



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

TESIS

**“ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN
EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL
CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Sanitario

Autor:

Br. Cirilo Jimenez, Edwin Gianmir

Asesor:

MSc. Ing. Huamán Carranza, Martín Miguel

 <https://orcid.org/0000-0002-2469-9536>

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado e
instalaciones

Huaraz-Perú

2025





ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS, PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el auditorium de la FCAM-UNASAM, para la Ceremonia de Sustentación de la Tesis, que presenta el Bachiller: **CIRILO JIMENEZ EDWIN GIANMIR**.

Tesis Titulada: **“ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA – SHUPLUY, 2024”**

En seguida, después de haber atendida la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas lo declaramos:

Aprobado con Distinción.....

Con el calificativo de:

Diecisiete (17).....


En consecuencia, queda en condiciones de ser **APROBADO** por el Consejo de Facultad y recibir el Título Profesional de:


INGENIERO SANITARIO


De conformidad con el Art. 113° numeral 113.9 del reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° y 4ta. Disposición complementaria del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 761-2017-UNASAM).

Huaraz, ...26...de...Setiembre.....del 2025.


Dra. Judith Isabel Flores Albornoz
Presidente


Dra. Rosario Adriana Polo Salazar
Primer Miembro


M.Sc. Yolaina Mali Macedo Rojas
Segundo Miembro


MSc. Martin Miguel Huamán Carranza
Asesor



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Por medio del presente nos dirigimos a usted para informarle que su informe de tesis titulado:

ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA – SHUPLUY, 2024

El cual fue presentado a los miembros del jurado, luego de revisar las observaciones emitidas durante el acto de sustentación la tesis titulada “ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA – SHUPLUY, 2024”, presentado por el bachiller en ciencias de la ingeniería sanitaria **CIRILO JIMENEZ EDWIN GIANMIR**, sustentada el día 26 de Setiembre del 2025, lo cual el proyecto de tesis fue aprobado con RESOLUCIÓN DECANAL N° 402-2024 - UNASAM-FCAM del 11/Setiembre/2024, la declaramos **CONFORME**.

Al cumplir con este último requisito, usted será considerado candidato a obtener el Título profesional de **INGENIERO SANITARIO**.

En consecuencia, queda en condiciones de ser publicada.

Huaraz,26.....de.....Setiembre.....del 2025.


Dra. Judith Isabel Flores Albornoz
Presidente


Dra. Rosario Adriana Polo Salazar
Primer Miembro


M.Sc. Yolaina Mali Macedo Rojas
Segundo Miembro


MSc. Martin Miguel Huamán Carranza
Asesor



AUTORIZACION DE EMPASTADO **DE TESIS**

Los miembros del jurado evaluador de la tesis: **ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA – SHUPLUY, 2024**, presentado por el bachiller en Ingeniería Sanitaria: **CIRILO JIMENEZ EDWIN GIANMIR**, el cual observa las características y el esquema establecido por la Unidad de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la UNASAM, por lo que se encuentra en condiciones para proceder al **EMPASTADO** correspondiente.

Huaraz,**26**.....de.....**Setiembre**.....del 2025.

Dra. Judith Isabel Flores Albornoz
Presidente

Dra. Rosario Adriana Polo Salazar
Primer Miembro

M.Sc. Yolaina Mali Macedo Rojas
Segundo Miembro

MSc. Martin Miguel Huamán Carranza
Asesor




CONSTANCIA 113-2025-UI-FCAM-UNASAM EVALUACIÓN DE SIMILITUD

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo hace constar que:
La versión final de la tesis **“ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024”** del señor **CIRILO JIMENEZ EDWIN GIANMIR**, identificado con **DNI N° 70377651**, tras ser sometido a revisión mediante la plataforma de evaluación de similitud por su asesor el **M.Sc. MARTÍN MIGUEL HUAMÁN CARANZA**, conforme el Artículo 11° del Reglamento de Originalidad y/o Grado de Similitud de la Producción Académica, Científica e Investigativa de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Resolución de Consejo Universitario N° 126-2022-UNASAM, tiene una **similitud del 10%**.

Se expide la presente constancia, a solicitud del interesado para los fines que estime pertinente.

Huaraz, **03 de octubre de 2025**.

Firmado digitalmente por:
LOARTE CADENAS EDWIN
ANIBAL FIR 44009380 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 03/10/2025 18:53:57-0500

 Ph.D Edwin Anibal Loarte Cadenas
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACION
FCAM - UNASAM

CC. Archivo

Adjunto: Informe de similitud antiplagio de su Asesor

Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM
ANEXO 1
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

Estudio de la continuidad del sistema de desinfección empleando un flotador impulsor mejorado
en el centro poblado de Bellavista - Shupluy, 2024

Presentado por: Cirilo Jimenez, Edwin Gianmir

con DNI N°: 70377651

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Sanitario

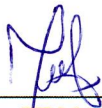
Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : 10% de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).

Porcentaje			
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado	Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 01/10/2025


FIRMA
Apellidos y Nombres: Huamán Carranza, Martín Miguel
DNI N°: 44779016

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

EDWIN GIANMIR CIRILO JIMENEZ_2.pdf

 asesoría de tesis

 asesoría de tesis

 Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::8100:506666037

Fecha de entrega

1 oct 2025, 9:55 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

1 oct 2025, 10:01 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

EDWIN GIANMIR CIRILO JIMENEZ_2.pdf

Tamaño del archivo

6.4 MB

185 páginas

44.762 palabras

211.795 caracteres




10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)
- ▶ Trabajos entregados

Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dedicatoria

A Dios, por darme la fuerza necesaria para seguir adelante y no rendirme en los momentos difíciles.

A mi madre Irma, quien fue madre y padre a la vez, y me enseñó con su ejemplo el verdadero significado del sacrificio y el amor.

A mamá Susa, quien siempre estuvo a mi lado como una segunda madre, y aunque partió, sé que desde donde esté sigue cuidándome como siempre lo hizo.

A mis hermanas: a Diana, por su cariño, comprensión y compañía constante en cada etapa de mi vida; y a Lady, por el lazo especial y el apoyo brindado en este camino.

A mis tíos y primos, por confiar en mí, por sus palabras de aliento y por hacerme sentir que nunca estuve solo.

Este logro también les pertenece.

Agradecimiento

Mi gratitud profunda a la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, por ser el lugar donde nació mi vocación y se forjaron los cimientos de mi futuro.

A cada docente que me acompañó en este recorrido.

Al MSc. Martín Miguel Huamán Carranza, mi asesor, gracias por su orientación, su tiempo y por confiar en mi capacidad para sacar adelante este trabajo.

A mi familia, que fue mi refugio, mi empuje y mi sostén. A los que estuvieron presentes con palabras, gestos o silencios llenos de apoyo.

A todos los que formaron parte de este camino, gracias por haber creído en mí. Este logro es compartido.



Índice

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	OBJETIVOS	2
1.1.1	General	2
1.1.2	Específicos	2
1.2	HIPÓTESIS	2
1.3	VARIABLES	2
1.3.1	Variable Independiente	2
1.3.2	Variable Dependiente	2
1.3.3	Operacionalización de variables	3
2	MARCO TEÓRICO	4
2.1	Antecedentes de la Investigación	4
2.1.1	Antecedentes internacionales	4
2.1.2	Antecedentes nacionales	7
2.1.3	Antecedentes locales	9
2.2	Bases Teóricas de la Investigación (fundamentación de la investigación)11	
2.2.1	Reglamento de la Calidad del agua para consumo Humano D. S N° 031-2010.SA	11
2.2.2	Agua Potable	11
2.2.3	Calidad del agua potable	12
2.2.4	Normas nacionales sobre calidad del agua	12
2.2.5	La cloración en sistemas de abastecimiento de agua rural	13
2.2.6	Continuidad de cloro en el sistema de agua	14
2.2.7	Tecnologías de cloración para medios rurales	14
2.2.8	Goteo con flotador adaptado	16
2.2.9	Goteo con Flotador impulsor mejorado	18
2.2.10	Principios hidráulicos en la dosificación por goteo de cloro	19
2.2.11	Evidencia empírica sobre sistemas pasivos de cloración	19
2.2.12	Control del cloro residual	20
2.3	Definición de Términos Básicos	21
2.3.1	Captación	21
2.3.2	Caudal	21
2.3.3	Caudal de Goteo	21
2.3.4	Sistemas de cloración	21

2.3.5	Cloración	21
2.3.6	Cloro.....	21
2.3.7	Hipoclorito de Calcio	21
2.3.8	Flotador impulsor mejorado.....	21
2.3.9	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)22	
2.3.10	pH del Agua	22
2.3.11	Cloro residual libre	22
2.3.12	Conductividad	23
2.3.13	coliformes totales y fecales	23
2.3.14	Temperatura.....	23
2.3.15	Turbiedad	23
2.3.16	Color.....	24
2.3.17	Sabores y olores	24
2.3.18	Sistemas Pasivos en Desinfección de Agua	24
3	MARCO METODOLÓGICO	25
3.1	Tipo de Investigación	25
3.2	Diseño de la Investigación	25
3.3	Métodos o Técnicas	26
3.3.1	Fase 1: Operación y mantenimiento del sistema de cloración	27
3.3.2	Fase 2: Aforo del caudal de ingreso, cálculo de la dosis de cloro, preparación de la solución madre y calibración	28
3.3.3	Fase 3: Identificación de los puntos de muestreo, y recopilación de datos. 30	
3.3.4	Fase 4: Recopilación, organización, análisis e Interpretación de Datos y Resultados	33
3.3.5	Fase 5: Diseño e instalación del flotador impulsor mejorado	34
3.3.6	Fase 6: Aforo del caudal de ingreso, cálculo de la dosis de cloro, preparación de la solución madre y calibración	36
3.3.7	Fase 7: Identificación de los puntos de muestra	36
3.3.8	Fase 8: Recopilación, organización, análisis e Interpretación de Datos y Resultados	36
3.3.9	Fase 9: Comparación de resultados.....	37
3.4	Población	37
3.5	Muestra	37
3.6	Tipo de muestra	37

3.7	Instrumentos Validados de Recolección de Dato.....	38
3.7.1	Aforo de caudal.....	38
3.7.2	Cloro residual.....	39
3.7.3	Turbiedad.....	39
3.7.4	PH.....	39
3.7.5	Temperatura.....	40
3.7.6	Conductividad.....	40
3.7.7	Coliformes totales y coliformes fecales.....	40
3.8	Instrumentos de Manejo Estadístico de Datos y Contrastación de Hipótesis 41	
4	RESULTADOS.....	42
4.1	Diseño del clorador impulsor y dosificación de la concentración de cloro en el sistema de agua para consumo.....	42
4.1.1	Diseño del flotador impulsor mejorado.....	42
4.1.2	Aforo del agua que ingresa al reservorio.....	47
4.1.3	Cálculo del peso del hipoclorito y el caudal de goteo.....	47
4.2	Resultado de la continuidad del cloro residual.....	49
4.2.1	Presentación de datos por punto de monitoreo.....	49
4.2.2	Resultados de parámetros complementarios de calidad de agua... ..	62
4.3	Actividades de implementación y puesta en marcha del sistema.	79
4.3.1	Instalación de flotador impulsor mejorado.....	79
4.3.2	Jornada de capacitación a los usuarios del sistema.....	81
4.4	Contrastación de Hipótesis.....	84
4.4.1	Hipótesis de Investigación.....	84
4.4.2	Hipótesis Estadística.....	84
4.4.3	Nivel de Significación.....	84
4.4.4	Función de prueba.....	84
4.4.5	Regla de decisión para la prueba U de Mann–Whitney.....	87
4.4.6	Aplicación de la prueba U de Mann–Whitney.....	88
5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	92
6	CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES.....	99
6.1	Conclusiones.....	99
6.2	Recomendaciones.....	101
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102

Índice de anexos

Anexo N° 1: Plano de ubicación del área de estudio en el centro poblado de Bellavista – Shupluy.	0
Anexo N° 2: Diseño y materiales del flotador adaptado	0
Anexo N° 3: Proceso de construcción del flotador impulsor mejorado	1
Anexo N° 4: Datos de monitoreo	0
Anexo N° 5: <i>Resultados de Laboratorio</i>	0
Anexo N° 6: Panel fotográfico	0
Anexo N° 7: <i>Vista del flotador impulsor mejorado, instalado en el sistema de desinfección</i>	0
Anexo N° 8: Padrón de usuarios capacitados	0

Índice de tablas

Tabla N° 1: Operacionalización de Variables	3
Tabla N° 2: Rango de fechas de las dos campañas de monitoreo de parámetros utilizando el sistema de flotador adaptado	34
Tabla N° 3: Rango de fechas de las dos campañas de monitoreo de parámetros utilizando el sistema de flotador impulsor mejorado	36
Tabla N° 4: Parámetros, unidad de medida y equipos.....	38
Tabla N° 5: Aforo de caudal al ingreso del reservorio.....	47
Tabla N° 6: cálculo del peso del hipoclorito de calcio y caudal de goteo.....	48
Tabla N° 7: Concentración de cloro residual en el reservorio	49
Tabla N° 8: <i>Estadística descriptiva de cloro residual en el reservorio</i>	50
Tabla N° 9: Concentración de cloro residual en la primera vivienda.....	52
Tabla N° 10: <i>Estadística descriptiva de cloro residual en la primera vivienda</i>	53
Tabla N° 11: Concentración de cloro residual en la vivienda intermedia	55
Tabla N° 12: Estadística descriptiva de cloro residual en el la vivienda intermedia..	56
Tabla N° 13: Concentración de cloro residual en la última vivienda	58
Tabla N° 14: <i>Estadística descriptiva de cloro residual en la última vivienda</i>	59
Tabla N° 15: <i>Porcentaje de cumplimiento</i>	61
Tabla N° 16: <i>Valores promedio de pH en toda la red</i>	62
Tabla N° 17: <i>Estadística descriptiva del pH</i>	63
Tabla N° 18: <i>Valores promedio de turbiedad en toda la red</i>	65
Tabla N° 19: <i>Estadística descriptiva de la turbiedad</i>	66
Tabla N° 20: <i>Valores promedio diarios de la conductividad</i>	68
Tabla N° 21: <i>Estadística descriptiva de la conductividad</i>	69
Tabla N° 22: <i>Valores promedio diarios de temperatura por punto de monitoreo</i>	71
Tabla N° 23: <i>Estadística descriptiva de temperatura</i>	72
Tabla N° 24: <i>Resultados de coliformes totales y fecales antes del reservorio (A) y en la última vivienda (U) para ambos sistemas.</i>	73
Tabla N° 25: <i>Resultados de coliformes totales usando sistema de cloración con flotador adaptado</i>	73

Tabla N° 26: Resultados de coliformes fecales usando sistema de cloración con flotador adaptado	75
Tabla N° 27: Resultados de coliformes totales usando sistema de cloración con flotador impulsor mejorado	76
Tabla N° 28: Resultados de coliformes fecales usando sistema de cloración con flotador impulsor mejorado	78
Tabla N° 29: Resultados de la prueba de normalidad para el cloro residual según tipo de flotador	85
Tabla N° 30: Calculo estadístico con U de Mann–Whitney para el reservorio	88
Tabla N° 31: Calculo estadístico con U de Mann–Whitney para la primera vivienda	89
Tabla N° 32: Calculo estadístico con U de Mann–Whitney para la vivienda intermedia	89
Tabla N° 33: Calculo estadístico con U de Mann–Whitney para la última vivienda ..	90
Tabla N° 34: Resumen del valor p obtenido en cada punto.....	91
Tabla N° 35: Materiales empleados.....	0
Tabla N° 36: Datos registrados en la primera etapa de evaluación (flotador adaptado)	0
Tabla N° 37: Datos de monitoreo en la segunda etapa de evaluación (flotador adaptado)	8
Tabla N° 38: Datos registrados en la primera etapa de evaluación (flotador impulsor mejorado)	17
Tabla N° 39: Datos registrados en la segunda etapa de evaluación (flotador impulsor mejorado)	25
Tabla N° 40: Promedios diarios equivalentes obtenidos de dos etapas de monitoreo (flotador adaptado)	35
Tabla N° 41: Promedios diarios equivalentes obtenidos de etapas de monitoreo (flotador impulsor mejorado).....	37

Índice de figuras

Figura N° 1: Goteo de carga constante con doble recipiente	15
Figura N° 2: Goteo con flotador adaptado	17
Figura N° 3: Identificación de los puntos de muestreo.....	31
Figura N° 4: Modelo 3D del flotador impulsor mejorado	35
Figura N° 5: Materiales del flotador impulsor mejorado	43
Figura N° 6: Vista frontal del flotador impulsor mejorado.....	44
Figura N° 7: Vista en planta del flotador impulsor mejorado.....	45
Figura N° 8: Vista de corte del sistema con flotador impulsor mejorado.....	46

Índice de gráficos

Gráfico N° 1: Tipología del Diseño de Investigación	25
Gráfico N° 2: Metodología de la Investigación	26
Gráfico N° 3: <i>Evolución del cloro residual en el reservorio</i>	51
Gráfico N° 4: <i>Evolución del cloro residual en la primera vivienda</i>	54
Gráfico N° 5: <i>Evolución del cloro residual en la vivienda intermedia</i>	57
Gráfico N° 6: <i>Evolución del cloro residual en la última vivienda</i>	60
Gráfico N° 7: <i>Comportamiento del PH</i>	64
Gráfico N° 8: <i>Comparación de turbiedad en los puntos monitoreados</i>	67
Gráfico N° 9: <i>Comportamiento de la conductividad</i>	70
Gráfico N° 10: <i>Comparación de coliformes totales en los dos puntos de muestreo (flotador adaptado)</i>	74
Gráfico N° 11: <i>Comparación de coliformes fecales en los dos puntos de muestreo (flotador adaptado)</i>	75
Gráfico N° 12: <i>Comparación de coliformes totales en los dos puntos de muestreo (flotador impulsor mejorado)</i>	77
Gráfico N° 13: <i>Comparación de coliformes fecales en los dos puntos de muestreo (flotador impulsor mejorado)</i>	78
Gráfico N° 14: <i>Gráfica de probabilidad del cloro residual utilizando flotador adaptado</i>	85
Gráfico N° 15: <i>Gráfica de probabilidad del cloro residual utilizando flotador impulsor mejorado</i>	86

Índice de fotos

Foto N° 1 Mantenimiento del sistema de cloración.....	27
Foto N° 2 Limpieza y desinfección del sistema de agua potable del ccpp Bellavista	28
Foto N° 3 Aforo de caudal de ingreso al reservorio	29
Foto N° 4 Preparación de solución madre	29
Foto N° 5 Calibración del caudal de goteo	30
Foto N° 6 : Instalación de flotador impulsor mejorado	35
Foto N° 7 : Puesto en marcha del flotador impulsor mejorado	80
Foto N° 8 Flotador impulsor mejorado en funcionamiento	80
Foto N° 9 : Participación de los usuarios en la jornada de capacitación comunitaria	82
Foto N° 10 : Desarrollo de la jornada de capacitación en campo, con apoyo de material visual y demostrativo.....	83
Foto N° 11 : Capacitación en campo, al operador del sistema	83
Foto N° 12 : Toma de muestra realizada según protocolos para análisis de coliformes fecales y torales	0
Foto N° 13 : Monitoreo en campo.....	1
Foto N° 14 : Capacitación en campo, al operador del sistema	3

Resumen

En el centro poblado de Bellavista, la continuidad en la desinfección del agua potable representa un desafío. Frente a esta problemática, se diseñó e implementó un flotador impulsor mejorado que permite una dosificación constante de cloro sin necesidad de modificar la infraestructura existente. El estudio se desarrolló en dos fases comparativas: para cada sistema (flotador adaptado y flotador impulsor mejorado) se realizaron dos etapas de monitoreo, cada una de 15 días, sumando un total de 30 días por sistema. Las evaluaciones se efectuaron en cuatro puntos clave de la red de distribución (reservorio, primera vivienda, vivienda intermedia y última vivienda) y en cuatro horarios representativos del consumo diario.

Respecto al cloro residual, ambos sistemas cumplieron al 100 % con la normativa en el reservorio y la primera vivienda. Sin embargo, se evidenció una mejora con el flotador impulsor en los puntos alejados: en la vivienda intermedia, el cumplimiento pasó de 93.33 % a 100 %, y en la última vivienda, de 60 % a 66.67 %, según lo establecido por el D.S. N.º 031-2010-SA. En los dos primeros puntos se hallaron diferencias estadísticamente significativas $p < 0.05$, mientras que en los más alejados no se alcanzó dicha significancia, aunque se registró una mayor estabilidad en la dosificación con el sistema mejorado.

En cuanto a la calidad microbiológica, se observó una remoción total de coliformes totales y fecales en la última vivienda con ambos sistemas. El pH del agua se mantuvo dentro del rango óptimo, lo cual favoreció la efectividad del cloro. La temperatura, conductividad y turbidez no representaron interferencias relevantes, aunque la reducción en la turbidez observada durante la etapa con el flotador impulsor pudo haber contribuido a una mejor persistencia del desinfectante.

Finalmente, se llevaron a cabo capacitaciones al operador del sistema y al comité de agua, fortaleciendo la sostenibilidad técnica y el adecuado manejo del nuevo sistema. En conclusión, el flotador impulsor mejorado demostró ser una alternativa eficaz, de bajo costo y viable, garantizando una cloración continua y segura del agua para consumo humano.

Palabras clave: cloro residual, coliformes fecales, desinfección, agua potable.

Abstract

In the town of Bellavista, ensuring the continuous disinfection of drinking water represents a challenge. To address this issue, an improved booster float was designed and implemented, allowing for consistent chlorine dosing without the need to modify the existing infrastructure. The study was conducted in two comparative phases: for each system (adapted float and improved booster float), two monitoring sessions were conducted, each lasting 15 days, for a total of 30 days per system. The assessments were carried out at four key points in the distribution network (reservoir, first residence, intermediate residence, and last residence) and at four representative daily consumption times.

Regarding residual chlorine, both systems met 100% of the regulations at the reservoir and the first residence. However, an improvement was evident with the impeller float at the remote points: in the intermediate house, compliance increased from 93.33% to 100%, and in the last house, from 60% to 66.67%, as established by Supreme Decree No. 031-2010-SA. Statistically significant differences were found at the first two points $p < 0.05$, while at the most remote points, such significance was not reached, although greater stability in dosage was recorded with the improved system.

Regarding microbiological quality, complete removal of total and fecal coliforms was observed in the last house with both systems. The water pH remained within the optimal range, which favored the effectiveness of the chlorine. Temperature, conductivity, and turbidity did not represent significant interferences, although the reduction in turbidity observed during the stage with the impeller float may have contributed to the disinfectant's greater persistence. Finally, training was provided to the system operator and the water committee, strengthening the technical sustainability and proper management of the new system. In conclusion, the improved impeller float proved to be an effective, low-cost, and viable alternative, ensuring continuous and safe chlorination of water for human consumption.

Keywords: residual chlorine, fecal coliforms, disinfection, drinking water.

1 Introducción

El acceso al agua potable es un derecho humano esencial y una condición clave para la salud pública y el desarrollo sostenible. En zonas rurales del Perú, este derecho se ve comprometido por deficiencias en los sistemas de tratamiento, que suelen utilizar cloradores por goteo. Aunque estos dispositivos son de bajo costo y fácil implementación, presentan dificultades para mantener una dosificación constante de cloro, afectando la calidad microbiológica del agua. (WHO, 2017)

El cloro libre residual es el desinfectante más utilizado a nivel mundial debido a su efectividad frente a microorganismos patógenos y su capacidad de mantener la desinfección en redes de distribución (Batram y otros, 2009). Sin embargo, su eficacia se ve influida por factores como el pH, la turbidez, la temperatura, la materia orgánica y el tiempo de contacto, los cuales no siempre se controlan en sistemas rurales (Clayton y otros, 2021).

Ante esta problemática, se proponen soluciones técnicas que mantengan la simplicidad operativa y mejoren la eficiencia sin modificar la infraestructura existente. Diseños innovadores, compatibles con tecnologías pasivas, promueven la sostenibilidad del servicio en comunidades rurales.

En ese marco, esta investigación se realizó en el centro poblado de Bellavista – Shupluy, donde se implementó un flotador impulsor mejorado como alternativa al sistema tradicional. El estudio comprendió dos campañas de monitoreo de 15 muestras por sistema, con evaluaciones en cuatro puntos de la red (reservorio, primera vivienda, vivienda intermedia y última vivienda) y mediciones en cuatro horarios diarios (7–8 a. m., 10–11 a. m., 2–3 p. m. y 5–6 p. m.).

Se analizaron parámetros fisicoquímicos (cloro residual, pH, temperatura, turbidez y conductividad) y microbiológicos (coliformes totales y fecales), permitiendo una comparación integral entre ambos sistemas. Esta investigación busca validar técnicamente el flotador impulsor y destacar su potencial como una solución sostenible, replicable y de bajo costo para zonas rurales.

1.1 Objetivos

1.1.1 *Objetivo General*

Estudiar la continuidad del sistema de desinfección empleando un flotador impulsor mejorado de goteo, en el centro poblado de Bellavista - Shupluy, 2024

1.1.2 *Objetivos Específicos*

- ✓ Diseñar el clorador impulsor para la instalación en el sistema de agua del centro poblado y dosificar la concentración de cloro en el sistema de agua para consumo.
- ✓ Comparar la continuidad de cloro durante 24 horas de operación entre el sistema de flotador impulsor mejorado y el de flotador adaptado.
- ✓ Desarrollar actividades de implementación y puesta en marcha del sistema.

1.2 Hipótesis

La implementación del flotador impulsor mejorado permite mejorar la continuidad del sistema de desinfección durante 24 horas en el servicio de agua potable del centro poblado de Bellavista – Shupluy.

1.3 Variables

1.3.1 *Variable Independiente*

Flotador impulsor mejorado

1.3.2 *Variable Dependiente*

Continuidad del sistema de desinfección

1.3.3 Operacionalización de variables

Tabla N° 1: Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Independiente					
Flotador impulsor mejorado de goteo	El sistema de cloración con flotador impulsor, es una mejora al flotador adaptado; el flotador será reemplazado por un flotador impulsor que asegure la continuidad cloro en el sistema de agua potable	Condiciones de operación del sistema de cloración por goteo, para garantizar la continuidad del cloro residual.	Condiciones de operación	Caudal de calibración de goteo	ml/min
				Volumen	Lt
				Tiempo de recarga	días
				Peso del Cloro	gr
				Caudal de abastecimiento	ml/s
Dependiente					
Continuidad del sistema de desinfección	La continuidad del sistema de desinfección se refiere a la capacidad de mantener una concentración adecuada de cloro residual a lo largo de todo el sistema. (University of Nebraska–Lincoln, 2024)	Se medirá la continuidad, midiendo concentración de cloro residual, en 4 puntos esperando tener concentraciones cloro residual ≥ 0.5 ppm.	Características del agua potable	Coliformes Fecales	UFC/mL
				Coliformes Totales	UFC/mL
				Cloro Residual	mg/L
				pH	Und. Ph
				Temperatura	°C
				Conductividad	μ s/cm-1
				Turbiedad	UNT
				Eficiencia	%

2 Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

El estudio realizado por (Delaire y otros, 2024) “Comparison of passive and manual chlorination in small piped water networks in rural Ghana: Technical performance, ease-of-use, and cost”, tuvo como finalidad comparar el rendimiento y la sostenibilidad de dos métodos de desinfección en sistemas de agua potable: la cloración pasiva en línea y la cloración manual. El objetivo principal fue determinar cuál de estas tecnologías garantiza una mayor estabilidad en la concentración de cloro residual, reduciendo al mismo tiempo la carga operativa para las comunidades. La metodología consistió en implementar ambos sistemas en distintas redes de distribución de agua en zonas rurales. En cada comunidad se monitorearon los niveles de cloro residual durante varios meses, empleando mediciones diarias con kits portátiles. Paralelamente, se recopilaban datos cualitativos a través de entrevistas y encuestas a los usuarios y operadores, evaluando aspectos como la percepción del sabor y olor del agua, la facilidad de operación y la frecuencia de mantenimiento de los sistemas. Los resultados mostraron que el sistema de cloración pasiva mantuvo los niveles de cloro residual dentro del rango recomendado (0.2 a 2.0 mg/L) en el 86 % de las mediciones, mientras que el sistema manual lo hizo en un 71 %. Además, el sistema pasivo presentó menos variabilidad y no dependió tanto de la intervención diaria de los operadores, lo que facilitó su sostenibilidad en contextos con escasa asistencia técnica. En cuanto a la aceptación social, los usuarios percibieron el sistema pasivo como más confiable y cómodo, al no generar alteraciones notorias en el sabor del agua ni exigir ajustes constantes. Los autores concluyen que los sistemas pasivos en línea representan una alternativa eficaz y replicable para la cloración en comunidades rurales, sobre todo por su bajo requerimiento de mantenimiento, su mayor estabilidad en el aporte de cloro y la facilidad de implementación sin necesidad de energía o infraestructura compleja.

(Lindermark y otros, 2023), en su estudio “Performance of community water board–managed passive in-line chlorinators supported by a circuit rider program in rural Honduras”. Tuvo como objetivo evaluar la eficacia y sostenibilidad de cloradores

pasivos bajo un modelo de gestión comunitaria, con apoyo técnico periódico. El estudio, respaldado por EOS International, se aplicó en zonas rurales de Honduras donde se instalaron dispositivos de cloración pasiva en línea en tanques de distribución. La metodología contempló el monitoreo de cloro residual libre (FCR) en tres puntos claves: tanque de almacenamiento, viviendas intermedias y vivienda terminal, con un total de más de 300 mediciones durante el periodo de implementación. Además, se documentaron los registros de visitas de los circuit riders (técnicos móviles de apoyo) y se identificaron las causas detrás de cualquier irregularidad en los niveles de FCR. Los resultados indicaron que el 77 % de todas las mediciones cumplió con el umbral mínimo de FCR (≥ 0.2 mg/L); al analizar segmentos específicos, se observaron tasas del 90 % en tanques, 83 % en viviendas intermedias y 79 % en viviendas terminales. Solo el 26 % de los incumplimientos se atribuyó a fallos técnicos; el resto fue imputable a errores operativos o de gestión. Se demostró que una mayor frecuencia de visitas técnicas correlacionó con un cumplimiento más constante, evidenciando que el respaldo externo es crucial para mantener la efectividad. Los autores concluyen que los cloradores pasivos, bajo un esquema de gestión comunitaria complementado con visitas técnicas regulares, pueden mantener niveles adecuados de FCR de forma sostenible. Resaltan la importancia del monitoreo, el apoyo técnico y la capacitación para evitar interrupciones.

(Sousa y otros, 2024), en su trabajo “Modeling the decay of free residual chlorine in water distribution networks in Brazilian rural communities using artificial neural network”, tuvo como propósito principal analizar cómo las variables hidráulicas, la temperatura y la turbiedad influyen en la pérdida de cloro residual en redes de distribución de agua potable. El objetivo fue desarrollar un modelo predictivo que permita anticipar el decaimiento del cloro en diferentes segmentos de la red, contribuyendo a optimizar los sistemas de cloración. Para alcanzar este objetivo, los autores emplearon un enfoque mixto: por un lado, realizaron mediciones de cloro residual, temperatura, turbiedad, caudal y longitud de red en varias comunidades de Brasil, bajo condiciones reales de operación. Por otro lado, utilizaron técnicas avanzadas de inteligencia artificial (principalmente redes neuronales) para modelar la relación entre estas variables y la pérdida de cloro a lo largo del tiempo y la distancia.

Los resultados mostraron que la pérdida de cloro residual se correlaciona significativamente con la temperatura del agua y la turbiedad, especialmente en tramos largos de la red. El modelo desarrollado logró predecir con un 85 % de probabilidad si los niveles de cloro permanecerían por encima de 0.5 mg/L en distintos puntos del sistema. En zonas con alta turbiedad y temperatura elevada, se observó una reducción más rápida del cloro, confirmando la necesidad de ajustes en la dosificación según condiciones ambientales. En su conclusión, los autores subrayan que este tipo de modelos predictivos puede ser una herramienta valiosa para optimizar la gestión de sistemas de cloración, reduciendo el riesgo de niveles bajos de desinfectante en puntos críticos, especialmente en redes extensas o sometidas a condiciones cambiantes.

(Locher y otros, 2024), en su investigación “Assessment of a local and low-cost passive in-line chlorinator in rural Guatemala”. Evaluó un dispositivo pasivo de cloración en línea, de bajo costo y sin necesidad de energía eléctrica, aplicado en sistemas de agua de comunidades rurales de Guatemala. El objetivo principal fue medir la efectividad del sistema en eliminar bacterias como *Escherichia coli*, mantener niveles adecuados de cloro residual, y analizar su viabilidad operativa en condiciones reales. La metodología incluyó la instalación del clorador pasivo en redes domésticas y comunitarias, donde se realizaron más de 200 mediciones en campo. Se evaluaron parámetros como cloro residual, recuento de *E. coli*, ph y temperatura del agua antes y después del dispositivo. También se recogieron datos cualitativos mediante entrevistas a los usuarios, para conocer la percepción sobre el sabor del agua, practicidad del sistema y mantenimiento requerido. Los resultados mostraron una reducción significativa de *E. coli* (más del 90 %) en las muestras posteriores al clorador, con cloro residual dentro del rango deseado (0.2-2.0 mg/L) en aproximadamente el 70 % de las mediciones. Se observó también una disminución de la turbiedad, lo que ayudó a mejorar la calidad microbiológica del agua. Si bien se detectaron algunas variaciones en niveles de cloro residual, su desempeño fue considerado aceptable para comunidades rurales con recursos limitados. Asimismo, los usuarios valoraron positivamente su uso, calificándolo como sencillo y adecuado para uso doméstico. En la conclusión, los autores afirmaron que los dispositivos pasivos en línea ofrecen una

solución eficaz para reducir la contaminación bacteriana en zonas rurales, siempre que se realicen calibraciones apropiadas y se cuente con una mínima supervisión técnica. Asimismo, destacaron su buen desempeño en contextos donde no es posible depender de energía o personal especializado.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

En la investigación denominada “Eficiencia del hipoclorador de doble recipiente en el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano en la localidad de Alan García, Alonso de Alvarado, 2021”, su objetivo principal fue Aplicar un hipoclorador por goteo de carga constante de doble contenedor para la purificación de agua, en la cual instalaron y calibraron el sistema de cloración, para finalmente evaluar la eficiencia durante 15 días, esto en base a los resultados del cloro residual, turbiedad, color y coliformes termotolerantes y coliformes fecales. Los resultados que obtuvieron fue que la concentración promedio de Cloro Residual en el reservorio es de 1.65 ppm en, en la primera vivienda 1.33 ppm, en la vivienda intermedia 0.92 ppm y 0.6 ppm en la última vivienda, mientras el promedio de pH es de 7.52, Turbiedad 0.98 UNT, Color 1 UCV, Coliformes Termotolerantes y Coliformes fecales es 0. (Fernandez y Cruz, 2021)

“Eficiencia de la cloración del agua potable, usando hipoclorador flujo difusión y cloración por goteo en el sistema de agua potable de Sapúc-Zarza, distrito de Asunción – Cajamarca 2022”, su objetivo principal fue evaluar la eficiencia de la cloración del agua potable utilizando hipocloradores de difusión y sistemas de cloración por goteo en el sistema de agua potable; eligió diez puntos de monitoreo, esto en función al tamaño del sistema de agua. En los primeros 15 días analizo el funcionamiento y la eficiencia del sistema de cloración por hipoclorador de difusión; en el cual describe que en los primeros días el cloro era totalmente notorio tanto en olor y sabor; de la misma forma se manifestó en la toma de muestra. Realizo el mismo procedimiento para el sistema de cloración por goteo y obtuvo datos más uniformes a comparación del otro sistema. Los datos que obtuvo en campo determino que la efectividad de la cloración por goteo es del 100.00%; mientras que por el sistema de cloración por hipoclorador de difusión obtuvo que el 26.67% de las muestras tienen una sobre cloración, el 53.33% no cumple con los límites permisibles y solo el 20.00% cumple con lo

estipulado en la norma. De esta manera concluyo que la cloración por goteo garantiza una concentración homogénea de cloro en cada día y no genera mal estar en los pobladores que consumen el agua clorada. (Chuquitucto, 2022)

“Evaluación del cloro residual libre en la red de distribución de agua potable en el barrio de Santa Ana – Huancavelica, 2021”. Este estudio tuvo como objetivo medir los niveles de cloro residual libre en toda la red de abastecimiento del barrio de Santa Ana, Huancavelica, para determinar su cumplimiento con los estándares sanitarios peruanos. Se consideraron 180 viviendas distribuidas en diferentes sectores, abarcando tanto zonas cercanas como alejadas del reservorio. La metodología empleada fue de tipo aplicada y explicativa, utilizando mediciones directas de cloro con clorímetro y análisis estadísticos con nivel de confianza del 95 %. Los datos mostraron una disminución progresiva del cloro desde el reservorio (promedio 1.78–1.96 mg/L) hasta las viviendas finales (1.09–1.51 mg/L), y una cantidad significativa de muestras por debajo del límite mínimo obligatorio (0.5 mg/L) en puntos distales. Como conclusión, los autores señalaron que existe una pérdida sustancial de cloro en zonas alejadas, lo cual compromete la calidad del agua y su protección microbiológica. Por ello, recomendaron mejorar la dosificación, implementar monitoreo continuo en puntos críticos y ajustar la gestión operativa de la red. (Palacios & Taipe, 2021)

“Capacitación en administración, operación y mantenimiento de agua y saneamiento rural, desinfección, cloración y educación sanitaria del distrito de Túcume (JASS)”. El estudio desarrollado por (Siesquen & Cesar, 2019) en el distrito de Túcume tuvo como objetivo central fortalecer las capacidades de las juntas administradoras de servicios de saneamiento (JASS) mediante procesos de capacitación teórico-prácticos, enfocados en temas clave como la administración, operación, mantenimiento, desinfección y cloración del sistema de agua potable rural. El enfoque de la intervención fue comunitario, brindando herramientas técnicas y organizativas a los responsables directos del sistema. La metodología consistió en talleres presenciales con participación activa de los usuarios y operadores, donde se abordaron temas como la importancia de la desinfección, la dosificación adecuada de cloro, la limpieza de reservorios y redes, así como la necesidad de establecer rutinas de mantenimiento. Se aplicaron instrumentos de evaluación antes y después de las

jornadas de capacitación para medir el nivel de aprendizaje. Los resultados evidenciaron una mejora sustancial en el conocimiento y desempeño de los actores locales, así como una mayor apropiación del sistema por parte de la comunidad. Además, se fortaleció la capacidad de respuesta ante fallas operativas, lo que incrementó la sostenibilidad del servicio.

2.1.3 Antecedentes Locales

“Determinar las eficiencias de las desinfecciones en el abastecimiento de agua para consumo humano, cloración por goteo y difusión, primorpampa- Shupluy - Yungay - Ancash, año 2018”, tuvo como objetivo principal determinar la efectividad de la desinfección al comparar el sistema de cloración por goteo con el sistema de cloración por difusión en el suministro de agua para consumo humano. Esto se llevará a cabo mediante el análisis de la cantidad de Coliformes Totales y Coliformes Fecales, así como la comparación de parámetros como conductividad, turbidez, pH, temperatura y color del agua. Realizo monitoreo de todos los parámetros cada 7 días, en los mismos puntos. Los resultados que obtuvo al comparar ambos sistemas fue que el goteo es más eficiente, logrando una eficiencia de 99% de los coliformes fecales y totales en la vivienda más cercana al reservorio, en la vivienda intermedia un 80% y en la vivienda última 60%, además los muestreos de cloro residual fueron mayores a 0.5 mg/L. (León, 2018).

En un estudio realizado en el distrito de Yungay, denominado “Estudio comparativo entre sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable, Yungay, Ancash Ancash”, (Lozano, 2022) evaluó la eficiencia de dos sistemas de desinfección del agua potable: uno basado en inyección directa y otro en cloración por goteo. El objetivo fue comparar su desempeño en cuanto al cumplimiento de los niveles de cloro residual, facilidad de operación y viabilidad técnica en reservorios de zonas rurales. Durante el desarrollo de la investigación, se instalaron ambos sistemas en reservorios comunitarios y se realizó un monitoreo durante 15 días, evaluando variables como cloro residual libre, frecuencia de mantenimiento, facilidad de manejo y percepción de los operadores locales. Las muestras fueron tomadas en distintos puntos de la red para verificar el comportamiento del cloro a lo largo del sistema de distribución. Los resultados mostraron que ambos métodos lograron

mantener el cloro residual dentro del rango normativo establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. No obstante, el sistema por goteo demostró ventajas operativas notables, como su simplicidad de uso, bajo costo de mantenimiento y mayor apropiación por parte del personal responsable. En cambio, el sistema de inyección directa, aunque técnicamente estable, requería mayor capacitación y mayor control operativo, lo cual limitaba su aplicabilidad en zonas con recursos técnicos limitados. En conclusión, el autor recomienda la implementación de sistemas de goteo en comunidades rurales, debido a su efectividad, bajo costo y facilidad de operación. Esta recomendación es especialmente relevante en contextos donde el personal encargado no cuenta con formación técnica avanzada.

“Manual de instalación del hipoclorador de goteo de carga constante de doble recipiente - 2018” muy usada en áreas rurales, ya que presenta ventajas sobre otras, logrando eficiencia muy alta y una fácil adaptación a las necesidades específicas de cada centro poblado, se recomienda por su alta precisión y facilidad de operación, permitiendo mantener el cloro residual dentro de los rangos permitidos en cualquier punto de la red de distribución. El precio de su instalación es de s/. 6, 059.00 aproximadamente (SABA, 2018)

“Manual de instalación, operación y mantenimiento de hipoclorador por goteo con flotador - 2018” es muy utilizado porque facilita el suministro constante de pequeñas concentraciones de solución clorada al reservorio. El precio de su instalación es de s/.4, 500.00 aproximadamente. (SABA plus, 2018)

2.2 Bases Teóricas de la Investigación (fundamentación de la investigación)

2.2.1 Reglamento de la Calidad del agua para consumo Humano D. S N° 031-2010.SA

El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado mediante el D.S. N.º 031-2010-SA, establece los parámetros fundamentales que debe cumplir el agua potable en el Perú. Entre ellos se encuentra el pH, que debe mantenerse entre 6.5 y 8.5, para evitar condiciones corrosivas o propicias para el desarrollo de microorganismos. La conductividad eléctrica, que refleja la cantidad de sales disueltas, no debe superar los 1,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C. La temperatura, aunque no tiene un límite normado, influye directamente en la efectividad del desinfectante y en la proliferación microbiana. En cuanto a la calidad microbiológica, se exige la ausencia total de coliformes fecales y totales en 100 mL, ya que su presencia indica contaminación de origen fecal y riesgo sanitario. Finalmente, el reglamento dispone que el cloro residual libre en la red de distribución debe mantenerse entre 0.5 y 1.5 mg/L, garantizando así una desinfección continua. Según el artículo 66, al menos el 90 % de las muestras deben cumplir este rango, y ninguna debe registrar menos de 0.3 mg/L (MINSA, 2010).

2.2.2 Agua Potable

Según la (OMS, s.f.) el agua potable es: “No debe contener patógenos, sustancias químicas, material radiactivo ni agentes físicos que puedan poner en riesgo la salud de las personas.” El agua potable es definida como: “El agua segura para beber es aquella que no supone un peligro para la salud humana y satisface los estándares de calidad en términos de apariencia, sabor, olor, propiedades físicas, composición química, características biológicas y microbiológicas, de acuerdo con las normas y límites máximos permitidos. Esto garantiza que el agua sea segura para el consumo humano y cumpla con los estándares recomendados en todos los aspectos relevantes.” (Darner, 2003). “El agua considerada potable es aquella que satisface los estándares físicos, químicos y microbiológicos establecidos por la normativa vigente. Esto garantiza que el agua cumple con los requisitos esenciales para ser considerada” (Rodríguez, 2001).

2.2.3 Calidad del agua potable.

“La gestión de la calidad del agua potable implica la planificación, programación y coordinación con distintos sectores, con el propósito de asegurar que el agua sea apta para el consumo y permanezca en condiciones adecuadas, de manera que su uso no ponga en peligro la salud, cumpliendo con los estándares establecidos por la normativa vigente”. (SUNASS, 2004). “Es crucial garantizar que el agua destinada al consumo humano cumpla con los estándares de calidad necesarios para garantizar la salud y el bienestar de las personas. Las enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada son variadas; consumir agua potable, se reduce significativamente la exposición de las personas a estas enfermedades, lo que resulta en importantes beneficios” (ONGAWA, 2019).

2.2.4 Normas nacionales sobre calidad del agua

La Constitución Política del Perú establece que todas las personas tienen derecho a disfrutar de un entorno sano y equilibrado que permita su desarrollo integral. En consonancia, la Ley General de Salud destaca la importancia de la salud como condición fundamental para el progreso humano y el bienestar colectivo. Además, el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales enfatiza que el Estado tiene la responsabilidad de garantizar la calidad de vida, respetando la dignidad humana. En este sentido, el Estado debe prevenir, controlar y sancionar cualquier acción que dañe o explote excesivamente los recursos naturales, ya que esto puede afectar negativamente el bienestar y el desarrollo de la sociedad. Por otro lado, todos los ciudadanos tienen la obligación de participar activamente en la protección del medio ambiente, contribuyendo al bienestar común y asegurando la sostenibilidad de los recursos naturales para las generaciones actuales y futuras (SUNASS, 2004).

2.2.4.1 Parámetro Biológicos y Características físicas.

El agua destinada al consumo humano debe estar libre de bacterias heterotróficas, virus, huevos y larvas de helmintos, así como de quistes y estructuras similares de protozoarios patógenos. Asimismo, no debe contener organismos de vida libre, tales como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en cualquiera de sus etapas de desarrollo, de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Salud del Perú (MINSA, 2010). De igual manera, es esencial considerar las características

organolépticas (sabor, olor, color y turbidez), ya que estas influyen en la percepción de calidad y en la aceptación del agua por parte de los consumidores. La presencia de alteraciones en estos parámetros puede generar rechazo, aun cuando el agua cumpla con los requisitos microbiológicos (Orellana, 2005).

2.2.4.2 Características Químicas.

“La propiedad del agua como solvente universal le permite disolver una gran cantidad de elementos químicos presentes en la tabla periódica, lo que la hace capaz de contener una amplia variedad de sustancias químicas. Esta capacidad única del agua es fundamental para su papel en la naturaleza y en varios procesos químicos. Sin embargo, solo una selección de estos elementos tiene un impacto significativo en el tratamiento del agua cruda destinada al consumo humano o afecta directamente la salud de los consumidores. Es importante identificar y monitorear estos elementos clave para garantizar la calidad del agua y minimizar los riesgos para la salud” (Barrenechea, 2004). “Los elementos químicos presentes en el agua pueden tener origen tanto natural como industrial. Su impacto puede ser benéfica o perjudicial, dependiendo de su composición” (Orellana, 2005).

2.2.5 La cloración en sistemas de abastecimiento de agua rural

La cloración consiste en incorporar una cantidad específica de cloro al agua destinada para consumo humano. El cloro puede encontrarse en diversas formas, y el método de dosificación varía según el volumen de agua que se necesita tratar, el tipo de suministro de cloro disponible y los recursos económicos asignados al sistema. La cantidad de cloro añadida debe ajustarse a la demanda de cloro, la cual está directamente relacionada con las características químicas y microbiológicas del agua. Además, es esencial considerar el nivel de cloro residual esperado en la red de distribución. Antes de llevar a cabo el proceso de desinfección, se recomienda realizar de inmediato una prueba de consumo (CARE, 2018). Los productos químicos a base de cloro son el desinfectante más utilizado para el tratamiento y el consumo de agua. Entre las propiedades más destacadas del cloro se encuentran su capacidad para eliminar una amplia variedad de bacterias y su capacidad para persistir en las redes de distribución de agua potable. Los compuestos que contienen cloro son los únicos desinfectantes que ofrecen una protección residual duradera, lo que impide el

crecimiento de nuevos microorganismos y previene la contaminación del agua durante su transporte hasta el grifo del consumidor. Esta protección residual es crucial para garantizar la seguridad del agua potable y prevenir la propagación de enfermedades. (CARE, 2018).

2.2.5.1 Tiempo de contacto.

“La eficacia del cloro en la destrucción de microorganismos depende directamente del tiempo de contacto entre los microorganismos y el desinfectante. En otras palabras, cuanto más tiempo esté en contacto el cloro con los microorganismos, la probabilidad de destrucción aumenta para una determinada dosis de cloro aplicada. Esto se debe a que el cloro necesita tiempo para penetrar en la célula microbiana y ejercer su acción bactericida” (Ramos y Pérez, 2018).

2.2.6 Continuidad de cloro en el sistema de agua

La continuidad de cloro residual en el sistema de agua potable es fundamental para asegurar la desinfección efectiva del agua y prevenir la transmisión de enfermedades a través del agua. Esto implica mantener una concentración adecuada y constante de cloro residual en todas las etapas del proceso de suministro de agua, desde la planta de tratamiento hasta el punto de consumo final. De esta manera, se garantiza que el agua potable sea segura para el consumo humano y se minimice el riesgo de brotes de enfermedades transmitidas por el agua (AGB Labs, 2024).

2.2.7 Tecnologías de cloración para medios rurales

2.2.7.1 Sistema de cloración de carga constante con doble recipiente.

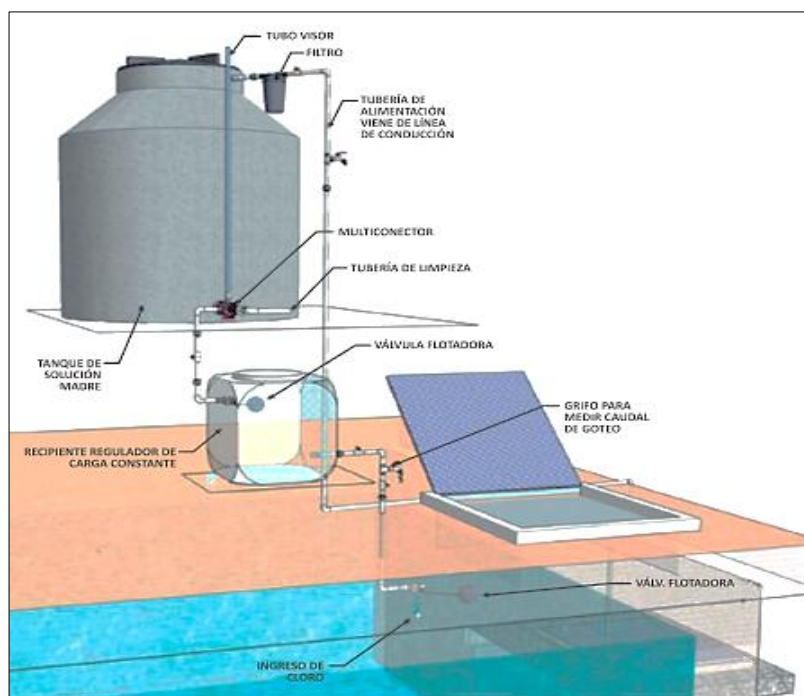
Se recomienda para sistemas de suministro de agua potable por gravedad, ya que permite la administración continua de pequeñas cantidades de solución clorada (CARE, 2018).

- El tanque de polietileno para la solución madre se encuentra situado en la parte superior de una estructura metálica o una alternativa adecuada para esta tecnología. Este tanque está equipado con un conector múltiple que cuenta con tres salidas específicas. La salida superior se utiliza para conectar un visor transparente que indica el nivel actual de la solución madre. La salida directa se emplea para la limpieza y mantenimiento rutinario, y otra para la conexión de componentes adicionales, como niples

y reguladores de carga constante, necesarios para su funcionamiento óptimo (CARE, 2018).

- El recipiente regulador de carga constante se encuentra ubicado en el nivel inferior del tanque de solución madre. Este recipiente contiene una válvula flotadora interna, diseñada para mantener una altura de líquido constante y un caudal de goteo estable. De esta manera, se garantiza una carga constante y precisa de la solución madre en el sistema de agua potable (CARE, 2018).
- El sistema de conexiones de salida y dosificación de cloro al reservorio se compone de tubos y accesorios de PVC especialmente diseñados para medir y regular el goteo de la solución clorada. Estos componentes permiten una conducción segura y precisa de la solución clorada desde el recipiente regulador de carga constante hasta el reservorio, garantizando una dosificación adecuada y controlada del cloro en el agua potable (CARE, 2018).

Figura N° 1: Goteo de carga constante con doble recipiente



Fuente: “Compendio de innovaciones tecnológicas en agua y saneamiento rural” (CARE, 2018)

Ventajas y Limitaciones del uso del sistema de cloración:

- **Ventajas:**

- Goteo constante de solución clorada (CARE, 2018).
- El sistema proporciona desinfección y protección del agua al mantener niveles de cloro residual libre en rangos de 0,5 y 1,0 ppm (CARE, 2018).
- El sistema de dosificación de cloro garantiza una entrega constante de cloro al reservorio, lo que permite un ingreso continuo de agua al reservorio (CARE, 2018).
- Facilidad en la preparación de solución madre y recarga periódica (CARE, 2018).
- Goteo eficiente a partir de 45 mL/min (CARE, 2018).

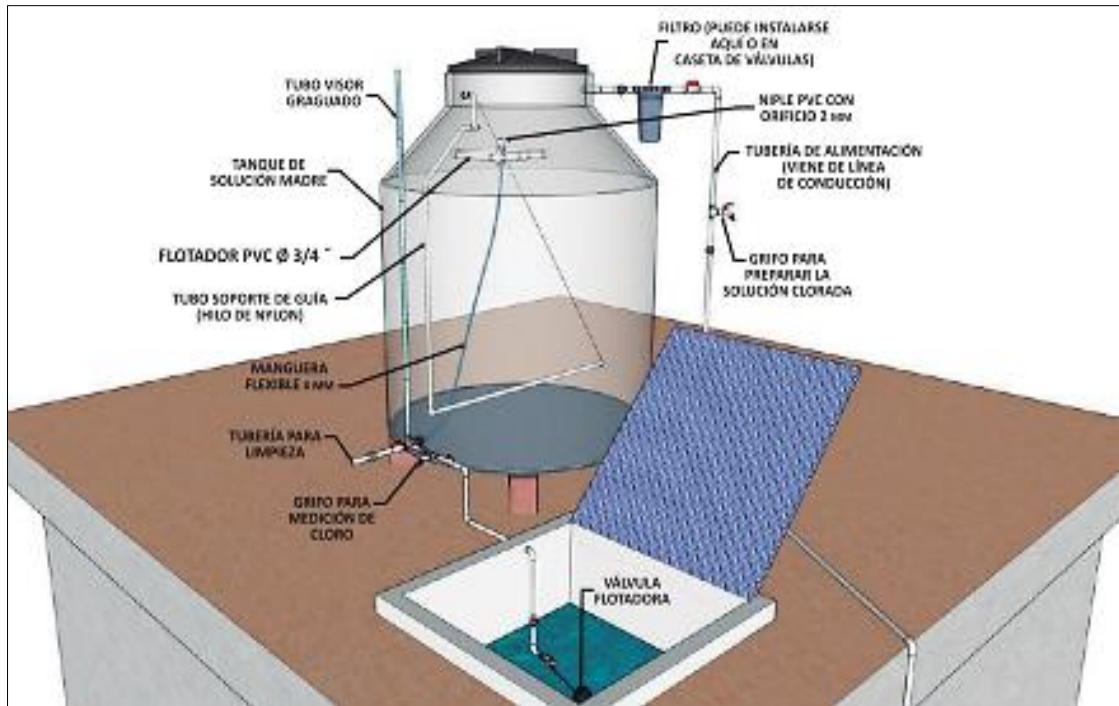
- **Limitaciones**

- El Período de recarga máximo es de 15 días en tanques de 600 L.

2.2.7.2 Goteo con flotador adaptado

Recomendado para su uso en sistemas de agua por gravedad en zonas rurales, proporciona un suministro continuo de minúsculas dosis de solución clorada a la corriente de agua que ingresa al depósito. La conexión de agua consta de tuberías y accesorios de PVC conectados a la tubería de entrada del tanque de agua, el cual cuenta con un grifo para suministrar agua durante la preparación de las aguas madres y llenado del tanque de polietileno. La conexión de salida del tanque de almacenamiento y dosificación de cloro consta de tuberías y accesorios de PVC conectados al tanque de líquido madre, el cual cuenta con una tubería de PVC donde se mide el flujo de gotas (CARE, 2018).

Figura N° 2: Goteo con flotador adaptado



Fuente: “Compendio de innovaciones tecnológicas en agua y saneamiento rural” (CARE, 2018).

Ventajas y Limitaciones:

- **Ventajas:**

- El sistema de dosificación de cloro se caracteriza por su precisión y facilidad de operación, lo que permite medir con exactitud la concentración de cloro residual en la red de distribución, manteniéndolo dentro de los límites permitidos de 0.5 a 1.0 ppm o mg/L. De esta manera, se evitan excesos de cloración que podrían tener un impacto negativo en la salud de los consumidores, garantizando un suministro de agua potable seguro y de alta calidad (CARE, 2018).
- La dosificación de cloro depende directamente de la demanda de agua que, generada por la población, es decir la cantidad de cloro a usar está relacionada al caudal utilizada por la población (CARE, 2018).

- **Limitaciones**

- El riesgo de saturación en el sistema de goteo aumenta significativamente cuando la temperatura ambiente baja por debajo de los 9 °C debido a la cristalización del cloro. Cuando la solución madre es alta, cerca de 5000 ppm, la atención se centra aún más en el riesgo preexistente. Para permitir que el flujo de goteo fluya sin problemas en esas situaciones, es recomendable aumentar el caudal de goteo a más de 40 ml/min. El caudal de goteo puede oscilar entre 25 ml/min y más en algunas condiciones climáticas cálidas o templadas (CARE, 2018).

2.2.8 Goteo con Flotador impulsor mejorado

El flotador impulsor mejorado, desarrollado en el marco de esta investigación, busca estabilizar la dosificación en sistemas por gravedad, minimizando la influencia que ejerce la disminución del nivel de la solución madre sobre el caudal de goteo. El principio de operación combina un cuerpo de flotación que mantiene el dispositivo en la superficie y un tubo vertical provisto de ventanas laterales ubicadas a cierta altura; de ese modo, la porción inferior del tubo actúa como un pequeño depósito que permanece siempre lleno y garantiza una condición de inmersión estable en la zona de salida. Al conservar prácticamente constante la condición hidráulica sobre el orificio conectado a la manguera de conducción, el flujo hacia el reservorio se mantiene más uniforme en el tiempo. Esta estabilidad en la dosificación favorece que el cloro residual en la red permanezca dentro de los rangos normativos incluso en los puntos distales, reduciendo el riesgo de subdosificación durante picos de consumo y de sobredosificación en periodos de baja demanda. Por su diseño sencillo, bajo costo y ausencia de componentes eléctricos o presurizados, el flotador impulsor mejorado constituye una alternativa viable para optimizar la continuidad de la cloración en comunidades rurales, particularmente en sistemas que actualmente operan con flotadores adaptados y presentan variabilidad en la dosificación.

- **Ventajas:**
 - Mantiene un caudal de dosificación estable, incluso ante variaciones del nivel de la solución madre.
 - Favorece la dispersión homogénea del cloro en el reservorio, evitando zonas con baja concentración.
 - No requiere energía eléctrica ni sistemas presurizados para su funcionamiento.
 - Fabricación económica con materiales disponibles en el mercado local.
 - Disminuye la frecuencia de intervención y ajuste por parte del operador.
- **Limitaciones:**
 - Su desempeño depende de una correcta calibración del caudal de goteo.
 - Requiere limpieza periódica del orificio y la manguera para evitar obstrucciones.

2.2.9 Principios hidráulicos en la dosificación por goteo de cloro

La eficacia de la cloración por goteo en contextos rurales requiere dispositivos que aseguren una presión estable sobre el dosificador, evitando variaciones debidas a cambios en la calidad del agua o fluctuaciones diarias de demanda (Nielsen y otros, 2022) subrayan que las condiciones fisicoquímicas del agua (como turbidez u orgánicos disueltos) influyen en la eficiencia de la dosificación, lo que evidencia la necesidad de mecanismos hidráulicos confiables. El diseño del flotador impulsor mejorado responde precisamente a esa necesidad, al mantener un depósito interno constante que estabiliza el flujo de cloro sin recurrir a sistemas presurizados.

2.2.10 Evidencia empírica sobre sistemas pasivos de cloración

La literatura reciente confirma que los sistemas pasivos de cloración, diseñados para operar sin energía y con mínima intervención, pueden garantizar concentraciones de cloro residual dentro de los estándares internacionales de calidad del agua. Estudios multicéntricos han demostrado que este tipo de dispositivos mejora de forma significativa la cobertura de agua segura, reduce la presencia de contaminantes microbiológicos como *E. coli* y mantiene una alta aceptación por parte de la población usuaria (Lindermark y otros, 2023).

2.2.11 Control del cloro residual

“El control de cloro residual es fundamental y se deben de realizar en diferentes puntos de la red, incluyendo fuentes subterráneas, reservorios y el sistema de distribución. Cada Entidad Prestadora de Servicios (EPS) determina las áreas de monitoreo o sectores, así como la frecuencia y la cantidad de muestras que se deben de tomar, siguiendo lo establecido por la directiva 190-97-SUNASS. Según esta directiva se debe de realizar un monitoreo por día en áreas con poblaciones inferiores a veinte mil habitantes y un monitoreo adicional por cada veinte mil habitantes en áreas con poblaciones más grandes. Según esta normativa, al menos el 80% de las muestras tomadas deben tener un contenido de cloro residual superior a 0,5 mg/L, y ninguna muestra debe tener un contenido inferior a 0,3 mg/L. Es fundamental cumplir con estos requisitos para garantizar la calidad del agua distribuida y proteger la salud pública” (SUNASS, 2004).

2.3 Definición de Términos Básicos

2.3.1 Captación

“Un depósito construido con materiales duraderos, como concreto armado o ciclópeo, se utiliza para recoger y almacenar aguas que se utilizarán para abastecer a la población” (SUNASS, 2004).

2.3.2 Caudal

“La tasa a la que el agua fluye a través de una sección específica en un intervalo de tiempo determinado” (SUNASS, 2004).

2.3.3 Caudal de Goteo

“Es el caudal en gotas por segundo que ingresara al reservorio de proveniente de la solución madre del sistema de cloración y es medido en ml (1ml=20gotas) (PROAGUA, 2017).

2.3.4 Sistemas de cloración

El objetivo es lograr la máxima efectividad del desinfectante bajo diversas condiciones microbiológicas, asegurar la mejor economía global, minimizar los efectos negativos en el agua tratada y garantizar una alta confiabilidad para maximizar los beneficios a la salud (Organización Panamericana de la salud, 2007).

2.3.5 Cloración

“Uso de cloro (en forma líquida) o compuestos de cloro (como hipocloritos) para desinfectar el agua de consumo humano” (SUNASS, 2004).

2.3.6 Cloro

“Sustancia química en forma de gas licuado, de color amarillo verdoso, que es más densa que el aire y se utiliza para desinfección” (SUNASS, 2004).

2.3.7 Hipoclorito de Calcio

Es una forma al saturar una lechada de cal $[Ca(OH)_2]$ con gas cloro. Este compuesto tiene un porcentaje de cloro disponible que varía entre el 65% y el 70% y un contenido de agua entre el 0,1% y el 5% (El Ministro de salud, 2002).

2.3.8 Flotador impulsor mejorado

Dispositivo diseñado para la cloración continua en reservorios de agua potable, desarrollado para adaptarse a las condiciones operativas del sistema de abastecimiento de Bellavista. Su estructura está compuesta por dos platos de PVC

que garantizan la flotabilidad y un tubo vertical de PVC de 1 ½" provisto de ventanas laterales que permiten el ingreso constante de la solución clorada. En la base del tubo se incorpora un orificio que conecta a una manguera flexible de 6 mm, la cual conduce el desinfectante hasta el punto de contacto con el agua. Su funcionamiento se basa en el principio de flotación, manteniendo el tubo siempre sumergido y asegurando un flujo constante de la solución madre sin necesidad de bombas o sistemas presurizados. Este diseño sencillo, económico y de bajo mantenimiento permite mantener concentraciones estables de cloro residual, optimizar el uso del desinfectante y asegurar la continuidad del proceso de desinfección en sistemas rurales.

2.3.9 Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)

” Es un organismo público autónomo, establecido por decreto ley, que se encuentra bajo la supervisión de la Presidencia del Consejo de ministros. Con personalidad jurídica propia, este ente regulador goza de independencia en asuntos administrativos, funcionales, técnicos, económicos y financieros. Su objetivo principal es garantizar que los servicios de saneamiento cumplan con los estándares de calidad necesarios para proteger la salud de la población y el medio ambiente, tantos en zonas rurales como en zonas urbanas” (SUNASS, 2023).

2.3.10 Ph del Agua

“Cuando el pH tiene un valor cercano al neutro de 7 la desinfección del agua es más efectiva. Mientras que, cuando el pH supera a 8 la efectividad de desinfección disminuye” (MINSAL, 2010).

2.3.11 Cloro residual libre

“El cloro residual libre es la cantidad de cloro disponible en el agua después de la desinfección. Esta concentración es muy importante la calidad del agua potable, ya que esto garantiza la destrucción o inactivación de los microorganismos presentes en el agua. En Perú, la norma indica que el agua potable debe contener como mínimo un 0,50 mg/L de cloro residual libre, esto para que sea segura para el consumo humano y minimice el riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua” (MINSAL, 2010).

2.3.12 Conductividad

“La conductividad es la capacidad de transportar electricidad. Esto dependerá de varios factores, incluyendo la presencia de iones, concentración, temperatura, movilidad y valencia. La conductividad es crucial para analizar el comportamiento de las soluciones acuosas en diferentes entornos. La conductividad tiene unidades de ohmios (Ω) o megaohmios ($M\Omega$)” (Sanabria, 2006).

2.3.13 Coliformes totales y fecales

“Los coliformes totales son un grupo de bacterias que se encuentran comúnmente en nuestro entorno, aunque la mayoría de ellas no representan un riesgo para la salud humana. Sin embargo, su presencia en las aguas subterráneas puede ser un indicador de la posible presencia de otros microorganismos dañinos. Dentro de este grupo, el coliforme fecal y la *E. coli* son subgrupos específicos que se originan en las heces de animales de sangre caliente. La detección de *E. coli* en el agua es un indicador de contaminación fecal y puede representar un riesgo para la salud humana”. (Sigler, 2012). “Los coliformes totales y fecales son indicadores clave de la calidad sanitaria del agua. Mientras que el término "coliformes totales" se refiere a bacterias que no tienen un origen fecal, los coliformes fecales, por otro lado, se originan en las heces de animales de sangre caliente” (OPS, OMS Y Ministerio de salud Pública, 2013)

2.3.14 Temperatura

“A temperaturas más bajas, se necesita un mayor tiempo de contacto para que los microorganismos mueran, ya que las reacciones químicas ocurren más lentas a bajas temperatura” (Etienne, 2014).

2.3.15 Turbiedad

“La turbiedad es un parámetro que mide la pérdida de transparencia del agua debido a la presencia de partículas en suspensión. Es un indicador importante de la calidad del agua y del tratamiento que ha recibido. En el caso del agua potable, se recomienda que la turbiedad no supere las 5 Unidades de Turbiedad Nefelométrica (UNT) y, de manera ideal, debería ser inferior a 1 UNT” (OPS, OMS Y Ministerio de salud Pública, 2013). “Aspecto nebuloso del agua debido a partículas en suspensión. Unidades en el Sistema Internacional: NTU (unidad nefelometría de turbidez)” (ONGAWA, 2019).

2.3.16 Color

“El agua puede adquirir color debido a la presencia de minerales como el hierro y el manganeso, así como a la materia orgánica y los residuos industriales que contienen pigmentos. En el ámbito doméstico, este color puede dejar marcas en los accesorios sanitarios y decolorar la ropa. Para evaluar el nivel de coloración del agua, se realizan pruebas comparativas con un conjunto de concentraciones estándar de una sustancia química que produce un color similar al del agua analizado” (Orellana, 2005).

2.3.17 Sabores y olores

“La presencia de compuestos químicos volátiles y materia orgánica en el agua es la principal causa de los sabores, olores y colores anormales. Para evaluar la cantidad de estas sustancias, se realizan pruebas de dilución que reducen su concentración hasta un nivel apenas detectable por la percepción humana. De esta manera, se puede determinar la cantidad de sustancias químicas y materia orgánica presentes en el agua y tomar medidas para eliminarlas o reducirlas a niveles seguros para el consumo humano” (Orellana, 2005).

2.3.18 Sistemas Pasivos en Desinfección de Agua

Son dispositivos que administran de manera automática y continua agentes desinfectantes, como el cloro, en función del caudal del agua que circula a través de ellos, sin requerir energía eléctrica externa ni intervención manual constante. Estos sistemas aprovechan principios físicos, como la gravedad o la presión hidráulica, para operar de forma autónoma, lo que los hace especialmente adecuados para comunidades rurales o zonas con recursos limitados, donde el acceso a energía eléctrica es limitado o inexistente (Crider y otros, 2022).

3 Marco Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

La investigación es de tipo Descriptiva esto de acuerdo con la naturaleza del problema, las variables a desarrollar y los objetivos planteados.

De acuerdo con el propósito de la investigación será de tipo aplicada, con el fin de obtener resultados cuantitativos que faciliten la comprensión.

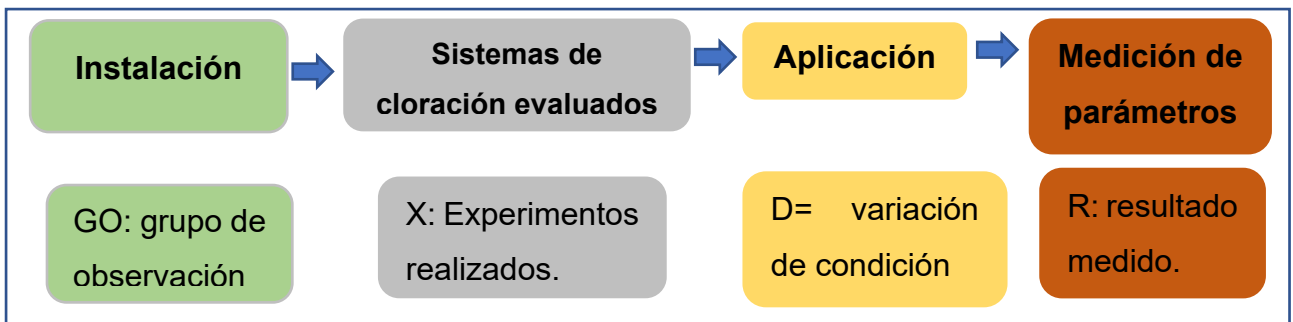
El sistema de cloración con flotador impulsor, es una mejora al sistema de cloración con flotador adaptado; el flotador será reemplazado por un flotador impulsor que asegure la continuidad cloro en la red de agua.

La tecnología de cloración con flotador adaptado es recomendada para sistemas de agua potable en áreas rurales, el centro poblado de Bellavista cuenta con dicho sistema en su reservorio de agua potable, este sistema es ampliamente utilizado porque proporciona un suministro continuo de pequeñas concentraciones de solución clorada a los caudales de agua que entran al reservorio (SABA plus, 2018).

3.2 Diseño de la Investigación

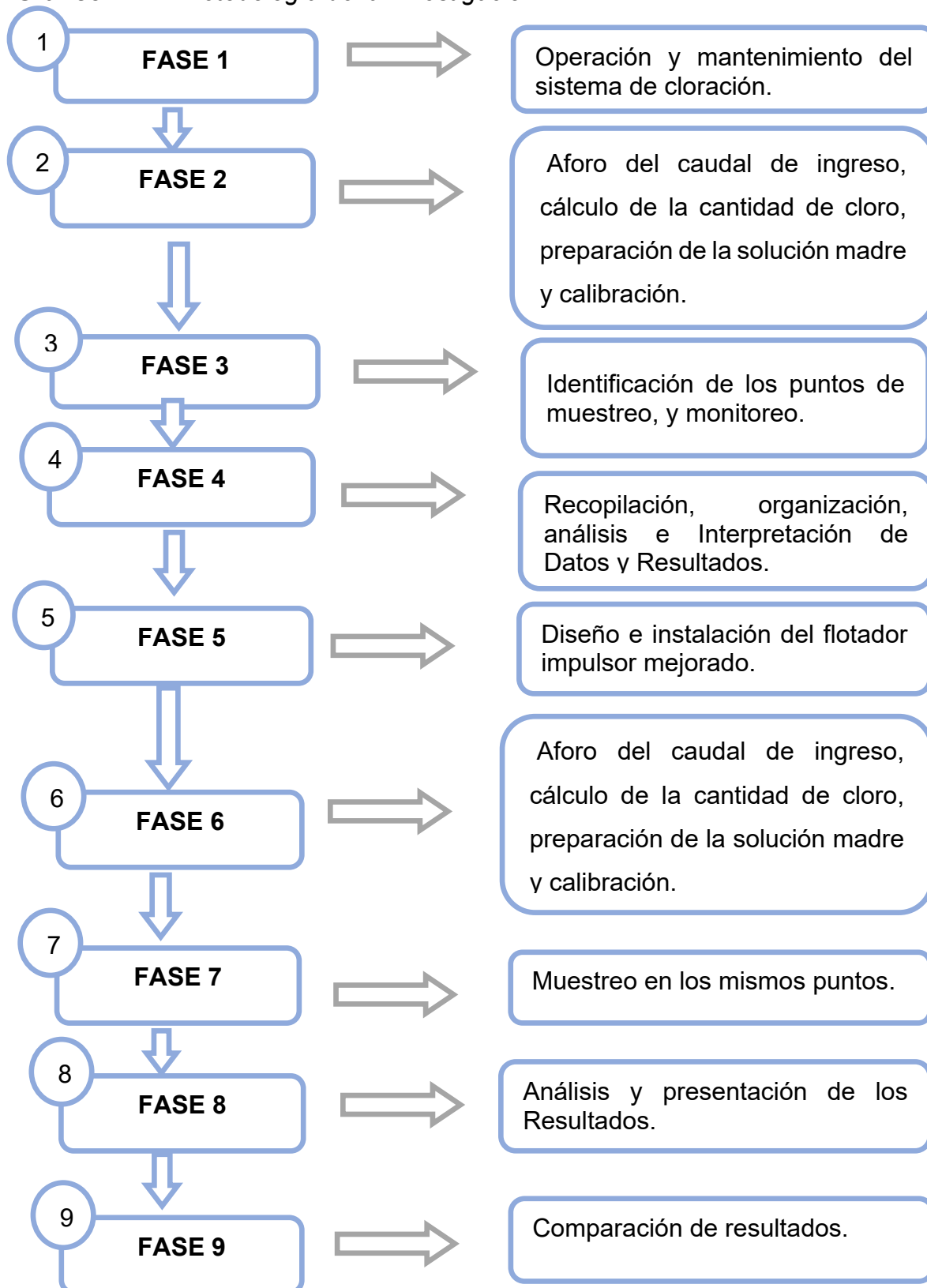
El diseño de esta investigación se basa en un enfoque experimental a nivel de preexperimento debido a que a la presente investigación es posible manipular sus variables o asignar aleatoriamente las condiciones; mediante la determinación de la dosis de cloro que se asigna al clorador de flotador impulsor mejorado para el abastecimiento de agua potable. Comparando la dinámica hidráulica de los sistemas y el proceso de permanencia de cloro residual. Y Deductivo porque a partir de las conclusiones generales, se generará explicaciones particulares (Arispe, 2020).

Gráfico N° 1: *Tipología del Diseño de Investigación*



3.3 Métodos o Técnicas

Gráfico N° 2: Metodología de la Investigación



3.3.1 Fase 1: Operación y mantenimiento del sistema de cloración

Se realizó una revisión general para verificar su correcto funcionamiento del sistema de cloración por goteo existente. Para lo cual se realizó una inspección para comprobar que no existan fugas de agua y haya un correcto funcionamiento de las válvulas.

Si en caso los accesorios y/o válvulas eran de fierro galvanizado, estos fueron cambiadas por material PVC.

Asimismo, se efectuó una limpieza general de los tanques de polietileno, así como al sistema de agua potable.

Foto N° 1 *Mantenimiento del sistema de cloración*



Foto N° 2 Limpieza y desinfección del sistema de agua potable del ccpp Bellavista



3.3.2 Fase 2: Aforo del caudal de ingreso, cálculo de la dosis de cloro, preparación de la solución madre y calibración

Se realizó el aforo del caudal de ingreso al reservorio, mediante método volumétrico.

Luego se calculó la cantidad de cloro que se usará para la preparación de la solución madre.

Para la calibración se manipulo las válvulas de PVC, buscando que el goteo de cloro sea igual a lo calculado. Para no presentar inconvenientes de obstrucción en el sistema de cloración y esta conlleve a resultados erróneos al momento de realizar los medir el cloro residual y los demás parámetros de medición, se realizó inspecciones diarias para asegurar la eficacia operativa del sistema de cloración es fundamental para mantener la calidad del agua tratada.

Foto N° 3 Aforo de caudal de ingreso al reservorio



Foto N° 4 Preparación de solución madre



Foto N° 5 Calibración del caudal de goteo



3.3.3 Fase 3: Identificación de los puntos de muestreo, y monitoreo.

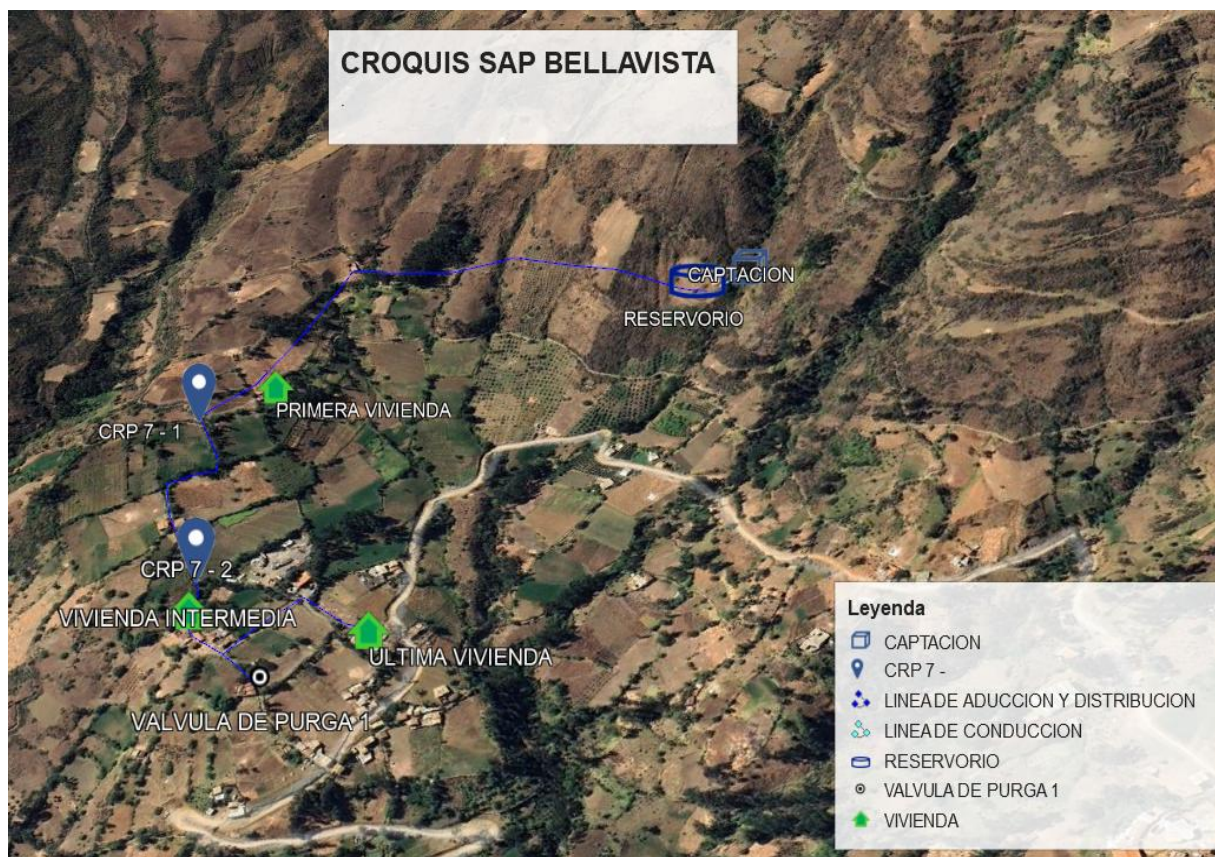
La selección de puntos de muestreo para los parámetros de cloro residual, turbiedad, conductividad, pH y temperatura se realizó en función de la configuración del sistema de agua potable y considerando la proximidad de las viviendas a los depósitos de agua, es decir, en vivienda más próxima, intermedia y la más alejada de al depósito (reservorio).

Se realizó el monitoreo de cloro residual en rangos de 6am a 6pm, para evidenciar la continuidad de la presencia de cloro; es decir se realizó monitoreos en distintas horas del día, como a las 6am, 10am, 2pm y a las 5pm; esto para identificar la continuidad del sistema de cloración.

Para la evaluación de coliformes fecales y totales, se estableció dos puntos de muestreo clave: la entrada al depósito de agua y la vivienda más alejada del sistema de distribución.

Para evaluar la calidad del agua en el centro poblado de Bellavista, se recopiló muestras del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano. Para asegurar la precisión y evitar cualquier riesgo de contaminación, se realizó mediciones in situ de los parámetros relevantes.

Figura N° 3: Identificación de los puntos de muestreo



Se realizó muestreos In situ (cloro residual, pH, temperatura, turbiedad, y conductividad) y se realizará análisis en laboratorio (coliformes fecales y totales).

➤ Cloro residual

- Para analizar la concentración de cloro residual se usó el colorímetro de mano (Checker®HC HI 718).
- Colocarse guantes de nitrilo.
- Dejar correr el grifo donde se tomará la muestra de 1 a minutos.
- A uno de los tubos de ensayo de 10 ml de colorímetro enjuagar con agua destilada y llenar el tubo de ensayo (muestra blanca).
- Al tubo de ensayo sobrante enjuagar 3 veces con agua del grifo y tomar la muestra de 10 ml (hasta donde indica la marca).
- Verter el reactivo DPD a la muestra tomada del grifo y agitarlo suavemente (se tornará de un color rosado si hay presencia de cloro residual).
- Secar los tubos con un paño limpio.

- Encender el colorímetro de mano y medir en blanco (C1) y después medir el tubo de ensayo el cual contiene el agua de grifo; apuntar el resultado.
- Desechar el agua del grifo y enjuagar para seguir realizando el muestreo en los otros puntos seleccionados.
- Se puede seguir usando el mismo Blanco.

➤ **Ph y temperatura**

- Se realizó después de analizar el cloro residual
- Para analizar el Ph y la Temperatura se usará Lovibond SD 50 digital pH-meter.
- Enjuagar y tomar la muestra del grifo en un vaso de 500 ml (un vaso de plástico limpio), llenar el vaso sola hasta la tercera parte.
- Encender Lovibond SD 50 digital pH-meter y quitar la tapa, sumergirlo en el vaso donde está la muestra hasta que el resultado aparezca en la pantalla (PH y temperatura).

➤ **Turbiedad**

- Para analizar la turbiedad se usó TurbiCheck turbidímetro Lovibond TB 211 IR.
- Enjuagar y tomar la muestra del grifo en el tubo de ensayo del equipo, llenar solo hasta donde está la marca del tubo.
- Secar el tubo de ensayo con un paño limpio.
- Encender en equipo.
- Colocar la muestra y tapar la muestra hasta que el resultado aparezca en la pantalla digital.
- Desechar la muestra y enjuagar bien el tubo de ensayo.

➤ **Conductividad**

- Para analizar la conductividad se usó 194802-16 – LOVIBOND.
- Enjuagar y tomar la muestra del grifo en un vaso de 500 ml.
- Para obtener el resultado, siga los siguientes pasos: active el dispositivo, retire la cubierta protectora y coloque el sensor en el vaso que contiene la muestra de agua. A continuación, espere a que el dispositivo muestre el resultado en su pantalla.

➤ **Coliformes fecales y totales (CT y CF) (antes del reservorio de agua potable, y ultima vivienda)**

- Se realizo la toma de muestra días 7 días en lapsos estratégicos, como se mostrará en la parte de resultados.
- "Para preservar la integridad de la muestra, es esencial utilizar un frasco de vidrio opaco con tapa hermética y guantes estériles en todo momento" (OPS, OMS Y Miniserio de salud Pública, 2013).
- "Colocar la muestra en el contenedor y asegúrese de cerrarlo bien, esto para prevenir posibles contaminaciones o pérdida de la muestra durante el transporte al laboratorio" (OPS, OMS Y Miniserio de salud Pública, 2013).
- " Se tiene que etiquetar el frasco con información del lugar de origen, la fecha y hora de muestreo, y el nombre del profesional responsable de la toma de la muestra" (OPS, OMS Y Miniserio de salud Pública, 2013).
- "Se tiene que evitar que la muestra sea expuesta a los rayos solares, se tiene que almacenar la muestra en un entorno controlado, evitando la exposición a temperaturas extremas o fluctuaciones de temperatura, para garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados" (OPS, OMS Y Miniserio de salud Pública, 2013).
- " Es muy importante realizar el análisis de la muestra antes de las 24 horas, esto para garantizar la integridad y precisión de los resultados, y a la vez minimizar el riesgo de contaminación y garantizar un análisis real" (OPS, OMS Y Miniserio de salud Pública, 2013).

3.3.4 Fase 4: Recopilación, organización, análisis e Interpretación de Datos y Resultados

En esta fase, se realizó la recopilación de datos mediante la utilización de herramientas de registro de campo, como hojas de apuntes, esto con el propósito de agendar los resultados calculados, como el caudal de calibración, expresada en mililitros por segundo (ml/seg), volumen, medida en litros (l), períodos de recarga, expresado en días, y la masa de cloro, medida en gramos (gr) o kilogramos (kg).

También se realizó mediciones in situ de varios parámetros, para los cuales se usarán equipos calibrados, como el pH, temperatura ambiente, medido en grados Celsius (°C), y la conductividad. De la misma manera se medirá la concentración de cloro residual. Y para determinación de coliformes totales y fecales se utilizó informes de laboratorio.

Tabla N° 2: *Rango de fechas de las dos campañas de monitoreo de parámetros utilizando el sistema de flotador adaptado*

Etapa	Fechas	Parámetros medidos
1	10/03/2025 – 24/03/2025	Cloro residual, turbiedad, conductividad, pH, temperatura; CT y CF los días 13/03, 19/03 y 24/03
2	28/03/2025 – 11/04/2025	Cloro residual, turbiedad, conductividad, pH, temperatura; CT y CF los días 28/03, 01/04, 07/04 y 11/04

Nota: Todos los días se registraron los parámetros fisicoquímicos principales; la determinación de coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) se realizó en los días indicados y únicamente en la captación y la última vivienda, mediante análisis microbiológico de laboratorio.

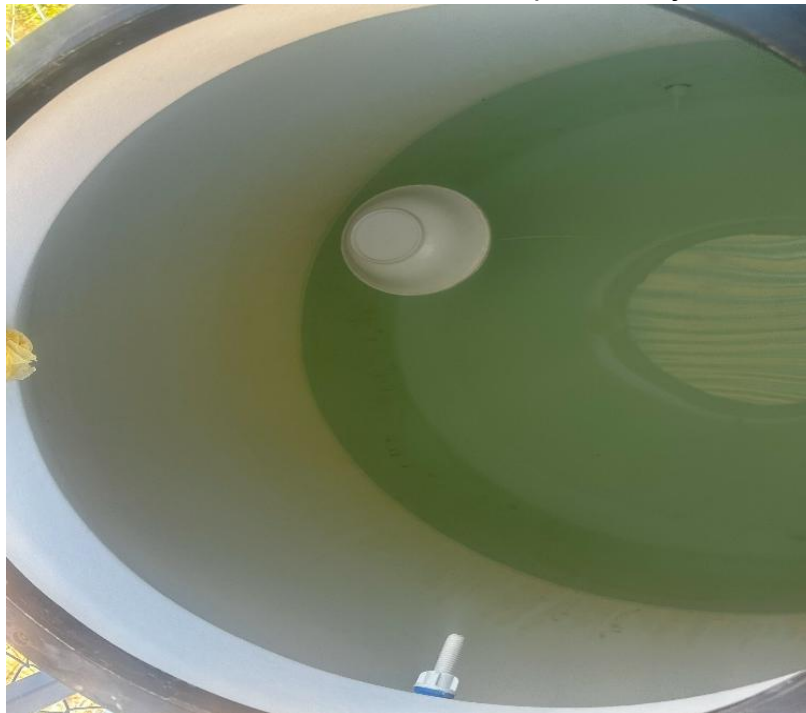
3.3.5 Fase 5: *Diseño e instalación del flotador impulsor mejorado*

- En esta etapa se realizó el diseño del flotador impulsor mejorado
- Se realizó la instalación del flotador impulsor mejorado, el flotador de adaptado de PVC fue reemplazado por un flotador impulsor que asegure una concentración permanente de cloro al sistema de agua potable. flotador impulsor mejorado.

Figura N° 4: Modelo 3D del flotador impulsor mejorado



Foto N° 6 : Instalación de flotador impulsor mejorado



3.3.6 Fase 6: Aforo del caudal de ingreso, cálculo de la dosis de cloro, preparación de la solución madre y calibración

Se realizó el aforo del caudal de ingreso al reservorio nuevamente, pero esta vez para calcular la cantidad de hipoclorito de calcio necesario para el correcto funcionamiento del flotador impulsor mejorado, se obtuvo que el caudal de ingreso al reservorio fue de 0.15 L/s, para dicho caudal se requiere 420 gr de hipoclorito de calcio, y un caudal de goteo de 27.78 ml/min que es igual a 28 ml/min, el cálculo se mostrara en el apartado de resultados.

3.3.7 Fase 7: Identificación de los puntos de muestra

Los puntos de monitoreo fueron los mismos que se tomaron en la fase 3, para asegurar un mismo comportamiento en distancia y el consumo de agua de las mismas familias. Usando la misma metodología de toma de muestra que en la fase 3.

3.3.8 Fase 8: Recopilación, organización, análisis e Interpretación de Datos y Resultados

En esta fase, se realizó lo mismo que en la fase 4, también se realizó mediciones in situ de varios parámetros, para los cuales se usarán equipos calibrados, como el pH, temperatura ambiente, medido en grados Celsius (°C), y la conductividad. De la misma manera se medirá la concentración de cloro residual. Y para determinación de coliformes totales y fecales se utilizarán informes de laboratorio y se expresarán en unidades formadoras de colonias por 100 mililitros (UFC/mL).

Tabla N° 3: Rango de fechas de las dos campañas de monitoreo de parámetros utilizando el sistema de flotador impulsor mejorado

Etapa	Fechas	Parámetros medidos
1	21/04/2025 – 05/05/2025	Cloro residual, turbiedad, conductividad, pH, temperatura; CT y CF los días 24/04, 30/04 y 05/05
2	09/05/2025 – 23/05/2025	Cloro residual, turbiedad, conductividad, pH, temperatura; CT y CF los días 09/05, 13/05, 19/05 y 23/05

Nota: Todos los días se registraron los parámetros fisicoquímicos principales; la determinación de coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) se realizó en los días indicados y únicamente en la captación y la última vivienda, mediante análisis microbiológico de laboratorio.

Con el objetivo de asegurar una comparación justa y representativa entre ambos sistemas de desinfección, se decidió realizar el monitoreo en dos campañas consecutivas para cada uno. En el caso del sistema con flotador adaptado, se llevaron a cabo dos etapas de 15 días de muestreo cada una, manteniendo las mismas condiciones en cuanto a puntos de medición y horarios diarios. Después, se repitió exactamente el mismo procedimiento con el sistema que incorporaba el flotador impulsor mejorado.

Esta estrategia permitió contar con 30 días de datos para cada sistema. Para uniformar al análisis, los datos fueron agrupados por días equivalentes (por ejemplo, el día 1 de la primera etapa con el día 1 de la segunda etapa), y a partir de ello se calcularon promedios diarios por punto de monitoreo. De esta manera, se obtuvo una base comparativa de 15 días representativos para cada sistema, la cual se utilizó para realizar los análisis estadísticos que evaluaron si el uso del flotador impulsor generó mejoras significativas en la continuidad del cloro residual.

3.3.9 Fase 9: Comparación de resultados

Después de recopilación de los datos y ya procesados, se evaluó la eficacia del nuevo dispositivo de flotador con impulsor comparando con el sistema de flotador adaptado, esto en función de los parámetros medidos tanto en campo como en el laboratorio. Se realizó la comparación con el propósito de identificar el sistema de cloración más eficiente y, posteriormente, recomendar su instalación en los sistemas de suministro de agua en áreas rurales.

3.4 Población

La población es el caudal que ingresa al reservorio del centro poblado de Bellavista, el caudal que ingresa al reservorio es de 12.96 m³/d.

3.5 Muestra

La muestra dependerá del consumo de agua de cada familia, es decir es de 4.32 m³/d.

3.6 Tipo de muestra

Se usará muestras no probabilísticas.

3.7 Instrumentos Validados de Recolección de Dato

La recopilación de datos se recolectará en notas y/o fichas de campo, lo que permitirá registrar lo observado y medido in situ, para ello se utilizara equipos calibrados, entre los que se incluyen:

- Un clorímetro (Checker®HC HI 718) para determinar los niveles de cloro.
- Un turbímetro (turbidímetro TurbiCheck Lovibond TB).
- Un conductímetro (194802-16 - LOVIBOND) para evaluar la conductividad eléctrica.
- Un medidor de pH y temperatura (medidor de pH digital Lovibond SD 50) para monitorear los niveles de pH y temperatura.

También se transportarán muestras al laboratorio de la UNASAM para su análisis, donde se cuantificarán los coliformes fecales y totales (UFC/mL) mediante procedimientos de laboratorio estandarizados.

Tabla N° 4: *Parámetros, unidad de medida y equipos*

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	EQUIPO
Aforo de caudal	l/s	Balde y cronometro
Cloro Residual	mg/L	Checker®HC HI 718
Turbiedad	UNT	TurbiCheck turbidímetro Lovibond TB 211 IR
pH	Und. Ph	Lovibond SD 50 digital pH-meter
Temperatura	°C	Lovibond SD 50 digital pH-meter
Conductividad	µs/cm-1	194802-16 – LOVIBOND

3.7.1 Aforo de caudal

“Los aforos de caudal consisten en determinar la cantidad de agua que atraviesa una sección transversal de un cuerpo de agua en un instante de tiempo dado” (Subdirección Ambiental, 2019)

“Mida el flujo en el depósito utilizando un balde graduado de 20 litros y un cronómetro. Mide 3 veces seguidas y calcula el promedio. Una solución es vaciar el reservorio y medir el caudal de entrada directamente. Otro método consiste en medir el flujo cerrando la válvula de salida en la entrada y abriendo la tubería de drenaje para medir el flujo”. (Etienne, 2014)

$$Q = \frac{V(L)}{T(S)}$$

Q= Caudal L/s

V= Volumen (L)

T= tiempo (s)

3.7.2 Cloro residual

La concentración de cloro residual se determinó en mg/L mediante el colorímetro portátil Checker® HC HI 718 (Hanna, 2023), siguiendo el método DPD descrito en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017). Este equipo tiene una resolución de 0,1 ppm y una precisión de ± 5 % de la lectura $\pm 0,1$ ppm a 25 °C (Instruments, 2023). Hanna Instruments cuenta con certificación ISO 9001, lo que respalda que sus procesos de fabricación se realizan bajo estándares internacionales de calidad (Instruments, 2023). El procedimiento analítico se realizó siguiendo el método estandarizado APHA 4500-CI G (APHA, 2017), armonizado con la norma internacional ISO 7393-2:2017, la cual establece los métodos de referencia para la determinación de cloro libre y total en agua potable.

3.7.3 Turbiedad

La turbiedad se determinó en NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez) mediante el turbidímetro Lovibond TB 211 IR, el cual mide según el método nefelométrico descrito en la norma EN ISO 7027 (Lovibond, 2022). El equipo cuenta con un rango de medición de 0,01 a 1100 NTU y una precisión de $\pm 2,5$ % de la lectura o $\pm 0,01$ NTU en los rangos bajos, utilizando fuente de luz infrarroja a 90°. El procedimiento de medición se realizó siguiendo el método estandarizado APHA 2130 B, el cual se encuentra armonizado con la norma internacional ISO 7027:2016, referente a la determinación de turbidez en agua mediante el método nefelométrico.

3.7.4 PH

El pH del agua se determinó utilizando el medidor multiparamétrico Lovibond® SD 50 (serie 194801), el cual cuenta con un rango de medición de 0,00 a 14,00 pH, una resolución de 0,01 pH y una precisión de $\pm 0,01$ pH. Este equipo está diseñado para aplicaciones de monitoreo de agua potable y cumple con los métodos estandarizados de la APHA 4500-H⁺ B (APHA, 2017). El equipo fue calibrado

previamente con soluciones tampón trazables a normas internacionales, garantizando la validez y confiabilidad de las mediciones de campo (Tintometer GmbH, 2019). El análisis se realizó siguiendo el método estandarizado APHA 4500-H⁺ B (APHA, 2017), armonizado con la norma internacional ISO 10523:2008, la cual establece el método electroquímico para la determinación de pH en aguas.

3.7.5 Temperatura

La temperatura del agua se determinó en grados Celsius mediante el medidor multiparamétrico Lovibond® SD 50 (serie 194801), que integra sensor de pH y de temperatura. El equipo presenta un rango de medición de $-5,0$ a $+105,0$ °C, con una resolución de $0,1$ °C y una precisión de $\pm 0,5$ °C. El procedimiento de medición se realizó siguiendo el método estandarizado APHA 2550 B (APHA, 2017), complementado con la norma internacional ISO 10523:2008, que establece lineamientos para la medición de temperatura asociada a determinaciones electroquímicas en aguas. Previo a las mediciones, se verificó la calibración del sensor conforme a las recomendaciones del fabricante, asegurando la confiabilidad y trazabilidad de los resultados (Tintometer GmbH, 2019).

3.7.6 Conductividad

La conductividad del agua se determinó en $\mu\text{S}/\text{cm}$ mediante el medidor digital Lovibond® SD 70 Conductivity Meter (modelo 194802-16). El equipo cuenta con un rango de medición de 0 a $< 20,00$ mS/cm, resolución de 1 μS para valores hasta 1999 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y $0,01$ mS en el rango de $2,00$ a $20,00$ mS/cm, con una precisión de ± 3 % FS. Asimismo, dispone de compensación automática de temperatura entre 0 y 60 °C, y permite calibración en uno o dos puntos utilizando soluciones estándar de 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y $12,88$ mS/cm, lo que garantiza la confiabilidad de las mediciones en campo. El procedimiento de análisis se realizó siguiendo el método APHA 2510 B – Electrical Conductivity (APHA, 2017), que establece la medición de conductividad eléctrica en aguas mediante electrodos.

3.7.7 Coliformes totales y coliformes fecales

Se realizó en el laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM, siguiendo la norma APHA 9222B. El método APHA 9222 B se encuentra armonizado con estándares internacionales equivalentes de la ISO 9308-1:2014.

3.8 Instrumentos de Manejo Estadístico de Datos y Contrastación de Hipótesis

Se aplicaron herramientas estadísticas con el objetivo de garantizar la precisión y confiabilidad de los datos obtenidos durante el monitoreo. Para los parámetros fisicoquímicos (cloro residual, conductividad eléctrica, temperatura y pH), se realizó un análisis estadístico descriptivo que incluyó el cálculo de valor máximo, valor mínimo, media, mediana, asimetría, curtosis, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación. Estos resultados fueron representados mediante gráficos de líneas, lo que permitió observar el comportamiento de cada parámetro a lo largo de los días y en los diferentes puntos de muestreo del sistema.

En cuanto al análisis microbiológico, se evaluó la presencia de coliformes totales y fecales mediante muestreos en dos puntos críticos: la captación y la última vivienda. Esta estrategia tuvo como finalidad determinar si existía ingreso de contaminación al sistema de agua potable durante la conducción o distribución. Los resultados fueron representados en gráficos de barras, facilitando así la comparación directa entre los niveles detectados en ambos puntos.

Se evaluó además la distribución de los datos del cloro residual. Los datos correspondientes al sistema con flotador adaptado mostraron una distribución normal, mientras que los del sistema con flotador impulsor mejorado no presentaron distribución normal. Debido a esta diferencia, se aplicó la prueba no paramétrica de U Mann-Whitney para contrastar la hipótesis sobre la mejora en la continuidad del cloro residual.

El procesamiento y análisis de los datos fue realizado utilizando los programas Microsoft Excel y Minitab.

4 RESULTADOS

4.1 Diseño del clorador impulsor y dosificación de la concentración de cloro en el sistema de agua para consumo.

4.1.1 *Diseño del flotador impulsor mejorado*

Se diseñó un sistema de cloración por goteo utilizando un flotador impulsor mejorado, cuya configuración se adaptó a las condiciones operativas del sistema de abastecimiento del centro poblado de Bellavista.

El diseño fue implementado dentro de un tanque de polietileno de 600 litros de capacidad, utilizado como depósito de la solución madre, compuesta por agua e hipoclorito de calcio. En su interior, el flotador impulsor fue fabricado de forma sencilla, utilizando materiales plásticos accesibles. Está compuesto por dos platos de PVC unidos, que proporcionan flotabilidad, y un tubo vertical de PVC de 1 ½" de diámetro y 8 cm de longitud, al que se le practicaron ventanas laterales ubicadas a cierta altura para permitir el ingreso constante de solución clorada. Esta disposición impide que el nivel interno del tubo descienda por completo, manteniendo siempre lleno el espacio inferior, lo que asegura que el caudal que fluye hacia la manguera sea constante durante toda la operación.

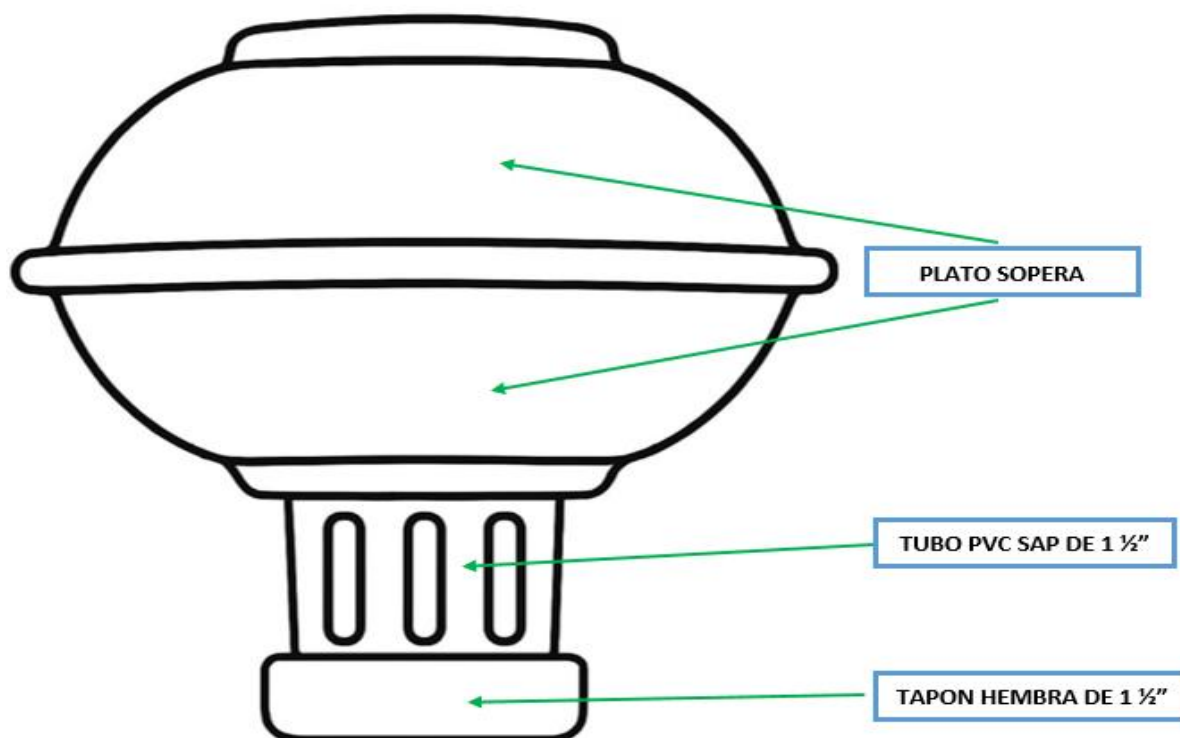
En la parte inferior del tubo se colocó un tapón hembra de PVC de 1 ½", en cuyo centro se perforó un orificio de 6 mm de diámetro. Por este punto fluye la solución hacia una manguera flexible de 6 mm, la cual conduce el cloro disuelto hasta una unión universal, donde se ha dispuesto una placa circular de PVC que facilita la salida controlada de la solución hacia el punto de contacto con el agua a tratar.

El principio de funcionamiento se basa en el comportamiento del sistema bajo flotación: el dispositivo se mantiene en la superficie del líquido contenido en el tanque, y a medida que el nivel de solución madre varía, el tubo con el cloro permanece siempre sumergido, lo que permite que la disolución y el goteo de la solución se mantengan constantes. Este mecanismo sencillo permite controlar el flujo sin necesidad de válvulas complejas o bombas, lo que lo convierte en una alternativa funcional para sistemas rurales de bajo mantenimiento y costo de instalación.

El flotador impulsor mejorado permite una dosificación constante del desinfectante, asegurando la continuidad del proceso de cloración sin intervención

externa. Su diseño simple, pero eficiente, representa una solución viable para mejorar los sistemas de desinfección por goteo en zonas donde se busca optimizar recursos y facilitar la operación del sistema.

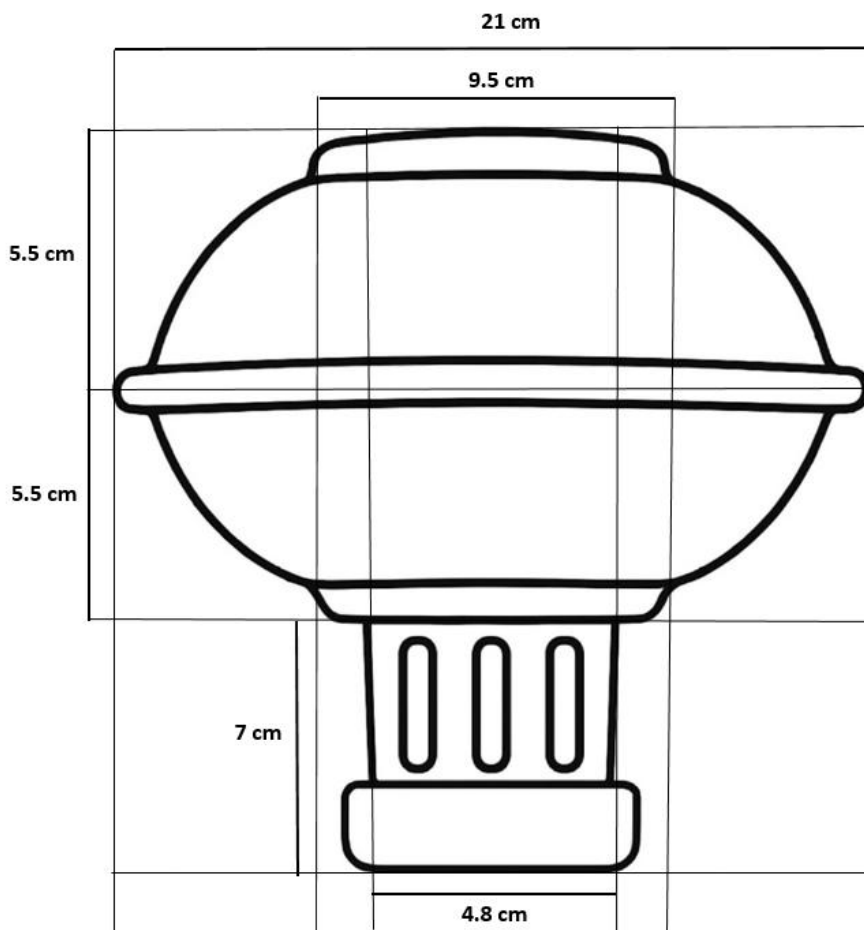
Figura N° 5: *Materiales del flotador impulsor mejorado*



En la figura N° 5 se presenta de manera esquemática los componentes que conforman el flotador impulsor mejorado, el cual ha sido elaborado a partir de materiales de bajo costo y de fácil acceso en el mercado local, lo que facilita su replicación en contextos rurales. El dispositivo está compuesto por tres elementos principales: dos platos soperos, un tubo de PVC SAP de 1 1/2" y un tapón hembra del mismo diámetro. Los platos, colocados uno frente al otro, forman una cámara esférica que actúa como cuerpo flotante, otorgando estabilidad al conjunto una vez que se encuentra en el agua. El tubo de PVC, ubicado en la parte inferior del flotador, actúa como conducto vertical y cuenta con varias ranuras laterales que permiten el paso de la solución madre. En la base del dispositivo se encuentra el tapón hembra, el cual ha sido modificado con una perforación de 6 mm de diámetro. En este punto se conecta una manguera flexible del mismo diámetro, encargada de conducir la solución clorada

desde el interior del flotador hasta el reservorio. Esta figura tiene como objetivo mostrar de manera clara y detallada los materiales que componen el dispositivo, así como su disposición estructural dentro del diseño general.

Figura N° 6: Vista frontal del flotador impulsor mejorado

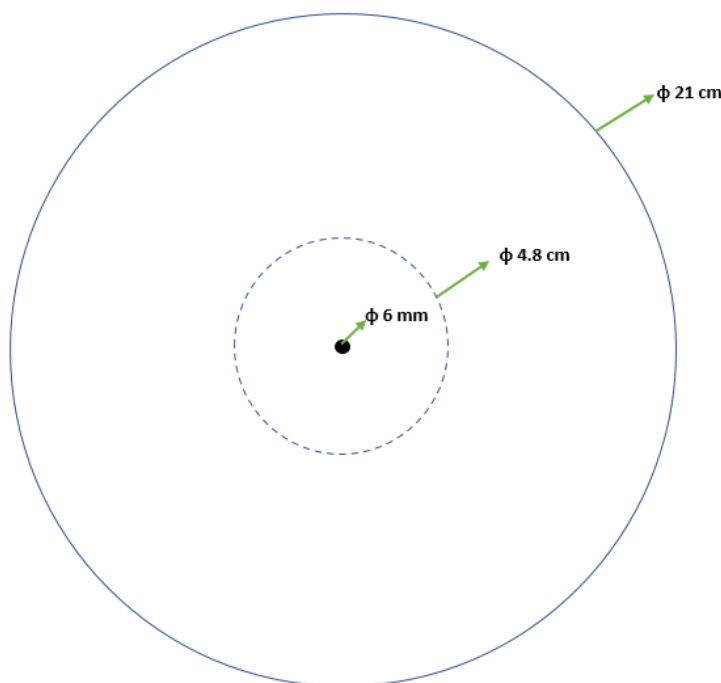


En la figura N° 6 se observar el dispositivo completamente ensamblado desde una vista frontal, lo que facilita entender su estructura y proporciones. En esta perspectiva, se evidencian las dimensiones generales del flotador: una altura aproximada de 18 cm y un diámetro externo de 21 cm, correspondiente a la cámara flotante formada por los dos platos soperos.

El tubo central de PVC, de 1 ½", se extiende verticalmente desde el centro de la cámara y presenta una altura visible de aproximadamente 7 cm. A lo largo de este tubo se distribuyen varias ventanas (ranuras) verticales, diseñadas para permitir el

ingreso de la solución madre. En la parte inferior se distingue el acoplamiento con el tapón hembra, donde se ha realizado una perforación central de 6 mm para conectar la manguera que conduce la solución clorada.

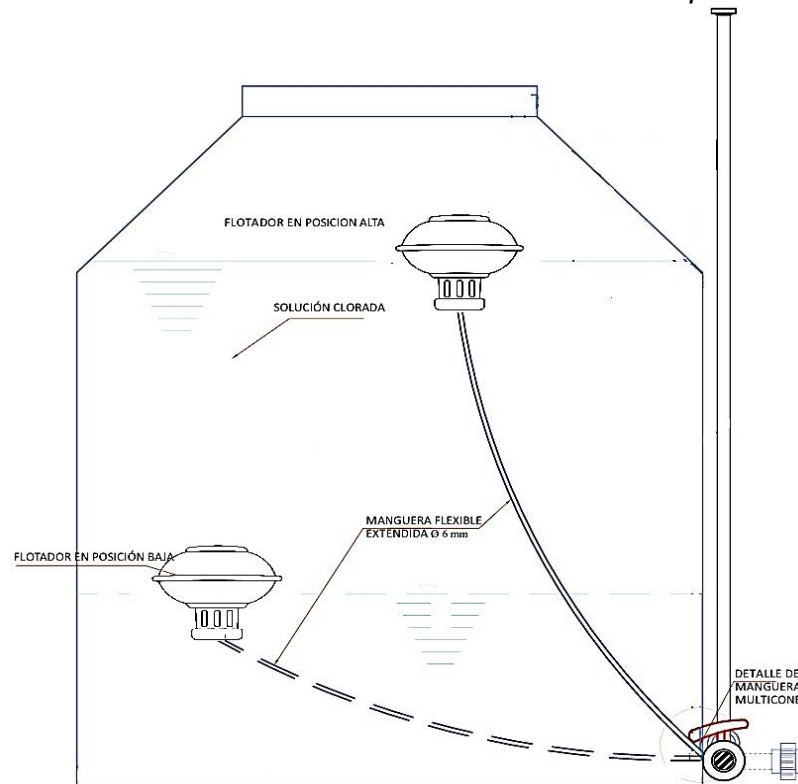
Figura N° 7: *Vista en planta del flotador impulsor mejorado*



En la figura N° 7 se muestra una visión superior del dispositivo, permitiendo apreciar su forma circular y la disposición centrada de sus componentes. Desde esta perspectiva se observa claramente el contorno de la cámara flotante, formada por los dos platos superiores ensamblados, y el orificio central que da paso al tubo de PVC.

A diferencia de la vista frontal, esta imagen facilita la comprensión del equilibrio del diseño desde el eje horizontal. La distribución concéntrica de los elementos asegura una flotación uniforme, evitando inclinaciones o movimientos irregulares que podrían comprometer la estabilidad del flujo.

Figura N° 8: Vista de corte del sistema con flotador impulsor mejorado



En la figura N° 8 se muestra el flotador impulsor en su contexto operativo, instalado dentro del sistema de cloración. En esta etapa, el dispositivo ya ensamblado es colocado dentro del recipiente que contiene la solución clorada, de manera que pueda liberar el compuesto de forma continua. La flotación es posible gracias al volumen de aire atrapado en la cámara esférica, mientras que la liberación del líquido se produce por gravedad, a través del orificio de 6 mm ubicado en la base del dispositivo y conectado a una manguera flexible. Desde esta perspectiva, se evidencia cómo la estructura del flotador ha sido pensada no solo para flotar de manera estable, sino también para mantenerse centrada y funcional sin necesidad de intervención externa. El diseño evita movimientos bruscos o inclinaciones, lo que garantiza una dosificación constante. Esta figura es clave para comprender la aplicación práctica del dispositivo, ya que integra el diseño estructural con su función operativa dentro del sistema de tratamiento de agua. Además, demuestra que su instalación no requiere herramientas complejas ni conocimientos técnicos especializados, lo cual lo convierte en una alternativa viable y eficiente para zonas rurales.

4.1.2 Aforo del agua que ingresa al reservorio

El caudal de ingreso al reservorio se realizó mediante el aforo volumétrico, por conveniencia se desarrolló el aforo en la captación, que cuenta con 3 llorones donde se obtuvo el caudal de ingreso al reservorio.

Se realizó 3 aforos por cada llorón, y finalmente se sumó el caudal de los 3 llorones, ya que esta es el caudal de ingreso al reservorio. Se usó la siguiente fórmula.

$$Q = \frac{V(L)}{T(S)} \dots (1)$$

Q= Caudal L/s

V= Volumen (L)

T= tiempo (s)

Tabla N° 5: Aforo de caudal al ingreso del reservorio

Llorón	Fórmula utilizada	Volumen recipiente (L)	Toma 1 (s)	Toma 2 (s)	Toma 3 (s)	Toma 4 (s)	Tiempo promedio (s)	Caudal individual (L/s)
1	Q = Llorón 01 V(Lts) / T(Seg)	4	88.4	87.43	85.37	87.87	87.27	0.05
2	Q = Llorón 02 V(Lts) / T(Seg)	4	87.62	87.56	86.24	86.9	87.08	0.05
3	Q = Llorón 03 V(Lts) / T(Seg)	4	74.39	75.24	74.68	75.32	74.91	0.05
Caudal Total								0.15

En la tabla N° 5 se muestra el cálculo del caudal de ingreso al reservorio (caudal de captación) que es igual a 0.15 l/s.

4.1.3 Cálculo del peso del hipoclorito y el caudal de goteo

Se usa la siguiente fórmula

$$Pcl = \frac{V(L) * Cc(\frac{mg}{l})}{10 * \%Cl} \dots (2)$$

Pcl= Peso de hipoclorito de calcio al 70%

V= Volumen en litro, se halla a partir del caudal de ingreso

$$V(L) = 24 * 60 * 60 * Q$$

Donde: 24h, 60 min, 60 seg

Cc= Concentración (mg/L) debe ser <=5000mg/L

10= constante

% Cl= concentración de Hipoclorito de Calcio

Nota: la cloración se debe de realizar en un lapso de 7 a 15 días

➤ **Caudal de goteo de solución madre**

Se usa la siguiente formula

$$Q_{goteo} = \frac{V_{tanque}(L) * 1000}{T (en segundos)} \dots (3)$$

Q goteo= Caudal de goteo ml/s

V= Volumen de Rotoplas

T= tempo (s)

Tabla N° 6: cálculo del peso del hipoclorito de calcio y caudal de goteo

Concepto	Formula	Resultado
Caudal de ingreso (Q)	0.15 L/s	—
Volumen diario de agua (V)	$V (L) = 24 * 60 * 60 * Q$	12,960 L/día ≈ 12.96 m ³ /día
Concentración de cloro (Cc)	$Cc = (Pcl * 10 * \%Cl) / Vtanq$	486 mg/L → OK (≤ 5000 mg/L)
% de cloro en hipoclorito (%Cl)	70%	—
Tiempo de recarga (Tr)	15 días	—
Peso de hipoclorito (Pcl)	$Pcl = \frac{V(L) * Cc(\frac{mg}{L})}{10 * \%Cl}$	Pcl = 416.57 g (para 15 días)
Peso de hipoclorito por día	$Pcl_día = Pcl_total / Tr$	0.42 kg
Volumen de solución madre	$VH2O = \frac{(Pcl_día * 10 * \%Cl)}{Cc}$	58.32 L
Volumen del tanque (Vtanq)	—	600 L
Caudal de goteo	$Q_{goteo} = \frac{V_{tanque}(L) * 1000}{T (en segundos)}$	27.78 ml/min ≈ 28 ml/min

En la tabla N° 6 se muestra que se requiere 420 gr (0.42 kg) de hipoclorito de calcio al 70% para asegurar agua clorada para un periodo de 15 días, y se requiere un caudal de calibración de 27.78 ml/min que es igual a 28 ml/min.

4.2 Resultado de la continuidad del cloro residual

4.2.1 Presentación de datos por punto de monitoreo

El monitoreo se realizó durante dos campañas de 15 muestras para cada sistema de desinfección: flotador adaptado y flotador impulsor mejorado. Cada una de estas etapas se desarrolló en las mismas condiciones operativas, manteniendo constantes los horarios y los puntos de monitoreo.

Los valores registrados en ambas etapas fueron organizados por fechas equivalentes (por ejemplo, muestra 1 de la primera etapa con muestra 1 de la segunda etapa), y luego promediados. De esta forma, se generó una tabla de 15 días representativos por cada sistema, facilitando la comparación objetiva del comportamiento del cloro residual en los diferentes puntos de la red.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, organizados por punto de muestreo:

4.2.1.1 Resultados de cloro residual en el reservorio

Se muestran las concentraciones de cloro residual en ppm o mg/L obtenidas durante los muestreos consecutivos en el punto de muestreo correspondiente al reservorio, empleando los sistemas de flotador adaptado y flotador impulsor mejorado.

Tabla N° 7: Concentración de cloro residual en el reservorio

MUESTRA	RESERVORIO (FLOTADOR ADAPTADO) (mg/L)	RESERVORIO (FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO) (mg/L)
1	1.01	1.04
2	0.96	1.01
3	0.96	1.01
4	0.96	0.99
5	0.94	0.98
6	0.92	0.99
7	0.89	0.97
8	0.86	0.96
9	0.83	0.95

10	0.80	0.93
11	0.79	0.90
12	0.79	0.86
13	0.77	0.80
14	0.71	0.74
15	0.68	0.70

En la tabla N° 7 se observa una tendencia decreciente en los valores de cloro residual a lo largo de las 15 muestras en ambos sistemas. El flotador impulsor mejorado alcanzó un valor máximo de 1.04 mg/L en la primera muestra y un mínimo de 0.70 mg/L en la última, con un promedio de 0.93 mg/L. Por su parte, el flotador adaptado registró un valor máximo de 1.01 mg/L en la primera muestra y un mínimo de 0.68 mg/L en la última, con un promedio de 0.87 mg/L. Aunque ambos muestran una disminución progresiva, el sistema mejorado mantiene mayor estabilidad y concentraciones superiores, permaneciendo en todo momento por encima del valor mínimo exigido por la normativa de 0.50 mg/L.

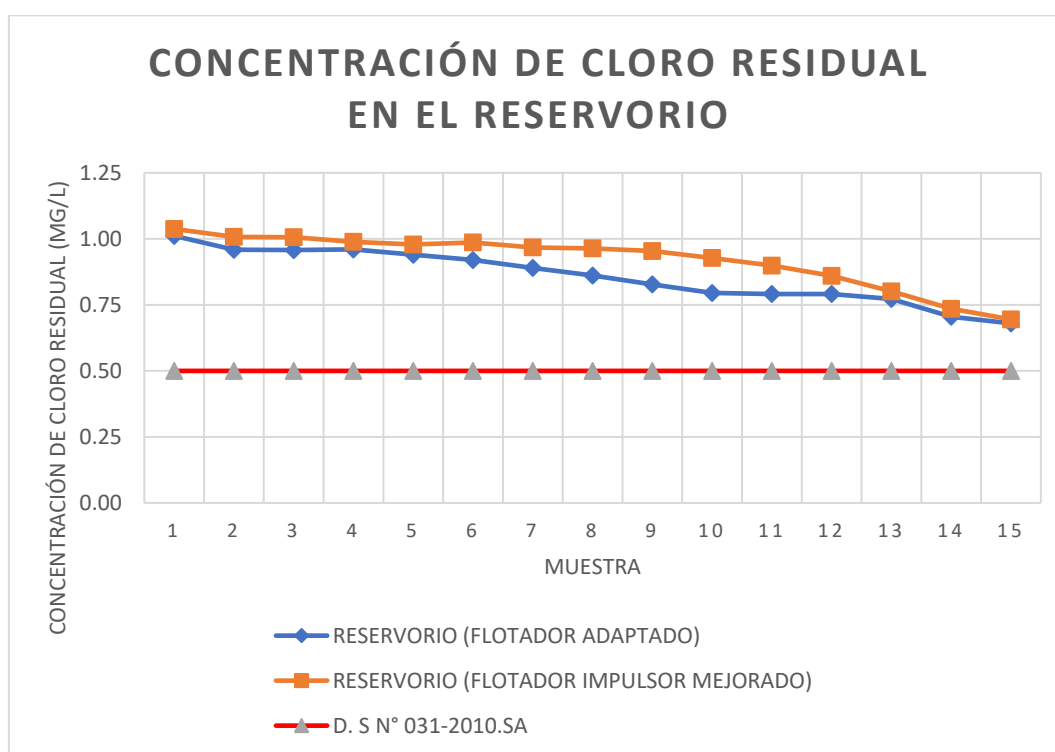
Tabla N° 8: Estadística descriptiva de cloro residual en el reservorio

	RESERVORIO (FLOTADOR ADAPTADO)	RESERVORIO (FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO)
VALOR MAXIMO	1.00	1.04
VALOR MINIMO	0.68	0.70
MEDIA	0.86	0.92
MEDIANA	0.86	0.96
ASIMETRIA	-0.286	-1.181
CURTOSIS	-1.050	0.400
VARIANZA	0.010	0.011
DESV. ESTANDAR	0.099	0.103
COEF. DE VARIACIÓN	0.115	0.112

La Tabla N° 8 se presenta la estadística descriptiva del cloro residual en el reservorio para el sistema con flotador adaptado y el sistema con flotador impulsor mejorado. En ambos casos, los valores máximo y mínimo se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa, lo que garantiza la seguridad sanitaria del agua.

El sistema con flotador impulsor mejorado alcanzó una concentración promedio de 1.04 mg/L, superior a los 1 mg/L obtenidos con el sistema con flotador adaptado, y una mediana de 0.96 mg/L que refleja mayor estabilidad en los registros. La variabilidad fue semejante en ambos sistemas, aunque el coeficiente de variación del sistema con flotador impulsor mejorado fue de 11.2 % frente a 11.5 % del sistema con flotador adaptado, lo que evidencia una dosificación más uniforme. Respecto a la forma de la distribución, ambos sistemas presentaron asimetría negativa, más marcada en el sistema con flotador impulsor mejorado, lo que indica una tendencia hacia valores más altos de cloro residual. Además, la curtosis de 0.400 en el sistema con flotador impulsor mejorado señala una mayor concentración de datos alrededor de la media, a diferencia de la distribución más dispersa observada en el sistema con flotador adaptado.

Gráfico N° 3: Evolución del cloro residual en el reservorio



En el Gráfico N° 3 se observa que el sistema con flotador impulsor mejorado inició con 1.04 mg/L de cloro residual, ligeramente por encima del flotador adaptado, que registró 1.01 mg/L. A lo largo de las mediciones, el sistema mejorado mantuvo valores superiores en todo momento. La mayor diferencia entre ambos se presentó en

la muestra 10, con 0.13 mg/L, mientras que la menor ocurrió en la muestra 15, con 0.02 mg/L. En relación con el valor mínimo exigido por la normativa que es de 0.50 mg/L, ambos sistemas se mantuvieron por encima durante todo el periodo, con un margen mínimo de 0.18 mg/L para el flotador adaptado y de 0.20 mg/L para el impulsor mejorado. Aunque ambos muestran una tendencia decreciente, el sistema mejorado asegura concentraciones más elevadas y estables en la mayoría de los casos, lo que refleja un mejor desempeño frente al flotador adaptado.

4.2.1.2 Resultados del cloro residual en la primera vivienda

Tabla N° 9: Concentración de cloro residual en la primera vivienda

MUESTRA	PRIMERA VIVIENDA (FLOTADOR ADAPTADO) (mg/L)	PRIMERA VIVIENDA (FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO) (mg/L)
1	0.89	0.92
2	0.86	0.91
3	0.87	0.89
4	0.89	0.89
5	0.86	0.88
6	0.84	0.91
7	0.81	0.90
8	0.80	0.89
9	0.75	0.88
10	0.73	0.85
11	0.71	0.81
12	0.72	0.79
13	0.70	0.71
14	0.66	0.66
15	0.62	0.65

En la tabla N° 9 se observa una disminución progresiva de los valores de cloro residual a lo largo de las quince mediciones. El flotador impulsor mejorado alcanzó un valor máximo de 0.92 mg/L en la primera muestra y un mínimo de 0.65 mg/L en la última, con un promedio de 0.83 mg/L. Por su parte, el flotador adaptado registró un máximo de 0.89 mg/L en la primera y cuarta muestra y un mínimo de 0.62 mg/L en la última medición, con un promedio de 0.78 mg/L. En la muestra 4 cuarta usando flotador adaptado la concentración de cloro residual se incrementó respecto al anterior, esto

podría explicarse por una disminución temporal en el consumo de agua en la red que provocó que la concentración en el sistema con flotador adaptado aumentara momentáneamente en la cuarta muestra, mientras que el impulsor mejorado mostró un comportamiento normal. En general, el flotador impulsor mejorado mantiene concentraciones superiores y más estables en la mayoría de las mediciones, cumpliendo siempre con el valor mínimo exigido por la normativa de 0.50 mg/L.

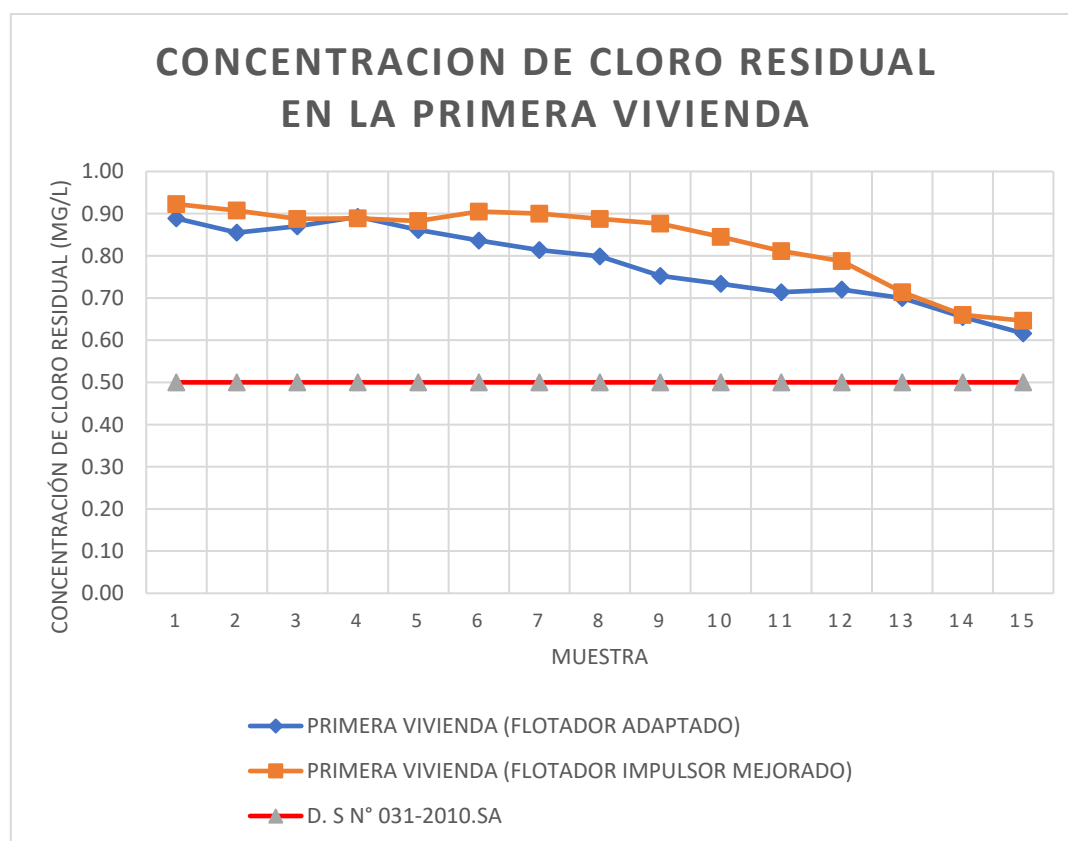
Tabla N° 10: Estadística descriptiva de cloro residual en la primera vivienda

	PRIMERA VIVIENDA (FLOTADOR ADAPTADO) (mg/L)	PRIMERA VIVIENDA (FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO) (mg/L)
VALOR MAXIMO	0.89	0.92
VALOR MINIMO	0.62	0.65
MEDIA	0.78	0.83
MEDIANA	0.80	0.88
ASIMETRIA	-0.362	-1.232
CURTOSIS	-1.060	0.198
VARIANZA	0.008	0.008
DESV. EST.	0.088	0.092
COEF. DE VARIACIÓN	0.113	0.111

En la tabla N° 10 se muestran la estadística descriptiva del cloro residual en la primera vivienda para el sistema con flotador adaptado y el sistema con flotador impulsor mejorado. En ambos casos, los valores máximo y mínimo se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa, lo que garantiza la seguridad sanitaria del agua. El sistema con flotador impulsor mejorado alcanzó una concentración promedio de 0.83 mg/L, superior a los 0.78 mg/L obtenidos con el sistema con flotador adaptado, y una mediana de 0.88 mg/L que refleja mayor estabilidad en los registros. La variabilidad fue semejante en ambos sistemas, aunque el coeficiente de variación del sistema con flotador impulsor mejorado fue de 11.1 % frente a 11.3 % del sistema con flotador adaptado, lo que evidencia una dosificación más uniforme. Respecto a la forma de la distribución, ambos sistemas presentaron asimetría negativa, más marcada en el sistema con flotador impulsor mejorado, lo que

indica una tendencia hacia valores más altos de cloro residual. Además, la curtosis de 0.198 en el sistema con flotador impulsor mejorado señala una mayor concentración de datos alrededor de la media, a diferencia de la distribución más dispersa observada en el sistema con flotador adaptado.

Gráfico N° 4: Evolución del cloro residual en la primera vivienda



En el Gráfico N° 4 se observa que el sistema con flotador impulsor mejorado inició con 0.92 mg/L de cloro residual, ligeramente por encima del flotador adaptado que registró 0.89 mg/L. Durante las primeras cinco mediciones, el flotador impulsor mejorado presentó una disminución progresiva en las concentraciones, alcanzando la misma concentración que el flotador adaptado en la cuarta muestra con 0.89 mg/L. A partir de la sexta medición, el flotador impulsor mejorado mostró un ligero aumento y posteriormente una disminución gradual hasta la última muestra. La mayor diferencia entre ambos sistemas se presentó en la muestra nueve con 0.13 mg/L, mientras que la menor diferencia ocurrió en la cuarta muestra, donde los valores fueron iguales. En

relación con el valor mínimo exigido por la normativa de 0.50 mg/L, ambos sistemas se mantuvieron por encima durante todo el periodo, con un margen mínimo de 0.12 mg/L para el flotador adaptado y 0.15 mg/L para el flotador impulsor mejorado. Aunque ambos muestran una tendencia decreciente general, el flotador impulsor mejorado asegura concentraciones más elevadas y estables en la mayoría de los casos, lo que refleja un mejor desempeño frente al flotador adaptado.

4.2.1.3 Resultados del cloro residual en la vivienda intermedia

Tabla N° 11: Concentración de cloro residual en la vivienda intermedia

MUESTRAS	VIVIENDA INTERMEDIA (FLOTADOR ADAPTADO) (mg/L)	VIVIENDA INTERMEDIA (FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO) (mg/L)
1	0.77	0.79
2	0.76	0.78
3	0.78	0.77
4	0.77	0.77
5	0.74	0.75
6	0.74	0.77
7	0.70	0.76
8	0.69	0.78
9	0.65	0.75
10	0.61	0.72
11	0.60	0.66
12	0.61	0.66
13	0.58	0.61
14	0.54	0.56
15	0.49	0.53

En la tabla N° 11 se observa una tendencia decreciente en los valores de cloro residual a lo largo de las quince mediciones. El flotador impulsor mejorado alcanzó un valor máximo de 0.79 mg/L en la primera muestra y un mínimo de 0.53 mg/L en la muestra quince, con un promedio de 0.71 mg/L. Por su parte, el flotador adaptado registró un valor máximo de 0.78 mg/L en la tercera muestra y un mínimo de 0.49 mg/L en la última, con un promedio de 0.67 mg/L. Cabe señalar que el sistema adaptado no comenzó en su valor más alto, ya que inició con 0.77 mg/L, descendió a 0.76 mg/L en la segunda muestra y recién en la tercera alcanzó su máximo de 0.78 mg/L. En esta

misma tercera muestra, el flotador impulsor mejorado fue ligeramente menor con 0.77 mg/L, lo que representa una excepción a la tendencia general. Asimismo, en la muestra cuatro ambos sistemas coincidieron en 0.77 mg/L. En cuanto al cumplimiento normativo, el sistema mejorado se mantuvo en todo momento por encima del valor mínimo exigido de 0.50 mg/L, mientras que el sistema adaptado cayó por debajo en la muestra quince con 0.49 mg/L. En conjunto, el flotador impulsor mejorado mantiene una ventaja asegurando mayor estabilidad en la dosificación frente al flotador adaptado.

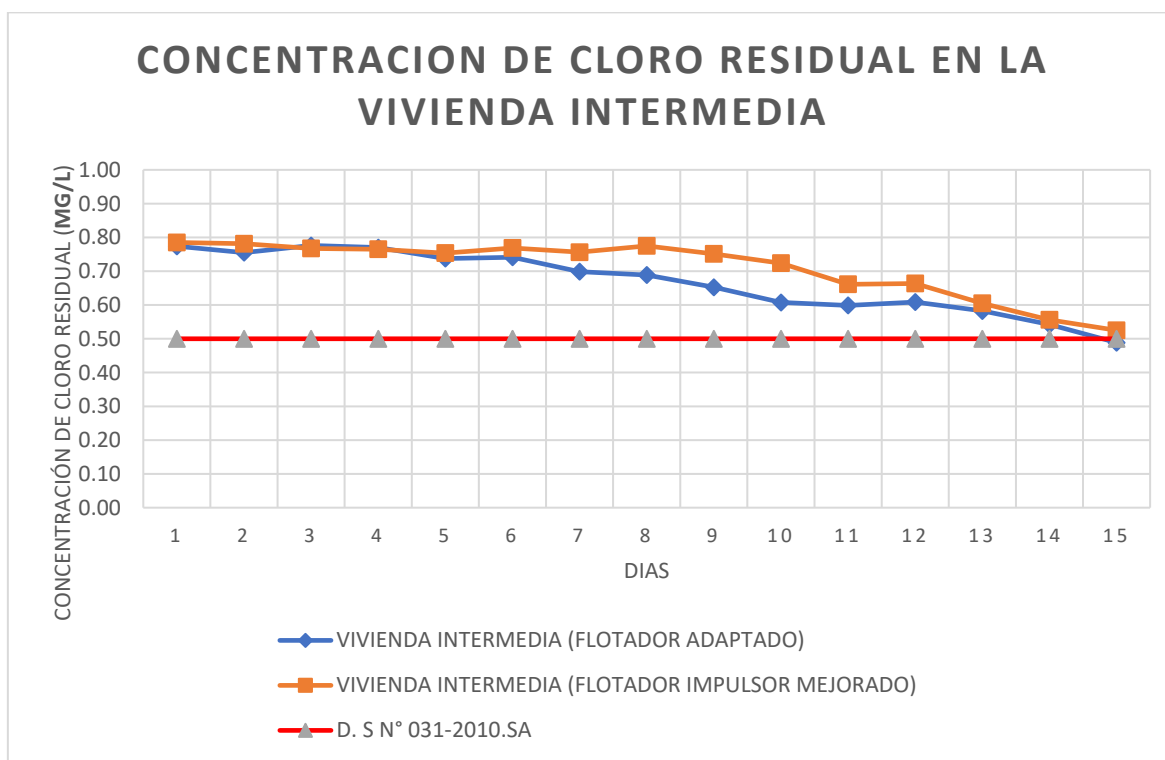
Tabla N° 12: Estadística descriptiva de cloro residual en el la vivienda

	VIVIENDA INTERMEDIA (FLOTADOR ADAPTADO) (mg/L)	VIVIENDA INTERMEDIA (FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO) (mg/L)
VALOR MAXIMO	0.78	0.79
VALOR MINIMO	0.49	0.53
MEDIA	0.67	0.71
MEDIANA	0.69	0.75
ASIMETRIA	-0.442	-1.187
CURTOSIS	-0.970	0.115
VARIANZA	0.009	0.007
DESV. ESETAPAR	0.093	0.086
COEF. DE VARIACIÓN	0.139	0.121

En la tabla N° 12 se presenta la estadística descriptiva del cloro residual en la vivienda intermedia para el sistema con flotador adaptado y el sistema con flotador impulsor mejorado. Los valores máximos se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa, garantizando la seguridad sanitaria del agua en esos puntos, sin embargo, el valor mínimo del sistema con flotador adaptado de 0.49 mg/L se encuentra por debajo del límite establecido que es ≤ 0.5 mg/L, indicando que en algunos momentos el cloro residual no cumple completamente con la norma. El sistema con flotador impulsor mejorado alcanzó una concentración promedio de 0.71 mg/L, superior a los 0.67 mg/L obtenidos con el sistema con flotador adaptado, y una mediana de 0.75 mg/L que refleja mayor estabilidad en los registros. La variabilidad fue semejante en ambos sistemas, aunque el coeficiente de variación del sistema con

flotador impulsor mejorado fue de 12.1 % frente a 13.9 % del sistema con flotador adaptado, lo que evidencia una dosificación más uniforme. Respecto a la forma de la distribución, ambos sistemas presentaron asimetría negativa, más marcada en el sistema con flotador impulsor mejorado, lo que indica una tendencia hacia valores más altos de cloro residual. Además, la curtosis de 0.115 en el sistema con flotador impulsor mejorado señala una mayor concentración de datos alrededor de la media, a diferencia de la distribución más dispersa observada en el sistema con flotador adaptado.

Gráfico N° 5: *Evolución del cloro residual en la vivienda intermedia*



En el gráfico N° 5 se observa que el sistema con flotador impulsor mejorado inició con 0.79 mg/L de cloro residual, un valor ligeramente superior al del flotador adaptado con 0.77 mg/L. A lo largo de las mediciones, el sistema mejorado mantuvo valores superiores en la mayoría de los casos, salvo en la muestra 3 donde el adaptado alcanzó 0.78 mg/L frente a 0.77 mg/L del mejorado, y en la muestra 4, en la que ambos coincidieron en 0.77 mg/L. La mayor diferencia entre ambos sistemas se presentó en la muestra 13, con 0.03 mg/L, mientras que la menor diferencia ocurrió en la muestra 4, donde fueron iguales. En relación con el valor mínimo exigido por la normativa (0.50 mg/L), el sistema adaptado descendió hasta 0.49 mg/L en la muestra 15, quedando

fuera del rango establecido, mientras que el sistema mejorado se mantuvo siempre dentro del límite con un mínimo de 0.53 mg/L. En términos generales, aunque ambos sistemas presentan una tendencia decreciente, el flotador impulsor mejorado asegura concentraciones más elevadas y estables en la mayoría de las mediciones, mostrando un desempeño más confiable que el flotador adaptado.

4.2.1.4 Resultados del cloro residual en la última vivienda

Tabla N° 13: Concentración de cloro residual en la última vivienda

MUESTRAS	ULTIMA VIVIENDA (FLOTADOR ADAPTADO) (mg/L)	ULTIMA VIVIENDA (FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO) (mg/L)
1	0.61	0.62
2	0.61	0.60
3	0.59	0.60
4	0.61	0.61
5	0.60	0.59
6	0.59	0.60
7	0.55	0.61
8	0.53	0.57
9	0.51	0.59
10	0.45	0.54
11	0.46	0.50
12	0.46	0.49
13	0.42	0.46
14	0.41	0.42
15	0.35	0.36

En la tabla N° 13 se observa una disminución progresiva de los valores de cloro residual a lo largo de las quince mediciones. El flotador impulsor mejorado alcanzó un valor máximo de 0.62 mg/L en la primera muestra y un mínimo de 0.36 mg/L en la última, con un promedio de 0.53 mg/L. Por su parte, el flotador adaptado registró un máximo de 0.61 mg/L en las muestras uno y cuatro y un mínimo de 0.35 mg/L en la última medición, con un promedio de 0.50 mg/L. A partir de la séptima medición, el flotador impulsor mejorado presentó concentraciones superiores al flotador adaptado, mostrando un comportamiento más estable en comparación con las primeras mediciones. En la decimocuarta y decimoquinta muestra, ambos sistemas alcanzaron

valores cercanos, reflejando la disminución progresiva hacia el final de la red. En general, el flotador impulsor mejorado mantiene concentraciones más elevadas y estables en la mayoría de las mediciones, cumpliendo con el valor mínimo exigido por la normativa de 0.50 mg/L en gran parte del periodo, aunque en las últimas mediciones ambos sistemas caen por debajo.

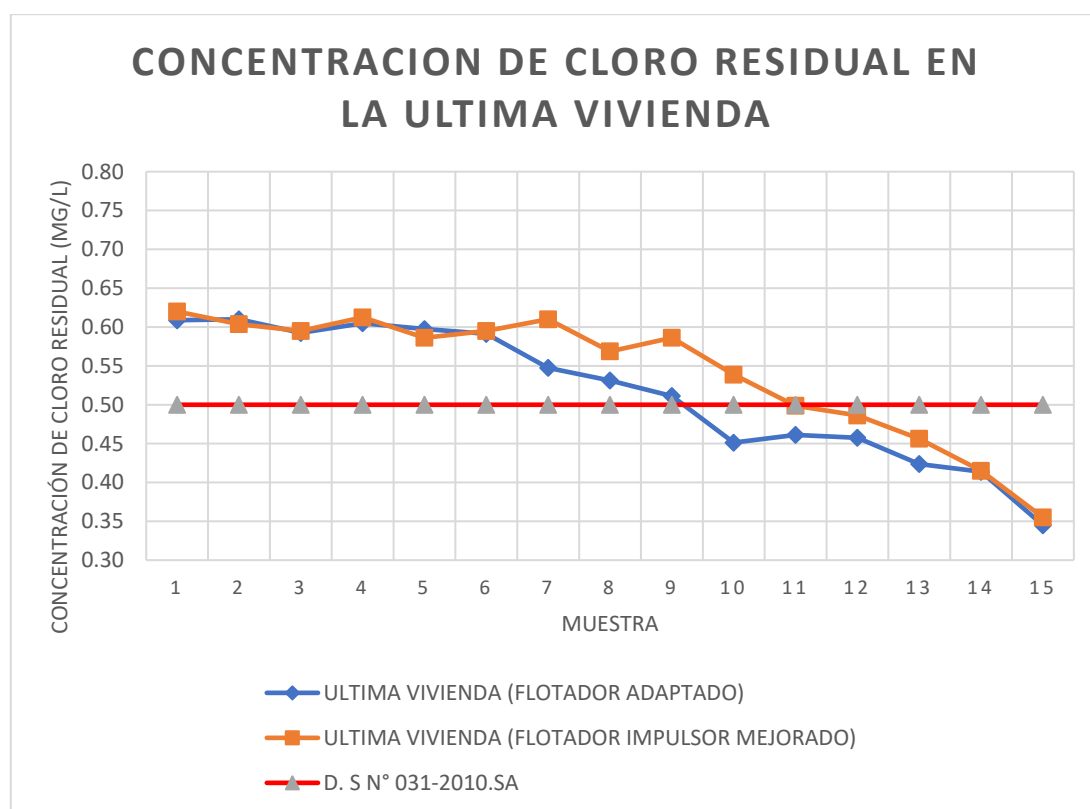
Tabla N° 14: *Estadística descriptiva de cloro residual en la última vivienda*

	ULTIMA VIVIENDA (FLOTADOR ADAPTADO) (mg/L)	ULTIMA VIVIENDA (FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO) (mg/L)
VALOR MAXIMO	0.61	0.62
VALOR MINIMO	0.35	0.36
MEDIAS	0.52	0.54
MEDIANA	0.53	0.59
ASIMETRIA	-0.500	-1.148
CURTOSIS	-0.941	0.365
VARIANZA	0.007	0.007
DESV. ESETAPAR	0.086	0.082
COEF. DE VARIACIÓN	0.165	0.152

En la tabla N° 14 se presenta la estadística descriptiva del cloro residual en la última vivienda para el sistema con flotador adaptado y el sistema con flotador impulsor mejorado. Los valores máximos se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa, garantizando la seguridad sanitaria del agua en esos puntos, sin embargo, los valores mínimos del sistema con flotador adaptado de 0.35 mg/L y del sistema con flotador impulsor mejorado de 0.36 mg/L se encuentran por debajo del límite establecido de 0.5 mg/L, indicando que en algunos momentos el cloro residual no cumple completamente con la norma. El sistema con flotador impulsor mejorado alcanzó una concentración promedio de 0.54 mg/L, superior a los 0.52 mg/L obtenidos con el sistema con flotador adaptado, y una mediana de 0.59 mg/L frente a 0.53 mg/L que refleja mayor estabilidad en los registros. La variabilidad fue semejante en ambos sistemas, aunque el coeficiente de variación del sistema con flotador impulsor mejorado fue de 15.2 % frente a 16.5 % del sistema con flotador adaptado, lo que

evidencia una dosificación más uniforme. Respecto a la forma de la distribución, ambos sistemas presentaron asimetría negativa, más marcada en el sistema con flotador impulsor mejorado, lo que indica una tendencia hacia valores más altos de cloro residual. Además, la curtosis de 0.365 en el sistema con flotador impulsor mejorado señala una mayor concentración de datos alrededor de la media, a diferencia de la distribución más dispersa observada en el sistema con flotador adaptado.

Gráfico N° 6: *Evolución del cloro residual en la última vivienda*



En el grafico N° 6 Se observa que el sistema con flotador impulsor mejorado inició con 0.62 mg/L de cloro residual, ligeramente por encima del flotador adaptado que registró 0.61 mg/L. Durante las primeras seis mediciones, ambos sistemas presentaron valores similares, con pequeñas fluctuaciones. A partir de la séptima medición, el flotador impulsor mejorado mantuvo concentraciones superiores y más estables hasta la decimotercera muestra, mientras que el flotador adaptado mostró una disminución más pronunciada. En la decimocuarta medición ambos sistemas alcanzaron valores muy cercanos, y en la decimoquinta se mantienen cercanos, reflejando la disminución progresiva hacia el final de la red. La mayor diferencia entre

ambos sistemas se presentó en la novena muestra con 0.08 mg/L, mientras que la menor diferencia no hubo, ya que varias muestras se encontraron 0.01 mg/L. En relación con el valor mínimo exigido por la normativa de 0.50 mg/L, ambos sistemas se mantuvieron por encima en la mayoría del periodo, aunque en las últimas mediciones caen por debajo. Aunque ambos muestran una tendencia decreciente, el flotador impulsor mejorado asegura concentraciones más elevadas y estables en la mayoría de los casos, reflejando un mejor desempeño frente al flotador adaptado.

4.2.1.5 Porcentaje de cumplimiento con DS N.° 031-2010-SA

Tabla N° 15: Porcentaje de cumplimiento

Punto de medición	Flotador adaptado (aceptable / fuera de rango)	Flotador impulsor mejorado (aceptable / fuera de rango)	Total, muestras	% cumplimiento DS N.° 031-2010-SA
Reservorio	15 / 0	15 / 0	15	100 / 100
Primera vivienda	15 / 0	15 / 0	15	100 / 100
Vivienda intermedia	14 / 1	15 / 0	15	93.33 / 100
Última vivienda	9 / 6	10 / 5	15	60 / 66.67

La Tabla N.° 15 muestra el porcentaje de cumplimiento de la normativa de cloro residual según el D.S. N.° 031-2010-SA en los cuatro puntos de la red de distribución para ambos sistemas de dosificación. Se observa que, en el reservorio y la primera vivienda, tanto el flotador adaptado como el flotador impulsor mejorado cumplieron en el 100 % de las mediciones. En la vivienda intermedia, el flotador adaptado presentó una medición fuera de rango, logrando un 93.33 % de cumplimiento, mientras que el

flotador impulsor mejorado mantuvo el 100 % de las muestras dentro del rango. En la última vivienda, se evidenció la mayor variabilidad, con un 60 % de cumplimiento para el flotador adaptado y 66.67 % para el flotador impulsor mejorado. Estos resultados indican que, en general, el flotador impulsor mejorado asegura una mayor estabilidad y cumplimiento de los valores de cloro residual en toda la red de distribución, especialmente en los puntos más alejados de la fuente de abastecimiento, donde se observa mayor riesgo de disminución de la concentración.

4.2.2 Resultados de parámetros complementarios de calidad de agua

4.2.2.1 Resultados de pH

Tabla N° 16: *Valores promedio de pH en toda la red*

MUESTRAS	FLOTADOR ADAPTADO (Und Ph)	FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO (Und Ph)
1	7.65	7.65
2	7.65	7.66
3	7.65	7.66
4	7.64	7.66
5	7.65	7.66
6	7.67	7.66
7	7.66	7.66
8	7.66	7.66
9	7.65	7.65
10	7.65	7.67
11	7.66	7.66
12	7.65	7.66
13	7.65	7.65
14	7.65	7.66
15	7.64	7.65

En la tabla N° 16 se observa que los valores de pH se mantuvieron muy estables a lo largo de las quince mediciones en ambos sistemas. El flotador adaptado presentó un pH mínimo de 7.64 y un máximo de 7.67, con un promedio de 7.65. Por su parte, el flotador impulsor mejorado registró un pH mínimo de 7.65 y un máximo de 7.67, con un promedio de 7.66. Como se evidencia, no hubo variaciones significativas entre el uso de uno u otro sistema, manteniéndose los valores dentro del rango recomendado

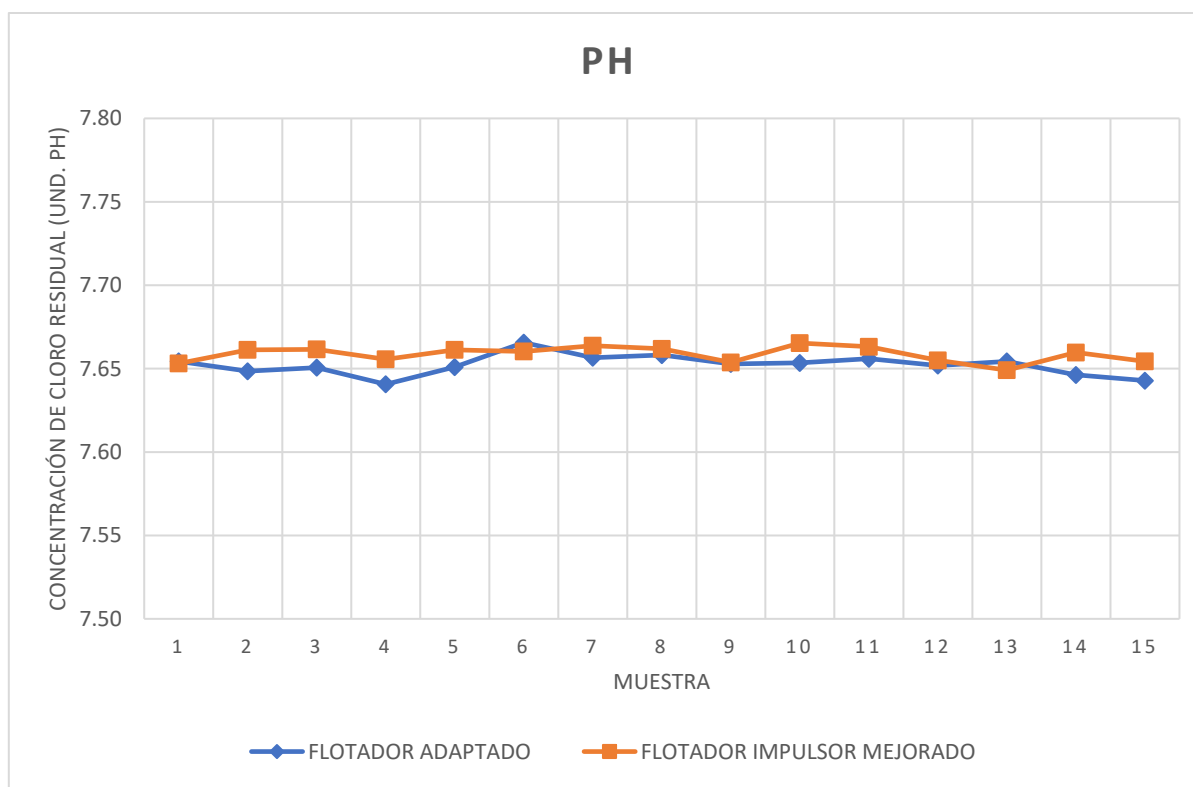
por la normativa D.S. N.° 031-2010-SA, que establece que el pH del agua para consumo humano debe estar entre 6.5 y 8.5. Las pequeñas fluctuaciones observadas podrían atribuirse a variaciones naturales del agua durante el muestreo, sin afectar la calidad del recurso en los puntos de medición.

Tabla N° 17: *Estadística descriptiva del pH*

PH	FLOTADOR ADAPTADO (Und Ph)	FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO (Und Ph)
VALOR MAXIMO	7.67	7.67
VALOR MINIMO	7.64	7.65
MEDIA	7.65	7.66
MEDIANA	7.65	7.66
ASIMETRIA	0.055	-0.514
CURTOSIS	0.850	-0.761
VARIANZA	0.000	0.000
DESV.		
ESETAPAR	0.006	0.005
COEF. DE VARIACIÓN	0.001	0.001

En la tabla N° 17 se presenta la estadística descriptiva del pH del agua para los sistemas con flotador adaptado y flotador impulsor mejorado. En el caso del flotador adaptado los valores oscilaron entre 7.64 y 7.67 mientras que con el flotador impulsor mejorado se registraron entre 7.65 y 7.67, alcanzando promedios de 7.65 y 7.66 respectivamente con medianas iguales a los valores medios lo que evidencia estabilidad en ambos sistemas. La variabilidad fue prácticamente nula con coeficientes de variación de 0.1 % en los dos casos, lo que refleja homogeneidad en los registros. En cuanto a la forma de la distribución el flotador adaptado presentó una ligera asimetría positiva y el flotador impulsor mejorado una asimetría negativa, con curtosis que indica una mayor concentración de valores alrededor de la media en el primero y una tendencia más aplanada en el segundo. En conjunto los resultados demuestran que el pH se mantuvo constante y dentro del rango normativo de 6.5 a 8.5, con un comportamiento semejante en ambos sistemas sin representar una limitante para la eficacia del proceso de desinfección.

Gráfico N° 7: Comportamiento del PH



En el gráfico N° 7 se observa que ambos sistemas comenzaron con el mismo valor de pH, 7.65, y a lo largo de las mediciones se mantuvieron muy estables. La mayor diferencia entre ambos se presentó en las muestras 4 y 10, con 0.02 unidades, mientras que en la mayoría de los días los valores coincidieron o fueron prácticamente iguales. Al finalizar el periodo, el flotador adaptado registró un pH de 7.64 y el flotador impulsor mejorado de 7.65, mostrando mínima variación entre el inicio y el final del muestreo. En relación con la normativa D.S. N.° 031-2010-SA, que establece que el pH del agua para consumo humano debe estar entre 6.5 y 8.5, ambos sistemas cumplieron consistentemente con los límites exigidos. Las pequeñas variaciones observadas podrían atribuirse a fluctuaciones naturales en la calidad del agua durante el muestreo, sin comprometer la potabilidad ni la estabilidad química del recurso en los puntos de medición. Los resultados demuestran que el pH del agua se mantiene adecuado en toda la red, independientemente del sistema de flotador utilizado.

4.2.2.2 Resultados de turbiedad

Tabla N° 18: Valores promedio de turbiedad en toda la red

MUESTRAS	FLOTADOR ADAPTADO (NTU)	FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO (NTU)
1	1.22	0.86
2	1.19	0.78
3	1.23	0.85
4	1.17	0.79
5	1.17	0.76
6	1.13	0.85
7	1.17	0.82
8	1.17	0.84
9	1.21	0.81
10	1.19	0.78
11	1.21	0.80
12	1.17	0.75
13	1.18	0.79
14	1.23	0.79
15	1.23	0.82

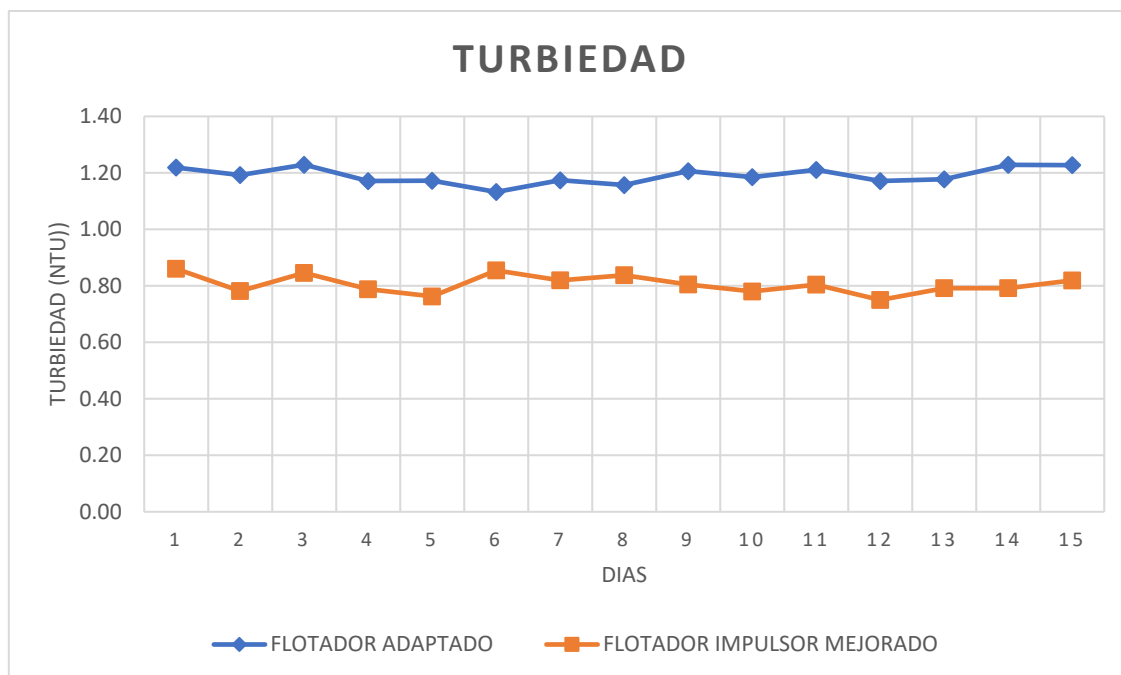
En la tabla N° 18 se observa que los valores de turbidez a lo largo de las quince mediciones se mantuvieron dentro del límite establecido por la normativa D.S. N.° 031-2010-SA, que establece un máximo de 5 NTU para agua de consumo humano. El flotador impulsor mejorado presentó valores más constantes, con un máximo de 0.86 NTU en la primera muestra y un mínimo de 0.75 NTU en la duodécima muestra, alcanzando un promedio de 0.81 NTU. Por su parte, el flotador adaptado registró mayores variaciones, con un máximo de 1.23 NTU en las muestras 3, 14 y 15, y un mínimo de 1.13 NTU en la sexta muestra, con un promedio de 1.19 NTU. Estas diferencias no se atribuyen al tipo de sistema de cloración utilizado, sino a factores naturales. Durante la etapa en que se empleó el flotador adaptado se registraron precipitaciones, lo que generó fluctuaciones en la turbidez del agua. En cambio, durante el uso del flotador impulsor mejorado no se presentaron lluvias, lo que explica la mayor estabilidad observada. En general, la turbidez se mantuvo dentro de valores aceptables y no pudo haber afectado de manera significativa la cloración del agua en los puntos de muestreo.

Tabla N° 19: Estadística descriptiva de la turbiedad

TURBIEDAD	FLOTADOR ADAPTADO (NTU)	FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO (NTU)
VALOR MAXIMO	1.23	0.86
VALOR MINIMO	1.13	0.75
MEDIA	1.19	0.81
MEDIANA	1.19	0.80
ASIMETRIA	-0.210	0.151
CURTOSIS	-0.378	-0.799
VARIANZA	0.001	0.001
DESV. ESETAPAR	0.028	0.033
COEF. DE VARIACIÓN	0.024	0.041

En la tabla N° 19 Se presenta la estadística descriptiva de la turbiedad del agua para el sistema con flotador adaptado y el sistema con flotador impulsor mejorado. En ambos casos, los valores mínimo y máximo estuvieron muy por debajo del límite de la normativa que establece un valor máximo de 5 NTU, lo que confirma el cumplimiento de los parámetros de calidad en todo momento. El sistema con flotador adaptado presentó registros entre 1.13 y 1.23 NTU con una media de 1.19 NTU, mientras que el sistema con flotador impulsor mejorado registró valores entre 0.75 y 0.86 NTU con una media de 0.81 NTU. Las medianas resultaron prácticamente iguales a los promedios, evidenciando estabilidad en ambos sistemas. La variabilidad fue reducida, con coeficientes de variación de 2.4 % en el sistema con flotador adaptado y de 4.1 % en el sistema con flotador impulsor mejorado, lo que demuestra uniformidad en los registros. En cuanto a la distribución, el sistema con flotador adaptado mostró ligera asimetría negativa y el sistema con flotador impulsor mejorado ligera asimetría positiva, mientras que la curtosis indicó una concentración de valores próxima a la normalidad en ambos casos. Estos resultados reflejan que la turbiedad se mantuvo en niveles bajos y estables durante el periodo de evaluación, sin representar un factor limitante para la acción del cloro residual en el proceso de desinfección.

Gráfico N° 8: Comparación de turbiedad en los puntos monitoreados



En el gráfico N° 8 se observa que ambos sistemas iniciaron con valores de turbidez distintos, 1.22 NTU para el flotador adaptado y 0.86 NTU para el flotador impulsor mejorado. La mayor diferencia entre ambos sistemas se presentó en la muestra 14, con 0.44 NTU, mientras que la menor ocurrió en la muestra 6, con 0.28 NTU. Al finalizar el periodo, el flotador adaptado registró 1.23 NTU y el flotador impulsor mejorado 0.82 NTU. Todos los valores permanecieron por debajo del límite máximo permitido de 5 NTU según la normativa D.S. N.° 031-2010-SA, evidenciando que la turbidez no afectó significativamente la dosificación de cloro ni la calidad del agua para consumo humano en los puntos de muestreo. A lo largo de las mediciones, el flotador impulsor mejorado mostró mayor uniformidad, mientras que el flotador adaptado presentó pequeñas variaciones, principalmente atribuibles a la presencia de precipitaciones durante el periodo de muestreo.

4.2.2.3 Resultados de la conductividad

Tabla N° 20: Valores promedio diarios de la conductividad

MUESTRAS	FLOTADOR ADAPTADO ($\mu\text{S}/\text{cm}-1$)	FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO ($\mu\text{S}/\text{cm}-1$)
1	281.2	284.2
2	280.8	284.6
3	284.7	285.0
4	281.9	282.6
5	282.4	283.9
6	284.9	287.8
7	285.0	286.9
8	282.1	287.0
9	282.3	289.2
10	283.5	290.7
11	281.7	288.3
12	282.4	289.5
13	282.0	287.3
14	281.8	289.6
15	283.8	287.6

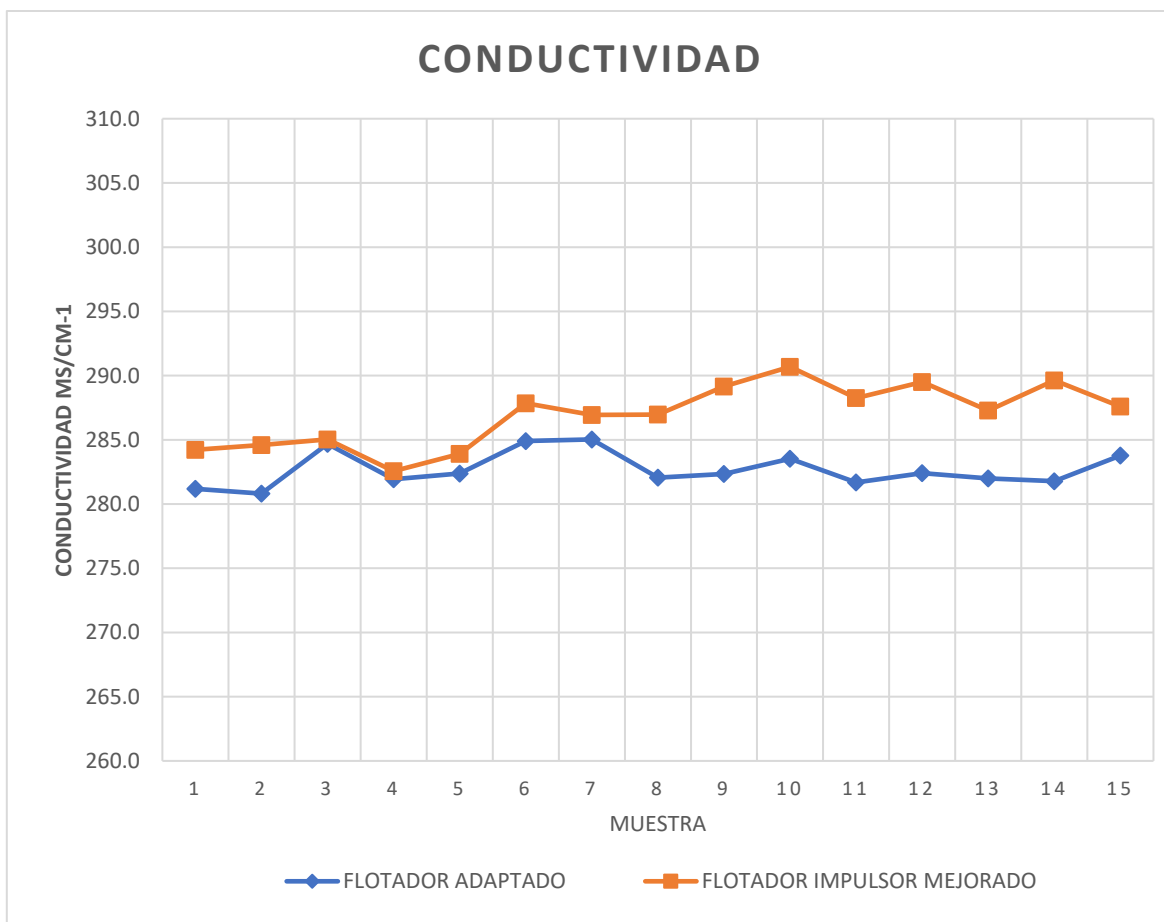
En la tabla N° 20 se observa que los valores de conductividad a lo largo de las quince mediciones se mantuvieron dentro de un rango estable y muy por debajo del límite máximo permitido de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ establecido por la normativa D.S. N.° 031-2010-SA. El flotador impulsor mejorado alcanzó un valor máximo de 290.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la décima muestra y un mínimo de 282.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la cuarta, con un promedio de 286.94 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por su parte, el flotador adaptado presentó un máximo de 285.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la séptima muestra y un mínimo de 280.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la segunda medición, con un promedio de 282.70 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A partir de la sexta medición, se observa que los valores de conductividad del flotador impulsor mejorado se estabilizan, coincidiendo con la ausencia de precipitaciones durante ese periodo, mientras que el flotador adaptado mostró pequeñas fluctuaciones, probablemente asociadas a variaciones naturales en el recurso hídrico. En general, ambos sistemas presentan conductividades estables y adecuadas, evidenciando que no hubo cambios significativos que pudieran afectar la potabilidad del agua.

Tabla N° 21: Estadística descriptiva de la conductividad

CONDUCTIVIDAD	FLOTADOR ADAPTADO ($\mu\text{s/cm-1}$)	FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO ($\mu\text{s/cm-1}$)
VALOR MAXIMO	285.03	290.69
VALOR MINIMO	280.81	282.56
MEDIA	282.70	286.94
MEDIANA	282.34	287.28
ASIMETRIA	0.659	-0.296
CURTOSIS	-0.786	-0.889
VARIANZA	1.831	5.765
DESV. ESETAPAR	1.353	2.401
COEF. DE VARIACIÓN	0.005	0.008

En la tabla N° 21 se presenta la estadística descriptiva de la conductividad del agua para el sistema con flotador adaptado y el sistema con flotador impulsor mejorado. En ambos casos los valores se ubicaron en un rango estrecho que osciló entre 280.81 y 285.03 $\mu\text{s/cm}$ en el sistema con flotador adaptado y entre 282.56 y 290.69 $\mu\text{s/cm}$ en el sistema con flotador impulsor mejorado, con medias de 282.70 y 286.94 $\mu\text{s/cm}$ respectivamente. Las medianas fueron muy cercanas a los promedios lo que refleja estabilidad en los registros de ambos sistemas. La variabilidad resultó baja con coeficientes de variación de 0.5 % en el sistema con flotador adaptado y de 0.8 % en el sistema con flotador impulsor mejorado, evidenciando uniformidad en el comportamiento de este parámetro. En cuanto a la forma de la distribución, el sistema con flotador adaptado presentó ligera asimetría positiva mientras que el sistema con flotador impulsor mejorado mostró una leve asimetría negativa, acompañadas de valores de curtosis negativos que indican distribuciones relativamente aplanadas. Estos resultados demuestran que la conductividad se mantuvo estable y dentro de rangos característicos de aguas de abastecimiento sin presentar variaciones significativas entre ambos sistemas, lo cual confirma que este parámetro no constituyó una limitante para el proceso de desinfección evaluado.

Gráfico N° 9: Comportamiento de la conductividad



En el gráfico N° 9 se observa que el sistema con flotador impulsor mejorado inició con $284.2 \mu\text{S/cm}$, ligeramente por encima del flotador adaptado que registró $281.2 \mu\text{S/cm}$. La mayor diferencia entre ambos sistemas se presentó en la décima cuarta medición con $7.8 \mu\text{S/cm}$, mientras que la menor ocurrió en la tercera medición con $0.3 \mu\text{S/cm}$. A lo largo de todo el periodo, los valores permanecieron ampliamente por debajo del límite máximo de $1500 \mu\text{S/cm}$, evidenciando que la calidad física del agua se mantuvo estable. Durante las primeras cinco mediciones, ambos sistemas mostraron valores cercanos, con pequeñas fluctuaciones. A partir de la sexta medición, el flotador impulsor mejorado mantuvo valores superiores y más estables hasta la décima muestra, mientras que el flotador adaptado presentó variaciones menores y más irregulares. Por tanto, las diferencias de conductividad no corresponden a los efectos del sistema de cloración evaluado, sino a factores externos como las lluvias y el arrastre de materiales.

4.2.2.4 Resultado de temperatura

Tabla N° 22: Valores promedio diarios de temperatura por punto de monitoreo

MUESTRAS	FLOTADOR ADAPTADO (°c)	FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO (°c)
1	19.08	18.79
2	19.12	18.75
3	17.23	19.31
4	17.53	18.80
5	18.27	19.00
6	18.78	19.45
7	18.93	19.66
8	19.05	19.65
9	19.10	19.71
10	19.20	19.68
11	19.10	19.82
12	19.15	19.80
13	19.11	19.73
14	19.21	19.70
15	19.19	19.74

En la tabla N° 22 se muestra que la temperatura del agua osciló entre 17.23 °C y 19.21 °C en el sistema con flotador adaptado, y entre 18.75 °C y 19.82 °C con el flotador impulsor mejorado. En ambos casos, los valores se mantuvieron dentro de un rango adecuado para procesos de desinfección, sin variaciones extremas que comprometan la acción del cloro. Aunque se observaron ligeras diferencias entre los sistemas en días específicos, estas no representan un impacto significativo sobre la eficiencia del proceso de cloración. En general, se considera que la temperatura fue estable durante los 15 días de monitoreo.

Tabla N° 23: Estadística descriptiva de temperatura

TEMPERATURA	FLOTADOR ADAPTADO (°c)	FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO (°c)
VALOR MAXIMO	19.21	19.82
VALOR MINIMO	17.23	18.75
MEDIA	18.80	19.44
MEDIANA	19.10	19.66
ASIMETRIA	-1.917	-0.925
CURTOSIS	2.621	-0.897
VARIANZA	0.392	0.160
DESV. ESETAPAR	0.626	0.4
COEF. DE VARIACIÓN	0.033	0.021

En la tabla N° 23 se presenta la estadística descriptiva de la temperatura del agua en el sistema con flotador adaptado y el sistema con flotador impulsor mejorado. Los valores oscilaron entre 17.23 y 19.21 °C en el caso del flotador adaptado y entre 18.75 y 19.82 °C en el flotador impulsor mejorado, alcanzando medias de 18.80 y 19.44 °C respectivamente. Las medianas fueron cercanas a los promedios lo que indica estabilidad en ambos sistemas. La variabilidad fue baja con coeficientes de variación de 3.3 % en el sistema con flotador adaptado y de 2.1 % en el flotador impulsor mejorado, lo que refleja uniformidad en los registros. En cuanto a la forma de la distribución, el flotador adaptado mostró una asimetría negativa más marcada con una curtosis elevada que sugiere concentración de valores hacia la parte inferior del rango, mientras que el flotador impulsor mejorado presentó una asimetría negativa menos pronunciada y una distribución ligeramente aplanada. En conjunto los resultados permiten señalar que la temperatura del agua se mantuvo en un rango adecuado y estable, sin diferencias que afecten la continuidad del proceso de desinfección evaluado.

4.2.2.5 Resultado de coliformes totales y fecales

Tabla N° 24: Resultados de coliformes totales y fecales antes del reservorio (A) y en la última vivienda (U) para ambos sistemas.

N°	FLOTADOR ADAPTADO (UFC / ml)				FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO (UFC / ml)			
	AI		UI		AII		UII	
	CT	CF	CT	CF	CT	CF	CT	CF
1	1440	660	0	0	1440	660	0	0
2	1440	660	0	0	1440	660	0	0
3	1440	660	0	0	1440	660	0	0
4	1440	660	0	0	1440	660	0	0
5	1440	660	0	0	1440	660	0	0
6	1440	660	0	0	1440	660	0	0
7	1440	660	0	0	1440	660	0	0

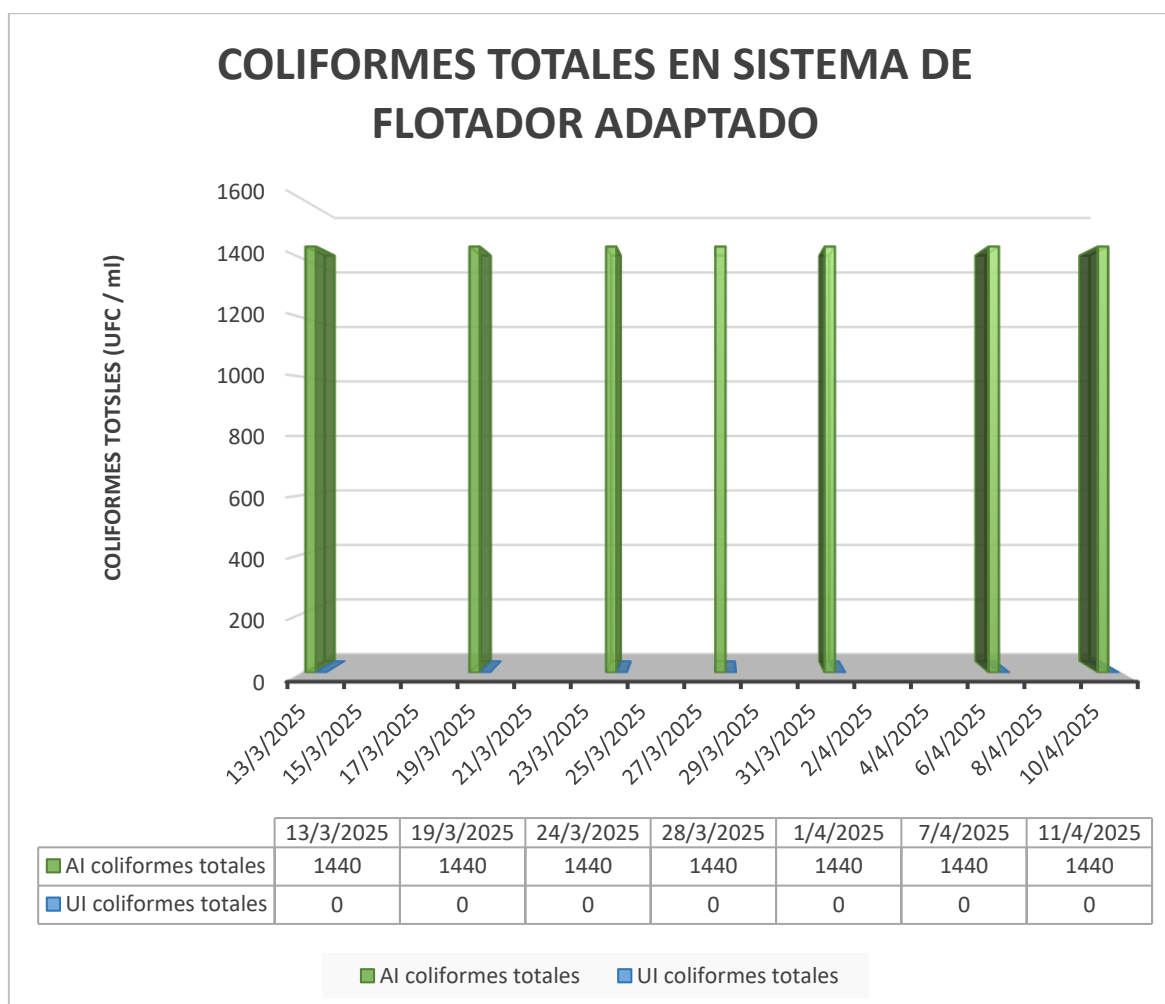
En la tabla N° 24 se muestra el análisis microbiológico, se realizó evaluando la presencia de coliformes totales y fecales en dos puntos clave: antes de la captación (A) y en la última vivienda (U), tanto para el sistema con flotador adaptado como para el sistema con flotador impulsor mejorado.

✓ **Sistema con flotador adaptado**

Tabla N° 25: Resultados de coliformes totales usando sistema de cloración con flotador adaptado

COLIFORMES TOTALES EN SISTEMA DE FLOTADOR ADAPTADO			
N°	FECHA	AI coliformes totales (UFC / ml)	UI coliformes totales (UFC / ml)
1	13/03/2025	1440	0
2	19/03/2025	1440	0
3	24/03/2025	1440	0
4	28/03/2025	1440	0
5	01/04/2025	1440	0
6	07/04/2025	1440	0
7	11/04/2025	1440	0

Gráfico N° 10: Comparación de coliformes totales en los dos puntos de muestreo (flotador adaptado)

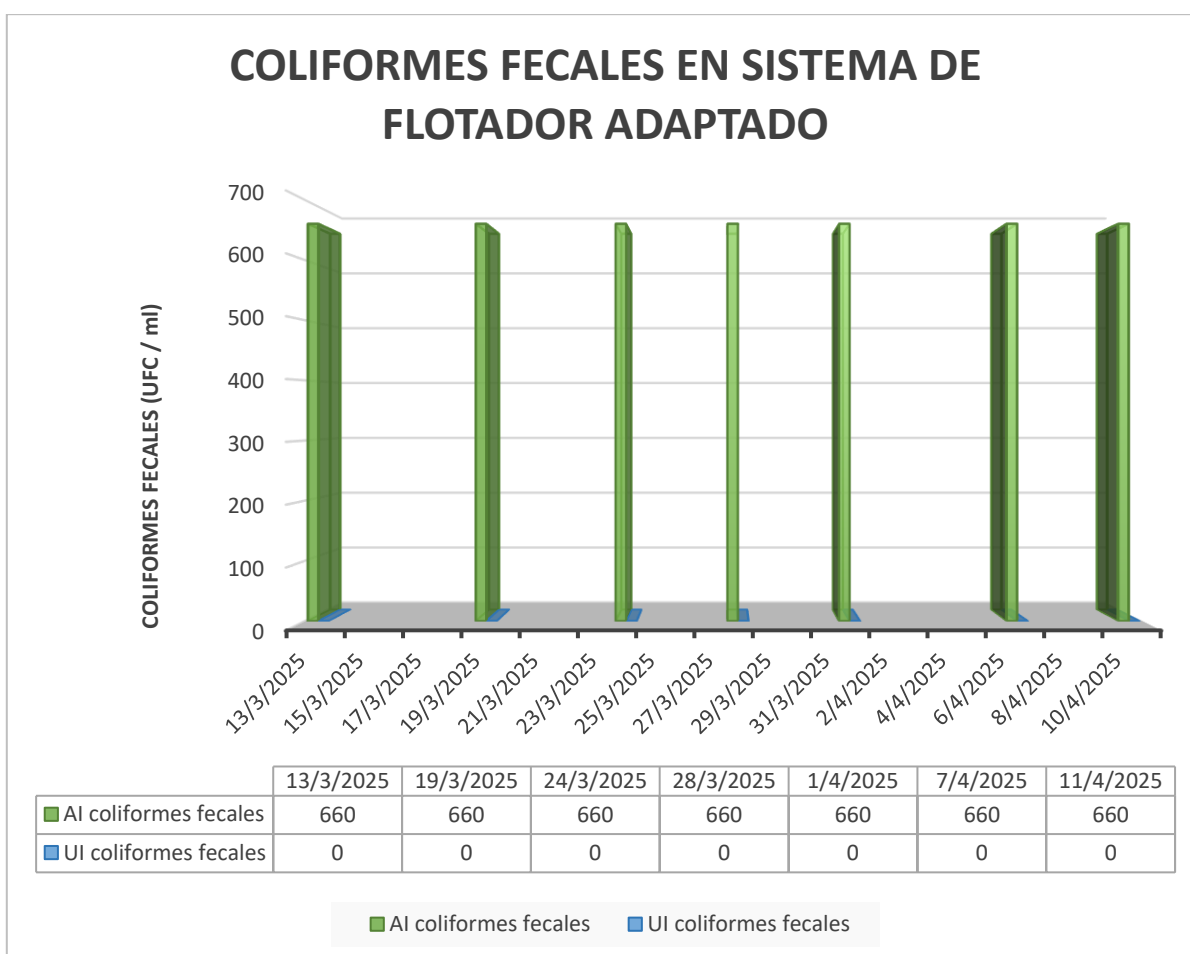


En el gráfico N° 10 se muestra que, durante los días de monitoreo, se detectaron niveles elevados de coliformes totales en la captación (AI), con una concentración constante de 1440 UFC/mL, lo que evidencia una contaminación significativa del recurso hídrico en su origen. En la última vivienda (UI), los valores fueron nulos en todos los días evaluados, lo que indica que el sistema con flotador adaptado logró una eliminación total de coliformes totales a lo largo de la red de distribución. Esta condición sugiere que, pese a las altas cargas microbiológicas iniciales, el proceso de desinfección fue efectivo en garantizar la calidad microbiológica del agua en el punto de consumo.

Tabla N° 26: Resultados de coliformes fecales usando sistema de cloración con flotador adaptado

COLIFORMES FECALES EN SISTEMA DE FLOTADOR ADAPTADO			
N°	FECHA	AI coliformes fecales (UFC / ml)	UI coliformes fecales (UFC / ml)
1	13/03/2025	660	0
2	19/03/2025	660	0
3	24/03/2025	660	0
4	28/03/2025	660	0
5	01/04/2025	660	0
6	07/04/2025	660	0
7	11/04/2025	660	0

Gráfico N° 11: Comparación de coliformes fecales en los dos puntos de muestreo (flotador adaptado)



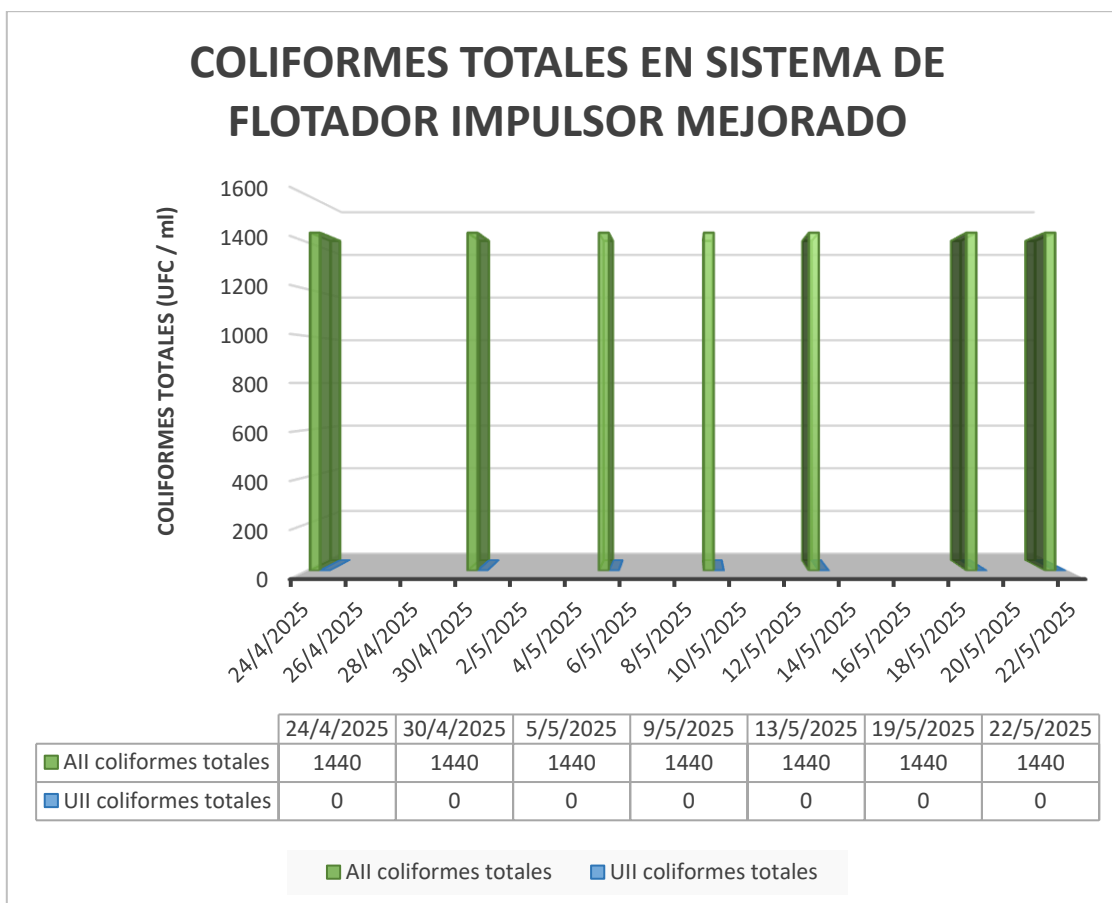
En el gráfico N° 11 se muestra los resultados de coliformes fecales durante los siete días de monitoreo mostraron una carga constante de 660 UFC/mL en el punto de captación (AI), evidenciando una contaminación fecal significativa en el recurso hídrico en su estado inicial. No obstante, al igual que en el caso de los coliformes totales, en la última vivienda (UI) no se detectó presencia de coliformes fecales en ninguno de los días evaluados, lo que indica que el sistema de flotador adaptado logró una eliminación completa de este tipo de microorganismos patógenos en la red de distribución. Estos resultados confirman la efectividad del proceso de desinfección, al menos bajo las condiciones operativas monitoreadas durante el periodo de evaluación.

✓ **Sistema con flotador impulsor mejorado**

Tabla N° 27: Resultados de coliformes totales usando sistema de cloración con flotador impulsor mejorado

COLIFORMES TOTALES EN SISTEMA DE FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO			
N°	FECHA	AII coliformes totales (UFC / ml)	UII coliformes totales (UFC / ml)
1	24/04/2025	1440	0
2	30/04/2025	1440	0
3	05/05/2025	1440	0
4	09/05/2025	1440	0
5	13/05/2025	1440	0
6	19/05/2025	1440	0
7	22/05/2025	1440	0

Gráfico N° 12: Comparación de coliformes totales en los dos puntos de muestreo (flotador impulsor mejorado)



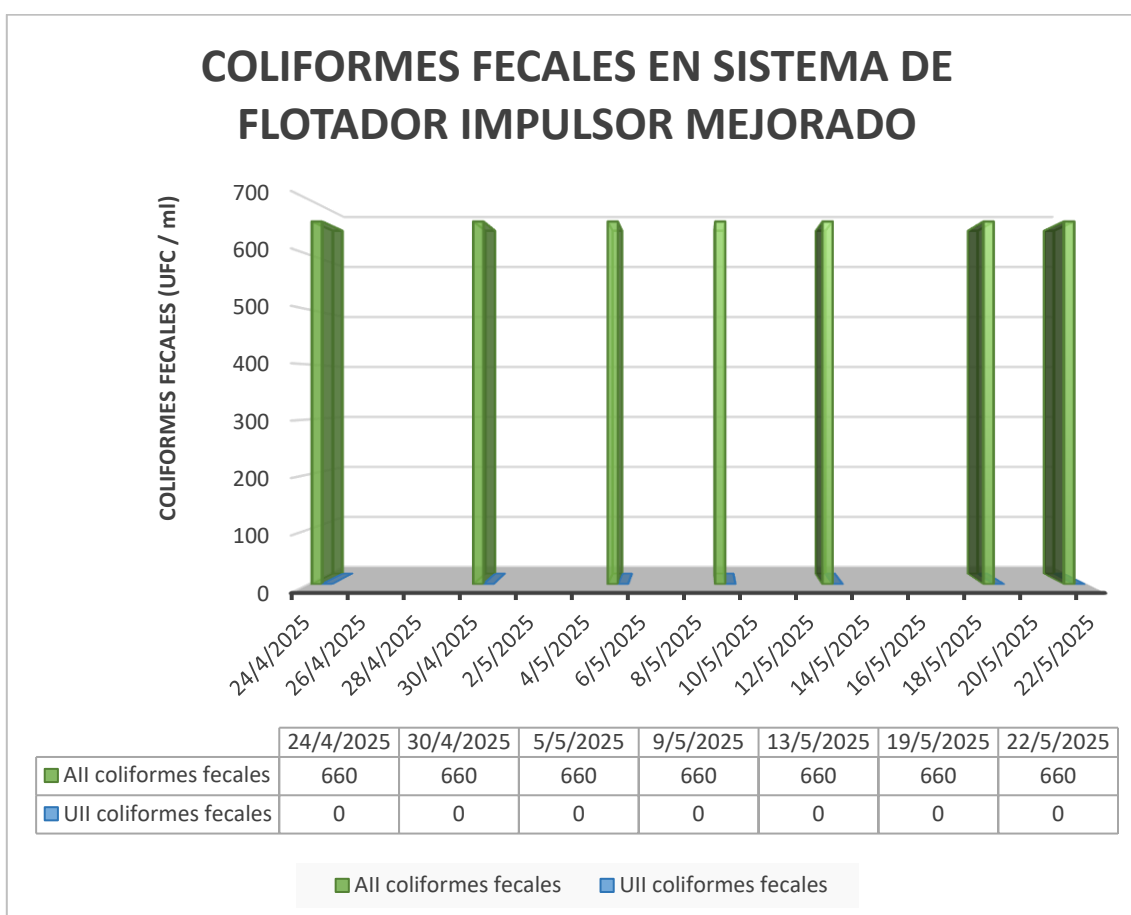
En el gráfico N° 12 se muestra que, durante los días de monitoreo en el sistema con flotador impulsor mejorado, se observó una presencia constante de 1440 UFC/mL de coliformes totales en el punto de ingreso (All), reflejando una alta carga microbiológica en el recurso hídrico captado. En la última vivienda (UII), se logró una eliminación total de coliformes en los siete días evaluados.

En conjunto, los resultados evidencian una alta efectividad del sistema de flotar impulsor mejorado en el control de coliformes totales.

Tabla N° 28: Resultados de coliformes fecales usando sistema de cloración con flotador impulsor mejorado

COLIFORMES FECALES EN SISTEMA DE FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO			
N°	FECHA	AII coliformes fecales (UFC / ml)	UII coliformes fecales (UFC / ml)
1	24/04/2025	660	0
2	30/04/2025	660	0
3	05/05/2025	660	0
4	09/05/2025	660	0
5	13/05/2025	660	0
6	19/05/2025	660	0
7	22/05/2025	660	0

Gráfico N° 13: Comparación de coliformes fecales en los dos puntos de muestreo (flotador impulsor mejorado)



En el grafico N° 13 en cuanto a coliformes fecales, el monitoreo del sistema con flotador impulsor mejorado mostró una carga constante de 660 UFC/mL en el punto de captación (All), lo cual confirma una contaminación fecal considerable en el recurso hídrico en su estado inicial. No obstante, en la última vivienda (Ull) se observó una eliminación completa de coliformes fecales en los siete días evaluados, reflejando una acción desinfectante efectiva y sostenida a lo largo de la red de distribución. Estos resultados consolidan el buen desempeño del sistema de desinfección con flotador impulsor mejorado frente a la contaminación microbiológica, incluso en el punto más alejado del sistema, donde habitualmente se presentan mayores riesgos sanitarios.

Por tanto, ambos sistemas fueron eficaces en garantizar la calidad microbiológica del agua al final de la red, por lo que ambos sistemas pueden considerarse efectivos desde el punto de vista sanitario.

4.3 Actividades de implementación y puesta en marcha del sistema.

En cumplimiento del tercer objetivo específico, se procedió a realizar la instalación del flotador impulsor mejorado en el sistema de cloración del centro poblado de Bellavista – Shupluy. Esta actividad se realizó con el apoyo del operario de la JASS local y de algunos miembros de la comunidad, quienes colaboraron activamente en la adecuación e incorporación del dispositivo al sistema existente.

4.3.1 Instalación de flotador impulsor mejorado

La instalación del nuevo dispositivo de cloración se llevó a cabo en el reservorio, lugar donde se realiza la dosificación del cloro mediante el sistema de goteo. Esta intervención se efectuó con la colaboración activa del operario de la JASS y de miembros de la comunidad previamente informados, quienes participaron tanto en la adecuación del sistema como en las labores de integración del nuevo flotador.

Durante la instalación se verificó el correcto ensamble y flotabilidad del dispositivo dentro del recipiente que contiene la solución clorada, asegurando una posición vertical estable que permita una dosificación continua. Además, se validó que los orificios de entrada en la parte inferior permitieran un acceso eficiente del agua hacia el depósito y que el sistema funcionara de manera autónoma sin necesidad de ajustes constantes, lo cual resulta ideal para entornos rurales con limitados recursos técnicos.

La implementación se realizó sin la necesidad de modificaciones estructurales mayores, lo cual reafirma la viabilidad práctica del diseño propuesto, el cual puede replicarse fácilmente en otros sistemas rurales que emplean cloración por goteo. Concluida esta fase, se procedió con el monitoreo correspondiente para evaluar el desempeño del nuevo sistema bajo condiciones reales de uso.

Foto N° 7: *Puesto en marcha del flotador impulsor mejorado*



Foto N° 8 *Flotador impulsor mejorado en funcionamiento*



4.3.2 Jornada de capacitación a los usuarios del sistema

Se desarrolló una jornada de capacitación presencial dirigida tanto a los usuarios del sistema de agua potable como al operador responsable del sistema. Esta jornada tuvo como finalidad reforzar las capacidades locales en torno a la desinfección del agua potable, así como garantizar el uso adecuado del nuevo sistema instalado.

Durante la capacitación, se abordaron de manera práctica y participativa los siguientes aspectos:

- Importancia de la cloración del agua, destacando su rol en la eliminación de patógenos responsables de enfermedades gastrointestinales.
- Frecuencia recomendada de cloración, estableciendo un intervalo cada 15 días, de acuerdo con las características del sistema y el consumo estimado.
- Preparación correcta de la solución madre utilizando hipoclorito de calcio al 70%, incluyendo el cálculo del peso de cloro necesario y su dilución.
- Aforo del caudal de ingreso al sistema, mediante la técnica de medición con recipiente y cronómetro, para estimar el volumen de agua que requiere desinfección.
- Calibración del sistema de cloración, ajustando las válvulas para controlar el flujo de dosificación.
- Limpieza y desinfección de componentes del sistema de agua potable, incluyendo reservorio, tuberías y cámara de cloración.
- Uso adecuado de equipos de protección personal (EPP) durante las labores de manipulación de cloro.
- Reconocimiento de fallas comunes en el sistema de cloración y cómo aplicar medidas correctivas básicas.

En el caso del operador del sistema, se desarrolló una sesión práctica individualizada, en la cual se simularon los pasos completos desde la preparación de la solución hasta la verificación de la dosificación en el sistema, utilizando el equipo real instalado. Esto permitió garantizar que el responsable directo de la operación comprendiera cada fase del proceso y adquiriera las habilidades necesarias para su manejo autónomo.

La jornada se desarrolló de forma presencial en el mismo centro poblado, utilizando recursos visuales como esquemas ilustrativos, materiales impresos y el propio flotador impulsor como herramienta pedagógica. La participación de los asistentes permitió resolver dudas concretas y promover el compromiso con el mantenimiento y vigilancia del sistema de agua potable.

Gracias a estas acciones, se fortalecieron las capacidades técnicas y comunitarias necesarias para asegurar la operación sostenible y segura del sistema de cloración, cumpliendo con los principios de gestión participativa del agua en zonas rurales.

Foto N° 9 : *Participación de los usuarios en la jornada de capacitación comunitaria*



Foto N° 10 : *Desarrollo de la jornada de capacitación en campo, con apoyo de material visual y demostrativo*



Foto N° 11 : *Capacitación en campo, al operador del sistema*



4.4 Contrastación de Hipótesis

4.4.1 Hipótesis de Investigación

La implementación del flotador impulsor mejorado permite mejorar la continuidad del sistema de desinfección durante 24 horas en el servicio de agua potable del centro poblado de Bellavista – Shupluy.

4.4.2 Hipótesis Estadística

H0: La implementación del flotador impulsor mejorado no permite mejorar la continuidad del sistema de desinfección durante 24 horas en el servicio de agua potable del centro poblado de Bellavista – Shupluy.

H1: La implementación del flotador impulsor mejorado permite mejorar la continuidad del sistema de desinfección durante 24 horas en el servicio de agua potable del centro poblado de Bellavista – Shupluy.

4.4.3 Nivel de Significación

Se definió un nivel de significación de $\alpha=0.05$ para los análisis estadísticos, lo que implica que se aceptó una probabilidad del 5% de error al rechazar una hipótesis nula verdadera (error Tipo I). Consecuentemente, los resultados obtenidos poseen un nivel de confiabilidad del 95%

4.4.4 Función de prueba

Antes de aplicar pruebas estadísticas para comparar los sistemas de cloración, fue necesario evaluar si los datos de cloro residual seguían una distribución normal. Este análisis es fundamental, ya que la elección entre pruebas paramétricas o no paramétricas depende del comportamiento estadístico de los datos. Para ello, se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, aplicándola por separado a los datos obtenidos con flotador adaptado y con flotador impulsor mejorado en los distintos puntos de monitoreo.

Tabla N° 29: Resultados de la prueba de normalidad para el cloro residual según tipo de flotador

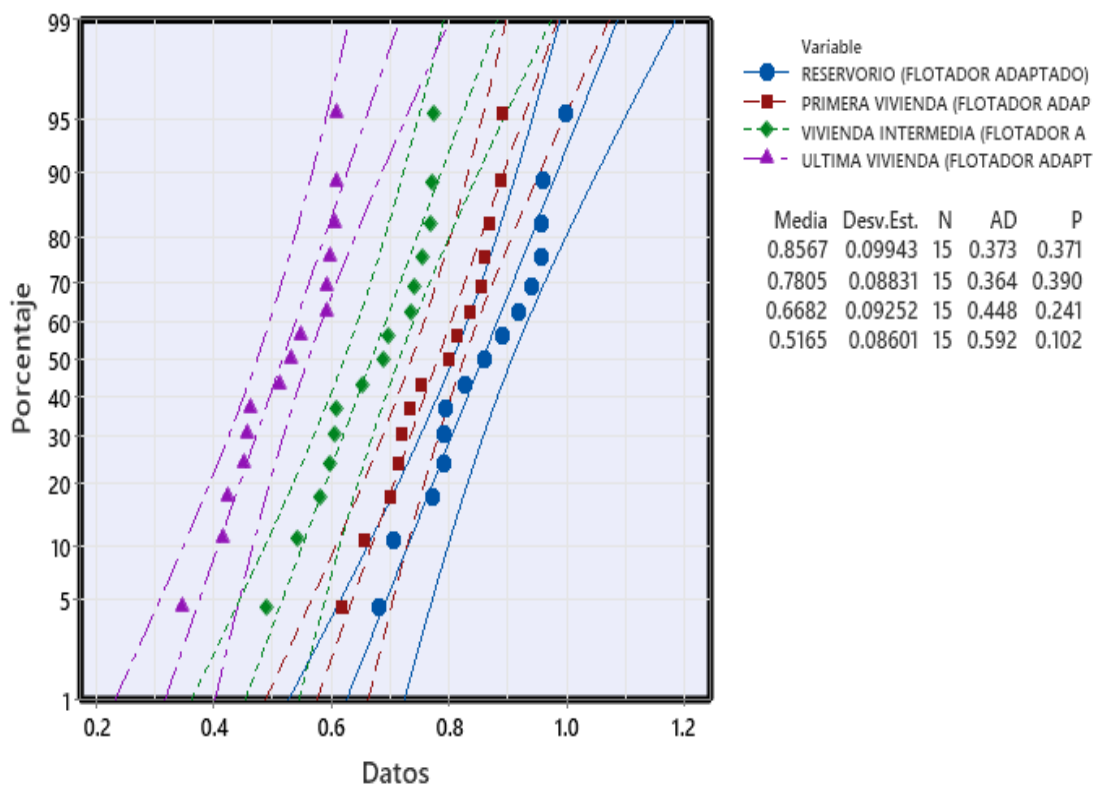
Variable	Shapiro wilk		Resultado
	GI	P valor	
Reservorio (flotador adaptado)	15	0.371	Distribución normal
Primera vivienda (flotador adaptado)		0.390	Distribución normal
Vivienda intermedia (flotador adaptado)		0.241	Distribución normal
Última vivienda (flotador adaptado)		0.102	Distribución normal
Reservorio (flotador impulsor mejorado)		0.017	Distribución no normal
Primera vivienda (flotador impulsor mejorado)		< 0.005	Distribución no normal
Vivienda intermedia (flotador impulsor mejorado)		< 0.005	Distribución no normal
Última vivienda (flotador impulsor mejorado)		0.013	Distribución no normal

En la tabla N° 29 se muestra la prueba de Shapiro-Wilk donde los datos del flotador adaptado siguen distribución normal con $p > 0.05$ en todos los puntos, mientras que los del flotador impulsor mejorado no lo hacen y tienen $p < 0.05$. Por ello, se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para comparar ambos sistemas.

Gráfico N° 14: Gráfica de probabilidad del cloro residual utilizando flotador adaptado

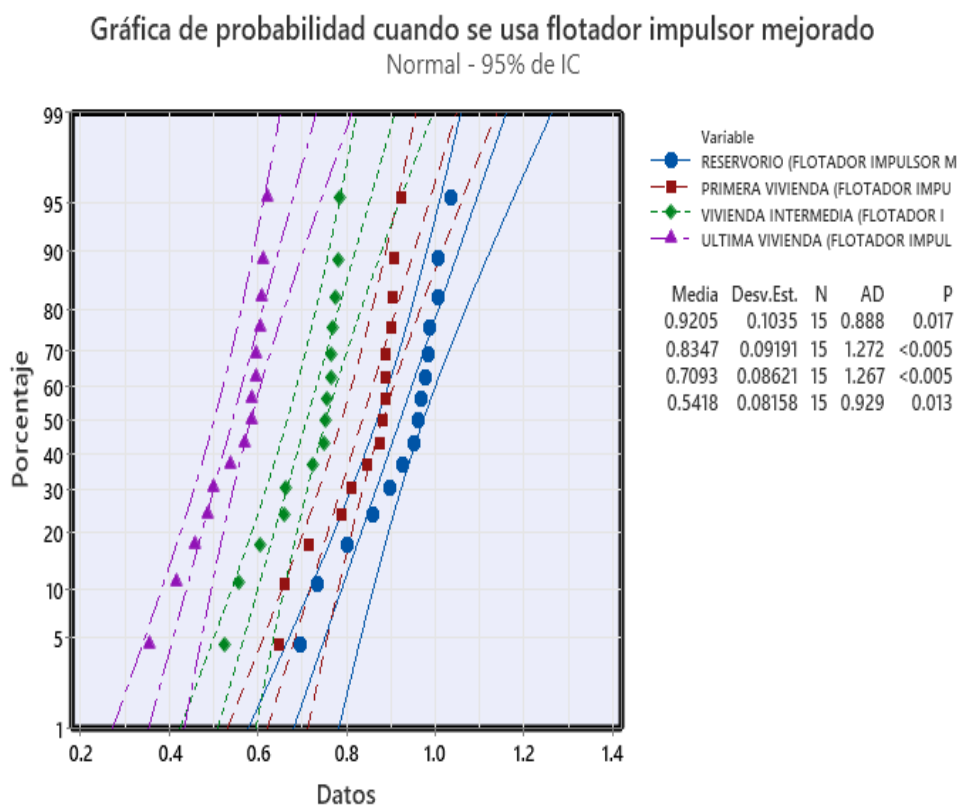
Gráfica de probabilidad cuando se usa flotador adaptado

Normal - 95% de IC



En el gráfico N° 14 se presentan los resultados del cloro residual evaluado con el uso del flotador adaptado, contrastando los valores observados con la distribución normal teórica para cada punto de monitoreo. Se observa que los datos tienden a alinearse adecuadamente sobre sus respectivas líneas de referencia, lo cual respalda visualmente el supuesto de normalidad. En el caso del reservorio se obtuvo una media de 0.8567 mg/L con un valor de p de 0.371, mientras que en la primera vivienda la media fue de 0.7805 mg/L con un p de 0.390. De manera similar, en la vivienda intermedia se registró una media de 0.6682 mg/L y un p de 0.241, y en la última vivienda la media alcanzó 0.5165 mg/L con un p de 0.102. Dado que todos los valores de p superan el umbral de 0.05, no se evidencian desviaciones estadísticamente significativas respecto a la normalidad. En consecuencia, los datos de cloro residual obtenidos con el flotador adaptado cumplen con el supuesto de normalidad, lo que habilita el uso de pruebas paramétricas en su análisis estadístico.

Gráfico N° 15: Gráfica de probabilidad del cloro residual utilizando flotador impulsor mejorado



En el gráfico N° 15 se presentan los resultados del cloro residual medido con el uso del flotador impulsor mejorado. A diferencia del sistema con flotador adaptado, los datos muestran un mayor grado de dispersión y un alejamiento notorio respecto a la línea teórica de normalidad, en especial en la vivienda intermedia y en la última vivienda. En el reservorio se obtuvo una media de 0.9205 mg/L con un valor de p de 0.017, mientras que en la primera vivienda la media alcanzó 0.8347 mg/L con un p inferior a 0.005. De igual manera, la vivienda intermedia registró una media de 0.7093 mg/L con un p menor a 0.005, y en la última vivienda la media fue de 0.5418 mg/L con un p de 0.013. Al encontrarse todos los valores de p por debajo del umbral de 0.05, se concluye que los datos no siguen una distribución normal. En consecuencia, el análisis estadístico de este conjunto de datos requiere la aplicación de métodos no paramétricos para la comparación entre grupos.

Debido a que los valores obtenidos del flotador impulsor mejorado no presentaron una distribución normal, y considerando que el cumplimiento de este supuesto es fundamental para la aplicación de pruebas paramétricas, se optó por emplear una prueba no paramétrica. En este caso, se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney, esta prueba fue seleccionada dado que los datos obtenidos no presentan una distribución normal, se recurrió a una prueba estadística no paramétrica para compararlos. La prueba U de Mann-Whitney permite analizar si existen diferencias significativas entre dos grupos independientes, sin necesidad de que los datos sigan una distribución específica. Esta prueba evalúa si los valores de un grupo tienden a ser mayores o menores que los del otro, sin asumir igualdad de medias, lo que la convierte en una opción adecuada para este tipo de análisis. (Shier, 2004)

4.4.5 Regla de decisión para la prueba U de Mann-Whitney

Con el fin de contrastar los resultados obtenidos con ambos sistemas de dosificación, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney. Para ello, se estableció el siguiente criterio:

- Si el valor de p es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0), aceptando que existe una diferencia significativa entre las concentraciones de cloro residual obtenidas con el flotador adaptado y con el flotador impulsor mejorado.

- Si el valor de p es mayor o igual a 0.05, no se rechaza la hipótesis nula, asumiendo que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos sistemas.

4.4.6 Aplicación de la prueba U de Mann–Whitney

Una vez establecida la regla de decisión, se procedió a aplicar la prueba estadística U de Mann–Whitney con el propósito de comparar los niveles de cloro residual obtenidos mediante el flotador adaptado y el flotador impulsor mejorado. Esta prueba fue seleccionada debido a que los datos obtenidos con el sistema del flotador impulsor mejorado no presentaron una distribución normal, condición que justifica el uso de métodos no paramétricos.

El análisis estadístico se llevó a cabo en los cuatro puntos de muestra definidos en el sistema: reservorio, primera vivienda, vivienda intermedia y última vivienda. Para cada uno de estos puntos se contrastaron los valores promedios diarios registrados durante los quince días de evaluación por sistema.

Tabla N° 30: *Calculo estadístico con U de Mann–Whitney para el reservorio*

Muestra	N	Mediana
Flotador impulsor mejorado	15	0.96375 mg/L
Flotador adaptado	15	0.86125 mg/L
Estimación de la diferencia		Valor
Diferencia ($\eta_1 - \eta_2$) estimada		0.06625
Límite inferior (IC 95%)		0.00875
Confianza lograda		95.15%
Estadístico W		281
Valor p		0.023

En la tabla N° 30 la prueba de Mann-Whitney evidenció que el sistema con flotador impulsor mejorado presentó una mayor continuidad del cloro residual en el reservorio con mediana de 0.96375 mg/L, en comparación con el sistema adaptado que tuvo una mediana de 0.86125 mg/L. Esta diferencia fue estadísticamente significativa con p de 0.023 que es menor a 0.05, con una diferencia estimada de

0.06625 mg/L y un intervalo de confianza del 95%, lo cual respalda que el sistema con flotador impulsor mejorado ofrece una dosificación más estable en este punto del sistema.

Tabla N° 31: *Calculo estadístico con U de Mann–Whitney para la primera*

Muestra	N	Mediana
Flotador impulsor mejorado	15	0.88250 mg/L
Flotador adaptado	15	0.79875 mg/L
Estimación de la diferencia		Valor
Diferencia ($\eta_1 - \eta_2$) estimada		0.05125
Límite inferior (IC 95%)		0.00875
Confianza lograda		95.15%
Estadístico W		278
Valor p		0.031

En la tabla N° 31 la prueba de Mann-Whitney evidenció que el sistema con flotador impulsor mejorado presentó una mayor continuidad del cloro residual en la primera vivienda con mediana de 0.88250 mg/L, en comparación con el sistema adaptado que tuvo mediana de 0.79875 mg/L. Esta diferencia fue estadísticamente significativa con p igual a 0.031 que es menor a 0.05, con una diferencia estimada de 0.05125mg/L y un intervalo de confianza del 95%, lo cual respalda que el sistema con flotador impulsor mejorado ofrece una dosificación más estable en este punto del sistema.

Tabla N° 32: *Calculo estadístico con U de Mann–Whitney para la vivienda intermedia*

VIVIENDA INTERMEDIA		
Muestra	N	Mediana
Flotador impulsor mejorado	15	0.75375 mg/L
Flotador adaptado	15	0.68875 mg/L
Estimación de la diferencia		Valor
Diferencia ($\eta_1 - \eta_2$) estimada		0.03
Límite inferior (IC 95%)		-0.005
Confianza lograda		95.15%
Estadístico W		264
Valor p		0.099

En la tabla N° 32 la prueba de Mann-Whitney evidenció que el sistema con flotador impulsor mejorado presentó una mayor continuidad del cloro residual en la

vivienda intermedia con una mediana de 0.75375 mg/L, en comparación con el sistema adaptado que tuvo mediana de 0.68875 mg/L. No obstante, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ya que p es 0.099, y es mayor a 0.05, con una diferencia estimada de 0.03 mg/L y un intervalo de confianza del 95%. Esta falta de significancia podría atribuirse a factores como la ubicación intermedia del punto respecto al reservorio, la variabilidad en el consumo de agua en determinados horarios, o a posibles pérdidas de cloro residual durante el recorrido, debido a condiciones climáticas como mayor temperatura ambiental o turbulencia en las tuberías.

Tabla N° 33: *Calculo estadístico con U de Mann–Whitney para la última vivienda*

Muestra	N	Mediana
Flotador impulsor mejorado	15	0.58625 mg/L
Flotador adaptado	15	0.53125 mg/L
Estimación de la diferencia		Valor
Diferencia ($\eta_1 - \eta_2$) estimada		0.015
Límite inferior (IC 95%)		-0.01375
Confianza lograda		95.15%
Estadístico W		252.5
Valor p		0.209

En la tabla N° 33 la prueba de Mann-Whitney evidenció que el sistema con flotador impulsor mejorado presentó una mayor continuidad del cloro residual en la última vivienda con una mediana de 0.58625 mg/L, en comparación con el sistema adaptado que tuvo mediana de 0.53125 mg/L. No obstante, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ya que p es 0.209, y es mayor a 0.05, con una diferencia estimada de 0.03 mg/L y un intervalo de confianza del 95%. Esta ausencia de significancia podría deberse a que, al tratarse de un punto lejano al reservorio, el cloro residual tiende a disminuir por la degradación natural del desinfectante a lo largo del sistema de distribución. Además, es posible que el efecto del sistema mejorado se haya atenuado con el paso de los días, ya sea por un ligero desgaste del mecanismo, por factores ambientales como la temperatura del agua, o por una mayor demanda de cloro en las tuberías más alejadas, donde pueden acumularse biofilm o materia orgánica. Estos factores podrían haber dificultado mantener una diferencia estadística clara respecto al sistema anterior, a pesar de observarse una mediana más alta.

Con el fin de evaluar la hipótesis planteada respecto a la mejora en la continuidad del sistema de desinfección mediante el uso de un flotador impulsor mejorado de goteo, se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, dado que la distribución de los datos correspondientes al nuevo sistema no cumplía con los supuestos de normalidad. Esta prueba se aplicó a los valores de cloro residual registrados en los cuatro puntos de monitoreo: reservorio, primera vivienda, vivienda intermedia y última vivienda.

Tabla N° 34: *Resumen del valor p obtenido en cada punto*

Punto de MUESTRA	Valor p	Diferencia significativa
Reservorio	0.023	Sí
Primera vivienda	0.031	Sí
Vivienda intermedia	0.099	No
Última vivienda	0.209	No

En la tabla N° 34 los resultados permiten rechazar la hipótesis nula en los dos primeros puntos de la red, donde se hallaron diferencias estadísticamente significativas con $p < 0.05$. Esto indica que el sistema mejorado logró mantener una mayor concentración de cloro residual en el reservorio y la primera vivienda durante las 24 horas de funcionamiento continuo, en comparación con el sistema adaptado convencional. En contraste, en la vivienda intermedia y la última vivienda no se alcanzaron niveles de significancia estadística. A pesar de ello, se registraron valores de cloro residual ligeramente superiores con el uso del flotador impulsor mejorado, lo que sugiere un comportamiento más estable y continuo, aunque insuficiente aún para confirmar una mejora significativa desde el punto de vista estadístico.

Decisión de hipótesis

Los resultados obtenidos muestran que en el reservorio con valor de p igual a 0.023 y en la primera vivienda con valor de p igual a 0.031 se alcanzaron diferencias estadísticamente significativas menores al nivel de significancia de 0.05. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyéndose que la implementación del flotador impulsor mejorado permite mejorar la continuidad del sistema de desinfección durante 24 horas en el servicio de agua potable del centro poblado de Bellavista – Shupluy.

5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Discusión 01:

Se diseñó el clorador impulsor para la instalación en el sistema de agua del centro poblado y dosificar la concentración de cloro en el sistema de agua para consumo.

El diseño del clorador impulsor desarrollado en esta investigación responde a una necesidad específica en zonas rurales como Bellavista – Shupluy: asegurar una dosificación estable y continua de cloro en el sistema de agua potable, sin recurrir a fuentes de energía ni depender de personal especializado para su operación diaria. Para cumplir con este objetivo, se propuso una modificación funcional del sistema tradicional de cloración con flotador adaptado, modificándola por un flotador impulsor mejorado que regula de manera más precisa la salida del cloro desde el dispositivo hacia el reservorio.

Este enfoque se basa en los principios de la cloración pasiva, ampliamente utilizados en comunidades rurales, pero propone una mejora significativa en cuanto a estabilidad y autonomía del sistema. A diferencia de los dispositivos convencionales (flotador adaptado), el flotador impulsor mejorado mejora la dosificación al responder dinámicamente a los niveles de agua, evitando interrupciones o excesos en la aplicación del desinfectante. En cuanto al proceso de dosificación en sí, se aplicó una fórmula previamente establecida para calcular la cantidad de cloro necesaria por volumen de agua tratada, asegurando así que las concentraciones se mantuvieran dentro de los parámetros establecidos por la normativa nacional para agua potable.

Además, uno de los aspectos más destacables del prototipo es que no requiere modificar todo el sistema de flotador adaptado existente. Su diseño permite que, con una intervención mínima, específicamente el reemplazo del flotador adaptado por un flotador impulsor mejorado, se pueda adaptar el mecanismo ya instalado, manteniendo la estructura general del sistema. Esta característica lo convierte en una alternativa técnicamente viable, de bajo costo y de fácil construcción, lo que la hace accesible para otras comunidades con condiciones similares. La simplicidad en su implementación, sin necesidad de herramientas sofisticadas ni personal altamente capacitado, representa una ventaja adicional para su replicabilidad.

Documentos técnicos nacionales como el Manual del hipoclorador de goteo con doble recipiente (SABA, 2018) y el Manual de operación y mantenimiento del hipoclorador con flotador (SABA plus, 2018) recomiendan sistemas pasivos precisamente por su eficiencia, bajo costo y facilidad de instalación. No obstante, en ambos casos se reconoce que su efectividad depende de una correcta calibración y del diseño del mecanismo dosificador. El prototipo diseñado en este estudio responde a esa necesidad al integrar un componente que permite mantener la dosis de cloro más constante, ajustándose a las variaciones del flujo de entrada del reservorio.

Este planteamiento técnico coincide con lo descrito por (Lozano, 2022), quien comparó sistemas de inyección directa y por goteo en Yungay – Áncash, y concluyó que los sistemas pasivos, bien calibrados y diseñados conforme a las condiciones locales, permiten alcanzar una dosificación estable con bajo costo operativo. Así, la propuesta del flotador impulsor se presenta como una solución viable, eficiente y reproducible en otros contextos rurales similares.

Además, la propuesta técnica se ve respaldada por experiencias exitosas a nivel internacional. Investigaciones como la de (Delaire y otros, 2024) (realizada en Ghana) compararon sistemas pasivos con la cloración manual, observando que los pasivos lograron mantener el cloro dentro del rango adecuado en el 86 % de los casos, mostrando mayor estabilidad y menor dependencia del operador. De manera similar, (Locher y otros, 2024), en Guatemala destacaron la efectividad de los dispositivos pasivos de bajo costo, que lograron reducir significativamente bacterias como *E. coli* y mantener el cloro en valores aceptables en la mayoría de las muestras.

Por otro lado, el estudio de (Lindermark y otros, 2023), en Honduras demostró que, cuando se combinan sistemas pasivos con un acompañamiento técnico periódico, se logra mejorar sustancialmente la continuidad de la desinfección en redes comunitarias. Este hallazgo es coherente con la experiencia obtenida en Bellavista, donde el diseño implementado requiere una mínima intervención y se adapta fácilmente a las condiciones del sistema local.

El sistema de desinfección con flotador impulsor mejorado propuesto no solo cumple con las condiciones técnicas necesarias para operar en contextos rurales, sino que además representa una mejora práctica respecto a modelos tradicionales, al lograr

una dosificación más estable y continua. Su simplicidad, bajo requerimiento de mantenimiento y adaptabilidad lo convierten en una alternativa viable y replicable para otras comunidades con características similares.

Discusión 02:

Comparar la continuidad de cloro durante 24 horas de operación entre el sistema de flotador impulsor mejorado y el de flotador adaptado

El propósito de este objetivo fue evaluar si el sistema de flotador impulsor mejorado permite una mayor continuidad y efectividad del cloro residual durante 24 horas de operación, en comparación con el sistema tradicional de flotador adaptado. Para ello, se analizaron diferentes puntos de la red de distribución: reservorio, primera vivienda, vivienda INTERMEDIA y última vivienda. Además del cloro, se incluyeron otros parámetros críticos: coliformes totales y fecales, pH, turbidez, conductividad y temperatura, todos estrechamente vinculados con el proceso de desinfección y la estabilidad del cloro residual.

En los dos primeros puntos (reservorio y primera vivienda), ambos sistemas cumplieron el 100 % de las mediciones dentro del rango permitido por el D.S. N.º 031-2010-SA, es decir, ≥ 0.5 mg/L de cloro residual. Sin embargo, el sistema impulsor mejorado mostró una mayor estabilidad, con medianas superiores (0.96 y 0.88 mg/L frente a 0.86 y 0.79 mg/L), y diferencias estadísticamente significativas según la prueba de U de Mann–Whitney ($p = 0.023$ y $p = 0.031$ respectivamente), lo cual evidencia una dosificación más controlada.

En los puntos más alejados (vivienda intermedia y última vivienda), se evidenció una diferencia práctica relevante. Si bien no se alcanzó significancia estadística ($p = 0.099$ y $p = 0.209$), el sistema mejorado logró mantener una mediana más alta en ambos casos (0.75 y 0.59 mg/L), y cumplió con el 100 % y 66.67 % de las muestras en rango, superando al flotador adaptado (93.33 % y 60.00 % respectivamente). Esta mejora, aunque moderada, tiene un impacto importante desde el punto de vista sanitario, pues indica que el flotador impulsor conserva una mayor proporción de cloro activo a medida que el agua avanza por la red.

El comportamiento observado en Bellavista – Shupluy se alinea con los hallazgos de (León, 2018), quien en una experiencia previa en la misma zona concluyó que la concentración de cloro tiende a disminuir conforme el agua se aleja del punto de dosificación, y que los dispositivos de goteo deben optimizarse para mantener su eficacia. (Chuquitucto, 2022), por su parte, reportó una mayor eficiencia en sistemas de flujo pasivo bien diseñados, especialmente en tramos medios y finales de la red, lo que respalda el enfoque de mejora propuesto.

Este comportamiento también se alinea con lo señalado por (Lozano, 2022), quien al comparar el sistema de inyección directa con el de goteo en el distrito de Yungay – Áncash, encontró que los sistemas pasivos bien diseñados pueden mantener concentraciones de cloro dentro del rango normativo, siempre que se realice una adecuada calibración. Su estudio remarca que, aunque los sistemas activos permiten mayor control técnico, los pasivos resultan más sostenibles en zonas rurales por su bajo costo y facilidad operativa, similar a lo observado con el flotador impulsor mejorado implementado en Bellavista.

Además, se evidenció un comportamiento favorable en el pH, el cual se mantuvo dentro del rango óptimo (6.5 – 8.5) durante toda la operación, condición indispensable para que el cloro actúe de forma efectiva. Esto concuerda con lo reportado por (Palacios & Taípe, 2021), quienes demostraron que valores de pH fuera de ese intervalo disminuyen la eficiencia de la cloración, incluso si la dosificación es adecuada. En este estudio, al mantenerse el pH en niveles compatibles, se asegura que la concentración medida de cloro corresponde efectivamente a cloro libre activo.

En cuanto a los coliformes totales y fecales, se observó que con ambos sistemas se logró una eliminación completa en la última vivienda, lo que representa un logro importante del sistema rural de cloración, pese a su simplicidad. Esta situación es coherente con lo informado por (Locher y otros, 2024), quienes demostraron que los sistemas pasivos bien calibrados logran mantener una desinfección efectiva en redes de difícil acceso, reduciendo más del 90 % de bacterias como *E. coli*.

Por otro lado, la turbidez, la conductividad y la temperatura se mantuvieron dentro de los rangos aceptables según normativa, sin representar un riesgo significativo para la estabilidad del cloro residual. Sin embargo, se identificó una

diferencia contextual importante entre ambas etapas de monitoreo: durante la aplicación del sistema con flotador adaptado, las mediciones coincidieron con una época de lluvias, lo que generó una mayor turbidez en el sistema. En cambio, los monitoreos realizados con el flotador impulsor mejorado se llevaron a cabo en una etapa de menor precipitación, lo que resultó en niveles de turbidez más bajos. Esta diferencia en las condiciones ambientales puede haber influido en la persistencia del cloro libre, ya que el arrastre de sólidos y materia orgánica durante las lluvias tiende a consumir el cloro residual más rápidamente. Tal como lo señalan (Sousa y otros, 2024), factores como la turbidez, la temperatura y la carga orgánica son determinantes en la degradación del cloro en sistemas rurales, especialmente en tramos más alejados. Por tanto, es posible que la menor turbidez observada con el flotador impulsor mejorado haya contribuido a una mayor estabilidad del desinfectante en viviendas intermedias y finales. La estabilidad del sistema con flotador impulsor mejorado también se evidencia en indicadores estadísticos como el coeficiente de variación, que fue menor en todas las ubicaciones comparadas con el flotador adaptado, lo que refleja un comportamiento más uniforme y predecible. Este aspecto coincide con lo descrito por (Fernandez y Cruz, 2021) y (SABA, 2018), quienes subrayan la importancia de la precisión en la dosificación para garantizar la eficiencia del sistema a lo largo del día.

En complemento, aunque el cálculo de la dosis se realizó utilizando una fórmula establecida, la verdadera ventaja operativa del sistema impulsor radica en su capacidad de mantener esa dosificación sin ajustes manuales. A diferencia de otras tecnologías, el presente diseño no requiere modificar toda la estructura existente; basta con reemplazar el flotador adaptado, lo que representa una mejora técnica de bajo costo, fácil instalación y gran replicabilidad. Esta característica ha sido destacada en los manuales de (SABA plus, 2018) como un factor clave para asegurar la sostenibilidad de los sistemas de agua rurales.

El sistema de flotador impulsor mejorado no solo mejora la continuidad del cloro en los puntos críticos de la red, sino que además se adapta a las condiciones físicas del sistema sin requerir grandes intervenciones, siendo técnica, operativa y sanitariamente más eficiente que el flotador adaptado. La integración de parámetros

como coliformes, pH y condiciones fisicoquímicas refuerzan esta conclusión y posicionan al diseño como una alternativa sólida para comunidades rurales que enfrentan limitaciones técnicas y presupuestarias.

Discusión 03:

La implementación del sistema de cloración con flotador impulsor mejorado en el centro poblado de Bellavista – Shupluy respondió a la necesidad de mejorar la desinfección del agua potable en zonas rurales, donde la continuidad del cloro suele verse afectada por deficiencias en el diseño, operación o mantenimiento de los sistemas tradicionales. Esta etapa fue determinante para comprobar que el sistema diseñado no solo funcionaba técnicamente, sino que además era viable de implementar con recursos locales y bajo una lógica de sostenibilidad.

Un punto clave fue que la instalación del nuevo sistema no implicó una modificación completa de la infraestructura preexistente. Bastó con reemplazar el flotador adaptado por un componente rediseñado, manteniendo el principio del goteo pasivo. Esto permitió reducir costos, simplificar el proceso de implementación y evitar interrupciones prolongadas en el servicio. A nivel operativo, el sistema impulsor mostró una mejor adaptación al funcionamiento diario del reservorio, regulando de manera más precisa la liberación del cloro y manteniendo una dosificación constante a lo largo del día.

La experiencia obtenida concuerda con lo planteado en los manuales técnicos nacionales como el del hipoclorador de doble recipiente (SABA, 2018) y el del sistema por flotador (SABA plus, 2018), donde se resalta que estos métodos son eficaces siempre que se ejecuten con una instalación correcta, calibración adecuada y seguimiento inicial. En concordancia con ello, y como parte de la implementación del sistema en Bellavista, se capacitó al operador del sistema de agua potable en aspectos clave como la preparación de la solución madre, calibración del sistema y tiempo de recarga de la solución madre, asegurando así su correcto funcionamiento y reduciendo la dependencia de asistencia técnica externa. Esta acción refuerza el componente de sostenibilidad, ya que garantiza la autonomía operativa del sistema dentro de la comunidad. En esa línea, el estudio de (Siesquen & Cesar, 2019) en Túcume resalta

que la sostenibilidad de los sistemas de agua rural depende en gran medida de la capacitación de los operadores y del fortalecimiento de la gestión local, aspectos que también se contemplaron en la presente investigación. En Bellavista, se desarrollaron sesiones de orientación con el comité de agua para garantizar la comprensión del nuevo sistema y su adecuada operación diaria.

Asimismo, los resultados obtenidos en campo muestran que la puesta en marcha fue exitosa, con una operación continua del sistema mejorado, sin fallos mecánicos ni interrupciones. El control de parámetros como el coeficiente de variación y la desviación estándar permitió verificar que el flotador impulsor logró estabilizar la concentración de cloro incluso en horarios de mayor demanda, lo cual se alinea con lo evidenciado por (Locher y otros, 2024), quienes evaluaron un sistema pasivo similar en Guatemala y demostraron su efectividad en mantener los niveles de cloro dentro del rango normativo.

Por su parte, (Lindermark y otros, 2023) enfatizaron que, además del diseño pasivo, el acompañamiento técnico y la supervisión periódica contribuyen a la mejora sostenida de la calidad del agua. Esta visión también se aplica al caso de Bellavista, donde la implementación fue acompañada por observaciones técnicas y ajustes menores que permitieron mejorar la operatividad del sistema.

El sistema con flotador impulsor mejorado se implementó con éxito, demostrando que su sencillez constructiva, bajo costo y fácil integración al sistema existente lo convierten en una alternativa factible para comunidades rurales. Además, su puesta en marcha valida que la sostenibilidad operativa no solo depende del diseño, sino también del involucramiento de la comunidad y de una correcta capacitación, tal como sostienen diversos antecedentes nacionales e internacionales.

6 CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

6.1 Conclusiones

- ✓ Se diseñó e implementó un clorador impulsor mejorado para su instalación en el sistema de agua del centro poblado de Bellavista – Shupluy, obteniéndose un dispositivo funcional y eficiente para la dosificación de cloro. A partir del aforo realizado, se determinó un caudal de ingreso al reservorio de 0.15 L/s, en función del cual se dosificaron 420 g de hipoclorito de calcio al 70 %, suficientes para 15 días de operación continua. La solución madre fue almacenada en un reservorio auxiliar de 600 litros y dosificada de manera regulada mediante goteo, con un caudal aproximado de 27.78 ml/min. Esta configuración técnica garantizó que el cloro ingresara al sistema proporcionalmente al volumen de agua cruda, manteniendo niveles adecuados de desinfección para el consumo humano.
- ✓ La comparación entre el sistema de flotador impulsor mejorado y el flotador adaptado evidenció que el primero logró una mayor continuidad y estabilidad en la concentración de cloro residual a lo largo del sistema de distribución, alcanzando en el reservorio y la primera vivienda un 100 % de cumplimiento del rango normativo (≥ 0.5 mg/L). En la vivienda intermedia, la tasa se incrementó del 93.33 % al 100 %, y en la última vivienda, del 60.00 % al 66.67 %. Esta mejora se respalda con la prueba estadística de U de Mann–Whitney, donde se identificaron diferencias significativas en el reservorio ($p = 0.023$) y en la primera vivienda ($p = 0.031$), lo que permite afirmar que el sistema mejorado ofreció una dosificación más eficiente. En la vivienda intermedia ($p = 0.099$) y en la última vivienda ($p = 0.209$), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, aunque sí se evidenció una mejora operativa en el comportamiento del cloro.
- ✓ El Se lograron desarrollar satisfactoriamente las actividades de implementación y puesta en marcha del flotador impulsor mejorado en el sistema de agua de Bellavista – Shupluy. La instalación se realizó sin requerir modificaciones estructurales y con la participación activa de la JASS y la comunidad, lo que facilitó su adaptación al sistema existente. Asimismo, las

jornadas de capacitación permitieron fortalecer las capacidades locales, garantizando la correcta operación y el mantenimiento del dispositivo, asegurando así su sostenibilidad en el tiempo.

6.2 Recomendaciones

- Para futuros estudios, se recomienda realizar monitoreos de cloro residual y parámetros microbiológicos en periodos con condiciones climáticas más estables, evitando épocas de lluvias intensas o variaciones abruptas de temperatura. Esto permitirá obtener resultados más precisos y comparables, reflejando el verdadero desempeño del sistema de cloración en condiciones controladas y representativas.
- En futuros estudios, se sugiere realizar un seguimiento a largo plazo del sistema implementado, incluyendo monitoreos periódicos de coliformes totales y fecales, cloro residual, pH, turbidez, conductividad y temperatura. Esta evaluación sostenida permitirá identificar posibles variaciones estacionales y garantizar la sostenibilidad del sistema en el tiempo.
- Se recomienda evaluar el desempeño del flotador impulsor mejorado aplicando otros diseños experimentales (como diseños de medidas repetidas o estudios comparativos en paralelo con otros sistemas de cloración pasiva), a fin de fortalecer la validez de los resultados.
- Para la replicabilidad, se sugiere implementar el mismo sistema en otras comunidades rurales con diferentes características topográficas, climáticas y de consumo, lo cual permitirá contrastar resultados y generar evidencia sobre la versatilidad del dispositivo.
- Se aconseja complementar futuros estudios con un análisis de costos, durabilidad de materiales y eficiencia energética pasiva, de manera que se pueda establecer un modelo integral de factibilidad técnica y económica para la implementación a mayor escala.
- Se aconseja acompañar la implementación del sistema con un programa de fortalecimiento de capacidades técnicas, dirigido al operador del sistema y al comité de agua. La capacitación continua y el soporte técnico periódico son fundamentales para asegurar la correcta operación, mantenimiento y ajuste del sistema de cloración pasiva.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGB Labs, C. (2024). *Calidad del agua de consumo, el cloro residual como indicador*. Santiago.
- APHA. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd ed.)*. APHA.
- Arispe, C. (2020). *La investigación científica*. Lima.
- Barrenechea, M. (2004). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua*. Lima.
- Batram, Corrales, Davison, Deere, Drury, Gordon, & Howard. (2009). *Manual del plan de seguridad del agua (Manual WSP): Gestión de riesgos paso a paso para proveedores de agua potable (1.ª edición)*.
- CARE, P. (2018). *Compendio de innovaciones tecnológicas en agua y saneamiento rural*. Lima: Proyecto SABA Plus.
- Chuquitucto, J. (2022). *Eficiencia de la cloración del agua*. Cajamarca.
- Clayton, Thrn, & Reunolds. (2021). *La eficacia de los desinfectantes a base de cloro contra las bacterias planctónicas y de biopelícula para el suministro de agua potable en puntos de uso descentralizados*. Clean water.
- Crider, Sainju, Shrestha, Clair-Caliot, Schertenleib, Kunwar, . . . Ray. (2022). *Evaluación de la cloración pasiva a nivel de sistema en sistemas de agua potable por gravedad en zonas rurales de Nepal*. Environmental Science and technology.
- Darner, A. (2003). *Conceptos básicos de aguas para consumo humano y disposición de aguas residuales*. Cartagena: Instituto Costarricense de acueductos.
- Delaire, Marshall, Usowicz, Mahin, Kwaah, Yachori, . . . Peletz. (2024). *Comparison of passive and manual chlorination in small piped water networks in rural Ghana: Technical performance, ease-of-use, and cost*. PLOS WATER.
- El Ministro de salud. (2002). *Reglamento de Hipoclorito de Calcio para Tratamiento de Agua*. Nicaragua: La Gaceta.
- Etienne, Y. (2014). *Sistema de cloración por goteo Manual de instalación operación y mantenimiento*. Cajamarca: CARE y la agencia Suiza para el Desarrollo y la cooperación COSUDE.

- Fernandez y Cruz. (2021). *Eficiencia del Hipoclorador de doble recipiente en el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano en la localidad de Alan García, Alonso de Alvarado*. Tarapoto.
- Hanna, I. (2023). *Checker® HC HI718 Iodine Colorimeter – Instruction manual*. <https://hannainst.com/hi718-iodine.html>
- Instruments, H. (2023). *Checker® HC HI718 Iodine Colorimeter – Instruction manual*. *Hanna Instruments*. <https://hannainst.com/hi718-iodine.html>
- León, J. L. (2018). *Determinar las eficiencias de las desinfecciones en el abastecimiento de agua para consumo humano, cloración por goteo y difusión, Primorpampa - Shupluy - Yungay - Ancash, año 2018*. Huaraz.
- Lindermark, Meier, Calix, & Just. (2023). *Performance of Community Water Board-Managed Passive In-Line Chlorinators Supported by a Circuit Rider Program in Rural Honduras*. ACS ES T Water. <https://doi.org/10.1021/acsestwater.3c00425>
- Locher, Robinson, Canú, Sanchez, Herrera, Muj, . . . Marks. (2024). *Assessment of a local and low-cost passive in-line chlorination device in rural Guatemala*. PLOS Water .
- Lovibond. (2022). *Datasheet: TB 211 IR Portable Turbidimeter*. https://www.lovibond.com/en/PW/Water-Testing/Products/Lab-Portable-Instruments/Turbidimeter/TB211-IR?utm_source=chatgpt.com
- Lozano. (2022). *Estudio comparativo entre sistemas de cloración de inyección directa y de goteo en reservorios de agua potable, Yungay, Ancash*. Universidad Cesar Vallejo.
- MINSA. (2010). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima: J.B. GRAFIC E.I.R.L.
- Nielsen, García, Silva, Sabogal, Hincapie, Montoya, . . . Fernandez. (2022). *Chlorination for low-cost household water disinfection – A critical review and status in three Latin American countries*. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. ELSEVIER.
- OMS. (s.f.). *Organizacion Mundial de la Salud*. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>
- ONGAWA. (2019). *Guía Básica*. Madrid: ingeniería para el desarrollo Humano.

- OPS, OMS Y Miniserio de salud Pública. (2013). *Guía rápida para la vigilancia sanitaria del agua - Acciones para garantizar agua segura a la población*. Santo Omingo.
- Orellana, J. (2005). *Características del agua potable*. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional.
- Organización Panamericana de la salud. (2007).
- Palacios, & Taipe. (2021). *Evaluación del cloro residual libre en la red de distribución de agua potable en el barrio de Santa Ana – Huancavelica*. Huancavelica: Universidad nacional de Huancavelica.
- PROAGUA, P. (2017). *Manual para la cloracion del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ambito rural*. Lima: Fondo Peru-Alemania.
- Ramos y Pérez. (2018). *Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica – 2018*. Huancavelica.
- Rodriguez, P. (2001). *Abastecimiento*. Oaxaca: Instituto Tecnológico de Oaxaca.
- SABA plus. (2018). *Manual de instalación, operacion y mantenimiento de hipoclorador por goteo con flotador*. Lima: CARE.
- SABA, P. S. (2018). *Instalacion del hipoclorador de goteo de carga constante de doble recipiente*. Lima: CARE.
- Sanabria, D. (2006). Conductividad Eléctrica por el Método Electrométrico en Aguas. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 7*.
- Shier, R. (2004). *The Mann–Whitney U Test*. University of Sheffield.
- Siesquen, & Cesar. (2019). *Capacitación en administración, operación y mantenimiento de agua y saneamiento rural, desinfección, cloración y educación sanitaria del distrito de Túcume (JASS)*. Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Sigler, A. (2012). *Well water education*. Northern plains and mountains.
- Sousa, D., Clemente, Pires, Cabral, & Lima. (2024). *Modeling the decay of free residual chlorine in water distribution networks in Brazilian rural communities using artificial neural network*. ScienceDirect.
- Subdirección Ambiental, Á. M. (2019). *Manual para la realizacion de aforos de caudal en efluentes superficiales de agua*. Medellín: somos 10 territorios Integrados.

- SUNASS. (2004). *La calidad del agua potable en el Perú*. Lima: Agencia de Cooperación internacional del Japon (JICA).
- SUNASS. (24 de NOVIEMBRE de 2023). SUNASS. SUNASS: <https://www.sunass.gob.pe/sunass/quienes-somos/>
- Tintometer GmbH. (2019). *Lovibond® SD 50 – Operating Manual*. The Tintometer Ltd.
- University of Nebraska–Lincoln. (junio de 2024). *Nebraska*. <https://extensionpubs.unl.edu/publication/g1496/2016/html/view>
- WHO. (2017). *Directrices para la calidad del agua potable, cuarta edición, que incorpora el primer apéndice*. OMS.

ANEXOS



Anexo N° 1: Plano de ubicación del área de estudio en el centro poblado de Bellavista – Shupluy.



Anexo N° 2: Diseño y materiales del flotador adaptado

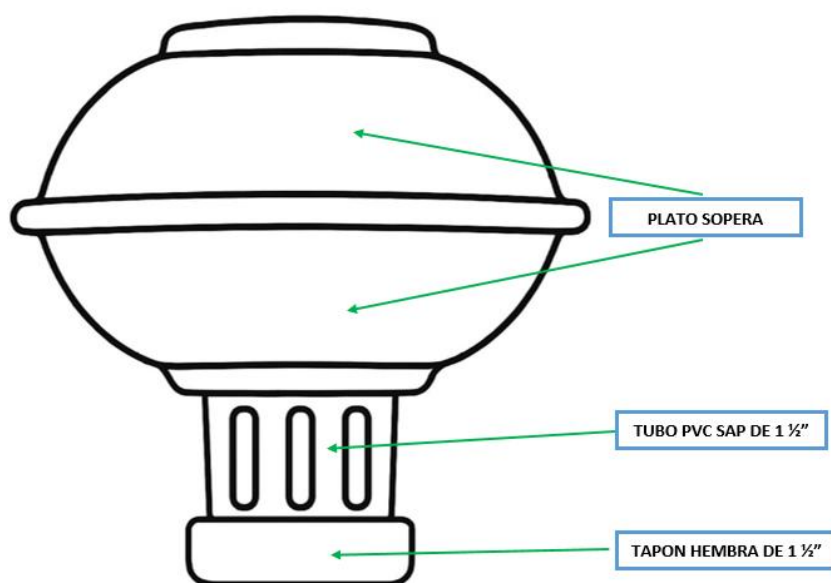


Tabla N° 35: Materiales empleados

N°	Materiales	Cantidad	Unidad
1	Plato soperero	2	und
2	Tubo SAP de 1 1/2"	15	cm
3	Tapón hembra de 1 1/2"	1	und
4	Pegamento para PVC	237	ml

Anexo N° 3: *Proceso de construcción del flotador impulsor mejorado*



Anexo N° 4: Datos de monitoreo

Tabla N° 36: Datos registrados en la primera etapa de evaluación (flotador adaptado)

FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 1 10/03/2025	RESERVORIO	07:25	1.07	1.21	195	7.64	17.7
	PRIMERA VIVIENDA	07:45	0.91	1.2	287	7.67	17.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:05	0.82	1.17	300	7.64	18.1
	ULTIMA VIVIENDA	08:26	0.63	1.19	311	7.57	18.2
	RESERVORIO	10:34	1.1	1.22	189	7.7	18.8
	PRIMERA VIVIENDA	10:56	0.92	1.14	281	7.69	19.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:18	0.81	1.06	308	7.67	19.2
	ULTIMA VIVIENDA	11:41	0.62	1.21	319	7.62	19.4
	RESERVORIO	14:30	1.04	1.25	192	7.69	20.1
	PRIMERA VIVIENDA	14:52	0.88	1.2	286	7.66	20.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:13	0.79	1.16	310	7.65	20.3
	ULTIMA VIVIENDA	15:34	0.6	1.18	321	7.59	20.5
	RESERVORIO	17:25	1.06	1.28	187	7.67	19.5
	PRIMERA VIVIENDA	17:45	0.89	1.23	289	7.64	19.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:05	0.8	1.2	311	7.61	19.8
	ULTIMA VIVIENDA	18:26	0.61	1.24	322	7.59	19.9
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 2 11/03/2025	RESERVORIO	07:18	1.05	1.3	192	7.71	15.2
	PRIMERA VIVIENDA	07:40	0.91	1.29	283	7.68	15.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:02	0.78	1.25	298	7.64	15.7
	ULTIMA VIVIENDA	08:27	0.62	1.33	296	7.61	15.9
	RESERVORIO	10:28	0.99	1.35	196	7.68	19.8
	PRIMERA VIVIENDA	10:50	0.9	1.31	286	7.62	20.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:13	0.75	1.26	303	7.64	20.3
	ULTIMA VIVIENDA	11:38	0.61	1.32	301	7.6	20.5
	RESERVORIO	14:15	0.92	1.2	201	7.67	22



	PRIMERA VIVIENDA	14:38	0.85	1.17	286	7.65	22.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:00	0.72	1.15	307	7.61	22.1
	ULTIMA VIVIENDA	15:25	0.6	1.18	320	7.6	22.2
	RESERVORIO	17:10	0.93	1.28	207	7.65	18.9
	PRIMERA VIVIENDA	17:35	0.87	1.24	289	7.67	19.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:58	0.78	1.22	310	7.66	19.4
	ULTIMA VIVIENDA	18:23	0.61	1.26	321	7.58	19.5
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	06:58	1.03	1.1	195	7.64	14
	PRIMERA VIVIENDA	07:20	0.91	1.08	283	7.65	14.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:42	0.79	1.05	300	7.62	14.5
	ULTIMA VIVIENDA	08:15	0.62	1.05	318	7.58	14.8
	RESERVORIO	10:10	0.95	1.12	190	7.71	15.5
	PRIMERA VIVIENDA	10:32	0.88	1.09	285	7.67	15.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:55	0.78	1.06	302	7.62	16
MUESTRA 3	ULTIMA VIVIENDA	11:15	0.6	0.88	318	7.59	16.2
12/03/2025	RESERVORIO	14:00	0.94	1.15	206	7.69	17
	PRIMERA VIVIENDA	14:23	0.87	1.13	286	7.64	17.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:45	0.76	0.78	307	7.61	17.2
	ULTIMA VIVIENDA	15:05	0.6	1.12	320	7.57	17.4
	RESERVORIO	17:00	0.92	1.18	190	7.69	13.5
	PRIMERA VIVIENDA	17:23	0.85	1.16	289	7.65	13.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:45	0.77	0.88	310	7.61	14
	ULTIMA VIVIENDA	18:05	0.61	1.01	322	7.59	14.2
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:05	1.02	1.14	200	7.7	15.3
	PRIMERA VIVIENDA	07:28	0.94	1.12	282	7.63	15.5
MUESTRA 4	VIVIENDA INTERMEDIA	07:51	0.77	1.1	338	7.64	15.7
13/03/2025	ULTIMA VIVIENDA	08:14	0.63	1.13	313	7.6	15.9
	RESERVORIO	10:13	0.94	1.17	212	7.69	15.2
	PRIMERA VIVIENDA	10:35	0.92	1.14	285	7.66	15.6



	VIVIENDA INTERMEDIA	10:56	0.74	1.12	328	7.65	15.8
	ULTIMA VIVIENDA	11:18	0.6	1.16	318	7.57	16.1
	RESERVORIO	14:00	1	1.2	211	7.72	17.4
	PRIMERA VIVIENDA	14:22	0.89	1.18	286	7.64	17.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:44	0.74	1.15	337	7.65	18
	ULTIMA VIVIENDA	15:05	0.61	1.17	301	7.58	18.2
	RESERVORIO	17:06	0.95	1.21	204	7.69	14.1
	PRIMERA VIVIENDA	17:30	0.91	1.19	341	7.64	14.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:53	0.76	1.16	310	7.61	14.6
	ULTIMA VIVIENDA	18:14	0.63	1.18	306	7.57	14.7
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:10	1.01	1.15	204	7.7	13.2
	PRIMERA VIVIENDA	07:32	0.94	1.13	283	7.63	13.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:54	0.76	1.11	300	7.63	13.7
	ULTIMA VIVIENDA	08:20	0.62	1.14	299	7.6	14
	RESERVORIO	10:05	0.98	1.18	203	7.69	18.7
	PRIMERA VIVIENDA	10:28	0.91	1.16	285	7.66	19
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:50	0.75	1.13	302	7.61	19.3
MUESTRA 5	ULTIMA VIVIENDA	11:15	0.6	1.08	298	7.57	19.5
14/03/2025	RESERVORIO	14:10	0.93	1.2	201	7.72	21.2
	PRIMERA VIVIENDA	14:32	0.85	1.17	286	7.68	21.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:55	0.74	1.14	307	7.62	21.7
	ULTIMA VIVIENDA	15:15	0.61	1.17	320	7.61	21.9
	RESERVORIO	17:05	0.92	1.22	209	7.7	15.3
	PRIMERA VIVIENDA	17:28	0.87	1.19	289	7.67	15.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:50	0.76	1.16	310	7.62	15.8
	ULTIMA VIVIENDA	18:12	0.63	1.18	322	7.64	16
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:12	1.01	1.25	198	7.64	17.7
MUESTRA 6	PRIMERA VIVIENDA	07:36	0.89	1.22	286	7.68	17.6
15/03/2025	VIVIENDA INTERMEDIA	07:56	0.78	1.17	298	7.67	17.7



	ULTIMA VIVIENDA	08:20	0.61	1.2	303	7.57	17.8
	RESERVORIO	10:20	0.95	1.23	201	7.73	18.5
	PRIMERA VIVIENDA	10:42	0.88	1.19	281	7.64	18.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:04	0.76	1.13	295	7.67	18.6
	ULTIMA VIVIENDA	11:28	0.59	1.18	294	7.62	18.6
	RESERVORIO	13:50	0.89	1.28	212	7.72	19.9
	PRIMERA VIVIENDA	14:11	0.84	1.21	281	7.68	20.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:32	0.73	1.16	308	7.67	19.8
	ULTIMA VIVIENDA	14:49	0.58	1.19	308	7.66	19.9
	RESERVORIO	17:05	0.88	1.29	209	7.71	19
	PRIMERA VIVIENDA	17:23	0.83	1.24	281	7.63	19.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:41	0.71	1.2	308	7.64	19
	ULTIMA VIVIENDA	17:58	0.57	1.21	310	7.65	19.5
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:18	0.99	1.24	192	7.73	17.6
	PRIMERA VIVIENDA	07:38	0.92	1.21	284	7.69	17.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:59	0.74	1.17	302	7.66	17.7
	ULTIMA VIVIENDA	08:20	0.57	1.15	300	7.62	17.8
	RESERVORIO	10:14	0.92	1.23	187	7.72	18.7
	PRIMERA VIVIENDA	10:35	0.86	1.19	282	7.68	18.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:56	0.69	1.13	300	7.66	18.9
MUESTRA 7	ULTIMA VIVIENDA	11:18	0.52	1.09	291	7.6	19
16/03/2025	RESERVORIO	13:55	0.9	1.27	201	7.71	20
	PRIMERA VIVIENDA	14:13	0.81	1.23	280	7.68	20.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:32	0.63	1.17	309	7.66	20
	ULTIMA VIVIENDA	14:51	0.51	1.19	307	7.61	20.1
	RESERVORIO	17:08	0.86	1.28	211	7.71	19.1
	PRIMERA VIVIENDA	17:27	0.81	1.24	284	7.68	19.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:47	0.69	1.19	307	7.63	19.1
	ULTIMA VIVIENDA	18:06	0.52	1.15	318	7.59	19.3
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA



MUESTRA 8 17/03/2025	RESERVORIO	07:19	0.89	1.25	195	7.67	17.4
	PRIMERA VIVIENDA	07:38	0.84	1.2	282	7.62	17.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:58	0.71	1.16	304	7.59	17.5
	ULTIMA VIVIENDA	08:19	0.53	1.18	317	7.57	17.6
	RESERVORIO	10:07	0.87	1.24	191	7.67	18.5
	PRIMERA VIVIENDA	10:27	0.81	1.2	284	7.63	18.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:46	0.67	1.15	306	7.61	18.6
	ULTIMA VIVIENDA	11:04	0.49	1.19	319	7.57	18.7
	RESERVORIO	14:02	0.86	1.29	192	7.68	20.2
	PRIMERA VIVIENDA	14:19	0.79	1.22	282	7.66	20.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:37	0.66	1.18	310	7.62	20.2
	ULTIMA VIVIENDA	14:55	0.49	1.21	321	7.58	20.4
	RESERVORIO	17:06	0.84	1.3	192	7.7	19
	PRIMERA VIVIENDA	17:23	0.78	1.25	284	7.69	19.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:41	0.66	1.2	308	7.67	19.2
	ULTIMA VIVIENDA	17:59	0.5	1.24	301	7.61	19.2
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 9 18/03/2025	RESERVORIO	07:15	0.83	1.26	203	7.67	17.3
	PRIMERA VIVIENDA	07:36	0.77	1.21	280	7.62	17.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:53	0.63	1.18	305	7.59	17.6
	ULTIMA VIVIENDA	08:13	0.51	1.17	302	7.59	17.6
	RESERVORIO	10:08	0.82	1.28	200	7.65	18.6
	PRIMERA VIVIENDA	10:27	0.76	1.24	281	7.64	18.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:47	0.61	1.19	308	7.66	18.9
	ULTIMA VIVIENDA	11:07	0.46	1.18	307	7.64	19
	RESERVORIO	14:01	0.8	1.31	208	7.69	20.4
	PRIMERA VIVIENDA	14:18	0.74	1.26	282	7.62	20.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:36	0.59	1.22	309	7.61	20.6
ULTIMA VIVIENDA	14:55	0.47	1.26	323	7.6	20.6	
RESERVORIO	17:04	0.78	1.33	203	7.7	18.8	
PRIMERA VIVIENDA	17:22	0.72	1.28	280	7.67	18.9	



FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 10 19/03/2025	VIVIENDA INTERMEDIA	17:40	0.58	1.24	307	7.63	18.9
	ULTIMA VIVIENDA	17:59	0.45	1.28	313	7.59	18.9
	RESERVORIO	07:21	0.79	1.34	201	7.67	17.4
	PRIMERA VIVIENDA	07:41	0.73	1.29	278	7.64	17.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:00	0.57	1.24	305	7.63	17.7
	ULTIMA VIVIENDA	08:18	0.43	1.27	317	7.61	17.7
	RESERVORIO	10:10	0.77	1.35	206	7.68	18.5
	PRIMERA VIVIENDA	10:30	0.71	1.3	279	7.64	18.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:50	0.55	1.26	308	7.62	18.9
	ULTIMA VIVIENDA	11:10	0.39	1.3	320	7.58	18.9
	RESERVORIO	14:05	0.75	1.37	206	7.68	20.6
	PRIMERA VIVIENDA	14:23	0.7	1.32	281	7.63	20.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:40	0.54	1.28	309	7.61	20.8
	ULTIMA VIVIENDA	14:58	0.42	1.32	320	7.59	20.8
	RESERVORIO	17:09	0.73	1.38	209	7.69	18.7
	PRIMERA VIVIENDA	17:26	0.68	1.33	280	7.68	18.9
VIVIENDA INTERMEDIA	17:44	0.53	1.29	306	7.62	18.9	
ULTIMA VIVIENDA	18:01	0.41	1.33	318	7.64	18.9	
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 11 20/03/2025	RESERVORIO	07:15	0.81	1.37	201	7.73	17.1
	PRIMERA VIVIENDA	07:36	0.74	1.35	295	7.63	17.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:58	0.59	1.28	304	7.63	17.4
	ULTIMA VIVIENDA	08:17	0.47	1.26	298	7.59	17.4
	RESERVORIO	10:12	0.78	1.31	211	7.72	18.1
	PRIMERA VIVIENDA	10:31	0.73	1.34	278	7.68	18.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:51	0.58	1.23	305	7.66	18.4
	ULTIMA VIVIENDA	11:08	0.46	1.24	301	7.61	18.4
	RESERVORIO	14:08	0.76	1.31	208	7.66	20.3
	PRIMERA VIVIENDA	14:25	0.71	1.34	282	7.68	20.5
VIVIENDA INTERMEDIA	14:42	0.57	1.27	308	7.65	20.6	



	ULTIMA VIVIENDA	14:59	0.45	1.26	304	7.57	20.6
	RESERVORIO	17:05	0.75	1.33	204	7.66	18.4
	PRIMERA VIVIENDA	17:21	0.71	1.31	281	7.63	18.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:38	0.55	1.28	307	7.61	18.7
	ULTIMA VIVIENDA	17:55	0.44	1.27	303	7.59	18.7
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:34	0.79	1.35	195	7.64	17.2
	PRIMERA VIVIENDA	07:56	0.74	1.31	280	7.65	17.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:18	0.61	1.33	347	7.62	17.4
	ULTIMA VIVIENDA	08:37	0.49	1.26	300	7.59	17.4
	RESERVORIO	10:26	0.77	1.28	191	7.67	18.3
	PRIMERA VIVIENDA	10:43	0.72	1.28	279	7.68	18.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:01	0.59	1.29	328	7.66	18.5
MUESTRA 12	ULTIMA VIVIENDA	11:18	0.47	1.27	295	7.61	18.6
21/03/2025	RESERVORIO	14:27	0.76	1.34	192	7.67	20.4
	PRIMERA VIVIENDA	14:44	0.7	1.28	281	7.65	20.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:00	0.57	1.3	341	7.65	20.6
	ULTIMA VIVIENDA	15:17	0.45	1.27	295	7.58	20.6
	RESERVORIO	17:18	0.74	1.32	190	7.69	18.3
	PRIMERA VIVIENDA	17:37	0.69	1.3	282	7.68	18.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:57	0.55	1.27	349	7.66	18.5
	ULTIMA VIVIENDA	18:12	0.44	1.28	308	7.62	18.6
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:21	0.77	1.37	201	7.67	17.1
	PRIMERA VIVIENDA	07:43	0.71	1.35	279	7.65	17.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:04	0.56	1.29	338	7.62	17.3
MUESTRA 13	ULTIMA VIVIENDA	08:22	0.42	1.28	297	7.6	17.4
22/03/2025	RESERVORIO	10:15	0.75	1.38	201	7.68	18
	PRIMERA VIVIENDA	10:32	0.7	1.34	280	7.64	18.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:52	0.54	1.36	345	7.62	18.3
	ULTIMA VIVIENDA	11:09	0.41	1.27	301	7.63	18.4



	RESERVORIO	14:07	0.73	1.38	202	7.69	20.1
	PRIMERA VIVIENDA	14:26	0.68	1.34	281	7.68	20.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:43	0.53	1.29	307	7.66	20.3
	ULTIMA VIVIENDA	15:01	0.4	1.24	321	7.64	20.3
	RESERVORIO	17:14	0.7	1.37	207	7.69	18.2
	PRIMERA VIVIENDA	17:32	0.64	1.35	282	7.68	18.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:51	0.52	1.28	341	7.66	18.4
	ULTIMA VIVIENDA	18:07	0.39	1.24	331	7.67	18.5
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:32	0.74	1.37	191	7.67	17.2
	PRIMERA VIVIENDA	07:56	0.69	1.34	280	7.62	17.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:17	0.54	1.35	308	7.61	17.4
	ULTIMA VIVIENDA	08:35	0.41	1.26	322	7.62	17.5
	RESERVORIO	10:11	0.73	1.36	204	7.69	18.1
	PRIMERA VIVIENDA	10:30	0.68	1.34	281	7.62	18.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:48	0.53	1.26	309	7.62	18.3
MUESTRA 14	ULTIMA VIVIENDA	11:07	0.4	1.27	304	7.64	18.4
23/03/2025	RESERVORIO	14:08	0.72	1.39	190	7.64	20.3
	PRIMERA VIVIENDA	14:29	0.67	1.34	282	7.68	20.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:47	0.52	1.33	310	7.63	20.5
	ULTIMA VIVIENDA	15:05	0.39	1.27	307	7.61	20.5
	RESERVORIO	17:12	0.68	1.29	201	7.65	18.4
	PRIMERA VIVIENDA	17:33	0.63	1.36	283	7.64	18.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:51	0.51	1.26	311	7.67	18.5
	ULTIMA VIVIENDA	18:10	0.38	1.27	302	7.61	18.6
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:26	0.67	1.48	211	7.64	17
	PRIMERA VIVIENDA	07:45	0.62	1.23	282	7.62	17.1
MUESTRA 15	VIVIENDA INTERMEDIA	08:04	0.5	1.27	309	7.62	17.2
24/03/2025	ULTIMA VIVIENDA	08:21	0.36	1.24	324	7.59	17.2
	RESERVORIO	10:18	0.66	1.37	213	7.67	18



PRIMERA VIVIENDA	10:36	0.58	1.32	281	7.64	18.1
VIVIENDA INTERMEDIA	10:53	0.48	1.26	310	7.61	18.3
ULTIMA VIVIENDA	11:10	0.3	1.23	325	7.62	18.4
RESERVORIO	14:10	0.68	1.34	200	7.68	20.1
PRIMERA VIVIENDA	14:29	0.64	1.29	283	7.64	20.3
VIVIENDA INTERMEDIA	14:47	0.49	1.28	311	7.63	20.3
ULTIMA VIVIENDA	15:03	0.33	1.26	326	7.61	20.3
RESERVORIO	17:15	0.65	1.31	204	7.68	18.5
PRIMERA VIVIENDA	17:34	0.57	1.29	282	7.64	18.6
VIVIENDA INTERMEDIA	17:51	0.44	1.3	310	7.6	18.7
ULTIMA VIVIENDA	18:09	0.32	1.27	301	7.62	18.7

Tabla N° 37: Datos de monitoreo en la segunda etapa de evaluación (flotador adaptado)

FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 1 28/03/2025	RESERVORIO	07:22	1.09	1.27	190	7.71	17.8
	PRIMERA VIVIENDA	07:41	0.94	1.25	285	7.7	18
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:51	0.76	1.23	300	7.68	18.1
	ULTIMA VIVIENDA	08:03	0.61	1.24	310	7.65	18.1
	RESERVORIO	10:16	0.92	1.25	191	7.7	18.8
	PRIMERA VIVIENDA	10:40	0.86	1.24	290	7.53	18.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:49	0.63	1.2	433	7.52	18.1
	ULTIMA VIVIENDA	10:58	0.54	1.19	369	7.7	18.3
	RESERVORIO	14:02	0.9	1.28	196	7.72	19.8
	PRIMERA VIVIENDA	14:18	0.83	1.26	294	7.69	20
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:37	0.75	1.24	313	7.66	19.8
	ULTIMA VIVIENDA	14:49	0.61	1.21	307	7.65	19.8
	RESERVORIO	17:22	0.91	1.31	190	7.71	19
	PRIMERA VIVIENDA	17:41	0.88	1.24	290	7.7	19.3



FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:53	0.83	1.24	310	7.67	19.1
	ULTIMA VIVIENDA	18:09	0.65	1.21	322	7.65	18.9
MUESTRA 2 29/03/2025	RESERVORIO	08:47	1.05	1.24	190	7.7	17.7
	PRIMERA VIVIENDA	09:07	0.89	1.21	282	7.68	18
	VIVIENDA INTERMEDIA	09:18	0.84	1.18	300	7.66	18.1
	ULTIMA VIVIENDA	09:31	0.64	1.16	312	7.64	18.1
	RESERVORIO	11:03	0.94	1.29	190	7.69	18.8
	PRIMERA VIVIENDA	11:25	0.73	1.01	290	7.52	19
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:36	0.61	0.08	432	7.51	18.3
	ULTIMA VIVIENDA	11:46	0.54	1.15	370	7.69	18.5
	RESERVORIO	14:01	0.89	1.27	190	7.71	19.7
	PRIMERA VIVIENDA	14:19	0.82	1.18	290	7.68	20
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:31	0.74	1.14	310	7.65	19.8
	ULTIMA VIVIENDA	14:45	0.59	1.17	322	7.64	19.8
	RESERVORIO	17:15	0.9	1.3	190	7.7	19.3
	PRIMERA VIVIENDA	17:31	0.87	1.24	290	7.69	19.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:41	0.82	1.19	310	7.67	19.3
	ULTIMA VIVIENDA	17:52	0.67	1.24	322	7.65	19.3
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 3 30/03/2025	RESERVORIO	07:16	1.05	1.23	190	7.7	17.8
	PRIMERA VIVIENDA	07:38	0.88	1.2	280	7.67	18
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:47	0.83	1.18	300	7.65	18.1
	ULTIMA VIVIENDA	07:59	0.63	1.15	312	7.63	18.1
	RESERVORIO	10:14	0.93	1.28	190	7.69	18.9
	PRIMERA VIVIENDA	10:33	0.72	1	290	7.52	19
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:46	0.63	0.07	433	7.51	18.3
	ULTIMA VIVIENDA	10:58	0.45	1.14	370	7.68	18.5
	RESERVORIO	14:05	0.95	2.27	198	7.76	19.9
	PRIMERA VIVIENDA	14:23	0.99	2.44	392	7.81	20.6
VIVIENDA INTERMEDIA	14:35	0.84	2.43	322	7.69	19	



	ULTIMA VIVIENDA	14:44	0.57	2.17	300	7.67	22.3
	RESERVORIO	17:10	0.89	1.29	190	7.7	19.3
	PRIMERA VIVIENDA	17:33	0.86	1.23	290	7.69	19.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:45	0.81	1.18	310	7.67	19.3
	ULTIMA VIVIENDA	17:57	0.66	1.23	322	7.65	19.3
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:22	1.02	1.37	190	7.71	17.7
	PRIMERA VIVIENDA	07:39	0.87	1.22	281	7.64	18
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:47	0.82	0.75	333	7.65	18.1
	ULTIMA VIVIENDA	07:58	0.62	1.37	313	7.63	18.1
	RESERVORIO	10:02	0.94	1.28	207	7.54	19.9
	PRIMERA VIVIENDA	10:20	0.98	0.89	292	7.6	22
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:33	0.86	1.25	342	7.59	18
MUESTRA 4	ULTIMA VIVIENDA	10:47	0.53	1.03	214	7.5	18.3
31/03/2025	RESERVORIO	14:02	0.93	1.12	195	7.72	19.8
	PRIMERA VIVIENDA	14:24	0.82	1.18	290	7.68	20
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:37	0.72	1.34	329	7.65	19.8
	ULTIMA VIVIENDA	14:48	0.57	1.07	322	7.64	19.8
	RESERVORIO	17:01	0.88	1.33	203	7.7	19.3
	PRIMERA VIVIENDA	17:19	0.81	1.37	290	7.69	19.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:31	0.75	1.17	327	7.67	19.3
	ULTIMA VIVIENDA	17:43	0.65	1.22	322	7.65	19.3
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:11	1.07	1.27	185	7.7	17.7
	PRIMERA VIVIENDA	07:30	0.86	0.86	280	7.67	18
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:42	0.71	1.52	301	7.65	18.1
MUESTRA 5	ULTIMA VIVIENDA	07:53	0.61	1.05	313	7.63	18.1
01/04/2025	RESERVORIO	10:17	0.88	1.58	191	7.7	18.9
	PRIMERA VIVIENDA	10:35	0.79	1.35	291	7.52	19
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:44	0.65	1.1	334	7.5	18.3
	ULTIMA VIVIENDA	10:57	0.55	1.12	371	7.68	18.5



	RESERVORIO	14:05	0.87	1.24	192	7.88	19.2
	PRIMERA VIVIENDA	14:23	0.83	1.33	327	7.55	20
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:32	0.74	1.07	342	7.77	19.4
	ULTIMA VIVIENDA	14:45	0.58	0.86	334	7.68	21.6
	RESERVORIO	16:50	0.86	1.07	197	7.54	19.8
	PRIMERA VIVIENDA	17:08	0.84	1.21	290	7.69	19.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:19	0.79	1.16	348	7.67	19.3
	ULTIMA VIVIENDA	17:32	0.58	1.21	322	7.65	19.3
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:13	1.01	1.22	199	7.7	17.7
	PRIMERA VIVIENDA	07:30	0.85	1.18	280	7.67	18
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:43	0.8	1.17	301	7.65	18.1
	ULTIMA VIVIENDA	07:51	0.6	1.14	313	7.63	18.1
	RESERVORIO	10:03	0.91	1.26	185	7.7	18.9
	PRIMERA VIVIENDA	10:23	0.79	1	291	7.52	19
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:33	0.67	0.1	398	7.5	18.3
MUESTRA 6	ULTIMA VIVIENDA	10:44	0.64	0.64	430	7.8	17.2
02/04/2025	RESERVORIO	13:52	0.85	1.24	184	7.72	19.8
	PRIMERA VIVIENDA	14:13	0.78	1.17	290	7.68	20
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:23	0.7	1.13	310	7.65	19.8
	ULTIMA VIVIENDA	14:34	0.55	1.14	322	7.64	19.8
	RESERVORIO	17:09	0.86	1.27	203	7.7	19.3
	PRIMERA VIVIENDA	17:31	0.83	1.2	290	7.69	19.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:42	0.78	1.15	310	7.67	19.3
	ULTIMA VIVIENDA	17:50	0.59	0.88	438	7.8	17.2
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:08	0.89	1.2	201	7.7	17.8
	PRIMERA VIVIENDA	07:25	0.84	1.15	280	7.69	18.1
MUESTRA 7	VIVIENDA INTERMEDIA	07:25	0.79	1.12	295	7.65	18.2
03/04/2025	ULTIMA VIVIENDA	07:25	0.59	1.1	313	7.63	18.2
	RESERVORIO	10:06	0.89	1.24	196	7.69	19



	PRIMERA VIVIENDA	10:23	0.68	0.95	291	7.53	19.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:37	0.59	0.76	355	7.51	18.5
	ULTIMA VIVIENDA	10:48	0.51	1.08	371	7.67	18.6
	RESERVORIO	14:02	0.82	1.9	429	7.63	16.6
	PRIMERA VIVIENDA	14:27	0.77	1.1	290	7.68	20.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:38	0.69	1.08	310	7.66	20.1
	ULTIMA VIVIENDA	14:51	0.54	1.06	322	7.63	20.1
	RESERVORIO	17:00	0.85	1.23	191	7.7	19.5
	PRIMERA VIVIENDA	17:21	0.82	1.18	290	7.69	19.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:42	0.77	1.14	310	7.67	19.4
	ULTIMA VIVIENDA	17:56	0.62	1.15	322	7.65	19.4
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	CLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:03	0.88	1.18	196	7.7	17.9
	PRIMERA VIVIENDA	07:26	0.83	1.13	280	7.68	18.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:38	0.78	1.1	301	7.65	18.2
	ULTIMA VIVIENDA	07:50	0.58	1.07	313	7.63	18.3
	RESERVORIO	09:56	0.88	1.22	214	7.69	19.1
	PRIMERA VIVIENDA	10:13	0.77	1.15	291	7.53	19.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:25	0.59	1.17	434	7.51	18.6
MUESTRA 8	ULTIMA VIVIENDA	10:37	0.52	1.06	371	7.67	18.7
04/04/2025	RESERVORIO	13:52	0.83	1.18	195	7.72	20.2
	PRIMERA VIVIENDA	14:09	0.76	1.08	290	7.68	20.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:26	0.68	1.06	310	7.66	20.3
	ULTIMA VIVIENDA	14:38	0.53	1.04	322	7.63	20.3
	RESERVORIO	17:05	0.84	1.21	199	7.7	19.5
	PRIMERA VIVIENDA	17:23	0.81	1.15	290	7.69	19.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:33	0.76	1.13	310	7.67	19.5
	ULTIMA VIVIENDA	17:46	0.61	1.12	322	7.65	19.5
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	CLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 9	RESERVORIO	07:22	0.87	1.21	207	7.7	17.9
05/04/2025	PRIMERA VIVIENDA	07:40	0.82	1.17	280	7.68	18.2



	VIVIENDA INTERMEDIA	07:51	0.77	1.15	301	7.65	18.3
	ULTIMA VIVIENDA	08:12	0.57	1.13	313	7.63	18.3
	RESERVORIO	10:16	0.87	1.22	196	7.69	19.2
	PRIMERA VIVIENDA	10:38	0.66	1.2	291	7.53	19.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:54	0.62	1.17	434	7.51	18.7
	ULTIMA VIVIENDA	11:10	0.51	1.15	371	7.67	18.8
	RESERVORIO	14:02	0.82	1.23	193	7.72	20.3
	PRIMERA VIVIENDA	14:22	0.75	1.2	290	7.68	20.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:37	0.67	1.18	310	7.66	20.4
	ULTIMA VIVIENDA	14:54	0.52	1.17	322	7.63	20.3
	RESERVORIO	17:22	0.83	1.19	194	7.7	19.6
	PRIMERA VIVIENDA	17:46	0.8	1.13	290	7.62	19.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:02	0.75	1.11	310	7.67	19.5
	ULTIMA VIVIENDA	18:20	0.6	1.1	322	7.65	19.5
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:39	0.86	1.15	187	7.7	18
	PRIMERA VIVIENDA	08:02	0.81	1.11	280	7.68	18.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:16	0.76	1.08	301	7.65	18.4
	ULTIMA VIVIENDA	08:37	0.52	1.04	313	7.63	18.4
	RESERVORIO	10:33	0.86	1.18	208	7.69	19.3
	PRIMERA VIVIENDA	10:54	0.77	0.92	291	7.53	19.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:10	0.61	0.75	434	7.51	18.8
MUESTRA 10	ULTIMA VIVIENDA	11:26	0.47	1.03	371	7.67	18.9
06/04/2025	RESERVORIO	14:24	0.81	1.14	205	7.72	20.5
	PRIMERA VIVIENDA	14:44	0.74	1.05	290	7.68	20.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:55	0.66	1.02	310	7.66	20.5
	ULTIMA VIVIENDA	15:13	0.49	1.01	322	7.63	20.4
	RESERVORIO	17:31	0.79	1.16	196	7.7	19.8
	PRIMERA VIVIENDA	17:52	0.73	1.12	290	7.69	19.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:07	0.64	1.1	310	7.67	19.8
	ULTIMA VIVIENDA	18:26	0.48	1.09	322	7.65	19.7



FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 11 07/04/2025	RESERVORIO	07:16	0.85	1.18	190	7.7	18.1
	PRIMERA VIVIENDA	07:34	0.8	1.15	280	7.68	18.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:47	0.75	1.13	301	7.65	18.5
	ULTIMA VIVIENDA	08:08	0.51	1.1	313	7.63	18.5
	RESERVORIO	10:46	0.85	1.26	197	7.69	19.4
	PRIMERA VIVIENDA	11:06	0.64	1.21	291	7.53	19.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:19	0.56	1.12	434	7.51	18.9
	ULTIMA VIVIENDA	11:41	0.45	1.08	371	7.67	19
	RESERVORIO	14:05	0.8	1.12	207	7.72	20.6
	PRIMERA VIVIENDA	14:21	0.71	1.09	290	7.68	20.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:36	0.61	1.08	310	7.66	20.6
	ULTIMA VIVIENDA	14:57	0.45	1.09	322	7.63	20.5
	RESERVORIO	17:33	0.73	1.14	196	7.7	19.9
	PRIMERA VIVIENDA	17:53	0.67	1.1	290	7.69	20
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:10	0.58	1.08	310	7.67	19.9
ULTIMA VIVIENDA	18:31	0.46	1.07	322	7.65	19.8	
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 12 08/04/2025	RESERVORIO	07:37	0.84	1.17	199	7.7	18.2
	PRIMERA VIVIENDA	08:05	0.79	1.07	280	7.64	18.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:21	0.74	1.05	301	7.65	18.5
	ULTIMA VIVIENDA	08:41	0.48	1	313	7.63	18.6
	RESERVORIO	10:47	0.84	1.14	207	7.69	19.5
	PRIMERA VIVIENDA	11:09	0.63	0.9	291	7.53	19.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:25	0.45	1.05	334	7.51	18.9
	ULTIMA VIVIENDA	11:47	0.43	0.99	371	7.67	19.1
	RESERVORIO	14:48	0.79	1.1	204	7.72	20.7
	PRIMERA VIVIENDA	15:11	0.72	1.02	290	7.63	20.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:29	0.64	0.99	330	7.66	20.7
	ULTIMA VIVIENDA	15:52	0.44	0.97	322	7.63	20.6
	RESERVORIO	17:43	0.8	1.13	196	7.7	20



FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	PRIMERA VIVIENDA	18:07	0.77	1.08	290	7.69	20
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:25	0.72	1.05	334	7.67	20
	ULTIMA VIVIENDA	18:48	0.46	1.04	322	7.65	19.9
	RESERVORIO	07:27	0.83	1.18	201	7.7	18.3
	PRIMERA VIVIENDA	08:06	0.78	1.06	280	7.68	18.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:25	0.73	1.04	301	7.65	18.6
	ULTIMA VIVIENDA	08:37	0.45	0.99	313	7.63	18.7
	RESERVORIO	10:43	0.83	1.12	198	7.69	19.6
	PRIMERA VIVIENDA	10:59	0.62	0.89	291	7.53	19.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:10	0.44	1.07	334	7.51	19
	ULTIMA VIVIENDA	11:27	0.37	0.98	323	7.67	19.2
	RESERVORIO	14:24	0.78	1.08	201	7.72	20.8
	PRIMERA VIVIENDA	14:44	0.71	1	290	7.68	21
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:55	0.63	0.97	310	7.66	20.8
	ULTIMA VIVIENDA	15:13	0.47	0.95	333	7.63	20.7
	RESERVORIO	17:31	0.79	1.11	213	7.7	20.1
	PRIMERA VIVIENDA	17:57	0.76	1.06	290	7.69	20.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:09	0.71	1.03	310	7.67	20.1
	ULTIMA VIVIENDA	18:26	0.48	1.02	322	7.65	20
	RESERVORIO	07:11	0.72	1.16	190	7.7	18.3
	PRIMERA VIVIENDA	07:29	0.64	1.12	280	7.68	18.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:45	0.56	1.06	301	7.65	18.7
	ULTIMA VIVIENDA	08:06	0.44	1.04	313	7.63	18.8
	RESERVORIO	10:57	0.68	1.27	209	7.69	19.7
	PRIMERA VIVIENDA	11:19	0.62	1.24	291	7.53	19.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:35	0.55	1.19	434	7.51	19.1
	ULTIMA VIVIENDA	11:58	0.36	1.07	371	7.67	19.3
	RESERVORIO	14:32	0.69	1.24	204	7.72	20.9
	PRIMERA VIVIENDA	14:50	0.66	1.18	290	7.68	21.1



FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	CLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:05	0.59	1.02	310	7.66	20.9
	ULTIMA VIVIENDA	15:27	0.46	1.13	322	7.63	20.8
	RESERVORIO	17:19	0.68	1.18	195	7.7	20.2
	PRIMERA VIVIENDA	17:39	0.65	1.15	290	7.69	20.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:55	0.54	1.17	310	7.67	20.2
	ULTIMA VIVIENDA	18:16	0.47	1.04	322	7.65	20.1
MUESTRA 15 11/04/2025	RESERVORIO	07:43	0.74	1.18	203	7.7	18.4
	PRIMERA VIVIENDA	08:05	0.69	1.22	280	7.68	18.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:21	0.58	1.17	301	7.65	18.7
	ULTIMA VIVIENDA	08:43	0.43	1.19	313	7.63	18.8
	RESERVORIO	10:33	0.68	1.21	191	7.69	19.7
	PRIMERA VIVIENDA	10:53	0.61	1.12	291	7.53	19.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:10	0.42	1.25	434	7.51	19.2
	ULTIMA VIVIENDA	11:31	0.32	0.95	371	7.67	19.3
	RESERVORIO	14:23	0.67	1.23	183	7.72	21
	PRIMERA VIVIENDA	14:42	0.64	1.24	290	7.68	21.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:57	0.53	1.11	310	7.66	20.9
	ULTIMA VIVIENDA	15:19	0.39	1.04	322	7.63	20.9
	RESERVORIO	17:50	0.69	1.21	198	7.7	20.3
	PRIMERA VIVIENDA	18:13	0.58	1.14	290	7.69	20.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:30	0.47	1.17	310	7.67	20.3
ULTIMA VIVIENDA	18:54	0.31	1.11	322	7.65	20.2	



Tabla N° 38: Datos registrados en la primera etapa de evaluación (flotador impulsor mejorado)

FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 1 21/04/2025	RESERVORIO	07:16	1.08	1.01	197	7.71	17.4
	PRIMERA VIVIENDA	07:38	0.97	0.99	278	7.65	17.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:56	0.85	0.96	301	7.62	18
	ULTIMA VIVIENDA	08:17	0.64	0.89	316	7.62	18.1
	RESERVORIO	10:22	1.06	0.99	195	7.69	18.2
	PRIMERA VIVIENDA	10:46	0.92	0.94	289	7.68	18.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:03	0.78	0.89	434	7.66	18
	ULTIMA VIVIENDA	11:26	0.63	0.96	374	7.61	18.1
	RESERVORIO	14:10	1.07	0.99	193	7.69	19.7
	PRIMERA VIVIENDA	14:33	0.95	0.97	288	7.66	19.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:51	0.83	0.94	309	7.62	19.7
	ULTIMA VIVIENDA	15:15	0.65	0.88	321	7.59	19.8
	RESERVORIO	17:36	1.05	0.97	196	7.68	19.2
	PRIMERA VIVIENDA	17:57	0.93	0.95	287	7.65	19.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:13	0.8	0.89	308	7.63	19.3
ULTIMA VIVIENDA	18:35	0.64	0.82	322	7.58	19.3	
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 2 22/04/2025	RESERVORIO	06:58	1.05	0.94	193	7.63	17.3
	PRIMERA VIVIENDA	07:16	0.93	0.88	279	7.67	17.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:39	0.83	0.92	301	7.65	17.7
	ULTIMA VIVIENDA	07:59	0.63	0.87	315	7.63	17.9
	RESERVORIO	10:16	1.03	0.94	192	7.73	18.1
	PRIMERA VIVIENDA	10:36	0.91	0.73	288	7.67	18.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:01	0.76	0.78	434	7.66	18
	ULTIMA VIVIENDA	11:23	0.61	0.7	373	7.63	18.2
	RESERVORIO	14:20	1.07	0.97	194	7.7	19.5
PRIMERA VIVIENDA	14:42	0.95	0.68	289	7.68	19.7	



	VIVIENDA INTERMEDIA	15:05	0.82	0.66	310	7.67	19.6
	ULTIMA VIVIENDA	15:28	0.63	0.64	321	7.64	19.8
	RESERVORIO	17:31	1.02	0.93	193	7.69	19.1
	PRIMERA VIVIENDA	17:55	0.9	0.88	287	7.67	19.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:18	0.79	0.7	308	7.67	19.2
	ULTIMA VIVIENDA	18:41	0.62	0.68	323	7.65	19.2
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 3 23/04/2025	RESERVORIO	06:58	1.03	1.04	201	7.71	17.8
	PRIMERA VIVIENDA	07:19	0.91	0.98	284	7.69	18
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:38	0.77	0.93	317	7.66	18.2
	ULTIMA VIVIENDA	07:59	0.63	0.89	332	7.64	18.3
	RESERVORIO	10:04	1.01	1.06	200	7.64	18.9
	PRIMERA VIVIENDA	10:23	0.89	1.01	286	7.68	19.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:44	0.75	0.95	319	7.65	19.3
	ULTIMA VIVIENDA	11:07	0.6	0.91	327	7.63	19.4
	RESERVORIO	14:15	0.98	0.99	205	7.71	21.1
	PRIMERA VIVIENDA	14:37	0.87	0.95	285	7.68	21.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:56	0.74	0.91	314	7.68	21.5
	ULTIMA VIVIENDA	15:19	0.59	0.87	329	7.65	21.6
	RESERVORIO	17:31	1.01	1.03	192	7.72	18.5
	PRIMERA VIVIENDA	17:50	0.88	0.96	285	7.69	18.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:10	0.76	0.92	315	7.67	17.9
	ULTIMA VIVIENDA	18:34	0.61	0.88	327	7.64	18.1
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 4 24/04/2025	RESERVORIO	07:03	1.02	0.93	202	7.71	14.2
	PRIMERA VIVIENDA	07:24	0.9	0.89	283	7.69	14.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:46	0.76	0.86	317	7.66	14.8
	ULTIMA VIVIENDA	08:08	0.62	0.82	230	7.63	15
	RESERVORIO	10:16	0.97	0.95	203	7.7	18.6
	PRIMERA VIVIENDA	10:37	0.87	0.91	285	7.68	18.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:58	0.73	0.88	338	7.65	19



	ULTIMA VIVIENDA	11:21	0.58	0.84	334	7.64	19.1
	RESERVORIO	14:21	0.97	0.88	201	7.63	21
	PRIMERA VIVIENDA	14:44	0.86	0.84	284	7.67	21.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:02	0.73	0.81	325	7.65	21.1
	ULTIMA VIVIENDA	15:27	0.58	0.77	327	7.61	20.9
	RESERVORIO	17:33	0.99	0.91	193	7.69	17.8
	PRIMERA VIVIENDA	17:56	0.88	0.86	285	7.69	17.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:15	0.75	0.83	321	7.67	17.4
	ULTIMA VIVIENDA	18:37	0.6	0.79	328	7.64	17.2
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	06:58	1.01	0.9	201	7.73	14.4
	PRIMERA VIVIENDA	07:20	0.88	0.85	282	7.66	14.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:41	0.74	0.82	315	7.63	14.9
	ULTIMA VIVIENDA	08:03	0.6	0.79	317	7.61	15.1
	RESERVORIO	10:18	0.95	0.93	202	7.71	18.9
	PRIMERA VIVIENDA	10:41	0.86	0.88	284	7.63	19.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:02	0.72	0.85	318	7.66	19.4
MUESTRA 5	ULTIMA VIVIENDA	11:25	0.57	0.81	328	7.67	19.5
25/04/2025	RESERVORIO	14:25	0.96	0.86	205	7.69	21.3
	PRIMERA VIVIENDA	14:48	0.85	0.81	283	7.69	21.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:07	0.71	0.78	321	7.67	21.5
	ULTIMA VIVIENDA	15:31	0.56	0.75	327	7.63	21.3
	RESERVORIO	17:39	0.97	0.88	193	7.71	17.6
	PRIMERA VIVIENDA	18:01	0.87	0.84	284	7.68	17.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:18	0.74	0.8	316	7.66	17.2
	ULTIMA VIVIENDA	18:42	0.59	0.77	318	7.62	17
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	06:53	0.98	1.32	195	7.69	15.4
MUESTRA 6	PRIMERA VIVIENDA	07:12	0.92	1.25	284	7.67	15.8
26/04/2025	VIVIENDA INTERMEDIA	07:30	0.76	1.19	307	7.65	16.1
	ULTIMA VIVIENDA	07:52	0.62	1.14	319	7.59	16.3



	RESERVORIO	10:21	0.97	1.27	195	7.7	18.7
	PRIMERA VIVIENDA	10:42	0.91	1.18	285	7.64	19.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:01	0.77	0.05	432	7.65	19.1
	ULTIMA VIVIENDA	11:25	0.61	1.03	374	7.59	19.2
	RESERVORIO	14:13	1.01	1.09	195	7.71	21.2
	PRIMERA VIVIENDA	14:34	0.89	1.01	286	7.66	21.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:54	0.76	0.97	309	7.62	21.3
	ULTIMA VIVIENDA	15:16	0.6	0.93	321	7.58	21.4
	RESERVORIO	17:58	0.99	1.15	195	7.7	20.1
	PRIMERA VIVIENDA	18:16	0.88	1.07	284	7.66	19.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:34	0.74	1.02	308	7.65	19.5
	ULTIMA VIVIENDA	18:53	0.59	0.97	321	7.67	19.2
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:11	0.99	1.21	195	7.71	16.1
	PRIMERA VIVIENDA	07:30	0.93	1.15	284	7.69	16.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:50	0.75	1.1	308	7.66	16.9
	ULTIMA VIVIENDA	08:12	0.63	1.06	320	7.64	17.1
	RESERVORIO	10:24	0.97	1.17	195	7.7	19.3
	PRIMERA VIVIENDA	10:42	0.91	1.09	286	7.68	19.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:03	0.73	0.05	432	7.62	19.6
MUESTRA 7	ULTIMA VIVIENDA	11:25	0.61	1.01	374	7.66	19.4
17/04/2025	RESERVORIO	14:10	0.95	1.05	195	7.69	21.4
	PRIMERA VIVIENDA	14:30	0.89	0.99	285	7.68	21.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:50	0.71	0.94	309	7.66	21.5
	ULTIMA VIVIENDA	15:11	0.59	0.91	321	7.68	21.6
	RESERVORIO	17:47	0.93	1.12	194	7.7	19.9
	PRIMERA VIVIENDA	18:07	0.87	1.03	284	7.68	19.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:26	0.69	0.99	308	7.65	19.4
	ULTIMA VIVIENDA	18:46	0.58	0.95	321	7.66	19.1
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	06:54	0.98	1.18	196	7.71	15.9



MUESTRA 8 28/04/2025	PRIMERA VIVIENDA	07:15	0.91	1.12	283	7.68	16.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:33	0.77	1.08	307	7.64	16.7
	ULTIMA VIVIENDA	07:57	0.62	1.03	320	7.64	16.9
	RESERVORIO	10:18	0.93	1.2	196	7.64	19.2
	PRIMERA VIVIENDA	10:38	0.87	1.13	285	7.64	19.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:56	0.72	0.85	433	7.62	19.4
	ULTIMA VIVIENDA	11:19	0.48	1	372	7.66	19.5
	RESERVORIO	14:04	0.94	1.09	195	7.69	21.3
	PRIMERA VIVIENDA	14:24	0.88	1.01	285	7.64	21.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:43	0.74	0.96	309	7.65	21.4
	ULTIMA VIVIENDA	15:06	0.49	0.91	321	7.68	21.3
	RESERVORIO	17:39	0.96	1.14	195	7.7	19.7
	PRIMERA VIVIENDA	18:00	0.85	1.06	284	7.69	19.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:18	0.71	1.01	308	7.65	19.3
	ULTIMA VIVIENDA	18:39	0.53	0.97	321	7.64	19
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 9 29/04/2025	RESERVORIO	06:50	0.98	1.07	195	7.62	16.2
	PRIMERA VIVIENDA	07:12	0.89	1.01	284	7.66	16.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:30	0.76	0.96	307	7.59	16.9
	ULTIMA VIVIENDA	07:52	0.61	0.91	319	7.61	17
	RESERVORIO	10:25	0.97	1.12	195	7.71	19.4
	PRIMERA VIVIENDA	10:46	0.88	1.06	286	7.63	19.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:04	0.68	0.99	434	7.54	19.5
	ULTIMA VIVIENDA	11:27	0.57	0.97	374	7.66	19.7
	RESERVORIO	14:16	0.95	1.05	195	7.71	21.5
	PRIMERA VIVIENDA	14:37	0.86	0.99	285	7.62	21.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:56	0.74	0.94	309	7.66	21.6
	ULTIMA VIVIENDA	15:18	0.58	0.89	322	7.68	21.4
	RESERVORIO	17:33	0.94	1.09	195	7.71	19.2
	PRIMERA VIVIENDA	17:55	0.83	1.02	284	7.69	19
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:13	0.7	0.98	308	7.65	18.8



FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 10 30/04/2025	ULTIMA VIVIENDA	18:36	0.55	0.94	321	7.62	18.6
	RESERVORIO	06:57	0.98	1.05	194	7.69	16
	PRIMERA VIVIENDA	07:20	0.89	0.98	285	7.64	16.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:39	0.74	0.93	308	7.66	16.8
	ULTIMA VIVIENDA	08:02	0.6	0.87	320	7.61	17
	RESERVORIO	10:26	0.91	1.1	194	7.7	19.3
	PRIMERA VIVIENDA	10:49	0.83	1.04	286	7.68	19.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:08	0.71	1	433	7.55	19.4
	ULTIMA VIVIENDA	11:32	0.48	0.93	372	7.67	19.5
	RESERVORIO	14:18	0.88	1.01	194	7.71	21.4
	PRIMERA VIVIENDA	14:41	0.81	0.95	284	7.69	21.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:00	0.63	0.91	308	7.66	21.5
	ULTIMA VIVIENDA	15:24	0.43	0.86	321	7.68	21.3
	RESERVORIO	17:30	0.92	1.06	194	7.69	18.9
	PRIMERA VIVIENDA	17:52	0.8	0.98	285	7.68	18.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:10	0.68	0.94	308	7.65	18.5
ULTIMA VIVIENDA	18:34	0.54	0.91	321	7.66	18.3	
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 11 1/05/2025	RESERVORIO	07:12	0.9	1.01	200	7.73	16.4
	PRIMERA VIVIENDA	07:34	0.81	0.94	284	7.68	16.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:52	0.69	0.89	306	7.65	17.2
	ULTIMA VIVIENDA	08:16	0.54	0.84	319	7.61	17.4
	RESERVORIO	10:24	0.89	1.06	197	7.71	19.6
	PRIMERA VIVIENDA	10:46	0.82	1	300	7.64	20
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:05	0.68	0.96	350	7.56	19.7
	ULTIMA VIVIENDA	11:29	0.47	0.91	373	7.67	19.8
	RESERVORIO	14:19	0.87	0.99	204	7.71	21.7
	PRIMERA VIVIENDA	14:41	0.79	0.93	284	7.67	21.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:00	0.67	0.89	337	7.64	21.8
	ULTIMA VIVIENDA	15:23	0.49	0.85	320	7.56	21.6



	RESERVORIO	17:37	0.85	1.02	206	7.7	18.6
	PRIMERA VIVIENDA	17:59	0.78	0.95	284	7.69	18.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:18	0.66	0.91	326	7.66	18.2
	ULTIMA VIVIENDA	18:42	0.5	0.88	319	7.67	18
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:24	0.91	1.04	192	7.7	16.2
	PRIMERA VIVIENDA	07:45	0.86	0.95	283	7.69	16.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:05	0.74	0.93	306	7.66	17
	ULTIMA VIVIENDA	08:27	0.51	0.89	318	7.59	17.1
	RESERVORIO	10:32	0.87	1.03	192	7.69	19.5
	PRIMERA VIVIENDA	10:54	0.81	0.97	285	7.61	20
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:13	0.68	0.96	435	7.54	19.6
MUESTRA 12	ULTIMA VIVIENDA	11:36	0.49	0.89	374	7.68	19.7
2/05/2025	RESERVORIO	14:15	0.85	1.02	192	7.69	21.6
	PRIMERA VIVIENDA	14:36	0.79	0.99	284	7.67	21.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:55	0.7	0.87	307	7.65	21.7
	ULTIMA VIVIENDA	15:17	0.46	0.88	320	7.57	21.5
	RESERVORIO	17:34	0.86	1.01	192	7.69	18.5
	PRIMERA VIVIENDA	17:55	0.76	0.94	284	7.68	18.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:14	0.64	0.89	307	7.65	18
	ULTIMA VIVIENDA	18:36	0.47	0.86	319	7.6	17.8
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:12	0.87	1.21	204	7.7	15.6
	PRIMERA VIVIENDA	07:34	0.8	1.14	285	7.68	15.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:54	0.66	1.09	308	7.66	16.3
	ULTIMA VIVIENDA	08:17	0.49	1.03	328	7.67	16.4
MUESTRA 13	RESERVORIO	10:22	0.88	1.23	204	7.66	18.3
3/05/2025	PRIMERA VIVIENDA	10:44	0.76	1.12	286	7.65	18.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:03	0.63	0.88	331	7.54	18.6
	ULTIMA VIVIENDA	11:26	0.47	0.98	374	7.61	18.7
	RESERVORIO	14:13	0.84	1.11	206	7.68	20.7



	PRIMERA VIVIENDA	14:35	0.72	1.02	286	7.63	21
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:54	0.57	0.98	319	7.66	20.9
	ULTIMA VIVIENDA	15:17	0.44	0.93	331	7.61	21.1
	RESERVORIO	17:29	0.85	1.18	194	7.68	19.6
	PRIMERA VIVIENDA	17:50	0.74	1.1	285	7.68	19.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:10	0.61	1.03	321	7.65	19.8
	ULTIMA VIVIENDA	18:33	0.46	0.97	332	7.66	19.6
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:04	0.75	1.18	193	7.68	15.3
	PRIMERA VIVIENDA	07:27	0.68	1.1	284	7.65	15.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:46	0.56	1.06	307	7.65	15.9
	ULTIMA VIVIENDA	08:10	0.48	1.01	320	7.67	16.1
	RESERVORIO	10:26	0.75	1.21	193	7.69	18.2
	PRIMERA VIVIENDA	10:48	0.64	1.13	285	7.66	18.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:08	0.52	0.89	432	7.54	18.5
MUESTRA 14	ULTIMA VIVIENDA	11:31	0.44	0.96	373	7.66	18.6
4/05/2025	RESERVORIO	14:15	0.78	1.08	193	7.69	20.9
	PRIMERA VIVIENDA	14:37	0.7	1	285	7.67	21.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:56	0.58	0.96	308	7.66	21.1
	ULTIMA VIVIENDA	15:19	0.42	0.91	321	7.68	21.2
	RESERVORIO	17:33	0.73	1.15	193	7.7	19.3
	PRIMERA VIVIENDA	17:56	0.65	1.07	284	7.69	19.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:14	0.59	1.01	307	7.66	19.3
	ULTIMA VIVIENDA	18:38	0.45	0.95	320	7.65	19.2
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:12	0.73	1.12	193	7.69	15.6
	PRIMERA VIVIENDA	07:36	0.67	1.04	284	7.68	15.9
MUESTRA 15	VIVIENDA INTERMEDIA	07:55	0.52	0.99	308	7.65	16.3
5/05/2025	ULTIMA VIVIENDA	08:18	0.43	0.94	321	7.67	16.4
	RESERVORIO	10:30	0.7	1.15	193	7.69	18.3
	PRIMERA VIVIENDA	10:54	0.7	1.07	285	7.67	18.9



VIVIENDA INTERMEDIA	11:13	0.51	0.91	433	7.53	18.6
ULTIMA VIVIENDA	11:36	0.34	0.91	372	7.68	18.7
RESERVORIO	14:19	0.69	1.04	193	7.7	20.7
PRIMERA VIVIENDA	14:43	0.68	0.97	285	7.68	21
VIVIENDA INTERMEDIA	15:01	0.52	0.92	308	7.66	20.8
ULTIMA VIVIENDA	15:24	0.39	0.87	321	7.69	20.9
RESERVORIO	17:34	0.64	1.1	193	7.69	19
PRIMERA VIVIENDA	17:56	0.57	1.02	284	7.67	19.2
VIVIENDA INTERMEDIA	18:15	0.48	0.96	308	7.65	19.1
ULTIMA VIVIENDA	18:39	0.37	0.91	321	7.66	18.9

Tabla N° 39: Datos registrados en la segunda etapa de evaluación (flotador impulsor mejorado)

FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 1 09/05/2025	RESERVORIO	07:08	1.07	0.9	183	7.71	17.5
	PRIMERA VIVIENDA	07:30	0.95	0.85	276	7.68	17.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:47	0.76	0.82	301	7.65	18
	ULTIMA VIVIENDA	08:08	0.63	0.78	313	7.61	18
	RESERVORIO	10:37	1.04	0.92	190	7.69	18.5
	PRIMERA VIVIENDA	10:59	0.91	0.83	291	7.66	18.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:15	0.77	0.07	341	7.62	18.2
	ULTIMA VIVIENDA	11:38	0.59	0.75	371	7.57	18.3
	RESERVORIO	14:38	0.94	0.88	202	7.72	19.6
	PRIMERA VIVIENDA	14:58	0.87	0.8	281	7.65	19.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:14	0.73	0.78	310	7.66	19.7
	ULTIMA VIVIENDA	15:36	0.57	0.73	322	7.63	19.8
	RESERVORIO	17:42	0.99	0.9	187	7.7	19.2
	PRIMERA VIVIENDA	18:02	0.88	0.85	287	7.69	19.3



FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 2 10/05/2025	VIVIENDA INTERMEDIA	18:18	0.76	0.83	310	7.67	19.3
	ULTIMA VIVIENDA	18:42	0.61	0.8	322	7.65	19.3
	RESERVORIO	07:29	1.03	0.88	186	7.72	17.6
	PRIMERA VIVIENDA	07:52	0.94	0.83	280	7.68	17.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:09	0.76	0.8	301	7.65	18
	ULTIMA VIVIENDA	08:32	0.61	0.75	313	7.63	18
	RESERVORIO	10:42	0.96	0.9	197	7.69	18.6
	PRIMERA VIVIENDA	11:05	0.86	0.8	291	7.66	18.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:22	0.78	0.06	434	7.58	18.3
	ULTIMA VIVIENDA	11:46	0.57	0.72	371	7.59	18.3
	RESERVORIO	14:17	0.95	0.85	198	7.67	19.7
	PRIMERA VIVIENDA	14:38	0.88	0.78	183	7.68	19.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:55	0.74	0.75	315	7.66	19.7
	ULTIMA VIVIENDA	15:17	0.57	0.7	322	7.63	19.9
	RESERVORIO	17:40	0.95	0.88	179	7.7	19.2
	PRIMERA VIVIENDA	18:00	0.89	0.83	297	7.66	19.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:17	0.77	0.8	318	7.67	19.3
	ULTIMA VIVIENDA	18:41	0.59	0.78	322	7.65	19.3
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 3 11/05/2025	RESERVORIO	07:20	1.09	0.86	191	7.68	17.8
	PRIMERA VIVIENDA	07:42	0.92	0.82	286	7.67	18
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:58	0.76	0.79	301	7.65	18.2
	ULTIMA VIVIENDA	08:22	0.54	0.73	313	7.63	18.3
	RESERVORIO	10:31	0.96	0.89	189	7.69	18.9
	PRIMERA VIVIENDA	10:53	0.86	0.78	291	7.65	19.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:10	0.78	0.05	434	7.51	18.6
	ULTIMA VIVIENDA	11:33	0.53	0.71	371	7.67	18.7



	RESERVORIO	14:41	0.99	0.83	205	7.7	20.5
	PRIMERA VIVIENDA	15:03	0.88	0.75	286	7.68	20.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:19	0.76	0.73	310	7.66	20.5
	ULTIMA VIVIENDA	15:41	0.62	0.68	322	7.63	20.7
	RESERVORIO	17:29	0.98	0.85	186	7.71	20
	PRIMERA VIVIENDA	17:52	0.89	0.8	286	7.67	20.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:08	0.82	0.77	310	7.64	20.1
	ULTIMA VIVIENDA	18:31	0.64	0.75	322	7.59	20.1
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:34	1.04	0.85	184	7.71	18
	PRIMERA VIVIENDA	07:56	0.94	0.8	280	7.66	18.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:12	0.79	0.77	301	7.65	18.3
	ULTIMA VIVIENDA	08:33	0.62	0.7	313	7.61	18.4
	RESERVORIO	10:27	0.97	0.88	190	7.69	19.1
	PRIMERA VIVIENDA	10:50	0.87	0.77	291	7.64	19.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:06	0.79	0.05	434	7.51	18.7
MUESTRA 4	ULTIMA VIVIENDA	11:29	0.64	0.68	371	7.67	18.8
12/05/2025	RESERVORIO	14:14	0.96	0.8	188	7.69	20.7
	PRIMERA VIVIENDA	14:37	0.89	0.72	287	7.68	20.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:53	0.81	0.7	313	7.66	20.7
	ULTIMA VIVIENDA	15:15	0.65	0.65	322	7.63	20.9
	RESERVORIO	17:55	0.99	0.83	184	7.69	20.3
	PRIMERA VIVIENDA	18:16	0.9	0.78	287	7.67	20.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:33	0.76	0.75	319	7.64	20.3
	ULTIMA VIVIENDA	18:55	0.61	0.72	322	7.57	20.4
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
MUESTRA 5	RESERVORIO	07:12	1.02	0.83	187	7.68	18.2
13/05/2025	PRIMERA VIVIENDA	07:34	0.91	0.78	276	7.66	18.4



	VIVIENDA INTERMEDIA	07:51	0.76	0.75	301	7.65	18.6
	ULTIMA VIVIENDA	08:12	0.57	0.68	313	7.63	18.7
	RESERVORIO	10:39	0.98	0.86	184	7.69	19.2
	PRIMERA VIVIENDA	11:00	0.88	0.75	291	7.67	19.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:15	0.79	0.05	434	7.51	18.9
	ULTIMA VIVIENDA	11:38	0.62	0.65	371	7.67	18.9
	RESERVORIO	14:29	0.97	0.78	198	7.68	21
	PRIMERA VIVIENDA	14:50	0.9	0.7	296	7.68	21.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:06	0.74	0.67	324	7.66	21
	ULTIMA VIVIENDA	15:28	0.56	0.62	322	7.63	21.2
	RESERVORIO	17:47	0.97	0.81	181	7.69	20.5
	PRIMERA VIVIENDA	18:08	0.91	0.75	288	7.69	20.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:24	0.83	0.72	303	7.67	20.6
	ULTIMA VIVIENDA	18:45	0.62	0.69	322	7.65	20.6
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	CLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:26	0.99	0.8	196	7.69	18.4
	PRIMERA VIVIENDA	07:48	0.92	0.76	287	7.67	18.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:04	0.77	0.73	301	7.65	18.7
	ULTIMA VIVIENDA	08:27	0.58	0.65	313	7.63	18.8
	RESERVORIO	10:18	0.99	0.83	188	7.69	19.3
	PRIMERA VIVIENDA	10:39	0.89	0.73	291	7.67	19.5
MUESTRAS 6	VIVIENDA INTERMEDIA	10:55	0.75	0.05	434	7.64	18.9
14/05/2025	ULTIMA VIVIENDA	11:18	0.57	0.62	371	7.67	19
	RESERVORIO	14:36	0.98	0.75	202	7.72	21.1
	PRIMERA VIVIENDA	14:58	0.91	0.68	286	7.64	21.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:14	0.82	0.65	311	7.66	21.1
	ULTIMA VIVIENDA	15:36	0.58	0.6	322	7.62	21.3
	RESERVORIO	17:22	0.98	0.79	189	7.74	20.6



FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	PRIMERA VIVIENDA	17:43	0.92	0.72	286	7.69	20.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:59	0.78	0.69	302	7.67	20.7
	ULTIMA VIVIENDA	18:21	0.61	0.66	322	7.65	20.7
	RESERVORIO	07:08	0.98	0.78	164	7.68	18.5
	PRIMERA VIVIENDA	07:25	0.91	0.74	284	7.62	18.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:25	0.84	0.71	301	7.65	18.8
	ULTIMA VIVIENDA	07:25	0.67	0.64	313	7.63	18.9
	RESERVORIO	10:06	0.98	0.8	178	7.69	19.4
	PRIMERA VIVIENDA	10:23	0.88	0.71	291	7.67	19.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	10:37	0.78	0.05	434	7.62	19
	ULTIMA VIVIENDA	10:48	0.57	0.61	371	7.67	19.1
	RESERVORIO	14:02	0.97	0.73	188	7.72	21.2
	PRIMERA VIVIENDA	14:27	0.9	0.66	283	7.62	21.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:38	0.77	0.63	309	7.66	21.2
	ULTIMA VIVIENDA	14:51	0.61	0.58	322	7.63	21.4
	RESERVORIO	17:00	0.97	0.77	177	7.77	20.7
	PRIMERA VIVIENDA	17:21	0.91	0.7	300	7.63	20.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	17:42	0.78	0.67	327	7.63	20.8
	ULTIMA VIVIENDA	17:56	0.62	0.63	329	7.59	20.8
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:18	0.98	0.75	186	7.79	18.7
	PRIMERA VIVIENDA	07:41	0.91	0.72	275	7.62	18.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:56	0.81	0.69	287	7.65	19
	ULTIMA VIVIENDA	08:19	0.63	0.62	313	7.63	19
	RESERVORIO	10:25	0.98	0.77	176	7.69	19.5
	PRIMERA VIVIENDA	10:48	0.87	0.7	297	7.68	19.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:04	0.8	0.05	434	7.64	19.1



	ULTIMA VIVIENDA	11:27	0.59	0.59	371	7.59	19.2
	RESERVORIO	14:12	0.97	0.7	188	7.67	21.3
	PRIMERA VIVIENDA	14:34	0.9	0.64	297	7.61	21.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:50	0.82	0.61	319	7.66	21.3
	ULTIMA VIVIENDA	15:12	0.6	0.56	322	7.63	21.5
	RESERVORIO	17:41	0.97	0.74	194	7.74	20.8
	PRIMERA VIVIENDA	18:03	0.91	0.68	285	7.69	20.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:19	0.83	0.65	307	7.67	20.9
	ULTIMA VIVIENDA	18:42	0.61	0.6	322	7.65	20.9
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:15	0.96	0.73	195	7.74	18.8
	PRIMERA VIVIENDA	07:39	0.89	0.7	280	7.68	19
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:56	0.77	0.67	301	7.65	19.1
	ULTIMA VIVIENDA	08:19	0.64	0.6	313	7.63	19.1
	RESERVORIO	10:36	0.94	0.75	196	7.69	19.6
	PRIMERA VIVIENDA	10:59	0.87	0.68	291	7.64	19.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:16	0.79	0.05	434	7.61	19.2
MUESTRA 9	ULTIMA VIVIENDA	11:40	0.56	0.57	371	7.59	19.3
17/05/2025	RESERVORIO	14:28	0.96	0.68	181	7.7	21.4
	PRIMERA VIVIENDA	14:51	0.89	0.62	299	7.62	21.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:08	0.75	0.59	319	7.66	21.4
	ULTIMA VIVIENDA	15:32	0.58	0.54	324	7.63	21.6
	RESERVORIO	17:46	0.93	0.72	201	7.71	20.9
	PRIMERA VIVIENDA	18:09	0.9	0.66	291	7.69	21
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:26	0.82	0.63	311	7.67	21
	ULTIMA VIVIENDA	18:50	0.6	0.58	333	7.65	21
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:21	0.97	0.7	187	7.73	18.9



MUESTRA 10 18/05/2025	PRIMERA VIVIENDA	07:45	0.9	0.68	279	7.68	19.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:02	0.76	0.65	301	7.65	19.2
	ULTIMA VIVIENDA	08:25	0.57	0.58	327	7.63	19.2
	RESERVORIO	10:41	0.84	0.73	202	7.64	19.7
	PRIMERA VIVIENDA	11:04	0.74	0.65	291	7.67	19.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:20	0.67	0.05	434	7.63	19.3
	ULTIMA VIVIENDA	11:45	0.52	0.55	394	7.63	19.4
	RESERVORIO	14:14	0.96	0.66	207	7.72	21.5
	PRIMERA VIVIENDA	14:37	0.89	0.6	287	7.68	21.7
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:54	0.78	0.57	310	7.66	21.5
	ULTIMA VIVIENDA	15:19	0.56	0.52	322	7.63	21.7
	RESERVORIO	17:35	0.96	0.7	181	7.71	21
	PRIMERA VIVIENDA	17:58	0.9	0.64	299	7.69	21.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:14	0.82	0.61	317	7.67	21.1
	ULTIMA VIVIENDA	18:37	0.61	0.56	357	7.65	21.1
	FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	CLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH
MUESTRA 11 19/05/2025	RESERVORIO	07:12	0.96	0.68	197	7.67	19
	PRIMERA VIVIENDA	07:34	0.89	0.66	280	7.68	19.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:51	0.69	0.63	301	7.65	19.3
	ULTIMA VIVIENDA	08:15	0.56	0.56	313	7.63	19.3
	RESERVORIO	10:30	0.96	0.71	188	7.69	19.8
	PRIMERA VIVIENDA	10:53	0.86	0.63	291	7.68	20
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:09	0.73	0.68	434	7.64	19.4
	ULTIMA VIVIENDA	11:33	0.47	0.69	371	7.67	19.5
	RESERVORIO	14:25	0.89	0.69	186	7.72	21.6
	PRIMERA VIVIENDA	14:47	0.77	0.67	297	7.62	21.8
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:04	0.61	0.65	310	7.66	21.6
	ULTIMA VIVIENDA	15:28	0.43	0.64	322	7.63	21.8



	RESERVORIO	17:41	0.87	0.72	196	7.72	21.1
	PRIMERA VIVIENDA	18:03	0.77	0.73	297	7.69	21.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:20	0.56	0.68	310	7.67	21.2
	ULTIMA VIVIENDA	18:43	0.53	0.69	322	7.65	21.2
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:39	0.89	0.66	193	7.68	19.1
	PRIMERA VIVIENDA	08:03	0.78	0.64	288	7.68	19.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:19	0.58	0.61	313	7.65	19.4
	ULTIMA VIVIENDA	08:42	0.51	0.54	310	7.63	19.4
	RESERVORIO	10:47	0.89	0.69	197	7.69	19.9
	PRIMERA VIVIENDA	11:10	0.81	0.61	296	7.68	20.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:26	0.72	0.05	434	7.64	19.5
MUESTRA 12	ULTIMA VIVIENDA	11:49	0.49	0.52	371	7.62	19.6
20/05/2025	RESERVORIO	14:18	0.79	0.63	193	7.67	21.7
	PRIMERA VIVIENDA	14:42	0.72	0.56	294	7.68	21.9
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:58	0.63	0.53	318	7.66	21.7
	ULTIMA VIVIENDA	15:22	0.49	0.48	322	7.6	21.9
	RESERVORIO	17:30	0.82	0.67	197	7.71	21.2
	PRIMERA VIVIENDA	17:54	0.77	0.6	307	7.69	21.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:10	0.62	0.57	319	7.67	21.3
	ULTIMA VIVIENDA	18:34	0.47	0.52	322	7.65	21.3
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:24	0.8	0.62	202	7.71	19.2
	PRIMERA VIVIENDA	07:46	0.71	0.6	280	7.64	19.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:02	0.67	0.57	318	7.65	19.5
MUESTRA 13	ULTIMA VIVIENDA	08:26	0.49	0.5	327	7.63	19.5
21/05/2025	RESERVORIO	10:40	0.75	0.65	201	7.69	20
	PRIMERA VIVIENDA	11:02	0.67	0.58	291	7.62	20.2



	VIVIENDA INTERMEDIA	11:19	0.56	0.05	334	7.64	19.6
	ULTIMA VIVIENDA	11:43	0.45	0.48	371	7.61	19.7
	RESERVORIO	14:33	0.69	0.6	200	7.64	21.8
	PRIMERA VIVIENDA	14:56	0.65	0.54	298	7.68	22
	VIVIENDA INTERMEDIA	15:12	0.57	0.51	332	7.66	21.8
	ULTIMA VIVIENDA	15:35	0.43	0.44	316	7.63	22
	RESERVORIO	17:41	0.73	0.63	187	7.7	21.3
	PRIMERA VIVIENDA	18:03	0.66	0.56	292	7.65	21.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:20	0.57	0.53	328	7.62	21.4
	ULTIMA VIVIENDA	18:44	0.42	0.48	322	7.58	21.4
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
	RESERVORIO	07:17	0.73	0.6	197	7.72	19.3
	PRIMERA VIVIENDA	07:40	0.67	0.58	282	7.63	19.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	07:56	0.58	0.55	307	7.65	19.6
	ULTIMA VIVIENDA	08:20	0.41	0.48	327	7.63	19.6
	RESERVORIO	10:32	0.73	0.63	193	7.69	20.1
	PRIMERA VIVIENDA	10:55	0.64	0.55	301	7.68	20.3
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:11	0.53	0.67	434	7.64	19.7
MUESTRA 14	ULTIMA VIVIENDA	11:35	0.39	0.46	371	7.62	19.8
22/05/2025	RESERVORIO	14:20	0.7	0.58	197	7.68	21.9
	PRIMERA VIVIENDA	14:43	0.67	0.52	297	7.65	22.1
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:59	0.55	0.48	313	7.66	21.9
	ULTIMA VIVIENDA	15:23	0.37	0.43	329	7.63	22.1
	RESERVORIO	17:27	0.71	0.62	186	7.71	21.4
	PRIMERA VIVIENDA	17:50	0.63	0.55	290	7.64	21.5
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:06	0.54	0.51	313	7.67	21.5
	ULTIMA VIVIENDA	18:30	0.36	0.46	333	7.61	21.5
FECHA	TOMA DE MUESTRA	HORA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA



	RESERVORIO	07:33	0.74	0.68	186	7.65	19.4
	PRIMERA VIVIENDA	07:57	0.63	0.64	277	7.63	19.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	08:13	0.56	0.55	301	7.65	19.7
	ULTIMA VIVIENDA	08:36	0.35	0.64	319	7.63	19.7
	RESERVORIO	10:44	0.67	0.68	186	7.69	20.2
	PRIMERA VIVIENDA	11:08	0.64	0.67	291	7.64	20.4
	VIVIENDA INTERMEDIA	11:25	0.54	0.6	434	7.63	19.8
MUESTRA 15 23/05/2025	ULTIMA VIVIENDA	11:49	0.33	0.59	371	7.6	19.9
	RESERVORIO	14:12	0.7	0.68	186	7.66	22
	PRIMERA VIVIENDA	14:35	0.63	0.64	297	7.68	22.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	14:51	0.55	0.61	321	7.66	22
	ULTIMA VIVIENDA	15:15	0.31	0.59	322	7.63	22.2
	RESERVORIO	17:39	0.69	0.69	187	7.64	21.5
	PRIMERA VIVIENDA	18:01	0.65	0.67	297	7.61	21.6
	VIVIENDA INTERMEDIA	18:17	0.52	0.68	304	7.67	21.6
	ULTIMA VIVIENDA	18:40	0.32	0.69	322	7.61	21.6



Tabla N° 40: Promedios diarios equivalentes obtenidos de dos etapas de monitoreo (flotador adaptado)

MUESTRAS	TOMA DE MUESTRA	COLOR	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
1	RESERVORIO	1.01	1.26	191.25	7.69	18.9
	PRIMERA VIVIENDA	0.89	1.22	287.75	7.66	19.2
	VIVIENDA	0.77	1.19	323.13	7.64	19.1
	INTERMEDIA					
	ULTIMA VIVIENDA					
2	RESERVORIO	0.61	1.21	322.63	7.63	19.1
	PRIMERA VIVIENDA	0.96	1.28	194.50	7.69	18.9
	VIVIENDA	0.86	1.21	287.00	7.65	19.2
	INTERMEDIA	0.76	1.06	321.25	7.63	19.1
	ULTIMA VIVIENDA	0.61	1.23	320.50	7.63	19.2
3	RESERVORIO	0.96	1.33	193.63	7.70	17.0
	PRIMERA VIVIENDA	0.87	1.29	299.38	7.66	17.3
	VIVIENDA	0.78	1.08	323.00	7.62	17.1
	INTERMEDIA					
	ULTIMA VIVIENDA					
4	RESERVORIO	0.59	1.22	322.75	7.62	17.6
	PRIMERA VIVIENDA	0.96	1.23	202.75	7.68	17.3
	VIVIENDA	0.89	1.16	293.38	7.65	17.8
	INTERMEDIA	0.77	1.13	330.50	7.64	17.4
	ULTIMA VIVIENDA	0.61	1.17	301.13	7.59	17.6
5	RESERVORIO	0.94	1.24	197.75	7.70	18.0
	PRIMERA VIVIENDA	0.86	1.18	291.38	7.63	18.3
	VIVIENDA	0.74	1.17	318.00	7.63	18.2
	INTERMEDIA					
	ULTIMA VIVIENDA					
6	RESERVORIO	0.60	1.10	322.38	7.63	18.6
	PRIMERA VIVIENDA	0.92	1.26	198.88	7.70	18.9
	PRIMERA VIVIENDA	0.84	1.18	285.00	7.65	18.9



	VIVIENDA					
	INTERMEDIA	0.74	1.03	316.00	7.64	18.8
	ULTIMA VIVIENDA	0.59	1.07	339.75	7.67	18.5
	RESERVORIO	0.89	1.32	226.00	7.70	18.5
	PRIMERA VIVIENDA	0.81	1.16	285.13	7.67	19.1
7	VIVIENDA					
	INTERMEDIA	0.70	1.10	311.00	7.64	19.0
	ULTIMA VIVIENDA	0.55	1.12	318.00	7.63	19.1
	RESERVORIO	0.86	1.23	196.75	7.69	19.0
	PRIMERA VIVIENDA	0.80	1.17	285.38	7.67	19.1
8	VIVIENDA					
	INTERMEDIA	0.69	1.14	322.88	7.66	19.0
	ULTIMA VIVIENDA	0.53	1.14	323.25	7.61	19.1
	RESERVORIO	0.83	1.25	200.50	7.69	19.0
	PRIMERA VIVIENDA	0.75	1.21	284.25	7.67	19.2
9	VIVIENDA					
	INTERMEDIA	0.65	1.18	323.00	7.62	19.1
	ULTIMA VIVIENDA	0.51	1.18	321.63	7.63	19.1
	RESERVORIO	0.80	1.26	202.25	7.70	19.1
	PRIMERA VIVIENDA	0.73	1.18	283.63	7.67	19.3
10	VIVIENDA					
	INTERMEDIA	0.61	1.13	322.88	7.62	19.2
	ULTIMA VIVIENDA	0.45	1.17	325.38	7.63	19.2
	RESERVORIO	0.79	1.25	201.75	7.70	19.0
	PRIMERA VIVIENDA	0.71	1.24	285.88	7.67	19.2
11	VIVIENDA					
	INTERMEDIA	0.60	1.18	322.38	7.64	19.1
	ULTIMA VIVIENDA	0.46	1.17	316.75	7.62	19.1
	RESERVORIO	0.79	1.23	196.75	7.69	19.1
	PRIMERA VIVIENDA	0.72	1.16	284.13	7.67	19.2
12	VIVIENDA					
	INTERMEDIA	0.61	1.17	333.00	7.64	19.1



	ULTIMA VIVIENDA	0.46	1.14	315.75	7.62	19.2
	RESERVORIO	0.77	1.25	203.00	7.69	19.0
	PRIMERA VIVIENDA	0.70	1.17	284.13	7.65	19.2
13	VIVIENDA INTERMEDIA	0.58	1.17	323.25	7.63	19.1
	ULTIMA VIVIENDA	0.42	1.12	317.63	7.64	19.2
	RESERVORIO	0.71	1.28	198.00	7.68	19.1
14	PRIMERA VIVIENDA	0.66	1.26	284.63	7.64	19.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.54	1.21	324.13	7.63	19.2
	ULTIMA VIVIENDA	0.41	1.17	320.38	7.63	19.3
15	RESERVORIO	0.68	1.29	200.38	7.69	19.1
	PRIMERA VIVIENDA	0.62	1.23	284.88	7.64	19.2
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.49	1.23	324.38	7.62	19.2
	ULTIMA VIVIENDA	0.35	1.16	325.50	7.63	19.2

Tabla N° 41: Promedios diarios equivalentes obtenidos de etapas de monitoreo (flotador impulsor mejorado)

MUESTRAS	TOMA DE MUESTRA	COLORO	TURBIEDAD	CONDUCTIVIDAD	PH	TEMPERATURA
1	RESERVORIO	1.04	0.95	192.88	7.70	18.66
	PRIMERA VIVIENDA	0.92	0.90	284.63	7.67	18.90
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.79	0.77	326.75	7.64	18.78
	ULTIMA VIVIENDA	0.62	0.83	332.63	7.61	18.84
2	RESERVORIO	1.01	0.91	191.50	7.69	18.64
	PRIMERA VIVIENDA	0.91	0.80	274.25	7.67	18.83
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.78	0.68	340.13	7.65	18.73
3	ULTIMA VIVIENDA	0.60	0.73	332.50	7.63	18.83
	RESERVORIO	1.01	0.94	196.13	7.70	19.19
	PRIMERA VIVIENDA	0.89	0.88	286.13	7.68	19.38



	VIVIENDA INTERMEDIA	0.77	0.76	327.50	7.64	19.29
	ULTIMA VIVIENDA	0.60	0.80	330.38	7.64	19.40
	RESERVORIO	0.99	0.88	193.13	7.69	18.71
4	PRIMERA VIVIENDA	0.89	0.82	285.25	7.67	18.86
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.77	0.71	333.50	7.64	18.79
	ULTIMA VIVIENDA	0.61	0.75	318.38	7.63	18.84
	RESERVORIO	0.98	0.86	193.88	7.70	18.89
5	PRIMERA VIVIENDA	0.88	0.80	285.50	7.67	19.06
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.75	0.68	329.00	7.64	19.01
	ULTIMA VIVIENDA	0.59	0.72	327.25	7.64	19.04
	RESERVORIO	0.99	1.00	194.38	7.71	19.35
6	PRIMERA VIVIENDA	0.91	0.93	286.13	7.66	19.55
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.77	0.67	338.00	7.65	19.43
	ULTIMA VIVIENDA	0.60	0.83	332.88	7.63	19.49
	RESERVORIO	0.97	0.95	185.75	7.71	19.56
7	PRIMERA VIVIENDA	0.90	0.88	287.13	7.66	19.75
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.76	0.64	341.00	7.64	19.65
	ULTIMA VIVIENDA	0.61	0.80	333.88	7.65	19.68
	RESERVORIO	0.96	0.95	190.75	7.70	19.55
8	PRIMERA VIVIENDA	0.89	0.88	286.38	7.66	19.75
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.78	0.74	338.00	7.65	19.64
	ULTIMA VIVIENDA	0.57	0.79	332.75	7.64	19.66
	RESERVORIO	0.95	0.90	194.13	7.70	19.63
9	PRIMERA VIVIENDA	0.88	0.84	287.50	7.65	19.81
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.75	0.73	340.38	7.63	19.69
	ULTIMA VIVIENDA	0.59	0.75	334.63	7.63	19.71
	RESERVORIO	0.93	0.88	194.13	7.70	19.59
10	PRIMERA VIVIENDA	0.85	0.82	287.00	7.68	19.78
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.72	0.71	339.88	7.64	19.66
	ULTIMA VIVIENDA	0.54	0.72	341.75	7.65	19.69



	RESERVORIO	0.90	0.86	196.75	7.71	19.73
11	PRIMERA VIVIENDA	0.81	0.81	289.63	7.67	19.93
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.66	0.79	334.25	7.64	19.80
	ULTIMA VIVIENDA	0.50	0.76	332.38	7.64	19.83
12	RESERVORIO	0.86	0.84	193.50	7.69	19.71
	PRIMERA VIVIENDA	0.79	0.78	290.13	7.67	19.91
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.66	0.68	342.38	7.64	19.78
13	ULTIMA VIVIENDA	0.49	0.70	332.00	7.62	19.79
	RESERVORIO	0.80	0.90	199.75	7.68	19.56
	PRIMERA VIVIENDA	0.71	0.83	287.88	7.65	19.81
14	VIVIENDA INTERMEDIA	0.61	0.71	323.88	7.64	19.74
	ULTIMA VIVIENDA	0.46	0.73	337.63	7.63	19.80
	RESERVORIO	0.74	0.88	193.13	7.70	19.55
15	PRIMERA VIVIENDA	0.66	0.81	288.50	7.66	19.80
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.56	0.77	340.13	7.64	19.69
	ULTIMA VIVIENDA	0.42	0.71	336.75	7.64	19.76
15	RESERVORIO	0.70	0.89	189.63	7.68	19.59
	PRIMERA VIVIENDA	0.65	0.84	287.50	7.66	19.85
	VIVIENDA INTERMEDIA	0.53	0.78	339.63	7.64	19.74
	ULTIMA VIVIENDA	0.36	0.77	333.63	7.65	19.79

Nota: Cada sistema (flotador adaptado y flotador impulsor mejorado) fue monitoreado durante dos campañas consecutivas de 15 días. Para obtener una base uniforme y representativa, se emparejaron los días equivalentes de ambas etapas (ej. día 1 con día 1) y se calcularon los promedios diarios por punto de monitoreo. Este procedimiento permitió generar un total de 15 días promedio para cada sistema, sobre los cuales se realizaron los análisis estadísticos.



Anexo N° 5: Resultados de Laboratorio

INFORME DE ENSAYO AG250025 - A

CLIENTE Razón Social : ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024
 Dirección : Bellavista - Shupluy - Yungay
 Atención : Cirilo Jimenez Edwin

MUESTRA Producto declarado : AI - 1 : Agua de Captación¹
 UI - 1 : Agua de Caño¹
 Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
 Procedencia : AI - 1 : Agua de Captación - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 UI - 1 : Ultima vivienda del sistema de agua - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 Coordenadas:
 AI - 1 : 201900 E 8977625 N 3045 msnm
 UI - 1 : 201747 E 8978109 N 2878 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC250019 - A

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 14 / Marzo / 2025
 Fecha de análisis : 14 de Marzo - 21 Marzo / 2025
 Cotización N° : CO250022

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	UI - 1
					AI - 1	UI - 1
					Fecha de muestreo ¹	13/03/2025
					Hora de muestreo ¹	17:12
					Código del Laboratorio	AG250036-A
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1	1440	< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1	660	< 1

Legenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24 th. Edition-2023

¹ Datos proporcionados por el cliente



Dr. María Leyva Collas
 Coordinadora del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CCP N° 604

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 21 de Marzo de 2025

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO AG250025 - B

CLIENTE Razón Social : ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024
 Dirección : Bellavista - Shupluy - Yungay
 Atención : Cirilo Jimenez Edwin

MUESTRA Producto declarado : AI - 2 : Agua de Captación¹
 UI - 2 : Agua de Caño¹
 Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
 Procedencia : AI - 2 : Agua de Captación - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 UI - 2 : Última vivienda del sistema de agua - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 Coordenadas:
 AI - 2 : 201900 E 8977625 N 3045 msnm
 UI - 2 : 201747 E 8978109 N 2878 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC250019 - B

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 19 / Marzo / 2025
 Fecha de análisis : 19 de Marzo - 26 Marzo / 2025
 Cotización N° : CO250022

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					AI - 2	UI - 2
					19/03/2025	19/03/2025
					08:47	09:31
					AG250038-B	AG250039-B
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1	1440	< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1	660	< 1

Leyenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24 th. Edition-2023
¹ Datos proporcionados por el cliente

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 26 de Marzo de 2025



Dr. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirmentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501
 E-mail: dgcie-lca-av@unasam.edu.pe



INFORME DE ENSAYO AG250030 - A

CLIENTE
 Razón Social : ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024
 Dirección : Bellavista - Shupluy - Yungay
 Atención : Cirilo Jimenez Edwin

MUESTRA
 Producto declarado : AI - 3 : Agua de Captación¹
 UI - 3 : Agua de Caño¹
 Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
 Procedencia : AI - 3 : Agua de Captación - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 UI - 3 : Ultima vivienda del sistema de agua - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 Coordenadas:
 AI - 3 : 201900 E 8977825 N 3045 msnm
 UI - 3 : 201747 E 8978109 N 2878 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC250023 - A

MUESTREO
 Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO
 Fecha de recepción : 25 / Marzo / 2025
 Fecha de análisis : 25 de Marzo - 01 Abril / 2025
 Cotización N° : CO250022

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					AI - 3	UI - 3
					24/03/2025	24/03/2025
					17:10	17:57
					AG250047-A	AG250048-A
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1	1440	< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1	660	< 1

Leyenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24 th. Edition-2023

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 01 de Abril de 2025

"Fin del Informe de Ensayo"



Dr. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602-3501

E-mail: dgcie-lca-av@unasam.edu.pe

INFORME DE ENSAYO AG250030 - B

CLIENTE
 Razón Social : ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024
 Dirección : Bellavista - Shupluy - Yungay
 Atención : Cirilo Jimenez Edwin

MUESTRA
 Producto declarado : AI - 4 : Agua de Captación¹
 UI - 4 : Agua de Caño¹
 Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
 Procedencia : AI - 4 : Agua de Captación - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 UI - 4 : Ultima vivienda del sistema de agua - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 Coordenadas:
 AI - 4 : 201900 E 8977625 N 3045 msnm
 UI - 4 : 201747 E 8978109 N 2878 msnm
 Ref/Condición : Cadena de Custodia CC250023 - B

MUESTREO
 Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO
 Fecha de recepción : 28 / Marzo / 2025
 Fecha de análisis : 28 de Marzo - 04 Abril / 2025
 Cotización N° : CO250022

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA		
					AI - 4	UI - 4	
					Código del cliente	AI - 4	UI - 4
					Fecha de muestreo ¹	28/03/2025	28/03/2025
					Hora de muestreo ¹	07:11	07:52
					Código del Laboratorio	AG250049-B	AG250050-B
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS						
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1		1440	< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1		660	< 1

Leyenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24 th. Edition-2023

¹ Datos proporcionados por el cliente



Dr. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 ICQP N° 604

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 04 de Abril de 2025

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

INFORME DE ENSAYO AG250032 - A

CLIENTE
 Razón Social : ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024
 Dirección : Bellavista - Shupluy - Yungay
 Atención : Cirilo Jimenez Edwin

MUESTRA
 Producto declarado : AI - 5 : Agua de Captación¹
 UI - 5 : Agua de Caño¹
 Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
 Procedencia : AI - 5 : Agua de Captación - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 UI - 5 : Última vivienda del sistema de agua - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC250025 - A

MUESTREO
 Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO
 Fecha de recepción : 01 / Abril / 2025
 Fecha de análisis : 01 de Abril - 08 Marzo / 2025
 Cotización N° : CO250022

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	UI - 5
					AI - 5	UI - 5
					Fecha de muestreo ¹	01/04/2025
					Hora de muestreo ¹	07:10
					Código del Laboratorio	AG250055-A
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1	1440	< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1	660	< 1

Legenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24 th. Edition-2023

¹ Datos proporcionados por el cliente

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 08 de Marzo de 2025



Dr. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO AG250033 - A

CLIENTE Razón Social : ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024
 Dirección : Bellavista - Shupluy - Yungay
 Atención : Cirilo Jimenez Edwin

MUESTRA Producto declarado : AI - 6 : Agua de Captación
 UI - 6 : Agua de Consumo
 Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
 Procedencia : AI - 6 : Agua de Captación - Bellavista - Shupluy - Yungay
 UI - 6 : Última vivienda del sistema de agua - Bellavista - Shupluy - Yungay
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC250026 - A

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 08 / Abril / 2025
 Fecha de análisis : 08 de Abril - 15 Marzo / 2025
 Cotización N° : CO250022

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					AI - 6	UI - 6
					07/04/2025	07/04/2025
					17.41	18.10
					AG250057-A	AG250057-B
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CMQ4	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1	1440	< 1
CMQ5	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1	660	< 1

Legenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24th ed., 2011-2013
 Datos proporcionados por el cliente

Huancayo, 15 de Abril de 2025

"Fin del Informe de Ensayo"



Dr. Mario Leyva Coñas
 Director del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CCP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huancayo-Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501
 E-mail: dgclce-lca-av@unasm.edu.pe





INFORME DE ENSAYO AG250055 - A

CLIENTE
 Razón Social : ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024
 Dirección : Bellavista - Shupluy - Yungay
 Atención : Edwin Gannir Cirilo Jiménez

MUESTRA
 Producto declarado : AI - 7 : Agua de Captación
 U - 7 : Agua de Caño
 Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
 Procedencia : AI - 7 : Agua de Captación - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 U - 7 : Última vivienda del sistema de agua - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC250046 - A

MUESTREO
 Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO
 Fecha de recepción : 11 / Abril / 2025
 Fecha de análisis : 11 de Abril - 22 Abril / 2025
 Cotización N° : CO250022

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					AI - 7	U - 7
					11/04/2025	11/04/2025
					19:07	11:54
					AG250055-A	AG250055-A
CM INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS						
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1	1440	< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1	660	< 1

Legenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24 th. Edition-2023

¹ Datos proporcionados por el cliente.

Huancayo, 22 de Abril de 2025

"Fin del Informe de Ensayo"



Dr. Mario Leyva Coñas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CCP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirmentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huancayo-Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501
 E-mail: dgco-ica-av@unasam.edu.pe





INFORME DE ENSAYO AG250087 - A

CLIENTE
 Razón Social : ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024
 Dirección : Jr. Manuela Gonzales de Torrico - Pedregal
 Atención : Cirio Jimenez Edwin

MUESTRA
 Producto declarado : AII - 1 : Agua de Captación¹
 UII - 1 : Agua de Café¹
 Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
 Procedencia : AII - 1 : Agua de Captación - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 UII - 1 : Última vivienda del sistema de agua - Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC250089 - A

MUESTREO
 Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO
 Fecha de recepción : 24 / Abril / 2025
 Fecha de análisis : 24 de Abril - 05 Mayo / 2025
 Cotización N° : CO250022

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					AE - 1	AII - 1
					24/04/2025	24/04/2025
					09:21	10:10
					AG250152-A	AG250152-B
INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS						
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1	1440	< 1
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1	660	< 1

Legenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24 th. Edition-2023

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 05 de Mayo de 2025

"Fin del informe de Ensayo"



Dr. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM UNASAM
 COP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash, Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501
 E-mail: dgca-lca-av@unasam.edu.pe



INFORME DE ENSAYO AG250099 - A

CLIENTE
 Razón Social : ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024
 Dirección : Jr. Manuela Gonzales de Torrico - Padregal
 Atención : Cirilo Jimenez Edwin Gianmir

MUESTRA
 Producto declarado : AII - 2 : Agua de Reservorio¹
 UII - 2 : Agua de Caño¹
 Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
 Procedencia : AII - 2 : Captación Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 UII - 2 : Última vivienda del Sistema de Agua Potable¹
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC250080 - A

MUESTREO
 Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO
 Fecha de recepción : 30 / Abril / 2025
 Fecha de análisis : 30 de Abril - 08 Mayo / 2025
 Cotización N° : CO250022

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	UII - 2
					Fecha de muestra ¹	30/04/2025
					Hora de muestra ¹	17:27
					Código del Laboratorio	AG250181-A
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1	1440	< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1	660	< 1

Leyenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24 th. Edition-2023

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 08 de Mayo de 2025

"Fin del Informe de Ensayo"



Dr. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO AG250099 - B

CLIENTE Razón Social : ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORAD
 CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024
 Dirección : Jr. Manuela Gonzales de Torrico - Pedregal
 Atención : Cirilo Jimenez Edwin Gianmir

MUESTRA Producto declarado : Ali - 3 : Agua de Reservoirio¹
 UII - 3 : Agua de Caño¹
 Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
 Procedencia : Ali - 3 : Captación Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 UII - 3 : Ultima vivienda del Sistema de Agua Potable¹
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC250080 - B

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 05 / Mayo / 2025
 Fecha de análisis : 05 de Mayo - 12 Mayo / 2025
 Cotización N° : CO250022

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Ali - 3	UII - 3
					Código del cliente	
					Fecha de muestreo	05/05/2025
					Hora de muestreo	09:17
					Código del Laboratorio	AG250183-B
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1	1440	< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1	660	< 1

Leyenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24 th. Edition-2023

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 12 de Mayo de 2025

"Fin del Informe de Ensayo"



Dr. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





INFORME DE ENSAYO AG250104 - A

CLIENTE Razón Social : ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024
 Dirección : Jr. Manuela Gonzales de Torrico - Pedregal
 Atención : Cirilo Jimenez Edwin Gianmir

MUESTRA Producto declarado : AII - 4 : Agua de Reservorio¹
 UII - 4 : Agua de Caño¹
 Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
 Procedencia : AII - 4 : Captación Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 UII - 4 : Última vivienda del Sistema de Agua Potable¹
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC250084 - A

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 09 / Mayo / 2025
 Fecha de análisis : 09 de Mayo - 16 Mayo / 2025
 Cotización N° : CO250022

CÓD.	PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código de muestra	UII - 4
					09/05/2025	09/05/2025
					17:43	18:31
					AG250194-A	AG250195-A
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1	1440	< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1	660	< 1

Legenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24 th. Edition-2023

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 16 de Mayo de 2025

"Fin del Informe de Ensayo"



Dr. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO AG250104 - B

CLIENTE
 Razón Social : ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVIDA - SHUPLUY, 2024
 Dirección : Jr. Manuela Gonzales de Torrico - Pedregal
 Atención : Cirilo Jimenez Edwin Gianmir

MUESTRA
 Producto declarado : All - 5 : Agua de Reservoirio¹
 Ull - 5 : Agua de Caño¹
 Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
 Procedencia : All - 5 : Captación Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 Ull - 5 : Ultima vivienda del Sistema de Agua Potable¹
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC250084 - B

MUESTREO
 Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO
 Fecha de recepción : 13 / Mayo / 2025
 Fecha de análisis : 13 de Mayo - 20 Mayo / 2025
 Cotización N° : CO250022

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					All - 5	Ull - 5
					13/05/2025	13/05/2025
					08:17	09:35
					AG250196-B	AG250197-B
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1	1440	< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1	660	< 1

Leyenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24 th. Edition-2023

¹Datos proporcionados por el cliente



Dr. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 20 de Mayo de 2025

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





INFORME DE ENSAYO AG250110 - A

CLIENTE
 Razón Social : ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024
 Dirección : Bellavista - Shupluy - Yungay
 Atención : Cirilo Jimenez Edm'n Glamir

MUESTRA
 Producto declarado : Ali - 6 : Agua de Reservorio¹
 UII - 6 : Agua de Caño¹
 Matriz : Aguas para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
 Procedencia : Ali - 6 : Captación Bellavista - Shupluy - Yungay¹
 UII - 6 : Última vivienda del Sistema de Agua Potable¹
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC250088 - A

MUESTREO
 Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO
 Fecha de recepción : 19 / Mayo / 2025
 Fecha de análisis : 19 de Mayo - 26 Mayo / 2025
 Cotización N° : CC250022

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Ali - 6	UII - 6
					19/05/2025	19/05/2025
					09:17	10:13
					AG250201-A	AG250202-A
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM24	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1	1440	< 1
CM26	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1	660	< 1

Leyenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24 th. Edition, 2005

¹ Datos proporcionados por el cliente.

Huaraz, 26 de Mayo de 2025

"Fin del Informe de Ensayo"



[Firma]
 Dr. Mario Leyva Colias
 Director del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CIP N° 804

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





INFORME DE ENSAYO AG250110 - B

CLIENTE	Razón Social :	ESTUDIO DE LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN EMPLEANDO UN FLOTADOR IMPULSOR MEJORADO EN EL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA - SHUPLUY, 2024
	Dirección :	Bellavista - Shupluy - Yungay
	Atención :	Cirilo Jimenez Edelm Gianmir
MUESTRA	Producto declarado :	AII - 7 : Agua de Reservorio ¹ UII - 7 : Agua de Caño ¹
	Matriz :	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de bebida
	Procedencia :	AII - 7 : Captación Bellavista - Shupluy - Yungay ¹ UII - 7 : Última vivienda del Sistema de Agua Potable ¹
	Ref./Condición :	Cadena de Custodia CC250088 - B
MUESTREO	Responsable :	Muestra proporcionada por el cliente
	Referencia :	No indica
LABORATORIO	Fecha de recepción :	22 / Mayo / 2025
	Fecha de análisis :	22 de Mayo - 29 Mayo / 2025
	Cotización N° :	CO250022

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					AII - 7	UII - 7
					22/05/2025	22/05/2025
					09:17	10:13
					AG250201-B	AG250202-B
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM04	Coliformas totales	UFC/ml	APHA 9222 B	1	1440	< 1
CM05	Coliformos fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 B	1	550	< 1


Leyenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 24 th. Edition-2023

¹ Datos proporcionada por el cliente

Huaraz, 29 de Mayo de 2025

"Fin del Informe de Ensayo"




 Dr. Mario Leyva Colles
 Responsable del Laboratorio de Calidad Ambiental
 LCA - UNASAM
 CQP N° 804



UNASAM

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501

E-mail: dgcia-lca-av@unasam.edu.pe



Anexo N° 6: *Panel fotográfico*

Foto N° 12 : *Toma de muestra realizada según protocolos para análisis de coliformes fecales y torales*



Foto N° 13 : Monitoreo en campo

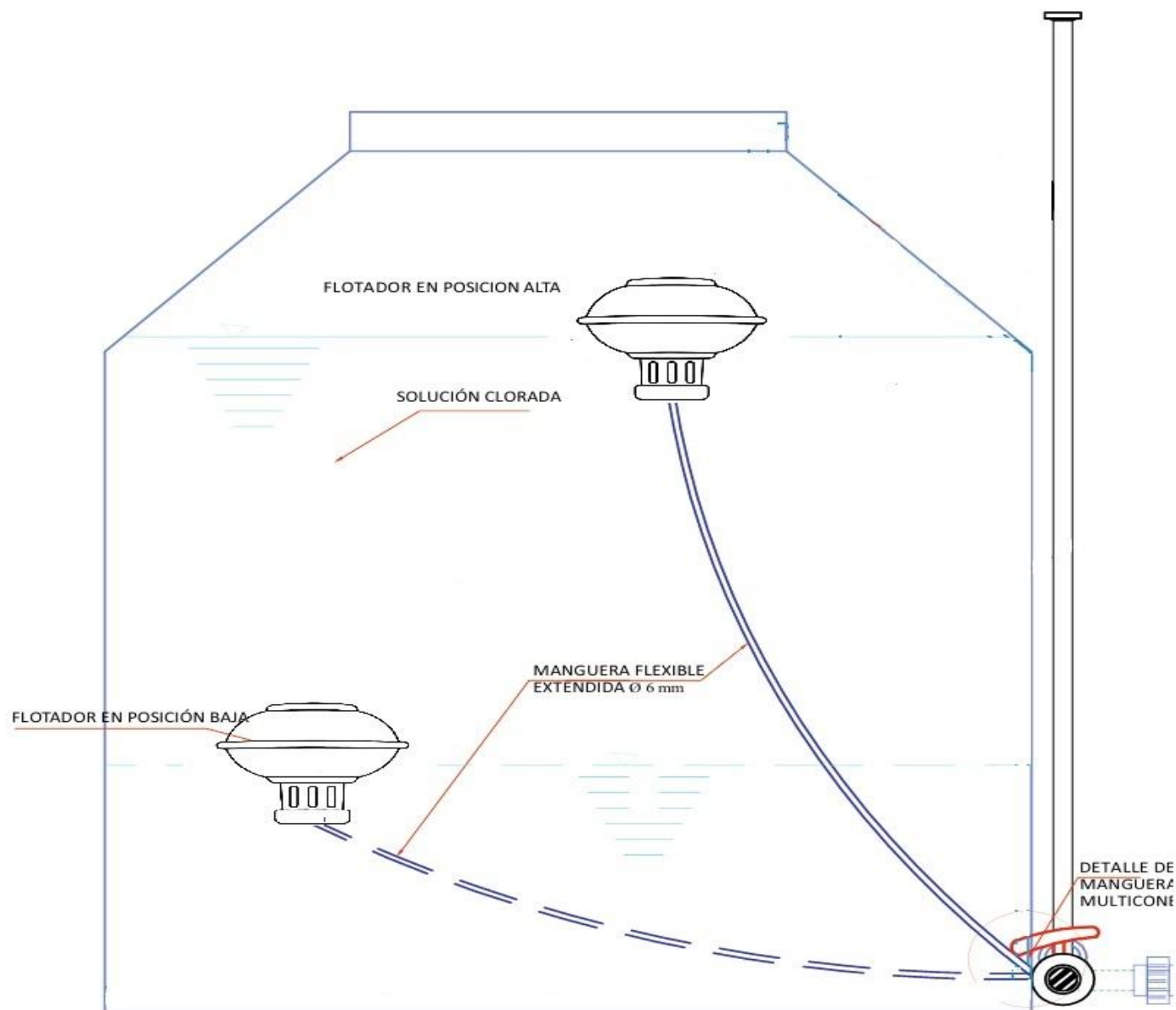




Foto N° 14 : Capacitación en campo, al operador del sistema



Anexo N° 7: Vista del flotador impulsor mejorado, instalado en el sistema de desinfección



Anexo N° 8: Padrón de usuarios capacitados

PADRON DE USUARIOS DEL LA JASS DEL CENTRO POBLADO DE BELLAVISTA

Durante la implementación del flotador impulsor mejorado, se desarrolló una jornada de capacitación comunitaria dirigida a los usuarios y a la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) del centro poblado de Bellavista – Shupluy.

En dicha capacitación se abordaron los siguientes temas:

- Importancia de la cloración del agua, destacando su rol en la eliminación de patógenos responsables de enfermedades gastrointestinales.
- Frecuencia recomendada de cloración, estableciendo un intervalo cada 15 días, de acuerdo con las características del sistema y el consumo estimado.
- Preparación correcta de la solución madre utilizando hipoclorito de calcio al 70%, incluyendo el cálculo del peso de cloro necesario y su dilución.
- Aforo del caudal de ingreso al sistema, mediante la técnica de medición con recipiente y cronómetro, para estimar el volumen de agua que requiere desinfección.
- Calibración del sistema de cloración, ajustando las válvulas para controlar el flujo de dosificación.
- Limpieza y desinfección de componentes del sistema de agua potable, incluyendo reservorio, tuberías y cámara de cloración.
- Uso adecuado de equipos de protección personal (EPP) durante las labores de manipulación de cloro.
- Reconocimiento de fallas comunes en el sistema de cloración y cómo aplicar medidas correctivas básicas.

A continuación, se presenta el padrón de usuarios que participaron en la jornada:



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SHUPLUY
YUNGAY - ANCAH
Michel Salvador Popayan
RESPONSABLE DEL ATM
DNI: 46192100

Nº	Apellidos y Nombres	DNI	Firma / Huella
1	Ybarra Jimenez Alejandro	33336609	
2	Rapray Huaman Alejandro	33336660	
3	Atanacio Jara Margarita	33336462	
4	Alonzo Espinoza Jaime Casimiro	40100612	
5	Bautista Cochachin Pablo	33335624	
6	Mendoza Cochachin Hilarion	33336644	
7	Mendoza Berillo Amparo	6781515	
8	Giraldo Giraldo Yesenia	70377156	
9	Suarez Ramirez Consuelo	33336581	
10	Cochachin Pizan Felix	33336447	
11	Giraldo Silva Roman	33335981	
12	Giraldo Silva Irene	33335938	
13	Giraldo Ibarra Diomenes	33336318	
14	Jimenez Giraldo Irma	33336352	
15	Giraldo Ibarra Eulogio	33335959	




MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SHUPLAY
 YUNGAY - ANCASH

 Michel Salvador Popayan
 RESPONSABLE DEL ATM
 DNE: 46192100

16	Mendoza Silva Carmen	09561425	
17	Mendoza Silva Celestina	41103597	
18	Mendoza Silva Edgar	41898371	
19	Cochachin Pizan Herminio	40171389	
20	Atanacio Chico Rodolfo	33335944	
21	Jimenez Giraldo Ilda	33336014	
22			
23			



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SHUPLUY
YUNGAY - ANCASH

Michel Salvador Popayan
RESPONSABLE DEL ATM
DNI: 46192100

ACTA DE CAPACITACIÓN AL OPERADOR

Lugar y fecha: **Bellavista, 21 de abril del 2025**

Departamento	ANCASH	Centro Poblado	BELLAVISTA
Provincia	YUNGAY	Ubigeo de Centro Poblado	0220070006
Distrito	SHUPLUY	Nombre de la fuente	Sacsa

Por la presente se deja constancia de la capacitación *in situ* brindada de forma práctica al operador /Gasfitero al Sr. **ROMAN GIRALDO SILVA**, con DNI N° **33335981**, del Centro Poblado de **Bellavista**, quien acepto capacitarse, puso toda su atención, interés de aprender durante la capacitación. Los temas capacitados fueron:


TEMAS	MARCAR CON (X)
a. Limpieza y desinfección del SAP	X
b. Medir el caudal del agua que ingresa al reservorio (Aforar)	X
c. Procedimientos de cloración del agua	X
d. Calibración del caudal de ingreso de solución de cloro	X
e. Monitoreo de cloro residual en los puntos de tomas de muestra	X
f. Uso y manejo de comparador de cloro	X
g. Operación y mantenimiento del SAP	X
h. Fallas comunes en el sistema de cloración	X
i. Otros:	

Culminada la capacitación, el operador queda más fortalecido con el compromiso de seguir practicando lo aprendido y en la próxima seguir capacitándose en otros temas mientras dure la actividad de monitoreo por parte de la DRVCS.


Se deja constancia de la capacitación brindada al operador por parte del representante de la DRVCS de Ancash. En prueba de conformidad suscriben el ACTA, siendo las **15:21** horas del mismo día.




 Tesista
 Nombres y apellidos: Cirilo Jiménez Edwin Gianmir
 DNI: 70377651



 Operador de la JASS
 Nombres y Apellidos: Roman Giraldo Silva
 DNI: 33335981



 Representante de la OC.
 Nombres y Apellidos: Roman Giraldo Silva
 DNI: 33335981


 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SHUPLUY
 YUNGAY - ANCASH

 Michel Salvador Popayan
 RESPONSABLE DEL ATM
 DNI: 46192100

 Responsable del ATM
 Nombres y Apellidos:
 DNI: