

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y
AGRIMENSURA



“DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
EN EL CENTRO POBLADO KANA – AYAPATA”

TESIS

PRESENTADA POR:

WILIAM RAFAEL RUIZ CUTISACA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR

PROMOCIÓN: 2014 – II

PUNO – PERÚ

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y
AGRIMENSURA

“DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL
CENTRO POBLADO KANA – AYAPATA”

TESIS
PRESENTADA POR:
WILIAM RAFAEL RUIZ CUTISACA

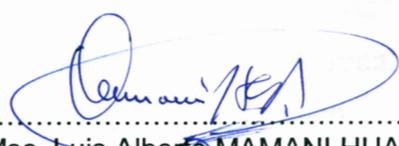
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO TOPOÓGRAFO Y AGRIMENSOR

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 28 DICIEMBRE DEL 2017
APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

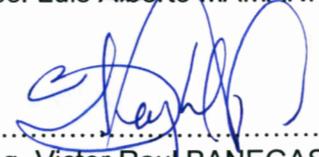
PRESIDENTE


Msc. Victor Manuel ESPINOZA PINEDO

PRIMER MIEMBRO


Msc. Luis Alberto MAMANI HUANCA

SEGUNDO MIEMBRO


Ing. Victor Raul BANEGAS LAYME

DIRECTOR DE TESIS


Ing. Valeriano CONDORI APAZA

ASESOR DE TESIS


Ing. William Fredy CONDORI CANAHUA

PUNO – PERÚ

2017

Área: Ciencias Naturales

Tema: Topografía, Geodesia, Cartografía Y Catastro.

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis queridos padres, Luciano y Martina, quiénes me han guiado y apoyado con sabiduría, esfuerzo y dedicación durante todo el transcurso de mi carrera; dándome sus consejos para llegar a ser una persona de bien y cumplir mis objetivos que me propuse.

A mis hermanos, Paul, Thalía, Orlando, Gabi, Sayu, Erick, que siempre estuvieron junto a mí dándome el aliento necesario para lograr este objetivo.

A mis queridos tíos, José Luis, Flora, Leonidas, Sabina, Norma, Oswaldo, Virginia, por su comprensión y ejemplo de vida que me brindaron durante toda mi formación personal.

A mis queridos primos, Hilario, Lucia, Remigio, Viviana, Winer, Charo, Elvis, Nieves, Pablo, Giovana, Maricruz, Yaquelin, Magda, Rosa, Vanesa, Alex, Lisbeth, Jhon, Thania, Ingrid, Aldo, Sheila, Cristian.

En memoria a mi abuelo y tío, Gerardo y Claudio Ruiz por su gran liderazgo y empeño de superación en sus vidas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, a la plana de docentes de la Escuela Profesional de ingeniería Topográfica y Agrimensura por sus valiosas enseñanzas durante mi formación profesional.

A los Ingenieros Valeriano Condori Apaza, William Fredy Condori Canahua, patrocinadores de la presente tesis.

A todos mis compañeros de estudios de la Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura; Angel, Fredy, Alejo, Wilber, Pedro, Rensi, David, Walter, Elmer, Arnold, Alexander, Wendy, Veatriz, Jareca, Hernán, kelin Casimiro Carlos, por compartir sus conocimientos para la elaboración de presente investigación.

ÍNDICE

	pág.
RESUMEN.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	12
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	14
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.1. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1.1. TOPOGRAFIA	16
2.1.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO	17
2.1.3. CALIDAD Y PROPIEDADES DEL AGUA	18
2.1.4. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MEDIO RURAL	18
2.1.5. IMPORTANCIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	18
2.1.6. POBLACIÓN.....	19
2.1.7. PRESIÓN	19
2.1.8. DIÁMETRO.....	20
2.1.9. MANANTIALES.....	20
2.1.10. AFORO	20
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	20
2.2.1. AGUAS DE LLUVIA	20
2.2.2. AGUAS SUPERFICIALES	21
2.2.3. AGUAS SUBTERRÁNEAS	21
2.2.4. CÁMARA DE CAPTACIÓN	22
2.2.5. LÍNEA DE CONDUCCIÓN	22
2.2.6. LÍNEA DE ADUCCIÓN	22
2.2.7. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO	22
2.2.8. RED DE DISTRIBUCIÓN	23
2.3. HIPÓTESIS	23
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	23

2.3.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	23
	CAPITULO III.MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	24
3.1.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	24
3.1.1.	MATERIALES.....	24
3.1.2.	SOFTWARE	24
3.1.3.	EQUIPOS E INSTRUMENTOS	24
3.2.	METODOS DE INVESTIGACION.....	25
3.3.	POBLACIÓN DE ESTUDIO	29
3.4.	TIPO DE MUESTRA DE LA POBLACIÓN	29
3.5.	INFORMACIÓN TÉCNICA	29
3.6.	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	30
3.7.	ANÁLISIS DE LA FUENTE DE AGUA	30
3.8.	AFORO	31
3.9.	POBLACIÓN DE DISEÑO.....	31
3.9.1.	CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA, METODO ARITMETICO	33
3.10.	DOTACIÓN Y CONSUMO	34
3.11.	DETERMINACIÓN DEL GASTO DE DISEÑO.....	34
3.12.	CAPTACIÓN	36
3.13.	LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	41
3.14.	RESERVORIOS.....	43
3.15.	RED DE DISTRIBUCIÓN	45
	CAPITULO IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	46
4.1.	TIPO Y ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	46
4.2.	UBICACIÓN POLÍTICA	46
4.3.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	46
4.4.	LÍMITES	46
4.5.	VÍAS DE COMUNICACIÓN Y ACCESO.....	47
4.6.	DESCRIPCIÓN DE LA LOCALIDAD	47
4.6.1.	FISIOGRAFÍA Y CLIMATOLOGÍA.....	47
4.6.2.	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	47
4.6.3.	ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIO-ECONÓMICOS	48
	CAPITULO V. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	49
5.1.	ANÁLISIS DE LA FUENTE DE AGUA	49
5.2.	AFOROS	49
5.3.	PERIODO DE DISEÑO	49
5.4.	POBLACIÓN DE DISEÑO	50
5.5.	DOTACIÓN Y CONSUMO DE AGUA.....	50

5.6.	DETERMINACIÓN DE GASTO DE DISEÑO	50
5.7.	CAPTACIÓN.....	51
5.7.1.	CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE CAPTACION	51
5.8.	LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	51
5.8.1.	CALCULO HIDRÁULICO	51
5.9.	RESERVORIO	52
5.10.	RED DE DISTRIBUCIÓN	52
5.10.1.	CALCULO HIDRÁULICO	52
	CONCLUSIONES.....	54
	RECOMENDACIONES.....	55
	BIBLIOGRAFÍA.....	56
	ANEXOS	57
	PARAMETROS Y ESTANDARES DE CALIDAD.....	57
	PLANOS.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

pág.

Figura 1: Distancia De Curva De Regresion Ajustada 1.....	26
Figura 2: Distancia De Curva De Regresion Ajustada 2.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1: TRAMO 1	25
TABLA 2: RESUMEN 1	25
TABLA 3: ANALISIS DE VARIANZA 1.....	25
TABLA 4: ANALISIS DE VARIANZA 1.....	26
TABLA 5: ANALISIS DE RESIDUALES 1	26
TABLA 6: TRAMO 2	27
TABLA 7: RESUMEN 2	27
TABLA 8: ANALISIS DE VARIANZA 2.....	27
TABLA 9: ANALISIS DE VARIANZA 2.....	28
TABLA 10: ANALISIS DE RESIDUALES 2.....	28
TABLA 11: COEFICIENTE DE CRECIMIENTO POR DEPARTAMENTO (R).	32
TABLA 12: DOTACIÓN DE POR NÚMERO DE HABITANTES.....	34
TABLA 13: DOTACIÓN POR REGIÓN	34
TABLA 14: VIAS DE COMUNICACIÓN Y ACCESO.....	47
TABLA 15: CAPTACION - RESERVORIO.....	52
TABLA 16: PARAMETROS QUE AFECTA EN LA CALIDAD ESTETICA Y ORGANOLEPTICO	57
TABLA 17: PARAMETROS QUE AFECTAN LA SALUD	58
TABLA 18: PARAMETROS BACTERIOLOGICOS.....	58
TABLA 19: ESTANDARES DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE.....	59

RESUMEN

El presente trabajo de investigación “diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua en el Centro Poblado Kana Distrito de Ayapata” Provincia de Carabaya, Región Puno, se realiza para ver de qué manera influyen los parámetros hidráulicos en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, cuales los métodos más adecuados para los cálculos hidráulicos y el diseño de sistema de distribución más óptimo de abastecimiento de agua. Para el diseño se calcularon los parámetros hidráulicos en todo el sistema, desde la captación, línea de conducción, línea de aducción, red de distribución, así como para el diseño del reservorio. La fuente seleccionada presenta agua de buena calidad ubicado en la parte alta del centro poblado de Kana, que por su ubicación y afloramiento se define como manantial de ladera, cuyo caudal de aforo es mayor que el consumo máximo diario, suficiente para cubrir los requerimientos de demanda de la población. De acuerdo al tipo de fuente su ubicación, cantidad y calidad de agua como la topografía de la zona, se plantea el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad mediante piletas públicas, sistema abierto, así mismo Para el diseño de los componentes del sistema se determinó la población futura para un periodo de diseño de 20 años, con esta información se calcularon las necesidades de agua para la población; es decir, el consumo promedio anual, consumo máximo diario y el consumo máximo horario. Los calculo hidráulicos se realizaron con el método aritmético que considera que el crecimiento de una población es constante es decir asimila a una línea recta por consiguiente si influyen en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el centro poblado de Kana – Ayapata, se diseñó el sistema de red de distribución de tubería PVC SAP (2816.00 m.l.), con un consumo máximo horario ($Q_{mh} = 0.46$ l/s.), manantial ladero (2.6 l/s.), cámara de captación, línea de conducción (2300mtrs.), 01 reservorio, caseta de válvulas, línea de aducción y red de distribución de tubería PVC SAP (2816m.l.), cajas de válvulas de control (7), cajas de válvulas de purga (5).

Palabras claves: caudal, pendiente, rugosidad, parámetros hidráulicos, sistema de abastecimiento.

INTRODUCCIÓN

El recurso agua en el espacio y el tiempo es muy desigual, por lo que es necesario la construcción de obras que permitan un suministro adecuado y permanente de agua para el consumo humano. El recurso más indicado para servir a las zonas rurales es el agua “dulce”, el que se dispone en los acuíferos y manantiales. En general estas fuentes de agua están localizadas lejos del punto de necesidad o en acuíferos.

En nuestro departamento las personas viven en áreas donde el agua es escasa y a menudo se tiene que transportar desde largas distancias, particularmente durante los periodos de sequía. La escasez de agua también puede inducir a la gente al uso de fuentes contaminadas por heces de animales y que son, por lo tanto, peligrosas para la salud.

El incremento significativo del acceso al consumo de agua potable en las zonas rurales de nuestro país es uno de los principales desafíos que deben enfrentar todas aquellas instituciones que están comprendidas en la mejora de la calidad de vida de la mayoría de la población. Sistemas de abastecimiento de agua potable seguro adecuados y accesibles conjuntamente con un saneamiento apropiado, permitirán eliminar o disminuir los riesgos de muchas enfermedades, mejorando sensiblemente la situación general de salud y disminuyendo la carga de trabajo de las familias, en particular de mujeres y niños.

Según la organización mundial de salud el 25 % de las enfermedades se deben a la insalubridad del agua existiendo una relación entre la calidad, cantidad de agua abastecida y número de casos de enfermedades en la población consumidora.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema del suministro de agua para la población rural en nuestro departamento, actualmente es una preocupación latente, el crecimiento demográfico rural y conforme aumenta la población y se crean nuevas necesidades y hace que el consumo de agua potable sea cada vez mayor, motivo por el cual se debe de suministrar de manera adecuada y racional este recurso.

De acuerdo a las estadísticas de centros de salud del Departamento de Puno, las poblaciones que cuentan con el suministro de agua y desagüe sufren bajos porcentajes de enfermedades infecto contagiosas especialmente de origen hídrico, frente a otras localidades que carecen de este servicios vitales por tanto se debe de proveer de la cantidad necesaria de agua inocua exenta de agentes patógenos y a controlar los riesgos de enfermedades gastrointestinales y a lograr un mejoramiento de las condiciones higiénicas y de esta manera mejorar la calidad de vida y contribuyendo al desarrollo económico y social de los pueblos de departamento de puno.

Se realiza el presente proyecto de investigación con la finalidad de dotar a esta zona con agua potable, pues conforme se va incrementando la población se crean nuevas necesidades y hacen del saneamiento básico un problema crítico, hoy en día el agua que consumen los pobladores es de un pequeño sistema de abastecimiento de agua, este sistema de abastecimiento no cubre las necesidades requeridas de la población y por este motivo recurren a manantiales que forman un pequeño riachuelo que baja de la parte alta de la quebrada, expuestos a la intemperie sin ningún cuidado higiénico, lo cual nos indica las condiciones de insalubridad en que viven estos pobladores, y en otros casos deben transportar el agua en cubas, varios metros para poder abastecerse generándose un gasto de energía, siendo principalmente mujeres y niños los que cumplen este labor.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera influyen los Parámetros Hidráulicos en el Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua en el Centro Poblado de Kana - Ayapata?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son los Métodos más Adecuados para los cálculos Hidráulicos en el sistema de abastecimiento de agua potable en el C.P. Kana - Ayapata?
- ¿Cuál es el diseño de sistema de Distribución más óptimo para el Abastecimiento de Agua Potable en el C.P. Kana - Ayapata?

1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El centro poblado de Kana, no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable adecuado en donde en la actualidad carece de abastecimiento de agua potable por lo que se hace imperioso dotársele de un sistema de agua que sea acorde con las necesidades más inmediatas de la población siendo la necesidad el brindar salud a sus pobladores ya que por falta de agua potable se ha conducido a ocasionar enfermedades a la población.

Según la Organización Mundial de Salud, el 25% de las enfermedades se debe a la insalubridad del agua existiendo una relación entre calidad, cantidad de agua abastecida y en número de casos de enfermedades de la población consumidora.

El presente trabajo de investigación se basa en las gestiones realizadas por el Centro Poblado ante las instituciones del estado y instituciones no estatales de apoyo a Centros Poblados ONGs, etc. La atención urgente para la formulación del expediente técnico y ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El abastecimiento de agua potable en nuestro país es deficiente, solo el 23% de la población Rural y el 72% Urbana cuenta con servicio de agua potable siendo esto uno de los motivos para la incidencia y persistencia de enfermedades.

Los niveles de insalubridad en que se encuentran los centros poblados Rurales de nuestro país y especialmente en el altiplano, permiten la presencia de una serie de enfermedades gastrointestinales afectando principalmente a los grupos humanos de alto riesgo tales como niños, madres gestantes, lactantes y ancianos.

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad resolver el problema de abastecimiento de agua potable, a un nivel de mayor confiabilidad y cercano al punto de utilización, ya que actualmente hacen uso de un pequeño sistema de abastecimiento de agua, este sistema de abastecimiento de agua no abastece a la población por tanto recurren a manantiales que bajan de la quebradas y acequias, sin ningún tipo de tratamiento alguno y que expone a la población a una serie de enfermedades, en el Centro Poblado de Kana se pretende lograr estos objetivos de salubridad e higiene, y el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable más adecuado y eficiente; y dotar agua de buena calidad.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar los Parámetros Hidráulicos para el Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua potable en el C.P. Kana - Ayapata.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los métodos más adecuados para los cálculos Hidráulicos en el sistema de abastecimiento de agua potable en el C.P. Kana - Ayapata.

- Diseñar el Sistema de Red de Distribución de Agua Potable en el C.P. Kana - Ayapata.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. TOPOGRAFIA

Define, que como la ciencia, el arte y la tecnología de encontrar o determinar las posiciones relativas de puntos residuales por encima de la superficie de la tierra. La topografía se puede considerar como la disciplina que comprende todos los métodos para medir, procesar y difundir la información la tierra acerca de la tierra y nuestro medio ambiente. En la actualidad, la importancia de medir y verificar nuestro medio ambiente se vuelto critica crece la población, aumenta el valor de la tierra, nuestros recursos naturales se empobrecen y las actividades del hombre continúan contaminando nuestra tierra, agua y aire. Los topógrafos actuales pueden medir y observar la tierra y sus recursos naturales literalmente sobre una base global. Utilizando las modernas tecnologías terrestres, aéreas y por satélite, así como los computadores para el procesamiento de datos. **Wolf, P. & Brinker, R. (2007).**

Indica, que la topografía es una obra que trata de resaltar el lugar importante que ocupa actualmente, debido a que la tecnología ha cambiado en forma fundamental sobre las formas de ejecutar Topografía, cuya base de datos proviene de las programas informáticos diseñados para tal fin. A ello le añadimos la modernización de los equipos topográfico, cuyo logro más importante lo constituye la estación total como ya se ha observado, la Topografía como una rama de la Geomántica.

Pero los avances tecnológicos continúan con los sistemas de posicionamiento global, proveniente del sistema NAVSTAR, en paralelo con el sistema GLO-NASS y Galileo. De hecho, son increíbles las precisiones en la determinación de los puntos en cualquiera de estos sistemas para fines de topografía.

Y para obtener los planos georreferenciados se cuentan con una gama de programas de dibujo en 2D y en 3D. Nos referimos a los programas de dibujo topográfico asistido por ordenador y todo lo que se necesita el estudiante o profesional de la Ingeniería es mantenerse actualizado con los avances tecnológicos en materia de Topografía. Zuñiga, P. (2010).

2.1.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO

Define, que la fuente de abastecimiento en formas directa o con obras de regulación deberá asegurar el caudal máximo diario. La calidad de las aguas a suministrar deberá de satisfacer las disposiciones del reglamento de la ley de aguas del ministerio de agricultura. Las obras de conducción son estructuras que deberán de permitir conducir el caudal correspondiente el máximo anual de la demanda diaria. La red de distribución se diseñará con el caudal correspondiente el máximo anual de la demanda horaria. **Vierendel, M. (1991).**

Define, que un sistema de abastecimiento de agua está constituido por una serie de estructuras presentadas características diferentes, que serán afectadas por coeficientes de diseño distintos en razón de la función que cumplen dentro del sistema. Por tanto, para su diseño es preciso conocer el comportamiento de los materiales bajo el punto de vista funcional su aprovechamiento y eficiencia, para ajustarlos a criterios económicos. Antes de analizar cada componente y su integración en el conjunto, es conveniente establecer y analizar aquellas características que conformaran los criterios de diseño. **Arocha, R. (1977).**

- Cifras de consumo de agua.
- Periodos de diseño y vida útil de la estructura.
- Variaciones periódicas de los consumos e influencias partes del sistema.
- Clases de tuberías y materiales a utilizar.

2.1.3. CALIDAD Y PROPIEDADES DEL AGUA

Señala, que según las normas de calidad de agua del organismo mundial de la salud (O.M.S.). La calidad del agua es un aspecto de importancia fundamental, ya que esta contiene en suspensión y en solución una gran cantidad de sustancias y compuestos que son los que le dan sus características peculiares y los que determinan el tratamiento de acuerdo al uso que se le va a dar.

La relación de la calidad de agua y los efectos de la salud ha sido estudiada para cada una de las características de la calidad de agua, es básicamente una determinación de los organismos y de los componentes minerales y organismos del agua. O.P.S. (1975).

2.1.4. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MEDIO RURAL

Define, que un servicio de abastecimiento de agua potable puede ser desarrollado por iniciativa individual o en grupo de personas que van a ser atendidas por el mismo. Este servicio generalmente surge y crece con la comunidad, pero también suele suceder que es necesario instalar el servicio en una comunidad ya establecida. Un sistema de abastecimiento de agua necesita transportar el agua desde la fuente hasta la planta de tratamiento (si existe) y luego hasta el área de distribución. Jordán, Jr. (1988).

2.1.5. IMPORTANCIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Indica, que la fuente de abastecimiento puede ser ubicada en un nivel más bajo, a la misma altura o en la parte del centro poblado todas estas características, sus ventajas y sus desventajas permitirán la mejor selección técnica y económica entre las posibles alternativas. El agua pura es un producto artificial, las aguas naturales siempre contienen materias extrañas en solución y suspensión en proporciones muy variables. Estas sustancias pueden modificar considerablemente las propiedades, efectos y usos del agua.

El primer paso en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es seleccionar una fuente adecuada a una combinación de fuentes de agua en cantidad suficiente a la forma de aprovechamiento se considera tres tipos principales de fuente. **Vierendel, M. (1991).**

TIPOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE:

Aguas de lluvia colecta de los techos o en un área preparada.

- Aguas superficiales:
 - a) Aguas río.
 - b) Aguas de los lagos naturales.

- Aguas subterráneas:
 - a) Captadas de manantiales.
 - b) Captadas de pozos de poca profundidad.
 - c) Captadas de pozos profundos y artesianos.
 - d) Captadas de galerías filtrantes horizontales.

Indica, que las comunidades tienen una organización social formal, e informal con un aspecto al uso del agua. La disposición de cómo se debe acarrear el agua, por ejemplo es asunto familiar e informal, pero el acceso de las fuentes de agua que se deben utilizar puede ser un asunto de organización más formal. Para que un sistema de fuentes llegue a ser un tipo de “tecnología socialmente adecuada”, no solo es necesario que sea socialmente aceptable en términos de convivencia, costos y cultura. La comunidad local posiblemente acepte por completo una fuente pública en esos tres aspectos. Calle, J. (1995).

2.1.6. POBLACIÓN

Indica, que el factor población es el que determina los requerimientos de agua. Se considera todas las personas utilizarán el sistema de agua potable a proyectarse siendo necesario por ello empadronar a todos los habitantes. **Agüero, R. (1997).**

2.1.7. PRESIÓN

Señala, que en la línea de conducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. En un tramo de tubería que está operando a tubo lleno. **Agüero, R. (1997).**

2.1.8. DIÁMETRO

Indica, que para determinar los diámetros se consideran diferentes soluciones y se estudian diversas alternativas desde el punto de vista económico. Considerando el máximo desnivel en toda la longitud del tramo, el diámetro seleccionado deberá tener la capacidad de conducir el gasto de diseño con velocidades comprendidas entre 0.6 y 3.0 m/s; y las pérdidas de carga por tramo calculado deben ser menores o iguales a la carga disponible. **Agüero, R. (1997).**

2.1.9. MANANTIALES

Define, que un manantial como un lugar donde se produce un afloramiento natural de agua subterránea. El agua del manantial fluye por lo general a través de una formación de estratos con grava, arena o roca fisurada. En los lugares donde existen estratos impermeables, estos bloquean el flujo subterráneo del agua y permite que aflore a la superficie. **Agüero, R. (1997).**

2.1.10. AFORO

Define, que es la operación para medir un caudal, es decir, el volumen de agua por Unidad de tiempo y éste se mide en litros/segundo. Se utilizó el método volumétrico realizado en la época de estiaje, para asegurar el caudal mínimo de la fuente y suplir la demanda de agua de la población. **Lam, J. (2011).**

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. AGUAS DE LLUVIA

Indica, que la captación se emplea en aquellos casos en los no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante, para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar el agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico. **Agüero, R. (1997).**

Define, que las aguas de lluvia que en lugares donde se tiene una cantidad de precipitación apreciable, el agua puede ser colectada en los tejados de las viviendas y almacenada en cisternas o lagunas. En las zonas rurales esta agua es utilizada frecuentemente para fines domésticos, incluyendo el consumo humano. **Miglio, R. (1995).**

2.2.2. AGUAS SUPERFICIALES

Manifiesta, que las aguas superficiales están constituidos por los arroyos, ríos, lagos, etc. Que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua. **Agüero, R. (1997).**

Define, que las aguas superficiales están constituidas por ríos, quebradas y lagos, requieren para su utilización de información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y de calidad de agua. **Arocha, R. (1977).**

2.2.3. AGUAS SUBTERRÁNEAS

Define, que como parte de precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. **Agüero, R. (1997).**

Define, que las aguas subterráneas que constituyen parte del ciclo hidrológico y son aguas que por percolación se mantienen en movimiento a través de estratos geológicos capaces de contenerlas y de permitir su circulación. **Arocha, R. (1977).**

2.2.4. CÁMARA DE CAPTACIÓN

Indica, que está construida en un manantial ubicado en la parte alta del centro poblado, con dimensiones mínimas y de construcción sencilla para proteger adecuadamente el agua contra la contaminación causada por la presencia de agentes externos. **Agüero, R. (1997).**

2.2.5. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Indica, que transporta el agua desde la cámara de captación hasta el reservorio de almacenamiento. **Agüero, R. (1997).**

Define, que la línea de conducción como un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechándola carga estática existente. Debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo que en la mayoría e los casos nos llevara a la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporte. **Miglio, R. (1995).**

2.2.6. LÍNEA DE ADUCCIÓN

Indica, que transporta el agua desde el reservorio de almacenamiento hasta el inicio de la red de distribución. **Agüero, R. (1997).**

2.2.7. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

Indica, que permitirá satisfacer las máximas demandas de consumo de agua de la población. **Agüero, R. (1997).**

Define, que como la importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente. **Miglio, R. (1995).**

2.2.8. RED DE DISTRIBUCIÓN

Indica, que transporta el agua a los diferentes sectores de la población mediante tuberías matrices y secundarias. **Agüero, R. (1997).**

Manifiesta, que la red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población. **Miglio, R. (1995).**

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

Los parámetros hidráulicos influyen en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el C.P. Kana - Ayapata.

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- Los métodos y los cálculos hidráulicos son más adecuados en el sistema de abastecimiento de agua potable en el C.P. Kana – Ayapata.
- El diseño de sistemas de distribución es óptimo para el abastecimiento de agua potable en el C.P. Kana – Ayapata.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.1. MATERIALES Y EQUIPOS

3.1.1. MATERIALES

- Libreta de campo.
- Varillas de fierro de 1/2 “
- Cemento.
- Pintura.
- Materiales de escritorio.

3.1.2. SOFTWARE

- AutoCAD civil 3D 2016 Para procesar Planos.
- AutoCAD 2016.
- WaterCAD Para Modelación de Sistemas de Distribución.
- Microsoft Excel 2013.

3.1.3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Computadora Samsung
- Laptop Toshiba core i7
- Impresora. 44
- Plotter HP T520
- Calculadora CASIO 9800.
- GPS Navegador Garmin 60CSX.
- Estación Total Leica Ts06
- Nivel de Ingeniero topcon At-B4
- 01 mira
- 03 Prismas circular con tablilla marca CST
- Radios Walkie Talkie Motorola Md 200pr 20k.m.
- Cámara fotográfica Lumix Panasonic.

3.2. METODOS DE INVESTIGACION

De acuerdo a la clasificación de la investigación científica, por su nivel, la presente Tesis es una Investigación Descriptiva Cuantitativo.

TRAMO 1

TABLA 1

<i>Distancia(x)</i>	<i>Caudal(y)</i>
115.86	0.4062
316.49	0.089
216.92	0.089
92.62	0.089
113.23	0.0267
111.62	0.089

Fuente: Elaboración Propia (2017).

RESUMEN 1

TABLA 2

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.188816821
Coeficiente de determinación R ²	0.035651792
R ² ajustado	-0.20543526
Error típico	0.15027366
Observaciones	6

Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANALISIS DE VARIANZA 1

TABLA 3

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.00333	0.00333	0.14787	0.72014
Residuos	4	0.09032	0.02258		
total	5	0.09366			

Fuente: Elaboración Propia (2017)

TABLA 4

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	0.17879	0.13746	1.30054	0.26326	-0.20288	0.56046
Distancia	-0.00029	0.00071	-0.38455	0.72014	-0.00241	0.00182

Fuente: Elaboración Propia (2017).

ANÁLISIS DE LOS RESIDUALES 1

TABLA 5

<i>Observación</i>	<i>Pronóstico caudal</i>	<i>Residuos</i>
1	0.144773032	0.261426968
2	0.085866364	0.003133636
3	0.115100959	-0.026100959
4	0.151596492	-0.062596492
5	0.145545222	-0.118845222
6	0.146017931	-0.057017931

Fuente: Elaboración Propia (2017).

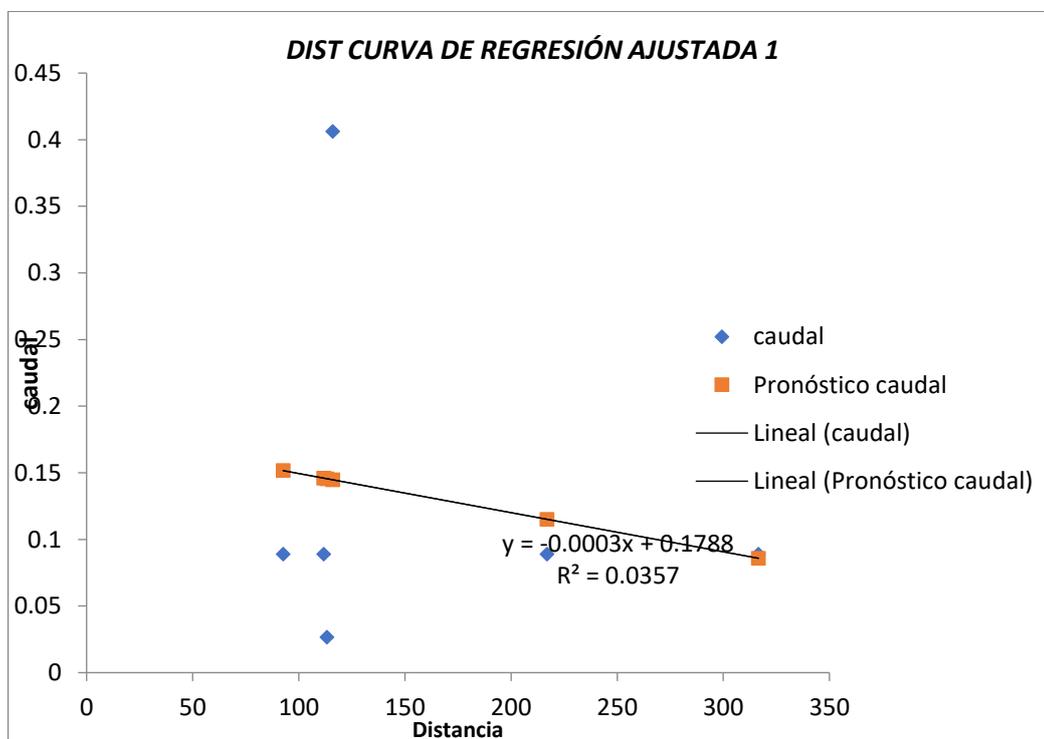


FIGURA 1

Fuente: Elaboración Propia (2017)

TRAMO 2**TABLA 6**

<i>Distancia(x)</i>	<i>Caudal(y)</i>
182.69	0.462
89.68	0.0444
139.35	0.0533

Fuente: Elaboración Propia (2017).

RESUMEN 2**TABLA 7**

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.85553252
Coefficiente de determinación R ²	0.7319359
R ² ajustado	0.4638718
Error típico	0.17468556
Observaciones	3

Fuente: Elaboración Propia (2017)

ANALISIS DE VARIANZA 2**TABLA 8**

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.08331	0.08331	2.73045	0.34645
Residuos	1	0.03051	0.03051		
Total	2	0.11383			

Fuente: Elaboración Propia (2017)

TABLA 9

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	-0.41530	0.37794	-1.09885	0.47003	-5.21755	4.38694
distancia	0.00438	0.00265	1.65240	0.34645	-0.02933	0.03810

Fuente: Elaboración Propia (2017)

ANALISIS DE LOS RESIDUALES 2

TABLA 10

<i>Observación</i>	<i>Pronóstico caudal</i>	<i>Residuos</i>
1	0.38589014	0.07610986
2	-0.02201033	0.06641033
3	0.19582019	-0.14252019

Fuente: Elaboración Propia (2017)

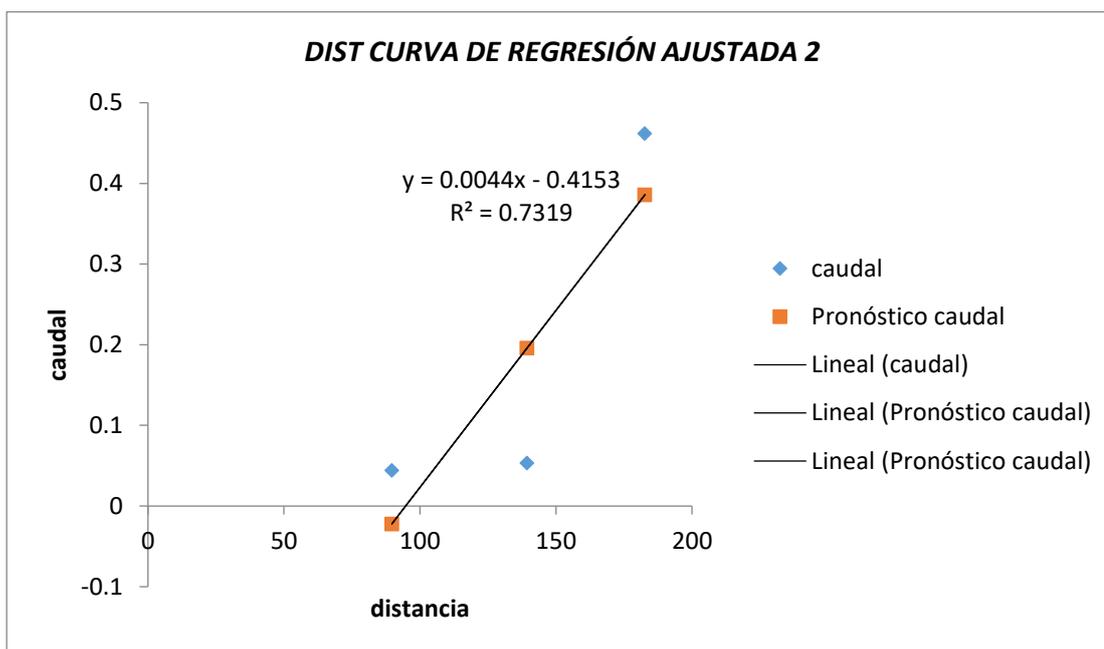


FIGURA 2

Fuente: Elaboración Propia (2017)

3.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO

De acuerdo con los datos de la encuesta realizadas, el Centro Poblado de Kana agrupa a 69 familias que representa una población de 320 habitantes con un promedio de 06 miembros por familia, la población está conformada de:

- 45% de mujeres.
- 55% de varones.

A si mismo cabe indicar la migración de los jóvenes hacia las localidades de Juliaca, Puno y Arequipa, Lima y a las universidades.

3.4. TIPO DE MUESTRA DE LA POBLACIÓN

La muestra se calculará a partir de la población obtenida y se recogerán, datos con el apoyo de las autoridades y/o organizaciones, como el comité de agua potable y para realizar el estudio se considera tres factores:

- Población.
- Nivel de organización de la población.
- Actividad económica.

3.5. INFORMACIÓN TÉCNICA

Para realizar con éxito este proyecto de investigación se recopiló la información sobre:

- Consumo actual
- Reconocimiento y selección de la fuente
- Topografía de la zona
- Tipo de suelo
- Clima.

Los procedimientos y métodos adoptados se desarrollan a continuación.

3.6. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Se realizó el levantamiento topográfico de la zona de captación, tramos de línea de conducción, aducción y área de expansión de vivienda rural, con el objetivo de plasmar en un solo plano el relieve del terreno.

El proceso completo de un levantamiento puede dividirse en dos partes:

- Trabajos de campo.
- Trabajos de gabinete.

Para los trabajos topográficos de campo, se realizó en tres días y se requirió el siguiente equipo: 01 estación total, 03 prismas circulares, 03 porta prismas, 01 trípode, 01 GPS Navegador Garmin, 01 flexómetro.

El punto de inicio para los trabajos de levantamiento topográfico se ha iniciado desde la captación, planta de tratamiento siguiendo todo el recorrido de la línea de conducción, aducción y red de distribución. El levantamiento para el proyecto fue con estación total leica Ts06, cuyas coordenadas UTM de Inicio son: N 8472367.3485 - E 357582.919 cota 3581.00 msnm. Para realizar el levantamiento topográfico se hizo un reconocimiento de la zona, dejando señales de ubicación en el terreno de los posibles vértices de la red de apoyo, siguiendo el levantamiento topográfico por medio de una poligonal abierta.

La nivelación se ha efectuado a lo largo del eje de toda la línea de conducción, cada 20m. Realizando los ajustes se ha determinado el perfil longitudinal de la línea de conducción, sobre el cual se determinó el trazo de la rasante y la línea gradiente hidráulica.

3.7. ANÁLISIS DE LA FUENTE DE AGUA

La toma de muestra se hizo del manantial Millusaya, en un frasco limpio, las muestras son etiquetadas y analizadas en laboratorio. Los resultados de los análisis físico-químicos y bacteriología se encuentran dentro de los límites estipulados por el O.M.S. y por consiguiente el agua es de buena calidad para el consumo humano.

En relación entre la calidad de agua y de los efectos de la salud ha sido estudiado para cada una de las características de la calidad de agua, es básicamente una determinación de los organismos del agua.

Los requerimientos básicos para que el agua sea potable son:

- Libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- No contener de compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- El agua debe ser aceptablemente clara, baja turbidez.
- Que no contengan compuestos que causen sabor y olor desagradable.
- Que no causen corrosión o incrustaciones del sistema de abastecimiento de agua, y que no mache la ropa al lavar con ella

El agua utilizada para consumo humano debe reunir condiciones físicas químicas y bacteriológicas, siendo necesario tomar muestras de agua para cada caso, las mismas que se illustren en los anexos del presente proyecto.

3.8. AFORO

Las fuente de agua a utilizar en el Proyecto será captado de un manantial ubicado en Surira (3581 m.s.n.m.) que se encuentran ubicado en una ladera a una distancia de 2+300 km dentro de la localidad. Para determinar la cantidad de agua del manantial se aplicó el método volumétrico para el aforo en los meses de agosto, septiembre que son meses de estiaje, donde las aguas bajan su caudal máximo por falta de precipitaciones pluviales, teniendo un caudal promedio de aforo de 2.60 l/s., el proyecto captara un caudal de 0.67 l/s es mayor que el consumo máximo diario, suficiente para cubrir los requerimientos de demanda de la población.

3.9. POBLACIÓN DE DISEÑO

De acuerdo con los datos de las encuestas realizadas, en centro poblado de kana agrupa a 69 familias que representa una población de 320 habitantes con un promedio de 06 miembros por familia. La población está conformada de:

- 45% de mujeres
- 55% de varones

Las obras de agua potable no se diseñan para un momento actual, si no que se debe prever el crecimiento de la población en un periodo de tiempo prudencial que varía entre 10 a 20 años (periodo de diseño). Por lo que es necesario estimar cual será la población futura. Para estimar la población futura existen diferentes métodos, pero la que se aplico es del tipo de crecimiento aritmético. La población futura se determina a base de los coeficientes de crecimiento (r), coeficientes de crecimiento lineal por departamento.

TABLA 11 COEFICIENTE DE CRECIMIENTO POR DEPARTAMENTO (r).

DEPARTAMENTO	CRECIMIENTO ANUAL POR MIL HABITANTES (r)
Tumbes	20
Piura	30
Cajamarca	25
Lambayeque	35
La Libertad	20
Áncash	10
Huánuco	25
Junín	20
Pasco	25
Lima	25
Prov. Const.	
Callao	20
Ica	32
Huancavelica	10
Ayacucho	10
Cusco	15
Apurímac	15
Arequipa	15
Puno	15
Moquegua	10
Tacna	40
Loreto	10
San Martín	30
Amazonas	40
Madre De Dios	40

Fuente: Ministerio De Salud (1962).

El coeficiente de crecimiento poblacional anual para el departamento de puno es de 15 ‰.

3.9.1. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

Existen varios métodos para el cálculo de la población futura, de los cuales enunciaremos aquellos que en la práctica han dado buenos resultados. Estos métodos son de tipo analítico, algunos de ellos se basan en el método de los mínimos cuadrados; pero todos estos métodos se aplican a poblaciones ya establecidas y algunos años de existencia, entre estos tenemos:

3.9.2. MÉTODO ARITMÉTICO

Consiste en considerar que el crecimiento de una población es constante, es decir asimilable a una línea recta, es decir que responde a la ecuación.

$$Pf = Pa \times (1 + r \times n / 1000) \dots\dots\dots (\text{Ecuación 3.1})$$

Donde:

- Pf = Población futura.
- Pa = Población actual.
- n = Período de diseño.
- r = Índice de crecimiento.

Reemplazando:

$$Pf = 320 \text{ hab.} \frac{(1 + 15 \times 20)}{1000}$$

$$Pf = 416 \text{ hab.}$$

3.10. DOTACIÓN Y CONSUMO

TABLA 12 DOTACIÓN POR NÚMERO DE HABITANTES

POBLACIÓN (Habitantes)	DOTACIÓN (l/hab/día)
hasta 500	60
500 - 1000	60 - 80
1000 - 2000	80 - 100

Fuente: Ministerio De Salud (1962).

TABLA 13 DOTACIÓN POR REGIÓN

REGIÓN	DOTACIÓN (l/hab/día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Fuente: Ministerio De Salud (1984).

3.11. DETERMINACIÓN DEL GASTO DE DISEÑO

El caudal promedio es la cantidad de agua que consume la población durante el lapso de un año, considerando una dotación de consumo en preparación de alimentos, aseo, etc.

El gasto de diseño será la cantidad requerida por unidad de tiempo, este valor obtendrá con los siguientes datos.

- Población de diseño 320 hab.
- Dotación 50 lts/hab/dia.
- Caudal máximo Diario K1 (1.2 a 1.5) usaremos 1.3
- Caudal máximo Horario K2 (1.8 a 2.6) usaremos 2.6

3.11.1. CAUDAL PROMEDIO ANUAL (Qp)

$$Q_p = \frac{Pf \times dotacion (d)}{86400 \text{ seg/dia}} \dots\dots\dots (Ecuación 3.2)$$

$$Q_p = \frac{320 \times 50}{86400} = 0.18 \text{ lts/seg.}$$

3.11.2. CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd)

$$Q_{md} = K_1 \times Q_p \dots\dots\dots (Ecuación 3.3)$$

Los coeficientes recomendados y más utilizados son de 130 % para el consumo máximo diario (Qmd) y del 150%, para el consumo máximo horario (Qmh).

- K₁ = 1.3
- K₂ = 2.6

Reemplazando:

$$Q_{md} = 1.3 \times 0.18$$

$$Q_{md} = 0.23 \text{ lts/seg.}$$

3.11.3. CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh)

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p \dots\dots\dots (Ecuación 3.4)$$

Donde:

- K₂ = 2.6

Reemplazando:

$$Q_{mh} = 2.6 \times 0.18$$

$$Q_{mh} = 0.46 \text{ lts/seg.}$$

- El consumo máximo diario Q_{md} = se utilizará para el diseño de las obras de captación, tratamiento y línea de conducción.
- El consumo máximo horario Q_{mh} = se utilizará para el diseño de la línea de aducción y red de distribución.

3.12. CAPTACIÓN

Se trata de una estructura en forma de caja a pie del manantial (inicio), que recolecta las aguas para luego derivarlo hacia la línea de conducción del sistema, será captación en ladera y concentrado, con su respectivo filtro de grava y arena accesorios de entrada y salida PVC y BRONCE (Canastilla, Reboces, Válvulas, etc.).

Para el dimensionamiento es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto, se puede diseñar el área del orificio en base a una velocidad de entrada no muy alta y el coeficiente de contracción de los orificios.

3.12.1. CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN

a) CÁLCULO DE LA DISTANCIA ENTRE EL AFLORAMIENTO Y LA CÁMARA HÚMEDA

De acuerdo a la ecuación:

$$H_0 = 1.56 \frac{V^2}{2} \dots\dots\dots (Ecuación 3.5)$$

Donde:

h_0 = altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomienda valores (de 0.40 a 0.50m.).

V = velocidad teórica en m/s.

g = aceleración de la gravedad (9.81m/s).

Entonces el valor de la velocidad será:

$$V = (2gh / 1.56)^{1/2} \dots\dots\dots (Ecuación 3.6)$$

Asumimos un valor de $h = 0.40m.$ y considerando la aceleración de la gravedad $g = 9.81 m/s.$

$$V = ((2 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 0.40m.) / (1.56))^2$$

$$V = 2.24 \text{ m/s.}$$

Dicho valor de V es mayor que la velocidad máxima recomienda (0.60m/s.), por lo que se asume para el diseño una velocidad de (0.50m/s.).

– **PERDIDA DE CARGA EN ORIFICIO**

$$h_0 = 1.56 \frac{(0.50)^2}{2(9.81)}$$

$$h_0 = 0.0198 \text{ por lo tanto asumimos } 0.02 \text{ m.}$$

$$h_0 = 0.02 \text{ m.}$$

– **PERDIDA DE CARGA**

$$H_f = H - h_0 \dots\dots\dots (Ecuación 3.7)$$

$$H_f = 0.40 - 0.02$$

$$H_f = 0.38 \text{ m.}$$

– LONGITUD

$$L = H_f / 0.30 \dots\dots\dots (Ecuación 3.8)$$

$L = 0.38 / 0.30$

$L = 1.27m.$

b) ANCHO DE LA PANTALLA

– CALCULO DE DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE ENTRADA

$$A = \frac{Q_{max.}^2}{C_d \times V} \dots\dots\dots (Ecuación 3.9)$$

Donde:

A = área total tubería m²

Cd = coeficiente de descarga (0.6 a 0.8).

V = velocidad de paso (se asume 0.50m/s, siendo menor que el valor recomendado de 0.60m/s.).

Qmáx. = gasto máximo de la fuente en l/s.

Considerando un caudal máximo de la fuente (Qmáx.) 1.3 l/s. una velocidad de pase (V) de 0.50 m/s. y un coeficiente de descarga (Cd) de 0.8; resulta un área de:

$A = 0.00204 m^2$

– DIÁMETRO DEL ORIFICIO

$$D = \left(\frac{4 A}{\pi} \right)^{1/2} \dots\dots\dots Ecuación 3.10)$$

Reemplazando:

$D = 0.05097 m. = 5.097cm. = 2.007"$

– **NUMERO DE ORIFICIOS**

$$NA = \frac{D^2(21/2'')}{D^2(11/2'')} + 1 \dots\dots\dots(Ecuación 3.11)$$

Reemplazando:

NA = 2.56

Entonces se asume que el número de orificios será igual a 3 unidades.

– **ANCHO DE LA PANTALLA b**

$$b = 2(6D) + NA D + 3D (NA - 1) \dots\dots\dots(Ecuación 3.12)$$

Donde:

b = ancho de la pantalla.

D = Diámetro del orificio.

NA = número de orificios.

Reemplazando:

b = 42.00

Si b < 1m. Se asume una sección interna de 1.00 m.

c) ALTURA DE LA CÁMARA HÚMEDA

$$H = 1.56 \left(\frac{Q^2 md}{(2gA)^2} \right) + 1 \dots\dots\dots (Ecuación 3.13)$$

Donde:

Qmd = gasto máximo diario en m³/s (0.00023)

A = área de la tubería de salida en m² (0.00203)

g = aceleración gravitacional (9.81m/s²)

Reemplazando: $H = 1.85 \text{ c.m.}$

Para facilitar el paso de agua se asume una altura mínima de:

$H = 0.30 \text{ c.m.}$

$$H_t = A+B+H+D+E \dots\dots\dots(\text{Ecuación 3.14})$$

$H_t = 10\text{cm} + 5.00\text{cm} + 30\text{cm} + 5.00\text{cm} + 30\text{cm}.$

$H_t = 80.00\text{cm}.$

$H_t < 1.00 \text{ m.}$ se asume $1.00 \text{ m}.$

d) DIMENSIONAMIENTO DE LA CANASTILLA

– DIÁMETRO DE LA CANASTILLA

$D_c =$ diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción $1 \frac{1}{2}''$

D canastilla = $2 \times D_c.$

Entonces el D canastilla = $3''$

– LONGITUD DE LA CANASTILLA

$L.$ canastilla = $3 \times D_c = 11.43 \text{ cm}.$

$L.$ canastilla = $6 \times D_c = 22.86 \text{ cm}.$

Se considera que debe ser $>$ a $3 D_c$ o $<$ $6 D_c$

Se asumirá $L = 20 \text{ cm}.$

e) REBOSE Y LIMPIEZA

$$D = \left(\frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h_f^{0.21}} \right) + 1 \dots\dots\dots (\text{Ecuación 3.15})$$

$D = 3.06'' = 3''$

Cono de rebose = $3'' \times 6''$

3.13. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

El agua captada en el manantial debe ser transportada al reservorio del almacenamiento y regulación mediante un a línea de conducción con características y especificaciones determinadas.

El agua debe ser transportada bajo las mejores condiciones sanitarias y con un bajo costo. La tubería será instalada en una zanja abierta a una profundidad promedio de 0.70 m., en algunos tramos será necesario proteger la tubería contra efectos erosivos de pequeñas quebradas por donde discurre aguas pluviales.

3.13.1. CÁLCULO HIDRÁULICO

- a) **PARA EL CÁLCULO HIDRÁULICO USAREMOS LA FÓRMULA DE HAZEN – WILLIAMS CUYA RELACIÓN PARA C = 140 (COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DEL PVC)**

$$Q = 2.492 \times D^{2.63} \times hf^{0.54} \quad \dots \text{(Ecuación 3.16)}$$

Donde:

Q = caudal en l/s

D = diámetro de la tubería en pulg.

hf = pérdida de carga unitaria en m/m.

$$D = \left(\frac{0.71 \times Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \right) \quad \dots \text{(Ecuación 3.17)}$$

b) SE TIENE TAMBIÉN QUE POR ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (Ecuación 3.18)$$

Donde:

V = velocidad en m/s.

A = área de la tubería en m².

c) LA PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA (hf)

La pérdida de carga unitaria (hf) = carga disponible / L

Carga disponible = diferencia de alturas.

d) PERDIDA DE CARGA POR TRAMO (Hf)

$$Hf = hf \times L \dots\dots\dots (Ecuación 3.19)$$

Considerando distintos tramos a partir de la captación, la planta de tratamiento, las cámaras rompe – presiones y el reservorio se tiene los siguientes cálculos:

TRAMO: Captación – Reservorio.

Datos:

Cota de captación = 3581.00 m.s.n.m.

Cota de reservorio = 3535.39 m.s.n.m.

Longitud = 1+140.00 m.

Caudal = 0.23 l/s.

– CARGA DISPONIBLE

Cd = C.C. – C.R.

Cd = 3581.00 – 3535.39

Cd = 45.61m.

– **PERDIDA DE CARGA UNITARIA**

$$h_f = C_d \times 1000 / L$$

$$h_f = 40.008$$

3.14. RESERVORIOS

3.14.1. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

El propósito básico del almacenamiento del agua es para disponer del recurso hídrico durante los periodos de mayor consumo y contar con agua suficiente en casos eventuales de emergencia, como la suspensión del servicio por el mantenimiento en la fuente de captación y la línea de conducción.

SEGÚN EL RNC EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO VIENE DADO POR LA SIGUIENTE EXPRESIÓN:

$$V_a = V_{reg.} + V_{inc.} + V_{res.} \dots\dots\dots (Ecuación 3.20)$$

Donde:

V_a = volumen de almacenamiento.

$V_{reg.}$ Volumen de regulación.

$V_{inc.}$ = volumen contra incendio

$V_{res.}$ = Volumen de reserva.

Según el RNC establece que cuando no se tiene registros de variaciones horarias de la demanda se deberá aceptar como capacidad de regulación el 25 % de promedio anual de la demanda diaria (sistema por gravedad abastecimiento continuo).

$$V = 0.25 \times 0.17 \times 86400 / 1000 = 4.56 \text{ m}^3$$

Por razones constructivas se adoptó:

$$V_a = 5.00 \text{ m}^3$$

– TIEMPO DE ALMACENAMIENTO

$$T_a = \left(\frac{V_t \times (\text{horas de almac.}) \times 1000}{\text{numero de hab.} \times \text{Dotacion}} \right) \dots(\text{Ecuación 3.21})$$

$$T_a = \frac{5 \times 24 \times 1000}{320 \times 50}$$

$$T_a = 7 \text{ horas } 30 \text{ minutos } 00 \text{ segundos}$$

Se construirá un reservorio de capacidad de 5 m³, el cual será de sección cuadrada de 2.50 m, de lado y una altura total de 2.00 m, el espesor de paredes de 0.15c.m. la estructura complementaria es la caseta de válvulas, indispensable para el control de la entrada, salida, rebose y limpieza. Para lo cual serán necesarios los accesorios como canastilla, conos de rebose, válvulas, tubería de ventilación, etc.

a) TUBERÍA DE LLEGADA

El diámetro está definido por la tubería de conducción que es de 1 ½” provista de una válvula compuerta de igual diámetro antes de la entrada al reservorio de almacenamiento.

b) TUBERÍA DE SALIDA

El diámetro de tubería de salida es de 1 ½”, correspondiente al diámetro de la línea de aducción, esta provista de una válvula compuesta que permite regular el abastecimiento de agua a la población.

c) TUBERÍA DE LIMPIA

La tubería es de diámetro 2” con la finalidad de limpieza del reservorio en un periodo no mayor de 2 horas, esta tubería esta provista de una válvula compuerta.

d) TUBERÍA DE REBOSE

La tubería de rebose está conectada con descarga libre a la tubería de limpia y no se proveerá de válvula compuerta para permitir la descarga de agua en cualquier momento.

e) BY – PASS.

Se instalará una tubería con una conexión desde la entrada y salida, de manera que cuando se cierre la tubería de entrada al reservorio de almacenamiento el caudal ingrese directamente a la línea de aducción. El constara de una válvula compuerta que permite el control de flujo de agua con fines de mantenimiento y limpieza del reservorio.

3.15. RED DE DISTRIBUCIÓN

Para el diseño de la red de distribución es necesario definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar las aguas en cantidad y presión adecuadas a todos los puntos de la red. Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla más desfavorables, para lo cual se analizaron las variaciones de consumo considerando en el diseño de la red el consumo máximo horario ($Q_{mh} = 0.46$ l/s.).

CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

4.1. TIPO Y ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Tipo: Investigación Descriptiva.

Área: Topografía de Abastecimiento, Hidráulica y Hidrología.

4.2. UBICACIÓN POLÍTICA

- País : Perú
- Departamento : Puno
- Provincia : Carabaya
- Distrito : Ayapata
- C. Poblado : Kana

4.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El centro poblado de Kana es uno de los cuatro Centros Poblados de Distrito de Ayapata, se encuentra en la ceja de selva, y está ubicado en el norte de Macusani, capital de la provincia de Carabaya. Su posición geográfica es:

- Latitud : 14° 15' 20"S
- Longitud : 70° 27' 57"W
- Altitud : 3300 - 3590 m.s.n.m.

4.4. LÍMITES

Según el Instituto Geográfico Militar Peruano, el Centro Poblado Kana está delimitado de la siguiente forma:

- Norte : Centro Poblado de Kanchi y Distrito de Ituata
- Sur : Centro Poblado de Hanac Ayllu
- Este : Distrito de Ituata
- Oeste : Centro Poblado de Hanac Ayllu – Sector Levita.

4.5. VÍAS DE COMUNICACIÓN Y ACCESO

TABLA 14

DE	A	DIST. (K.M.)	TIEMPO (Hrs)	TIPO DE VIA	FRECUENCIA	TRANSPORTE
Puno	Juliaca	45	1.00	Asfaltada	Horaria	Bus-Combi
Juliaca	Azangaro	92	1.20	Asfaltada	Horaria	Bus-Combi
Azangaro	Macusani	135	3.00	Asfaltada	Horaria	Bus-Combi
Macusani	Ayapata	45	2.50	Afirmada	Horaria	Combi
Ayapata	C.P. Kana	5	20(min.)	Trocha	Horaria	Combi

Fuente: Elaboración Propia (2017).

4.6. DESCRIPCIÓN DE LA LOCALIDAD

El centro poblado de Kana está ubicado al Este de Distrito de Ayapata, Su posición geográfica es de 14° 15' 20" de latitud sur; 70° 27' 57" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich. Es uno de los cuatro centros poblados del distrito de Ayapata, agrupa un promedio de 69 familias que presenta una población 320 habitantes con un promedio de 06 miembros por familia, la población está conformada de 45% de mujeres y 55% de varones. Su principal actividad es la ganadería, agricultura, comercio y transporte.

4.6.1. FISIOGRAFÍA Y CLIMATOLOGÍA

El área del proyecto Comprende de superficies cuya altitud oscilan desde la cordillera oriental de 3600 a 3400 m.s.n.m. cuya topografía presenta zonas que comprenden principalmente laderas y en la generalidad de los casos muy espinados, existiendo pocas planicies, por lo que tiene una topografía accidentada. Las mismas que se caracterizan por presentar un clima templado y caluroso a medida que disminuye la altitud.

4.6.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

La formación del Suelo del centro Poblado de Kana, implica la meteorización química y descomposición de minerales como la oxidación y disolución, que es útil para la agricultura, animales plantas y para el hombre. Así mismo, esta

conformada por medianas cadenas de cerros que están conectados a la cordillera de carabaya y lo más imponente es el nevado Allinqhapaq, es de difícil acceso, de la misma manera los cerros son muy pendientes y mayormente están compuestas de rocas metamórficas, así como glacial y rocas ígneas. En algunos sitios son zonas rocosas y áridas, las zonas pobladas y la parte baja es terreno cultivable para agricultura.

4.6.3. ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIO-ECONÓMICOS

El centro poblado de Kana, es un polo de desarrollo económico. Las actividades económicas que se desenvuelven en el centro poblado son: la Agricultura, Ganadería, comercio, transporte, restaurantes; entre otras.

CAPITULO V

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS DE LA FUENTE DE AGUA

Los resultados de los análisis físico - químico y bacteriológico de la muestra que se hizo del manantial Millusaya, se encuentran dentro de los límites estipulados por el O.M.S., y por consiguiente el agua es de buena calidad para el consumo humano así como los requerimientos básicos para que el agua sea potable encontrándose los siguientes resultados:

- La muestra está libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- No contiene compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- El agua es clara, baja de turbidez, poco color. Aceptable.
- No contiene compuestos que causen sabor y olor desagradable. Aceptable.

Estos resultados se encuentran dentro de los requerimientos básicos de la O.M.S. para el agua utilizada para consumo humano.

5.2. AFOROS

El resultado de los aforos realizados en el manantial Millusaya, se tuvo un caudal promedio de 2.60 l/s. el diseño solo requiere un caudal de 0.67 l/s. el caudal es mayor que el consumo máximo diario, siendo suficiente para cubrir los requerimientos de demanda de la población.

5.3. PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño para el sistema con el cual se trabajó es de 20 años tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente. Periodo tomando en cuenta de las recomendaciones del Ministerio de Salud para el abastecimiento de agua potable en el Medio Rural.

5.4. POBLACIÓN DE DISEÑO

El centro poblado de Kana agrupa a 69 familias que representa una población de 320 habitantes con un promedio de 06 miembros por familia, para determinar la población de diseño se aplicó el método de crecimiento aritmético este método utiliza un coeficiente de crecimiento por recomendación del Ministerio de Salud. El coeficiente de crecimiento poblacional anual para el departamento de puno es de 15‰, obteniendo un resultado una población futura de $P_f = 416$ hab. Este resultado se utilizó para los cálculos de los parámetros hidráulicos de la línea de conducción, aducción y distribución.

5.5. DOTACIÓN Y CONSUMO DE AGUA

El consumo en litros / hab. / día, en nuestra región (sierra), que se consideró para el diseño es de 50 l/hab./día, dato, tomado del cuadro de dotación por región del ministerio de salud siendo inferior el cuadro de dotación por número de habitantes.

5.6. DETERMINACIÓN DE GASTO DE DISEÑO

Los resultados obtenidos en la determinación del gasto de diseño de acuerdo a la población de diseño, dotación y eficientes de variación diaria y horaria son los siguientes:

- Caudal Promedio Anual $Q_p = 0.8$ l/s.
- Caudal Máximo Diario $Q_{md} = 0.23$ l/s.
- Caudal Máximo Horario $Q_{mh} = 0.45$ l/s.

El consumo máximo diario es factor importante en el diseño de las obras de captación.

El consumo máximo horario se utilizó para el diseño de la línea de aducción y red de distribución.

5.7. CAPTACIÓN

Por ser al manantial de ladera y concentrado se consideró una cámara de captación que consta de tres: protección y afloramiento con su respectivo filtro de grava y arena, cámara húmeda para regular el gasto a utilizarse y una cámara seca para proteger las válvulas de control.

5.7.1. CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE CAPTACION

Los resultados de dimensionamiento y parámetros hidráulicos para el diseño de la cámara de captación nos permiten garantizar la cantidad de agua requerida para satisfacer la demanda de la población.

- Distancia entre afloramiento y la cámara húmeda $L = 1.27$

Dimensionamiento de la cámara húmeda

- Ancho de la pantalla: $b = 42.00\text{c.m.}$, si $b < 1\text{m.}$ se asume una sección interna de 1.00m.
- Altura de la cámara húmeda: $H_t = 80.00\text{c.m.}$, $H_t < 1.00\text{m.}$ se asume 1.00m.
- Dimensionamiento de la canastilla : diámetro de la canastilla = $3''$
- Longitud de la canastilla: se considera que debe ser $>a 3D_c$ o $<6D_c$, se asumió $L = 20\text{c.m.}$
- Tubería de rebose y limpieza: $D = 3.06''$ se asume = $3''$ como de rebose $3'' \times 6''$.

5.8. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

5.8.1. CALCULO HIDRÁULICO

En el cálculo hidráulico se usó la fórmula de Hazen-Williams cuya relación para $c = 140$ (coeficiente de rugosidad del PVC). Considerando distintos tramos a partir de la captación, planta de tratamiento, la cámara rompe-presiones y el reservorio se tiene los siguientes resultados:

Tramo: Captación – Reservorio.

TABLA 15

ELEMENTO	NIVEL DINAMICO	LONG. (KM)	Q DEL tramo	TIPO DE SUELO	PENDIENTE hf	DIAM. COMERC.	VEL. FLUJO	Hf
CAPT.	3581.00							
RESERV.	3511.71	1140	0.23 l/s.	TA	40.008 m.	1 1/2"	0.46 l/s.	0.38 m.

Fuente: Elaboración Propia (2017).

De acuerdo a los resultados podemos afirmar que toda la línea de conducción puede trabajar eficientemente con la tubería asumida PVC-SAP Clase 7.5 con los diámetros calculados.

5.9. RESERVORIO

El volumen de almacenamiento del reservorio es de 5m^3 , según el RNC establece que cuando no se tiene registros de variaciones horarias de la demanda se deberá aceptar como capacidad de regulación el 25% de promedio anual de la demanda diaria (sistema por gravedad abastecimiento continuo), dando como resultado 4.56m^3 . Asumiendo por razones constructivos 5.00m^3 teniendo un almacenamiento de $T_a = 7$ horas 30 minutos 00 segundos. Se construirá un reservorio de capacidad de 5 m^3 el cual será de sección cuadrada de 2.50 m. de lado y una altura total de 2.00 m. el espesor de paredes de 0.15 m, la estructura complementaria es la caseta de válvulas indispensable para el control de la entrada, salida, rebose, válvulas.

5.10. RED DE DISTRIBUCIÓN

5.10.1. CALCULO HIDRÁULICO

Los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico de la red de distribución podemos afirmar que las hojas de cálculo son de gran ayuda minimizar tiempo y evitar errores involuntarios al momento del diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Con la finalidad de suministrar el agua en cantidad y presión adecuadas a todos los puntos de la red. Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla las condiciones más desfavorables, para lo cual se analizaron las variaciones de consumo considerándose en el diseño de la red el consumo máximo horario ($Q_{mh} = 0.46$ l/s.).

Por lo tanto, los resultados obtenidos mediante los cálculos hidráulicos para el diseño del sistema de abastecimiento es de mayor confiabilidad, la metodología es adecuada y sencilla, ya que solo es introducir valores, los resultados son al instante y que se acomodan a nuestras necesidades en el momento sin demoras, es por esa razón que se acepta la hipótesis.

CONCLUSIONES

1. Los parámetros hidráulicos son los más adecuados para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua, se considera de tipo abierto porque se trata de un centro poblado que se extiende la población en forma lineal y tiene poca área de influencia.
2. Los métodos más adecuados para los cálculos hidráulicos, es el método aritmético que considera que el crecimiento de una población es constante es decir asimila a una línea recta por consiguiente si influyen en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el centro poblado de Kana – Ayapata.
3. Se diseñó el sistema de red de distribución de tubería PVC SAP (2816.00 m.l.), con un consumo máximo horario ($Q_{mh} = 0.46$ l/s.). para el abastecimiento de agua potable en el centro poblado de Kana – Ayapata.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un control bacteriológico del agua que se consume en forma continua para así garantizar la calidad de agua que se consume.
2. Una vez ejecutado el proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable, de inmediato realizar la formación del comité de administración y mantenimiento de agua potable, la misma que se encarga en la organización para la operatividad y mantenimiento del proyecto del cual dependerá la vida útil del sistema.
3. Es recomendable utilizar para el cálculo de la población futura el método aritmético ya que este método se utiliza para los cálculos hidráulicos de la línea de conducción, aducción y red de distribución.

BIBLIOGRAFÍA

- Arocha, R. (1977).** *Abastecimiento de Agua* Edit. Vega S.R.L.
- Agüero, R. (1997).** *Agua Potable para Poblaciones Rurales* Asociación Servicios Educativos Rurales (SER) Lima – Perú.
- Calle, J. (1995).** *Saneamiento Rural*, Universidad Nacional la Molina, Departamento Construcciones Rurales IA, 66 pág.
- Calle, J. (1995).** *Abastecimiento de Agua Potable con y sin Tratamiento para medios Rurales*, Universidad Nacional la Molina, Departamento Construcciones Rurales IA, 78 pág.
- Capeco (1998).** *Agua y Desagüe en las viviendas rurales*, segunda edición Lima - Perú.
- Cepis (1988).** *Centro Internacional de Agua y Saneamiento – CIR.*
- Godoy (2006).** *Diseño del sistema de Abastecimiento de agua en función de parámetros Hidráulicos* en la C.C. de Uru Huasi – Ollachea – Carabaya – Puno - Perú.
- Jordán, Jr. (1988).** *Sistemas de Agua Potable por Gravedad para Poblaciones Rurales*, Tecnologías intermedia ITDG, Lima.
- Jordán, Jr. & Tomas, D. (1990).** *Abastecimiento de agua potable.*
- Lam, J. (2011).** *Sistemas de abastecimientos.*
- Miglio, R. (1995).** *Sistemas Hidrosanitarios* Edición Limusa México D.F.
- O.P.S. (1975).** *Normas de calidad del agua de organismo mundial de salud O.MS.*
- Vierendel, M. (1991).** *Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado* Lima - Perú.
- Wolf, P. & Brinker, R. (1997).** *Topografía* (9 ed.). México: ALFAOMEGA GRUPO.
- Zuñiga, P. (2010).** *Topografía de obras.*

ANEXOS

PARÁMETROS Y ESTÁNDARES DE CALIDAD

PARÁMETROS QUE AFECTAN EN LA CALIDAD ESTÉTICA Y ORGANO-
LÉPTICA

TABLA 16

ítem	Parámetro	Unidad De Medida	Concentración O Valor
1	Color	mg/l pt/Co escala unidades	15
2	Turbiedad Agua Superficial Agua Subterránea	nefelométricas de turbiedad	5 10
3	Olor		inofensivo
4	Sabor		inofensivo
5	Ion Hidronio(I)	valor de ph	6,5 a 8,5
6	Conductividad	m S/cm	1500
7	Sulfato(ii)	mg/l como SO ₄	400
8	Cloruro	mg/lcl	400
9	Calcio(iii)	mg/l como Ca	30 - 150
10	Magnesio	mg/l como Mg	30 - 100
11	Sodio	mg/l como Na	200
12	Alcalinidad (iii)	mg/l como CaCO ₃	25
13	Dureza Total Residuo Seco	mg/l como CaCO ₃	100 - 500
14	Total	mg/l	1000 (180°C)
15	Oxidabilidad	mg/l como O ₂	5
16	Aluminio (i)	mg/l como Al	200
17	Hierro (i)	mg/l como Fe	300
18	Magnesio(i)	mg/l como Mn	100
19	Cobre(i)	mg/l como Cu	1000
20	Cinc(i)	mg/l como Zn	5000
21	Material Extractable(i) (Éter De Petróleo)	mg/l	10
22	Extracto Carbón Cloroformo (i)	mg/l residuo seco	200

Fuente: Sergio Eliseo Godoy Ruelas (2006).

- (i) Parámetro no exceptuable.
- (ii) 30 mg/l o menos si el contenido de sulfato es inferior a 400 mg/l. para concentraciones de sulfato menor a 200 mg/l se acepta hasta 100 mg/l de magnesio.
- (iii) Valor mínimo para aguas con dureza menor a 100 mg/ como CaCO₃

PARÁMETROS QUE AFECTAN LA SALUD

TABLA 17

Ítem	Parámetro	Unidades De Medidas	Concentración Máxima
1	Arsénico	mg/l como As	0.1
2	Cadmio	mg/l como Cd	0.005
3	Cianuro	mg/l como CN	0.1
4	Cromo Total	mg/l como Cr	0.050
5	Mercurio	mg/l como Hg	0.001
6	Plomo	mg/l como Pb	0.050
7	Selenio	mg/l como Se	0.010
8	Fenoles	mg/l como C ₆ H ₅ OH	0.100
9	Nitrato	mg/l como N de NO ₃	10
10	Nitrito	mg/l como N de NO ₂	0.9
11	Amonio	mg/l como N de NH ₄	0.4
12	Bario	mg/l como Ba	1.0
13	Fluoruro	mg/l como F	1.5

Fuente: Sergio Eliseo Godoy Ruelas (2006).

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

TABLA 18

Ítem	Parámetro	Unidades De Medidas	Concentración Máxima
1	Coliformes Totales	numero/100ml	0
2	Coliformes Termo Tolerantes	numero/100ml	0
3	Conteo De Colonias Heterotróficas	numero/ml 22 o 37°C	500

Fuente: Sergio Eliseo Godoy Ruelas (2006).

ESTÁNDARES DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

TABLA 19

Elemento/ Sustancia	Símbolo/ Formula	Valores Normales En Aguas Dulces/ Superficiales/Subterráneas	Directriz De La OMS Basada En La Salud
Aluminio	Al		0,2 mg/l
Amonio	NH4	<0,2 mg/l (hasta 0,3 mg/l en anaeróbicas)	no hay directriz
Antimonio	Sb	<4mg/l	0.005 mg/l
Arsénico	As		0,01 mg/l
Asbestos			no hay directriz
Bario	Ba		0,3 mg/l
Berilio	Be	<1mg/l	no hay directriz
Boro	B	<1mg/l	0,3 mg/l
Cadmio	Cd	<1mg/l	0,003 mg/l
Cloro	Cl		250 mg/l
Cromo	Cr ⁺³ , Cr ⁺⁶	<2mg/l	0,05 mg/l
Color			no se menciona
Cobre	Cu		2 mg/l
Cianuro	CN		0,07 mg/l
Oxígeno Disuelto	O ₂		no hay directriz
Flúor	F	<1,5 mg/l (up to 10)	1,5 mg/l
Dureza	mg/ICaCO ₃		no hay directriz
Sulfuro De Hidrogeno	H ₂ S		no hay directriz
Hierro	Fe	0,5 - 50 mg/l	no hay directriz
Plomo	Pb		0,01 mg/l
Magnesio	Mn		0,5 mg/l
Mercurio	Hg	<0,5 mg/l	0,001 mg/l
Molibdeno	Mo	<0,01 mg/l	0,07 mg/l
Níquel	Ni	<0,02 mg/l	0,02 mg/l
Nitratos Y Nitritos	NO ₃ , NO ₂		50 mg/l nitrógeno total
Turbidez			no se menciona
Ph			no hay directriz
Selenio	Se	<<0,01 mg/l	0,01 mg/l
Plata	Ag	5-50mg/l	no hay directriz
Sodio	Na	<0,02 mg/l	200 mg/l
Sulfato	SO ₄		500 mg/l
Estaño	Sn		no hay directriz
Inorgánico SDT			no hay directriz
Uranio	U		1,4mg/l
Zinc	Zn		3 mg/l

Fuente: Sergio Eliseo Godoy Ruelas (2006).

PLANOS