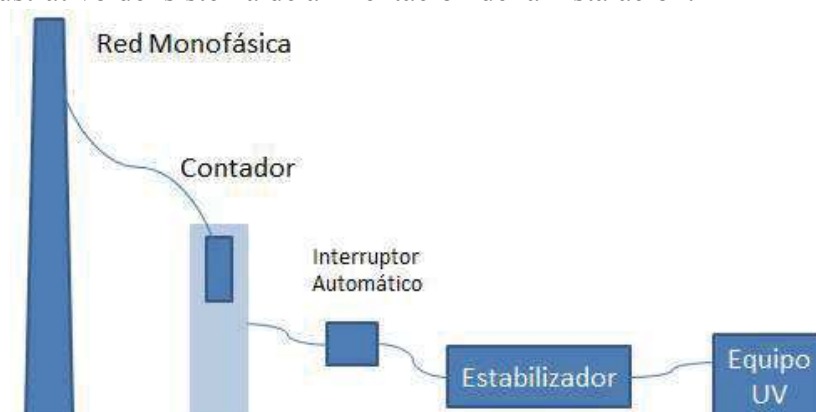
Imagen 5: Esquema del sistema de desinfección

7.2.4 Diseño del sistema de alimentación

Como ya se comentó anteriormente el sistema irá conectado a la red eléctrica. Sin embargo, por la experiencia vivida durante el período de este trabajo, se sabe que la red tiene problemas de estabilidad en ciertas ocasiones.

Esta inestabilidad preocupaba y se temía que pudiera dañar el equipo ultravioleta por lo que se comenzó a investigar sobre opciones disponibles para proteger la instalación.

Tras barajar varias opciones se decidió instalar un sistema en el que, entre el interruptor automático y el equipo se instalara un estabilizador de voltaje. Esta opción suponía una solución barata y disponible en las ferreterías, pero también aportaba mayor seguridad al sistema y a la durabilidad de la lámpara. A continuación, se añade un pequeño esquema ilustrativo del sistema de alimentación de la instalación:



7.3 Equipos a utilizar

7.3.1 Equipamiento necesario

Tras haber realizado el diseño completo del sistema, lo primero que se hizo fue hacer un listado completo de todos los elementos necesarios para implantarlo. Dentro de estos, hay gran cantidad de ellos que se podrán reciclar del sistema anterior. A continuación, se muestra una tabla con todos los elementos necesarios en la que también se muestra si será o no necesario la compra de los mismos y dónde conseguirlos.

ELEMENTO	DISPONIBLE
Lámpara ultravioleta	Lima
Tanque de cloración	Reutilizable
Válvula de cloración	Reutilizable
Tubo de cloración	Reutilizable
Malla anti insectos	Ferretería local
Estabilizador de tensión	Ferretería local
Interruptor automático	Ferretería local
Cable de conexión al contador	Ferretería local
Accesorios PVC	Ferretería local
Depósito	Reutilizable
Caseta de cloración	Reutilizable
Válvulas y tuberías	Reutilizable
Cable de acometida	Empresa “Electrocentro”
Contador eléctrico	Empresa “Electrocentro”
Muro para contador	Aporte de la comunidad

Tabla 6: Elementos del sistema

7.3.2 Elección de equipos y proveedores

Por la baja disponibilidad de recursos y alternativas en la zona, en la mayoría de elementos no tenía sentido hacer un estudio de qué proveedores eran los más adecuados, ya que, no eran elementos críticos y había que amoldarse a la disponibilidad en las ferreterías más próximas.

El único elemento crítico y sobre el que se debía hacer un estudio más completo de los proveedores y modelos disponibles era la lámpara ultravioleta. Aun así, debido a malas experiencias a lo largo de las prácticas, se decidió reducir la búsqueda a productos disponibles en Perú, ya que se tuvo incidencias previas con la importación de pequeños equipos que quedaron retenidos en la aduana durante semanas antes de poder liberarlos.

Tras una búsqueda intensiva se redujo a dos modelos y proveedores distintos, ambos en Lima. Aunque había algo más variedad, que tampoco mucha, los únicos que cumplían con todos los requisitos del proyecto eran los siguientes:

El primer proveedor posible era “Hydrosystem Perú” que ofrecía una lámpara de la marca “Sterilight” capaz de tratar 10GPM, poco más de la capacidad que se necesitaba. El precio de este equipo era de 684,40 \$ y sus recambios de lámpara, que duraban unas 9000h, algo más de un año, costaban 177\$.

El segundo proveedor era “Hydrotek Latino” que ofrecía una lámpara de la marca “Viqua” capaz de tratar también 10GPM. El precio era mayor, de 2520 Soles peruanos, unos 753\$. Sin embargo, sus recambios eran más baratos ya que costaban 380 soles, unos 113\$.

Tras investigar más en profundidad acerca de las dos marcas se descubrió que Viqua es el nuevo nombre de la antigua Sterilight, por lo que supone que el equipo será más moderno o al menos tendrá más facilidades para conseguir repuestos en el futuro.

Por otro lado, con el presupuesto disponible se creyó posible y conveniente comprar un recambio, asegurando así dos años de servicio a coste cero de los habitantes de la población.

Al final, comprando el equipo más un recambio, el coste es similar en los dos proveedores. Siendo similar el desembolso, se ha decidido escoger el proveedor “Hydrotek Latino”, que suministra el equipo de la marca Viqua, más actual y cuyos repuestos además son más económicos, facilitando la sostenibilidad del proyecto.

Todos los presupuestos recibidos por los proveedores mencionados anteriormente se han adjuntado en el Anejo 5. Además, en el Anejo 6 se muestra un fragmento del catálogo del equipo ultravioleta elegido.

En cuanto al sistema de alimentación cabe destacar el precio del estabilizador de tensión y el interruptor diferencial, ya que el resto de elementos son elementos secundarios muy baratos. El estabilizador tiene un precio de 45 soles, unos 11€, mientras que el precio del interruptor diferencial asciende a 80 soles, unos 20€ al cambio.

7.4 Instalación del sistema

Una de las máximas en el diseño del sistema era ser conscientes de la realidad de la zona. Esto suponía, entre otras cosas, realizar un diseño cuya instalación fuera lo suficientemente sencilla para poder ser llevada a cabo en dichas condiciones. Cumpliendo lo anterior, la implantación se llevó a cabo en dos fases.

7.4.1 Acometida eléctrica

La primera fase consistía en habilitar la conexión a red del sistema. Como ya se comentó anteriormente, la red eléctrica pasa a escasos metros del depósito por lo que la conexión es relativamente sencilla. Aun así, no era posible conectarse directamente, sino que se tuvo que presentar una petición a la empresa eléctrica de la zona, “Electrocentro”. Ellos mismos fueron los encargados de realizar la instalación de la acometida y el contador de manera totalmente gratuita. La instalación no tuvo coste alguno por la zona dónde se encontraba, ya que era considerado terreno rural y la electrificación de zonas rurales está subvencionada en Perú.

Lo único que requería la compañía era una pequeña columna de aproximadamente 1,6 metros, en la que poder instalar el contador. Como se carecía de la misma, se tuvo que realizar la construcción con la ayuda de vecinos de la comunidad. Ellos mismos aportaron los materiales necesarios para realizar la construcción de hormigón por lo que el coste fue también nulo. En el Anejo 7 se adjuntan fotos de esta actividad.

Una vez se realizó esta construcción del muro, la instalación del contador eléctrico fue realizada por los técnicos de la compañía en unas horas.

7.4.2 Instalación de la lámpara y los elementos de protección

Una vez terminada la instalación por parte de Electrocentro, la segunda fase consistió en instalar los equipos de protección y la lámpara ultravioleta. Esta instalación es técnicamente bastante sencilla, pero para garantizar la correcta ejecución se decidió contratar a un técnico familiarizado con la manipulación de tuberías e instalaciones eléctricas para trabajar conjuntamente con él.

Una vez determinados sus honorarios diarios, bajos en relación al presupuesto manejado, se consideró una inversión muy adecuada, que sin duda fue una de las claves de la eficacia en la instalación del sistema.

Debido a la información errónea facilitada por el responsable de la municipalidad, aparecieron problemas adicionales en la instalación. Por este problema, la instalación, que debería haberse llevado a cabo en dos horas, se tuvo que realizar a lo largo de todo el día.

Finalmente, tras el duro trabajo se consiguió instalar el equipo de forma eficaz, dejando funcionando tanto la parte eléctrica, como el circuito de agua correspondiente.

7.5 Control de funcionamiento

Una vez realizada la instalación se procedió a la puesta a punto del sistema para asegurar su correcto funcionamiento. En esta etapa, como en otras muchas del proyecto, se notó mucho la falta de recursos por lo que tuvo que emplear la imaginación.

Tras una búsqueda de recursos disponibles, lo único válido, rápido y eficaz era utilizar unos reactivos medidores de cloro libre para tratar de calibrar el sistema.

Aunque había pocos recursos para realizar estas pruebas se trató de conseguir la mayor exactitud. Para ello se esterilizó todos los elementos utilizados y se mantuvieron en oscuridad para garantizar el éxito del ensayo. También se buscó la mayor exactitud de medida, dentro de la poca resolución del equipo comparador de cloro libre.

El procedimiento fue muy sencillo. Se preparó una disolución con lejía (hipoclorito sódico) a una concentración conocida, y se añadió 5 ml de dicha disolución a las muestras para conseguir una concentración inicial de cloro de 3mg/l. Los cálculos realizados se adjuntan más adelante en el apartado de “Cálculos”.

La primera prueba que se realizó buscaba verificar el correcto funcionamiento de la lámpara ultravioleta. Para ello se tomaron muestras antes y después de la misma y se realizó una pequeña cloración controlada e idéntica en ambas muestras. Tras un periodo de aproximadamente dos horas se realizó el análisis del cloro libre para determinar la demanda de cloro.

Como resultado se obtuvo que la demanda de cloro previa a la lámpara era considerable, unos 0,6 mg/l, mientras que aguas abajo del equipo, la demanda era nula. Esto demostraba la efectividad de la lámpara para eliminar los microorganismos y, por lo tanto, su correcto funcionamiento.

Para estas pruebas, por tener un acceso más sencillo al producto, se decidió utilizar lejía casera, es decir, hipoclorito de sodio, en lugar del hipoclorito de calcio que utilizan en la cloración. Como el objetivo era comparar muestras y verificar la eliminación de microorganismos, se consideró perfectamente válido.

A continuación, se muestran dos imágenes del proceso:



Imagen 8: Elementos utilizados en el análisis



Imagen 7: Comparación del nivel de cloro

Este método de análisis también se utilizó para determinar la cantidad de cloro que se debería suministrar para garantizar los niveles exigidos por las autoridades. En este caso sí que se utilizó el hipoclorito de calcio que iba a ser utilizado para la cloración diaria, ya que se trataba de determinar la cantidad exacta que se iba a requerir.

Se buscaba una dosis final de cloro libre a la salida del sistema de 1 mg/l que es lo exigido aproximadamente por la municipalidad local.

Para el análisis se comenzó a añadir una cantidad de cloro inicial de aproximadamente 1,5mg/l, dado el caudal conocido de agua. Con esta información se pudo conseguir una idea general de la cantidad de microorganismos que proliferaban en el depósito, a través de la demanda observada de cloro, y la eficacia del sistema para eliminarlos. Con este dato se pudo determinar la cantidad exacta de cloro que se debía dosificar para cumplir con los niveles de cloro exigidos.

Durante todo el proceso se monitorizó el pH de las muestras para asegurar la eficacia del cloro, que trabaja de forma efectiva entre pH 6 y 8. Como los valores de las muestras se mantuvieron dentro del rango durante todo el ensayo, no fue necesario tomar medidas adicionales.

En comparación al sistema anterior, como el agua es tratada antes de la entrada al depósito, se considera que se seguirá ensuciando el depósito, pero en mucha menor medida. Evidentemente, la proliferación del depósito variará según la limpieza se haya realizado hace pocos días o haya pasado bastante tiempo y está cercana la siguiente limpieza. Aun así, se ha mantenido entre limpiezas el periodo anterior de 3 meses. Si antes se mantenía relativamente limpio, ahora que el agua entra desinfectada se considera que la variación será muy pequeña y se mantendrá unas condiciones válidas a la salida.

Como medida de verificación, se ha formado a los responsables en el uso de los reactivos medidores de cloro libre. Estos se encargarán de monitorizar el cloro a la salida y realizar pequeñas variaciones si se encuentran que han comenzado a proliferar más microorganismos de los esperados en el depósito.

Como queda explicado más en detalle en los cálculos, una vez se tuvo el sistema operando de manera eficaz se pudo calcular el ahorro total en el coste de operación, que pasó de ser de 30€ mensuales, a menos de 20€. Esto significa que, no sólo se ha conseguido tratar el agua de manera efectiva en condiciones cambiantes, sino que, además, se ha conseguido un ahorro del 33% en el coste de desinfección del sistema.

7.6 Diseño de las labores de mantenimiento

Como se comentó anteriormente, la máxima del sistema debía ser la compatibilidad del mismo con las condiciones de lugar. Una de las condiciones más limitantes fue la poca cualificación del personal encargado de realizar el mantenimiento.

Teniendo en cuenta lo anterior y utilizando como base las tareas de mantenimiento que se realizaban con el sistema antiguo, y el manual del equipo ultravioleta, se llevó a cabo el diseño de las tareas necesarias para mantener el nuevo sistema en buenas condiciones de funcionamiento. Todas estas actividades han sido redactadas y explicadas paso a paso en un manual que ha sido entregado al encargado de las mismas y que se adjunta en el Anejo 8. En este manual se ha tratado de mantener en todo momento un lenguaje sencillo y la mayor claridad posible, para facilitar su interpretación.

Lo primero que se debe garantizar son las buenas condiciones de limpieza del depósito que ayudarán a reducir la cantidad de cloro que se debe utilizar, y, en consecuencia, el coste de operación. Como el depósito se encontraba muy limpio, se ha decidido mantener las tareas de limpieza que tenían anteriormente. Esto supone vaciar el depósito una vez cada 3 meses y realizar la limpieza completa del interior con unos 3 kilogramos de cloro.

En cuanto al mantenimiento del equipo ultravioleta, se ha utilizado el manual del fabricante, aunque no necesita mucho. Lo principal es la sustitución de la lámpara pasadas sus 9000 horas de vida útil. Aunque es una tarea sencilla se ha explicado paso a paso simplificándola al máximo para evitar ningún problema en su ejecución.

Aparte de estas tareas se han añadido otras como la limpieza de la lámpara para optimizar su funcionamiento o la limpieza del tubo de cloración para poder eliminar posibles cristalizaciones de cloro que se hayan podido formar.

7.7 Instrucción de las labores de mantenimiento

La instrucción del mantenimiento no se redujo a la entrega del manual mencionado anteriormente, sino que se realizó un pequeño seminario en el que se repasó paso a paso todas las tareas con los responsables de la operación y el mantenimiento.

Durante esta pequeña formación se repasó todo el mantenimiento necesario, así como cualquier tipo de fallo que pudiera ocurrir y su correspondiente solución o el procedimiento de actuación en cada caso.

A través de esta actividad se buscó aclarar cualquier duda que los responsables tuvieran sobre el sistema y los resultados fueron muy satisfactorios. Además, se les facilitó a los mismos el contacto personal del autor de este trabajo, comprometiéndose a dar el soporte necesario desde España tras su vuelta, y así no desvincularse del proyecto.

Por último, en el manual se añade una pequeña explicación del funcionamiento del sistema que pueda ser útil a posible personal más cualificado que trabaje sobre el mismo en el futuro.

8. SISTEMA TEÓRICO

Por cuestiones presupuestarias era inviable llevar a cabo la implantación de un sistema como el que se va a explicar a continuación. Sin embargo, esperando que se pueda implementar en el futuro si las condiciones lo permiten, se ha llevado a cabo el diseño del sistema y las acciones necesarias para solucionar una problemática mucho más compleja a la explicada en el apartado anterior.

8.1 Estado inicial

8.1.1 Condiciones actuales

Como se comentó anteriormente, la toma elegida para este diseño ha sido Atocchualchancca. Es una toma pequeña que abastece sólo a 82 habitantes. Sin embargo, las condiciones en las que se encontraba en el momento de la visita del autor de este escrito, sumado a los diversos problemas a los que se tienen que enfrentar, hacen que sea la comunidad perfecta para desarrollar este apartado en el que se diseñarán las labores a implementar para poner solución y conseguir un funcionamiento correcto del sistema.



Imagen 9: Estado actual Atocchualchancca

En el Anejo 9 se adjuntas más imágenes que ilustran mejor el estado actual de la toma a tratar, sin embargo, a continuación, se describe brevemente los principales problemas que han supuesto la elección de esta comunidad para el estudio de una mejora en profundidad.

La principal alarma sobre esta toma vino de parte de los responsables de la misma, quienes, a pesar de trabajar de manera intensiva en la operación y el mantenimiento, no

veían resultados en la calidad del agua. Tras una visita y una pequeña entrevista con los encargados se obtuvo una visión global de los problemas que afectaban a dicha toma.

En primer lugar, como en la mayoría de las comunidades de la zona, el principal problema es el método utilizado. El goteo de cloro era regulado de manera aproximada una vez al mes sin importar las condiciones cambiantes del agua, lo que supone un agua clorada a veces en exceso y a veces en defecto.

Otro problema importante que tienen en esta toma es la cristalización del cloro durante la época de más frío. Es una zona poco resguardada y el aislamiento del sistema es muy deficiente. Como consecuencia tienen problemas de obstrucción de la manguera de goteo con los cristales de cloro.

Además de estos fallos que aparecen en el depósito dónde realizan la desinfección, los problemas más importantes que impulsaron a la realización de este estudio se encuentran en la captación del agua, que se encuentra a unos cientos de metros del depósito.

La captación la realizan a través de dos surgimientos, uno más arriba que el otro. El agua se entuba a la altura del inferior, canalizando la parte correspondiente al surgimiento superior a través de unas piedras a modo de camino que guía el agua. En el Anejo 9 se puede observar una imagen que ilustra mejor el camino de piedras del que se habla, pero se ha añadido un detalle en la Imagen 10 para facilitar la comprensión del lector. Además, la captación se encuentra rodeada de eucaliptos, que absorben gran cantidad del agua.

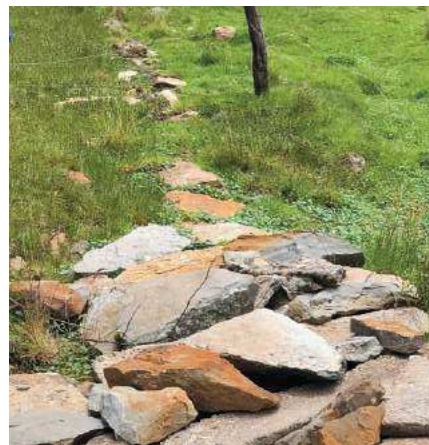


Imagen 10: Canalización de piedras

Como consecuencia a lo anterior, los responsables se quejan de grandes problemas de turbidez durante todo el año, y problemas de cantidad de agua durante la época seca.

Por otro lado, también se observa en la captación un mal estado de las tuberías dónde comienza la entubación. Su estado oxidado es potencialmente peligroso para la salud por lo que también se pondrá solución a este problema. En la última imagen del Anejo 9 se muestra el estado de las tuberías mencionadas.

Por último, debido a la poca diferencia de cota entre el depósito y ciertas casas de la comunidad, cuando el depósito se vacía por debajo de cierto nivel, el suministro de agua en estas viviendas se ve interrumpido por falta de presión, aun habiendo agua en el depósito.

Una vez sentadas las bases de la instalación existente se comenzaron a barajar diversas opciones y soluciones para cada problema expuesto anteriormente.

8.1.2 Resumen de los problemas a los que se dará solución

Tras caracterizar la zona, se ha llevado a cabo la definición concreta de los problemas a los que tiene que dar solución el diseño que se plantee en este escrito.

En primer lugar, se deberá solucionar los problemas de turbidez del agua a través de una mejora en la infraestructura o un pretratamiento que garantice un agua en unas condiciones mínimas para poder ser tratada de manera efectiva.

Como en el caso de la instalación implantada, explicada en el apartado 7, el sistema deberá ser capaz de solucionar de manera eficaz la problemática de la variabilidad de las condiciones del agua a la entrada, es decir, deberá tratar el agua, sabiendo que sus niveles microbiológicos no son constantes, para conseguir unas condiciones uniformes a la salida.

Otro gran impedimento para este diseño es la lejanía a la red eléctrica. Es por esto que el sistema deberá incorporar un sistema de alimentación completamente autónomo que sea capaz de soportar y garantizar el correcto funcionamiento de cualquier equipo necesario para la desinfección.

Aunque no requiera de un diseño complejo para solucionar este problema, se deberá revisar todos los elementos del sistema actual. De esos elementos habrá que cerciorarse que aquellos que se puedan reciclar para la nueva propuesta, estén en condiciones óptimas. Aquellos que no cumplan los requisitos, como las tuberías oxidadas mencionadas en el apartado anterior, deberán ser remplazados para garantizar las condiciones higiénicas y funcionales necesarias.

Otro gran problema que se deberá solucionar es la presión en el sistema. Se deberá garantizar el suministro de agua a toda la red en todo momento.

En la época de más frío aparecen también problemas de cristalización del cloro por lo que se deberán tomar medidas que eviten la formación de dichos sedimentos.

Por último, se observó una gran ineficiencia en el sistema. Teniendo en cuenta el caudal de entrada al depósito y la población, se estimó que aproximadamente un octavo del agua tratada era desechado. El sistema actual clora todo el agua entrante y cuando el depósito está lleno y la demanda no es alta, la mayoría de esta agua es extraída a través del rebosadero suponiendo un gasto en cloro innecesario. Esto, aunque en menor medida, se observó en la toma implantada también, pero por limitaciones de presupuesto no se pudo realizar ninguna mejora al respecto. El diseño planteado en este estudio deberá tratar de solucionar de manera efectiva esta ineficiencia, reduciendo enormemente el coste de operación del sistema.

8.2 Diseño del sistema

8.2.1 Esquema general de la instalación propuesta

Tras estudiar los posibles problemas uno a uno se ha llegado a una solución global que optimiza el sistema y pone solución a todas las carencias comentadas anteriormente. Más adelante se explicará en profundidad cada elemento del sistema, pero para aportar una idea global, a continuación, se muestra un esquema del estado inicial y uno en el que se muestran en rojo las modificaciones necesarias para poner en marcha el nuevo diseño.

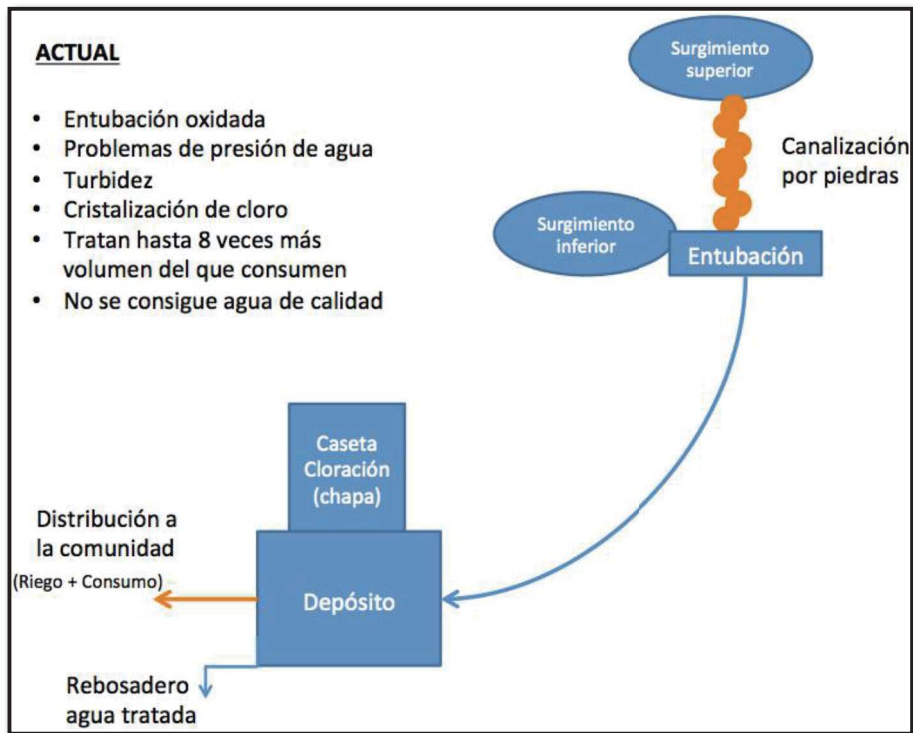


Imagen 11: Esquema actual del sistema teórico

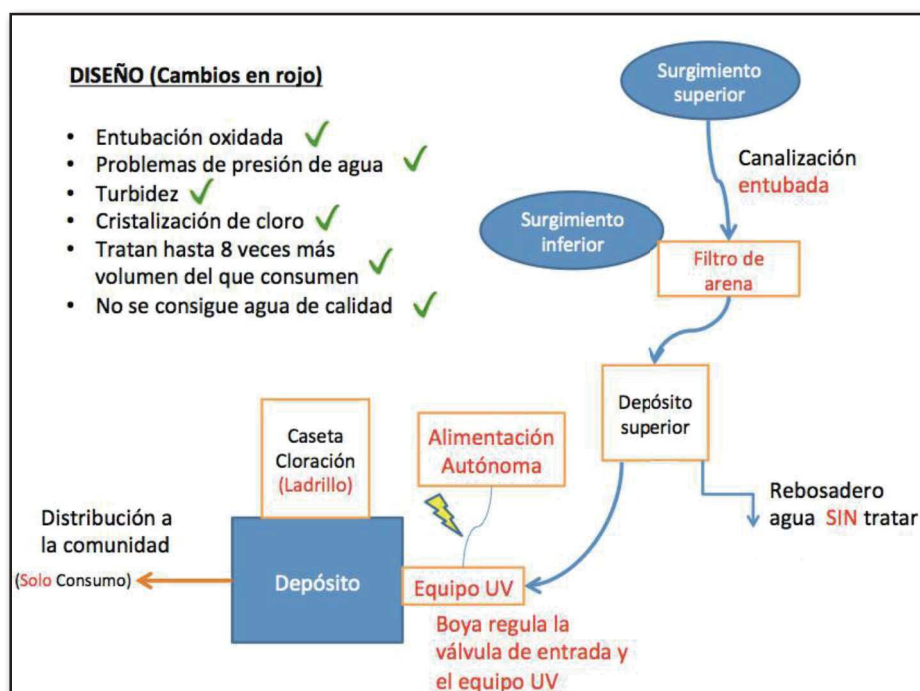


Imagen 12: Esquema final del sistema teórico

8.2.2 Elementos del sistema

Una vez se ha descrito el sistema completo, se explicará uno a uno cada elemento, explicando sus características, su funcionamiento y el cómo ayudan o solucionan por completo uno o varios de los problemas expuestos anteriormente.

8.2.2.1 Canalización entubada

La primera medida a implementar es solucionar el estado de la captación. Aunque la canalización a través de un camino de piedras consigue su objetivo y conduce un caudal considerable de agua, el precio que se paga es un aumento importante de la turbidez debido al arrastre de sedimentos.

Para poner solución a este problema se entubará el agua procedente del surgimiento de mayor cota directamente sin ayuda de piedras. A esta tubería se le unirá el caudal correspondiente al segundo surgimiento a su paso por el, eliminando así gran parte de la turbidez y reduciendo considerablemente las posibilidades de contaminación en la captación del agua.

8.2.2.2 Filtro de arena

Aunque la mejora en la captación conseguirá una reducción importante de la turbidez, como ambos surgimientos aparecen en terreno blando, seguirá habiendo problemas de claridad. Es por esto que se instalará un filtro de arena sencillo capaz de eliminar la turbidez restante.

Este filtro, además, ayudará a mejorar la eficacia del equipo de desinfección ultravioleta, ya que éste funciona mejor cuanto mayor sea la claridad del agua.

Se ha decidido instalar el filtro tras el segundo surgimiento, es decir, en el primer punto en el que todo el caudal está unificado. La localización trata de eliminar todos los sedimentos lo antes posible, evitando así tu posible entrada en el sistema y simplificando enormemente las labores de limpieza y mantenimiento necesarias.

Con los parámetros facilitados por la directora del proyecto, con experiencia en filtros similares, se ha decidido construir un filtro cuadrado de 40 cm de lado y 90 cm de altura. Los 30 cm más profundos estarán constituidos de arena fina, como de playa, de entre 0,7 y 1 mm. Por su lado, los 2/3 restantes estarán formados de Antracita, de talla efectiva entre 1,2 y 2,5 mm. Los detalles y la justificación de las dimensiones se muestran más adelante en el apartado “cálculos”.

8.2.2.3 Depósito intermedio

Uno de los cambios más significativos en la infraestructura del sistema será la construcción de un segundo depósito aguas arriba del actual, con una cota mayor.

La principal función de este elemento es solucionar los problemas de presión que afectan a algunas viviendas de la comunidad. Con este depósito se aumenta la capacidad de almacenaje, de tal forma que en horas pico de demanda, el depósito inferior mantiene el nivel durante más tiempo, evitando que el agua baje hasta el nivel en que la presión es insuficiente para garantizar la distribución por toda la red.

Aunque lo anterior es justificación suficiente para la construcción del depósito, se aprovechará este para añadir elementos que aporten un valor añadido al sistema.

La principal función adicional de este elemento será actuar de rebosadero del sistema. De este modo, cuando tanto el depósito inferior, como el superior, estén llenos, tendrán almacenada cantidad más que suficiente de agua para soportar los picos de demanda. Como se tiene agua suficiente, instalar el rebosadero en este punto del sistema permitirá eliminar el exceso de agua antes de tratarla, y, por lo tanto, clorar sólo la necesaria para el consumo, ahorrando alrededor de siete octavos del gasto actual de cloro.

8.2.2.4 Equipo ultravioleta

Como en el sistema teórico expuesto en el punto 7, se ha decidido que la mejor alternativa de desinfección será complementar la cloración por goteo actual con un sistema ultravioleta. La función principal del equipo consiste en desinfectar el agua a la entrada del depósito, consiguiendo unas condiciones uniformes a la entrada del mismo.

A través de este sistema, se aplica una dosis UV capaz de desinfectar el agua con alto contenido microbiológico. Como no se generan subproductos, el agua estará igual de limpia y sin ningún riesgo, aunque llegue con más o menos contaminación biológica.

Una vez se tienen condiciones estables a la entrada del depósito se consigue que la cloración por goteo sea eficaz, ya que, se tiene un caudal más o menos constante de agua en condiciones uniformes, que se puede tratar de manera efectiva con un caudal, también constante, de cloro.

Otra gran ventaja que aporta el equipo, aparte de conseguir una desinfección efectiva, es reducir el coste de operación. El cloro que se tiene que añadir tras la lámpara no busca eliminar la contaminación, sino que simplemente se añade para permitir el almacenaje seguro sin que proliferen microorganismo y cumplir con los niveles de cloro libre exigidos por las autoridades.

En cuanto a la instalación de la lámpara, a diferencia del sistema implantado, la caja de válvulas de esta toma no es suficientemente grande para albergarla. Es por ello que se deberá realizar una pequeña ampliación de la misma para asegurar la correcta instalación del sistema.

8.2.2.5 Sistema de alimentación autónoma

En el diseño implementado, la lejanía de la red eléctrica suponía causa para desechar la comunidad por limitaciones de presupuesto principalmente. En este caso, la comunidad elegida esta asilada eléctricamente por lo que será necesario añadir un sistema de alimentación autónoma capaz de alimentar todos los equipos y de funcionar las 24 horas del día.

La generación de energía que se ha decidido utilizar es la solar fotovoltaica. Debido a la geografía y climatología de la zona, este sistema será capaz de generar la potencia necesaria para el sistema.

Como el sistema deberá funcionar las 24 horas del día, además de un panel, se deberá añadir una batería capaz de almacenar suficiente energía durante el día como para poder alimentar el sistema durante la noche.

En un principio se estudió la posibilidad de necesitar un inversor que convirtiese la corriente continua que genera el panel, en corriente alterna, que es el tipo de alimentación utilizada por la lámpara instalada en el sistema explicado en el apartado 7. Sin embargo, tras revisar el catálogo del fabricante se han encontrado equipos que funcionan a 12 voltios en corriente continua, por lo que el inversor, en este caso, no será necesario.

Como ya se comentó anteriormente, por la realidad de la zona existe riesgo de robo, en especial de equipos fácilmente vendibles o reutilizables como puede ser un panel solar. Es por ello que se añadirán elementos de seguridad que, aunque aumentarán algo el coste del sistema, evitarán pérdidas importantes a largo plazo.

Para evitar problemas de robos, se instalará el panel solar en lo alto de un poste, lo que, además de aumentar su eficacia, evitará ser fácilmente accesible a cualquier persona ajena. Por su parte, la batería y el regulador serán instalados dentro de la caseta de cloración, dónde quedarán bajo llave y protegidos.

Como se verá más adelante, aunque el equipo ultravioleta es el principal elemento a conectar, aprovechando el sistema de alimentación, se instalarán elementos electrónicos que no supondrán gran consumo, pero necesitarán electricidad para funcionar. De ahora en adelante, para modelar el sistema de alimentación, se mencionará el equipo y los elementos electrónicos como un “Consumo” conjunto, para facilitar la redacción de este escrito.

A continuación, se adjunta un pequeño esquema que explica de manera clara y sencilla los elementos del sistema de alimentación la distribución de los mismos en la toma.

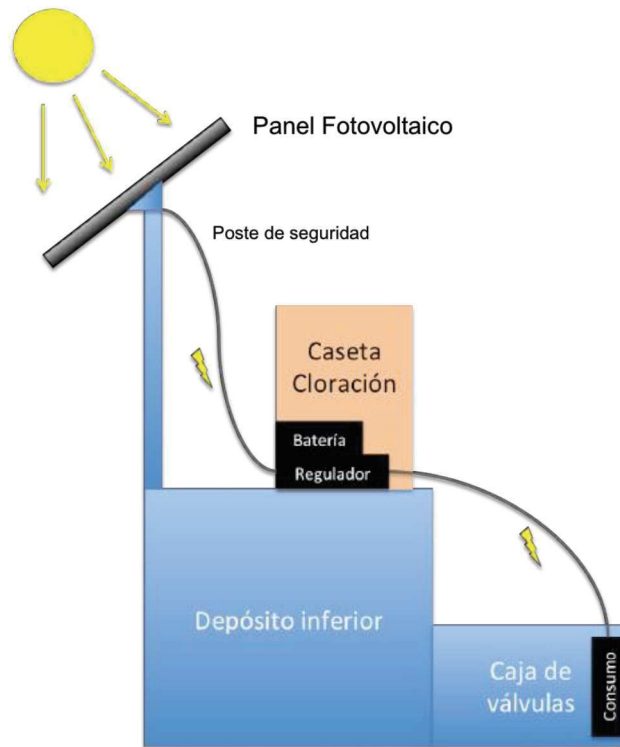


Imagen 13: Esquema sistema autónomo

Además, a continuación, se adjunta de manera esquemática el circuito eléctrico, mostrando la conexión entre todos los elementos del sistema de alimentación.

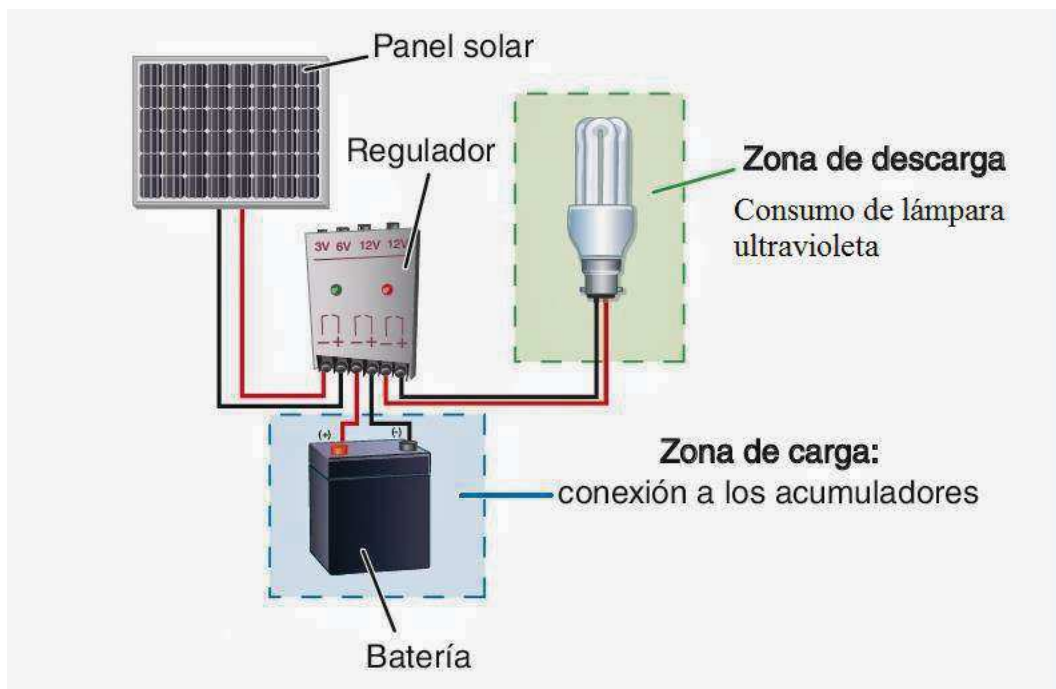


Imagen 14: Esquema de conexión del sistema autónoma

Fuente: <http://proelectrotools.blogspot.com>

8.2.2.6 *Mejoras contra la cristalización del cloro*

Otro problema que aparece en esta toma es la obstrucción de la manguera de cloración debido a la cristalización del cloro en la época fría. Al estar el depósito en un lugar poco resguardado, el cloro se ve altamente afectado por los cambios de temperatura. Para combatir este problema se tomarán dos medidas.

En primer lugar, se mejorará el aislamiento del sistema. En otras tomas igual de expuestas, pero con mejor aislamiento, no tienen ningún problema de cristalización por lo que se trabajará para mejorar este aspecto.

La principal medida será cambiar la caseta de cloración actual de chapa por una caseta de ladrillo. Según los datos de la zona, las casetas de ladrillo suponen un aislamiento idóneo que evita la cristalización. Además, se cambiará el tubo de cloración que va desde el tanque de cloración, situado en la caseta, hasta el depósito, donde gotea el cloro sobre el agua. El nuevo tubo tendrá un mayor aislamiento evitando también la formación de cristales en este elemento.

La segunda medida a tomar no es un cambio estructural, sino una modificación del proceso de cloración. En la actualidad, cuando rellenan el tanque de cloración utilizan hipoclorito de calcio, granulado, mezclado agua. Esta mezcla se realiza in situ minutos antes de llenar el tanque. Lo que se propone, que ha dado buen resultado en comunidades cercanas, es realizar la mezcla el día anterior y dejarla reposar durante la noche. En este período sedimenta parte del cloro y se desecha, evitando meter en el sistema suciedad que no va a tener función de desinfección y que simplemente va a causar obstrucciones en el mismo.

8.2.3 Elementos de control y funcionamiento del sistema

En el primer diseño, por su simplicidad, no requería de ningún tipo de controladores. Sin embargo, para este sistema se ha sido más ambicioso y se han dejado de lado ciertas limitaciones, por lo que se necesitará un sistema, algo más sofisticado, que se encargue de controlar el correcto funcionamiento del diseño planteado.

Este sistema de control se instalará básicamente en el depósito inferior y será el encargado de controlar, tanto la desinfección ultravioleta, como la cloración, garantizando unas condiciones óptimas uniformes a la salida del sistema.

Los sensores como entradas, y las válvulas y la lámpara como salidas, serán conectadas a una sencilla placa de arduino y manejados por un microcontrolador p33FJ32MC202 capaz de proporcionar a la salida los 12V necesarios para alimentar el equipo ultravioleta y las válvulas correspondientes.

8.2.3.1 Esquema general del sistema de control

La idea principal del sistema es ser capaz de controlar la difusión del cloro y la lámpara ultravioleta en función del nivel y la entrada y salida de agua del depósito inferior.

Para llevar a cabo esta tarea se necesitarán ciertos sensores que serán tomados como entradas a un programa en lenguaje C que devuelve salidas conectadas a ciertos actuadores.

Las entradas principales con las que se trabajarán serán unos sensores de nivel activados con una boya en el depósito inferior. En función de los valores del nivel se abrirá o no la válvula de entrada de agua. Cuando esté entrando agua se deberá activar la lámpara ultravioleta y la válvula de cloración para que dosifique la cantidad de cloro correspondiente al caudal que ha entrado en el depósito.

En el sistema actual y el explicado en el apartado 7, toda el agua es clorada y desechada, si no es consumida, por ello la cloración y la lámpara ultravioleta funcionan de manera continua, y la estancia del agua en el depósito es aproximadamente constante y nunca excede unos ciertos límites.

En el sistema propuesto en este trabajo, como solo se trata el agua que se consume, el agua permanecerá en el depósito más o menos tiempo en función de la demanda del momento. Gracias a esto, solo se clorará el agua que sea consumida, lo que, como se muestra en los cálculos supondrá un ahorro de cerca del 79% en el coste de desinfección. Sin embargo, también significa que durante las horas de noche el agua permanecerá más que en las horas pico de demanda y por lo tanto necesitará una pequeña cantidad de cloro extra para evitar que proliferen microorganismos.

Para solucionar este problema, el programa también dosificará una cantidad extra de cloro cuando detecte que no ha habido demanda durante un período determinado de tiempo. De este modo, dosificará la cantidad normal para horas de alta demanda y si detecta que el agua lleva almacenada más tiempo del necesario añadirá el cloro necesario para mantener unos niveles de cloro libre aproximadamente estables a la salida.

En resumen, a través de los datos de los sensores de nivel se controlarán los actuadores de las válvulas de agua y cloro de tal forma que se asegure un correcto funcionamiento del sistema. A continuación, se muestra un pequeño esquema de los elementos de control del sistema.

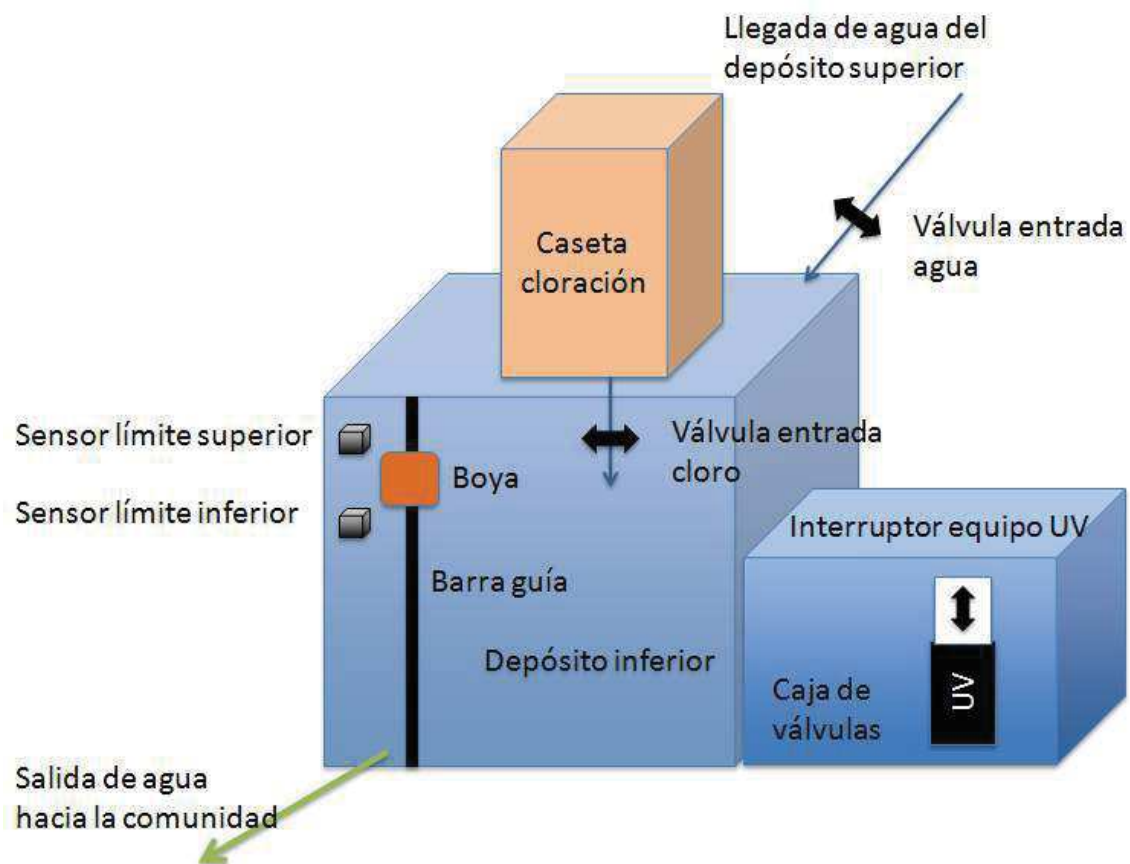


Imagen 15: Esquema de elementos del sistema de control

8.2.3.2 Etapas o estados del sistema

Para llevar a cabo la programación lógica del sistema, en la que se determinan el estado de las salidas en función de las variables de entrada, se tienen que definir claramente los estados o etapas por las que podría pasar el sistema durante su funcionamiento.

Estado lleno (“Caso 0” en el código)

El estado lleno es el estado principal en el cual el depósito se encuentra en el límite superior y el agua ha recibido la dosis de cloro correspondiente al volumen de agua almacenado. En esta etapa tanto la válvula de entrada de agua como la de cloración se encuentran en la posición cerrada. El sistema ultravioleta estará también desconectado.

Estado lleno prolongado (“Caso 3”)

Cuando el estado lleno se mantiene sin modificaciones durante un periodo determinado de tiempo, se considera que la estancia del agua en el depósito es mayor a la deseada y para garantizar un almacenaje seguro se añade una cantidad determinada de cloro cada cierto tiempo. En este caso, la válvula de entrada de agua se mantiene cerrada. Sin embargo, la válvula de cloración se activa durante un tiempo determinado para dosificar la cantidad deseada de cloro. Este estado es cíclico y se repetirá periódicamente siempre que no haya variaciones en el estado del sistema. El sistema ultravioleta estará desconectado en todo momento.

Estado intermedio (“Caso 1”)

Para evitar que todos los sistemas se enciendan y apaguen con pequeñas demandas se ha instalado el sensor inferior de nivel. Desde el estado lleno se comenzará a vaciar el depósito, pero no se comenzará a introducir agua de nuevo hasta que el nivel del depósito baje del nivel inferior. Dicho nivel deberá ser tal, que garantice la correcta presión de toda la red, evitando así uno de los problemas que se pretende solucionar.

Por ello, una vez que el agua comienza a bajar, no se introducirá agua nueva hasta que el sistema detecta que se el nivel ha bajado por debajo del sensor inferior. En esta etapa se mantendrá desconectado el sistema ultravioleta.

El estado intermedio modela la etapa en la que ha habido cierta demanda y el depósito ha bajado del nivel superior, pero no ha llegado al límite inferior que activa la etapa “llenando”. Durante esta etapa el sistema se comportará como en el estado “lleno”, es decir, todos los sistemas estarán desactivados.

Estado intermedio prolongado (“Caso 4”)

Por último, este estado pretende realizar la misma función que el estado “lleno prolongado”, añadir cloro adicional para permitir el almacenaje seguro. Cuando el estado intermedio se prolongue un tiempo determinado, se añadirá una pequeña cantidad de cloro. En este caso, como el nivel ha disminuido se añadirá la mitad de cloro, es decir se abrirá la válvula de cloro durante la mitad de tiempo.

Aunque esto no supone niveles completamente homogéneos de cloro libre a la salida del sistema, como los niveles superior e inferior están relativamente cerca, y la normativa exige un rango de niveles de cloro, se conseguirá siempre un agua apta para el consumo y que cumple con la legislación local.

Estado llenando (“Caso 2”)

Una vez el agua baje por debajo del nivel inferior, se comenzará a llenar el depósito hasta que alcance el nivel superior. En esta etapa se abrirá la válvula de llenado, se encenderá la lámpara ultravioleta y se abrirá también la válvula de cloración.

La válvula de cloración dosificará un caudal tal, que estando abierta a la vez que la válvula de agua, de caudal conocido, dosifique el caudal deseado de cloro. De este modo el programa y los controladores se simplifican.

Teniendo en cuenta lo anterior, las válvulas de cloro, agua y la lámpara ultravioleta estarán activadas hasta que el depósito alcance el estado “lleno”, donde se apagarán todos los sistemas.

8.2.3.3 Diagrama de estados del controlador

A continuación, se muestra el diagrama de estados del sistema de control. Se ha buscado la mayor simplicidad y claridad para facilitar su comprensión.

Los círculos azules representan cada uno de los 5 estados explicados en el apartado anterior. Las flechas entre ellas representan acontecimientos que tienen que ocurrir para pasar de un estado a otro.

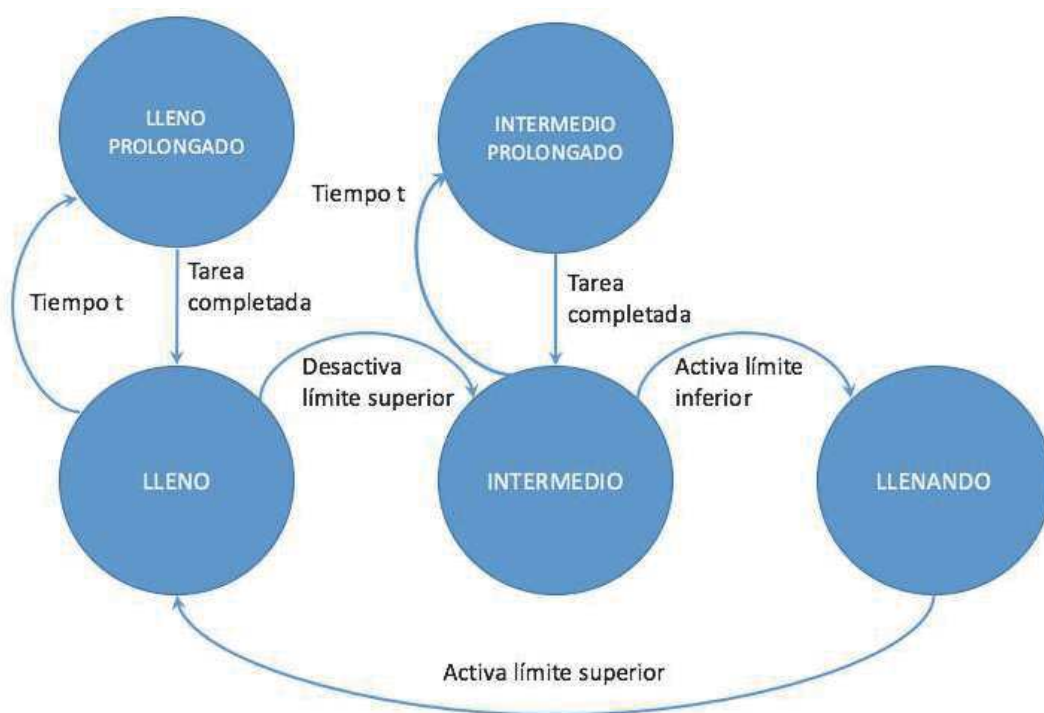


Imagen 16: Diagrama de estados del sistema de control

8.2.3.4 Código del controlador

```
#define T 260 //Tiempo para añadir cloro extra
#define X 24 //Tiempo de actuación del "prolongado"
#include <stdio.h>
#include "config.h"
#include <p33FJ32MC202.h>
|
//Variables globales para usar en funciones y main
int ticks=0; //contador de ticks del timer (200ms)
int segundos=0; //Contador de segundos
int minutos=0; //Tiempo de estancia en una etapa inicializado a 0 minutos

int main(int argc, char **argv) {

    inicializarReloj();
    int sensor_sup = 0; // 1 con el sensor active 0 con el sensor inactivo
    int sensor_inf = 0; // el "ant" para detectar flancos
    int valvula_ent; // válvula entrada agua
    int valvula_clo; // válvula entrada cloro
    int uv; // Equipo Ultravioleta
    int estado = 2; // Estados numerados 0-5 (inicializado a llenando)
    int prologado = 0; // Valdrá 1 cuando el estado ya haya estado prologando
    //inicializar los puertos
    TRISB = 0x0FFF; //puertos 12-15 como salidas, el resto entradas
    PORTB |= (1<<12); //Inicializo salidas a 1 (estado llenando) (UV)
    PORTB |= (1<<13); //Inicializo salidas a 1 (estado llenando) (Agua)
    PORTB |= (1<<14); //Inicializo salidas a 1 (estado llenando) (Cloro)
    //inicializar el timer para contar el tiempo en un estado
    T1CON = 0X0030; //preescalado de 1:256
    PR1 = 31250;
    TMR1 = 0; //iniciamos cuenta
    IFS0 &= ~(1<<3); //borrar bandera
    IEC0bits.T1IE = 1; //habilitar interrupciones
    IPC0bits.T1IP = 3; //prioridad de la interrupción
    T1CON |= 1<<15; //timer ON

    //bucle para solo repetir lo de debajo, lo de arriba solo una vez
    while(1){
        //Leer entradas
        sensor_inf = PORTB;
        sensor_sup = PORTB;
        //LLAMADA FUNCIÓN INICIALIZAR TIMER
        switch (estado){
            case '0': // Lleno
                if(sensor_sup == 0){
                    estado = 1;
                    ticks=0;
                    segundos=0;
                    minutos = 0; //pongo el tiempo a cero
                    prologado=0; //pongo a cero el prolongado
                }
            }
        }
    }
```

```

        if(minutos>=T || (prolongado && (minutos>=60))){ //si supero el tiempo paso a prolongado
            estado = 3; // si no es la primera vez que prolongo, ya solo cuento 1 hora
            ticks=0;
            segundos=0;
            minutos=0;
            valvula_clo =1;
        }
        break;
    case '1': //Intermedio
        if(sensor_inf== 1){
            estado = 2;
            valvula_ent = 1; //Cambio el valor en la transición
            valvula_clo = 1;
            uv = 1; //Enciendo la lámpara UV
            prolongado=0; //pongo a cero el prolongado
        }
        if( minutos >= T|| (prolongado && (minutos>=60))){//si supero el tiempo paso a prolongado
            estado = 4; // si no es la primera vez que prolongo, ya solo cuento 1 hora
            ticks=0;
            segundos=0;
            minutos=0;
            valvula_clo =1;
        }
        break;

    case '2': //Llenando
        if(sensor_sup== 1){
            estado = 0;
            valvula_ent = 0; //Cambio el valor en la transición
            valvula_clo = 0; // Apago todo
            uv = 0;
            ticks=0;
            segundos=0;
            minutos = 0; //pongo el tiempo a cero
            prolongado=0; //pongo a cero el prolongado
        }
        break;
    case '3': //Lleno prolongado
        if(minutos >= X){
            estado = 0;
            ticks=0;
            segundos=0;
            minutos=0;
            valvula_clo = 0;
            prolongado=1; //pongo a uno el prolongado
        }
        break;

```

```

    case '4': //Intermedio prolongado
    if( minutos >= (X/2//dosifoco la mitad de cloro porque hay menos que en lleno
        estado = 1;
        ticks=0;
        segundos=0;
        minutos=0;
        valvula_clo = 0;
        prologado=1; //pongo a uno el prolongado
    }

    break;
}
}

//Escribir salidas
if(uv==1){
    PORTB &= ~(0x1000); // encender la lámpara
}else{
    PORTB |= 0x1000; // apagar la lámpara
}

if(valvula_ent==1){
    PORTB &= ~(0x2000); // encender valvula agua
}else{
    PORTB |= 0x2000; // apagar valvula agua
}

if(uv==1){
    PORTB &= ~(0x4000); // encender válvula cloro
}else{
    PORTB |= 0x4000; // apagar válvula cloro
}

}

//función de interrupciones del timer T1
void __attribute__((interrupt, no_auto_psv))_T1Interrupt(void){
    IFS0 &= ~(1<<3); //borrar bandera
    TMR1 = 0; //iniciamos cuenta
    ticks++; // aumento el valor de t
    if(ticks>=5){ //cada tick 200ms, cada 5 es 1 seg
        ticks=0; //pongo a 0 la cuenta
        segundos++;
    }
    if(segundos>=60){//cada 60 seg 1 minuto
        segundos=0;
        minutos++;
    }
}
}

```

8.3 Equipos a utilizar

8.3.1 Equipo ultravioleta

Debido al buen resultado del equipo VIQUA en la instalación en Jatumpampa, se ha decidido confiar en este proveedor para el diseño teórico también. La diferencia entre los equipos principalmente será la fuente de alimentación ya que, en este caso, se necesita un equipo capaz de trabajar a 12 V en corriente continua.

Tras revisar el catálogo de la marca se ha encontrado el modelo S5Q-P/12VDC, capaz de tratar 5 GPM y funcionar en corriente continua alimentado, en este caso, por un panel solar. El precio de este modelo es de 538\$. Como en este caso se tiene un depósito de agua superior, la entrada de agua no tendrá que ser la que llega a través del surgimiento y se podrá regular a los 5 GPM que puede tratar el equipo. Debido a la poca población se considera que este ritmo de entrada será más que suficiente para abastecer a la población aún en horas pico de demanda.

8.3.2 Sensores

En cuanto a los sensores, se han barajado diversas posibilidades, incluidos sensores infrarrojos más complejos. Por la oscuridad del depósito y porque iban a estar sumergidos se ha considerado que esto podría complicar la instalación y aumentar sus probabilidades de fallo.

Finalmente se ha decidido optar por instalar dos pulsadores sumergibles a modo de sensores de nivel. La idea es que se instale una boya guiada con un tubo vertical. De este modo la boya sube y baja por un camino conocido. En la boya se instala una pequeña pieza que oprima los pulsadores cuando llegue a su nivel.

La disposición exacta se deberá ver definitivamente durante la instalación, pero se ha considerado que esta solución es simple y eficaz, y además tienen pocas probabilidades de fallo ya que funciona de manera analógica y sin necesidad de calibración.

8.3.3 Electroválvulas

La principal característica que tienen que tener las electroválvulas utilizadas debe ser la capacidad de funcionamiento a 12 V en DC. Con estas características se ha encontrado el modelo “Electroválvula 1” de la marca GALSOL, con un precio de 26,26€. Con el caudal de entrada en la lámpara, una pulgada será diámetro suficiente por lo que parece idónea.

Como se comenta en el pliego de condiciones en general, hay que ser conscientes de la realidad de la zona y adaptarse a los recursos disponibles allí. Es por esto que cualquier electroválvula capaz de cortar el flujo de trabajo, que trabaje a 12 V/DC, podrá ser utilizada en la instalación.

8.4 Diseño de las labores de mantenimiento

En cuanto a las labores de mantenimiento, el diseño teórico cuenta con todos los elementos que tiene el implantado y algunos extras. Es por esto que todo lo referente a las tareas de mantenimiento, expuesto en el anejo 8 aplicará también sobre este sistema.

Al tener además algunos elementos adicionales se deberá llevar a cabo unas actividades extra para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación.

En primer lugar, al tener un depósito adicional se deberá mantener el mismo en buenas condiciones. Como en este depósito se almacena agua que será tratada posteriormente, no es tan crítico mantenerlo muy limpio, además el rebosadero garantiza la rotación del agua y evita que se estanque, lo que limite la proliferación de microorganismos. Es por ello que se considera que con una limpieza cada 6 meses será suficiente para garantizar unas condiciones mínimas de higiene en el depósito.

El otro elemento que necesitará mantenimiento será el filtro de arena. Lo ideal sería una limpieza a contracorriente, pero se considera que por las condiciones del lugar no es lo más adecuado.

Se propone realizar una limpieza manual por gravedad cada 6 meses. Esta limpieza consistiría en extraer los 2/3 superiores de Antracita y limpiarlos fuera del filtro a mano. En cuanto a la arena fina, se mantendría en el filtro, donde se limpiaría a mano también con agua por gravedad. Aunque no es el procedimiento más efectivo se considera que es el que más se adapta a las limitaciones de la zona.

Es importante instalar una válvula inmediatamente aguas abajo del filtro para poder purgar el agua de lavado y evitar introducir dicha suciedad en el sistema.

Por último, aunque no requiere un mantenimiento periódico concreto, sería interesante formar a algún responsable de la comunidad o al menos a algún miembro de la municipalidad para que entienda y pueda gestionar el sistema de control.

Se ha tratado de mantener la máxima simpleza e intentar introducir el menor número de elementos posibles para reducir la probabilidad de fallo. Sin embargo, por seguridad, se ha escrito el código de tal forma que, si algún sensor fallara, el sistema continuaría funcionando en continuo de manera similar a la que trabaja el diseño de Jatumpampa. Con esto se intenta que, en caso de algún error o fallo, los habitantes no sólo sigan teniendo acceso al suministro de agua, si no que las condiciones de la misma cumplen las condiciones de salubridad necesarias.

9. ESTUDIO DE FUTURAS ACCIONES POSIBLES

En este trabajo se ha tratado de dar solución a la problemática de la mala calidad del agua en el Distrito de los Morochucos. Para ello se ha presentado una solución genérica que se puede implantar en la gran mayoría de las tomas con problemas. Esta solución se ha diseñado en función a las numerosas limitaciones del proyecto, tanto presupuestarias como de la realidad del lugar.

Además, se ha añadido el diseño teórico completo de un sistema que da solución integral a los problemas más complejos que sufre una toma concreta. En este caso se ha dejado de lado el estricto presupuesto, pero se ha seguido teniendo en cuenta la realidad del lugar.

A través de este apartado se busca, sin entrar en gran detalle, proponer ciertas soluciones a los problemas del lugar en función de unas condiciones cambiantes, ya sea de presupuesto o de la realidad del lugar. Para ello se han propuesto varios escenarios futuros y se ha explicado brevemente las acciones que parecen más adecuadas en cada caso para solucionar la problemática de la mayoría de las tomas.

9.1 Mejora del nivel técnico de los encargados

Una de las limitaciones que ha afectado más al diseño del sistema ha sido el bajo nivel técnico de los encargados del mantenimiento. En la actualidad, por el bajo presupuesto de las autoridades, el mantenimiento de cada sistema de desinfección es llevado a cabo por un vecino sin ningún tipo de cualificación, lo que obligaba a diseñar un sistema lo más simple posible, que permitiera un mantenimiento sencillo.

En este escenario se expone una solución algo más compleja para el caso en que, o bien la municipalidad pueda realizar la formación necesaria de los responsables, o pueda conseguir el presupuesto para contratar a un encargado cualificado que realice el mantenimiento en todas las tomas de la región.

En este caso se podrá actuar en muchas más tomas de las elegidas en este trabajo, ya que, uno de los requisitos que se buscaba era a la capacidad de tener acceso sencillo a la red eléctrica. La principal razón, ya que los equipos de alimentación fotovoltaica no son tan costosos, era evitar añadir equipos más sofisticados que pudieran fallar o necesitar un mantenimiento por parte de personal cualificado.

Es por esto que, si se consiguiera un personal más preparado, aunque no se contara con un gran presupuesto, se podría extender el primer diseño mostrado en este trabajo a un gran número de tomas que quedaron fuera del alcance del mismo. Simplemente habría que diseñar un sistema sencillo de alimentación mediante paneles solares y baterías que permitieran un funcionamiento ininterrumpido, similar al mostrado en el segundo diseño de este proyecto.

9.2 Aumento de presupuesto disponible

Otro gran limitante en este trabajo ha sido el presupuesto disponible. Al tratarse de un proyecto sin ánimo de lucro del que no se esperan recibir ingresos que recuperen la inversión, es muy difícil conseguir gran capital para llevarlo a cabo.

En este escenario se estudiará la posibilidad de contar con un presupuesto más extenso, aunque se seguirá contando con las limitaciones técnicas del lugar y de los encargados, por lo que tampoco se podrán añadir grandes equipos sofisticados que requieran un mantenimiento muy complicado.

En este caso se recomendaría la inversión del presupuesto extra en realizar cambios a la instalación que no supongan un aumento en el mantenimiento requerido, es decir, aumentar el coste de inversión sin aumentar o complicar las tareas de operación.

En el caso actual se ha tratado de reciclar tantos elementos como fuera posible para reducir al máximo el gasto. Es por ello que ciertas partes del sistema, aunque no eran del todo adecuadas, se han mantenido igual.

Tras el estudio de los sistemas, lo que más chocaba, que se ha tenido que mantener por temas de presupuesto, es que trataban el agua a la llegada del depósito, y gran cantidad de esa agua tratada era directamente tirada por el rebosadero en las horas valle de demanda. Esto supone una clara ineficiencia, pero dado que el coste de operación era bajo, con las limitaciones del proyecto, tenía sentido mantenerlo así.

Sin embargo, en caso de conseguir un presupuesto más extenso se propone rediseñar el sistema de válvulas y tuberías en el depósito de tal forma que, cuando éste se encuentre lleno, el agua del rebose se expulse antes de ser tratada, optimizando así el sistema.

9.3 Mejora técnica y presupuestaria

Por último, se tratará el escenario en el que los dos grandes limitantes de este proyecto se vean solucionados, o al menos mejorados. En este caso se tomarán las acciones comentadas en los apartados anteriores y alguna más. A continuación, se realizan algunos comentarios para enfocar las acciones a llevar a cabo en este escenario.

En primer lugar, como en el primer caso, se deberá llevar a cabo el diseño que permita la alimentación autónoma del sistema a través de paneles solares, ya que, es la energía renovable más adecuada para la zona. Así se podrá actuar sobre la totalidad de las tomas que lo necesiten sin estar limitadas por su localización.

Por otro lado, como también se comentó, se considera importante solucionar la ineficacia de desechar parte del agua tratada, aún más si se instala un sistema más complejo que pueda suponer un coste de operación algo mayor.

En la localidad miden la calidad del agua en función nivel de cloro libre en la red. Es por esto por lo que parece que la cloración deberá ser parte de la instalación, aunque ciertas condiciones hayan cambiado. Lo que sí se debería tratar de implementar, es una cloración más sofisticada si las condiciones lo permiten.

Aunque las condiciones de entrada de agua en el depósito son uniforme en el sistema propuesto actualmente, debido a la lámpara ultravioleta, los niveles de cloro a la salida del depósito no son uniformes. Esto ocurre porque se clora igual el primer día después del mantenimiento y limpieza del depósito que el último lo que hace que los niveles de cloro sean algo mayores al principio del periodo que al final, siempre dentro de los límites legales y óptimos de salud.

Por ello, si se cuenta con los recursos necesarios, se propone diseñar un sistema de dosificación de cloro que tenga en cuenta el estado del depósito, realizando mediciones diarias del agua y ajustando así los niveles de cloro necesarios para que la salida del agua tenga exactamente los mismos niveles de cloro libre durante todo el año.

Otro de los problemas que se podría tratar de solucionar es la eficacia de los controles de calidad realizados en el lugar. Debido a los bajos recursos, los controles del estado del agua se hacen a veces de manera anual, por lo que, si aparece un problema serio, no se detectará hasta que sea demasiado tarde y haya afectado seriamente a la salud de los habitantes de la zona.

Para solucionar estos problemas se propone dar formación y las herramientas necesarias a los responsables para realizar análisis periódicos del cloro y ser capaz de calcular las modificaciones necesarias para conseguir niveles de cloro estables a la salida. Con esto se busca corregir los problemas que aparezcan con la mayor brevedad posible, evitando así consecuencias nocivas para la salud de la población. Para este proyecto se barajó algo similar, pero se descartó porque no se consideraba a los responsables suficientemente comprometidos ni capacitados para mantener esta tarea. Si las condiciones cambian y lo permiten podría ser una opción viable y muy interesante.

Por último, en algunas tomas, aunque pocas, existen problemas de cantidad de agua por la altitud a la que se encuentran. Si se consigue más presupuesto y además se cuenta con personal cualificado, se podría implantar un sistema de bombeo sencillo que dé solución a este problema.

10. BIBLIOGRAFÍA

Para la realización de este proyecto se han consultado las siguientes páginas web en búsqueda de información:

- www.es.climate-data.org
- www.es.weatherspark.com
- www.accuweather.com
- www.google.com/maps
- <http://proelectrotools.blogspot.com>
- <https://www.trojanuv.com/es/uv-basics>
- <http://proelectrotools.blogspot.com>
- <http://hidroteklatino.com/>
- <https://www.hidrosystemperu.com/>
- <https://viqua.com/>
- <https://mundoriego.es>
- <https://www.puntojardin.com>
- <https://slideplayer.es/slide/11984110/>
- <https://es-la.facebook.com/Municipalidad-Distrital-Los-Morochucos-Cangallo-Ayacucho-282381625116305/>
- <https://autosolar.es>

Todas las páginas han sido utilizadas como apoyo, sin copiar ni replicar contenido de las mismas en este trabajo, sino utilizando el aprendizaje obtenido para desarrollar este escrito.

Además, se han consultado los apuntes de Moodle, para apoyar distintas partes del proyecto, de las siguientes asignaturas:

- Sistemas electrónicos
- Ingeniería y Desarrollo Sostenible
- Ingeniería Química
- Ingeniería Energética

II CÁLCULOS

TABLA DE CÁLCULOS

1.	Introducción	56
2.	Estancia del agua en el depósito	56
3.	Ensayos de cloro libre	57
4.	Cálculos eléctricos para garantizar la seguridad	58
5.	Ahorro en el sistema implantado	58
6.	Ahorro en el sistema teórico	60
7.	Filtro de arena	61

TABLA DE ECUACIONES

Ecuación 1: Estancia general	56
Ecuación 2: Estancia Jatumpampa	56
Ecuación 3: Estancia Atocchualchancca	56
Ecuación 4: Densidad de la lejía	57
Ecuación 5: Cantidad de cloro ensayo	57
Ecuación 6: Concentración de lejía en la disolución	57
Ecuación 7: Cantidad de lejía necesaria para la concentración deseada	57
Ecuación 8: Intensidad del circuito	58
Ecuación 9: Gasto mensual inicial Jatumpampa	59
Ecuación 10: Gasto eléctrico Jatumpampa	59
Ecuación 11: Gasto en cloro Jatumpampa	59
Ecuación 12: Ahorro total Jatumpampa	59
Ecuación 13: Consumo agua Atocchualchancca	60
Ecuación 14: Gasto teórico en cloro	60
Ecuación 15: Caudal del filtro de arena	61
Ecuación 16: Área preliminar del filtro	61
Ecuación 17: Velocidad real a través del filtro	61

1. Introducción

Durante la realización de este proyecto, no se ha requerido el cálculo de grandes estructuras o de grandes espacios de trabajo. La simplicidad y los pocos recursos de la zona han hecho que la solución principal aportada en este escrito esté basada en soluciones sencillas e imaginativas que consiguen el objetivo deseado, superando todas las limitaciones que se planteaban.

Por esto, en este apartado no aparecen grandes cálculos ni resultados de simulaciones complejas. Sin embargo, se ha necesitado llevar a cabo pequeñas aproximaciones y cuentas para desarrollar el proyecto, por ellos se adjuntan a continuación.

2. Estancia del agua en el depósito

La estancia o permanencia del agua en el depósito es importante conocerla para determinar la cloración necesaria. Cuanto más tiempo esté el agua en el depósito más microorganismos podrán proliferar, y por lo tanto, mayor cantidad de cloro se necesitará.

La estancia es un parámetro que depende del caudal de entrada y las dimensiones del depósito. Se ha calculado tanto para el caso implantado como para el teórico. En el primero es igual antes que después de la instalación del sistema, debido a que el agua entra a cierto ritmo y sale siempre al mismo, ya sea como demanda o por el rebosadero.

Por su parte, en el segundo diseño se ha calculado sólo el estado inicial, ya que, después de implantar el sistema, la permanencia del agua en el depósito será variable y controlada a través del programa que lo controla.

$$\text{Permanencia en el depósito} = \frac{\text{Volumen del depósito}}{\text{Caudal de entrada}}$$

Ecuación 1: Estancia general

$$\text{Permanencia Jatumpampa} = \frac{31400 \text{ L}}{2052 \text{ L/hora}} = 15,3 \text{ horas}$$

Ecuación 2: Estancia Jatumpampa

$$\text{Permanencia Atocchualchancca} = \frac{6000 \text{ L}}{1800 \text{ L/hora}} = 3,3 \text{ horas} = 200 \text{ minutos}$$

Ecuación 3: Estancia Atocchualchancca

Con los datos se ha podido estimar la cantidad de cloro necesario para eliminar los microorganismos que puedan proliferar en el depósito, y en el caso del segundo diseño, han sido útiles para determinar los tiempos de actuación del programa desarrollado.

3. Ensayos de cloro libre

A la hora de llevar a cabo los análisis del agua a través de las medidas de cantidad de cloro libre, se debía determinar la cantidad aproximada de cloro que se debía utilizar para los ensayos. En este caso se decidió añadir la cantidad de cloro inicial que aportara a la muestra 3 mg/l de cloro, cercano al límite superior del equipo de medición. De este modo se podía añadir cloro y determinar la mayor demanda de cloro que permitía el equipo.

Las muestras tenían 330 ml y se contaba con lejía al 4% p/p. También se conocía la densidad de la lejía, que tenía un peso de 4000g y un volumen de 3759 ml.

$$\text{Densidad de cloro en la lejía} = \frac{4000g \text{ de lejía} * 0,04 \text{ cl}}{3759 \text{ ml}} = 42,56 \text{ mg cl/ml}$$

Ecuación 4: Densidad de la lejía

Se buscaba 3 mg/l, por lo que, a las muestras de 330 ml, se debía aplicar 1 mg de cloro.

$$\text{Cantidad de cloro por muestra} = 0,33 \text{ l} * 3 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 1 \text{ mg de cl por muestra}$$

Ecuación 5: Cantidad de cloro ensayo

Uno de los problemas era la imposibilidad de conseguir elementos de precisión para realizar los ensayos. Lo más que se consiguió fue una jeringuilla con la que poder medir de 1 a 5 ml. Una vez se sabía esto, se determinó que la manera de conseguir los 0,9 mg de cloro necesarios era diluyendo la lejía para conseguir una concentración de cloro tal, que con dichas medidas se pudiera alcanzar.

Para decidió trabajar a la inversa para determinar la disolución de lejía necesaria y determinar cuanta lejía se debería poner a 1 litro de agua destilada, para que 5 ml de dicha disolución aportaran el miligramo de cloro necesario a la muestra.

$$\text{Concentración de lejía en la disolución} = \frac{1 \text{ mg de cl}}{5 \text{ ml de mezcla}} = 0,2 \text{ mg/ml}$$

Ecuación 6: Concentración de lejía en la disolución

Para alcanzar dicha disolución se debería añadir aproximadamente 5 ml de lejía a un litro de agua destilada.

$$\text{Cantidad de lejía necesaria} = 0,2 \frac{\text{mg}}{\text{ml}} * 1000 \text{ ml agua} * \frac{1 \text{ ml}}{42,56 \text{ mg}} = 4,7 \text{ ml}$$

Ecuación 7: Cantidad de lejía necesaria para la concentración deseada

Debido a las limitaciones de medida las medidas son aproximadas. De todas formas, como el objetivo era comparar unas con otras y ver la diferencia entre un estado y el siguiente, se considera que esto no afecta al resultado final.

4. Cálculos eléctricos para garantizar la seguridad

Aunque las instalaciones eléctricas planteadas son muy sencillas y de muy baja potencia, se llevaron a cabo algunos cálculos para garantizar que los equipos elegidos soportaban las condiciones de funcionamiento de los equipos.

Para calcular el amperaje del equipo ultravioleta se siguió simplemente la ley de ohm. Aunque el equipo no es completamente resistivo, como no se tenía la información de su factor de potencia, se realizaron los cálculos como si de una simple resistencia se tratase. Aunque no suponía un resultado exacto, era suficiente para determinar la magnitud aproximada de los elementos necesarios.

$$Intensidad\ por\ la\ lámpara = \frac{Potencia}{Voltaje} = \frac{48\ W}{230\ V} = 200mA$$

Ecuación 8: Intensidad del circuito

Con esto queda demostrado que no se necesitará cables especiales que soporten un amperaje especialmente alto, y que, además, cualquier interruptor automático sería suficiente ya que, el menor interruptor magnético normalizado corta la corriente a 1A, por lo que garantizaría el funcionamiento en condiciones normales.

Con esta información se comprobó que todos los elementos elegidos, incluido el estabilizador de tensión, podrían trabajar bajo dicha intensidad. Como se trataba de una corriente muy baja, todos los equipos podían trabajar bajo estas condiciones sin ningún tipo de problema.

En cuanto al interruptor diferencial instalado, no se tuvo que hacer ningún cálculo ya que se siguieron directamente las instrucciones del fabricante.

5. Ahorro en el sistema implantado

Uno de los cálculos fundamentales en este proyecto, ha sido la determinación del ahorro real que suponen los diseños planteados. El objetivo principal del trabajo era conseguir un agua de calidad, pero como objetivo secundario también se tenía el conseguir un ahorro en los gastos de desinfección que permitieran a los habitantes de la zona utilizar dicho dinero en otras actividades que les ayudasen a mejorar su calidad de vida.

Como las tareas de limpieza, una vez al trimestre, se mantienen idénticas, no se añadirá en el cálculo del ahorro. Sin embargo, como se comentó en el manual, al introducir en el depósito agua desinfectada, es posible que se requiera menos cloro para realizar la limpieza, y se pueda conseguir un ahorro extra. Como no hay certeza de este ahorro aún, se ha decidido dejarlo fuera de este apartado.

La desinfección previa consistía en una simple cloración, donde invertían 4 kg de cloro mensuales. El precio del cloro es de 30 soles el kg, siendo un euro equivalente a 4 soles. Por ello el gasto total de desinfección mensual, previo al proyecto era el siguiente:

$$\text{Gasto de desinfección inicial Jatumpampa} = 4Kg * 30 \frac{\text{Soles}}{Kg} * \frac{1 \text{ €}}{4 \text{ Soles}} = 30 \text{ €}$$

Ecuación 9: Gasto mensual inicial Jatumpampa

Tras la implantación del nuevo sistema, el gasto de desinfección se divide en el consumo eléctrico del equipo, y el gasto en cloro de la cloración posterior. El consumo eléctrico se puede calcular directamente sabiendo que, con la tarifa rural, el precio del Kwh es de 0,5 soles.

$$\text{Gasto eléctrico} = 0,048 Kw * 24h * 30 \text{ días} * 0,5 \frac{\text{soles}}{Kwh} = 17,28 \text{ soles en energía}$$

Ecuación 10: Gasto eléctrico Jatumpampa

En cuanto al gasto de cloro, se estima que se necesitará una concentración de 1,6 mg/l de cloro para garantizar el almacenaje seguro del agua. Con este dato se puede calcular la cantidad de cloro necesaria cada mes.

$$\text{Cantidad de cloro} = 1,6 \frac{mg}{l} * 43200 \frac{l}{día} * 30 \text{ días} * \frac{1kg}{1000000mg} = 2 Kg \text{ de cloro}$$

Ecuación 11: Gasto en cloro Jatumpampa

Conocido el precio del cloro y el cambio a euros se puede determinar el gasto total de la nueva instalación en euros.

$$\text{Gasto total Jatumpampa} = 0,25 * (17,28 + 2 * 30) = 19,32 \text{ €}$$

Ecuación 12: Ahorro total Jatumpampa

Como se puede observar se ha tenido un ahorro de más de 10 euros mensuales. Aunque parezca una cantidad pequeña, para la realidad de la zona es una cantidad considerable, además, respecto del coste inicial de desinfección, se ha conseguido un sistema que funciona de manera efectiva, a diferencia del anterior, y que además supone un ahorro de más del 33% en el coste de desinfección.

6. Ahorro en el sistema teórico

En el segundo diseño el sistema tendrá los mismos costes que el implantado con una pequeña diferencia, el gasto de cloro será mucho menor. Esto es porque la mayor novedad que se incorpora es sólo clorar el agua que se consume, en lugar de clorar toda y dejar escapar por el rebosadero agua tratada.

El gasto inicial de la comunidad, como cloraban todo el caudal rondaba también los 30€, a pesar de ser 82 habitantes, contra los 330 de Jatumpampa.

El gasto de la lámpara se modelará igual ya que, aunque no estará conectada durante todo el tiempo, el encenderla y apagarla podría suponer gasto adicional. Además, como tienen elementos electrónicos que, aunque consumen muy poco, algo consumen. Por ello, para mantener una visión realista y conservadora se mantendrá el gasto eléctrico en 17,28 soles mensuales.

Para calcular el gasto en cloro, primero se deberá determinar aproximadamente el consumo de la comunidad. Para ello se ha estimado que 70 litros por día y persona es una cantidad razonable teniendo en cuenta los hábitos del lugar.

$$\text{Consumo de agua Atocchualchancca} = 70 \text{ l} * 82 \text{ hab} * 30 \text{ días} = 172.200 \text{ l/mes}$$

Ecuación 13: Consumo agua Atocchualchancca

Con el dato del consumo y buscando, como en el caso anterior, una difusión de 1,6 mg/l de cloro aproximadamente, se puede estimar el gasto mensual en cloro.

$$\text{Gasto cloro teórico} = 30 \text{ soles} * 1,6 \frac{\text{mg}}{\text{l}} * 172.200 \text{ l} * \frac{1 \text{ kg}}{1000000 \text{ mg}} = 8,3 \text{ soles}$$

Ecuación 14: Gasto teórico en cloro

En total el gasto de desinfección está en torno a 15,6 soles, unos 6,4 euros. En comparación al gasto inicial de 30 euros, supone un ahorro de casi el 79%. Aunque estos cálculos son aproximados, y se deberán revisar sobre el terreno si se consigue instalar el sistema, queda claro el gran cambio que supone y la eficacia que supone clorar solo el agua que se va a consumir.

7. Filtro de arena

A la hora de llevar a cabo el diseño del filtro de arena, se ha tenido muy en cuenta las recomendaciones dadas por la directora, ya que se considera muy valiosas debido a su larga experiencia.

Aparte de su recomendación acerca de los tipos de arena, que se comentaron en la memoria, aportó una recomendación en cuanto a la velocidad del filtro. Se debía buscar unas dimensiones tal que la velocidad del agua por el mismo estuviera entre 5 y 15 m/h.

El primer paso es saber cuántos m³/h de agua pasarán por el filtro:

$$Caudal = 0,5 \frac{l}{s} * \frac{3600 s}{h} * 1 \frac{m^3}{1000l} = 1,8 m^3/h$$

Ecuación 15: Caudal del filtro de arena

Una vez determinado el caudal se comienza la iteración del área del filtro. Se buscará una velocidad cercana a 10 m/h, de tal forma que las dimensiones queden sencillas. Para ello se determinará el área necesaria para esta velocidad y se buscará la más cercana que se pueda construir de manera estándar.

$$Area\ preliminar = \frac{1,8m^3 * h}{h * 10m} = 0,18 m^2$$

Ecuación 16: Área preliminar del filtro

Como área cercana a 0,18m², se ha decidido, a criterio del autor, fabricar un filtro cuadrado de 40 cm de lado, que tiene un área de 0,16 m². De este modo el filtro queda con dimensiones estándar. Sólo quedaría comprobar que la velocidad real del agua a través del filtro no supere lo límites de diseño establecidos anteriormente.

$$Velocidad\ real = \frac{1,8 m^3}{h * 0,16 m^2} = 11,25 m/h$$

Ecuación 17: Velocidad real a través del filtro

Como se puede observar, al haber cogido un área algo menor de 0,18m², la velocidad aumenta un poco. Sin embargo, como está por debajo del límite de 15 m/h recomendado, se considera perfectamente válido.

III ANEJOS

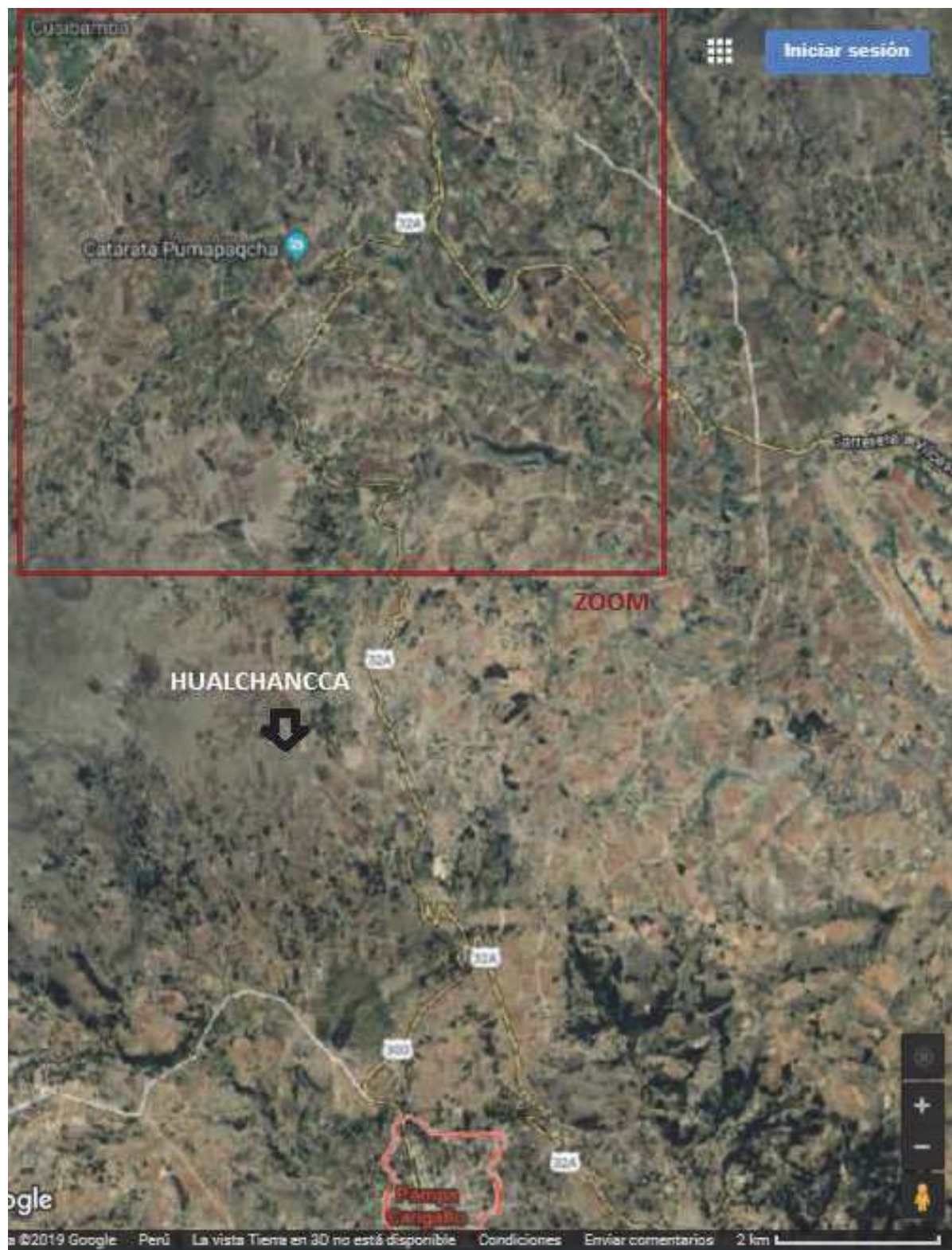
ANEJO 1: Localización de las comunidades en relación a Pampa Cangallo	64
ANEJO 2: Análisis de años anteriores.....	71
ANEJO 3: Normativa de calidad del agua del gobierno de Perú.....	91
ANEJO 4: Estado inicial del depósito de Jatumpampa	94
ANEJO 5: Presupuestos lámpara ultravioleta.....	102
ANEJO 6: Fragmento del catálogo de Viqua	107
ANEJO 7: Implantación del sistema.....	112
ANEJO 8: Manual de mantenimiento de la instalación.....	120
ANEJO 9: Estado inicial toma Atocchualchancca	127

ANEJO 1: Localización de las comunidades en relación a Pampa Cangallo

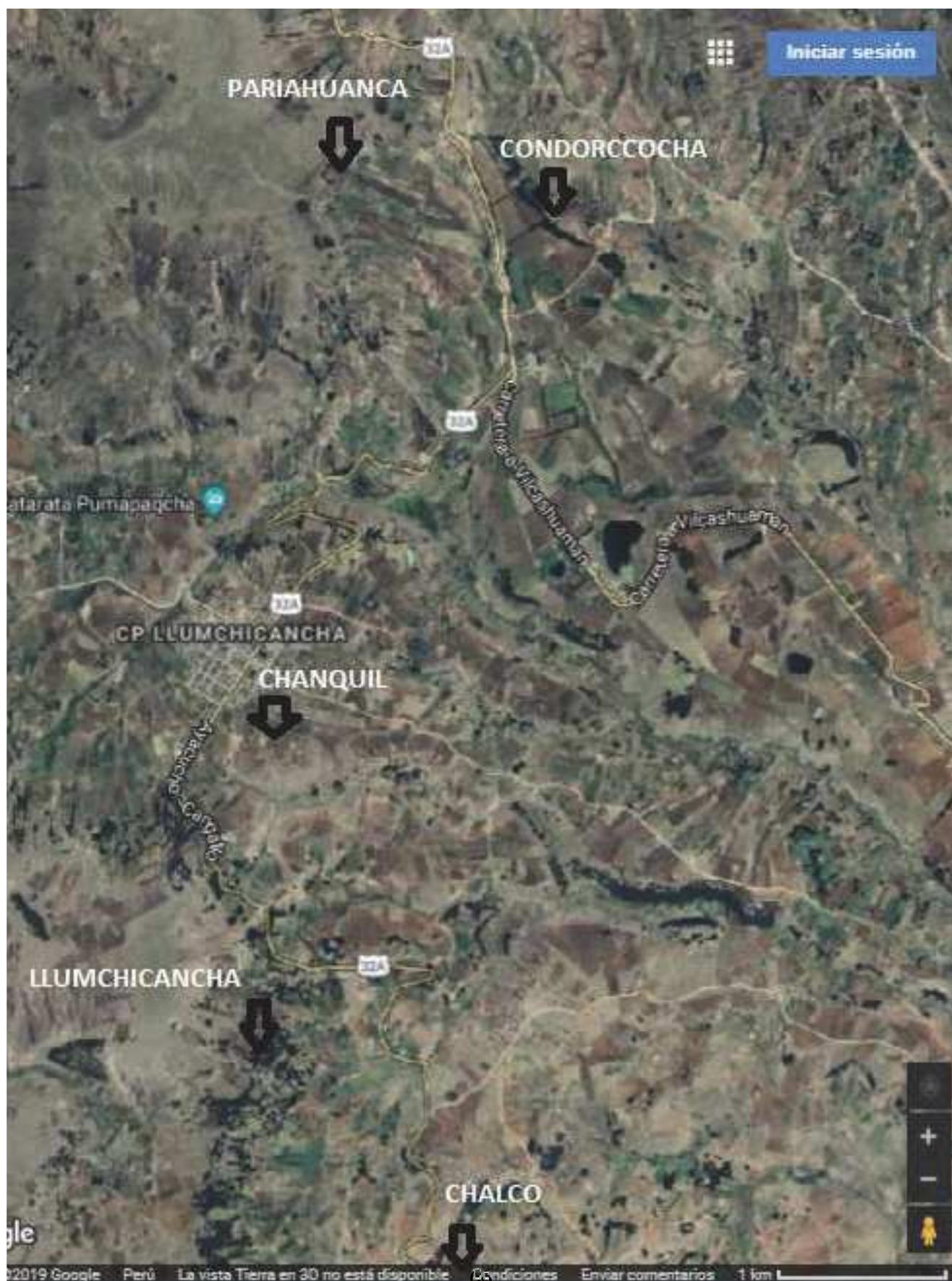
ALREDEDORES DE PAMPA CANGALLO



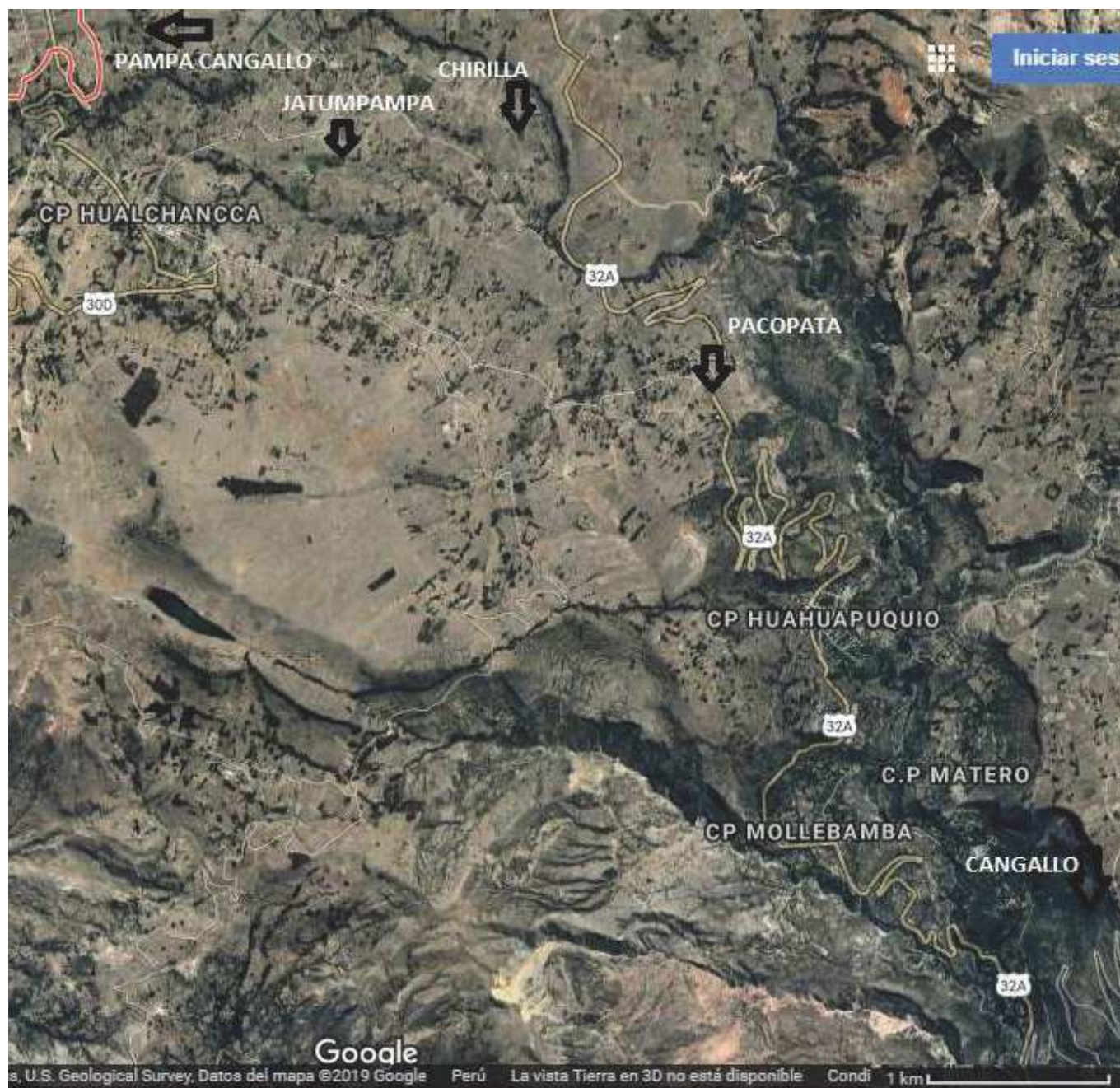
COMUNIDADES AL NORTE DE PAMPA CANGALLO, IMAGEN ALEJADA



**COMUNIDADES AL NORTE DE PAMPA CANGALLO. ZOOM DEL
RECUADRO ROJO DE LA IMAGEN ANTERIOR.**



COMUNIDADES AL SURESTE DE PAMPA CANGALLO



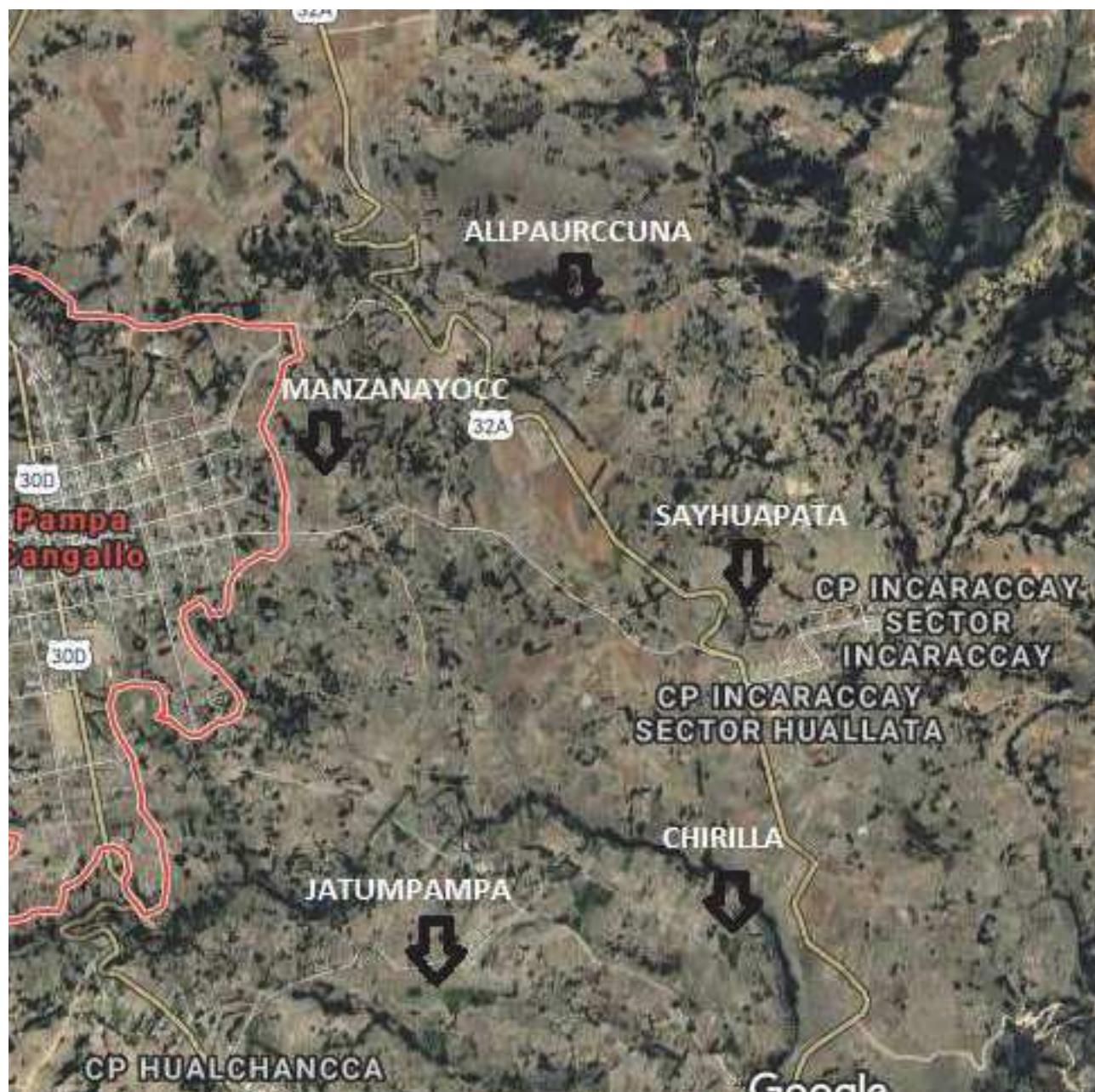
COMUNIDADES AL OESTE DE PAMPA CANGALLO



COMUNIDADES ALEJADAS AL OESTE



COMUNIDADES AL ESTE DE PAMPA CANGALLO



ANEJO 2: Análisis de años anteriores

- Llevados a cabo por laboratorio independiente en Lima

CARACTERIZACION DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
I. UBICACIÓN									
Localidad / Anexo		CHUCLLAPAMPA		Fecha: 13/10/2017					
Distrito: LOS MOROCHUCOS		Provincia: CANGALLO		Departamento: AYACUCHO					
Establecimiento de Salud									
II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
2.1 Administrador del sistema de abastecimiento de agua				JASS CHUCLLAPAMPA CHUCLLAPAMPA					
Municipalidad Distrital de Los Morochucos									
2.2 Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua									
1. Tipo de Sistema: SISTEMA POR GRAVEDAD SIN PLANTA DE TRATAMIENTO									
III. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA									
N°	Código de empleo	Fecha	Hora	Nombre de Fuente de agua	Punto de muestreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
1.-	1709060-1	20/09/2017	13:00	CUCHOCANCHA	CAPTACION	CHUCLLAPAMPA	LOS MOROCHUCOS	CANGALLO	AYACUCHO
2.-									
3.-									
4.-									
N°	Código de campo	Puntos de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud msnm				
			Norte	Este					
1.-	CON01	CAPTACION							
2.-									
3.-									
4.-									
III. CARACTERIZACION DE LA FUENTE DEL AGUA Y DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
3.1 CARACTERIZACION DEL AGUA									
N°	Parámetros	Unidad	Fuentes de agua		Agua tratada				
			CON01	PAC01	CON02	PAC02			
			3897	3890	3890	3895			
1.-	Bacteriológico								
	Coliformes fecales	NMP/100ml	1,1x10	(*)					
	Coliformes Totales	NMP/100ml	7,9x10	(*)					
	Bacterias Heterotróficas	UFC/ml a 35°	2,3x102	(*)					
	Escherichia Coli	UFC/ml a 45°	<1,8	(*)					
	Organismos de vida libre	N° org/l	0						
2.-	Parasitológicos								
	Huevos y larvas de Helminth	(N°Org/l)	0						
3.-	Organoléptico								
	Color	UCV escala Pt	<5						
	Turbiedad	UNT	<1						
	pH	UNT	6,9						
	Conductividad	pm ho/cm	83						
	Sólidos totales disueltos	mg/l	53						
	Cloruros	mg/l	2,4						
	Sulfatos	mg/l	1,0						
	Dureza total	mg/l	28						
	Hierro	mg/l	0,0479						
	Manganeso	mg/l	<0,0004						
	Aluminio	mg/l	<0,0077						
	Cobre	mg/l	<0,0005						
	Zinc	mg/l	<0,0009						
	Sodio	mg/l	4,551						



Lic. Edwin Cangaña García
ENFERMERO
CEP. 44293

MUNICIPALIDAD DISTRICTAL
LOS MOROCHUCOS

Héctor A. Cárdenas Castro
D.N.I. 41112373
RES. UGMAS

4.-	Parámetros inorgánicos					
	Antimonio	mg/l	<0,0015			
	Arsénico	mg/l	<0,001			
	Bario	mg/l	0,0119			
	Boro	mg/l	<0,0012			
	Cadmio	mg/l	<0,00005			
	Cianuro	mg/l	<0,005			
	Cloro	mg/l	<0,1	(*)		
	Cromo	mg/l	<0,0023			
	Fluor	mg/l	<0,02			
	Mercurio	mg/l	<0,0001			
	Niquel	mg/l	<0,0015			
	Nitratos	mg/l	0,38			
	Nitritos	mg/l	<0,0005			
	Plomo	mg/l	<0,0004			
	Selenio	mg/l	<0,001			
	Molibdeno	mg/l	<0,0018			
	Uranio	mg/l	<0,007			

OBSERVACIONES

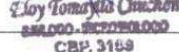
1.- (*) Valores que superan los Límites Máximos permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

2.- Realizar acciones de desinfección y limpieza para eliminar contaminación de micro organismos.

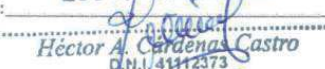
Jefe del Establecimiento de Salud:


 Lic. Edwin Canqana García
ENFERMERO
CEP. 44283

Técnico en Salud Ambiental del EE.SS:


 Eloy Tomaylla Chuchón
SAUCCO. BIODIVERSIDAD
CEP. 3168

Responsable del Área Técnica Municipal:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL
LOS MOROCHUCOS

Héctor A. Cardenas Castro
D.N.I. 41112373
RESP. UGMAS

Fecha:

28

CARACTERIZACION DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

I. UBICACIÓN

Localidad / Anexo CHURROPALLANA Fecha: 13/10/2016
 Distrito: LOS MOROCHUCOS Provincia: CANGALLO Departamento: AYACUCHO
 Establecimiento de Salud

II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

2.1 Administrador del sistema de abastecimiento de agua
 Municipalidad Distrital de Los Morochucos JASS CHURROPALLANA

2.2 Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua
 1. Tipo de Sistema: SISTEMA POR GRAVEDAD SIN PLANTA DE TRATAMIENTO

III. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

N°	Codigo de empleo.	Fecha	Hora	Nombre de Fuente de agua	Punto de muestreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
1.-	1709062-1	20/09/2017	14:00	PACCAPAMPA	CAPTACION	CHURROPALLANA	LOS MOROCHU	CANGALLO	AYACUCHO
2.-									
3.-									
4.-									

N°	Codigo de campo	Puntos de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud msnm
			Norte	Este	
1.-	CON01	CAPTACION			
2.-					
3.-					
4.-					

III. CARACTERIZACION DE LA FUENTE DEL AGUA Y DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

3.1 CARACTERIZACION DEL AGUA

N°	Parámetros	Unidad	Fuentes de agua		Agua tratada	
			CON01	PAC01	CON02	PAC02
			3897	3890	3890	3895
1.-	Bacteriologico					
	Coliformes fecales	NMP/100ml	4,0	(*)		
	Coliformes Totales	NMP/100ml	1,7x10	(*)		
	Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°	6,7x10			
	Escherichia Coli	UFC/mL a 45°	<1,8	(*)		
	Organismos de vida libre	N° org/L	0	(*)		

2.-	Parasitológicos					
	Huevos y larvas de Helminth	(N°Org/l)	0			
3.-	Organoléptico					
	Color	UCV escala Pt	<5			
	Turbiedad	UNT	<1			
	pH	UNT	6,4	(*)		
	Conductividad	pm ho/cm	237			
	Sólidos totales disueltos	mg/l	113			
	Cloruros	mg/l	7,3			
	Sulfatos	mg/l	4,0			
	Dureza total	mg/l	79			
	Hierro	mg/l	0,1365			
	Manganeso	mg/l	<0,0004			
	Aluminio	mg/l	<0,0077			
	Cobre	mg/l	<0,0005			
	Zinc	mg/l	<0,0009			
	Sodio	mg/l	9,932			

 *Edwin*
 Lic. Edwin Cangaña García

MUNICIPALIDAD DISTRITAL
 LOS MOROCHUCOS
Edwin

4.-	Parámetros inorgánicos					
	Antimonio	mg/l	<0,0015			
	Arsénico	mg/l	<0,001			
	Bario	mg/l	0,1241			
	Boro	mg/l	<0,0012			
	Cadmio	mg/l	<0,00005			
	Cianuro	mg/l	<0,005			
	Cloro	mg/l	<0,1	(*)		
	Cromo	mg/l	<0,0023			
	Fluor	mg/l	<0,02			
	Mercurio	mg/l	<0,0001			
	Niquel	mg/l	<0,0015			
	Nitratos	mg/l	1,26			
	Nitritos	mg/l	0,001			
	Plomo	mg/l	<0,0004			
	Selenio	mg/l	<0,001			
	Molibdeno	mg/l	<0,0018			
	Uranio	mg/l	<0,007			

OBSERVACIONES

1.- (*) Valores que superan los Límites Máximos permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

2.- Realizar acciones de desinfección y limpieza para eliminar contaminación de micro organismos.

Jefe del Establecimiento de Salud:



Lic. Edwin Cárdena García
ENFERMERA
 CEP 44253

Técnico en Salud Ambiental del EE.SS:

Eloy Tomaylla Chuchén
SALEDO - PEREZ
 CBP. 3188

Responsable del Área Técnica Municipal:

MUNICIPALIDAD DISTRICTAL
LOS MOROCHUCOS
Héctor A. Cárdenas Castro
 D.N.I. 41112373
 RESP. UGMAS

Fecha:

CARACTERIZACION DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

I. UBICACIÓN									
Localidad / Anexo		CONDORCCOCHA		Fecha: 13/10/2016					
Distrito: LOS MOROCHUCOS		Provincia: CANGALLO		Departamento: AYACUCHO					
Establecimiento de Salud									
II. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
2.1 Administrador del sistema de abastecimiento de agua		Municipalidad Distrital de Los Morochucos							
		JASS CONDORCCOCHA							
2.2 Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua		1. Tipo de Sistema: SISTEMA POR GRAVEDAD SIN PLANTA DE TRATAMIENTO							
III. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA									
N°	Código de empleo	Fecha	Hora	Nombre de Fuente de agua	Punto de muestreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
1.-	1709061-1	20/09/2017	13:00	AYARANRA	CAPTACION	CONDORCCOCHA	LOS MOROCHU	CANGALLO	AYACUCHO
2.-									
3.-									
4.-									
N°	Código de campo	Puntos de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud msnm				
			Norte	Este					
1.-	CON01	CAPTACION							
2.-									
3.-									
4.-									
III. CARACTERIZACION DE LA FUENTE DEL AGUA Y DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO									
3.1 CARACTERIZACION DEL AGUA									
N°	Parámetros	Unidad	Fuentes de agua		Agua tratada				
			CON01	PAC01	CON02	PAC02			
1.-	Bacteriologico		3897	3890	3890	3895			
	Coliformes fecales	NMP/100ml	2,0	(*)					
	Coliformes Totales	NMP/100ml	2,0	(*)					
	Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°	1,0						
	Escherichia Coli	UFC/mL a 45°	<1,8	(*)					
	Organismos de vida libre	N° org/L	0						
2.-	Parasitológicos								
	Huevos y larvas de Helminth	(N°Org/l)	0						
3.-	Organoléptico								
	Color	UCV escala Pt	<5						
	Turbiedad	UNT	<1						
	pH	UNT	7,1						
	Conductividad	pm ho/cm	66						
	Sólidos totales disueltos	mg/l	34						
	Cloruros	mg/l	1,0						
	Sulfatos	mg/l	<0,6						
	Dureza total	mg/l	20						
	Hierro	mg/l	<0,0052						
	Manganeso	mg/l	<0,0004						
	Aluminio	mg/l	<0,0077						
	Cobre	mg/l	<0,0005						
	Zinc	mg/l	<0,0009						
	Sodio	mg/l	4,267						



Lic. Estan Cangaia Garcia
ENFERMERO
CEP. 442883

MUNICIPALIDAD DISTRITAL
LOS MOROCHUCOS
Héctor A. Cárdenas Castro
D.N.I. 41112373
RESP. UGMAS

4.-	Parámetros inorgánicos					
	Antimonio	mg/l	<0,0015			
	Arsénico	mg/l	<0,001			
	Bario	mg/l	0,0075			
	Boro	mg/l	<0,0012			
	Cadmio	mg/l	<0,00005			
	Cianuro	mg/l	<0,005			
	Cloro	mg/l	<0,1	(*)		
	Cromo	mg/l	<0,0023			
	Fluor	mg/l	<0,02			
	Mercurio	mg/l	<0,0001			
	Níquel	mg/l	<0,0015			
	Nitratos	mg/l	0,35			
	Nitritos	mg/l	<0,0005			
	Plomo	mg/l	<0,0004			
	Selenio	mg/l	<0,001			
	Molibdeno	mg/l	<0,0018			
	Uranio	mg/l	<0,007			

OBSERVACIONES

1.- (*) Valores que superan los Límites Máximos permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

2.- Realizar acciones de desinfección y limpieza para eliminar contaminación de micro organismos.

Jefe del Establecimiento de Salud:



Edmundo Cárdena García
ENFERMERO
CEP. 44283

Técnico en Salud Ambiental del EE.SS:

Lioy Tomaylla Chuchón
BIÓLOGO - MICROBIOLOGO
CRP 3168

Responsable del Área Técnica Municipal:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL
LOS MOROCHUCOS
Héctor A. Cárdenas Castro
D.N.I. 41112373
RES. UGMAS

Fecha:

CARACTERIZACION DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Localidad / Anexo JATUNPAMPA

Distrito: LOS MOROCHUCOS

Establecimiento de Salud

Provincia: CANGALLO

Fecha: 21/08/2016

Departamento: AYACUCHO

2.1 Administrador del sistema de abastecimiento de agua

Municipalidad LOS MOROCHUCOS

JASS JATUNPAMPA

2.2 Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua

1. Tipo de Sistema: GRAVEDAD SIN TRATAMIENTO

N°	Código de Empaquetado	Fecha	Hora	Nombre de la Fuente de agua	Modo de Intervención	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
1.-	1608035 - I	21/08/2016	15:04	JATUNPAMPA	CAPTACION	JATUNPAMPA	LOS MOROCHUCOS	CANGALLO	AYACUCHO

N°	Código de Empaquetado	Punto de Abastecimiento	Código de Registro N°	Código de Registro N°	Altitud
1.-	JATUNPAMPA	CAPTACIÓN	8498813	587066	3204

3.1 CARACTERIZACION DEL AGUA

N°	Parámetro	Unidad	Resultado	Observaciones
1.-	Bacteriológico			
	Coliformes fecales	NMP/100ml	4,0	(*)
	Coliformes Totales	NMP/100ml	9,3	(*)
	Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	95	
	Escherichia Coli	UFC/mL a 45°C	4,0	(*)
	Organismos de vida libre	N° org/L	0	



Liz Alfaro
Tania Liz Alfaro Astorima
BIOLOGA-BIOTECNOLOGIA
CBP: 9466



Edwin
Lic. Edwin Campana García
ENFERMERO
CEP. 44283

2.-	Parasitológicos					
	Huevos y larvas de Helmintos, qu (N°Org/l)	0				
3.-	Organoléptico					
	Color	UCV escala Pt/Co	<5			
	Turbiedad	UNT	<1			
	pH	UNT	6,6			
	Conductividad	pm ho/cm	153,8			
	Sólidos totales disueltos	mg/l	151			
	Cloruros	mg/l	3,9			
	Sulfatos	mg/l	1,4			
	Dureza total	mg/l	85			
	Hierro	mg/l	0,0457			
	Manganeso	mg/l	0,0177			
	Aluminio	mg/l	0,0166			
	Cobre	mg/l	0,0001			
	Zinc	mg/l	0,0009			
	Sodio	mg/l	7.193			
4.-	Parámetros inorgánicos					
	Antimonio	mg/l	<0,0002			
	Arsénico	mg/l	0,0015			
	Bario	mg/l	0,0304			
	Boro	mg/l	0,0132			
	Cadmio	mg/l	<0,0002			
	Cianuro	mg/l	<0,005			
	Cloro	mg/l	<0,5			
	Cromo	mg/l	0,0005			
	Fluor	mg/l	<0,02			
	Mercurio	mg/l	<0,0001			
	Níquel	mg/l	<0,0004			
	Nitratos	mg/l	1,04			
	Nitritos	mg/l	<0,0005			
	Plomo	mg/l	<0,0002			
	Selenio	mg/l	<0,0002			
	Molibdeno	mg/l	0,0002			
	Ucranio	mg/l	<0,0003			

1.- (*) Valores que superan los Límites Máximos permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

2.- Se recomienda establecer un plan a mediano plazo para reducir el aluminio en la fuente de agua.

Jefe del Establecimiento de Salud:

Eloy Tomaylla Cuchán
Médico - Generalista
CBP: 3188

Resp. de la caracterización y evaluación: *Blga. Tania Liz Alfaro Astorima*



Tania Liz Alfaro Astorima
BIÓLOGA - BIOTECNOLOGÍA
CBP: 9456

Responsable del Área Técnica Municipal:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL
LOS MOROCHUCOS

Héctor A. Cárdenas Castro
D.N.I. 41112373
RESP. UGMAS

Setiembre de 2016



Edel
Lic. Edwin Carriana García
ENFERMERO
CEP: 44283

CARACTERIZACION DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Localidad / Anexo PARIAHUANCA

Distrito: LOS MOROCHUCOS

Establecimiento de Salud

Provincia: CANGALLO

Fecha: 21/08/2016

Departamento: AYACUCHO

2.1 Administrador del sistema de abastecimiento de agua

Municipalidad LOS MOROCHUCOS

JASS PARIAHUANCA

2.2 Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua

1. Tipo de Sistema: GRAVEDAD SIN TRATAMIENTO

N°	Código de registro	Fecha	Hora	Localidad Origen del agua	Método de captación	Localidad Destino	Provincia Destino	Departamento Destino
1.-	1608036-1	21/08/2016	15:30	PARIA- HUANCA	CAPTACION	PARIA- HUANCA	LOS MOROCHUCOS	CANGALLO AYACUCHO

N°	Código de registro	Coordenadas de ubicación	Coordenadas del sistema	Altura
1.-			8517932 586942	3794

3.1 CARACTERIZACION DEL AGUA

N°	Característica	Unidad	Resultado	Referencia
1.-	Bacteriológico			
	Coliformes fecales	NMP/100ml	1,8	(*)
	Coliformes Totales	NMP/100ml	4	(*)
	Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	15	
	Escherichia Coli	UFC/mL a 45°C	<1,8	(*)
	Organismos de vida libre	N° org/L	2100	(*)



Lic. Edwin Canchana Garcia
ENFERMERO
CEP. 44289

MUNICIPALIDAD DISTRITAL
LOS MOROCHUCOS
Héctor A. Cardenas Castro
D.N.I. 41112373
RESP. UGMAS

2.-	Parasitológicos					
	Huevos y larvas de Helmintos, q (N°Org/l)	0				
3.-	Organoléptico					
	Color	UCV escala Pt/Co	<5			
	Turbiedad	UNT	<1			
	pH	UNT	6,8			
	Conductividad	pm ho/cm	57,2			
	Sólidos totales disueltos	mg/l	60			
	Cloruros	mg/l	1,5			
	Sulfatos	mg/l	0,7			
	Dureza total	mg/l	36			
	Hierro	mg/l	0,0226			
	Manganeso	mg/l	0,0093			
	Aluminio	mg/l	0,0131			
	Cobre	mg/l	0,0001			
	Zinc	mg/l	0,0034			
	Sodio	mg/l	3.764			
4.-	Parámetros inorgánicos					
	Antimonio	mg/l	<0,0002			
	Arsénico	mg/l	<0,0004			
	Bario	mg/l	0,0244			
	Boro	mg/l	0,0509			
	Cadmio	mg/l	<0,0002			
	Cianuro	mg/l	<0,005			
	Cloro	mg/l	<0,5			
	Cromo	mg/l	0,0011			
	Fluor	mg/l	<0,02			
	Mercurio	mg/l	<0,0001			
	Níquel	mg/l	<0,0004			
	Nitratos	mg/l	0,52			
	Nitritos	mg/l	<0,0005			
	Plomo	mg/l	<0,0002			
	Selenio	mg/l	<0,0002			
	Molibdeno	mg/l	<0,0002			
	Ucranio	mg/l	<0,0003			

1.- (*) Valores que superan los Límites Máximos permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

2.- La limpieza y desinfección periódica garantizará que los parámetros microbiológicos no superen los LMP.

Jefe del Establecimiento de Salud:

Eloy Tardío Cuchén
 SINDICO MUNICIPAL
 CBP: 3169

Resp. de la caracterización y evaluación: *Blga. Tannia Liz Alfaro Astorima*



Tannia Liz Alfaro Astorima
 BIOLOGA-BIOTECNOLOGIA
 CBP: 9456

Responsable del Área Técnica Municipal:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL
 LOS MOROCHUCOS
Héctor A. Cárdenas Castro
 DNI: 44445573
 RESP. UGMAS

Setiembre de 2016



Lic. Edwin Cahuana García
 ENFERMERO
 CEP: 44243

CARACTERIZACION DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Localidad / Anexo ALLPAORCUNA SAYHUAYPATA
 Distrito: LOS MOROCHUCOS Provincia: CANGALLO
 Establecimiento de Salud

Fecha: 21/08/2016
 Departamento: AYACUCHO

2.1 Administrador del sistema de abastecimiento de agua
 Municipalidad LOS MOROCHUCOS

JASS ALLPAORCUNA SAYHUAYPATA

2.2 Tipo de Sistema de Abastecimiento de agua

1. Tipo de Sistema: GRAVEDAD SIN TRATAMIENTO

Nº	Código de empleo	Fecha	Hora	Nombre de Fuente de agua	Forma de muestra	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
1.-	1608037-1	21/08/2016	15:58	ALLPAORCUNA SAYHUAYPATA	CAPTACION	ALLPAORCUNA SAYHUAYPATA	LOS MOROCHUCOS	CANGALLO	AYACUCHO

Nº	Código de empleo	Forma de muestra	Coordenadas UTM Norte	Coordenadas UTM Este	Altitud metros
1.-	ALLPAORCUNA SAYHUAYPATA	CAPTACION	8499283	587056	3157

3.1 CARACTERIZACION DEL AGUA

Nº	Examen	Unidad	Resultado	Observaciones
1.-	Bacteriologico			
	Coliformes fecales	NMP/100ml	4,0	(*)
	Coliformes Totales	NMP/100ml	9,3	(*)
	Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	95	
	Escherichia Coli	UFC/mL a 45°C	4,0	(*)
	Organismos de vida libre	Nº org/L	0	



Tania Liz Alfaro Astorima
 BIOLOGA-BIOTECNOLOGIA
 CBP: 9456



Lic. Edwin Cahuana Garcia
 ENFERMERO
 SEP. 44269

INDEPENDENCIA MUNICIPAL
 LOS MOROCHUCOS
 Héctor A. Garmendes Castro
 D.N.I. 4111373
 RESP. UGMS

2.-	Parasitológicos					
	Huevos y larvas de Helminths, q (N°Org/l)	0				
3.-	Organoléptico					
	Color	UCV escala Pt/Co	<5			
	Turbiedad	UNT	<1			
	pH	UNT	6,7			
	Conductividad	pm ho/cm	101,1			
	Sólidos totales disueltos	mg/l	90			
	Cloruros	mg/l	2,4			
	Sulfatos	mg/l	2,4			
	Dureza total	mg/l	55			
	Hierro	mg/l	0,2462			
	Manganeso	mg/l	0,0097			
	Aluminio	mg/l	0,9950	(*)		
	Cobre	mg/l	0,0004			
	Zinc	mg/l	0,0046			
	Sodio	mg/l	5.713			
4.-	Parámetros inorgánicos					
	Antimonio	mg/l	<0,0002			
	Arsénico	mg/l	0,0010			
	Bario	mg/l	0,0699			
	Boro	mg/l	0,0116			
	Cadmio	mg/l	<0,0002			
	Cianuro	mg/l	<0,005			
	Cloro	mg/l	<0,5			
	Cromo	mg/l	0,0012			
	Fluor	mg/l	<0,02			
	Mercurio	mg/l	<0,0001			
	Níquel	mg/l	<0,0004			
	Nitratos	mg/l	0,91			
	Nitritos	mg/l	<0,0005			
	Plomo	mg/l	0,0007			
	Selenio	mg/l	<0,0002			
	Molibdeno	mg/l	0,0004			
	Ucranio	mg/l	<0,0003			

1.- (*) Valores que superan los Límites Máximos permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

2.- La limpieza y desinfección periódica garantizará que los parámetros microbiológicos no superen los LMP.

3.- Se recomienda establecer un plan a mediano plazo para reducir el aluminio en la fuente de agua.

Jefe del Establecimiento de Salud:

Eloy Domayde Chacón
 DOMAYDE CHACÓN
 C.B.P. 3163

Resp. de la caracterización y evaluación:

Blga. Tannia L. Alfaro Astorina

MUNICIPALIDAD DISTRITAL
 LOS MOROCHUCOS



Tannia Liz Alfaro Astorina
 TANNIA LIZ ALFARO ASTORINA
 BIOLOGA-BIOTECNOLOGIA
 C.B.P. 9459

Responsable del Área Técnica Municipal:

Héctor A. Galdames Castro
 HÉCTOR A. GALDAMES CASTRO
 D.N. 41112372
 RESP. UGMAS

Setiembre de 2016



Lic. Edwin Cayana Garcia
 LIC. EDWIN CAYANA GARCIA
 ENFERMERO
 C.B.P. 44263

- Llevados a cabo por laboratorios locales



**GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL**



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

**INFORME DE ENSAYO 024 – 2018
REPORTE DE ANALISIS DE LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Solicitante	C.S Pampa Cangallo		
Localidad	ALCAMENCA	Resp. de Muestreo	Eloy Tomaylla Chuchon
Departamento	Ayacucho	Fecha de Muestreo	16/05/18
Provincia	Cangallo	Fecha de Recepción	17/05/18
Distrito	Los Morochucos	Fecha de Análisis	17/05/18
Origen fuente	Agua Superficial		

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Nº de referencia Laboratorio	Punto de Muestreo:	NMP/100 ml. termotolerantes	NMP/100 ml. Coliformes totales	NMP/100 ml. Escherichia coli	UFC/ml de Bacterias Heterótrofas
309	Reservorio	<1.8	<1.8	<1.8	<1
310	Domicilio	<1.8	11	<1.8	04
311	Domicilio	<1.8	<1.8	<1.8	25

Método de Ensayo	Numeración de Coliformes, Estandarizado por Tubos Múltiples. APHA, AWW, WEF. Part. 9221 B, 9221 C y 9221 E. Método 9215 B. Método de Placa Fluida (MPF). Bacterias heterótrofas.
Documento de la Referencia	Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 22 th Edition 2012, parte 9221B, 9221 C y 9221 E. APHA, AWW, WPCF.

El presente informe se refiere únicamente a la muestra prototipo analizado. Válido exclusivamente para los requisitos señalados, para el programa de vigilancia de la calidad de agua para el consumo humano (PVICA). No se puede vincular implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del informe a ninguna otra unidad.
Resultado Validos a la fecha de la toma de muestra

Ayacucho, 23 de Mayo de 2018


 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO
 DIRECCIÓN DE SALUD AMBIENTAL
 H. J. ESCOBAR
 C.C. Nº 2332



PERÚ

Ministerio
de SaludInstituto de Salud
Laboral y AmbientalLaboratorio de
Salud PúblicaRed de Laboratorios
Salud Centro AyacuchoGOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO
RED DE SALUD CENTRO AYACUCHO
LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

INFORME DE ENSAYO N°008-APCH-18-RSCA-LAB**ANÁLISIS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

Solicitante:	P.S. Huambo				Muestreador:		
Ref. Solicitud de Ensayo de Agua / N° Cadena de Custodia	01-2018-H				Jimmy Huallana Zagastizabal		
Localidad:	Patallaccta	Distrito:	Alcamenca	Provincia:	Fajardo	Dpto.:	Ayacucho
Cod. Campo	F. Muestreo:	Hora Muestreo:	F. Recepción Lab.:	Hora Recep. Lab.:	F. Análisis	Hora Análisis	
01	11/04/18	11:56	12/04/18	08:10	12/04/18	08:40	
02	11/04/18	12:20	12/04/18	08:10	12/04/18	08:40	
03		12:45	12/04/18	08:10	12/04/18	08:40	

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Origen de la fuente	Punto de muestreo	Código de campo	E. coli UFC/100 ml	Termotolerantes UFC/100 ml	Coliformes Totales UFC/100 ml	Heterotróficos Viabiles UFC/ml
Agua Subterránea	Reservorio	01	7	12	31	#####
Agua Subterránea	Domicilio	02	8	13	23	#####
Agua Subterránea	PRONOI	03	9	21	36	#####
LMP (*)			0	0	0	500
Método de Ensayo	Métodos de ensayo: Método estandarizado de Filtro de Membrana para coliformes -9222 B.D. Método de detección < 2 / Numeración de Coliformes fecales estandarizado de Tubos Múltiples. APHA, AWWW, WEF. Part. 9221B, E. 21th ed. 2005.					
Documento de la Referencia	Método Normalizado para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA; AWWW, WPCF 20 Edition.					

(*) LMP: Límite Máximo Permisible establecido en el D.S. 031-2010-SA

PARÁMETROS DE CAMPO ()**

Parámetros	Punto de Muestreo		
	Captación	Reservorio	Domicilio
pH / Temperatura °C			
Conductividad (uS/cm)			
Turbidez (UNT)			
Cloro libre (mg/l)			

Conclusiones: La presente muestra analizada, **NO** cumple con los requisitos microbiológicos establecidos en el D.S. 031-2010-SA Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.**Observaciones:** La(s) muestra (s) fue, proporcionado por el solicitante.

(**) Datos consignados en la cadena de custodia tomados por el muestreador.

El presente informe se refiere únicamente a la muestra prototipo analizado. Válido exclusivamente para los requisitos señalados. No se puede vincular implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del informe a ninguna otra unidad.

Cangallo, 03 de Abril del 2018

César López Juscampaíta
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO



PERÚ

Ministerio
de SaludGOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHORED DE SALUD CENTRO AYACUCHO
LABORATORIO DE SALUD PÚBLICARed de Laboratorios
Salud Centro AyacuchoGOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO
RED DE SALUD CENTRO AYACUCHO
LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

INFORME DE ENSAYO N°007-APCH-18-RSCA-LAB**ANÁLISIS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

Solicitante:	P.S. Alcamenca				Muestreador:		
Ref. Solicitud de Ensayo de Agua / N° Cadena de Custodia			01-2018-A		Jimmy Huallana Zagastizabal		
Localidad:	Alcamenca	Distrito:	Alcamenca	Provincia:	Fajardo	Dpto.:	Ayacucho
Cod. Campo	F. Muestreo:	Hora Muestreo:	F. Recepción Lab.:	Hora Recep. Lab.:	F. Análisis	Hora Análisis	
01	11/04/18	08:19	12/04/18	08:10	12/04/18	08:40	
02	11/04/18	09:43	12/04/18	08:10	12/04/18	08:40	
XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Origen de la fuente	Punto de muestreo	Código de campo	E. coli UFC/100 ml	Termotolerantes UFC/100 ml	Coliformes Totales UFC/100 ml	Heterotróficos Viabiles UFC/ml
Agua Subterránea	Municipio	01	0	0	10	&&&&&&
Agua Subterránea	Reservorio	02	5	15	29	&&&&&&
LMP (*)			0	0	0	500

Método de Ensayo

Métodos de ensayo: Método estandarizado de Filtro de Membrana para coliformes -9222 B.D. Método de detección < 2 / Numeración de Coliformes fecales estandarizado de Tubos Múltiples. APHA, AWWW, WEF. Part. 9221B, E. 21th ed. 2005.

Documento de la Referencia

Método Normalizado para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA; AWWW, WPCF 20 Edition.

(*) LMP: Límite Máximo Permisible establecido en el D.S. 031-2010-SA

PARÁMETROS DE CAMPO ()**

Parámetros	Punto de Muestreo		
	Captación	Reservorio	Domicilio
pH / Temperatura °C			
Conductividad (uS/cm)			
Turbidez (UNT)			
Cloro libre (mg/l)			

Conclusiones: La presente muestra analizada, NO cumple con los requisitos microbiológicos establecidos en el D.S. 031-2010-SA Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.**Observaciones:** La(s) muestra (s) fue, proporcionado por el solicitante.

(**) Datos consignados en la cadena de custodia tomados por el muestreador.

El presente informe se refiere únicamente a la muestra prototipo analizado. Válido exclusivamente para los requisitos señalados. No se puede vincular implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del informe a ninguna otra unidad.

César López Juscayalta
BIÓLOGO/MICROBIÓLOGO
Q.B.P. 6540

Cangallo, 03 de Abril del 2018



PERÚ

Ministerio
de SaludRed de Salud
Centro AyacuchoLaboratorio de
Salud PúblicaRed de Laboratorios
Salud Centro Ayacucho

GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO
RED DE SALUD CENTRO AYACUCHO
LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA / CONTROL AMBIENTAL

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

INFORME DE ENSAYO N°20-APCH-18-RSCA-LAB
ANÁLISIS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Solicitante:	P.S. Nuñahuaycco				Muestreador:		
Ref. Solicitud de Ensayo de Agua / N° Cadena de Custodia	01-2018-□				Haydee Pillaca Tinco		
Localidad:	Nuñahuaycco	Distrito:	Morochucos	Provincia:	Cangallo	Dpto.:	Ayacucho
Cod. Campo	F. Muestreo:	Hora Muestreo:	F. Recepción Lab.:	Hora Recep. Lab.:	F. Análisis	Hora Análisis	
01	02/07/18	13:00	02/07/18	17:05	02/07/18	19:15	
--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Origen de la fuente	Punto de muestreo	Código de campo	E. coli UFC/100 ml	Termotolerantes UFC/100 ml	Coliformes Totales UFC/100 ml	Heterotróficos Viabiles UFC/ml
Agua Subterránea	Domicilio	01	0	0	0	#####
--	--	--	--	--	--	#####
--	--	--	--	--	--	#####
LMP (*)			0	0	0	500

Método de Ensayo	Métodos de ensayo: Método estandarizado de Filtro de Membrana para coliformes -9222 B.D. Método de detección < 2 / Numeración de Coliformes fecales estandarizado de Tubos Múltiples. APHA, AWWWW, WEF. Part. 9221B.E. 21th ed. 2005.
Documento de la Referencia	Método Normalizado para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA; AWWWW, WPCF 20 Edition.

(*) LMP: Límite Máximo Permissible establecido en el D.S. 031-2010-SA

PARÁMETROS DE CAMPO ()**

Parámetros	Punto de Muestreo		
	Captación	Reservorio	Vivienda/Institución
Temperatura °C			pH: 6.0 T°: 14.8°C
Conductividad (uS/cm)			180
Turbidez (UNT)			0.6
Cloro libre (mg/l)			0.0

Conclusiones: La presente muestra analizada, SI cumple con los requisitos microbiológicos establecidos en el D.S. 031-2010-SA Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

Observaciones: La(s) muestra (s) fue, proporcionado por el solicitante.

(**) Datos consignados en la cadena de custodia tomados por el muestreador.

El presente informe se refiere únicamente a la muestra prototipo analizado. Válido exclusivamente para los requisitos señalados. No se puede vincular implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del informe a ninguna otra unidad.

Cangallo, 04 de Julio del 2018.



César López Juscamaita
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
Laboratorio



VºBº
Dirección Salud Pública



PERU

Ministerio
de SaludRed de Salud
Centro AyacuchoLaboratorio de
Salud PúblicaRed de Laboratorios
Salud Centro Ayacucho

GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO
RED DE SALUD CENTRO AYACUCHO
LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA / CONTROL AMBIENTAL

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

INFORME DE ENSAYO N°21-APCH-18-RSCA-LAB
ANÁLISIS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Solicitante:	P.S. Quinhuaycco				Muestreador:		
Ref. Solicitud de Ensayo de Agua / N° Cadena de Custodia	01-2018-□				Haydee Pillaca Tinco		
Localidad:	Capillata	Distrito:	Morochucos	Provincia:	Cangallo	Dpto.:	Ayacucho
Cod. Campo	F. Muestreo:	Hora Muestreo:	F. Recepción Lab.:	Hora Recep. Lab.:	F. Análisis	Hora Análisis	
02	02/07/18	13:00	02/07/18	17:05	02/07/18	19:15	
-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Origen de la fuente	Punto de muestreo	Código de campo	E. coli UFC/100 ml	Termotolerantes UFC/100 ml	Coliformes Totales UFC/100 ml	Heterotróficos Viabiles UFC/ml
Agua Subterránea	Domicilio	02	0	0	0	#####
-	-	-	-	-	-	#####
-	-	-	-	-	-	#####
LMP(*)			0	0	0	100

Método de Ensayo	Métodos de ensayo: Método estandarizado de Filtro de Membrana para coliformes -9222 B.D. Método de detección < 2 / Numeración de Coliformes fecales estandarizado de Tubos Múltiples. APHA, AWWWW, WEF. Part. 9221B.E. 21th ed. 2005.
Documento de la Referencia	Método Normalizado para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWWWW, WPCF 20 Edition.

(*) LMP: Límite Máximo Permissible establecido en el D.S. 031-2010-SA

PARÁMETROS DE CAMPO ()**

Parámetros	Punto de Muestreo		
	Captación	Reservorio	Vivienda/Institución
pH / Temperatura °C	pH: 6.0 T°: 14.0 °C		
Conductividad (uS/cm)	130		
Turbidez (UNT)	0.6		
Cloro libre (mg/l)	0.0		

Conclusiones: La presente muestra analizada, SI cumple con los requisitos microbiológicos establecidos en el D.S. 031-2010-SA Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

Observaciones: La(s) muestra (s) fue, proporcionado por el solicitante.

(**) Datos consignados en la cadena de custodia tomados por el muestreador.

El presente informe se refiere únicamente a la muestra prototipo analizado. Válido exclusivamente para los requisitos señalados. No se puede vincular implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del informe a ninguna otra unidad.



César López Jucamaña
BIÓLOGO - MICROBIÓLOGO
C. P. 6540
Laboratorio



Dirección Salud Pública

Cangallo, 04 de Julio del 2018.



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

INFORME DE ENSAYO 024 – 2018
REPORTE DE ANALISIS DE LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

Solicitante	Centro de Salud de Vischongo		
Localidad	ALCAMENCA	Resp. de Muestreo	Eloy Tomaylla Chuchon
Departamento	Ayacucho	Fecha de Muestreo	16/05/18
Provincia	Cangallo	Fecha de Recepción	17/05/18
Distrito	Los Morochucos	Fecha de Análisis	17/05/18
Origen fuente	Agua superficial		

RESULTADOS FISICO – QUIMICO

Parámetros	PUNTO DE MUESTREO		
	Reservorio	Domicilio	Domicilio
PH	7.30	7.28	7.55
Temperatura °C	19.1	19.6	20.3
Conductividad (uS/cm)	352	756	783
Turbidez (UNT)	0.85	0.58	0.35
Cloro Libre (mg/lit)	0.49	0	0
Sólidos Totales disueltos	229	491	509
Cloruros (mg/L)	---	---	---
Sulfatos (mg/L)	---	---	---
Nitratos (mg/L)	---	---	---
Nitritos (mg/L)	---	---	---
Dureza (mg/L)	---	---	---

Documento de Referencia	Decreto Supremo N° 004-2017 – MINAM Parámetros y valores consolidados; Categoría 1 - A
-------------------------	---

El presente informe se refiere únicamente a la muestra prototipo analizado. Válido exclusivamente para los requisitos señalados, para el programa de vigilancia de la calidad de agua para el consumo humano (PVICA). No se puede vincular implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del informe a ninguna otra unidad.
Resultado Validos a la fecha de la toma de muestra

Ayacucho, 23 de Mayo de 2018


Edgar Lomelaca Machuca
INGENIERO QUIMICO
C.R. 122481



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

INFORME DE ENSAYO 032 – 2018
REPORTE DE ANALISIS DE LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

Solicitante	C. S. Pampa Cangallo		
Localidad	Pampa Cangallo	Resp. de Muestreo	Eloy Tornaylla Chuchon
Departamento	Ayacucho	Fecha de Muestreo	03/06/18
Provincia	Cangallo	Fecha de Recepción	04/06/18
Distrito	Los Morochucos	Fecha de Análisis	04/03/18
Origen fuente	Manantial		

RESULTADOS FÍSICO – QUÍMICO

Parámetros	PUNTO DE MUESTREO			Domicilio 1	Domicilio 2
	Captación	Reservorio 1	Reservorio 2		
PH	8.1	7.7	7.8	7.8	7.7
Temperatura °C	19.1	19.8	19.7	19.2	19.0
Conductividad (uS/cm)	153	152	148	152	147
Turbidez (UNT)	1.62	1.45	1.03	1.82	1.91
Cloro Libre (mg/lt)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sólidos Totales disueltos	99	99	96	99	96
Cloruros (mg/L)	-	-	-	-	-
Sulfatos (mg/L)	-	-	-	-	-
Nitratos (mg/L)	-	-	-	-	-
Nitritos (mg/L)	-	-	-	-	-
Dureza (mg/L)	-	-	-	-	-

Documento de Referencia	Decreto Supremo N° 004-2017 – MINAM Parámetros y valores consolidados; Categoría 1 - A
-------------------------	---

El presente informe se refiere únicamente a la muestra prototipo analizada. Válido exclusivamente para los requisitos señalados, para el programa de vigilancia de la calidad de agua para el consumo humano (PMCA). No se puede vincular implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del informe a ninguna otra unidad.

Resultado Válido a la fecha de la toma de muestra

Ayacucho, 11 de Junio de 2018

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO
DIRECCIÓN DE SALUD AMBIENTAL
LABORATORIO AMBIENTAL

Edgar Lamocua Machuca
INGENIERO QUÍMICO
CIP 123201



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

INFORME DE ENSAYO 032 – 2018
REPORTE DE ANALISIS DE LA VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

Solicitante	C. S. Pampa Cangallo		
Localidad	Pampa Cangallo	Resp. de Muestreo	Eloy Tomaylla Chuchon
Departamento	Ayacucho	Fecha de Muestreo	03/06/2018
Provincia	Cangallo	Fecha de Recepción	04/06/2018
Distrito	Los Morochucos	Fecha de Análisis	04/06/2018
Origen fuente	Manantial		

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Nº de referencia Laboratorio	Punto de Muestreo:	UFC/100 ml. termotolerantes	UFC/100 ml. Coliformes totales	NMP/100 ml. Escherichia coli	UFC/ml de Bacterias Heterótrofas Estimados
	Captación	<1.8	04	482	
	Reservorio 1	<1.8	08	522	
	Reservorio 2	<1.8	<1.8	<1	
	Domicilio 1	<1.8	<1.8	<1	
	Domicilio 2	<1.8	<1.8	<1	

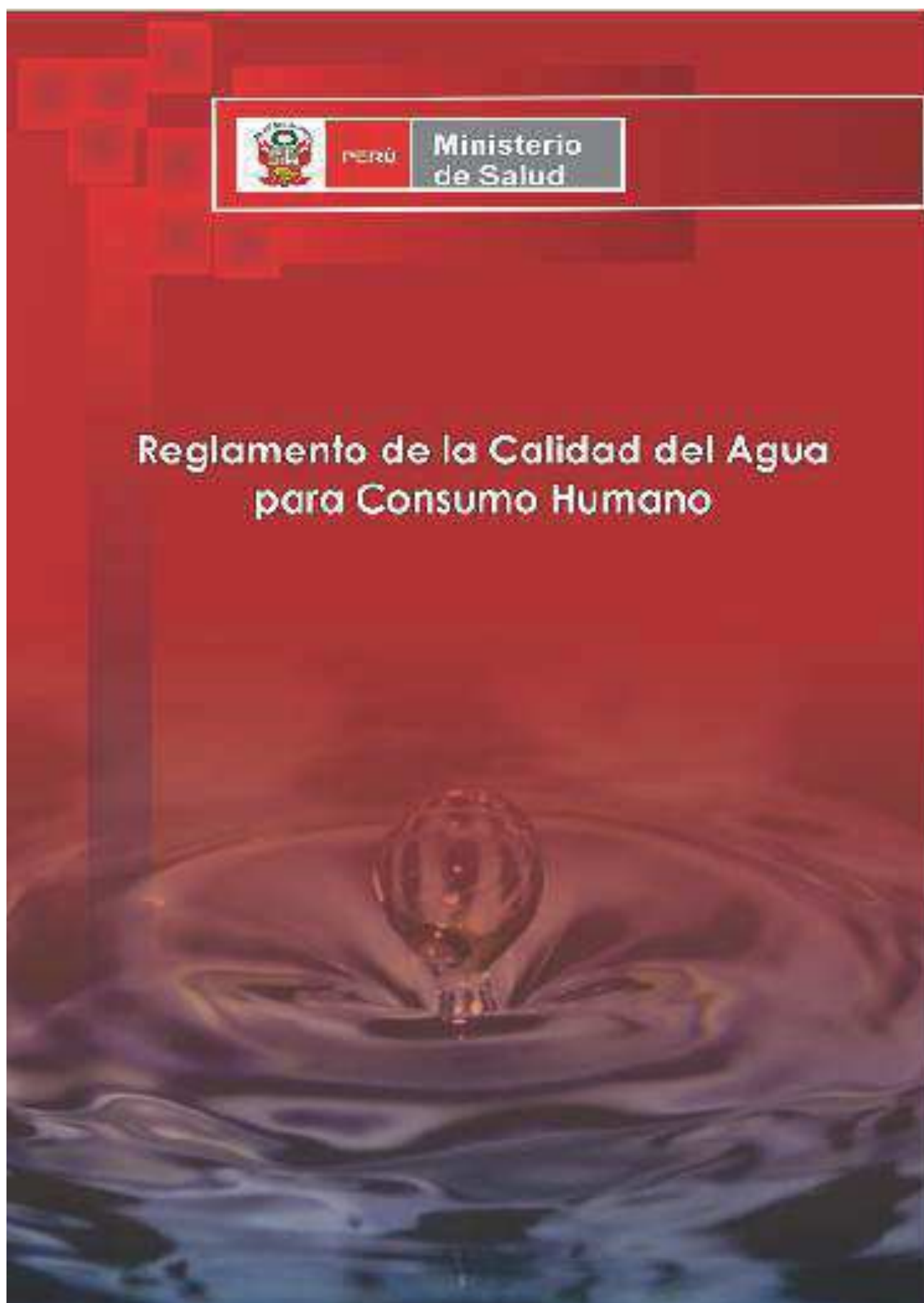
Método de Ensayo	Numeración de Coliformes, Estandarizado por Tubos Múltiples. APHA, AWW, WEF. Part. 9221 B, 9221 C y 9221 E. Método 9215 B. Método de Placa Fluida (MPF). Bacterias heterótrofas.
Documento de la Referencia	Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 22 nd Edition 2012, parte 9221B, 9221 C y 9221 E. APHA, AWW, WPCF.

El presente informe se refiere únicamente a la muestra prototipo analizado. Válido exclusivamente para los requisitos señalados, para el programa de vigilancia de la calidad de agua para el consumo humano (PVICA). No se puede vincular implícita o explícitamente a otras características que no se indican para la muestra del producto objeto de análisis no pudiendo extenderse las conclusiones del informe a ninguna otra unidad.
Resultado Validos a la fecha de la toma de muestra

Ayacucho, 11 de Junio de 2018

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AYACUCHO
DIRECCIÓN DE CONTROL AMBIENTAL
[Firma]
Eloy Tomaylla Chuchon
CARGO
Nº 3622

ANEJO 3: Normativa de calidad del agua del gobierno de Perú



**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE
CALIDAD ORGANOLÉPTICA**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁻ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS**

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL⁻¹.

Nota 2: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL⁻¹.

ANEJO 4: Estado inicial del depósito de Jatumpampa
IMÁGENES GENERALES







OPCIONES DE ELECTRIFICACIÓN



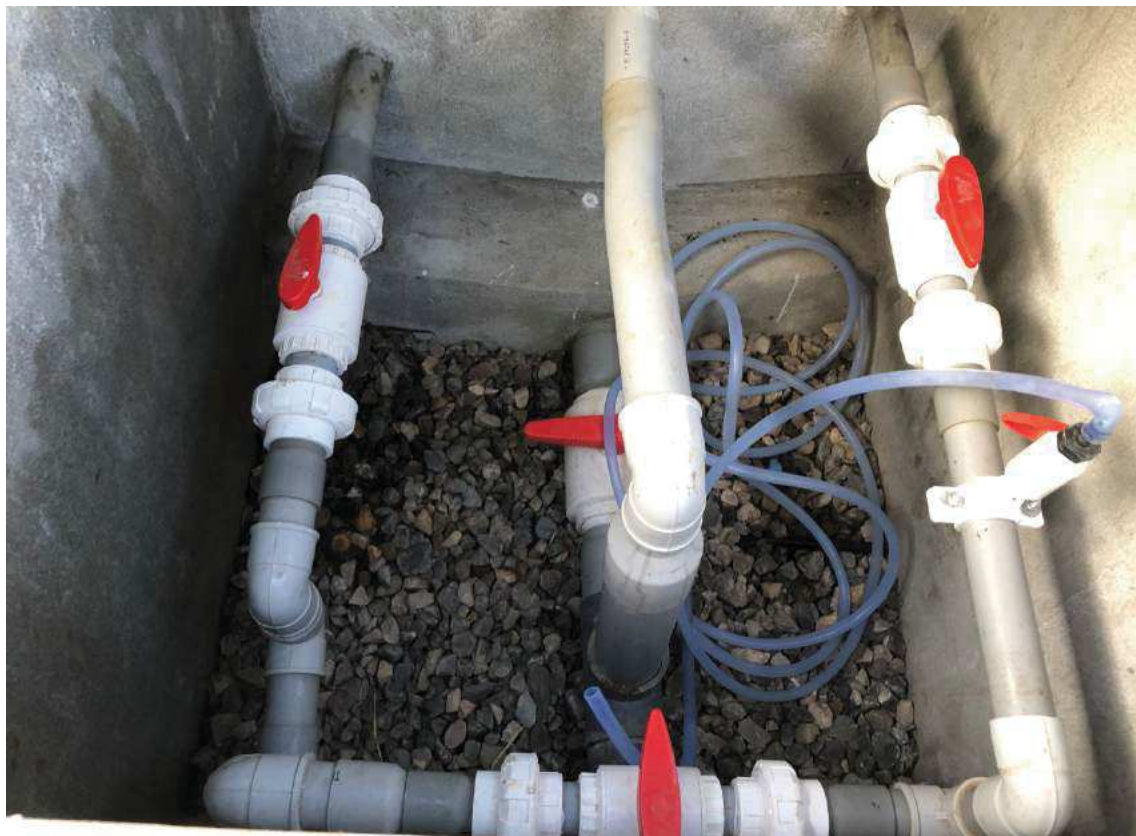
INTERIOR DE LA CASETA DE CLORACIÓN



DISPOSICIÓN CAJA DE VÁLVULAS VS ENTRADA DEL TUBO DE CLORACION



CAJA DE VÁLVULAS



DISPOSICIÓN DE LA ENTRADA Y EL REBOSADERO (AMBOS SOBRE LA ENTRADA DE CLORO)



FALTA DE MALLA DE PROTECCIÓN Y PROBLEMA ENCONTRADO



ANEJO 5: Presupuestos lámpara ultravioleta

Lámpara Sterilight – Proveedor “Hidrosystem Perú”



COT-HIDRO-005630

Lima, 05 de Abril del 2019

Señor : Juan Manzanares
E-mail : jmanzanaresestrada@gmail.com

Presente.-

Estimado Señores

Nos es grato dirigimos a Ud. y exponerles por la presente **Nuestra Propuesta De Una Lámpara UV De 5 GPM y De 10 GPM**, que su empresa requiere, que a continuación detallamos.

ITEM 01.- LAMPARA UV DE 5 GPM

01 UNID

Lámpara UV Sterilight 5 GPM, 30w, S5Q-PA

Modelo : S463L
Potencia : 30 watts
Procedencia : Canadá

PRECIO DE LA LAMPARA.....US\$ 430.00 + IGV

ITEM 02.- LAMPARA UV 10 GPM

01 UNID

Lámpara UV Sterilight 10 GPM, 46w, S8Q-PA

Modelo : S810RL
Potencia : 46 watts
Procedencia : Canadá

PRECIO DE LA LAMPARA.....US\$ 580.00 + IGV

NOTA.-

- Incluye Solo Venta.

TÉRMINOS COMERCIALES:

PRODUCTO O SERVICIO	BASE IMPONIBLE	IGV	TOTAL
LAMPARA UV 5 GPM	US\$ 430.00	US\$ 77.40	US\$ 507.40
LAMPARA UV 10 GPM	US\$ 580.00	US\$ 104.40	US\$ 684.40

Recambio Sterilight – Proveedor “Hydrosystem Perú”



COT-HIDRO-005630

Lima, 22 de Abril del 2019

Señor : Juan Manzanares
E-mail : jmanzanaresestrada@gmail.com

Presente.-

Estimado Señores

Nos es grato dirigirnos a Ud. y exponerles por la presente **Nuestra Propuesta De Una Lámpara uv De 10 GPM**, que su empresa requiere, que a continuación detallamos.

ITEM 01.- LAMPARA UV 10 GPM

01 UNID

Lámpara UV Sterilight 10 GPM, 46w, S8Q-PA

Modelo : S810RL

Potencia : 46 watts

Procedencia : Canadá

PRECIO DE LA LAMPARA.....US\$ 150.00 + IGV

NOTA.-

- Incluye Solo Venta.

TÉRMINOS COMERCIALES:

PRODUCTO O SERVICIO	BASE IMPONIBLE	IGV	TOTAL
LAMPARA UV 10 GPM	US\$ 150.00	US\$ 27.00	US\$ 177.00

Lámpara Vigua – Proveedor “Hidrotek Latino”



COTIZACION No. 009553/HID

Calle Arguiles 170 Lima 34 Perú

Teléfono: 234-2800, 234-2801, 234-2802 Nextel: 99411*9047, 99411*9029

www.hidroteklatino.com

SEÑOR(ES) : HIDROTEK LATINO SAC

RUC: 20517233171

Fecha: 21/05/2019

ATT. SR(A) : JUAN MANZANARES

Dirección: CAL. PEREZ ARANIBAR NRO. 164 DPTO. 302

Teléfono :

E-mail :

Proyecto: A0031

Concepto: LAMPARA ULTRAVIOLETA

Item	Código	Descripción	UND MED	CANTIDAD	VALOR DE VENTA	IMPORTE TOTAL
1	4920050104	EQUIPO ULTRAVIOLETA UV SOLO EQUIPO UV 10GPM, SILVER, 100-240V, 48W, CONEX. 3/4" MNPT Marca : VIQUA Modelo: SBQ-PA/2 CAPACIDAD : 8 GPM, NORMAS NSF/EP440M/CM2 LÁMPARA : 37 WATTS CARCAZA : ACERO INOXIDABLE CONEXIONES : 3/4" PRESION : 125 PSI INCLUYE BALASTRO QUE REGISTRA LA CANTIDAD DE HORAS PRENDIDAS DE LA LAMPARA Procedencia :CANADA	UND	1.0000	2,135.5932	2,135.59
2	4920050134	EQUIPO ULTRAVIOLETA UV CON ACCESORIOS EQUIPO UV 18GPM, 100-240V, 60W, CONEX. 3/4"-1" MNPT Marca : VIQUA Modelo: VH410/2 Procedencia :CANADA	UND	1.0000	2,796.6102	2,796.61
3	4920050135	EQUIPO ULTRAVIOLETA UV SOLO EQUIPO UV 1GPM, 100-240V, 13W, 3/8"-1/2" NPT Marca : VIQUA Modelo: VT1/2 Procedencia :ESTADOS UNIDOS	UND	1.0000	932.2034	932.20
4	49U10005081	EQUIPO ULTRAVIOLETA RESIDENCIAL EQUIPO UV 1GPM, 230V, 12W, CONEX. 1/2" MNPT - 3/8" FNPT Marca : ABSOLUTE H2O Modelo: UV-1/2 Procedencia :CANADA	UND	1.0000	542.3729	542.37

5	4920050138	EQUIPO ULTRAVIOLETA UV SOLO EQUIPO UV 3.5GPM, 100-240V, 20W, CONEX. 1/2" MNPT Marca : VIQUA Modelo: VT4/2 Procedencia :CANADA	UND	1.0000	1,000.0000	1,000.00
6	4920050312	EQUIPO ULTRAVIOLETA UV COBALT EQUIPO UV 30GPM, PROFESIONAL, 100-240V, 70W, CONEX. 1" MNPT Marca : VIQUA Modelo: VP600/2 Procedencia :CANADA	UND	1.0000	3,745.7627	3,745.76
7	4920050102	EQUIPO ULTRAVIOLETA UV SOLO EQUIPO UV 3GPM, SILVER, 100-240V, 22W, CONEX. 1/2" MNPT Marca : VIQUA Modelo: S2Q-PA/2 SERIE SILVER CAPACIDAD: 2 GPM, NORMAS NSF/EPA 40MJ/CM2 LAMPARA: 17 WATTS CARCAZA: ACERO INOXIDABLE 304 CONEXIONES: Ø 1/2" PRESIÓN: 125 PSI *INCLUYE BALASTRO QUE REGISTRA LA CANTIDAD DE HORAS PRENDIDAS DE LA LAMPARA Procedencia :CANADA	UND	1.0000	1,262.7119	1,262.71
8	4920050313	EQUIPO ULTRAVIOLETA UV COBALT EQUIPO UV 46GPM, PROFESIONAL, 100-240V, 110W, CONEX. 1.5" MNPT Marca : VIQUA Modelo: VP950/2 Procedencia :CANADA	UND	1.0000	5,059.3174	5,059.32
9	4920050103	EQUIPO ULTRAVIOLETA UV SOLO EQUIPO UV 6GPM, SILVER, 100-240V, 25W, CONEX. 3/4" MNPT Marca : VIQUA Modelo: S5Q-PA/2 SERIE SILVER CAPACIDAD: 5 GPM @ 40MJ/CM2, NORMAS NSF/EPA 6 GPM @ 30MJ/CM2, STANDARD R-CAN LAMPARA : 25 WATTS CARCAZA : ACERO INOXIDABLE 304 CONEXIONES: Ø 3/4" PRESIÓN : 125 PSI INCLUYE BALASTRO QUE REGISTRA LA CANTIDAD DE HORAS PRENDIDAS DE LA LAMPARA Procedencia :CANADA	UND	1.0000	1,340.3282	1,340.33

Son: VEINTE Y DOS MIL DOSCIENTOS UNO Y 58/100 SOLES

CONDICIONES DE VENTA: CONTADO

FORMA DE PAGO

TIEMPO DE ENTREGA

LUGAR DE ENTREGA CALLE ARQUIMIDES 170 - URB. LA
CAMPINA-CHORRILLOS

VALIDEZ DE LA OFERTA 15 DIAS

DEPOSITAR EN LA CUENTA:

BANCO DE CREDITO:
Soles N° 194-1615093070

SUBTOTAL	18,814.90
IGV	3,386.68
TOTAL S/	22,201.58

REYNALDO MOLINA MOLINA
Dpto. de Ventas y Marketing
rmolina@hidroteklatino.com

Recambio Viqua – Proveedor “Hidrotek Latino”



COTIZACION No. 009557/HID

Calle Arquides 170 Lima 34 Perú

Telef: 234-2800, 234-2801, 234-2802 Nextel: 99411*9047, 99411*9029

www.hidroteklatino.com

SEÑOR(ES): HIDROTEK LATINO SAC

RUC: 20517233171

Fecha.: 22/05/2019

ATT. SR(A): JUAN MAQNZANARES

Dirección: CAL. PEREZ ARANIBAR NRO. 164 DPTO. 302

Teléfono :

E- mail :

Proyecto.: A0031

Concepto: VENTA LAMAPARA 10 GPM

Item	Codigo	Descripcion	UND MED	CANTIDAD	VALOR DE VENTA	IMPORTE TOTAL
1	4920120104	LAMPARAS PARA EQUIPO UV LAMPARA UV 10GPM, 46W, S8Q-PA, SSM-37	UND	1.0000	322.0338	322.03

Marca : VIQUA
Modelo: S810RL
POTENCIA : 37 WATTS.

Procedencia :CANADA

Son: TRESCIENTOS OCHENTA Y 00/100 SOLES

CONDICIONES DE VENTA: CONTADO

FORMA DE PAGO

SUBTOTAL	322.03
IGV	57.97
TOTAL S/	380.00

ANEJO 6: Fragmento del catálogo de Viqua



2017 Product Catalogue

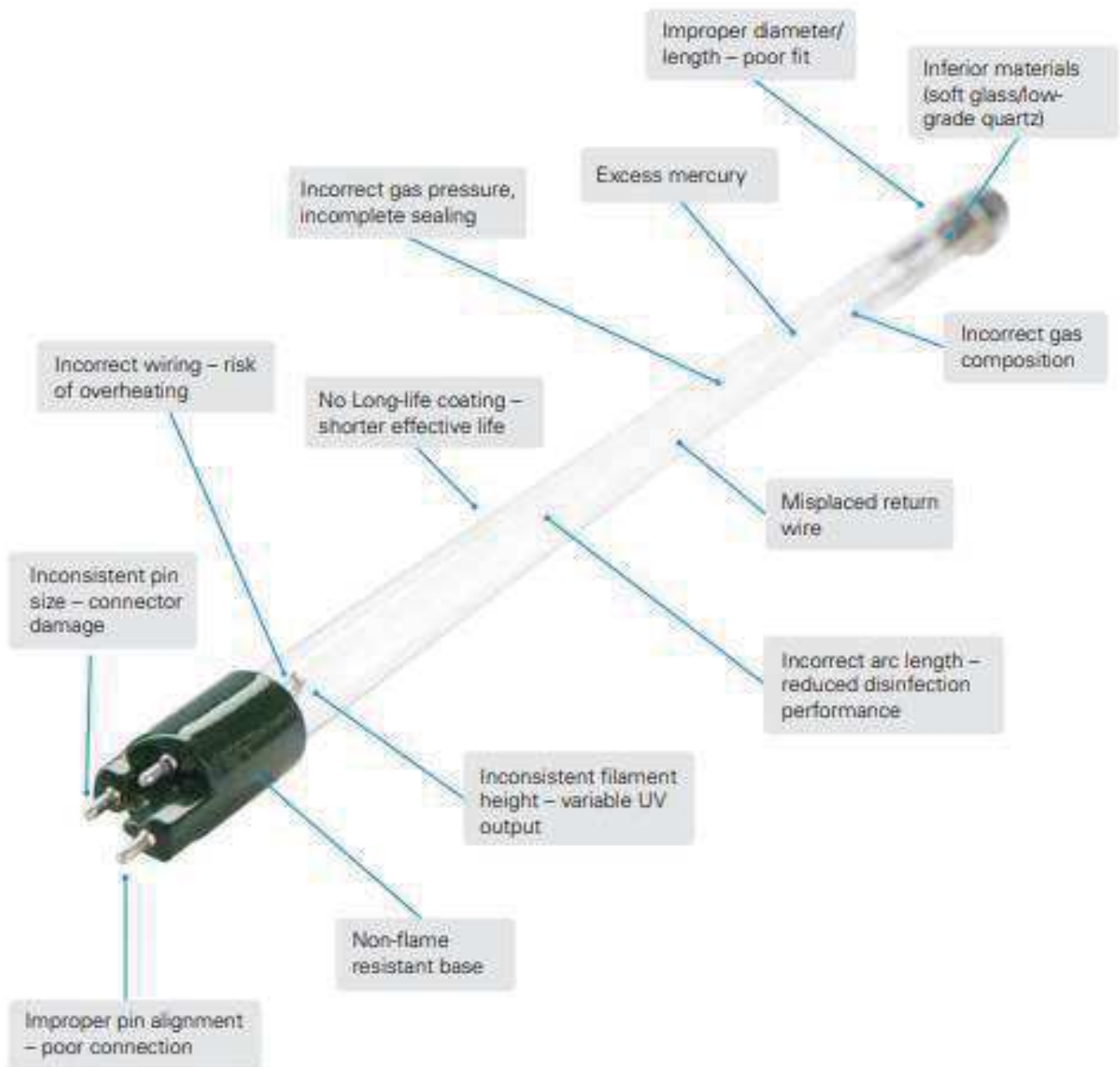


Prices effective March 1, 2017

Make Sure It's VIQUA

Risks with other UV lamps

Any or all factors result in unreliable UV dosage and potential safety concerns!



UV System Selector

GPM (lpm)	UV Dose @ 95% UVT			UV Dose @ 85% UVT			
	16 mJ/cm²	30 mJ/cm²	40 mJ/cm²	16 mJ/cm²	30 mJ/cm²	40 mJ/cm²	
1 (4)	VT1	VT1	VT4; S2Q-PA	VT1	VT4; S2Q-PA	VT4; S2Q-PA	
2 (8)		VT4; S2Q-PA					
3 (11)	VT4; S2Q-PA	S5Q-PA	S5Q-PA	VT4; S2Q-PA	S5Q-PA	S5Q-PA	
4 (15)							
5 (19)							
6 (23)							
8 (30)	S5Q-PA	VH200; S8Q-PA	D4; D4+; D4 Premium	S5Q-PA	VH200; S8Q-PA	VH200; S8Q-PA	
10 (38)							
12 (45)							
14 (53)							
16 (60)	VH200; S8Q-PA	VH410; VH410M	E4; E4+	VH200; S8Q-PA	VH410; VH410M	E4; E4+	
18 (68)							
20 (76)	D4; D4+; D4 Premium	E4; E4+	VP600; VP600M	D4; D4+; D4 Premium	E4; E4+	VP600; VP600M	
22 (83)							
24 (90)	VH410; VH410M	VP600; VP600M	F4; F4+	VH410; VH410M	VP600; VP600M	F4; F4+	
26 (98)							
28 (106)							
30 (113)							
32 (121)	E4; E4+	F4; F4+	VP950; VP950M	VP600; VP600M	VP950; VP950M	H; H+	
34 (130)							
36 (137)	VP600; VP600M	VP950; VP950M	H; H+	F4; F4+	VP950; VP950M		
38 (145)							
40 (150)	F4; F4+	H; H+	K; K+	VP950; VP950M	H; H+		
42 (159)							
44 (166)	VP950; VP950M	K; K+	K; K+	VP950; VP950M	K; K+		
46 (174)							
48 (182)							
50 (190)							
55 (210)	K; K+	K; K+	K; K+	K; K+	K; K+		
60 (227)							
65 (246)							

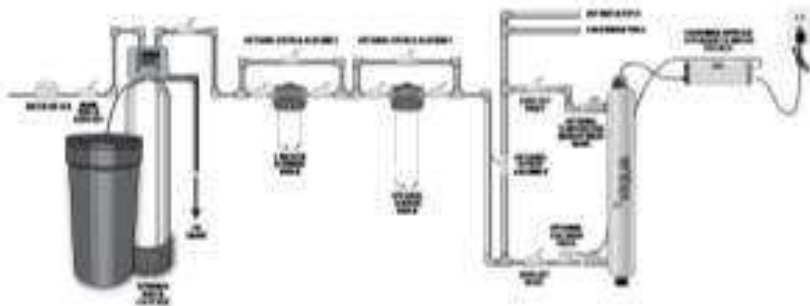


S5Q-PA, S8Q-PA, VH200, VH410 & VH410M

Ultraviolet Water Disinfection Systems from VIQUA

The quality of drinking water can change with time and become contaminated with harmful bacteria. The VIQUA **HOME** family of compact UV disinfection systems provide a **reliable, economical, and chemical-free** way to safeguard drinking water in any residential application. VIQUA's range of products have been designed and tested to ensure quality drinking water is at everyone's finger tips.

Regardless of your need, there is a VIQUA system to suit your requirements. VIQUA offers systems that range in flow rates from just 6 GPM for a small home or cottage, up to 18 GPM for a larger home or small business.



Features of VIQUA UV water disinfection systems

- Equipped to inactivate chlorine-resistant parasites such as Cryptosporidium and Giardia, harmful bacteria like *E.Coli* and viruses not visible to the naked eye.
- Specially designed and tested SteriLume™ EX and -HO lamps provide consistent and reliable ultraviolet output over the entire life of the lamp (9000 hours) to ensure continuous purification.
- The system is simple to maintain and service allowing for easy lamp replacement.
- Built with a durable stainless steel chamber to prolong life and eliminate ultraviolet light degradation.
- Safety-Loc™ connector with interlock that ensures power is disconnected before lamp can be removed.
- The controller visually displays the remaining lamp life and will go into alarm if the lamp fails. Monitored systems are equipped with a UV sensor which provides a continuous readout of UV intensity.
- Monitored systems allow for the installation of an optional solenoid valve which will stop the flow of water through the chamber should the UV performance fall below a safe level.



MODEL	S5Q-PA	S8Q-PA	VH200	VH410	VH410M
FLOW RATES @ 95% UVI					
US Public Health (16 mJ/cm ²)	11 GPM (42 lpm) (2.5 m ³ /hr)	19 GPM (72 lpm) (4.3 m ³ /hr)	16 GPM (60 lpm) (3.6 m ³ /hr)	34 GPM (130 lpm) (7.9 m ³ /hr)	34 GPM (130 lpm) (7.9 m ³ /hr)
VIOA Standard (30 mJ/cm ²)	6 GPM (23 lpm) (1.4 m ³ /hr)	10 GPM (38 lpm) (2.3 m ³ /hr)	9 GPM (34 lpm) (2.0 m ³ /hr)	18 GPM (70 lpm) (4.2 m ³ /hr)	18 GPM (70 lpm) (4.2 m ³ /hr)
NSF/EP6 (40 mJ/cm ²)	4.5 GPM (17 lpm) (1.0 m ³ /hr)	8 GPM (29 lpm) (1.8 m ³ /hr)	7 GPM (26 lpm) (1.6 m ³ /hr)	14 GPM (54 lpm) (3.3 m ³ /hr)	14 GPM (54 lpm) (3.3 m ³ /hr)
DIMENSIONS					
Chamber	22" x 2.5" (56.1 cm x 6.5 cm)	35.5" x 2.5" (90.4 cm x 6.5 cm)	17.75" x 3.5" (45 cm x 8.9 cm)	23.5" x 3.5" (59.6 cm x 8.9 cm)	23.5" x 3.5" (59.6 cm x 8.9 cm)
Controller	7.25" x 3.25" x 2.5" (18.6 cm x 8.1 cm x 6.4 cm)	7.25" x 3.25" x 2.5" (18.6 cm x 8.1 cm x 6.4 cm)	7.25" x 3.25" x 2.5" (18.6 cm x 8.1 cm x 6.4 cm)	7.25" x 3.25" x 2.5" (18.6 cm x 8.1 cm x 6.4 cm)	9.25" x 3.25" x 2.5" (24 cm x 8.1 cm x 6.9 cm)
Inlet/Outlet Port Size	3/4" MNPT*	3/4" MNPT*	3/4" - 1" MNPT COMBO*	3/4" - 1" MNPT COMBO*	3/4" - 1" MNPT COMBO*
Shipping Weight	8 lbs (3.6 kg)	11 lbs (5 kg)	12 lbs (5.4 kg)	17 lbs (7.7 kg)	17 lbs (7.7 kg)
ELECTRICAL					
Voltage	100-240V / 50/60 Hz	100-240V / 50/60 Hz	100-240V / 50/60 Hz	100-240V / 50/60 Hz	100-240V / 50/60 Hz
Power Consumption	30 W	46 W	35 W	60 W	60 W
Maximum Operating Pressure	125 psi (8.62 bar)	125 psi (8.62 bar)	125 psi (8.62 bar)	125 psi (8.62 bar)	125 psi (8.62 bar)
Influent Water Temperature	2-40°C (36-104°F)	2-40°C (36-104°F)	2-40°C (36-104°F)	2-40°C (36-104°F)	2-40°C (36-104°F)
FEATURES					
Visual "Power On"	YES	YES	YES	YES	YES
Chamber Material	304 SS	304 SS	304 SS	304 SS	304 SS
Visual Lamp Life Remaining	YES	YES	YES	YES	YES
Audible Lamp Life Failure	YES	YES	YES	YES	YES
Audible Lamp Replacement Reminder	YES	YES	YES	YES	YES
UV Sensor	NO	NO	NO	NO	YES

* 7/8" BSP

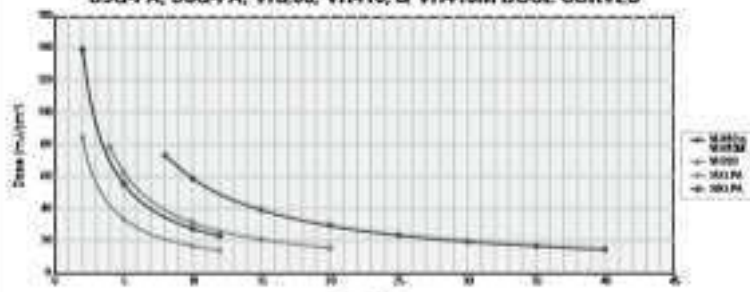
Replacement Parts

S463RE - UV lamp for S5Q-PA	QS-463 - quartz sleeve for S5Q-PA
S810RE - UV lamp for S8Q-PA	QS-810 - quartz sleeve for S8Q-PA
S200RL-HO - UV lamp for VH200	QS-001 - quartz sleeve for VH200
S410RL-HO - UV lamp for VH410 & VH410M	QS-010 - quartz sleeve for VH410 & VH410M
QL200 - quartz sleeves, UV lamp combo pack for VH200	410se7 - o-ring for quartz sleeves
QL410 - quartz sleeves, UV lamp combo pack for VH410 & VH410M	RN-001 - retaining nut for all systems
S463-OL - quartz sleeve, UV lamp combo pack for S5Q-PA	RN-001/1 - retaining nut with plug for all systems
S810-OL - quartz sleeve, UV lamp combo pack for S8Q-PA	BA-JCE-S - electronic ICL controller for S5Q-PA and S8Q-PA
BA-JCE-CL - electronic ICL controller for VH200, VH410	BA-JCE-CL - electronic ICL controller for VH200, VH410

Water Quality Parameters

Hardness	Iron	Tannins
< 7 grains (120 mg/L)	< 0.3 mg/L	< 0.1 mg/L

S5Q-PA, S8Q-PA, VH200, VH410, & VH410M DOSE CURVES



ANEJO 7: Implantación del sistema

Primera fase: Realización del muro para instalación del contador









Segunda fase: Instalación de la acometida eléctrica





Tercera fase: Instalación final del sistema completo





MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

INTALACIÓN DE DESINFECCIÓN JATUMPAMPA



Autor: Ingeniero Juan Manzanares Estrada

Entidad colaboradora: Fundación de Ingenieros de ICAI

1. Introducción	122
2. Resumen de funcionamiento	122
3. Importante	123
4. Tareas de mantenimiento	124
4.1 Limpieza del depósito	124
4.2 Limpieza de la lámpara ultravioleta	124
4.4 Rellenar el tanque de cloración	125
5. Posibles problemas y soluciones.....	126
5.1 No llega electricidad al sistema.....	126
5.2 Pérdida de presión	126
5.3 Fugas en el equipo.....	126
5.4 Agua llega contaminada	126
5.5 Alarma de fallo de lámpara tras cambiarla.....	126
5.6 Rotura de la vaina de cuarzo	126
6. Contacto	126

1. Introducción

En este manual se recogen toda la información importante relacionada con la instalación de desinfección del agua potable para la comunidad de Jatumpampa en el Distrito de los Morochucos.

En primer lugar, se hace un pequeño resumen del funcionamiento del sistema para facilitar las tareas de futuros técnicos que trabajen sobre el mismo.

Más adelante se explican claramente las tareas de mantenimiento necesarias y se mencionan posibles problemas y sus correspondientes soluciones.

Por último, se adjuntan los datos del responsable de la instalación que estará disponible para tratar de solucionar cualquier duda o incidencia que pueda surgir.

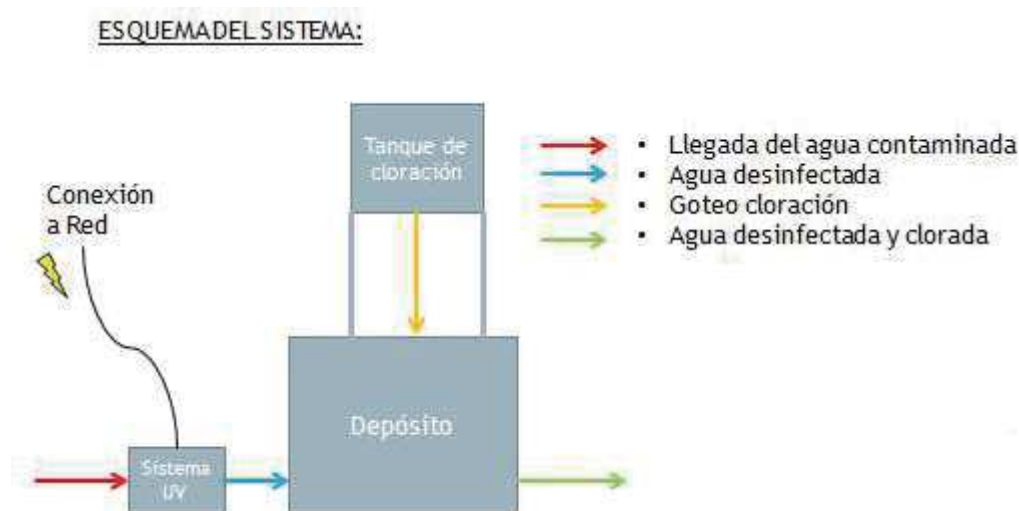
2. Resumen de funcionamiento

El sistema consta de una desinfección a través de un equipo ultravioleta previa al depósito. De este modo se consigue una calidad de agua uniforme a la entrada del sistema.

Una vez el agua entra completamente libre de microorganismos, se debe añadir una pequeña cantidad de cloro uniforme, que evite la proliferación de nuevos organismos y garantice así un almacenamiento y distribución seguros.

El nivel de cloro libre a la salida debe ser de 1 mg/l, garantizando al menos 0.5 mg/l en toda la red de distribución. Estos niveles son los exigidos por la Municipalidad los Morochucos.

A continuación, se adjunta un pequeño esquema de la instalación:



3. Importante



SALIDA

REBOSADERO

ENTRADA

Para toda tarea de mantenimiento, tanto la limpieza de la Vaina de Cuarzo como el remplazo de la lámpara se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- Cerrar la válvula de ENTRADA
- Abrir la válvula By-Pass que va de la ENTRADA A LA SALIDA
- Poner el interruptor automático que se encuentra en el contador de la luz en OFF

Una vez acabas las tareas de mantenimiento se deberá realizar el siguiente procedimiento:

- Abrir poco a poco la válvula de ENTRADA
- Cerrar poco a poco la válvula By-Pass entre la ENTRADA y la SALIDA
- Colocar el interruptor magnético del contador de la luz en posición ON

4. Tareas de mantenimiento

4.1 Limpieza del depósito

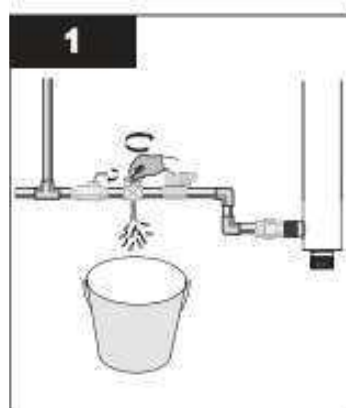
La limpieza del depósito se llevará a cabo cada **3 meses**. Para ello se vaciará por completo el reservorio y se limpiará desde dentro utilizando **3 o 4 kilos de cloro**.

Esta es la limpieza que se hacía hasta el momento. Como el agua ahora entrará libre de microorganismos, es posible que se observe el depósito más limpio de lo normal. Si este es el caso se podrá reducir la cantidad de cloro utilizada, reduciendo así el coste.

4.2 Limpieza de la lámpara ultravioleta

Cuando se realice la limpieza del depósito, cada **3 meses**, se sacará la vaina de cuarzo del equipo ultravioleta y se **limpiará suavemente con un trapo**. Con esto se pretende que la lámpara mantenga su eficacia. A continuación, se adjunta el esquema del fabricante.

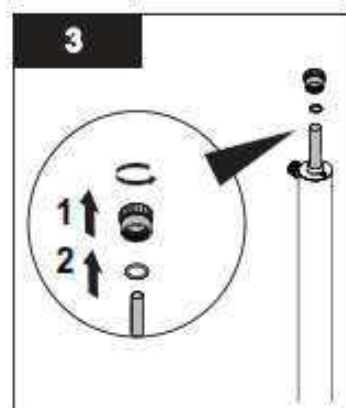
Por la sencillez de esta tarea, se recomienda que se lleve a cabo más a menudo si es posible.



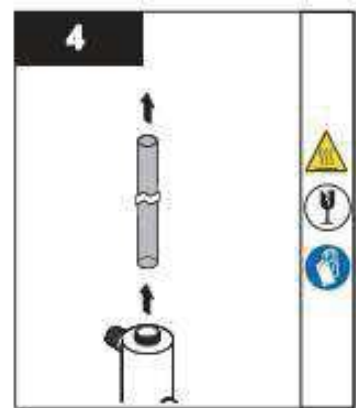
- Drene la cámara usando el puerto de drenaje.



- Quite la tuerca de retención, el muelle flotante y la junta tórica de la parte inferior.



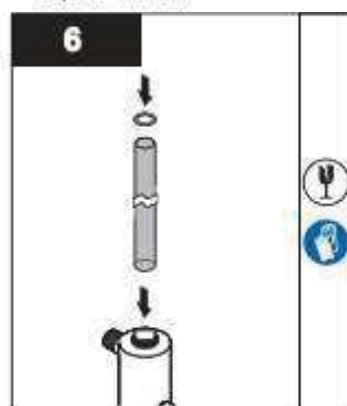
- Quite la tuerca de retención y la junta tórica de la parte superior.



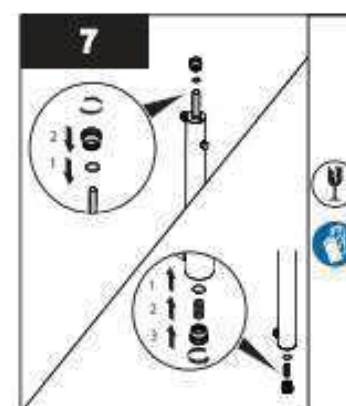
- Quite la vaina tubular de cuarzo.



- Limpie la vaina tubular de cuarzo con un trapo empapado en CLR, vinagre u otro ácido blando y, a continuación, aclárela con agua.
Nota: Si no es posible limpiar la vaina tubular por completo o si se raya o se quiebra, reemplácela.



- Vuelva a instalar la vaina tubular de cuarzo en la cámara de tal forma que sobresalga la misma distancia por ambos extremos de la cámara.
- Pase las juntas tóricas suministradas por cada extremo de la vaina tubular de cuarzo.



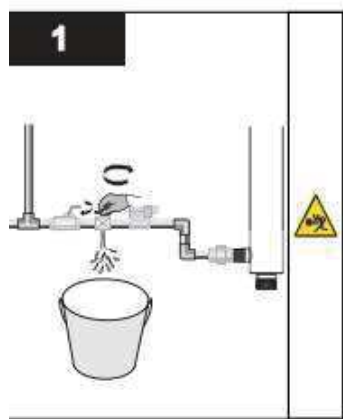
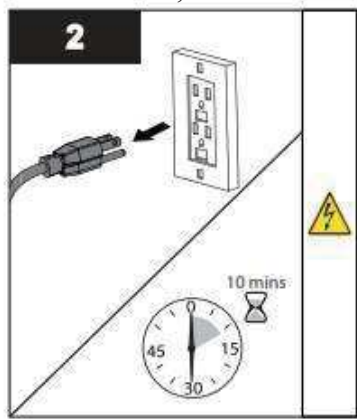
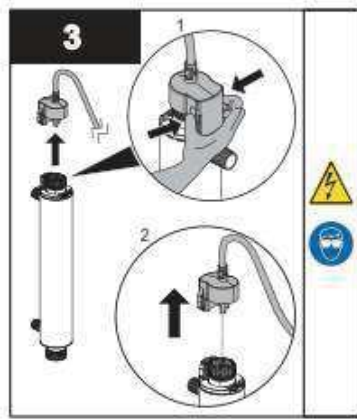
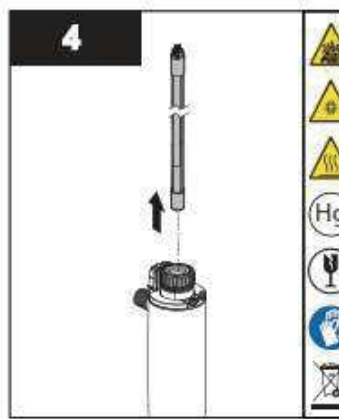
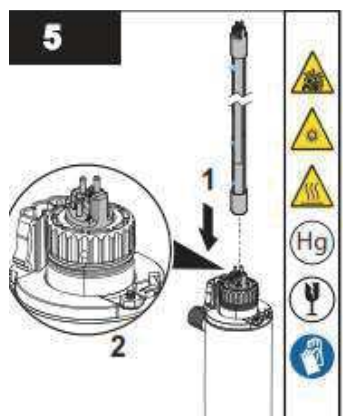
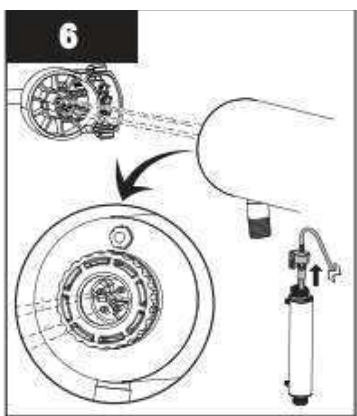
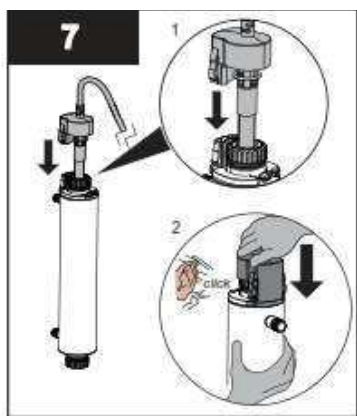
- Vuelva a instalar las tuercas de retención, el muelle flotante y las juntas tóricas de la parte superior e inferior, respectivamente.
- Cuando haya finalizado el servicio, realice los pasos que aparecen en los requisitos previos en orden inverso al desmontaje.



- Empuje el conector de la lámpara contra la base del conector hasta que se oiga un clic.
- Enchufe el conector y compruebe la pantalla LED de ENCENDIDO.
- Vuelva a realizar la presurización del sistema para comprobar si

4.3 Reemplazo de la lámpara ultravioleta

La duración de las lámparas es de 9000 horas, lo que equivale aproximadamente a un año. Por ello, **una vez al año** se procederá a **cambiar la lámpara** del equipo ultravioleta. A continuación, se muestran las instrucciones del fabricante.

 1	 2	 3	 4
Corte la línea de agua de la cámara y libere la presión del sistema antes de realizar el servicio.	Desconecte la fuente de alimentación principal y deje que la unidad se enfríe durante 10 minutos.	Quite el conector de la lámpara presionando las pestañas de bloqueo de plástico del lado del conector.	- Quite la lámpara tirando hacia arriba de la cámara y de la base del conector de la lámpara. - Sujete siempre la lámpara por los extremos de cerámica.
 5	 6	 7	 8
Introduzca por completo la lámpara nueva en la cámara de manera que la lámpara sobresalga aproximadamente 5 cm de la cámara.	Conecte el conector a la lámpara teniendo en cuenta que solo se instalará correctamente en una posición.	- Empuje el conector de la lámpara contra la base del conector hasta que se oiga un clic. - Vuelva a realizar la presurización del sistema para comprobar si hay fugas.	- Mantenga pulsado el botón de reinicio del temporizador y vuelva a aplicar alimentación al controlador hasta que vea F5EE a continuación, suelte el botón. - Después de un retardo de 5 segundos, oirá un tono audible y en la pantalla LED volverá a leerse la indicación 365.

4.4 Rellenar el tanque de cloración

Esta tarea es igual a la realizada con el sistema anterior. La diferencia es que, en este caso se consumirá mucho menos cloro. De manera **mensual** se irá rellenando el cloro regulando el goteo en función a la época y la cantidad de agua que llega al reservorio.

Además, se mezclará el cloro en un balde con el agua y se dejará reposar durante la noche antes de introducirlo en el tanque. Con esto se busca dejar que sedimente y evitar meter estos sedimentos en el sistema. Se deberá también **revisar el tubo de cloración** y quitar los posibles cristales de cloro.

5. Posibles problemas y soluciones

5.1 No llega electricidad al sistema

Se puede comprobar si llega o no corriente al sistema tratando de enchufar cualquier aparato, como el celular, a los enchufes del reservorio. Si no hay corriente se deberá contactar inmediatamente con la empresa eléctrica “Electrocentro” con sede en Cangallo, para que solucionen el problema.

5.2 Pérdida de presión

Si la presión ha bajado compruebe que todas las válvulas están completamente abiertas y busque posibles obstrucciones.

5.3 Fugas en el equipo

Si aparecen fugas revise todas las uniones y conexiones de entrada y salida. Si detecta fallos, corte el suministro de agua y repare la unión.

5.4 Agua llega contaminada

Si el agua llega más contaminada de lo normal, aumente la dosis de cloro y es posible que necesite limpiar el depósito en más en profundidad en la próxima limpieza.

5.5 Alarma de fallo de lámpara tras cambiarla

Puede que no se haya conectado correctamente. Desconecte el equipo, saque la lámpara y vuelva a conectarla asegurándose que quede en contacto con el conector.

5.6 Rotura de la vaina de cuarzo

Si la vaina de cuarzo se rompe habrá que sustituirla. Para sacarla habrá que seguir los pasos del **apartado 3.2** y sustituirla por su recambio. Si no se rompe la vaina durará mientras se limpie correctamente.

6. Contacto

Nombre: Juan Manzanares Estrada

Organización: Fundación de Ingenieros de ICAI

Teléfono: 0034 677577692

Correo: jmanzanaresestrada@gmail.com

ANEJO 9: Estado inicial toma Atocchualchancca

Fotos generales



Sistema de dosificación de cloro



Tanque de cloración



Rebosadero



Caja de válvulas de la toma



Captación del agua



DOCUMENTO 2:
PLIEGO DE
CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO.....	3
2. CONDICIONES GENERALES	4
2.1 Compromiso de la comunidad.....	4
2.2 Apoyo del autor y de la Fundación	4
2.3 Responsabilidad del JASS	4
2.4 Normativa a cumplir	4
3. CONDICIONES ECONÓMICAS.....	5
3.1 Gasto de instalación.....	5
3.2 Gasto de desinfección	5
3.3 Gasto de mantenimiento	5
4. CONDICIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES	6
4.1 Toma de tierra	6
4.2 Ensayos durante la instalación	6
4.3 Empresa eléctrica “Electrocentro”	6
4.4 Equipos ultravioletas	7
4.5 Sensores y actuadores.....	7
4.6 Resto de elementos del sistema	7

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto de este pliego es sentar las bases generales de todo lo relacionado con este proyecto. La idea es dejar claro aspectos importantes del mismo, que faciliten el trabajo de implantación, puesta en funcionamiento y mantenimiento de los sistemas descritos en este escrito.

Uno de los aspectos fundamental a tener en cuenta es la realidad del lugar. Se trata de una zona rural en un país en vías de desarrollo por lo que los recursos disponibles son escasos y poco confiables. Con esto no se quiere decir que no se deban utilizar, simplemente se debe ser consciente de que todo requiere una revisión extra debido a los pocos controles de calidad llevados a cabo.

En cuanto a la planificación de tiempos también es importante tener en cuenta lo anterior. La experiencia vivida en el lugar con la implantación del sistema en Jatumpampa es una clara muestra de ello. Procesos que deberían tardar días se demoran semanas. Aunque este tipo de problemas son difíciles de prever, es importante estar preparado para cualquier tipo de contratiempo que pueda ocasionar problemas en el desarrollo del proyecto.

A través de este pliego se trata de poner sobre aviso ciertas situaciones y aportar las soluciones necesarias o las tareas de prevención que podrían suponer la diferencia entre el éxito y el fracaso en la instalación y puesta en marcha de los sistemas.

Además, se comentarán las condiciones económicas que engloban el proyecto de mano de la Fundación de Ingenieros de ICAI, en colaboración con la comunidad local.

2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Compromiso de la comunidad

A la hora de implantar o tratar de desarrollar este proyecto en una comunidad concreta se debe pedir cierto compromiso a los responsables.

Económicamente hablando, como se muestra más adelante, la instalación de un sistema de estas características les sale gratis a los habitantes de la comunidad. Es más, debido a la optimización del sistema, les supone un ahorro respecto de su gasto actual, además de garantizarles un agua de calidad, cosa de la que ahora carecen.

Lo único que se les pide a las comunidades es el compromiso de mantener la instalación de acuerdo a lo estipulado en este trabajo y en los manuales que se les entrega. Además, como se verá en el siguiente apartado, deberán comprometerse al pago de la factura eléctrica para mantener el sistema funcionando y evitar derrochar presupuesto en una instalación que no se utiliza.

2.2 Apoyo del autor y de la Fundación

Mediante este escrito, el autor se compromete a mantener el contacto y seguimiento del sistema, estando disponible en el caso de que ocurriera cualquier imprevisto y fuera necesaria su ayuda.

Asimismo, se tratará de conseguir los fondos necesarios a través de la Fundación para poder ayudar en la compra de los repuestos y mantener el sistema funcionando en condiciones óptimas en el largo plazo.

2.3 Responsabilidad del JASS

El JASS es la Junta Administradora de los Servicios de Saneamiento. Esta junta es propia de cada comunidad y el organismo responsable dentro de la comunidad del agua potable. El contrato de la luz queda a nombre de la Junta, por lo que será ella la encargada de recaudar el dinero a través de cuotas mensuales donde engloban el gasto total de desinfección.

El JASS será el máximo responsable de los pagos y el mantenimiento de la instalación, por lo que deberá ser la principal comprometida y supervisora de estas tareas.

2.4 Normativa a cumplir

El proyecto tiene lugar en Perú, por lo que tendrá que cumplir estrictamente con la normativa de calidad de agua del gobierno de Perú, adjunta en el Anejo 3 de este escrito.

Además, como la municipalidad local carece de recursos muy sofisticados, su manera de garantizar la calidad del agua es controlando los niveles de cloro libre. Según esto se deberá mantener un mínimo 1 mg/l de cloro libre a la salida del depósito, y al menos 0,5 mg/l en toda la red.

3. CONDICIONES ECONÓMICAS

3.1 Gasto de instalación

La Fundación de Ingenieros de ICAI es la encargada de encontrar empresas que aporten la financiación necesaria para llevar a cabo las instalaciones. La comunidad no deberá realizar el pago de ninguna cantidad destinada a la instalación, aunque sí se les pedirá cierta colaboración en el proceso.

Al ser proyectos sin ánimo de lucro, la financiación conseguida es muy reducida. Es por ello que se pedirá el apoyo de los vecinos y responsables del lugar durante todo el proceso para abaratar los costes al máximo.

3.2 Gasto de desinfección

El coste de desinfección o coste de operación deberá ser asumido por los vecinos de la comunidad. Hasta ahora eran los encargados de pagar la cloración que realizaban por lo que se cree oportuno que continúen pagando el funcionamiento del nuevo sistema. Además, en ambos diseños se ha conseguido un ahorro considerable por lo que su esfuerzo económico será aún menor que el que realizan con la instalación deficiente.

En este caso el gasto de operación se desglosa en dos. En primer lugar, tendrán que comprar ellos mismos el cloro como acostumbraban a hacer. Sin embargo, gracias a la desinfección ultravioleta previa, la cantidad de cloro requerida será mucho menor.

El segundo pago que deberán realizar es la factura eléctrica correspondiente al consumo del equipo ultravioleta. El consumo del equipo será muy bajo, lo que, unido a la baja tarifa de la electricidad por ser zona rural, hace que el gasto del equipo sea mínimo.

3.3 Gasto de mantenimiento

El coste de mantenimiento se divide entre la comunidad y la Fundación de la siguiente manera.

Los gastos relacionados con las limpiezas periódicas de los depósitos corren por cuenta de la comunidad. Este gasto es básicamente el cloro, ya que la limpieza es realizada directamente por los vecinos.

El otro gasto de mantenimiento, más considerable, es la reposición de la lámpara ultravioleta pasadas las 9000 horas de vida útil. Este gasto y su correspondiente envío hasta la comunidad correrá por cuenta de la Fundación. La intención es permitir mantener a los vecinos el ahorro conseguido en la operación como un pequeño ingreso extra que les aporte algo más de calidad de vida.

4. CONDICIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES

4.1 Toma de tierra

Una de las condiciones técnicas a tener en cuenta es la necesidad de conectar el equipo ultravioleta a tierra. El fabricante insiste mucho en ello y al ser un equipo por el que circula agua, esto adquiere aún más importancia.

El problema es que los equipos vienen de Canadá y son vendidos en Lima. Al haber diferentes los enchufes en ambos países, el proveedor peruano lo vende con un adaptador simple que no da opción a conectar la toma de tierra.

Por ello, como se hizo en Jatumpampa, se deberá cortar el cable del equipo y realizar la instalación de un enchufe plano como los peruanos con su correspondiente toma de tierra. Previamente a esto se deberá comprobar el correcto funcionamiento del equipo, ya que, si está defectuoso y realizamos esta modificación, la garantía no lo cubrirá.

En cuanto a la toma de tierra en sí, como el equipo es de muy baja potencia bastará con enterrar una pica de acero en tierra cercana a la instalación y conectar el cable a ella.

4.2 Ensayos durante la instalación

Durante la instalación y puesta en marcha se deberán llevar a cabo estudios del agua para comprobar el correcto funcionamiento del sistema. Si se consiguen equipos más sofisticados estaría bien realizar análisis más en profundidad, pero si no es así, como ha sido en Jatumpampa, se deberán llevar a cabo ciertas pruebas.

Con el equipo de medición del cloro libre como único recurso se deberán hacer pruebas antes y después de la lámpara para garantizar su correcta instalación y funcionamiento.

Además, se deberá realizar un análisis a la salida para verificar que la cantidad de cloro dosificada es la idónea. Si no lo fuera, es labor del instalador o la persona al mando de realizar las modificaciones pertinentes en la dosificación para garantizar a la salida los niveles de cloro libre exigidos por la legislación local.

4.3 Empresa eléctrica “Electrocentro”

Tras meses trabajando en la zona se han tenido numerosos problemas, pero sin duda el que más ha demorado la instalación ha sido la empresa suministradora de electricidad, por lo que se cree importante avisarlo para tratar de evitar problemas en la medida de lo posible.

En primer lugar, la sucursal de la compañía se encuentra en otra comunidad, aproximadamente a una hora de Pampa Cangallo. Sin embargo, todos los trámites se realizan de manera presencial y el contacto a través del teléfono o el e-mail no son una práctica común.

El principal problema que tuve fueron malos entendidos en relación a los requisitos pedidos. Cada vez los cambiaban alegando que ya los habían pedido cuando no había sido así. Por ello sugiero que toda conversación o reunión con ellos se deje por escrito para evitar malos entendidos.

4.4 Equipos ultravioletas

Se han elegido equipos de la marca VIQUA por ser los más indicados y los más accesibles desde la zona. Sin embargo, es un sistema suficientemente simple como para que estos equipos puedan ser sustituidos por otros similares sin necesidad de realizar ninguna modificación en los diseños.

Si por circunstancias estos equipos no están disponibles o se consiguen otros de manera más económicas o más fáciles de conseguir, sólo se deberá garantizar que el equipo sea capaz de tratar el mismo volumen de agua.

Aunque no es imprescindible, porque son equipos de baja potencia, conviene vigilar que el consumo del nuevo equipo no sea excesivo ya que, un pequeño aumento en la factura, que pueda parecer insignificante, podría ser considerable dado el bajo nivel económico de los habitantes de la zona.

4.5 Sensores y actuadores

Con los sensores y actuadores pasa algo parecido que con las lámparas. Tienen una función muy sencilla por lo que cualquier marca que sea capaz de cumplir dicha tarea será válida.

Se buscará ceñirse a este escrito en la medida de lo posible, pero en el caso de no estar disponibles no habría mayor problema por cambiar de modelo.

4.6 Resto de elementos del sistema

En cuanto al resto de elementos no se ha entrado en gran detalle porque no son críticos. Dadas las limitaciones del lugar, el resto de elementos serán tales que permitan la correcta instalación y funcionamiento de los equipos críticos.

En condiciones normales se podría estipular más en concreto, pero en este caso se hará la instalación de la mejor manera posible, dados los recursos que se pueden conseguir en las ferreterías locales. Se deja a criterio del ingeniero o el instalador como combinar los elementos disponibles para conseguir el objetivo.

DOCUMENTO 3: PRESUPUESTO

TABLA DE CONTENIDO

1.	Sistema implantado en Jatumpampa	3
1.1	Elementos principales	3
1.2	Elementos de la instalación	3
1.2.1	Servicios asociados	3
1.2.2	Elementos secundarios	4
1.2.3	Conjunto de elementos de la instalación	4
1.3	Presupuesto total Jatumpampa	4
2.	Sistema teórico	5
2.1	Equipo ultravioleta y su instalación	5
2.1.1	Elementos principales	5
2.1.2	Elementos secundarios	6
2.1.3	Conjunto del equipo ultravioleta	6
2.2	Caseta de ladrillo	6
2.3	Filtro de arena	7
2.4	Elementos de control	7
2.5	Depósito superior	8
2.6	2.6. Sistema de alimentación autónomo	8
2.7	Otras tareas y mano de obra	9
2.8	Presupuesto total del diseño teórico	9

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1: Elementos principales Jatumpampa
Cuadro 2: Servicios asociados Jatumpampa
Cuadro 3: Elementos secundarios Jatumpampa
Cuadro 4: Elementos instalación Jatumpampa
Cuadro 5: Presupuesto total Jatumpampa
Cuadro 6: Elementos principales UV teórico
Cuadro 7: Elementos secundarios UV teórico
Cuadro 8: Total UV teórico
Cuadro 9: Caseta de ladrillo teórico
Cuadro 10: Filtro de arena teórico
Cuadro 11: Elementos de control
Cuadro 12: Depósito superior
Cuadro 13: Otras tareas y mano de obra teórico
Cuadro 14: Presupuesto total teórico

1. Sistema implantado en Jatumpampa

El presupuesto del diseño implantado es el presupuesto real de los gastos realizados para llevar a cabo la instalación y puesta en marcha del sistema. Se ha ahorrado gran cantidad de dinero reutilizando elementos del sistema anterior y tomando prestados ciertos equipos de las autoridades locales.

A continuación, se desglosa el presupuesto total que se ha invertido en el proyecto entre los meses de febrero y junio de 2019. Se ha llevado a cabo como una actividad de voluntariado por lo que también quedan fuera los honorarios del ingeniero.

1.1 Elementos principales

Se han contabilizado como elementos principales todos aquellos que forman parte del diseño y son elementos funcionales del sistema. También se han contabilizado en este ítem los gastos asociados como pueden ser los envíos.

	Precio unitario	Unidades	Cantidad	Precio soles	Precio €
ELEMENTOS PRINCIPALES					
Equipo VIQUA	2520	ud	1	2520	630
Envío del equipo	12	-	-	12	3
Estabilizador de tensión	45	ud	1	45	11,25
Interruptor diferencial	80	ud	1	80	20
Cable monofásico	1,1	m	12	13,2	3,3
Enchufe	8	ud	1	8	2
				Soles	Euros
			TOTAL	2678,2	669,55

Cuadro 1: Elementos principales Jatumpampa

1.2 Elementos de la instalación

Los elementos de la instalación son todos aquellos que no se han descrito explícitamente en el diseño pero que son necesarios para implementar el sistema como herramientas y mano de obra. Dentro de la instalación se ha separado en dos subgrupos.

1.2.1 Servicios asociados

El primer grupo está constituido por los servicios asociados, es decir, la mano de obra y el transporte.

ELEMENTOS INSTALACIÓN					
Servicios asociados					
Técnico instalación	100	Día	-	100	25
Transporte de materiales	30	-	-	30	7,5
				Soles	Euros
			TOTAL	130	32,5

Cuadro 2: Servicios asociados Jatumpampa

1.2.2 Elementos secundarios

El segundo subgrupo está formado por todos aquellos elementos secundarios que se han necesitado para llevar a cabo la instalación, desde herramientas hasta codos de PVC.

ELEMENTOS INSTALACIÓN					
Elementos secundarios					
Codos PVC 3/4"	2,5	ud	5	12,5	3,13
Tubo PVC 3/4"	13	6m	1	13	3,25
Accesorio 2-3/4"	6	ud	2	12	3
Pica acero	10	ud	1	10	2,5
Caja diferencial	5	ud	1	5	1,25
Yeso	7	saco	1	7	1,75
Pegamento PVC	10	ud	1	10	2,5
Sierra	5	ud	1	5	1,25
Papel de lija	2,5	ud	1	2,5	0,625
				Soles	Euros
			TOTAL	77	19,25

Cuadro 3: Elementos secundarios Jatumpampa

1.2.3 Conjunto de elementos de la instalación

Elementos Instalación		
<i>Servicios asociados</i>	130	32,5
<i>Elementos Secundarios</i>	77	19,25
TOTAL	207	51,75

Cuadro 4: Elementos instalación Jatumpampa

1.3 Presupuesto total Jatumpampa

Sumando todo lo anterior llegamos al presupuesto total de la instalación, obteniendo un coste de **721,3 €**.

	Soles	Euros
Elementos Principales	2678,2	669,55
Elementos Instalación	207	51,75
TOTAL	2885,2	721,3

Cuadro 5: Presupuesto total Jatumpampa

2. Sistema teórico

El presupuesto mostrado a continuación corresponde al sistema teórico diseñado y explicado en el apartado 8 de la memoria descriptiva de este escrito. En este caso, a diferencia del anterior es una instalación que no se ha llevado a cabo por lo que no es tan exacto.

Como ya se comentó anteriormente, debido a los bajos recursos de la zona, los contratiempos son muy habituales. Es muy común que un pequeño contratiempo te suponga un aumento en el coste de instalación por lo que lo expuesto a continuación es una aproximación de lo que más o menos costará llevar a cabo la implantación del sistema.

Los precios han sido sacados de catálogos en el caso de los equipos, y basados en la experiencia y lo observado sobre el terreno en el caso de la mano de obra. Como parte de la instalación es similar a la de Jatumpampa, el presupuesto de la misma ha servido como apoyo para poder llevar a cuantificar ciertas tareas o elementos.

En este caso, para facilitar el presupuestado se ha separado la instalación elemento a elemento.

2.1 Equipo ultravioleta y su instalación

Este apartado es toda la parte que tienen en común los dos diseños. Aunque en este caso el equipo tiene un precio distinto y de hecho es diferente, se estima que los elementos necesarios para instalar uno y otro equipo son los mismos. La mano de obra se contabilizará más adelante en conjunto.

2.1.1 Elementos principales

	Precio unitario	Unidades	Cantidad	Precio soles	Precio €
ELEMENTOS PRINCIPALES					
Equipo VIQUA	1614	ud	1	1614	403,5
Envío del equipo	12	-	-	12	3
Estabilizador de tensión	45	ud	1	45	11,25
Interruptor diferencial	80	ud	1	80	20
Cable monofásico	1,1	m	12	13,2	3,3
Enchufe	8	ud	1	8	2
				Soles	Euros
			TOTAL	1772,2	443,05

Cuadro 6: Elementos principales UV teórico

2.1.2 Elementos secundarios

ELEMENTOS INSTALACIÓN					
Elementos secundarios					
Codos PVC 3/4"	2,5	ud	5	12,5	3,13
Tubo PVC 3/4"	13	6m	1	13	3,25
Accesorio 2-3/4"	6	ud	2	12	3
Pica acero	10	ud	1	10	2,5
Caja diferencial	5	ud	1	5	1,25
Yeso	7	saco	1	7	1,75
Pegamento PVC	10	ud	1	10	2,5
Sierra	5	ud	1	5	1,25
Papel de lija	2,5	ud	1	2,5	0,625
				Soles	Euros
			TOTAL	77	19,25

Cuadro 7: Elementos secundarios UV teórico

2.1.3 Conjunto del equipo ultravioleta

Equipo ultravioleta		
<i>Elementos principales</i>	1772,2	443,05
<i>Elementos secundarios</i>	77	19,25
TOTAL	1849,2	462,3

Cuadro 8: Total UV teórico

2.2 Caseta de ladrillo

Para realizar el presupuestado de la caseta de ladrillo se encontró un presupuesto de una caseta de cloración de un proyecto en Perú con “Cooperación alemana” en internet. En este presupuesto se desglosa elemento a elemento el coste de una caseta de las mismas características. Es por ello que se ha decidido basarse en estos costes para calcular el coste. Además, tras comparar con las estimaciones de los habitantes del lugar se vio que aproximadamente coincidían.

	Precio unitario	Unidades	Cantidad	Precio soles	Precio €
Caseta de cloración					
Ladrillo	1	ud	400	400	100
Cemento	23	Bolsa	4,32	99,36	24,84
Hierro corrugado 3/8"	22	Varilla	6,02	132,44	33,11
Alambre negro N° 8	8	Kg	12	96	24
Alambre negro N°16	8	Kg	4	32	8
Arena gruesa	80	m3	0,65	52	13
Puerta metálica	350	ud	1	350	87,5
Clavos para madera	7	Kg	2	14	3,5
Aditivo para anclaje	100	ud	0,25	25	6,25
		6		Soles	Euros
			TOTAL	1200,8	300,2

2.3 Filtro de arena

Para determinar los costes y sobre todo las cantidades necesarias de elementos se ha consultado al técnico que ayudó a llevar a cabo la instalación en Jatumpampa. Tras haber trabajado con él y haberle visto trabajar, se consideró un asesor con muy buen criterio y gran conocimiento de las condiciones y la realidad de la zona.

	Precio unitario	Unidades	Cantidad	Precio soles	Precio €
Filtro de arena					
Cemento	23	Bolsa	6	138	34,5
Hierro	22	Varilla	4	88	22
Arena Construcción	80	m3	1	80	20
Arena fina llenado	22	Saco	1	22	5,5
Antracita llenado	80	Saco	1	80	20
Válvula by-pass	15	ud	1	15	3,75
				Soles	Euros
			TOTAL	423	105,75

Cuadro 10: Filtro de arena teórico

2.4 Elementos de control

En cuanto a los elementos del sistema de control, se han buscado elementos baratos y no muy complejos. Esta sería la base para el sistema de control pero una vez estuviera funcionando sería sencillo añadir algún elemento y modificar de manera sencilla el programa mostrados en la memoria del proyecto.

	Precio unitario	Unidades	Cantidad	Precio soles	Precio €
Elementos control					
Placa arduino	40	ud	1	40	10
Electroválvulas	104	ud	2	208	52
Boya	22	ud	1	22	5,5
Barra guía	8	ud	12	96	24
Cable	1,1	m	8	8,8	2,2
				Soles	Euros
			TOTAL	374,8	93,7

Cuadro 11: Elementos de control

2.5 Depósito superior

El depósito superior es una de las obras más significativas que se tiene que llevar a cabo en este diseño. De nuevo, para estimar las cantidades necesarias se ha recurrido al técnico que ayudó con la instalación del primer diseño. Con dicha información y con base en su experiencia se ha desarrollado el siguiente presupuesto.

	Precio unitario	Unidades	Cantidad	Precio soles	Precio €
Depósito superior					
Cemento	23	bolsa	25	575	143,75
Arena	80	m3	4	320	80
Hierro	22	Varilla	20	440	110
Puerta metálica	22	ud	1	22	5,5
Tubería 1" PVC	13	6m	1	13	3,25
Cono PVC rebosadero	15	ud	1	15	3,75
Codos pvc	3	ud	4	12	3
Válvulas	8	m	3	24	6
				Soles	Euros
			TOTAL	1421	355,25

Cuadro 12: Depósito superior

2.6 2.6. Sistema de alimentación autónomo

Para la alimentación, como el sistema trabaja a 12V en DC, no hace falta gran cantidad de elementos. Simplemente se requiere de un panel mayor de 46 W y una batería que asegure un funcionamiento ininterrumpido durante la noche.

	Precio unitario	Unidades	Cantidad	Precio soles	Precio €
Sistema alimentación					
Panel 75W 12 V	250	ud	1	250	62,5
Batería 12V 98Ah	300	ud	2	600	150
				Soles	Euros
			TOTAL	850	212,5

Cuadro 13: Sistema de alimentación autónomo

2.7 Otras tareas y mano de obra

Por último, se ha estimado el coste de entubar el agua y renovar la valvulería oxidada. Además, se cuantifica la mano de obra necesaria durante todo el proyecto y la maquinaria necesaria para poder enterrar el primer tramo de tubería y desenterrarla a la altura del depósito superior.

	Precio unitario	Unidades	Cantidad	Precio soles	Precio €
Tubería inicial	22	6m	4	88	22
Renovar valvulería oxidada	15	ud	3	45	11,25
Mano de obra	100	día	8	800	200
Maquinaria	400	día	1	400	100
Transporte	30	Trayecto	3	90	22,5
				Soles	Euros
			TOTAL	1423	355,75

Cuadro 14: Otras tareas y mano de obra teórico

2.8 Presupuesto total del diseño teórico

Sumando todo lo anterior se obtiene el presupuesto total estimado, que asciende a **1885,45 €**. Debido a las condiciones del lugar hay que destacar de nuevo que este dato se trata de un valor orientativo y que podría tanto aumentar como disminuir de forma considerable al llevar a cabo la implantación.

Instalación teórica	Soles	Euros
Equipo UV	1849,2	462,3
Caseta de ladrillo	1200,8	300,2
Filtro de arena	423	105,75
Elementos de control	374,8	93,7
Depósito superior	1421	355,25
Sistema autónomo	850	212,5
Otras y mano de obra	1423	355,75
TOTAL	7541,8	1885,45

Cuadro 15: Presupuesto total teórico