

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA



EVALUACIÓN TÉCNICA EN DISEÑO DE BOMBAS PARA
SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE
PAUCARCOLLA – PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:
JUAN CARLOS LOZA TITO

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN TÉCNICA EN DISEÑO DE BOMBAS PARA SISTEMA DE
AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE PAUCARCOLLA – PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

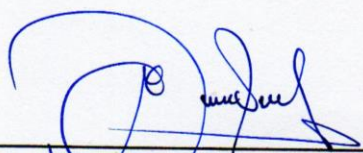
JUAN CARLOS LOZA TITO

PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

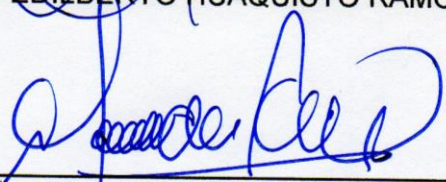
PRESIDENTE DE JURADO :

:


Ing. EDILBERTO HUAQUISTO RAMOS

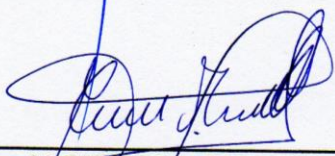
PRIMER JURADO :

:


M.Sc. JOSE ALBERTO LIMACHE RIVAS

SEGUNDO JURADO :

:


M.Sc. ALCIDÉS H. CALDERON MONTALICO

DIRECTOR DE TESIS :

:

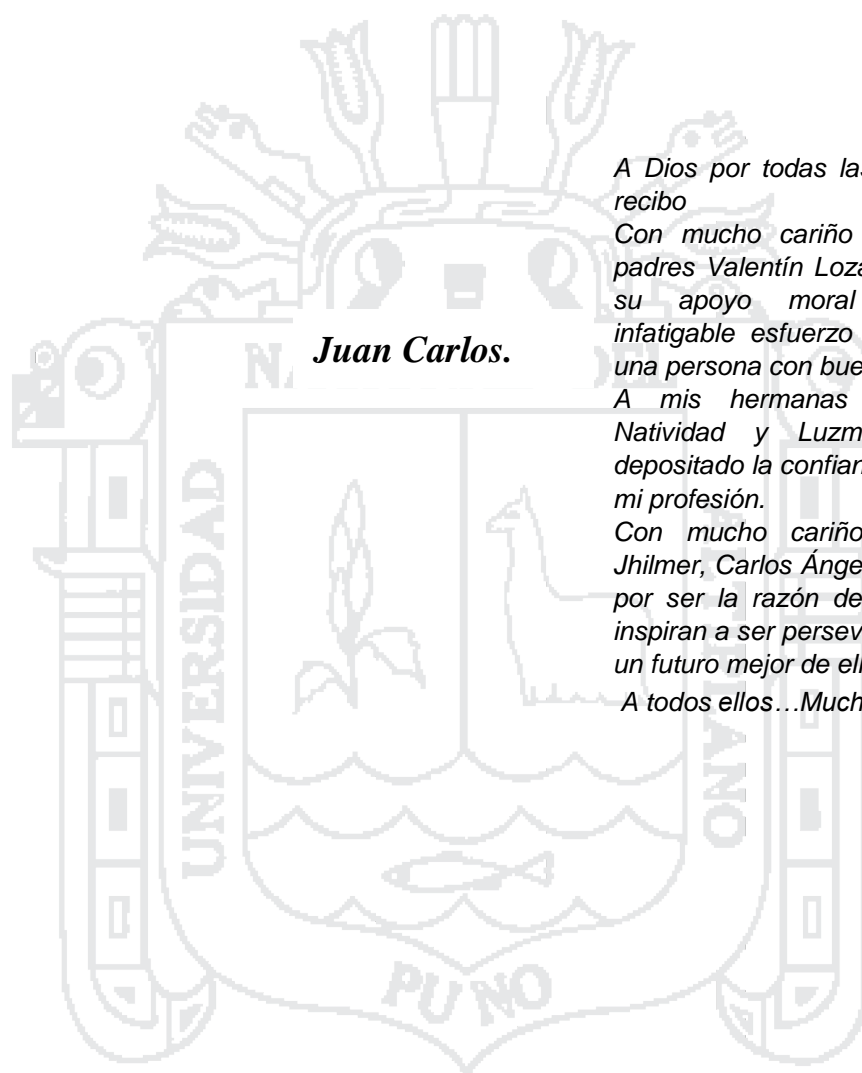

M.Sc. EDILBERTO VELARDE COAQUIRA

PUNO – PERU

2016

Linea: Ingenieria de
infraestructura rural
Tema: Sistema de Bombeo de
agua potable

DEDICATORIA



Juan Carlos.

A Dios por todas las bendiciones que recibo

Con mucho cariño y gratitud a mis padres Valentín Loza y Elena Tito, por su apoyo moral permanente e infatigable esfuerzo por hacer de mí, una persona con buen futuro.

A mis hermanas María, Eufemia, Natividad y Luzmila por haber depositado la confianza y esperanza de mi profesión.

Con mucho cariño para mis hijos Jhilmer, Carlos Ángel y Lizbeth Dayana por ser la razón de mi vida, que me inspiran a ser perseverante y luchar por un futuro mejor de ellos.

A todos ellos...Muchas Gracias.

AGRADECIMIENTOS

Mi profundo y sincero agradecimiento:

- A Dios, padre celestial todopoderoso por haberme guiado espiritualmente por el camino correcto.
- A la Universidad Nacional del Altiplano, alma mater de mi formación profesional.
- A la Facultad de Ingeniería Agrícola por haberme cobijado como estudiante, durante mi formación profesional.
- A los Docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la UNA – PUNO. Por haberme transmitido sus conocimientos académicos y experiencia laboral.
- Al M.Sc. Edilberto Velarde Coaquira, Director de la presente tesis por el apoyo constante en la elaboración del presente proyecto.
- Al Ing° Rubén Calla Fernández, por el apoyo constante y exigencia para la ejecución de la presente tesis.
- Al Ing° Washington Mario Quispe Vera, Q. P. D. D. G. por haberme apoyado en el desenvolvimiento profesional y exigencia para la culminación de la presente tesis.
- A todos mis amigos de la escuela profesional de Ingeniería Agrícola, y de otras profesiones por haberme apoyado moralmente con la culminación, de la presente tesis.

Juan Carlos.

ÍNDICE GENERAL

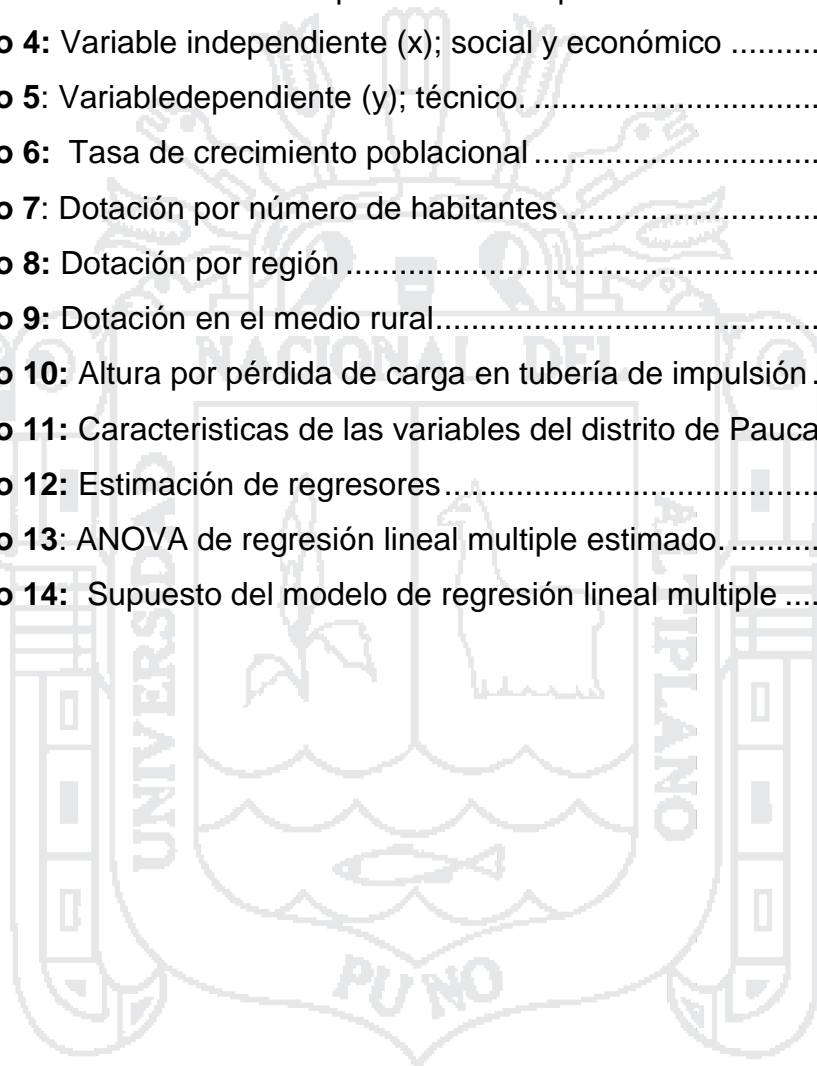
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTOS	4
INDICE GENERAL.....	5
INDICE DE CUADROS	8
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1. Problema General	1
1.1.2. Problema Específico	1
1.2 JUSTIFICACION.....	2
1.3 ANTECEDENTES.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.5.1. Objetivo General	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5 HIPÓTESIS.....	4
1.5.3. Hipótesis General.....	4
1.5.4. Hipótesis Específicos	4
CAPITULO II	5
MARCO TEORICO	5
2.1 Tamaño de la muestra.....	5

2.2	Modelos estadísticos	6
2.3	Modelo de Regresión Lineal Múltiple	6
2.4	Sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural.....	7
2.5	Sistema de agua potable con bombeo.....	9
2.6	Calidad del agua.....	12
2.7	Población de diseño y demanda de agua.....	14
2.8	Período de diseño.....	14
2.9	Métodos de Cálculo de población futura.....	15
2.10	Dotación y consumo.....	16
2.11	Variaciones del consumo	18
2.12	Captación.....	19
2.13	Reservorio.....	34
2.14	Línea de aducción.....	36
2.15	Red de distribución.....	37
2.16	Piletas públicas.....	37
2.17	Factores económicos, sociales, medio ambiente y político	38
CAPITULO III		44
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		44
1.5.1.	Clima, topografía y geología	45
1.5.2.	Vía de acceso	45
1.5.3.	Materiales y equipo	45
1.6.	Metodología para determinar las principales características en bombas y estaciones de bombeo.....	45
1.6.1.	Determinación de altura dinámica total (H_T).....	45
1.6.2.	Determinación de Cavitación	46
1.6.3.	Determinación de potencia de la electrobomba	46

1.6.4. Presión y velocidad	47
3.3. Metodología para determinar factores sociales, económicos para el buen funcionamiento de proyectos de agua potable por bombeo.	48
1.6.5. Población y muestra.....	48
1.6.6. Instrumentos de colecta de datos.....	48
1.6.7. Modelos estadísticos.....	48
1.6.8. Tipo de investigación.....	49
1.6.9. Identificación de variables	49
CAPITULO IV	51
RESULTADOS Y DISCUSION	51
4.1. Determinar las principales características bombas y estaciones de bombeo.....	51
4.1.3 Diseño de Tamaño de Bomba – Paucarcolla.....	55
4.1.4 Calculo de Diámetro de Tubería de Impulsión.....	55
4.1.5 Calculo de la Altura Dinámica de Elevación Total.....	56
4.2. Resultados de factores sociales, económicos, en el buen funcionamiento de proyectos de agua potable bajo bombeo.....	58
4.2.1 Población y muestra.....	58
4.2.2 Procedimientos de análisis de datos	58
4.2.3 Pruebas sobre coeficientes individuales del modelo de regresión lineal múltiple estimado:.....	59
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	65
ANEXO	69

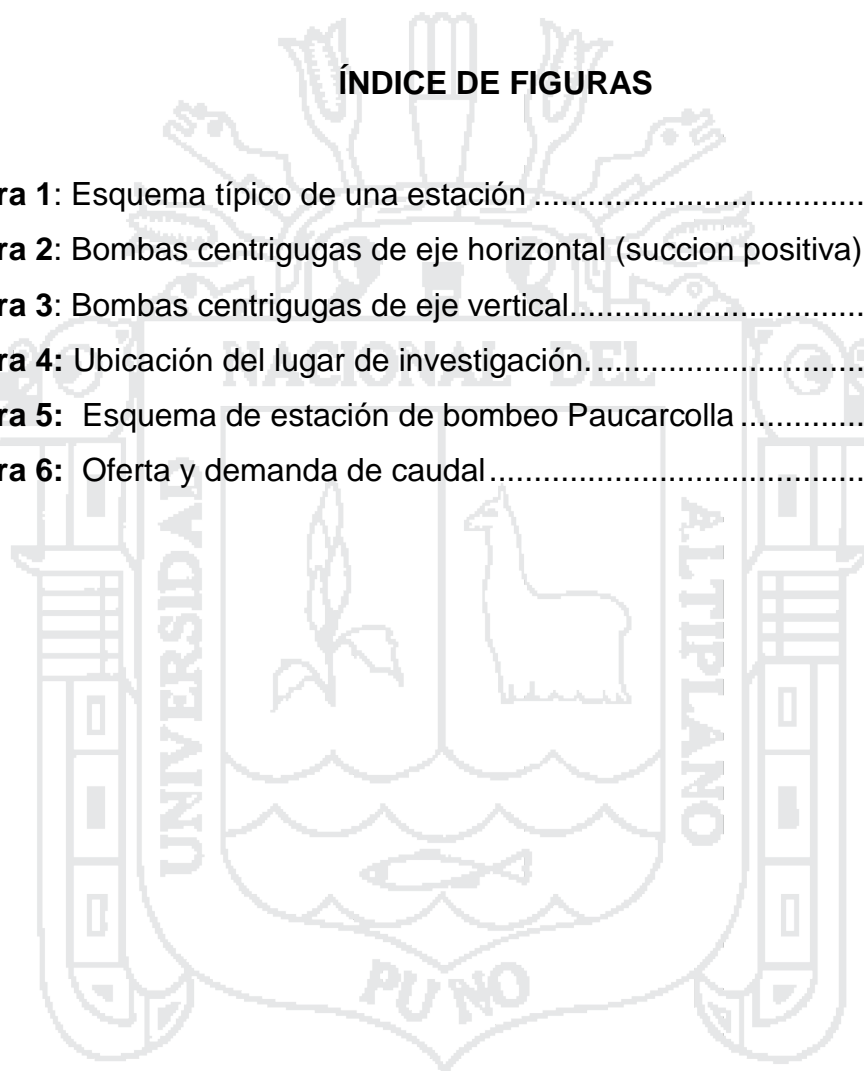
INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Dotación de agua	17
Cuadro 2: Dotación por región	18
Cuadro 3: Clases de tuberías para diferentes presiones	22
Cuadro 4: Variable independiente (x); social y económico	5649
Cuadro 5: Variable dependiente (y); técnico	5950
Cuadro 6: Tasa de crecimiento poblacional	5953
Cuadro 7: Dotación por número de habitantes	6054
Cuadro 8: Dotación por región	6154
Cuadro 9: Dotación en el medio rural	1754
Cuadro 10: Altura por pérdida de carga en tubería de impulsión	1856
Cuadro 11: Características de las variables del distrito de Paucarcolla	2259
Cuadro 12: Estimación de regresores	5659
Cuadro 13: ANOVA de regresión lineal múltiple estimado	5960
Cuadro 14: Supuesto del modelo de regresión lineal múltiple	5962



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema típico de una estación	25
Figura 2: Bombas centrífugas de eje horizontal (succion positiva).....	29
Figura 3: Bombas centrífugas de eje vertical.....	30
Figura 4: Ubicación del lugar de investigación.....	44
Figura 5: Esquema de estación de bombeo Paucarcolla	6252
Figura 6: Oferta y demanda de caudal.....	6262



RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar las principales características técnicas, los factores sociales y económicos que influyen en el funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo en el distrito de Paucarcolla, la muestra es tomada en la comunidad de Cancharani Pampa y Palca Sachas; el diseño y proceso metodológico que se utilizó en la investigación es en base al método tipo aplicativo – cuantitativo y correlacional. Para determinar las principales características en la estación de bombeo, antes de su diseño fue necesario conocer aspectos fundamentales como fuente de abastecimiento de agua, lugar a donde se impulsará el agua, consumo de agua potable de la población y sus variaciones, características geológicas a través de todas estas consideraciones se ha determinado las características del diseño en el presente proyecto con resultados como población futura con 592 habitantes con periodo de diseño de 20 años, la demanda de agua llega a 60 Lit/hab/día, se deberá usar una bomba de agua de 6Hp de potencia que deberá impulsar un caudal de 3 lit/seg a una altura dinámica total de 72.25m con una velocidad de 1.054 m/s, el volumen de reservorio es de 30 m³ para 91 familias beneficiarias, de igual manera la carga neta de sección positiva disponible es mayor que la carga neta de succión positiva requerido. En la parte social y económico se trabajó a través de encuestas y evaluaciones a la población beneficiaria a fin de determinar sobre el ineficiente funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo en el que se concluye que la falta de capacitación y concientización a la población beneficiaria sobre temas del uso adecuado de agua potable es muy importante, debido a que en el ámbito rural el agua no solo consume el poblador, si no que se usa para riego y bebedero de animales, así mismo la carencia de ingresos económicos y las posibilidades de pagar por el consumo de agua influyen en el mal funcionamiento de sistema de agua potable por bombeo, estos resultados se obtienen por las pruebas de coeficientes individuales y pruebas colectivas las variables que más han influido, son precio que se paga por el servicio de agua, con un coeficiente de 0.623 y el mantenimiento domiciliario para el uso adecuado de agua 0.097.

ABSTRACT

The objective of the present research was to determine the main technical characteristics, social and economic factors that influence the operation of drinking water systems by pumping in Paucarcolla district, the sample is taken in the community of Cancharani Pampa and Palca Sachas; the design and process methodology that is used in this research is based on method type application-quantitative and correlational. To determine the main characteristics in the pumping station, before his design was necessary to know fundamental aspects such as source of water, place where water, consumption of drinking water of the population and its variations, features will be driven geological, through all these considerations has been determined the characteristics of the design in this project with results as future population with 592 inhabitants with 20-year design period, the demand of water arrives to 60 Lit / hab / day, is should use a pump of water of 6Hp of power that should boost a flow of 3 lit / sec to a height dynamic total of 72.25 m with a speed of 1,054 m/s, the volume of reservoir is of 30 m³ for 91 families beneficiary, of equal way it load net of section positive available is greater that the load net of suction positive required. On the social and economic side worked through surveys and assessments to the beneficiary population to determine on the inefficient operation of drinking water systems by pumping in which it is concluded that the lack of training and awareness to the beneficiary population issues from the proper use of drinking water is very important, since in rural areas not only water consumes the settler If not used for irrigation and drinking animals, same lack of income and the possibilities to pay for water consumption influencing the malfunction of drinking water by pumping system, these results are obtained by tests of individual coefficients and testing collective variables that have most influenced, are the price that you pay for water service with a coefficient of 0.623 and home maintenance for use suitable water 0.097.

INTRODUCCIÓN

El problema de carencia de agua se acentúa en las épocas de estiaje con la propagación de enfermedades gastrointestinales y por otro lado cada vez las fuentes de aguas superficiales (manantiales) escasean para aprovechamiento en el consumo humano y riego, como es lógico al aumentar las necesidades de consumo para nuevas poblaciones rurales, en tal sentido queda como alternativa explotar las aguas subterráneas ubicadas debajo de las poblaciones a servir a través de sistemas de bombeo a fin de mejorar la calidad de vida del poblador rural.

En tal sentido se pretende determinar los factores que influyen en el funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo, en el distrito de Paucarcolla se toma como muestra las Comunidades de Cancharani Pampa y Palca Sachas, de la provincia de Puno, para lo cual se evalúa las razones por las que están operando en forma ineficiente y con los resultados obtenidos se contribuirá a activar, mejorar las plantas de bombeo que están funcionando ineficientemente, así mismo contribuirá a tomar en cuenta para los proyectos posteriores a fin de que funcionen de forma eficiente.

Los sistemas bombeo representan el costo de energía más alto dentro de un organismo operador de agua potable y por lo tanto deben de reducir el uso de energía y los costos de operación. Para que un sistema de bombeo sea eficiente, se recomienda ha realizar las siguientes medidas: Cambiar el equipo de bombeo por una de alta eficiencia, colocar variadores de velocidad, optimizar el tren de descarga de la bomba, cambiar el diámetro de tubería al óptimo para reducir las pérdidas por fricción, y una apropiada selección de la capacidad y tamaño del equipo de bombeo de acuerdo a los requerimientos del sistema.

También se ha determinado que el factor que más incide en el servicio de agua potable es la falta de capacitación y concientización a la población beneficiaria sobre temas de uso adecuado de agua potable así como la cantidad de soles a pagar por el consumo de agua, en tal sentido se debe mitigar o potenciar esta variable.

CAPÍTULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los fuentes de aguas superficiales (manantiales) cada vez escasean por el aprovechamiento en consumo humano, tenencia de ganados, riego en terrenos agrícolas y el crecimiento demográfico tanto en zonas urbanas como en rurales hacen que sea carente este elemento líquido vital, es por ello que se tiene como alternativa elevar el agua por sistemas de bombeo a puntos más altos y a partir de ahí distribuirlos, sin embargo este tipo de diseño en muchos lugares no ha llegado a funcionar eficientemente, siendo la razón del presente proyecto en realizar la evaluación de diseño y detectar las causas por las que no funcionan eficientemente, sistema de agua potable por bombeo y a partir de ahí plantear una propuesta de alternativa de solución.

1.1.1. Problema General

Cuáles son las características técnicas y elementos importantes sociales, económicos y políticos que influyen en el mal funcionamiento de los sistemas de agua potable por bombeo, en el distrito de Paucarcolla, de la Provincia y Departamento de Puno.

1.1.2. Problema Específico

Cómo influyen las características técnicas de las bombas de estación de bombeo en el funcionamiento de servicio de agua potable en el Distrito de Paucarcolla.

Cuáles son Los elementos sociales y económicos que inciden en el funcionamiento del sistema de agua potable por bombeo en el Distrito de Paucarcolla.

1.2 JUSTIFICACION

En el sector rural, el servicio continuo de agua potable es apenas de 2.5 horas al día, a pesar de tener infraestructura, como sistema de bombeo, reservorio, línea de aducción y red de distribución, éste servicio limitado no garantiza la salud de la población, especialmente en los niños que deben de realizar su higiene antes de ingerir alimentos y después de usar servicios higiénicos.

El presente trabajo de investigación, permite generar nueva información relevante para el correcto diseño, operación y mantenimiento del sistema de agua potable por bombeo, en los aspectos; económicos, sociales y técnicos, puesto que el servicio continuo de agua potable es un factor determinante para las condiciones de salud de las poblaciones, sus características pueden variar tanto en la prevención como transmisión de agentes patógenos, como: enfermedades diarreicas aguda, hepatitis A, polio y parásitos por protozoarios y helmintos.

También mejorará las condiciones sanitarias, en lo que se refiere a agua potable, se reducirá la incidencia de diarreas logrando disminuir la morbi-mortalidad, mejoramiento de la nutrición, mayor energía para el trabajo, mejor predisposición para el aprendizaje y ahorrando presupuestos en salud.

1.3 ANTECEDENTES

La cobertura de agua potable en la región de Puno en el sector rural es de 12.5% y aún falta el 87.5%, en tal sentido se deben implementar lineamientos y políticas locales, regionales y nacionales con la finalidad de abastecer de agua a la totalidad de la población. INEI (2007).

Méndez (2011), indica con el propósito de mejorar la calidad de vida de las poblaciones étnicas del país algunas entidades privadas y públicas han invertido recursos en implementación de sistemas de abastecimiento de agua potable, manejo de excretas y residuos sólidos, han fracasado por diferentes

razones, la mayoría de ellas relacionadas con la metodología errática aplicada durante los procesos de concepción del proyecto, diseño, implementación y seguimiento. Durante la ejecución de estos procesos, no se logra la vinculación real de la población, ni se tienen en cuenta los imaginarios y la cultura misma de sus habitantes. En la actualidad existen entidades tanto de carácter público, como privado, que cuentan con recursos económicos para invertir en proyectos de saneamiento, pero la mayoría de veces hacen falta actores que sirvan de conexión entre éstas y las posibles comunidades a ser beneficiadas, por lo cual es importante que los organismos no gubernamentales y técnicos formen alianzas con las poblaciones acompañando la gestión del proceso completo desde la construcción, operación y mantenimiento de los proyectos.

Castillo (2006), menciona, en el estudio sobre: “Modelo de diseño de un sistema de bombeo de agua potable del reservorio No. 6 de la ciudad de Juliaca con fines de mejoramiento de los indicadores operacionales”, cuyo objetivo fue determinar eficiencias de sistema de impulsión, almacenamiento y distribución, concluye que deben independizarse los sectores de abastecimiento que permita realizar los requerimientos reales de agua potable.

Ramos (2013), resalta la importancia socioeconómica en la mejora en salud pública a través de un uso intensivo de agua potable, además indica generar debate en torno a la mejor forma de organizar la gestión del servicio de agua. Lo interesante del caso es que nos ofrece la posibilidad de observar la interacción, en ambos sentidos, entre hechos e ideas económicas.

Castillo (2006), indica en el estudio de abastecimiento de agua potable por bombeo en el Distrito de Samán, departamento de Puno, que uno de los aportes del proyecto es la organización de la población, para lo cual es relevante el aspecto social, técnico, económico, ecológico, administrativo, mantenimiento, evaluación antes, durante y después de la ejecución de obra.

Quispe (2013), en las regresiones que presenta el modelo Logit especificada con las siguientes variables: Precio hipotético a pagar (PREC), edad (EDAD), genero (GEN) estado civil (ECIVIL), nivel de educación (EDUC), número de hijos menores de 18 años (HIJO), ingreso mensual familiar (ING), padecimiento de enfermedades (ENF), determina la disponibilidad a pagar por el servicio de agua potable la suma de S/. 13. 73 nuevos soles.

1.4 OBJETIVOS

4.2.1 Objetivo General

Determinar las principales características técnicas en estaciones de bombeo y los factores sociales, económicos que influyen en el funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo, en el Distrito de Paucarcolla.

4.2.2 Objetivos Específicos

Determinar las principales características técnicas en la estación de bombeo en el distrito de Paucarcolla.

Estudiar los factores sociales y económicos que influyen en el funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo en el distrito de Paucarcolla

1.5 HIPÓTESIS

4.2.3 Hipótesis General

La mejora de las características en estaciones de bombeo, los elementos sociales y económicos que influyen en el funcionamiento de servicio de agua potable por bombeo en el Distrito de Paucarcolla.

4.2.4 Hipótesis Específicos

La mejora de las características técnicas en estaciones de bombeo influye en el funcionamiento de servicio de agua potable.

Los factores sociales y económicos, inciden en el funcionamiento del sistema de agua potable por bombeo en el Distrito de Paucarcolla.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Tamaño de la muestra

Gujarati (2011), dice para determinar el tamaño de una muestra se deberán tomar en cuenta varios aspectos, relacionados con el parámetro y estimador, el sesgo, el error muestra, el nivel de confianza y la varianza poblacional.

El parámetro se refiere a la característica de la población que es objeto de estudio y el estimador, es la función de la muestra que se usa para medirlo.

$$n = \frac{Z\alpha^2 * P * Q}{d^2}$$

$Z\alpha^2 = 1.962$ (ya que la seguridad es del 95%)

$p =$ proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

$q = 1 - p$ (en este caso $1 - 0.05 = 0.95$)

$d =$ precisión (en este caso deseamos un 3%)

Tamaño de la Muestra cuando se conoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{N * Z\alpha^2 * P * Q}{d^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 * P * Q}$$

$N =$ tamaño de la población

$Z\alpha =$ nivel de confianza,

$P =$ probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = probabilidad de fracaso

d = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

2.2 Modelos estadísticos

Para encontrar un modelo que permita determinar los factores más importantes en el funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo en los distritos de Puno, debe cuantificarse y evaluar las relaciones existentes entre el funcionamiento y los factores limitantes. Recomienda usar el método de regresión lineal múltiple, buscando la regresión que explique mejor las relaciones existentes entre los factores considerados en el estudio de funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo en el distrito de Puno.

Coeficiente de correlación

Billón (2001), El coeficiente de correlación, es el estadístico que permite el grado de asociación de dos variables linealmente relacionados.

Coeficiente de determinación, es la proporción o porcentaje, de la variación total de la variable dependiente Y, que he explicada por la variable independiente X, por lo cual, es el criterio para explicar la importancia de la variable independiente dentro del modelo.

Ejemplo se tiene $r^2 = 0.85$, esto quiere decir que el 85% de la variación, de Y, es explicada por X y el 15% restante es debido a los errores y a otras variables no consideradas.

Análisis de regresión, es una técnica determinística que permite determinar la naturaleza de la relación funcional entre dos o más variables, permite predecir los valores de $Y=f(x)$ con cierto grado de aproximación.

2.3 Modelo de regresión lineal múltiple

$$Y = B_0 + B_1X_1 + \dots + B_kX_k + u$$

Dónde:

Y = Tiempo de vida del sistema de agua potable por bombeo.

B_0 = Constante de la regresión

X_i = i -ésima variable independiente

k = Número de variables explicativas.

u = Variable aleatoria.

2.4 Sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural.

Agüero (1997), afirma que un sistema de abastecimiento de agua potable es el conjunto de obras de captación, tratamiento, conducción, regulación, distribución y suministro intradomiciliario de agua potable.

Jordán (1988), considera que un sistema de abastecimiento de agua necesita transportar el agua desde la fuente hasta la planta de tratamiento (sí existe) y luego hasta el área de distribución. Dependiendo de la topografía y las condiciones locales se puede conducir el agua a través de conductos de flujo libre, conductos a presión o una combinación de ambos.

Con fines de abastecimiento público de agua, los medios más comunes de conducción son las tuberías, pero también se usan los canales, acueductos y túneles. Ya sea para flujo libre o bajo presión, la inversión económica es considerable, por lo que es necesario considerar cuidadosamente todas las opciones técnicas y sus costos antes de seleccionar para cada caso particular.

Tipos de sistemas de abastecimiento.

Agüero (1997), indica que estos sistemas pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- a) Sistema por gravedad (sin tratamiento y con tratamiento).
- b) Sistema por Bombeo (sin tratamiento y con tratamiento).

La alta incidencia de los Sistemas por Gravedad sin Tratamiento, se explica en el elevado número de poblaciones asentadas en las estribaciones

interandinas donde existen abundantes manantiales y afloramientos de agua de excelente calidad.

Componentes del sistema.

Componentes de un sistema por gravedad:

Captación.

Ubicada 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.

Línea de conducción.

Tubería entre captación y planta de tratamiento o reservorio de almacenamiento. Transporta el agua desde la cámara de captación hasta el reservorio de almacenamiento.

Planta de tratamiento para mejorar la calidad de agua

Solo se utiliza en el caso de sistemas de abastecimiento con tratamiento más en los sistemas sin tratamiento se obvia este punto.

Reservorio de almacenamiento.

Permitirá satisfacer la máxima demanda de consumo de agua de la población.

Línea de aducción.

Tubería que transporta el agua desde el reservorio de almacenamiento hasta el inicio de la red de distribución.

Red de distribución.

Tuberías que distribuye el agua en la población.

Piletas públicas o domiciliarias.

Son puntos de entrega de agua a cada beneficiario

Componentes de un sistema de bombeo

Se tiene respecto al sistema de gravedad básicamente solo 3 cambios.

La captación se convierte en estación de bombeo.

La línea de conducción se convierte en línea de impulsión.

Generalmente no se utiliza planta de tratamiento.

El resto de los componentes se mantienen igual.

Importancia del abastecimiento de agua potable:

Agüero (1997), considera que las comunidades campesinas tienen una organización social formal, e informal con respecto al uso del agua. Considera que las comunidades tienen una organización social formal, e informal con respecto al uso de costos y cultura. La comunidad local posiblemente acepte por completo una fuente pública en esos tres aspectos, pero aún podría llegar a fracasar, si para su funcionamiento se necesita cierto grado de organización que no posee la comunidad. Por lo tanto, en la planificación del sistema de una fuente pública deberá incluirse el desarrollo de una organización mucho más formal que logre la operación y mantenimiento correcto del sistema, y para ello se necesitará el adiestramiento del personal en las habilidades administrativas y técnicas necesarias.

2.5 Sistema de agua potable con bombeo.

Agüero (1997), afirma que las fuentes de abastecimiento de agua constituyen el componente primordial para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, siendo necesario definir su tipo, cantidad, calidad y ubicación. La fuente debe ser capaz de abastecer agua en cantidad suficiente, de lo contrario se requiere otra fuente o quizás varias. De acuerdo a la forma de aprovechamiento se consideran tres tipos importantes de fuentes:

Agua de lluvia.- Puede ser aprovechada para abastecer poblaciones aisladas, almacenándola en aljibes, cisternas, de los chorros que caen de los techos de las casas; después de que estos hayan quedado lavados por acción de la lluvia ya que en los primeros minutos de lluvia (arrastra partículas secas de insectos y otras materias orgánicas; también recogen de la misma atmósfera hollín, ácido sulfúrico, amoníaco, ácido carbónico y otros gases), ya que hay que esperar que todas estas impurezas desaparezcan para que el agua de lluvia tenga una pureza completa. El agua de lluvia en razón de su dulzura es especialmente adaptable para el lavado y para cualquier otro uso doméstico, pues es agua saludable sí se conserva en condiciones de su pureza original.

Aguas superficiales.- Proviene de corrientes, lagos o reservorios naturales, están por lo general contaminados y por consiguiente son peligrosos e inconvenientes para el consumo humano mientras no tengan un tratamiento adecuado, las poblaciones descargan muchas veces sus aguas residuales en un curso de agua; esta es quizá la causa más peligrosa de contaminación.

Aguas subterráneas.- Aguas provenientes por la filtración de las lluvias, granizo, nieve, etc. que desciende por la acción de la gravedad hasta alcanzar un estrato impermeable y entonces, comienza a desplazarse en dirección lateral. La parte del subsuelo por la que se desplaza el agua con movimiento lateral, se denomina zona de saturación y el agua que circula por ella, agua subterránea. Durante la época de sequía los pozos, lagos, lagunas, fuentes y ríos reducen el volumen del agua subterránea almacenada, que se restituye mediante la filtración que se producen en los períodos de lluvia. Los afloramientos del agua subterránea se producirán siempre que el nivel freático quede más alto que el del terreno y según las características locales, el estudio de afloramiento será un manantial, una charca, una fuente, un pantano o una corriente superficial. Las aguas subterráneas son las más recomendables puesto que ofrecen mayores ventajas sobre las superficiales, así como:

- Son generalmente más limpias.
- Contienen menos bacterias.
- Si son tomadas de un solo pozo tienen una composición mineral uniforme.
- Tienen una temperatura constante.

El agua subterránea a 15 metros de profundidad tiene en general la misma temperatura de la región en que está situada.

Vierendel (1990), manifiesta que la fuente de abastecimiento puede ser ubicada en un nivel más bajo, a la misma altura o en la parte alta 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. Las características del agua son directamente dependientes del uso que se hará con ella; así para considerar el agua potable, su ingestión no debe causar efectos nocivos a la salud; el agua contaminada puede transmitir diferentes enfermedades. La fuente de abastecimiento de agua constituye el componente primordial para el diseño de un sistema de abastecimiento, debiéndose definir su tipo, cantidad y ubicación. De acuerdo a la forma de aprovechamiento se considera tres tipos principales de fuente:

1. Aguas de lluvia colectada de los techos o en un área preparada.
2. Aguas superficiales: Aguas de ríos y Aguas de lagos naturales.
3. Aguas subterráneas:
 - Captadas de manantiales.
 - Captadas de pozos de poca profundidad.
 - Captadas de pozos profundos y artesianos.
 - Captadas de galerías filtrantes horizontales.

La calidad del agua debe cumplir con las normas establecidas, físico químico y bacteriológico, siendo necesario tomar muestras de agua de la fuente para luego ser analizados en los laboratorios.

Agüero (1997), indica que existen fuentes de agua subterránea que afloran en forma de manantiales. Esta se alimenta por lo general de una formación de arena o grava que contenga agua (acuífero) o de un flujo de agua a través de roca fisurada. Las descargas del acuífero se pueden dar en una situación al descubierto, como manantial o de un modo invisible como cuando el flujo subterráneo aporta a un río, arroyo, lago o mar. En los lugares donde el agua aflora en forma de manantial se puede captar fácilmente.

2.6 Calidad del agua.

Palacios (1999), sostiene que las características del agua que la hacen llamar de "buena" calidad son directamente dependientes del uso que se hará con ella; por ejemplo: un agua dura será de pobre calidad para la producción de vapor por las tuberías, un agua turbia será inaceptable para la fabricación de hielo, pero en cambio será aceptable para la concentración en minerales. En términos generales el agua debe estar libre de organismos patógenos, de sustancias tóxicas y de exceso de minerales y materia orgánica; para que sea agradable debe estar libre de color, turbiedad, sabor y olor, más aún su contenido de oxígeno debe ser suficientemente alto, debiendo tener una temperatura adecuada.

Jordán (1988), considera que el agua de un manantial es pura y se puede usar como agua potable sin previo tratamiento, para lo cual se debe asegurar que el agua provenga realmente de acuíferos y que no se trate de aguas de arroyo que se han sumergido a corta distancia.

O.P.S. (1975), indica que según las Normas de calidad de agua del Organismo Mundial de la Salud (OMS). 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 dan sus

características peculiares y los que determinan el tratamiento de acuerdo al uso que se le va a dar. La relación entre calidad de agua y los efectos de la salud ha sido estudiada para cada una de las características de la calidad de agua (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 compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- El agua debe ser aceptablemente clara, es decir, baja turbidez, poco color.
- Que no contengan compuestos que causen sabor u olor desagradable.
- Que no causen corrosión o incrustaciones del sistema de abastecimiento de agua, y que no manche la ropa al lavarla con ella.

El agua potable es el agua que al consumirla no dañe el organismo del ser humano, ni daña los materiales a ser usado con el fin de garantizar la vida útil del proyecto. El agua utilizada para consumo humano debe reunir las condiciones físicas químicas y bacteriológicas, siendo necesario tomar muestra de agua para cada caso. El análisis físico indica y mide ciertas propiedades y condiciones físicas como: temperatura, turbidez, color, olor y sabor; siendo el objetivo principal solo el aspecto estético y económico. El análisis químico determina las sustancias tóxicas o indeseables directamente relacionados con la salud, el aspecto económico del consumidor y la vida del sistema.

Las sustancias relacionadas con la salud son: plomo, arsénico, flúor, cromo, selenio y cianuros. Las que no convienen en concentraciones mayores fijadas como límite: cobre, fierro, magnesio, zinc, cloruros, sulfatos, compuestos de fenol y sólidos totales. El análisis bacteriológico indica principalmente la presencia de microorganismos procedentes de las excretas (la existencia de microorganismos patógenos en el agua produce enfermedades). Tienen mayor

importancia la bacteria coliformes y su presencia en el agua es indeseable, pues indica la posibilidad de encontrarse simultáneamente bacterias de la fiebre tifoidea, disentería, cólera, etc. Las sustancias relacionadas con el aspecto económico, son las que causan dureza (como el calcio y el magnesio), las que causan corrosión: relativos al PH a la alcalinidad (hidróxidos, carbonatas y bicarbonatos), relativos a la acidez (bióxido de carbono, ácidos minerales, ácidos orgánicos, sales, etc.)

2.7 Población de diseño y demanda de agua.

Agüero (1997), sostiene que las obras de agua potable no se diseñan para un momento actual, sino que se hace tomado un crecimiento de la población en un período de tiempo prudencial que varía entre 10 y 40 años (periodo de diseño). Con la población futura se determina la demanda de agua para el final del periodo de diseño.

2.8 Período de diseño

En la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, interviene una serie de variables que deben ser evaluados para logran un proyecto económicamente aconsejable. El periodo de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100 %. Para determinar el período de diseño se consideran los factores como: Durabilidad o vida útil de las instalaciones, factibilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución, tendencia de crecimiento de la población y posibilidades de financiamiento. Para pequeños proyectos de agua potable, los períodos de diseño deben ser cortos, pudiendo sugerirse de 10 a 20 años.

Para los diferentes componentes del sistema de agua para zonas rurales se recomienda los siguientes períodos:

- a) Obras de captación : 20 años
- b) Conducción :10 a 20 años Reservorio : 20 años
- c) Redes :10 a 20 años
- d) Tubería principal : 20 años
- e) Tubería secundaria : 10 años

Las normas generales para proyectos de abastecimiento de agua potable en el medio rural (Ministerio de Salud), recomiendan el período de diseño de 20 años, cuyo valor será utilizado en el presente estudio.

2.9 Métodos de cálculo de población futura

Agüero (1997), menciona que los métodos de estimación de población futura son:

Métodos analíticos

Presupone que el cálculo de la población para una región dada es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de los intervalos de tiempo, en que estos se han medido. Los métodos analíticos son:

Método aritmético.

Método geométrico.

Método de la curva normal logística.

Método de la ecuación de segundo grado.

Método exponencial.

Método de los incrementos de variable.

Método de los mínimos cuadrados.

Métodos comparativos

Mediante procedimientos gráficos se estiman valores de población, ya sea en función de datos censales anteriores de la región o considerando los datos de poblaciones de crecimiento similar al que se está estudiando.

Método racional.

Se realiza un estudio socioeconómico del lugar, se toma en cuenta el crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante.

$$Pf = Pa\left(1 + \frac{rt}{100}\right)$$

Pf = Población Futura

Pa = Población Actual

r = Tasa de Crecimiento

t = Período de Diseño

2.10 Dotación y consumo

MINISTERIO DE SALUD (1984), indica que, en todo sistema de abastecimiento de agua potable, el conocimiento cabal de esta información es de gran importancia en el diseño para el logro de estructuras funcionales. Mediante las investigaciones realizadas se han llegado a aproximaciones que hacen cada vez más precisas las estimaciones sobre consumo de agua. Las normas basadas en algunas investigaciones propias y apoyadas en los de otros países, asignan cifras para las dotaciones de agua tomando en cuenta los factores y las variaciones periódicas que afectan el consumo de agua en un centro poblado. La demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población proyectada, expresada en lt/hab/día. Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario y el consumo máximo horario. El consumo promedio diario anual servirá para el cálculo de volumen del reservorio y para el cálculo del consumo máximo diario y horario.

El valor del consumo máximo diario servirá para el cálculo del diseño hidráulico de la línea de conducción; mientras que el consumo máximo horario, permitirá el diseño hidráulico de la línea de aducción.

Dotación de agua - alternativas

Para poder determinar la dotación de agua de una determinada localidad, se deben estudiar los factores importantes y principales que influyen en el consumo de agua, las cuales son:

Condiciones climáticas.- El clima es un factor que obliga a la población al uso máximo o mínimo del consumo de agua según la temperatura sea alta o baja respectivamente. Por otro lado en climas fríos el agua puede ser derrochada

en los grifos para evitar la congelación de las tuberías, incrementarse gradualmente de este modo el consumo; las altas temperaturas también, pueden inducir a un alto consumo de agua para el acondicionamiento del aire.

Nivel de vida en la población. - El consumo depende del grado cultural, condiciones económicas, industrialización, etc.

Presión de agua. - Esta se debe tomar en cuenta porque no solo aumenta el consumo, sino también se producen deterioros en las tuberías y válvulas por ser mayor el golpe de ariete, es así que la presión tiene dos efectos:

- Cuando la presión es de 15 a 30 metros el consumo es mínimo.
- Cuando la presión es mayor el consumo aumenta debido a las filtraciones a través de los orificios que pueda existir en la red y que sabemos que crece con la potencia de $3/2$ de la presión, el golpe de ariete es mayor y las válvulas sufren más por, consiguiente en la sierra la ubicación de los reservorios se hace en la parte más alta de los pueblos, y debido a su topografía se tienen presiones altas en las partes bajas, las cuales generan filtraciones a través de los orificios con el consiguiente aumento del consumo.

Las dotaciones de agua para el consumo en el medio rural, según el Ministerio de Salud son:

Cuadro 1: Dotación de agua

DOTACION	Lts/hab/día
Bebida	1
Preparación de alimentos	8
Lavado de Utensilios	8
Lavado de ropa	14
Aseo personal, ducha	19
TOTAL	50

Las normas generales para proyectos de abastecimiento de agua potable del Ministerio de Salud, indican que las dotaciones se estimarán mediante:

Cuadro 2: Dotación por región

Región	Dotación Lts/hab/día
Selva	70
Costa	60
Sierra	60

Fuente: Ministerio de Salud

2.11 Variaciones del consumo

En un sistema de abastecimiento de agua, el consumo durante el año no es el mismo, variando de acuerdo a las estaciones de un año a otro, de una hora a otra; siendo las causas de estas variaciones de consumo los cambios climatológicos, régimen de vida de los pobladores, etc. Las variaciones de consumo anual, mensual, diario y horario, pueden estudiarse por medio de gráficos elaborados en base a datos estadísticos de la población en estudio.

Variaciones del consumo diarias

Está en función de las variaciones climatológicas y está referida a la curva de variación promedio anual, así para el máximo consumo diario, los valores fluctúan entre el 120% y 150% Y para el mínimo oscila entre el 80% y 90% del promedio diario anual. Para localidades pequeñas, el máximo diario es un factor determinante para el diseño de obras de captación, línea de conducción y reservorio.

Variaciones horarias

población, la variación horaria es menor, debido a la compensación de consumo que se produce en ciudades grandes, en cambio en pequeñas localidades, los pobladores tienen las mismas costumbres produciendo variaciones máximas.

2.12 Captación.

A. Rocha (1980), considera que una estructura de captación permite recolectar el agua, para que luego pueda ser conducida mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento. El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerá de la topografía de la zona, de la textura del suelo y de la clase de manantial, buscando no alterar la calidad y temperatura del agua ni modificar la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales (el agua crea otro cause y el manantial desaparece).

Tipos de captación.

Como la captación depende del tipo de fuente y de la calidad y cantidad de agua, el diseño de cada estructura tendrá características típicas.

Cuando la fuente de agua es un manantial de ladera y concentrado, captación constara de tres partes: la primera, corresponde a la protección del afloramiento; la segunda, a una cámara húmeda que sirve para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. El compartimiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión o área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene por finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de aquietamiento de algún material en suspensión. La cámara húmeda tiene un accesorio (canastilla) de salida y un cono de rebose que sirve para eliminar el exceso de producción de la fuente. Si se considera como fuente de agua un manantial de fondo y concentrado, la estructura de captación podrá reducirse a una cámara sin fondo que rodee el punto donde el agua brota. Constará de dos partes: la primera, la cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regular el gasto a utilizarse, y la segunda, una cámara seca que sirve para proteger las válvulas de control de salida y desagüe. La cámara húmeda estará provista de una canastilla de salida y tuberías de rebose y limpia.

Sí existen manantiales cercanos unos a otros, se podrá construir varias cámaras, de las que partan tubos o galerías hacia una cámara de recolección de donde se inicie la línea de conducción. Adyacente a la cámara colectora se considera la construcción de la cámara seca cuya función es la de proteger la válvula de salida de agua. La cámara colectora tiene una canastilla de salida, un cono de rebose y tubería de limpia.

Diseño hidráulico y dimensionamiento para la captación de un manantial de ladera y concentrado.

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

2.17. Línea de conducción.

Agüero (1997), de acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como la topografía de la región, las líneas de conducción pueden considerarse de dos tipos:

Líneas de conducción por gravedad y líneas de conducción por bombeo. En tales actuaciones, se requerirá de los análisis económicos que permitan evaluar ambas alternativas. Una línea de conducción está constituida por la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento, así como de las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ella. La velocidad mínima se adoptará de acuerdo a los materiales en suspensión, pero en ningún caso será menor de 0.60 mts/seg y la velocidad máxima admisible será, en tubos de asbesto cemento 5mts/seg y PVC de 3 mts/seg.

Calculo y diseño hidráulico.

El objetivo de diseñar tuberías, es precisamente para manejar de manera correcta las pérdidas de energía por fricción en las tuberías y en los accesorios y poder controlar el sistema de flujo deseado; conservando la energía en determinados puntos y disipándolas (por fricción) en otros. El diseño hidráulico se centra en el análisis del diseño propiamente dicho y elección cuidadosa de tuberías en diferentes diámetros y en la ubicación estratégica de válvulas de control, de purga, de aire y cámaras rompe-presiones o rompe-cargas.

Carga disponible

La carga disponible viene representada por la diferencia de elevación estática entre la obra de captación (nivel mínimo de agua) y el reservorio de regulación (nivel máximo de agua).

Gasto de diseño

Se estima el caudal medio futuro (caudal de diseño) de la población para el período de diseño seleccionado, y se considera el factor k del día de máximo consumo. Siendo el caudal de diseño: $Q_{\text{máx. Diario}} = K * Q_{\text{m.d.a.}}$

Clase de tubería

En la mayoría de los proyectos de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales se utilizan tuberías PVC., dicho material tiene ventajas comparativas con relación a otro tipo de tuberías, siendo económicos, flexibles, durables, de poco peso y de fácil transporte e instalación; además incluyen diámetros comerciales menores a dos pulgadas, que fácilmente se encuentra en el mercado y sus cargas de presión son:

Cuadro 3: Clases de tuberías para diferentes presiones

Clase de columna de agua	(M.)
5	50
7.5	75
10	105

Fuente: Manual de tuberías Tuboplas

Diámetros

Para la determinación de los diámetros se consideran diferentes soluciones y se estudian diversas alternativas bajo el punto de vista económico. Definida la clase de tubería y sus límites de utilización por razones de presiones estáticas, se presentan situaciones que obligan a pensar en la utilización de cámaras

Rompe-presión; estableciéndose a lo largo de la línea de carga estática. En base al costo del material y a las cargas estáticas se diseñarán los diámetros de tuberías.

Estructuras complementarias

Válvulas de aire. - Las aguas que circulan en las conducciones producen gases, que deben ser evacuados a la atmósfera. El aire que arrastra el agua o que lleva disuelto puede dar lugar al corte de la vena líquida y a golpe de ariete. Por medio de las ventosas deberá darse salida al aire de la tubería en operación de llenado, y permitir su entrada durante la operación de vaciado para evitar la creación del vacío que puede dañar la conducción, existen válvulas automáticas y válvulas manuales, en la mayoría de las líneas de conducción se utilizan válvula de compuerta con sus respectivos accesorios que requieren ser operadas periódicamente.

Válvulas de purga. - Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.

Cámaras rompe-presión. - Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación, es necesario la construcción de cámaras rompe-presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños en la tubería. El número de cámaras rompe-presión dependerá del desnivel existente entre la captación y el reservorio.

Línea de gradiente hidráulico.

La línea de gradiente hidráulico (LGH), representa los nuevos niveles de energía en cada punto a lo largo de la tubería. Para cualquier flujo constante a través del tubo hay una LGH., constante, específica. La distancia vertical desde un punto de la tubería hasta la LGH es su medida de carga de presión (es decir, energía), y la diferencia entre la LGH y el nivel estático, es la cantidad de pérdida de carga por fricción del flujo. La presión de agua es la interface de aire/agua (como en las superficies de tanques o descargas de los puntos de toma es cero). De esta manera, la LGH deberá de llegar siempre a cero cada que el agua entre en contacto con la atmósfera.

Puesto que las pérdidas friccionales nunca son recuperadas, la LGH siempre se inclina en forma descendente siguiendo la dirección del flujo. La empinadura del declive estará determinada por el índice al cual se pierde la energía por fricción. Solamente bajo condiciones estáticas la LGH estará perfectamente horizontal, aunque para propósitos prácticos la LGH, se deberá trazar en forma horizontal cuando se trate de caudales extremadamente bajos

en tubos grandes (donde la pérdida de carga sea menor que 1/2m por 100m de longitud de tubo). Para fines prácticos, la línea nunca se pronunciará hacia arriba.

Perdida de carga

Un sistema tiene una cantidad específica de energía gravitacional, determinadas por las alturas relativas de los puntos del sistema. Conforme el agua fluye a través de la tubería, se pierde la energía por la fricción del flujo contra las paredes del tubo, o a través de los acoplamientos (como reducciones, codos, válvulas de control, etc.), o conforme esta entra y sale de los tubos y tanques.

Cualquier obstáculo del flujo parcial o total, causará pérdida de energía por fricción. La magnitud de pérdida de energía debido a la fricción contra cualquier obstáculo, estará determinado por varios factores. Los factores principales serían, la rugosidad del obstáculo y la velocidad del agua, partículas en suspensión, gases disueltos, etc.

El diámetro del tubo y la cantidad de caudal que pasa por él, determinan la velocidad del flujo. Cuando mayor sea el caudal, mayor será la velocidad y por consiguiente mayor la pérdida de carga por fricción, de igual manera, cuando más rugoso sea la superficie del obstáculo, mayores serán esas pérdidas.

Estación de bombeo.

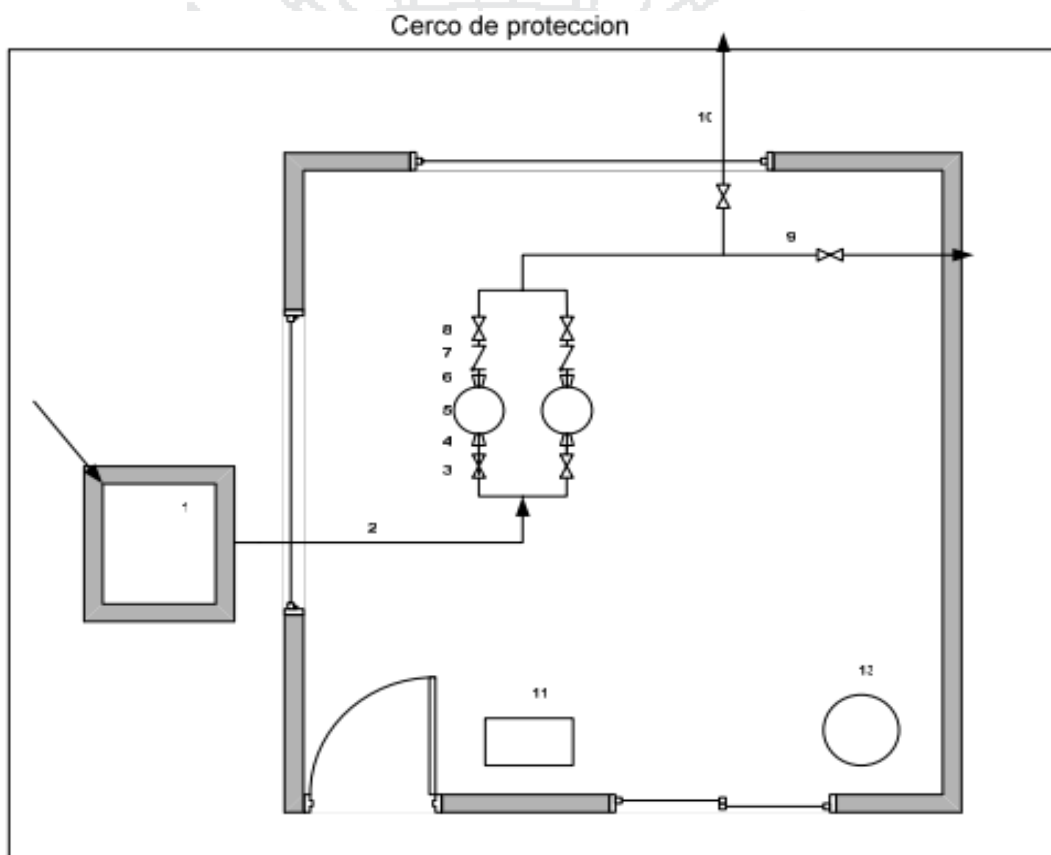
CEPIS (2005), indica que las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

Elementos de las estaciones de bombeo

En la figura 1 se muestra un esquema típico de una caseta de bombeo empleado en el área rural, constituido por bombas centrífugas de eje horizontal. Sin embargo, esta configuración puede variar de acuerdo a las condiciones particulares de cada proyecto.

Los componentes básicos de una estación de bombeo de agua potable son los siguientes:

Figura 1: Esquema típico de una estación



LEYENDA

- 1 Pozo o cámara de succión
- 2 Tubería de succión
- 3 Valvula de compuerta
- 4 Reducción excentrica
- 5 Bomba
- 6 Reducción concentrica
- 7 Valvula de retención
- 8 Valvula de compuerta
- 9 Tubería de impulsión
- 10 Tubería de limpieza
- 11 Tablero de control

Capacidad de la estación de bombeo

La determinación del caudal de bombeo debe realizarse sobre la base de la concepción básica del sistema de abastecimiento, de las etapas para la implementación de las obras y del régimen de operación previsto para la estación de bombeo. Los factores a considerar son los siguientes:

a) Periodo de bombeo.- El número de horas de bombeo y número de arranques por día, depende del rendimiento de la fuente, el consumo de agua, la disponibilidad de energía y el costo de operación. Por razones económicas y operativas, es conveniente adoptar un periodo menor de bombeo diaria, que serán distribuidas en el horario más ventajoso. En situaciones excepcionales se adoptará un periodo mayor, pero considerando un máximo de 12 horas.

b) Tipo de abastecimiento.- Se deben considerar dos casos:

- Cuando el sistema de abastecimiento incluye reservorio de almacenamiento posterior a la estación de bombeo; la capacidad de la tubería de succión (si corresponde), equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculadas con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.

$$Q_b = Q_{\max} \cdot d / N$$

Q_b = Caudal de bombeo, l/s.

$Q_{\max} \cdot d$ = Caudal máximo diario, l/s.

N = Número de horas de bombeo.

- Cuando el sistema de abastecimiento de agua no incluye reservorio de almacenamiento posterior a la estación de bombeo, la capacidad del sistema de bombeo debe ser calculada en base al caudal máximo horario y las pérdidas en la red distribución.

Carga dinámica o altura manométrica total

La altura dinámica puede ser definida como el incremento total de la carga del flujo a través de la bomba. Es la suma de la carga de succión más la carga de impulsión:

$$H_b = H_s + H_i$$

H_b = Altura dinámica o altura de bombeo, m.

H_s = Carga de succión, m.

H_i = Carga de impulsión, m.

Carga de succión (H_s).- Viene dado por la diferencia de elevación entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del agua en la fuente o captación, afectado por la pérdida de carga en el lado de la succión.

$$H_s = h_s + A_hs$$

H_s = Altura de succión, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior del agua (m)

A_hs = Pérdida de carga en las succión, m.

Carga de impulsión.- Está dada por la diferencia de elevación entre el nivel máximo de las aguas en el sitio de llegada y el eje de las bombas más la pérdida de carga del lado de la tubería de impulsión:

$$H_i = h_i + A_hi$$

h_i = Altura de impulsión, o sea, la altura del nivel superior en relación al eje de la bomba, m.

A_hi = Pérdida de carga en la tubería de impulsión, m.

Reemplazando las ecuaciones de carga de succión y de carga de impulsión en la ecuación de altura manométrica total se tienen las siguientes relaciones:

- Bombeo con bombas de eje horizontal y de eje vertical:

$$H_b = h_s + h_i + A_hs + A_hi$$

- Bombeo con bombas sumergibles:

$$H_b = h_i + A_{hi}$$

El proyectista por seguridad podrá incrementar la altura de pérdida de carga en las tuberías, en función a la edad de las mismas, considerar la altura por carga de velocidad ($v^2/2g$) y/o adoptar una altura de presión mínima de llegada.

Potencia del equipo de bombeo

El cálculo de la potencia de la bomba y del motor debe realizarse con la siguiente fórmula:

$$P_b = Q_b H_b / 76 \eta$$

P_b = Potencia de la bomba y del motor (HP).

Q_b = Caudal de bombeo (l/s).

H_b = Altura manométrica total (m).

η = Eficiencia del sistema de bombeo, $\eta = \eta_b$; $\eta = \eta_m$ motor bombeo

La bomba seleccionada debe impulsar el volumen de agua para la altura dinámica deseada, con una eficiencia (η) mayor a 60%.

Número de unidades de bombeo

Depende del caudal de bombeo y de sus variaciones, además, de la necesidad de contar de equipos de reserva para atender situaciones de emergencia.

Tipos de bombas

Las bombas más frecuentemente usadas en el abastecimiento de agua son las bombas centrífugas, horizontales y verticales, y las bombas sumergibles. El proyectista de acuerdo a las características del proyecto, seleccionará el tipo de bomba más adecuada a las necesidades del mismo.

Bombas centrífugas horizontales

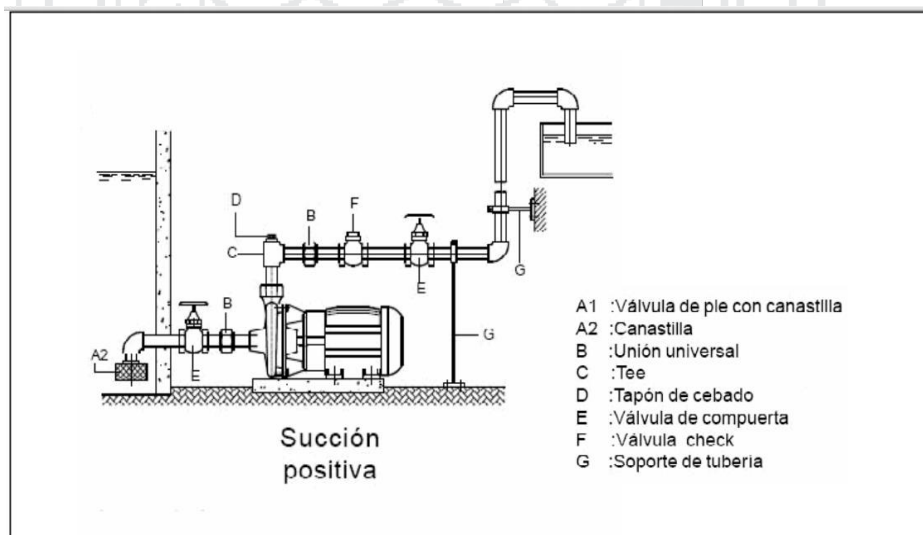
Son equipos que tienen el eje de transmisión de la bomba en forma horizontal. Tienen la ventaja de poder ser instaladas en un lugar distinto de la

fuente de abastecimiento, lo cual permite ubicarlas en lugares secos, protegidos de inundaciones, ventilados, de fácil acceso, etc.

Este tipo de bomba se debe emplear en cisternas, fuentes superficiales y embalses. Por su facilidad de operación y mantenimiento es apropiado para el medio rural. Su bajo costo de operación y mantenimiento es una ventaja adicional. Se pueden clasificar, de acuerdo a la posición del eje de la bomba con respecto al nivel del agua en la cisterna de bombeo, en bombas de succión positiva y bombas de succión negativa. Si la posición del eje está sobre la superficie del agua, la succión es negativa y en la situación inversa la succión es negativa (véase figura 3 y 4).

La mayor desventaja que presentan estas bombas es la limitación en la carga de succión, ya que el valor máximo teórico que alcanza es el de la presión atmosférica del lugar (10,33 m. a la altura del mar), sin embargo, cuando la altura de succión es de 7 metros la bomba ya muestra deficiencias de funcionamiento.

Figura 2: Bombas centrífugas de eje horizontal (succion positiva).

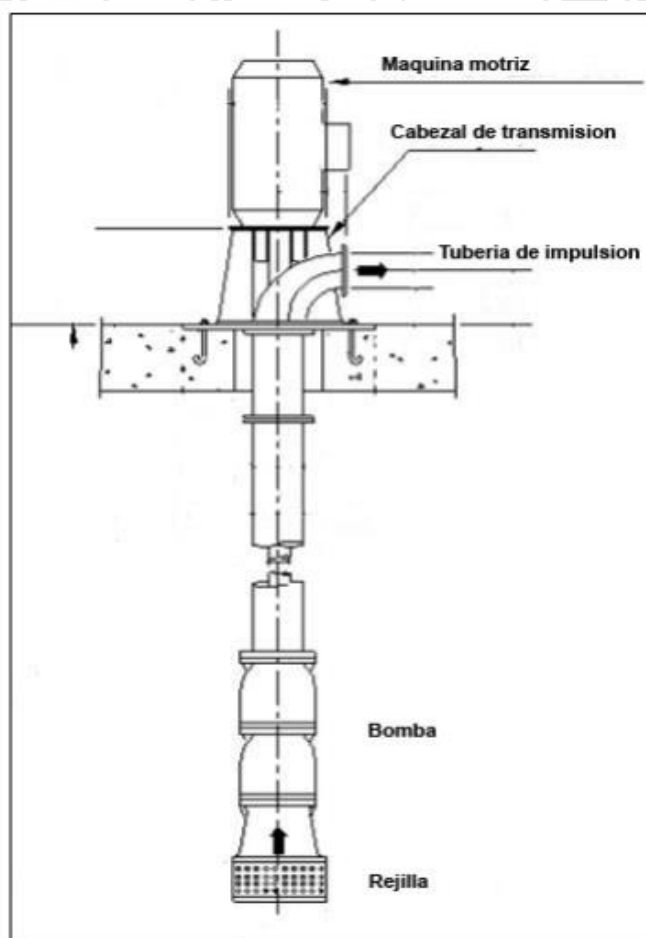


Bombas centrífugas verticales

Son equipos que tienen el eje transmisión de la bomba en forma vertical sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas. Deben ubicarse directamente sobre el punto de captación, por lo cual casi se limita su uso a pozos profundos.

Estas bombas se construyen de diámetros pequeños, a fin de poder introducirlas en las perforaciones de los pozos, los cuales exigen diámetros pequeños por razones de costo. Una unidad de bombeo de un pozo consta seis partes principales, que son: a) la máquina motriz, b) el cabezal de transmisión, c) eje de transmisión, d) la columna o tubería de impulsión, e) la bomba, y f) la tubería de succión.

Figura 3: Bombas centrífugas de eje vertical.



De acuerdo al tipo de lubricación del eje de transmisión de la bomba, pueden ser de dos tipos: lubricadas con el mismo líquido que se bombea y lubricadas con aceite. Los motores eléctricos para montaje vertical y, sobretodo, los especiales llamados de eje hueco, son los más utilizados para accionar este tipo de bombas.

La ventaja principal de estos equipos es su versatilidad y su capacidad para trabajar en un amplio rango de velocidades. Entre sus desventajas están lo ruidosas que son y la estricta verticalidad que exige a los pozos para su instalación. Los costos de instalación de este tipo de bombas son menores a los demandados por la instalación de una bomba de eje horizontal; sin embargo, la operación y mantenimiento exige cuidado especial y mayores costos.

Bombas sumergibles

Son equipos que tienen la bomba y motor acoplados en forma compacta, de modo que ambos funcionan sumergidos en el punto de captación; se emplean casi exclusivamente en pozos muy profundos, donde tienen ventajas frente al uso de bombas de eje vertical. Estas bombas tienen la desventaja de poseer eficiencia relativamente baja, por lo cual, aun cuando su costo puede ser relativamente bajo, el costo de operación es elevado por su alto consumo de energía.

Otra desventaja es que, al estar el motor y la bomba sumergidos, no existe forma de llegar a ellos cuando están instalados, en otras palabras, la unidad no es susceptible de recibir mantenimiento sin paralizar el bombeo. Los motores sumergibles están concebidos con velocidades de operación altas y son máquinas muy rígidas con respecto a la misma, no es factible hacer regulaciones durante la operación para variar la velocidad.

Cisterna de bombeo

Son cámaras de forma circular, cuadrada o rectangular (vista de planta) que tienen la función de almacenar el agua, previa a su bombeo.

Esta cámara, desde donde parte la tubería que conduce el agua hacia la bomba debe poseer dimensiones mínimas para facilitar el asentamiento de las piezas, evitar grandes velocidades y agitación de las aguas, y permitir el acceso para labores de mantenimiento.

A veces, no existe propiamente una división estructural con las características de una cisterna, pues la toma de agua es hecha directamente de un río, represa un reservorio de agua muy amplio.

Caseta de bombeo

El dimensionamiento de la caseta de bombeo debe ser adecuado para albergar el total de los equipos necesarios para la elevación del agua. Cuando fuese necesario, la caseta albergará los dispositivos de maniobra y desinfección. Debe permitir facilidad de movimientos, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipos.

Este dimensionamiento de la caseta dependerá del tipo de bomba que se emplee. Los casos más comunes son:

Cuando se emplean bombas estacionarias de eje horizontal y de eje vertical: estarán albergadas en la caseta de bombeo, junto con los motores, generadores, tableros, circuitos y válvulas de accionamiento necesarias.

Cuando se empleen bombas sumergibles: la caseta de bombeo servirá para alojar los circuitos y tablero de control, eventualmente el generador y válvulas de accionamiento de la línea de impulsión.

Las dimensiones de la sala de bombas deben permitir igualmente facilidad de movimiento, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipamientos y además abrigar, cuando fuere el caso, los dispositivos de servicio para maniobra y movilización de las unidades instaladas. Se debe considerar:

El espacio libre para la circulación en tomo a cada bomba, debe preverse de preferencia con un valor mayor a 1,5m pero no menor a 1m. En el caso de bombas de escurrimiento axial, la distancia mínima es de tres diámetros de la bomba.

Todos los accesos a la sala de bombas deben situarse a un mínimo de 1m por encima de nivel máximo del pozo de succión, si fuera el caso.

Cuando la sobre elevación del piso de la sala de bombas fuera menor que 1m con relación al nivel máximo de agua en el pozo de succión, el asentamiento de la misma debe ser hecho como para una instalación sujeta a inundación.

En el caso que el piso de la sala de bombas se localizase por debajo del nivel máximo de agua en el pozo de succión, deben ser previstas bombas de drenaje.

Tubería y accesorios de succión

La tubería de succión debe ser la más corta posible, evitándose al máximo, piezas especiales como curvas, codos, etc. La tubería de succión debe ser siempre ascendente hasta alcanzar la bomba. Se pueden admitir pequeños tramos perfectamente horizontales.

Por otro lado la medición de una línea de impulsión se hace básicamente por imposiciones económicas, por tanto, el valor del coeficiente K es consecuencia del precio de la energía eléctrica, de los materiales y de las máquinas empleadas en las instalaciones, variando por esto con el tiempo y con la región considerada.

Tratándose de instalaciones pequeñas, como son las que existen en el área rural, la fórmula de Bresse puede llevar a un diámetro aceptable. Para el caso de grandes instalaciones, dará una primera aproximación y es conveniente

un análisis económico, en el cual sean investigados los diámetros más próximos inferiores y superiores.

Para estaciones que no son operadas las 24 horas del día, el diámetro económico viene dado por la siguiente expresión:

$$D = 1.3\lambda^{1/4}\sqrt{Q}$$

$$\lambda = \frac{\text{Número de horas de bombeo}}{24}$$

2.13 Reservoirio.

AGÜERO (1997), Indica que es una estructura de almacenamiento de agua y sirve para garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y un mantenimiento de un servicio eficiente, en base a las necesidades de agua proyectadas y por el rendimiento admisible de la fuente.

El reservorio de almacenamiento tiene el propósito de compensar las variaciones de consumo que se producen durante el día, el de mantener las presiones de servicio en la red de distribución y en algunos casos, el de mantener cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia por incendios y los derivados por interrupciones Y daños en la tubería de conducción. Cuando la fuente abastece suficiente agua para cubrir el consumo de las horas de máxima demanda, no es necesaria la construcción de un reservorio de almacenamiento. Sin embargo, debe de asegurarse de que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente para cubrir el caudal necesario (Qmd). Es necesario mencionar los aspectos más importantes en el diseño:

Capacidad del reservorio.

El reservorio debe permitir que las demandas máximas que se producen en los consumos sean satisfechas a cabalidad, al igual que cualquier variación en los consumos registrados para las 24 horas del día. Ante la eventualidad de que ella línea de conducción puedan ocurrir daños que mantendrá una situación

de déficit en el suministro de agua mientras se haga las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que de oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio.

Ubicación del reservorio.

El reservorio se debe ubicar lo más cerca posible a la población y a una elevación mayor que esta. La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener presiones en la red dentro de los límites de servicio; garantizando las presiones mínimas en las viviendas más elevadas y las presiones máximas en las viviendas más bajas. De acuerdo a la ubicación de los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes. En el primer caso se alimenta directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o por bombeo y elevados o apoyados, y alimentan directamente de agua a la población. En el segundo caso, los típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados y se caracterizan porque la entrada y la salida del agua lo hacen por el mismo tubo.

Tipos de reservorios.

Los reservorios de almacenamiento pueden ser: Elevados, apoyados o enterrados. Los elevados que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y paralelepípedo son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc. Los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (sistemas). Para fines de diseño, como un factor de seguridad se asumirá una capacidad de carga menor que corresponde a la clasificación del suelo medio.

Caseta de válvulas.

Como complemento al depósito de agua tenemos a la cámara de válvulas como sistema de control, las tuberías que conducen son:

Tubería de entrada - Se instala de acuerdo a la topografía por la parte de encima, pegada a la pared lateral, el diámetro está definido por la línea de conducción y

estará provisto de una válvula de compuerta y de igual diámetro antes de la entrada al reservorio de almacenamiento.

Tubería de salida.- Se instala sobre el nivel del piso, para evitar que salgan las partículas sedimentadas en el fondo. El diámetro será el correspondiente a la salida de la línea de aducción y deberá estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población.

Tubería de limpieza.- Son los desagües, se instalan en el fondo del reservorio, la tubería de limpia deberá tener un diámetro tal que facilite la limpieza del reservorio de almacenamiento en un período no mayor de 2 horas, esta tubería será provista de una válvula compuerta.

Tubería de rebose.- Se instala en la parte alta del techo, en zonas sísmicas esta altura puede ser de 0.5m. La tubería de rebose se conectará con descarga libre a la tubería de limpieza y no se proveerá de válvula compuerta, permitiéndose la descarga en cualquier momento.

Diseño hidráulico del reservorio.

Para el cálculo del volumen de almacenamiento se utilizan métodos gráficos y analíticos. Los primeros basados en la determinación de la "curva de masa" o de "consumo integral", considerando los consumos acumulados; y en caso de los métodos analíticos, se debe disponer de los datos de consumo por horas y del caudal disponible de la fuente, que por lo general es el equivalente al consumo promedio diario.

2.14 Línea de aducción

Vierendel (1990), señala que la línea de aducción es la encargada de transportar agua desde el reservorio, hasta el punto de inicio de la red matriz de distribución de una población; cuyo cálculo se realiza con el caudal máximo anual de las demandas horarias, más incendios (en caso de poblaciones urbanas). Para que una línea de aducción tenga un funcionamiento eficiente, deberá tenerse en cuenta que la presión mínima más las pérdidas de carga sean

menores que la diferencia de altura entre el reservorio y el punto de inicio de la red.

2.15 Red de distribución.

AGÜERO (1997), afirma 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.

Para el diseño de la red de distribución es necesario primero definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar el agua en cantidades y presiones en todos los puntos de la red. Las presiones deben satisfacer las condiciones máximas y mínimas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido la red debe mantener presiones de servicio mínimas que se dan en la parte alta de la población y que sean capaces de llevar agua a los puntos de suministro (piletas públicas).

También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas, tales que no provoquen daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (parte baja de la población). En un sistema de abastecimiento de agua potable, se puede distinguir dos tipos principales de distribución de agua, el sistema de red abierta y el de malla cerrada.

2.16 Piletas públicas.

AGÜERO (1997), dice que en las poblaciones rurales del país existen sistemas de abastecimiento de agua potable que consideran ya sea piletas públicas o conexiones domiciliarias.

En el primer caso, con la finalidad de limitar la distancia que tendrán que recorrer los usuarios se deben ubicar las piletas en puntos estratégicos dentro del área del centro poblado.

En el segundo caso, las conexiones domiciliarias, que culminan en una pileta, son las tuberías de servicio de agua que se instalan a partir de la tubería matriz hasta el interior de cada vivienda.

2.17 Factores económicos, sociales, medio ambiente y político

Factores económicos

Determina el poder de compra y el patrón de gastos de los consumidores. Los países tienen diversos niveles de vida distribución de ingresos de sus habitantes. Los países con economías de subsistencia ofrecen pocas oportunidades de mercado. Los países con economías industriales conforman mercados prósperos y atractivos para muchos tipos de bienes.

Evaluación de proyectos

Sapag (2008), La evaluación de un proyecto es una herramienta, la cual al comparar flujos de beneficios y costos, permite determinar, si conviene realizar un proyecto o no.

Al evaluar, entre otras cosas, se debe decidir cuál es el tamaño más adecuado del proyecto. Los estudios de mercado, los técnicos y los económicos entregan la información necesaria para estimar los flujos esperados de Ingresos y costos que se producirán durante la vida útil del proyecto en cada una de las alternativas posibles.

En presencia de varias alternativas de Inversión, la evaluación de proyectos es un medio útil para fijar un orden de prioridad entre ellas seleccionar los proyectos más rentables y descartando los que no lo son, con el fin de llegar a una eficiente asignación de Recursos.

Criterios de evaluación de proyectos

Valor Actual Neto

Tasa Internad e Retorno

Ciclo de vida del proyecto

Sapag (2008), es el proceso de transformación de las ideas de inversión a su puesta en marcha a través de las siguientes etapas:

Pre inversión:

Etapa de idea

Identificar necesidad insatisfecha o problema por resolver, posibles beneficios, localización geográfica y objetivos.

Etapa de perfil

Se incorpora información adicional y se precisa la proveniente de la etapa anterior con estimación preliminar de ubicación y tamaño del proyecto, alternativas técnicas, estimación de beneficios, montos de inversión, costos de operación y mantención.

Etapa de pre factibilidad

Se precisa con mayor detalle la información anterior, se incorporan datos adicionales para permitir descartar ciertas alternativas y perfeccionar las restantes. Para cada alternativa se harán evaluaciones económicas y técnicas para identificar las mejores y descartar las restantes.

Etapa de factibilidad : consiste en perfeccionar la alternativa que haya resultado con mayor indicador de rentabilidad, tal como el valor actual neto (VAN) positivo, determinado en la etapa anterior, reduciendo así su rango de incertidumbre a límites aceptables. Se efectúa análisis de sensibilidad.

Inversión

Etapa de diseño definitivo: se elabora el diseño de ingeniería, (planos, memoria de cálculo, especificaciones técnicas) y se ajustan detalles finales previos a la etapa de ejecución. Se elaboran bases para la propuesta o licitación.

Etapa de ejecución: son todas aquellas acciones tendientes a ejecutar físicamente el proyecto como fue especificado en la etapa de diseño.

Operación

Etapa de operación: corresponde al periodo de tiempo durante el cual se generan los beneficios y costos estimados en las etapas anteriores.

Valor actual neto (VAN)

Sapag, (2008), VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable.

Basta con hallar VAN de un proyecto de inversión para saber si dicho proyecto es viable o no. El VAN también nos permite determinar cuál proyecto es el más rentable entre varias opciones de inversión.

La fórmula para el cálculo del VAN es la siguiente, donde I es la inversión, Q_n es el flujo de caja del año n, r la tasa de interés con la que estamos comparando y N el número de años de la inversión:

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Tasa interna de retorno (TIR)

Sapag (2008), la tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. Estos Valores VAN o VPN son calculados a partir del flujo de caja anual, trayendo todas las cantidades futuras -flujos negativos y positivos- al presente.

La Tasa Interna de Retorno es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, que se lee a mayor TIR, mayor rentabilidad. Por esta razón, se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión.

Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, que será el coste de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo, esto es, por ejemplo, los tipos de interés para un depósito a plazo). Si la tasa de rendimiento del proyecto expresada por la TIR, supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

La fórmula de cálculo de la TIR, el tipo de descuento que hace 0 al VAN, es la siguiente:

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Dónde: I es la inversión, Q_n es el flujo de caja del año n, r la tasa de interés con la que estamos comparando y N el número de años de la inversión:

La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para conocer la factibilidad de diferentes opciones de inversión.

El flujo de caja es estado financiero conformado por un documento que muestra los flujos de ingresos y egresos de efectivo (dinero en efectivo) que ha tenido una empresa durante un periodo de tiempo determinado.

Costos fijos y costos variables

Costo fijo: Son aquellos en los que incurre la empresa y que en el corto plazo o para ciertos niveles de producción, no dependen del volumen de productos.

Costo variable: Costo que incurre la empresa y guarda dependencia importante con los volúmenes de fabricación.

Dentro de la visión general, el costo total es la suma del costo fijo total con el costo variable total, el costo variable total consta del producto entre el Costo variable unitario y la Cantidad, de manera que se tiene la siguiente relación:

$$CT = CF + Cv * Q$$

La estimación de los costos variables y los costos fijos es básica para determinar el punto de equilibrio. Es también importante analizar los ingresos, ya que es el otro componente o curva que determinará el punto de Equilibrio, en este punto la Utilidad es igual a cero, es decir los ingresos son iguales a los costos.

f) Factores sociales

Sapag, N. 2008, los aspectos sociales hacen referencia exclusivamente a un grupo social integrado por un determinado número de personas unidas interaccionalmente, en un marco de relaciones sociales más o menos estandarizados por el propio grupo. Posee un conjunto de normas aceptadas y sus relaciones se basan en un sistema de roles y status de interrelaciones. Comparten intereses, valores y creencias, los une en un sentido de identidad común y de semejanza en algún aspecto de la vida cotidiana: edad, procedencia, situación habitacional o laboral, número de integrantes de familia, etc., y esta característica semejante es que permite diferenciarse del resto del mundo.

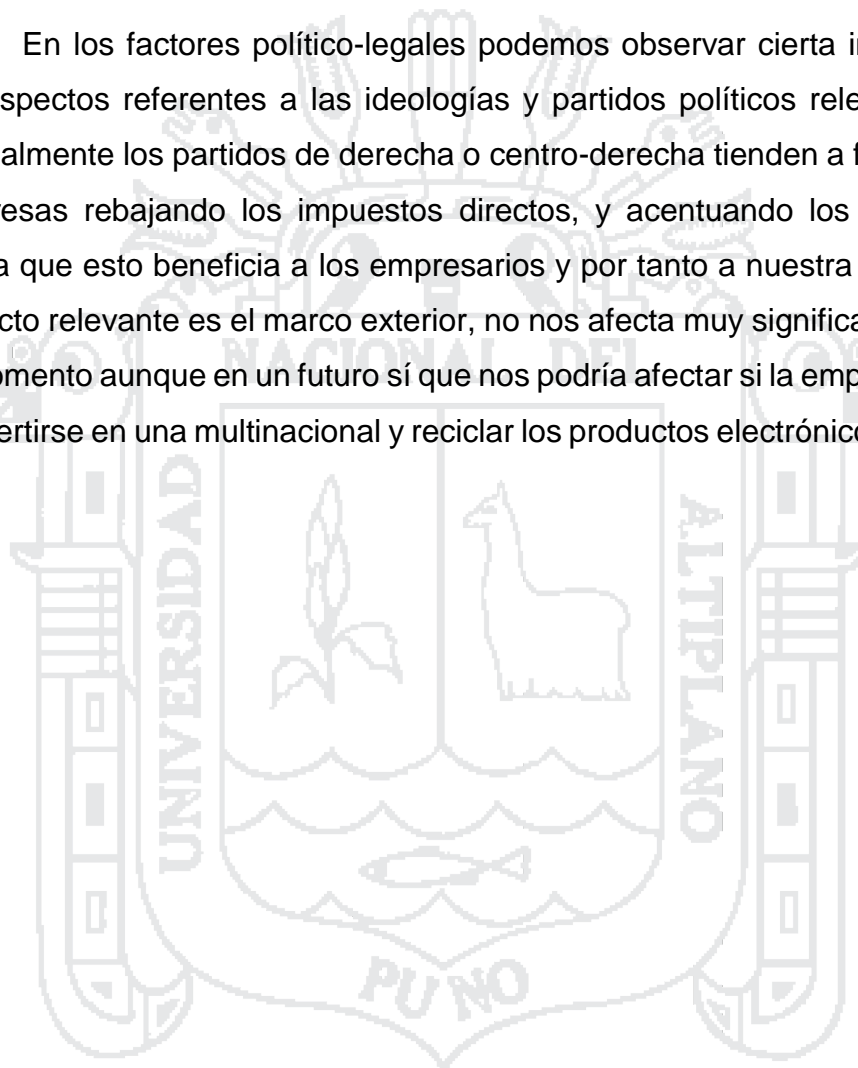
g) Factores organizacionales

Una de las alternativas para lograr el desarrollo integral de los sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo es la conformación de JAS que fortalezca las organizaciones existentes en la zona, especialmente relacionadas a sus principales actividades como operación y mantenimiento, que les permita funcionar debidamente. También existe la tendencia de controlar y vigilar el uso de recursos de la comuna edil.

h) Factores políticos e institucionales

Eroles 2005, los factores político-institucionales son los referentes a todo lo que implica una posición de poder en nuestra sociedad, en sus diferentes niveles, que tendrán una repercusión económica.

En los factores político-legales podemos observar cierta importancia de los aspectos referentes a las ideologías y partidos políticos relevantes , pues normalmente los partidos de derecha o centro-derecha tienden a favorecer a las empresas rebajando los impuestos directos, y acentuando los indirectos, de forma que esto beneficia a los empresarios y por tanto a nuestra empresa, otro aspecto relevante es el marco exterior, no nos afecta muy significativamente por el momento aunque en un futuro sí que nos podría afectar si la empresa decidiera convertirse en una multinacional y reciclar los productos electrónicos extranjeros.



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

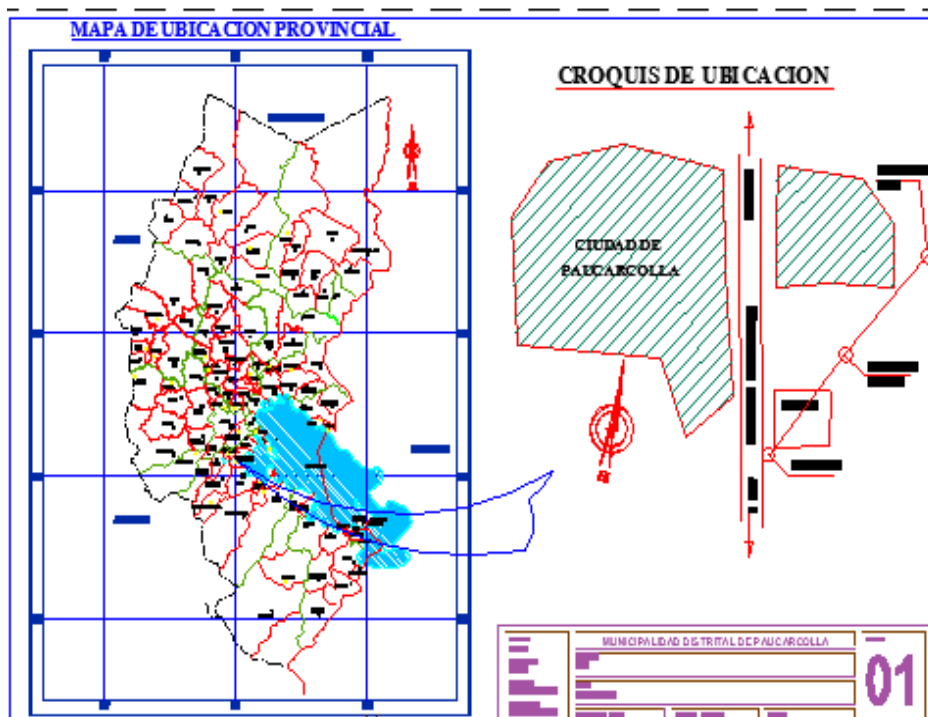
3.1 Descripción del proyecto

El proyecto contempla el estudio de los factores que influyen en el funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo en las poblaciones rurales de la provincia y departamento de Puno.

3.2 Ubicación del proyecto

Región/Provincia : Puno
Distrito : Puno
Localidades : Paucarcolla.
Altitud : 3840 m.s.n.m.
Región geográfica : Sierra

Figura 4: Ubicación del lugar de investigación.



1.5.1. Clima, topografía y geología

Temperatura máxima media	: 25 °C.
Temperatura mínima media	: 10 °C.
Temperatura promedio anual	: 16 °C.
Clima	: Frío y Seco
Precipitación promedio	: 860mm (setiembre a marzo)

La topografía es ondulada, y con pendientes mayores a 20%, cuya forma actual es resultado de la geomorfología producida por agentes meteorológicos.

1.5.2. Vía de acceso

La vía principal de acceso es la carretera panamericana, se realiza a través de la carretera Juliaca-Puno.

1.5.3. Materiales y equipo

Fichas de encuesta
Plano de sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo.
Plano de ubicación del sistema de bombeo
Computadora y su impresora
Cámara fotográfica
Softwares: Minitab, SPSS, google earth, Autocad, Excel y otros programas.
Estación total
GPS.
Movilidad.

1.6. Metodología para determinar las principales características en bombas y estaciones de bombeo.

1.6.1. Determinación de altura dinámica total (H_T)

Hallamos con la ecuación de Bernoulli entre los niveles del agua en la succión e impulsión, conforme se muestra se expresa por la ecuación:

$$HDT = H_{Topsucc} + hf_{Succ\ tubo} + hf_{Succacces} + H_{Topimpul} + hf_{impul\ tubo} + f_{impulacces} + Presión$$

Donde:

- HDT = altura dinámica total (m).
- $H_{Topsucc}$ = Altura topográfica de succión (m).
- $hf_{Succ\ tubo}$ = Altura topográfica de succión o de aspiración. (m).
- $hf_{Succacces}$ = Pérdida de carga en accesorios en tubería de succión. (m).
- $H_{Topimpul}$ = Altura topográfica de succión (m).
- $hf_{Impul\ tubo}$ = Pérdida de carga en tubería de impulsión (m).
- $f_{Impulacces}$ = Pérdida carga en accesorios en tubería de impulsión (m).

1.6.2. Determinación de cavitación

Para evitar el fenómeno de cavitación se debe efectuar balance de energías.

$$NPSH_{(disp.)} = NPSH_{(requerido)}$$

$$NPSH_{Disp} = Hatm - (H_{vap} + hs + \Delta Hs)$$

$$NPSH_{Disp} = \text{Carga neta de succión positiva (m).}$$

$$Hatm = \text{Presión atmosférica (m).}$$

$$H_{vap} = \text{presión de vapor (m)}$$

$$hs = \text{altura estática de succión (m)}$$

$$\Delta Hs = \text{Pérdida de carga por fricción de tuberías y accesorios.}$$

1.6.3. Determinación de potencia de la electrobomba

Se determina por la ecuación:

$$P_b = \frac{H_{DT} * Q_b * \gamma}{75\eta}$$

P_b = Potencia de bomba y del motor (Hp).

Q_b = Caudal de bombeo en (m³/s)

H_{DT} = Altura dinámica total (m)

η = Eficiencia de bomba (%)

γ = Peso específico del agua (Kg/m³)

Diseño de red de distribución

Calculo de pérdida de carga, se verifica por ecuación de Hazen Williams o Darcy.

$$hf = 1.21 * 10^{10} * L * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * d^{-4.87}$$

hf = Pérdida de carga debido al rozamiento (m)

Q = Caudal de agua en tubería (l/s)

C = Coeficiente de fricción de Hazen - Williams

D = Diámetro interior de la tubería (mm)

L = Longitud de tubería (m)

1.6.4. Presión y velocidad

Será igual a presión disponible menos pérdida de carga, como se muestra en la ecuación.

$$P_2 = Z_1 - Z_2 - hf$$

P_2 = Presión en llegada a reservorio

Z_1 = Cota de captación.

Z_2 = Cota en reservorio.

hf = Pérdida de carga.

La velocidad está permitida dentro de un rango de 0.6 hasta 3m/s.

3.3. Metodología para determinar factores sociales, económicos para el buen funcionamiento de proyectos de agua potable por bombeo.

Las variables de: Edad, nivel educativo, ocupación, composición familiar, participa en reuniones de JASS, nivel de ingreso, tenencia de ganado ovino, tenencia de ganado vacuno, último pago y otros datos recogidos por encuesta u observación, para su respectivo análisis.

1.6.5. Población y muestra

La fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{N * Z_{\infty}^2 * P * Q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\infty}^2 * P * Q}$$

N = tamaño de la población

Z_{∞} = nivel de confianza

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = probabilidad de fracaso

d = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

1.6.6. Instrumentos de colecta de datos

Azqueta -1994, indica que la encuesta personal suele ser más común, por lo menos la más identificada con el método en cuestión. Sus ventajas son evidentes: permiten al encuestador ofrecer una información detallada visual (gráficos, fotografías, etc.), responden a las dudas que surjan a lo largo de la encuesta y, en definitiva, controlar el tiempo de la misma. Su inconveniente fundamental, además del posible sesgo del entrevistado del que hablaremos más adelante, es simplemente financiero y tiene que ver con su elevado costo.

1.6.7. Modelos estadísticos

Para cuantificar y evaluar las relaciones existentes entre el funcionamiento y los factores limitantes del mismo se utilizará el método de regresión lineal múltiple, buscando la regresión que explique mejor las relaciones

existentes entre los factores considerados en el estudio de funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo en los distritos de Paucarolla.

Modelo de Regresión Lineal Múltiple

$$Y = B_0 + B_1X_1 + \dots + B_kX_k + u$$

Y = Tiempo de vida del sistema de agua potable por bombeo.

B₀ = Constante de la regresión

X_i = i-ésima variable independiente

k = Numero de variables explicativas.

u = Variable aleatoria.

1.6.8. Tipo de investigación

La investigación realizada es de tipo aplicativo- cuantitativo y correlacional.

1.6.9. Identificación de variables

Cuadro 4: Variable independiente (X); social y económico.

Factores	Variables	Indicador
Social	Edad	años
	Nivel educativo	Año escolar
	Ocupación	Actividad
	Composición familiar	No. integrantes
	Participa en reuniones de JASS	Veces/año
Económico	Nivel de Ingreso	Soles/año
	Tenencia de ganado	Unidades
	Tenencia de predio agrícola	Hectáreas
	Ultimo Pago.	Soles/mes

Cuadro 5: Variable dependiente (Y); Variables técnico.

Factor	Variable	Indicador
Técnico	Horas de servicio de Agua potable.	Hora



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados al obtener la metodología descrita en el capítulo anterior y así como su discusión respectiva, se presentan a continuación.

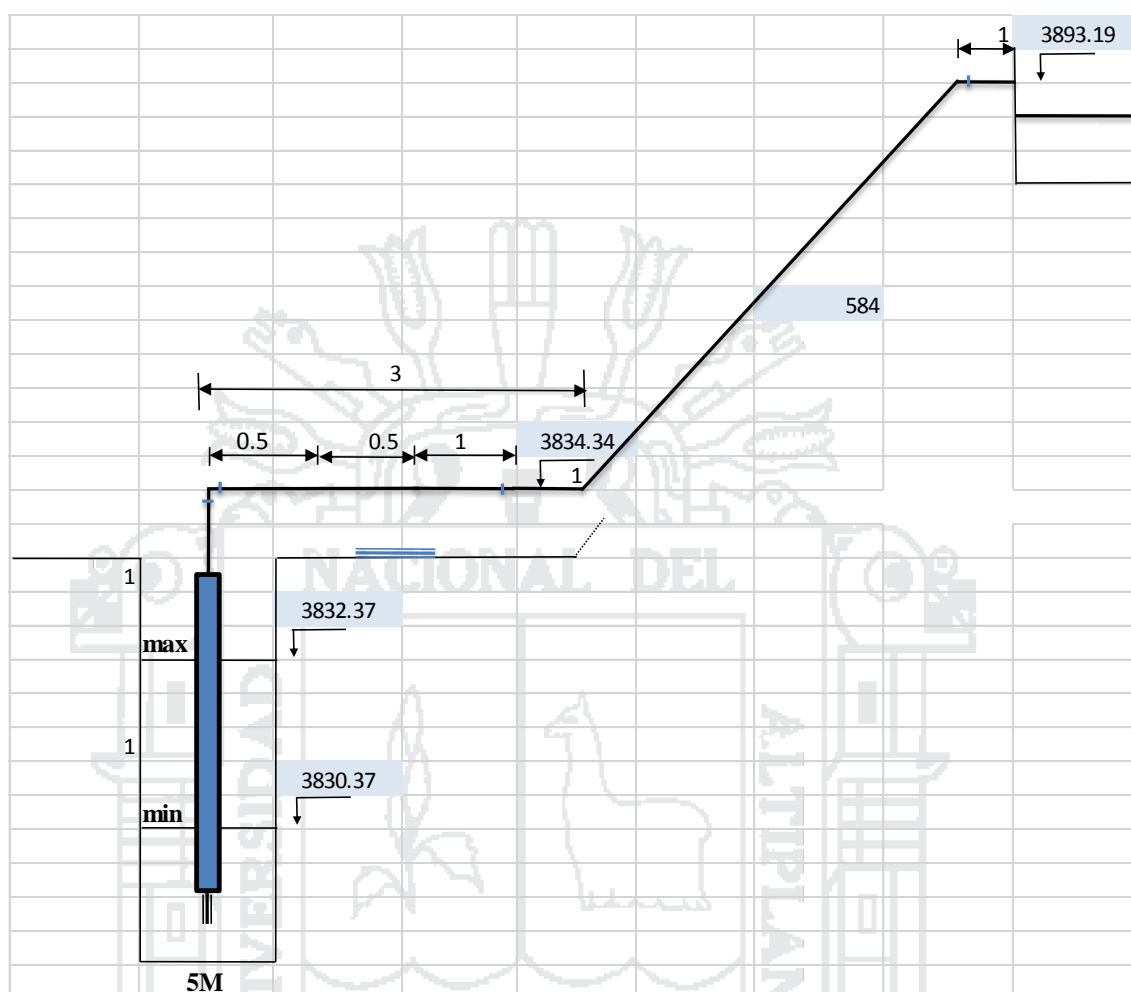
4.1. Determinar las principales características bombas y estaciones de bombeo.

Para determinar las principales características técnicas en la estación de bombeo, antes de su diseño es necesario conocer aspectos fundamentales como fuente de abastecimiento de agua, lugar a donde se impulsará el agua, consumo de agua potable de la población y sus variaciones, población beneficiaria, características geológicas, tipo de suelo donde se construirá la cámara de bombeo, por lo que deberá tener las siguientes características técnicas.

- Determinación de la población futura
- Calculo de demanda de agua
- Diseño de tamaño de bomba
- Cálculo de diámetro de tubería de impulsión
- Cálculo de Dinámica de elevación total
- Cálculo de la potencia necesaria

Para el presente estudio se ha trabajado con datos recogidos de la fuente de estudio, catálogos, planos y otros habiéndose obtenido el siguiente resultado.

Figura 5: Esquema de estación de bombeo Paucarcolla



4.1.1 Determinación de la población futura.

Método Aritmético: La ecuación

$$pf = Pa \times \left(1 + \frac{r \times t}{1000}\right)$$

Pf= Población Futura

Pa= Población Actual

r = Tasa de crecimiento anual por 1000 habitantes

t = Tiempo en años

Cuando no existe información censal, la determinación de “r” se estima a través de la fuente de ministerio de salud por departamento.

Cuadro 6: Tasa de crecimiento poblacional.

DEPARTAMENTO	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL POR MIL HAB. (r)
Tumbes	20
Piura	30
Cajamarca	25
Lambayeque	35
La Libertad	20
Ancash	10
Huanuco	25
Junin	20
Pasco	25
Lima	25
Prov. Const. Callao	20
Ica	32
Huancavelica	10
Ayacucho	10
Cusco	15
Apurimac	15
Arequipa	15
Puno	15
Moquegua	10
Tacna	40
Loreto	10
San Martin	30
Amazonas	40
Madre de Dios	40

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

Datos:

Población Actual (Pa)	455 habitantes
Coeficiente de crecimiento (r)	15
Periodo de diseño (t)	20 años
Población futura (Pf)	= 592 habitantes

4.1.2 Demanda de Agua

Dotación

Es el volumen de agua que se asigna a una persona para su consumo por unidad de tiempo, que será de 50 l/hab/día para poblaciones rurales.

Cuadro 7: Dotación por número de habitantes

POBLACION (Habitantes)	Dotación Lts/hab/día
Hasta 500	60
500 – 100	60 – 80
1000 - 2000	80 – 100

Cuadro 8: Dotación por región

REGION	Dotación Lts/hab/día
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Cuadro 9: Dotación en el medio rural

ACTIVIDAD	Dotación (Lit/hab/dia)
Bebida	1
Preparación de alimentos	8
Lavado de utensilios	8
Limpieza de aparatos sanitarios	10
Lavado de ropa	14
Aseo personal y ducha	19
TOTAL	60

Restando a esta 10 Lts. Por no efectuarse limpieza de aparatos sanitarios de donde se obtiene dotación = 50 Lts/hab/día.

Dotación por número de habitantes	70 Lit/hab/día
Dotación por región	50 Lit/hab/día
Dotación en el medio rural	50 Lit/hab/día
Promedio	56.67 Lit/hab/día
Dotación	= 60 Lit/hab/día

4.1.3 Diseño de tamaño de bomba – Paucarcolla.

$$Q_b = Q_{md} * \frac{24}{N}$$

Q_{md} = 0.53 lit. /seg. (Caudal Máximo diario)

N = 6 Horas (Número de Horas de Bombeo)

Q_b = 2.14 lit. /seg. (Caudal de bombeo)

Q_b = 0.00214 m^3/seg

4.1.4 Calculo de diámetro de tubería de impulsión.

Según la ecuación de BRESSE:

$$D = K\sqrt{Q_b}$$

Q_b = Caudal d Bombeo = 0.00214 m^3/s

D = Diámetro de Tubería = 0.05m, = 1.95pulg.

K = Coeficiente entre 0.7 – 1.96 = 0.90 ok

$N < a$ 24 Horas $D = 1.3x \left(X^{\frac{1}{4}} \right) x \sqrt{Q_b}$ $X = \frac{N}{24}$

Q_b = Caudal de Bombeo 0.00214 m^3/s

D = Diámetro de Tubería 0.05m, 1.99pulg

N = Número de Horas de Bombeo 6hrs

X = $\frac{\text{Número de Horas de Bombeo}}{24}$

K = 1.3 (Constante)

Se adopta el diámetro comercial más próximo esto es:

$$D=3.0 \text{ Pulg.}$$

Por la ecuación de continuidad verificamos la velocidad en la tubería de descarga.

$$V = \frac{Q_b}{A}$$

Q _b	=	Caudal de Bombeo	0.00214m/s
A	=	Area	0.0046m ²
D	=	Diámetro	0.0762m
V	=	Velocidad	0.66m/s, ≤ 1.5m/s

4.1.5 Calculo de la altura dinámica de elevación total

Datos:

Altura estática de impulsión	58.85m
Cota del reservorio	3893.19 m.s.n.m.
Cota del nivel del pozo	3834.34 m.s.n.m.

Cuadro 10: Altura por pérdida de carga en tubería de impulsión

ACCESORIOS	CANTIDAD	K	Total m
Válvula de Compuerta	1.00	0.40	0.40
Válvula Check	1.00	4.20	4.20
Codo de radio largo x 90°	1.00	1.10	1.10
Codo 45°	1.00	1.80	1.80
Tubería de impulsión	---	---	587.89
Longitud equivalente total			587.89m

Utilizando la ecuación de Hazen – Williams.

$$J = \left[\frac{Q}{0.2785 \times C \times D^{2.63}} \right]^{1/0.54}$$

$$J = 0.0503 \text{ m/m}$$

Perdida de Carga en Impulsión (PCI) = J x Longitud Equivalente Total

$$PCI = 587.89\text{m} \times 0.0503\text{m/m}$$

$$PCI = 29.57\text{m}$$

$$\text{Altura de Velocidad de Descarga (Vd)} = \frac{V_d^2}{2g}$$

$$AVd = 0.02\text{m}$$

$$Vd = \text{Velocidad de Diseño} = 0.66\text{m/s}$$

$$g = \text{Aceleración de la Gravedad} = 9.81 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Altura dinámica total de elevación} = 72.25\text{m}$$

4.1.5 Calculo de la Potencia Necesaria

Potencia Consumida:

$$P_c = \frac{Q_b \times H \times \gamma}{75 \times E}$$

Pc = Potencia en HP

$$E = \text{eficiencia (60\%)} 0.6, \text{ donde, } E = 0.85 \times 0.70 = 0.595$$

$$\gamma = \text{Peso específico del líquido} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$H = \text{Altura dinámica de bombeo} = 84.72\text{m}$$

$$Q = \text{Caudal de bombeo} = 0.0030\text{m}^3/\text{s}$$

$$P_c = 3.43 \text{ HP}$$

Potencia Instalada (Se recomienda usar un factor de servicio de 30%).

$$P_i = 1.30 \times P_c$$

$$P_i = 4.46 \text{ HP}$$

$$P_i = 6.00 \text{ HP}$$

4.2. Resultados de factores sociales, económicos, en el buen funcionamiento de proyectos de agua potable bajo bombeo.

Los factores que influyen en el buen funcionamiento del sistema de agua potable por bombeo, se determinan entre sociales y económicos siendo como variables la edad, nivel de educación, ocupación, composición familiar, participación en reuniones de JASS, nivel de ingreso económico y la falta de capacitación y concientización a la población beneficiaria para el uso adecuado de agua potable realizar pagos por consumo de agua cuando es por sistema de bombeo que es la más cara y por gravedad que resulta la más económica, de igual manera el mal uso de agua para bebedero de ganados y riego son los que alteran las características técnicas de diseño de un sistema de agua potable.

Las variables más resaltantes obtenidas de la investigación realizada son a través de datos recogidos por encuesta realizada a la población beneficiaria de la zona de estudio para su respectivo análisis.

4.2.5 Población y muestra

La fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{210 * 1.96^2 * 0.44 * 0.56}{0.22^2 * (210 - 1) + 1.96^2 * 0.4 * 0.6} = 22 \text{ Viviendas}$$

4.2.6 Procedimientos de análisis de datos

Para cuantificar y evaluar las relaciones existentes entre el funcionamiento y los factores limitantes del mismo se utilizará el método de regresión lineal múltiple, buscando la regresión que explique mejor las relaciones existentes entre los factores considerados en el estudio de funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo en el distrito de Paucarcolla.

Cuadro 11: Características de las variables del Distrito de Paucarcolla.

Variable	Notación	Codificación
Horas de Funcionamiento	Y	1.1, 1.2, 1.3, ...
Precio que paga por el servicio de agua (soles)	X ₁	1, 2, ...
Promedio de Edad (años)	X ₂	20, 22, ...
Número de personas que habitan la vivienda	X ₃	1, 2, ...
Presión	X ₄	15, 17, ...
Mantenimiento Domiciliario	Referencia	0: No
	X ₅	1: Si

Cuadro 12: Estimación de Regresores

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados		Sig.
	B	Error típ.	Beta	t	
1 (Constante)	,640	,217		2,947	,009
x1	,623	,016	,924	39,309	,000
x2	-,019	,003	-,167	-7,191	,000
x3	-,026	,011	-,058	-2,405	,029
x4	,047	,005	,226	9,543	,000
x5	,097	,044	,048	2,205	,042

Del cuadro anterior mostrado, el modelo estimado es el siguiente:

$$\hat{Y}_i = 0.640 + 0.623\hat{X}_1 - 0.019\hat{X}_2 - 0.026\hat{X}_3 + 0.047\hat{X}_4 + 0.097\hat{X}_5$$

4.2.7 Pruebas sobre coeficientes individuales del modelo de regresión lineal múltiple estimado:

Un aspecto muy importante y clave en un análisis de regresión lineal múltiple es valorar qué tanto contribuyó cada término a la explicación de la

variable de respuesta, para de esta forma eliminar los que tienen una contribución poco importante o quizá pensar en agregar otras variables no consideradas. Las hipótesis para probar la significancia de cualquier coeficiente individual de β_j se especifica de la siguiente manera:

Hipótesis:

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \quad j = 1, \dots, 5$$

En el cuadro de estimación de parámetros vemos que las variables X_1 (Precio que paga por el servicio de agua), X_2 (Promedio de Edad), X_3 (Número de personas que habitan la vivienda), X_4 (Presión) y X_5 (Mantenimiento domiciliario - Si) tienen una probabilidad asociado al estadístico de contraste t (Prob.) menor a 0.05 (nivel de significancia), con lo que estaríamos indicando que estas variables influyen significativamente en el modelo lineal múltiple.

Cuadro 13: ANOVA de regresión lineal múltiple estimado:

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	21,799	5	4,360	449,558	,000 ^a
Residual	,155	16	,010		
Total	21,955	21			

Hipótesis:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$$

$$H_1 : \text{al menos un } \beta_j \text{ es diferente de cero.}$$

Como podemos ver el anterior cuadro de estimación de parámetros la probabilidad asociada al estadístico **F** es igual a **0.000** < 0.05 el p-valor resultado altamente significativo por lo tanto se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Por lo tanto concluimos que hay suficiente evidencia estadística para afirmar a un nivel de significancia del 5% que al menos una de las variables independientes explica de manera significativa a las horas de funcionamiento.

Interpretación de los parámetros del modelo.

$\hat{\beta}_1 = 0.623$, Las horas de funcionamiento medio estimado se incrementa en 0.623 horas al aumentar en 1 nuevo sol el precio que paga por el servicio de agua, permaneciendo constante el resto de las variables.

$\hat{\beta}_2 = -0.019$, Las horas de funcionamiento medio estimado disminuye en 0.019 horas al aumentar en 1 año el promedio de edad de las personas que habitan la vivienda, permaneciendo constante el resto de las variables.

$\hat{\beta}_3 = -0.026$, Las horas de funcionamiento medio estimado disminuye en 0.026 horas al aumentar en 1 habitante el número de personas que habitan la vivienda, permaneciendo constante el resto de las variables.

$\hat{\beta}_4 = 0.047$, Las horas de funcionamiento medio estimado se incrementa en 0.047 horas al aumentar en 1 metro de presión, permaneciendo constante el resto de las variables.

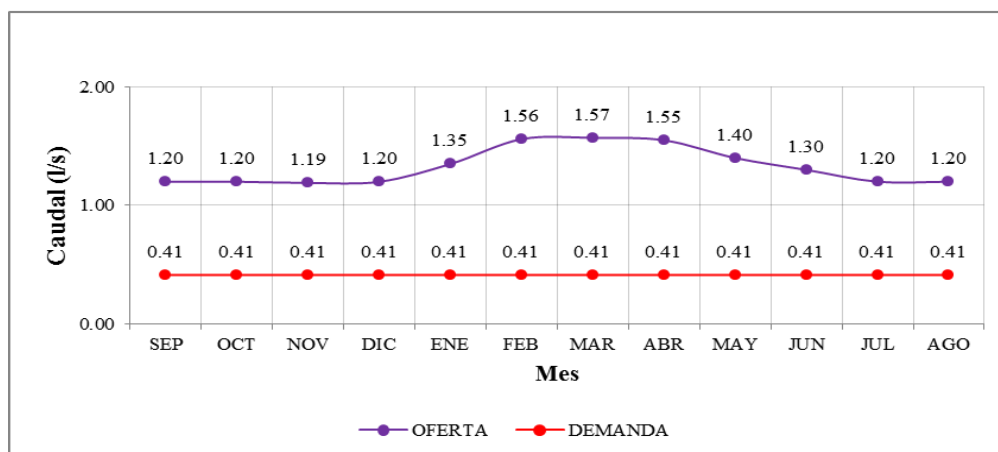
$\hat{\beta}_5 = 0.097$, Cuando se realiza un mantenimiento domiciliario para el uso adecuado, se tiene 0.097 horas de funcionamiento medio estimado más respecto a uno que no realiza mantenimiento domiciliario, permaneciendo constante el resto de las variables.

Cuadro 14: Supuestos modelo de regresión lineal múltiple

Supuesto	Prueba	Estadístico		p-valor
Normalidad	Jarque-Bera	Chi-Cuadrado	0.2508	0.8821
Autocorrelación	Durbin-Watson	DW	1.777828	0.514
Homoscedasticidad	Breusch-Pagan-	Chi-Cuadrado	0.4971737	0.4807446
	Godfrey			
			X ₁	1.250706
			X ₂	1.218914
Multicolinealidad	Indicador	FIV	X ₃	1.318584
			X ₄	1.271987
			X ₅	1.084858

Como las probabilidades (p-valor) asociados a los estadísticos de prueba no son significativos, entonces los supuestos de regresión correspondientes a la Normalidad, Auto correlación y Homoscedasticidad se cumplen. Y también como podemos ver que el indicador FIV para cada una de las variables independientes se acerca a 1 y no es superior a 10 (esto sucede si R_j^2 excede de 0.90) sugiere que la multicolinealidad no es un problema para estas variables.

Figura 6: Oferta y demanda de caudal, contraste de oferta y demanda de cantidad de agua potable de la fuente de Paucarcolla.



CONCLUSIONES

Sobre las características y el tamaño de la bomba es de 6 Hp de potencia conforme al calculado en el proyecto, de acuerdo al requerimiento y oferta. Las características de fabricación y especificaciones técnicas para que cumpla eficientemente durante el periodo de funcionamiento en abastecimiento de agua. Las horas de bombeo es de 6 horas por día, con un caudal de 3 litros por segundo, con altura dinámica total de 72.25m, y con una velocidad de 1.054metros por segundo. La carga neta de succión positiva disponible es mayor que la carga neta de succión positiva requerido.

Los factores y las variables colectivas que han influido son; precio que paga por el servicio de agua (x1) con un coeficiente de incidencia de 0.623, luego la presión (x4) con un coeficiente de incidencia de 0.047 y la variable dicotómica: mantenimiento domiciliario (x5), en caso de ser sí, el coeficiente paralelo es de 0.097. Podemos observar la variable promedio de edad (x2) número de personas que habitan la vivienda (x4) inciden sobre el número de horas de servicio de agua potable actúan en forma inversa.

Se concluye que uno de los factores determinantes sobre el ineficiente funcionamiento de sistemas de agua potable es la falta de capacitación y concientización a la población beneficiaria para el uso adecuado de agua potable, puesto que en el ámbito rural el agua no solo consume el poblador si no que se usa para riego y bebedero de animales, la carencia de ingresos económicos y la predisposición para pagos de operación y mantenimiento son otro de los factores que influye en el buen funcionamiento del sistema de agua potable por bombeo.

RECOMENDACIONES

Para un adecuado diseño con rendimiento eficiente de una bomba, es recomendable considerar las características necesarias de acuerdo a las especificaciones de fabricación y la ubicación del proyecto.

Se debe concientizar a la población para aportar económicamente por el consumo de agua potable a fin de obtener un presupuesto económico para el mantenimiento del sistema antes de ejecutar los proyectos, en este caso los proyectistas son los encargados.

Se debe considerar de forma especial el aspecto social en asuntos de capacitación y concientización a fin de que se dé el uso adecuado solo para consumo humano, mas no para riego ni bebedero de animales.

Se recomienda consultar a la población beneficiaria si está en condiciones de aportar económicamente o no para el mantenimiento del sistema de agua potable por bombeo, esto antes de realizar el proyecto.

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.

- Ambiental-Ministerio, D. G. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano. Lima-Perú: J.B. GRAFIC E.I.R.L.
- Arocha S. Abastecimiento de Agua. Teoría y Diseño. Venezuela. Noviembre de 1997.
- Billón M. HEC-HMS EJEMPLOS, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Agrícola. Lima Peru 2007.
- Castillo, V. (2006). Estudio de un modelado de diseño del sistema de bombeo de agua potable por pozos a un reservorio elevado. Puno: Editorial universitaria.
- CEPIS. ((2010)). Guías par la oprecion y mantenimiento de reservorios elevados y estaciones de bombeo. Lima: Organizacion Mundial de la Salud.
- Condori, w. (2000), estudio de abastecimiento de agua potable a bombeo distrito de saman”
- DIGESA. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para. Lima - Peru: J.B. GRAFIC E.I.R.L.
- GUJARATI. (2010). Econometría. Mejico: Ediciones Mc Graw Hill.
- HANKE, J. (2006). Pronostico en los negocios . México: Pearsón educación.
- LACABANA, M. (2005). Construyendo la participación popular y una nueva cultura del agua en Venezuela. CDC, 59.
- Lopez, R. (1999). Diseño de Acueductos y Alcantarillados. Colombia:Santa Fé: Edic. alfaomega.

- MACHACA, J. (2000). "Modelo de regresión para determinar el comportamiento del consumo de agua, con datos provenientes de la empresa municipal de servicios de agua potable de la ciudad de Puno 1992-1999". PUNO: FINESE-UNA-PUNO.
- MARINA, R. (2010). El agua, recurso estratégico del siglo XXI . SCIENCE DIRECT, 23.
- Mendes, S. (2011). Metodología para la apropiación de Tecnologías de saneamiento básico en comunidades indígenas. Cuaderno rural, 66.
- QUISPE, A. (2013). Relación Entre La Disposición A Pagar Y Factores Socioeconómicos Por Los Servicios De Saneamiento Básico-Caracoto. Puno: Fac. Ingeniería Agrícola, UNA - Puno.
- RAMOS, G. (2013). Ideas económicas en torno al servicio de abastecimiento urbano de agua en la Gran Bretaña del siglo XIX. scielo, pp-13.
- Roger A. Pittman. Agua Potable para Poblaciones Rurales. Lima Perú. Septiembre 1997.
- Rojo, J. (2007). Rregresión lineal multiple. Madrid-España: Instituto de economía y GEografía.
- SAEZ, F. (2010). Factores Determinantes Del Consumo De Agua Para Usos Residenciales En Andalucía. Universidad de Granada: Departamento de Economía Aplicada.
- SAEZ, F. (2010). Metodología para la apropiación de Tecnologías de saneamiento básico en comunidades indígenas . SCIELO, 18.
- SALDARRIAGA. (2007). Hidráulica de Tuberías, Abastecimiento de Agua, Redes, Riegos. Bogota-Colombia: Edic. Alfaomega.
- SUNNAS. (2013). Proyecto de estudio tarifario, estructura tarifaria y metas de gestión de la eps moyobamba. Boletín virtual de la superintendencia de servicios de saneamiento.

ANEXO

Nº	y	x1	x2	x3	x4	x5
1	5.8	7	44	3	31.78	1
2	3.1	3	57	1	36.4	0
3	4.4	5	50	8	37.01	1
4	3.1	3	46	4	32.48	1
5	3.9	5	52	3	25.9	0
6	3	3	55	2	31	1
7	3.8	4	46	4	32.06	1
8	4.6	6	51	3	24.01	1
9	5.2	6	29	2	30.04	0
10	3.4	4	63	2	31.79	0
11	1.7	1	50	7	30.68	1
12	2.9	3	36	8	23.55	0
13	4.5	6	37	4	18.32	1
14	2.4	3	52	8	22.22	1
15	2.5	3	61	7	25.21	1
16	3.3	3	47	2	36.4	0
17	2.2	2	63	3	31.82	0
18	3.2	4	41	6	24.81	0
19	2.6	3	52	5	29.28	0
20	2.4	2	35	6	24.97	1
21	3	3	42	1	26.86	1
22	2.8	3	53	5	26.89	0

ENCUESTA DE INVESTIGACION

Esta hoja de encuesta pretende identificar los factores más importantes en el buen funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo en los Distritos de la Provincia Puno.

I. IDENTIFICACION

Nombre de jefe de familia.....

Fecha.....Distrito.....

II. CARACTERISTICAS SOCIO-ECONOMICOS

1. ¿Qué grado de instrucción tiene ud? **Cuál es su Edad?**.....

2. ¿Cuál es su principal y segunda ocupación?
.....

3. ¿Participa en charlas técnicas sobre el correcto uso de agua potable?

1. No

2. Si quién organiza.....

4. ¿Cuánto es su ingreso familiar durante el mes, en soles?

5. **¿Cuánto pago por el servicio de agua potable, la última vez?**
.....

6. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el servicio de agua potable?.....

7. **¿Desde qué hora tiene servicio de agua y hasta que hora?**.....

8. **¿Por cuántos integrantes está conformado su familia?**
.....
.....

III. CARACTERISTICAS TECNICOS

1. ¿Cuántos baldes (18lit) de agua consume en su casa por día?
.....

2. ¿A cuántos metros de distancia esta la pileta de agua?

3. ¿Hace mantenimiento de las instalaciones domiciliarias?

No.

Si..... y cada cuanto tiempo.....

4. ¿Cómo es la calidad de agua que recibe Ud.?

- Limpio
- Regular
- Turbio

5. ¿Ud. utiliza agua para sus animales?

No.

Si..... y cuántas vacas tiene ovejas.....

6. ¿Cuenta con pozo propio?

No

Si..... y el agua es dulce o salada..... se seca.....

7. Realiza mantenimiento domiciliario de: grifos, conexiones domiciliarias y otros.

Si

No

