

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Sistema de agua potable, saneamiento básico y su influencia en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha - distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019.

Presentada por:

Bach. Stefania Sheylba ENCISO VALVERDE

ASESOR:

Ing. Óscar PINEDO MENDOZA

Línea de investigación:

Hidráulica

Abancay – Apurímac – Perú

2019

Tesis

‘Sistema de agua potable, saneamiento básico y su influencia en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha - distrito de Curahuasi-Abancay-Apurímac, 2019’

Línea de investigación:

Hidráulica

Asesor:

Ing. Óscar PINEDO MENDOZA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PÁGINA DE JURADO

.....

Ing. Fredy Quispe Ferrel
PRESIDENTE DE JURADO

.....

Ing. Angel Maldonado Mendivil
PRIMER DICTAMINANTE

.....

Ing. Holguer Cayo Baca
SEGUNDO DICTAMINANTE

DEDICATORIA

A mi madre Margarita por haberme apoyado siempre en los momentos buenos y malos, que para mí fue un apoyo incondicional en todo este tiempo. Sobre todo, para mí fue un ejemplo a seguir.

Stefania Sheylba

AGRADECIMIENTOS:

A Dios, padre todo poderoso, por concederme la bendición y guiado a lo largo de mi carrera y de alcanzar un nuevo grado académico.

A la Universidad Tecnológica de los Andes, en especial, a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por ser el centro de estudios donde me formé y por la labor que cumple en el éxito de nuestra formación profesional.

A todos mis amigos y familiares: Padre Tomas, Waldir, maestro Num, tío Cleto, tía Elena, tía Tula, señora María, señora Anita y entre otros quienes siempre confiaron en mí, apoyándome en las buenos y malos momentos todo este tiempo.

Asimismo, a mi asesor de tesis el Ing. Óscar PINEDO MENDOZA por su amabilidad y comprensión para dedicar sus enseñanzas en la iniciación, desarrollo y conclusión de la presente tesis.

Stefania Sheylba

Índice general

Portada	i
Título	ii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos.....	v
Índice general.....	vi
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras	xi
Índice de ecuaciones	xiii
Resumen.....	xvi
Abstract.....	xvii
Introducción	xviii
Capítulo I: Planteamiento del problema.....	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Justificación de la investigación	3
1.4 Objetivos de la investigación.....	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Limitacion de la investigacion.....	5
Capítulo II: Marco teórico.....	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.1.1 A nivel internacional.....	6
2.1.2 A nivel nacional.....	11
2.1.3 A nivel local	16
2.2 Bases teóricas.....	17
2.2.1 Sostenibilidad o autosustentabilidad.....	17
2.2.2 Autofinanciamiento operativo y autosustentabilidad	18
2.2.3 Sostenibilidad del sistema de agua potable	18
2.2.4 Desarrollo sostenible.....	19
2.2.5 Niveles de sostenibilidad	19
2.2.6 Factores o dimensiones de sostenibilidad	20

2.2.7 La autogestión en el servicio de agua potable rural.....	21
2.2.8 La planificación estratégica.....	22
2.2.9 Unidad básica de saneamiento – UBS - TSM.....	22
2.2.10 La metodología SIRAS	25
2.2.11 Criterios de evaluación de los sistemas	26
2.3 Marco conceptual.....	27
2.4 Bases legales.....	30
Capítulo III: Metodología de investigación	31
3.1 Hipótesis.....	31
3.1.1 Hipótesis general	31
3.1.2 Hipótesis específicas.....	31
3.2 Método.....	32
3.3 Tipo de investigación	32
3.4 Nivel de investigación.....	32
3.5 Diseño de la investigación.....	33
3.6 Operacionalización de variables e indicadores.....	33
3.6.1 Variable independiente	33
3.6.2 Variable dependiente	33
3.7 Población y muestra	34
3.7.1 Población.....	34
3.7.2 Muestra	35
3.7.3 Unidad de análisis.....	35
3.8 Técnicas e instrumentos	36
3.8.1 Técnicas	36
3.8.2 Instrumentos.....	37
3.8.3 Validación de instrumentos.....	37
3.9 Procesamiento de la información.....	38
3.10 Procesamiento y análisis de datos	40
3.10.1 Ubicación del área de estudio.....	40
3.10.2 Cálculo del nivel de sostenibilidad.....	42
3.10.3 Cálculo de aforo de las captaciones mediante el método volumétrico	58
3.10.4 Cálculo población de diseño y demanda de agua - Concacha.....	71
3.10.5 Cálculo de la cámara de captación.....	78
3.10.6 Cálculo hidráulico de la línea de conducción.....	91

3.10.7 Cálculo hidráulico del reservorio.....	97
3.10.8 Cálculo hidráulico de la línea de distribución	99
3.10.9 Cálculo del sistema de cloración	113
3.10.10 Test de percolación	116
3.10.11 Evaluación de diseño del pozo de percolación.....	129
3.10.12 Diseño de la caja de registros de lodos	132
3.10.13 Diseño del biodigestor V=1300 Lts.....	135
3.10.14 Identificación de los impactos ambientales.....	137
Capítulo IV: Resultado y discusión	140
4.1 Resultados.....	140
4.1.1 Estado del sistema del SGST “Canterian”- “Chuyurnilloc”	140
4.1.2 Gestión del sistema del SGST “Canterian” – “Chuyurnilloc”	154
4.1.3 Operación y mantenimiento del SGST “Canterian”- “Chuyurnilloc”	156
4.2 Análisis de los resultados	156
4.2.1 A nivel de la variable independiente.....	156
4.2.2 A nivel de la variable dependiente	158
4.3 Prueba de hipótesis.....	158
4.4 Discusión	163
Conclusiones	164
Recomendaciones	165
Referencias bibliográficas.....	166
Anexos	170

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Calificación de la sostenibilidad de los sistemas de agua</i>	27
Tabla 2: <i>Cuadro de variables</i>	34
Tabla 3: <i>Técnicas e instrumentos</i>	36
Tabla 4: <i>Ubicación de Concacha</i>	41
Tabla 5: <i>Coordenadas UTM de Concacha</i>	41
Tabla 6: <i>Censos de la población de Concacha</i>	41
Tabla 7: <i>Vías de acceso de Concacha</i>	41
Tabla 8: <i>Ingresos y egresos socioeconómicos por año con proyecto</i>	42
Tabla 9: <i>Registro de caudal de la captación Canterian</i>	60
Tabla 10: <i>Aforo de caudal Q1- Canterian</i>	62
Tabla 11: <i>Aforo de caudal Q2- Canterian</i>	63
Tabla 12: <i>Aforo de caudal Q3- Canterian</i>	64
Tabla 13: <i>Aforo de caudal Q4- Canterian</i>	65
Tabla 14: <i>Registro de caudal de la captacion Chuyurnilloc</i>	66
Tabla 15: <i>Aforo de caudal Q1 - Chuyurnilloc</i>	68
Tabla 16: <i>Aforo de caudal Q2 - Chuyurnilloc</i>	69
Tabla 17: <i>Aforo de caudal Q3 - Chuyurnilloc</i>	69
Tabla 18: <i>Aforo de caudal Q4 - Chuyurnilloc</i>	72
Tabla 19: <i>Población total</i>	72
Tabla 20: <i>Tabla de crecimiento</i>	72
Tabla 21: <i>Proyección de la población - captación Canterian.</i>	73
Tabla 22: <i>Proyección de la población – captación Chuyurnilloc</i>	74
Tabla 23: <i>Proyección de la población de alumnos</i>	75
Tabla 24: <i>Dotación de agua según forma opción tecnológica y región</i>	76
Tabla 25: <i>Coeficiente de variación</i>	76
Tabla 26: <i>Coordenadas UTM de captaciones – cámara de captación</i>	78
Tabla 27: <i>Coordenadas UTM de captaciones – línea de conducción</i>	91
Tabla 28: <i>Datos de tubería - línea de conducción</i>	92
Tabla 29: <i>Identificación de tramos en la línea de conducción – Cap. Canterian</i>	94
Tabla 30: <i>Identificación de tramos en la línea de conducción – Cap.Chuyurnilloc</i>	95
Tabla 31: <i>Cálculos hidráulicos de línea de conducción – Cap. Canterian</i>	96
Tabla 32: <i>Cálculos hidráulicos de línea de conducción – Cap.Chuyurnilloc</i>	96

Tabla 33: Georeferenciación del reservorio – Cap. Canterian	97
Tabla 34: Georeferenciación del reservorio – Cap. Chuyurnilloc	98
Tabla 35: Georeferenciación de reservorios	99
Tabla 36: Datos de tubería - LD – Cap.Canterian.....	100
Tabla 37: Gasto unitario por tramos – Cap. Canterian	101
Tabla 38: Análisis hidráulico del SGST “Canterian” con tubería PVC ($Q_{mh}=0.66$) ($T=20$ años)	106
Tabla 39: Datos de tubería – LD – Cap. Chuyurnilloc	107
Tabla 40: Gasto unitario por tramos – Cap.Chuyurnilloc	107
Tabla 41: Análisis hidráulico del SGST “Chuyurnilloc” con tubería PVC ($Q_{mh}=0.77$) ($T=20$ años)	112
Tabla 42: Datos para cloración de reservorio – Cap. Canterian.....	113
Tabla 43: Resultados del volumen del tanque – Cap. Canterian	114
Tabla 44: Datos para cloración de reservorio – Cap. Chuyurnilloc	114
Tabla 45: Resultado del volumen del tanque – Cap. Chuyurnilloc.....	115
Tabla 46: Ubicación y materiales – Tet de Percolación	116
Tabla 47: Georeferenciación de la calicata N°- 01.....	117
Tabla 48: Georeferenciación de la calicata N° - 02.....	117
Tabla 49: Georeferenciación de la calicata N°- 03.....	118
Tabla 50: Mediciones realizadas en campo de calicata – N° 01	120
Tabla 51: Clasificación de terrenos según resultados de prueba de percolación	121
Tabla 52: Tasa de infiltración del efluente – N° 01	121
Tabla 53: Infiltración acumulada de calicata –N° 01	122
Tabla 54: Mediciones realizadas en campo de calicata – N° 02	123
Tabla 55: Tasa de infiltración del efluente – N° 02	124
Tabla 56: Infiltración acumulada de calicata –N° 02	125
Tabla 57: Mediciones realizadas en campo de calicata –N° 03	126
Tabla 58: Tasa de infiltración del efluente – N° 03	127
Tabla 59: Infiltración acumulada de calicata – N° 03	128
Tabla 60: Datos para el cálculo de la caja de registros de lodos.....	133
Tabla 61: Dimensiones de caja de registros de lodos	134
Tabla 62: Identificación de impactos en el sistema de agua potable	138

Tabla 63: <i>Identificación de impactos en saneamiento básico</i>	139
Tabla 64: <i>Comparación del dimensionamiento de gabinete y campo “Canterian”</i>	149
Tabla 65: <i>Comparación del dimensionamiento degabinete y campo “Chuyurnilloc</i>	149
Tabla 66: <i>Análisis hidráulico de la línea de conducción- Cap. “Canterian”</i>	150
Tabla 67: <i>Análisis hidráulico de la línea de conducción – Cap. “Chuyurnilloc”</i>	150
Tabla 68: <i>Análisis hidráulico del volumen de reservorio – Cap. “Canterian”</i>	151
Tabla 69: <i>Análisis hidráulico del volumen de reservorio – Cap. “Chuyurnilloc”</i>	151
Tabla 70: <i>Análisis hidráulico de la línea de distribución – Cap. “Canterian”</i>	152
Tabla 71: <i>Análisis hidráulico de la línea de distribución – Cap. “Chuyurnilloc”</i>	153
Tabla 72: <i>Cuadro estadístico de correlación</i>	160
Tabla 73: <i>Tabla t student</i>	162

Índice de figuras

Figura 1: <i>Vista de planta del UBS-TSM</i>	25
Figura 2: <i>Criterios de evaluación según método SIRAS</i>	26
Figura 3: <i>Vista panorámica de la muestra en estudio</i>	35
Figura 4: <i>Precipitaciones fluviales-Curahuasi-2018-2019</i>	59
Figura 5: <i>Registro de caudal - captación Canterian</i>	61
Figura 6: <i>Aforo - Q1 de la captación Canterian</i>	61
Figura 7: <i>Aforo –Q2 de la captación Canterian</i>	62
Figura 8: <i>Aforo – Q3 de la captación Canterian</i>	63
Figura 9: <i>Aforo – Q4 de la captación Canterian</i>	64
Figura 10: <i>Vista de la cámara húmeda - Canterian</i>	65
Figura 11: <i>Registro de caudal – captación Chuyurnilloc</i>	67
Figura 12: <i>Aforo – Q1 de la captación Chuyurnilloc</i>	67
Figura 13: <i>Aforo – Q2 de la captación Chuyurnilloc</i>	68
Figura 14: <i>Aforo – Q3 de la captación Chuyurnilloc</i>	69
Figura 15: <i>Aforo – Q4 de la capatación Chuyurnilloc</i>	70
Figura 16: <i>Vista de la cámara húmeda - Chuyurnilloc</i>	71
Figura 17: <i>Dimensiones de captación</i>	78

Figura 18: <i>Dimensión del ancho de pantalla</i>	80
Figura 19: <i>Cuatro orificios de entrada de 2" – captación Canterian</i>	82
Figura 20: <i>Cuatro orificios de entrada de 2" – captación Chuyurnilloc</i>	83
Figura 21: <i>Cámara húmeda - 02</i>	84
Figura 22: <i>Dimensionamiento de canastilla</i>	87
Figura 23: <i>Ilustración de la línea de conducción del SGST "Canterian"</i>	94
Figura 24: <i>Ilustración de la línea de conducción del SGST "Chuyurnilloc"</i>	95
Figura 25: <i>Línea de distribución del SGST "Canterian"</i>	103
Figura 26: <i>Línea de distribución del SGST "Chuyurnilloc"</i>	109
Figura 27: <i>Ubicación de calicatas en estudio – SGST "Canterian"</i>	116
Figura 28: <i>Calicata N°01</i>	117
Figura 29: <i>Calicata N°02</i>	118
Figura 30: <i>Calicata N°03</i>	118
Figura 31: <i>Preparación de cubeto de 0.30x0.30x0.30m</i>	119
Figura 32: <i>Saturación del suelo</i>	119
Figura 33: <i>Medida de descenso cada 1cm</i>	120
Figura 34: <i>Capacidad de absorcion del suelo de calicata -01</i>	122
Figura 35: <i>Infiltración acumulada de calicata -01</i>	123
Figura 36: <i>Capacidad de absorción del suelo de calicata -02</i>	125
Figura 37: <i>Infiltración acumulada de calicata -02</i>	126
Figura 38: <i>Capacidad de absorción del suelo de calicata -03</i>	128
Figura 39: <i>Infiltración acumulada de calicata-03</i>	129
Figura 40: <i>Dimensionamiento – pozo de percolación</i>	129
Figura 41: <i>Curva para dimensionar la capacidad de absorción del suelo</i>	130
Figura 42: <i>Caja de registros de lodos</i>	132
Figura 43: <i>Datos de biodigestor de 1300 litros</i>	135
Figura 44: <i>Cobertura del servicio – captacion "Caterian"</i>	140
Figura 45: <i>Cobertura del servicio – captación "Chuyurnilloc"</i>	141
Figura 46: <i>Cantidad de agua - captación "Canterian"</i>	141
Figura 47: <i>Cantidad de agua – captación "Chuyurnilloc"</i>	142
Figura 48: <i>Continuidad de servicio – captación "Canterian" y "Chuyurnilloc</i>	142
Figura 49: <i>Calidad de agua – captación "Canterian" y "Chuyurnilloc"</i>	143
Figura 50: <i>Estado de infraestructura – captación "Canterian" y "Chuyurnilloc"</i>	144

Figura 51: <i>Estado de infraestructura - VRP</i>	144
Figura 52: <i>Estado de infraestructura – línea de conducción</i>	145
Figura 53: <i>Estado de infraestructura – válvula de control</i>	145
Figura 54: <i>Estado de infraestructura - reservorio</i>	146
Figura 55: <i>Estado de infraestructura – red de distribución</i>	147
Figura 56: <i>Estado de infraestructura - válvulas</i>	147
Figura 57: <i>Estado de infraestructura - piletas domiciliarias</i>	148
Figura 58: <i>Estado de infraestructura - UBS</i>	148
Figura 59: <i>Inspección en la gestión de servicios</i>	155
Figura 60: <i>Inspección en la gestión de servicios - administración</i>	155
Figura 61: <i>Inspección de la operación y mantenimiento</i>	156
Figura 62: <i>Relación lineal positiva</i>	161

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. <i>Nivel de sostenibilidad</i>	39
Ecuación 2: <i>Cobertura</i>	44
Ecuación 3: <i>Cantidad</i>	46
Ecuación 4: <i>Continuidad</i>	46
Ecuación 5: <i>Calidad del agua</i>	47
Ecuación 6: <i>Estado de válvulas</i>	48
Ecuación 7: <i>Tapas</i>	48
Ecuación 8: <i>Canastilla</i>	48
Ecuación 9: <i>Limpia y rebose</i>	48
Ecuación 10: <i>Accesorios de la captación</i>	48
Ecuación 11: <i>Captación</i>	49
Ecuación 12: <i>VRP (Válvula reductora de presión)</i>	49
Ecuación 13: <i>VC (Válvula de control</i>	50
Ecuación 14: <i>Línea de conducción</i>	50
Ecuación 15: <i>Reservorio</i>	52
Ecuación 16: <i>Línea de aducción y red de distribución</i>	52
Ecuación 17: <i>Válvulas de purga</i>	52
Ecuación 18: <i>Piletas domiciliarias</i>	53

Ecuación 19: <i>UBS (unidad de saneamiento básico)</i>	54
Ecuación 20: <i>Quinta variable del estado de infraestructura (V5)</i>	54
Ecuación 21. <i>Estado de infraestructura (ES)</i>	55
Ecuación 22: <i>Promedio de disposición de excretas (PDE)</i>	56
Ecuación 23: <i>Gestión</i>	57
Ecuación 24: <i>Operación y mantenimiento</i>	57
Ecuación 25: <i>Resultado del nivel de sostenibilidad</i>	58
Ecuación 26: <i>Método volumetrico</i>	59
Ecuación 27: <i>Tasa de crecimiento</i>	72
Ecuación 28: <i>Población futura – captación Canterian</i>	73
Ecuación 29: <i>Población futura – captación Chuyurnilloc</i>	74
Ecuación 30: <i>Población futura de alumnos - Concacha</i>	75
Ecuación 31: <i>Consumo promedio anual – captación Canterian</i>	76
Ecuación 32: <i>Consumo máximo diario – captación Canterian</i>	77
Ecuación 33: <i>Consumo máximo horario – captación Canterian</i>	77
Ecuación 34: <i>Consumo promedio anual – captación Chuyurnilloc</i>	77
Ecuación 35: <i>Consumo máximo diario captación Chuyurnilloc</i>	77
Ecuación 36: <i>Consumo máximo horario – Chuyurnilloc</i>	77
Ecuación 37: <i>Carga necesaria sobre el orificio</i>	78
Ecuación 38. <i>Área del diámetro de tubería - captación Canterian</i>	81
Ecuación 39: <i>Diámetro de tubería - captación Canterian</i>	81
Ecuación 40: <i>Número de orificios - captación Canterian</i>	81
Ecuación 41: <i>Ancho de pantalla - captación Canterian</i>	82
Ecuación 42: <i>Área del diámetro de tubería – captación Chuyurnilloc</i>	83
Ecuación 43: <i>Diámetro de tubería – captación Chuyurnilloc</i>	83
Ecuación 44: <i>Número de orificios – captación Chuyurnilloc</i>	83
Ecuación 45: <i>Ancho de pantalla – captación Chuyurnilloc</i>	84
Ecuación 46: <i>Altura de cámara</i>	85
Ecuación 47: <i>Altura de agua- captación Canterian</i>	85
Ecuación 48: <i>Altura de cámara húmeda – captación Canterian</i>	85
Ecuación 49: <i>Altura de agua – captación Chuyurnilloc</i>	86
Ecuación 50: <i>Altura de cámara húmeda – captación Chuyurnilloc</i>	86
Ecuación 51: <i>Altura total de ranuras – captación Canterian</i>	88

Ecuación 52: <i>Altura de cámara húmeda – captación Chuyurnilloc</i>	89
Ecuación 53: <i>Caudal máximo de la fuente – captación Canterian</i>	89
Ecuación 54: <i>Caudal máximo de la fuente – captación Chuyurnilloc</i>	90
Ecuación 55: <i>Diámetro calculado</i>	93
Ecuación 56: <i>Velocidad de flujo</i>	93
Ecuación 57: <i>Pérdida de carga unitaria (hf)</i>	93
Ecuación 58: <i>Pérdida de carga en cada tramo (Hf)</i>	93
Ecuación 59: <i>Volumen de regulación del reservorio – captación Canterian</i>	97
Ecuación 60: <i>Volumen de regulación del reservorio – captación Chuyurnilloc</i>	98
Ecuación 61: <i>Caudal unitario (Qp) – Cap Canterian</i>	101
Ecuación 62: <i>Velocidad – captación Canterian</i>	104
Ecuación 63: <i>Pérdida de carga unitaria – captación Canterian</i>	104
Ecuación 64: <i>Pérdida de carga del tramo – captación Canterian</i>	104
Ecuación 65: <i>Caudal unitario (Qp) – captación Chuyurnilloc</i>	107
Ecuación 66: <i>Velocidad – captación Chuyurnilloc</i>	110
Ecuación 67: <i>Pérdida de carga unitaria – captación Chuyurnilloc</i>	110
Ecuación 68: <i>Pérdida de carga del tramo – captación Chuyurnilloc</i>	110
Ecuación 69: <i>Cálculo del sistema de cloración</i>	113
Ecuación 70: <i>Volumen del tanque – captación Canterian</i>	113
Ecuación 71: <i>Volumen del tanque – captación Chuyurnilloc</i>	115
Ecuación 72: <i>Área de absorción</i>	130

RESUMEN

A través del tiempo, el Estado peruano en su brecha de saneamiento ha venido trayendo deficiencias en su fase de postinversión al no tener una capacitación en su etapa de ejecución, llegando así a que sus proyectos no alcancen su periodo óptimo de diseño, por ello, el objetivo de esta investigación es determinar la influencia del sistema de agua potable, saneamiento básico en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha del distrito de Curahuasi, departamento de Apurímac.

Se tomó como población de estudio al distrito de Curahuasi que consta de 16,223 habitantes según el censo del 2017-INEI, posteriormente, se determinó la muestra por el método probabilístico muestreo por conveniencia, estableciendo así la localidad de Concacha que consta de dos sistemas de agua y saneamiento “Canterian” y “Chuyurnilloc” cada uno independiente y una de población de 648 habitantes.

Utilizando el método de estudio descriptivo cuantitativo, se hizo un recorrido por todo el sistema. La encuesta a los usuarios y a la Junta Administradora del Servicio de Saneamiento – JASS, y así cuantificar y evaluar la influencia de los parámetros: estado del sistema en un 48%, gestión de los servicios 23.25% y operación-mantenimiento 21.88% del sistema de agua potable, saneamiento y así probar la hipótesis: influyen en un 93.13% en la determinación del nivel de sostenibilidad, al mismo tiempo se determinó el nivel de sostenibilidad de 3.73, el cual indica que el sistema de agua potable y saneamiento básico de “Canterian” y “Chuyurnilloc” es sostenible.

Palabras claves: nivel de sostenibilidad, estado del sistema, gestión, operación y mantenimiento.

ABSTRACT

Over time the Peruvian State in its sanitation gap has been bringing deficiencies in its post-investment phase by not having training in its execution stage, thus reaching that its projects do not reach their optimal design period, that is why that the objective of this investigation is to determine the influence of the drinking water system, basic sanitation in the level of sustainability of the Concacha Town of the Curahuasi district, department of Apurimac.

The Curahuasi district consisting of 16,223 inhabitants according to the 2017-INEI census was taken as the study population, subsequently the sample was determined by the probabilistic method for convenience sampling, thus establishing the town of Concacha consisting of two water and sanitation systems "Canterian" and "Chuyurnilloc" each independent and a population of 648 inhabitants.

Using the quantitative descriptive study method, a tour of the entire system, the survey of users and the Administrative Board of the Sanitation Service - JASS was carried out, and thus quantify and evaluate the influence of the parameters: Ssistema Status in 48% , Service Management 23.25% and Operation-Maintenance 21.88% of the potable water, sanitation system and thus test the hypothesis: they influence 93.13% in determining the level of sustainability, at the same time the level of sustainability of 3.73, which indicates that the drinking water and basic sanitation system of " Canterian " - " Chuyurnilloc " is Sustainable.

Keywords: sustainability level, system status, management, operation, maintenance.

INTRODUCCIÓN

Determinar la influencia del sistema de agua potable, saneamiento básico en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha del distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019, es un proceso muy importante que consto de tres etapas, la primera etapa fue establecer un prediagnóstico a través de un trayecto por todo el sistema de agua potable, saneamiento básico y al mismo tiempo, se hizo una inspección a las UBS's de la localidad, la segunda etapa consistió en una observación detallada de todos los componentes del sistema; posteriormente, se estableció una entrevista utilizando la técnica de investigación - encuesta en formato SIRAS : Estado del sistema, gestión y operación - mantenimiento, la última etapa consistió en determinar una contraprueba hidráulica de todos los componentes del sistema con la finalidad de verificar un diseño óptimo, también se determinó la capacidad de absorción del terreno mediante la prueba de percolación en tres calicatas repartidas en diferentes zonas tomando como referencia la estratigrafía del lugar.

El estudio de investigación aporta técnicamente en sus fases de inversión y postinversión de los proyectos de saneamiento, así como también tiene el objetivo de insertar en sus mentes de los usuarios la palabra “Apropiación”.

La investigación se organiza en capítulos de la siguiente manera: en el capítulo I se desarrolló la realidad problemática de la investigación, el problema general y los problemas específicos. En el capítulo II, se desarrolló el marco teórico, antecedentes de la investigación. En el capítulo III, se desarrolló el método de la investigación, el diseño de la investigación. En el capítulo IV, se desarrolló presentación y análisis de resultados y en el último capítulo, se desarrolló las conclusiones y recomendaciones.

Capítulo I

Planteamiento del problema.

1.1 Realidad problemática.

A través del tiempo, el Estado peruano en su política de saneamiento rural ha venido trayendo muchísimas deficiencias en su fase de postinversión de sus proyectos al no tener una capacitación en su etapa de ejecución a los usuarios, llegando así a que sus proyectos de saneamiento no alcancen su periodo óptimo de diseño o vida útil, no obstante, el Perú en la actualidad está estableciendo una gran oportunidad a través de un ente rector responsable con los lineamientos claros en el aspecto de sostenibilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento básico.

La sostenibilidad es un aspecto clave a considerar en toda iniciativa relacionada con la mejora de los sistemas de provisión de agua y saneamiento, particularmente en las intervenciones de mejora de la calidad de agua y de higiene, cuya efectividad depende fuertemente de los cambios de comportamiento por parte de la población. Debido a una menor adherencia de la población, la efectividad de las distintas intervenciones para mejorar la calidad del agua se reduce en estudios de mayor duración, lo que incrementa la incertidumbre sobre su sostenibilidad en el tiempo. Las fallas en el mantenimiento y operación de los servicios de

provisión constituyen otro factor que podría incidir negativamente en la sostenibilidad de las iniciativas de mejora de la cantidad y/o de la calidad del agua. Aun suspensiones breves en la provisión o en el tratamiento del agua poseen impactos muy importantes en la salud de las personas (Díaz y Meza, 2017, p. 14).

La sostenibilidad de los proyectos de saneamiento a nivel nacional, deben cumplirse ciertos contextos que afirmen que los servicios de saneamiento sean permanentes, dichas alternativas son: técnicas (relacionadas a las condiciones del lugar y su compatibilidad con la opción tecnológica seleccionada), económicas (relacionadas a los costos de operación y mantenimiento) y sociales (relacionadas con la aceptación de la opción tecnológica seleccionada en cuanto a la operación y mantenimiento); dichas opciones tecnológicas deben asegurar el uso adecuado del agua evitando el desperdicio o consumo desmedido y a la vez la opción tecnológica, permitir una disposición adecuada de las excretas y aguas residuales, además, de ser fácil la operación y mantenimiento. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018, p. 9).

La inexistencia del nivel sostenibilidad del servicio del agua potable y saneamiento básico de la localidad de Concacha del distrito de Curahuasi del departamento de Apurímac hace que desconozcamos los cambios en la forma de utilización de los componentes del sistema y a la vez existe una problemática más resaltante radica en identificar las necesidades de capacitación de la población beneficiaria, a nivel local (JASS) y municipal (Área Técnica Municipal), para que de esta manera se garantice la buena administración, operación y mantenimiento de los servicios de agua y saneamiento, basándose en valores, prácticas saludables, brindando un servicio de calidad, con la cantidad suficiente de agua y con la cobertura al 100% de los usuarios y que permita una mejor sostenibilidad del sistema.

1.2 Planteamiento del problema.

1.21 Problema general.

¿En qué medida influye el sistema de agua potable, saneamiento básico en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha del distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019?

1.22 Problemas específicos:

1. ¿En qué medida influye el estado del sistema de agua potable, saneamiento básico en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha - distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019?
2. ¿En qué medida influye la gestión de los servicios del sistema agua potable, saneamiento básico en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha - distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019?
3. ¿En qué medida influye la operación y mantenimiento del sistema de agua potable, saneamiento básico en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha - distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019?

1.3 Justificación de la investigación.

La existente investigación nos permitirá demostrar la sostenibilidad y tener conocimiento del estado actual del sistema de agua potable y saneamiento básico rural de la localidad de Concacha, información que nos recurira para adoptar medidas de su mejora mediante los factores: infraestructura, gestión, operación y mantenimiento.

Por lo tanto, la sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico rural de la localidad de Concacha debe ser la matriz base para lograr la sostenibilidad de los otros sistemas del distrito de Curahuasi; y también ayudara para que la comunidad, municipalidad y

organismos responsables de gestionar estos servicios, tomen nuevas estrategias que guíen la sostenibilidad de este servicio.

Y servirá de consulta para todos los involucrados en el tema de la investigación.

Además, se pretende servir como una base para futuras investigaciones vinculadas al tema.

1.4 Objetivos de la investigación.

1.4.1 Objetivo general.

Determinar la influencia del sistema de agua potable, saneamiento básico en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha - distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019.

1.4.2 Objetivos específicos:

1. Determinar el puntaje del estado del sistema de agua potable, saneamiento básico que influye en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha - distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019.
2. Determinar el puntaje de gestión de los servicios del sistema agua potable, saneamiento básico que influye en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha - distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019.
3. Determinar el puntaje de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento básico que influye en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha del distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019.

1.5 Limitación de la investigación.

La presente investigación se limita en establecer el nivel de sostenibilidad en forma descriptivo – cuantitativo del sistema de agua potable, saneamiento básico en la localidad de Concacha del distrito de Curahuasi, provincia de Abancay, proyectado a realizarlo en un tiempo de seis meses. Asimismo, se limitó en los criterios de evaluación según la metodología SIRAS, de la cuantificación de tres aspectos: estado del sistema con un peso de 50%, la gestión de los servicios con un peso de 25%, operación y mantenimiento con un peso de 25% que determinan el nivel de sostenibilidad de dicho sistema con una visión objetiva de ingeniería civil, evitándose que pudiera tener un resultado individual, ya que podría traer consecuencias que perturben al proyecto de investigación.

La dificultad para evaluar la sostenibilidad de los dos sistemas de agua potable y saneamiento básico en la localidad de Concacha es la distancia de sus componentes, y del tiempo apreciado para realizar el trabajo de investigación, motivo que afectara en el proceso y análisis de datos.

Capítulo II

Marco teórico.

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 A nivel internacional.

Restrepo, (2008), en su libro titulado: *La sostenibilidad hídrica en comunidades*, en la Universidad del Valle / Instituto Cinara, Cinara, llega a las siguientes conclusiones. Una variedad de problemas afecta la sostenibilidad hídrica de las comunidades rurales, los principales son: la corrupción, la débil formación de los profesionales, el desconocimiento de la realidad rural, la tecnología inadecuada para el contexto local, el marco institucional inapropiado para las condiciones rurales y los procesos en los que la población no es el centro de la intervención; sin embargo, existen numerosas propuestas para mejorar estas situaciones, unas relacionadas con el marco conceptual de las intervenciones en zonas rurales y otras con la puesta en práctica de ese marco conceptual.

La unidad de análisis en el marco conceptual se propone a través de subsistemas más que de componentes aislados, integrando el ser humano con su ciclo del agua en el ciclo natural y no solo del agua, sino también de otros elementos de la naturaleza como los nutrientes. (p.50).

Benavides, (2010), en su tesis doctoral titulado: *Diagnóstico de la sostenibilidad en un abastecimiento de agua e identificación de las propuestas que mejoren*, en la Universidad Politécnica de Valencia, plantea como objetivo: proponer un conjunto metodológico de directrices para diagnosticar la sostenibilidad de un abastecimiento de agua para consumo humano e identificar las propuestas que la mejoren. (p.10). Brevemente expone la forma del planteamiento epistemológico que se adoptó para desarrollar este trabajo de investigación; que incluye un modelo de medición del índice de sostenibilidad de un abastecimiento, luego el proceso de aplicación y experimentación de la propuesta y, finalmente, recomendaciones a las acciones que se pueden aplicar para aquellos abastecimientos que deben centrar su accionar en buscar la sostenibilidad, con base en el diagnóstico practicado. En este sentido, la investigación se ubica en un campo de estudio cualicuantitativo que se evolucionó durante todo el proceso formativo de cuarto grado en el que hemos podido participar; este suceso, flexible y positivamente cambiante, nos permitió converger de forma gradual y sistemática en el resultado que aquí se presenta. (p.13).

Se concluyó que para el cálculo del índice de sostenibilidad de un abastecimiento – ISA– se requiere que su estructura valorativa cuente con los datos suficientes, (generados y proporcionados por el gestor del abastecimiento), que conducen a calcular los indicadores (en el presente caso son cuarenta y nueve) que transformados a factores de calidad mediante funciones de conversión son afectados por un peso ponderado general que generan los pesos relativos en los tres componentes de la sostenibilidad. (p.323)

Torres, (2014), en su tesis de maestría titulado: *Sostenibilidad de la gestión de agua potable en Saavedra*, en la universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca, Bahía Blanca, plantea como objetivo. Evaluar la sostenibilidad de la gestión del servicio de agua potable de Saavedra, mediante la construcción de Indicadores de Desarrollo Sostenible (IDS) que permitan mostrar relaciones entre las variables de los distintos subsistemas (ambiental, social, institucional y económico) para un seguimiento de la misma y propuestas de estrategias a futuro. (p.3).

Describir la gestión del servicio de agua potable de Saavedra (captación, transporte, potabilización, almacenamiento, distribución y comercialización), para identificar las variables propias que la condicionan.

A continuación, se presentan los resultados de la ficha metodológica con los indicadores propuestos, para monitorear las variables de los subsistemas o relaciones entre ellos, permiten analizar la evolución de la gestión del servicio de agua potable en Saavedra. (p.4).

Se concluyó, que el condicionamiento más fuerte se da por la relación del subsistema institucional con el resto de los subsistemas, porque de este depende el cumplimiento de la normativa existente, así como los controles periódicos de aquellas actividades productivas que pueden afectar la calidad del recurso hídrico subterráneo. Teniendo en cuenta que la gestión del servicio de agua dependen todas las actividades productivas y de servicios, si no se asegura la sostenibilidad del mismo puede derivar en la pérdida de producción de bienes y servicios, falta de condiciones de saneamiento y riesgo para la salud de los habitantes por servicios básicos insatisfechos, entre otros, resultando en una menor calidad de vida para la población. (p.171).

Ruiz, (2017), en su tesis de maestría titulado: *Propuesta de un marco teórico y conceptual para implementar la gestión integrada y sostenible del recurso hídrico urbano en México*, México, en el Centro Público de Investigación CONACYT, plantea como objetivo. Es la elaboración de una propuesta teórica y conceptual desde la geomática como guía para implementar la gestión integrada y sostenible del agua urbana por medio del marco transdisciplinario de gestión geocibernética, teniendo como finalidad, orientar los procesos emergentes en torno a la gestión y superar sus obstáculos.

Exponer la implementación de la propuesta teórica, conceptual, metodológica y geotecnológica, por medio de un caso práctico, presentando el rol de la información geoespacial desde un contexto territorial. Realizar una propuesta de la estructuración del conocimiento entre las organizaciones encargadas de la gestión del agua urbana para integrar sus procesos con la visión de la sostenibilidad; considerando las necesidades y las interacciones determinadas por el espacio territorial. Plantear la gestión del marco transdisciplinario de la geomática y la geo cibernética que permita mostrar la aportación de las perspectivas integradas de conocimiento como la base hacia la implementación de la gestión sostenible e Integrada del recurso hídrico urbano; haciendo uso de conocimiento e información geoespacial, lo que facilita la comunicación entre los responsables gestores del agua urbana. (p.2).

Se concluyó que el presente trabajo desarrolla una propuesta teórica y conceptual que aborda la manera en que la geomática, puede ofrecer un aporte respecto a los mecanismos de implementación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico Urbano (GIRHU), enfocados al desarrollo sostenible (DS). (p.114).

Soriano, (2017), en su tesis doctoral titulado: *Indicadores de sostenibilidad de la gestión integral de las aguas de lluvia en los entornos urbanos: aplicación a la ciudad de Zaragoza*, Zaragoza, en la universidad de AQUAE, plantea como objetivo. Es contribuir a la consecución de ciudades sostenibles a través de la gestión integral de las aguas de lluvia en los entornos urbanos. Analizar las experiencias internacionales en la resolución de la problemática e identificar los principales obstáculos para la gestión integral de las aguas de lluvia en los entornos urbanos.

Realizar una propuesta de indicadores de sostenibilidad para la gestión integral de las aguas de lluvia en los entornos urbanos que permita superar los obstáculos encontrados.

La validez de la metodología propuesta se verifica en el estudio de caso de la ciudad de Zaragoza. Se comprueba que la aplicación de los indicadores propuestos permite definir unas líneas de actuación que, de implementarse, supondrían una mejora ostensible de la situación actual. (p.7).

Los resultados en relación al funcionamiento global del sistema de saneamiento en tiempos de lluvia se analizan por una parte a través de una comparación de las descargas globales de la zona servida por la EDAR La Almozara y de la zona servida por la EDAR La Cartuja y, por otra parte, a través del esquema hidráulico de flujos de los principales colectores del sistema. (p.186).

Se concluye que el sistema de indicadores de sostenibilidad propuestos en la cuenca urbana de Zaragoza se obtiene el siguiente diagnóstico. En relación al receptor, todas las masas de agua superficial de la cuenca urbana de Zaragoza tienen un estado inferior a bueno. En el río Ebro se detecta “estiaje húmedo”, con una tendencia de la concentración de amonio y una disminución del oxígeno cuando el caudal es menor de 50m³ /s y las lluvias mayores de 15 l/m².

2.1.2 A nivel nacional.

Gutiérrez, (2018), en su tesis titulado: *Instalacion del sistema de saneamiento básico y su influencia en el bienestar social de la población en la zona rural de LLapa – distrito de LLapa – San Miguel – Cajamarca*, Cajamarca, en la Universidad César Vallejo, plantea como objetivo. Determinar como la instalación del sistema de saneamiento básico influye en el bienestar social de la población en la zona rural de Llapa – San Miguel - Cajamarca, año 2018.

Diagnosticar en qué estado de funcionamiento se encuentra la infraestructura del sistema de saneamiento básico. Identificar el estado de operación y mantenimiento del sistema de saneamiento básico. Diagnosticar la adopción en el uso del sistema de saneamiento básico en las familias. Identificar los factores que favorecen o limitan la sostenibilidad del sistema de saneamiento básico. (p.53).

Se concluyó, que el sistema de saneamiento básico instalado en la zona rural de Llapa se encuentra en buen estado de funcionamiento físico y operativo, esto se comprueba con la pregunta: El saneamiento básico como uso diario de nuestras principales necesidades básicas brinda óptimas condiciones, la población responde con un de 84% de aceptación.

La Municipalidad Distrital de Llapa realiza capacitaciones sobre el uso y manejo del sistema de saneamiento básico periódicamente favoreciendo la sostenibilidad del sistema, además que en la instalación del sistema se empleó recurso humano de la zona para que de esta manera brinden apoyo técnico y operativo a pobladores de la zona que lo requieran.

Existe relación entre la instalación del sistema de saneamiento básico y el bienestar social de la población de la zona rural de Llapa – distrito de Llapa – San Miguel – Cajamarca, año 2018 con un 95% de confianza, como el Chi Cuadrado de Pearson

(156.318), es mayor al Chi tabular con 35 grados de libertad (49.80) y se encuentra en la zona probabilística de rechazo, rechazamos la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. (p.73).

Apaza, (2015), en su tesis titulado: *Diseño de un sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores –Cabanilla – Lampa –Puno, en la Universidad Nacional del Antiplano*, Puno, plantea como objetivo: Diseñar un sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores Cabanilla - Lampa – Puno. Diseñar y dimensionar los diferentes componentes del sistema de agua potable en la comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno.

Diseñar y dimensionar los diferentes componentes de la unidad de saneamiento básico en la comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno. Describir los elementos de sostenibilidad para el sistema de agua potable y saneamiento básico en la Comunidad de Miraflores-Cabanilla-Lampa-Puno. (p.6).

Se concluyó, que los componentes de sistema de agua potable son los siguientes: 02 captaciones tipo ladera, una cámara de reunión, línea de conducción de 4715.34 metros lineales, 5 cámaras rompe presión tipo 06, un reservorio de 10 m³, una caseta de válvulas, red de distribución más aducción con 37361.08 metros lineales. de tubería PVC SAP y 110 piletas públicas.

La unidad básica de saneamiento cuenta con los siguientes componentes; biodigestor de 600 litros, caja de registro de lodos con un ancho de 0.6 metros, un largo de 0.6 metros y una altura de 0.30 metros, un terreno de infiltración es 4m.

Los elementos de sostenibilidad de sistema de agua potable son: una JASS institucionalizado, una cuota familiar, la creación de un Área Técnica Municipal (ATM) y un Manual de Operación y Mantenimiento.

Las familias que se beneficiarán, en forma inmediata, serán en un número de 110, quienes contarán con agua potable y saneamiento básico, con salubridad, higiene y calidad de las unidades básicas de saneamiento las 24 horas del día, superando todo tipo de enfermedades gastrointestinales diarreicas y dérmicas, a su vez acarreo de agua desde fuentes de abastecimiento distantes a las viviendas, las mismas que no son recomendadas para consumo humano. (p.90).

Díaz & Meza, (2016), en sus tesis titulado: *Sostenibilidad del servicio de agua potable y saneamiento de la comunidad de Unión Minas, distrito de Tambo la Mar –Ayacucho 2016*, Ayacucho, en la Universidad Nacional del Centro del Perú, plantea como objetivo. Describir la sostenibilidad del servicio del agua potable y saneamiento de la comunidad Unión Minas, distrito de Tambo, La Mar. Ayacucho – 2016. Conocer las características de la sostenibilidad en el servicio del agua potable de la comunidad de Unión Minas, distrito de Tambo, La Mar Ayacucho – 2016.

Conocer las características de la sostenibilidad en el saneamiento en el centro poblado de la comunidad de Unión Minas, distrito de Tambo, La Mar. Ayacucho – 2016. (p.17).

Se concluyó que la sostenibilidad del servicio del agua potable y saneamiento en el centro poblado de la comunidad de Unión Minas, distrito de Tambo, La Mar. Ayacucho; se presenta a nivel comunal un comité de junta de agua (JASS), quiense encarga de administrar el mantenimiento de la infraestructura, instalaciones y de charlas sobre la sostenibilidad basadas en valores y las prácticas saludables en relación al servicio del agua potable y saneamiento.

El mejoramiento del servicio de abastecimiento de agua potable, con un suministro adecuado, permitió mejorar las condiciones de salubridad en la población, lo cual, con los efectos de la educación sanitaria, en beneficios para la salud e higiene de la

población, redujo la posibilidad de ocurrencia de enfermedades asociadas al consumo de agua y alimentos. (p.83).

Orellana, (2016), en sus tesis de maestría titulado: *La inversion en proyectos de infraestructura de agua potable, saneamiento básico y su influencia en el bienestar de la poblacion- caso: comunidad Ampay, distrito de Písac, provincia de Calca, region Cusco*, Cusco, en la Universidad Nacional de Ingeniería, plantea como objetivo: Determinar la relación existente entre la inversión en el servicio de agua y saneamiento y la mejora en el bienestar de las familias de la comunidad de Ampay, distrito de Písac, provincia de Calca, región Cusco, año 2015.

Analizar la relación existente entre la inversión en infraestructura para el servicio de agua y la mejora del bienestar de las familias de la comunidad del Ampay, distrito de Písac, provincia de Calca, Región Cusco, 2015.

Determinar la relación existente entre la inversión en infraestructura para el servicio de saneamiento y el bienestar de las familias de la comunidad de Ampay, distrito de Písac, provincia de Calca, Región Cusco, 2015. (p.17).

Se concluyó que la hipótesis general está explicada por la conclusión de las cuatro hipótesis específicas planteadas, por lo que se estaría validando la hipótesis general, la inversión en infraestructura y educación para el servicio de agua y saneamiento influye en la mejora del bienestar de las familias de la comunidad de Ampay, distrito de Písac, provincia de Calca, Región Cusco, año 2015. De acuerdo a los resultados del contraste de la hipótesis, se concluye que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que el proyecto “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable e instalación de unidades básicas de saneamiento en la comunidad de Ampay / distrito de Pisac - provincia de Calca-departamento del Cusco” ha influido en el bienestar de la población beneficiaria de la comunidad de Ampay. Pero es importante mencionar

que la educación a la población y a la organización encargada de la operación del sistema ha sido importante para asegurar el logro del objetivo central del proyecto y que los beneficios del proyecto se mantengan durante el horizonte de evaluación del proyecto. (p.102).

Viacava, (2015), en sus tesis de maestría titulado: *La junta administradora de servicios de saneamiento – jass en la comunidad campesina de San Lucas, Arizona del distrito de Vinchos-Ayacucho*, Ayacucho, en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, plantea como objetivo. Es entender y explicar la problemática y posibilidades de la implementación de proyectos que se generan a nivel nacional que tienen que ver con comunidades rurales. Caracterizar a la comunidad campesina de San Lucas en Vinchos.

Entender el surgimiento y las características de las nuevas instituciones no comunales como la JASS.

Describir la implementación del proyecto de agua y saneamiento en la comunidad, su etapas y objetivos, analizar la realidad y perspectivas del proyecto de agua en el contexto de organizaciones tradicionales. (p.5).

Se concluyó que la Ley General de Servicios de Saneamiento N° 26338, en la ejecución de los proyectos de agua potable y saneamiento a nivel nacional, contempla la implementación de una organización denominada Junta Administradora de Servicios de Saneamiento - JASS que se encargue de las labores de administración, operación y mantenimiento del servicio de agua. En la comunidad de San Lucas, se implementa esta organización a raíz de la necesidad de la implementación del proyecto de agua potable.

La ejecución del proyecto la cual se da a partir del cumplimiento y la aplicación homogénea de políticas públicas del sector vivienda y saneamiento y en el marco del

esquema de intervención de la ONG, se implementó la JASS en San Lucas, dicha implementación se realizó en el periodo de ejecución de obra, donde se tuvo activa participación de la población, dándose cumplimiento a los compromisos establecidos y dentro de los cuales se encontraban las actividades para la conformación de la JASS (reempadronamiento de la población usuaria), reuniones de elección de la comité directivo, capacitación, etc. La cual, cabe mencionar, estuvo condicionada a la ejecución de la obra. Con las acciones de constitución del nuevo organismo, se pretende establecer una organización independiente y paralela a la organización comunal encargada de las labores mencionadas.

No obstante, la JASS que surge más como respuesta a la oportunidad del proyecto, no viene cumpliendo con sus objetivos ni funciones. (p.120).

2.1.3 A nivel local.

Mamani & Torres, (2017), en sus tesis titulado: *Sistema de agua potable, saneamiento básico y el índice de sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes- Apurímac*, Aymaraes, en la Universidad Tecnológica de los Andes plantea como objetivo. Determinar cuál es el índice de sostenibilidad en el sistema de agua potable, saneamiento básico en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017.

Evaluar el estado del sistema de agua potable, saneamiento básico que incide en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes – Apurímac, 2017. (p.19).

Los resultados obtenidos mediante esta investigación se demostraron mediante: El factor: Estado del sistema, es el que tiene mayor relevancia en el índice de sostenibilidad, por tener un peso de 50% en la incidencia de la sostenibilidad del sistema, además se determinó que el puntaje que alcanza es de 3.79 puntos, indica

que el estado del sistema es sostenible de la tabla del SIRAS.

El factor: Gestión de los servicios, tiene un índice de sostenibilidad de 3.65 puntos, lo que indica de acuerdo al SIRAS, que el sistema es sostenible. El factor operación y mantenimiento tiene un índice de sostenibilidad de 3.63 puntos, lo que indica de acuerdo al SIRAS que el sistema es sostenible. (p.149).

Se concluyó que el nivel de sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico de la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, provincia de Aymaraes – Región Apurímac 2017, alcanzando un valor de 3.66 puntos que está dentro del rango 3.51 puntos a 4 puntos de acuerdo al cuadro de puntaje de la metodología SIRAS 2010 dando un estado de **bueno**, significa que el sistema es sostenible, esta calificación no alcanzó su máxima dimensión en sostenibilidad.

Se evaluó el índice de sostenibilidad en estado del sistema de agua potable y saneamiento básico de localidad de Laccaicca, obteniendo un valor de 3.79 puntos, quiere decir que este valor incidió fuertemente en el índice de sostenibilidad por tener un peso de 50% del puntaje total dando lugar a la sostenibilidad del sistema. (p.151).

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Sostenibilidad o autosustentabilidad.

La sustentabilidad es un proceso de manejo adaptativo y pensamiento sistémico, que requiere creatividad, flexibilidad y reflexión crítica (Tilbury, 2004).

La sostenibilidad se entiende como la capacidad de un servicio de agua potable rural de mantenerse a través del tiempo, manteniendo su autonomía financiera, cumpliendo principalmente de otorgar un buen servicio de agua potable y asegurar con ello el abastecimiento a las futuras generaciones.

Una de los principales objetivos que busca la auto sustentabilidad es que los servicios de agua potable rural cuenten con herramientas de gestión necesarias para lograr su continuidad en el tiempo, mantener estándares de calidad, cantidad y continuidad del servicio, de acuerdo a la normativa y asegurar el cuidado al medio ambiente. (Departamento de Programas Sanitarios Dirección de Obras Hidráulicas, 2013, p.5)

2.2.2 Autofinanciamiento operativo y autosustentabilidad.

Habitualmente el cobro por el servicio se establece por las disposiciones estatutarias y reglamentarias que rigen el servicio de agua potable, con la respectiva asesoría (cálculo y sistema de cobro) que brinda para estos argumentos, la unidad asesora contratada por el Ministerio de Obras Públicas.

Tradicionalmente el criterio que ha manejado esta dinámica es el denominado “Autofinanciamiento operativo” aquella, donde la recaudación es usada íntegramente para cubrir esos gastos de administración, operación y mantenimiento menores (reparación o pintura del reservorio). Sin embargo, en la actualidad y con la idea de dar mayor estabilidad a la organización, solvencia económica y permanencia en el tiempo, se plantea el mismo paso, pero en base al tránsito entre autofinanciamiento operativo y auto sustentabilidad, como un proceso interno de la organización, técnico y medioambiental.

Para el logro de este propósito, es decir, alcanzar la programación del trabajo y la planificación financiera del servicio, el primer paso consiste en fomentar la participación al interior de estas organizaciones, inculcando la responsabilidad para el logro de una adecuada autogestión. (Departamento Programas Sanitarios Dirección de Obras Hidráulicas, 2013, p.5)

2.2.3 Sostenibilidad de sistemas de agua potable.

El agua está en el centro del desarrollo sostenible y resulta fundamental para el desarrollo socio-económico, unos ecosistemas saludables y la supervivencia humana.

El agua resulta vital a la hora de reducir la carga mundial de enfermedades y para mejorar la salud, el bienestar y la productividad de las poblaciones, así como para la producción y la preservación de una serie de beneficios y servicios de los que gozan las personas.

El agua también está en el corazón de la adaptación al cambio climático, sirviendo de vínculo crucial entre el sistema climático, la sociedad humana y el medio ambiente. (ONU, 2014).

2.2.4 Desarrollo sostenible.

El desarrollo sostenible se popularizó de manera explícita y contextualizada por la Comisión Brundtland en el documento "Nuestro futuro común" donde se define como "El desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades". (ONU, 1987).

2.2.5 Niveles de sostenibilidad.

A. Sistemas en estado sostenibles.

Se define a los sistemas que cuenta con una infraestructura en condiciones óptimas y que brindan un servicio en condiciones de calidad, cantidad y continuidad; dicho sistema cuenta con una directiva que muestra capacidad de gestión y eficiencia, en cuya directiva participan una o varias mujeres que está operado eficientemente y que recibe mantenimiento periódico.

Los pobladores declaran estar satisfechos y de brindar ayuda a su junta directiva (JASS).

B. Sistemas en estado de deterioro (medianamente sostenible).

Se define al sistema que tiene una gestión incorrecta en la parte de la administración, presentando deficiencias en infraestructura, errores en el servicio de continuidad, cantidad y reducción en su cobertura; también, tienen problemas en la administración económica, tales como la morosidad por el servicio.

Estos sistemas pueden lograr sobresalir dando una capacitación a los pobladores, mejorando la gestión, la operación y mantenimiento, y de no tomarse medidas, pueden ser no sostenibles.

C. Sistemas en estado grave de deterioro (no sostenible).

Se define al sistema que tiene una desorganización, empeorando en la gestión dirigencial, disminuyendo a uno o dos representantes de la junta. No se da la colaboración de los pobladores, en la operación y mantenimiento donde las deficiencias en la infraestructura son enormes. Estos sistemas pueden ser aun recuperables, se hacen inversiones para la rehabilitación de la infraestructura, una reorganización de las directivas; además, necesitan capacitación a la comunidad, a la junta directiva del agua.

D. Sistemas colapsados.

Se definen a los sistemas que están completamente descuidados que no brindan el servicio de la continuidad, cantidad y cobertura, no tienen una junta directiva (JASS). Estos sistemas necesitan proponer de otro expediente o hacer un sistema nuevo.

2.2.6 Factores o dimensiones de sostenibilidad.

a) Estado del sistema.

Se refiere al estado de la infraestructura y al servicio que brinda y que abarca a los índices que dependen del estado mismo de la infraestructura (no exclusivamente), como son la continuidad, la cantidad, la calidad y la cobertura. (Siras, 2010, p.5)

b) Gestión

Gestión comunal. Cumplimiento de sus obligaciones y exigencia de sus derechos, apropiación del sistema. La participación de los usuarios en la operación y mantenimiento, pago de cuotas, participación en asambleas, manejo del agua y mantenimiento de la conexión domiciliaria, mejoramiento en la higiene personal o el apoyo a las directivas. (Siras, 2010, p.5).

Gestión dirigenal. Referida a un comité de junta de agua, quien se encargada de administración los servicios, certificación de su organización, en muchos casos esta gestión es una actitud buena o mala por parte a los usuarios, conformación de organizaciones mayores, gestiones de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de calidad del agua. Cumpliendo sus responsabilidades y respeto a los usuarios de la comunidad.

c) Operación y mantenimiento.

Consiste en hacer funcionar de forma buena, regular o mala cada uno de los componentes del sistema de agua potable, en cuanto a la limpieza, desinfección y cloración del sistema, reparaciones con el manejo de llaves, presencia de un gasfitero o disponibilidad de herramientas, asegurándose que este brinde cantidad, calidad y continuidad en el servicio para la satisfacción del usuario.

2.2.7 La Autogestión en el servicio de agua potable rural.

El concepto de autogestión, difundido en el marco de la asesoría brindada a los servicios de agua potable rural, se puede entender como un proceso conveniente a la autonomía plena en la gestión de una organización. La autogestión es necesariamente un proceso que implica reforzar las capacidades, descubrir las destrezas y habilidades, tanto individuales como colectivas. Principalmente, el grado de autogestión lo podemos percibir en un buen funcionamiento de la organización y su directiva.

Por esta razón, esta cualidad va muy ligada a con el trabajo programado y en equipo, con la toma de decisiones democráticas y, en general, con el cumplimiento de los roles y funciones del dirigente y cada asociado, de manera responsable. (Departamento de Programas Sanitarios Dirección de Obras Hidráulicas, 2013, p.5).

Para iniciar este camino, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Capacidad de análisis al interior de la directiva

- Considerar todas las opiniones y acuerdos por los miembros de la asamblea o la junta general.
- Respetar y hacer valer los estatutos y reglamento.
- Asumir el apoyo de agentes externos, tales como la Unidad Técnica Asesora, como de otras instituciones o entidades que puedan contribuir a este proceso.

La autogestión se relaciona con la autonomía y está estrechamente ligada con los intereses y acciones de otros grupos miembros de la comunidad, creando con ello, un espacio propio de representación. Este proceso debe:

- Buscar su continuidad en el tiempo.
- Ser viable y acorde a la realidad económica del servicio.
- Preservar el ecosistema y el cuidado de los recursos hídricos.

2.2.8 La planificación estratégica.

Como se le conoce, comúnmente, corresponde al proceso de determinación de metas de una organización y de las estrategias adecuadas para alcanzarlas. En este ámbito, los dirigentes de un servicio deben analizar y procesar la información interna y externa respecto de la organización, evaluando las diferentes situaciones vinculadas a la organización, para tomar las decisiones adecuadas respecto de sus acciones futuras. (Departamento de Programas Sanitarios Dirección de Obras Hidráulicas, 2013, p.5)

2.2.9 Unidad básica de saneamiento- UBS-TSM.

Es un sistema adecuado para la disposición de excretas, considera la construcción de un módulo sanitario, con un biodigestor y una zona de infiltración para el tratamiento de las aguas residuales producidas. La caseta contiene dentro del ambiente los aparatos sanitarios que incluye: inodoro, lavatorio y ducha, y un lavadero multiusos fuera de la caseta. Un dispositivo prefabricado (Biodigestor) para el tratamiento primario, diseñado bajo la Norma IS.020 Tanque Séptico, el cual consiste en la separación de los sólidos y

líquidos presentes en el agua residual que ingresa a dicha unidad. El agua residual ingresa a través de una tubería de PVC de 4", los sólidos decantan en el interior almacenándose en el fondo de la unidad, la parte líquida sale nuevamente a través de una tubería de 2" por el lado opuesto de la entrada al dispositivo; los sólidos retenidos en el fondo se degradan hasta convertirse en líquido al cabo de 18 meses, éstos son extraídos mediante la apertura de una válvula de PVC de 2".

La textura del lodo digerido es fluida, tanto que puede filtrarse dentro de una caja habilitada para tal efecto. Los líquidos antes de salir hacia la zona de filtración pasan por un filtro, que permite mejorar aún más su calidad antes de ser filtradas en el suelo, mientras el efluente tratado debe ser eliminado en una zona de infiltración (MVCS, 2018).

A. Diseño de la UBS de arrastre hidráulico

Como requisitos previos se deben considerar los siguientes (MVCS, 2018):

- Previo a la selección de una UBS de arrastre hidráulico, debe confirmarse que la fuente de agua otorga una dotación según la Tabla 1.
- La estructura del biodigestor puede instalarse anexa a los servicios higiénicos o a la Vivienda.
- El biodigestor debe instalarse con la parte superior del techo a 5 cm sobre el nivel del terreno.
- La caseta de la UBS-TSM puede ubicarse anexa a la vivienda.
- La zona de infiltración debe ubicarse como mínimo 6 metros de la vivienda, en una zona alta que no sea susceptible de quedar inundada por agua de lluvia.
- El tipo de infiltración debe seleccionarse por la permeabilidad del suelo, determinada por el test de percolación y por su desnivel al encontrarse por debajo de la ubicación de la caseta.

- El test de percolación de la zona de infiltración debe registrar tiempos menores a 12 minutos.

La UBS-TSM debe contemplar los siguientes componentes: a) Caseta; b) Aparato sanitario; c) Tubo de ventilación; d) Red de recolección; e) Caja de registro; f) Biodigestor; g) Caja de lodos y h) Pozo de absorción (MVCS, 2012).

a) Caseta. Ambiente que alberga los aparatos sanitarios y permite el uso de los servicios de forma segura, privada y cómoda a los usuarios, puede ser construido en mampostería, madera, adobe o material prefabricado (MVCS, 2018).

La caseta debe reunir ciertos requisitos deseables como el tamaño, la ventilación, iluminación y facilidad de limpieza. El área interior que ocupa la caseta será de un 1 m² como mínimo, debiendo tener un ancho mínimo de 0.85 m. el alto de la caseta no debe ser menor a 1.90 m y el ancho de la puerta no menor de 0.60 m. En los lugares donde llueve, será necesario que el techo tenga una inclinación mayor al 10% y tener un voladizo alrededor de la caseta de por lo menos 0.10 m. Para iluminación y ventilación de la caseta deberá contar con ventanas altas cuyas dimensiones no deben afectar la privacidad del usuario (CEPIS, 2005).

b) Tanque séptico mejorado. Es fabricado de material prefabricado, resistente e impermeable, y se encuentra diseñado en base a la Norma IS.020 Tanque Séptico, permite la retención y la digestión de las excretas y su transformación en líquidos, separa la parte líquida de las aguas residuales para luego de un tratamiento eliminarlos por infiltración. La UBS que se conecta al tanque séptico mejorado incluye: inodoro, ducha y lavadero multiusos.

La caseta puede construirse en mampostería o ser prefabricada y de requerirse una mejor calidad del agua residual puede complementarse con un tratamiento posterior (MVCS, 2018).

c) Sistemas complementarios para la disposición final de líquidos. Los efluentes que generan las UBS, deben ser dispuestos adecuadamente en el suelo a través de un proceso de infiltración, para su diseño debe analizarse previamente la capacidad del suelo para infiltrar líquidos, es por ello, que debe aplicarse el Test de Percolación, descrito en la Norma IS.020 de Tanques Sépticos, de forma obligatoria para todo proyecto de saneamiento rural. En el caso de requerirse aprovechar el efluente para riego de zonas agrícolas o no pueda infiltrarse el agua residual tratada por existir un nivel freático cercano al suelo, debe realizarse un tratamiento adicional con un Humedal para mejorar la calidad del agua residual (MVCS, 2018).

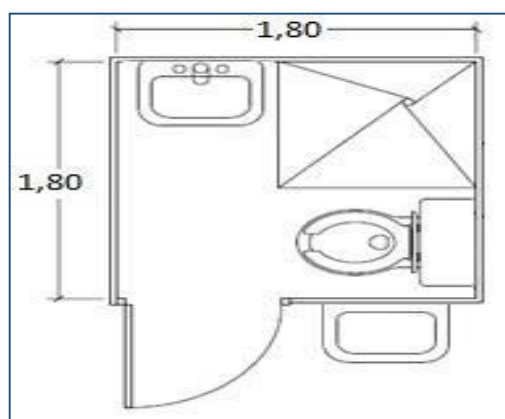


Figura 1. Vista de planta del UBS-TSM
Fuente: RM N°192-2018-VIVENDA

2.2.10 La metodología Siras

La metodología SIRAS nace en Cajamarca, CARE Perú a través del Proyecto Piloto para Fortalecer la Gestión Regional y Local en Agua y Saneamiento en el Marco de la Descentralización – PROPILAS con el apoyo técnico y financiero de la Cooperación Suiza en su periodo de (2002-2008), proceso y valido un sistema de información en agua y saneamiento, denominado el Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento – SIRAS que interpreta un grupo de métodos unidos y que varios representantes establecen bajo la autoridad de DRVCS, con la finalidad de acopiar, consolidar, procesar, investigar y proporcionar información real sobre agua y saneamiento a nivel local.

En la actualidad, el SIRAS esta siendo administrado por la Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento habiéndose actualizado el software informático y diseñado en estructura web para un principal uso y funcion. (SIRAS, 2010, p.3).

2.2.11 Criterios de evaluacion de los sistemas.

La metodología SIRAS nos indica la determinación de los sistemas a través de la formación del nivel de sostenibilidad, extraido de la cuantificación de 3 factores:

- El estado del sistema con un peso de 50%.
- La gestión de los servicios con un peso de 25%.
- La operación y mantenimiento con un peso de 25%.

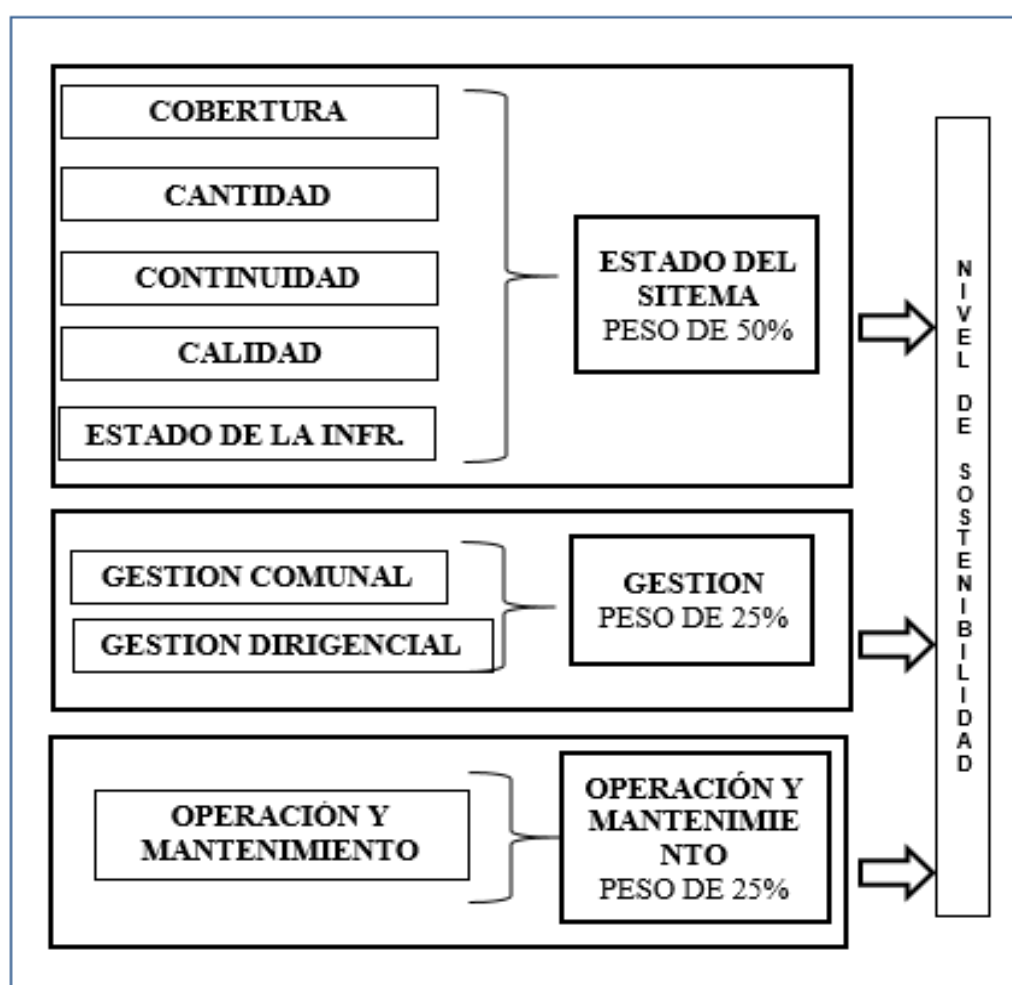


Figura 2. Criterios de evaluación según método SIRAS
Fuente: Compendio SIRAS – 2010

Para la evaluación del nivel de sostenibilidad se usa la siguiente fórmula:

$$\text{NIVEL DE SOSTENIBILIDAD} = \frac{(\text{ESX2}) + G + O y M}{4} \quad (1)$$

Donde:

ES = Estado del sistema (infraestructura)

G = Gestión

O y M = Operación y mantenimiento

Tabla 1.

Calificación de la sostenibilidad de los sistemas de agua.

Estado	Calificación	Puntaje	
Bueno	Sostenible	3.51 – 4	
Regular	Medianamente sostenible	2.51 – 3.50	
Malo	No sostenible	1.51 – 2.50	
Muy malo	Colapsado	1 – 1.50	

Fuente: Compendio SIRAS – 2010

2.3 Marco conceptual.

Agua potable. Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano. (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

Agua subterránea. Agua localizada en el subsuelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción. (Norma OS.010 captación y Conducción de Agua Para Consumo Humano, 2006).

Acuífero. Estrato subterráneo saturado de agua del cual esta fluye fácilmente. (Norma OS.010 captación y Conducción de Agua Para Consumo Humano, 2006).

Biodigestor autolimpiable. Es un sistema que funciona en condiciones anaeróbicas que transforma las excretas en materia orgánica. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2013).

Caudal máximo diario. Caudal mas alto en un dia, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, perdidas, etc. (Norma OS.010 captación y Conducción de Agua Para Consumo Humano, 2006).

Cloro residual libre. Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento. (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

Caja de registro. Es un dispositivo que permite la inspección de la tubería de desagüe y por la cual puede desatorarse la tubería si así fuese necesario. Debe ubicarse entre la caseta y el biodigestor, cuando exista una distancia mayor a 15 metros o cuando deba salvarse un desnivel pronunciado, puede ser construida en el lugar o ser prefabricada. La parte superior de la caja de registro debe quedar a 3 cm por encima del nivel del terreno para permitir su rápida ubicación y las actividades de mantenimiento (MVCS, 2018).

Caja de lodos. Permite el acceso a la válvula para la purga de lodos tratados en el biodigestor, para su posterior filtración en el suelo, se realizará el mantenimiento cada 12 a 18 meses, puede ser construido en mampostería o prefabricado. Su diseño debe permitir la filtración lateral y por fondo del lodo digerido (MVCS, 2018).

Cloracion. Aplicación de cloro (gas licuado) o compuestos de cloro (hipocloritos) al agua cruda con el propósito de desinfectarla” (SUNASS, 2004).

Hipoclorador. Es un tanque pequeño que se construye generalmente encima del tanque de almacenamiento en el cual se introduce la solución madre de cloro, la cual se utilizará para desinfectar el agua contenida en el tanque. (Ordóñez, 2002).

Línea de aducción. La línea de aducción transporta el agua desde el reservorio de almacenamiento hasta el inicio de la red de distribución. (Pittman, 1997).

Línea de conducción. Es la tubería que conduce el agua empleando solo la energía de la gravedad hasta el reservorio. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2013).

Organización comunal. Son juntas administradoras de servicios de saneamiento, asociación, comité u otra forma de organización, elegidas voluntariamente por la comunidad constituidas con el propósito de administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento. (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

Pozo de absorción. Hoyo profundo realizado en la tierra para infiltrar el agua residual sedimentada en el biodigestor. Los pozos de absorción podrán usarse cuando no se cuente con área suficiente para la instalación de zanjas de percolación o cuando el suelo sea impermeable dentro del primer metro de profundidad, existiendo estratos favorables a la infiltración (MVCS, 2012).

Reservorio. Estructura que permite el almacenamiento del agua potable para garantizar el abastecimiento a la red de distribución y mantener una adecuada presión de servicio. (SUNASS, 2000).

Red de distribución de agua. Es el conjunto de tuberías, válvulas y accesorios que distribuyen el agua potable (SUNASS, 2000).

Saneamiento básico. Saneamiento básico es la tecnología de más bajo costo que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales y tener un medio ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios. (RNE, 2014).

Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano. Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua. (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010).

UBS – Unidad básica de saneamiento. Conjunto de componentes que permiten brindar el acceso a agua potable y la disposición sanitaria de excretas a una familia, el diseño final dependerá de la opción tecnológica no convencional seleccionada. (Norma Resolución Ministerial N°192-2018-Vivienda, 2018).

2.4 Bases legales.

Las normas que se rigen a los sistemas de agua potable y saneamiento básico rural que actualmente la SUNASS tendrá que intervenir en zonas urbanas y rurales.

- R.M N°192 – 2018 -Vivienda, resolución ministerial que aprueba la Norma Técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.
- R.M N°189-2017-Vivienda, modifican la formulación de programas de agua y saneamiento para centros poblados rurales.
- DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- DS N°011-2006-Vivienda, Aprueba 66 Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE.
- RNE- Reglamento Nacional de Edificaciones (Obras de Saneamiento e Instalaciones Sanitarias).
- R J N° 007-2015-ANA (uso de agua y autorización de ejecución de obras en fuentes naturales de agua).

Capítulo III

Metodología de investigación.

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general.

El sistema de agua potable, saneamiento básico influye en nivel de sostenibilidad de localidad de Concacha - distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019.

3.1.2 Hipótesis específicas:

1. El puntaje del estado del sistema de agua potable, saneamiento básico influye en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha - distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019.
2. El puntaje de gestión de los servicios del sistema agua potable, saneamiento básico influye en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha - distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019.
3. El puntaje de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable, saneamiento básico influye en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha - distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019.

3.2 Método

El método aplicado es de enfoque cuantitativo porque usa la recolección de datos mediante encuestas que posteriormente se pueda medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de la investigación y así probar la hipótesis planteada.

Se aplica el razonamiento lógico deductivo, de lo general a lo particular (de las leyes y teoría a los datos). Porque para realizarla se parte de una hipótesis general e hipótesis específica, las cuales son demostradas mediante un proceso de investigación.

3.3 Tipo de investigación.

Según su finalidad, el tipo de investigación es **básica**, también conocida como investigación fundamental, exacta o investigación pura que se ocupa del objeto de estudio, sin considerar una aplicación inmediata; pero teniendo en cuenta que, a partir de sus resultados y descubrimientos, pueden surgir nuevos productos y avances científicos. (Cívicos & Hernández, 2007)

Por lo que la investigación es de tipo básica, asimismo, será de utilidad y beneficio para cualquier proyecto de saneamiento, con el objetivo de brindar mejor calidad de vida a una población de estudio.

3.4 Nivel o alcance de investigación.

Según su finalidad, el alcance de investigación es descriptivo, porque describirá las características y propiedades o fenómenos de todos los componentes hidráulicos del sistema de agua potable y saneamiento básico con el objetivo de determinar su influencia en el nivel de sostenibilidad.

Con los estudios descriptivos, se busca especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan esta. (Hernández, 2014, p.88).

3.5 Diseño de investigación.

El diseño se podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables.

Lo que hacemos en la investigación no experimental, porque consiste en observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos (The SAGE Glossary of the Social and Behavioral Sciences, 2009).

En la investigación, se observó los fenómenos tal como son en su contexto natural, por eso, es de diseño transversal porque recolecta los datos en un solo momento.

3.6 Operacionalización de variables:

3.6.1 Variable independiente.

Sistema de agua potable y saneamiento básico.

3.6.2 Variable dependiente.

Nivel de sostenibilidad.

Tabla 2
Cuadro de variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente (X) SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO BÁSICO	Estado del sistema.	A.1) Cantidad A.2) Cobertura A.3) Continuidad A.4) Estado de infraestructura.
	Gestión de los servicios.	B.1) Abastecimiento de agua. B.2) Disposición de excretas, basura y agua gris. B.3) Aspectos de salud. B.4) Gestión
	Operación y mantenimiento.	C.1) Plan de mantenimiento. C.2) Participación de usuarios. C.3) Limpieza y desinfección. C.4) Cloración C.5) Conservación de fuente. C.6) Servicio de gasfitería. C.7) Herramientas disponibles.
Variable dependiente (Y) NIVEL DE SOSTENIBILIDAD	Sostenible Medianamente Sostenible No Sostenible Colapsado	Puntaje: 3.51 – 4 Puntaje: 2.51 – 3.50 Puntaje: 1.51 – 2.50 Puntaje: 1 – 1.50

Fuente: Elaboración propia.

3.7 Población y muestra.

3.7.1 Población de estudio.

Se tomó como población de estudio al distrito de Curahuasi que cuenta con 44 comunidades y 76 sectores con sistemas de agua potable y saneamiento básico, con una población de 16,223 personas, según el censo del 2017-INEI.

3.7.2 Muestra

Se determinó la muestra por el método probabilístico muestreo por conveniencia estableciendo, así la localidad de Concacha por ser un lugar muy visitado por turistas que vienen tanto de la ciudad de Cusco como de Abancay y que consta de dos sistemas de gravedad “Canterian “y “Chuyurnilloc” cada uno independiente y un sistema de saneamiento básico con arrastre hidráulico, con una población de 648 habitantes que en conjunto representa a 209 usuarios.



Figura 3. Vista panorámica de la muestra en estudio.

Fuente: <http://viasatelital.com/2018/07/25/mapa-satelital-de-Concacha-i-distrito-de-Curahuasi-provincia-de-Abancay-departamento-de-Apurímac-en-Perú/>

3.7.3 Unidad de análisis.

Se tiene que realizar la apreciación de la variable planteada, teniendo en cuenta tres unidades para este caso:

- Los usuarios del sistema de agua potable y saneamiento básico de la localidad de Concacha.

- La junta administradora de los servicios de saneamiento (JASS) de la localidad de Concacha.
- Los componentes de la infraestructura del sistema de la localidad de Concacha.

3.8 Técnicas e instrumentos.

En este trabajo de investigación, se usó diversas técnicas e instrumentos de aplicación para la recolección de información como: ficha de observación, formatos, grabación de audio, cámara fotográfica, ficha bibliográfica, equipo de medida de cloro residual y entre otros.

Tabla 3
Técnicas e instrumentos.

Técnica	Instrumentos
• ENCUESTA	✓ Ficha de observación ✓ Formatos N°01, N°02 y N°03
• ENTREVISTA	✓ Grabación de audio ✓ Cámara fotográfica ✓ Ficha bibliográfica ✓ Estación total
• OBSERVACIÓN	✓ GPS ✓ Equipo de medida de cloro residual

Fuente: Elaboración propia.

3.8.1 Técnicas

En opinión de Matínez Godínez, (2013) las técnicas son las estrategias empleadas para recabar la información requerida y así construir el conocimiento de lo que se investiga, mientras que el procedimiento alude a las condiciones de ejecución de la técnica.

Las técnicas más comunes que se utilizaron en el trabajo de investigación son: la encuesta, la entrevista y la observación son la recopilación de datos a través de los cuestionarios y el análisis estadístico que se obtuvieron para la evaluación de los sistemas.

La encuesta. Permite explorar la opinión y valores de una sociedad sobre los datos que se desean y al mismo tiempo obtener esa información de un número de personas.

La entrevista. Es una técnica que se fundamenta en la interrelación del ser humano en forma específica que tiene por objetivo recolectar datos para un trabajo de investigación.

La observación. Es la acción de observar y mirar detenidamente para obtener datos que necesitamos con la finalidad de conseguir información y resolver el problema de investigación.

3.8.2 Instrumentos

Son objetos o herramientas que se utilizan para la recolección de información, especialmente, se usa con las manos para realizar operaciones manuales técnicas como son grabación de audio, cámara fotográfica, equipo de medida de cloro residual, GPS entre otros que sirven para medir, controlar o registrar todo lo investigado.

3.8.3 Validación de instrumentos.

Por tanto, el trabajo de investigación se realiza con instrumentos de recolección de datos que al mismo tiempo son instrumentos de medición como son: equipo de medida de cloro residual, GPS entre otros, son instrumentos válidos, porque mide el indicador o propiedad que debe medir. Es el grado de seguridad que debe tener un instrumento y que nos permitirá lograr resultados equivalentes o iguales.

3.9 Procesamiento de la información.

Primeramente, se recogió referencia en campo utilizando los formatos N°01, N°02 y N°03, referidas a la clasificación o agrupación de datos referentes a las dimensiones que se consideran en el sistema de agua potable y saneamiento básico, según la metodología SIRAS. Los instrumentos elaborados para la recolección de información son:

Formato N° 01. Este formato será llenado directamente mediante conversación con los dirigentes y/o el operador de la junta administradora; la parte correspondiente al estado actual de los componentes y la operación de los distintos componentes que constituyen parte de la infraestructura del sistema, será mediante el método de observación.

Estado del sistema:

- A. Ubicación del sistema con 15 interrogantes.
- B. Cobertura con 1 interrogante.
- C. Cantidad con 4 interrogantes.
- D. Continuidad con 2 interrogantes.
- E. Calidad con 5 interrogantes.
- F. Estado de la infraestructura con 33 interrogantes.

Formato N° 02. Esta encuesta fue aplicada en viviendas determinadas al azar; teniendo como encuestada principal a la madre de familia o la hija mayor de 18 años. La información fue recogida a través del diálogo y la observación directa, tiene como objetivo evaluar el comportamiento familiar en cuanto a los hábitos de higiene practicadas.

Gestión de los servicios:

- A. Abastecimiento y manejo del agua con 10 preguntas.
- B. Disposición y eliminación de excretas, basuras y aguas grises con 5 preguntas.
- C. Aspectos de salud con 6 preguntas.

Formato N° 03. Esta encuesta fue aplicada mediante la entrevista a la junta administradora o comité encargado de la administración del sistema mediante el diálogo y permitió obtener la información sobre la operación y mantenimiento del mismo.

A. Operación y mantenimiento con 24 preguntas.

Con los formatos N°01, N°02 y N°03, se asigna puntajes de acuerdo a la metodología SIRAS y se evalúa (ES= 50%, G=25% y O y M=25%); de ahí, se calcula el nivel de sostenibilidad que nos dará el estado actual del sistema de agua potable y saneamiento.

Para la evaluación del nivel de sostenibilidad, se usa la siguiente fórmula:

$$\text{NIVEL DE SOSTENIBILIDAD} = \frac{(ES \times 2) + G + O + M}{4} \quad \dots(1)$$

Donde:

ES = Estado del sistema (infraestructura).

G = Gestión

O y M = Operación y mantenimiento.

3.10 Procesamiento y análisis de datos.

3.10.1 Ubicación del área de estudio.

Mapa político del Perú.



Ubicación regional.



Ubicación provincial.



Localidad Concacha.



a) Ubicación

Tabla 4

Ubicación de Concacha.

Región	Provincia	Distrito	Localidad
Apurímac	Abancay	Curahuasi	Concacha

Fuente: Elaboración propia.

b) Coordenadas UTM.

Tabla 5

Coordenadas UTM de Concacha.

Localidad	Coordenada UTM		Cota
	Este	Norte	
Concacha	738566.54	8500903.54	3537

Fuente: Elaboración propia.

c) Población

Tabla 6

Censos de población de Concacha.

Censos	Población Total	Fuente
2013	609	Consortio CONHIDRA HIDRA
2017	625	https://www.inei.gob.pe .
2019	648	Encuesta realizada

Fuente: Elaboración propia

d) Vías de acceso.

La localidad de Concacha se articula con la provincia de Abancay y el distrito de Curahuasi que mueven la economía de las familias campesinas a través de la siguiente vía:

Tabla 6.

Censos de población de Concacha.

Tramo	Longitud	Horas de recorrido	Tipo de vía
Abancay-Concacha	42.00 km	1 hora	Asfaltada
Curahuasi - Concacha	27.32 km	1 hora	Asfaltada

Fuente: Elaboración propia.

e) Estudio socioeconómico.

El estudio socioeconómico trata de determinar si el bienestar de la localidad de Concacha aumenta o disminuye con el proyecto. Si la situación con proyecto, se prevé que la localidad de Concacha alcanza un mayor bienestar que en la situación sin proyecto, por lo que es un beneficio que el proyecto se encuentre en estado ejecutado.

Tabla 8

Ingresos y egresos socioeconómicos por año con proyecto.

Año	Ingresos	Egresos	Flujo efectivo
2014	3965.00	753.40	3211.60
2015	3779.00	3061.20	717.80
2016	3569.00	2330.50	1238.50
2017	3366.00	2892.40	473.60
2018	6961.00	3953.90	3007.10
2019	4984.50	4774.90	209.60
		Total	8858.20

Fuente: Libro de contabilidad de la JASS.

3.10.2 Cálculo del nivel de sostenibilidad.

3.10.2.1 Estado del sistema (s)

En la actualidad, la localidad de Concacha está constituida por dos sistemas de agua potable “Canterian y “Chuyurnilloc” en cada una de ellas existen 95 y 105 usuarios y/o familias, respectivamente, de acuerdo a la encuesta realizada en el año 2019 que fueron compatibilizadas y aprobadas por la Junta Administradora del Sistema de Saneamiento – JASS.

• Cobertura del servicio de agua potable V1-1.

Para determinar la dimensión de la cobertura para los dos sistemas, se hizo una comparación entre el resultado de N° de personas atendibles y el N° de personas atendidas y que posteriormente se establecerá su puntuación establecida por la metodología SIRAS. La primera dimensión “cobertura” constituye de una interrogante P16.1 y se utilizó la siguiente fórmula:

Captación de “Canterian”

Nº de personas atendibles: $Cob = \frac{P17 \times 86400}{D}$

$$Cob = \frac{0.96 \times 86400}{80} = 1036 \text{ personas (A)}$$

Nº de personas atendidas: $P16.1 \times P9$

$$= 95 \times 3.24 = 307 \text{ personas (B)}$$

Como $A > B$, entonces corresponde 4 puntos.

Captación de “Chuyurnilloc”

Nº de personas atendibles: $Cob = \frac{P17 \times 86400}{D}$

$$Cob = \frac{1.46 \times 86400}{80} = 1576 \text{ personas (A)}$$

Nº de personas atendidas: $P16.1 \times P9$

$$= 105 \times 3.24 + 34 + 109 + 146 = 629 \text{ personas}$$

Cantidad de alumnos del nivel inicial = 34 personas.

Cantidad de alumnos del nivel primario = 109 personas
cantidad de alumnos del nivel secundario = 146 personas

La cantidad de personas atendidas es de 629 personas **(B)**.

Donde:

P17: Caudal de la fuente en época de sequía en Lt/se

D: Dotación de agua. MVCS es de 80 Lt/persona/día con arrastre hidráulico.

P16.1: Número de familias que se benefician con el agua potable.

P9: Promedio de integrantes por familia según el INEI – 2007

Como $A > B$, entonces corresponde 4 puntos.

∴ El promedio de puntaje de los 2 sistemas = 4 puntos.

- **Cobertura en saneamiento básico V1-2:**

Para determinar la dimensión de la cobertura de saneamiento de los dos sistemas, se hizo una comparación entre el número de familias con saneamiento básico y el número total de **familias** de la localidad de Concacha, establecida en porcentajes y que posteriormente se establecerá su puntuación establecida por la metodología SIRAS. Para el cálculo de cobertura consta de las preguntas 16.2 y 16.3 y se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% Cob = \frac{P16.2}{P16.3} \times 100$$

$$\% Cob = \frac{200}{200} \times 100$$

$$\% Cob = 100\%$$

Donde:

P16.2: Número de familias con saneamiento básico.

P16.3: Número de familias total en la localidad.

$100\% < \% Cob \leq 80\%$, entonces corresponde 4 puntos.

El cálculo final de “Cobertura del Sistema” estaría dado por:

$$Cobertura = \frac{V1 - 1 + V1 - 2}{2}$$

..... (2)

$$Cobertura = \frac{4+4}{2} = 4 \text{ puntos} = V1$$

- **Cantidad de agua (V2):**

Para determinar la dimensión de la cantidad para los dos sistemas, se hará una comparación entre el resultado de volumen ofertado y el volumen demandado y que posteriormente se establecerá su puntuación establecida por la metodología SIRAS. Para el cálculo de cantidad de agua, se hará uso de 4 preguntas P17 – P20.

Captación de “Canterian”

Volumen ofertado= P17 x 86400

$$= 0.96 \times 86400$$

$$= 82,944 \text{ lt}$$

Volumen demandado= P18 x P9 x D x 1.3

$$= 95 \times 3.24 \times 80 \times 1.3$$

$$= 32011.20 \text{ lt}$$

Volumen ofertado > Volumen demandado

Puntaje = 4 puntos

Captación de “Chuyurnilloc”

Volumen ofertado= P17 x 86400

$$= 1.46 \times 86400$$

$$= 126,144 \text{ lt}$$

Volumen demandado= P18 x P9 x D x 1.3

$$= 105 \times 3.24 \times 80 \times 1.3$$

$$= 35380.80 \text{ lt}$$

Volumen ofertado > Volumen demandado

Puntaje = 4 puntos

Donde:

D: Dotación

P18: Número de conexiones domiciliarias.

P 9: Promedio de integrantes por familia según INEI – 2007.

P16: Número de familias que se benefician con el agua potable.

P17: Caudal de la fuente en época de sequía en l/s.

El cálculo final de “cantidad del agua” estaría dado por el promedio de puntaje de los dos sistemas:

$$\text{Cantidad} = \frac{4+4}{2} = 4 = V2 \quad \dots (3)$$

∴ Promedio de puntaje de las dos captaciones = 4 puntos = V2

- **Continuidad del servicio V3:**

Para determinar la dimensión de la continuidad del servicio, se verificó si el recurso hídrico es permanente durante las 24 horas del día y durante los 365 días del año y que posteriormente se estableció su puntuación establecida por la metodología SIRAS.

Para el cálculo de continuidad del servicio, se hizo uso de preguntas P21 y P22.

P21.a = El caudal de la captación “Canterian” es permanente: 4 puntos.

P21.b = El caudal de la captación “Chuyurnilloc” es permanente: 4 puntos.

Continuidad durante 24 h = $\frac{4+4}{2} = 4$ puntos

P22.a= Todo el día durante todo el año - captación “Canterian”: 4 puntos.

P22.b= Todo el día durante todo el año - captación “Chuyurnilloc”: 4 puntos.

Continuidad durante 365 d = $\frac{4+4}{2} = 4$ puntos

$$\text{Continuidad} = \frac{4+4}{2} = 4 \text{ puntos} \quad \dots (4)$$

Continuidad del servicio= 4 puntos= V3

- **Calidad del agua V4.**

Para determinar la dimensión de la calidad de agua, se hizo la evaluación en los dos reservorios de los dos sistemas para ver si se hace un adecuado tratamiento del recurso hídrico y si existe o no una supervisión de la entidad competente en el análisis de la calidad de agua.

Para el cálculo de calidad del agua de las dos captaciones, se hizo uso de las preguntas P23 -P27.

$$\text{Calidad} = \frac{P23+P24+P25+P26+P27}{5} \dots (5)$$

$$\text{Calidad} = \frac{4+3+4+4+4}{5} = 3.8 \text{ puntos}$$

Donde:

P23: Ponen el cloro del agua en forma periódica.

P24: Tiene bajo cloro residual.

P25: El agua que toman es clara.

P26: Se realiza el análisis bacteriológico en los últimos meses.

P27: El MINSA supervisa la calidad de agua.

Calidad del agua= 3.8 puntos = V4

- **Estado de infraestructura V5.**

Para determinar la quinta dimensión estado de infraestructura, se verificó mediante el método de la observación en qué condiciones se encuentra los componentes hidráulicos de los dos sistemas de gravedad sin tratamiento, así como también si existen o no los accesorios adecuados para cada uno de ellos.

a) Captación “Canterian” y “Chuyurnilloc”.

Se evaluará mediante el método de la observación en qué condiciones se encuentra la captación “Canterian” y “Chuyurnilloc”, así como también si existen o no los accesorios adecuados para cada uno de ellos establecidas en la metodología SIRAS. Consta de P28 – P30 preguntas:

P28: El sistema tiene dos captaciones.

P29: El cerco perimétrico de las dos captaciones se encuentra en buen estado lo cual indica 4 puntos.

P30: Llenar el cuadro de estado actual de la estructura.

P30.1: Estado de las válvulas.

$$P30.1. a = \frac{4+4}{2} = 4 \text{ puntos (Captación - Canterian)}$$

$$P30.1. b = \frac{4+4}{2} = 4 \text{ puntos (Captación - Chuyurnilloc)}$$

$$\textbf{Estado de valvulas} = \frac{4+4}{2} = \textbf{4 puntos} \quad \text{..... (6)}$$

Estado de válvulas = 4 puntos

P30.2: Estado de tapas sanitarias

$$P30.2 = \frac{\text{Puntaje de la tapa} + \text{puntaje del seguro}}{2}$$

$$P30.2a = \frac{4+1}{2} + \frac{4+1}{2} = 2.5 \text{ puntos - Captación "Canterian"}$$

$$P30.2b = \frac{4+1}{2} + \frac{4+1}{2} = 2.5 \text{ puntos - Captación "Chuyurnilloc"}$$

$$\textbf{Puntaje total de las tapas} = \frac{2.5+2.5}{2} = \textbf{2.5 puntos} \quad \text{..... (7)}$$

P30.3: Estado de la estructura estable, por lo tanto, 4 puntos.

P30.4: Puntaje de los accesorios está dado por:

P30.4a: Canastilla = 4 puntos – captación “Canterian”

Canastilla = 4 puntos - captación “Chuyurnilloc”

$$\text{Puntaje total de canastilla} = \frac{4+4}{2} = 4 \text{ puntos}$$

$$\textbf{Puntaje de canastilla} = \textbf{4 puntos} \quad \text{..... (8)}$$

P30.4b: T. limpia y rebose= 4 puntos - captación “Canterian”

T. limpia y rebose = 4 puntos - captación “Chuyurnilloc”

$$\text{puntaje T. limpia y rebose} = \frac{4+4}{2} = 4 \text{ puntos}$$

$$\textbf{Puntaje T. limpia y rebose} = \textbf{4 puntos} \quad \text{..... (9)}$$

P30.4c: En las dos captaciones, no existe dado de protección por lo tanto promedio de puntaje fue de: 1 punto.

$$\textbf{Puntaje de accesorios} = \frac{4+4+1}{3} = \textbf{3 puntos} \quad \text{..... (10)}$$

$$P30 = \frac{P30.1 + P30.2 + P30.3 + P30.4}{4}$$

$$P30 = \frac{4 + 2.5 + 4 + 3}{4} = 3.38 \text{ punto}$$

$$\text{Captación} = \frac{P29 + P30}{2} = \frac{4 + 3.38}{2} = 3.69 \text{ puntos} \quad \dots (11)$$

b) Cámara de la válvula reductora de presión.

Consta de de P34 – P39 preguntas:

P36: Cerco perimétrico se determinará con el promedio de los 12 componentes:

$$P36 = \frac{\sum_{n=1}^{12} N}{P35} = \frac{1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1}{12} = 1 \text{ Punto}$$

Donde:

P35: Número de válvulas reductora de presión: 12

P37: Dado por 3 componentes: se determinará con el promedio de los tres accesorios tapa, estructura y accesorios de los 12 componentes.

P37.1: El puntaje de la tapa sanitaria de la VRP

$$P37.1 = \frac{(PUNTAJE \text{ DE TAPA} + PUNTAJE \text{ DE SEGURO})}{2}$$

$$P37.1 = \frac{4+1}{2}, \frac{4+1}{2} = 2.5 \text{ puntos}$$

P37.2: Estado de la Estructura estable: 4 puntos.

P37.3: El puntaje de accesorios está dado por:

P37.3a: Válvula reductora de presión: 4 puntos

$$P37 = \frac{P37.1 + P37.2 + P37.3}{3}$$

$$P37 = \frac{2.5 + 4 + 4}{3} = 3.5 \text{ puntos}$$

Nota: se hizo evaluación para las 12 válvulas reductoras de presión.

$$\text{VRP} = \frac{P36 + P37}{2} = \frac{1 + 3.5}{2} = 2.25 \text{ puntos} \quad \dots (12)$$

c) Cámara de la válvula de control.

Consta de de P34 – P39 preguntas:

P36: Cerco perimétrico: se determinará con el promedio de los 19 componentes.

$$P36 = \frac{\sum_{n=1}^{12} N}{P35} = \frac{1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1}{19} = 1 \text{ punto}$$

Donde:

P35: Número de válvulas de control: 19

P37: Dado por 3 componentes: se determinará con el promedio de los tres accesorios tapa, estructura y accesorios de los 19 componentes.

P37.1: El puntaje de la tapa sanitaria de la VC

$$P37.1. = \frac{(PUNTAJE DE TAPA + PUNTAJE DE SEGURO)}{2}$$

$$P37.1. = \frac{4+1}{2}, \frac{4+1}{2} = 2.5 \text{ puntos}$$

P37.2: Estado de la estructura estable: 4 puntos.

P37.3: El puntaje de los accesorios está dado por:

P37.3a: Válvula de control: 4 puntos

$$P37 = \frac{P37.1 + P37.2 + P37.3}{3}$$

$$P37 = \frac{2.5 + 4 + 4}{3} = 3.5 \text{ puntos}$$

Nota: se hizo evaluación para las 19 válvulas de control.

$$VC = \frac{P36 + P37}{2} = \frac{1 + 3.5}{2} = 2.25 \text{ puntos} \quad \dots (13)$$

d) Línea de conducción.

Consta de P40-P43 preguntas:

P41: La tubería está enterrado en forma parcial de las dos captaciones, por lo tanto, el promedio de puntaje es de 3 puntos.

Línea de conducción = 3 puntos (14)

e) **Reservorio de la captación de “Canterian “y “Chuyurnilloc”:**

Consta de P47 – P49 preguntas:

P48: Los dos reservorios tiene cerco perimétrico cerco perimétrico: 4 puntos

P49: Está dado por el promedio 15 componentes descritos a continuación:

Reservorio del SGST “Canterian”:

$$P49.1a = \frac{(PUNTAJE DE TAPA + PUNTAJE DE SEGURO)}{2} = \frac{4+1}{2} = 2.5$$

$$P49.1b = \frac{(PUNTAJE DE TAPA + PUNTAJE DE SEGURO)}{2} = \frac{4+1}{2} = 2.5$$

$$P49.1 = \frac{P49.1a + P49.1b}{2} = \frac{2.5 + 2.5}{2} = 2.5 \text{ puntos}$$

Reservorio del SGST “Chuyurnilloc”:

$$P49.1a = \frac{(PUNTAJE DE TAPA + PUNTAJE DE SEGURO)}{2} = \frac{4+1}{2} = 2.5$$

$$P49.1b = \frac{(PUNTAJE DE TAPA + PUNTAJE DE SEGURO)}{2} = \frac{4+1}{2} = 2.5$$

$$P49.1 = \frac{P49.1a + P49.1b}{2} = \frac{2.5 + 2.5}{2} = 2.5 \text{ puntos}$$

Promedio de los dos reservorios = 2.5 puntos

P49.2: Los reservorios se encuentran estables, por lo tanto, el promedio de puntaje es de: 4 puntos

P49.3: La caja de válvulas de los dos reservorios están estables, por lo tanto, el promedio de puntaje: 4 puntos

P49.4: Canastilla de los dos reservorios en buen estado: promedio de puntaje es 4 puntos.

P49.5: Tubería de limpia y rebose de los dos reservorios se encuentra en buen estado: 4 puntos.

P49.6: Los dos reservorios cuentan con tubería de ventilación: 4 puntos.

P49.7: Los dos reservorios cuentan con hipoclorador: 4 puntos.

P49.8: Los dos reservorios no cuentan válvula flotadora: 1 punto.

P49.9: Válvula de entrada de los dos reservorios se encuentran en buen estado: 4 puntos.

P49.10: Válvula de salida de los dos reservorios se encuentran en buen estado: 4 puntos.

P49.11: Los dos reservorios cuentan con válvula de desagüe: 4 puntos.

P49.12: Los dos reservorios. no cuentan con nivel estático: 1 punto.

P49.13: Los dos reservorios no tienen dado de protección: 1 punto.

P49.14: Los dos reservorios tienen cloración por goteo: 4 puntos.

P49.15: Los dos reservorios cuentan con grifo de desagüe: 4 puntos

$$P49 = \frac{\sum P49.1 \text{ A } P49.15}{15}$$

$$P49 = \frac{2.5+4+4+4+4+4+4+1+4+4+4+1+1+4+4}{15} = 3.3 \text{ puntos}$$

$$\text{RESERVORIO} = \frac{P48+P49}{2} = \frac{4+3.3}{2} = 3.65 \text{ puntos} \quad \dots (15)$$

f) Línea de aducción y red de distribución de los S.G.S.T “Canterian” y

“Chuyurnilloc”.

Consta de P50 – P52 preguntas:

P50: La tubería se encuentra cubierta en su totalidad en los dos sistemas, por lo tanto,

se estableció un puntaje 4 puntos. (16)

g) Válvulas:

Se tiene solo la pregunta P53

A: Tiene dos válvulas de purga en buen estado: 4 puntos (17)

h) Piletas domiciliarias de los dos S.G.S.T “Canterian” y “Chuyurnilloc”

Consta de la pregunta P59:

P59.1= Estado de pedestal.

$$P59.1 = \frac{\sum CASA 01 \text{ A } CASA 209}{31}$$

$$P59.1 = \frac{(208*4)+(1*1)}{209} = 3.99 \text{ puntos.}$$

P59.2= Estado de válvulas.

$$P59.2 = \frac{\sum CASA\ 01\ A\ CASA\ 209}{209}$$

$$P59.2 = \frac{(206*4)+(2*3)}{209} = 3.97 \text{ puntos}$$

P59.3= Estado de grifo

$$P59.3 = \frac{\sum CASA\ 01\ A\ CASA\ 209}{209}$$

$$P59.3 = \frac{167*4+38*2+4*1}{209} = 3.58 \text{ puntos}$$

$$\text{Pileta domiciliaria} = \frac{P59.1+P59.2+P59.3}{3} \quad \dots (18)$$

$$P.D = \frac{3.99+3.97+3.58}{3} = 3.85 \text{ puntos}$$

i) UBS con biodigestor, pozo percolación y pozo de lodos.

La evaluación se realizó a las 200 familias y 09 instituciones públicas que cuentan con UBS con biodigestor pozo de percolación y pozo de lodos.

Consta del ítem P60: la evaluación de la UBS se realizó con la siguiente pregunta:

Donde:

P60.1: De los 209 UBS la puerta metálica se encuentra en buen estado.

P60.2: De los 207 UBS la cobertura con teja andina se encuentra en buen estado, 2 se encuentra en mal estado.

P60.3: De los 204 UBS los muros y revoques en buen estado en 4 estado regular y 1 en mal estado.

P60.4: De los 204 UBS la estructura en buen estado ,4 en estado regular y 1 en mal estado.

P60.5: De los 183 UBS los inodoros en buen estado, 19 en estado regular y 7 en mal estado.

P60.6: De los 172 UBS la ducha en buen estado, 21 en estado regular: y 16 en mal estado.

P60.7: De los 183 UBS las válvula y accesorios en buen estado, 22 en estado regular y 4 en mal estado.

P60.8: De los 171 UBS los lavaderos multiuso en buen estado, 20 en estado regular y 18 en mal estado.

P60.9: De los 201 UBS la cámara repartidora en buen estado, 7 en estado regular, 1 en mal estado.

P60.10: 200 pozos de lodos en buen estado, 8 en estado regular y 1 en mal estado.

P60.11: 190 pozos de percolación en buen estado, 8 en estado regular y 11 en mal estado.

P60.12: 190 biodigestores en buen estado, 8 en estado regular y 1 en mal estado.

$$UBS = \frac{\sum de UBS01 A UBS 209}{209} = 3.87 \text{ puntos} \quad \dots (19)$$

La evaluación final para la quinta variable (v5) del estado de la infraestructura, es el promedio de las otras que tienen puntaje, siguiendo la tabla de puntajes.

$$V5 = \frac{(1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7)+(8)+(9)+(10)+(11)+(12)}{12}$$

$$V5 = \frac{3.69+2.25+2.25+3+3.65+4+4+3.85+3.87}{9} = 3.39 \text{ puntaje} \quad \dots (20)$$

V 5= 3.39 puntaje

El puntaje del primer factor: **estado del sistema** – es está dado por el promedio de las cinco variables determinantes

- 1) COBERTURA = V1 = 4 puntaje
- 2) CANTIDAD = V2 = 4 puntaje
- 3) CONTINUIDAD = V3 = 4 puntaje
- 4) CALIDAD = V4 = 3.8 puntaje
- 5) INFRAESTRUCTURA = V5 = 3.39 puntaje

$$ES = \frac{V1+V2+V3+V4+V5}{5} = \frac{4+4+4+3.8+3.39}{5} = 3.84 \text{ puntaje} \quad \dots (21)$$

ES = 3.84 puntaje

3.10.2.2 Gestión de los Servicios (G)

a) Disposición de excretas, basuras y agua grises.

Para la evaluación de este factor se hizo la encuesta a la madre de familia lo cual se dio a través del dialogo y la observación directa.

Sistema de gravedad sin tratamiento “Canterian”.

Consta de P70 – P74 preguntas.

Donde:

P70: Disposición de excretas en UBS: 4 puntos.

P73: Eliminación de basura en tachos de basura: 3.85 puntos.

P74: Eliminación de agua usada en pozo séptico: 3.01 puntos.

Nota: La encuesta sobre gestión de los servicios se realizó a los 97 Familias del servicio de agua potable y saneamiento.

$$PDE(1) = \frac{4+3.85+3.01}{3} = 3.62 \text{ puntos}$$

Sistema de gravedad sin tratamiento “Chuyurnilloc”

Consta de preguntas P70 – P74

Donde:

P70: Disposición de excretas en UBS: 4 puntos.

P73: Eliminación de basura en tachos de basura: 3.76 puntos.

P74: Eliminación de agua usada en pozo séptico: 3.86 puntos.

Nota: La encuesta sobre gestión de los servicios se realizó a los 112 usuarios del servicio de agua potable y saneamiento.

$$PDE(2) = \frac{4+3.76+3.86}{3} = 3.87 \text{ puntos.}$$

$$\text{Promedio de PDE} = \frac{3.62+3.87}{2} = 3.75 \text{ puntos} \quad \dots (22)$$

a) Gestión de la administración.

Esta encuesta se aplicó en una asamblea al comité encargado de la administración del sistema de agua potable - JASS, mediante el dialogo.

Consta de P81 – P95 preguntas:

P81: El responsable de la administración del servicio de agua potable es el JASS reconocida: 4 puntos.

P83: El expediente técnico lo tiene la JASS: 4 puntos.

P84: Instrumentos de gestión que usan son 5: 4 puntos.

P85: El número de usuarios que existe en el padrón es igual al número de familias que se benefician con el sistema: 4 puntos.

P86: Existe una cuota familiar: 4 puntos.

P87: La cuota es de S/. 3.00 (Tres soles): 3 puntos.

P88: Los que no pagan la cuota.

Q: Usuario que no paga cuota familiar.

P16: Número de usuarios.

$$P88 = \frac{Q}{P16} \times 100 = \frac{16}{209} \times 100 = 7.66\%$$

Como esta 0% - 10% entonces tiene: 4 puntos.

P89: La directiva se junta 3 veces al año: 4 puntos.

P90: Cada dos años cambia la directiva: 4 puntos.

P91: El proyecto escoge el modelo de pileta: 2 puntos.

P92: Una sola mujer participa en la directiva: 3 puntos.

P93: Si han recibido cursos de capacitación: 4 puntos.

P94: Han recibido los cursos de capacitación

$$P94: \frac{A+B+C+D+F+G+H}{7} = \frac{4+4+4+4+4+4+4}{7} = 4 \text{ puntos}$$

Donde: A, B, C, D, F, G Y H: son los miembros del JASS.

P95: Se efectuo nuevas inversiones: 4 puntos.

El puntaje del segundo factor: **Gestión** – G está dado por el promedio de las interrogantes calificadas.

$$G = \frac{PDE+P81+P83+P84+P85+P86+P87+P88+P89+P90+P91+P92+P93+P94+P95}{15}$$

$$G = \frac{3.75+4+4+4+4+4+4+3+4+4+4+2+3+4+4+4}{15}$$

G = 3.72 PUNTOS

.... (23)

3.10.2.3 Operación y mantenimiento (O y M).

Consta de P97 – P104 preguntas:

P97: Existe un plan de mantenimiento y se cumple a veces: 3 puntos.

P98: El usuario participa en el plan de manteimiento.4 puntos.

P99: La limpieza y desinfección se realiza dos veces al año: 2 puntos.

P100: Cloración entre 15 y 30 días: 4 puntos.

P101: Se practica la conservación de vegetación en captación: 4 puntos.

P102: El gasfitero se encarga de los trabajos de gasfitería: 4 puntos.

P103: Tiene remuneración el gasfitero: 4 puntos.

P104: El sistema cuenta con algunas herramientas: 3 puntos.

El puntaje del tercer factor: **Operación y mantenimiento** – O y M está dado por el promedio de las preguntas:

$$OyM = \frac{P97+P98+P99+P100+P101+P102+P103+P104}{8}$$

..... (24)

$$O y M = \frac{3+4+2+4+4+4+4+3}{8}$$

O y M = 3.50 puntos

El nivel de sostenibilidad será calculado de acuerdo a los puntajes adquiridos en los factores estimados:

- 1) Estado del sistema.....(ES=3.84)
- 2) Gestión.....(G=3.72)
- 3) Operación y mantenimiento.....(O y M=3.50)

$$\text{Nivel de sostenibilidad} = \frac{(ES*2)+G+OyM}{4}$$

$$\text{Nvel de sostenibilidad} = \frac{(3.84*2)+3.72+3.50}{4} = \mathbf{3.73} \quad \text{..... (25)}$$

Se realizó todos los procedimientos establecidos por la metodología SIRAS, determinando así los parámetros técnicos y económicos del sistema de agua potable y saneamiento básico. Estado del sistema: 3.84, Gestión de los servicios: 3.72, Operación y mantenimiento: 3.50 y su influencia en un 48%, 23.25% y 21.88% en la determinacion del nivel de sostenibilidad.

Seguidamente se determinó el nivel de sostenibilidad de acuerdo a la metodología SIRAS, resultando de esta manera 3.73. Los parámetros del estado del sistema, gestión, operación y mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento básico influyen en la determinación del nivel de sostenibilidad en un 93.13%.

3.10.3 Cálculo de aforo de las captaciones mediante el método volumétrico.

Método volumétrico.

El método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido, el cual se hacen cinco pruebas, posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal (lt/seg).

$$Q = V/T$$

..... (26)

Donde:

Q: caudal en lt/seg

V: volumen de recipiente en lt

T: tiempo en seg

3.10.3.1 Cálculo de aforamiento de las captaciones Canterian y Chuyurnilloc.

Nombre de manantial: “CANTERIAN”

Coordenada: Este (737384.912) Norte (8501039.554), y Cota (3705)

Para el cálculo del aforamiento de caudal de la captación “Canterian” se determinó mediante el método volumétrico.

Procedimiento:

Primeramente, se solicitó información de la Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI) de la Estación Curahuasi, el cual se obtuvo las siguientes precipitaciones desde el mismo agosto del año 2018 al mes de julio del 2019 (Ver Figura N^a 4).

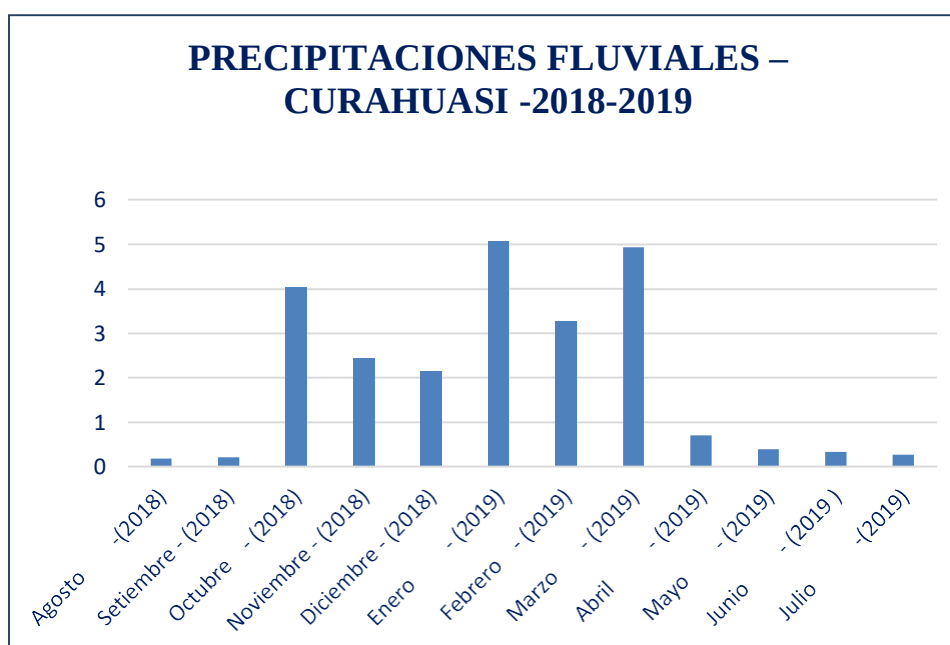


Figura 4. Precipitaciones fluviales-Curahuasi-2018-20.

Fuente: <https://sinia.minan.gob.pe/senamhi>.

Como se puede ver en la Figura N° 4, la máxima precipitación se dio en los meses de octubre, noviembre, diciembre del año 2018, enero, febrero, marzo, abril y mayo del año 2019, por lo tanto, es la época de lluvias y la mínimas precipitación se dio en los meses de junio julio y agosto del 2019 por lo tanto es la época de estiaje.

Seguidamente, se determinó una serie de estudios volumétricos del caudal de la captación “Canterian” entre los meses de agosto, setiembre, octubre, noviembre, diciembre, del 2018 e incoando desde enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto del año 2019 con la finalidad de determinar el menor y mayor caudal de la respectiva captación. (Ver Tabla N° 9 y Figura N° 5).

Tabla 9
Registro de caudal de la captación Canterian

N° de pruebas	Aforo (Lt/seg)	Mes	Fecha	Hora
01	0.96	Agosto	25/08/2018	08:56 am
02	0.97	Septiembre	30/09/2018	08:50 am
03	0.99	Octubre	28/10/2018	06:00 am
04	0.98	Noviembre	22/11/2018	06:40 am
05	0.99	Diciembre	28/12/2018	07:00 am
06	1.00	Enero	31/01/2019	10:05 am
07	1.08	Febrero	24/02/2019	08:56 am
08	1.22	Marzo	30/03/2019	07:30 am
09	1.20	Abril	30/04/2019	09:15 am
10	1.23	Mayo	25/05/2019	08:30 am
11	1.13	Junio	22/06/2019	07:45 am
12	1.06	Julio	20/07/2019	08:12 am
13	0.99	Agosto	18/08/2019	08:16 am

Fuente: Elaboración propia.

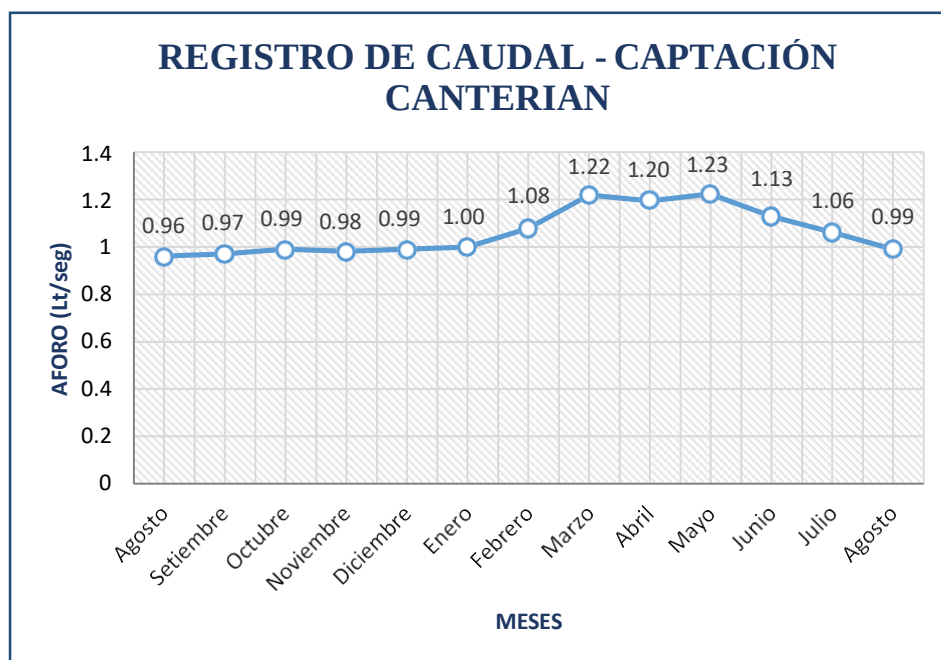


Figura. Registro de caudal de la captación Canterian.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N° 5, se puede visualizar en la época de estiaje, en el mes de agosto, se registra el menor caudal que es de 0.96 (l/s) en la época de lluvias en el mes de mayo se registra el mayor caudal que es de 1.23 (l/s). Brevemente, detallaremos el estudio volumétrico de los meses de menor caudal.

❖ Medición de aforo de caudal Q1:

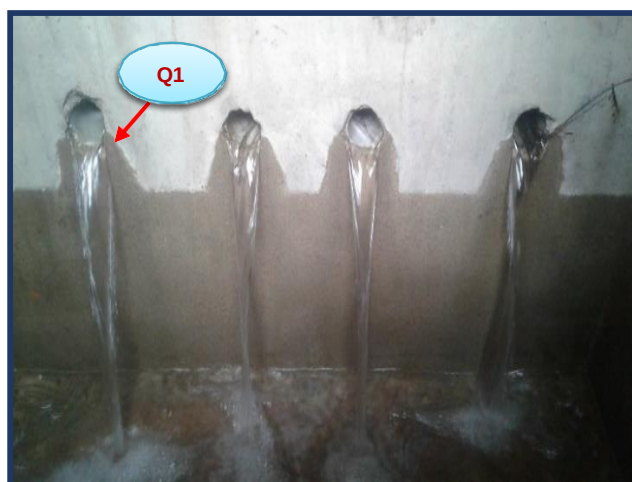


Figura 6. Aforo- Q1 de la captación Canterian.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 10
Aforo de caudal Q1– Canterian

N° de pruebas	Volumen (litros)	Tiempo (seg)
01	04	11.00
02	04	11.00
03	04	12.00
04	04	12.00
05	04	12.00
Promedio		58.00

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo promedio (T):

Tiempo (T):	58/5	11.60 Seg.
--------------------	------	------------

Resultando un caudal (Q1):

Caudal (Q1):	4/11.60	0.34 Lt/seg
---------------------	---------	-------------

❖ Medición de aforo de caudal Q2:



Figura 7. Aforo- Q2 de la captación Canterian.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11
Aforo de caudal Q2– Canterian

N° de pruebas	Volumen (litros)	Tiempo (seg)
01	04	19.00
02	04	18.00
03	04	18.00
04	04	18.00
05	04	19.00
Promedio		92.00

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo promedio (T):

Tiempo (T):	92/5	18.40 Seg.
--------------------	------	------------

Resultando un caudal (Q2):

Caudal (Q2):	4/18.40	0.22 Lt/seg
---------------------	---------	-------------

❖ Medición de aforo de caudal Q3:



Figura 8. Aforo - Q3 de la captación Canterian

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12
Aforo de caudal Q3– Canterian

N° de pruebas	Volumen (litros)	Tiempo (seg)
01	04	17.00
02	04	18.00
03	04	19.00
04	04	18.00
05	04	18.00
Promedio		90.00

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo promedio (T):

Tiempo (T):	90/5	18.00 Seg.
--------------------	------	------------

Resultando un caudal (Q3):

Caudal (Q3):	4/18.00	0.22 Lt/seg
---------------------	---------	-------------

❖ Medición de aforo de caudal Q4:

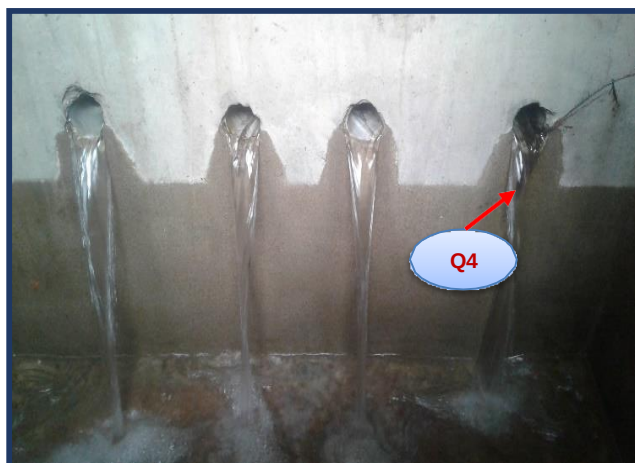


Figura 9. Aforo- Q4 de la captación Canterian.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13

Aforo de caudal Q4– Canterian

N° de pruebas	Volumen (litros)	Tiempo (seg)
01	04	23.00
02	04	22.00
03	04	23.00
04	04	23.00
05	04	22.00
Promedio		113.00

Fuente: Elaboración propia

El tiempo promedio (T):

Tiempo (T):	113/5	22.60 Seg.
--------------------	-------	------------

Resultando un caudal (Q3):

Caudal (Q4):	4/22.60	0.18 Lt/seg
---------------------	---------	-------------

A continuación, se puede observar el caudal de cada llorón de la captación, resultando el total del caudal de aforo.

$$\begin{aligned} \text{Q Aforo} &= \text{Q1} + \text{Q2} + \text{Q3} + \text{Q4} \\ \text{Q Aforo} &= 0.34 + 0.22 + 0.22 + 0.18 = 0.96 \text{ lt/seg} \end{aligned}$$

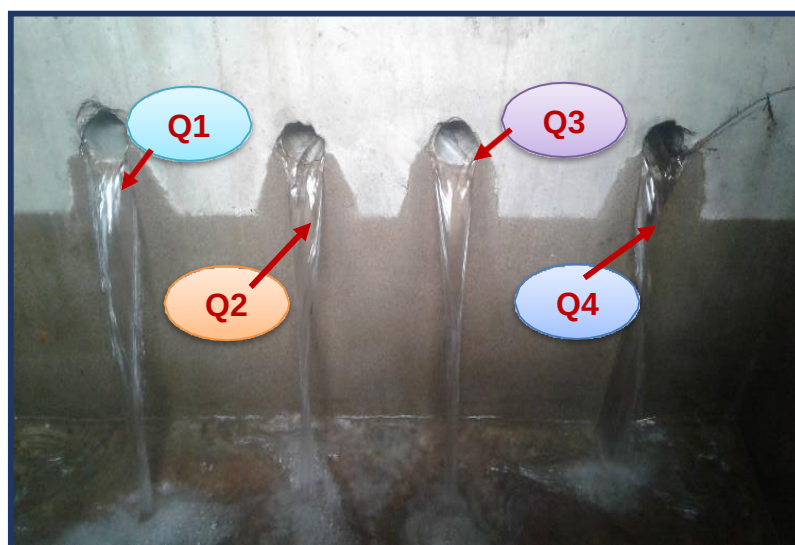


Figura 10. Vista de la cámara húmeda – captación Canterian

Fuente: Elaboración propia

Nombre de manantial: “Chuyurnilloc”

Coordenada: Norte (8501076.170), Este (738066.592) y Cota (3578)

El método utilizado para el aforamiento del caudal en la captación es el método volumétrico. Seguidamente, se determinó una serie de estudios volumétricos del caudal de la captación “Chuyurnilloc” entre los meses de agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2018 e incoando desde enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto del año 2019 con la finalidad de determinar el menor y mayor caudal de la respectiva captación (ver Tabla N° 14 y Figura N° 11).

Tabla 14

Registro de caudal de la captación Chuyurnilloc

N° de pruebas	Aforo (Lt/seg)	Mes	Fecha	Hora
01	1.46	Agosto	25/08/2018	08:56 am
02	1.47	Septiembre	30/09/2018	08:50 am
03	1.49	Octubre	28/10/2018	06:00 am
04	1.50	Noviembre	22/11/2018	06:40 am
05	1.50	Diciembre	28/12/2018	07:00 am
06	1.54	Enero	31/01/2019	10:05 am
07	1.87	Febrero	24/02/2019	08:56 am
08	3.08	Marzo	30/03/2019	07:30 am
09	3.21	Abril	30/04/2019	09:15 am
10	3.05	Mayo	25/05/2019	08:30 am
11	3.22	Junio	22/06/2019	07:45 am
12	3.01	Julio	20/07/2019	08:12 am
13	1.50	Agosto	18/08/2019	07:16 am

Fuente: Elaboración propia.

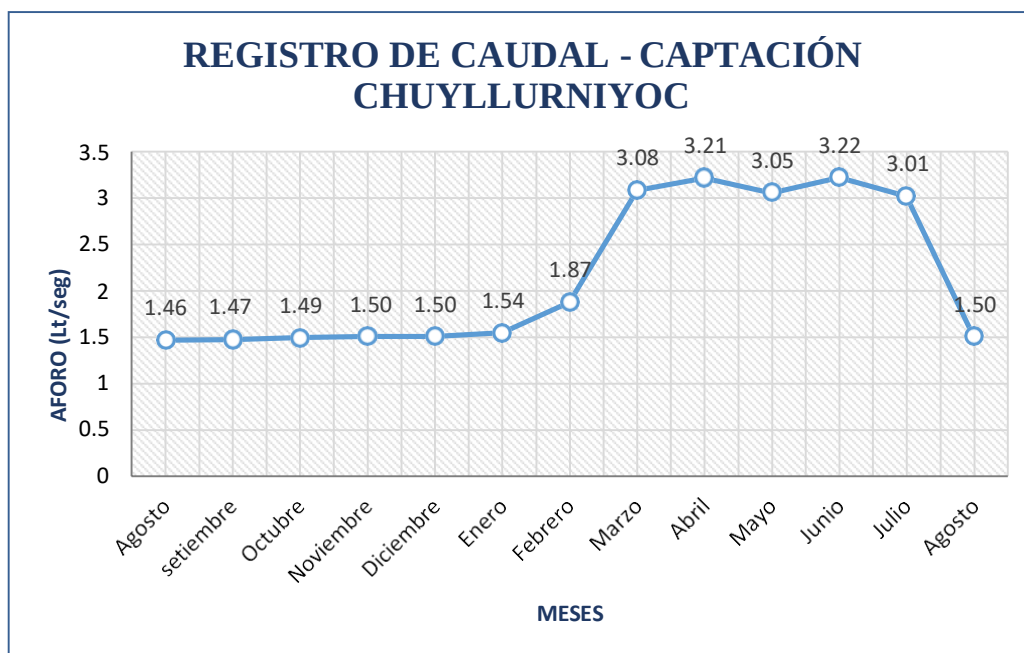


Figura 11. Registro de caudal – captación Chuyurnillo
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N° 11, se puede visualizar en la época de estiaje, en el mes de agosto, se registra el menor caudal que es de 1.46 (l/s) en la época de lluvias en el mes de junio se registra el mayor caudal que es de 3.22 (l/s). Brevemente, detallaremos el estudio volumétrico de los meses de menor caudal.

❖ Medición de aforo de caudal Q1:

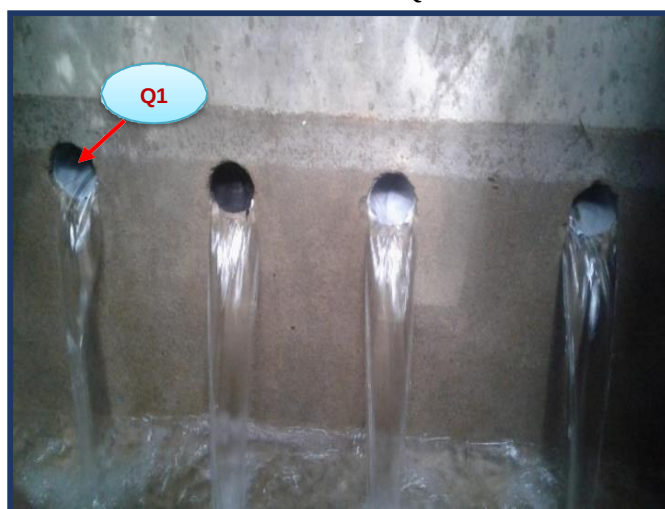


Figura 12. Aforo de caudal Q1– Chuyurnillo.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15
Aforo de caudal Q1– Chuyurnilloc

N° de pruebas	Volumen (litros)	Tiempo (seg)
01	04	16.00
02	04	17.00
03	04	17.00
04	04	18.00
05	04	16.00
Promedio		84.00

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo promedio (T):

Tiempo (T):	84/5	16.80 Seg.
-------------	------	------------

Resultando un caudal (Q1):

Caudal (Q1):	4/16.80	0.24 Lt/seg
--------------	---------	-------------

❖ Medición de aforo de caudal Q2:



Figura 13. Aforo de caudal Q2– Chuyurnilloc
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16
Aforo de caudal Q2– Chuyurnilloc

N° de pruebas	Volumen (litros)	Tiempo (seg)
01	04	13.00
02	04	11.00
03	04	11.00
04	04	10.00
05	04	11.00
Promedio		56.00

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo promedio (T):

Tiempo (T):	56/5	11.20 Seg.
--------------------	------	------------

Resultando un caudal (Q2)

Caudal (Q2):	4/11.20	0.36 Lt/seg
---------------------	---------	-------------

❖ Medición de aforo de caudal Q3:

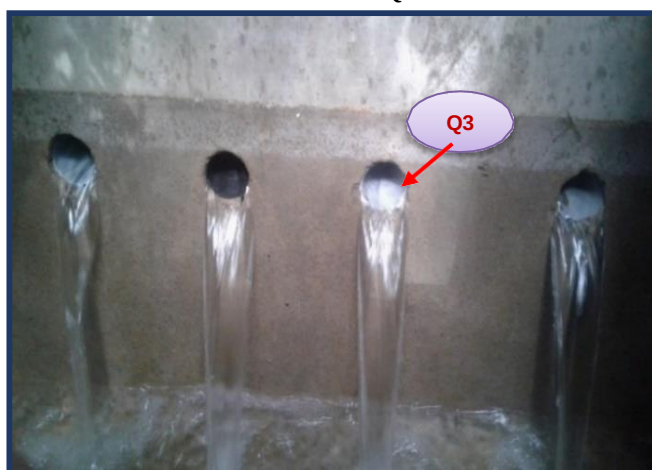


Figura 14. Aforo de caudal Q3– Chuyurnilloc
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17
Aforo de caudal Q3– Chuyurnilloc

N° de pruebas	Volumen (litros)	Tiempo (seg)
01	04	9.00
02	04	9.00
03	04	9.00
04	04	10.00
05	04	9.00
Promedio		46.00

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo promedio (T):

Tiempo (T):	46/5	9.20 Seg.
--------------------	------	-----------

Resultando un caudal (Q3):

Caudal (Q3):	4/9.20	0.43 Lt/seg
---------------------	--------	-------------

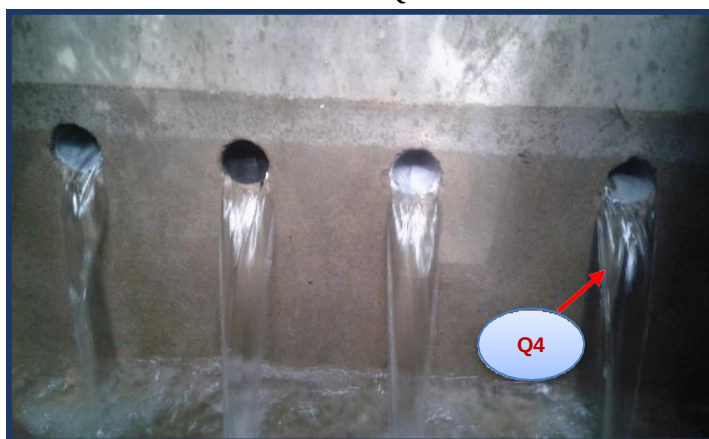
❖ **Medición de aforo de caudal Q4:***Figura 15. Aforo de caudal Q4 – Chuyurnillo**Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 18

Aforo de caudal Q4– Chuyurnillo

N° de pruebas	Volumen (litros)	Tiempo (seg)
01	04	10.00
02	04	9.00
03	04	9.00
04	04	9.00
05	04	10.00
Promedio		47.00

*Fuente: Elaboración propia.***El tiempo promedio (T):**

Tiempo (T):	47/5	9.40 Seg.
--------------------	------	-----------

Resultando un caudal (Q3):

Caudal (Q4):	4/9.40	0.43 Lt/seg
---------------------	--------	-------------

A continuación, se puede observar el caudal de cada llorón de la captación, resultando el total del caudal de aforo.

$$\begin{aligned} \text{Q Aforo} &= \text{Q1} + \text{Q2} + \text{Q3} + \text{Q4} \\ \text{Q Aforo} &= 0.24 + 0.36 + 0.43 + 0.43 = 1.46 \text{ lt/seg} \end{aligned}$$

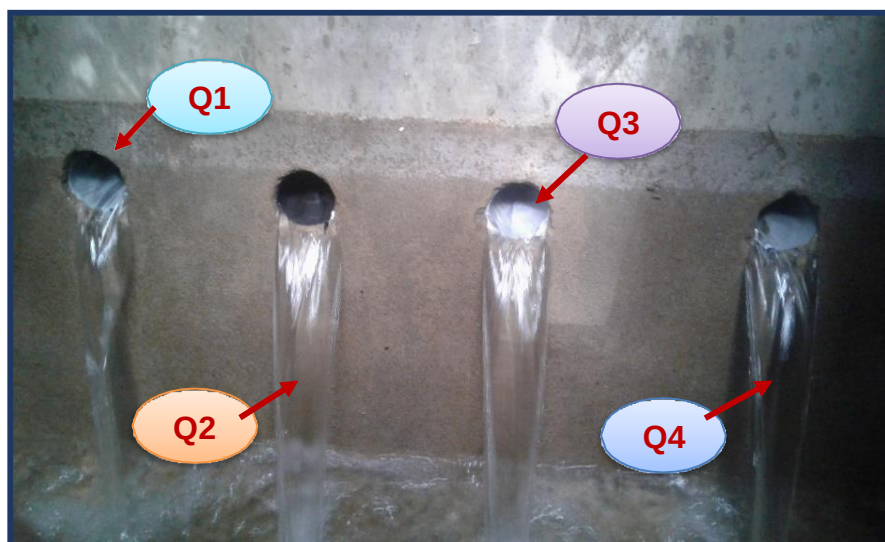


Figura 16. Vista de la cámara húmeda – captación Chuyurnilloc
Fuente: Elaboración propia.

3.10.4 Cálculo población de diseño, demanda de agua – Concacha

Tasa de crecimiento.

Llamado también índice de crecimiento, este valor es determinado con la recomendación de la Norma “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural ” según Resolución Ministerial N°192-2018-Vivienda, que nos fundamenta que para determinar la tasa de crecimiento, es necesario contar con un padrón de usuarios actualizados a la fecha de formulación de estudio correspondiente y también se considerara información censal, es por ello, se tomó el censo realizado por la empresa proyectista del sistema –HIDRA en el año 2013, Censo realizado por la INEI en el año 2017 y censo realizado por la tesista y la Junta Administradora de Servicio de Saneamiento – JASS.

Tabla 19
Población total.

Censos	Población TOTAL	Fuente
2013	609	Consortio CONHIDRA HIDRA
2017	625	https://www.inei.gob.pe.
2019	648	Encuesta realizada.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20
Tabla de crecimiento (r)

AÑO	PA (hab.)	T (años)	P Pf - Pa	Pa. t	r P/Pa.t	r.t
2013	609	-	-	-	-	-
		4	16	2436	0.0066	0.0264
2017	625	-	-	-	-	-
		2	23	1250	0.0184	0.0368
2019	648	-	-	-	-	-
<u>TOTAL</u>	<u>-</u>	<u>6</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>0.0632</u>

Fuente: Elaboración propia.

$$r = \frac{\text{Total } r \times t}{\text{Total } t}$$

$$r = \frac{0.0632}{6}$$

$$r = 1\%$$

..... (27)

Se determinó que la tasa de crecimiento es de 1%.

1. *Determinar la población futura - SGST Canterian.*

Población futura: Para el cálculo de la población futura la norma “opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural” según Resolución Ministerial N°192-2018-VIVIENDA. Para determinar la población futura o de diseño, se aplico el método aritmético, según la siguiente fórmula:

Base de datos:

N° Viviendas	: 95 viviendas
Densidad	: 3.24 Hab/Viv
Población actual	: 298
Tasa de crecimiento	: 1%
Periodo de diseño	: t = 20 Años
Poblacion educativa	: Ninguna

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

$$Pf-20 = 298 * \left(1 + \frac{1\% * 20}{100}\right) \quad \dots (28)$$

$$Pf-20 = 357 \text{ Hab}$$

Tabla 21
Proyección de la población – captación Canterian

Periodo	Año	Población Total
0	2019	298
1	2020	300
2	2021	303
3	2022	306
4	2023	309
5	2024	312
6	2025	315
7	2026	318
8	2027	321
9	2028	324
10	2029	327
11	2030	330
12	2031	333
13	2032	336
14	2033	339
15	2034	342
16	2035	345
17	2036	348
18	2037	351
19	2038	354
20	2039	357

Fuente: Elaboración propia – Encuesta realizada 2019.

2. Determinar la población futura - SGST Chuyurnilloc

Base de datos:

N° Viviendas	: 105 viviendas
Densidad	: 3.24 Hab/Viv
Población actual	: 350
Tasa de crecimiento	: 1%
Periodo de diseño	: 20 años
Educación inicial	: 34 alumnos
Educación primaria	: 109 alumnos
Educación secundaria	: 146 alumnos

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

$$Pf_{-20} = 350 * (1 + \frac{1\% * 20}{100})$$

$$Pf_{-20} = 420 \text{ Hab}$$

.... (29)

Tabla 22

Proyección de la población - captación Chuyurnilloc

Periodo	Año	Población Total
0	2019	350
1	2020	353
2	2021	357
3	2022	360
4	2023	364
5	2024	367
6	2025	371
7	2026	374
8	2027	378
9	2028	381
10	2029	385
11	2030	388
12	2031	392
13	2032	395
14	2033	399
15	2034	402
16	2035	406
17	2036	409
18	2037	413
19	2038	416
20	2039	420

Fuente: Elaboración propia –Encuesta realizada 2019.

La población futura en 20 años para el sistema de gravedad sin tratamiento tanto Canterian y Chuyurnilloc es de 357 y 420 personas, respectivamente, sumando un total del sistema de 777 personas para el año 2039.

3. Población futura de los alumnos.

BASE DE DATOS:

N° Instituciones	: 3 Inst.
Densidad	: 96 Alum./Inst.
Población actual	: 289
Tasa de crecimiento	: 1%
Periodo de diseño	: 20 años
Educación inicial	: 34 alumnos
Educación primaria	: 109 alumnos
Educación secundaria	: 146 alumnos

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

$$Pf_{-20} = 289 * \left(1 + \frac{1\% * 20}{100} \right) = 346 \text{ Hab} \quad \dots (30)$$

Tabla 23

Proyección de la población de alumnos.

Periodo	Año	Población Total
0	2019	289
1	2020	291
2	2021	294
3	2022	297
4	2023	300
5	2024	303
6	2025	306
7	2026	309
8	2027	312
9	2028	315
10	2029	317
11	2030	320
12	2031	323
13	2032	326
14	2033	329
15	2034	332
16	2035	335
17	2036	338
18	2037	341
19	2038	343
20	2039	346

Fuente: Propia –Encuesta realizada 2019

- **Periodo de diseño:** Por lo tanto, el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Concacha está determinado para un periodo de 20 años en el cual el sistema es 100% eficiente. A continuación, se da a conocer los valores asignados para los diversos componentes:

- Captación: 20 años
- Línea de conducción: 10 – 20 años
- Reservorio: 20 años
- Redes de distribución: 10 – 20 años

- **Dotación:**

Tabla 24

Dotación de agua según forma opción tecnológica y región

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCIÓN TECNOLÓGICA (l/hab.d)	
	Sin arrastre hidráulico (Compostera y hoyo seco ventilado)	Con arrastre hidráulico (Tanque séptico mejorado)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente: RM N°192-2018-VIVENDA

- **Coefficiente de variación de consumo:**

Tabla 25

Coefficiente de variación

Consumo máximo diario	K1	= 1.3
Consumo máximo horario	K2	= 2.00
Regulación de reservorio	K3	= 0.25
Variación anual	Gr	= 1.20
Variación estacional	Ko	= 0.10

Fuente: RM N°192-2018-VIVENDA

- **Determinar caudal promedio diario anual –caudal máximo diario – caudal máximo horario del SGST Canterian**

a) Consumo promedio anual (t=20 años)

$$Q1 = \frac{Pf \cdot D}{86400} \quad \dots (31)$$

$$Q1 = \frac{357 \cdot 80}{86400} = 0.33 \text{ lt/seg}$$

b) Consumo máximo diario (t=20 años)

$$Q_{md} = k_1 Q_m \quad \dots (32)$$

$$Q_{md} = 1.3 * 0.33 = 0.43 \text{ lt/seg}$$

c) Consumo máximo horario (t=20 años)

$$Q_{mh} = k_2 Q_m \quad \dots (33)$$

$$Q_{mh} = 2.0 * 0.33 = 0.66 \text{ lt/seg}$$

➤ *Determinar caudal promedio diario anual –caudal máximo diario – caudal máximo horario del SGST Chuyurnilloc*

a) Consumo promedio anual (t=20 años) habitantes

$$Q_1 = \frac{P_f . D}{86400}$$

$$Q_1 = \frac{420 * 80}{86400} = 0.39 \text{ lt/seg} \quad \dots (34)$$

• Consumo promedio anual (t=20 años) - Alumnos

$$Q_1 = \frac{346 * 50}{86400} = 0.20 \text{ lt/seg}$$

Sumatoria de caudal (Qmp-habitantes+ Qmp-alumnos)

$$Q_p \text{ habitantes} + Q_p \text{ Alumnos} = 0.59 \text{ (l/s)}$$

b) Consumo máximo diario:

$$Q_{md} = k_1 Q_m$$

$$Q_{md} = 1.3 * 0.59 = 0.77 \text{ lt/seg} \quad \dots (35)$$

c) Consumo máximo horario:

$$Q_{mh} = k_2 Q_m$$

$$Q_{mh} = 2.0 * 0.59 = 1.18 \text{ lt/seg} \quad \dots (36)$$

3.10.5 Cálculo de la cámara de captación.

Datos de las captaciones:

Tabla 26

Coordenadas UTM de captaciones.

Captacion	Coordenada UTM		Cota
	Este	Norte	
Canterian	737384.912	8501039.554	3705
Chuyurnilloc	738066.592	8501076.170	3578

Fuente: Elaboración propia.

a) Cálculo de distancia entre afloramiento y cámara húmeda (L).

Se determinará la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite producir una velocidad de pase, (h_o)

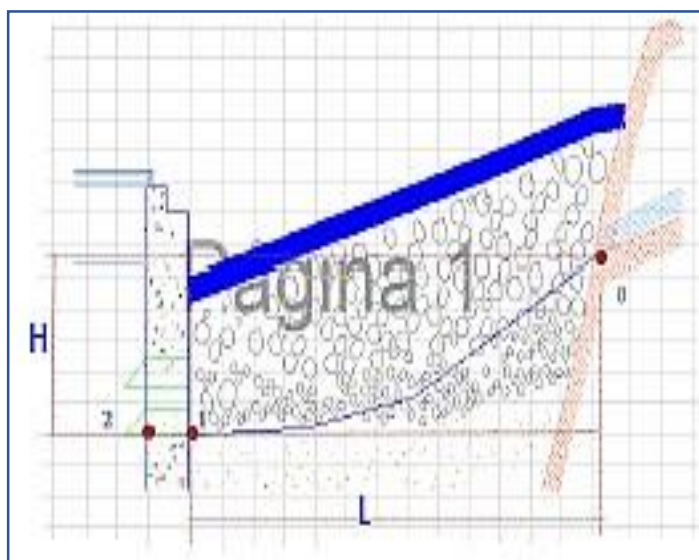


Figura 17. Dimensiones de captación.

Fuente: Elaboración propia.

$$h_o = 1.56 \cdot \frac{v_2^2}{2g}$$

..... (37)

Donde:

h_o : Carga necesaria sobre el orificio de entrada (m).

v_2 : velocidad de pase (≤ 0.6 m/seg).

cd : coeficiente de descarga ($cd=0.8$)

➤ **Captación Canterian**

Calculamos la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda.

Asumimos:

$$V_2 = 0.60 \text{ m/seg}$$

$$\text{Altura (H)} = 0.40 \text{ m}$$

$$h_o = 1.56 * \frac{0.60^2}{2 * 9.81}$$

$$h_o = 0.03 \text{ m}$$

En la ilustración anterior, se observa:

$$H = H_f + h_o$$

$$\text{Entonces } H_f = 0.40 - 0.03$$

$$H_f = 0.37$$

$$\text{Como } H_f = 0.30 * L,$$

La distancia entre afloramiento y cámara húmeda se obtiene de la siguiente expresión:

$$L = \frac{H_f}{0.3} = \frac{0.37}{0.3} = 1.23 \text{ m}$$

Se verificó en campo que la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda se de 1.50m, por el cual está dentro de lo admitido para que se tenga una mayor velocidad de pase en el orificio.

➤ **Captación Chuyurnilloc**

Calculamos la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda.

Asumimos:

$$V_2 = 0.60 \text{ m/seg}$$

$$\text{Altura (H)} = 0.40 \text{ m}$$

$$h_o = 1.56 * \frac{0.60^2}{2 * 9.81}$$

$$h_o = 0.03 \text{ m}$$

En la ilustración anterior, se observa:

$$H = H_f + h_o$$

$$\text{Entonces } H_f = 0.40 - 0.03$$

$$H_f = 0.37$$

Como $H_f = 0.30 * L$, la distancia entre afloramiento y cámara húmeda se obtiene de la siguiente expresión:

$$L = \frac{H_f}{0.3} = \frac{0.37}{0.3} = 1.23\text{m}$$

Se verificó en campo que la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda se de 2.00 m, por el cual está dentro de lo admitido para que se tenga una mayor velocidad de pase en el orificio.

b) Cálculo de ancho de pantalla (b)

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda:

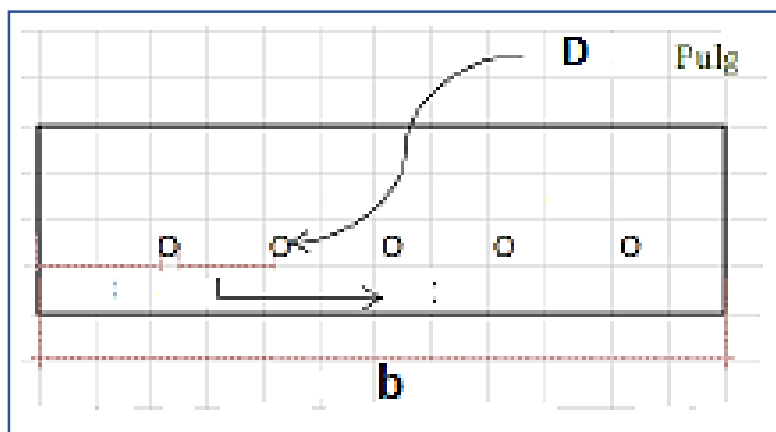


Figura 18: Dimensión del ancho de pantalla.
Fuente: Elaboración propia.

➤ **Captación Canterian**

Para el cálculo del diámetro de la tubería de entrada a la cámara húmeda se utilizó el dato del $Q_{\max}$ de la fuente, que se determinó en el estudio volumétrico, que es de 1.23 lt/seg, una velocidad de pase $V=0.6$ m/seg y un coeficiente de descarga $C_d=0.8$ tenemos:

$$A = \frac{Q_{\max}}{C_d \cdot V}$$

$$A = \frac{1.23 \text{ lt/seg}}{0.8 \cdot 0.6 \text{ m/seg}} = 25.63 \text{ cm}^2 \quad \dots (38)$$

El diámetro de la tubería será definido mediante:

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

$$D = \left(\frac{4 \cdot 25.63}{\pi} \right)^{1/2} = 5.71 \text{ cm} = 2.25'' \quad \dots (39)$$

Cálculo del número de orificios (NA)

El diámetro calculado es 2.25'' y es mayor a 2''. El reglamento nos recomienda que se debe utilizar diámetros menores a 2'', es por ello, que asumiremos un diámetro de 2''.

$$NA = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 + 1$$

$$NA = \left(\frac{2.25}{2} \right)^2 + 1 = 2.82 = 3 \quad \dots (40)$$

Por seguridad, estableceremos el número de orificio de 4 unidades de 2''.

En el campo, se verificó que si hay cuatro tubos de 2'' lo cual es aceptable (ver Figura N° 19).



Figura 19. Cuatro orificios de entrada de 2"- captación Canterian
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del ancho de pantalla (b)

Conocido el diámetro de tubería D de 2 " y el número de orificios (NA) igual a 3, el ancho de pantalla (b) se determina mediante la ecuación siguiente:

$$b = 2(6D) + NA \cdot D + 3D(NA-1)$$

$$b = 2(6 \cdot 2) + 3 \cdot 2 + 3 \cdot 2(3-1) = 42 \text{ pulg}$$

$$b = 106.68 \text{ cm:} \quad \dots (41)$$

Para el diseño se asume 1.00m de la sección interna de la cámara húmeda. Se verificó en campo que el ancho de pantalla es de 1.00m. Por consiguiente, igual a lo calculado.

➤ Captación Chuyurnilloc.

Para el cálculo del diámetro de la tubería de entrada a la cámara húmeda se utilizó el dato del caudal máximo de la fuente que se determinó en el estudio volumétrico, que es de 3.22 lt/seg, una velocidad de pase $V=0.6$ m/seg y un coeficiente de descarga $C_d=0.8$ se tiene:

$$A = \frac{Q_{\max}}{cd \cdot v}$$

$$A = \frac{3.57 \text{ lt/seg}}{0.8 \cdot 0.6 \text{ m/seg}} = 67.08 \text{ cm}^2 \quad \dots (42)$$

El diámetro de la tubería será definido mediante:

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

$$D = \left(\frac{4 \cdot 74.38}{\pi} \right)^{1/2} = 9.24 \text{ cm} = 3.63'' = 4'' \quad \dots (43)$$

Cálculo del número de orificios (NA)

Como el diámetro calculado es 3.63'', se recomienda usar diámetros (D) de 2'':

$$NA = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 + 1$$

$$NA = \left(\frac{3.63}{2} \right)^2 + 1 = 4.29, \text{ asumiendo } NA=4 \text{ } \varnothing 2'' \quad \dots (44)$$

El cálculo nos dio un resultado de 4 tuberías de 2''; sin embargo, en campo se encontró 4 orificios de 2'', el multiplicando 4x2'' es mayor a 4'' establecidas para determinado caudal por tanto se trabajó eficientemente (ver Figura N°20).

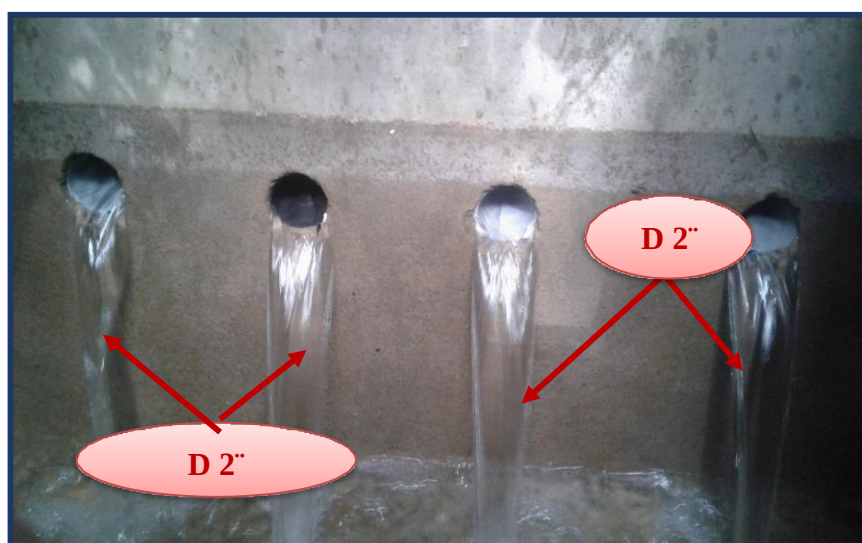


Figura 20. Cuatro orificios de entrada de 2''- captación Chuyurnilloc.
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del ancho de pantalla (b)

Conocido el diámetro de tubería D de 2 " y el número de orificios (NA) igual a 4, el ancho de pantalla (b) se determina mediante la ecuación siguiente:

$$b = 2(6D) + NA \cdot D + 3D(NA-1)$$

$$b = 2(6 \cdot 2) + 4 \cdot 2 + 3 \cdot 2(4-1) = 50 \text{ pulg} \quad \dots (45)$$

$$b = 127.00 \text{ cm:}$$

Para el diseño se asume 1.30m de la sección interna de la cámara húmeda.

En el campo, se verifico que la distancia del ancho de pantalla es de 1.00m, es por ello, se puede ver en la figura anterior que si hay una buena distribución de caudal para cada orificio.

c) *Altura de la cámara húmeda (Ht)*

Para determinar la altura de la cámara húmeda (Ht), se utiliza la siguiente ecuación:

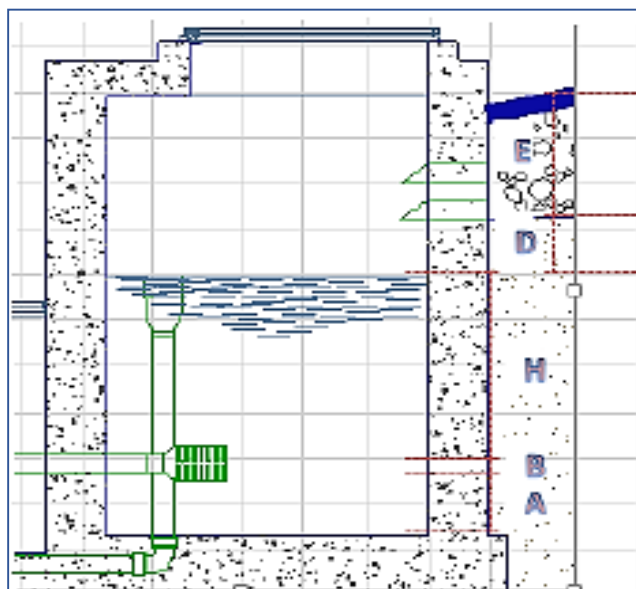


Figura 21. Cámara húmeda 02
Fuente: Elaboración propia.

Para la altura de la cámara, se utilizó la siguiente fórmula:

$$H_t = A + B + H + D + E \quad \dots (46)$$

Donde:

A: Altura mínima de 10 cm que permite la sedimentación.

B: Diámetro de salida (2'' = 5.08 cm).

H: Altura de agua sobre la canastilla (> 30 cm), debe permitir que el gasto de salida de la captación fluya por la tubería de conducción a una velocidad.

➤ **Captación Canterian.**

Se calculará la altura de agua, mediante la siguiente fórmula:

$$H = 1.56 \cdot \frac{v^2}{2g} = 1.56 \cdot \frac{Q_{md}^2}{2g \cdot A^2}$$

Donde: (47)

Qmd: Gasto máximo diario en m³/seg (0.00043).

A: área de la tubería de salida en m² (0.00203).

g: Aceleración gravitacional (9.81 m/seg).

$$H = 1.56 \cdot \frac{0.00043^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.00203^2} = 0.357 \text{ cm}$$

Como sale una altura menor, la norma nos recomienda que la altura mínima de H= 30 cm.

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 5 cm).

E: Borde libre (30 cm).

$$H_t = A + B + H + D + E$$

.... (48)

$$H_t = 10 + 5.08 + 30 + 5 + 30 = 80.08 \text{ cm}$$

En el diseño, se considera una altura de 1.00 m.

La altura de la cámara húmeda se verificó en campo es de 1.00m. lo cual si está dentro de la altura recomendada para caudal máximo de aforo.

➤ **Captación Chuyurnilloc.**

Se calculará la altura de agua, mediante la siguiente formula:

$$H = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Qmd^2}{2g \cdot A^2}$$

Donde:

.... (49)

Qmd: Gasto máximo diario en m³/seg (0.00077).

A: Área de la tubería de salida en m² (0.00203).

g: Aceleración gravitacional (9.81 m/seg).

$$H = 1.56 \frac{0.00077^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.00203^2} = 1.144 \text{ cm}$$

Como sale una altura menor, la norma nos recomienda que la altura mínima de H= 30 cm.

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 5 cm).

E: Borde libre (30 cm).

$$H_t = A + B + H + D + E$$

$$H_t = 10 + 5.08 + 30 + 5 + 30 = 80.08 \text{ cm} \quad \dots (50)$$

En el diseño se considera una altura de 1.00 m

Se verificó en campo la altura de la cámara húmeda es de 1.00m. lo cual se está dentro de la altura recomendada para caudal máximo de aforo.

d) Dimensionamiento de la canastilla.

Según la norma “Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural” según Resolución Ministerial N°192-2018-Vivienda.

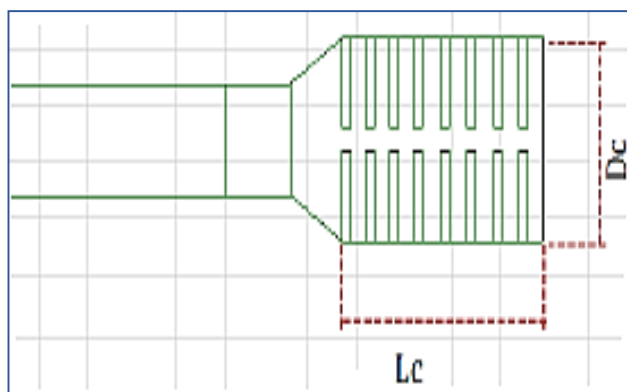


Figura 22. Dimensionamiento de canastilla.

Fuente: Elaboración propia.

Se sugiere que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el “Dc” y que la longitud de tubería de la canastilla debe ser mayor a 3 Dc y menor a 6 Dc.

➤ **Captación Canterian.**

Para el dimensionamiento de la canastilla se tiene, por consiguiente:

$$D \text{ canastilla} = 2 * 1.5'' = 3'' \text{ (lo mínimo)}$$

Se recomienda que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3Dc y menor a 6Dc.

$$L = 3 * 1.5'' = 11.43 \text{ cm}$$

$$L = 6 * 1.5'' = 22.86 \text{ cm}$$

$$L \text{ asumido} = 20 \text{ cm. (lo mínimo)}$$

$$\text{Ancho de la ranura} = 5 \text{ mm}$$

$$\text{Largo de la ranura} = 7 \text{ mm}$$

$$A_r = 35 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

Área total de ranuras $A_t = 2A_c$, considerando A_c como el área transversal de la tubería de la línea de conducción.

$$A_c = \frac{\pi \cdot D_c^2}{4}$$

$$A_c = \frac{\pi \cdot (2 \cdot 2.54)^2}{4} = 0.0020 \text{ m}^2 \quad \dots (51)$$

$$A_t = 2 A_c = 2 \cdot 0.0020 = 0.004 \text{ m}^2$$

El valor de A_t no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada (A_g).

El número de ranuras resulta:

$$N^\circ \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}} = \frac{0.004}{0.0000035} = 114 \text{ ranuras}$$

Se verificó en campo que el diámetro de la canastilla es de 4" y la longitud es de 30cm, lo cual se puede concluir que está dentro de los parámetros y 130 ranuras lo cual se concluye que está dentro de lo calculado para que desagüe todo el caudal aforado.

➤ **Captación Chuyurnilloc.**

Para el dimensionamiento de la canastilla se tiene, por consiguiente:

$$D_{\text{canastilla}} = 2 \cdot 2'' = 4''$$

Se recomienda que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a $3D_c$ y menor a $6D_c$.

$$L = 3 \cdot 2'' = 15.24 \text{ cm}$$

$$L = 6 \cdot 2'' = 30.48 \text{ cm}$$

L asumido = 30 cm.

Ancho de la ranura = 5 mm

Largo de la ranura = 7mm

$$A_r = 35 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Área total de ranuras $A_t = 2A_c$, considerando A_c como el área transversal de la tubería de la línea de conducción.

$$A_c = \frac{f \cdot D c^2}{4}$$

$$A_c = \frac{f \cdot (2 \cdot 2.54)^2}{4} = 0.0020 \text{ m}^2 \quad \dots (52)$$

$$A_t = 2 A_c = 2 \cdot 0.0020 = 0.004 \text{ m}^2$$

El valor de A_t no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada (A_g).

El número de ranuras resulta:

$$N^\circ \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}} = \frac{0.004}{0.0000035} = 114 \text{ ranuras}$$

Se verificó en campo que el diámetro de la canastilla es de 4" y la longitud es de 30cm, lo cual se puede concluir que está dentro de los parámetros y 130 ranuras lo cual se concluye que está dentro de lo calculado para que desagüe todo el caudal aforado.

e) *Calculo de tubería de rebose y limpia.*

Según Norma "opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural" según Resolución Ministerial N°192-2018-Vivienda, recomienda que la tubería de rebose y de limpia debe tener pendientes de 1 a 1,5%.

➤ **Captación Canterian.**

El diámetro se determinará mediante la ecuación de Hazen y Williams (Para $n=150$).

$$Q = 0.0004264 C D^{2.64} h_f^{0.54}$$

Donde: (53)

D: Diámetro de la tubería (plg).

Q: Caudal máximo de la fuente (l/s) = 1.23 l/s.

h_f : Recomienda para la tubería de limpia y rebose una pérdida de carga unitaria (0.015 m/m).

C: Coeficiente de Hazen Williams (pies)^{1/2}/seg

Reemplazando los datos anteriormente detallados se determinará el diámetro:

$$1.23 = 0.0004264 \cdot 150 D^{2.64} 0.015^{0.54}$$

$$D = 2''$$

Se verificó en campo que la tubería de limpia y rebose es de un diámetro de 2'', por lo tanto, está dentro de lo calculado.

➤ Captación Chuyurnilloc.

El diámetro se determinará mediante la ecuación de Hazen y Williams

(Para =150)

$$Q = 0.0004264 C D^{2.64} h f^{0.54}$$

..... (54)

Donde:

D: Diámetro de la tubería (plg)

Q: Caudal máximo de la fuente (l/s) =3.22 l/s

hf: Recomienda para la tubería de limpia y rebose una pérdida de carga unitaria (0.015 m/m)

C: Coeficiente de Hazen Williams (pies)^{1/2}/seg

Calculando el diámetro.

Reemplazando los datos anteriormente detallados se determinará el diámetro:

$$3.57 = 0.0004264 \cdot 150 D^{2.64} 0.015^{0.54}$$

$$D = 3''$$

Se verificó en campo que la tubería de limpia y rebose es de un diámetro de 2''.

Por lo tanto, no está del diámetro recomendado.

3.10.6 Cálculo hidráulico de la línea de conducción.

Datos de las captaciones:

Tabla 27.

Coordenadas UTM de las captaciones.

Captación	Coordenada UTM		
	Este	Norte	Cota
Canterian	737384.912	8501039.554	3705
Chuyurnilloc	738066.00	8501050.00	3585

Fuente: Elaboración propia.

El método usado para el cálculo de la línea de conducción en conductos a presión, es la de Hazen – Willian de acuerdo a la RM N° 192-2018-Vivienda “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural”.

Parámetro de diseño:

a) Aspectos generales:

- Debe estar libre de acometidas.
- La tubería será para uso de agua para consumo humano.
- El diámetro mínimo de la línea de conducción y de aducción es de 25 mm (1 pulg.).
- Se evitará pendientes mayores del 30% para evitar velocidades excesivas e inferiores al 0.5%, para facilitar la ejecución y el mantenimiento.

b) Caudal de diseño.

Para el diseño de líneas de conducción se utiliza el caudal máximo diario para el período del diseño seleccionado.

c) Velocidades de diseño.

En la línea de conducción se debe verificar lo siguiente:

- La velocidad deberá estar entre 0,60 m/s y 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se demuestra fundadamente.

d) *Criterios de diseño:*

- Para el cálculo de la (LGH), se usará la ecuación de Bernoulli.

Análisis hidráulico de la tubería existente.

Para el análisis hidráulico de la línea de conducción se tenía que inspeccionar in situ el tipo, diámetro, clase y la longitud de tubería, el cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 28
Datos de tubería - LC

Línea de conducción	
Tipo	PVC
Diámetro	1.5"
Clase	10
Longitud	9.67

Fuente: Elaboración propia.

Columna 1: Identificación de tramos críticos.

Columna 2: Caudal de diseño (Qmd) en l/s.

Columna 3: Longitud total del tramo en m.

Columna 4: Cota inicial del terreno en el tramo (m.s.n.m.).

Columna 5: Cota final del terreno en el tramo (m.s.n.m.).

Columna 6: Desnivel del terreno en m. Este valor es igual a la diferencia de la col.

4 y 5.

Columna 7: Pérdida de carga unitaria disponible. Se calcula mediante la relación

Col.6/Col.3

Columna 8: Diámetro calculado (pulg).

$$D = \left(\frac{Q}{0.0004264 * C * hf^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$$

..... (55)

Columna 9: Velocidad de flujo en m/s.

$$V = 1.9735 \frac{D}{D^2}$$

..... (56)

Columna 10: Pérdida de carga unitaria hf en m.

$$hf = \left(\left(\frac{Q}{0.0004264 * 150 * D^{2.63}} \right)^{1/0.54} \right) / 1000$$

..... (57)

Columna 11: Pérdida de carga en cada tramo Hf en m.

$$Hf = L * hf$$

..... (58)

Columna 12: Cota piezometrica inicial (m.s.n.m), inicialmente igual al valor de la Col. 4 y en el caso de la sección posterior igual a la piezométrica final de la sección anterior.

Columna 13: Cota piezometrica final (m.s.n.m.), igual a la diferencia de la col. 11 y la col. 10

Columna 14: Altura de presión (P/Y), igual a la diferencia de la col. 12 y la col. 5.

➤ **Análisis hidráulico de la línea de conducción del sistema de gravedad sin tratamiento “Canterian”.**

Captación coordinada: Norte (8501039.55), Este (737384.91).

Reservorio coordinada: Norte (8501039.00), Este (737403.00).

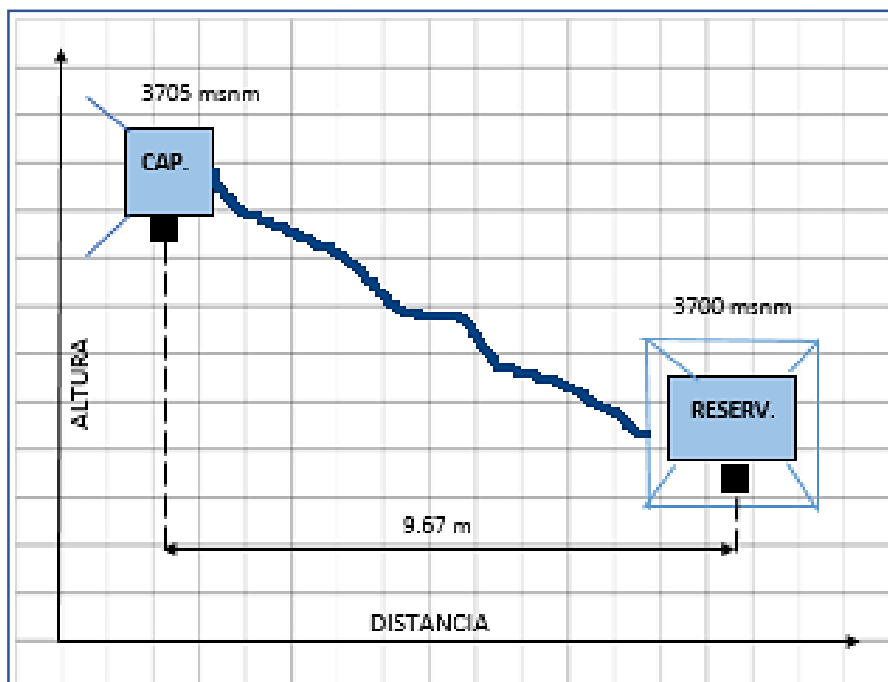


Figura 23. Ilustración de la línea de conducción del SGST “Canterian”
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29

Identificación de tramos en la línea de conducción

Tramo	Longitud (metros)	Cotas (msnm)	
		Inicial	Final
Cap. - Reserv.	9.67	3705.00	3700.00

Fuente: Elaboración propia.

Datos del sistema de agua potable:

- $t = 20$ años; $Q_{md} = 0.43$ lt/seg

➤ **Análisis hidráulico de la línea de conducción del sistema de gravedad sin tratamiento “Chuyurnilloc”.**

Captación coordinada: Norte (8501076.170), Este (738066.592).

Reservorio coordinada: Norte (8501067.87), Este (738094.34).

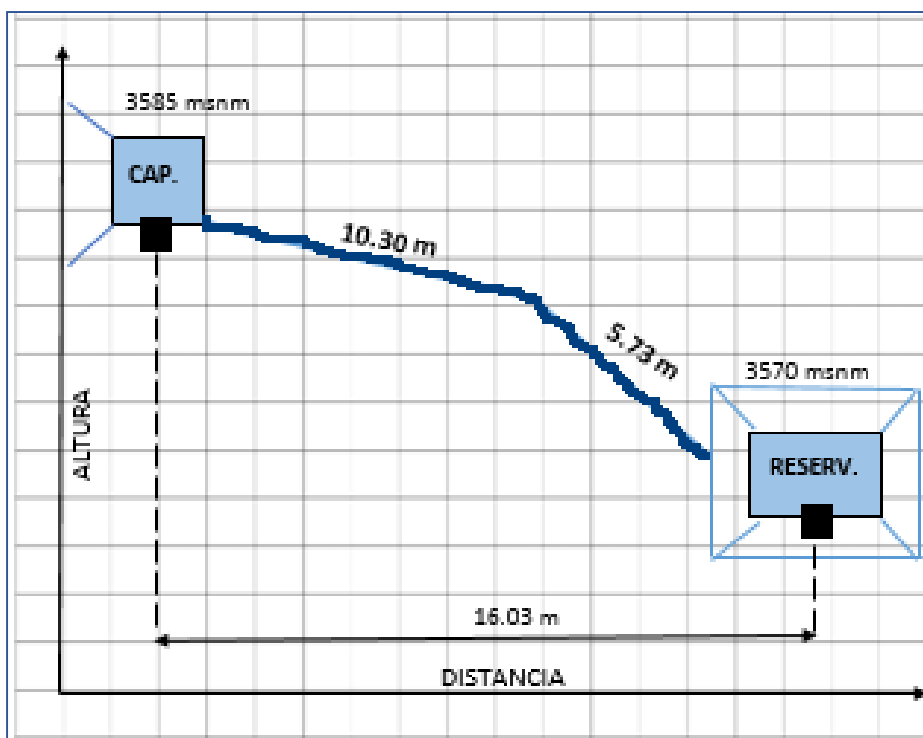


Figura 24. Ilustración de la línea de conducción del SGST “Chuyurnilloc”.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30

Identificación de tramos en la línea de conducción.

Tramo	Longitud (metros)	Cotas (msnm)	
		Inicial	Final
Cap. - Reserv.	16.03	3585.00	3570.00

Fuente: Elaboración propia.

Datos del sistema de agua potable:

$t = 20$ años; $Q_{md} = 0.77$ lt/seg

Análisis hidráulico de las captaciones

- Sistema de gravedad sin tratamiento “Canterian”

Tabla 31

Cálculos hidráulicos de línea de conducción año 20, $Q_{md} = 0.43 \text{ l/s}$ (Medianamente eficiente)

TRAMO (1)	CAUDAL Q_{md} (l/s) (2)	LONGITUD L (m) (3)	COTA DINAMICO		DESNIV. H (m) (6)	PERDIDA DE CARGA UNIT. DISPONIBLE h_f (m/m) (7)	Ø DE TUBO (8)			VELOCIDAD V (m/s) (9)	PERDIDA DE CARGA UNIT h_f (m/m) (10)	PERDIDA DE CARGA EN TRAMO H_f (m/m)(11)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION	
			INICIAL (msnm) (4)	FINAL (msnm) (5)			CALCUL. D (Pulgadas)	COMER. D (Pulgadas)	CAMPO D (Pulgadas)				INICIAL (msnm) (12)	FINAL (msnm) (13)	INICIO P (m)(14)	FINAL P (m)(15)
CANT- RESER	0.430	9.670	3 705.000	3 700.000	5.000	0.517	0.573	1.500	1.500	0.377	0.279	2.695	3 705.000	3 702.305	0.000	2.305

Fuente: Elaboración propia

- Sistema de gravedad sin tratamiento “Chuyurnillo”.

Tabla 32

Cálculos hidráulicos de línea de conducción año 20, $Q_{md} = 0.77 \text{ l/s}$ (Medianamente eficiente)

TRAMO (1)	CAUDAL Q_{md} (l/s) (2)	LONGITUD L (m) (3)	COTA DINAMICO		DESNIV. H (m) (6)	PERDIDA DE CARGA UNIT. DISPONIBLE h_f (m/m) (7)	Ø DE TUBO (8)			VELOCIDAD V (m/s) (9)	PERDIDA DE CARGA UNIT h_f (m/m) (10)	PERDIDA DE CARGA EN TRAMO H_f (m/m)(11)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION	
			INICIAL (msnm) (4)	FINAL (msnm) (5)			CALCUL. D (Pulgadas)	COMER. D (Pulgadas)	CAMPO D (Pulgadas)				INICIAL (msnm) (12)	FINAL (msnm) (13)	INICIO P (m)(14)	FINAL P (m)(15)
CANT- RESER	0.770	16.030	3 585.000	3 570.000	15.000	0.936	0.633	1.500	1.500	0.675	0.819	13.125	3 585.000	3 571.875	0.000	1.875

Fuente: Elaboración propia.

3.10.7 Análisis hidráulico del reservorio.

Según la Norma “Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural” con Resolución Ministerial N°192-2018-Vivienda, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda, siempre que el requerimiento de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. Cuando no se encontró estudios anteriores de variaciones de demanda.

▪ *Cálculo de volumen de regulación de reservorio –Canterian*

Datos:

Tabla 33

Georreferenciación del reservorio - Canterian

Capacidad	Coordenada Utm		Cota
	Este	Norte	
20 M3	737403.00	8501039.00	3700

Fuente: Elaboración propia.

▪ *Determinación del volumen de regulación del reservorio.*

Se determinará con la siguiente fórmula:

$$VR = Pf * Dotación * 0.25$$

..... (59)

$$VR = 357 * 80 * 0.25 = 7140 \text{ lt} = \mathbf{7.14 \text{ m}^3}$$

Actualmente, el reservorio del sistema de agua potable tiene un volumen de regulación de 20 m³, es decir, que cumple satisfactoriamente con la demanda de sector de Concacha Alta.

a) Tubería de llegada.

La tubería es de 1 1/2'' que está definido por la tubería de conducción.

b) Tubería de salida.

La tubería es de 1 1/2'' que está definido por la tubería de la línea de distribución y deberá estar provista de una válvula compuerta.

c) Tubería de limpia y rebose.

Esta tubería es de 4'' tal que facilite la limpieza del reservorio.

d) By-pass

La tubería es de 1 1/2'' que tiene una conexión directa entre la entrada y salida.

▪ ***Cálculo de volumen de regulación de reservorio – Chuyurnilloc.***

Datos:

Tabla 34

Georreferenciación del reservorio – Chuyurnilloc.

Capacidad	Coordenada Utm		Cota
	Este	Norte	
20 M3	738094.34	8501067.87	3570

Fuente: Elaboración propia.

▪ ***Determinación del volumen de regulación del reservorio.***

Por ser continuo, se determina con la siguiente fórmula:

$$VR = Pf \cdot \text{Dotación} \cdot 0.25$$

..... (60)

$$VR = 766 \cdot 80 \cdot 0.25 = 15320 \text{ lt} = 15.32 \text{ m}^3$$

Actualmente, el reservorio del sistema de agua potable tiene un volumen de regulación de 20 m³, es decir, que cumple satisfactoriamente con la demanda de todo el sector de Concacha Centro y el sector de Concacha Baja.

a) Tubería de llegada.

La tubería es de 2'' para que pueda abastecer a la población de manera continua y aprovechar el 85% de todo el aforo de la captación y así dejar el caudal ecológico de 15% del caudal de aforo.

b) Tubería de salida.

La tubería es de 2'' en una longitud de 50 metros líneas para luego reducirse a una tubería de 1 1/2'' en todo el tramo de la línea de distribución.

c) Tubería de limpia y rebose.

Esta tubería es de 4'' tal que facilite la limpieza del reservorio.

d) By-pass

La tubería es de 2'' que tiene una conexión directa entre la entrada y salida.

3.10.8 Cálculo hidráulico de la línea de distribución.

Datos:

Tabla 35
Georreferenciación de reservorios

Reservorios	Coordenada UTM		
	Este	Norte	Cota
Canterian	737403.00	8501039.00	3700
Chuyurnilloc	738094.34	8501067.87	3570

Fuente: Elaboración propia.

Según la RM N° 192-2018-Vivienda “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural”.

Contempla que:

- Para un sistema abierto o ramificado en una línea de distribución, el método a utilizarse sede de probabilidades consiste en determinar el caudal unitario.
- Para un sistema cerrado, se utiliza el método de Hardy Cross.

Parámetro de diseño.

a) Aspectos generales.

- Los diámetros nominales mínimos serán: 25mm en redes principales, 20mm en ramales y 15mm en conexiones domiciliarias.
- En los cruces de tuberías, no se permite la instalación de accesorios en forma de cruz y se realizan siempre mediante piezas en tee de modo que forme el tramo recto la tubería mayor diámetro. Los diámetros de los accesorios en tee, siempre que existan comercialmente, se corresponderán con los de las tuberías que unen, de forma que no sea necesario intercalar reducciones.

- La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe discurrir, siempre a cota superior a otras redes que pudieran existir de aguas grises o negras, electricidad o teléfono.

b) Caudales de diseño.

Se diseñarán para el Qmh.

c) Velocidades de diseño.

Se tiene que cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no será menor de 0.6 m/s. En ningún caso, podrá ser inferior a 0.30 m/s.
- La velocidad máxima admisible será de 3m/s.

d) Presiones de servicio.

La presión dinámica en cualquier punto de la red no será menor de 5mca. y la presión estática no será mayor de 60mca.

Análisis hidráulico del SGST “Canterian”.

Para el análisis hidráulico de la línea de distribución, se hizo una inspección in situ el cual se observó lo siguiente:

Tabla 36
Datos de tubería-LD-Cap. Canterian

Linea de distribucion	
Tipo	Pvc
Diametro	1.5” - 1”
Clase	10
C	150
Longitud	9.67
Qmh	0.66 lt/seg

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la línea de distribución, primeramente, se determinará el caudal unitario con la siguiente fórmula.

$$Q \text{ unitario} = \frac{Q_{mh}}{P_f}$$

$$Q \text{ unitario} = \frac{0.66}{298} = 0.00221477 \quad \dots (61)$$

$Q \text{ tramo} = Q \text{ unitario} \times N^a \text{ de habitantes por tramo.}$

Tabla 37

Gasto unitario por tramos.

		Nº		
Tramo		Habitantes	Quntario	Qcaudal
R	1	0	0.00221477	0.000
1	2	11	0.00221477	0.024
2	3	3	0.00221477	0.007
2	4	0	0.00221477	0.000
4	5	15	0.00221477	0.033
4	6	5	0.00221477	0.011
6	7	4	0.00221477	0.009
1	8	7	0.00221477	0.016
8	9	4	0.00221477	0.009
9	10	7	0.00221477	0.016
9	11	4	0.00221477	0.009
11	12	3	0.00221477	0.007
11	13	3	0.00221477	0.007
13	14	4	0.00221477	0.009
13	15	4	0.00221477	0.009
15	16	11	0.00221477	0.024
15	17	0	0.00221477	0.000
17	18	7	0.00221477	0.016
17	19	0	0.00221477	0.000
19	20	3	0.00221477	0.007
19	21	3	0.00221477	0.007
21	22	5	0.00221477	0.011
22	23	4	0.00221477	0.009
22	24	3	0.00221477	0.007
21	25	0	0.00221477	0.000
25	26	3	0.00221477	0.007
26	27	2	0.00221477	0.004
26	28	10	0.00221477	0.022
25	29	0	0.00221477	0.000
29	30	3	0.00221477	0.007
29	31	6	0.00221477	0.013
31	32	9	0.00221477	0.020
32	33	7	0.00221477	0.016
33	34	4	0.00221477	0.009
33	35	4	0.00221477	0.009

32	36	2	0.00221477	0.004
31	37	11	0.00221477	0.024
37	38	2	0.00221477	0.004
37	39	10	0.00221477	0.022
39	40	4	0.00221477	0.009
40	41	4	0.00221477	0.009
40	42	5	0.00221477	0.011
39	43	6	0.00221477	0.013
43	44	12	0.00221477	0.027
43	45	0	0.00221477	0.000
45	46	1	0.00221477	0.002
45	47	9	0.00221477	0.020
8	48	14	0.00221477	0.031
48	49	0	0.00221477	0.000
49	50	3	0.00221477	0.007
49	51	0	0.00221477	0.000
51	52	3	0.00221477	0.007
51	53	0	0.00221477	0.000
53	54	3	0.00221477	0.007
53	55	0	0.00221477	0.000
55	56	0	0.00221477	0.000
56	57	13	0.00221477	0.029
56	58	12	0.00221477	0.027
55	59	0	0.00221477	0.000
59	60	8	0.00221477	0.018
59	61	6	0.00221477	0.013
61	62	5	0.00221477	0.011
61	63	2	0.00221477	0.004
63	64	3	0.00221477	0.007
63	65	2	0.00221477	0.004
TOTAL		298		0.66

Fuente: Elaboración propia.



Figura 25. Línea de distribución del SGST “Canterian”
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del cálculo hidráulico se muestran en el cuadro determinándose los valores de las columnas de modo siguiente:

Columna 1: Corresponde a la identificación del tramo a calcular.

Columna 2: Gasto por tramo determinado y detallado en la Tabla N°37.

Columna 3: Gasto de diseño, este gasto se determinará en función los acumulados por tramo, recomendándose iniciar el cálculo por el tramo final.

Columna 4: Longitud del tramo en metros.

Columna 5: Diámetro, se asumirá un diámetro inicial en función a las velocidades límites y las presiones dentro de la tubería.

Columna 6: Velocidad determinada mediante la siguiente relación:

$$V = 1.9735 \frac{Q}{D^2}$$

..... (62)

Columna 7: Pérdida de carga unitaria.

$$hf = \left(\left(\frac{Q}{0.0004264 \cdot 150 \cdot D^{2.63}} \right)^{1/0.54} \right) / 1000$$

..... (63)

Columna 8: Pérdida de carga del tramo.

$$Hf = L * hf$$

... (64)

Columna 9: Cota piezométrica inicial se parte del reservorio, considerando la cota del terreno. Para los tramos siguientes, la cota piezométrica inicial será igual a la cota piezométrica final del tramo anterior.

Columna 10: Cota piezométrica final es igual a la diferencia de la columna 9 y 8.

$$\text{Cota piez. (f)} = \text{cota piez (i)} - H_f.$$

Columna 11: Cota inicial del terreno en m.s.n.m.

Columna 12: Cota final del terreno en m.s.n.m.

Columna 13: Presión inicial. Se calcula mediante la diferencia entre la columna 9 y 11.

$$P (i) = \text{Cota piez. (i)} - \text{Cota inicial de terreno.}$$

Columna 14: Presión final. Se calcula mediante la diferencia entre la columna 10 y 12.

$$P (f) = \text{Cota piez (f)} - \text{Cota final de terreno.}$$

Tabla 38.

Análisis hidráulico del SGST “CANTERIAN” con tuberías PVC ($Q_{mh} = 0.66$) ($T = 20$ años)

TRAMO		CAUDAL (l/s)		LONGITUD (m)	DIAMETRO DE TUBO		VELOCID. (m/s)	PERDIDA DE CARGA		COTA PIEZOMETRICA (msnm)		COTA TERRENO (msnm)		PRESION ESTATICA (m)		VALVULA REDUCTORA DE PRESION	
		TRAMO 2	DISEÑO 3		Diametro Pulgadas 5	Diametro Pulgadas 6		UNITARIO (%) 7	TRAMO (m) 8	INICIO 9	FINAL 10	INICIO 11	FINAL 12	INICIO 13	FINAL 14	INICIO	FINAL
R	1	0.000	0.660	46.816	1 1/2	1.50	0.58	11.91	0.56	3703.00	3702.44	3703.00	3700.00	0.00	2.44	0.00	2.44
1	2	0.024	0.024	271.365	1	1.00	0.05	0.19	0.05	3702.44	3702.39	3700.00	3648.00	2.44	54.39	2.44	36.13
2	3	0.007	0.636	72.256	1	1.00	1.25	79.86	5.77	3702.39	3696.62	3648.00	3643.00	54.39	53.62	36.13	40.13
2	4	0.000	0.629	10.295	1 1/2	1.50	0.55	10.89	0.11	3696.62	3696.51	3648.00	3645.00	48.62	51.51	36.13	39.13
4	5	0.033	0.629	152.211	1 1/2	1.50	0.55	10.89	1.66	3696.51	3694.85	3645.00	3639.00	51.51	55.85	51.51	55.85
4	6	0.011	0.011	185.334	1 1/2	1.50	0.01	0.01	0.00	3694.85	3694.85	3645.00	3620.00	49.85	74.85	39.13	20.00
6	7	0.009	0.585	39.419	1 1/2	1.50	0.51	9.52	0.38	3694.85	3694.47	3620.00	3615.00	74.85	79.47	20.00	25.00
1	8	0.016	0.016	184.49	1 1/2	1.50	0.01	0.01	0.00	3694.47	3694.47	3689.00	3687.00	5.47	7.47	5.47	7.47
8	9	0.009	0.560	153.962	1 1/2	1.50	0.49	8.80	1.35	3694.47	3693.12	3687.00	3674.00	7.47	19.12	7.00	19.12
9	10	0.016	0.016	38.693	1	1.00	0.03	0.08	0.00	3693.11	3693.11	3674.00	3673.00	19.11	20.11	19.11	20.11
9	11	0.009	0.536	41.218	1 1/2	1.50	0.47	8.10	0.33	3693.11	3692.78	3674.00	3670.00	19.11	22.78	19.11	22.78
11	12	0.007	0.007	37.157	1	1.00	0.01	0.02	0.00	3692.78	3692.78	3670.00	3665.00	22.78	27.78	22.78	27.78
11	13	0.007	0.520	31.391	1 1/2	1.50	0.46	7.67	0.24	3692.78	3692.54	3670.00	3660.00	22.78	32.54	22.78	32.54
13	14	0.009	0.009	73.777	1	1.00	0.02	0.03	0.00	3692.54	3692.53	3660.00	3661.00	32.54	31.53	32.54	31.53
13	15	0.009	0.505	12.872	1	1.00	1.00	52.17	0.67	3692.53	3691.86	3661.00	3655.00	31.53	36.86	31.53	20.00
15	16	0.024	0.024	28.358	1	1.00	0.05	0.19	0.01	3691.86	3691.86	3655.00	3658.00	36.86	33.86	20.00	23.16
15	17	0.000	0.472	23.104	1 1/2	1.50	0.41	6.40	0.15	3691.86	3691.71	3655.00	3648.00	36.86	43.71	23.16	30.01
17	18	0.016	0.016	33.948	1	1.00	0.03	0.08	0.00	3691.71	3691.71	3648.00	3646.00	43.71	45.71	30.01	32.01
17	19	0.000	0.456	16.767	1 1/2	1.50	0.40	6.01	0.10	3691.71	3691.60	3648.00	3643.00	43.71	48.60	30.01	35.00
19	20	0.007	0.007	18.914	1	1.00	0.01	0.02	0.00	3691.60	3691.60	3643.00	3642.00	48.60	49.60	35.00	36.00
19	21	0.007	0.450	66.398	1	1.50	0.39	42.08	2.79	3688.81	3686.02	3643.00	3625.00	45.81	61.02	35.00	50.21
21	22	0.011	0.011	64.792	1	1.00	0.02	0.04	0.00	3686.02	3686.01	3625.00	3624.00	61.02	62.01	50.21	50.22
22	23	0.009	0.432	30.959	1	1.00	0.85	39.07	1.21	3684.80	3683.59	3624.00	3620.00	60.80	63.59	50.22	53.01
22	24	0.007	0.007	28.353	1	1.00	0.01	0.02	0.00	3683.59	3683.59	3624.00	3618.00	59.59	65.59	50.22	56.22
21	25	0.000	0.416	46.412	1	1.00	0.82	36.51	1.69	3683.59	3681.90	3625.00	3614.00	58.59	67.90	50.21	20.00
25	26	0.007	0.007	117.448	1 1/2	1.50	0.01	0.00	0.00	3681.90	3681.90	3614.00	3611.00	67.90	70.90	20.00	23.00
26	27	0.004	0.410	17.751	1	1.00	0.81	35.44	0.63	3681.90	3681.27	3611.00	3613.00	70.90	68.27	23.00	20.37
26	28	0.022	0.022	72.541	1	1.00	0.04	0.16	0.01	3681.27	3681.26	3611.00	3605.00	70.27	76.26	23.00	28.99
25	29	0.000	0.383	18.082	1	1.00	0.76	31.31	0.57	3681.26	3680.69	3614.00	3609.00	67.26	71.69	20.00	24.43
29	30	0.007	0.007	27.656	1	1.00	0.01	0.02	0.00	3680.69	3680.69	3609.00	3608.00	71.69	72.69	24.43	25.43
29	31	0.013	0.377	63.289	1	1.00	0.74	30.31	1.92	3680.69	3678.77	3609.00	3600.00	71.69	78.77	24.43	31.41
31	32	0.020	0.020	46.506	1	1.00	0.04	0.13	0.01	3678.77	3678.76	3600.00	3599.00	78.77	79.76	31.41	32.40
32	33	0.016	0.343	91.545	1	1.00	0.68	25.55	2.34	3678.76	3676.42	3599.00	3598.00	79.76	78.42	32.40	31.06
33	34	0.009	0.009	26.99	1	1.00	0.02	0.03	0.00	3676.42	3676.42	3598.00	3597.00	78.42	79.42	31.06	32.00
33	35	0.009	0.319	33.367	1	1.00	0.63	22.30	0.74	3676.42	3675.68	3598.00	3588.00	78.42	87.68	31.06	40.32
32	36	0.004	0.004	110.883	1	1.00	0.01	0.01	0.00	3675.68	3675.68	3599.00	3573.00	76.68	102.68	32.40	58.40
31	37	0.024	0.306	77.436	1	1.00	0.60	20.61	1.60	3675.68	3674.08	3600.00	3596.00	75.68	78.08	31.41	33.81
37	38	0.004	0.004	136.97	1	1.00	0.01	0.01	0.00	3674.08	3674.08	3596.00	3568.00	78.08	106.08	33.81	61.81
37	39	0.022	0.277	46.158	1	1.00	0.55	17.16	0.79	3674.08	3673.29	3596.00	3594.00	78.08	79.29	33.81	35.02
39	40	0.009	0.009	55.615	1	1.00	0.02	0.03	0.00	3673.29	3673.29	3594.00	3593.00	79.29	80.29	35.02	36.02
40	41	0.009	0.246	10.607	1	1.00	0.49	13.77	0.15	3673.29	3673.14	3593.00	3594.00	80.29	79.14	36.02	34.87
40	42	0.011	0.011	12.592	1	1.00	0.02	0.04	0.00	3673.14	3673.14	3593.00	3592.00	80.14	81.14	36.02	37.02
39	43	0.013	0.226	81.34	1	1.00	0.45	11.78	0.96	3672.18	3671.22	3594.00	3586.00	78.18	85.22	35.02	42.06
43	44	0.027	0.027	79.319	1	1.00	0.05	0.22	0.02	3671.22	3671.20	3586.00	3580.00	85.22	91.20	42.06	48.04
43	45	0.000	0.186	34.84	1	1.00	0.37	8.23	0.29	3670.92	3670.63	3586.00	3583.00	84.92	87.63	42.06	44.77
45	46	0.002	0.002	29.325	1	1.00	0.00	0.00	0.00	3670.63	3670.63	3586.00	3585.00	84.63	85.63	44.77	45.77
45	47	0.020	0.184	86.14	1	1.00	0.36	8.05	0.69	3670.63	3669.94	3586.00	3569.00	84.63	100.94	44.77	61.08
8	48	0.031	0.031	237.709	1	1.00	0.06	0.30	0.07	3669.94	3669.87	3667.00	3665.00	2.94	4.87	2.94	4.87
48	49	0.000	0.133	19.119	1	1.00	0.26	4.41	0.08	3669.87	3669.78	3663.00	3662.00	6.87	7.78	6.87	7.78
49	50	0.007	0.007	69.147	1	1.00	0.01	0.02	0.00	3679.00	3679.00	3679.00	3671.00	5.32	8.00	5.32	8.00
49	51	0.000	0.126	31.992	1	1.00	0.25	4.01	0.13	3679.00	3678.87	3677.00	3670.00	2.00	8.87	2.00	8.87
51	52	0.007	0.007	19.427	1	1.00	0.02	0.02	0.00	3678.87	3678.87	3670.00	3667.00	8.87	11.87	8.87	11.87
51	53	0.000	0.120	59.172	1	1.00	0.24	3.63	0.21	3678.87	3678.66	3670.00	3651.00	8.87	27.66	8.87	27.66
53	54	0.007	0.007	52.246	1	1.00	0.01	0.02	0.00	3678.66	3678.65	3651.00	3649.00	27.66	29.65	27.66	29.65
53	55	0.000	0.113	14.518	1	1.00	0.22	3.27	0.05	3678.65	3678.61	3651.00	3646.00	27.65	32.61	27.65	32.61
55	56	0.000	0.113	42.31	1	1.00	0.22	3.27	0.14	3678.61	3678.47	3646.00	3645.00	32.61	33.47	32.61	33.47
56	57	0.029	0.113	38.154	1	1.00	0.22	3.27	0.12	3678.47	3678.34	3645.00	3639.00	33.47	39.34	33.47	

Análisis hidráulico del SGST “Chuyurnilloc”

Para el análisis hidráulico de la línea de distribución, se hizo una inspección in situ el cual se observó lo siguiente:

Tabla 39

Datos de tubería- LD - cap. Chuyurnilloc

Línea de distribución	
Tipo	PVC
Diámetro	1.5” - 1”
Clase	10
C	150
Longitud	2KM
Qmh	1.18 lt/seg

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el análisis hidráulico del sistema de gravedad sin tratamiento “Chuyurnilloc”, se utilizó el método del sistema abierto o ramificado en una línea de distribución. Para el cálculo de la línea de distribución, primeramente, se determinará el caudal unitario con la siguiente fórmula.

$$Q \text{ unitario} = \frac{Q_{mh}}{P_f}$$

$$Q \text{ unitario} = \frac{0.77}{350} = 0.0022 \quad \dots (65)$$

$$Q \text{ tramo} = Q \text{ unitario} \times N^a \text{ de habitantes por tramo}$$

Tabla 40

Gasto unitario por tramos

		N°		
Tramo		Habitantes	Quntario	Qcaudal
R	1	3	0.0033714	0.010
1	2	5	0.0033714	0.017
1	3	0	0.0033714	0.000
3	4	10	0.0033714	0.034
3	5	0	0.0033714	0.000
5	6	0	0.0033714	0.000
6	7	7	0.0033714	0.024
6	8	14	0.0033714	0.047
8	9	5	0.0033714	0.017
8	10	15	0.0033714	0.051
10	11	7	0.0033714	0.024

10	12	13	0.0033714	0.044
12	13	9	0.0033714	0.030
13	14	0	0.0033714	0.000
13	15	15	0.0033714	0.051
15	16	4	0.0033714	0.013
5	17	13	0.0033714	0.044
17	18	5	0.0033714	0.017
17	19	5	0.0033714	0.017
19	20	4	0.0033714	0.013
19	21	10	0.0033714	0.034
21	12	15	0.0033714	0.051
21	22	8	0.0033714	0.027
22	23	0	0.0033714	0.000
23	24	11	0.0033714	0.037
23	25	0	0.0033714	0.000
25	26	4	0.0033714	0.013
25	27	0	0.0033714	0.000
27	28	7	0.0033714	0.024
27	29	9	0.0033714	0.030
29	30	8	0.0033714	0.027
29	31	8	0.0033714	0.027
22	32	7	0.0033714	0.024
32	33	12	0.0033714	0.040
32	34	0	0.0033714	0.000
34	35	9	0.0033714	0.030
34	36	7	0.0033714	0.024
36	37	10	0.0033714	0.034
36	38	8	0.0033714	0.027
38	39	6	0.0033714	0.020
38	40	7	0.0033714	0.024
40	41	8	0.0033714	0.027
40	42	0	0.0033714	0.000
42	43	14	0.0033714	0.047
42	44	8	0.0033714	0.027
44	45	11	0.0033714	0.037
44	46	0	0.0033714	0.000
46	47	15	0.0033714	0.051
46	48	14	0.0033714	0.047
TOTAL		350		1.18

Fuente: Elaboracion propia.



Figura 26. Línea de distribución de agua potable de SGST “Chuyurnilloc”.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del cálculo hidráulico se muestran en el cuadro determinándose los valores de las columnas de modo siguiente:

Columna 1: Corresponde a la identificación del tramo a calcular.

Columna 2: Gasto por tramo determinado y detallado en la Tabla N°37.

Columna 3: Gasto de diseño, este gasto se determina en función los acumulados por tramo, recomendándose iniciar el cálculo por el tramo final.

Columna 4: Longitud del tramo en metros.

Columna 5: Diámetro, se asuma un diámetro inicial en función a las velocidades límites y las presiones dentro de la tubería.

Columna 6: Velocidad determinada mediante la siguiente relación:

$$V = 1.9735 \frac{Q}{D^2}$$

.... (66)

Columna 7: Pérdida de carga unitaria.

$$hf = \left(\left(\frac{Q}{0.0004264 \cdot 150 \cdot D^{2.63}} \right)^{1/0.54} \right) / 1000$$

.... (67)

Columna 8: Pérdida de carga del tramo.

$$H_f = L \cdot hf$$

... (68)

Columna 9: Cota piezométrica inicial se parte del reservorio, considerando la cota del terreno. Para los tramos siguientes, la cota piezométrica inicial será igual a la cota piezométrica final del tramo anterior.

Columna 10: Cota piezométrica final es igual a la diferencia de la columna 9 y 8.

$$\text{Cota piez (f)} = \text{cota piez. (i)} - H_f$$

Columna 11: Cota inicial del terreno en m.s.n.m.

Columna 12: Cota final del terreno en m.s.n.m.

Columna 13: Presión inicial. Se calcula mediante la diferencia entre la columna 9 y 11.

$$P (i) = \text{Cota piez (i)} - \text{Cota inicial de terreno.}$$

Columna 14: Presión final. Se calcula mediante la diferencia entre la columna 10 y 12.

$$P (f) = \text{Cota Piez (f)} - \text{Cota final de terreno.}$$

Tabla 41

Análisis hidráulico del SGST “CHUYURNILLOC” con tuberías PVC ($Q_{mh} = 1.18$) ($T = 20$ años)

TRAMO 1		CAUDAL (l/s)		LONGITUD (m) 4	DIAMETRO DE TUBO		VELOCID. (m/s) 6	PERDIDA DE CARGA		COTA PIEZOMÉTRICA (msnm)		COTA TERRENO (msnm)		PRESION ESTÁTICA (m)		VALVULA REDUCTORA DE PRESION	
		TRAMO 2	DISEÑO 3		Diametro Pulgadas 5	Diametro Pulgadas 5		UNITARIO (%) 7	TRAMO (m) 8	INICIO 9	FINAL 10	INICIO 11	FINAL 12	INICIO 13	FINAL 14	INICIO	FINAL
R	1	0.010	1.180	140.255	1 1/2	1.50	1.03	34.88	4.89	3578.00	3573.11	3578.00	3560.00	0.00	13.11	0.00	13.11
1	2	0.017	0.017	85.258	1	1.00	0.03	0.10	0.01	3573.11	3573.10	3560.00	3558.00	13.11	15.10	13.11	15.10
1	3	0.000	1.153	30.056	1 1/2	1.50	1.01	33.42	1.00	3573.10	3572.09	3560.00	3553.00	13.10	19.09	13.10	19.09
3	4	0.034	0.034	267.436	1	1.00	0.07	0.35	0.09	3572.09	3572.00	3553.00	3530.00	19.09	42.00	19.09	42.00
3	5	0.000	1.119	77.875	1 1/2	1.50	0.98	31.64	2.46	3572.00	3569.54	3553.00	3548.00	19.00	21.54	19.00	21.54
5	6	0.000	0.024	58.038	1 1/2	1.50	0.02	0.03	0.00	3569.54	3569.54	3548.00	3543.00	21.54	26.54	21.54	26.54
6	7	0.024	1.119	124.404	1 1/2	1.50	0.98	31.64	3.94	3569.54	3565.60	3543.00	3549.00	26.54	16.60	26.54	16.60
7	8	0.047	0.047	115.929	1	1.00	0.09	0.65	0.08	3565.60	3565.53	3543.00	3540.00	22.60	25.53	22.60	25.53
8	9	0.017	1.049	57.256	1 1/2	1.50	0.92	28.03	1.61	3565.53	3563.92	3540.00	3539.00	25.53	24.92	25.53	24.92
8	10	0.051	0.051	212.839	1	1.00	0.10	0.74	0.16	3563.92	3563.61	3540.00	3545.00	23.76	18.61	23.76	18.61
10	11	0.024	0.981	41.006	1 1/2	1.50	0.86	24.79	1.02	3563.61	3562.59	3545.00	3538.00	18.61	24.59	18.61	24.59
10	12	0.044	0.044	235.823	1	1.00	0.09	0.57	0.13	3562.59	3562.32	3545.00	3543.00	17.46	19.32	17.46	19.32
12	13	0.030	0.914	7.116	1 1/2	1.50	0.80	21.73	0.15	3562.32	3562.17	3543.00	3544.00	19.32	18.17	19.32	18.17
13	14	0.000	0.883	26.041	1	1.00	1.74	146.79	3.82	3562.17	3558.34	3544.00	3545.00	18.17	13.34	18.17	13.34
13	15	0.051	0.883	58.61	1 1/2	1.50	0.77	20.41	1.20	3558.34	3557.15	3544.00	3542.00	14.34	15.15	14.34	15.15
15	16	0.013	0.013	19.071	1	1.00	0.03	0.06	0.00	3557.15	3557.15	3542.00	3535.00	15.15	22.15	15.15	22.15
5	17	0.044	0.819	195.637	1 1/2	1.50	0.72	17.76	3.47	3557.15	3553.67	3548.00	3538.00	9.15	15.67	9.15	15.67
17	18	0.017	0.017	251.523	1	1.00	0.03	0.10	0.02	3553.67	3553.65	3538.00	3536.00	15.67	17.65	15.67	17.65
17	19	0.017	0.759	65.181	1 1/2	1.50	0.67	15.40	1.00	3553.65	3552.64	3538.00	3535.00	15.65	17.64	15.65	17.64
19	20	0.013	0.013	251.822	1	1.00	0.03	0.06	0.02	3552.64	3552.63	3535.00	3508.00	17.64	44.63	17.64	20.00
19	21	0.034	0.728	115.779	1 1/2	1.50	0.64	14.28	1.65	3550.97	3549.32	3535.00	3536.00	15.97	13.32	15.97	13.32
21	12	0.051	0.051	200.117	1 1/2	1.50	0.04	0.10	0.02	3549.32	3549.30	3536.00	3539.00	13.32	10.30	13.32	10.30
21	22	0.027	0.644	114.056	1 1/2	1.50	0.56	11.38	1.30	3548.00	3546.71	3536.00	3535.00	12.00	11.71	12.00	11.71
22	23	0.000	0.617	50.314	1	1.00	1.22	75.57	3.80	3546.71	3542.90	3535.00	3520.00	11.71	22.90	11.71	22.90
23	24	0.037	0.617	53.801	1	1.50	0.54	75.57	4.07	3542.90	3538.84	3520.00	3525.00	22.90	13.84	22.90	13.84
23	25	0.000	0.580	11.874	1	1.00	1.14	67.39	0.80	3538.84	3538.04	3520.00	3514.00	18.84	24.04	18.84	24.04
25	26	0.013	0.580	109.537	1	1.00	1.14	67.39	7.38	3538.04	3530.66	3514.00	3480.00	24.04	50.66	24.04	50.66
25	27	0.000	0.566	63.451	1	1.00	1.12	64.52	4.09	3530.66	3526.56	3514.00	3515.00	16.66	11.56	16.66	11.56
27	28	0.024	0.566	52.338	1	1.00	1.12	64.52	3.38	3526.56	3523.19	3515.00	3490.00	11.56	33.19	11.56	33.19
27	29	0.030	0.030	140.23	1	1.00	0.06	0.29	0.04	3523.19	3523.14	3515.00	3510.00	8.19	13.14	8.19	13.14
29	30	0.027	0.512	22.176	1	1.00	1.01	53.61	1.19	3523.14	3521.96	3510.00	3496.00	13.14	25.96	13.14	25.96
29	31	0.027	0.027	62.024	1	1.00	0.05	0.23	0.01	3521.94	3521.93	3510.00	3511.00	11.94	10.93	11.94	10.93
22	32	0.024	0.459	621.34	1	1.50	0.40	43.64	27.12	3521.93	3494.81	3511.00	3480.00	10.93	14.81	10.93	10.00
32	33	0.040	0.040	61.228	1	1.00	0.08	0.49	0.03	3494.78	3494.75	3480.00	3463.00	14.78	31.75	10.00	20.00
32	34	0.000	0.394	242.936	1	1.00	0.78	33.04	8.03	3494.75	3486.73	3480.00	3475.00	14.75	11.73	10.00	5.00
34	35	0.030	0.030	54.38	1	1.00	0.06	0.29	0.02	3486.73	3486.71	3475.00	3458.00	11.73	28.71	11.73	28.71
34	36	0.024	0.364	13.325	1	1.00	0.72	28.49	0.38	3486.71	3486.33	3475.00	3473.00	11.71	13.33	11.71	13.33
36	37	0.034	0.034	23.188	1	1.00	0.07	0.35	0.01	3486.33	3486.32	3473.00	3474.00	13.33	12.32	13.33	12.32
36	38	0.027	0.307	14.376	1	1.00	0.61	20.75	0.30	3486.32	3486.02	3473.00	3469.00	13.32	17.02	13.32	17.02
38	39	0.020	0.020	152.284	1	1.00	0.04	0.14	0.02	3486.02	3486.00	3469.00	3463.00	17.02	23.00	17.02	23.00
38	40	0.024	0.260	52.588	1	1.00	0.51	15.24	0.80	3486.00	3485.20	3469.00	3455.00	17.00	30.20	17.00	30.20
40	41	0.027	0.027	31.387	1	1.00	0.05	0.23	0.01	3485.20	3485.20	3455.00	3450.00	30.20	35.20	30.20	35.20
40	42	0.000	0.209	51.474	1	1.00	0.41	10.20	0.53	3484.67	3484.15	3455.00	3442.00	29.67	42.15	29.67	20.00
42	43	0.047	0.047	93.824	1	1.00	0.09	0.65	0.06	3484.15	3484.08	3442.00	3443.00	42.15	41.08	20.00	18.93
42	44	0.027	0.162	76.228	1	1.00	0.32	6.36	0.48	3483.60	3483.12	3442.00	3433.00	41.60	50.12	18.93	27.45
44	45	0.037	0.037	71.466	1	1.00	0.07	0.42	0.03	3483.12	3483.09	3433.00	3431.00	50.12	52.09	27.45	29.42
44	46	0.000	0.098	51.589	1	1.00	0.19	2.50	0.13	3483.09	3482.96	3433.00	3428.00	50.09	54.96	29.42	34.29
46	47	0.051	0.051	119.236	1	1.00	0.10	0.74	0.09	3482.96	3482.87	3428.00	3410.00	54.96	72.87	34.29	52.20
46	48	0.047	0.047	270.885	1	1.00	0.09	0.65	0.18	3482.87	3482.69	3428.00	3380.00	54.87	102.69	34.29	20.00

Fuente: Elaboración propia.

3.10.9 Cálculo del sistema de cloración.

Para determinar el cálculo de cloración, se usó la fórmula:

$$P \text{ (gr)} = \frac{V(\text{lt}) \cdot C(\text{mg/lt})}{10 \cdot (\% \text{ de cloro})} \quad \dots (69)$$

Donde:

V: Volumen en litros

C: Concentración de cloro: 1.5mg/lt (En reservorios)

% de cloro: 70%.

P: Peso en gramos

➤ *Reservorio captación “Canterian”*

Datos:

Tabla 42

Datos para cloración de reservorio – Cap.Canterian

Línea de conducción	
Qmd (l/s)	0.43 lt/seg
Periodo de recarga	15*86400 seg
C (mg/l)	1.5 mg/lt
% Cloro	70%

Fuente: Elaboración Propia.

$$P \text{ (gr)} = \frac{0.43 \cdot 15(86400) \cdot 1.5}{10 \cdot 70} = 1194.17 \text{ gr} = 1.19\text{kg}$$

Verificando la concentración en el tanque la solución madre con la siguiente expresión:

$$V \text{ tanque} = \frac{\text{Pesox \% (cloro)} \times 10}{C1} \quad \dots (70)$$

Donde:

Al reemplazar los datos en la expresión, se tiene el siguiente resultado en la tabla N°43.

Tabla 43

Resultado del volumen del tanque- Cap.Canterian.

P (gr)	% Cloro	C1 (mg/l)	V tanque (l)
2388.34	70	5000	167.18

Fuente: Elaboración propia.

P= Peso del cloro (gr)

% Cloro = 70

C1= Concentración aplicada – 5000 mg/l (tanque)

$$V \text{ tanque} = \frac{1194.17 \times (70) \times 10}{5000}$$

$$V \text{ tanque} = 167.18$$

Para el almacenamiento y la preparación del tanque comercial, se realiza con 250 lt. Por lo tanto, coincide con el hipoclorador instalado en campo.

Verificando el caudal de goteo (ml/min)

$$\text{El tiempo de cloración } t = 30 \times 24 \times 60 = 43200 \text{ min}$$

$$\text{Solución madre} = 250 \text{ lt} = 250000 \text{ ml}$$

$$Q = \frac{250000}{43200} = 5.78 = 6 \text{ ml/min}$$

➤ **Reservorio “Chuyurnilloc”**

Datos:

Tabla 44.

Datos para cloración de reservorio –Cap. Chuyurnilloc.

Línea de conducción	
Qmd (l/s)	0.77 lt/seg
Periodo de recarga	15*86400 seg
C (mg/l)	1.5 mg/lt
% Cloro	70%

Fuente: Elaboración propia.

$$P \text{ (gr)} = \frac{0.77 \cdot 15(86400) \cdot 1.5}{10 \cdot 70} = 2138.40 \text{ gr} = 2.14 \text{ kg}$$

Verificando la concentración en el tanque la solución madre con la siguiente expresión:

$$V_{\text{tanque}} = \frac{\text{Peso x \% (cloro) x 10}}{C1} \quad \dots (71)$$

Donde:

Al reemplazar los datos en la expresión, se tiene el siguiente resultado en la Tabla N°45.

Tabla 45
Resultado del volumen del tanque.

P (gr)	% Cloro	C1 (mg/l)	V tanque (l)
2388.34	70	5000	299.38

Fuente: Elaboración propia.

P= Peso del cloro (gr)

% Cloro = 70

C1= Concentración aplicada – 5000 mg/l (tanque)

$$V_{\text{tanque}} = \frac{2388.34 \times (70) \times 10}{5000}$$

$$V_{\text{tanque}} = 299.38$$

Para el almacenamiento y la preparación del tanque comercial, se realiza con 250 lt.

Verificando el caudal de goteo (ml/min).

El tiempo de cloración $t = 30 \cdot 24 \cdot 60 = 43200$ min.

Solución madre = 250 lt = 250000 ml

$$Q = \frac{250000}{43200} = 5.78 = 6 \text{ ml/min}$$

3.10.10 Test de percolación.

La prueba de percolación se utiliza para obtener un estimativo de tipo cuantitativo de la capacidad de absorción de un determinado sitio. (Reglamento Nacional de Edificaciones- Norma IS 0.20, 2014, p.10).



Figura 27. Ubicación de calicatas en estudio – SGST “Canterian”.
Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento recomendado para realizar tales pruebas es el siguiente:

Tenemos que establecer la ubicación y los materiales a usar:

Tabla 46

Ubicación y materiales – test de percolación.

Ubicación Georeferencial	
Localidad:	Concacha
Distrito:	Curahuasi
Provincia:	Abancay
Región:	Apurímac

Fuente: Elaboración propia.

Materiales
Regla milimétrica.
Cronómetro
Lampas
Picos
Espátula
Wincha de 5 m
Arena gruesa
Cámara fotográfica digital

Pasos para la prueba del test de percolación.

Se hizo una visita de campo *in situ* con la finalidad de preguntar a las personas más antiguas de la localidad de qué tipos de suelos se encontraban.

Posteriormente, se ubicó los 03 puntos donde se harán las respectivas calicatas, con la finalidad de tener mayor referencia de que tipos de suelos se encontrarán en la localidad de Concacha.

Paso 1: Se excavó tres calicatas con una sección de 1mx1m y una profundidad de 1.80 metros.

Tabla 47

Georreferenciación de la Calicata N°- 01

N°	Codigo de calicata	Coordenadas UTM			Altura de pozo
		Este	Norte	Altitud	
1	C1 -1	0737996	8500702	3635	1.80

Fuente: Elaboración propia.



Figura 28. Calicata N° 01

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48

Georreferenciación de la Calicata N°- 02

N°	Codigo de calicata	Coordenadas UTM			Altura de pozo
		Este	Norte	Altitud	
2	C2 -2	0737870	8501171	3480	1.80

Fuente: Elaboración propia.



Figura 29. Calicata N° 02
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49
Georreferenciación de la Calicata N°- 03

N°	Codigo de calicata	Coordenadas UTM		Altitud	Altura de pozo
		Este	Norte		
3	C3 -3	0737857	8501208	3490	1.80 m

Fuente: Elaboración propia.



Figura 30. Calicata N° 03
Fuente: Elaboración propia.

Paso 2: Preparación del cúbeto de sección 0.30 x 0.30 de profundidad 0.30 m para el inicio de la prueba. Se procedió a perfilar las paredes del cúbeto con la finalidad de evitar la erosión, ello se logró con maderas adaptadas al cúbeto, lo cual permitió dar forma al cúbeto requerido en el procedimiento de trabajo.



Figura 31. Preparación de cubeto de 0.30x0.30x0.30 m
Fuente: Elaboración propia.

Paso 3: Posteriormente, se saturó de agua al cubo de sección de 30x30x30cm durante toda la noche, el cual se verificó en horas de la mañana que los cubos se encontraban llenos hasta la profundidad de 30cm. Después de ello, se tuvo que cronometrar el descenso de cada 1cm de total de diez descensos, como lo señala la Norma Técnica IS.020.



Figura 32. Saturación de suelo.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 33. Medida de descenso cada 1cm.
Fuente: Elaboración propia.

Resultado de test percolación y permeabilidad del suelo.

Calicata N° 01

a) Mediciones realizadas en campo.

Las mediciones realizadas de la Calicata N° 01 dieron los siguientes resultados.

Tabla 50

Mediciones realizadas en campo de calicata – N° 01

Muestra	Medicion	Altura (cm)	Tiempo (min)
C-1	1	1 cm	0.31
C-1	2	1 cm	0.38
C-1	3	1 cm	0.40
C-1	4	1 cm	0.40
C-1	5	1 cm	0.41
C-1	6	1 cm	0.41
C-1	7	1 cm	0.42
C-1	8	1 cm	0.44
C-1	9	1 cm	0.45
C-1	10	1 cm	0.58
PROMEDIO			0.42

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51

Clasificación de terrenos según resultados de prueba de percolación.

Clase de terreno	Tiempo de infiltración para el descenso de 1cm
Rápidos	de 0 a 4 minutos
Medios	de 4 a 8 minutos
Lentos	de 8 a 12 minutos

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones – 2006.

La Calicata C1 – 1: Se obtuvo un tiempo promedio de infiltración de 0.42 min y de acuerdo a la Norma I.S 0.20 (ver tabla N° 56) el tipo de suelo se clasifica en terrenos de rápida infiltración.

b) Cálculo de la tasa de infiltración.

Tabla 52

Tasa de infiltración del efluente – N° 01.

Tasa de infiltración (min/cm)	Tasa de infiltración del efluente (L/m2/dia)
0.41	189
0.83	130
1.25	109
1.66	94
2.08	83
4.16	60
6.25	49
12.50	34
18.75	30
25.00	22

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones - 2006

*Tiempo en minutos que tarda el agua en bajar un centímetro, durante la prueba de infiltración.

Se tiene el siguiente dato obtenido del tiempo promedio de infiltración que es de 0.42 min donde este valor está entre estos dos valores 0.41 y 0.83 que se muestra del cuadro de tasa de infiltración (min/cm).

$$\frac{0.42 - 0.41}{0.83 - 0.41} = \frac{x - 189}{130 - 189}$$

$$x = 187.60 \text{ L/m}^2/\text{dia}$$

Como se puede apreciar, los resultados determinan la capacidad de absorción del suelo con respecto a la tasa de infiltración (min/cm) y tasa de infiltración del efluente (L/m²/día) por cada centímetro de descenso, tal y como se observa en el gráfico.

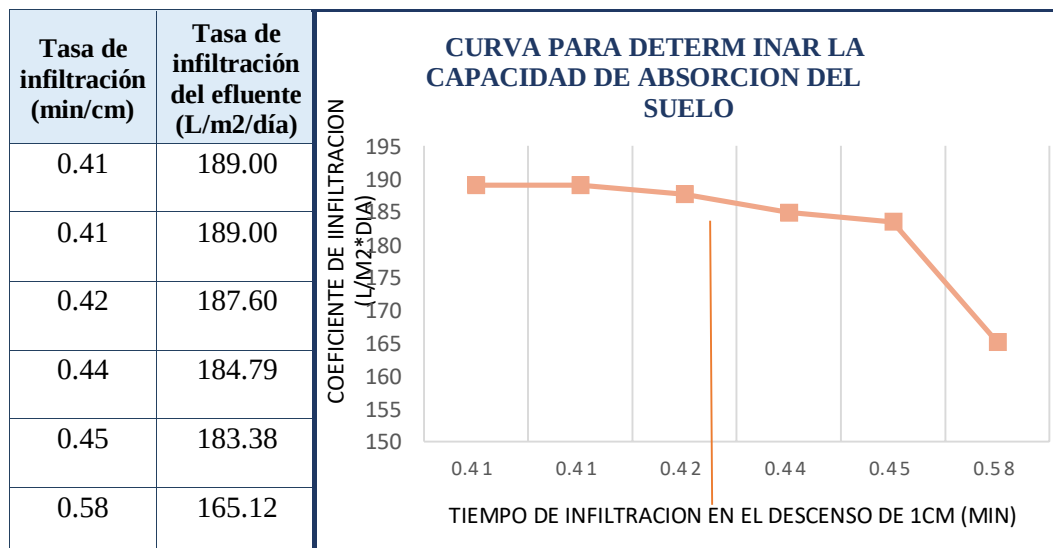


Figura 34. Capacidad de absorción del suelo de Calicata N^a- 01
Fuente: Elaboración propia.

C) Cálculo de la infiltración acumulada.

Tabla 53
Infiltración acumulada de Calicata - 01

Tiempo de Percolación (cm)		Lámina de Percolación (cm)		Velocidad de Percolación (cm/min)		Velocidad de Percolación (cm/hora)	
Parcial	Acumul.	Instant.	Acumul.	Instant.	Acumul.	Instant.	Acumul.
0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.31	0.31	1	1	3.23	3.23	193.55	193.55
0.38	0.69	1	2	2.63	5.86	157.89	351.44
0.40	1.09	1	3	2.50	8.36	150.00	501.44
0.40	1.49	1	4	2.50	10.86	150.00	651.44
0.41	1.90	1	5	2.44	13.30	146.34	797.78
0.41	2.31	1	6	2.44	15.74	146.34	944.13
0.42	2.73	1	7	2.38	18.12	142.86	1086.98
0.44	3.17	1	8	2.27	20.39	136.36	1223.35
0.45	3.62	1	9	2.22	22.61	133.33	1356.68
0.58	4.20	1	10	1.72	24.34	103.45	1460.13
0.38		1				146.01	

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar, los resultados muestran los tiempos de infiltración de líquido por cada centímetro de descenso, tal y como se observa en la siguiente figura:

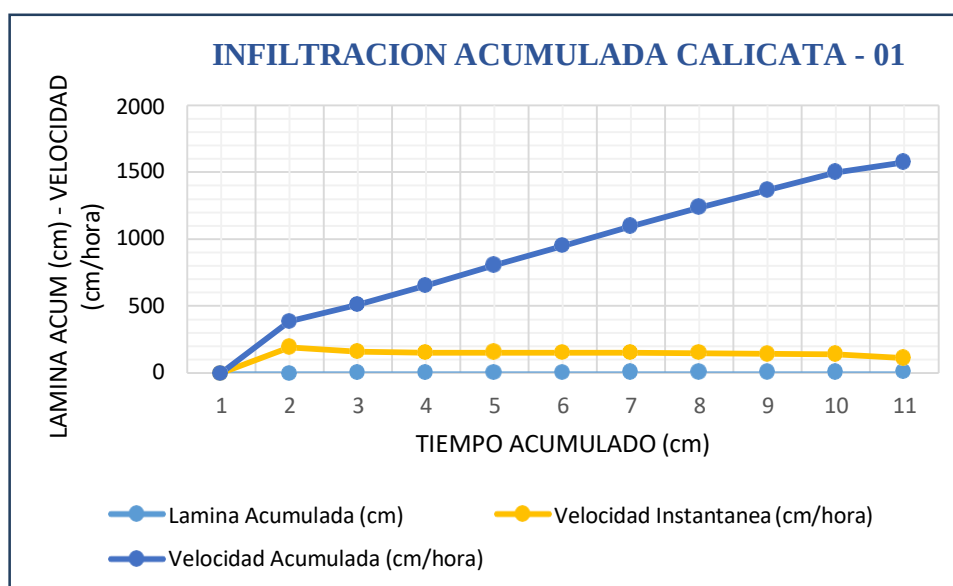


Figura 35. Infiltración acumulada de calicata – 01.
Fuente: Elaboración propia.

Calicata Nª 02

a) Mediciones realizadas en campo

El cálculo analítico realizado en campo dio los siguientes resultados:

Tabla 54
Mediciones realizadas en campo de Calicata – 02

Muestra	Medición	Altura (cm)	Tiempo (min)
C-2	1	1 cm	0.31
C-2	2	1 cm	0.35
C-2	3	1 cm	0.38
C-2	4	1 cm	0.42
C-2	5	1 cm	0.48
C-2	6	1 cm	0.48
C-2	7	1 cm	0.65
C-2	8	1 cm	0.77
C-2	9	1 cm	0.79
C-2	10	1 cm	0.88
PROMEDIO			0.55

Fuente: Elaboración propia.

C 2– 2: Se obtuvo un tiempo promedio de infiltración de 0.55 min, y de acuerdo a la Norma I.S 0.20 (ver tabla N° 56) el tipo de suelo se clasifica en terrenos de rápida infiltración.

b) Cálculo de la tasa de infiltración.

Tabla 55
Tasa de infiltración del efluente – N° 02.

Tasa de infiltración (min/cm)	Tasa de infiltración del efluente (L/m2/dia)
0.41	189
0.83	130
1.25	109
1.66	94
2.08	83
4.16	60
6.25	49
12.50	34
18.75	30
25.00	22

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones - 2006

*Tiempo en minutos que tarda el agua en bajar un centímetro, durante la prueba de infiltración

Se tiene el siguiente dato obtenido del tiempo promedio de infiltración que es de 0.55 min donde este valor está entre estos dos valores 0.41 y 0.83 que se muestra del cuadro de tasa de infiltración (min/cm).

$$\frac{0.55 - 0.41}{0.83 - 0.41} = \frac{x - 189}{130 - 189}$$

$$x = 169.33 \text{ L/m}^2/\text{dia}$$

Como se puede apreciar, los resultados determinan la capacidad de absorción del suelo con respecto a la tasa de infiltración (min/cm) y tasa de infiltración del efluente (L/m2/día) por cada centímetro de descenso, tal y como se observa en el gráfico.

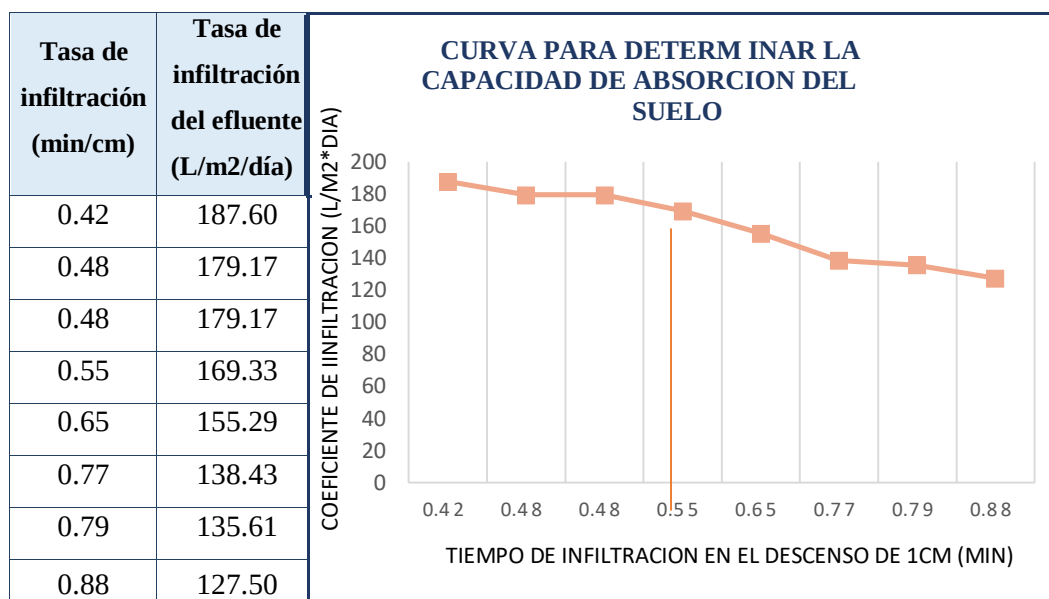


Figura 36. Capacidad de Absorción del Suelo de Calicata - 02
Fuente: Elaboración propia.

c) Cálculo de la infiltración acumulada.

Tabla 56

Infiltración acumulada de Calicata – 02.

Tiempo de percolación (cm)		Lámina de percolación (cm)		Velocidad de percolación (cm/min)		Velocidad de percolación (cm/hora)	
Parcial	Acumul	Instant	Acumul	Instant	Acumul	Instant	Acumul
0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
0.31	0.31	1	1	3.23	3.23	193.55	193.55
0.35	0.66	1	2	2.86	6.08	171.43	364.98
0.38	1.04	1	3	2.63	8.71	157.89	522.87
0.42	1.46	1	4	2.38	11.10	142.86	665.73
0.48	1.94	1	5	2.08	13.18	125.00	790.73
0.48	2.42	1	6	2.08	15.26	125.00	915.73
0.65	3.07	1	7	1.54	16.80	92.31	1008.04
0.77	3.84	1	8	1.30	18.10	77.92	1085.96
0.79	4.63	1	9	1.27	19.37	75.95	1161.91
0.88	5.51	1	10	1.14	20.50	68.18	1230.09
0.50		1				123.01	

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar, los resultados muestran los tiempos de infiltración de líquido por cada centímetro de descenso, tal y como se observa en la siguiente figura.

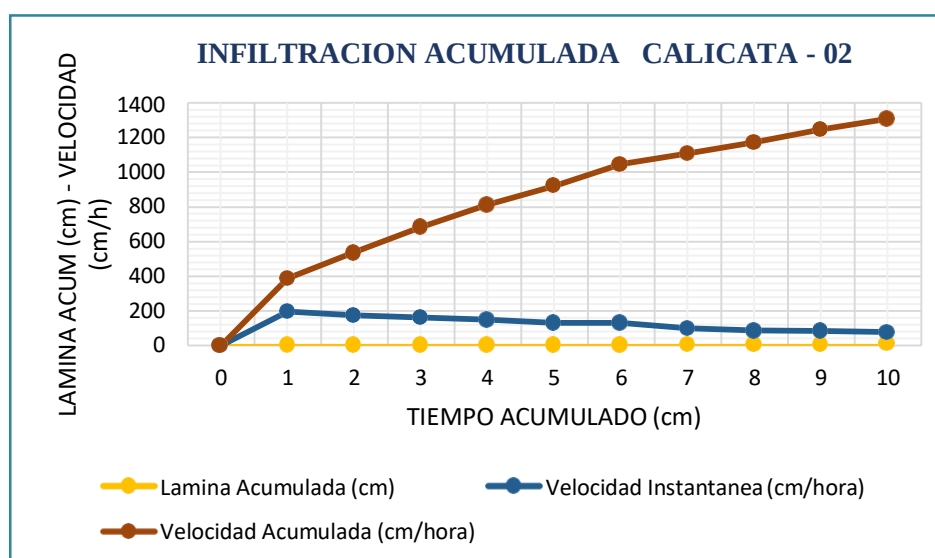


Figura 37. Infiltración acumulada de Calicata – 02.
Fuente: Elaboración propia.

Calicata N° 03

a) Mediciones realizadas en campo.

El cálculo analítico realizado en campo dio los siguientes resultados:

Tabla 57

Mediciones realizadas en campo de Calicata – 03

Muestra	Medición	Altura (cm)	Tiempo (min)
C-3	1	1 cm	1.43
C-3	2	1 cm	1.51
C-3	3	1 cm	1.56
C-3	4	1 cm	1.58
C-3	5	1 cm	2.12
C-3	6	1 cm	2.13
C-3	7	1 cm	2.33
C-3	8	1 cm	2.46
C-3	9	1 cm	3.07
C-3	10	1 cm	3.18
PROMEDIO			2.14

Fuente: Elaboración propia.

C 3 – 3: Se obtuvo un tiempo promedio de infiltración de 2.14 min y de acuerdo a la Norma I.S 0.20 (ver Tabla N° 56) el tipo de suelo se clasifica en terrenos de rápida infiltración.

b) Cálculo de la tasa de infiltración.

Tabla 58
Tasa de infiltración del efluente – N° 03.

Tasa de infiltración (min/cm)	Tasa de infiltración del efluente (L/m2/día)
0.41	189
0.83	130
1.25	109
1.66	94
2.08	83
4.16	60
6.25	49
12.50	34
18.75	30
25.00	22

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones - 2006

*Tiempo en minutos que tarda el agua en bajar un centímetro, durante la prueba de infiltración.

Se tiene el siguiente dato obtenido del tiempo promedio de infiltración que es de 2.14 min donde este valor está entre estos dos valores 2.08 y 4.16 que se muestra del cuadro de tasa de infiltración del efluente.

$$\frac{2.14 - 2.08}{4.16 - 2.08} = \frac{x - 83}{60 - 83}$$

$$x = 82.34 \text{ L/m}^2/\text{día}$$

Como se puede apreciar, los resultados determinan la capacidad de absorción del suelo con respecto a la tasa de infiltración (min/cm) y tasa de infiltración del efluente (L/m2/día) por cada centímetro de descenso, tal y como se observa en el gráfico.

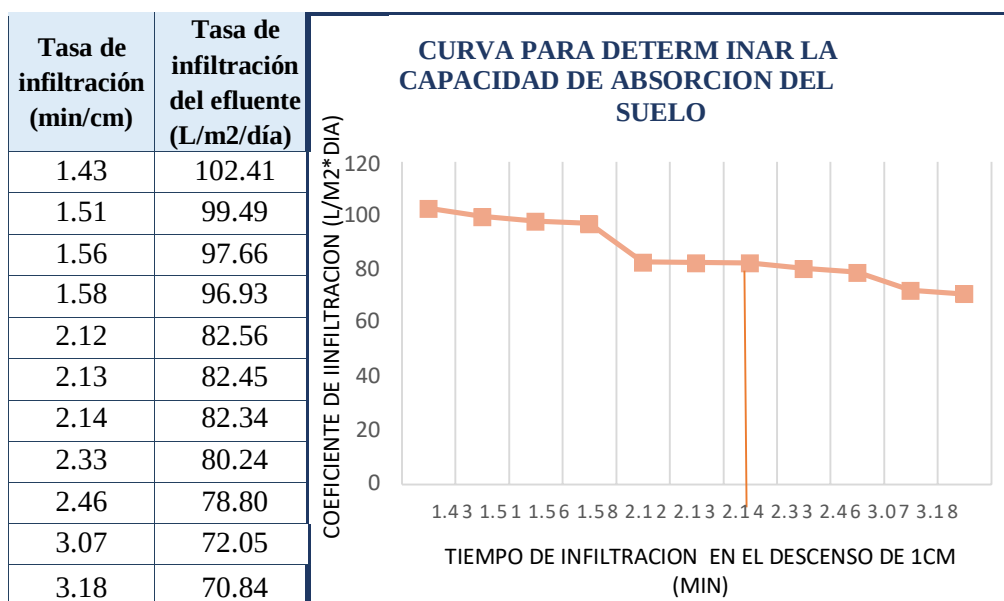


Figura 38. Capacidad de absorción del suelo de Calicata – 03.

Fuente: Elaboración propia.

c) Cálculo de la infiltración acumulada.

Tabla 59

Infiltración acumulada de Calicata – 03.

Tiempo de percolación (cm)	Lámina de percolación (cm)		Velocidad de percolación (cm/min)		Velocidad de percolación (cm/hora)	
	Acumul	Instant	Acumul	Instant.	Instant.	Acumul.
Parcial	.	.	.			
0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00
1.43	1.43	1	1	0.70	0.70	42.05
1.51	2.93	1	2	0.66	1.36	39.83
1.56	4.49	1	3	0.64	2.01	38.47
1.58	6.07	1	4	0.63	2.64	38.08
2.12	8.19	1	5	0.47	3.11	28.24
2.13	10.33	1	6	0.47	3.58	28.11
2.33	12.66	1	7	0.43	4.01	25.77
2.46	15.12	1	8	0.41	4.42	24.37
3.07	18.19	1	9	0.33	4.74	19.52
3.18	21.37	1	10	0.31	5.06	18.87
1.94		1				30.33

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar, los resultados muestran los tiempos de infiltración de líquido por cada centímetro de descenso, tal y como se observa en la (Fig. N°40).

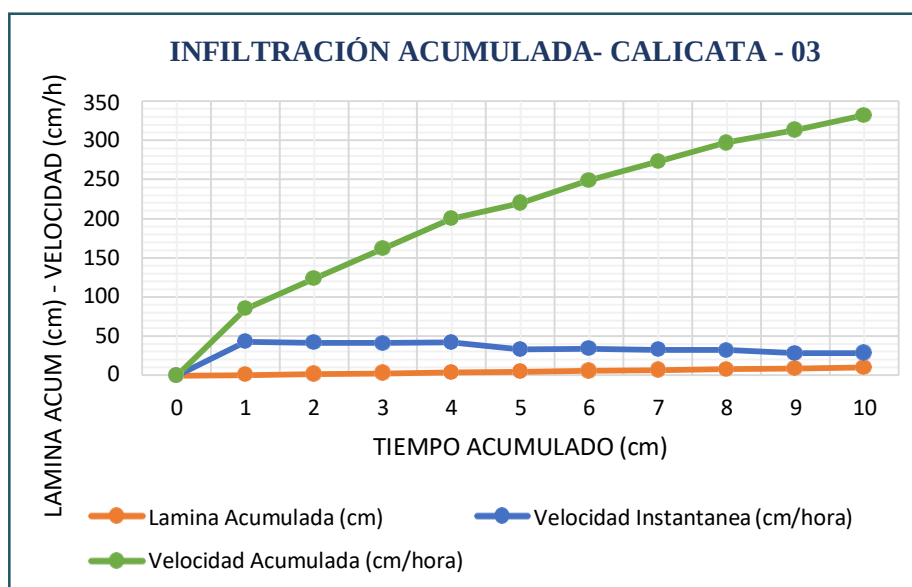


Figura 39. Infiltración acumulada de Calicata – 03.

Fuente: Elaboración propia.

3.10.11 Evaluación del diseño del pozo de percolación.

En la evaluación del test de percolación de las tres calicatas nos dieron como resultado un tiempo de infiltración de 0.42min en la Calicata N° 1, 0.55min en la Calicata N° 2 y 2.14min, en la Calicata N° 3 para el descenso de 1cm por consiguiente está calificado dentro de la Norma (IS. 020 – 7.1.1), como suelo apto para hacer uso del pozo del percolador.

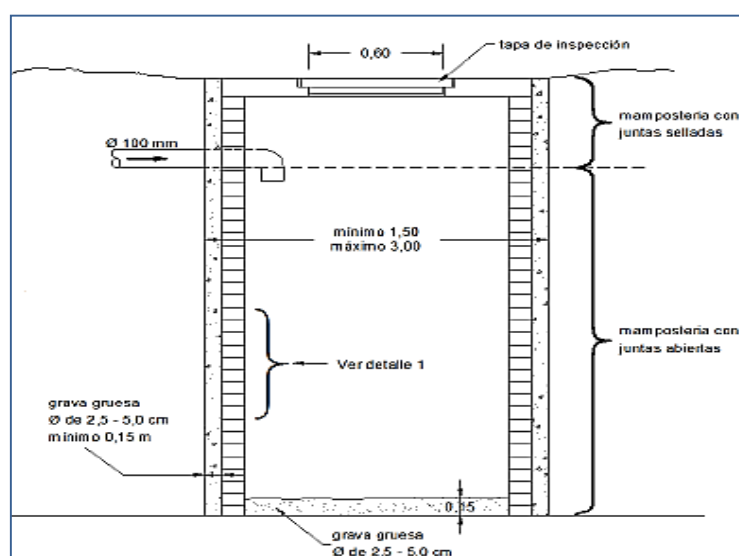


Figura 40. Dimensionamiento – Pozo de percolación

Fuente:file:///C:/Users/STEFY/Downloads/ProyNormaIS020Tanques Septicos%20(7).pdf

Prueba del diseño.

El área útil del campo de percolación será el mayor valor entre las áreas del fondo y de las paredes laterales, contabilizándolas desde la tubería hacia abajo. En consecuencia, el área de absorción se estima por medio de la siguiente relación:

$$A = Q/R \quad \dots (72)$$

Donde:

A: Área de absorción en (m²)

Q: Caudal promedio, efluente del tanque séptico (L/día)

R: Coeficiente de infiltración (L/m²/día)

Con los datos del tiempo de infiltración de 0.42min, 0.55min, y 2.14min según la (tabla N°56) se clasifica en terrenos de rápida infiltración por lo que se encuentran dentro de lo establecido (0 – 4 minutos). Se va a la curva para establecer la capacidad de absorción del suelo, tomando el tiempo de infiltración y se obtiene el valor del coeficiente de infiltración.

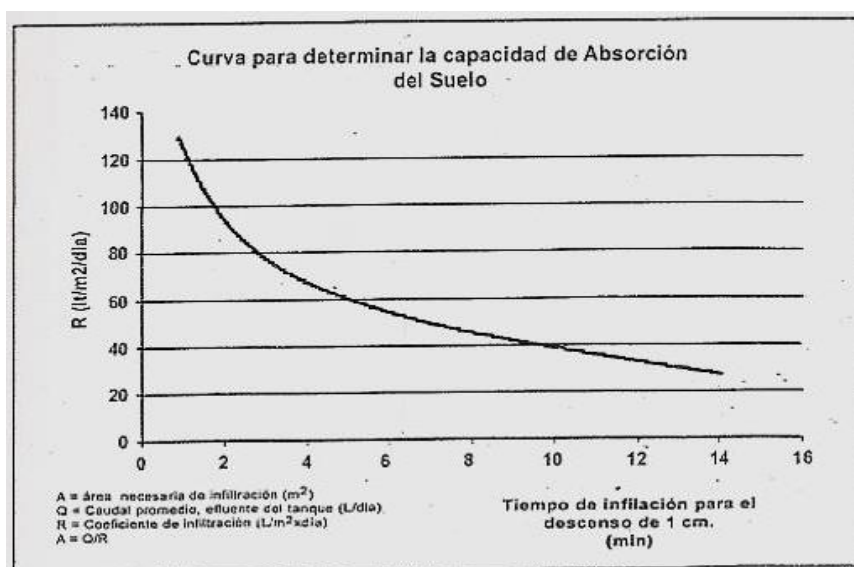


Figura 41. Curva para determinar la capacidad de absorción del suelo.

Fuente: Norma técnica I.S. 020 - Tanques sépticos.

Según la curva siguiente la capacidad de absorción del suelo es de $R=65\text{ l/m}^2/\text{día}$.

Cálculo del pozo de percolación.

Datos:

Densidad de población = 3.24 hab

Dotación = 80 lt/hab/día

Dotación diaria = 259.20 lt/hab/día

Dotación diaria = 259.20 lt/hab/día

Dotación semanal = 1814.40 lt/semana

a) Por lo tanto, se obtiene el caudal promedio siguiente

$$q = 259.2 \text{ lt/hab/día}$$

$$p = 3.24 \text{ personas}$$

b) Se considera un 60% del caudal efluente para los cálculos del diseño del pozo de percolación.

$$Q = 155.52 \text{ lt/día}$$

$$R = 65 \text{ l/m}^2/\text{día}$$

c) Hallando el área de absorción.

$$A = 2.39 \text{ m}^2$$

d) Considerando el siguiente dimensionamiento para el pozo de percolación, asemejándolo a un cilindro.

$$\text{Radio} = 0.4 \text{ m}$$

$$H \text{ asumido} = 0.95 \text{ m}$$

e) Hallando el valor de H diseño, para lo cual el área de absorción debe ser igual al área lateral del cilindro.

$$\text{Área Lateral} = 2.39 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de absorción} = 2.39 \text{ m}^2 \text{ Se}$$

$$\text{adoptó } H = 1.50 \text{ m}$$

f) Dimensiones del pozo de percolación.

Se adopta:

Radio	=	0.50	m
Profundidad	=	1.50	m

3.10.12 Diseño de la caja de registros de lodos.

Es un componente del biodigestor donde el lodo se deposita durante un tiempo para luego extraerlo y convertirse en abono para las plantas.



Figura 42. Caja de registros de lodos.

Fuente: <http://blog.distribuidornacional.com/2014/11/registro-de-lodos.html>

Consideraciones previas.

El exceso de lodos originados por habitantes y por año, depende de la temperatura ambiental y de la descarga de residuos de la cocina. Teniendo los siguientes parámetros a considerar. (UNATSABAR,2002 pág7)

Clima cálido = 40 litros/hab x año Clima frío = 50 litros /hab x año
--

Cálculo de la caja de registros de lodos.

Datos:

Tabla 60

Datos para el cálculo - Caja de registros de lodos.

DATOS	
Tipo de clima	Frío
Aparatos productores de lodos	NO
Intervalo de remoción de lodos (IRL)	1 año
Densidad poblacional (P)	3.24 hab.

Fuente: Elaboración propia.

- a) Volumen unitario de lodos producidos.

$$V_{\text{clima}} = 50 \text{ l/hab/año}$$

- b) Volumen por aparatos productores de grasas.

$$V_{\text{aparatos}} = 0 \text{ l/hab/año}$$

- c) Volumen unitario de lodos producidos.

$$V_L = V_{\text{clima}} + V_{\text{aparatos}}$$

$$V_L = 50 \text{ L/hab/año}$$

- d) Volumen total de lodos producidos.

$$V_{TL} = V_L \cdot IRL \cdot P$$

$$V_{TL} = 162 \text{ litros}$$

$$V_{TL} = 0.162 \text{ m}^3$$

- e) Dimensiones de la caja de registro de lodos.

$$V_{crl} = l * b * h$$

$$l = 0.60 \text{ m}$$

$$b = 0.60 \text{ m}$$

$$h = 0.60 \text{ m}$$

$$V_{crl} = 0.216 \text{ m}^3$$

Entonces, se tiene la siguiente condición:

$$V_{crl} > V_{tl}$$

$$0.216 > 0.162 \text{ m}^3 \quad \text{ok}$$

- Las dimensiones se recomiendan según el volumen y capacidad del biodigestor, registrándose en el siguiente cuadro:

Tabla 61

Dimensiones de caja de registro de lodos.

Dimensiones (m)	600 litro	1300 litros	3000 litros	7000 litros
a (m)	0.60	0.60	1.00	1.50
b (m)	0.60	0.60	1.00	1.50
h (m)	0.30	0.60	0.60	0.70
Volumen de evacuación de lodos	100	184	800	1500

Fuente: <https://www.slideshare.net/SusanRoblesMendoza/biodigestor>

-rotoplas-77231990

Las dimensiones de nuestro registro de lodos según lo calculado, si cumple con sus dimensiones realizadas en campo y también como se indica en la tabla para un biodigestor de 1300 litros.

3.10.13 Diseño del biodigestor V=1300 Lts.



Figura 43. Datos de biodigestor de 1300 litros.

Fuente : <http://rotoplas.andinera.com/producto.php?idp=5>

- a) Determinación de contribución de la demanda del biodigestor para aguas negras.

Caudal de aporte unitario= 70 lt/hab/día.

Densidad poblacional= 3.24 hab./lote.

Aporte (lt/hab/día) = $Q \cdot p = 259.20$.

- b) Determinación del tiempo de retención.

$PR = 1.5 - 0.3 \cdot \log(\text{aporte})$

$PR \text{ (días)} = 0.79$

$PR \text{ (horas)} = 0.77 \cdot 24 = 19.04 \text{ ok}$

(Tiempo mínimo de retención hidráulica IS.020-6.2 es de 6 hr)

- c) Volumen de digestión y almacenamiento de lodos.

La tasa de acumulación de lodos para clima frío 50 lts/hab*año.

N= Limpieza anual = 1año.

$$V_d (m^3) = 70 * P * N / 1000 = 70 * 3.24 * 1 / 1000 = 0.2268$$

- d) Estimación de profundidad de lodos H_d (m).

$$\text{Altura cono (m)} \quad H_d = 0.22$$

$$\text{Área superficial del tanque (m}^2\text{)} \quad A_c = 1.04$$

- e) Volumen requerido para sedimentación (V_s , en m^3).

Según el reglamento de edificaciones Tanque sépticos IS-020-6.3.1

$$V_s (m^3) = P * q * PR / 1000 = 0.18$$

$$\text{Área superficial del tanque (m}^2\text{)} = 1.04.$$

$$H_s (m) \quad V_s / A = 0.18 / 1.04 = 0.17$$

- f) Profundidad libre de lodo (H_o , m).

Según el reglamento de edificaciones Tanque sépticos IS-020-6.4.4

$$H_o (m) = 0.82 - 0.26 * A = 0.55 \text{ OK}$$

- g) Profundidad de espacio libre (H_I , m).

Según el reglamento de edificaciones Tanque Sépticos IS-020-6.4.5

$$H_I = H_o + 0.1 = 0.55 + 0.1 = 0.65 \text{ m mayor a } H_s = 0.17$$

- h) Cálculo de la profundidad máxima de la espuma sumergida, (He, m)

Según el reglamento de edificaciones Tanque sépticos IS-020-6.4.1

Área superficial del tanque (m²) = 1.04 m²

He (m)= $0.7/A_c=0.67$

- i) Verificación de profundidad total efectiva (Hte).

Según el reglamento de edificaciones Tanque sépticos IS-020-6.4.6

Hte requerida, m= He+HI+Hd = $0.67+0.65+0.22=1.54$

el biodigestor de 1300 lts = 1.60 ok

La capacidad para nuestro biodigestor será de 1300 litros, según nuestros datos, dotación de agua por habitante y número de habitantes por familia.

3.10.14 Identificación de los impactos ambientales.

La conservación del medio ambiente es muy importante y más aún cuando entendemos que toda obra civil destruye el medio en donde se desarrolla.

Un estudio de impacto ambiental determinará el impacto que nuestro sistema de agua potable, saneamiento básico de la localidad de Concacha, tendrá sobre el medio ambiente y de esta manera mitigar los impactos negativos, con la finalidad de conseguir una equivalencia entre la acción del ser humano y la naturaleza.

Se identificará y evaluará los impactos positivos y negativos que influyen en el sistema de agua potable y saneamiento básico.

3.10.15.1 Impactos ambientales.

➤ Sistema de agua potable.

Tabla 62

Identificación de impactos en el sistema de agua potable.

Componente	Recursos	Actividad del impacto	Impacto (+/-)
Ambiental	Suelo	No existe afectación al recurso por la prestación del servicio.	Positivo
	Aire		
	Agua	Existe el plan de mantenimiento del sistema.	Positivo
		Existen capacitaciones de ahorro y uso del agua.	Positivo
		No se realizan monitoreo de caudales en la fuente de captación.	Negativo
		Existen obras de protección de las fuentes de abastecimiento.	Positivo
Socio - Económico	Salud	Prestación continua del servicio.	Positivo
		No hay enfermedades diarreicas y dermatitis.	Positivo
		La calidad del agua suministrada es bueno para el consume de la población.	Positivo
	Ingresos	Los cobros se realizan según las exigencias establecidas por la JASS.	Positivo
		La JASS no cuenta con capacitaciones incentivos para el pago oportuno de tarifas.	Negativo
		Pérdidas de agua por conexiones erradas.	Negativo
Técnico - Operativo	Prestación del Servicio	Continuidad en la prestación del servicio.	Positivo
		Verificación y cumplimiento de la normatividad de la calidad del agua	Positivo
		Monitoreo de la calidad del agua	Positivo
		Mantenimiento preventivo y correctivo de la red del sistema.	Positivo
		Operación del sistema a cargo del personal capacitado.	Positivo
		Existe la JASS encargada de la prestación del servicio.	Positivo
		Mantenimiento de la red del sistema.	Positivo

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Sistema de saneamiento básico.**

Tabla N° 63

Identificación de impactos con proyecto en saneamiento básico.

Componente	Recursos	Actividad del impacto	Impacto (+/-)
Ambiental	Suelo	No presenta infiltración por rebosamiento en los pozos de percolación particularmente en épocas de lluvias.	Positivo
		No presenta olores ofensivos.	Positivo
	Agua	Vertimientos de agua de lavado de ropa en las chacras.	Negativo
		Aguas residuales con tratamiento previo del biodigestor al pozo de percolación.	Positivo
Socio - Económico	Salud	No hay enfermedades diarreicas, dermatitis entre otras.	Positivo
	Ingresos	El servicio de saneamiento básico se cobra según la exigencias establecidas	Positivo
		La JASS no cuenta con capacitaciones incentivos para el uso y mantenimiento de las UBS a los usuarios.	Negativo
Técnico - Operativo	Prestación del Servicio	Existe la JASS encargada de la prestación del servicio.	Positivo
		Se realiza mantenimiento preventivo al sistema de saneamiento básico.	Positivo
		No cuentan con las herramientas necesarias	Negativo

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo IV

Resultado y discusión

4.1 Resultados

4.1.1 Estado del sistema del SGST “Canterian”- “Chuyurnilloc”.

4.1.1.1 Cobertura del servicio.

a) Sistema de gravedad sin tratamiento “Canterian”.

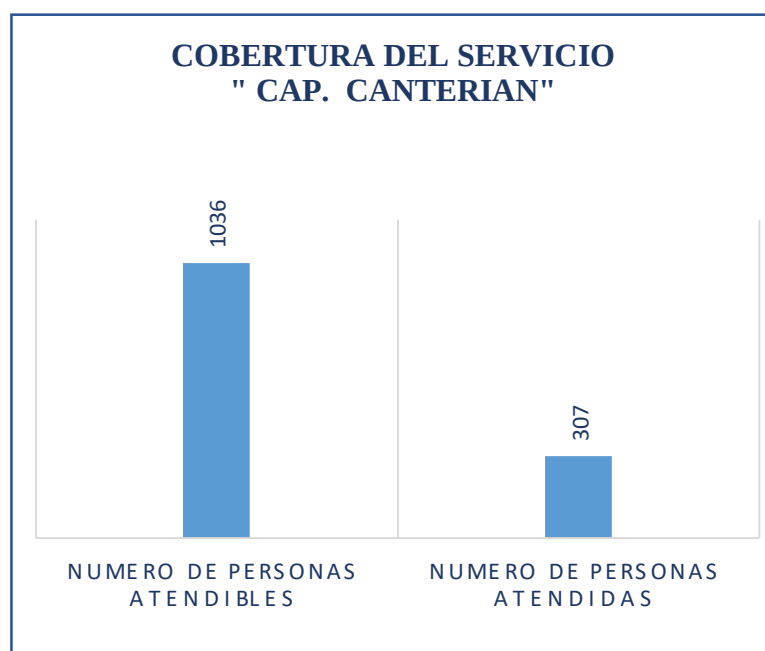


Figura 44. Cobertura del servicio – captación “Canterian”.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se muestra que el caudal aforado en época de sequía puede abastecer a 3 veces más al número de habitantes de la población actual de Concacha Alta, es decir, que la población consume el 29.63% del caudal aforado en determinada época y el resto se utiliza para la agricultura.

b) Sistema de gravedad sin tratamiento “Chuyurnilloc”.

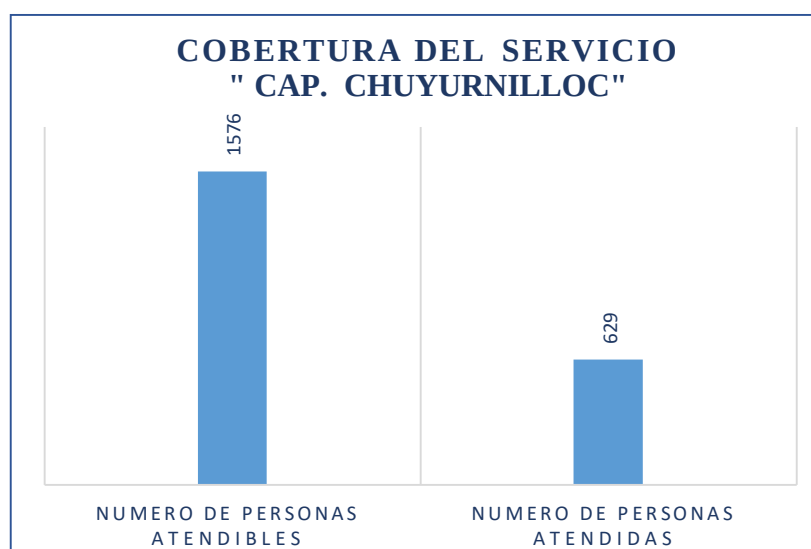


Figura 45. Cobertura del servicio – captación “Chuyurnilloc”.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se muestra que el caudal aforado en época de sequía puede abastecer a 2.5 veces el número de habitantes de la población actual, es decir, que la población de Concacha centro y baja solo consume el 40% del caudal aforado en determinada época.

4.1.1.2 Cantidad del servicio.

a) Captación “Canterian”

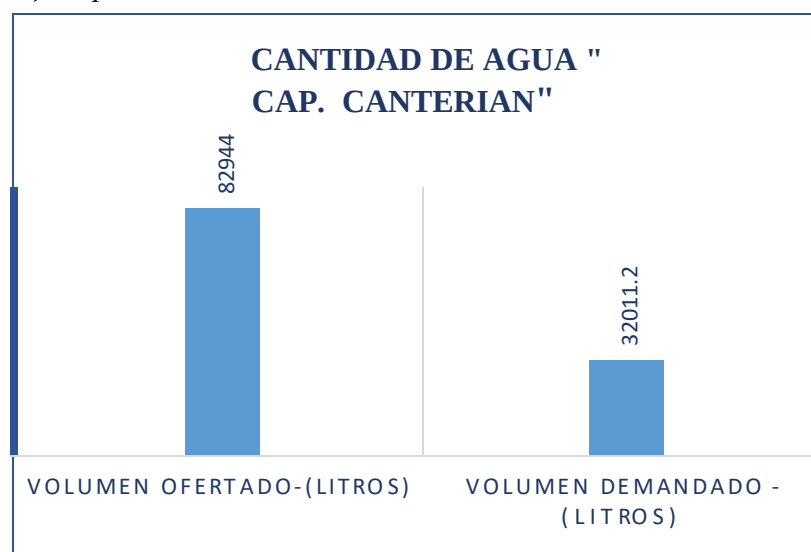


Figura 46. Cantidad de agua - captacion “Canterian”.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se muestra que el volumen ofertado es tres veces más que el volumen demandado, por lo tanto, se verifica que si abastece en su totalidad a la localidad de Concacha Alta.

b) Captación “Chuyurnilloc”.

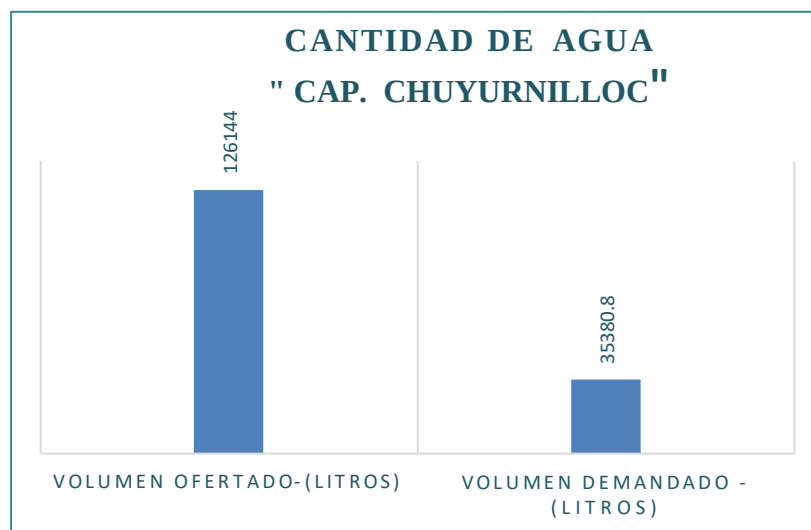


Figura 47. Cantidad de agua – captación “Chuyurnilloc”.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se muestra que el volumen ofertado es 3.5 veces más que el volumen demandado, por lo tanto, se verifica que si abastece en su totalidad a la localidad de Concacha centro y baja.

4.1.1.3 Continuidad del servicio.

a) Sistema de agua potable “Canterian” – “Chuyurnilloc”.

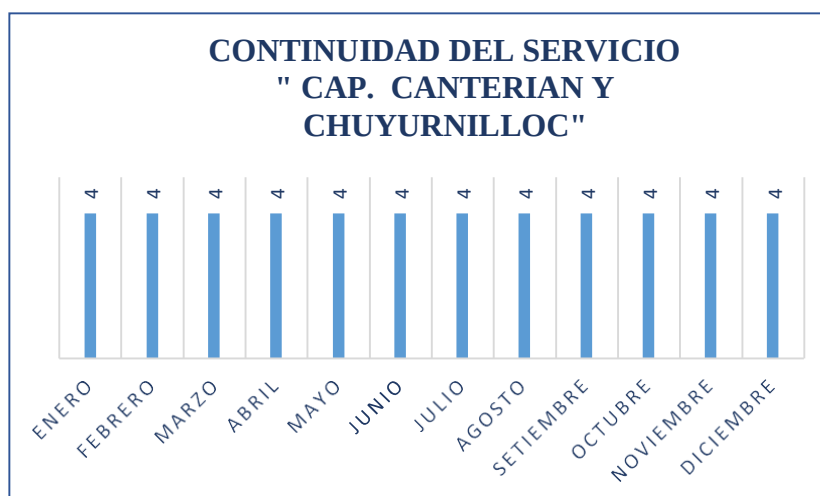


Figura 48. Continuidad de servicio - Cap. “Canterian” y “Chuyurnilloc”.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se observa que la continuidad del servicio es permanente durante los 365 días del año, según SIRAS tiene un puntaje de 4 puntos.

4.1.1.4 Calidad de agua.

a) Sistema de agua potable “Canterian” – “Chuyurnilloc”.

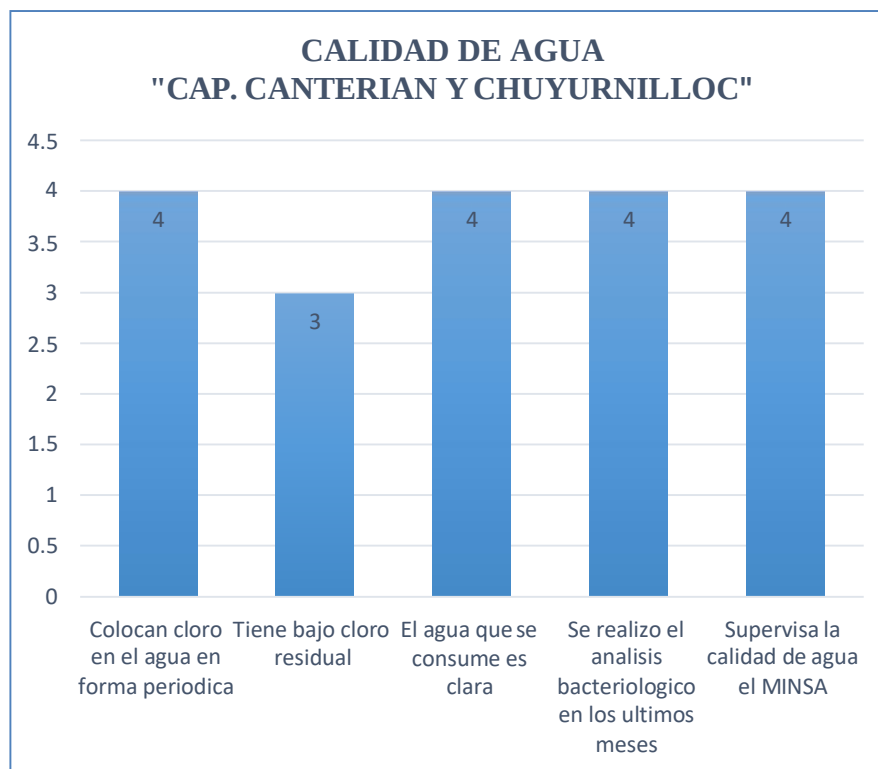


Figura 49. Calidad de agua – Cap. “Canterian” y “Chuyurnilloc”
Fuente: Elaboración propia.

Se hizo una evaluación de la calidad de agua en la primera y en la última casa, verificado que no está dentro de los parámetros establecidos de cloro residual; sin embargo, si se realiza el análisis físico-químico y bacteriológico trimestralmente que es supervisada por el MINSA verificando que no existe bacterias y sustancias que afectan la salud del poblador.

4.1.1.5 Estado de la infraestructura de “Canterian” y “Chuyurnilloc”.

a) Sistema de agua potable “Canterian” – “Chuyurnilloc”

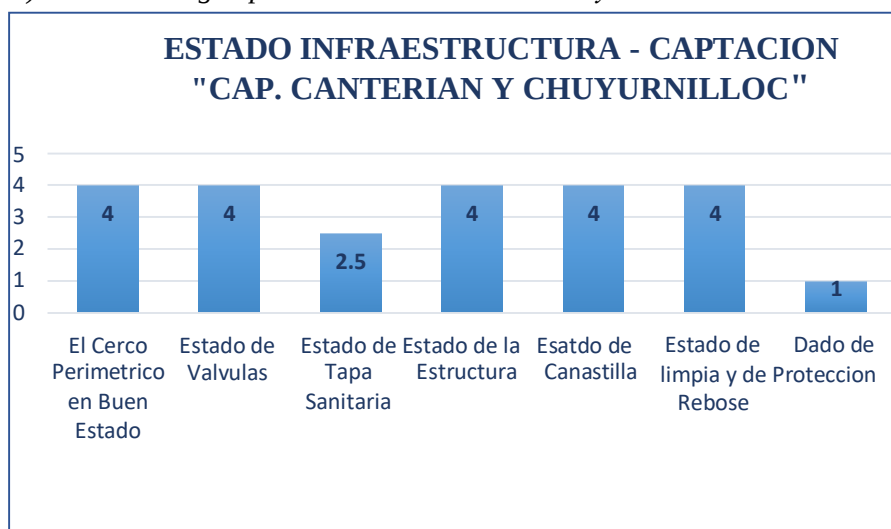


Figura 50. Estado de infraestructura - Cap. “Canterian” y “Chuyurnilloc”.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se observa de los siete componentes cinco están en buenas condiciones y dos tienen bajo nivel de sostenibilidad como son: no existe seguro de las tapas sanitarias, no existe dado de protección, resultando un puntaje total según SIRAS es de 3.69 puntos.

b) Válvula de presión - SGST “Canterian” y “Chuyurnilloc”.

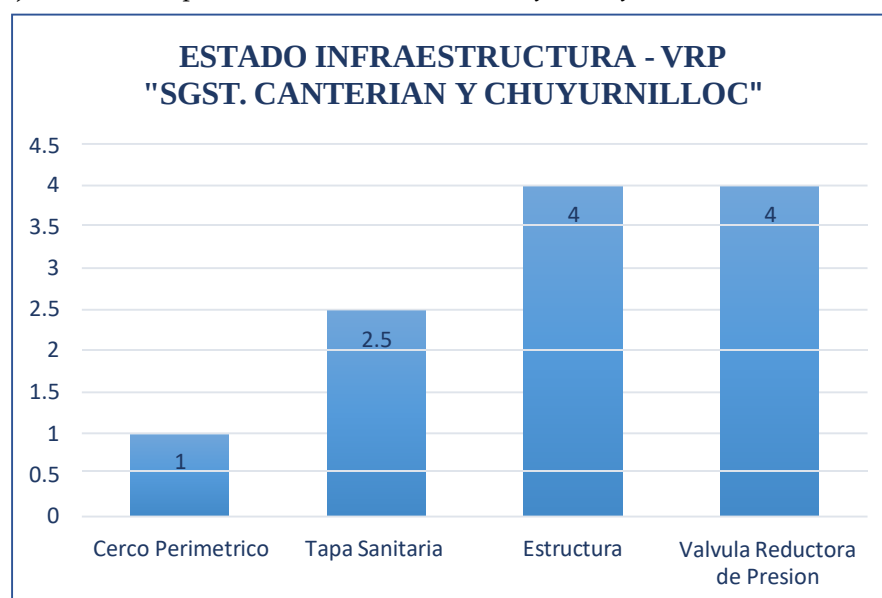


Figura 51. Estado de infraestructura – VRP

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se observa, evaluados los componentes de la válvula reductora de presión dos están en buenas en buenas condiciones, sin embargo, no existe un cerco de protección, no existe un seguro a la tapa metálica, resultando así un nivel de sostenibilidad según SIRAS de 2.25 puntos.

c) *Línea de conducción - SGST “Canterian” y “Chuyurnillo”.*

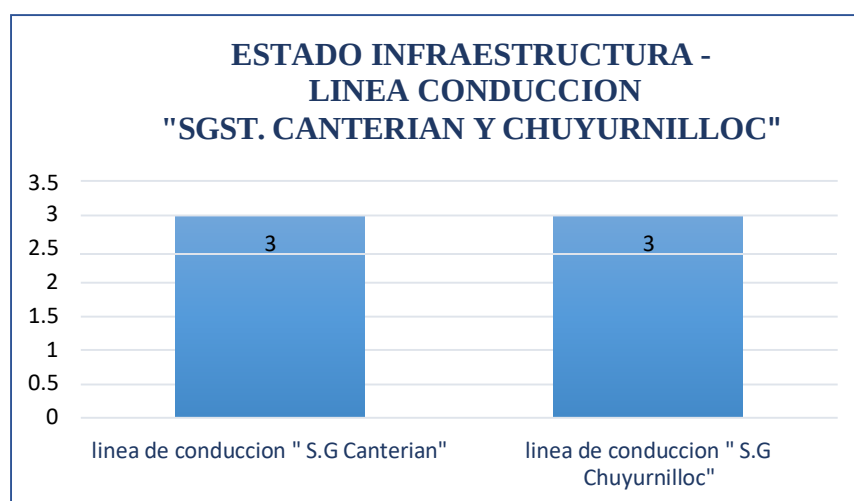


Figura 52. Estado de infraestructura – Línea conducción.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se observa que el puntaje es tres porque se encuentra descubierta en forma parcial la tubería de la línea de conducción.

d) *Válvula de control - SGST “Canterian” y “Chuyurnillo”.*

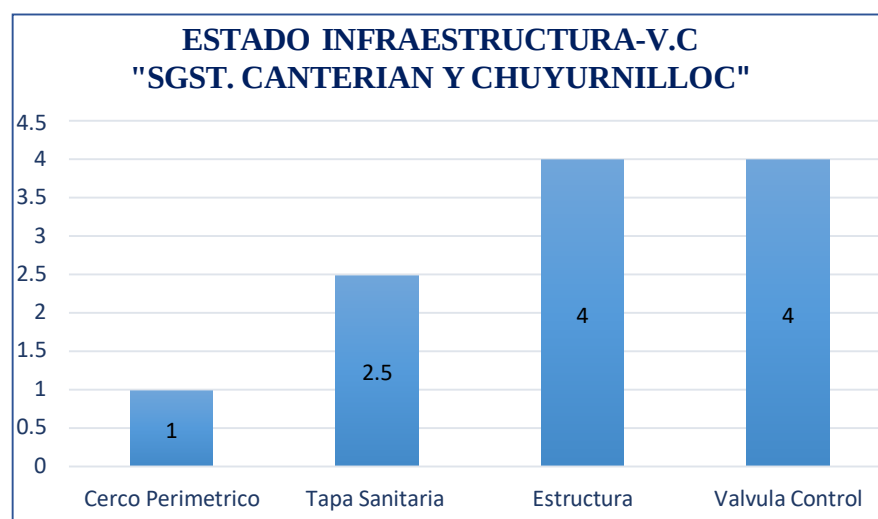


Figura 53. Estado de infraestructura – Válvula de control.
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se observa, evaluados los componentes de la válvula de control dos están en buenas en buenas condiciones; sin embargo, no existe un cerco de protección, no existe un seguro a la tapa metálica, resultando así un nivel de sostenibilidad según SIRAS de 2.25 puntos.

e) *Reservorio - SGST. “Canterian” y “Chuyurnilloc”.*

En la figura, se observa que, de los 16 componentes, 12 están en buenas condiciones y 4 tienen algún problema de los cuales la tapa sanitaria no tiene seguro, el reservorio no tiene válvula flotadora, nivel estático y dado de protección es por ello que se tiene un puntaje total de 3.65 puntos.

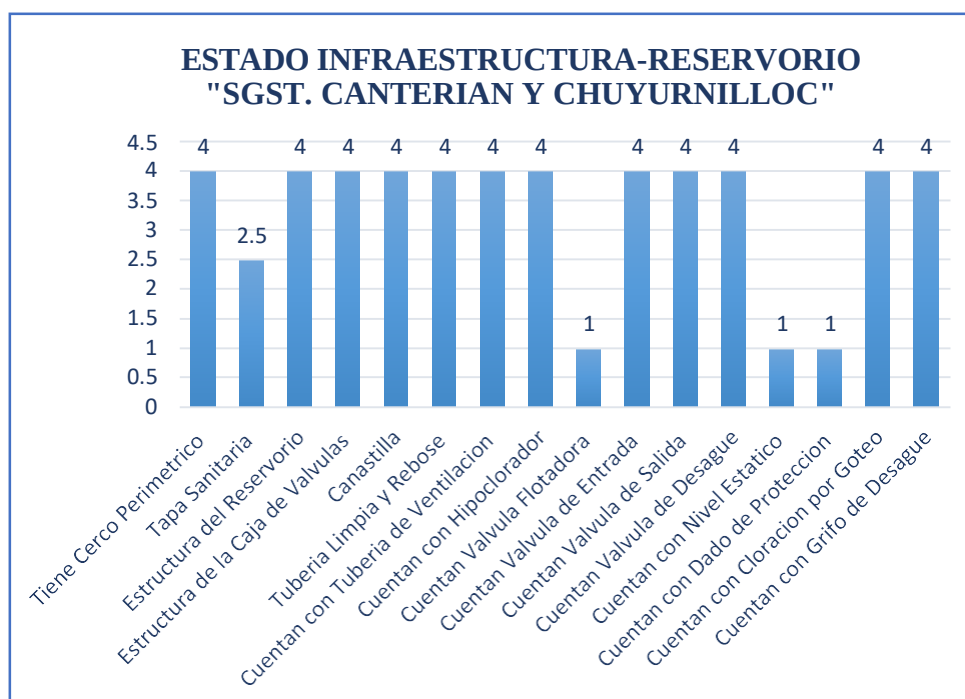


Figura 54. Estado de infraestructura – Reservorio.
Fuente: Elaboración propia.

f) *Red de distribución - SGST “Canterian” y “Chuyurnilloc”*

En la figura, se observa que la línea de distribución se encuentra enterrada en todo su recorrido, resultando así un nivel de sostenibilidad de total de 4 puntos.

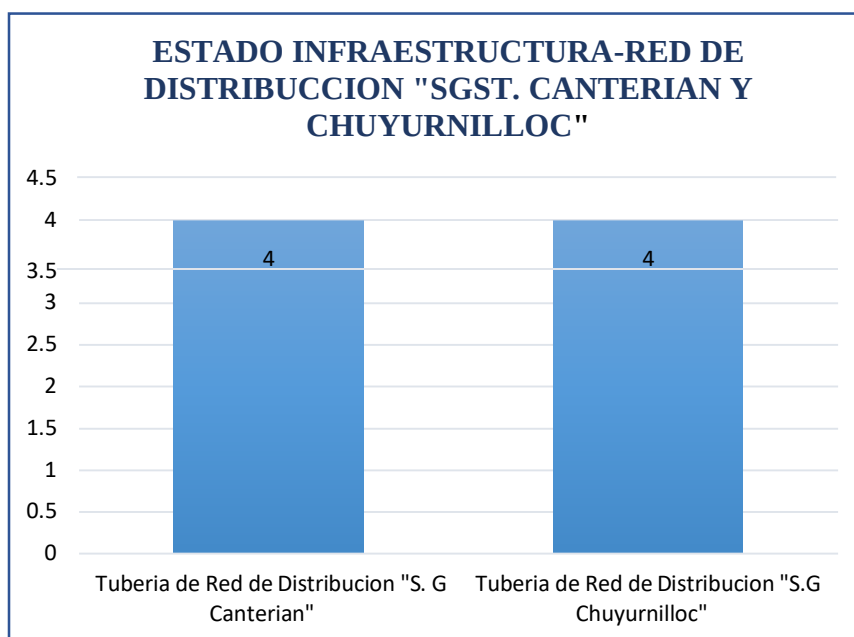


Figura 55. Estado de infraestructura – Red de distribución.
Fuente: Elaboración propia.

g) Válvulas - “Canterian” y “Chuyurnilloc”.

En la figura, se observa que existen válvulas de purga, pero, no existen válvulas de aire en los dos sistemas, resultando un nivel de sostenibilidad de 2.5 puntos.

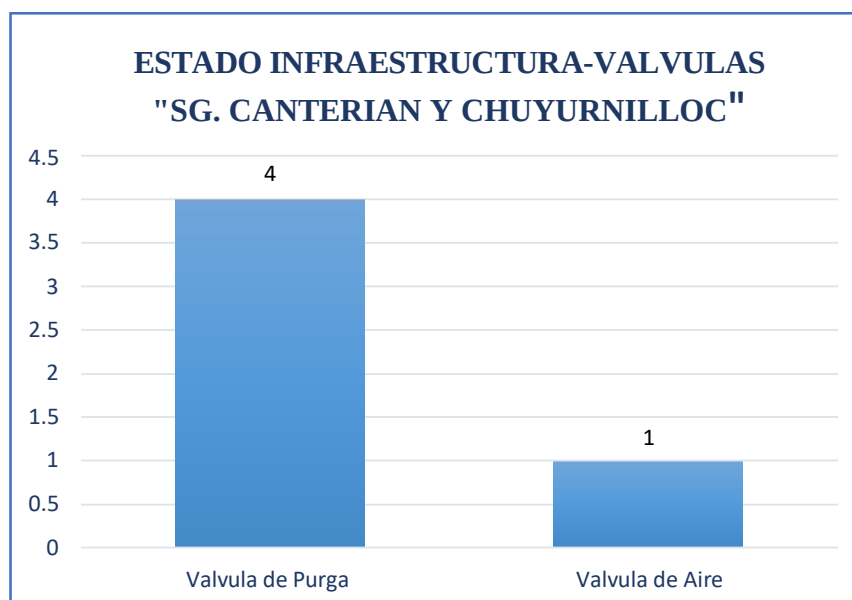


Figura 56. Estado de infraestructura – Válvulas
Fuente: Elaboración propia.

h) Piletas domiciliarias - “Canterian” y “Chuyurnilloc”.

En la figura, se observa que de los 209 pedestales uno está en mal estado de las 209 válvulas, dos están en mal estado de los 209 grifos 167 en buen estado 38 en estado regular y 4 en estado pésimo, resultando así un nivel de sostenibilidad de 3.85 puntos.

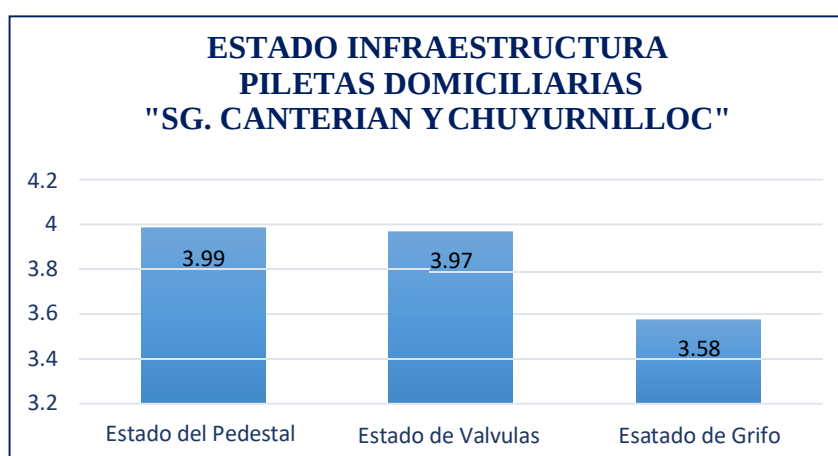


Figura 57. Estado de infraestructura – Piletas domiciliarias.
Fuente: Elaboración propia.

i) UBS - Saneamiento “Canterian” y “Chuyurnilloc”.

En la figura, se observa de los 12 componentes que tiene la UBS, las puertas metálicas de la 209 están en buen estado, las válvulas, inodoros, lavadero multiuso de los 209 UBS está en estado regular, resultando un nivel de sostenibilidad de 3.87.

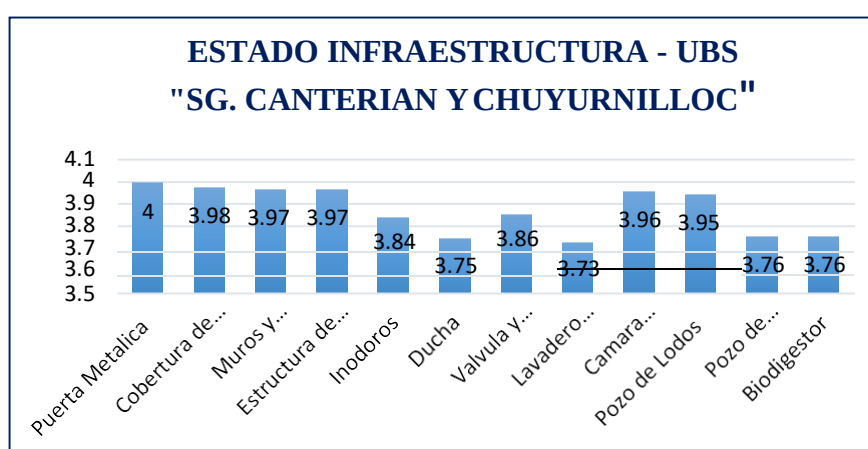


Figura 58. Estado de infraestructura – UBS.
Fuente: Elaboracion propia.

4.1.1.6 Cálculo hidráulico del estado del sistema.

a) Captación

Tabla 64

Comparación del dimensionamiento de gabinete y campo – Captación “Canterian”.

Captación “Canterian”			Análisis hidráulico		Observación
Componentes			Gabinete	Real	
Datos					
Qmin	0.96	Distancia entre el aforamiento y la cámara húmeda	123	150	Aceptable
Qmp	0.33	Número de ojos de manantial	3	4	Aceptable
Qmd	0.43	Ancho de pantalla	106.68	100	Aceptable
Qmh	0.66	Altura de cámara húmeda	80.08	100	Aceptable
Qmax	1.23	Distancia de canastilla	20	30	Aceptable
		Número de ranuras	114	130	Aceptable
		Tubería de limpia y rebose	2	2	Aceptable

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 65

Comparación del dimensionamiento de gabinete y campo – Captación “Chuyurnilloc”.

Captación “Chuyurnilloc”			Análisis hidráulico		Observación
Componente			Gabinete	Real	
Datos					
Qmin	1.46	Distancia entre el aforamiento y la cámara húmeda	123	126	Aceptable
Qmp	0.59	Número de ojos de manantial	4.29	4	Aceptable
Qmd	0.77	Ancho de pantalla	127.00	100	Aceptable
Qmh	1.18	Altura de cámara húmeda	80.08	100	Aceptable
Qmax	3.22	Distancia de canastilla	30	30	Aceptable
		Número de ranuras	114	130	Aceptable
		Tubería de limpia y rebose	3	2	Aceptable

Fuente: Elaboracion propia

b) Línea de conducción.

Resultado del análisis hidráulico de la línea de conducción –SGST “Canterian”

Se verificó en campo que la presión de llegada al reservorio es 2.31 mca, por lo que se puede decir que no hubo un estudio de presiones y también no se tomó en cuenta la posición del reservorio para que se tenga una presión establecida por norma que es de 5mca.

Tabla 66

Análisis hidráulico de la línea de conducción – Cap. “Canterian”.

Línea de conducción		Velocidad		Diámetro		Presión	
Datos		Norma	Calculado	Calculado	Campo	Norma	calculado
Qmd	0.43	0.6	0.40	1	1.5	5	2.31

Fuente: Elaboración propia.

Resultado del análisis hidráulico de la línea de conducción –SGST “Chuyurnilloc”.

Se verificó en campo que la presión de llegada al reservorio es 1.89 mca que está por debajo de 5mca establecido por norma, por lo que se puede decir, que no hubo un estudio de presiones y también no se tomó en cuenta la posición del reservorio; sin embargo, la velocidad del fluido está dentro de lo establecido por norma.

Tabla 67.

Análisis hidráulico de la línea de conducción – Cap. “Chuyurnilloc”.

Línea de conducción		Velocidad		Diámetro		Presión	
Datos		Norma	Calculado	Calculado	Campo	Norma	Calculado
Qmd	0.77	0.6	0.687	1	1.5	5	1.89

Fuente: Elaboracion propia

c) **Reservorio**

Resultado análisis hidráulico del volumen de regulación de reservorio en gabinete vs volumen de regulación de reservorio en campo SGST “Canterian”.

Como vemos en el gráfico la población futura de 357 personas solo necesitara por día 7.14 m³ de agua; sin embargo, el reservorio fue construido con un volumen de 20 m³ por el cual se encuentra sobredimensionada.

Tabla 68

Análisis hidráulico del volumen de reservorio – Cap. “Canterian”.

Reservorio “Canterian” Datos		Dotación	Porcentaje-Norma	Volumen de regulación	
				Gabinete	Campo
Población futura	357	80	0.25	7.14	20

Fuente: Elaboración propia.

Resultado análisis hidráulico de volumen de regulación de reservorio en gabinete vs volumen de regulación de reservorio en campo SGST “Chuyurnilloc”.

Como vemos en el gráfico la población futura de 766 el cual necesitara por día 15.32 m³ de agua, por lo tanto, el reservorio construido que es de 20 m³ si está bien dimensionado.

Tabla 69

Análisis hidráulico del volumen de reservorio – Cap. “Chuyurnilloc”.

Reservorio “Canterian” Datos		Dotación	Porcentaje-Norma	Volumen de regulación	
				Gabinete	Campo
Población futura	766	80	0.25	15.32	20

Fuente: Elaboración propia.

Resultados del cálculo del sistema de cloración.

Se determinó que el tanque comercial para el almacenamiento y la preparación será realizará con 250 lt., el sistema es por goteo cuyo caudal es de 6 ml/min.

d) Línea de distribución.

Resultado del análisis hidráulico de la línea de distribución –SGST “Canterian”.

Tabla 70

Análisis hidráulico de la línea de distribución – Cap. “Canterian”.

TRAMO 1		CAUDAL (L/S) TRAMO 2	LONGITUD (m) 4	DIAMETRO Pulgadas 5	VELOCID. (m/s) 6	PRESION ESTATICA (m) 13		VALVULA REDUCTORA DE PRESION	
						INICIO 13	FINAL 14	INICIO 13	FINAL 14
R	1	0.000	46.816	1.50	0.58	0.00	2.44	0.00	2.44
1	2	0.024	271.365	1.00	0.05	2.44	54.39	2.44	36.13
2	3	0.007	72.256	1.00	1.25	54.39	53.62	36.13	40.13
2	4	0.000	10.295	1.50	0.55	48.62	51.51	36.13	39.13
4	5	0.033	152.211	1.50	0.55	51.51	55.85	51.51	55.85
4	6	0.011	185.334	1.50	0.01	49.85	74.85	39.13	20.00
6	7	0.009	39.419	1.50	0.51	74.85	79.47	20.00	25.00
1	8	0.016	184.49	1.50	0.01	5.47	7.47	5.47	7.47
8	9	0.009	153.962	1.50	0.49	7.47	19.12	7.00	19.12
9	10	0.016	38.693	1.00	0.03	19.11	20.11	19.11	20.11
9	11	0.009	41.218	1.50	0.47	19.11	22.78	19.11	22.78
11	12	0.007	37.157	1.00	0.01	22.78	27.78	22.78	27.78
11	13	0.007	31.391	1.50	0.46	22.78	32.54	22.78	32.54
13	14	0.009	73.777	1.00	0.02	32.54	31.53	32.54	31.53
13	15	0.009	12.872	1.00	1.00	31.53	36.86	31.53	20.00
15	16	0.024	28.358	1.00	0.05	36.86	33.86	20.00	23.16
15	17	0.000	23.104	1.50	0.41	36.86	43.71	23.16	30.01
17	18	0.016	33.948	1.00	0.03	43.71	45.71	30.01	32.01
17	19	0.000	16.767	1.50	0.40	43.71	48.60	30.01	35.00
19	20	0.007	18.914	1.00	0.01	48.60	49.60	35.00	36.00
19	21	0.007	66.398	1.50	0.39	45.81	61.02	35.00	50.21
21	22	0.011	64.792	1.00	0.02	61.02	62.01	50.21	50.22
22	23	0.009	30.959	1.00	0.85	60.80	63.59	50.22	53.01
22	24	0.007	28.353	1.00	0.01	59.59	65.59	50.22	56.22
21	25	0.000	46.412	1.00	0.82	58.59	67.90	50.21	20.00
25	26	0.007	117.448	1.50	0.01	67.90	70.90	20.00	23.00
26	27	0.004	17.751	1.00	0.81	70.90	68.27	23.00	20.37
26	28	0.022	72.541	1.00	0.04	70.27	76.26	23.00	28.99
25	29	0.000	18.082	1.00	0.76	67.26	71.69	20.00	24.43
29	30	0.007	27.656	1.00	0.01	71.69	72.69	24.43	25.43
29	31	0.013	63.289	1.00	0.74	71.69	78.77	24.43	31.41
31	32	0.020	46.506	1.00	0.04	78.77	79.76	31.41	32.40
32	33	0.016	91.545	1.00	0.68	79.76	78.42	32.40	31.06
33	34	0.009	26.99	1.00	0.02	78.42	79.42	31.06	32.00
33	35	0.009	33.367	1.00	0.63	78.42	87.68	31.06	40.32
32	36	0.004	110.883	1.00	0.01	76.68	102.68	32.40	58.40
31	37	0.024	77.436	1.00	0.60	75.68	78.08	31.41	33.81
37	38	0.004	136.97	1.00	0.01	78.08	106.08	33.81	61.81
37	39	0.022	46.158	1.00	0.55	78.08	79.29	33.81	35.02
39	40	0.009	55.615	1.00	0.02	79.29	80.29	35.02	36.02
40	41	0.009	10.607	1.00	0.49	80.29	79.14	36.02	34.87
40	42	0.011	12.592	1.00	0.02	80.14	81.14	36.02	37.02
39	43	0.013	81.34	1.00	0.45	78.18	85.22	35.02	42.06
43	44	0.027	79.319	1.00	0.05	85.22	91.20	42.06	48.04
43	45	0.000	34.84	1.00	0.37	84.92	87.63	42.06	44.77
45	46	0.002	29.325	1.00	0.00	84.63	85.63	44.77	45.77
45	47	0.020	86.14	1.00	0.36	84.63	100.94	44.77	61.08
8	48	0.031	237.709	1.00	0.06	2.94	4.87	2.94	4.87
48	49	0.000	19.119	1.00	0.26	6.87	7.78	6.87	7.78
49	50	0.007	69.147	1.00	0.01	5.32	8.00	5.32	8.00
49	51	0.000	31.992	1.00	0.25	2.00	8.87	2.00	8.87
51	52	0.007	19.427	1.00	0.01	8.87	11.87	8.87	11.87
51	53	0.000	59.172	1.00	0.24	8.87	27.66	8.87	27.66
53	54	0.007	52.246	1.00	0.01	27.66	29.65	27.66	29.65
53	55	0.000	14.518	1.00	0.22	27.65	32.61	27.65	32.61
55	56	0.000	42.31	1.00	0.22	32.61	33.47	32.61	33.47
56	57	0.029	38.154	1.00	0.22	33.47	39.34	33.47	39.34
56	58	0.027	577.394	1.00	0.05	33.34	59.21	33.34	59.21
55	59	0.000	25.462	1.00	0.11	32.19	37.17	32.19	37.17
59	60	0.018	93.429	1.00	0.03	37.17	43.16	37.17	43.16
59	61	0.013	274.918	1.00	0.08	37.03	69.89	37.03	15.00
61	62	0.011	55.966	1.00	0.02	69.89	82.89	15.00	28.00
61	63	0.004	331.032	1.00	0.03	69.89	74.86	15.00	19.97
63	64	0.007	52.573	1.00	0.01	74.86	91.86	19.97	36.97
63	65	0.004	80.146	1.00	0.01	74.86	80.86	19.97	25.97

Fuente: Elaboracion propia.

Resultado del análisis hidráulico de la línea de distribución –SGST
 “Chuyurnilloc”.

Tabla 71

Análisis hidráulico de la línea de distribución – Cap. “Chuyurnilloc”.

TRAMO		CAUDAL	LONGITUD (m) 4	DIAMETRO (Pulgadas) 5	VELOCID. (m/s) 8	PRESION ESTATICA (m)		VALVULA REDUCTORA DE PRESION	
						INICIO 13	FINAL 14	INICIO	FINAL
R	1	0.010	140.255	1.50	1.03	0.00	13.11	0.00	13.11
1	2	0.017	85.258	1.00	0.03	13.11	15.10	13.11	15.10
1	3	0.000	30.056	1.50	1.01	13.10	19.09	13.10	19.09
3	4	0.034	267.436	1.00	0.07	19.09	42.00	19.09	42.00
3	5	0.000	77.875	1.50	0.98	19.00	21.54	19.00	21.54
5	6	0.000	58.038	1.50	0.02	21.54	26.54	21.54	26.54
6	7	0.024	124.404	1.50	0.98	26.54	16.60	26.54	16.60
6	8	0.047	115.929	1.00	0.09	22.60	25.53	22.60	25.53
8	9	0.017	57.256	1.50	0.92	25.53	24.92	25.53	24.92
8	10	0.051	212.839	1.00	0.10	23.76	18.61	23.76	18.61
10	11	0.024	41.006	1.50	0.86	18.61	24.59	18.61	24.59
10	12	0.044	235.823	1.00	0.09	17.46	19.32	17.46	19.32
12	13	0.030	7.116	1.50	0.80	19.32	18.17	19.32	18.17
13	14	0.000	26.041	1.00	1.74	18.17	13.34	18.17	13.34
13	15	0.051	58.61	1.50	0.77	14.34	15.15	14.34	15.15
15	16	0.013	19.071	1.00	0.03	15.15	22.15	15.15	22.15
5	17	0.044	195.637	1.50	0.72	9.15	15.67	9.15	15.67
17	18	0.017	251.523	1.00	0.03	15.67	17.65	15.67	17.65
17	19	0.017	65.181	1.50	0.67	15.65	17.64	15.65	17.64
19	20	0.013	251.822	1.00	0.03	17.64	44.63	17.64	20.00
19	21	0.034	115.779	1.50	0.64	15.97	13.32	15.97	13.32
21	12	0.051	200.117	1.50	0.04	13.32	10.30	13.32	10.30
21	22	0.027	114.056	1.50	0.56	12.00	11.71	12.00	11.71
22	23	0.000	50.314	1.00	1.22	11.71	22.90	11.71	22.90
23	24	0.037	53.801	1.50	0.54	22.90	13.84	22.90	13.84
23	25	0.000	11.874	1.00	1.14	18.84	24.04	18.84	24.04
25	26	0.013	109.537	1.00	1.14	24.04	50.66	24.04	50.66
25	27	0.000	63.451	1.00	1.12	16.66	11.56	16.66	11.56
27	28	0.024	52.338	1.00	1.12	11.56	33.19	11.56	33.19
27	29	0.030	140.23	1.00	0.06	8.19	13.14	8.19	13.14
29	30	0.027	22.176	1.00	1.01	13.14	25.96	13.14	25.96
29	31	0.027	62.024	1.00	0.05	11.94	10.93	11.94	10.93
22	32	0.024	621.34	1.50	0.40	10.93	14.81	10.93	10.00
32	33	0.040	61.228	1.00	0.08	14.78	31.75	10.00	20.00
32	34	0.000	242.936	1.00	0.78	14.75	11.73	10.00	5.00
34	35	0.030	54.38	1.00	0.06	11.73	28.71	11.73	28.71
34	36	0.024	13.325	1.00	0.72	11.71	13.33	11.71	13.33
36	37	0.034	23.188	1.00	0.07	13.33	12.32	13.33	12.32
36	38	0.027	14.376	1.00	0.61	13.32	17.02	13.32	17.02
38	39	0.020	152.284	1.00	0.04	17.02	23.00	17.02	23.00
38	40	0.024	52.588	1.00	0.51	17.00	30.20	17.00	30.20
40	41	0.027	31.387	1.00	0.05	30.20	35.20	30.20	35.20
40	42	0.000	51.474	1.00	0.41	29.67	42.15	29.67	20.00
42	43	0.047	93.824	1.00	0.09	42.15	41.08	20.00	18.93
42	44	0.027	76.228	1.00	0.32	41.60	50.12	18.93	27.45
44	45	0.037	71.466	1.00	0.07	50.12	52.09	27.45	29.42
44	46	0.000	51.589	1.00	0.19	50.09	54.96	29.42	34.29
46	47	0.051	119.236	1.00	0.10	54.96	72.87	34.29	52.20
46	48	0.047	270.885	1.00	0.09	54.87	102.69	34.29	20.00

Fuente: Elaboracion propia.

e) Pozo de percolación.

Resultado evaluación del diseño del pozo de percolación.

Con la prueba realizada del test de percolación, se determinó el radio y la profundidad del pozo de percolación.

Radio	=	0.50	m
Profundidad	=	1.50	m

Resultado del test de percolación:

De las tres calicatas que se hicieron, el estudio resultó un tiempo promedio de infiltración de 0.42,0.55,2.14 minutos, respectivamente, según la norma I . S 0.20 está dentro de los suelos rápidos.

f) Caja de registros de lodos.

Resultado del diseño de la caja de lodos.

Mediante los cálculos, se estableció el volumen de la caja de registros.

$$V_{crl} = l * b * h$$

$$l = 0.60 \text{ m}$$

$$b = 0.60 \text{ m}$$

$$h = 0.60 \text{ m}$$

g) Biodigestor

Se determinó volumen requerido del biodigestor es de 1300 litros

4.12 Gestión del sistema del SGST “Canterian-Chuyurnilloc”.

4.1.2.1 Gestión de los servicios – Disposición de excretas, basura y agua grises

- SGST. “Canterian” y “Chuyurnilloc”.

En la figura, se observa que las personas de la localidad de Concacha hacen sus necesidades en el inodoro, eliminan sus basuras en tachos un 95%, evacúan el agua usada al pozo séptico en un 92%, es por ello, que nos da un puntaje total de 3.62 puntos.

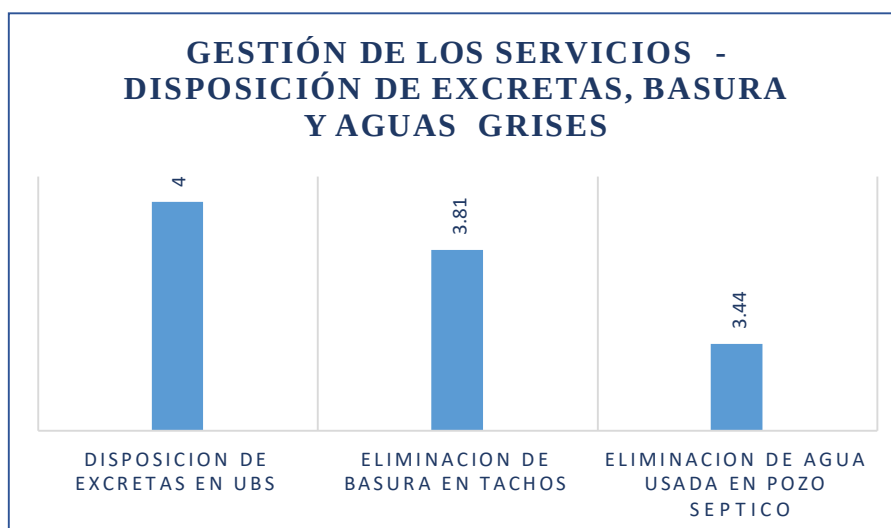


Figura 59. Inspección en la gestión de servicios.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.2 Gestión de los servicios – Administración - SGST. “Canterian” y “Chuyurnilloc”.

La evaluación se hizo a los miembros de Junta Administradora del Servicio de Saneamiento – JASS. De las 13 preguntas establecidas, 11 tiene un puntaje bueno, los dos restantes como son: el proyecto eligió el modelo de pileta; sin embargo, debe ser elegida por los miembros de la localidad, cuántas mujeres participan en la junta solo participa una sola mujer.

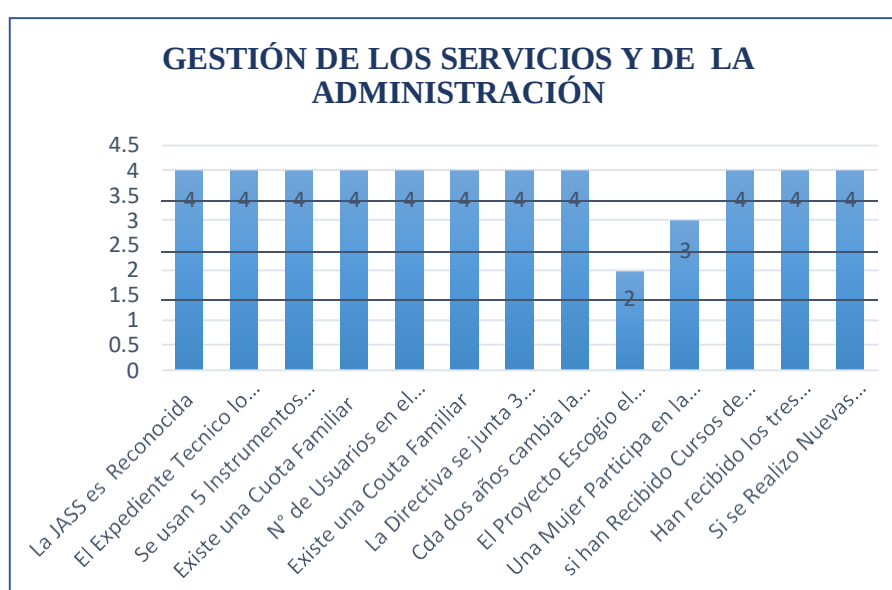


Figura 60: Inspección en la gestión de servicios -administración.
Fuente: Elaboración propia.

4.13 Operación y mantenimiento SGST. “Canterian” y “Chuyurnilloc”.

La evaluación se hizo al presidente de las JASS, resultando lo siguiente: de las 8 preguntas 5 tiene puntaje bueno y tres puntajes regular como son: existen un plan de mantenimiento y lo cumplen en su totalidad no, hacen limpieza y desinfección de los componentes del sistema muy poca vez, la JASS cuentan con las herramientas necesarias no. Resultando así un nivel de sostenibilidad de 3.56 puntos.

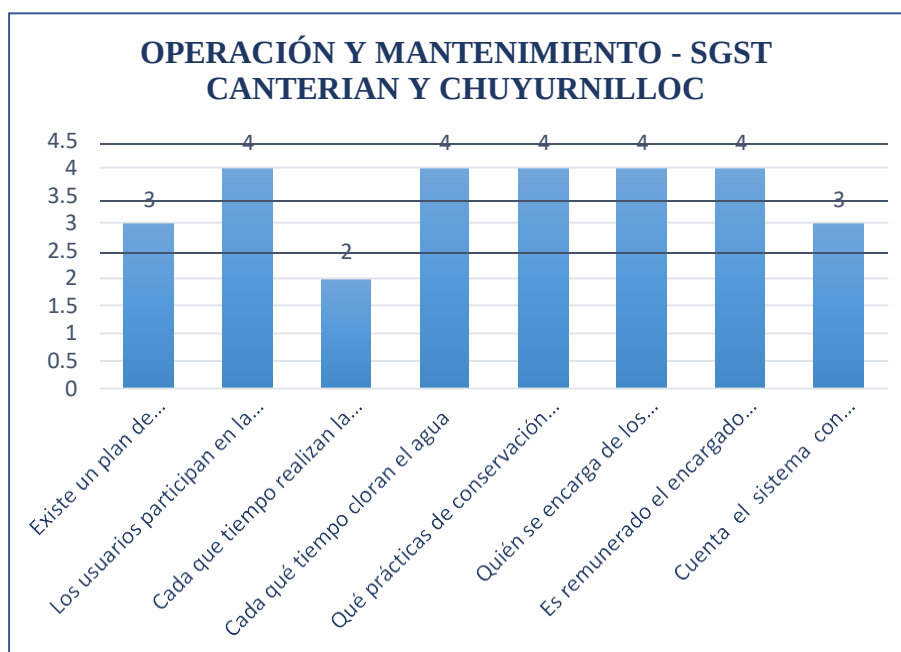


Figura 61: Inspección de la operación y mantenimiento.
Fuente: Elaboración propia.

4.2 Análisis de los resultados.

4.2.1 A nivel de la variable independiente (Sistema de agua potable y saneamiento básico).

4.2.1.1 Análisis del factor: Estado del sistema.

•El factor estado del sistema resultó de la evaluación de las cinco dimensiones: cobertura 4 puntos, cantidad 4 puntos, continuidad 4 puntos, calidad 3.8 puntos, infraestructura 3.39 puntos. Se verificó en la evaluación que influye en un 50% resultando un puntaje de 3.84.

- El componente hidráulico captación “Canterian” y “Chuyurnilloc” tiene la deficiencia en la inexistencia de accesorios de seguridad, resultando un puntaje de 3.69.

- El componente hidráulico cámara reductora de presión y la cámara de válvula de control tiene la inexistencia de accesorios de seguridad resultando un puntaje de 3.5.

- El componente hidráulico línea de conducción no se encuentra en todo su recorrido cubierta en su totalidad, resultando un puntaje de 3.

- El componente hidráulico reservorio “Canterian” y “Chuyurnilloc” hay una inexistencia de accesorios de seguridad y algunos accesorios de trabajo hidráulico, resultando un puntaje de 3.65.

- Las piletas domiciliarias tienen una evaluación de 3.85 puntos.

- Las UBS con biodigestor, pozo de percolación, pozo de lodos, lavadero multiuso, ducha, wáter, válvulas y accesorios se encuentran en buen estado, resultando un puntaje de 3.87.

4.2.1.2 Análisis del factor: gestión de los servicios:

- El factor gestión de los servicios se evaluó con una encuesta realizada a la madre de familia, verificando que el 92% de los usuarios tienen conciencia del manejo adecuado del agua y del cuidado del medio ambiente, con un puntaje de 3.62 de esta manera influye en el nivel de sostenibilidad.

- El factor gestión administración se evaluó con una encuesta al presidente de la Junta Administrado del Servicio de Saneamiento - JASS, verificando su gestión en un 93% de su aprobación, de esta manera, influye en nivel de sostenibilidad.

4.2.1.3 Análisis del factor: operación y mantenimiento.

•Existe factor operación y mantenimiento, se evaluó con una encuesta realizada al presidente de la Junta Administradora de Servicio de Saneamiento – JASS, verificando lo siguiente: Existe un plan de mantenimiento y se cumple a veces (3 puntos), el usuario participa en el plan de mantenimiento (3 puntos), la limpieza y desinfección se realiza dos veces al año (2 puntos), la cloración del agua en el reservorio es entre 15 y 30 días (4 puntos), la práctica que tienen es la conservación de vegetación en la captación (4 puntos), los servicios de gasfitería se encarga el gasfitero (4 puntos), el gasfitero tiene una remuneración de s/. 120.00 (4 puntos), cuentan con algunas herramientas (3 puntos), resultando de esta manera que si influye en el nivel de sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento.

4.2.2 A nivel de la variable dependiente (Nivel de sostenibilidad).

•El nivel sostenibilidad depende en un 93.13% de los factores estado del sistema, gestión, operación y mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento básico.

•Se determinó el nivel de sostenibilidad de sistema de agua potable y saneamiento básico de la localidad de Concacha es de 3.73. Evaluando los componentes: Estado del sistema, gestión y operación & mantenimiento y según la metodología del sistema de información regional en agua y saneamiento SIRAS se califica como sostenible.

4.3 Prueba de hipótesis.

El uso de la estadística es una parte del método científico, pero constituye una parte importante de nuestra investigación, especialmente establecer una prueba de hipótesis, es muy útil en situaciones donde no es de mucho interés el valor (estimado)

del parámetro, sino la validez de la afirmación en cuestión. (Gutiérrez and Zhang, 2010).

Plantear la hipótesis.

Ho: El sistema de agua potable, saneamiento básico **no influye** en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha del distrito de Curahuasi, Abancay - Apurímac, 2019.

Hi: El sistema de agua potable, saneamiento básico **influye** en el nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha del distrito de Curahuasi, Abancay - Apurímac, 2019.

Método estadístico de prueba.

Correlacional de Pearson

Dimensión de asociación entre las variables.

- Cuando es menor a cero ($r < 0$), se dice que hay correlación negativa las variables se correlacionan en un sentido inverso.
- Si $r = -1$, se habla de correlación negativa perfecta, la cual supone una determinación absoluta entre ambas variables, en sentido directo coexiste una relación lineal perfecta de pendiente negativa.
- Cuando es mayor a cero ($r > 0$), se dice que hay correlación positiva: Ambas variables se correlacionan en un sentido directo.
- Si $r = 1$, se habla de correlación positiva perfecta, la cual supone una determinación absoluta entre las variables, en sentido directo coexiste una relación lineal perfecta de pendiente positiva).
- Cuando es igual a cero ($r = 0$), se dice que las variables están incorrectamente relacionadas, no puede es posible establecer algún sentido de covariación.

El coeficiente de correlación representa el grado de relación entre las dos variables:

Variable independiente (x): Sistema de agua potable, saneamiento básico.

Variable dependiente (Y): Nivel de sostenibilidad.

Tabla 72

Cuadro estadístico de correlación.

Nº	X	Y	X $\wedge$ 2	Y $\wedge$ 2	X.Y
1	7.68		58.98		28.65
2	3.72	3.73	13.84	13.91	13.88
3	3.50		12.25		13.06
Total	14.90	3.73	85.07	13.91	55.59

Fuente: Elaboración propia.

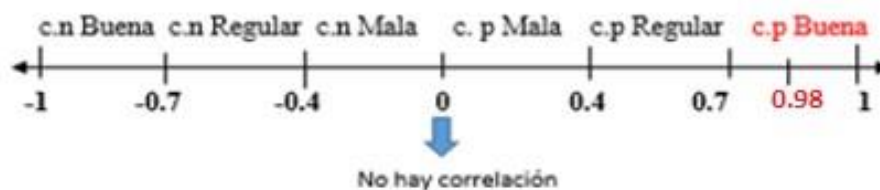
El coeficiente de correlación determina un nivel de probabilidad declarada.

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n(\sum x^2) - (\sum x)^2)(n(\sum y^2) - (\sum y)^2)}} \quad \dots \dots (74)$$

$$r = \frac{3(55.59) - (14.90)(3.73)}{\sqrt{(3(85.07) - (14.90)^2)(3(13.91) - (3.73)^2)}}$$

$$r = 0.97659 = 0.98$$

➤ **Correlación perfecta.**



Se tiene como resultado ($r > 0$) entonces hay una correlación positiva: Ambas variables se correlacionan en un sentido directo.

➤ **Coeficiente de determinación.**

$$r^2 = (0.97659)^2$$

$$r^2 = 0.9537$$

$$r^2 = 95.37\%$$

➤ **Regresión lineal.**

Ecuación de la regresión lineal:

$$Y = a + bx$$

Hallando el valor “b”:

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{3(55.59) - (14.90)(3.73)}{3(85.07) - (14.90)^2}$$

$$b = 0.25$$

Hallando el valor “a”:

$$a = \frac{\sum y}{n} - b\left(\frac{\sum x}{n}\right)$$

$$a = \frac{3.73}{4} - 0.25\left(\frac{14.90}{4}\right)$$

$$a = 1.25$$

Reemplazando en la ecuación:

$$Y = a + bX$$

$$Y = 1.25 + 0.25X$$

Gráficamente representando la regresión lineal:

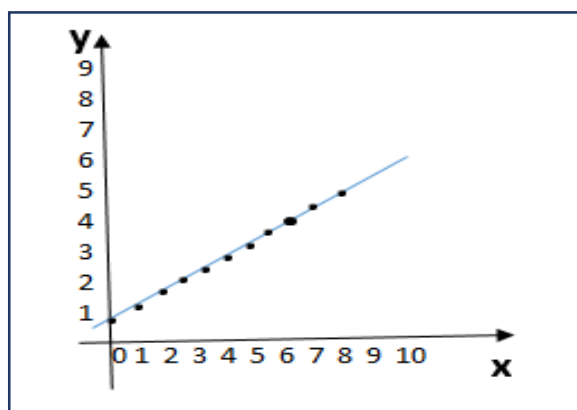


Figura 62. Relación lineal positiva.
Fuente: Elaboración propia.

La representación gráfica conjunta de dos variables permite observar visualmente la relación lineal positiva en que los puntos forman una línea perfecta a esto se denomina diagramas de dispersión.

➤ **Determinar la significación del coeficiente de correlación.**

$$t = \frac{rxy - 0}{\sqrt{\frac{1 - rxy^2}{N - 2}}} \quad \dots (75)$$

$$t = \frac{0.98 - 0}{\sqrt{\frac{1 - 0.98^2}{3 - 2}}} = 6.9646$$

Buscamos en la tabla de t de Student para $\alpha = 0.05$ y $3 - 2 = 1$ grados de libertad, tal como se observa a continuación donde se muestra un fragmento de dicha tabla:

Tabla 73

Tabla *t student*

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284

Fuente: <https://es.slideshare.net/torimatcordova/distribucion-t-de-student-28545004>.

El valor marcado con una elipse:

$$t_{(0.005,3)} = 6.3137$$

Comparamos el valor t obtenido con el de las tablas:

$$6.9646 > 6.3137$$

Rechazamos la hipótesis nula con un riesgo (máximo) de equivocarnos de 0.05. La correlación obtenida no procede de una población caracterizada por una correlación de cero. Se concluye, pues, que ambas variables están relacionadas.

En conclusión, en cuánto más próximo a +1 se encuentre el coeficiente de correlación más evidente es la relación entre las variables dependiente e independiente, entonces, podemos demostrar que la prueba de hipótesis H_1 es válida según la afirmación en cuestión.

El sistema de agua potable, saneamiento básico de la localidad de Concacha del distrito de Curahuasi – Abancay - Apurímac, 2019 sí influye en el nivel de sostenibilidad.

4.4 Discusión

- La evaluación y diagnóstico de los parámetros del estado del sistema, gestión, operación y mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento básico influyen en el nivel de sostenibilidad en un 93.13%.
- Se determinó que el nivel de sostenibilidad es de 3.73, del sistema de agua potable y saneamiento básico de la localidad de Concacha, evaluando los componentes.

CONCLUSIONES

1. El sistema de agua potable y saneamiento básico influye en un 93.13% del nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha del distrito de Curahuasi, provincia de Abancay – región Apurímac 2019, al mismo tiempo, se determino el nivel de sostenibilidad de 3.73, el cual se indica en la ecuación 25, del sistema de agua potable y saneamiento básico de “Canterian” y “Chuyurnilloc” es sostenible.
2. Se determinó el puntaje del estado del sistema 3.84, el cual se indica en la ecuación 21, influyendo en un 48% del nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha del distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019.
3. Se determinó el puntaje de gestión de los servicios 3.72, el cual se indica en la ecuación 23, influyendo en un 23.25% del nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha del distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019.
4. Se determinó el puntaje de operación & mantenimiento 3.50, el cual se indica en la ecuación 24, influyendo en un 21.88% del nivel de sostenibilidad de la localidad de Concacha del distrito de Curahuasi – Abancay – Apurímac, 2019.

RECOMENDACIONES:

1. La empresa que ejecutó el proyecto con nombre “Ampliacion y mejoramiento del sistema de agua potable e instalación de unidades básicas de saneamiento de la localidad de Concacha del distrito Curahuasi-Abancay-Apurímac-2012” hasta el momento no hizo la liquidación de obra en su totalidad, es por ello, que existe algunas deficiencias en las UBS. La JASS como ente administrativo del servicio tiene que unir fuerza con la finalidad de cerrar esas brechas y así llegar a ser 100% sostenible.
2. La JASS como ente verificador debe de adquirir seguros de las tapas sanitarias, proteger la línea de conducción con material de préstamo y compactarlas, las dos válvulas de control dañadas en la línea de distribución deben ser cambiadas, implementar válvulas de purga en los terminales de los ramales, y también válvulas reductoras de presión para así llegar al puntaje de 4 –sostenible al 100%.
3. Los pobladores de la localidad de Concacha deben establecer medidas correctivas las cuales sustenten en la prevención y mitigación de los impactos ambientales negativos al hacer un uso adecuado de las UBSs y de los basureros para así tener los caminos de herradura, sin desechos que tardan mucho en su descomposición.
4. Las JASS como ente encargado de la operación & mantenimiento tiene que implementar accesorios como válvulas de control, purga y tuberías de diámetros 1”, 1 ½”, 3/4”, 1/2” en caso de emergencias.
5. Gestionar el apoyo del gobierno local, provincial y regional en la ejecución de la operación y mantenimiento del sistema de saneamiento básico para la mejora de la sostenibilidad de las UBSs en la localidad de Concacha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Apaza Cárdenas, P. (2015). Repositorio.ucv.edu.pe. *Diseño de un sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores –Cabanilla – Lampa –Puno. (Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional del Altiplano).*
Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4580>.
- Benavides Muñoz, H. (2010). riunet.upv.es. *Diagnóstico de la sostenibilidad en un abastecimiento de agua e identificación de las propuestas que mejoren.*
Valencia. Recuperado de
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8910/tesisUPV3388.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cortés at Peña. (2016). scielo.org.co. *De la sostenibilidad a la sustentabilidad. Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos.*
Bogotá. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n78/n78a04.pdf>
- Díaz At Meza. (2017). Repositorio.uncp.edu.pe. *Sostenibilidad del servicio de agua potable y saneamiento de la comunidad de Unión Minas, distrito De Tambo La Mar –Ayacucho-2016.* Recuperado de
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4040/Diaz%20Trist%C3%A1n%20-%20Meza%20Huaman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dirección Regional de Vivienda, Construcción y saneamiento (2010). care.org.pe. *Compendio del sistema de información regional en agua y saneamiento, Cajamarca, Perú. Cajamarca.* Recuperado de
:<https://www.care.org.pe/wpcontent/uploads/2015/06/Compendio-Sistema-de-Informacion-Regional-en-Agua-y-Saneamiento-SIARS-20103.pdf>

- Gutiérrez Mantilla, J.S. (2018). repositorio.ucv.edu.pe. *Instalación del sistema de saneamiento básico y su influencia en el bienestar social de la población en la zona rural de Llapa – distrito de Llapa – San Miguel – Cajamarca, Cajamarca*. Recuperado de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/30203/Gutierrez_MJS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades (2005). bvsde.paho.org. *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización*. OPS/CEPIS/05.163. UNATSABAR. Lima. Recuperado de http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/0gral/biblioteca_marco.htm
- Hernández Sampiere, R. (2014). observatorio.epacartagena.gov.co. *Metodología de la investigación*. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodología-de-la-investigación-sexta-edición.compressed.pdf>
- Mamani at Torres. (2017). repositorio.utea.edu.pe. *Sistema de agua potable, saneamiento básico y el índice de sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017*. Recuperado de <http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/142/Tesis%20-%20Sistema%20de%20agua%20potable%2c%20saneamiento%20b%2c%20a%20si%20co%20y%20el%20nivel%20de%20sostenibilidad%20en%20la%20localidad%20de%20laccaicca%2c%20distrito%20de%20Sa%20ñayca%2c%20Aymaraes%20-%20Apur%20mac%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018). ecovidaconsultores.com.

Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural. Lima, Perú. Recuperado de <https://ecovidaconsultores.com/wp-content/uploads/2018/05/rm-192-2018-vivienda-tecnol%3%93gicas-para-sistemas-de-saneamiento-en-el-%c3%81mbito-rural.pdf>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2012). Downloads. *Norma IS.020 Tanques sépticos.* Lima, Perú. Recuperado de [file:///C:/Users/STEFY/Downloads/ProyNormaIS020TanquesSepticos%20\(7\).pdf](file:///C:/Users/STEFY/Downloads/ProyNormaIS020TanquesSepticos%20(7).pdf)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2014). urbanistasperu.org.

Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú. Recuperado de <http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>

Orellana Pérez, E. (2016). cybertesis.uni.edu.pe. *La Inversión en proyectos de infraestructura de agua potable, saneamiento básico y su influencia en el bienestar de la población – Caso: Comunidad Ampay de distrito de Písac, provincia de Calca, Región Cusco.* Recuperado de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/4596/1/orellana_pe.pdf

ONU-Agua. (2014). un.org. Decenio internacional para la acción ‘El agua fuente de vida’ 2005 - 2015. Recuperado de https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml

Ruiz, N. (2017). *centrogeo.repositorioinstitucional.mx. Geomática para la gestión del agua urbana: Propuesta de un Marco teórico y conceptual para implementar la gestión integrada y sostenible del recurso hídrico urbano en México. México.*

Recuperado de

<https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/236/1/70-2017-Tesis-De%20la%20Paz%20Ru%C3%ADz%2C%20N%C3%A9stor-Maestro%20en%20Geom%C3%A1tica.pdf>

Soriano Martínez, L. (2017). *fundacionaquae.org. Indicadores de sostenibilidad de la gestión integral de las aguas de lluvia en los entornos urbanos: APLICACIÓN A LA CIUDAD DE ZARAGOZA.* Recuperado de

https://www.fundacionaquae.org/wpcontent/uploads/2017/05/Tesis_LuciaSoriano.pdf

Torres, N. (2013). *ria.utn.edu.ar. Sostenibilidad de la Gestión de agua potable en Saavedra. Bahia Blanca* Recuperado de

<http://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/123456789/2742/Tesis%20Sostenibilidad%20de%20la%20Gesti%C3%B3n%20del%20servicio%20de%20Agua%20potable%20a%20la%20localidad%20de%20Saavedra%20%20%28en%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Viacava Vila, M. (2015). *repositorio.unsch.edu.pe. La Junta Administradora de Servicios de Saneamiento –JASS en la comunidad campesina de San Lucas, Arizona del distrito de Vinchos - Ayacucho.* Recuperado de

http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/968/Tesis%20An176_Via.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.

Anexo 2: Panel fotográfico

Anexo 3: Delimitación de la cuenca de Concacha - 2019

Anexo 4: Acta de validación del cálculo de caudal.

Anexo 5: Acta de asamblea general de la localidad de Concacha

Anexo 6: Empadronamiento de Concacha - 2019

Anexo 7: Análisis bacteriológico de aguas

Anexo 8: Análisis fisicoquímico

Anexo 9: Formatos SIRAS

Anexo 10: Instrumentos

- Plano de ubicación
- Plano general y perfiles
- Plano de ubicación de UBS
- Plano de UBS – Arastre hidráulico

Los anexos, el panel fotográfico, así como los planos se encuentran resguardados en el archivo de la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes