

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE
AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL**

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA
DE AGUA POTABLE EN EL ÁMBITO RURAL APLICANDO MÉTODOS
ANALÍTICOS POBLACIONALES CASO: SAN JUAN DEL MAYO, TIWINZA Y
SAN ANTONIO - PARDO MIGUEL - RIOJA – SAN MARTÍN 2017**

**TESIS
PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

Bach : ERIK BAZAN TRUJILLO

Asesor : ARQ. GUILLERMO ARTURO DÍAZ JÁUREGUI

Coasesor : ING. JUAN WILLAM DILMER GONZALES VASQUEZ

CHACHAPOYAS – AMAZONAS – PERÚ

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE
AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL**

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA
DE AGUA POTABLE EN EL ÁMBITO RURAL APLICANDO MÉTODOS
ANALÍTICOS POBLACIONALES CASO: SAN JUAN DEL MAYO, TIWINZA Y
SAN ANTONIO - PARDO MIGUEL - RIOJA – SAN MARTÍN 2017**

**TESIS
PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO CIVIL

Bach : ERIK BAZAN TRUJILLO

Asesor : ARQ. GUILLERMO ARTURO DÍAZ JÁUREGUI

Coasesor : ING. JUAN WILLAM DILMER GONZALES VASQUEZ

CHACHAPOYAS – AMAZONAS – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A DIOS:

Por haberme otorgado lo más bellos regalos: la vida, mi familia y por guiar mis pasos para poder cumplir mis objetivos.

A MI MADRE:

María Aidee Trujillo Mori. Por su apoyo incondicional, por sus consejos y por darme la confianza y las fuerzas para poder seguir adelante.

ERIK

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento se dirige primeramente a Dios, quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto. Quien guía el destino de mi vida.

A mi madre, Aidee Trujillo Morí, por la paciencia, la confianza y el amor sincero; que fueron los pilares para poder desarrollar con éxito la ejecución de mi tesis.

A mi amiga Araceli Bacalla Fernández por alentarme en los momentos de desánimo y creer en mí, por hacerme recordar lo ingenioso que uno puede ser cuando se lo propone.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, mi Alma Mater, en cuyo campus me eh formado profesionalmente. En especial a los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil por la paciencia y compartir sus conocimientos y sus experiencias.

A la Municipalidad Distrital de Pardo Miguel Naranjos, por brindarme la información necesaria y la autorización para ingresar a Obra y así poder realizar el presente trabajo de investigación.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector

Dr. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA

Vicerrectora de Investigación

DR. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Decano de la Facultad de ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada **“EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA DE AGUA POTABLE EN EL ÁMBITO RURAL APLICANDO MÉTODOS ANALÍTICOS POBLACIONALES CASO: SAN JUAN DEL MAYO, TIWINZA Y SAN ANTONIO - PARDO MIGUEL - RIOJA – SAN MARTÍN 2017”**, desarrollado por el bachiller, egresado de la Carrera profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la UNTRM-A.

Bach. ERIK BAZAN TRUJILLO

El docente de la UNTRM-A que suscribe, da el Visto Bueno al Informe Final de la Tesis mencionada, dándole el pase para que sea sometida a la revisión del Jurado Evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones dadas por el Jurado Evaluador para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 11 de Diciembre del 2017

Arq. Guillermo Arturo Díaz Jáuregui

ASESOR

VISTO BUENO DEL COASESOR

El ingeniero que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada **“EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA DE AGUA POTABLE EN EL ÁMBITO RURAL APLICANDO MÉTODOS ANALÍTICOS POBLACIONALES CASO: SAN JUAN DEL MAYO, TIWINZA Y SAN ANTONIO - PARDO MIGUEL - RIOJA – SAN MARTÍN 2017”**, desarrollado por el bachiller, egresado de la Carrera profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la UNTRM-A.

Bach. ERIK BAZAN TRUJILLO

El ingeniero que suscribe, da el Visto Bueno al Informe Final de la Tesis mencionada, dándole el pase para que sea sometida a la revisión del Jurado Evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones dadas por el Jurado Evaluador para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 11 de Diciembre del 2017

Ing. Juan Willam Dilmer Gonzales Vásquez

COASESOR

JURADO EVALUADOR

Lic. Nemesio Santamaría Baldera
Presidente

Ing. Lucila Arce Meza
Secretario

.....

Ing. John Hilmer Saldaña Nuñez
Vocal

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	III
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	IV
VISTO BUENO DEL COASESOR.....	V
JURADO EVALUADOR.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	XII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
III. MARCO TEÓRICO.....	3
3.1. Antecedentes del sistema de abastecimiento de agua potable:.....	3
3.1.1. Métodos de cálculo poblacional.....	3
3.1.2. Ingeniería Hidráulica.....	4
3.1.3. Antecedentes Históricos.....	4
3.1.4. Agua potable en el Perú.....	5
3.2. Base Teórica.....	9
3.2.3. Concepto de abastecimiento de agua potable.....	18
IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	21
4.1. Población y Muestra.....	21
4.2. Métodos empleados.....	26

4.3. Técnicas de recolección de datos	26
4.4. Materiales	26
4.5. Equipos.....	26
4.6. Software.....	26
4.7. Flujo de la metodología de trabajo.....	27
4.7.3. Consumo máximo diario.....	27
4.7.4. Consumo máximo horario	27
V. RESULTADOS.....	28
5.1. Cálculo de tasa de crecimiento.....	28
5.1.1. Tasa de crecimiento del proyecto:	28
5.1.2. Tasa de crecimiento del proyecto:	29
5.2. Población Actual:.....	31
5.2.1. Población actual – Expediente técnico (Pi):	31
5.2.2. Población actual – Investigación (Pi):	31
5.3. Población Futura:.....	32
5.3.1. Población Futura – Expediente Técnico:	32
5.4. Periodo de Diseño.....	51
5.5. Determinación de la dotación	51
5.6. Variaciones Periódicas.....	51
VI. DISCUSIÓN	57
VII. CONCLUSIONES	60
VIII. RECOMENDACIONES.....	61
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

tabla 1. Número de centros poblados y población según tamaño del centro	7
Tabla 2. Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada	10
Tabla 3. Dotación por tipo y clima.	16
Tabla 4. Descripción del caserío de San Juan del Mayo.....	23
Tabla 5. Descripción del caserío de Tiwinza	24
Tabla 6. Descripción del caserío de San Antonio	25
Tabla 7. Perú: Población estimada al 30 de junio y tasa de crecimiento de las ciudades capitales, por Departamento, 2015.....	28
Tabla 8. Registro de estudiantes de los 03 niveles en la I.E. N° 00022 San Juan del Mayo entre los años 2011 – 2017.	29
Tabla 9. Densidad y cálculo de población actual.....	31
Tabla 10. Densidad y cálculo de población actual.....	31
Tabla 11. Cálculo de población futura – Caserío San Juan del Mayo	33
Tabla 12. Cálculo de población futura – Caserío de Tiwinza.....	34
Tabla 13. Cálculo de población futura – Caserío de San Antonio.....	35
Tabla 14. Cálculo de Población Futura – Caserío San Juan del Mayo	36
Tabla 15. Cálculo de población futura – Caserío Tiwinza.....	37
Tabla 16. Cálculo de población futura – Caserío San Antonio.....	38
Tabla 17. Cálculo de población futura – Caserío San Juan Del Mayo	39
Tabla 18. Cálculo de población futura – Caserío Tiwinza.....	40
Tabla 19. Cálculo de población futura – Caserío San Antonio.....	41
Tabla 20. Registro de interpolación de población	42
Tabla 21. Registro de interpolación de población futura.....	44
Tabla 22. Registro de interpolación de población	44
Tabla 23. Registro de interpolación de población	46
Tabla 24. Registro de interpolación de población	47
Tabla 25. Registro de interpolación de población	48
Tabla 26. Periodo de diseño recomendado para poblaciones rurales	51
Tabla 27. Dotación por tipo de clima.....	51
Tabla 28. Cálculo de consumo promedio diario con los cuatro métodos	

analíticos – San Juan del Mayo.....	52
Tabla 29. Cálculo de consumo promedio diario con los cuatro métodos analíticos – Tiwinza y San Antonio.....	52
Tabla 30. Cálculo de consumo máximo diario con los cuatro métodos analíticos - Caserío San Juan del Mayo	53
Tabla 31. Cálculo de consumo máximo diario con los cuatro métodos analíticos - Tiwinza y San Antonio.....	53
Tabla 32. Cálculo de consumo máximo diario con los cuatro métodos analíticos - San Juan del Mayo.	54
Tabla 33. Cálculo de consumo máximo diario con los cuatro métodos analíticos - Tiwinza y San Antonio.....	54
Tabla 34. Cálculo de reservorio con los cuatro métodos analíticos – San Juan del Mayo.	55
Tabla 35. Cálculo de reservorio con los cuatro métodos analíticos - Tiwinza y San Antonio.	55
Tabla 36. Resumen de lista de los beneficiarios en el caserío de San Juan del Mayo	65
Tabla 37. Resumen de lista de los beneficiarios en el caserío de San Juan del Mayo	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. prevalencia de diarrea en niños y niñas menores de cinco años de edad, según región 2012 y 2016	6
Figura 2. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua	19
Figura 3. Mapa del Perú – localización del Departamento de San Martín	21
Figura 4. Distrito de Pardo Miguel	22
Figura 5. Provincia de Rioja	22
Figura 6. Caseríos –San Juan del Mayo, Tiwinza y San Antonio.....	22
Figura 7. Formato para en empadronamiento	64

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Proyección de población futura mediante el método aritmético.....	33
Gráfica 2. Proyección de población futura mediante el método aritmético.....	34
Gráfica 3. Proyección de población futura mediante el método aritmético.....	35
Gráfica 4. Proyección de población futura mediante el método geométrico caso: Caserío San Juan del Mayo.....	36
Gráfica 5. Proyección de población futura mediante el método geométrico caso: Caserío Tiwinza.....	37
Gráfica 6. Proyección de población futura mediante el método geométrico caso: Caserío San Antonio.....	38
Gráfica 7. Proyección de población futura mediante el método exponencial caso: Caserío San Juan Del Mayo.....	39
Gráfica 8. Proyección de población futura mediante el método exponencial Caso: Caserío Tiwinza.....	40
Gráfica 9. Proyección de población futura mediante el método exponencial caso: Caserío San Antonio.....	41
Gráfica 10. Proyección de población futura mediante el método logístico caso: Caserío San Juan Del Mayo.....	44
Gráfica 11. Proyección de población futura mediante el método logístico caso: Caserío Tiwinza.....	46
Gráfica 12. Proyección de población futura mediante el método logístico caso: Caserío Tiwinza.....	49
Gráfica 13. Agrupación de métodos analíticos en el caserío de San Juan del Mayo.....	49
Gráfica 14. Agrupación de métodos analíticos en el Caserío de Tiwinza.....	50
Gráfica 15. Agrupación de métodos analíticos en el caserío De San Antonio.....	50
Gráfica 16. Comparación de métodos analíticos – San Juan de Mayo - Población Futura ..	57
Gráfica 17. Comparación de métodos analíticos – Tiwinza - Población Futura	59
Gráfica 18. Comparación de métodos analíticos – San Antonio - Población Futura	59

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

fotografía 1. Verificación de viviendas con el plano clave del expediente técnico, del caserío de San Juan del Mayo.	68
Fotografía 2. Empadronamiento en el caserío de San Juan del Mayo.	68
Fotografía 3. Institución Educativa N° 00022 del caserío de San Juan del Mayo.	69
Fotografía 4. Recolección de datos en la Institución Educativa N° 00022 en el caserío San Juan del Mayo, registro de estudiantes desde El 2011 Al 2017.....	69
Fotografía 5. Recolección de datos en el centro de salud, caserío San Juan del Mayo, sobre las enfermedades producto de consumir agua no tratada.	70
Fotografía 6. Viviendas en el caserío de San Juan del Mayo que no fueron consideradas en el proyecto de agua potable.	70
Fotografía 7. Llegando al caserío de Tiwinza, para realizar el empadronamiento.	71
Fotografía 8. Empadronamiento en el caserío de Tiwinza, con una densidad máxima de cuatro personas por vivienda.	71
Fotografía 9. Empadronamiento en el caserío de Tiwinza, con una densidad máxima de cuatro personas por vivienda.	72
Fotografía 10. Vista del caserío de San Antonio.	72
Fotografía 11. Viviendas del caserío de San Antonio.....	73
Fotografía 12. Empadronamiento en el caserío de San Antonio.	73

RESUMEN

Se ha evaluado el desempeño del proyecto de inversión pública de Agua Potable en el Ámbito Rural caso: San Juan del Mayo, Tiwinza, San Antonio – Pardo Miguel – Rioja – San Martín 2017, mediante los métodos analíticos, determinándose que el método geométrico es que más se aproxima a la realidad de dichos caseríos, primero se calculó la tasa de crecimiento aplicando la Resolución Ministerial N°173 – 2016 – Vivienda, así, el caserío de San Juan del Mayo crece con una tasa de 0.82% y los caseríos de Tiwinza y San Antonio a una tasa de 1.50% asumiendo que crecerán a ritmo progresivo con una familia de cuatro integrantes por año. El cálculo para las cajas de válvulas de control se mantienen con las mismas dimensiones, en cuanto a los reservorios, para el caso de San Juan del Mayo se calculó un reservorio de 39 m³, variando de los 60 m³ como especifica el expediente, con este cálculo el reservorio actual sería suficiente para seguir abasteciendo, considerando así solo la instalación conexiones domiciliarias, en el caso de Tiwinza y San Antonio un reservorio de 15 m³ y no 20 m³ como especifica el expediente, la captación en el expediente se ha calculado un consumo máximo de 5.61 l/seg. Y en el diseño se trabaja con un caudal máximo de 2.6 l/seg. En el replanteo del expediente, se ha calculado un consumo máximo de 3.02 l/seg. Por lo que se recomienda diseñar con el caudal más crítico que sería 3.00 l/seg. La línea de conducción en el expediente se calcula un caudal máximo diario, Qmd. De 5.2 l/seg. El cálculo de la línea de conducción en el replanteo del expediente tendrá capacidad para conducir como mínimo un caudal máximo diario, Qmd. de 0.70/seg. Con esta variación el presupuesto contractual del expediente llega a disminuir.

Palabras claves: tasa de crecimiento, Población futura, métodos analíticos.

ABSTRACT

Has been evaluated the performance of the Public Water Project of Potable Water in the Rural Area case: San Juan del Mayo, Tiwinza, San Antonio - Pardo Miguel - Rioja - San Martin 2017 has been evaluated through analytical methods, determining that the geometric method is that more is closer to the reality of these hamlets, first the growth rate was calculated by applying Ministerial Resolution No. 173 - 2016 - Housing, so, the hamlet of San Juan del Mayo grows with a rate of 0.82% and the villages of Tiwinza and San Antonio at a rate of 1.50% assuming that they will grow at a progressive pace with a family of four members per year. The calculation for the boxes of control valves is maintained with the same dimensions, as for the reservoirs, for the case of San Juan del Mayo a reservoir of 39 m³ was calculated, varying from 60 m³ as specified in the file, with this calculation the current reservoir would be sufficient to continue supplying, considering only the installation home connections, in the case of Tiwinza and San Antonio a reservoir of 15 m³ and not 20 m³ as specified in the file, the capture in the file has been calculated a consumption maximum of 5.61 l / sec. And the design works with a maximum flow of 2.6 l / sec. In the reframing of the file, a maximum consumption of 3.02 l / sec has been calculated. So it is recommended to design with the most critical flow that would be 3.00 l / sec. The driving line in the file is calculated a maximum daily flow, Q_{md}. Of 5.2 l / sec. The calculation of the line of conduction in the setting out of the file will have the capacity to drive at least a maximum daily flow, Q_{md}. of 0.70 / sec. With this variation the contractual budget of the file gets to decrease.

Keywords: growth rate, future population, analytical methods.

I. INTRODUCCIÓN

La evaluación del crecimiento de la población a lo largo de un período de diseño determinado es un elemento fundamental tanto para definir el nivel de complejidad de un sistema como para realizar el planeamiento, cálculo y diseño detallado de cualquiera de los elementos que componen los sistemas de agua potable.

Según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES 2012), en zonas rurales el 13.5% de niños y niñas menores de 5 años padecen de enfermedades diarreicas agudas (EDA) y el 31.9% de niños y niñas sufren desnutrición crónica. La evidencia señala la relación directa entre la ausencia de servicios de agua potable y saneamiento, y el incremento de la prevalencia de enfermedades diarreicas (en especial entre niñas y niños menores de cinco años de edad) lo que vulnera su estado nutricional.

El área de estudio corresponde a los caseríos de San Juan del Mayo, Tiwinza y San Antonio, ubicado en el Distrito de Pardo Miguel, Provincia de Rioja, Departamento de San Martín. Los caseríos atraviesan por serios problemas de salud, debido al consumo de agua entubada sin tratar, problema que también afecta a los demás caseríos del Distrito. Actualmente la Municipalidad Distrital de Pardo Miguel está elaborando expedientes de Agua Potable con presupuestos contractuales muy elevados debido al cálculo de población futura, como resultado, muchos proyectos no son aprobados por el MVCS, presentan deficiencias en la ejecución del proyecto.

Esta situación produce que los caseríos continúen sufriendo de las enfermedades diarreicas, dérmicas y contaminación ambiental, teniendo una relación directa con los altos índices de desnutrición infantil.

El presente estudio propone mejorar la calidad y eficiencia de los expediente de agua potable y consigo la calidad de vida de los pobladores, combatiendo las enfermedades, dérmicas y respiratorias. Por ello, se plantea calcular la población futura con el método geométrico debido a que dichos caseríos se encuentran en constante crecimiento.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el método analítico óptimo para el desempeño en el Proyecto de Inversión Pública de Agua Potable en el Ámbito Rural caso: San Juan del Mayo, Tiwinza y San Antonio- Pardo Miguel – Rioja – San Martín 2017.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el criterio técnico para calcular la tasa de crecimiento y la población futura respectivamente, teniendo una visión prospectiva del crecimiento poblacional en zonas rurales en estudio.
- Estimar la población futura mediante los cuatro métodos analíticos poblacionales: Aritmético, geométrico, exponencial y logístico.
- Verificar el diseño de las unidades que conforman el proyecto: Captación, reservorio, caja de válvulas de control, línea de conducción de las zonas rurales en estudio con diseño convencional y otro con cálculo óptimo integral.
- Analizar la variación presupuestal del expediente técnico de las zonas rurales en estudio con diseño convencional y otro con cálculo óptimo integral.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes del sistema de abastecimiento de agua potable:

3.1.1. Métodos de cálculo poblacional

Según (Narváez, 2014) Los supuestos de crecimiento son:

Crecimiento aritmético: Supone un crecimiento lineal o sea que cada año crece en magnitud constante, por lo que su utilización es aconsejable solamente en periodos cortos: 6 mese 1 o 2 años.

Crecimiento geométrico: Supone un crecimiento porcentual constante en el tiempo, es aplicable a periodos largos, lo que desde el punto de vista demográfico se identifica más con el comportamiento real de la población.

Según (Vierendel, 2009) menciona que: La predicción de crecimiento de población deberá estar perfectamente justificada de acuerdo a las características de la ciudad, sus factores socio-económicos y su tendencia de desarrollo.

La población resultante para cada etapa de diseño deberá coordinarse con las áreas, densidades del plano regulador respectivo y los programas de desarrollo regional.

El medio más exacto para estimar población, demanda la existencia de datos relacionados con cada variable involuntaria: Número de nacimiento, muertes y migraciones. Sin embargo, esto no es posible siempre y la falta de tales datos obliga a los demógrafos a utilizar diferentes métodos de proyección. En estos casos los datos de los censos son usualmente asequibles y los métodos aritmético y geométrico casi siempre dan buenos resultados. No obstante, el modelo que se adjunta mejor a los cambios reales del crecimiento poblacional es el exponencial, cuando se hacen supuestos adecuados (Ospina, 1981).

Según el (MVCS, 2016) para el cálculo de la población de diseño, se aplicará métodos matemáticos o métodos racionales. Como modelo simplificado, se aplicará el método aritmético.

3.1.2. Ingeniería Hidráulica

La ingeniería hidráulica a lo largo de la historia ha tenido un papel fundamental en el desarrollo humano, debido a que el suministro de agua potable es indispensable para cualquier población humana. No sólo por ese favor, sino también en el desarrollo de técnicas para la eliminación y manejo de los residuos humanos generados, para así prevenir en lo posible la contaminación ambiental y evitar enfermedades (Concha y Guillén, 2014).

3.1.3. Antecedentes Históricos

La piedra angular de toda población sana es tener acceso al agua potable. Desde tiempos de la revolución de la agricultura y los inicios de la vida sedentaria en los años 9.000-10.000 A.C., comenzaron los primeros esfuerzos por controlar el caudal de agua, proveniente de manantiales, fuentes y arroyos. Y a partir del segundo milenio A.C., en las antiguas ciudades, el suministro de agua es mediante gravedad, con tuberías o canales y sumideros.

Tales sistemas de abastecimiento no distribuían agua a viviendas individuales, sino que a un lugar central desde el cual la población podía llevarla a sus hogares. Estos sistemas eran con frecuencia inadecuados y apenas cubrían las modestas demandas sanitarias, por lo que nace la construcción de acueductos para transportar agua desde fuentes lejanas.

Luego de la caída del Imperio romano, se dio comienzo a una época de retroceso en la tecnología hídrica, lo que provocó que el saneamiento y la salud pública sufrieran un declive en Europa. Eran tales las condiciones sanitarias, que el agua suministrada estaba contaminada, había desechos de animales y humanos en la calles. Como resultado, se originan terribles epidemias que provocaron estragos en Europa.

Hasta mediados del siglo XVII, los materiales de construcción utilizados en redes para el suministro de agua eran tuberías hechas de madera, arcilla o plomo, que apenas lograban resistir bajas presiones, sin embargo las redes generalmente estaban instaladas de acuerdo con la línea del gradiente hidráulico.

Con la inserción del hierro fundido en la construcción, las redes de distribución de agua potable se instalan con tuberías de este material, además, gracias a su bajo costo y al avance en nuevos métodos de elevación de agua, se hizo posible que el vital elemento llegara a cada residencia, no solo a los considerados ricos como ocurría en la antigüedad.

A pesar de los nuevos desarrollos en tecnología en los sistemas de suministro de agua potable, con el explosivo crecimiento de las ciudades, los residuos generados en estas, comenzaron a contaminar tanto sus propias fuentes de abastecimiento como las de otras ciudades. Entonces, ya no sólo se comienza a desarrollar nuevas tecnologías para el mejoramiento de las redes, sino que además, comienza la preocupación por la protección de la salud de los consumidores con métodos de tratamiento para las aguas.

Recién en el año de 1900 aproximadamente, se dio inicio a la aplicación de tratamientos en las ciudades, en que fueron puestos en uso los filtros, que redujeron fuertemente las enfermedades provocadas por ingerir agua potable, aunque con la introducción de la desinfección con cloro, aumentó enormemente la eficacia de los tratamientos en el agua potable (Concha y Guillén, 2014).

3.1.4. Agua potable en el Perú

Según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES 2012), en zonas rurales el 12.8% de niños y niñas menores de 5 años padecen de Enfermedades Diarreicas Aguas (EDA) y el 31.9% de niños y niñas sufren de desnutrición crónica (20 puntos porcentuales mayor al del ámbito urbano). La evidencia señala la relación directa entre la ausencia de servicios de agua potable y saneamiento y el incremento de la prevalencia de enfermedades diarreicas, en especial entre niñas y niños menores de cinco años de edad, lo que vulnera al mismo tiempo su estado nutricional.

El estudio realizado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en el 2011, mostró importantes problemas en el ámbito de la educación sanitaria. De hecho, en las distintas localidades rurales se observó que el 90% de personas no se lavan las manos; el 98% realiza una inadecuada manipulación del agua y 54% de viviendas poseen letrinas sucias (Maarnol y Roncal, 2014).

El porcentaje de diarrea en niñas y niños fue menor cuando consumen agua tratada con cloro residual (11,0%). Asimismo, este porcentaje fue similar cuando consumen agua hervida proveniente de otra fuente (11,2%) o de la red pública (11,4%); en tanto, fue mayor entre aquellas y aquellos que consumen agua sin tratamiento (14,2%) (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016).

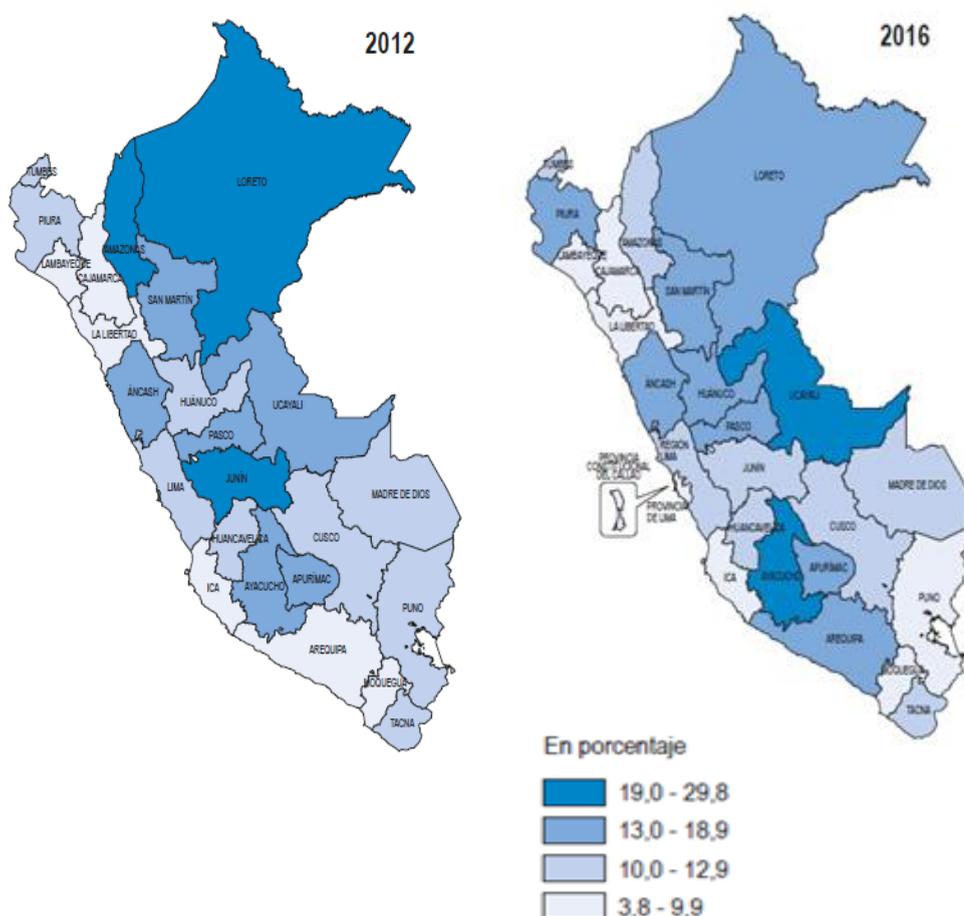


Figura 1. Prevalencia de diarrea en niños y niñas menores de cinco años de edad, según región 2012 y 2016

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

3.1.1.1. Situación Actual

a) La población objetivo

De acuerdo a la información del Censo de Población y Vivienda del año 2007 en el Perú existen 85,872 localidades habitadas, de las cuales 85,138 (99%) son rurales. En estos habita tres de cada diez pobladores del país (poco más de 8 millones de personas). Es decir, el Perú presenta un alto grado de concentración de la población en pocos centros poblado, como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Tabla 1. Número de centros poblados y población según tamaño del centro poblado (Censo 2007)

TAMAÑO (Número de Habitantes)	NÉMERO DE LOCALIDADES	POBLACIÓN
Ámbito Rural	85,138	8,228,715
1 a 5	17,755	48,662
6 a 10	9,181	71,029
11 a 50	22,698	591,681
51 a 100	12,009	879,908
101 a 200	11,855	1,700,590
201 a 500	8,982	2,700,067
501 a 1000	1,997	1,339,851
1001 a 2000	661	896,927
Ámbito Urbano	734	19,183,442
2001 a 5000	365	1,111,444
5001 a 10000	121	855,559
10001 a 100000	204	6,665,988
100001 a 250000	28	4,287,391
250001 a 500000	14	4,785,056
Más de 500000	2	1,478,004
Total General	85,872	27,412,157

FUENTE: Censo Nacional de Población y Vivienda 2007

b) Prevalencia de enfermedades diarreicas agudas

Los problemas de saneamiento se traducen de modo directo en la salud y el bienestar de las personas, principalmente en la prevalencia en Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA's), las cuales repercuten sobre la desnutrición infantil y son causa importante de mortalidad en la niñez.

Según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (en adelante ENDES 2011), la prevalencia de diarrea entre niños y niñas menores de cinco años de edad es 13,9% a nivel nacional y 15% para el ámbito rural. Cabe anotar que la prevalencia de EDA se reduce con el consumo de agua tratada: a 11.6% cuando el agua contiene cloro residual; a 12.5% cuando el agua es embotellada y a 12.8% cuando el agua es hervida.

c) Acceso a los servicios de agua y saneamiento

La misma ENDES (2011) muestra que el 64,7% de los hogares rurales tiene acceso a servicios de agua mediante la red pública. Esta situación representa una mejora respecto de los valores observados en 2008 (54.6%). Sin embargo, de acuerdo a la misma fuente, menos de 1% de los hogares rurales cuenta con acceso a agua con una adecuada dosificación de cloro (0.5mg/l); esta situación se ha mantenido estable durante el periodo 2009 a 2011).

- En el país, aproximadamente 5 millones de personas no cuentan con agua potable.
- Cerca de 11 millones carecen de alcantarillado y soportan mala calidad de vida.
- Los servicios en agua y saneamiento son insostenibles por insuficiente inversión, graves problemas económicos de los operadores, falta de apoyo estatal y normas legales inadecuadas. (MVCS, 2017).

3.2. Base Teórica

3.2.1. Población Beneficiaria

El factor población es el que determina los requerimientos de agua. Se considera que todas las personas utilizaran el sistema de agua potable a proyectarse (Agüero, 1997).

3.2.2. Datos básicos de diseño

Un sistema de abastecimiento de Agua Potable está conformado por una serie de estructuras (captación, conducción, tratamiento, almacenamiento, aducción y distribución) que serán calculadas adecuadamente según la función que desempeñan de acuerdo con los diferentes parámetros:

- Periodo de diseño
- Tasa de crecimiento
- Población futura
- Consumo y dotación
- Área de diseño

3.2.2.1. Periodo de diseño

En el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario establecer la vida útil de todos los elementos integrantes del sistema es decir que se debe precisar hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la población (Concha y Guillén, 2014).

El período de diseño sería entonces el tiempo para el cual diseñamos una obra, dónde este sea útil y eficiente en una cantidad de años. Existen dos criterios para determinar el periodo de diseño:

- a) Población-tiempo: Esto nos indica que debemos asumir población para luego calcular el tiempo en que se alcanzara esa población.
- b) Tiempo-población: Asumiremos un período de tiempo para luego calcular la población que se alcanzará al final de este tiempo.

3.2.2.2. Tasa de crecimiento poblacional

Aumento o disminución de la población por año en un determinado período debido al aumento natural y a la migración neta, expresado como porcentaje de la población del año inicial o base.

Fundamento

La tasa de crecimiento es una medida del aumento o disminución promedio de la población en un determinado período de años, como resultado del juego de los movimientos migratorios externos, de nacimientos y defunciones (no debe confundirse con la tasa de natalidad). La disminución de la tasa de crecimiento no significa necesariamente que la población de un determinado territorio haya disminuido. Puede significar que la población está creciendo a un ritmo más lento que antes. Una tasa de crecimiento negativo, en cambio, indica que una zona está perdiendo población.

Unidad de medida

Porcentaje

Unidad de análisis

Personas

Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada en el Departamento de San Martín efectuadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), durante los años 1993 y 2007.

Tabla 2. Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada
(Porcentaje)

Año	San Martín	Total Nacional
1961	2.6	2.2
1972	3.0	2.9
1981	4.0	2.5
1993	4.7	2.2
2007	2.0	1.5

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e informática – Censo Nacional de Población y Vivienda.

3.2.2.3. Poblacional futura

Los métodos más utilizados en la estimación de la población futura son:

- Métodos analíticos
- Métodos comparativos
- Método racional

- **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 medidos (Agüero, 1997).

Los métodos analíticos más utilizados en la estimación de la población futura son:

- Aritmético
- Geométrico
- Exponencial
- Logístico

a) **Método Aritmético**

Se caracteriza por que la población aumenta a una tasa constante de crecimiento aritmético, es decir, que a la población del último censo se le adiciona un número fijo de habitantes para cada periodo en el futuro. Este método es recomendado para pequeñas poblaciones de poco desarrollo o con áreas de crecimiento casi nulas. El método supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración (Torres, 2003).

Este método supone que el crecimiento de la población varia siguiendo una progresión aritmética, de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$P_f = P_o + r \cdot t \qquad r = \frac{P_{i+1} - P_i}{t_{i+1} - t_i}$$

Donde:

P_f = Población futura.

P_o = Población inicial.

r = Tasa de crecimiento.

t = Tiempo en años comprendido entre P_f y P_o

n = Número de datos de la información censal

El valor de r, se puede calcular con los datos recopilados en el estudio de campo así mismo también de la información censal de periodos anteriores.

b) Método Geométrico

Este método es útil en poblaciones que muestran una actividad económica importante, que generan un desarrollo apreciable y que poseen áreas de expansión importantes las cuales pueden ser dotadas, sin mayores dificultades de la infraestructura de servicios públicos. El crecimiento es geométrico si el aumento de la población es proporcional al tamaño de la misma (Germán, 2003).

$$P = P_u r^{(t-t_u)} \qquad r = \sqrt[\Delta t]{\frac{P_u}{P_o}}$$

Donde:

P = Población a calcular

P_u = Población del último censo

P_o = Población del censo anterior

Δt = t_u – t_o variación del tiempo (Narváez, 2014).

c) Método Exponencial

Malthus fue la primera persona en desarrollar un modelo matemático adecuado de crecimiento poblacional. Su preocupación respecto de la limitación de los recursos económicos y del excesivo incremento de la población humana lo motivó suficientemente para desarrollarlo.

Su modelo puede ser expresado como una ecuación diferencial de primero orden, así:

$$\frac{dp}{dt} = ReP$$

Donde $\frac{dp}{dt}$ es la derivada de la población con respecto al tiempo, y R_E es el incremento poblacional.

La solución de esta ecuación diferencia es:

$$P_t = P_o e^{RT}$$

Donde:

P_o = Población en el tiempo 0

P_t = Población en el tiempo t

e = Constante matemática (aprox. 2.718281)

Para un periodo fijo n, esta ecuación puede ser expresada como:

$$P_n = P_o e^{RET}$$

El valor de R_E será entonces:

$$R_E = \frac{\ln P_n - \ln P_o}{n}$$

Donde:

\ln = logaritmo Neperiano.

Puede demostrarse que la tasa exponencial es el límite de la tasa geométrica constante cuando la última expresión se aplica a casa infinitesimal de tiempo (Ozpina, 1981).

d) Método Logístico

Se aplica para el cálculo de poblaciones futuras, partiendo de 3 puntos equidistantes y para aquellas que están cerca de su periodo de saturación (Vierendel, 2009).

$$P_f = \frac{P_s}{1 + e^{a+bt}}$$

P_s = Población de saturación.

P_t = Población esperada en el tiempo “t”.

t = Tiempo en décadas.

a, b = Constantes propias de la ecuación.

Procedimiento:

- Se estableció 3 valores de población P_0, P_1 y P_2 , las cuales se han medido a intervalos de tiempo.
- Se determinó el valor de la población de saturación (P_s) en función de los datos anteriores.

$$P_s = \frac{2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0P_2 - P_1^2}$$

- Se evaluó la constante real “a” mediante la expresión:

$$a = \ln \left(\frac{P_0}{P_1} \right) - 1$$

- Calcular la constante real “b”, usando:

$$b = \ln \left[\frac{P_0(P_s - P_1)}{P_1(P_s - P_0)} \right]$$

- Calcular la cantidad “t” del periodo de tiempos iguales para poder obtener la fecha buscada.

$$T = (\text{Año deseado} - \text{año base}) / (\text{Intervalo de tiempo})$$

- Reemplazando los valores de Ps, a, b y t en fórmula para determinar la población esperada (P).

Condiciones que se deben cumplir

- Para aplicar el método de la curva normal logística, se deben cumplir las siguientes condiciones.

$$P_0 * P_2 \leq P_1^2$$

$$P_0 + P_2 \leq 2P_1$$

3.2.2.4. Dotación

Es la cantidad de agua en promedio que consume cada habitante y que comprende todos los tipos de consumo en un día promedio anual, incluyendo las pérdidas físicas en el sistema.

Consumo = Dotación x N° habitantes (lts/día o m3/día)

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificara su ejecución.

3.2.2.5. Consumo

En el diseño de un abastecimiento de agua potable el factor esencial es el conocimiento de la cantidad de agua que se necesita para atender a una población del cual dependerá del:

- Consumo por habitante.
- Cantidad de habitantes a considerar.

El consumo por habitante por día se expresa en litros por persona y por día lts/hab/día a la cual se le denomina dotación.

Tabla 3. Dotación por tipo y clima.

Tipo	Clima	Dotación (lts/hab/día)
Para sistemas con Conexiones domiciliarias.	Clima frío.	180
	Clima templado o cálido.	220
Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m2.	Clima frío.	120
	Clima templado o cálido.	150
Para sistemas de abastecimiento o indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas.	Clima frío.	30 y 50
	Clima templado o cálido.	30 y 50
Para habilitaciones tipo Industrial.	Clima frío. Clima templado o cálido.	Debe determinarse de acuerdo con el uso en el proceso industrial, debidamente sustentado.
Para habilitaciones tipo Comercial.	Clima frío. Clima templado o cálido.	Se aplicará la norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

FUENTE: Reglamento nacional de edificaciones ,2006.

3.2.2.5.1. Consumo Promedio Diario (Qp)

Se define como el promedio de los consumos diarios durante un año, esta expresado en lt/s. Así tenemos:

$$Q_p = \text{Población (hab)} \times \text{Dotación (lts/hab/día)} / 86400$$

Variaciones del consumo

El consumo de agua potable, en una población, sufre variaciones debido a las actividades, hábitos, condiciones de la ciudad, clima, costumbre, etc. Este consumo varia de año en año, varía durante los meses del año, varia durante los días del mes y durante las horas del día.

3.2.2.5.2. Consumo Máximo Diario (Qmax Diario):

Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros durante los 365 días del año.

El consumo máximo diario se puede relacionar con el caudal promedio, obteniéndose así la siguiente expresión:

$$Q_{\text{max Diario}} = 1,3 \times Q_p$$

3.2.2.5.3. Consumo máximo horario (Qmax Horario):

Se define como la hora de máximo consumo. El consumo máximo horario está relacionado respecto al caudal promedio.

$$Q_{\text{max Horario}} = K_2 \times Q_p$$

K_2 = varía entre 1,8 a 2,5

Este coeficiente K_2 varía según el tamaño de la población, así tendremos para poblaciones de 2,000 a 10,000 hab. K_2 se considerara igual 2,5; en cambio para poblaciones mayores a 10,000 hab. Se tomara K_2 igual a 1,8.

- **Método Comparativos**

Son aquellos que mediante procedimientos gráficos estiman valores de población, ya sea en función de datos censales anteriores de la región o considerando los datos de poblaciones de crecimiento similar a la que se está estudiando (Agüero, 1997).

- **Método Racional**

En este caso para determinar la población, se realiza un estudio socio-económico del lugar considerando el crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante (Agüero, 1997).

3.2.2.6. Dimensionamiento de estructuras hidráulicas

El correcto dimensionamiento de las estructuras hidráulicas, garantiza el beneficio en el periodo de diseño determinado. Para el dimensionamiento de las estructuras con una eficiencia del 100%, se debe tener en consideración la población futura beneficiaria y sus caudales para poder diseñar las estructuras.

3.2.2.7. Plazos de ejecución de Obra

La elaboración de los plazos de ejecución de obra se realiza en función de los tipos de actividades que se realizara en el proyecto, con la finalidad que la Entidad controle el avance de la obra, pues le permite identificar atrasos en su ejecución, programar el presupuesto para el pago de las valorizaciones y, de ser el caso, tomar las decisiones que sean necesarias para culminar la obra en el plazo previsto.

3.2.3. Concepto de abastecimiento de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras que permiten que una comunidad pueda obtener el agua para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial y otros usos. Consiste en proporcionar agua a la población de manera eficiente considerando la calidad (desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico), cantidad, continuidad y confiabilidad de esta (Concha y Guillén, 2014).

Componentes de un sistema de abastecimiento de agua:

- Fuente de abastecimiento
- Captación
- Conducción
- Tratamiento
- Almacenamiento
- Aducción
- Distribución

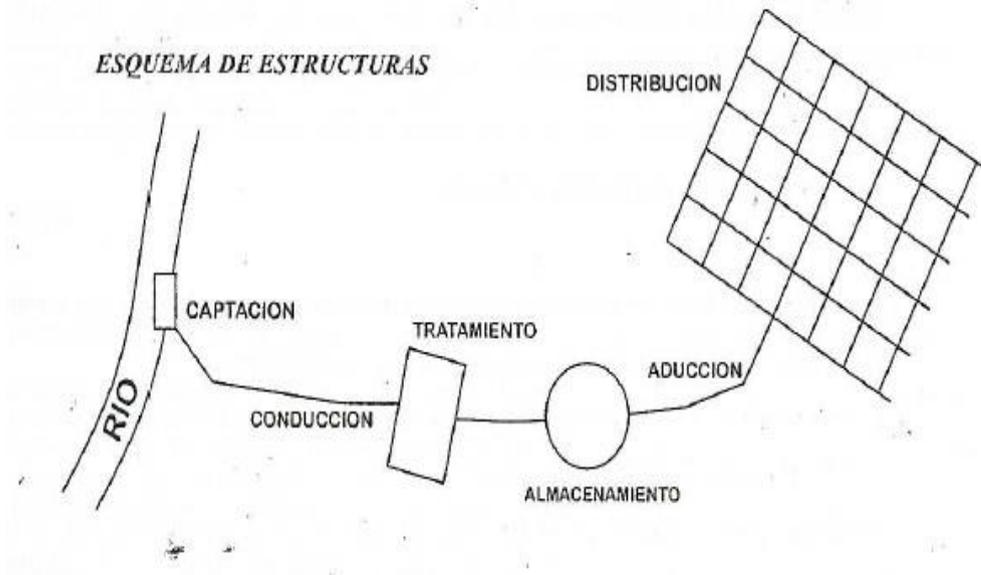


Figura 2. Componentes de un sistema de Abastecimiento de Agua

FUENTE: Vierendel, Abastecimiento de agua y alcantarillado

- Fuentes de Abastecimiento de agua potable

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de Abastecimiento así como a la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: los de gravedad y los de bombeo.

En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad.

En los Sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo.

Siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al Centro poblado.

- **Reservorio:**

Garantiza el funcionamiento hidráulico del sistema y el almacenamiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente. (Miglio 2004).

- **Red De Distribución:**

Se llama red de distribución al conjunto de tuberías que partiendo del reservorio de distribución y siguiendo su desarrollo por las calles de la ciudad sirven para llevar el agua potable al consumidor. Forman parte de la red de distribución accesorios como: Válvulas, hidrantes, reservorios reguladores ubicados en diversas zonas, etc. (Vierendel 2009).

- **Línea de Conducción:**

Dentro de un sistema de abastecimiento de agua potable se llama línea de conducción, al conjunto integrado por tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control.

Definiciones básicas

Ámbito rural del Perú: Son aquellos centros poblados que no sobrepasan de dos mil (2000) habitantes, localizados en territorios del país donde los habitantes hayan construido su sociedad en base a la oferta de los recursos naturales de que disponen, bajo un sentido territorial de pertenencia.

Periodo de diseño: Tiempo durante el cual la infraestructura deberá cumplir su función satisfactoriamente. Se fijará según normatividad vigente dada por las autoridades normativas del sector.

Proyecto de Inversión Pública (PIP): Son intervenciones limitadas en el tiempo con el fin de crear, ampliar, mejorar o recuperar la capacidad productora o de provisión de bienes o servicios de la entidad.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Población y Muestra

La población fueron todos los expedientes en el Distrito de Pardo Miguel, Provincia de Rioja - Departamento de San Martín. Y su muestra fue el Expediente técnico “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable e instalaciones del sistema de alcantarillado en las localidades de San Juan del Mayo, Tiwinza y San Antonio, Distrito de Pardo Miguel- Rioja- San Martín” con código SNIP: 300895.

4.1.1. Ubicación del Proyecto

El proyecto de Inversión pública: “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LAS LOCALIDADES DE SAN JUAN DEL MAYO, TIWINZA Y SAN ANTONIO, DISTRITO DE PARDO MIGUEL – RIOJA – SAN MARTIN. – SNIP N° 300895”.

Políticamente se ubica con los datos siguientes:

Centros Poblados	: San Juan del Mayo, Tiwinza y San Antonio
Distrito	: Miguel Pardo
Provincia	: Rioja
Departamento	: San Martín



Figura 3. Mapa del Perú – Localización del Departamento de San Martín

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

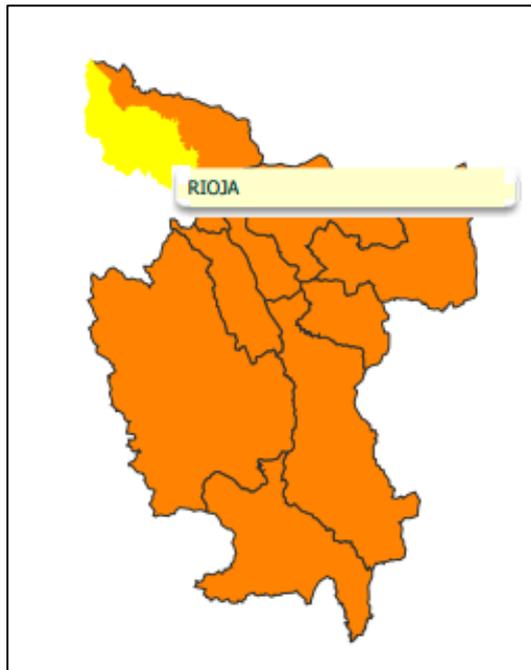


Figura 5. Provincia de Rioja

FUENTE: INEI

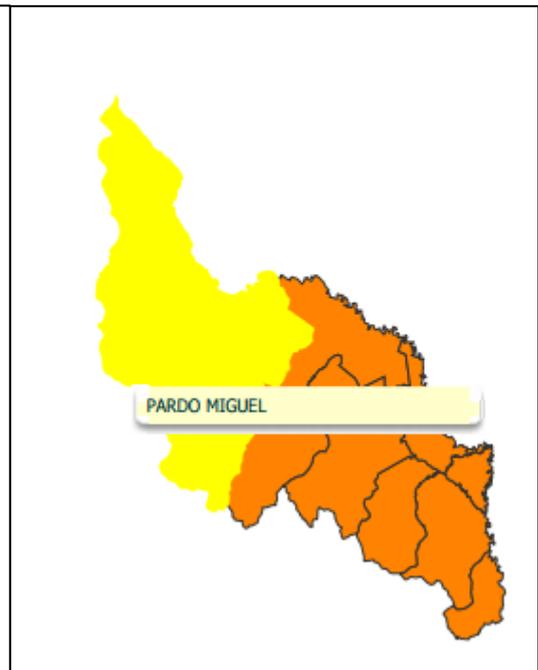


Figura 4. Distrito de Pardo Miguel

FUENTE: INEI

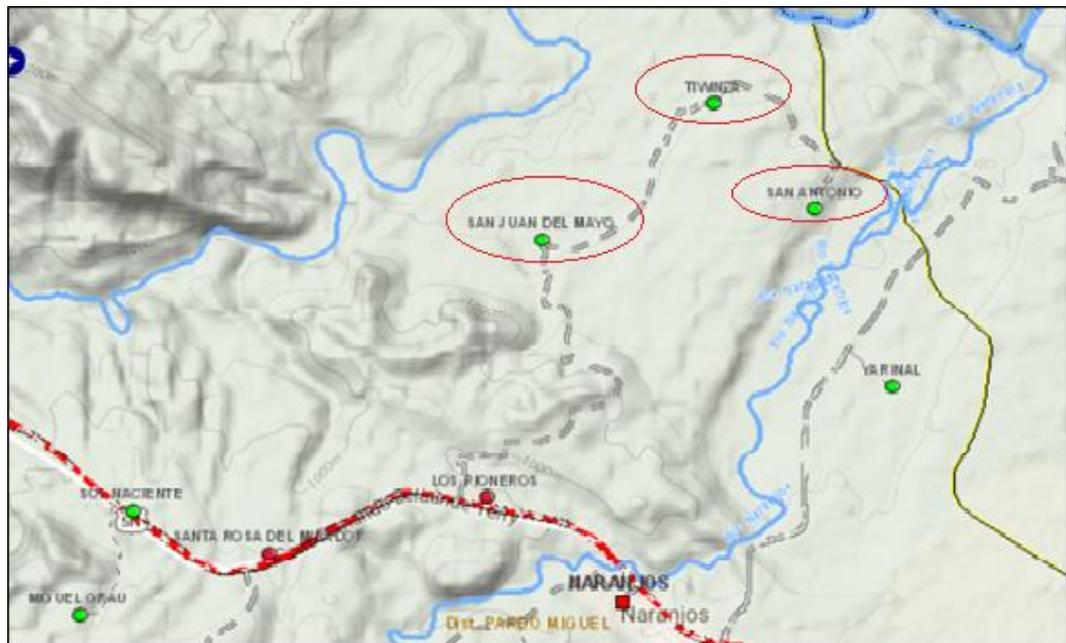


Figura 6. Caseríos –San Juan del Mayo, Tiwinza y San Antonio

FUENTE: INEI

4.1.1.1. Caserios Beneficiarios

- Caserío de San Juan del Mayo

El caserío de San Juan del Mayo es uno de los tres caserios con mayor representación debido a su crecimiento población en los últimos años, cuenta con agua entuvada y siendo mayor la necesidad de contar con el servicio de agua potable.

Tabla 4. Descripción del caserío de San Juan del Mayo

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Departamento	San Martín
Provincia	Rioja
Distrito	Pardo Miguel
Centro poblado	San Juan del Mayo
Categoría	Caserío
Código de ubigeo y centro poblado	2208050020
Longitud	-77.5121300000
Latitud	-5.70340166700
Altitud	913.7
Agua por red pública	si
Energía eléctrica en la vivienda	si
Desagüe por red pública	no
Vía de mayor uso	camino carrozable
Transporte de mayor uso	moto/mototaxi
Alumbrado público	si
Local comunal	si
Institución educativa primaria	si
Institución educativa secundaria	si
Establecimiento/ puesto de salud	si

FUENTE: INEI

- Caserío de Tiwinza

Tiwinza es uno de los caseríos que no cuenta con el servicio básico de agua potable, en los últimos años se han registrado 4 casos semanales de EDAS e IRAS. A continuación se describe el caserío.

Tabla 5. Descripción del caserío de Tiwinza

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Departamento	San Martín
Provincia	Rioja
Distrito	Pardo Miguel
Centro poblado	Tiwinza
Categoría	Caserío
Código de ubigeo y centro poblado	2208050018
Longitud	-77.4955200000
Latitud	-5.68970500000
Altitud	922.5
Agua por red pública	no
Energía eléctrica en la vivienda	si
Desagüe por red pública	no
Vía de mayor uso	camino carrozable
Transporte de mayor uso	moto/mototaxi
Frecuencia	diario
Tiempo en minutos hacia la capital del distrito	30
Distancia del centro poblado hacia la capital del Distrito(km)	10.3
Alumbrado público	si
Institución educativa primaria	si

FUENTE: INEI

- Caserío de San Antonio

San Antonio es el caserío con mayor casos de EDAS, en el último año se han registrado 5 casos semanales, no se cuenta con el servicio de agua potable, siendo prioridad abastecer este caserío.

Tabla 6. Descripción del caserío de San Antonio

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Departamento	San Martin
Provincia	Rioja
Distrito	Pardo Miguel
Centro Poblado	San Antonio
Categoría	Caserío
código de ubigeo y centro poblado	2208050019
Longitud	-77.4857616670
Latitud	-5.70032500000
Altitud	919.2
Agua por red publica	no
Energía eléctrica en la vivienda	si
Desagüe por red publica	no
Vía de mayor uso	camino carrozable
Transporte de mayor uso	moto/mototaxi
Frecuencia	diario
Distancia del centro poblado hacia la capital del distrito(km)	12.77
Alumbrado publico	si
Institución educativa primaria	si

FUENTE: INEI

4.2. Métodos empleados

Bajo el método Analítico – Sintético se calculó la población actual y la tasa de crecimiento. Los métodos matemáticos que se aplicaron en el cálculo de población futura de los caseríos en estudio, se basaron en ecuaciones que expresan el crecimiento demográfico en función del tiempo, dicho crecimiento medido y expresado en una tasa de crecimiento, el cual se obtuvo a partir de la observación del volumen poblacional.

4.3. Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos bibliográficos, se hizo uso de diversas fuentes de información como: textos, tesis de grado relacionadas al tema de estudio, Centro de Salud de San Juan del Mayo, Institución Educativa N°00022 – San Juan del Mayo, Municipalidad Distrital de Pardo Miguel, que ayudaron a describir los componentes del pozo tubular, así como también la revisión del Reglamento Nacional de Edificaciones.

4.4. Materiales

- Cuaderno de notas
- Lapiceros
- Lápices
- 100 hojas de papel bond A4

4.5. Equipos

- 01 GPS Garmin
- 01 cámara fotográfica digital
- 01 calculadora científica
- Laptop
- Impresora multifuncional

4.6. Software

- Microsoft Word 2013
- Microsoft Excel 2013

4.7. Flujograma de la metodología de trabajo

Para evaluar el desempeño de los métodos analíticos para el diseño del sistema de agua potable, se planteó el desarrollo del siguiente flujograma.

4.7.1. Determinación de la tasa de crecimiento

Para determinar la tasa de crecimiento se recolecto datos de la I.E. 00022 San Juan del Mayo, así como datos del centro de salud.

4.7.2. Población futura

Para calcular la población futura se trabajó con los siguientes métodos analíticos.

Aritmético	Geométrico	Logístico	Exponencial
$Pf = Pi * (1 + (i * t / 100))$	$Pf = Pi * (1 + (i / 100))^t$	$Pf = Pi / (1 + e^{- (a + bt)})$	$Pf = Pi * (e^{(i * t / 100)})$

4.7.3. Consumo máximo diario

$$Q_p \text{ [l/s]} = \frac{\text{Dotación} \left[\frac{1}{\text{hab día}} \right] \times \text{Población (hab)}}{86400}$$

$$Q_{md} \text{ [l/s]} = 1,3 \times Q_p \text{ [l/s]}$$

4.7.4. Consumo máximo horario

$$Q_p \text{ [l/s]} = \frac{\text{Dotación} \left[\frac{1}{\text{hab día}} \right] \times \text{Población (hab)}}{86400}$$

$$Q_{mh} \text{ [l/s]} = 2,0 \times Q_p \text{ [l/s]}$$

Estas etapas abarcaron todo el desarrollo de la investigación y permitieron lograr los objetivos propuestos.

V. RESULTADOS

5.1. Cálculo de tasa de crecimiento

5.1.1. Tasa de crecimiento del proyecto:

El Coeficiente de Crecimiento Anual (r) con el que se trabajó el Proyecto de Inversión Pública “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable e Instalación del Sistema de Alcantarillado en las Localidades de San Juan del Mayo, Tiwinza y San Antonio, Distrito de Pardo Miguel – Rioja – San Martín. – SNIP N° 300895”.

Se determinó con la siguiente justificación:

Cuando no existe información consistente, se considera el valor (r) en base a los coeficientes de crecimiento lineal por departamento según el cuadro.

Tabla 7. Perú: población estimada al 30 de Junio y tasa de crecimiento de las ciudades capitales, por departamento, 2015

Departamento	Ciudad	Población 2015	Tasa de crecimiento (%)
			2014 - 2015
Total		17357025	1,47
Cajamarca	Cajamarca	226031	3,32
San Martín	Moyobamba	56452	3,18
Madre de Dios	Puerto Maldonado	74494	2,99
Ancash	Huaraz	127041	2,52
Puno	Juliaca	273882	2,51
San Martín	Tarapoto	144186	2,22
Amazonas	Chachapoyas	29869	2,13

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática

Coeficiente asumido:

Para asegurar un crecimiento progresivo con una familiar anual, se trabajó con una tasa de crecimiento de:

$$r = 2.89\%$$

5.1.2. Tasa de crecimiento del proyecto:

Según **Resolución Ministerial N° 173–216-Vivienda**, para la selección del índice de crecimiento poblacional se calcula.

En caso de no existir éste, se adoptará el relativo a otra población cercana y similar, o bien, la tasa de crecimiento distrital rural.

El proyectista podrá adoptar, justificadamente, el método que considere más adecuado para determinar la población de diseño. Tomando en cuenta igualmente datos censales del INEI u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional.

5.1.2.1. Cálculo de crecimiento Geométrico

Para calcular la tasa de crecimiento, se tomó como referencia el registro de estudiantes de los tres niveles académicos de la I.E.N°00022 del caserío de San Juan del Mayo, considerando la dinámica de desarrollo en el transcurso de los últimos siete años.

Tabla 8. Registro de estudiantes de los 03 niveles en la I.E. N° 00022 San Juan del Mayo entre los años 2011 – 2017.

Años	Inicial	Primaria	Secundaria
2011	35	241	125
2012	38	233	134
2013	58	233	121
2014	58	180	129
2015	78	222	137
2016	86	254	119
2017	75	206	119

FUENTE: Institución Educativa N° 00022 – San Juan del Mayo

Cálculo:

$$r = \sqrt[t]{\frac{Nt}{No}} - 1 \qquad r = 100 * \left[\frac{Nt}{No}\right]^{1/t} - 1$$

Nivel Inicial:

$$r = 100 * \left[\frac{75}{35}\right]^{1/7} - 1 \qquad \boxed{r = 11.5\%}$$

Nivel Primario:

$$r = 100 * \left[\frac{206}{241}\right]^{1/7} - 1 \qquad \boxed{r = -2.22\%}$$

Nivel Secundario:

$$r = 100 * \left[\frac{119}{125}\right]^{1/7} - 1 \qquad \boxed{r = -0.7\%}$$

La tasa de crecimiento en el sector educación en los últimos años toma valores negativos, reflejando el decrecimiento actual de la población.

Los métodos analíticos consideran que las poblaciones están en constante crecimiento, para su aplicación se trabajó con un crecimiento positivo progresivo de la tasa de crecimiento, para San Juan del Mayo una tasa de $t = 0.82\%$, Tiwinza y San Antonio $t = 1.5\%$, incluyendo así una familia de cuatro integrantes por año para el año 2017, esto debido a su saturación territorial y producción.

5.2. Población Actual:

5.2.1. Población actual – Expediente técnico (Pi):

Según datos recogidos en campo (año 2017), se cuenta con la población actual de 1966 familias (familias beneficiadas con el agua potable), según el cuadro que se detalla a continuación, para el proyecto se asume 6 y 5 habitantes por Familia. Teniendo un total de 333 beneficiarios del presente proyecto.

Tabla 9. Densidad y cálculo de población actual

Localidad	N° Viviendas	N° Personas por vivienda	Total de personas / localidad
San Juan Del Mayo	262	6	1572
Tiwinza	39	6	234
San Antonio	32	5	160
Total			1966

FUENTE: Expediente técnico Código SNIP: 300895

5.2.2. Población actual – Investigación (Pi):

5.2.2.1. Población de Diseño

La población actual se determinó, mediante empadronamiento y densidad poblacional.

Tabla 10. Densidad y cálculo de población actual

Localidad	N° Viviendas	N° Personas por vivienda	Total de personas / localidad
San Juan Del Mayo	277	4	1108
Tiwinza	35	4	140
San Antonio	37	4	148
Total			

FUENTE: Elaboración propia.

5.3. Población Futura:

5.3.1. Población Futura – Expediente Técnico:

La población futura de los tres caseríos beneficiarios según el expediente técnico fue calculada mediante el método aritmético, considerando la tasa de crecimiento de la encuesta intercensal del año 2015 correspondiente a la ciudad de Moyobamba, $r = 2.89\%$.

Caserío San Juan del Mayo - Método Aritmético

Fórmula: $P_f = P_a (1+r (t/100))$

Dónde:

Pa: población actual (año 2017) = 1572 habitantes.

r : tasa de crecimiento = 2,89 %.

t : número de años = 20 años.

Pf: población futura =

2481

Caserío Tiwinza y San Antonio - Método Aritmético

Fórmula: $P_f = P_a (1+r (t/100))$

Dónde:

Pa: población actual (año 2017) = 394 habitantes.

r : tasa de crecimiento = 2,89 %.

t : número de años = 20 años.

Pf: población futura =

266

Resumen:

Caserío	Población Futura
San Juan del Mayo	2481
Tiwinza y San Antonio	622

5.3.2. Cálculo de Población Futura – Investigación:

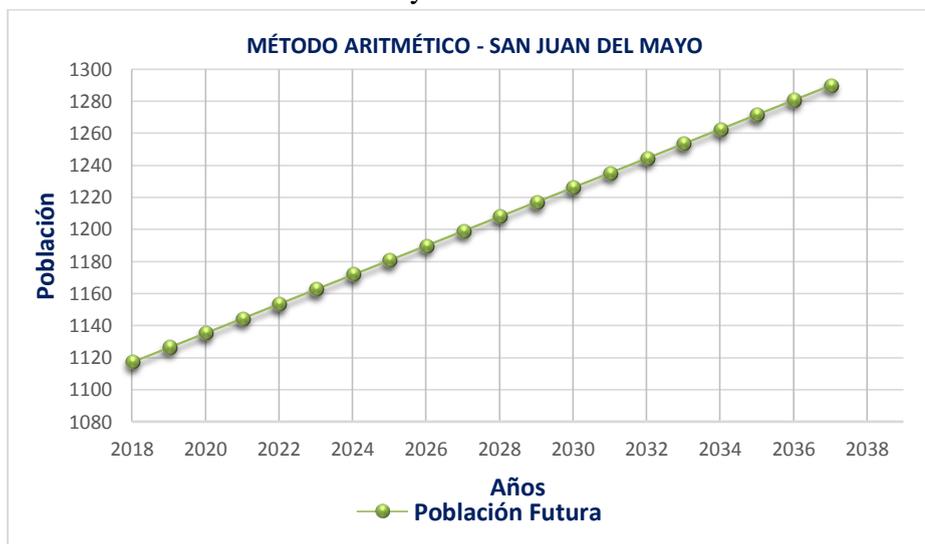
5.3.2.1. Método Aritmético

Tabla 11. Cálculo de Población futura – Caserío San Juan del Mayo

Caserío - San Juan del Mayo				
años	Método Analítico - Aritmético			
	pi	t	r	$Pf = Po * (1 + r * t / 100)$
2017	1108	0	0.82	1108
2018	1108	1	0.82	1117
2019	1117	2	0.82	1126
2020	1126	3	0.82	1135
2021	1135	4	0.82	1144
2022	1144	5	0.82	1153
2023	1153	6	0.82	1163
2024	1163	7	0.82	1172
2025	1172	8	0.82	1181
2026	1181	9	0.82	1190
2027	1190	10	0.82	1199
2028	1199	11	0.82	1208
2029	1208	12	0.82	1217
2030	1217	13	0.82	1226
2031	1226	14	0.82	1235
2032	1235	15	0.82	1244
2033	1244	16	0.82	1253
2034	1253	17	0.82	1262
2035	1262	18	0.82	1272
2036	1272	19	0.82	1281
2037	1281	20	0.82	1290

FUENTE: elaboración Propia

Gráfica 1. Proyección de población futura mediante el método aritmético caso: Caserío San Juan del Mayo



FUENTE: elaboración Propia

Tabla 12. Cálculo de población futura – Caserío de Tiwinza

Caserío - Tiwinza				
años	Método Analítico - Aritmético			
	pi	t	r	Pf = Po * (1+ r * t / 100)
2017	140	0	1.50	140
2018	140	1	1.50	142
2019	142	2	1.50	144
2020	144	3	1.50	146
2021	146	4	1.50	148
2022	148	5	1.50	151
2023	151	6	1.50	153
2024	153	7	1.50	155
2025	155	8	1.50	157
2026	157	9	1.50	159
2027	159	10	1.50	161
2028	161	11	1.50	163
2029	163	12	1.50	165
2030	165	13	1.50	167
2031	167	14	1.50	169
2032	169	15	1.50	172
2033	172	16	1.50	174
2034	174	17	1.50	176
2035	176	18	1.50	178
2036	178	19	1.50	180
2037	180	20	1.50	182

FUENTE: elaboración Propia

Gráfica 2. Proyección de población futura mediante el método aritmético caso: Caserío Tiwinza



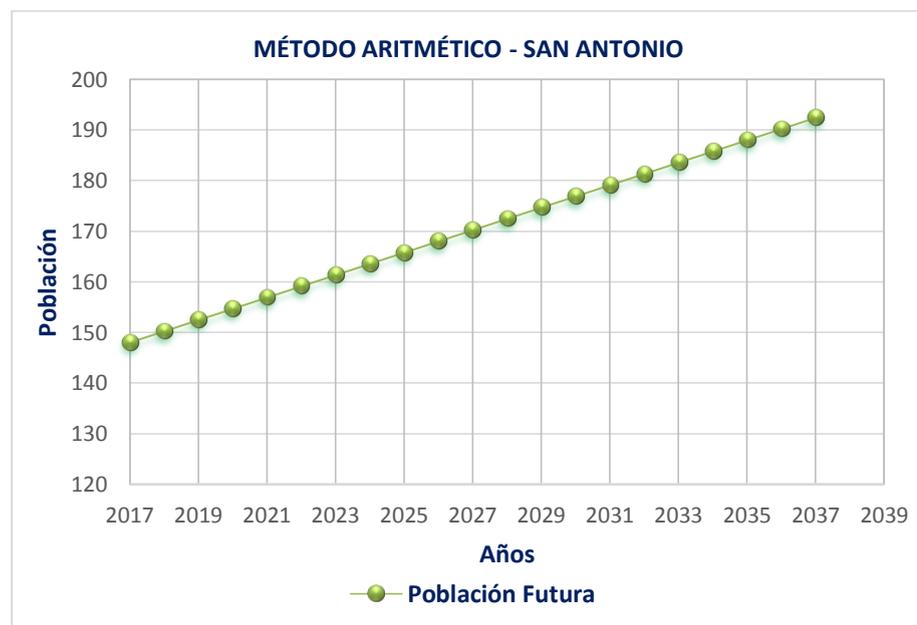
FUENTE: elaboración Propia

Tabla 13. Cálculo de población futura – Caserío de San Antonio

Caserío - San Antonio				
años	Método Analítico - Aritmético			
	pi	t	r	Pf = Po * (1+ r * t / 100)
2017	148	0	1.50	148
2018	148	1	1.50	150
2019	150	2	1.50	152
2020	152	3	1.50	155
2021	155	4	1.50	157
2022	157	5	1.50	159
2023	159	6	1.50	161
2024	161	7	1.50	164
2025	164	8	1.50	166
2026	166	9	1.50	168
2027	168	10	1.50	170
2028	170	11	1.50	172
2029	172	12	1.50	175
2030	175	13	1.50	177
2031	177	14	1.50	179
2032	179	15	1.50	181
2033	181	16	1.50	184
2034	184	17	1.50	186
2035	186	18	1.50	188
2036	188	19	1.50	190
2037	190	20	1.50	192

FUENTE: elaboración Propia

Gráfica 3. Proyección de población futura mediante el método aritmético caso: Caserío San Antonio



FUENTE: elaboración Propia

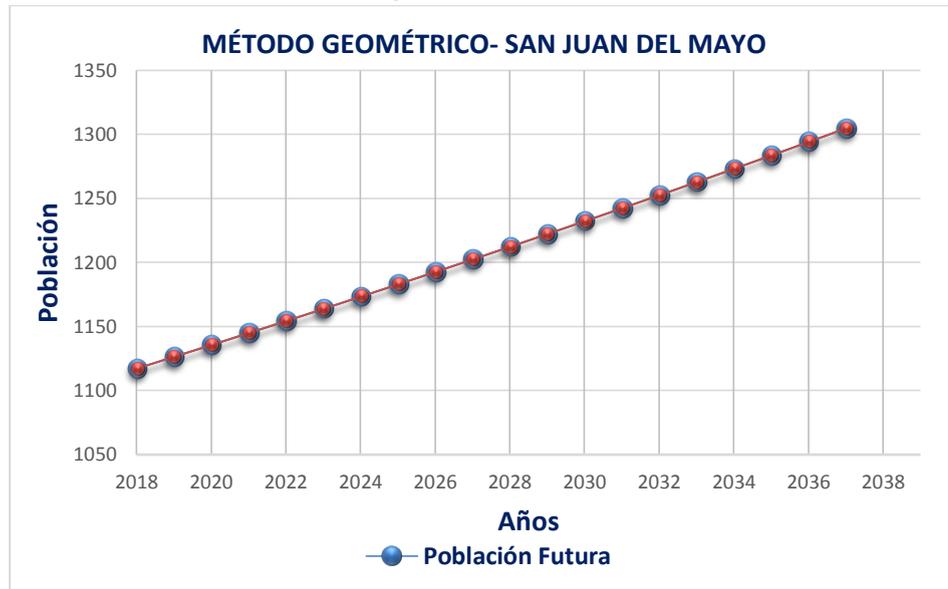
5.3.2.2. Método Geométrico

Tabla 14. Cálculo de Población futura – Caserío San Juan del Mayo

Caserío - San Juan del Mayo				
años	Método Analítico - Geométrico			
	pi	t	r	$Pf=Pi*(1+(r/100))^t$
2017	1108	0	0.82	1108
2018	1108	1	0.82	1117
2019	1117	2	0.82	1126
2020	1126	3	0.82	1135
2021	1135	4	0.82	1145
2022	1145	5	0.82	1154
2023	1154	6	0.82	1164
2024	1164	7	0.82	1173
2025	1173	8	0.82	1183
2026	1183	9	0.82	1193
2027	1193	10	0.82	1202
2028	1202	11	0.82	1212
2029	1212	12	0.82	1222
2030	1222	13	0.82	1232
2031	1232	14	0.82	1242
2032	1242	15	0.82	1252
2033	1252	16	0.82	1263
2034	1263	17	0.82	1273
2035	1273	18	0.82	1283
2036	1283	19	0.82	1294
2037	1294	20	0.82	1305

FUENTE: elaboración Propia

Gráfica 4. Proyección de población futura mediante el método geométrico caso: Caserío San Juan del Mayo



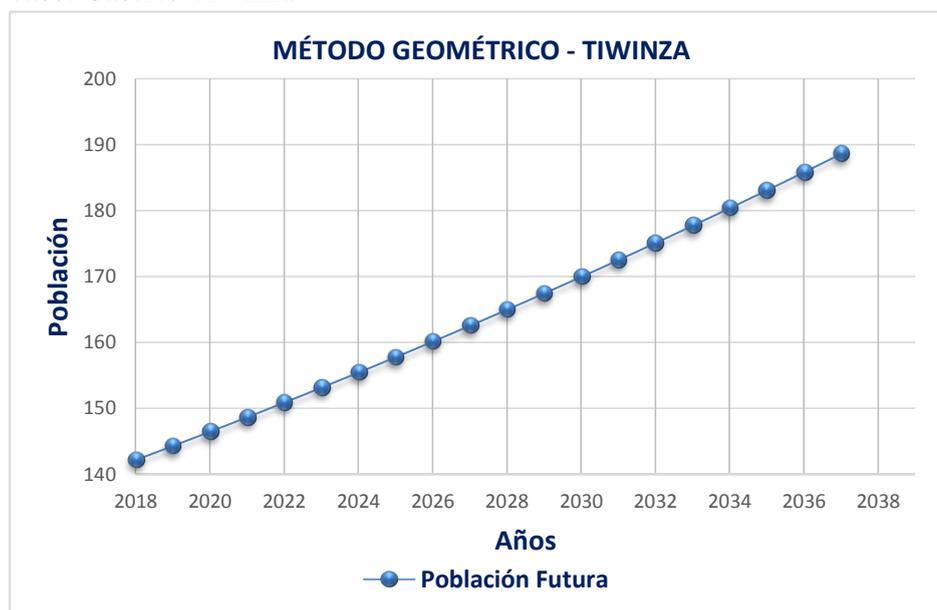
FUENTE: elaboración Propia

Tabla 15. Cálculo de Población futura – Caserío Tiwinza

Caserío - Tiwinza				
años	Método Analítico - Geométrico			
	pi	t	r	Pf=Pi*(1+(r/100))^t
2017	140	0	1.50	140
2018	140	1	1.50	142
2019	142	2	1.50	144
2020	144	3	1.50	146
2021	146	4	1.50	149
2022	149	5	1.50	151
2023	151	6	1.50	153
2024	153	7	1.50	155
2025	155	8	1.50	158
2026	158	9	1.50	160
2027	160	10	1.50	162
2028	162	11	1.50	165
2029	165	12	1.50	167
2030	167	13	1.50	170
2031	170	14	1.50	172
2032	172	15	1.50	175
2033	175	16	1.50	178
2034	178	17	1.50	180
2035	180	18	1.50	183
2036	183	19	1.50	186
2037	186	20	1.50	189

FUENTE: elaboración Propia

Gráfica 5. Proyección de población futura mediante el método geométrico caso: Caserío Tiwinza



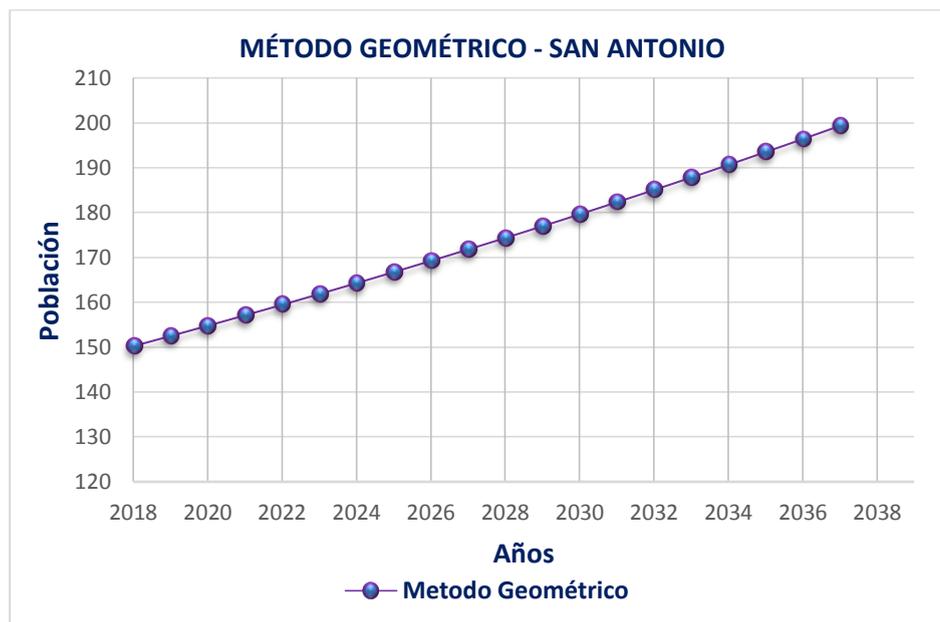
FUENTE: elaboración Propia

Tabla 16. Cálculo de Población futura – Caserío San Antonio

Caserío - San Antonio				
años	Método Analítico - Geométrico			
		t	r	Pf=Pi*(1+(r/100))^t
2017	148	0	1.50	148
2018	148	1	1.50	150
2019	150	2	1.50	152
2020	152	3	1.50	155
2021	155	4	1.50	157
2022	157	5	1.50	159
2023	159	6	1.50	162
2024	162	7	1.50	164
2025	164	8	1.50	167
2026	167	9	1.50	169
2027	169	10	1.50	172
2028	172	11	1.50	174
2029	174	12	1.50	177
2030	177	13	1.50	180
2031	180	14	1.50	182
2032	182	15	1.50	185
2033	185	16	1.50	188
2034	188	17	1.50	191
2035	191	18	1.50	193
2036	193	19	1.50	196
2037	196	20	1.50	199

FUENTE: elaboración Propia

Gráfica 6. Proyección de población futura mediante el método geométrico caso: Caserío San Antonio



FUENTE: elaboración Propia

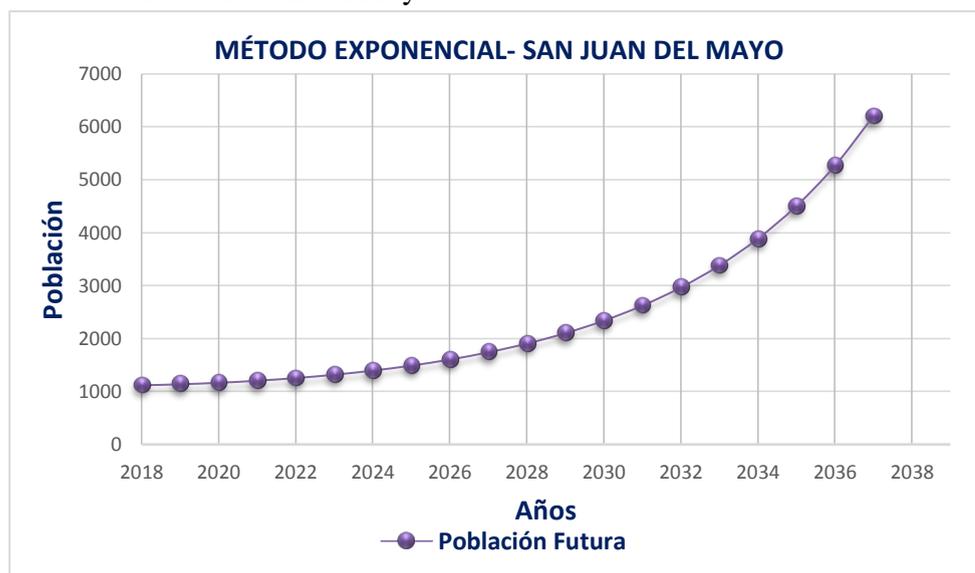
5.3.2.3. Método Exponencial

Tabla 17. Cálculo de Población futura – Caserío San Juan del Mayo

Caserío - San Juan del Mayo				
años	Método Analítico - Exponencial			
	pi	t	r	Pf = Pi * e ^(r*t/100)
2017	1108	0	0.82	1108
2018	1108	1	0.82	1117
2019	1117	2	0.82	1136
2020	1136	3	0.82	1164
2021	1164	4	0.82	1203
2022	1203	5	0.82	1253
2023	1253	6	0.82	1316
2024	1316	7	0.82	1394
2025	1394	8	0.82	1488
2026	1488	9	0.82	1602
2027	1602	10	0.82	1739
2028	1739	11	0.82	1904
2029	1904	12	0.82	2100
2030	2100	13	0.82	2337
2031	2337	14	0.82	2621
2032	2621	15	0.82	2964
2033	2964	16	0.82	3380
2034	3380	17	0.82	3885
2035	3885	18	0.82	4503
2036	4503	19	0.82	5262
2037	5262	20	0.82	6200

FUENTE: elaboración Propia

Gráfica 7. Proyección de población futura mediante el método exponencial caso: Caserío San Juan del Mayo



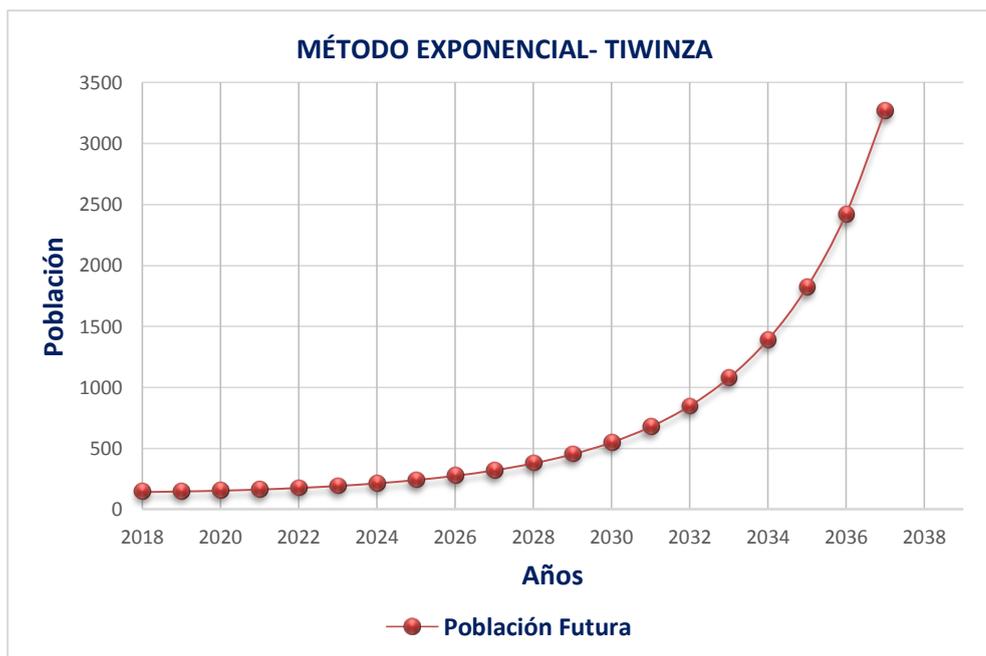
FUENTE: elaboración Propia

Tabla 18. Cálculo de Población futura – Caserío Tiwinza

Caserío Tiwinza				
años	Método Analítico - Exponencial			
	pi	t	r	Pf = Pi * e^(r*t/100)
2017	140	0	1.50	140
2018	140	1	1.50	142
2019	142	2	1.50	146
2020	146	3	1.50	153
2021	153	4	1.50	163
2022	163	5	1.50	175
2023	175	6	1.50	192
2024	192	7	1.50	213
2025	213	8	1.50	240
2026	240	9	1.50	275
2027	275	10	1.50	319
2028	319	11	1.50	377
2029	377	12	1.50	451
2030	451	13	1.50	548
2031	548	14	1.50	676
2032	676	15	1.50	847
2033	847	16	1.50	1077
2034	1077	17	1.50	1389
2035	1389	18	1.50	1820
2036	1820	19	1.50	2420
2037	2420	20	1.50	3267

FUENTE: elaboración Propia

Gráfica 8. Proyección de población futura mediante el método exponencial caso: Caserío Tiwinza



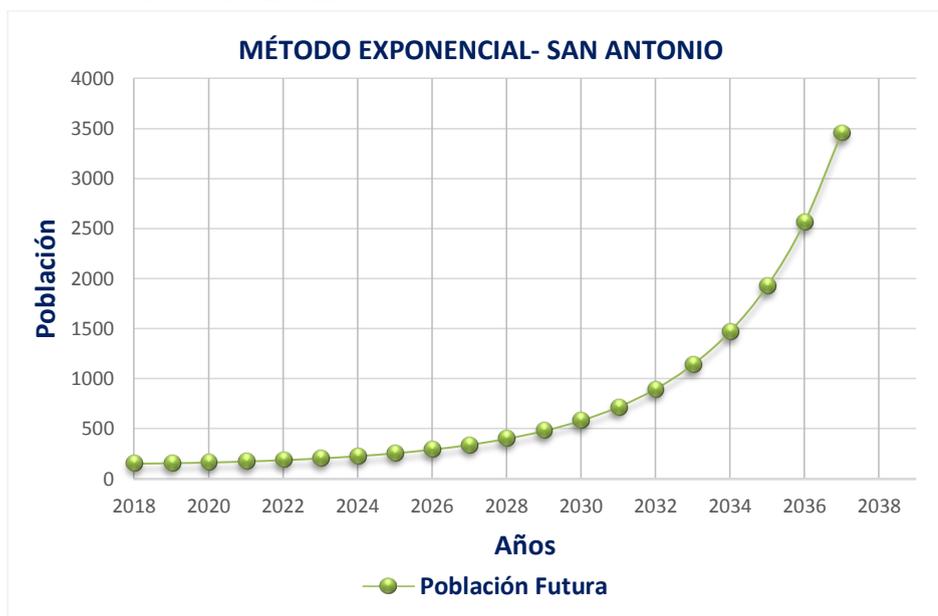
FUENTE: elaboración Propia

Tabla 19. Cálculo de Población futura – Caserío San Antonio

Caserío - San Antonio				
años	Método Analítico - Exponencial			
	pi	t	r	Pf = Pi * e^(r*t/100)
2017	148	0	1.50	148
2018	148	1	1.50	150
2019	150	2	1.50	155
2020	155	3	1.50	162
2021	162	4	1.50	172
2022	172	5	1.50	185
2023	185	6	1.50	203
2024	203	7	1.50	225
2025	225	8	1.50	254
2026	254	9	1.50	291
2027	291	10	1.50	338
2028	338	11	1.50	398
2029	398	12	1.50	477
2030	477	13	1.50	580
2031	580	14	1.50	715
2032	715	15	1.50	895
2033	895	16	1.50	1138
2034	1138	17	1.50	1469
2035	1469	18	1.50	1924
2036	1924	19	1.50	2559
2037	2559	20	1.50	3454

FUENTE: elaboración Propia

Gráfica 9. Proyección de población futura mediante el método exponencial caso: Caserío San Antonio



FUENTE: elaboración Propia

5.3.2.4. Método Logístico

- San Juan del Mayo

- Se estableció 3 valores de población P_0 , P_1 y P_2 , las cuales se han medido a intervalos de tiempo cada 10 años.

Tabla 20. Registro de interpolación de población

Población	Año	P
P_0	2007	950
P_1	2017	1108
P_2	2027	1191
P_f	2037	x

FUENTE: elaboración propia

- Para aplicar el método de la curva normal logística, se deben cumplir las siguientes condiciones.

Condiciones que se deben cumplir

$$P_0 * P_2 \leq P_1^2$$

$$950 * 1191 \leq 1108^2$$

$$1161450 \leq 1227664$$

$$P_0 + P_2 \leq 2P_1$$

$$950+1191 \leq 2*1108$$

$$2141 \leq 2216$$

- Se determinó el valor de la población de saturación (P_s) en función de los datos anteriores.

$$P_s = \frac{2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0P_2 - P_1^2}$$

$$P_s = \frac{2*950*1108*1191 - 1108^2(950+1191)}{950*1191 - 1108^2}$$

$$P_s = 1259$$

- Se evaluó la constante real “a” mediante la expresión:

$$a = \ln \left(\frac{P_s}{P_1} \right) - 1$$

$$a = \ln \left(\frac{1259}{1108} \right) - 1$$

$$a = -0.87$$

- Calcular la constante real “b”, usando:

$$b = \ln \left[\frac{P_o (P_s - P_1)}{P_1 (P_s - P_o)} \right]$$

$$b = \ln \left[\frac{950 (1259 - 1108)}{1108 (1259 - 950)} \right]$$

$$b = \ln \left[\frac{950 (1259 - 1108)}{1108 (1259 - 950)} \right]$$

$$b = -0.87$$

- Calcular la cantidad “t” del periodo de tiempos iguales para poder obtener la fecha buscada.

$$t = (\text{Año deseado} - \text{año base}) / (\text{Intervalo de tiempo})$$

$$t = ((2037-2007)/10)$$

$$t = 3$$

- Finalmente la población futura sería:

$$P_f = \frac{P_s}{1+e^{a+bt}}$$

$$P_f = \frac{1259}{1+e^{-0.89+(-0.87*3)}}$$

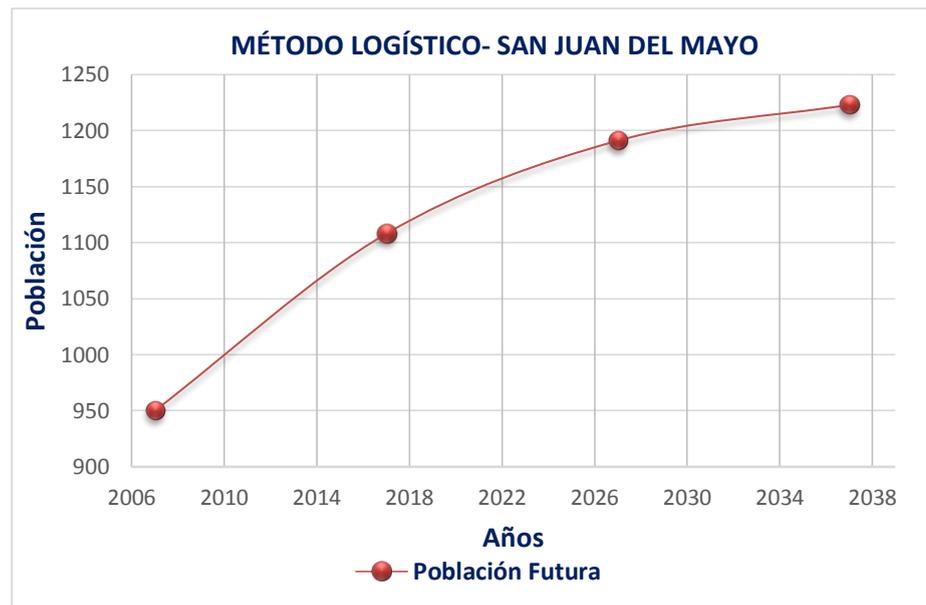
$$P_f = 1223$$

Tabla 21. Registro de interpolación de población futura

Población	Año	P
Po	2007	950
P1	2017	1108
P2	2027	1191
Pf	2037	1223

FUENTE: elaboración propia

Gráfica 10. Proyección de población futura mediante el método logístico caso: Caserío San Juan del Mayo



FUENTE: elaboración propia

- Se estableció 3 valores de población Po, P1 y P2, las cuales se han medido a intervalos de tiempo cada 10 años.

Tabla 22. Registro de interpolación de población

Población	Año	P
Po	2007	85
P1	2017	140
P2	2027	160
Pf	2037	x

FUENTE: elaboración propia

- Para aplicar el método de la curva normal logística, se deben cumplir las siguientes condiciones.

Condiciones que se deben cumplir

$$P_0 * P_2 \leq P_1^2$$

$$85 * 160 \leq 140^2$$

$$13600 \leq 19600$$

$$P_0 + P_2 \leq 2P_1$$

$$85+160 \leq 2*140$$

$$245 \leq 280$$

- Se determinó el valor de la población de saturación (P_s) en función de los datos anteriores.

$$P_s = \frac{2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0P_2 - P_1^2}$$

$$P_s = \frac{2*85*140*160 - 140^2(85+160)}{85*160 - 140^2}$$

$$P_s = 166$$

- Se evaluó la constante real “a” mediante la expresión:

$$a = \ln \left(\frac{P_s}{P_1} \right) - 1$$

$$a = \ln \left(\frac{166}{140} \right) - 1$$

$$a = -0.83$$

- Calcular la constante real “b”, usando:

$$b = \ln \left[\frac{P_0(P_s - P_1)}{P_1(P_s - P_0)} \right]$$

$$b = \ln \left[\frac{85(166-140)}{140(166-85)} \right]$$

$$b = -1.64$$

- Calcular la cantidad “t” del periodo de tiempos iguales para poder obtener la fecha buscada.

$$t = (\text{Año deseado} - \text{año base}) / (\text{Intervalo de tiempo})$$

$$t = ((2037-2007)/10)$$

$$t = 3$$

- Finalmente la población futura sería:

$$P_f = \frac{P_s}{1+e^{a+bt}}$$

$$P_f = \frac{166}{1+e^{-0.83+(-1.64*3)}}$$

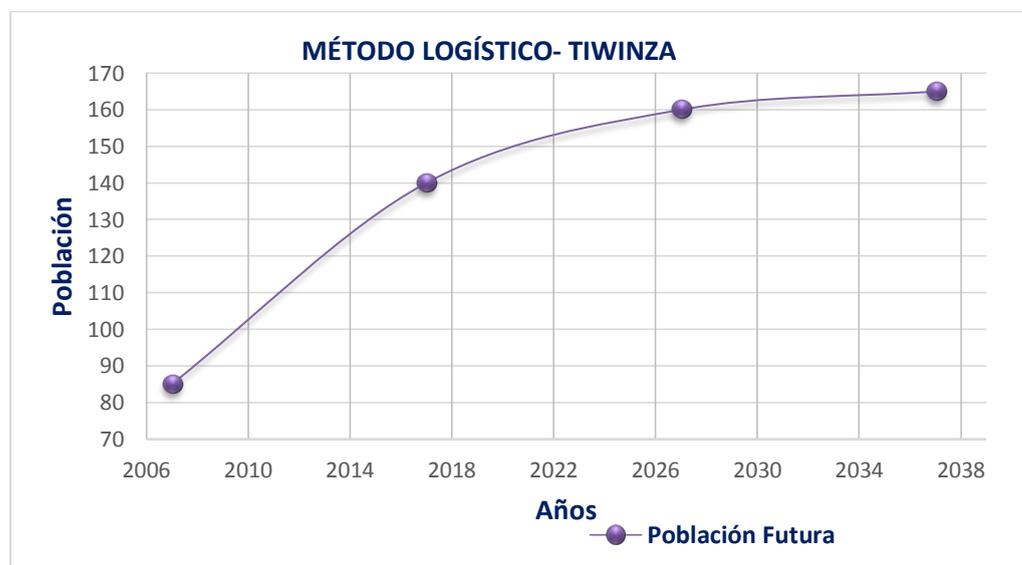
$$P_f = 165$$

Tabla 23. Registro de interpolación de población

Población	Año	P
Po	2007	85
P1	2017	140
P2	2027	160
Pf	2037	165

FUENTE: elaboración propia

Gráfica 11. Proyección de población futura mediante el método logístico caso: Caserío Tiwinza



FUENTE: elaboración propia

- Se estableció 3 valores de población P_0 , P_1 y P_2 , las cuales se han medido a intervalos de tiempo cada 10 años.

Tabla 24. Registro de interpolación de población

Población	Año	P
P_0	2007	87
P_1	2017	148
P_2	2027	169
P_f	2037	x

FUENTE: elaboración propia

- Para aplicar el método de la curva normal logística, se deben cumplir las siguientes condiciones.

Condiciones que se deben cumplir

$$P_0 * P_2 \leq P_1^2$$

$$87 * 169 \leq 148^2$$

$$14703 \leq 21904$$

$$P_0 + P_2 \leq 2P_1$$

$$87+169 \leq 2*148$$

$$254 \leq 296$$

- Se determinó el valor de la población de saturación (P_s) en función de los datos anteriores.

$$P_s = \frac{2 P_0 P_1 P_2 - P_1^2 (P_0 + P_2)}{P_0 P_2 - P_1^2}$$

$$P_s = \frac{2 * 87 * 148 * 169 - 148^2 (87 + 169)}{87 * 169 - 148^2}$$

$$P_s = 174$$

- Se evaluó la constante real “a” mediante la expresión:

$$a = \ln \left(\frac{P_s}{P_1} \right) = a = \ln \left(\frac{174}{148} \right) - 1$$

$$a = -0.84$$

- Calcular la constante real “b”, usando:

$$b = \ln \left[\frac{P_o(P_s - P_1)}{P_1(P_s - P_o)} \right]$$

$$b = \ln \left[\frac{87(174 - 148)}{148(174 - 87)} \right]$$

$$b = -1.74$$

- Calcular la cantidad “t” del periodo de tiempos iguales para poder obtener la fecha buscada.

$$t = (\text{Año deseado} - \text{año base}) / (\text{Intervalo de tiempo})$$

$$t = ((2037 - 2007) / 10)$$

$$t = 3$$

- Finalmente la población futura sería:

$$P_f = \frac{P_s}{1 + e^{a+bt}}$$

$$P_f = \frac{174}{1 + e^{-0.84 + (-1.74 * 3)}}$$

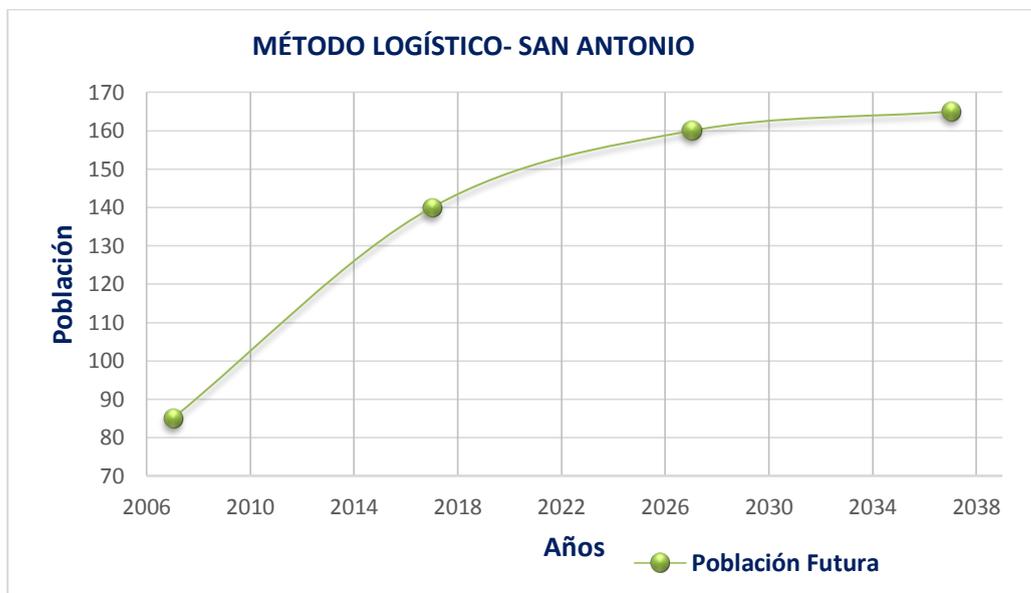
$$P_f = 174$$

Tabla 25. Registro de interpolación de población

Población	Año	P
Po	2007	87
P1	2017	148
P2	2027	169
Pf	2037	174

FUENTE: elaboración propia

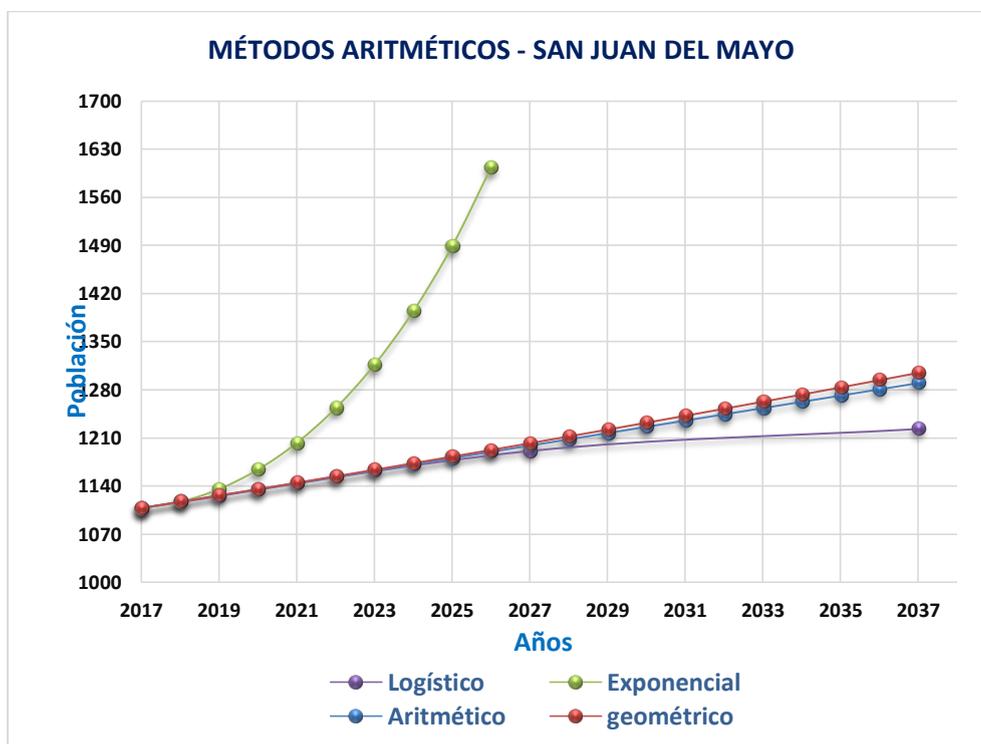
Gráfica 12. Proyección de población futura mediante el método logístico caso: Caserío Tiwinza



FUENTE: elaboración propia

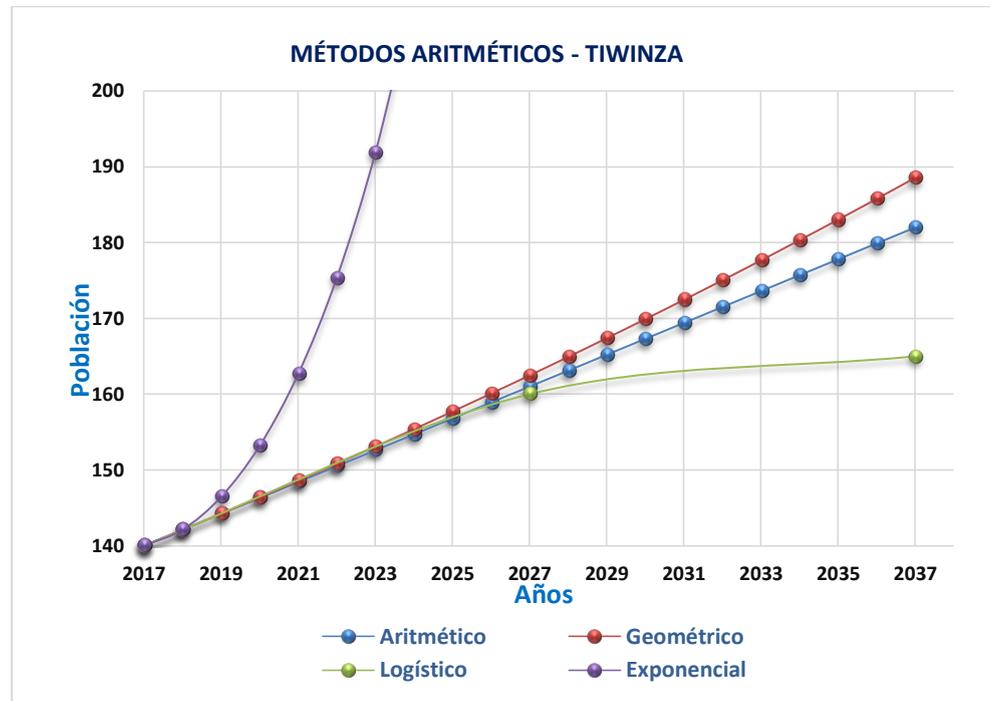
5.3.2.5. Agrupación de Métodos analíticos

Gráfica 13. Agrupación de métodos analíticos en el caserío de San Juan del Mayo



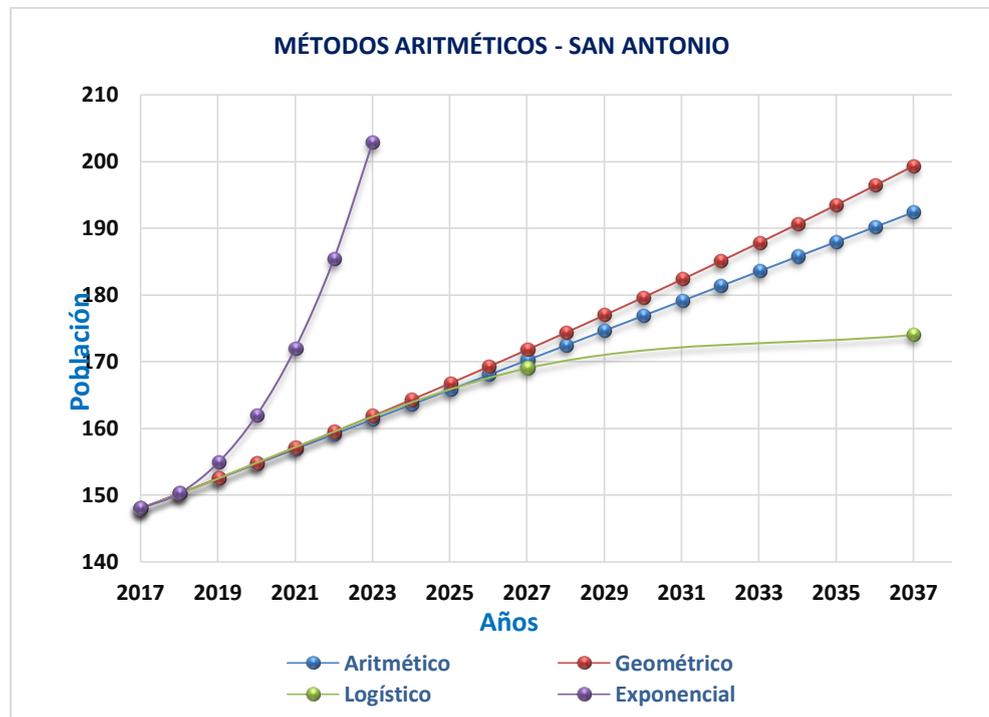
FUENTE: elaboración propia

Gráfica 14. Agrupación de métodos analíticos en el caserío de Tiwinza



FUENTE: elaboración propia

Gráfica 15. Agrupación de métodos analíticos en el caserío de San Antonio



FUENTE: elaboración propia

5.4. Periodo de Diseño

Para proyectos de agua potable en el medio rural las Normas del Ministerio de Salud recomiendan un periodo de 20 años para todos los componentes

Tabla 26. Periodo de diseño recomendado para poblaciones rurales

PERIODO DE DISEÑO RECOMENDADO PARA POBLACIONES RURALES	
COMPONENTE	PERIODO DE DISEÑO
Obras de captación	20 años
Conducción	20 años
Reservorio	20 años

FUENTE: Ministerio de Salud

5.5. Determinación de la dotación

Según expediente se tiene como valor:

Tabla 27. Dotación por tipo de clima

DOTACIÓN POR TIPO DE CLIMA	
CLIMA	DOTACIÓN (l/hab/día)
FRIO	120
TEMPLADO	150
CALIDO	150

FUENTE: INEI

Demanda de dotación asumido: $D = 120$ l/hab/día

5.6. Variaciones Periódicas

5.6.1. Consumo Promedio Diario Anual (Q_m)

Para el caso de San Juan del Mayo se tiene:

$$Q_m = \frac{P_f * D}{86400}$$

Donde:

Q_m = Consumo promedio diario (l / s)

P_f = Población futura

D = Dotación (l /hab/día)

Tabla 28. Cálculo de consumo promedio diario con los cuatro métodos analíticos – San Juan del Mayo

Expediente Técnico	Investigación de Tesis			
Método Aritmético	Método Aritmético	Método Geométrico	Método Exponencial	Método Logístico
$Q_m = (Pf \cdot D) / 86400$				
Datos: Pf = 2481 hab. D = 120 lt/hab./día	Datos: Pf = 1290 hab. D = 120 lt/hab./día	Datos: Pf = 1305 hab. D = 120 lt/hab./día	Datos: Pf = 6200 hab. D = 120 lt/hab./día	Datos: Pf = 1223 hab. D = 120 lt/hab./día
Qm = 3.45 lt/seg	Qm = 1.79 lt/Seg	Qm = 1.81 lt/seg	Qm = 8.61 lt/seg	Qm = 1.70 lt/seg

FUENTE: elaboración propia

Tabla 29. Cálculo de consumo promedio diario con los cuatro métodos analíticos – Tiwinza y San Antonio

Expediente Técnico	Investigación de Tesis			
Método Aritmético	Método Aritmético	Método Geométrico	Método Exponencial	Método Logístico
$Q_m = (Pf \cdot D) / 86400$	$Q_m = (Pf \cdot D) / 86400$			
Datos: Pf = 394 hab. D = 120 lt/hab./día	Datos: Pf = 374 hab. D = 120 lt/hab./día	Datos: Pf = 388 hab. D = 120 lt/hab./día	Datos: Pf = 6721 hab. D = 120 lt/hab./día	Datos: Pf = 339 hab. D = 120 lt/hab./día
Qm = 0.55 lt/seg	Qm = 0.52 lt/seg	Qm = 0.54 lt/seg	Qm = 9.33 lt/seg	Qm = 0.47 lt/seg

FUENTE: elaboración propia

Consumo máximo Diario (Qmd)

$$Q_{md} = k_1 Q_m$$

Donde:

Q_{md} = Consumo máximo diario (l / s) / Q_m = Consumo promedio diario (l / s) / K_1 = Coeficientes de variación

Según expediente se trabaja con $K_1 = 1.3$

Tabla 30. Cálculo de consumo máximo diario con los cuatro métodos analíticos - Caserío San Juan del Mayo

Expediente Técnico	Investigación de Tesis			
	Método Aritmético	Método Geométrico	Método Exponencial	Método Logístico
$Q_{md} = k_1 Q_m$				
Datos: $Q_m = 3.45$ $k_1 = 1.30$	Datos: $Q_m = 1.79$ $k_1 = 1.30$	Datos: $Q_m = 1.81$ $k_1 = 1.30$	Datos: $Q_m = 8.61$ $k_1 = 1.30$	Datos: $Q_m = 1.70$ $k_1 = 1.30$
Qmd = 4.49 lt/seg	Qmd = 2.32 lt/seg	Qmd = 2.35 lt/seg	Qmd = 11.19 lt/seg	Qmd = 2.21 lt/seg

FUENTE: elaboración propia

Tabla 31. Cálculo de consumo máximo diario con los cuatro métodos analíticos - Tiwinza y San Antonio

Expediente Técnico	Investigación de Tesis			
	Método Aritmético	Método Geométrico	Método Exponencial	Método Logístico
$Q_{md} = k_1 Q_m$				
Datos: $Q_m = 0.55$ $k_1 = 1.30$	Datos: $Q_m = 0.52$ $k_1 = 1.30$	Datos: $Q_m = 0.54$ $k_1 = 1.30$	Datos: $Q_m = 9.33$ $k_1 = 1.30$	Datos: $Q_m = 0.47$ $k_1 = 1.30$
Qmd = 0.72 lt/seg	Qmd = 0.676 lt/seg	Qmd = 0.702 lt/seg	Qmd = 12.13 lt/seg	Qmd = 0.611 lt/seg

FUENTE: elaboración propia

Consumo máximo horario (Qmh)

$$Q_{mh} = k_2 Q_m$$

Qmh = Consumo máximo horario (l / s)

K2 = Coeficientes de variación

Tabla 32. Cálculo de consumo máximo diario con los cuatro métodos analíticos - San Juan del Mayo.

Expediente Técnico	Investigación de Tesis			
	Método Aritmético	Método Geométrico	Método Exponencial	Método Logístico
Qmh = k2Qm	Qmh = k2Qm	Qmh = k2Qm	Qmh = k2Qm	Qmh = k2Qm
Datos: Qm = 3.45 lt/seg k2 = 2.00	Datos: Qm = 1.79 k2 = 2.00	Datos: Qm = 1.81 k2 = 2.00	Datos: Qm = 8.61 k2 = 2.00	Datos: Qm = 1.70 k2 = 2.00
Qmh = 6.9 lt/seg	Qmh = 3.58 lt/seg	Qmh = 3.62 lt/seg	Qmh = 17.22 lt/seg	Qmh = 3.4 lt/seg

FUENTE: elaboración propia

Tabla 33. Cálculo de consumo máximo diario con los cuatro métodos analíticos - Tiwinza y San Antonio.

Expediente Técnico	Investigación de Tesis			
	Método Aritmético	Método Geométrico	Método Exponencial	Método Logístico
Qmh = k2Qm	Qmh = k2Qm	Qmh = k2Qm	Qmh = k2Qm	Qmh = k2Qm
Datos: Qm = 0.55 lt/seg k2 = 2.00	Datos: Qm = 0.52 k2 = 2.00	Datos: Qm = 0.54 k2 = 2.00	Datos: Qm = 9.33 k2 = 2.00	Datos: Qm = 0.47 k2 = 2.00
Qmh = 1.1 lt/seg	Qmh = 1.04 lt/seg	Qmh = 1.08 lt/seg	Qmh = 18.66 lt/seg	Qmh = 0.94 lt/seg

FUENTE: elaboración propia

5.7. Cálculo de reservorio

Para el diseño del reservorio se trabajó con la misma fórmula que la del proyecto:

$$V = \frac{0.25 \cdot Q_m \cdot 86400}{1000}$$

Tabla 34. Cálculo de reservorio con los cuatro métodos analíticos – San Juan del Mayo.

Expediente Técnico	Investigación de Tesis			
Método Aritmético	Método Aritmético	Método Geométrico	Método Exponencial	Método Logístico
$V = 0.25 \cdot Q_m \cdot 86400 / 1000$	$V = 0.25 \cdot Q_m \cdot 86400 / 1000$	$V = 0.25 \cdot Q_m \cdot 86400 / 1000$	$V = 0.25 \cdot Q_m \cdot 86400 / 1000$	$V = 0.25 \cdot Q_m \cdot 86400 / 1000$
Datos: $Q_m = 3.45 \text{ lt/seg}$	Datos: $Q_m = 1.79 \text{ lt/seg}$	Datos: $Q_m = 1.81 \text{ lt/seg}$	Datos: $Q_m = 8.61 \text{ lt/seg}$	Datos: $Q_m = 1.70 \text{ lt/seg}$
V = 75 m³	V = 39 m³	V = 39 m³	V = 186 m³	V = 37 m³

FUENTE: elaboración propia

Tabla 35. Cálculo de reservorio con los cuatro métodos analíticos - Tiwinza y San Antonio.

Expediente Técnico	Investigación de Tesis			
Método Aritmético	Método Aritmético	Método Geométrico	Método Exponencial	Método Logístico
$V = 0.25 \cdot Q_m \cdot 86400 / 1000$	$V = 0.25 \cdot Q_m \cdot 86400 / 1000$	$V = 0.25 \cdot Q_m \cdot 86400 / 1000$	$V = 0.25 \cdot Q_m \cdot 86400 / 1000$	$V = 0.25 \cdot Q_m \cdot 86400 / 1000$
Datos: $Q_m = 0.55 \text{ lt/seg}$	Datos: $Q_m = 0.52 \text{ lt/seg}$	Datos: $Q_m = 0.54 \text{ lt/seg}$	Datos: $Q_m = 9.33 \text{ lt/seg}$	Datos: $Q_m = 0.47 \text{ lt/seg}$
V = 12 m³	V = 11 m³	V = 12 m³	V = 201 m³	V = 10 m³

FUENTE: elaboración propia

5.8. Cálculo de Captación

- Expediente Técnico

En el expediente se ha calculado un consumo máximo de 5.61 l/seg. Y en el diseño se trabaja con un caudal máximo de 0.0026 m³/seg.

- Investigación de tesis

En el replanteo del proyecto de inversión pública, se ha calculado un consumo máximo de 3.02 l/seg. Por lo que se recomienda diseñar con el caudal más crítico que sería 0.003 m³/seg.

5.9. Cálculo de válvulas de control

Las dimensiones de las válvulas se mantienen con las calculadas en el expediente, con dimensiones de 1.00 m x 0.80 m.

5.10. Línea de conducción

- Expediente Técnico

La línea de conducción tendrá capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario, Qmd. De 5.2 l/seg.

- Investigación de tesis

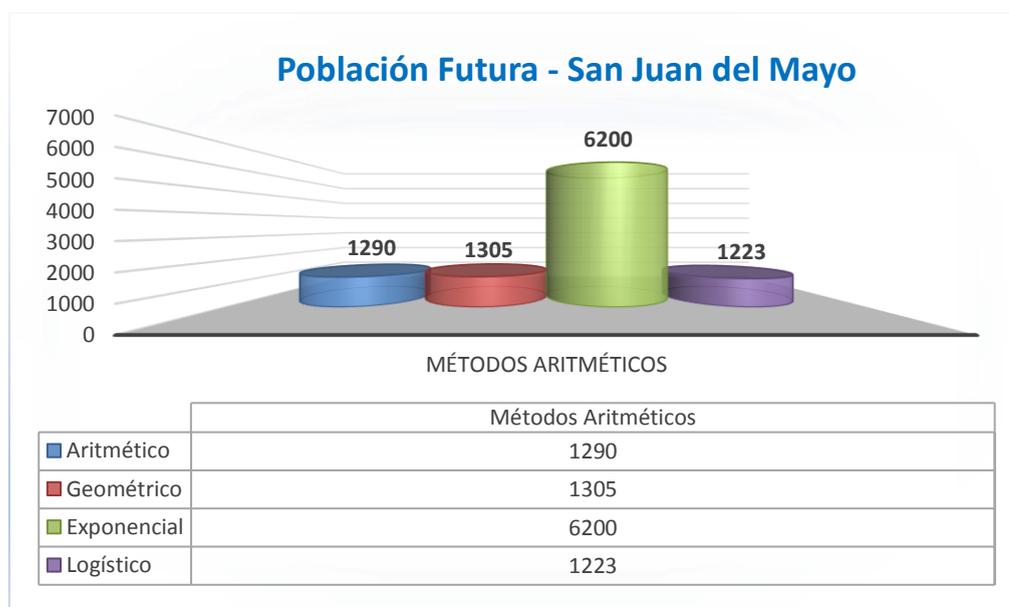
La línea de conducción tendrá capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario, Qmd. De 0.70 l/seg.

VI. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de tesis se ha evaluado los métodos analíticos para calcular la población futura beneficiaria en los caseríos de San Juan del Mayo, Tiwinza y San Antonio y compararlas con la población futura beneficiaria del expediente, primero se determinó una población actual mediante empadronamiento para los tres caseríos.

En el caserío de San Juan del Mayo se obtuvo un total de 1108 habitantes, con lo cual se trabajó los cuatro métodos, obteniendo como resultado el siguiente gráfico, que según las características de la zona la aproximación más real se presenta entre el método aritmético y geométrico.

Gráfica 16. Comparación de métodos analíticos – San Juan de Mayo - población futura



FUENTE: elaboración propia.

En la gráfica se observa que el método exponencial es el que tiene datos más irreales alcanzando una población futura de 6200 habitantes, siendo opuesto a lo que afirma (Ospina, 1981), que el método exponencial es el que mejor se adjunta a los cambios reales de la población.

El método logístico nos arroja datos ya de saturación, es decir un límite que oscila entre los 1223 habitantes, con esto se limita la expansión territorial.

Según (Narváez, 2014) afirma que el crecimiento aritmético supone un crecimiento lineal el cual crece a una magnitud constante, por lo que su utilización es aconsejable solamente en periodos cortos: 6 meses a 1 0 2 años.

En el proyecto estudiado las estructuras se proyectan a 20 años de vida útil, afirmando la teoría de Narváez, que no es recomendable su utilización, en la gráfica N° 16 se observa un ritmo de crecimiento lento de la población, sin embargo ,el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento recomienda como modo simplificado el método aritmético para zonas rurales, siendo así que en la elaboración del proyecto de Inversión Pública “Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable en las Localidades de San Juan de Mayo, Tiwinza y San Antonio, Distrito de Pardo Miguel-Rioja-San Martín”.

A comparación del método geométrico, el cual genera como mínimo la inclusión de una familia al año, en función de la tasa de crecimiento. Siendo lo más adecuado seleccionar el método promedio asegurando el funcionamiento óptimo del sistema.

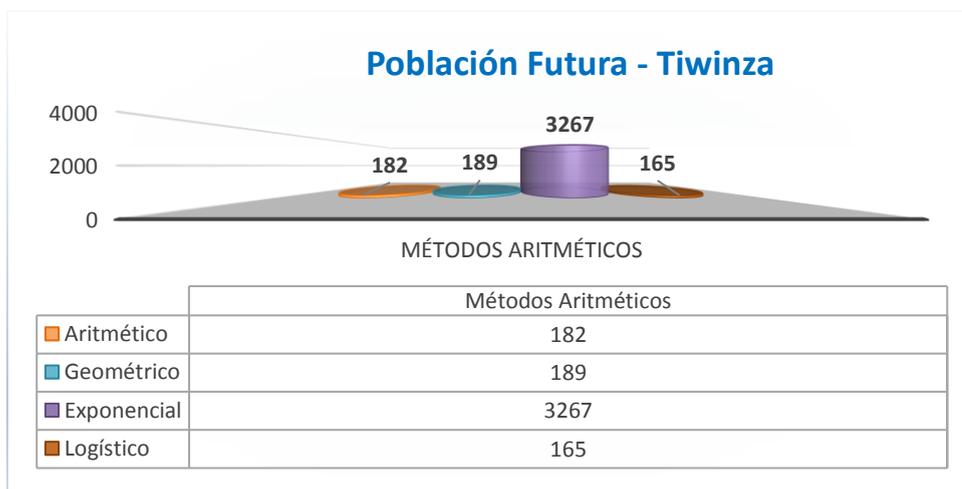
En el caso del método exponencial el crecimiento poblacional real es más rápido que la población estimada, la población real la alcanza a la estimada antes del periodo óptimo de diseño, lo que ocasiona que el periodo de diseño disminuya.

Si el crecimiento poblacional real es más lento que la población estimada como es el caso del método aritmético y logístico, la población real alcanza a la estimada después del periodo óptimo de diseño. Lo que ocasiona que el periodo de diseño aumente.

En ambos casos esta situación no es conveniente, debido a que los recursos económicos no han sido optimizados, lo mismo sucede con la gráfica N°17 y gráfica N°18.

En el caso de Tiwinza se recomienda trabajar con el método promedio, que sería el método geométrico, con lo que se tendría la inclusión de una familia anual.

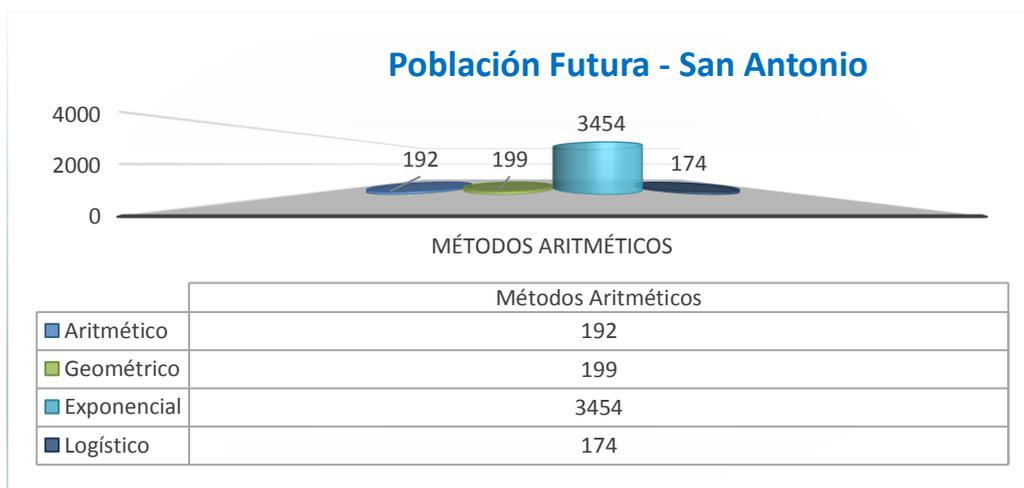
Gráfica 17. Comparación de métodos analíticos – Tiwinza - población futura



FUENTE: elaboración propia.

En el caso de San Antonio se recomienda trabajar con el método promedio, que sería el método geométrico, con lo que se tendría la inclusión de una familia anual.

Gráfica 18. Comparación de métodos analíticos – San Antonio - población futura



FUENTE: elaboración propia.

Finalmente en los tres caseríos estudiados se trabajaron con el método geométrico, debido a las posibilidades de aumentar su tasa de crecimiento, independientemente el método aritmético se trabajaría siempre y cuando la zona en estudio presente tasas negativas en los últimos años y así progresivamente.

VII. CONCLUSIONES

- El método analítico óptimo para el desempeño en el Proyecto de Inversión Pública de Agua Potable en el Ámbito Rural caso: San Juan del Mayo, Tiwinza y San Antonio- Pardo Miguel – Rioja – San Martín 2017 es el método geométrico.
- El criterio técnico para calcular la tasa de crecimiento y la población futura respectivamente, fueron los registros de estudiantes de los 03 niveles de la I.E. N° 00022 San Juan del Mayo, la densidad poblacional del caserío de San Juan del Mayo por su mayor población, teniendo una visión prospectiva del crecimiento poblacional.
- Al estimar la población futura mediante los cuatro métodos analíticos poblacionales: Aritmético, geométrico, exponencial y logístico. El método que mejor se adecuó al crecimiento de las poblaciones es el método geométrico.
- El diseño de las unidades que conforman el proyecto: Captación, reservorio, caja de válvulas de control, línea de conducción de las zonas rurales en estudio con el cálculo difieren del diseño convencional.
- El presupuesto del expediente técnico varía debido a que el dimensionamiento de las estructuras es menor a lo que detalla el expediente técnico.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para la selección de la tasa de crecimiento se debe considerar el tamaño de la población, de acuerdo a estas características el valor cambia, siendo en caseríos pequeños mucho mayor que en un pueblo más desarrollado.
- Para calcular la población beneficiaria actual se debe actualizar el ordenamiento territorial de la zona en estudio, para así considerar todas viviendas actuales y proyectar la saturación de la población.
- Si la población aun siendo pequeña tiene los medios para desarrollarse y crecer se debe considerar el método geométrico para tener una aproximación más exacta de la población futura beneficiaria.
- El método aritmético se debe utilizar siempre y cuando el lugar en estudio disminuya progresivamente, con una tasa de crecimiento menor a 0.
- Se recomienda a los miembros de las JASS y autoridades Municipales del Distrito de Pardo Miguel, Provincia de Rioja, a gestionar una buena operación y proyección de los beneficiarios en los proyectos de agua potable, debido a que éste es el principal factor de sostenibilidad de los proyectos, para que estos sistemas cumplan con su periodo de diseño.
- Se recomienda las JASS que busquen el cumplimiento de las obligaciones y exigencias de sus derechos, hacia el beneficio del servicio de agua potable, a fin de salvaguardar la salud de todos los pobladores.
- Se recomienda utilizar el método geométrico en proyectos de ámbito rural, siempre y cuando la tasa de crecimiento sea positiva, y así se mantenga con el paso de los años, lo que garantizara un crecimiento constante y mejor desempeño, asegurando así el beneficio a todos los usuarios durante el periodo de vida útil del sistema de agua potable.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero, R. (1997). *Agua Potable Para Poblaciones Rurales- Sistemas de Abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. Editorial SER
- Arocha, S. (1997). *Abastecimientos de Agua- Teoría & Diseño*. Editorial Vega s.r.l.
- Concha, Guillén. (2014). *Mejoramiento del sistema de Abastecimiento de Agua Potable (caso: urbanización valle esmeralda, Distrito Pueblo Nuevo, Provincia y Departamento de Ica (Tesis)*. Universidad de San Martín de Porres. Lima. Perú.
- Narváes. R (2014). *Sistema de Abastecimiento de Agua*. Perú.
- Ospina, D. (1981). *Modelos Matemáticos Elementales En proyecciones de Población*. Colombia: Editorial Universidad Nacional
- Valdez, E. (1994). *Abastecimientos de Agua Potable*. Editorial D.R.
- Vierendel. (2009). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado*. Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (19 de julio del 2016). Resolución Ministerial N° 173 – 2016 –Vivienda.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica Peruana OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano (2006).

ANEXOS



REGISTRO DE VIVIENDAS DEL CENTRO POBLADO SAN JUAN DEL MAYO

A. INFORMACIÓN BÁSICA DEL CASERIO

Encuestador: Bach. Ing. Erik Bazan Trujillo

Fecha de Entrevista: ____/____/____ Hora _____

Departamento: San Martín **Provincia:** Rioja **Distrito:** Pardo Miguel **Caserío:** San Juan del Mayo

Número de vivienda: _____

Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre () Madre () otro _____

Nombre del entrevistado: _____

B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA

1.- Uso: Sólo vivienda () Vivienda y otra actividad productiva asociada ()

2.- Tiempo que viven en la casa..... año(s) meses

3.- Posee energía eléctrica si () No ()

4.- Pozo séptico/Letrina/Otro si () No ()

5.- Apreciaciones del Entrevistador

a. La vivienda pertenece al nivel económico: Alto() Medio() Bajo ()

C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA

5.- ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? _____

6.- ¿Cuántas familias viven en la vivienda? _____

7.- ¿Qué semillas cultiva la familia? _____

Figura 7. Formato para en empadronamiento

FUENTE: elaboración propia

Tabla 36. Resumen de lista de los beneficiarios en el caserío de San Juan del Mayo

CUADRO DE BENEFICIARIOS Y SERVICIOS SAN JUAN DEL MAYO		
LOTE	BENEFICIARIO	SERV. AGUA POT.
01	ROMAN ALVARES	SI TIENE
02	EDIBERTO JULCA	SI TIENE
03	MARI GIMENES CALDERON	NO TIENE
04	RAMIRO BURGA	SI TIENE
05	ALEX	SI TIENE
06	MARCIAL RAMOS	SI TIENE
07	ANGELICA HUAMAN	SI TIENE
08	COLEGIO	SI TIENE
09	CRISOLOGO GUERRERO PEREZ	SI TIENE
10	AMADO PEREZ	NO TIENE
11	FIDEL RAMIREZ	SI TIENE
12	MARI GIMENES CALDERON	NO TIENE
13	VICENTE HUAJOS	NO TIENE
14	DANIEL ALARCON	SI TIENE
15	WILDER GALVES	SI TIENE
16	ALINDOR SANTA CRUZ	SI TIENE
17	ULICERES ALORCAS	SI TIENE
18	GRISEIRO GORCON	SI TIENE
19	EVER RIVERA	NO TIENE
20	LEODORA CUELLO	SI TIENE
21	NOE TERRONES	SI TIENE
22	ITALO TERRONES	SI TIENE
23	CATALINO GONZALES	SI TIENE
24	GREGORIO LLANOS	SI TIENE
25	JESUS GONZALEZ	SI TIENE
26	LUZ MARIA ROBLEZ	SI TIENE
27	JUAN FERNANDEZ	SI TIENE
28	ALCIDES RIVERA	SI TIENE
29	VICTOR TAPIA	NO TIENE
30	JUAN CARRASCO	SI TIENE
31	DINA ROBLEDO	SI TIENE
32	SANTIAGO CRUZ	NO TIENE
33	MEÑANIA CHAMAYA	NO TIENE
34	MANUEL ALARCON TORRES	SI TIENE
35	SANTOS HERNANDEZ	SI TIENE
36	BENEFICIARIO NO HABIDO	SI TIENE
37	RENE HERNANDEZ	NO TIENE
38	MIRIAN HERNANDEZ	NO TIENE
39	IGINO CHAVEZ GONZALES	SI TIENE
40	ROLANDO CORDOVA	SI TIENE
41	SEGUNDO ROBLEDO	SI TIENE
42	JAIME CONTRERAS	SI TIENE
43	MANUEL RIVERA	SI TIENE
44	INES PAIS	NO TIENE
45	SACARIAS PAISI	SI TIENE
46	CALIN CRUZ	SI TIENE
47	SAUL ALARCON	SI TIENE
48	IGLESIA ADVENTISTA	SI TIENE
49	CESAR IRIGOIN	SI TIENE
50	APARICIO JAIMES	SI TIENE

CUADRO DE BENEFICIARIOS Y SERVICIOS SAN JUAN DEL MAYO		
LOTE	BENEFICIARIO	SERV. AGUA POT.
51	VIDAL JAIMES	SI TIENE
52	JUAN RAMOS	SI TIENE
53	ALIBERTHO ALARCON	SI TIENE
54	ALCIDES ALARCON	SI TIENE
55	DANIEL SEGURA	SI TIENE
56	JULIAN VASQUEZ	SI TIENE
57	AGUSTIN VASQUEZ	SI TIENE
58	MARIO ALVARADO	SI TIENE
59	CRISTIAN JULCA	SI TIENE
60	SEGUNDO MENDOZA	SI TIENE
61	ENEMESIO DELGADO	SI TIENE
62	ENEMESIO DELGADO	SI TIENE
63	SEGUNDO MENDOZA	SI TIENE
64	FELIX ALARCON	NO TIENE
65	OSBALDO GARCIA NUÑES	SI TIENE
66	MODESTO RIVERA	SI TIENE
67	ALEJANDRINO CONCHA	SI TIENE
68	LULA SANTA CRUZ	NO TIENE
69	TITO SANTA CRUZ	SI TIENE
70	WILDER MENDOZA	SI TIENE
71	ESTEBAN	SI TIENE
72	MONDEL	SI TIENE
73	LEONCIA CALLE	SI TIENE
74	PAOLO ALORCO	SI TIENE
75	SIXTO ALARCON	SI TIENE
76	FRANCO SAMORA	NO TIENE
77	EDILBERTO JULCA	SI TIENE
78	RAMON ALVARES	SI TIENE
79	LECACIO COLLO	SI TIENE
80	ENRIQUE COLLO	SI TIENE
81	MANUEL CORDOVA	SI TIENE
82	VALERIO ALORCON	SI TIENE
83	VALERIO ALORCON	SI TIENE
84	CALIN CRUZ	SI TIENE
85	GRISERIO BUSTAMANTE	SI TIENE
86	VICTORIANO CARBOY AGURTO	SI TIENE
87	VICTORIANO CARBOY AGURTO	SI TIENE
88	DILMER ALARCON	SI TIENE
89	SANTOS SANCHEZ	SI TIENE
90	ASUNCION LOPEZ	SI TIENE
91	MILCIADES PAICI	SI TIENE
92	BENITO SANCHEZ	SI TIENE
93	PEDRO SANCHEZ	SI TIENE
94	GERMAN ORDONES	SI TIENE
95	S/N	SI TIENE
96	LOTE	SI TIENE
97	EUSTAQUIO HUAMANO	SI TIENE
98	DESIDERIO GONZALES	SI TIENE
99	JOSE VIBANO SAMORA	SI TIENE
100	JULIO HUAMORO	SI TIENE

CUADRO DE BENEFICIARIOS Y SERVICIOS SAN JUAN DEL MAYO		
LOTE	BENEFICIARIO	SERV. AGUA POT.
101	POSTA MEDICA	SI TIENE
102	JUAN LOPEZ	SI TIENE
103	CINTHIA	SI TIENE
104	JACOBO FERNANDEZ	SI TIENE
105	IGLESIA CATOLICA	SI TIENE
106	FLORENTINO HUANCAS	SI TIENE
107	EDILBERTO CUBAS	SI TIENE
108	MARIO HUAJAS	SI TIENE
109	ELSE O'CORONEL	SI TIENE
110	FIDENCIA ORDONES	SI TIENE
111	ROSA DELGADO	SI TIENE
112	SACARIAS MUJAS	SI TIENE
113	SACARIAS MUJAS	SI TIENE
114	RAUL PAICI	SI TIENE
115	MARTHA ORDONES	SI TIENE
116	CASA COMUNAL	NO TIENE
117	SEGUNDO CHAVEZ	SI TIENE
118	SEGUNDO CHAVEZ	SI TIENE
119	EUGENIO RUIZ	SI TIENE
120	ISAC HERRERA	SI TIENE
121	FIDENCIO ORDONES	SI TIENE
122	NASARIO AREVALO	SI TIENE
123	SANTIAGO AREVALO	SI TIENE
124	LUCAS HUATANGORI	SI TIENE
125	FRNITO ORDONES	SI TIENE
126	GRISERIO CHAVEZ	SI TIENE
127	GILMER TUESTA	SI TIENE
128	GILMER TUESTA	SI TIENE
129	ERNESTO HERRERA	SI TIENE
130	RUBEN FLORES	SI TIENE
131	RUBEN FLORES	SI TIENE
132	RAUL PAICI	SI TIENE
133	SEGUNDO PONFILO REPRES	SI TIENE
134	EDUIN CALDERON	SI TIENE
135	LUIS ORDONES	SI TIENE
136	JUAN GUEVARA	SI TIENE
137	ALSARIO MAS	SI TIENE
138	ESGAR PERES	SI TIENE
139	ALAMIRO VILLEGAS	SI TIENE
140	VICTOR CHINCHAY	SI TIENE
141	JOSE	NO TIENE
142	S/N	NO TIENE
143	EGA TERRONES	SI TIENE
144	ORFELIO GUEVARA	SI TIENE
145	VASO DE LECHE	SI TIENE
146	WILSON TUIZ	SI TIENE
147	WILMME RIVERA	SI TIENE
148	MIGUEL LLANOS POR TILLA	SI TIENE
149	PAULA HUANCA CUBAS	SI TIENE
150	AGUSTIN O RODRIGUEZ	SI TIENE

FUENTE: elaboración propia

Tabla 37. Resumen de lista de los beneficiarios en el caserío de San Juan del Mayo

CUADRO DE BENEFICIARIOS Y SERVICIOS SAN JUAN DEL MAYO		
LOTE	BENEFICIARIO	SERV. AGUA POT.
151	IGLESIA NAZARENA	SI TIENE
152	VILLAMARIA CARDENAS	SI TIENE
153	ALVARADO DELGADO	SI TIENE
154	SANTOS CHAVEZ	SI TIENE
155	GILMER AREVALO	SI TIENE
156	CESAR LLATAS	SI TIENE
157	ROGER ROJAL	SI TIENE
158	TEODORO FERNANDEZ	SI TIENE
159	SEGUNDO ALVERCA	SI TIENE
160	WILDER SEGURA	SI TIENE
161	SANTOS YOCOSO HUANGA	SI TIENE
162	FRANCISCO MORETO	SI TIENE
163	SANTIAIGO CABRERA	SI TIENE
164	WILMWE PEREZ	SI TIENE
165	IGLESIA	SI TIENE
166	MERALINO ORDOÑES	SI TIENE
167	JESUS DIAS	SI TIENE
168	JESUS PEREZ	SI TIENE
169	ALEJANDRO ORDOÑES	SI TIENE
170	FABIAN FRIAS	SI TIENE
171	SIPRIANO AGUILAR	SI TIENE
172	BENITO ORDOÑES	SI TIENE
173	OSCAR JIMENES	SI TIENE
174	ELEVIDROGO PEDRAZA	SI TIENE
175	ANGELICA MUNDACA	SI TIENE
176	MARTIN AREVALO	SI TIENE
177	NILSON DELGADO	SI TIENE
178	SANTIAGO GOICOICHEA	SI TIENE
179	ANTONIO CLAVO	SI TIENE
180	JOSE AREVALO	SI TIENE
181	VALERIO RUFASTO	SI TIENE
182	CINECIO COVALQUI	SI TIENE
183	JULIO GUAMURO	SI TIENE
184	AUDON CALDERON	SI TIENE
185	EUFEMIA PEREZ	SI TIENE
186	CASIMIRO GUAMURO	SI TIENE
187	MARCIAL GUEVARA	SI TIENE
188	WALTER TRUJILLO	NO TIENE
189	GILMER FERNANDEZ	NO TIENE
190	BERTHA LAVADO CARRASCO	NO TIENE
191	IGLESIA MOV. MISIONERO	SI TIENE
192	JUAN LOPEZ	SI TIENE
193	IDELSO	SI TIENE
194	SEGUNDO ONSALEZ	SI TIENE
195	MIGUEL GONSALEZ	SI TIENE

CUADRO DE BENEFICIARIOS Y SERVICIOS SAN JUAN DEL MAYO		
LOTE	BENEFICIARIO	SERV. AGUA POT.
207	FLORENTINO GUERRERO	SI TIENE
208	WILMER VILLALOBOS	NO TIENE
209	IGLESIA	SI TIENE
210	FRENES ZAVALETA	SI TIENE
211	HECTOR MORENO	SI TIENE
212	EDUIN LEON	SI TIENE
213	RUPERTO AYAMBO	SI TIENE
214	FAUSTO ESTELA PERES	SI TIENE
215	ANTONIO GALLARADO	SI TIENE
216	JOSE PEDRAZA	SI TIENE
217	ELSA HERRERA	SI TIENE
218	ALFONZO HERRERA	SI TIENE
219	EINER LA CERNA	SI TIENE
220	ARQUIMDES ARAUJO	SI TIENE
221	MARIANO AGUILAR	SI TIENE
222	ASUNCION PEREZ	SI TIENE
223	MAMBERTHO AGUIRRE	SI TIENE
224	EUFEMO VARGAS	SI TIENE
225	ROSA HURTADO	SI TIENE
226	FELINO MULATILLO	SI TIENE
227	DOMICIANO CUBAS	SI TIENE
228	OSBALDO CAUCHA	SI TIENE
229	ELMER HERRERA	SI TIENE
230	ELISEO GUEVARA	SI TIENE
231	FELIPE FLORES	NO TIENE
232	ABAD DELGADO	SI TIENE
233	TUBIOS ARTEAGA	SI TIENE
234	LEONCIO ARTEAGA	SI TIENE
235	YOLANDA MUNDACA	SI TIENE
236	(NO HAY NOMBRE)	SI TIENE
237	JULISA FLORES	SI TIENE
238	LEOTERIO VASQUEZ	SI TIENE
239	JULIA SAMORA	SI TIENE
240	MANUEL DIAS	SI TIENE
241	JOMEDAS TORDER	SI TIENE
242	(NO HAY NOMBRE)	SI TIENE
243	ROBERTHO SUIJSEDO	SI TIENE
244	MARINO MUNDUCA	SI TIENE
245	ELMER MAS	SI TIENE
246	EPISONIO COLLE SOBERON	SI TIENE
247	CARLOMAN BUSTAMANTE	SI TIENE
248	GERMAN CASTILLO	SI TIENE

CUADRO DE BENEFICIARIOS Y SERVICIOS SAN JUAN DEL MAYO		
LOTE	BENEFICIARIO	SERV. AGUA POT.
253	(NO HAY NOMBRE)	NO TIENE
254	JESUS SAMORA	SI TIENE
255	RICARDO CASTILLO	SI TIENE
256	MARIO INGO	SI TIENE
257	MARINO OLORCO	SI TIENE
258	VICTOR VICENTE	NO TIENE
259	ELIDA VICENTE	NO TIENE
260	(NO HAY NOMBRE)	SI TIENE
261	WILIAN PEREZ RODRIGUEZ	SI TIENE
262	COLEGIO PROY.	NO TIENE
263	SAMUEL HUAMAN ESPINOZA	NO TIENE
264	EDIS SANCHEZ RIMARACHIN	NO TIENE
265	JESUS NATIVIDAD ZAMORA	SI TIENE
266	FILOLOGO GERRERO PEREZ	SI TIENE
267	RAMIRO BURGA	SI TIENE
268	OSCAR FERNANDEZ JIMENES	NO TIENE
269	ENERIDA MUNDACA CABRERA	NO TIENE
270	MARILI ZURITA HUAMAN	NO TIENE
271	CEVERO FERNANDEZ MEDINA	NO TIENE
272	MERIBEL DELGADO FERNANDEZ	NO TIENE
273	SN	NO TIENE
274	ALFONZO HERRERA	SI TIENE
275	WILDER CABRERA VERGAS	SI TIENE
276	DEISY DELGADO ZAMORA	NO TIENE
277	ELEVTERIO VASQUEZ TARRILLO	NO TIENE
200	GRABIEL GONSALEZ	SI TIENE
201	SANTOS DIAZ	NO TIENE
202	EUSEBIO VALLEJOS	SI TIENE
203	HUMBERTO VALLEJOS	SI TIENE
204	JULIO ZAVALETA	SI TIENE
205	JUAN JIMENES	NO TIENE
206	DARIO JIMENES	SI TIENE
196	NOLVERTHO LEON	SI TIENE
197	MIGUEL FERNANDEZ	SI TIENE
198	JULIA FLORES	SI TIENE
199	FIDEL RAMOS	SI TIENE
249	MAURICIO DELGADO	SI TIENE
250	ELMER	SI TIENE
251	BEATRIZ CAMPOS VERDO	SI TIENE
252	MELANO MENDOZA	SI TIENE

FUENTE: elaboración propia

Tabla 38. Resumen de lista de los beneficiarios en el caserío de Tiwinza y San Antonio

CUADRO DE BENEFICIARIOS Y SERVICIOS-TIWINZA		
LOTE	BENEFICIARIO	SERV. AGUA POT.
01	COLEGIO	NO TIENE
02	CONSUELO HERNANDEZ	NO TIENE
03	SANTOS VILLANUEVA	NO TIENE
04	CELESTINA	NO TIENE
05	PACO RAMIREZ	NO TIENE
06	OSMAR RAMIREZ	NO TIENE
07	LIDIA HERNANDEZ	NO TIENE
08	DEMETRIO HERNANDEZ	NO TIENE
09	CONSUELO HERNANDEZ	NO TIENE
10	PASCUALA VASQUEZ	NO TIENE
11	MARCIAL HERNANDEZ	NO TIENE
12	MARCIAL HERNANDEZ	NO TIENE
13	ALISON GUERRERO	NO TIENE
14	WILFREDO COLLANTES	NO TIENE
15	OLGA TERRONES	NO TIENE
16	ESPERANZA	NO TIENE
17	VIDAL VASQUEZ	NO TIENE
18	UBERLIN	NO TIENE
19	CASA COMUNAL	NO TIENE
20	SANTOS ORDOÑES	NO TIENE
21	MEYGER PEREZ	NO TIENE
22	RUPAY	NO TIENE
23	VIRGILIO MARTIN	NO TIENE
24	MESMITAÑO VILLANUEVA	NO TIENE
25	IGLESIA	NO TIENE
26	CLOROMIRO VASQUEZ	NO TIENE
27	GARSA VASQUEZ	NO TIENE
28	LINA	NO TIENE
29	SAMUEL HJAMAN	NO TIENE
30	MANUEL GONZALES	NO TIENE
31	IGLESIA ADVENTISTA	NO TIENE
32	SANTOS ORDOÑES	NO TIENE
33	OSCAR	NO TIENE
34	ROLI	NO TIENE
35	YONY	NO TIENE

FUENTE: elaboración propia

CUADRO DE BENEFICIARIOS Y SERVICIOS-SAN ANTONIO		
LOTE	BENEFICIARIO	SERV. AGUA POT.
01	HILDA TORRES	NO TIENE
02	S/N	NO TIENE
03	LUIS HERNANDEZ	NO TIENE
04	S/N	NO TIENE
05	S/N	NO TIENE
06	ESGAR ROJAS	NO TIENE
07	ELMER GONSALEZ	NO TIENE
08	GILMER PEREZ	NO TIENE
09	SERGIO TARRILLO	NO TIENE
10	S/N	NO TIENE
11	JOSE QUISPE	NO TIENE
12	S/N	NO TIENE
13	JOSE QUISPE	NO TIENE
14	S/N	NO TIENE
15	JOSE QUISPE	NO TIENE
16	S/N	NO TIENE
17	JOSE QUISPE	NO TIENE
18	S/N	NO TIENE
19	SEGUNDO ROMERO	NO TIENE
20	S/N	NO TIENE

CUADRO DE BENEFICIARIOS Y SERVICIOS-SAN LUIZ		
LOTE	BENEFICIARIO	SERV. AGUA POT.
01	BERMOLI COTRINA	NO TIENE
02	SERGIO COTRINA	NO TIENE
03	ADELMO	NO TIENE
04	WILFREDO PEÑA	NO TIENE
05	IGLESIA	NO TIENE
06	LEONORCOTRINA	NO TIENE
07	SABINA FERNANDEZ	NO TIENE
08	CLUB DEMADRES	NO TIENE
09	NOE CERCADO	NO TIENE
10	CASA COMUNAL	NO TIENE
11	JAIME LOPEZ	NO TIENE
12	DOMINGUEZ ESPARRAGA	NO TIENE
13	WILFREDO APOYCO	NO TIENE
14	COLEGIO	NO TIENE
15	MANUELA RAMIREZ VELASCO	NO TIENE
16	LOTE S/N	NO TIENE
17	LOTE S/N	NO TIENE



Fotografía 1. Verificación de viviendas con el plano clave del Expediente Técnico, del Caserío de San Juan del Mayo.



Fotografía 2. Empadronamiento en el caserío de San Juan del Mayo.



Fotografía 3. Institución Educativa N° 00022 del Caserío de San Juan del Mayo.



Fotografía 4. Recolección de datos en la Institución Educativa N° 00022 en el caserío San Juan del Mayo, registro de estudiantes desde el 2011 al 2017.



Fotografía 5. Recolección de datos en el centro de salud, caserío San Juan del Mayo, sobre las enfermedades producto de consumir agua no tratada.



Fotografía 6. Viviendas en el caserío de San Juan del Mayo que no fueron consideradas en el Proyecto de Agua Potable.



Fotografía 7. Llegando al caserío de Tiwinza, para realizar el empadronamiento.



Fotografía 8. Empadronamiento en el caserío de Tiwinza, con una densidad máxima de cuatro personas por vivienda.



Fotografía 9. Empadronamiento en el caserío de Tiwinza, con una densidad máxima de cuatro personas por vivienda.



Fotografía 10. Vista del caserío de San Antonio.



Fotografía 11. Viviendas del caserío de San Antonio.



Fotografía 12. Empadronamiento en el caserío de San Antonio.