

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



TESIS

“DETERMINACIÓN DE LA GRADIENTE HIDRÁULICA Y TIEMPOS DE RETENCIÓN ÓPTIMOS UTILIZANDO LA PRUNUS PÉRSICA Y EL ALOE VERA FRENTE AL SULFATO DE ALUMINIO, PARA EL PILOTO MODIFICADO DE UNA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DEL RIO AUQUI - HUARAZ - 2016”

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
SANITARIO**

TESISTAS:

Br. HUERTA CARRANZA OMAR RAUL

Br. ROMERO NORABUENA GERÓNIMO VÍCTOR

ASESOR: Ing. ARAUJO JAMANCA NINO FRANKLIN

HUARAZ – ANCASH - PERÚ

OCTUBRE – 2018

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

1. Datos del autor:

Apellidos y Nombres: _____

Código de alumno: _____ Teléfono: _____

E-mail: _____ D.N.I. n°: _____

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo Académico Trabajo de Investigación

Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

3. Para optar el Título Profesional de:

4. Título del trabajo de investigación:

5. Facultad de: _____

6. Escuela o Carrera: _____

7. Asesor:

Apellidos y nombres _____ D.N.I n°: _____

E-mail: _____ ID ORCID: _____

8. Referencia bibliográfica: _____

9. Tipo de acceso al Documento:

Acceso público* al contenido completo. Acceso

restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:



10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

Firma del autor

11. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


12. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:




Varillas William Eduardo
Asistente en Informática y Sistemas
- UNASAM -

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

1. Datos del autor:

Apellidos y Nombres: _____

Código de alumno: _____ Teléfono: _____

E-mail: _____ D.N.I. n°: _____

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo Académico Trabajo de Investigación

Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

3. Para optar el Título Profesional de:

4. Título del trabajo de investigación:

5. Facultad de: _____

6. Escuela o Carrera: _____

7. Asesor:

Apellidos y nombres _____ D.N.I n°: _____

E-mail: _____ ID ORCID: _____

8. Referencia bibliográfica: _____

9. Tipo de acceso al Documento:

Acceso público* al contenido completo. Acceso

restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:



10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



Firma del autor

11. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

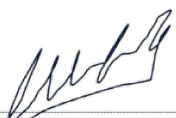
12. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:




Varrillas William Eduardo
Asistente en Informática y Sistemas
- UNASAM -

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO**

Los Miembros del Jurado Evaluador que suscriben, reunidos para la Ceremonia de Sustentación de la Tesis, que presenta el Señor Bachiller: **OMAR RAUL HUERTA CARRANZA**.

Tesis Titulada: “DETERMINACIÓN DE LA GRADIENTE HIDRÁULICA Y TIEMPOS DE RETENCIÓN ÓPTIMOS UTILIZANDO LA PRUNUS PÉRSICA Y EL ALOE VERA FRENTE AL SULFATO DE ALUMINIO, PARA EL PILOTO MODIFICADO DE UNA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DEL RIO AUQUI – HUARAZ – 2016”

Y atendida a la exposición oral y oída las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas lo declaramos:

APROBADO

Con el calificativo de:

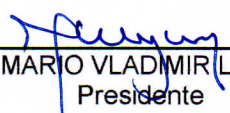
15 (QUINCE)

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

INGENIERO SANITARIO

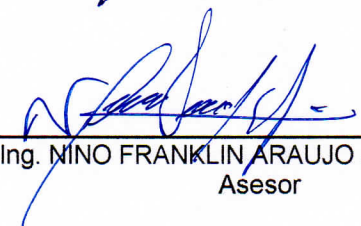
De conformidad con el Art. 113° numeral 113.9 del reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 432-2016-UNASAM del 28-12-2016).

Huaraz,30.....de.....OCTUBRE.....del 2018.


Quim. MARIO VLADIMIR LEYVA COLLAS
Presidente


Ing. KIKO FELIX DEPAZ CELI
Secretario


Msc. Ing. JUDITH ISABEL FLORES ALBORNOZ
Vocal


Ing. NIÑO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA
Asesor



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO**

Los Miembros del Jurado Evaluador que suscriben, reunidos para la Ceremonia de Sustentación de la Tesis, que presenta el Señor Bachiller: **GERONIMO VÍCTOR ROMERO NORABUENA**.

Tesis Titulada: “DETERMINACIÓN DE LA GRADIENTE HIDRÁULICA Y TIEMPOS DE RETENCIÓN ÓPTIMOS UTILIZANDO LA PRUNUS PÉRSICA Y EL ALOE VERA FRENTE AL SULFATO DE ALUMINIO, PARA EL PILOTO MODIFICADO DE UNA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DEL RIO AUQUI – HUARAZ – 2016”

Y atendida a la exposición oral y oída las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas lo declaramos:

APROBADO

Con el calificativo de:

15 (QUINCE)

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° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 432-2016-UNASAM del 28-12-2016).

Huaraz, ...*30*...de...*OCTUBRE*...del 2018.

[Firma]
Quim. MARIO VLADIMIR LEYVA COLLAS
Presidente

[Firma]
Ing. KIKO FELIX DEPAZ CELI
Secretario

[Firma]
Msc. Ing. JUDITH ISABEL FLORES ALBORNOZ
Vocal

[Firma]
Ing. NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA
Asesor

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado en primer lugar al Altísimo Dios Nuestro Señor ya que gracias a Él hemos podido llegar a concluir este anhelo, guiándonos por el camino correcto y brindándonos la sabiduría necesaria en el trayecto.

En segundo lugar, a nuestros padres y hermanos que de manera incansable estuvieron apoyándonos desde el inicio motivándonos y ayudándonos de manera incondicional hasta la culminación de este anhelado proyecto,

En tercer lugar, a nuestros compañeros y familia en general porque de alguna manera han contribuido con su granito de arena a que se pueda concluir este anhelo y no desfallecer en el trayecto hasta cumplir nuestros objetivos.

HUERTA CARRANZA Omar Raul - ROMERO NORABUENA Gerónimo V.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Nuestro Señor por darnos la bendición de tener vida y salud para poder realizar y culminar el presente trabajo de investigación.

Agradecemos también a nuestros padres por habernos brindado su apoyo incondicional en todos los aspectos necesarios para lograr nuestros objetivos desde que ingresamos a la universidad.

Agradecemos también a nuestros docentes de la escuela que influyeron de manera positiva en el desarrollo de este trabajo y a lo largo de nuestra vida universitaria.

Finalmente agradecemos a nuestro asesor quien fu nuestro guía y maestro en el desarrollo de nuestro proyecto de investigación.

HUERTA CARRANZA Omar Raul- ROMERO NORABUENA Gerónimo V.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
RELACIÓN DE MAPAS	x
RELACIÓN DE GRÁFICOS	xi
RELACIÓN DE TABLAS	xiii
RELACIÓN DE FOTOGRAFÍAS	xvi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xviii
ABSTRACT	xix

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1. OBJETIVO GENERAL	2
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3. HIPÓTESIS	3
1.3.1.1 VARIABLES.....	3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES.....	5
2.1.1. A NIVEL LOCAL	5
2.1.2. A NIVEL NACIONAL	6
2.1.3. A NIVEL INTERNACIONAL	7
2.2. FUNDAMENTACIÓN DE LA TESIS.....	8
2.2.1. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.....	8
2.2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	8
2.2.3. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	9
2.2.4. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL.....	9
2.2.5 IMPORTANCIA DEL TEMA.....	10
2.3. ÁMBITO DE ESTUDIO.....	10
2.3.1. LOCALIZACIÓN.....	10
2.3.2. GEOLOGÍA.....	11

2.3.3. CLIMA.....	11
2.3.4. MACRO UBICACIÓN	12
2.3.5. MICRO UBICACIÓN	13
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	12
2.4.1. EL AGUA.....	14
2.4.1.1. GENERALIDADES.....	14
2.4.1.2. PROPIEDADES GENERALES DEL AGUA.....	14
2.4.1.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	15
2.4.1.3.1. TURBIEDAD.....	15
2.4.1.3.2. COLOR.....	15
2.4.1.3.3. SÓLIDOS Y RESIDUOS.....	16
2.4.1.3.4. TEMPERATURA.....	17
2.4.1.3.5. pH.....	17
2.4.1.3.6. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	18
2.4.1.3.7. ALCALINIDAD.....	18
2.4.1.3.8. DUREZA.....	18
2.4.2. COAGULACIÓN.....	19
2.4.2.1. PARTÍCULAS COLOIDALES.....	19
2.4.2.2. TIPOS DE COLOIDES DE ACUERDO CON SU COMPORTAMIENTO EN EL AGUA.....	20
2.4.3. PROPIEDADES DE LOS COLOIDES.....	21
2.4.3.1. PROPIEDADES CINÉTICAS.....	21
2.4.3.2. PROPIEDAD ÓPTICA: EFECTO TYNDALL-FARADAY.....	22
2.4.3.3. PROPIEDAD DE SUPERFICIE: ADSORCIÓN.....	22
2.4.3.4. PROPIEDAD ELECTROKINÉTICA: ELECTROFORESIS.....	23
2.4.4. ESTABILIDAD E INESTABILIDAD DE LOS COLOIDES.....	23
2.4.4.1. CARGA ELÉCTRICA DE LOS COLOIDES.....	23
2.4.4.2. LA DOBLE CAPA ELÉCTRICA.....	24
2.4.5. COAGULACIÓN.....	25
2.4.5.1. MECANISMO DE LA COAGULACIÓN.....	26
2.4.5.1.1. COMPRESIÓN DE LA DOBLE CAPA.....	26
2.4.5.1.2. ABSORCIÓN Y NEUTRALIZACIÓN DE CARGAS.....	27
2.4.5.1.3. ATRAPAMIENTO DE PARTÍCULAS DENTRO DE UN PRECIPITADO..	28
2.4.5.1.4. ADSORCIÓN Y PUENTE.....	28

2.4.5.2. ETAPAS DE LA COAGULACIÓN.....	29
2.4.5.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COAGULACIÓN.....	30
2.4.5.3.1. RELACIÓN DEL pH.....	30
2.4.5.3.2 INFLUENCIA DE LAS SALES DISUELTAS.....	30
2.4.5.3.3. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL AGUA.....	30
2.4.5.3.4. INFLUENCIA DE LA DOSIS DEL COAGULANTE.....	31
2.4.5.3.5. INFLUENCIA DE MEZCLA.....	31
2.4.5.3.6. INFLUENCIA DE LA TURBIEDAD.....	32
2.4.5.4. TIPOS DE COAGULACIÓN.....	32
2.4.5.4.1. COAGULACIÓN POR ADSORCIÓN.....	32
2.4.5.4.2. COAGULACIÓN POR BARRIDO.....	33
2.4.6. FLOCULACIÓN.....	33
2.4.6.1. MECÁNICA DEL PROCESO.....	34
2.4.6.1.1. FLOCULACIÓN PERICINÉTICA.....	34
2.4.6.1.2. FLOCULACIÓN ORTOCINÉTICA.....	34
2.4.6.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FLOCULACIÓN.....	34
2.4.6.2.1. NATURALEZA DEL AGUA.....	35
2.4.6.2.2. INFLUENCIA DEL TIEMPO DE FLOCULACIÓN.....	35
2.4.6.2.3. INFLUENCIA DEL GRADIENTE DE VELOCIDAD.....	35
2.4.6.2.4. INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DEL CAUDAL.....	36
2.4.7. SEDIMENTACIÓN.....	36
2.4.7.1. TIPOS DE SEDIMENTACIÓN.....	37
2.4.7.1.1. SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS DISCRETAS.....	37
2.4.7.1.2. SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS FLOCULANTES.....	37
2.4.7.1.3. SEDIMENTACIÓN POR CAÍDA LIBRE E INTERFERIDA.....	38
2.4.7.2. EXPRESIONES DE VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN	38
2.4.7.2.1. PARTÍCULAS DISCRETAS CON CAÍDA LIBRE.....	38
2.4.7.3. SEDIMENTACIÓN INTERFERIDA.....	39
2.4.7.4. SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS FLOCULANTES.....	39
2.4.8. POLÍMEROS.....	41
2.4.8.1. POLÍMEROS NATURALES.....	41
2.4.8.2. POLÍMEROS SINTÉTICOS.....	42
2.4.8.3. MODOS DE ACCIÓN DE LOS POLÍMEROS.....	43
2.4.9. VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE POLÍMEROS.....	45

2.4.10. PRUNUS PÉRSICA.....	46
2.4.10.1. ASPECTOS GENERALES.....	46
2.4.10.2. ORIGEN DEL DURAZNO.....	46
2.4.10.3. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL DURAZNO.....	47
2.4.10.4. TAXONOMÍA.....	48
2.4.10.5. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	48
2.4.10.6. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS.....	49
2.4.10.6.1. CLIMA.....	49
2.4.10.6.2. SUELO.....	50
2.4.10.6.3. AGUA.....	51
2.4.10.6.4. CARACTERÍSTICAS DEL DURAZNO.....	52
2.4.10.6.5. VARIEDADES DE DURAZNO.....	52
2.4.10.6.6. VARIEDADES CULTIVADAS EN EL PERÚ.....	53
2.4.10.7. PRODUCCIÓN DE DURAZNO.....	53
2.4.10.8. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL DURAZNO.....	54
2.4.10.9. INDUSTRIALIZACIÓN DEL DURAZNO.....	54
2.4.11. ALOE VERA (SÁBILA).....	55
2.4.11.1. GENERALIDADES.....	55
2.4.11.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	55
2.4.11.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	56
2.4.11.4. SIEMBRA.....	57
2.4.12. SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$	57
2.4.12.1. USOS Y APLICACIONES DEL SULFATO DE ALUMINIO.....	58

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS DE LA TESIS	60
3.1.1. MATERIALES Y EQUIPOS	60
3.1.2. MÉTODOS DE LA TESIS	61
3.1.2.1. PROCESO DE RECOLECCIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL.....	61
3.1.2.2. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE LOS COAGULANTES NATURALES.....	62
3.1.2.3. PROCESO DE PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	66

3.1.2.4. ENSAYOS CON LA PRUEBA DE JARRAS DIGITAL.....	71
3.2. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	74
3.2.1. ETAPA DE PLANIFICACIÓN:	74
3.2.2. ETAPA DE EJECUCIÓN:	74
3.3. DISEÑO ESTADÍSTICO: POBLACIÓN Y MUESTRA.....	75
3.3.1. POBLACIÓN	75
3.3.2. MUESTRA	75
3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	75

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS CON EL COAGULANTE PRUNUS PÉRSICA.....	77
4.1.1. PRIMER MUESTREO	77
4.1.2. SEGUNDO MUESTREO	87
4.1.3. TERCER MUESTREO	97
4.1.4. CUARTO MUESTREO	107
4.2. RESULTADOS OBTENIDOS CON EL COAGULANTE ALOE VERA.....	117
4.2.1. PRIMER MUESTREO	117
4.2.2. SEGUNDO MUESTREO	127
4.2.3. TERCER MUESTREO	137
4.2.4. CUARTO MUESTREO	147
4.3. RESULTADOS OBTENIDOS CON EL COAGULANTE SULFATO DE ALUMINIO.....	157
4.3.1. PRIMER MUESTREO	157
4.3.2. SEGUNDO MUESTREO	167
4.3.3. TERCER MUESTREO	177
4.3.4. CUARTO MUESTREO	187
4.4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS Y ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	197
4.4.1. DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS COAGULANTES NATURALES Y SINTÉTICOS EN LA REMOCIÓN DE LA TURBIEDAD.....	197
4.4.2. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO.....	200
4.4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	203

CAPÍTULO V**DISCUSIONES**

5.1. DISCUSIÓN DEL COAGULANTE NATURAL PRUNUS PÉRSICA.....	207
5.2. DISCUSIÓN DEL COAGULANTE NATURAL ALOE VERA.....	207

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES	210
--------------------	-----

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES.....	215
----------------------	-----

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	217
---------------------------------	-----

RELACIÓN DE MAPAS

<i>Mapa 1: Localización de la Ciudad de Huaraz.....</i>	<i>12</i>
<i>Mapa 2: Micro cuenca del rio Auqui.....</i>	<i>13</i>

RELACIÓN DE GRÁFICOS

Gráfico N°01. Dosis Optima Prunus Pérsica.....	78
Gráfico N°02. Concentración Optima Prunus Pérsica.....	80
Gráfico N°03. pH Optimo Prunus Pérsica.....	82
Gráfico N°04. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención.....	84
Gráfico N°05. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad.....	85
Gráfico N°06. Gradiente vs Tiempo de Retención.....	86
Gráfico N°07. Dosis Optima Prunus Pérsica.....	88
Gráfico N°08. Concentración Optima Prunus Pérsica.....	90
Gráfico N°09. pH Optimo Prunus Pérsica.....	92
Gráfico N°10. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención.....	94
Gráfico N°011. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad.....	95
Gráfico N°12. Gradiente vs Tiempo de Retención.....	96
Gráfico N°13. Dosis Optima Prunus Pérsica.....	98
Gráfico N°14. Concentración Optima Prunus Pérsica.....	100
Gráfico N°15. pH Optimo Prunus Pérsica.....	102
Gráfico N°16. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención.....	104
Gráfico N°017. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad.....	105
Gráfico N°18. Gradiente vs Tiempo de Retención.....	106
Gráfico N°19. Dosis Optima Prunus Pérsica.....	108
Gráfico N°20. Concentración Optima Prunus Pérsica.....	110
Gráfico N°21. pH Optimo Prunus Pérsica.....	112
Gráfico N°22. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención.....	114
Gráfico N°23. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad.....	115
Gráfico N°24. Gradiente vs Tiempo de Retención.....	116
Gráfico N°25. Dosis Optima Aloe Vera.....	118
Gráfico N°26. Concentración Optima Aloe Vera.....	120
Gráfico N°27. pH Optimo Aloe Vera.....	122
Gráfico N°28. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención.....	124
Gráfico N°29. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad.....	125
Gráfico N°30. Gradiente vs Tiempo de Retención.....	126
Gráfico N°31. Dosis Optima Aloe Vera.....	128
Gráfico N°32. Concentración Optima Aloe Vera.....	130
Gráfico N°33. pH Optimo Aloe Vera.....	132
Gráfico N°34. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención.....	134
Gráfico N°35. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad.....	135
Gráfico N°36. Gradiente vs Tiempo de Retención.....	136
Gráfico N°37. Dosis Optima Aloe Vera.....	138
Gráfico N°38. Concentración Optima Aloe Vera.....	140
Gráfico N°39. pH Optimo Aloe Vera.....	142
Gráfico N°40. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención.....	144
Gráfico N°41. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad.....	145
Gráfico N°42. Gradiente vs Tiempo de Retención.....	146
Gráfico N°43. Dosis Optima Aloe Vera.....	148
Gráfico N°44. Concentración Optima Aloe Vera.....	150
Gráfico N°45. pH Optimo Aloe Vera.....	152
Gráfico N°46. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención.....	154
Gráfico N°47. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad.....	155
Gráfico N°48. Gradiente vs Tiempo de Retención.....	156

<i>Gráfico N°49. Dosis Optima Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>158</i>
<i>Gráfico N°50. Concentración Optima Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>160</i>
<i>Gráfico N°51. pH Optimo Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>162</i>
<i>Gráfico N°52. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención.....</i>	<i>164</i>
<i>Gráfico N°53. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad.....</i>	<i>165</i>
<i>Gráfico N°54. Gradiente vs Tiempo de Retención.....</i>	<i>166</i>
<i>Gráfico N°55. Dosis Optima Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>168</i>
<i>Gráfico N°56. Concentración Optima Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>170</i>
<i>Gráfico N°57. pH Optimo Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>172</i>
<i>Gráfico N°58. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención.....</i>	<i>174</i>
<i>Gráfico N°59. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad.....</i>	<i>175</i>
<i>Gráfico N°60. Gradiente vs Tiempo de Retención.....</i>	<i>176</i>
<i>Gráfico N°61. Dosis Optima Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>178</i>
<i>Gráfico N°62. Concentración Optima Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>180</i>
<i>Gráfico N°63. pH Optimo Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>182</i>
<i>Gráfico N°64. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención.....</i>	<i>184</i>
<i>Gráfico N°65. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad.....</i>	<i>185</i>
<i>Gráfico N°66. Gradiente vs Tiempo de Retención.....</i>	<i>186</i>
<i>Gráfico N°67. Dosis Optima Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>188</i>
<i>Gráfico N°68. Concentración Optima Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>190</i>
<i>Gráfico N°69. pH Optimo Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>192</i>
<i>Gráfico N°70. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención.....</i>	<i>194</i>
<i>Gráfico N°71. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad.....</i>	<i>195</i>
<i>Gráfico N°72. Gradiente vs Tiempo de Retención.....</i>	<i>196</i>
<i>Gráfico N°73. % de Remoción Prunus Pérsica.....</i>	<i>197</i>
<i>Gráfico N°74. % de Remoción Aloe Vera.....</i>	<i>198</i>
<i>Gráfico N°75. % de Remoción Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>199</i>

RELACIÓN DE TABLAS

<i>Tabla N°01. Características Generales.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla N°02. Resultados del 1er Muestreo.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla N°03. Características Generales.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla N°04. Resultados del 1er Muestreo.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla N°05. Características Generales.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla N°06. Resultados del 1er Muestreo.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla N°07. Características Generales.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla N°08. Tiempos de Floculación.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla N°09. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla N°10. Características Generales.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla N°11. Resultados 2do Muestreo.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla N°12. Características Generales.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla N°13. Resultados del 2do Muestreo.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla N°14. Características Generales.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla N°15. Resultados 2do Muestreo.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla N°16. Características Generales.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla N°17. Tiempos de Floculación.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla N°18. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla N°19. Características Generales.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla N°20. Resultados 3er Muestreo.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla N°21. Características Generales.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla N°22. Resultados del 3er Muestreo.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla N°23. Características Generales.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla N°24. Resultados 3er Muestreo.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla N°25. Características Generales.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla N°26. Tiempos de Floculación.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla N°27. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla N°28. Características Generales.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla N°29. Resultados 4to Muestreo.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla N°30. Características Generales.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla N°31. Resultados del 4to Muestreo.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla N°32. Características Generales.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla N°33. Resultados 4to Muestreo.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla N°34. Características Generales.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla N°35. Tiempos de Floculación.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla N°36. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla N°37. Características Generales.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla N°38. Resultados del 1er Muestreo.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla N°39. Características Generales.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla N°40. Resultados del 1er Muestreo.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla N°41. Características Generales.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla N°42. Resultados del 1er Muestreo.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla N°43. Características Generales.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla N°44. Tiempos de Floculación.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla N°45. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación.....</i>	<i>126</i>
<i>Tabla N°46. Características Generales.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla N°47. Resultados del 2do Muestreo.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla N°48. Características Generales.....</i>	<i>129</i>

<i>Tabla N°49. Resultados del 2do Muestreo</i>	129
<i>Tabla N°50. Características Generales</i>	131
<i>Tabla N°51. Resultados del 2do Muestreo</i>	131
<i>Tabla N°52. Características Generales</i>	133
<i>Tabla N°53. Tiempos de Flocculación</i>	133
<i>Tabla N°54. Gradientes de Velocidad Optimas de Flocculación</i>	136
<i>Tabla N°55. Características Generales</i>	137
<i>Tabla N°56. Resultados del 3er Muestreo</i>	137
<i>Tabla N°57. Características Generales</i>	139
<i>Tabla N°58. Resultados del 3er Muestreo</i>	139
<i>Tabla N°59. Características Generales</i>	141
<i>Tabla N°60. Resultados del 3er Muestreo</i>	141
<i>Tabla N°61. Características Generales</i>	143
<i>Tabla N°62. Tiempos de Flocculación</i>	143
<i>Tabla N°63. Gradientes de Velocidad Optimas de Flocculación</i>	146
<i>Tabla N°64. Características Generales</i>	147
<i>Tabla N°65. Resultados del 4to Muestreo</i>	147
<i>Tabla N°66. Características Generales</i>	149
<i>Tabla N°67. Resultados del 4to Muestreo</i>	149
<i>Tabla N°68. Características Generales</i>	151
<i>Tabla N°69. Resultados del 4to Muestreo</i>	151
<i>Tabla N°70. Características Generales</i>	153
<i>Tabla N°71. Tiempos de Flocculación</i>	153
<i>Tabla N°72. Gradientes de Velocidad Optimas de Flocculación</i>	156
<i>Tabla N°73. Características Generales</i>	157
<i>Tabla N°74. Resultados del 1er Muestreo</i>	157
<i>Tabla N°75. Características Generales</i>	159
<i>Tabla N°76. Resultados del 1er Muestreo</i>	159
<i>Tabla N°77. Características Generales</i>	161
<i>Tabla N°78. Resultados del 1er Muestreo</i>	161
<i>Tabla N°79. Características Generales</i>	163
<i>Tabla N°80. Tiempos de Flocculación</i>	163
<i>Tabla N°81. Gradientes de Velocidad Optimas de Flocculación</i>	166
<i>Tabla N°82. Características Generales</i>	167
<i>Tabla N°83. Resultados del 2do Muestreo</i>	167
<i>Tabla N°84. Características Generales</i>	169
<i>Tabla N°85. Resultados del 2do Muestreo</i>	169
<i>Tabla N°86. Características Generales</i>	171
<i>Tabla N°87. Resultados del 2do Muestreo</i>	171
<i>Tabla N°88. Características Generales</i>	173
<i>Tabla N°89. Tiempos de Flocculación</i>	173
<i>Tabla N°90. Gradientes de Velocidad Optimas de Flocculación</i>	176
<i>Tabla N°91. Características Generales</i>	177
<i>Tabla N°92. Resultados 3er Muestreo</i>	177
<i>Tabla N°93. Características Generales</i>	179
<i>Tabla N°94. Resultados del 3er Muestreo</i>	179
<i>Tabla N°95. Características Generales</i>	181
<i>Tabla N°96. Resultados 3er Muestreo</i>	181
<i>Tabla N°97. Características Genéales</i>	183
<i>Tabla N°98. Tiempos de Flocculación</i>	183

<i>Tabla N°99. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación.....</i>	<i>186</i>
<i>Tabla N°100. Características Generales.....</i>	<i>187</i>
<i>Tabla N°101. Resultados 4to Muestreo.....</i>	<i>187</i>
<i>Tabla N°102. Características Generales.....</i>	<i>189</i>
<i>Tabla N°103. Resultados del 4to Muestreo.....</i>	<i>189</i>
<i>Tabla N°104. Características Generales.....</i>	<i>191</i>
<i>Tabla N°105. Resultados 4to Muestreo.....</i>	<i>191</i>
<i>Tabla N°106. Características Genérales.....</i>	<i>193</i>
<i>Tabla N°107. Tiempos de Floculación.....</i>	<i>193</i>
<i>Tabla N°108. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación.....</i>	<i>196</i>
<i>Tabla N°109. Porcentaje de Remoción Prunus Pérsica.....</i>	<i>197</i>
<i>Tabla N°110. Porcentaje de Remoción Aloe Vera.....</i>	<i>198</i>
<i>Tabla N°111. Porcentaje de Remoción Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>199</i>
<i>Tabla N°112. Resumen de Resultados Prunus Pérsica.....</i>	<i>200</i>
<i>Tabla N°113. Resumen de Resultados Gradientes de Velocidad Prunus Pérsica.....</i>	<i>200</i>
<i>Tabla N°114. Resumen de Resultados Aloe Vera.....</i>	<i>201</i>
<i>Tabla N°115. Resumen de Resultados Gradientes de Velocidad Aloe Vera.....</i>	<i>201</i>
<i>Tabla N°116. Resumen de Resultados Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>202</i>
<i>Tabla N°117. Resumen de Resultados Gradientes de Velocidad Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>202</i>
<i>Tabla N° 118 Criterios para adoptar la prueba de t Student.....</i>	<i>205</i>
<i>Tabla N° 119 Datos a procesar de la Prunus Pérsica.....</i>	<i>205</i>
<i>Tabla N° 120 Análisis Estadístico de Muestras Relacionadas.....</i>	<i>205</i>
<i>Tabla N° 121 Datos a procesar del Aloe Vera.....</i>	<i>206</i>
<i>Tabla N° 122 Análisis Estadístico de Muestras Relacionadas.....</i>	<i>206</i>
<i>Tabla N° 123 Datos a procesar del Sulfato de Aluminio.....</i>	<i>207</i>
<i>Tabla N° 124 Análisis Estadístico de Muestras Relacionadas.....</i>	<i>207</i>

RELACIÓN DE FOTOGRAFÍAS

<i>Fotografía Nª 01 Recojo de Muestras del Rio Auqui</i>	220
<i>Fotografía Nª 02 Recojo de Muestras del Rio Auqui</i>	220
<i>Fotografía Nª 03 Recojo en Bidones de la Muestra del Rio Auqui</i>	221
<i>Fotografía Nª 04 Muestra del Rio Auqui en el laboratorio</i>	221
<i>Fotografía Nª 05 Equipo de Pruebas de Jarras</i>	222
<i>Fotografía Nª 06 Equipo de Pruebas de Jarras</i>	222
<i>Fotografía Nª 07 Turbidímetro</i>	223
<i>Fotografía Nª 08 Balanza Analítica</i>	223
<i>Fotografía Nª 09 Equipo de Prueba de jarras –Previo a la Determinación de Dosis Optima</i>	224
<i>Fotografía Nª 10 Adicionando el coagulante a las jarras</i>	224
<i>Fotografía Nª 11 Prueba para obtener la dosis optima</i>	225
<i>Fotografía Nª 12 Prueba para determinar lla dosis optima</i>	225
<i>Fotografía Nª 13 Dosis Optima</i>	226
<i>Fotografía Nª 14 Prueba para determinar la concentración optima</i>	226
<i>Fotografía Nª 15 Determinación de concentración Optima</i>	227
<i>Fotografía Nª 16 Concentración Optima</i>	227
<i>Fotografía Nª 17 Llevando la muestra a diferentes pH</i>	228
<i>Fotografía Nª 18 Muestra a diferentes pH</i>	228
<i>Fotografía Nª 19 Determinado el pH OPTIMO</i>	229
<i>Fotografía Nª 20 pH Optimo</i>	229
<i>Fotografía Nª 21 pH Optimo</i>	230
<i>Fotografía Nª 22 muestras procesadas para el análisis de laboratorio de la Prunus Pérsica</i>	230
<i>Fotografía Nª 23 muestras procesadas para el análisis de laboratorio del Aloe Vera</i>	231
<i>Fotografía Nª 24 muestras procesadas para el análisis de laboratorio del Sulfato de Aluminio</i>	231
<i>Fotografía Nª 25 Muestras procesadas para el análisis de laboratorio</i>	232
<i>Fotografía Nª 26 Muestras procesadas para el análisis de laboratorio</i>	232
<i>Fotografía Nª 27 Equipo de Prueba de jarras – Previo a la Determinación de Parámetros de Floculación con la Gradiente de 80 S-1 y Velocidad de 55 rpm</i>	233
<i>Fotografía Nª 28 Parámetros de Floculación con la Gradiente de 80 S-1 a diferentes tiempos de floculación</i>	233
<i>Fotografía Nª 29 Equipo de Prueba de jarras – Previo a la Determinación de Parámetros de Floculación con la Gradiente de 60 S-1 y Velocidad de 45 rpm</i>	234
<i>Fotografía Nª 30 Parámetros de Floculación con la Gradiente de 60 S-1 a diferentes tiempos de floculación</i>	234
<i>Fotografía Nª 31 Equipo de Prueba de jarras – Previo a la Determinación de Parámetros de Floculación con la Gradiente de 40 S-1 y Velocidad de 34 rpm</i>	235
<i>Fotografía Nª 32 Parámetros de Floculación con la Gradiente de 40 S-1 a diferentes tiempos de floculación</i>	235

<i>Fotografía N^o 33 Equipo de Prueba de jarras – Previo a la Determinación de Parámetros de Floculación con la Gradiente de 20 S-1 y Velocidad de 20 rpm.....</i>	<i>236</i>
<i>Fotografía N^o 34 Parámetros de Floculación con la Gradiente de 20 S-1 a diferentes tiempos de floculación.....</i>	<i>236</i>

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene como objetivo determinar la Gradiente Hidráulica y Tiempos de Retención Óptimos, utilizando como coagulantes la *Prunus Pérsica*, el Aloe Vera y el Sulfato de Aluminio para la potabilización de las aguas del Río Auqui, además de evaluar la eficiencia de remoción de turbidez de los coagulantes naturales frente al coagulante sintético.

La población se constituyó por las aguas del Río Auqui, tomando en total 252 litros de agua por muestreo dado que en el estudio se realizaron 04 muestreos, necesarios para la aplicación del tratamiento mediante el uso de la prueba de jarras, de igual modo para la determinación de la turbidez fue necesario el uso del equipo multiparamétrico portátil.

El estudio comprende una investigación experimental utilizando prueba de jarras para determinar la dosis óptima, la concentración óptima, pH óptimo y los parámetros de floculación (Gradiente de Velocidad y Tiempo de Retención) en el tratamiento de las aguas del Río Auqui, al realizar los ensayos de laboratorio y agregar los coagulantes se pudo comprobar que el Aloe Vera tiene mayor eficiencia de remoción que la *Prunus Pérsica*, pero frente al Sulfato de Aluminio su eficiencia no varía de manera significativa atreviéndonos a decir que ambos coagulantes tienen la misma eficiencia.

Una vez efectuadas las pruebas se llegó a la conclusión que para cada coagulante el resultado fue para la *Prunus Pérsica* $T=21\text{min}$ para una $G=40\text{s}^{-1}$, para el Aloe Vera $T=18\text{ min}$ para una $G=40\text{s}^{-1}$ y para el Sulfato de Aluminio $T=18\text{ min}$ para una $G=40\text{s}^{-1}$.

En cuanto a turbidez se refiere se realizó de manera favorable, logrando reducir la turbidez en un 93% al usar *Prunus Pérsica*, en un 98% al usar *Aloe Vera* y en un 99% en el caso del uso de *Sulfato de Aluminio*.

Se ha llegado a la conclusión que tanto la *Prunus Pérsica* y *Aloe Vera* son coagulantes naturales efectivos para la remoción de la turbidez, siendo más eficiente el *Aloe Vera* para la potabilización de las aguas del Río Auqui.

Palabras Claves: Gradiente Hidráulica, Tiempos de Retención, *Prunus Pérsica*, *Aloe Vera*, Turbiedad.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the Hydraulic Gradient and the Optimal Retention Times, which use Persian Prunus, Aloe Vera and Aluminum Sulphate as coagulants for the purification of the waters of the Auqui River, in addition to the evaluation of the efficiency of the turbidity of the natural coagulants against the synthetic coagulant.

The population was declared by the waters of the Auqui River, taking a total of 252 liters of water per sample, which was done in the study, 4 samples were made, necessary for the application of the treatment, by the use of the jar test, In the same way, for the determination of the turbidity it was necessary to use the portable multiparameter equipment.

The study includes an experimental research that uses the test of determination of the optimum dose, the optimum concentration, the optimum pH and the parameters of flocculation and the retention time in the treatment of the waters of the Auqui River, when performing the Aloe tests. Vera has higher elimination efficiency than Prunus Persica, but compared to Aluminum Sulphate, its efficiency does not vary significantly when it comes to saying that both coagulants have the same efficiency.

Once the tests were carried out, it was concluded that for each coagulant the result was for Persian Prunus $T = 21\text{min}$ for a $G = 40\text{s}^{-1}$, for Aloe Vera $T = 18\text{min}$ for a $G = 40\text{s}^{-1}$ and for Sulphate of Aluminum $T = 18\text{ min}$ for a $G = 40\text{s}^{-1}$.

Turbidity is favorably referred to, reducing turbidity by 93% when using Prunus Persica, by 98% when using Aloe Vera and by 99% in the case of the use of Aluminum Sulphate.

It has been concluded that both Persian Prunus and Aloe Vera are effective natural coagulants for the removal of turbidity, Aloe Vera being more efficient for the purification of the waters of the Auqui River.

Key Words: Hydraulic Gradient, Retention Times, Persian Prunus, Aloe Vera, Turbidity.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de las aguas destinadas para consumo humano se ha convertido en tema prioritario a nivel mundial, esto con el fin de disponer de agua en calidad y cantidad suficiente. La clarificación es uno de los procesos más utilizados en la potabilización de las aguas, se emplea para la remoción de turbiedad mediante la adición de coagulantes sintéticos que presentan algunas desventajas asociadas, principalmente a los altos costos de adquisición, producción de grandes volúmenes de lodos tóxicos y sobre todo alteraciones en el pH del agua tratada. Los coagulantes naturales en cambio son sustancias de origen vegetal solubles en agua, capaces de desestabilizar las partículas en suspensión contenidas en el agua cruda, logrando una rápida sedimentación de éstas y reduciendo la turbidez inicial, además algunos de estos coagulantes reducen o eliminan microorganismos patógenos presentes en el agua ya que presentan propiedades antimicrobianas. Debido a esto, la investigación se centró en la búsqueda de coagulantes naturales como una alternativa, que sean amigables con el medio ambiente para su empleo en la clarificación de aguas.

Como alternativa a estos agentes químicos, al inicio de los años setenta en varios países latinoamericanos se propuso utilizar coagulantes naturales extraídos de especies vegetales locales para disminuir en parte o en su totalidad el consumo de coagulantes sintéticos. Esta iniciativa no tuvo un auge significativo debido a la producción y comercialización de polímeros sintéticos con mayor efectividad. No obstante, son muy diversas las fuentes naturales estudiadas en todo el mundo, con la intención ser utilizadas como coagulantes, para la clarificación del agua.

Retomando un poco esta iniciativa, el objetivo principal de esta investigación es determinar la Gradiente Hidráulica y Tiempos de Retención Óptimos haciendo uso de los coagulantes naturales *Prunus Pérsica* y *Aloe Vera*, para la potabilización de las aguas del Río Auqui. Además de evaluar la capacidad que poseen los coagulantes naturales mencionados para remover turbidez presente en el agua cruda. El alcance de esta investigación experimental se limitará a comprobar la efectividad de los coagulantes naturales frente a un coagulante sintético, con esto se espera que la información recopilada sirva como base para investigaciones futuras, que permitan establecer si es viable utilizar este producto a escala industrial, en los procesos de potabilización.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la Gradiente Hidráulica y Tiempos de Retención Óptimos, utilizando como coagulantes la Prunus Pérsica, el Aloe Vera y al Sulfato de Aluminio, para el piloto modificado de una planta de potabilización del agua del Rio Auqui.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la caracterización de las condiciones en las que se encuentra las aguas del Rio Auqui.
- Establecer los parámetros óptimos de tratamiento: Dosis óptima, Concentración óptima, pH óptimo, utilizando como coagulantes naturales a la Prunus Pérsica y el Aloe Vera y el coagulante sintético Sulfato de Aluminio.
- Determinar los parámetros de floculación: Gradiente Hidráulica y Tiempos de Retención Óptimos, utilizando como coagulantes la Prunus Pérsica, el Aloe Vera y el Sulfato de Aluminio mediante la Prueba de Jarras.
- Determinar la eficiencia en la remoción de turbidez de los coagulantes naturales Prunus Pérsica y Aloe Vera frente al Sulfato de Aluminio, utilizados como coagulantes en las aguas del Rio Auqui.
- Proponer la planta piloto modificado de potabilización de agua, haciendo uso de los coagulantes Prunus Pérsica y Aloe de Vera.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de agua potable es un problema que en la actualidad afecta a más de 1500 millones de personas en todo el mundo, principalmente a aquellas que viven en países en vías de desarrollo. Motivados por la escasez de fuentes hídricas aptas para el consumo humano y a la importancia de este valioso líquido, se han realizado esfuerzos continuos, intentando mejorar la eficiencia de los métodos utilizados, para el tratamiento de aguas superficiales destinadas al consumo humano.

En la actualidad, los coagulantes usados para la potabilización del agua son en su mayoría sales metálicas y polielectrólitos sintéticos. Dado que estos químicos son arrastrados al sedimentar, los lodos generados durante el proceso se convierten en un problema ambiental. Por otro lado, en altas dosis pueden llegar a ser tóxicos. Además,

al ser productos especializado y de alta demanda comercial poseen un precio considerable.

Por estas razones, se considera pertinente buscar fuentes naturales para la producción de coagulantes amigables con el medio ambiente y más accesibles a las economías emergentes de los países en vía de desarrollo. En resumidas cuentas, las fuentes de obtención ideales no deben afectar la cadena alimenticia y tener una mínima o nula toxicidad. Es aquí donde radica la importancia de este proyecto, donde se pretende obtener y hacer uso de coagulantes naturales, a partir de la Prunus Persica y el Aloe Vera, que en consecuencia nos van ayudar a la potabilización de las aguas superficiales del Rio Auqui.

¿Con la adecuada determinación de la Gradiente Hidráulica y Tiempos de Retención Óptimos haciendo uso de la Prunus Pérsica y el Aloe vera frente al Sulfato de Aluminio se podrá potabilizar las aguas del Rio Auqui?

1.3 HIPÓTESIS

Utilizando como coagulantes la Prunus Persica y el Aloe Vera frente al Sulfato de Aluminio para la determinación de la Gradiente Hidráulica y Tiempos de Retención Óptimos si contribuirá al diseño de un piloto modificado para la potabilización de las aguas del Rio Auqui.

1.3.1 VARIABLES

1.3.1.1 Variable Independiente

La determinación de la Gradiente Hidráulica y Tiempos de Retención Óptimos mediante coagulantes naturales y sintéticos.

1.3.1.2 Variable Dependiente

La Potabilización de las aguas del Rio Auqui.

1.3.1.3 Operacionalización de las Variables

Tabla N°01. Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL ASPECTOS/ MEDICIONES	INDICADOR	ESCALA	MEDICION
Independiente: La determinación de la Gradiente Hidráulica y Tiempos de Retención Óptimos mediante coagulantes	Diversos procesos y operaciones adecuadas y continuas que nos permitan la obtencion de los parameros de floculacion.	Determinacion en la Prueba de Jarras	Dosis optima.	mg/l	Metodo establecido por el Laboratorio de Calidad AMBIENTAL FCAM UNASAM
			Concentracion Optima.	%	
			pH óptimo.	-	
Dependiente: La Potabilización de las aguas del Rio Auqui.	Obtencion de valores óptimos que indican un tratamiento adecuado para la potabilizacion del agua.	Parametros optimos de los efluentes que cumplan con la normativa esablecida.	Turbiedad	UNT	Metodo establecido por el Laboratorio de Calidad AMBIENTAL FCAM UNASAM
			Tiempos de retencion Optimos	Min	
			Gradiente hidraulica	S-1	

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 A NIVEL LOCAL

"UTILIZACIÓN DE LA SEMILLA NATURAL MORINGA OLEÍFERA COMO AYUDANTE DE LA COAGULACIÓN EN LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA DE LA CIUDAD DE CARAZ PROVINCIA DE HUAYLAS ANCASH"

El presente estudio muestra los resultados del uso del extracto de la semilla de la Moringa oleífera, como coagulante primario y como ayudante de la coagulación en el tratamiento de agua para consumo humano, este estudio se realizó con el fin de conocer una alternativa real en el contexto de los coagulantes naturales frente a los coagulantes sintéticos.

Para el desarrollo del presente estudio se realizaron pruebas de jarras, desarrollando los análisis de dosificación, floculación y sedimentación. Se utilizó el extracto de la semilla oleífera como coagulante primario y como coagulante de coagulación del sulfato de aluminio, todo ello con la finalidad de comparar el poder coagulante de la moringa oleífera frente al sulfato de aluminio.

La investigación se realizó con muestras de agua del Lullán que en épocas de avenías la turbiedad esta sobre los 30 NTU.

Los resultados obtenidos demuestran el alto poder coagulante del extracto de la semilla de la Moringa Oleífera tanto como coagulante principal y como ayudante de la coagulación esto debido a que remueve la turbiedad a valores aceptables por la normativa nacional.

Los resultados obtenidos muestran que la moringa oleífera reduce la turbiedad a valores menores de 5 NTU (límite de DS N° 031 -2010-SA) Con una tasa de sedimentación de 17 m³/m²/d. (Watt Steven, SAENZ TAHUA, 2015).

2.1.2 A NIVEL NACIONAL

“EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL USO DE FLOCULANTES NATURALES ALOE VERA (SÁBILA) Y OPUNTIA FICUS-INDICA (NOPAL/TUNA) Y ORGÁNICOS (FERROCRYL® Y CHEMLOK 2040 ®) EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE TEÑIDO DE LA EMPRESA FRANKY Y RICKY S.A.”

En el presente trabajo de investigación se llevó a cabo con la finalidad de evaluar y comparar la capacidad floculante y coagulante del mucilago tanto de la penca de la Opuntia ficus-indica (tuna) como el mucilago de la hoja de la Aloe vera (sábila) y la mezcla de ambos mucílagos, para el tratamiento de los efluentes textiles pertenecientes a la empresa Franky y Ricky S.A.

Se trabajaron a las concentraciones de 100 g/ 200 mL, 200 g/200 mL, 300 g/200 mL, 400 g/200 mL y 500 g/200 mL del mucílagos tanto de la hoja de sábila y de la penca de la tuna. Se evaluaron parámetros como conductividad, pH, Sólidos totales, Sólidos sedimentables, Sólidos disueltos, turbidez, empleando diferentes equipos como multiparámetro, turbidímetro, y siguiendo metodologías realizadas en previas investigaciones. Obteniendo resultados positivos para el tratamiento a partir de mucilago de la penca de tuna, a una concentración de 500 g/200mL de agua destilada en una dosis de 10 mL de mucílagos para 150 mL de muestra de agua tinturada.

Al tratar con la mezcla de ambos mucilagos, se observó el efecto coagulante floculante, pero en menor efectividad, ya que los flóculos formados eran de menor tamaño y consistencia el mucilago de Aloe vera (sábila) reduce la capacidad coagulante-floculante del mucilago de Opuntia ficus-indica (tuna o nopal). (Ana Lucia, PINTO GUZMÁN, 2017).

2.1.3 A NIVEL INTERNACIONAL

“EVALUACIÓN DEL PODER COAGULANTE DE LA TUNA (*Opuntia ficus indica*) PARA LA REMOCIÓN DE TURBIDEZ Y COLOR EN AGUAS CRUDAS.”

Mediante una investigación cuantitativa experimental se evaluó la capacidad que tiene un polvo obtenido a partir de la Tuna (*Opuntia ficus indica*) para remover turbidez y color presente en aguas crudas. En el presente texto se presentan los aspectos más sobresalientes de este trabajo, como las operaciones empleadas en la elaboración del agente coagulante, al cual se le determinó su densidad a granel, pH, contenido de carbohidratos y proteínas. Es importante resaltar, que para convertir las pencas de Tuna en un polvo coagulante color marfil, basto con someterlas a ciertos cambios físicos, usando operaciones unitarias como remoción de cutícula, secado, triturado, tamizado y extracción de pigmentos.

Por otro lado, también se muestran los datos recopilados durante las pruebas de jarra realizadas en los laboratorios de Energías Limpias y Medio ambiente del programa de Ingeniería Química, los cuales están ubicados en la sede Piedra de Bolívar de la Universidad de Cartagena. Luego de ser tabulada y graficada esta información sirvió para calcular la eficiencia (actividad coagulante) de este polvo; además se compararon estas medidas finales de turbidez y color con los valores mínimos aceptados por las normativas vigentes en Colombia (Decreto 1575 del 2007). La muestra de agua cruda utilizada es los ensayos de jarra, se tomó del Canal del Dique, a la altura del corregimiento Puerto Badel jurisdicción de Arjona – Bolívar.

Los resultados obtenidos permitieron concluir, que, bajo las condiciones manejadas durante las pruebas, se logró remover la turbidez y el color en porcentajes significativos, utilizando solo pequeñas dosis del coagulante natural. Altas velocidades de agitación incrementaron la remoción de impurezas, no obstante, las bajas velocidades de agitación generaron flóculos más grandes y compactos. (Jasser, MARTÍNEZ GARCÍA - Luis Enrique, GONZÁLEZ SILGADO, 2012).

2.2 FUNDAMENTACIÓN DE LA TESIS

2.2.1 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

El agua es esencial para la vida y todos deben disponer de un abastecimiento satisfactorio (suficiente, salubre y accesible), además la mejora del acceso al agua potable puede proporcionar beneficios tangibles para la salud, por lo tanto, debe garantizarse que el agua sea lo más libre de contaminantes posible.

En el Perú se utiliza tradicionalmente como coagulante primario el Sulfato de Aluminio y en menor proporción el Cloruro Férrico para el tratamiento del agua potable (Remoción de Turbiedad). No se conoce la utilización de un coagulante natural para la potabilización de las aguas superficiales de alguna fuente de captación en el Perú, esto debido a que solo se tiene conocimientos empíricos, aplicado por los pobladores de las zonas rurales del Perú.

El trabajo de investigación también abarcará las propiedades de coagulación que poseen los productos naturales como la Prunus Pérsica y el Aloe Vera en consecuencia la determinación de la Gradiente Hidráulica y Tiempos de Retención Óptimos los cuales nos van ayudar a la potabilización del agua del Rio Auqui.

Para este propósito es necesario realizar la simulación (Prueba de Jarras) para determinar las características de los procesos de coagulación y floculación en términos de pH y la remoción de la turbiedad, manipulando los coagulantes naturales ya mencionados.

2.2.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El agua cruda proveniente de las fuentes superficiales o subterráneas tiene una serie de partículas suspendidas y disueltas que deben ser removidas para su potabilización, toda vez que estas partículas son las causantes de la turbidez, color, sabor y hasta olor, haciendo que esta sea poco atractiva para el consumidor”.

En el proceso para la eliminación de estas impurezas el material coagulante mayormente utilizado es el sulfato de aluminio, el cual según la práctica ha demostrado ser un buen producto en lo que concierne a la remoción de la turbidez y el color.

Las sales de aluminio reaccionan con la alcalinidad del agua formando un polímero que es capaz de remover las partículas coloidales presentes en el agua, pero su uso debe ser muy controlado ya que siempre dejan en el líquido tratado cierta cantidad de aluminio residual, el cual puede ser significativo tomando en cuenta la gran cantidad de agua que consume diariamente.

Resalta que algunos estudios han concluido que el aluminio residual en el agua de consumo humano puede ser muy peligroso para la salud, causando efectos graves en el sistema nervioso central, hasta el punto que se estima existe una relación entre los agentes etiológicos del mal de Alzheimer y la concentración de aluminio en el organismo humano, indicándose además que ocasiona el envejecimiento prematuro.

En tal sentido el presente estudio apunta a crear una nueva alternativa para el uso de coagulantes naturales para la potabilización del agua, dado que el uso de coagulantes sintéticos a largo plazo genera problemas en la salud de la población.

2.2.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Tomando en cuenta que el uso de coagulantes sintéticos para la potabilización del agua genera altos costos, y más aún, el residual de aluminio que presenta el agua tratada, surge la necesidad de evaluar la efectividad de algunas especies vegetales como coagulante en la potabilización de nuestras aguas, como la propone el presente estudio que en este caso sería la *Prunus Pérsica* y el *Aloe Vera*.

2.2.4 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

Actualmente en todo el mundo se observa que el grado de contaminación de las aguas superficiales que son fuentes de captación para agua de consumo humano se ha ido incrementando de manera acelerada, por lo que los procesos de potabilización de las aguas con coagulantes sintéticos se han visto incrementado haciendo uso de estos en grandes cantidades, el presentar una alternativa al uso de estos coagulantes será el objetivo de estudio del presente trabajo, ya que en ciertos procesos los coagulantes naturales podrían ser una alternativa para la disminución del uso de los productos químicos.

2.2.5 IMPORTANCIA DEL TEMA:

Las aguas provenientes del Río Auqui son fuente de abastecimiento para parte de la población de Huaraz, por lo que es necesario la potabilización de la misma. Dado que dichas aguas serán para consumo humano la empresa que brinda el servicio de agua potable durante el proceso de potabilización utiliza un coagulante sintético capaz de eliminar partículas en suspensión, comúnmente este coagulante es el Sulfato de Aluminio (conocida comúnmente como alúmina) o sales de hierro, en estos tiempos existe en el país la necesidad de investigar las sustancias naturales que puedan ser empleadas eficientemente como coagulante para ayudar a la potabilización del agua y que no ofrezcan peligro en la salud de los consumidores, la toxicidad de los coagulantes naturales es por lo general nula, ya que en muchos son usado como comestibles y como remedio (Prunus Pérsica y Aloe Vera.).

Actualmente en el Perú las empresas prestadoras de servicio de agua potable, utilizan coagulantes sintéticos como el sulfato de aluminio para potabilizar las aguas superficiales que son fuente de captación en el proceso de tratamiento del agua, no se conoce en el Perú ninguna planta de tratamiento de agua potable que utilice ya sea de forma continua o alternada un coagulante natural.

La presente investigación tiene el visón del uso de coagulantes naturales como una alternativa para la potabilización de las aguas superficiales, a través de la determinación de algunos parámetros físico químicos los cuales nos van a conducir al objetivo principal de la investigación.

2.3 ÁMBITO DE ESTUDIO

2.3.1 LOCALIZACIÓN

La subcuenca del río Auqui tiene un área de 84.244 km² y se localiza políticamente en el departamento de Ancash, provincia de Huaraz y distrito de Independencia. Dicha quebrada desemboca en el río Quillcay. Este último atraviesa la ciudad de Huaraz y desemboca en río Santa por la margen derecha (vertiente del Pacífico). El punto de mayor altitud de la cuenca se ubica a 6255 msnm, en tanto el punto de menor altitud en el nivel de base a 3085 msnm. La vertiente de la cuenca por la margen derecha limita con la cuenca de la quebrada Cojup. Esta localización se puede visualizar en el mapa topográfico.

2.3.2 GEOLOGÍA

En base a la información geológica publicada por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet)¹ y el trabajo de campo se ha realizado el siguiente análisis. La litología predominante es granodiorita/tonalita de grano grueso con desarrollo de foliación en algunos sectores pertenecientes al batolito de la Cordillera Blanca.

La estructura presenta una foliación bastante general y un juego bien desarrollado de diaclasas. La foliación ocurre en muchos sectores del batolito y se debe a la alineación y orientación paralela de los cristales que componen la roca intrusiva. Los sistemas de diaclasas dentro del batolito consisten en un grupo de rumbo NO-SE y otro de rumbo NE-SE, ambos son verticales.

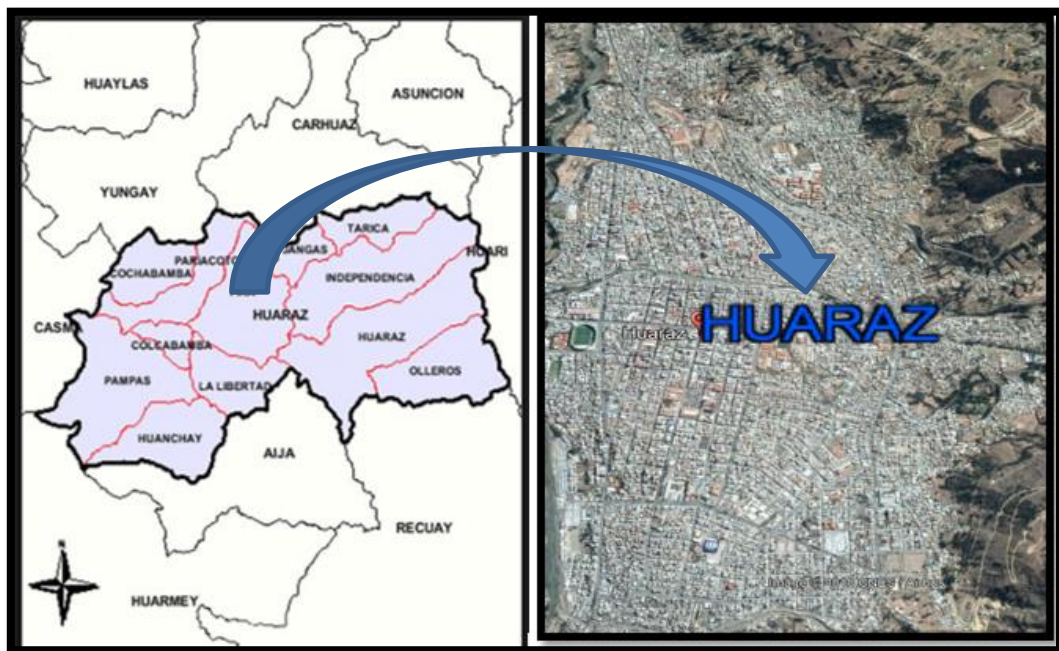
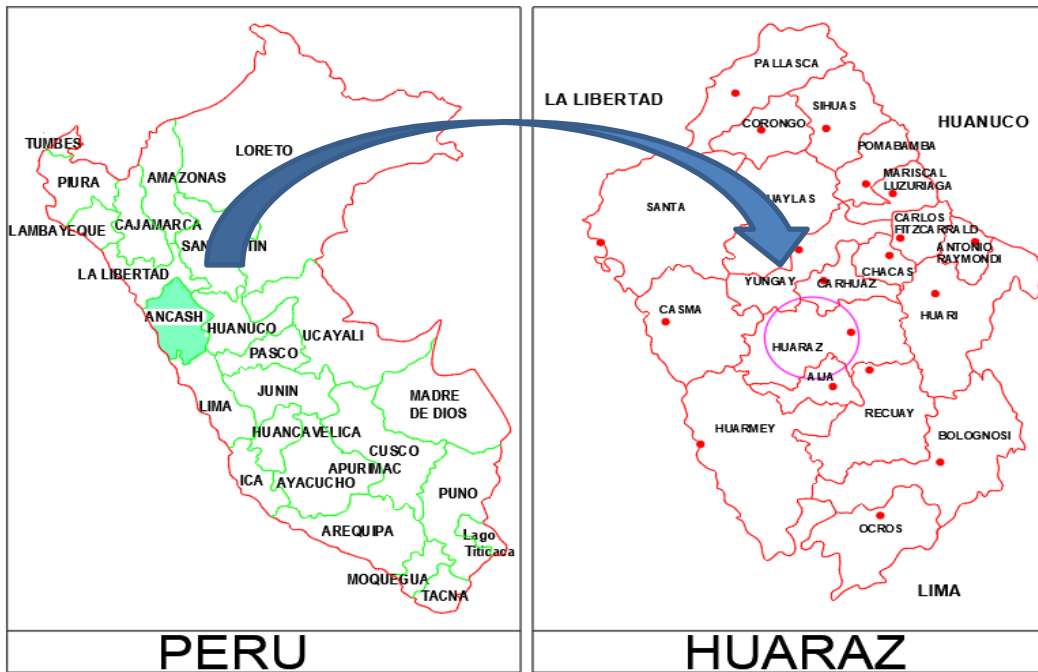
2.3.3 CLIMA

Según la clasificación de Köppen, la parte baja de la subcuenca localizada entre los 3200 a 3500 msnm corresponde al clima frío con precipitaciones en verano; es decir, por lo menos cuatro meses con un promedio de temperatura mayor a 10 °C y con período de lluvias bien marcado.² Según la clasificación de las ocho regiones naturales del Perú, obra del Dr. Javier Pulgar Vidal, corresponde a la zona alta de la región Quechua y en el límite inferior de las heladas invernales que se producen por la alteración de días con fuerte insolación y noches con temperaturas por debajo de cero grados Celsius.

Los meses de mayor precipitación son de diciembre a marzo. La estación pluviométrica más cercana se localiza en la ciudad de Huaraz. En base a promedios de 30 años de dicha estación, la precipitación total (lamina) para dichos meses es 415.5 mm en tanto que el promedio anual es 639.3 mm.³ Por razones de naturaleza topográfica, altitudinal y proximidad esta información es similar a la parte baja del área de estudio.

Entre los 3,500 y 5,000 msnm, presenta un clima frío de tundra con temperatura media del mes más cálido mayor a 0 °C (clasificación de Köppen). Entre los 5,000 y 6,208 msnm el clima es de nieve perpetua de alta montaña (clasificación de Köppen). En esta zona de glaciares de montaña tropical alimentados por precipitaciones en estado sólido como nieve que se acumula a temperaturas ambientales negativas.

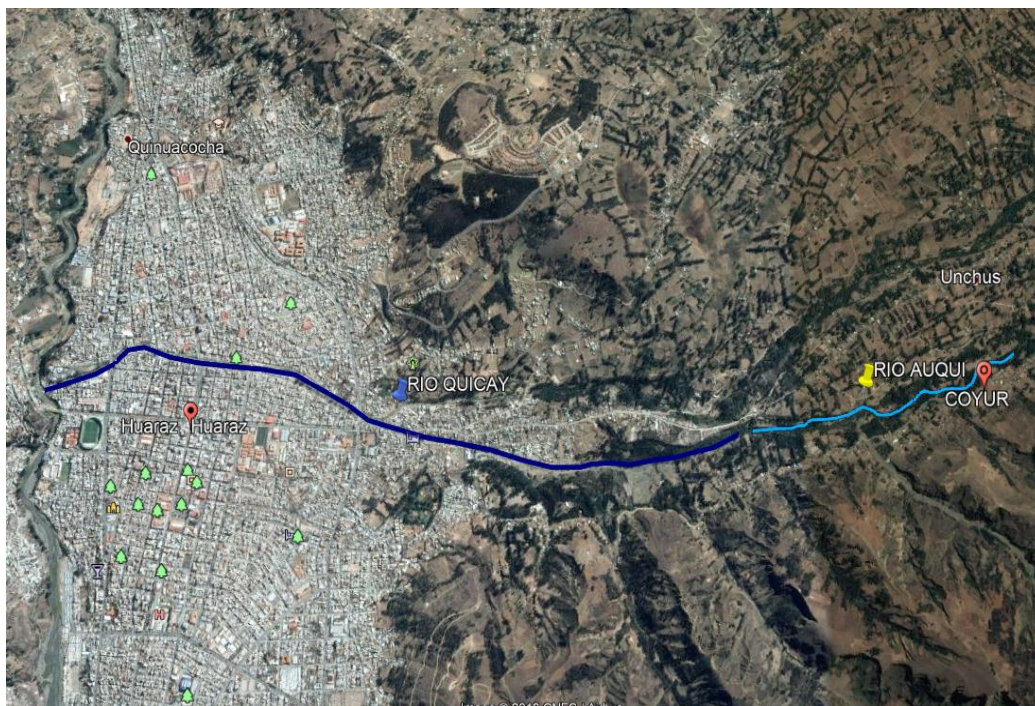
2.3.4 MACRO UBICACIÓN



Mapa N° 1: Localización de la Ciudad de Huaraz (Macro localización)

Fuente: Elaboración propia, (Google Maps, 2017)

2.3.5 MICRO UBICACIÓN



Mapa N° 2: Micro cuenca del río Auqui

Fuente: Elaboración propia (Google Maps, 2017)



Fotografía N° 1: Río Auqui

Fuente: Elaboración Propia

2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.4.1 EL AGUA

2.4.1.1 GENERALIDADES

El agua, una molécula simple y extraña, puede ser considerada como el líquido de la vida. Es la sustancia más abundante en la biosfera, dónde la encontramos en sus tres estados y es además el componente mayoritario de los seres vivos, pues entre el 65 y el 95% del peso de la mayor parte de las formas vivas es agua. De no haberse formado el agua no habría vida en el planeta, y su degradación puede acabar con todos los seres vivos. (Ros Moreno, 2011).

Hasta el siglo XVIII, esta sustancia denominada apropiadamente “El solvente universal” se creyó que era un elemento y fue el químico inglés Cavendish quien sintetizó agua a partir de la combustión de aire e hidrógeno. Sin embargo, los resultados de este experimento no fueron interpretados hasta años más tarde, cuando Lavoisier propuso que el agua no era un elemento sino un compuesto formado por oxígeno y por hidrógeno, siendo su fórmula H₂O. (BARBA HO, 2002).

2.4.1.2 PROPIEDADES GENERALES DEL AGUA

El agua puede existir, al igual que toda materia, en estado sólido (hielo), líquido y gaseoso (vapor). La estructura de la molécula de agua y en especial, la unión mediante enlaces de hidrógeno, como hemos visto, le confiere unas propiedades físicas y químicas que pueden calificarse de excepcionales, y permiten explicar muchos fenómenos que suceden en el planeta.

Este conjunto de propiedades únicas y diferentes (elevado calor específico, tensión superficial más elevada que cualquier otro líquido, disociación de la molécula de agua, etc.) son las que hacen que el agua sea una sustancia muy activa químicamente y el disolvente universal, por ello en la naturaleza el agua nunca es pura, siempre va a tener sustancias disueltas. (Ros Moreno, 2011).

Entre las principales propiedades de agua se encuentran las siguientes:

2.4.1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Las características físicas del agua. llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etc.), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. (E, Aldana.2012).

Son características importantes las siguientes:

- ❖ Turbiedad
- ❖ Color
- ❖ Sólidos solubles e insolubles
- ❖ Olor y sabor
- ❖ Temperatura
- ❖ pH

2.4.1.3.1 TURBIEDAD

La turbiedad se define como la propiedad óptica de una muestra para disipar y absorber la luz en vez de transmitirla en línea recta. En el caso del agua, esta es causada por las partículas coloidales como la arcilla, minerales, algas, diminutas partes de materia orgánica e inorgánica y microorganismos, la turbidez aparente de una suspensión está relacionada con el número, masa, tamaño, forma, índice de refracción y concentración de las partículas (J, Martínez – L, González -2012).

La medición de la turbiedad se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro. Las unidades utilizadas son, por lo general, unidades nefelométricas de turbiedad (UNT) (L, Calle – C, Zambrano.2015).

En la práctica, la remoción de la turbiedad no es un proceso difícil de llevar a cabo en una planta de clarificación de agua; sin embargo, es uno de los que más influye en los costos de producción, porque, por lo general, requiere usar coagulantes, acondicionadores de pH, ayudantes de coagulación, etc. (E. Aguilar, 2010).

2.4.1.3.2 COLOR

Esta característica del agua se debe a Material vegetal en descomposición y algunos minerales de hierro y magnesio se encuentran entre las principales sustancias causantes

de color en el agua natural. Cualquiera sea su origen, los compuestos responsables de este color, se conocen como sustancias húmicas. (J, Martínez – L, González -2012).

Se considera que el color natural del agua, excluyendo el que resulta de descargas industriales, puede originarse por las siguientes causas.

- ❖ La extracción acuosa de sustancias de origen vegetal.
- ❖ La descomposición de la materia:
- ❖ La materia orgánica del suelo
- ❖ La presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos; y
- ❖ Una combinación de los procesos descritos

En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados. Se denomina color aparente a aquel que presenta el agua cruda o natural y color verdadero al que queda luego de que el agua ha sido filtrada. Existen muchos métodos de remoción del color. Los principales son la coagulación por compuestos químicos como el alumbre y el sulfato férrico a pH bajos y las unidades de contacto o filtración ascendente. (E. Aguilar, 2010).

2.4.1.3.3 SÓLIDOS Y RESIDUOS

Se denomina así a los residuos que se obtienen como materia remanente luego de evaporar y secar una muestra de agua a una temperatura dada. Según el tipo de asociación con el agua, los sólidos pueden encontrarse suspendidos o disueltos.

(E. Aguilar, 2010).

- ❖ **Sólidos totales:** Corresponden al residuo remanente después de secar una muestra de agua. Equivalen a la suma del residuo disuelto y suspendido. El residuo total del agua se determina a 103-105 °C.

$$\text{Sólidos totales} = \text{sólidos suspendidos} + \text{sólidos disueltos}$$

$$\text{Sólidos totales} = \text{sólidos fijos} + \text{sólidos volátiles}$$

- ❖ **Sólidos disueltos o residuos disueltos:** Mejor conocidos como sólidos filtrables, son los que se obtienen después de la evaporación de una muestra previamente filtrada.

Comprenden sólidos en solución verdadera y sólidos en estado coloidal, no retenidos en la filtración, ambos con partículas inferiores a un micrómetro (1 μ).

- ❖ **Sólidos en suspensión:** Corresponden a los sólidos presentes en un agua residual, exceptuados los solubles y los sólidos en fino estado coloidal. Se considera que los sólidos en suspensión son los que tienen partículas superiores a un micrómetro y que son retenidos mediante una filtración en el análisis de laboratorio.
- ❖ **Sólidos volátiles y fijos:** Los sólidos volátiles son aquellos que se pierden por calcinación a 550 °C, mientras que el material remanente se define como sólidos fijos. La mayor parte de los sólidos volátiles corresponden a material orgánico. Los sólidos fijos corresponden, más bien, a material inorgánico.

2.4.1.3.4 TEMPERATURA

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. Los límites aceptables varían entre 5 y 15° C, pero la temperatura óptima debe considerarse la comprendida en el intervalo de 10 a 12° C.” (L, Calle – C, Zambrano.2015).

2.4.1.3.5 pH

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, si puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9 Cuando se tratan aguas Ácidas, es común la adición de un álcali (por lo general. cal) para optimizar los procesos de coagulación En algunos casos, se requerirá volver a ajustar el pH del agua tratada hasta un valor que no le confiera efectos corrosivos ni incrustantes.” (E. Aguilar, 2010).

Se considera que el pH de las aguas tanto crudas como tratadas debería estar entre 5,0 y 9,0. Por lo general, este rango permite controlar sus efectos en el comportamiento de otros constituyentes del agua.” (L, Calle – C, Zambrano.2015).

Las guías canadienses han establecido el rango de pH 6.5 a 8,5 para el agua potable. (E. Aguilar, 2010).

2.4.1.3.6 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Los múltiples compuestos químicos disueltos en el agua pueden ser de origen natural o industrial y serán benéficos o dañinos de acuerdo a su composición y concentración. (Orellana, 2005)

El agua, puede contener cualquier elemento de la tabla periódica. Sin embargo, pocos son los elementos significativos para el tratamiento del agua cruda con fines de consumo y que afectan a la salud.” (E. Aguilar, 2010).

2.4.1.3.7 ALCALINIDAD

es la capacidad del agua de neutralizar ácidos. Sin embargo, aniones de ácidos débiles (bicarbonatos, carbonatos, hidróxido, sulfuro, bisulfuro, silicato y fosfato) pueden contribuir a la alcalinidad. La alcalinidad es importante en el tratamiento del agua porque reacciona con coagulantes hidrolizables (como sales de hierro y aluminio) durante el proceso de coagulación. Además, este parámetro tiene incidencia sobre el carácter corrosivo o incrustante que pueda tener el agua y, cuando alcanza niveles altos, puede tener efectos sobre el sabor.” (M, Bravo – J, Gutiérrez.2016).

2.4.1.3.8 DUREZA

Corresponde a la suma de los cationes polivalentes expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio, de los cuales los más comunes son los de calcio y los de magnesio. Aún no se ha definido si la dureza tiene efectos adversos sobre la salud. Pero se la asocia con el consumo de más jabón y detergente. Un agua dura puede formar depósitos en las tuberías y hasta obstruirlas completamente. Esta característica física es nociva, particularmente en aguas de alimentación de calderas, en las cuales la alta temperatura favorece la formación de sedimentos. La dureza está relacionada con el pH y la alcalinidad; depende de ambos. En términos generales, puede considerarse que un agua es blanda cuando tiene dureza menor de 100 mg/l; medianamente dura, cuando tiene de 100 a 200 mg/l; y dura, cuando tiene de 200 a 300 mg/l (en todos los casos, como CaCO₃.” (L, Calle – C, Zambrano.2015).

2.4.2 COAGULACIÓN

la coagulación es desestabilizar las partículas coloidales que se encuentran en suspensión, para favorecer su aglomeración; en consecuencia, se eliminan las materias en suspensión estables; la coagulación no solo elimina la turbiedad sino también la concentración de las materias orgánicas y los microorganismos.” (Y, Andía.2000). La coagulación se lleva a cabo generalmente con la adición de sales de aluminio y hierro. Este proceso es resultado de dos fenómenos:

- ❖ El primero, esencialmente químico: consiste en las reacciones del coagulante con el agua y la formación de especies hidrolizadas con carga positiva. Este proceso depende de la concentración del coagulante y el pH final de la mezcla.
- ❖ El segundo, fundamentalmente físico: consiste en el transporte de especies hidrolizadas para que hagan contacto con las impurezas del agua.

Este proceso es muy rápido. toma desde décimas de segunda hasta cerca de 100 segundos, de acuerdo con las demos características del agua: pH, temperatura, cantidad de partículas. Para eliminar estas partículas se recurre a los procesos de coagulación y floculación, la coagulación tiene por objeto desestabilizar las partículas en suspensión es decir facilitar su aglomeración. En la práctica este procedimiento es caracterizado por la inyección y dispersión rápida de productos químicos.” (E. Aguilar, 2010).

2.4.2.1 PARTÍCULAS COLOIDALES

Las partículas coloidales en el agua por lo general presentan un diámetro entre 1 y 1.000 milimicrómetros y su comportamiento depende de su naturaleza y origen. Estas partículas presentes en el agua son las principales responsables de la turbiedad. En términos generales, los denominados coloides presentan un tamaño intermedio entre las partículas en solución verdadera y las partículas en suspensión. La figura 5-1 ilustra sobre el tamaño aproximado de las partículas y su distribución. Es necesario hacer notar, sin embargo, que, en el caso de los coloides, sus dimensiones las define la naturaleza de los mismos.” (A, Barrenechea,2000).

Figura 1 Distribución de tamaños de las partículas en el agua

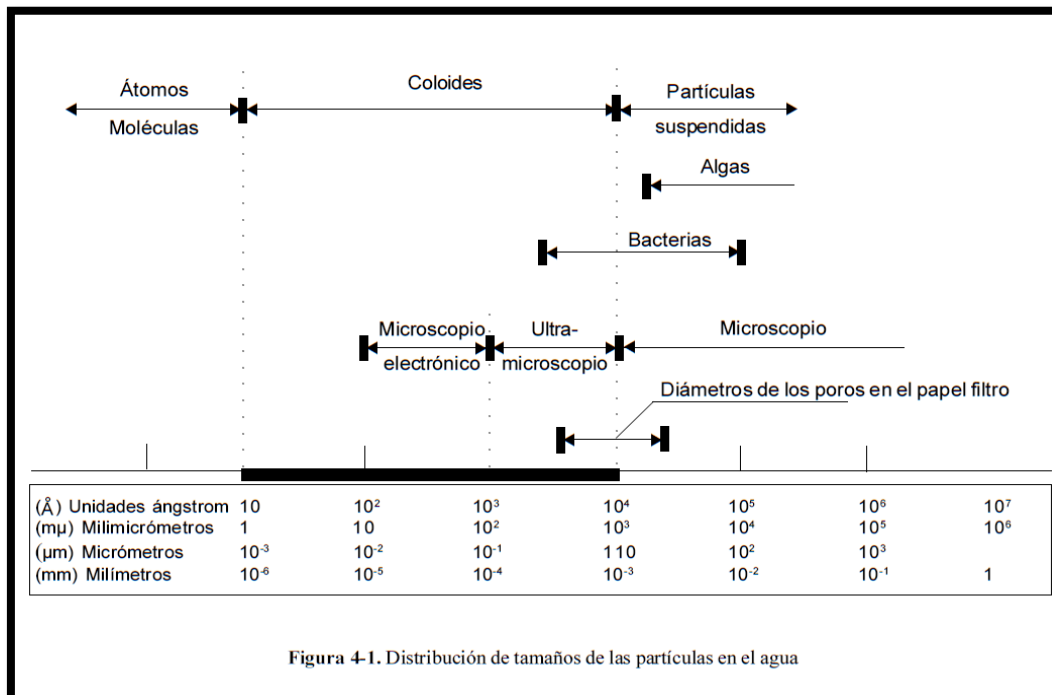


Figura 4-1. Distribución de tamaños de las partículas en el agua

Fuente: (A, Barrenechea.2000).

2.4.2.2 TIPOS DE COLOIDES DE ACUERDO CON SU COMPORTAMIENTO EN EL AGUA

En el tratamiento del agua, es común referirse a los sistemas coloidales como hidrófobos o suspensores cuando repelen el agua, e hidrófilos o emulsores cuando presentan afinidad con ella. Obviamente, los coloides hidrófobos no repelen completamente al agua, pues una película de ella es absorbida por los mismos. En los sistemas coloidales hidrófobos, las propiedades de la superficie de las partículas son muy importantes, principalmente en las aguas naturales, que pueden contener varios tipos de arcillas.

Las arcillas y algunos óxidos metálicos son coloides hidrófobos muy importantes en el tratamiento del agua. Se caracterizan por ser termodinámicamente inestables con respecto a la formación de grandes cristales no coloidales. Los coloides hidrófilos comprenden soluciones verdaderas ya sea de moléculas grandes o de agregados de moléculas pequeñas (llamados micelas), cuyas dimensiones están dentro de los límites coloidales.

Abarcan varios polímeros tanto sintéticos como naturales y numerosas sustancias de significación biológica como proteínas, ácidos nucleicos, almidones y otras

macromoléculas. Las diferencias de opinión entre los investigadores sobre la naturaleza del color orgánico en el agua solución verdadera o coloide pueden resolverse si consideramos que el color orgánico es un coloide hidrofílico compuesto de moléculas grandes en solución. Las soluciones de coloides hidrofílicos y las de moléculas más pequeñas difieren únicamente en que, por su tamaño, las moléculas pequeñas o micelas tienen diferentes propiedades y suponen distintas técnicas de estudio.” (A, Barrenechea,2000).

2.4.3 PROPIEDADES DE LOS COLOIDES

Las principales propiedades que definen el comportamiento de los coloides en el agua son las cinéticas, ópticas, de superficie y electrocinéticas.” (A, Barrenechea,2000).

2.4.3.1 PROPIEDADES CINÉTICAS

Las cinéticas son las propiedades que definen el comportamiento de las partículas coloidales referidas a su movimiento en el agua.” (A, Barrenechea,2000).

a) Movimiento browniano

Las partículas coloidales, dentro de la fase líquida, presentan un movimiento constante e irregular, que se ha denominado movimiento browniano. Su nombre proviene de su descubridor, el botánico escocés Robert Brown (1773-1858). quien observó por primera vez bajo el microscopio este movimiento constante en las partículas provenientes del polen.

Es importante recordar que el movimiento browniano solo puede explicar la estabilidad de las dispersiones coloidales más pequeñas. Para tamaños de partículas mayores, los factores más importantes son las corrientes de convección termal y las velocidades bajas de sedimentación

b) Difusión

Debido al movimiento browniano, es decir, al movimiento constante de las moléculas o partículas en el agua, las partículas coloidales tienden a dispersarse por todas partes en el sistema hídrico. A este fenómeno se le llama difusión. Como es de esperarse, la velocidad de difusión es menor que la velocidad media de las partículas en el movimiento browniano.

c) Presión osmótica

La ósmosis es el flujo espontáneo que se produce cuando un disolvente (agua) atraviesa una membrana que la separa de un sistema coloidal (agua + coloides). Esta membrana es permeable al solvente, pero no a los coloides; por tanto, la dilución puede ocurrir únicamente con el movimiento del solvente hacia el sistema coloidal a través de la membrana. Este fenómeno ocurre en forma espontánea. Al transporte del solvente hacia la solución se le denomina flujo osmótico.

A la presión hidrostática necesaria para detener el flujo osmótico, que alcanza así un estado de equilibrio, se le denomina presión osmótica en la práctica, es posible calcular el número de partículas y el peso promedio de ellas en sistemas coloidales mediante la determinación experimental de la presión osmótica

2.4.3.2 PROPIEDAD ÓPTICA: EFECTO TYNDALL-FARADAY

El efecto Tyndall-Faraday es un fenómeno por el cual las partículas coloidales provocan la dispersión de la luz cuando esta pasa a través de una suspensión coloidal. Esta dispersión es directamente proporcional al tamaño de las partículas. La determinación nefelométría de la turbiedad utiliza el efecto de Tyndall-Faraday para su medición Cabe destacar, sin embargo, que, por la naturaleza de la medición, la turbiedad no se relaciona con el número de partículas que la provocan ni siquiera con la masa total.” (A, Barrenechea,2000).

2.4.3.3 PROPIEDAD DE SUPERFICIE: ADSORCIÓN

Las partículas coloidales se caracterizan por tener una gran superficie específica, definida como la relación entre el área superficial y la masa. Nótese el efecto de la disminución del tamaño de las esferas sobre el área total superficial y el tiempo de sedimentación requerido.

La gran superficie específica da a los coloides una gran capacidad de adsorción y, por tanto, no resulta práctico sedimentar las partículas coloidales sin tratamiento químico previo.” (A, Barrenechea,2000).

2.4.3.4 PROPIEDAD ELECTROKINÉTICA: ELECTROFORESIS

La electroforesis es un fenómeno que permite demostrar que las partículas coloidales tienen carga eléctrica. Consiste en hacer pasar una corriente directa a través de una solución coloidal, experimento que permite observar que las partículas son atraídas por el electrodo positivo o por el negativo, lo que demuestra que poseen carga eléctrica. Este fenómeno es muy importante porque permite comprender la estabilidad de las dispersiones coloidales. Por lo general, los coloides presentan carga negativa: es decir, en la electroforesis son atraídos por el electrodo positivo.

Una celda de electroforesis permite calcular la potencial zeta de un sistema coloidal, que es una función de la densidad de las cargas absorbidas, y se mide en milivoltios. Frecuentemente, la potencial zeta se encuentra entre 30 y 40 milivoltios, cuando un coloide es estable. Cuando cae a menos de 15 o 20 milivoltios, es posible la coagulación y el coloide tiende a sedimentar.” (A, Barrenechea,2000).

2.4.4 ESTABILIDAD E INESTABILIDAD DE LOS COLOIDES

Las suspensiones coloidales están sujetas a ser estabilizadas y desestabilizadas.

(A, Barrenechea,2000).

2.4.4.1 CARGA ELÉCTRICA DE LOS COLOIDES.

(A, Barrenechea,2000). nos dice que en el agua, la mayor parte de las partículas y moléculas de sustancias húmicas poseen superficie cargada eléctricamente, usualmente negativa y dependiente de tres procesos:

- a) Grupos presentes en la superficie sólida pueden recibir o donar protones al reaccionar con el agua.
- b) Grupos superficiales pueden reaccionar en el agua con otros solutos además de protones
- c) Por otro lado, las cargas pueden ser el resultado de imperfecciones de la estructura molecular, como en el caso de las arcillas que se encuentran en suspensión en aguas turbias. Como ejemplo de este tipo de imperfecciones se puede mencionar la estructura reticular en tetraedro del SiO_4 . El átomo de Si (+4) puede ser reemplazado por uno de Al (+3) y la estructura reticular resultará con carga negativa.

2.4.4.2 LA DOBLE CAPA ELÉCTRICA

El sistema coloidal no presenta carga eléctrica "liquida" debido a que la carga de superficie negativa es balanceada con los iones de carga contraria presentes en el agua.

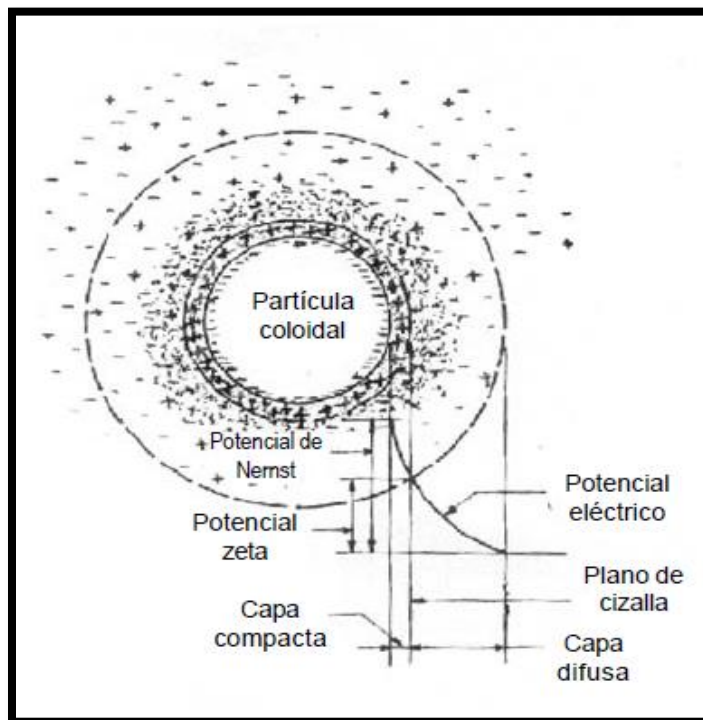
La figura (5-2) muestra una representación esquemática de una partícula coloidal negativa con una nube de iones alrededor de la misma. Como la superficie.

Si la partícula es negativa, hay un cúmulo de iones positivos en la región de interfaz (sólido-líquido) que forman, junto con la carga negativa de la partícula, la doble capa eléctrica, también denominada capa compacta. Los iones negativos se aproximan a la capa compacta y atraen iones positivos; así se forma la capa difusa. Que engloba a la primera.

En realidad, la capa difusa resulta de la atracción de iones positivos, de la repulsión electrostática de iones negativos (con la misma carga de la partícula) y la difusión térmica.

Se tiene, por tanto, una concentración elevada de iones positivos próximos a la superficie del coloide, también denominada capa de Stern, a partir de la cual se forma la capa difusa, en la cual la concentración de iones es menor." (A, Barrenechea,2000).

Figura 2 Configuración esquemática de la doble capa eléctrica



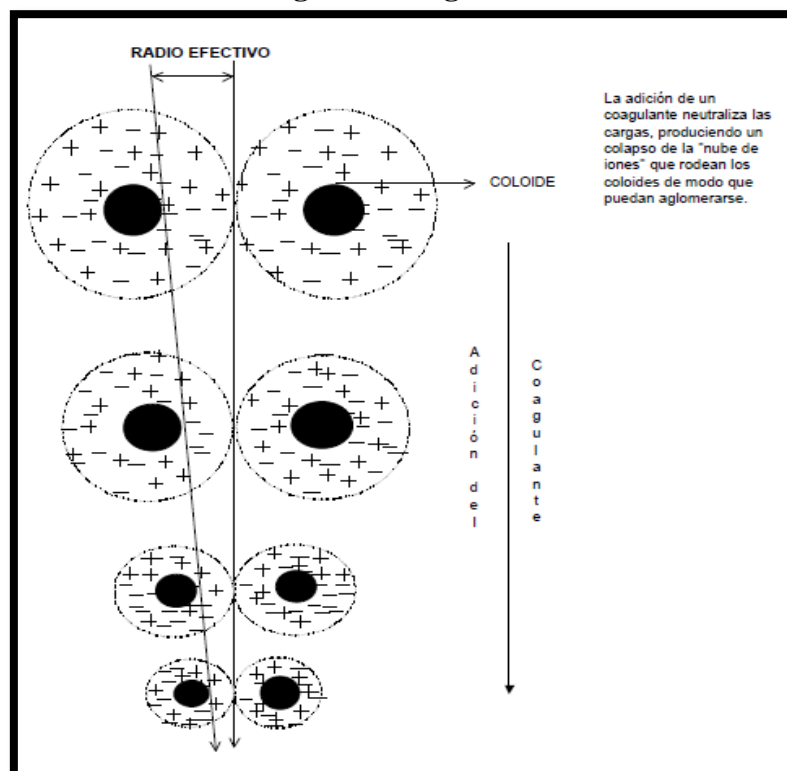
Fuente: (A, Barrenechea,2000).

2.4.5 COAGULACIÓN

Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado. En la siguiente figura 7-3 se muestra como las sustancias químicas anulan las cargas eléctricas de la superficie del coloide permitiendo que las partículas coloidales se aglomeren formando flóculos. La coagulación es el tratamiento más eficaz pero también es el que representa un gasto elevado cuando no está bien realizado. Es igualmente el método universal porque elimina una gran cantidad de sustancias de diversas naturalezas y de peso de materia que son eliminados al menor costo, en comparación con otros métodos.

En esta figura 5-3 se muestra como las sustancias químicas anulan las cargas eléctricas sobre la superficie del coloide, permitiendo que las partículas coloidales se aglomeren formando flóculos.” (Y, Andía.2000).

Figura 3 Coagulación



Fuente: (Y, Andía.2000).

2.4.5.1 MECANISMO DE LA COAGULACIÓN

(Y, Andía.2000). dice que la desestabilización se puede obtener por los mecanismos fisicoquímicos siguientes.

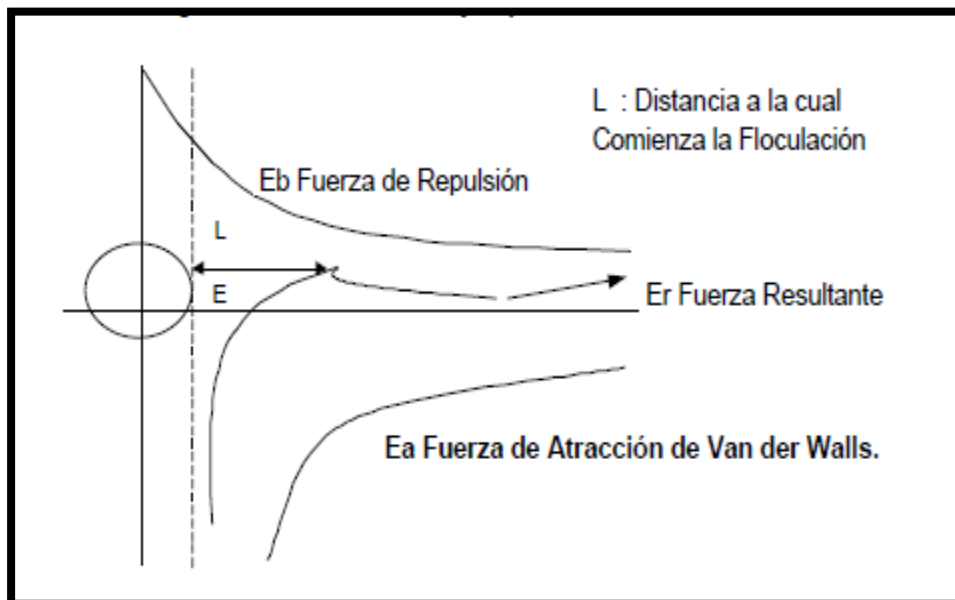
- ❖ Compresión de la doble capa
- ❖ Adsorción y neutralización de cargas.
- ❖ Atrapamiento de partículas en un precipitado.
- ❖ Adsorción y puente

2.4.5.1.1 COMPRESIÓN DE LA DOBLE CAPA

Cuando se aproximan dos partículas semejantes, sus capas difusas interactúan y generan una fuerza de repulsión, cuyo potencial de repulsión está en función de la distancia que los separa y cae rápidamente con el incremento de iones de carga opuesta al de las partículas, esto se consigue sólo con los iones del coagulante. (Ver Fig. 5-4).

Existe por otro lado un potencial de atracción o fuerzas de atracción E_a , entre las partículas llamadas fuerzas de Van der Waals, que dependen de los átomos que constituyen las partículas y de la densidad de estos últimos. Contrariamente a las." (Y, Andía.2000).

Figura 4 Fuerzas de Atracción y Repulsión.



Fuente: (Y, Andía.2000).

Si la distancia que separa a las partículas es superior a "L", entonces las partículas, no se atraen. E es la energía que los mantiene separados.

2.4.5.1.2 ABSORCIÓN Y NEUTRALIZACIÓN DE CARGAS

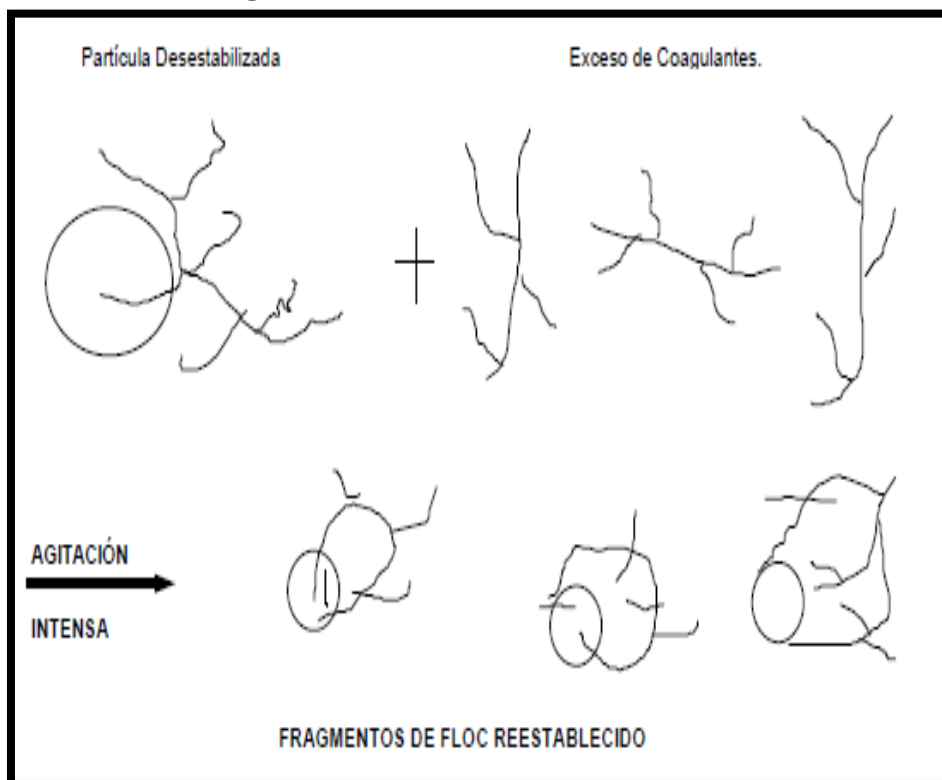
Las partículas coloidales poseen carga negativa en sus superficies, estas cargas llamadas primarias atraen los iones positivos que se encuentran en solución dentro del agua y forman la primera capa adherida al coloide.

El potencial en la superficie del plano de cizallamiento es la potencial electrocinética – potencial ZETA, este potencial rige el desplazamiento de coloides y su interacción mutua.

Después de la teoría de la doble capa la coagulación es la considerada como la anulación del potencial obtenido por adición de productos de coagulación – floculación, en la que la fuerza natural de mezcla debido al movimiento browniano no es suficiente requiriéndose una energía complementaria necesaria; por ejemplo, realizar la agitación mecánica o hidráulica.

Cuando se adiciona un exceso de coagulante al agua a tratar, se produce a la Reestabilización de la carga de la partícula; esto se puede explicar debido a que los excesos de coagulante son absorbidos en la superficie de la partícula, produciendo una carga invertida a la carga original. (Ver Fig. 5-5.)” (Y, Andía.2000).

Figura 5 Reestabilización de Partículas

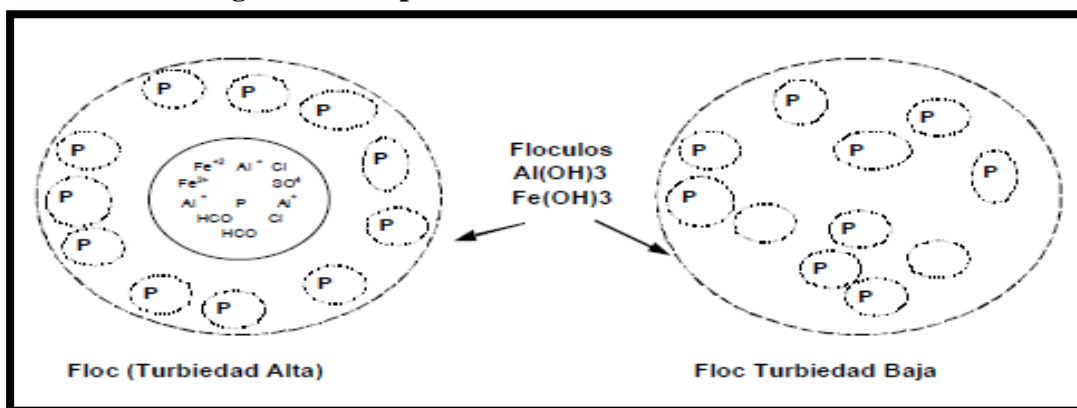


Fuente: (Y, Andía.2000).

2.4.5.1.3 ATRAPAMIENTO DE PARTÍCULAS DENTRO DE UN PRECIPITADO

Las partículas coloidales desestabilizadas, se pueden atrapar dentro de un floc, cuando se adiciona una cantidad suficiente de coagulantes, habitualmente sales de metales trivalente como el sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$, o Cloruro Férrico $FeCl_3$, el floc está formado de moléculas de $Al(OH)_3$ o de $Fe(OH)_3$. La presencia de ciertos aniones y de las partículas coloidales aceleran la formación del precipitado. Las partículas coloidales juegan el rol de anillo durante la formación del floc; este fenómeno puede tener una relación inversa entre la turbiedad y la cantidad de coagulante requerida. En otras palabras, una concentración importante de partículas en suspensión puede requerir menor cantidad de coagulante.” (Y, Andía.2000).

Figura 6 Atrapamiento de las Partículas en un Floc

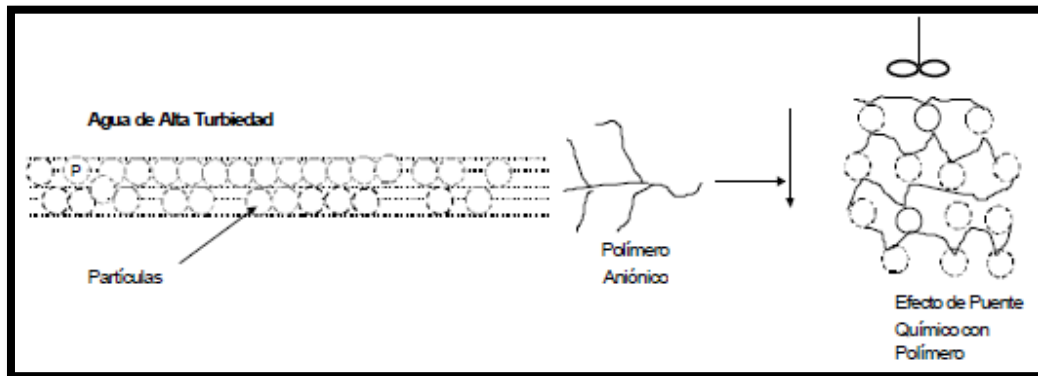


Fuente: (Y, Andía.2000).

2.4.5.1.4 ADSORCIÓN Y PUENTE

En cualquier caso, se obtiene el tratamiento más económico utilizando un polímero aniónico, cuando las partículas están cargadas negativamente. Este fenómeno es explicado por la teoría del "puente". Las moléculas del polímero muy largas contienen grupos químicos que pueden absorber las partículas coloidales. La molécula de polímero puede así absorber una partícula coloidal en una de sus extremidades, mientras que los otros sitios son libres para absorber otras partículas. Por eso se dice que las moléculas de los polímeros forman el "puente" entre las partículas coloidales. Esto puede tener una Reestabilización de la suspensión, por una excesiva carga de polímeros.” (Y, Andía.2000).

Figura 7 Efecto de Puente de las Partículas en Suspensión



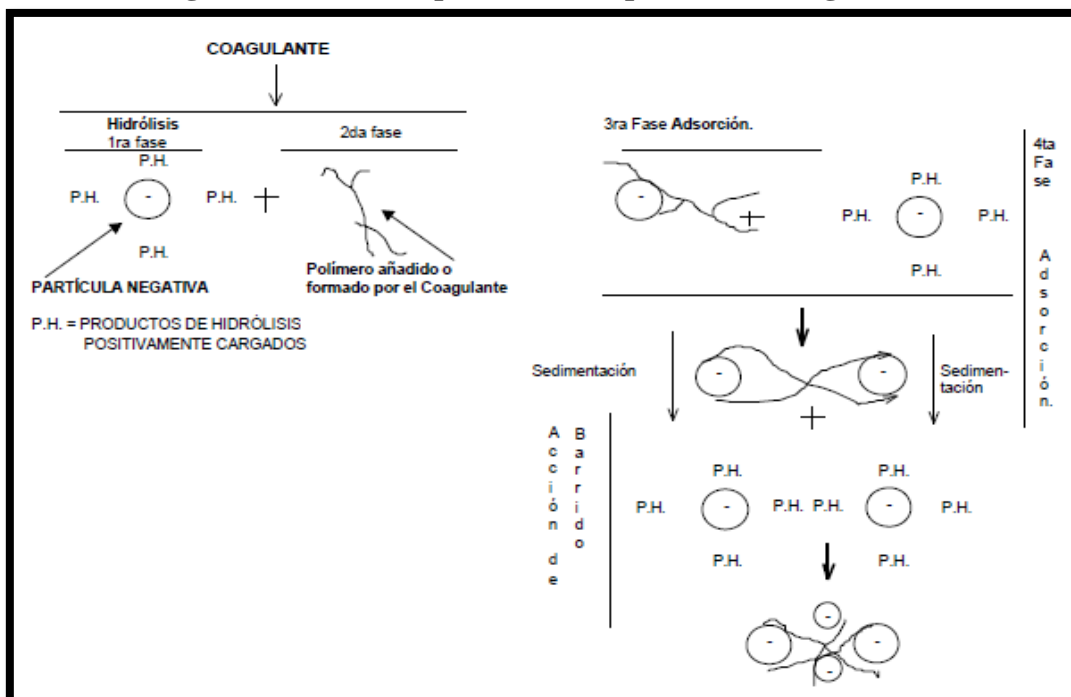
Fuente: (Y, Andía.2000).

2.4.5.2 ETAPAS DE LA COAGULACIÓN

El proceso de coagulación se desarrolla en un tiempo muy corto (casi instantáneo), en el que se presenta las siguientes etapas. (Fig. 5-8).” (Y, Andía.2000).

- Hidrólisis de los coagulantes y desestabilización de las partículas en suspensión.
- Formación de Compuestos químicos poliméricos.
- Adsorción de cadenas poliméricas por los coloides.
- Adsorción mutua de coloides.
- Acción de barrido.

Figura 8 Modelo esquemático del proceso de coagulación.



Fuente: (Y, Andía.2000).

2.4.5.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COAGULACIÓN

Es necesario tener en cuenta los siguientes factores con la finalidad de optimizar el proceso de coagulación. las interrelaciones entre cada uno de ellos permiten predecir cuáles son las cantidades de los coagulantes a adicionar al agua.

2.4.5.3.1 RELACIÓN DEL pH

El pH es una medida de la actividad del ion hidrógeno en una solución y es igual

$$\text{pH} = -\log\{\text{H}^+\}$$

El pH es la variable más importante a tener en cuenta al momento de la coagulación, para cada agua existe un rango de pH óptimo para la cual la coagulación tiene lugar rápidamente, ello depende de la naturaleza de los iones y de la alcalinidad del agua.

El rango de pH es función del tipo de coagulante a ser utilizado y de la naturaleza del agua a tratar: si la coagulación se realiza fuera del rango de pH óptimo entonces se debe aumentar la cantidad del coagulante por lo tanto la dosis requerida es alta. Para sales de aluminio el rango de pH para la coagulación es de 6.5 a 8.0 y para las sales de hierro, el rango de pH óptimo es de 5.5 a 8.5 unidades.” (Y, Andía.2000).

2.4.5.3.2 INFLUENCIA DE LAS SALES DISUELTAS

Las sales contenidas dentro del agua ejercen las influencias siguientes sobre la coagulación y floculación.” (Y, Andía.2000).

- ❖ Modificación del rango de pH óptimo.
- ❖ Modificación del tiempo requerido para la floculación.
- ❖ Modificación de la cantidad de coagulantes requeridos.
- ❖ Modificación de la cantidad residual del coagulante dentro del afluente.

2.4.5.3.3 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL AGUA

La variación de 1°C en la temperatura del agua conduce a la formación de corrientes de densidad (variación de la densidad del agua) de diferentes grados que afectan a la energía cinética de las partículas en suspensión, por lo que la coagulación se hace más lenta; temperaturas muy elevadas desfavorecen igualmente a la coagulación.

Una disminución de la temperatura del agua en una unidad de decantación conlleva a un aumento de su viscosidad; esto explica las dificultades de la sedimentación de un floc.” (Y, Andía.2000).

2.4.5.3.4 INFLUENCIA DE LA DOSIS DEL COAGULANTE

La cantidad del coagulante a utilizar tiene influencia directa en la eficiencia de la coagulación.” (Y, Andía.2000). así:

- ❖ Poca cantidad del coagulante, no neutraliza totalmente la carga de la partícula, la formación de los microflóculos es muy escaso. por lo tanto, la turbiedad residual es elevada.
- ❖ Alta cantidad de coagulante produce la inversión de la carga de la partícula, conduce a la formación de gran cantidad de microflóculos con tamaños muy pequeños cuyas velocidades de sedimentación muy bajas, por lo tanto, la turbiedad residual es igualmente elevada.
- ❖ La selección del coagulante y la cantidad optima de aplicación, se determina mediante los ensayos de pruebas de jarra.

- ❖ La selección del coagulante y la dosis juegan un rol muy importante sobre:
- ❖ La buena o mala calidad del agua clarificada.
- ❖ El buen o mal funcionamiento de los decantadores.

2.4.5.3.5 INFLUENCIA DE MEZCLA

El grado de agitación que se da a la masa de agua durante la adición del coagulante, determina si la coagulación es completa: turbulencias desiguales hacen que cierta porción de agua tenga mayor concentración de coagulantes y la otra parte tenga poco o casi nada la agitación debe ser uniforme e intensa en toda la masa de agua, para asegurar que la mezcla entre el agua y el coagulante haya sido bien hecha y que se haya producido la reacción química de neutralización de cargas correspondiente.

En el transcurso de la coagulación y floculación, se procede a la mezcla de productos químicos en dos etapas. En la primera etapa. la mezcla es enérgica y de corta duración (60 seg. máx.) llamado mezcla rápida: esta mezcla tiene por objeto dispersar la totalidad del coagulante dentro del volumen del agua a tratar y en la segunda etapa la mezcla es lenta y tiene por objeto desarrollar los microflóculos.

La mezcla rápida se efectúa para la inyección de productos químicos dentro de la zona de fuerte turbulencia, una inadecuada mezcla rápida conlleva a un incremento de productos químicos.” (Y, Andía.2000).

2.4.5.3.6 INFLUENCIA DE LA TURBIEDAD

La Turbiedad es una forma indirecta de medir la concentración de las partículas suspendidas en un líquido, mide el efecto de la dispersión que estas partículas presentan al paso de la luz, y es función del número, tamaño y forma de partículas.

La turbiedad del agua superficial es gran parte debido a partículas de lodos de sílice de diámetros que varían entre 0.2 a 5 μm . La coagulación de estas partículas es muy fácil de realizar cuando el pH se mantiene dentro del rango óptimo.” (Y, Andía.2000). Las variaciones de la concentración de las partículas permiten hacer las siguientes predicciones:

- ❖ Para cada turbiedad existe una cantidad de coagulante, con el que se obtiene la turbiedad residual más baja, que corresponde a la dosis óptima.
- ❖ Cuando la turbiedad aumenta se debe adicionar la cantidad de coagulante no es mucho debido a que la probabilidad de colisión entre las partículas es muy elevada; por lo que la coagulación se realiza con facilidad, por el contrario, cuando la turbiedad es baja la coagulación se realiza muy difícilmente, y la cantidad del coagulante es igual o mayor que si la turbiedad fuese alta.
- ❖ Cuando la turbiedad es muy alta, conviene realizar una presedimentación natural o forzada. en este caso con el empleo de un polímero aniónico. (En la Planta de la Atarjea, se realiza este último, en época de alta turbiedad).
- ❖ Es siempre más fácil coagular las aguas de baja turbiedad y aquellas contaminadas por desagües domésticos industriales, porque requieren mayor cantidad de coagulante que los no contaminados.

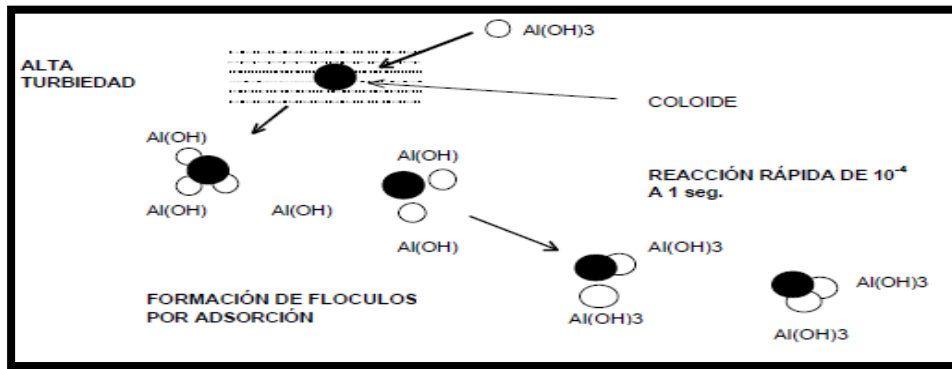
2.4.5.4 TIPOS DE COAGULACIÓN

Se presentan dos tipos básicos de coagulación: Por Adsorción y Por Barrido.

2.4.5.4.1 COAGULACIÓN POR ADSORCIÓN

Cuando se agrega sulfato de aluminio o sales de fierro al agua en condiciones especiales de dosis de coagulante y pH, se forma una serie de especies solubles hidrolizadas.” (A, Barrenechea,2000).

Figura 9 Coagulación Por Adsorción

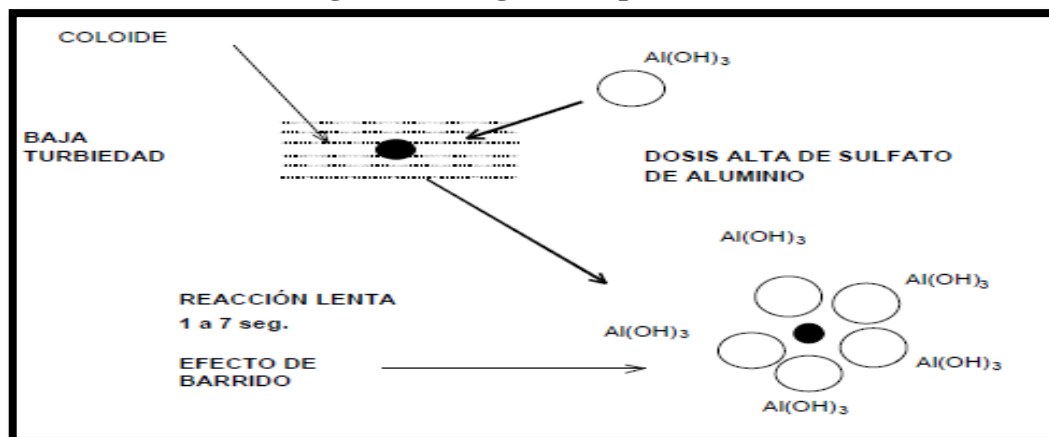


Fuente: (A, Barrenechea,2000).

2.4.5.4.2 COAGULACIÓN POR BARRIDO

Este tipo de coagulación se presenta cuando el agua es clara (presenta baja turbiedad) y la cantidad de partículas coloides es pequeña. en este caso las partículas son entrampadas al producirse una sobresaturación de precipitado de sulfato de aluminio o cloruro férrico.” (Y, Andía.2000).

Figura 10 Coagulación por Barrido



Fuente: (Y, Andía.2000).

2.4.6 FLOCULACIÓN

La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad.” (E. Aguilar, 2010).

Estos flóculos inicialmente pequeños, crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de sedimentar. Suceden que los flóculos formados por la aglomeración de varios

coloides no sean lo que suficientemente grande como para sedimentar con rapidez deseada. por lo que el empleo de un floculante es necesario para reunir en forma de red, formando puentes de una superficie a otra enlazando las partículas individuales en aglomerados. La floculación es favorecida por el mezclado lento que permite juntar poco a poco los flóculos; un mezclado demasiado intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en su tamaño y fuerza óptimos. La floculación no solo incrementa el tamaño de las partículas del floculo. sino que también aumenta su peso. La floculación puede ser mejorado por la adición de un reactivo de floculación o ayudante de floculación.” (Y, Andía.2000).

2.4.6.1 MECÁNICA DEL PROCESO

Normalmente, la floculación se analiza como un proceso causado por la colisión entre partículas. En ella intervienen, en forma secuencial. dos mecanismos de transporte:

2.4.6.1.1 FLOCULACIÓN PERICINÉTICA

Está producido por el movimiento natural de las moléculas del agua y esta inducida por la energía térmica, este movimiento es conocido como el movimiento browniano.” (Y, Andía.2000).

2.4.6.1.2 FLOCULACIÓN ORTOCINÉTICA

Se basa en las colisiones de las partículas debido al movimiento del agua, el que es inducido por una energía exterior a la masa de agua y que puede ser de origen mecánico o hidráulico.

Después que el agua es coagulada es necesario que se produzca la aglomeración de los microfloculos, para que esto suceda se produce primero la floculación pericinética luego se produce la floculación ortocinética.” (Y, Andía.2000).

2.4.6.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FLOCULACIÓN

Los principales factores que influyen en la eficiencia de este proceso son:

- ❖ La naturaleza del agua.
- ❖ Las variaciones de caudal.
- ❖ La intensidad de agitación.
- ❖ El tiempo de floculación.

2.4.6.2.1 NATURALEZA DEL AGUA

La coagulación y, por consiguiente, las floculaciones son extremadamente sensibles a las características fisicoquímicas del agua cruda, tales como la alcalinidad, el pH y la turbiedad.

Algunos iones presentes en el agua pueden influir en el equilibrio fisicoquímico del sistema, en la generación de cadenas poliméricas de los hidróxidos que se forman o en la interacción de estos polímeros con las partículas coloidales, lo que afectará el tiempo de floculación.

La concentración y la naturaleza de las partículas que producen la turbiedad también tienen una notable influencia en el proceso de floculación. En todos los modelos matemáticos de floculación, la velocidad de formación de flóculos es proporcional a la concentración de partículas.

En tanto, las partículas de mayor tamaño, que podrían ser removidas en tanques de sedimentación simple, tales como arena fina acarreada durante picos de elevada turbiedad, interfieren con la floculación porque inhiben o impiden el proceso. Por este motivo, si la turbiedad del agua cruda fuera igual o superior a 1.000 UT, es indispensable la utilización de tanques de presedimentación.” (E. Aguilar, 2010).

2.4.6.2.2 INFLUENCIA DEL TIEMPO DE FLOCULACIÓN: COMPARTIMENTALIZACIÓN

En todos los modelos propuestos para la floculación, la velocidad de aglomeración de las partículas es proporcional al tiempo. Bajo determinadas condiciones existe un tiempo óptimo para la floculación, normalmente entre 20 y 40 minutos. Mediante ensayos de prueba de jarras, se puede determinar este tiempo.

La permanencia del agua en el floculador durante un tiempo inferior o superior al óptimo produce resultados inferiores, tanto más acentuados cuanto más se aleje este del tiempo óptimo de floculación, Es necesario, por lo tanto, que se adopten medidas para aproximar el tiempo real de retención en el tanque de floculación al tiempo nominal escogido.” (E. Aguilar, 2010).

2.4.6.2.3 INFLUENCIA DEL GRADIENTE DE VELOCIDAD

La velocidad de aglomeración de las partículas en la floculación ortocinética, aparece el parámetro de gradiente de velocidad como un factor de proporcionalidad. Cuanto mayor es el gradiente de velocidad, más rápida es la velocidad de aglomeración de las

partículas. Mientras tanto, a medida que los flóculos aumentan de tamaño, crecen también las fuerzas de cizallamiento hidrodinámico, inducidas por el gradiente de velocidad. Los flóculos crecerán hasta un tamaño máximo, por encima del cual las fuerzas de cizallamiento alcanzan una intensidad que los rompe en partículas menores.” (E. Aguilar, 2010).

La resistencia de los flóculos depende de una serie de factores:

- ❖ De su tamaño, forma y compactación,
- ❖ del tamaño, forma y naturaleza de las micropartículas, y
- ❖ del número y forma de los ligamentos que unen a las partículas.

2.4.6.2.4 INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DEL CAUDAL

Es conocido que al vaciarse el caudal de operación de la planta, se modifican los tiempos de residencia y gradientes de velocidad en los reactores.

El floculador hidráulico es algo flexible a estas variaciones. Al disminuir el caudal, aumenta el tiempo de retención y disminuye el gradiente de velocidad. Al aumentar el caudal, el tiempo de retención disminuye, el gradiente de velocidad se incrementa y viceversa: el número de Camp (N_c) varía en aproximadamente 20% cuando la variación del caudal es de 50%

En el floculador mecánico, el efecto es más perjudicial debido a su poca flexibilidad, ya que la velocidad permanece constante y el tiempo de residencia aumenta o disminuye de acuerdo con la variación del caudal.” (E. Aguilar, 2010).

2.4.7 SEDIMENTACIÓN

Se entiende por sedimentación la remoción por efecto gravitacional de las partículas en suspensión presentes en el agua. Estas partículas deberán tener un peso específico mayor que el fluido.

La remoción de partículas en suspensión en el agua puede conseguirse por sedimentación o filtración. De allí que ambos procesos se consideren como complementarios. La sedimentación remueve las partículas más densas, mientras que la filtración remueve aquellas partículas que tienen una densidad muy cercana a la del agua o que han sido resuspendidas y, por lo tanto, no pudieron ser removidas en el proceso anterior.

La sedimentación es, en esencia, un fenómeno netamente físico y constituye uno de los procesos utilizados en el tratamiento del agua para conseguir su clarificación. Está relacionada exclusivamente con las propiedades de caída de las partículas en el agua. Cuando se produce sedimentación de una suspensión de partículas, el resultado final será siempre un fluido clarificado y una suspensión más concentrada. A menudo se utilizan para designar la sedimentación los términos de clarificación y espesamiento. Se habla de clarificación cuando hay un especial interés en el fluido clarificado, y de espesamiento cuando el interés está puesto en la suspensión concentrada.

Las partículas en suspensión sedimentan en diferente forma, dependiendo de las características de las partículas, así como de su concentración. Es así que podemos referirnos a la sedimentación de partículas discretas, sedimentación de partículas floculentas y sedimentación de partículas por caída libre e interferida.” (V, Maldonado Yactayo.2004).

2.4.7.1 TIPOS DE SEDIMENTACIÓN

2.4.7.1.1 SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS DISCRETAS

Partículas discretas a aquellas partículas que no cambian de características (forma, tamaño, densidad) durante la caída.

Se denomina sedimentación o sedimentación simple al proceso de depósito de partículas discretas, Este tipo de partículas y esta forma de sedimentación se presentan en los desarenadores, en los sedimentadores y en los presedimentadores como paso previo a la coagulación en las plantas de filtración rápida y también en sedimentadores como paso previo a la filtración lenta.” (V, Maldonado Yactayo.2004).

2.4.7.1.2 SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS FLOCULANTES

Partículas floculantes son aquellas producidas por la aglomeración de partículas coloides desestabilizadas a consecuencia de la aplicación de agentes químicos. A diferencia de las partículas discretas, las características de este tipo de partículas (forma, tamaño, densidad) sí cambian durante la caída.

Se denomina sedimentación floculante o decantación al proceso de depósito de partículas floculantes. Este tipo de sedimentación se presenta en la clarificación de aguas, como proceso intermedio entre la coagulación - floculación y la filtración rápida.” (V, Maldonado Yactayo.2004).

2.4.7.1.3 SEDIMENTACIÓN POR CAÍDA LIBRE E INTERFERIDA

Cuando existe una baja concentración de partículas en el agua, éstas se depositan sin interferir. Se denomina a este fenómeno caída libre. En cambio, cuando hay altas concentraciones de partículas, se producen colisiones que las mantienen en una posición fija y ocurre un depósito masivo en lugar de individual. A este proceso de sedimentación se le denomina depósito o caída interferida o sedimentación zonal.

Cuando las partículas ya en contacto forman una masa compacta que inhibe una mayor consolidación. se produce una compresión o zona de compresión. Este tipo de sedimentación se presenta en los concentradores de lodos de las unidades de decantación con manto de lodos.” (V, Maldonado Yactayo.2004).

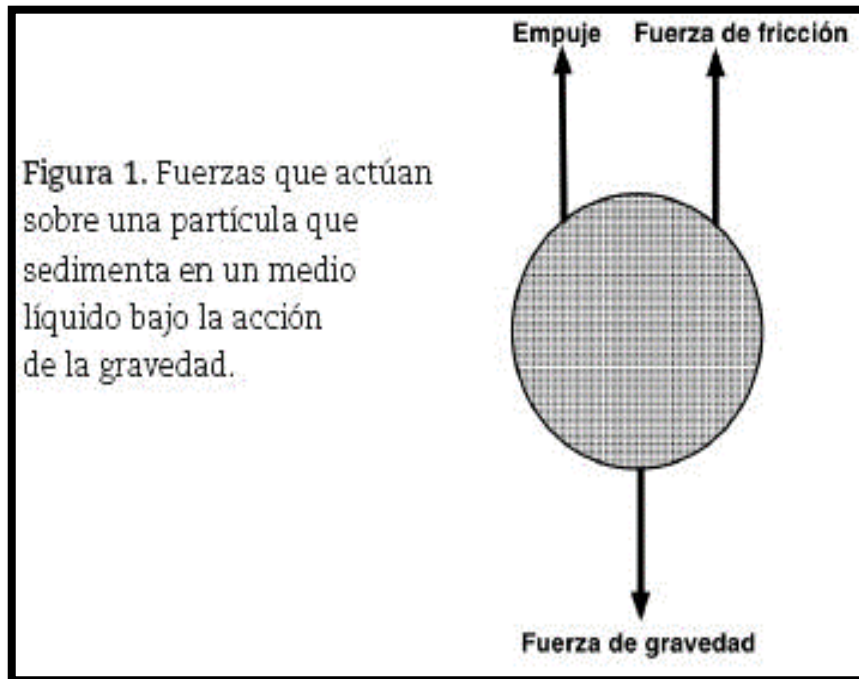
2.4.7.2 EXPRESIONES DE VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN

2.4.7.2.1 PARTÍCULAS DISCRETAS CON CAÍDA LIBRE

El fenómeno de sedimentación de partículas discretas por caída libre. también denominado en soluciones diluidas, puede describirse por medio de la mecánica clásica. En este caso, la sedimentación es solamente una función de las propiedades del fluido y las características de las partículas según se demuestra a continuación.

Imaginemos el caso de una partícula que se deja caer en el agua. Esta partícula estará sometida a dos fuerzas (figura 5-11): fuerza de flotación (FF), que es igual al peso del volumen del líquido desplazado por la partícula (Principio de Arquímedes), y fuerza gravitacional (FG).” (V, Maldonado Yactayo.2004).

Figura 11 Fuerzas actuantes en una partícula



Fuente: (V, Maldonado Yactayo.2004).

2.4.7.3 SEDIMENTACIÓN INTERFERIDA

Cuando una partícula discreta sedimenta a través de un líquido en caída libre, el líquido desplazado por la partícula se mueve hacia arriba a través de un área suficientemente grande sin afectar el movimiento. En la sedimentación interferida, las partículas se encuentran colocadas a distancias tan reducidas que el líquido desplazado se confina como dentro de un tubo y la velocidad aumenta conforme se interfiere en los campos situados alrededor de las partículas individuales.

El flujo no sigue líneas paralelas, sino trayectorias irregulares, a causa de la interferencia de las partículas en suspensión, lo que produce un fenómeno similar al que se genera en el retrolavado de un filtro.” (V, Maldonado Yactayo.2004).

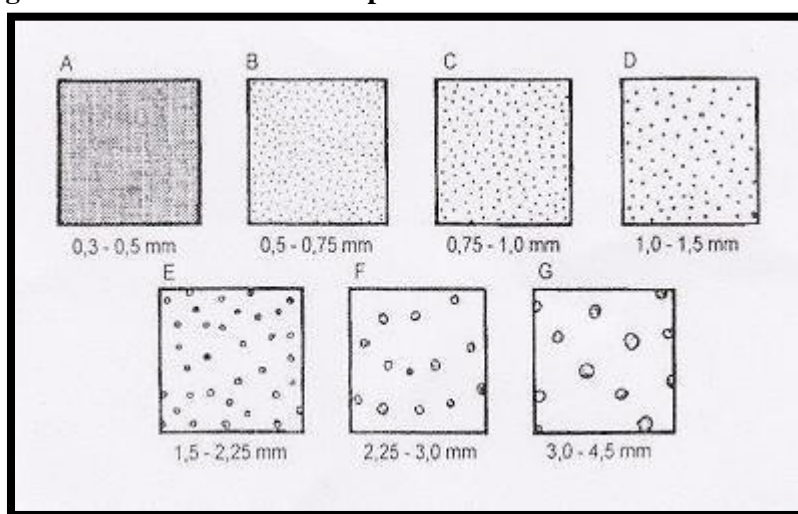
2.4.7.4 SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS FLOCULANTES

Las partículas que se remueven en una planta de tratamiento de agua son sólidos inorgánicos y orgánicos. Los factores primordiales que influyen en la velocidad de sedimentación son su tamaño, forma y densidad.

Las partículas se presentan principalmente en estado coloidal y es necesario añadirles coagulantes químicos y someterlas a procesos de coagulación y floculación para incrementar su tamaño o densidad antes del proceso de sedimentación.

Las partículas en suspensión de aguas tratadas con coagulantes, consisten en flóculos formados por óxidos metálicos (Al_2O_3 o Fe_2O_3), agua en 85 a 95% y turbiedad y/o color con densidades variables entre 1,002 cuando predomina el color y 1,03 cuando predomina la turbiedad. En procesos de ablandamiento los flóculos tienen densidades cercanas a 1,20. el diámetro de los flóculos es variable desde menos de 0,001 mm hasta más de 5 mm, dependiendo de las condiciones de mezcla y floculación (gradientes de velocidad y tiempo de retención). Willcomb clasifica los flóculos por su tamaño, tal como se indica en la figura. 5-12.” (V, Maldonado Yactayo.2004)

Figura 12 Indicé de Willcomb para determinar el tamaño del floculo.



Fuente: (V, Maldonado Yactayo.2004).

La velocidad de sedimentación de suspensiones floculantes depende de las características de las suspensiones, así como de las características hidráulicas de los sedimentadores y de la presentación de procesos concomitantes: floculación por diferencia de velocidades de sedimentación de los flóculos, influencia de turbulencia y variación de gradientes de velocidad, factores que imposibilitan la preparación de un modelo matemático general. Por este motivo se recurre a ensayos en laboratorio o plantas piloto con el propósito de predecir las eficiencias teóricas remocionales en función de cargas superficiales o velocidades de sedimentación preseleccionadas. En ellos se deben tomar las siguientes precauciones: Que la muestra de la suspensión sea representativa y que se mantenga a igual temperatura” (V, Maldonado Yactayo.2004).

2.4.8 POLÍMEROS

2.4.8.1 POLÍMEROS NATURALES

Son los que se producen en las reacciones bioquímicas naturales de animales y plantas, tales como proteínas, carbohidratos y polisacáridos (almidón, glucósidos).

Mucho de estos componentes tiene propiedades coagulantes o floculantes y son usados por los nativos en forma empírica para clarificar el agua, como pasa con la penca de la tuna o nopal (que se emplea en las sierras del Perú y en Méjico) o con las semillas del nirmali (utilizado en la India). La Tabla 5-1 da los nombres de algunas de estas substancias.

Los que han dado mejor rendimiento y vale la pena considerarlos para su uso en plantas de tratamiento son: los compuestos algínicos, los derivados de la tuna o nopal y los almidones.

Los componentes algínicos (Alginato de sodio, ácido algínico) son obtenidos de algas marinas del grupo Phaeophyceae (algas pardas), los cuales contienen polisacáridos ampliamente utilizados en la industria, especialmente en productos farmacéuticos, alimenticios y textiles. Por eso, su empleo como coagulante o floculante consumiría solamente una fracción de su producción total. Su eficiencia a este respecto, ha sido comprobada repetidas veces por varios investigadores. Una de las ventajas de los polielectrolitos naturales es su baja toxicidad pues en muchos casos son empleados como alimentos o aditivos alimenticios.” (J, Arboleda. 1992).

Tabla 1-1 Polímeros Naturales que tienen propiedades coagulantes o floculantes

Nombre Común	Parte de donde se extrae	Para de donde se obtiene
Alginato de sodio	Algas pardas marinas	Toda la planta
Goma de tuna	Tuna o nopal	Hojas o pencas
Almidones solubles en agua fría (pregelatizados)	Maíz, papa, yuca, o mandioca, trigo	Grano o tubérculo
Goma de semilla de nirmali	Nirmali	semillas
Pulpa de algarrobo	Algarrobo	Corteza de árbol
Gelatina común	Animales	Huesos y residuos de animales
Carboximetil celulosa	Arboles	Corteza de árbol
Goma de tara	Arboles	Semilla
Goma de red sorrela	Red Sorrela	Semilla
Silica activada	Silicato de Sodio	Activación de un ácido
Floecotan	Quebracho	Corteza de árbol
Lentejas	Lana esculenta	Semilla
Tamarindo	Árbol de fruto tropical	Semilla
Fenogracio, albolva	Trigonella	Semilla

Fuente: (J, Arboleda. 1992).

2.4.8.2 POLÍMEROS SINTÉTICOS

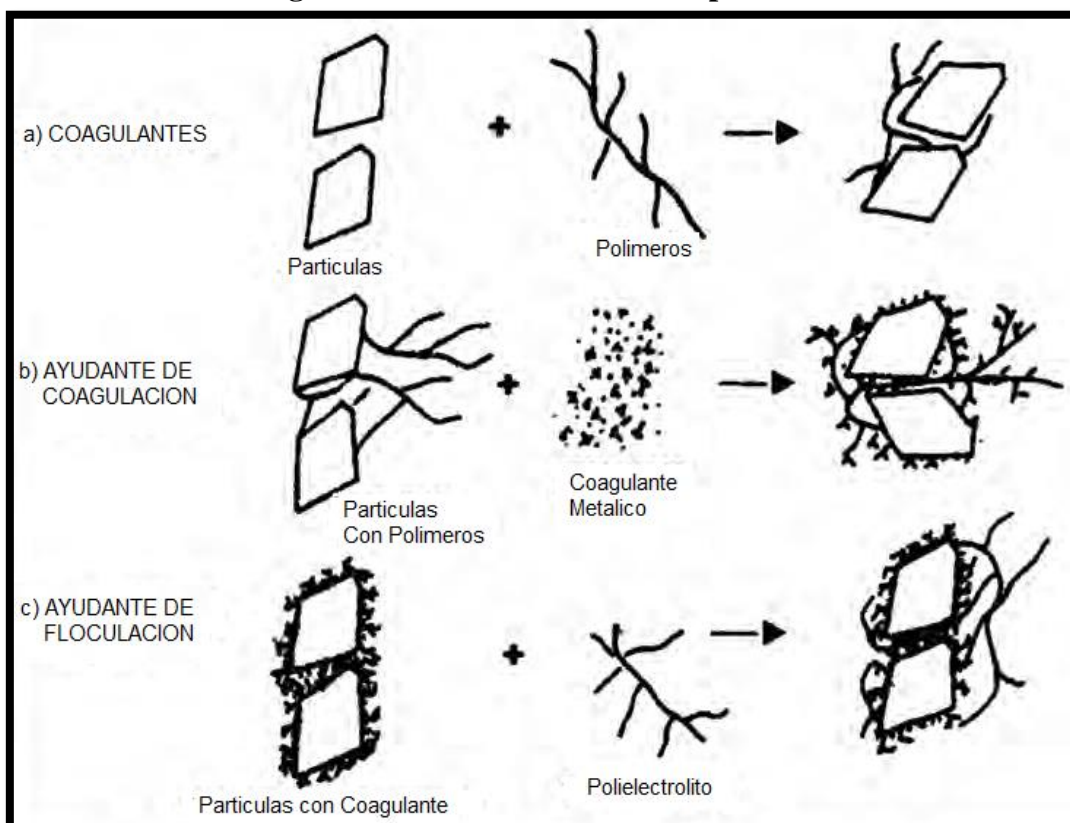
Son compuestos orgánicos producidos por medio de la transformación química de derivados del carbón y del petróleo. Incluye la mayoría de los polímeros manufacturados por la industria y de mayor venta comercialmente. Muchos, aunque no todos, se encuentran en forma de polvo seco. Otros son líquidos con concentraciones del 10% al 60% de polímeros activos.” (J, Arboleda. 1992).

2.4.8.3 MODOS DE ACCIÓN DE LOS POLÍMEROS

La Capacidad ha sido definida como la desestabilización eléctrica de las partículas, y la floculación, como la unión de las mismas para formar el flóculos o grumo (La Mar, 1963). Teniendo en cuenta esta definición, los polímeros pueden ser añadidos al agua de tres maneras distintas: (a) como coagulantes. (b) como ayudantes de coagulación y (c) como ayudantes de floculación.

En el primer caso, el polímero es agregado al agua como único coagulante, en reemplazo del coagulante metálico En el segundo, es agregado antes que el coagulante metálico y, en el tercero, después del mismo. Aunque existe una tendencia generalizada a no hacer distinciones entre ayudantes de coagulación y ayudantes de floculación, es probable que el mecanismo de coagulación y floculación sea diferente según del coagulante metálico En la figura (5-13) se ilustran las tres formas de acción de los polímeros.” (J, Arboleda. 1992).

Figura 13 Modo de acción de los polímeros



Fuente: (J, Arboleda. 1992).

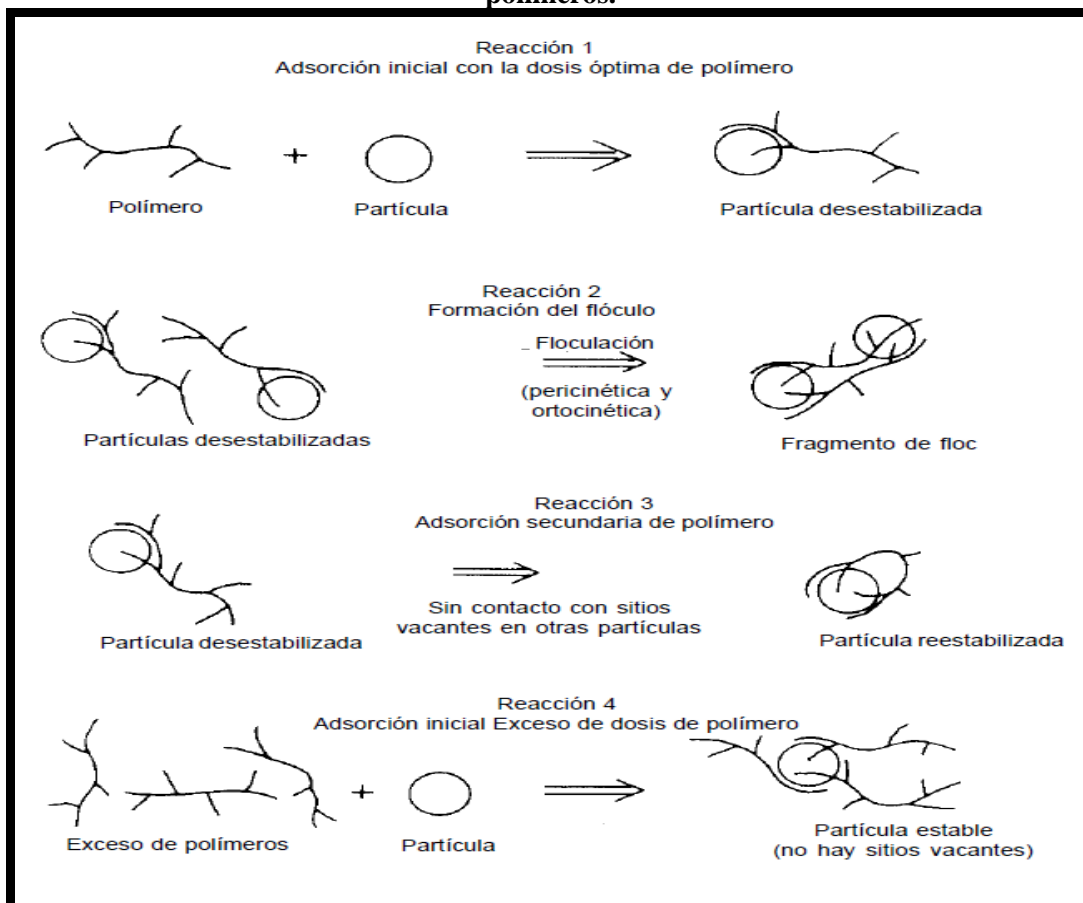
Reacción 1. Un polímero tiene ciertos grupos que interaccionan con la superficie de las partículas coloidales y se deja que el resto de la molécula se extienda hacia la solución.

Reacción 2. Si una segunda partícula con algunos sitios de adsorción vacíos entra en contacto con los segmentos extendidos, puede realizarse una unión. El polímero sirve de puente en el complejo partícula-polímero-partícula.

Reacción 3. Si no se dispone de una segunda partícula, los segmentos dispersos del polímero pueden eventualmente adsorberse en otros lados de la partícula original, lo que hace imposible que el polímero sirva de puente y se produce la Reestabilización de las partículas.

Reacción 4. El modelo de puente puede explicar cualitativamente la Reestabilización como resultado de la saturación de las superficies coloidales por el polímero, sin dejar lugar para la formación de puentes interarticulares.” (A, Barrenechea,2000).

Figura 14 Representación Esquemática de la desestabilización de los coloides por los polímeros.



Fuente: (A, Barrenechea,2000).

2.4.9 VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE POLÍMEROS

Entre las principales ventajas directas a indirectas de la utilización de polímeros como floculación en una planta de tratamiento convencional.” (E. Aguilar, 2010). se tienen:

- ❖ Mejoría en la calidad del agua decantada y filtrada.
- ❖ Reducción en el volumen de lodo sedimentado en el decantador, disminuyendo la contaminación de los cuerpos receptores por las descargas de este material, lo cual permite prolongar el periodo de tiempo entre limpiezas de esta unidad.
- ❖ Aumento de la duración en la carrera de filtración, como consecuencia de la mejoría en la calidad del agua decantada.
- ❖ Aumento en la remoción de precursores que podrían producir compuestos indeseables, después de la desinfección con agentes químicos
- ❖ Aumento de eficiencia en la desinfección, como consecuencia de la reducción de la concentración de sólidos suspendidos en el agua filtrada.
- ❖ Disminución del efecto de depósito de lodo en la red y en los tanques de almacenamiento del sistema de distribución.
- ❖ Reducción de los problemas debidos a la sobrecarga en decantadores y filtros, ya que la utilización de polímeros permite, generalmente, cargas superficiales mayores que las permitidas, cuando se utiliza únicamente sulfato de aluminio y cal.
- ❖ Aumento de flexibilidad en la operación de la planta de tratamiento,
- ❖ Uso como solución de emergencia. cuando alguna unidad de decantación, floculación o filtración debe ser retirada de operación y las otras unidades tienen que funcionar sobrecargadas.

2.4.10 PRUNUS PÉRSICA

2.4.10.1 ASPECTOS GENERALES

El árbol del durazno o melocotón pertenece a la familia de las Rosáceas, específicamente al género *Prunus* y a la especie *Persica*. Es relativamente pequeño, 2 a 5 m de altura y se originó en el este de Asia, China, y no en Persia, tal como se deduce erróneamente de su nombre botánico *Prunus persica*. Probablemente fue llevado de China a Persia por caravana de comerciantes, y luego pasó rápidamente a Europa. En el siglo XVI ya se encontraba en México, traído por los españoles. Tiene las hojas largas, lanceoladas, dentadas y de un verde claro. La flor aparece antes de la hoja y es blanca o de color rojo oscuro.

La mejor altitud para su cultivo es la de 200-500 metros aunque se pueden adaptar a altitudes de hasta 3200 m. En cuanto a suelo, es muy poco exigente pero prefiere los suelos cálidos, secos, ligeros y profundos, no adaptándose a los suelos fuertes, fríos y húmedos. La permeabilidad del subsuelo es de suma importancia en el cultivo de durazno huyacott, pues todo estancamiento de agua es fatal para el duraznero. En tierras profundas toma un gran desarrollo y los frutos son de buena calidad. En malas tierras (laderas secas), los árboles se desarrollan menos, pero los frutos son más perfumados.

2.4.10.2 ORIGEN DEL DURAZNO

Caballero (2002), menciona que el durazno es originario de China, donde las referencias de su cultivo se remontan hace 3 000 años. Fueron llevados probablemente a Persia a través de las rutas comerciales por las montañas, llegando a ser conocidos allí como fruta pérsica, de ahí el nombre pérsica, o durazno. Estos términos llevaron a error de que los durazneros eran originarios de Persia.

Juscafresa (1974), citado por Sigüifredo (2008); señala que el durazno procede del extremo oriente, donde se encuentra en estado silvestre en algunas regiones de la China central. Se cree que fue llevado a Grecia por Alejandro Magno y más tarde introducida en toda Europa por los romanos, cultivándose hoy en día en todos los continentes del mundo.

2.4.10.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL DURAZNO

INFOAGRO (2010), reporta que el durazno es uno de los de los frutales más tecnificado y más difundido en todo el mundo. España es el tercer país productor a nivel europeo con más de un millón de toneladas. El 20 % de la producción se destina a la industrialización: conserva de frutos en almíbar, zumos, elaboración de mermeladas y secado y el 70 % a consumo en fresco, casi siempre para mercado interior. Sólo el 10 % se destina a la 4

exportación. En el siguiente cuadro se muestran la producción de los principales países.

CUADRO 01. Productores mundiales de durazno (TN)

País	2007	2008	2009	2010	2011	Part. %	Var. %
China	9 080 215	9 563 679	10 170 038	10 828 348	11 528 801	53,55	6,47
Italia	1 639 440	1 589 120	1 691 790	1 590 660	1 636 750	7,6	2,9
España	1 221 070	1 244 290	1 191 300	1 186 900	1 335 600	6,2	12,53
EEUU	1 279 310	1 304 350	1 200 750	1 255 090	1 171 450	5,44	-6,66
Grecia	816 009	855 905	821 900	738 400	690 200	3,21	-6,53
Turquía	539 435	551 906	547 219	534 903	545 902	2,54	2,06
Irán	421 304	574 958	496 130	496 130	498 346	2,31	0,45
Egipto	425 273	399 416	363 209	273 256	332 487	1,54	21,68
Chile	370 000	372 000	388 000	357 000	319 919	1,49	-10,39
Francia	364 947	299 096	332 050	311 002	301 180	1,4	-3,16
Los demás	2 952 585	3 171 025	3 171 025	3 111 728	3 168 055	14,72	1,81
Mundo	19 109 588	19 925 745	20 373 411	20 683 417	21 528 690	100	4,09

Fuente: FAO (2011), citado por abcAgro (2014).

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2011), reporta que el durazno es uno de los frutales más difundido en todo el mundo; la sexta producción frutícola de importancia que corresponde a los carozos; siendo cercana a 23 millones de toneladas; de los cuales los duraznos y nectarinas corresponden más del 50 %. La superficie mundial de estos corresponde a 2 190 536 hectáreas al año 2001. Febres (2014), menciona que el durazno se cultiva en distintas zonas de la costa y sierra, siendo en esta última donde predomina más su cultivo. Los lugares donde tiene importancia económica este cultivo en Lima son: Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Oyón y Yauyos.

2.4.10.4 TAXONOMÍA

La clasificación botánica del melocotonero según Cronquist, citado por Tobar, se muestra a continuación:

REINO: Plantae

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

SUBCLASE: Rosidae

ORDEN: Rosales

FAMILIA: Rosáceas

GÉNERO: Prunus

ESPECIE: Prunus Persica

NOMBRE COMÚN: Duraznero, melocotonero, griñón, prescal, prisco.

2.4.10.5 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Servicio de Sanidad y Calidad Agroalimenticia (SENASA, 2009) y abcAgro (2014), sostienen que tiene la siguiente descripción botánica.

Raíz: es pivotante cuando procede de plantas obtenidas de semilla; aunque no es muy profunda

Ramas: tiene ramas vegetativas, ramas mixtas, ramas chifonas y ramilletes de mayo; según sea el tipo de yemas de madera y/o de flor con que cuenten.

Hojas: son lanceoladas, alternas y ligeramente aserradas; la lámina es un poco ondulada, de color verde de diferente intensidad según sea el nivel nutricional y de humedad que tenga el árbol.

Flores: son hermafroditas, completas; cada yema floral es capaz de emitir una sola flor y una sola vez; y cada flor es capaz de amarrar un solo fruto y una sola vez; tiene 5 pétalos, 5 sépalos y estambres en múltiplo de 5, pudiendo ser 25 ó 30; el cáliz es gamosépalo, caduco; el ovario es unicarpelar.

Frutos: es una drupa; su pericarpio generalmente es pubescente, aunque hay algunos glabros como es la nectarina; el mesocarpio es carnoso, con buen contenido de jugo y azúcar; puede estar separado del hueso o firmemente adherido; el endocarpio o hueso es muy duro, y aloja en su interior una semilla que contiene dos cotiledones.

Porte: pequeño árbol caducifolio puede alcanzar hasta 6 m de altura, aunque a veces no pasa de talla arbustiva, su porte se extiende más o menos según la variedad.

A esto añade INFOAGRO (2010), las siguientes características botánicas:

Órganos fructíferos: ramos mixtos, chifonas y ramilletes de mayo. El de mayor importancia es el ramo mixto; típicamente se forma en cada nudo una yema foliar flanqueada por dos yemas florales.

Polinización: especie autocompatible, quizás autógama, no alternante; La fecundación tiene lugar normalmente 24 a 48 horas después de la polinización.

2.4.10.6 CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS

2.4.10.6.1 CLIMA

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2005), reportan que diversos aspectos ambientales y edafoclimáticas, se toman en cuenta para establecer una plantación comercialmente rentable.

Castillo et al. (2008), Humberto (2007) y Jesur (2003); sostienen que es ideal el clima templado con invierno benigno, con pocas variaciones térmicas, a una altura entre los 1 400 y 2 100 msnm; así tenemos que las temperaturas óptimas para su crecimiento son de 21 a 27 °C; a efectos de asegurar una floración más uniforme, el melocotón requiere un número promedio de horas de frío (de 400 a 800 horas) durante su descanso, de preferencia este frío debe sostenerse con valores cercanos a los 7 °C por un espacio de 2 meses durante la mayor parte del día. Si ello no ocurre, se presentarán alteraciones en el comportamiento de la floración y fructificación de este frutal, como las que se describen:

- Caída de frutos.
- Caída de yemas florales y vegetativas.

- Frutos de bajo calibre por falta de hojas.
- Frutos deformes.
- Floración irregular.

Humberto (2007) y Muñoz (1986), mencionan que la luz solar es imprescindible para el desarrollo de los árboles frutales, por lo que se recomienda plantarlos en áreas donde reciban la mayor cantidad de luz posible, por lo que debe evitarse la siembra en laderas orientadas hacia el oeste o hacia el norte.

Jesur (2003: 68), sostiene que para madurar sus frutos exigen abundante luz; determina en gran parte la calidad de la fruta, especialmente sabor y color.

Humberto (2007), indica que los vientos moderados favorecen el desarrollo del melocotonero, pero los vientos fuertes causan problemas como quebraduras de ramas, mala formación del árbol y especialmente caída flores, así como daño mecánico a los frutos.

2.4.10.6.2 SUELO

- Características Físicas

Castillo et al. (2008), menciona que un terreno ideal para el melocotonero son los suelos franco arenosos, sueltos, con buen drenaje y profundos de 1,00 a 1,50 metros.

Humberto (2007), menciona que se deben evitar aquellos con capas rocosas, arcillosas duras e impermeables que impidan un buen drenaje, ya que, al retener demasiada humedad, se puede provocar problemas al sistema radicular por asfixia y enfermedades fungosas.

- Características Químicas

Humberto (2007), indica que el desarrollo de los árboles de melocotón es mantenido en parte por los nutrientes que le proporciona el 9

suelo; de estos el nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio son muy importantes, así como el manganeso, zinc, hierro, y boro. Otros factores químicos como el pH, contenido de sales, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, también deben ser considerados con atención, ya que influyen de manera directa en la disponibilidad de nutrientes del suelo a la planta.

El pH adecuado para el melocotón es de 6,0 a 7,0 mientras más alto sea, habrá dificultades con la disponibilidad de ciertos nutrientes como el zinc, hierro manganeso, y boro. La presencia de sales debe ser baja, por lo que un suelo adecuado deberá tener un valor de conductividad eléctrica menor de 2,0 mmhos/ centímetro a valores mayores puede haber toxicidad, afectar la nutrición de los árboles y reducir la permeabilidad de los suelos. El contenido de materia orgánica es importante, el nivel adecuado estará entre 2,5 a 3,5 % en suelos arcillosos debe ser alto de 3 % a 4,5 % ya que éste permite volver un poco más suelto el suelo, esponjándolo y permitiendo una mayor aireación; en suelos arenosos donde siempre el contenido es bajo, será necesario incorporarle materia orgánica para inducir la formación de condiciones arcillo limosas.

2.4.10.6.3 AGUA

Castillo et al. (2008) y Humberto (2007), sostienen que la necesidad de agua varía a lo largo del ciclo del melocotonero, presentándose fases críticas en las épocas que coinciden con la fructificación y el crecimiento vegetativo. La fase crítica principal comienza con el endurecimiento del carozo y termina con la cosecha.

Desde el inicio se debe regar de manera continua, pero en la fase de cosecha es necesario distanciar el riego para que el fruto concentre menos cantidad de agua y tenga más duración. La calidad del agua para el riego debe ser dulce y estar libre de sales. La falta de agua puede provocar diferentes trastornos en la planta tales como:

- Retraso en el crecimiento de brotes y yemas terminales.
- Retraso en el crecimiento en plantaciones pequeñas.
- Disminución en la inducción y diferenciación floral.
- Disminución del cuajado de frutos.
- Disminución del crecimiento de los frutos.
- Rajadura de frutos.
- Caída de frutos en cualquier estadio de crecimiento.
- Pérdida de la calidad del fruto (escases del contenido de azúcar).

Muñoz (1986), indica que el durazno requiere precipitaciones de 700 a 1 000 milímetros anuales para todas las zonas de cultivo de durazno; además Jesur (2003), indica que

pueden ser afectados por lluvias prolongadas, el exceso de agua alrededor del tronco causa serios daños a las raíces que se reflejan en una baja producción que puede llevar al árbol a la muerte

2.4.10.6.4 CARACTERÍSTICAS DEL DURAZNO

El durazno pesa entre 80 a 110 gramos y contiene una única y gran semilla encerrada en una cáscara dura. La forma del durazno es generalmente semiesférica, con un surco longitudinal bien marcado, de piel lisa o pubescente y un color amarillo, rojizo o púrpura. La pulpa succulenta es blanca, amarilla o rojiza y puede estar adherida o separada de la nuez. Tiene sabor dulce y olor perfumado, variando la intensidad de acuerdo a la variedad.

Un durazno mediano, a pesar de su sabor dulce, no contiene más de 60 calorías, hecho que lo convierte en un postre ideal para personas sujetas a una dieta baja en calorías.

2.4.10.6.5 VARIEDADES DE DURAZNO

El duraznero es la especie de mayor dinamismo varietal dentro de los frutales y debido a las características climáticas y de producción, la distribución varietal no solo varía con el tiempo sino también en las áreas de cultivo. La elección de variedades tiene enormes posibilidades y no resulta sencilla.

Las variedades de durazno de pulpa esencialmente blanca, pueden ser con o sin vetas, con estrías verdosas y/o rojizas (según la variedad) total o parcialmente desprendida del hueso en el momento en que alcanza la madurez. Las variedades de pulpa amarilla son frutos que tienen piel con vello y cuya pulpa esta total o parcialmente desprendida del hueso, hecho

especialmente relevante en la madurez del fruto. Finalmente, Las variedades de tipo pavía son de pulpa dura o semidura adherida al hueso.

El durazno es uno de los que ha recibido mayor número de denominaciones genéricas. Los de piel tormentosa suelen denominarse "melocotones" y los de piel lisa "pavías", además existe un gran número de denominaciones en España distinta según las regiones. Los "pavías", en Francia reciben el nombre de "brugnones" de "nectarines" en Italia y "durazos" en Hispanoamérica. También "bresquillos" a los melocotoneros de tamaño pequeño, carne jugosa y forma esférica, mientras sean abridores, y aunque los de piel

tormentosa y forma achatada sean de la misma naturaleza se les conoce como "paraguayos".

2.4.10.6.6 VARIEDADES CULTIVADAS EN EL PERÚ

Entre las especies cultivadas en el Perú tenemos: Huaycott rojo, huaycott crema, blanquillo, nectarina, fortaleza, entre las más importantes. El huaycott rojo es un cultivar con ciclo vegetativo promedio de 7 meses. Se caracteriza por tener un fruto de mediano a pequeño, de forma redondeada, con la cáscara de color amarillo y cubierta con chapas rojas que la cubren casi en su totalidad; tiene la pulpa consistente, fibrosa y muy jugosa, de sabor agradable, con ligera acidez; y presenta ligero aroma en relación al Huaycott crema. Tiene bastante aceptación por la industria.

El huaycott crema posee un ciclo vegetativo promedio de 7 meses. Se caracteriza por tener un fruto redondo, de calibre mediano a grande; tener la cáscara de color amarillo cremoso con manchas rojo jaspeado; presenta una pulpa cremosa, de textura medianamente firme, jugosa, de sabor dulce aromático. Su consumo es como fruta fresca y también para la industria alimentaria.

Por otro lado, el blanquillo es la variedad más difundida en el Perú. Tiene un ciclo vegetativo promedio de 8 meses. Se caracteriza por tener un fruto de calibre grande a mediano, ser de forma redondeada, tener la pulpa de color blanco, textura suave, jugosa y dulce, y abundante pelusa en la cáscara, además presenta una fisura en la parte céntrica del fruto que la diferencia de las demás, por lo que recibe el nombre de "abridor". Su consumo es como fruta de mesa.

Finalmente, no olvidemos mencionar a la variedad Okinawa, la cual es utilizada como patrón porta injertos por presentar rusticidad, tolerancia y resistencia a las enfermedades, posee rápida adaptación, sus frutos son muy pequeños, fibrosos y tienen escaso jugo.

2.4.10.7 PRODUCCIÓN DE DURAZNO

La producción mundial de duraznos y nectarinas totalizó 18,5 millones de toneladas en 2008 con un crecimiento cercano al 18% durante el período 2004-2008. El principal productor en la actualidad es China, y más retrasados le siguen Italia, Estados Unidos y España, estos países concentran el 68% de la producción mundial. China representó el 45% del total producido durante 2008 y su producción se incrementó más de 40%

durante el período de análisis. El crecimiento de mayor relevancia en cuanto a porcentaje, dentro de los diez principales productores a nivel mundial, se lo adjudicó Irán, con una tasa cercana al 48% durante el quinquenio analizado. Argentina ocupa el décimo lugar a nivel mundial con una producción estabilizada alrededor de las 270 mil toneladas anuales.

En el 2012, China se presenta como el mayor productor de durazno a nivel mundial con una participación del 55,53% de la producción mundial y con un constante incremento en su producción; el resto de los países dentro de los 10 primeros lugares presentan comportamientos irregulares, pero con una tendencia creciente para los próximos años. El principal importador fue Alemania, que concentró el 17% del total durante 2008, seguido por Reino Unido y Francia. Rusia registró el crecimiento de mayor relevancia en cuanto a volúmenes importados, cercano a 85 mil toneladas; Holanda se adjudicó el mayor incremento en porcentaje. En el grupo de los diez principales importadores a nivel mundial presentaron tasas negativas de evolución en volúmenes, Estados Unidos, Canadá y Reino Unido.

En lo que respecta al Perú, en los primeros 4 meses del 2014 las exportaciones de durazno peruano alcanzaron un valor de US\$ 70,420 y un volumen aproximado de 141.6 toneladas, teniendo como principal mercado destino a Ecuador.

2.4.10.8 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL DURAZNO

El durazno como fruto, posee una composición media formada por: agua en un 77-90%, azúcares totales entre 6 y 16%, proteínas alrededor del 0.3- 0.9%, 0.1% de grasa, pectina (como pectato cálcico) entre 0.6-1%, cenizas en un 0.3-0.6% y fibra del 0.3 al 1.4%. El durazno presenta gran cantidad de agua en su composición (81.7%), no obstante, no es de las frutas que aporta gran cantidad de carbohidratos y energía, a pesar de su sabor dulce. Este fruto tiene una concentración modesta de vitamina C. Un melocotón de tamaño medio puede aportar aproximadamente un 10% de la ingesta diaria recomendada de alrededor 60 mg/día. El melocotón tiene baja concentración de carotenoides o provitamina A y posee un destacable contenido de zeaxantina y luteína.

2.4.10.9 INDUSTRIALIZACIÓN DEL DURAZNO

Debido a la perecibilidad y fragilidad del durazno, se requiere de métodos que permitan mantener las propiedades de esta fruta por más tiempo. El durazno es una fruta que permite su consumo tanto en fresco como en variedad de productos que permite obtener

su industrialización. Dentro de estos últimos, las conservas de duraznos, ya sea en mitades, rodajas o cubeteado, son ejemplos de cómo mantener las propiedades del durazno por más tiempo. Cuando esta fruta no reúne las características requeridas para elaborar conservas, se destina a la producción de pulpa. Ésta resulta un importante insumo para la producción de mermeladas, jaleas, y otros productos.

Otros productos derivados del durazno son los purés y jugos, los cuales se obtienen por trituración o por estrujamiento. Los jugos contienen coloides (pectina, celulosa, hemicelulosa, lignina y almidón) y son los derivados líquidos más importantes de frutas en la industria alimentaria.

En conclusión, entre los productos que se pueden elaborar con el durazno se encuentran: mermeladas, jaleas, duraznos en almíbar, jugos, néctares, purés y durazno deshidratado.

2.4.11 ALOE VERA (SÁBILA)

2.4.11.1 GENERALIDADES

“(Vega G, Ampuero C, Díaz N., & Lemus M., 2005) La planta de Aloe vera es originaria de África, específicamente de la península de Arabia. Su nombre genérico Aloe proviene del término árabe alloeh que significa sustancia brillante y amarga, se le denomina también con el nombre de sábila”

“El Aloe vera pertenece al reino Plantae; división: Magnoliophyta; clase: Liliopsida; orden: Liliales; familia: Liliaceae; género: Aloe; especie: Aloe Barbadensis (Miller); nombre común: Aloe vera. La planta Aloe vera o Aloe Barbadensis Miller es la variedad más empleada en todo el mundo para la medicina curativa, de hojas elongadas, carnosas y ricas en agua, alcanza una altura de 50 a 70 cm; con tallos de 30 a 40 cm de longitud, poseen el borde espinoso dentado; las flores son tubulares, colgantes, amarillas. Esta planta es xerófila, o sea, se adapta a vivir en áreas de poca disponibilidad de agua y se caracteriza por poseer tejidos para el almacenamiento de agua”. (Ferraro, 2009).

2.4.11.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La estructura de la hoja es un núcleo gelatinoso y transparente (pulpa) envuelto por una fina capa líquida de color amarillo (acíbar) protegido todo ello por la corteza externa verde. Después de tres años de vida de la planta, el gel contenido en las duras 5 hojas verdes externas está al máximo de su contenido nutricional. Las más recientes

investigaciones concluyen que el efecto conjunto de todos los elementos de la hoja produce un efecto sinérgico natural inigualado por ningún otro producto conocido (Garcés Mendoza, 2004).

2.4.11.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA

“La planta de Aloe vera está compuesta de raíz, tallo, hojas y flores en época de floración. Las hojas crecen alrededor del tallo a nivel del suelo en forma de roseta, crece el tallo desde el centro hacia arriba, que al florecer forma densos racimos de flores amarillas o rojas”. (Reynolds & Dweck, 1999) “Las hojas tienen formas lanceoladas y dentadas con pinchos que le sirven de protección a la planta. La estructura de las hojas está formada por el exocarpio o corteza, la cual está cubierta de una cutícula delgada. La corteza representa aproximadamente del 20 al 30% del peso de toda la planta y dicha estructura es de color verde o verde azulado, dependiendo de diversos factores tales como: el lugar, clima o nutrición de la planta. El parénquima, conocido comúnmente como pulpa o gel se localiza en la parte central de la hoja y representa del 65 al 80 % del peso total de la planta” (Domínguez-Fernández, y otros, 2012).

“(Domínguez-Fernández, y otros, 2012) nos dicen que el mucílago de la sábila está compuesto por: antraquinonas, vitaminas, minerales, carbohidratos, enzimas, lípidos y compuestos orgánicos, aminoácidos”.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SÁBILA

Antraquinonas	Acido Aloético, Antranol, Ácido Cinámico, Barbaloina, Ácido Crisofánico, Emodina, Ale-Emodín, Éster De Ácido Cinámico, Aloína, Iso-barbaloina, Atraceno, Resistanol
Vitaminas	Ácido Fólico, Vitamina B1, Colina, Vitamina B2, Vitamina C, Vitamina B3, Vitamina E, Vitamina E, Vitamina B6, Beta- Caroteno
Minerales	Calcio, Magnesio, Potasio, Zinc, Sodio, Cobre, Hierro, Manganeso, Fosforo, Cr Omo
Carbohidratos	Celulosa, Galactosa, Glicosa, Xilosa, Manosa, Arabinosa, Aldopentosa, Gluco Manosa, Fructuosa, Acemanano, Sustancias Peptídicas, L-Ramnosa
Enzimas	Amilasa, Ciclooxidasa, Carboxipeptidasa, Lipasa, Bradikinasas, Catalasa, Oxidasa, Fosfatasa Alcalinaciclooxigenasa, Superóxido Dismutasa
Lípidos y Compuestos Orgánicos	Esteroides (Campesterol, Colesterol, Ácido Salicílico, Sorbato De Potasio, Triglicéridos, Lignina, Ácido Úrico, Saponinas Giberelina, Triterpenos
Aminoácidos	Alanina, Ácido Aspártico, Arginina, Ácido Glutámico, Glicina, Histidinaa, Isoleucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Prolina, Tirosina

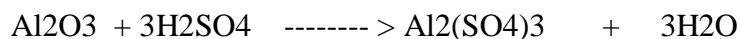
Tabla 2. Composición química del mucilago de penca de la sábila

2.4.11.4 SIEMBRA

“La siembra de Sábila en el campo se hace por trasplante, para ello es necesario producir las plantitas en vivero y luego llevarlas al campo. Estas pueden reproducirse por división de la raíz o rizoma mientras.” (Garcés Mendoza , 2004).

2.4.12 SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$

El sulfato de aluminio es una sal sólida y de color blanco. Generalmente es usada en la industria como floculante en la purificación de agua potable y en la industria del papel. El sulfato de aluminio se obtiene al reaccionar un mineral aluminico (caolín, bauxita, hidrato de aluminio) con ácido sulfúrico a temperaturas elevadas; la reacción que se lleva a cabo es la siguiente:



Una vez que se obtiene el sulfato de aluminio, este se tiene en dos presentaciones: sólido y líquido, con dos especificaciones, estándar y libre de fierro.

2.4.12.1 USOS Y APLICACIONES DEL SULFATO DE ALUMINIO

El sulfato de aluminio tiene las siguientes aplicaciones:

- Sulfato de aluminio en la industria de la Pulpa y Papel. - Ajuste de pH, encolado (brea o cera) y ajuste de retención (fino, carga, pigmentos, etc.) además de servir en el tratamiento de sus efluentes.
- Sulfato de aluminio para el tratamiento de aguas residuales: El sulfato de aluminio es un producto económico y efectivo en la eliminación del fósforo en las plantas de tratamiento de agua residual, tanto municipal e industrial, y clarifica el agua al precipitar los sólidos suspendidos.
- Sulfato de aluminio para el tratamiento de agua potable: El sulfato de aluminio permite clarificar el agua potable, ya que es un coagulante y por ello sedimenta los sólidos en suspensión, los cuales por su tamaño requerirán un tiempo muy largo para sedimentar.
- Sulfato de aluminio en la manufactura química: Se emplea en producción de otras sales de aluminio.
- Sulfato de aluminio en la industria de jabones y grasas: Se emplea en la producción de jabones de aluminio y grasas para usos industriales
- Sulfato de aluminio en la industria del petróleo: Manufactura de catalizadores sintéticos
- Sulfato de aluminio en la industria de Farmacéutica: Como astringente en la preparación de drogas y cosméticos.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 MATERIALES Y METODOS DE LA TESIS

Se utilizaron los siguientes equipos y materiales de laboratorio para hacer las pruebas respectivas, estas se realizaron en el laboratorio de calidad ambiental de la Facultad de Ciencias del Ambiente.

3.1.1 MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales

- Fiolas de diversos volúmenes.
- 06 pipetas graduadas.
- 06 vasos de precipitados de 1000 ml.
- 06 vasos de precipitados de 500 ml.
- 06 vasos de precipitados de 100 ml.
- 06 jeringas hipodérmicas de 20 ml (con aguja c/u).
- 06 jeringas hipodérmicas de 5 ml (con aguja c/u).
- Embudos.
- papel filtro.
- bidones de agua y baldes.
- frascos ámbar y de plástico con tapa de 1 litro de capacidad.

Equipos

- Equipo de Prueba de Jarras.
- Turbidímetro.
- Medidor de pH,
- Balanza analítica.
- Cronómetro.

Reactivos

- Ácido Sulfúrico
- Cal
- Agua Destilada

Coagulantes

- Prunus Pérsica
- Aloe Vera
- Sulfato de Aluminio

3.1.2 MÉTODOS DE LA TESIS

La metodología empleada para realizar el estudio experimental se describe en lo siguiente:

3.1.2.1 PROCESO DE RECOLECCION DE LAS MUESTRAS DE AGUA SUPERFICIAL (Rio Auqui)

Para la recolección de la muestra de agua del Rio Auqui se tuvo que extraer agua del rio en bidones de 60lt y galoneras de 35lt en cantidad suficiente para poder realizar los ensayos necesarios que son objeto de estudio. Dichas muestras fueron trasladadas de manera inmediata al Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM, en la cual se realizaron los estudios correspondientes en tiempo corrido sin interrupciones de ninguna índole.



Fotografía N°01: Recolección inicial de las muestras de agua del Rio Auqui para análisis de laboratorio.



Fotografía N°02: Recolección de las muestras de agua del Rio Auqui para los ensayos respectivos.

3.1.2.2 PROCESO DE EXTRACCION DE LOS COAGULANTES NATURALES

3.1.2.2.1 Extracción de la Semilla de la Prunus Pérsica

La materia prima se ha obtenido en el mercado de la ciudad de Carhuaz, este producto viene directamente de los campos de cultivo de los alrededores de ciudad debido a que esta es un gran productor de esta variedad de frutos. La Prunus Pérsica fue adquirido en los meses de Marzo-Abril del 2017, el tiempo de conservación es de 1.5 meses.

El proceso de extracción de la semilla de la Prunus Pérsica es el siguiente:



Fotografía N°03: Adquisición de la *Prunus Pérsica*

- Una vez adquirida la cantidad necesaria del fruto se procede a separar la semilla de la pulpa.
- Seguidamente la semilla se expone al sol para que pueda secarse de manera natural por tiempo aproximado de 01 mes.
- Después de transcurrido el tiempo necesario para el secado se procede a separar la almendra que hay dentro de la semilla para completar de manera definitiva el proceso de secado de la materia prima.



Fotografía N°04: Almendra de la semilla de la *Prunus Pérsica*

- El producto obtenido es expuesto nuevamente al sol para completar el secado y posteriormente se va separar la cascara que envuelve a la almendra ya que esta será nuestro producto final el cual se va convertir en nuestro coagulante natural.



Fotografía N°05: Almendra de la semilla de la *Prunus Pérsica* sin cascara listo para ser molido o pulverizado



Fotografía N°06: Almendra de la semilla de la *Prunus Pérsica* después de haber sido molido.

3.1.2.2.2 Extracción del Gel del Aloe Vera

La materia prima se ha obtenido en el mercado de la ciudad de Huaraz, esta viene directamente del campo de las alturas de la ciudad. El Aloe Vera fue comprado en los meses de Marzo-Abril del 2017, el tiempo de conservación es de 2 meses.

El proceso de extracción del gel del Aloe Vera es el siguiente:



Fotografía N°07: Adquisición del *Aloe Vera*

- Lo primero que hay que hacer es cortar la hoja de aloe vera por arriba y por debajo de la penca, es decir la punta y la base, eliminando así el color blanco que tenía cuando se cortó de la planta.
- Seguidamente se hace un corte transversal de la hoja por el lado puntiagudo para dividir la penca en dos y a continuación pelamos la piel de la penca.
- Es importante tener cuidado con la sustancia amarillenta que está entre la piel de la penca y el gel de *Aloe Vera*, es decir el **acíbar**, ya que no es apto para ingerir. Esta sustancia está compuesta mayormente por la **aloína**. Ambas tienen efecto laxante en el organismo por ello no es recomendable tomar el gel del aloe sin antes haberlo limpiado
- Para ello, basta con mantener la hoja de aloe vera vertical hacia abajo durante unos minutos para que la aloína drene. Si prefieres un sistema más rápido puedes enjuagar el trozo de gel que deseas ingerir en agua. Hecho uno de los dos procesos, el gel de aloe ya estará apto para el uso que quieras darle.
- Para la conservación del gel se hace uso de un recipiente de vidrio en el cual debe mantenerse a temperatura adecuada.



Fotografía N°08: Gel del *Aloe Vera* en un recipiente de vidrio para su conservación.

3.1.2.3 PROCESO DE PREPARACION DE LA SOLUCION

a) Prunus Pérsica

Previo a realizar las pruebas de jarras se prepara la solución de la almendra de la Prunus Pérsica de la siguiente forma:

- Pesar una determinada cantidad de muestra dependiendo de las concentraciones en las que se vaya a trabajar y aforarlas a la cantidad de agua que se necesite.



Fotografía N°09: Pesado de muestras en Balanza Analítica

- Se han pesado y separado distintas cantidades de la muestra para obtener diversas concentraciones, tal como se muestra en la figura siguiente.



Fotografía N°10: Diferentes cantidades de muestra para concentraciones variadas.

- Cada determinada cantidad de muestra se procedió a trasladarlo a un recipiente respectivamente para completar su dilución con agua destilada.



Fotografía N°11: Diferentes cantidades de muestra para concentraciones variadas.

- Seguidamente se adiciono agua destilada hasta completar 1lt para cumplir de esta manera con las diluciones correspondientes para cada concentración requerida para los ensayos.

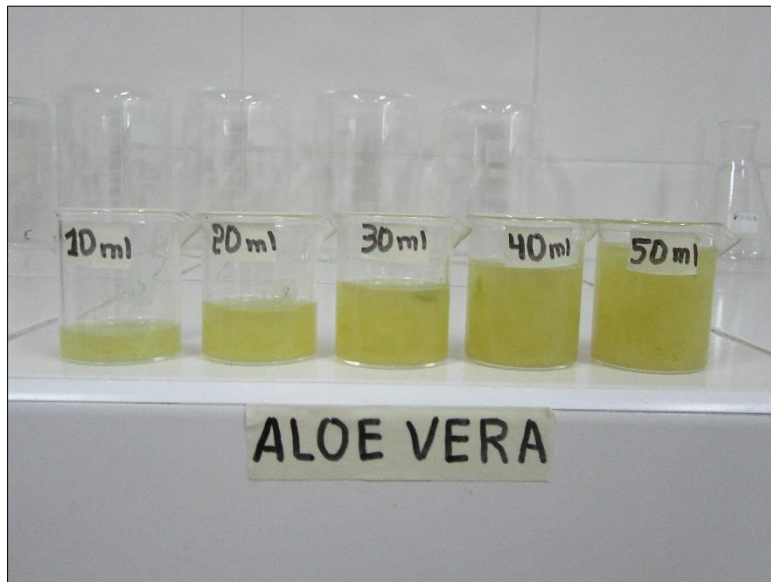


Fotografía N°12: Muestras preparadas de coagulante natural de la Prunus Pérsica a diferentes concentraciones.

b) Aloe Vera

Previo a realizar las pruebas de jarras se prepara la solución con el gel del Aloe Vera de la siguiente forma:

- Primero se mide en un recipiente graduado el volumen necesario de muestra dependiendo de las concentraciones en las que se vaya a trabajar previo cálculo de las mismas, y aforarlas a la cantidad de agua que se necesite.



Fotografía N°13: Diferentes cantidades de Aloe Vera medidos en recipientes graduados

- Estas cantidades de Aloe Vera están en función a las concentraciones requeridas y que han sido previamente calculadas para poder llegar a dichas concentraciones.



Fotografía N°14: Diversas concentraciones de Aloe Vera teniendo en cuenta las cantidades requeridas.

- Luego estas cantidades de Aloe Vera son trasladadas a los recipientes de 1lt de capacidad para poder cumplir con las diluciones y completar hasta el volumen necesario.



Fotografía N°15: Preparación del coagulante Aloe Vera a distintas concentraciones

- Como procedimiento final se procede a completar con agua destilada en todos los recipientes que contienen las diversas cantidades del Aloe Vera hasta completar 1lt, luego se realiza la mezcla agitando toda la solución.



Fotografía N°16: Coagulante Aloe Vera agitado y preparado a distintas concentraciones.

c) Sulfato de Aluminio

Previo a realizar las pruebas de jarras se prepara la solución de sulfato de aluminio de la siguiente forma:

- Se realiza un cálculo de las cantidades para las diversas concentraciones, para luego ser pesadas, con las que se vaya a trabajar en los ensayos respectivos.



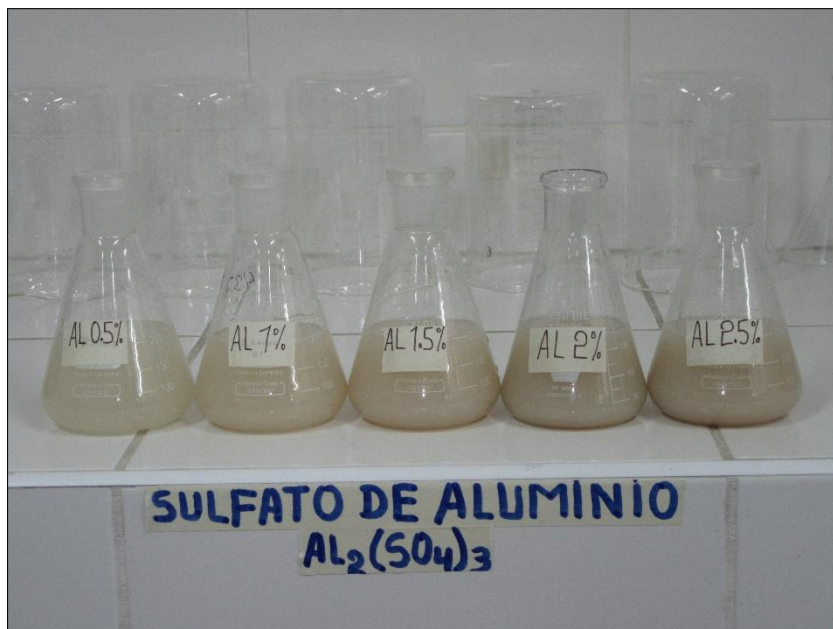
Fotografía N°17: Sulfato de Aluminio a ser pesado.

- Teniendo como base al sulfato de aluminio al 10%, se procedió a realizar las diluciones para las diferentes concentraciones teniendo en cuenta las cantidades calculadas del coagulante sintético.



Fotografía N°18: Sulfato de Aluminio diluido a diferentes concentraciones para aplicarlas en el ensayo.

- Finalmente, estas cantidades con trasladadas a los matraces para continuar con la dilución y obtener como producto final al coagulante sintético que en este caso es el sulfato de aluminio a diferentes concentraciones para ser probadas en los ensayos respectivos.



Fotografía N°19: Coagulante Sulfato de Aluminio preparado en sus concentraciones respectivas listas para ser usadas.

3.1.2.4 ENSAYOS CON LA PRUEBA DE JARRAS DIGITAL

El test de jarras que es una prueba de laboratorio que busca determinar la dosis, concentración y pH apropiado de coagulante que se debe suministrar al agua para optimizar el proceso de sedimentación. Este análisis básicamente es la simulación de los procesos de coagulación, floculación y sedimentación con diferentes dosis de coagulante.

Estos análisis se realizaron en el laboratorio de calidad ambiental de la facultad de ciencias de ambiente.

a) **Determinación de la Dosis Óptima.**

Una vez tomada la muestra de agua y después de realizar los análisis respectivos, se llevará a cabo el proceso de coagulación- floculación mediante el equipo de prueba de jarras. En cada vaso de la prueba de jarras se agrega 2 litros de muestra de agua superficial (Rio Auqui).

En cada vaso se procederá agregar el coagulante natural (Prunus Pérsica y Aloe Vera) y el coagulante sintético (Sulfato de Aluminio) a concentraciones diferentes, una vez agregado se llevará a cabo la mezcla rápida que consiste por 07 seg. a una velocidad de 300 rpm a fin de desestabilizar las cargas superficiales de las partículas de la materia orgánica, seguida de una mezcla lenta por 20min a 80 rpm para promover la formación de flóculos.

Después se dejará sedimentar por un tiempo de 10 min para luego ser medidos los valores finales como la turbiedad. La dosis óptima fue la concentración con el mejor promedio en remoción.

La muestra del vaso que nos arrojó la dosis optima de coagulante se conserva hasta el final de los ensayos para su posterior análisis previa mezcla.

b) Determinación de la Concentración Óptima.

En cada vaso de la prueba de jarras se agrega 2 litros de muestra de agua superficial (Rio Auqui).

En cada vaso se procederá agregar el coagulante natural (Prunus Pérsica y Aloe Vera) y el coagulante sintético (Sulfato de Aluminio) con concentraciones diferentes, una vez agregado se llevará a cabo la mezcla rápida que consiste en 07 seg. a una velocidad de 300 rpm a fin de desestabilizar las cargas superficiales de las partículas de la materia orgánica, seguida de una mezcla lenta por 20min a 80 rpm para promover la formación de flóculos.

Después se dejará sedimentar por un tiempo de 10 min, para luego ser medidos los valores finales como la turbiedad. La concentración óptima fue el vaso con el mejor promedio en remoción.

La muestra del vaso que nos arrojó la concentración optima de coagulante se conserva hasta el final de los ensayos para su posterior análisis previa mezcla.

c) Determinación del pH Óptimo.

En cada vaso de la prueba de jarras se agrega una muestra de agua superficial con pH diferentes.

En cada vaso se procederá agregar el coagulante natural (Prunus Pérsica y Aloe Vera) y el coagulante sintético (Sulfato de Aluminio) con una dosis y concentración que anteriormente se determinó, una vez agregado se llevará a cabo el mezclado que consiste por 07 seg. a una velocidad de 300 rpm a fin de desestabilizar las cargas superficiales de las partículas de la materia orgánica, seguida de una mezcla lenta por 20min a 80 rpm para promover la formación de flóculos.

Después se dejará sedimentar por un tiempo de 10 min se midieron los valores finales como la turbiedad. El pH óptimo fue el vaso con el mejor promedio en remoción.

La muestra del vaso que nos arrojó el pH Óptimo de coagulante se conserva hasta el final de los ensayos para su posterior análisis previa mezcla.

Finalmente, las muestras de agua de los vasos que se han conservado de los 03 procesos anteriores se mezclan y se realizan los siguientes análisis de los siguientes parámetros: Conductividad, Dureza total, pH, Turbiedad, Aluminio Total, Hierro Total, Manganeso Total, Plomo Total, Bacterias Heterotróficas, Coliformes Totales, Coliformes Fecales o Termotolerantes, y Escheriachia Coli.

d) Determinación de los Parámetros Óptimos de Floculación

En este ensayo se determinan: El tiempo total de floculación, los gradientes de velocidad en cada cámara de floculación y el número de cámaras.

Se realizan ensayos de jarras empleando la dosis y concentración óptima de coagulante previamente encontrada. La mezcla rápida se hace durante 07 seg a 300 rpm. La floculación se lleva a cabo a distintos gradientes (80, 60, 40 y 20 s⁻¹) y para cada uno de ellos se varía el tiempo de floculación (t) (5, 10, 15, 20, 25 y 30 min). Luego se deja sedimentar durante 10 min y se determina la turbiedad.

Se grafica la turbiedad remanente ($T_f/T_i \cdot 100$) contra el período de floculación (t) para cada valor de gradiente. El tiempo total de floculación

es aquel que permite obtener los valores menores de turbiedad remanente en cada uno de los gradientes.

Se hace una gráfica gradiente de velocidad (G) contra turbiedad remanente para cada valor de tiempo ensayado, buscando el gradiente que produce la mínima turbiedad remanente para cada tiempo de floculación.

Con el fin de ajustar los datos anteriores de gradiente y tiempo de floculación a una línea, se hace una regresión lineal por el método de los mínimos cuadrados. A partir de esta función ajustada se determina el número de cámaras, que como se dijo anteriormente debe ser mínimo de tres (3) y varía dependiendo de la pendiente de la gráfica, además se determina el tiempo de retención en cada una de ellas, que debe ser el mismo en todas.

3.2 PLAN DE RECOLECCION DE LA INFORMACION

3.2.1 ETAPA DE PLANIFICACION

La selección del lugar fue en la ciudad de Huaraz, donde se realizó el estudio a las aguas del Rio Auqui.

- Obtención de los coagulantes naturales para su extracción.
- Recolección de las muestras de agua las cuales se tomaron durante la época de avenida.
- Selección de materiales y equipos a utilizar en la parte experimental.
- Planificación y organización de los pasos a seguir en la parte experimental.

3.2.2 ETAPA DE EJECUCION

- Se inició con el análisis completo de agua recolectada del Rio Auqui, con el propósito de determinar el grado de concentración de los parámetros y ver si están o no por debajo de los límites máximos permisibles del reglamento de calidad de agua para consumo humano.
- Desarrollo de la parte experimental con los coagulantes naturales (*Prunus Persica* y *Aloe Vera*) y coagulante sintético (Sulfato de Aluminio) en las muestras del agua recolectada del Rio Auqui durante la época de lluvia, obteniéndose la dosis, concentración y pH óptimo, además de la determinación de los parámetros de floculación cada 15 días durante un periodo de dos meses (4 campañas de muestreo).

Se procedió al análisis de las muestras obtenidas después del tratamiento, para determinar el grado de concentración final solo de los parámetros encontrados

por encima de los límites máximos permisibles del reglamento: Conductividad, Dureza total, pH, Turbiedad, Aluminio Total, Hierro Total, Manganeso Total, Plomo Total, Bacterias Heterotróficas, Coliformes Totales, Coliformes Fecales o Termotolerantes, y Escherichia Coli, lo que posteriormente sirvió para la determinación de la eficiencia de los coagulantes naturales como son *Prunus Pérsica* y *Aloe Vera*.

- Proceder a la elaboración del informe final con todos los resultados obtenidos.

3.3 DISEÑO ESTADISTICO

3.3.1 POBLACION

La población de la investigación está constituida por las aguas del Rio Auqui de la ciudad de Huaraz.

3.3.2 MUESTRA

La muestra de la investigación viene a ser:

- 2 litros de agua para el análisis completo de la muestra inicial en cada muestreo (4 veces).
- 300 litros de agua que se usó para la prueba de jarras para cada muestreo (4 veces).

3.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Tabla N°02. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

	VARIABLE	TECNICA	INSTRUMENTO
INDEPENDIENTE	La determinación de la Gradiente Hidráulica y Tiempos de Retención Óptimos mediante coagulantes naturales y sintéticos	Ensayos de Laboratorio y Analisis del Afluyente y Efluente	- Revision de archivos. - Aplicacion de Hojas de Calculo para el procesamiento de datos.
DEPENDIENTE	Potabilizacion del las Aguas del Rio Auqui	Observacion y Evaluacion de Resultados	- Interpretacion de Resultados. - Comparacion con las Normas Vigentes.

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV


RESULTADOS

4.1 RESULTADOS OBTENIDOS CON EL COAGULANTE PRUNUS PÉRSICA

4.1.1 PRIMER MUESTREO



4.1.1.1 DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA

Tabla N°03. Características Generales

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 											
TESISTAS:		Fecha: 16/03/2017									
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm									
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental									
DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA (mg/l)											
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno) CONCENTRACION: CONSTANTE 2% DOSIS: VARIABLE (10mg/l - 15mg/l - 20mg/l - 25mg/l - 30mg/l - 35mg/l)											
AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.75</td> <td>88.20</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T _o	4.75	88.20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (Seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)	300	135	7
PH	T _o										
4.75	88.20										
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)									
300	135	7									
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>v (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (Min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	v (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Min)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (Min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	h (cm)	TIEMPO (Min)	6	10
v (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Min)									
80	72	20									
h (cm)	TIEMPO (Min)										
6	10										

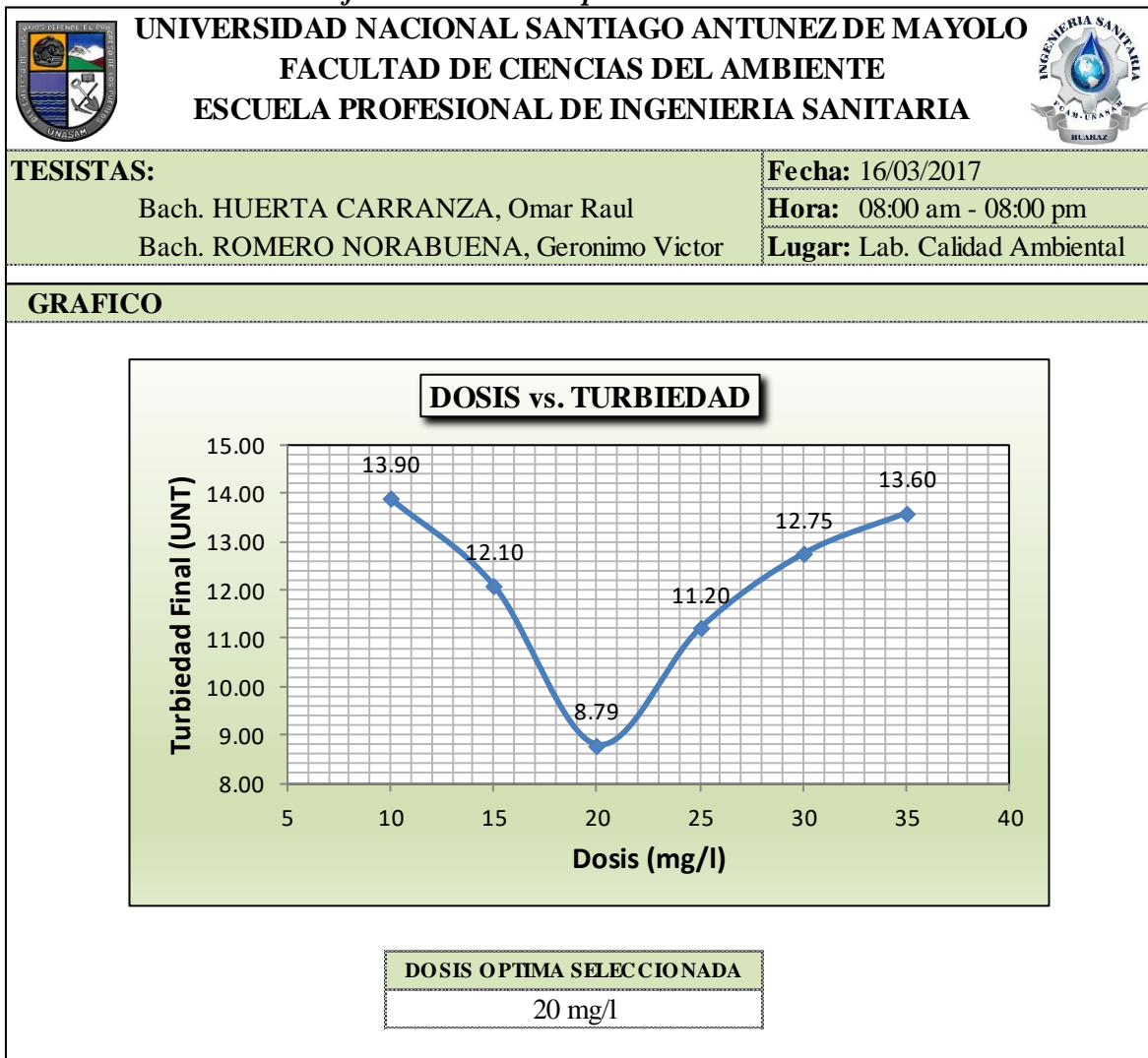
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°04. Resultados del 1er Muestreo

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 																												
TESISTAS:		Fecha: 16/03/2017																										
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm																										
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental																										
RESULTADOS																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vasos (Nº)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dosis (mg/l)</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Vcoag.(ml)</td> <td>1</td> <td>1.5</td> <td>2</td> <td>2.5</td> <td>3</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>Turbied. (Tf)</td> <td>13.90</td> <td>12.10</td> <td>8.79</td> <td>11.20</td> <td>12.75</td> <td>13.60</td> </tr> </tbody> </table>	Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6	Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35	Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	Turbied. (Tf)	13.90	12.10	8.79	11.20	12.75	13.60
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6																						
Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35																						
Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5																						
Turbied. (Tf)	13.90	12.10	8.79	11.20	12.75	13.60																						

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°01. Dosis Óptima Prunus Pérsica





Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 8.79 UNT valor que nos arroja el vaso N° 03 con una dosis de 20 mg/l siendo esta muestra Dosis Óptima de Coagulante para nuestro 1er Muestreo.



4.1.1.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN OPTIMA

Tabla N°05. Características Generales

AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA												
 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 														
TESISTAS:		Fecha: 16/03/2017												
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm												
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental												
DETERMINACION DE LA CONCENTRACION OPTIMA (mg/l)														
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno)														
CONCENTRACION: VARIABLE (2% - 2.5% - 3% - 3.5% - 4% - 4.5%)														
DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T₀</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.75</td> <td>88.20</td> </tr> </tbody> </table>		PH	T ₀	4.75	88.20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (Seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>			V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)	300	135	7
PH	T ₀													
4.75	88.20													
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)												
300	135	7												
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (Min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>		V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Min)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (Min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>			h (cm)	TIEMPO (Min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Min)												
80	72	20												
h (cm)	TIEMPO (Min)													
6	10													

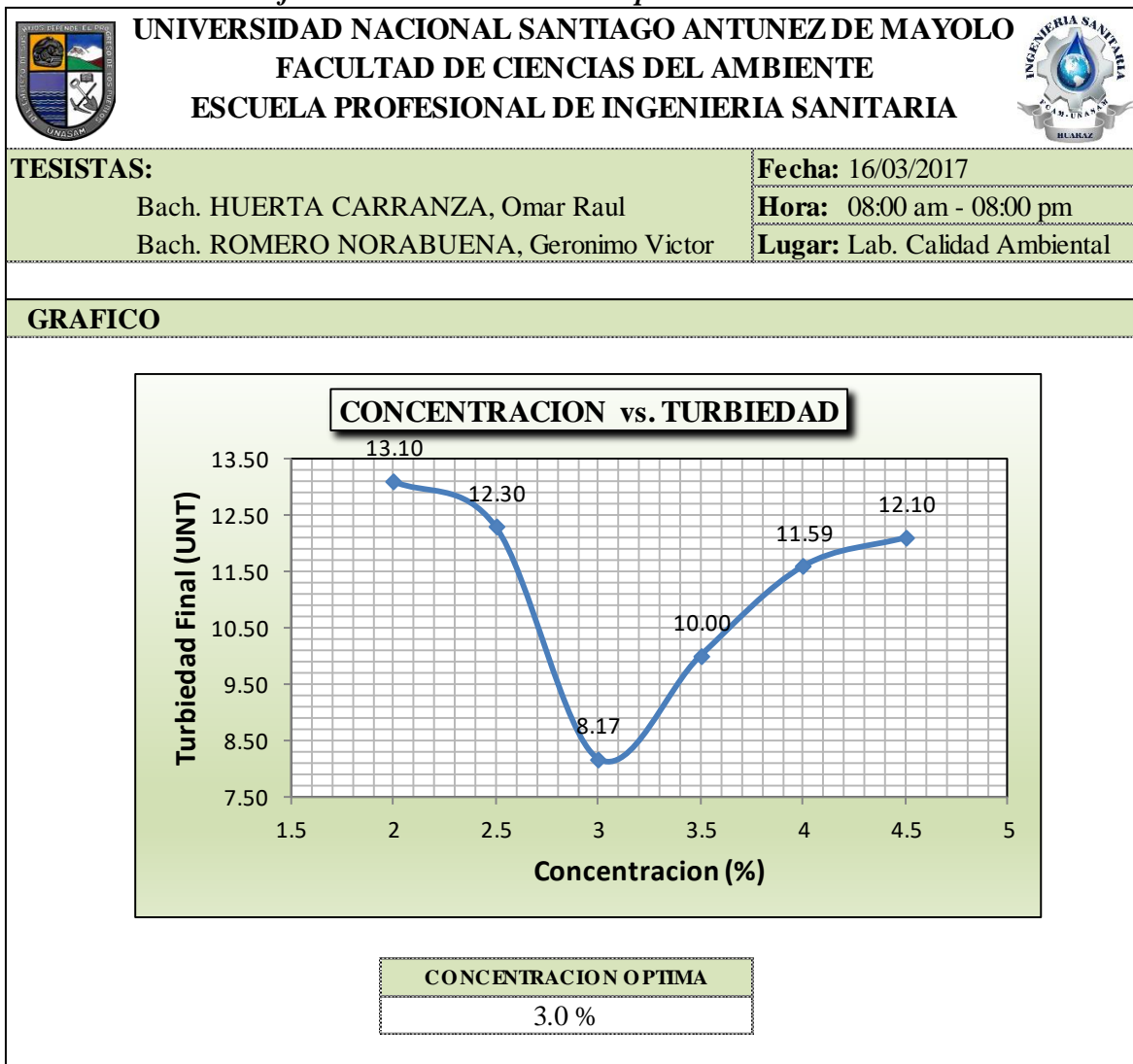
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°06. Resultados del 1er Muestreo

AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA				
 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 						
TESISTAS:		Fecha: 16/03/2017				
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm				
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental				
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Concent.(%)	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Vcoag.(ml)	2.0	1.6	1.3	1.1	1.0	0.9
Turbied. (Tf)	13.10	12.30	8.17	10.00	11.59	12.10

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°02. Concentración Óptima Prunus Pérsica



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 8.17 UNT valor que nos arroja el vaso N° 03 con una Concentración de 3.0% siendo esta muestra Concentración Óptima de Coagulante para nuestro 1er Muestreo

4.1.1.3 DETERMINACIÓN DEL PH OPTIMO

Tabla N°07. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 16/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DEL PH OPTIMO					
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno)					
CONCENTRACION: CONSTANTE 3.0% (CONCENTRACION OPTIMA)					
DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀		V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)
4.75	88.2		300	135	7
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (Min)	h (cm)	TIEMPO (Min)	
80	72	20	6	10	

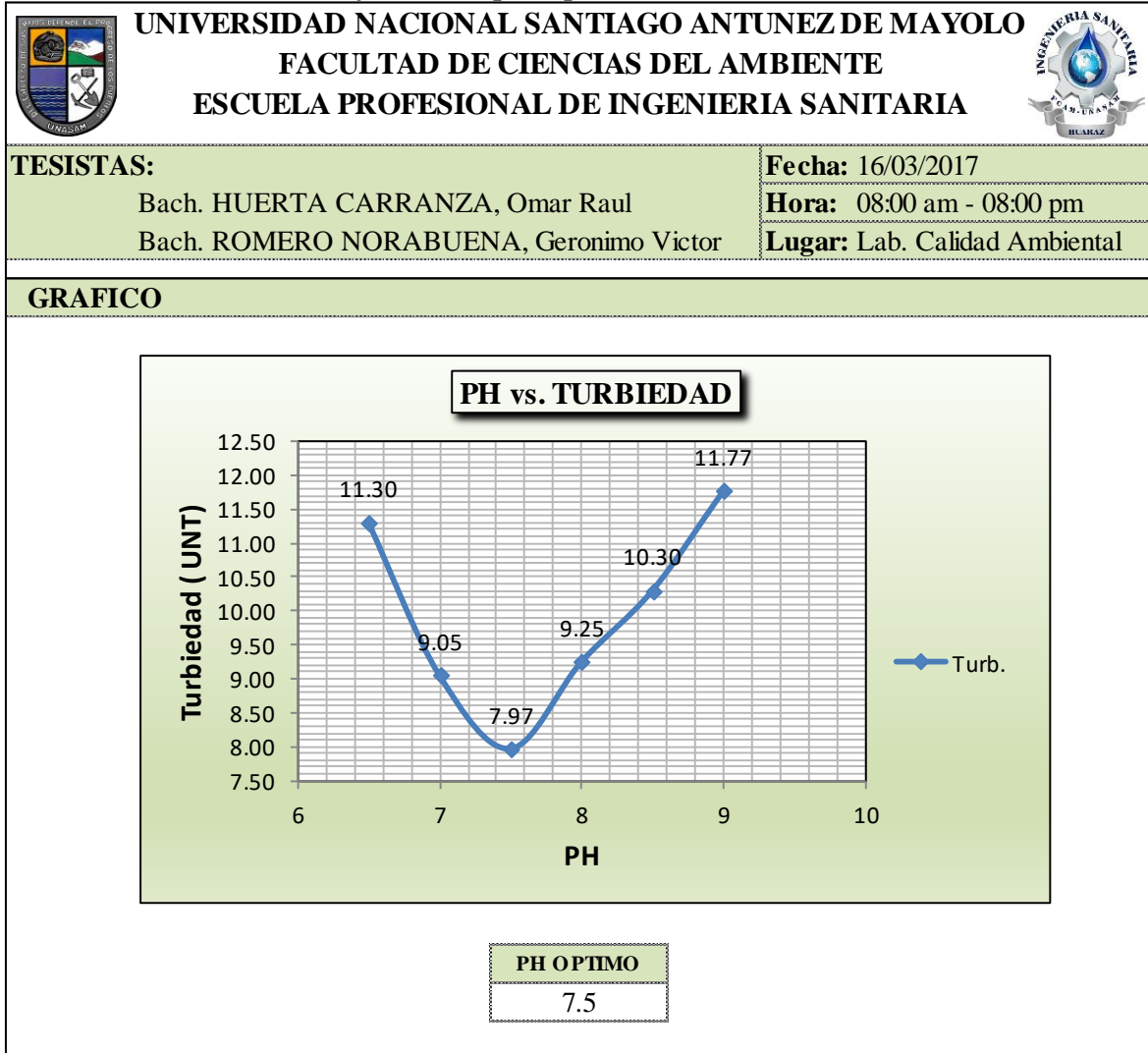
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°08. Resultados del 1er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 16/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
PH	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Vcoag.(ml)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Turbied. (Tf)	11.30	9.05	7.97	9.25	10.30	11.77

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°03. pH Óptimo Prunus Pérsica



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que con una dosis optima de 20 mg/l y una concentración optima de 3.0 % se ha obtenido un pH óptimo de 7.5, obteniéndose un valor de turbiedad de 7.97 UNT correspondiente al vaso N° 03.

4.1.1.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLOCULACIÓN

Tabla N°09. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor				Fecha: 16/03/2017	
				Hora: 08:00 am - 08:00 pm	
				Lugar: Lab. Calidad Ambiental	
DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE FLOCULACION					
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno) CONCENTRACION: CONSTANTE 3.0 % (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T _o		V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)
4.75	88.20		300	135	7
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)	h (cm)	TIEMPO (Min)	
80	72	20	6	10	

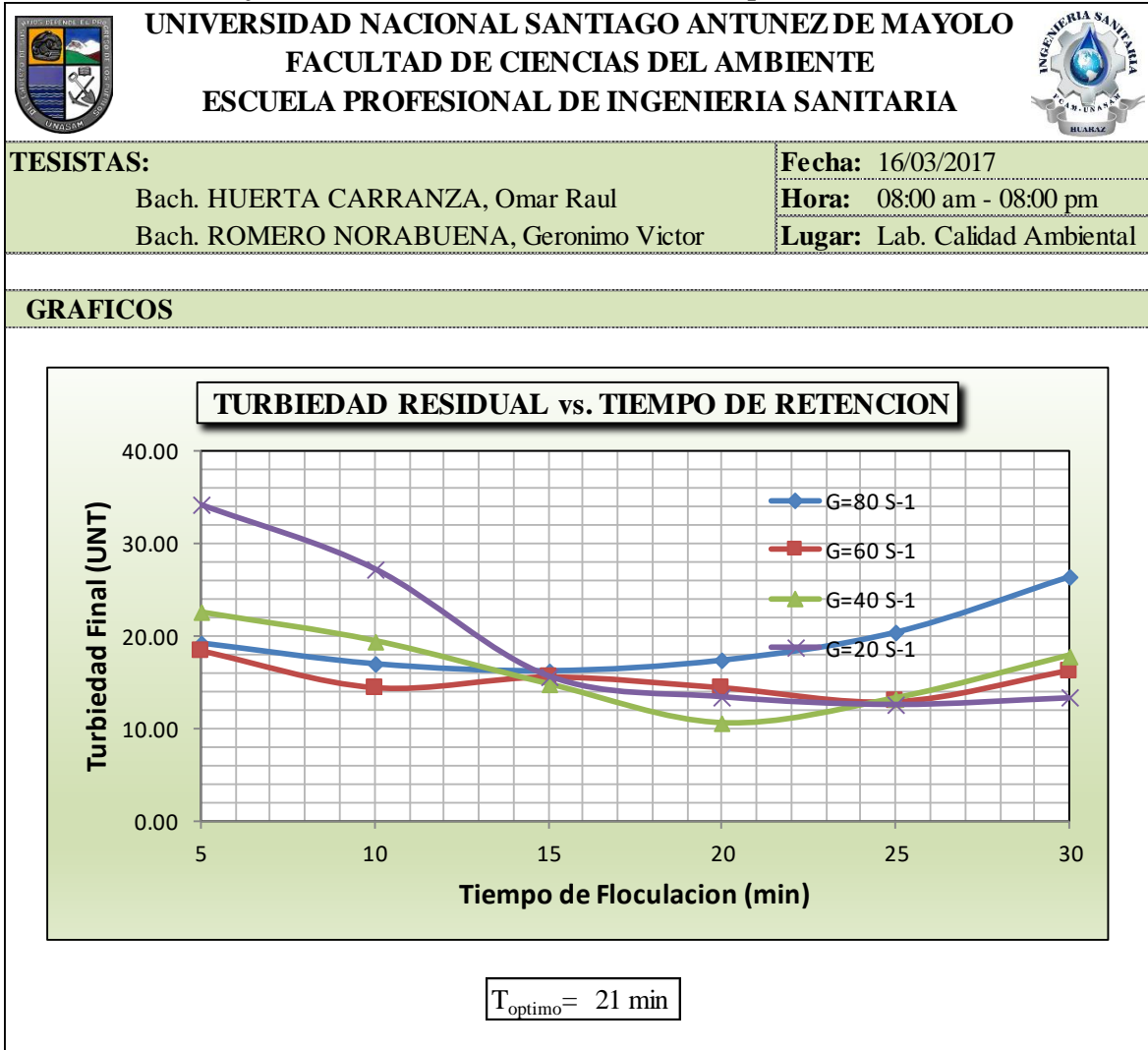
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°10. Tiempos de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA				
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor				Fecha: 16/03/2017				
				Hora: 08:00 am - 08:00 pm				
				Lugar: Lab. Calidad Ambiental				
RESULTADOS								
VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml) 1.3 ml								
GRADIENTE	G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION					
			5	10	15	20	25	30
G=80 S ⁻¹	80	55	19.20	16.96	16.20	17.34	20.36	26.36
G=60 S ⁻¹	60	45	18.34	14.38	15.52	14.36	12.86	16.22
G=40 S ⁻¹	40	34	22.50	19.42	14.76	10.54	13.23	17.85
G=20 S ⁻¹	20	20	34.20	27.25	15.65	13.38	12.54	13.26

Fuente: Elaboración Propia

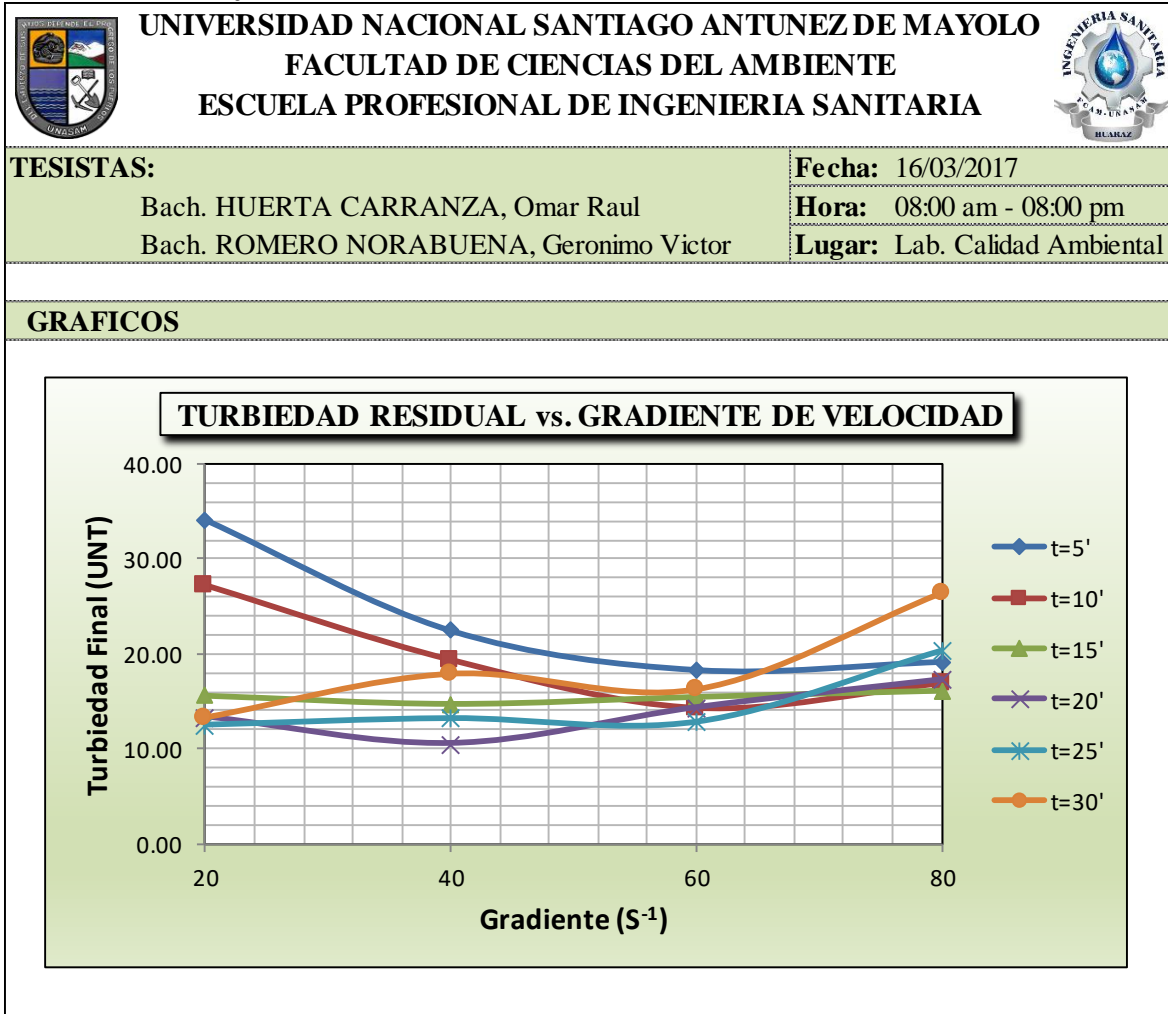
Gráfico N°04. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el gráfico se observa que la curva más baja es de $G=40S^{-1}$ esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 21 minutos.

Gráfico N°05. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En este gráfico ubicamos los puntos de máxima remoción para cada uno de estos tiempos para luego obtener los gradientes de velocidad con los que cada tiempo de retención optimiza. Se observa también que para cada curva de tiempo existe un mínimo valor de turbiedad el cual nos va entregar como abscisa su respectiva gradiente de velocidad.

Tabla N°11. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S⁻¹)	64	58	40	40	20	20

APLICANDO LA FORMULA:

a=	111.5
b=	-26.3
T=	7

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S ⁻¹)	69	51	40	33	27	22

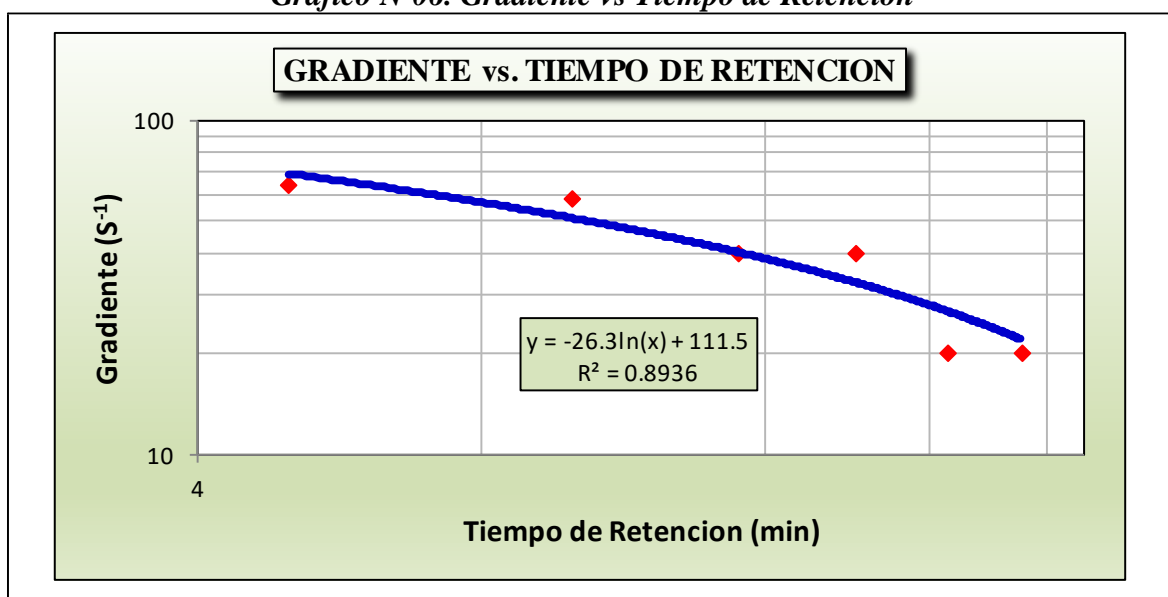
TRAMOS	Periodo de Retencion		GRADIENTE (S ⁻¹)
	Parcial	Total	
1	7	7	60.3
2	7	14	42.1
3	7	21	31.4

PARA 03 TRAMOS	
G1	60 s-1
G2	42 s-1
G3	31 s-1

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que de los gráficos se ha obtenido el cuadro de las gradientes de velocidad optimas de floculación, a partir de esta se realiza una correlación de G y T para hallar los valores de a y b y corregir el cuadro. Con estos datos vamos a tener las gradientes de velocidad para los 03 tramos de los floculadores para determinados periodos de retención.

Gráfico N°06. Gradiente vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 SEGUNDO MUESTREO



4.1.2.1 DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA

Tabla N°12. Características Generales

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 												
TESISTAS:		Fecha: 30/03/2017										
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm										
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental										
DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA (mg/l)												
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno) CONCENTRACION: CONSTANTE 2% DOSIS: VARIABLE (10mg/l - 15mg/l - 20mg/l - 25mg/l - 30mg/l - 35mg/l)												
AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.72</td> <td>84.60</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T _o	4.72	84.60	<table border="1"> <thead> <tr> <th>v (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (Seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>		v (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)	300	135	7
PH	T _o											
4.72	84.60											
v (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)										
300	135	7										
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>v (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (Min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	v (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Min)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (Min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>		h (cm)	TIEMPO (Min)	6	10
v (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Min)										
80	72	20										
h (cm)	TIEMPO (Min)											
6	10											

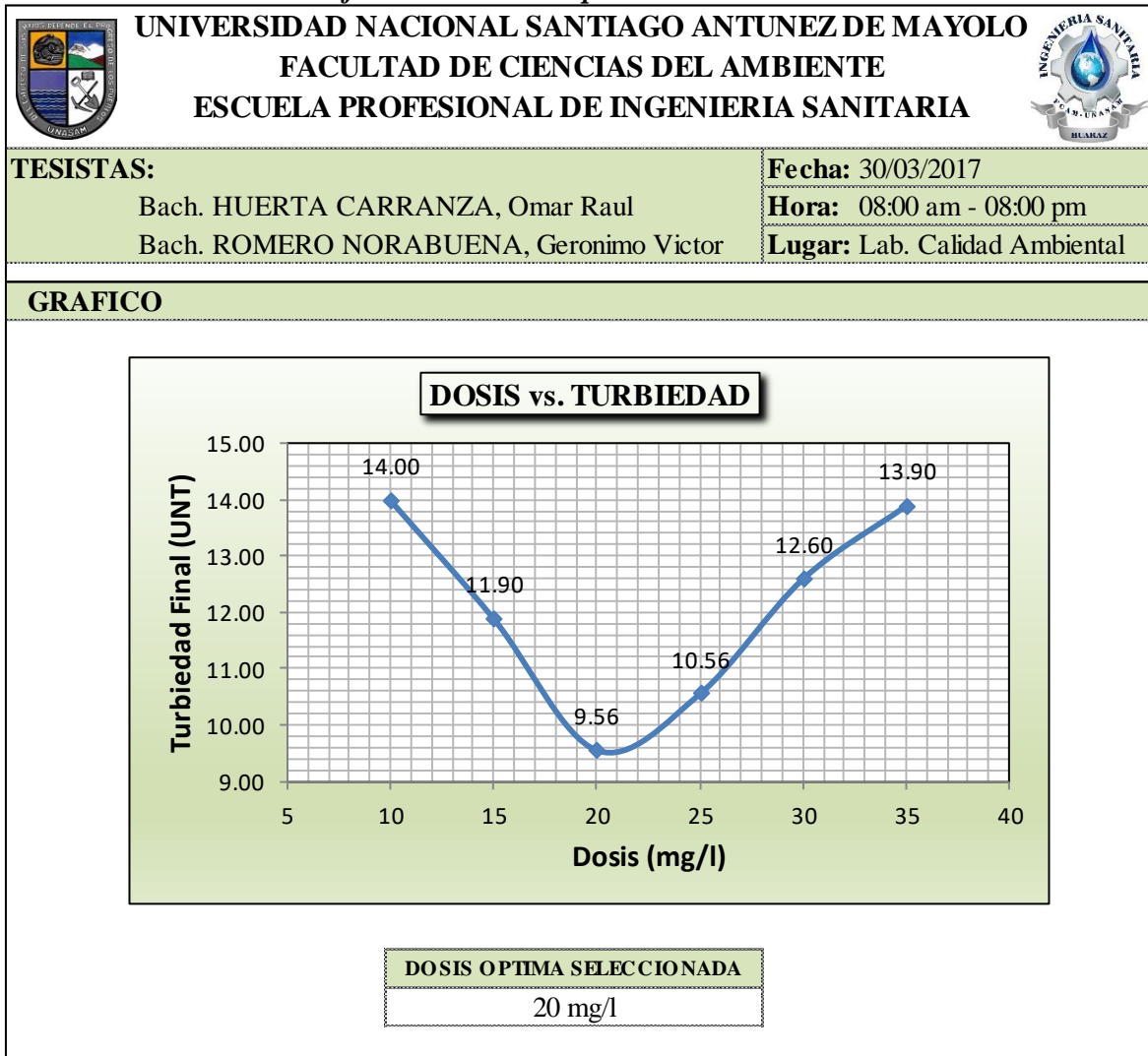
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°13. Resultados 2do Muestreo

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 																														
TESISTAS:		Fecha: 30/03/2017																												
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm																												
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental																												
RESULTADOS																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vasos (Nº)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dosis (mg/l)</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Vcoag.(ml)</td> <td>1</td> <td>1.5</td> <td>2</td> <td>2.5</td> <td>3</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>Turbied. (Tf)</td> <td>14.00</td> <td>11.90</td> <td>9.56</td> <td>10.56</td> <td>12.60</td> <td>13.90</td> </tr> </tbody> </table>	Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6	Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35	Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	Turbied. (Tf)	14.00	11.90	9.56	10.56	12.60	13.90		
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6																								
Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35																								
Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5																								
Turbied. (Tf)	14.00	11.90	9.56	10.56	12.60	13.90																								

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°07. Dosis Óptima Prunus Pérsica



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 9.56 UNT valor que nos arroja el vaso N° 03 con una dosis de 20 mg/l siendo esta muestra Dosis Óptima de Coagulante para nuestro 2do Muestreo.

4.1.2.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN OPTIMA

Tabla N°14. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 30/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DE LA CONCENTRACION OPTIMA (mg/l)					
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno)					
CONCENTRACION: VARIABLE (2% - 2.5% - 3% - 3.5% - 4% - 4.5%)					
DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (Seg)	
4.72	84.60	300	135	7	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (Min)	h (cm)	TIEMPO (Min)	
80	72	20	6	10	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°15. Resultados del 2do Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 30/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Concent.(%)	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Vcoag.(ml)	2.0	1.6	1.3	1.1	1.0	0.9
Turbied. (Tf)	12.60	10.90	9.93	9.21	10.15	11.86

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°08. Concentración Óptima Prunus Pérsica



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA



TESISTAS:

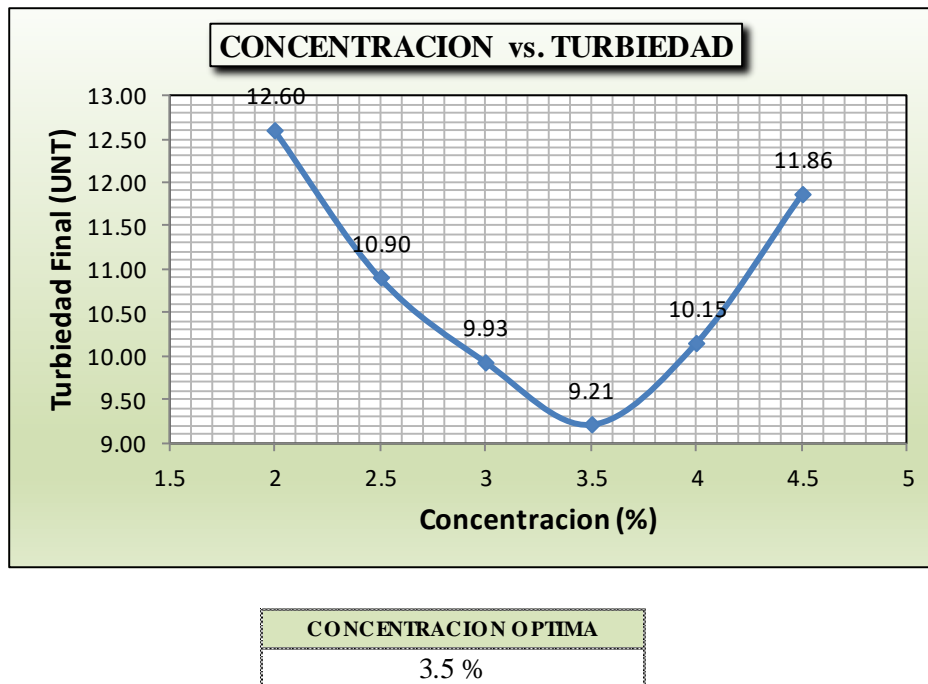
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul
 Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor

Fecha: 30/03/2017

Hora: 08:00 am - 08:00 pm

Lugar: Lab. Calidad Ambiental

GRAFICO



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 9.21 UNT valor que nos arroja el vaso N° 04 con una Concentración de 3.5% siendo esta muestra Concentración Óptima de Coagulante para nuestro 2do Muestreo.

4.1.2.3 DETERMINACIÓN DEL PH OPTIMO

Tabla N°16. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 30/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DEL PH OPTIMO					
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno) CONCENTRACION: CONSTANTE 3.5% (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	
4.72	84.6	300	135	7	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (Min)	h (cm)	TIEMPO (Min)	
80	72	20	6	10	

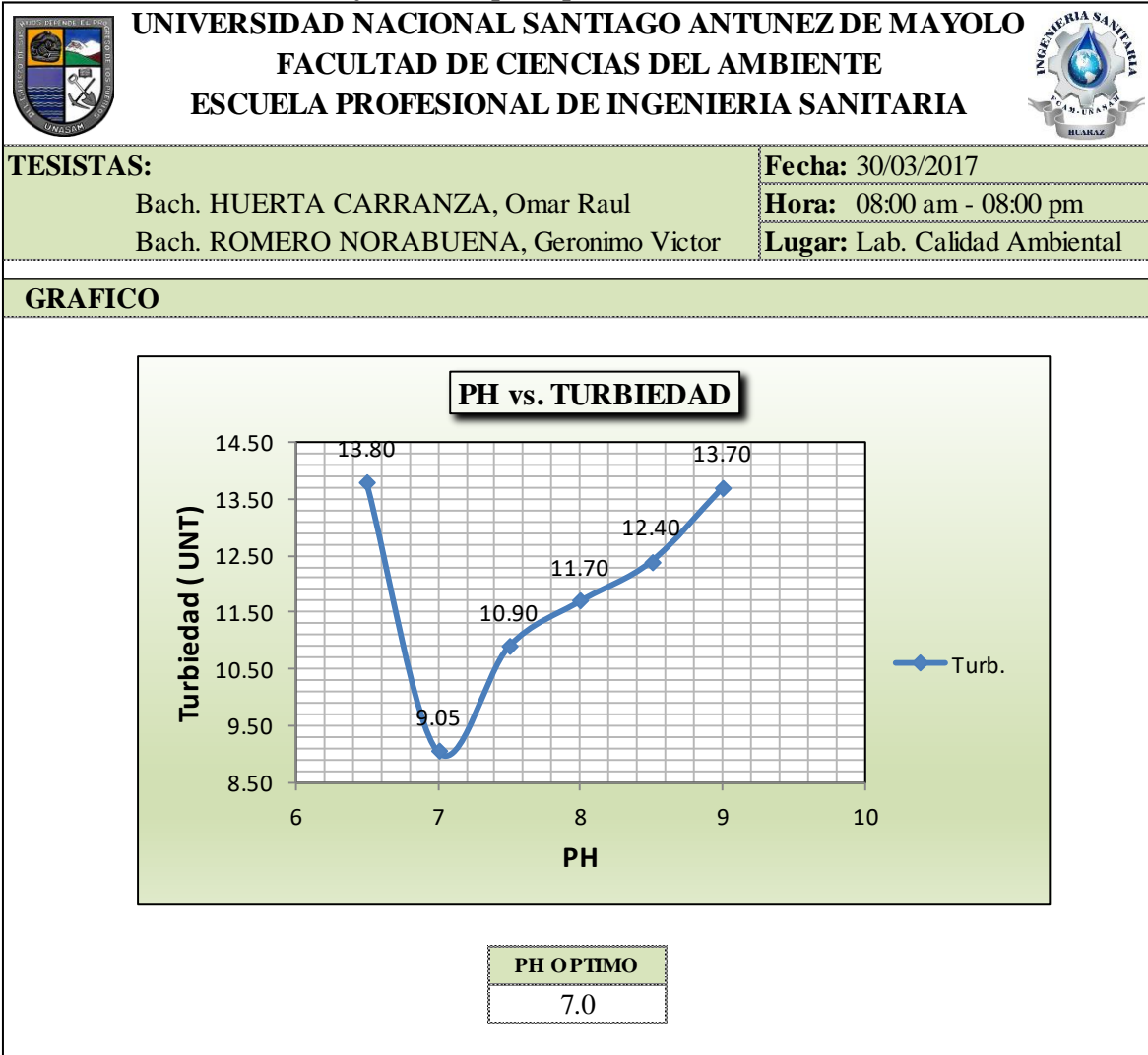
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°17. Resultados 2do Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 30/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
PH	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Vcoag.(ml)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Turbied. (Tf)	13.80	9.05	10.90	11.70	12.40	13.70

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°09. pH Óptimo Prunus Pérsica



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que con una dosis optima de 20 mg/l y una concentración optima de 3.5 % se ha obtenido un pH óptimo de 7.0, obteniéndose un valor de turbiedad de 9.05 UNT correspondiente al vaso N° 02.

4.1.2.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLOCULACIÓN

Tabla N°18. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor				Fecha: 30/03/2017	
				Hora: 08:00 am - 08:00 pm	
				Lugar: Lab. Calidad Ambiental	
IV. DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE FLOCULACION					
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno)					
CONCENTRACION: CONSTANTE 3.5 % (CONCENTRACION OPTIMA)					
DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T_o		V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (Seg)
4.72	84.6		300	135	7
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (Seg)	h (cm)	TIEMPO (Min)	
80	72	20	6	10	

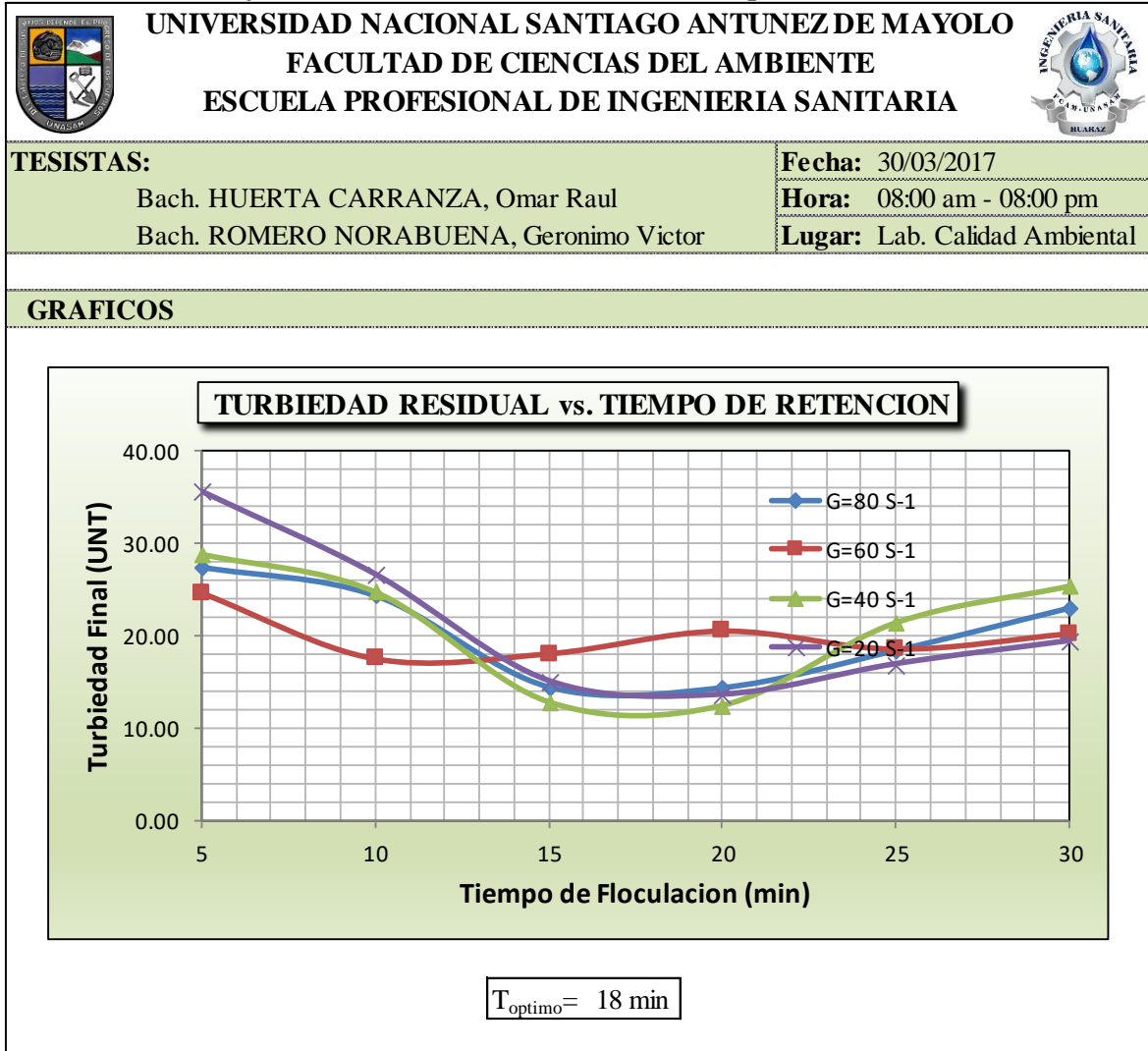
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°19. Tiempos de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA					
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor				Fecha: 30/03/2017					
				Hora: 08:00 am - 08:00 pm					
				Lugar: Lab. Calidad Ambiental					
RESULTADOS									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">1.1 ml</td> </tr> </tbody> </table>						VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)		1.1 ml	
VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)									
1.1 ml									
GRADIENTE	G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION						
			5	10	15	20	25	30	
G=80 S ⁻¹	80	55	27.48	24.36	14.34	14.26	18.34	22.99	
G=60 S ⁻¹	60	45	24.56	17.48	18.02	20.47	18.52	20.18	
G=40 S ⁻¹	40	34	28.79	24.69	12.76	12.38	21.35	25.32	
G=20 S ⁻¹	20	20	35.56	26.58	15.02	13.54	16.85	19.36	

Fuente: Elaboración Propia

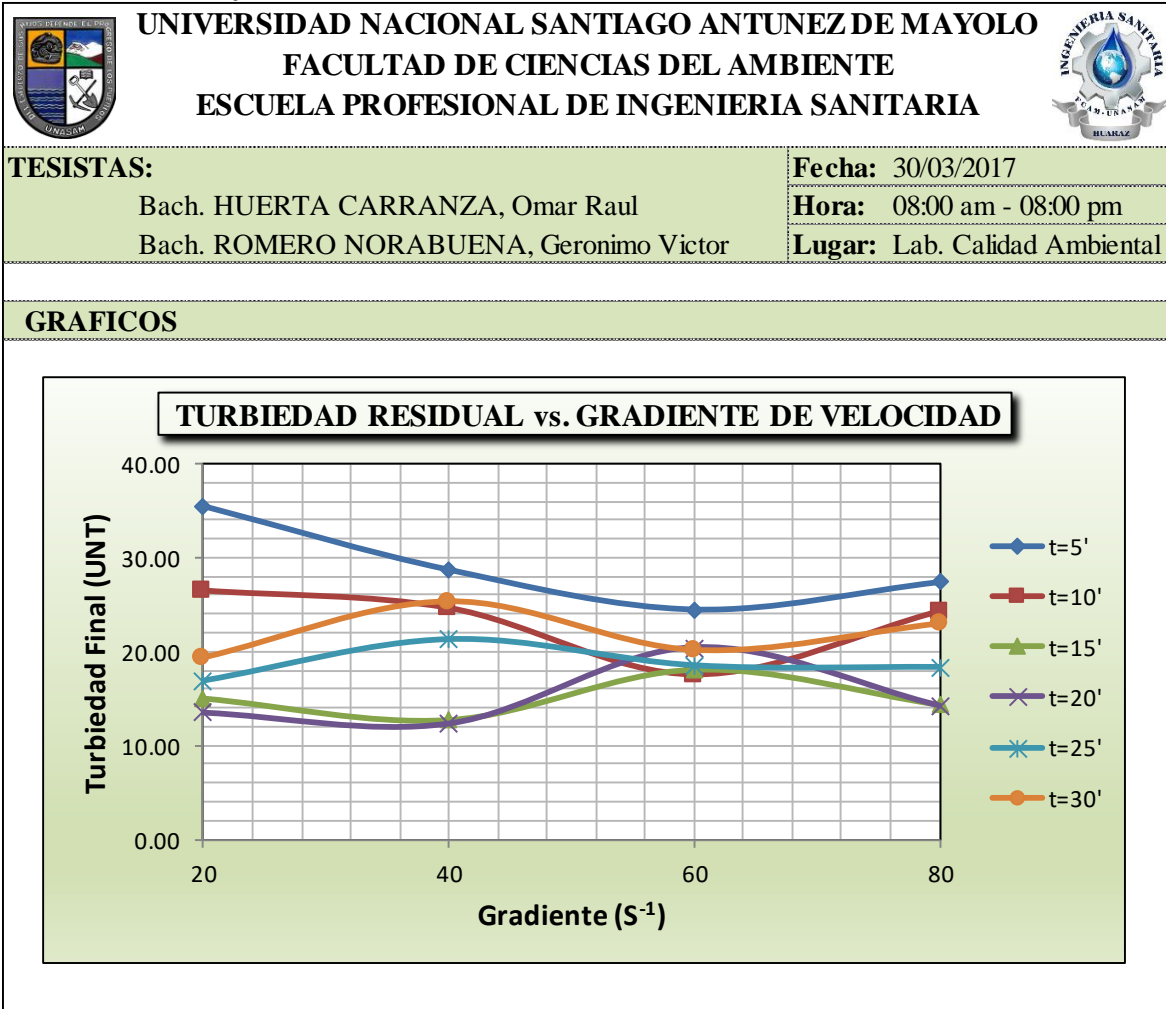
Gráfico N°10. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el gráfico se observa que la curva más baja es de $G=40S^{-1}$ esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 18 minutos.

Gráfico N°11. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En este grafico ubicamos los puntos de máxima remoción para cada uno de estos tiempos para luego obtener las gradientes de velocidad con los que cada tiempo de retención optimiza. Se observa también que para cada curva de tiempo existe un mínimo valor de turbiedad el cual nos va entregar como abscisa su respectiva gradiente de velocidad.

Tabla N°20. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S⁻¹)	62	60	40	34	20	20

APLICANDO LA FORMULA:

a=	110.93
b=	-26.46
T=	6

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S ⁻¹)	68	50	39	32	26	21

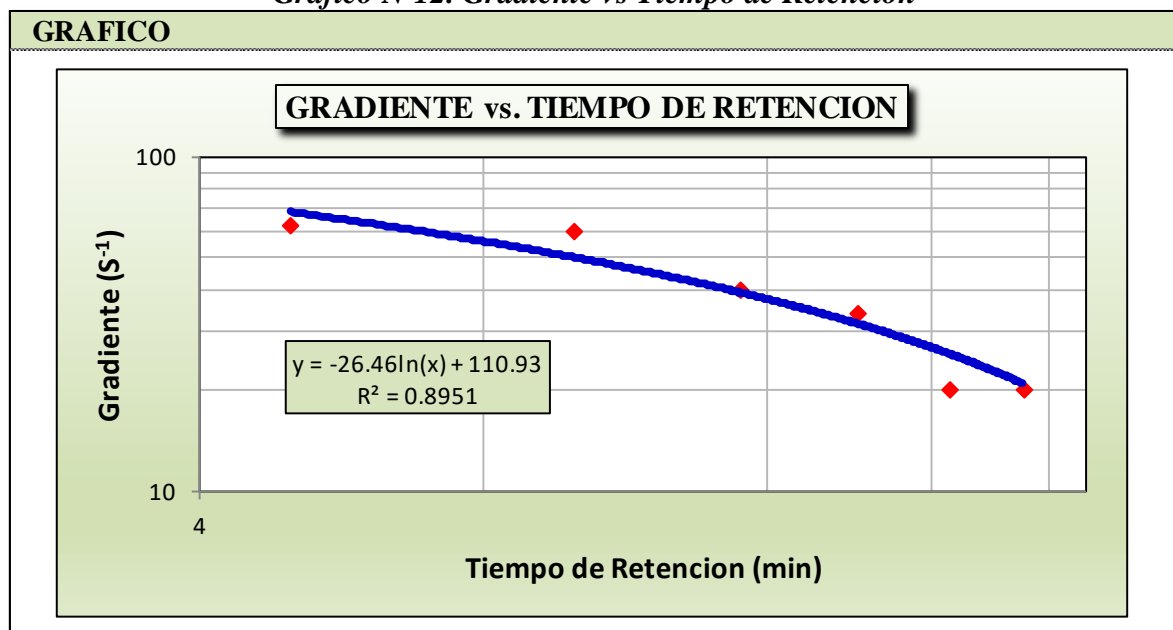
TRAMOS	Periodo de Retencion		GRADIENTE (S ⁻¹)
	Parcial	Total	
1	6	6	63.5
2	6	12	45.2
3	6	18	34.5

PARA 03 TRAMOS	
G1	64 s-1
G2	45 s-1
G3	34 s-1

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que de los gráficos se ha obtenido el cuadro de las gradientes de velocidad optimas de floculación, a partir de esta se realiza una correlación de G y T para hallar los valores de a y b y corregir el cuadro. Con estos datos vamos a tener las gradientes de velocidad para los 03 tramos de los floculadores para determinados periodos de retención.

Gráfico N°12. Gradiente vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

4.1.3 TERCER MUESTREO



4.1.3.1 DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA

Tabla N°21. Características Generales

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 											
TESISTAS:		Fecha: 13/04/2017									
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm									
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental									
DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA (mg/l)											
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno) CONCENTRACION: CONSTANTE 2% DOSIS: VARIABLE (10mg/l - 15mg/l - 20mg/l - 25mg/l - 30mg/l - 35mg/l)											
AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.03</td> <td>79.10</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T _o	5.03	79.10	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (Seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)	300	135	7
PH	T _o										
5.03	79.10										
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)									
300	135	7									
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (Min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Min)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (Min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	h (cm)	TIEMPO (Min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Min)									
80	72	20									
h (cm)	TIEMPO (Min)										
6	10										

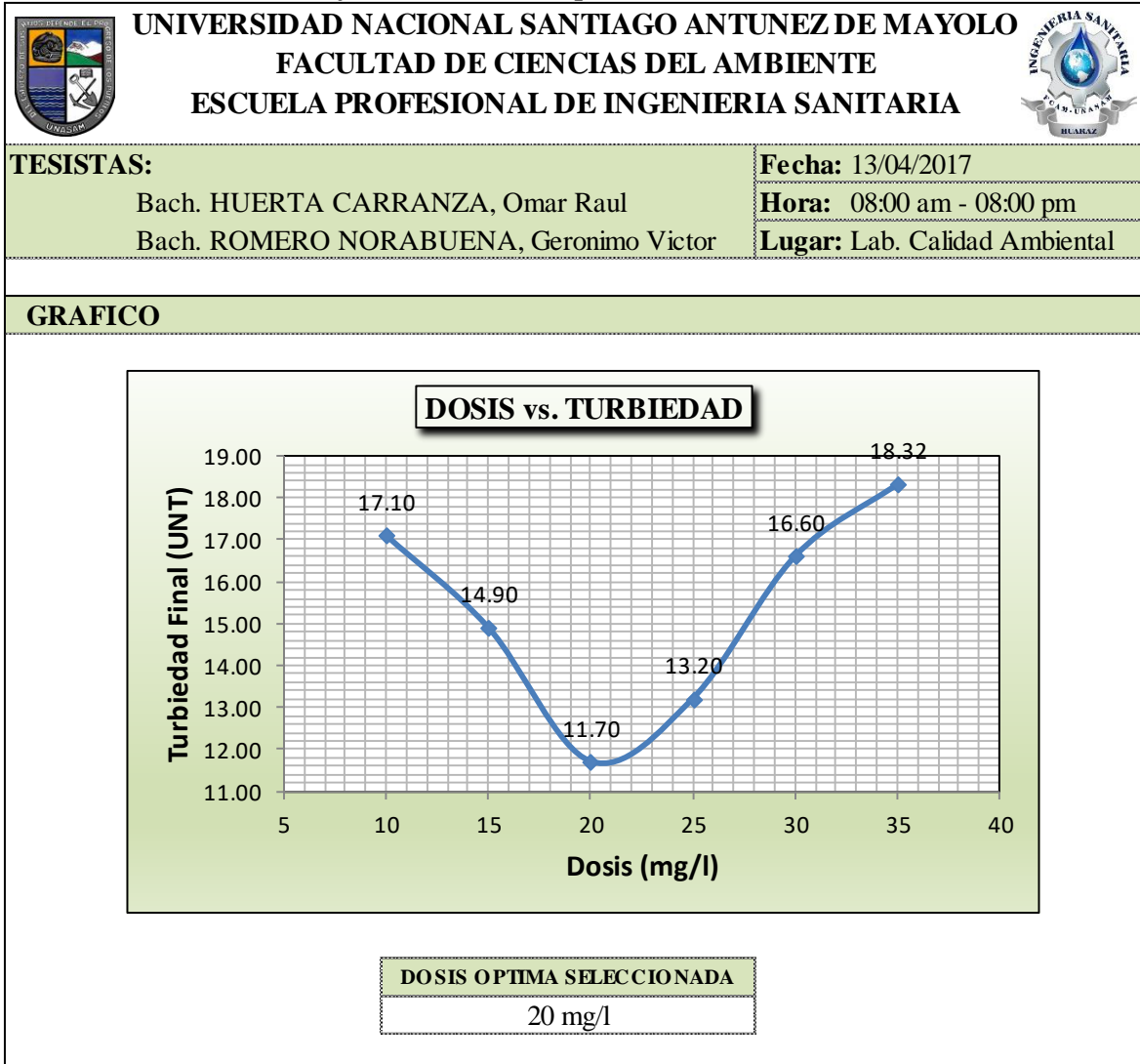
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°22. Resultados 3er Muestreo

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 																												
TESISTAS:		Fecha: 13/04/2017																										
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm																										
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental																										
RESULTADOS																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vasos (Nº)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dosis (mg/l)</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Vcoag.(ml)</td> <td>1</td> <td>1.5</td> <td>2</td> <td>2.5</td> <td>3</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>Turbied. (Tf)</td> <td>17.10</td> <td>14.90</td> <td>11.70</td> <td>13.20</td> <td>16.60</td> <td>18.32</td> </tr> </tbody> </table>	Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6	Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35	Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	Turbied. (Tf)	17.10	14.90	11.70	13.20	16.60	18.32
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6																						
Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35																						
Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5																						
Turbied. (Tf)	17.10	14.90	11.70	13.20	16.60	18.32																						

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°13. Dosis Óptima Prunus Pérsica



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 11.70 UNT valor que nos arroja el vaso N° 03 con una dosis de 20 mg/l siendo esta muestra Dosis Óptima de Coagulante para nuestro 3er Muestreo.

4.1.3.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN OPTIMA

Tabla N°23. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 13/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DE LA CONCENTRACION OPTIMA (mg/l)					
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno)					
CONCENTRACION: VARIABLE (2% - 2.5% - 3% - 3.5% - 4% - 4.5%)					
DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (Seg)	
5.03	79.10	300	135	7	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (Min)	h (cm)	TIEMPO (Min)	
80	72	20	6	10	

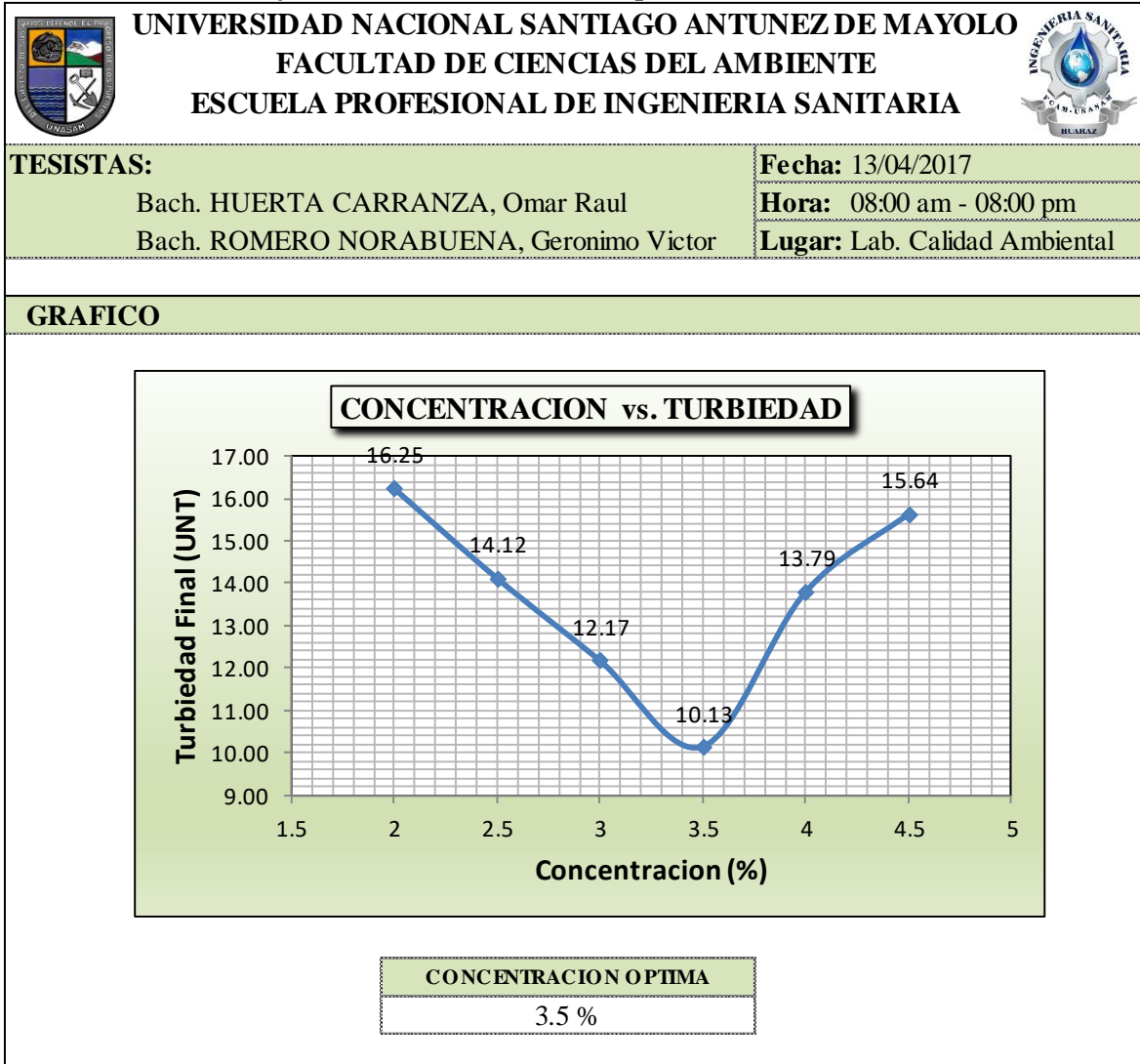
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°24. Resultados del 3er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 13/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Concent.(%)	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Vcoag.(ml)	2.0	1.6	1.3	1.1	1.0	0.9
Turbied. (Tf)	16.25	14.12	12.17	10.13	13.79	15.64

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°14. Concentración Óptima Prunus Pérsica



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 10.13 UNT valor que nos arroja el vaso N° 04 con una Concentración de 3.5% siendo esta muestra Concentración Óptima de Coagulante para nuestro 3er Muestreo.

4.1.3.3 DETERMINACIÓN DEL PH OPTIMO

Tabla N°25. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 13/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DEL PH OPTIMO					
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno)					
CONCENTRACION: CONSTANTE 3.5% (CONCENTRACION OPTIMA)					
DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀		V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)
5.03	79.1		300	135	7
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

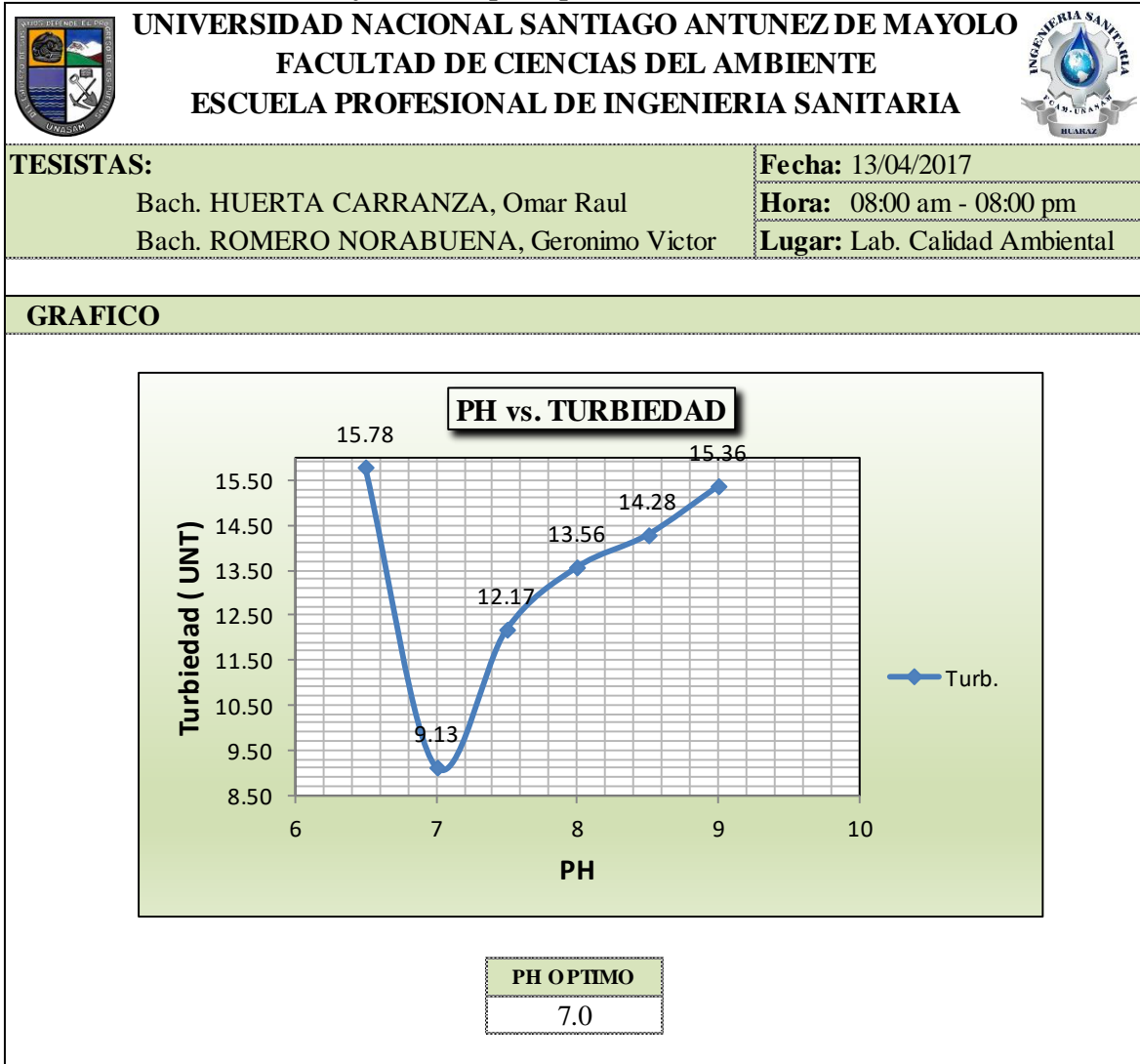
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°26. Resultados 3er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 13/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
PH	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Vcoag.(ml)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Turbied. (Tf)	15.78	9.13	12.17	13.56	14.28	15.36

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°15. pH Óptimo Prunus Pérsica



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que con una dosis óptima de 20 mg/l y una concentración óptima de 3.5 % se ha obtenido un pH óptimo de 7.0, obteniéndose un valor de turbiedad de 9.13 UNT correspondiente al vaso N° 02.

4.1.3.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLOCULACIÓN

Tabla N°27. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA											
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor	Fecha: 13/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental										
DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE FLOCULACION											
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno) CONCENTRACION: CONSTANTE 3.5 % (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)											
AGUA CRUDA	MEZCLA RAPIDA										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T₀</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.03</td> <td>79.1</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T ₀	5.03	79.1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (Seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)	300	135	7
PH	T ₀										
5.03	79.1										
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)									
300	135	7									
MEZCLA LENTA	SEDIMENTACION (DECANTACION)										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (Min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Min)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (Min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	h (cm)	TIEMPO (Min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Min)									
80	72	20									
h (cm)	TIEMPO (Min)										
6	10										

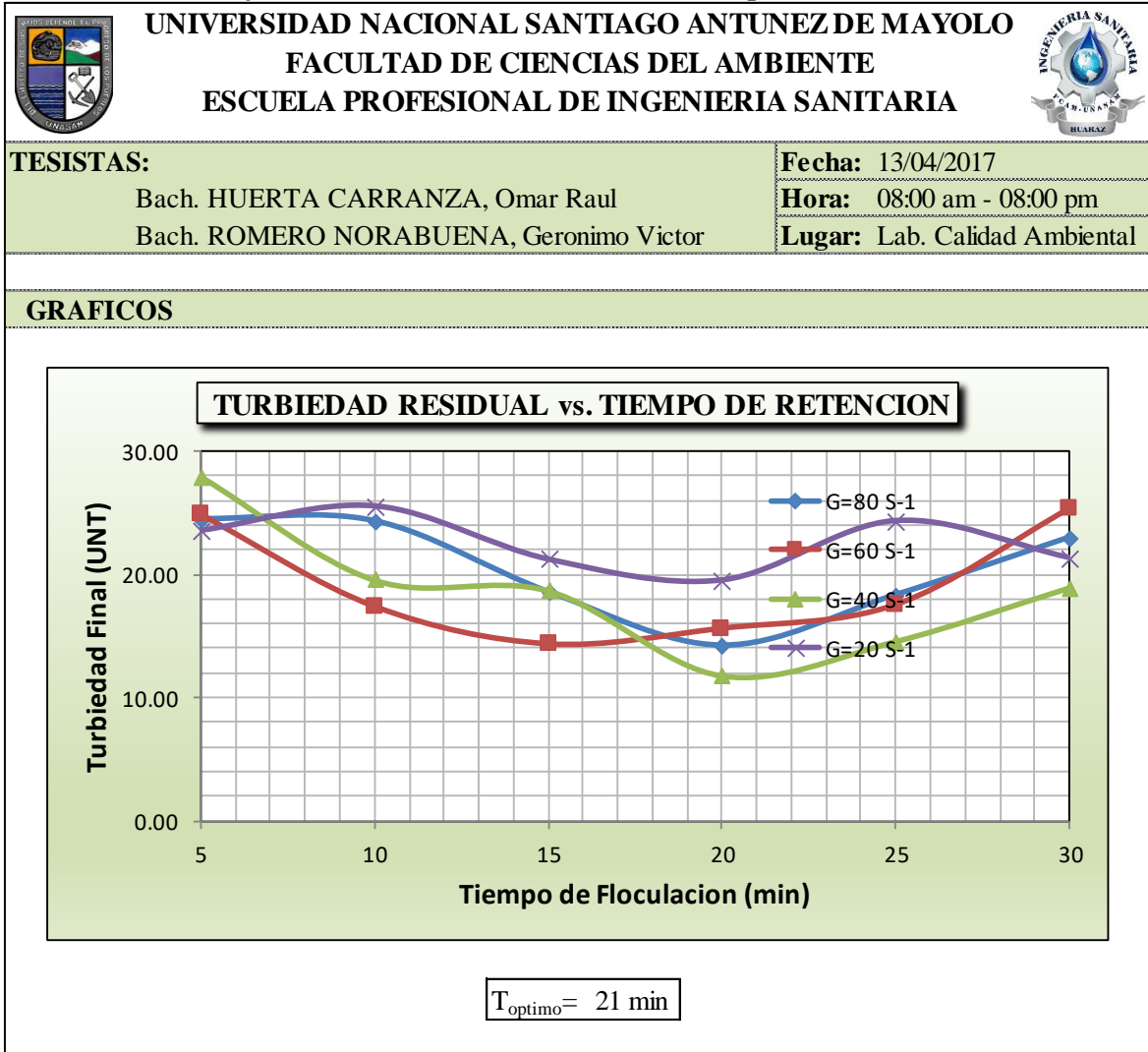
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°28. Tiempos de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA																																																			
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor	Fecha: 13/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental																																																		
RESULTADOS																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.1 ml</td> </tr> </tbody> </table>		VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)	1.1 ml																																																
VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)																																																			
1.1 ml																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">GRADIENTE</th> <th rowspan="2">G (S⁻¹)</th> <th rowspan="2">V (RPM)</th> <th colspan="5">TIEMPO DE FLOCULACION</th> </tr> <tr> <th>5</th> <th>10</th> <th>15</th> <th>20</th> <th>25</th> <th>30</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>G=80 S⁻¹</td> <td>80</td> <td>55</td> <td>24.49</td> <td>24.32</td> <td>18.59</td> <td>14.26</td> <td>18.34</td> <td>22.99</td> </tr> <tr> <td>G=60 S⁻¹</td> <td>60</td> <td>45</td> <td>24.86</td> <td>17.37</td> <td>14.32</td> <td>15.59</td> <td>17.52</td> <td>25.36</td> </tr> <tr> <td>G=40 S⁻¹</td> <td>40</td> <td>34</td> <td>27.97</td> <td>19.56</td> <td>18.69</td> <td>11.78</td> <td>14.57</td> <td>18.93</td> </tr> <tr> <td>G=20 S⁻¹</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>23.56</td> <td>25.54</td> <td>21.23</td> <td>19.54</td> <td>24.35</td> <td>21.36</td> </tr> </tbody> </table>	GRADIENTE	G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION					5	10	15	20	25	30	G=80 S ⁻¹	80	55	24.49	24.32	18.59	14.26	18.34	22.99	G=60 S ⁻¹	60	45	24.86	17.37	14.32	15.59	17.52	25.36	G=40 S ⁻¹	40	34	27.97	19.56	18.69	11.78	14.57	18.93	G=20 S ⁻¹	20	20	23.56	25.54	21.23	19.54	24.35	21.36	
GRADIENTE				G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION																																													
	5	10	15			20	25	30																																											
G=80 S ⁻¹	80	55	24.49	24.32	18.59	14.26	18.34	22.99																																											
G=60 S ⁻¹	60	45	24.86	17.37	14.32	15.59	17.52	25.36																																											
G=40 S ⁻¹	40	34	27.97	19.56	18.69	11.78	14.57	18.93																																											
G=20 S ⁻¹	20	20	23.56	25.54	21.23	19.54	24.35	21.36																																											

Fuente: Elaboración Propia

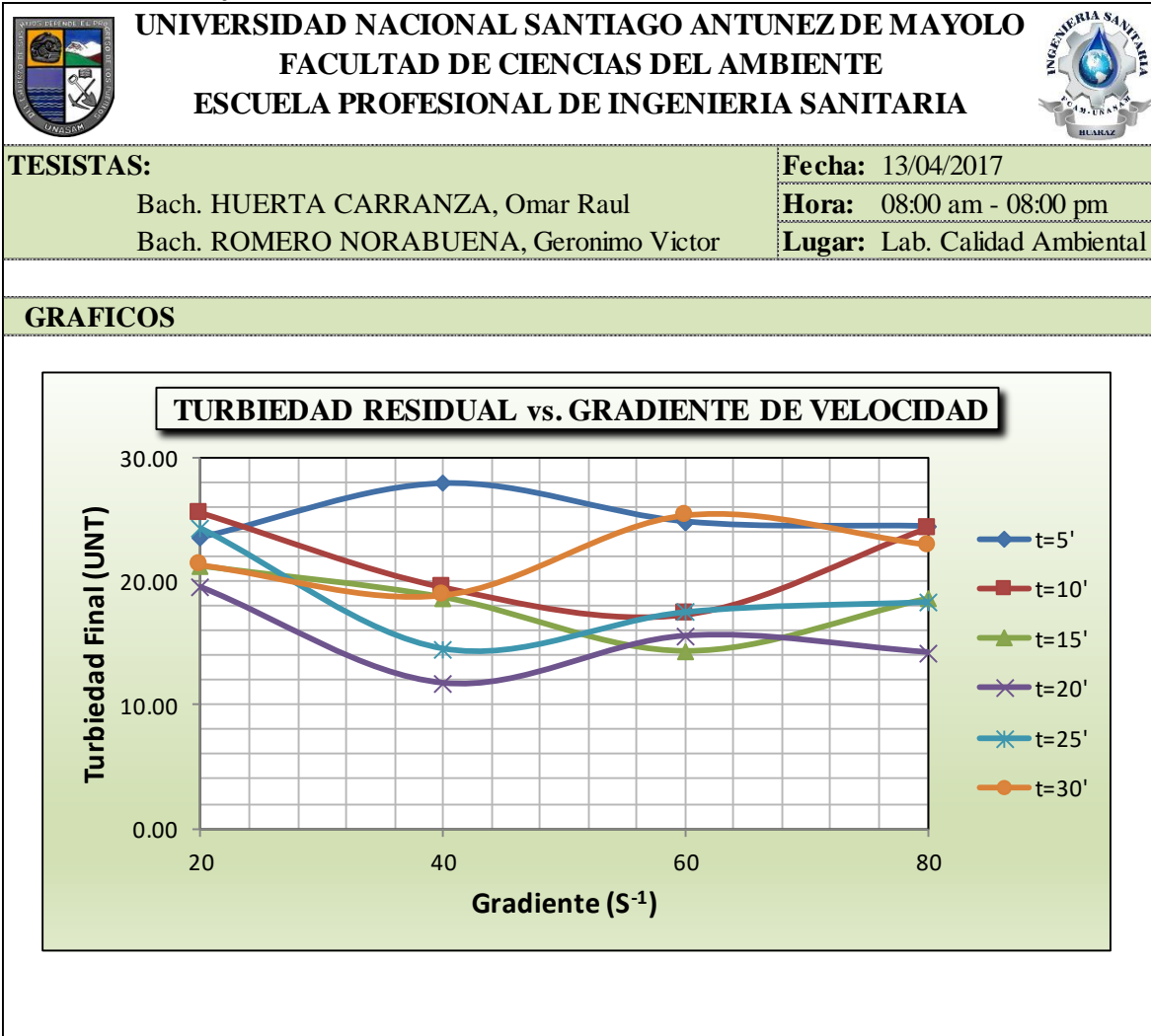
Gráfico N°16. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el gráfico se observa que la curva más baja es de $G=40S^{-1}$ esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 21 minutos.

Gráfico N°017. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En este gráfico ubicamos los puntos de máxima remoción para cada uno de estos tiempos para luego obtener las gradientes de velocidad con los que cada tiempo de retención optimiza. Se observa también que para cada curva de tiempo existe un mínimo valor de turbiedad el cual nos va entregar como abscisa su respectiva gradiente de velocidad.

Tabla N°29. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S⁻¹)	76	56	60	42	44	38

APLICANDO LA FORMULA:

a=	107.70
b=	-20.34
T=	7

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S ⁻¹)	75	61	53	47	42	39

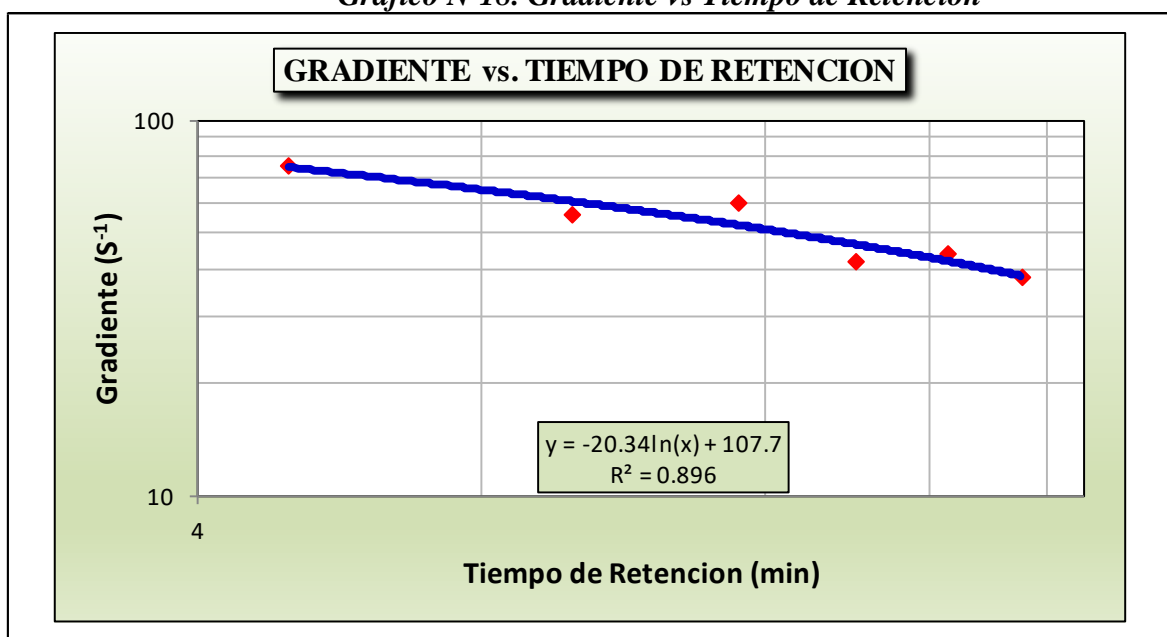
TRAMOS	Periodo de Retencion		GRADIENTE (S ⁻¹)
	Parcial	Total	
1	7	7	68.1
2	7	14	54.0
3	7	21	45.8

PARA 03 TRAMOS	
G1	68 s-1
G2	54 s-1
G3	46 s-1

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que de los gráficos se ha obtenido el cuadro de las gradientes de velocidad optimas de floculación, a partir de esta se realiza una correlación de G y T para hallar los valores de a y b y corregir el cuadro. Con estos datos vamos a tener las gradientes de velocidad para los 03 tramos de los floculadores para determinados periodos de retención.

Gráfico N°18. Gradiente vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

4.1.4 CUARTO MUESTREO

4.1.4.1 DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA

Tabla N°30. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 27/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA (mg/l)					
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno)					
CONCENTRACION: CONSTANTE 2%					
DOSIS: VARIABLE (10mg/l - 15mg/l - 20mg/l - 25mg/l - 30mg/l - 35mg/l)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T_o	v (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)	
4.58	76.80	300	135	7	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
v (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Min)	h (cm)	TIEMPO (Min)	
80	72	20	6	10	

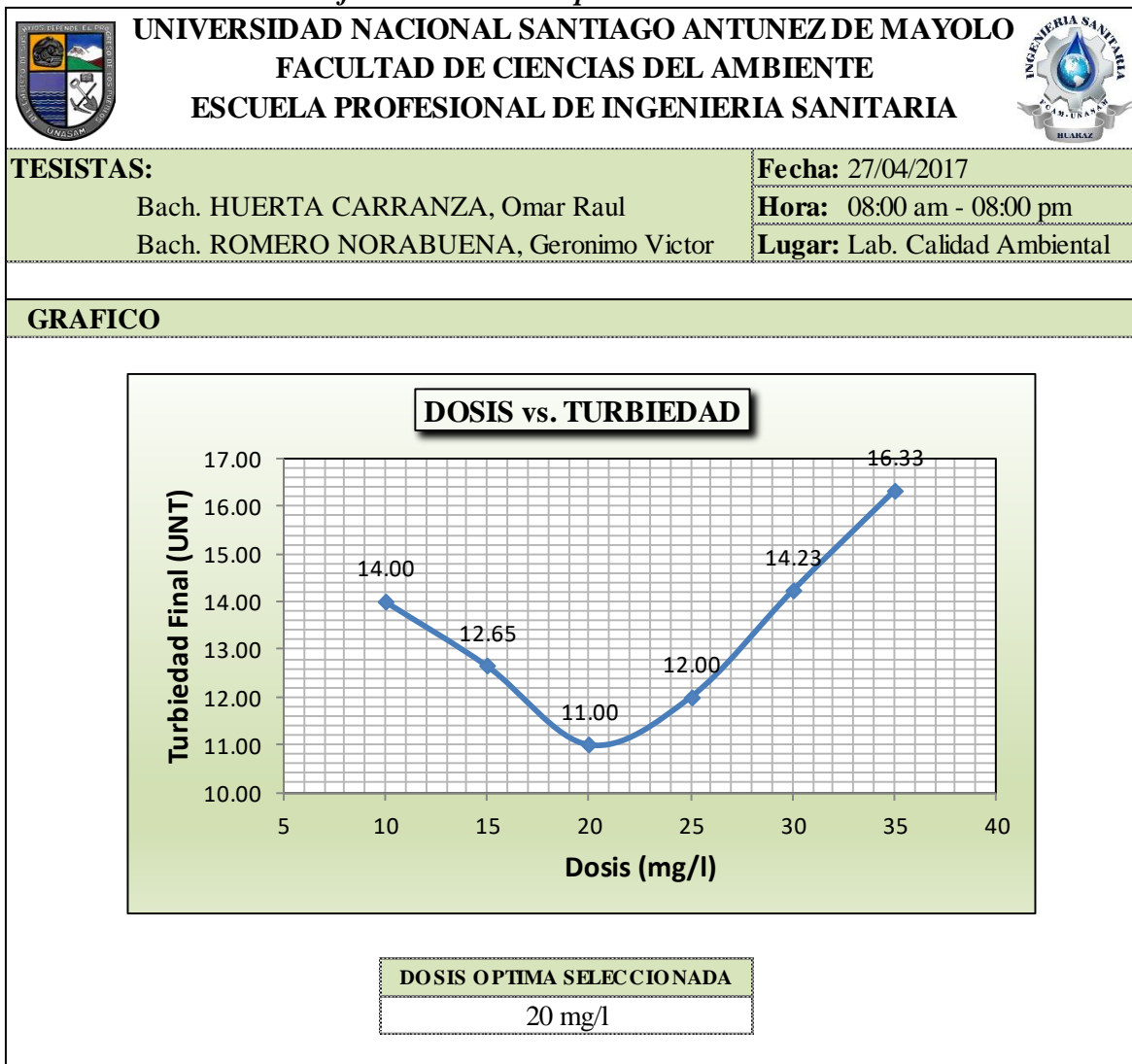
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°31. Resultados 4to Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 27/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35
Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5
Turbied. (Tf)	14.00	12.65	11.00	12.00	14.23	16.33

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°19. Dosis Óptima Prunus Pérsica



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 11.00 UNT valor que nos arroja el vaso N° 03 con una dosis de 20 mg/l siendo esta muestra Dosis Óptima de Coagulante para nuestro 4to Muestreo.

4.1.4.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN OPTIMA

Tabla N°32. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 27/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DE LA CONCENTRACION OPTIMA (mg/l)					
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno)					
CONCENTRACION: VARIABLE (2% - 2.5% - 3% - 3.5% - 4% - 4.5%)					
DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (Seg)	
4.58	76.80	300	135	7	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (Min)	h (cm)	TIEMPO (Min)	
80	72	20	6	10	

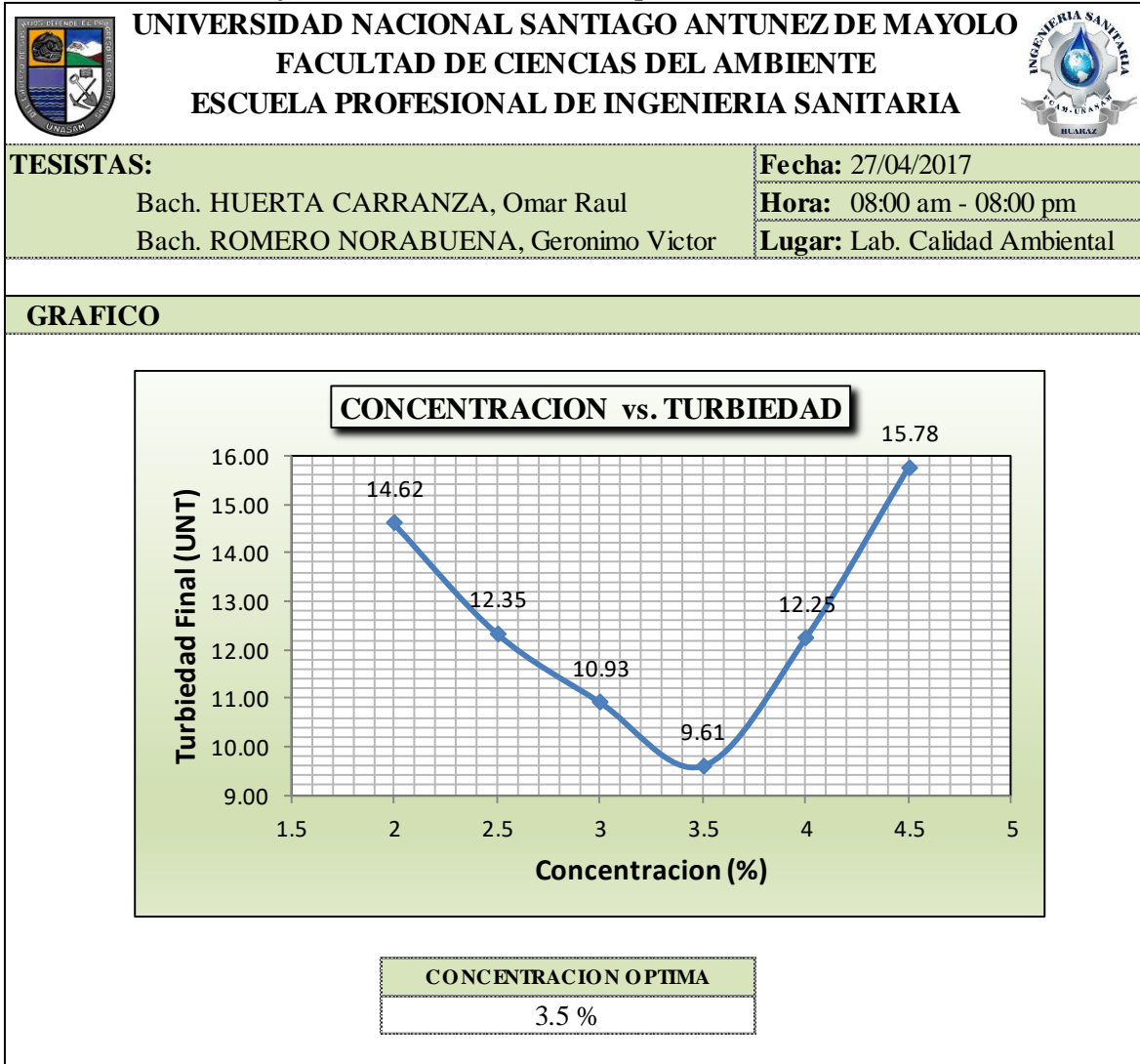
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°33. Resultados del 4to Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 27/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Concent.(%)	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Vcoag.(ml)	2.0	1.6	1.3	1.1	1.0	0.9
Turbied. (Tf)	14.62	12.35	10.93	9.61	12.25	15.78

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°20. Concentración Óptima Prunus Pérsica



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 9.61 UNT valor que nos arroja el vaso N° 04 con una Concentración de 3.5% siendo esta muestra Concentración Óptima de Coagulante para nuestro 4to Muestreo.

4.1.4.3 DETERMINACIÓN DEL PH OPTIMO

Tabla N°34. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 27/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DEL PH OPTIMO					
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno) CONCENTRACION: CONSTANTE 3.5% (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	
4.58	76.8	300	135	7	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

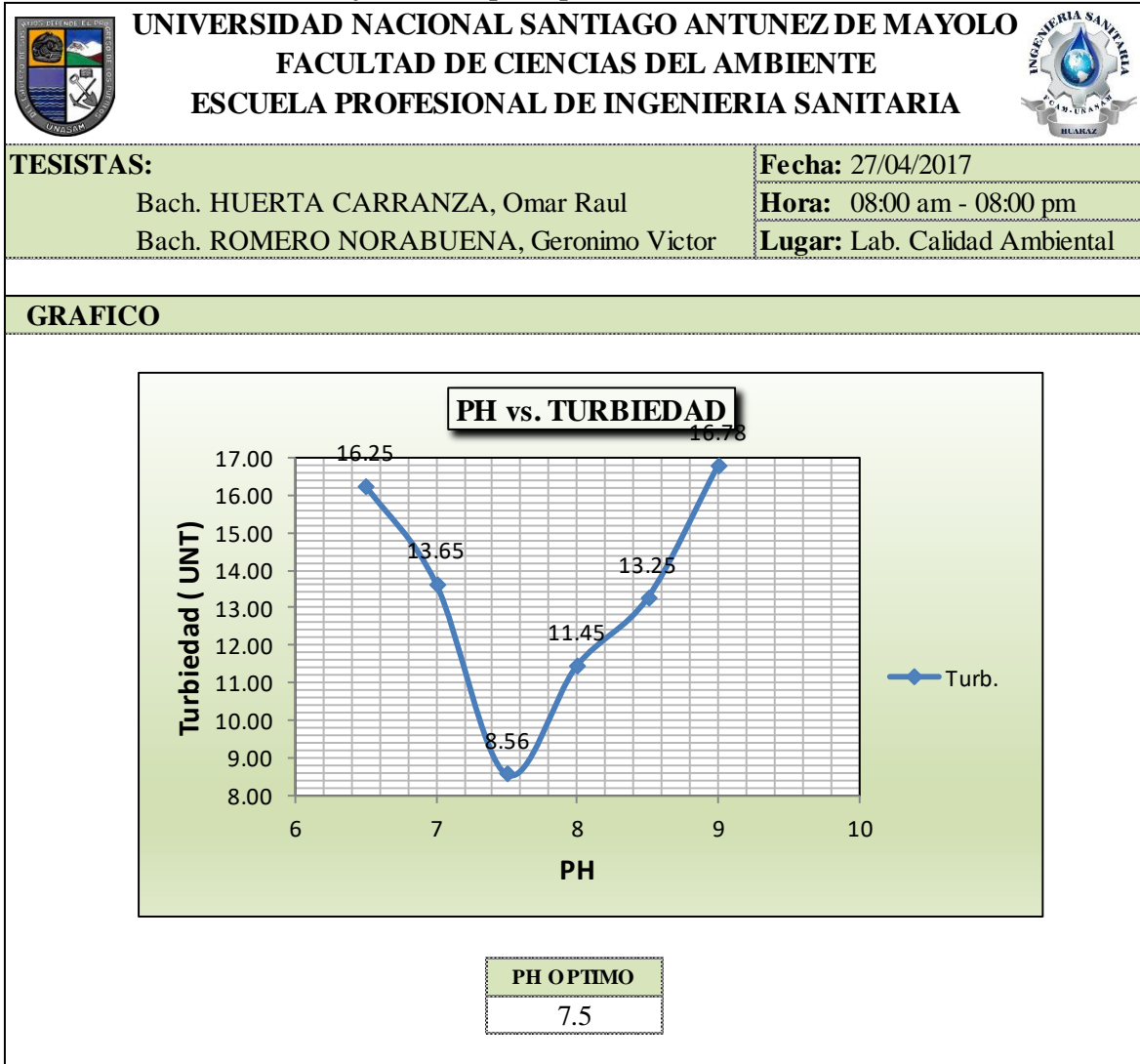
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°35. Resultados 4to Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 27/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
PH	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Vcoag.(ml)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Turbied. (Tf)	16.25	13.65	8.56	11.45	13.25	16.78

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°21. pH Óptimo Prunus Pérsica



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que con una dosis óptima de 20 mg/l y una concentración óptima de 3.5 % se ha obtenido un pH óptimo de 7.5, obteniéndose un valor de turbiedad de 8.56 UNT correspondiente al vaso N° 03.

4.1.4.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLOCULACIÓN

Tabla N°36. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA											
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor	Fecha: 27/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental										
DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE FLOCULACION											
COAGULANTE: PRUNUS PERSICA (Durazno) CONCENTRACION: CONSTANTE 3.5 % (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)											
AGUA CRUDA	MEZCLA RAPIDA										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.58</td> <td>76.8</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T _o	4.58	76.8	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (Seg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)	300	135	7
PH	T _o										
4.58	76.8										
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Seg)									
300	135	7									
MEZCLA LENTA	SEDIMENTACION (DECANTACION)										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (Min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Min)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (Min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	h (cm)	TIEMPO (Min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (Min)									
80	72	20									
h (cm)	TIEMPO (Min)										
6	10										

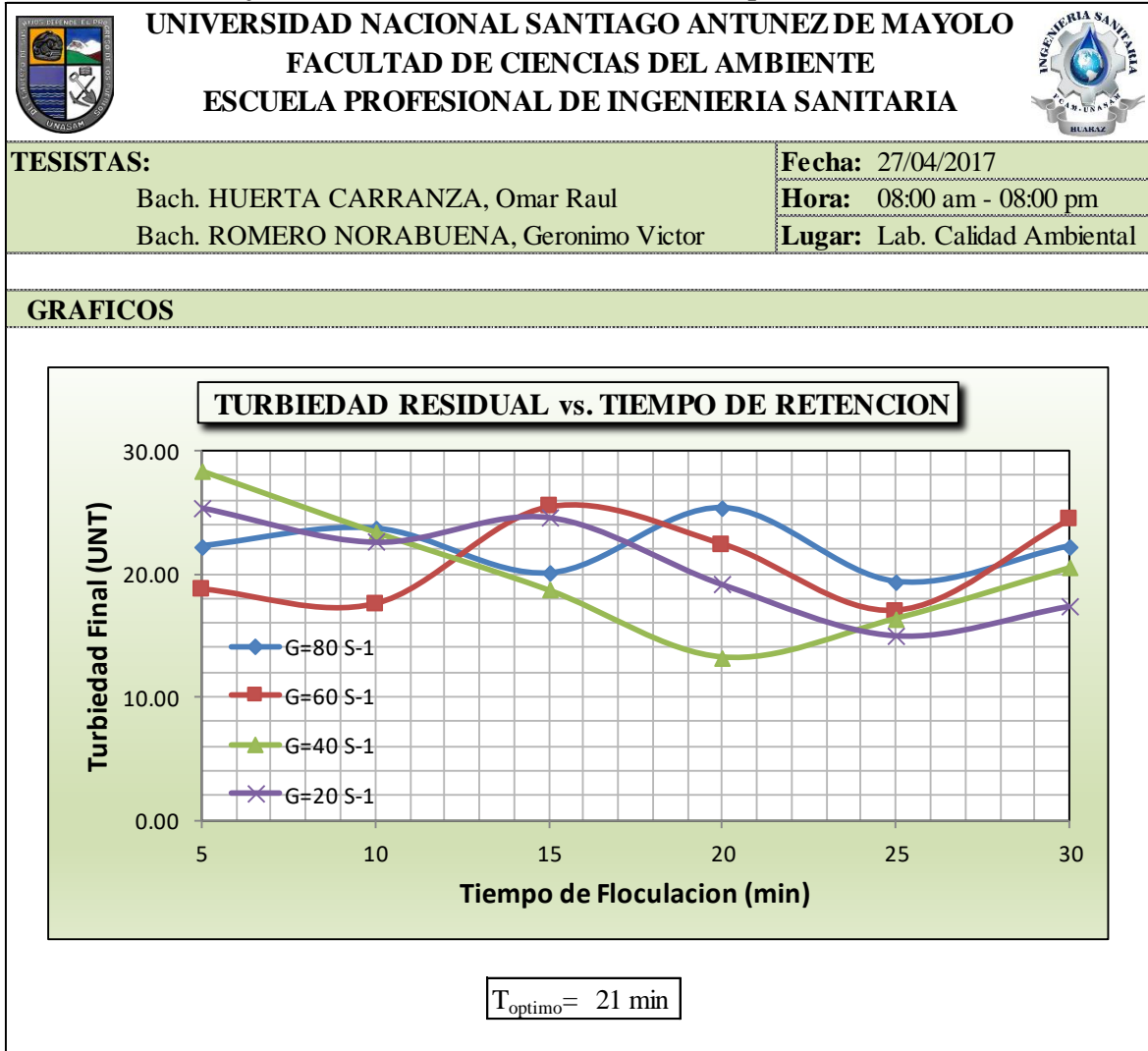
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°37. Tiempos de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA																																																				
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor	Fecha: 27/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental																																																			
RESULTADOS																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">1.1 ml</td> </tr> </tbody> </table>		VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)		1.1 ml																																																
VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)																																																				
1.1 ml																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">GRADIENTE</th> <th rowspan="2">G (S⁻¹)</th> <th rowspan="2">V (RPM)</th> <th colspan="6">TIEMPO DE FLOCULACION</th> </tr> <tr> <th>5</th> <th>10</th> <th>15</th> <th>20</th> <th>25</th> <th>30</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>G=80 S⁻¹</td> <td>80</td> <td>55</td> <td>22.24</td> <td>23.66</td> <td>20.04</td> <td>25.32</td> <td>19.36</td> <td>22.23</td> </tr> <tr> <td>G=60 S⁻¹</td> <td>60</td> <td>45</td> <td>18.72</td> <td>17.53</td> <td>25.44</td> <td>22.41</td> <td>16.98</td> <td>24.39</td> </tr> <tr> <td>G=40 S⁻¹</td> <td>40</td> <td>34</td> <td>28.35</td> <td>23.37</td> <td>18.66</td> <td>13.22</td> <td>16.35</td> <td>20.47</td> </tr> <tr> <td>G=20 S⁻¹</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>25.37</td> <td>22.58</td> <td>24.59</td> <td>19.13</td> <td>14.96</td> <td>17.35</td> </tr> </tbody> </table>	GRADIENTE	G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION						5	10	15	20	25	30	G=80 S ⁻¹	80	55	22.24	23.66	20.04	25.32	19.36	22.23	G=60 S ⁻¹	60	45	18.72	17.53	25.44	22.41	16.98	24.39	G=40 S ⁻¹	40	34	28.35	23.37	18.66	13.22	16.35	20.47	G=20 S ⁻¹	20	20	25.37	22.58	24.59	19.13	14.96	17.35	
GRADIENTE				G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION																																														
	5	10	15			20	25	30																																												
G=80 S ⁻¹	80	55	22.24	23.66	20.04	25.32	19.36	22.23																																												
G=60 S ⁻¹	60	45	18.72	17.53	25.44	22.41	16.98	24.39																																												
G=40 S ⁻¹	40	34	28.35	23.37	18.66	13.22	16.35	20.47																																												
G=20 S ⁻¹	20	20	25.37	22.58	24.59	19.13	14.96	17.35																																												

Fuente: Elaboración Propia

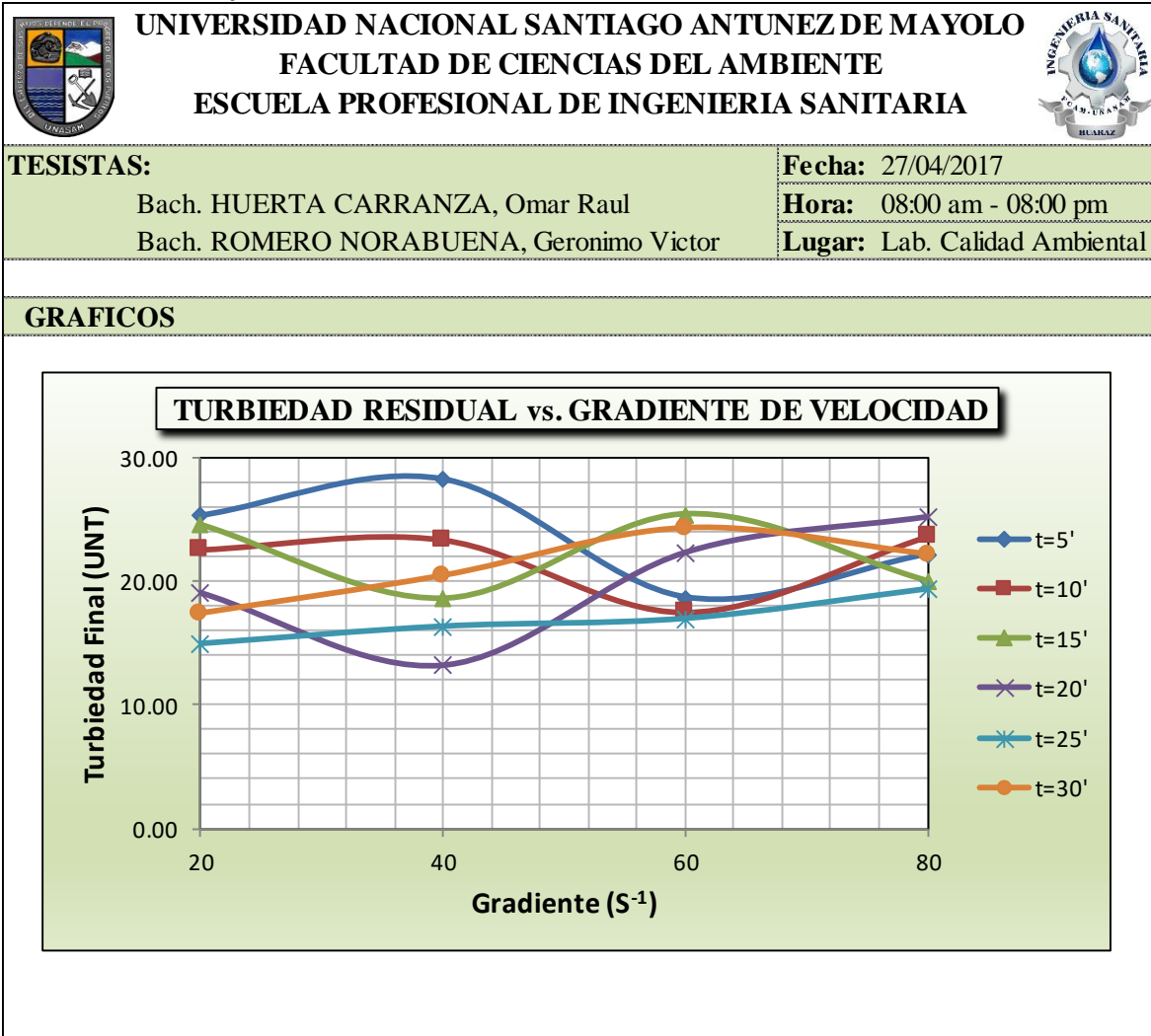
Gráfico N°22. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el gráfico se observa que la curva más baja es de $G=40S^{-1}$ esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 21 minutos.

Gráfico N°23. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En este gráfico ubicamos los puntos de máxima remoción para cada uno de estos tiempos para luego obtener las gradientes de velocidad con los que cada tiempo de retención optimiza. Se observa también que para cada curva de tiempo existe un mínimo valor de turbiedad el cual nos va entregar como abscisa su respectiva gradiente de velocidad.

Tabla N°38. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S⁻¹)	64	60	40	38	20	20

APLICANDO LA FORMULA:

a=	113.21
b=	-26.93
T=	7

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S ⁻¹)	70	51	40	33	27	22

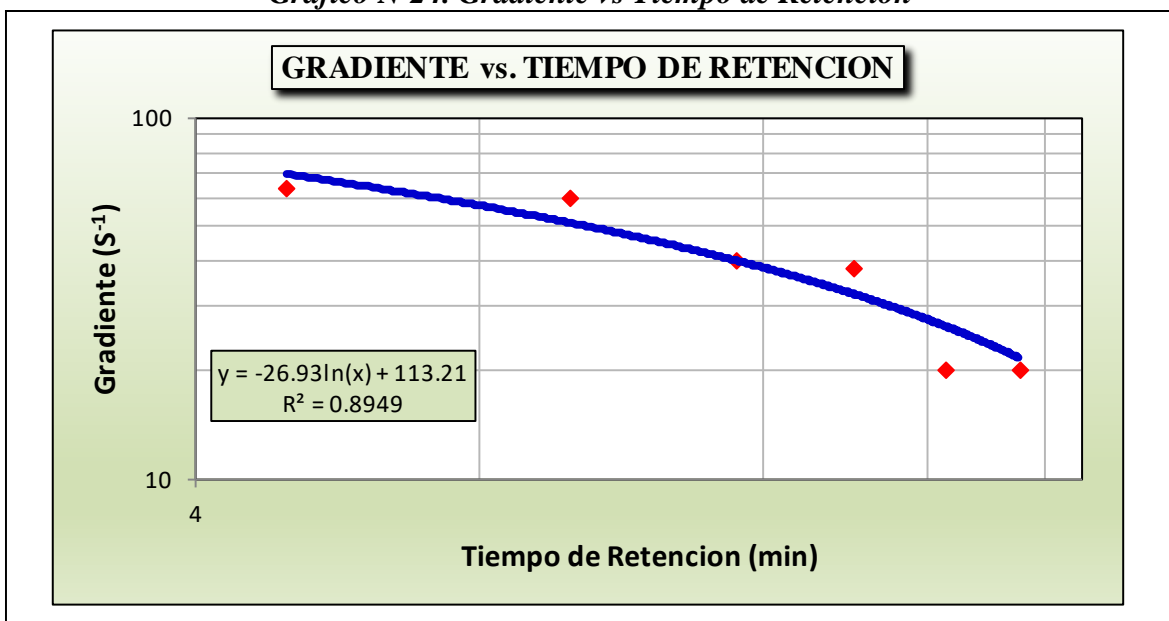
TRAMOS	Periodo de Retencion		GRADIENTE (S ⁻¹)
	Parcial	Total	
1	7	7	60.8
2	7	14	42.1
3	7	21	31.2

PARA 03 TRAMOS	
G1	61 s-1
G2	42 s-1
G3	31 s-1

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que de los gráficos se ha obtenido el cuadro de las gradientes de velocidad optimas de floculación, a partir de esta se realiza una correlación de G y T para hallar los valores de a y b y corregir el cuadro. Con estos datos vamos a tener las gradientes de velocidad para los 03 tramos de los floculadores para determinados periodos de retención.

Gráfico N°24. Gradiente vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

4.2 RESULTADOS OBTENIDOS CON EL COAGULANTE ALOE VERA

4.2.1 PRIMER MUESTREO

4.2.1.1 DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA

Tabla N°39. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 15/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA (mg/l)					
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA) CONCENTRACION: CONSTANTE 4% DOSIS: VARIABLE (10mg/l - 15mg/l - 20mg/l - 25mg/l - 30mg/l - 35mg/l)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)		GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)
4.75	88.20	300		135	5
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (MIN)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

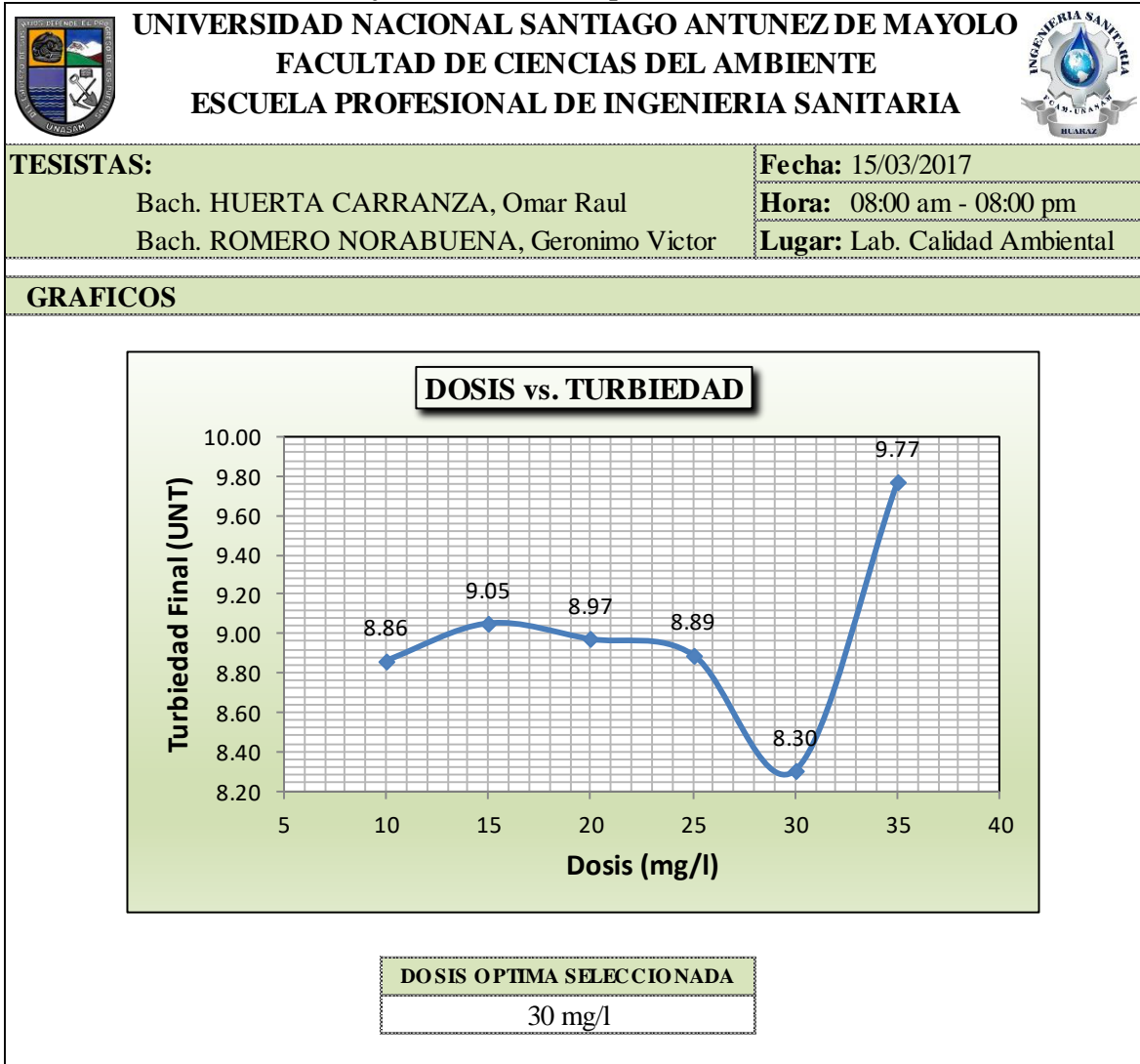
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°40. Resultados del 1er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 15/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35
Vcoag.(ml)	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75
Turbied. (Tf)	8.86	9.05	8.97	8.89	8.30	9.77

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°25. Dosis Optima Aloe Vera



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 8.30 UNT valor que nos arroja el Vaso N°05 con una dosis de 30mg/l siendo esta nuestra Dosis Optima de Coagulante para nuestro 1er Muestreo.

4.2.1.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN OPTIMA

Tabla N°41. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 15/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DE LA CONCENTRACION OPTIMA (mg/l)					
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA)					
CONCENTRACION: VARIABLE (2% - 2.5% - 3% - 3.5% - 4% - 4.5%)					
DOSIS: CONSTANTE 30mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	
4.75	88.2	300	135	5	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (MIN)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

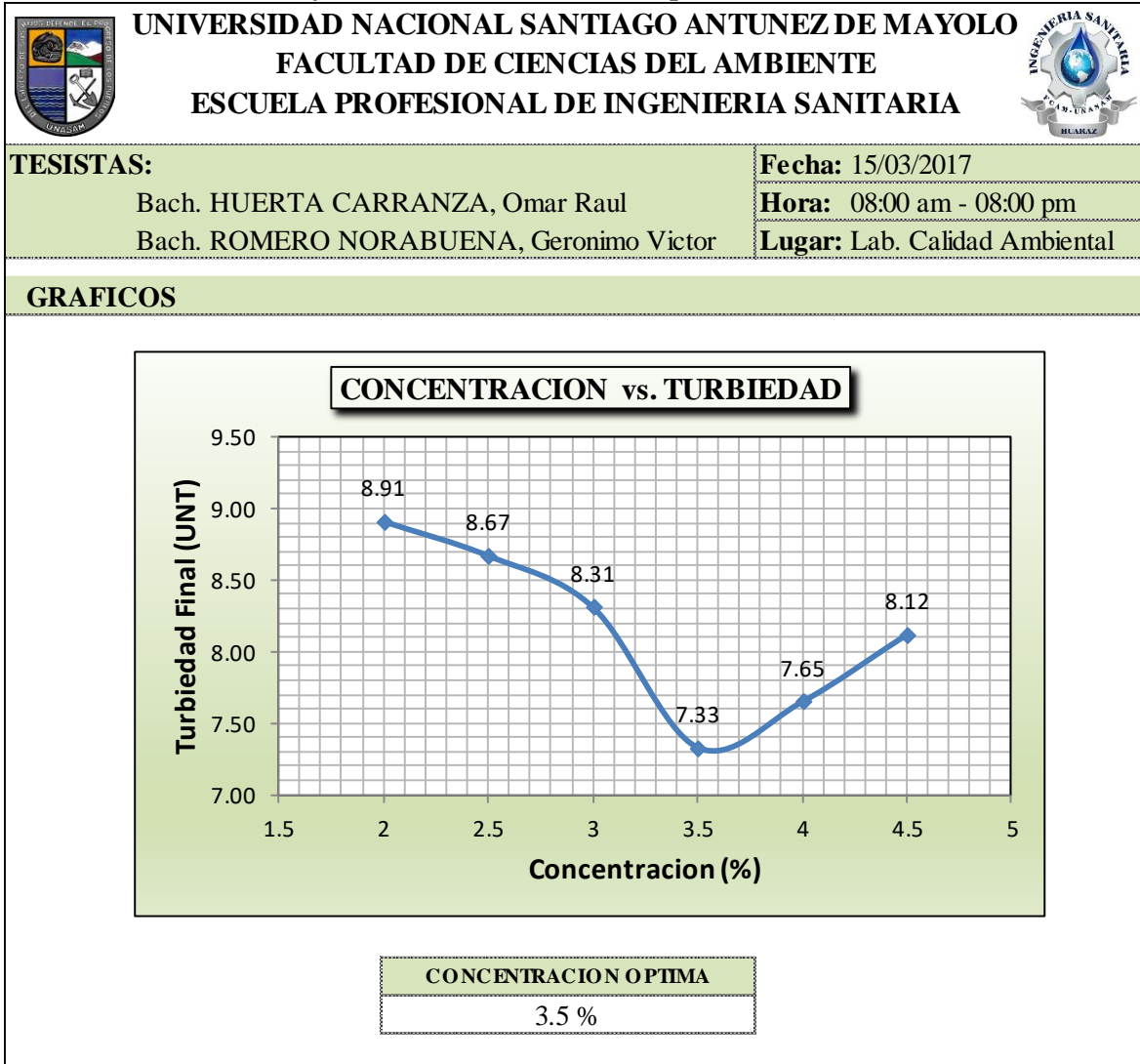
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°42. Resultados del 1er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 15/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Concent.(%)	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Vcoag.(ml)	3.0	2.4	2.0	1.7	1.5	1.3
Turbied. (Tf)	8.91	8.67	8.31	7.33	7.65	8.12

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°26. Concentración Óptima Aloe Vera



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 7.33 UNT valor que nos arroja el Vaso N°04 con una concentración de 3.5% siendo esta nuestra Concentración Óptima de Coagulante para nuestro 1er Muestreo.

4.2.1.3 DETERMINACIÓN DEL PH OPTIMO

Tabla N°43. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 15/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DEL PH OPTIMO					
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA) CONCENTRACION: CONSTANTE 3.5% (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 30mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	
4.75	88.2	300	135	5	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

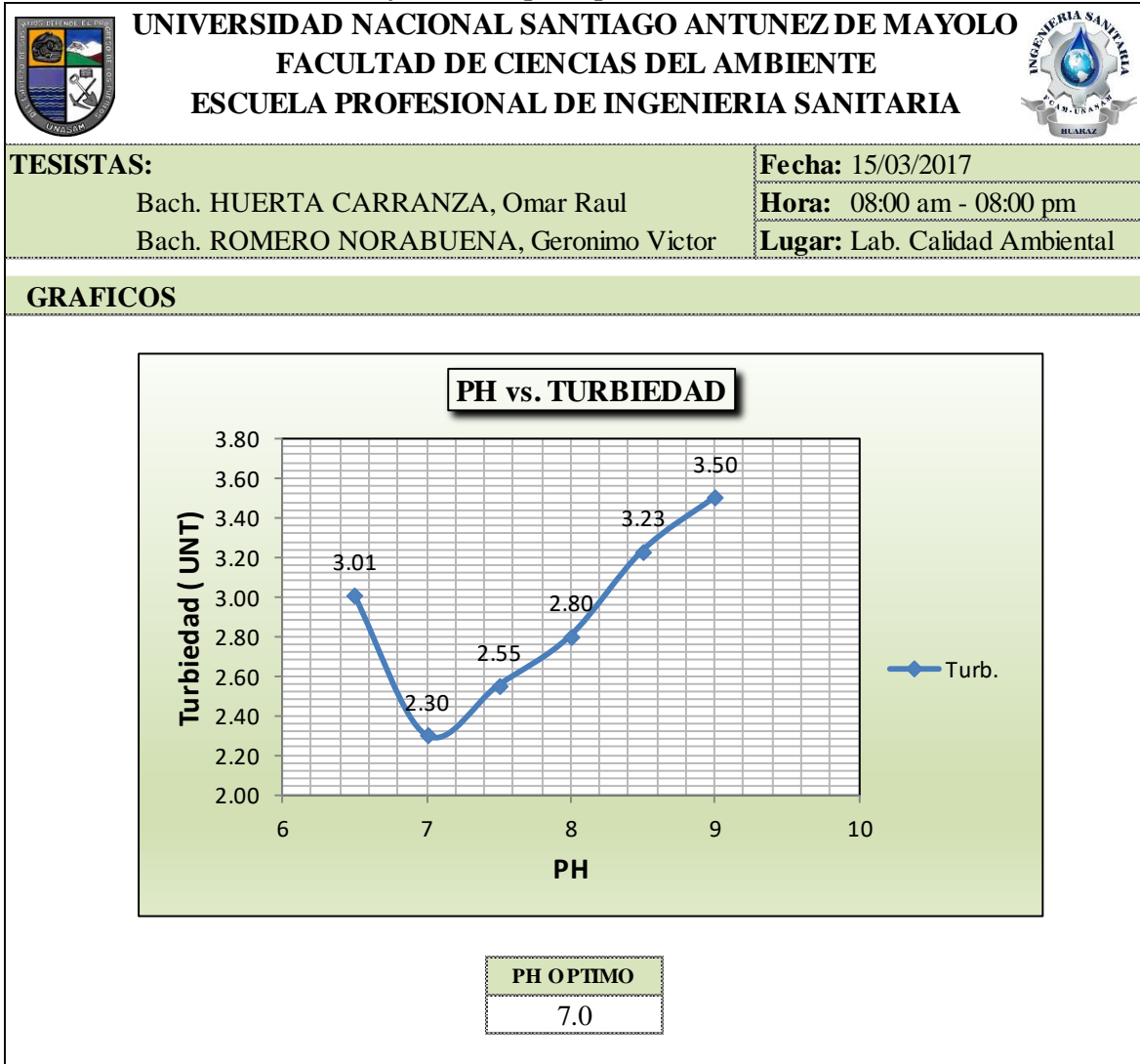
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°44. Resultados del 1er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 15/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
PH	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Vcoag.(ml)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Turbied. (Tf)	3.01	2.30	2.55	2.80	3.23	3.50

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°27. pH Optimo Aloe Vera



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que con una dosis optima de 30mg/l y una concentración optima de 3.5% se ha obtenido un pH óptimo de 7.0, obteniéndose un valor de turbiedad de 2.30 UNT correspondiente al vaso N°02.

4.2.1.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLOCULACIÓN

Tabla N°45. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 15/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE FLOCULACION					
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA)					
CONCENTRACION: CONSTANTE 3.5 % (CONCENTRACION OPTIMA)					
DOSIS: CONSTANTE 30mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)		GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)
4.75	88.2	300		135	5
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

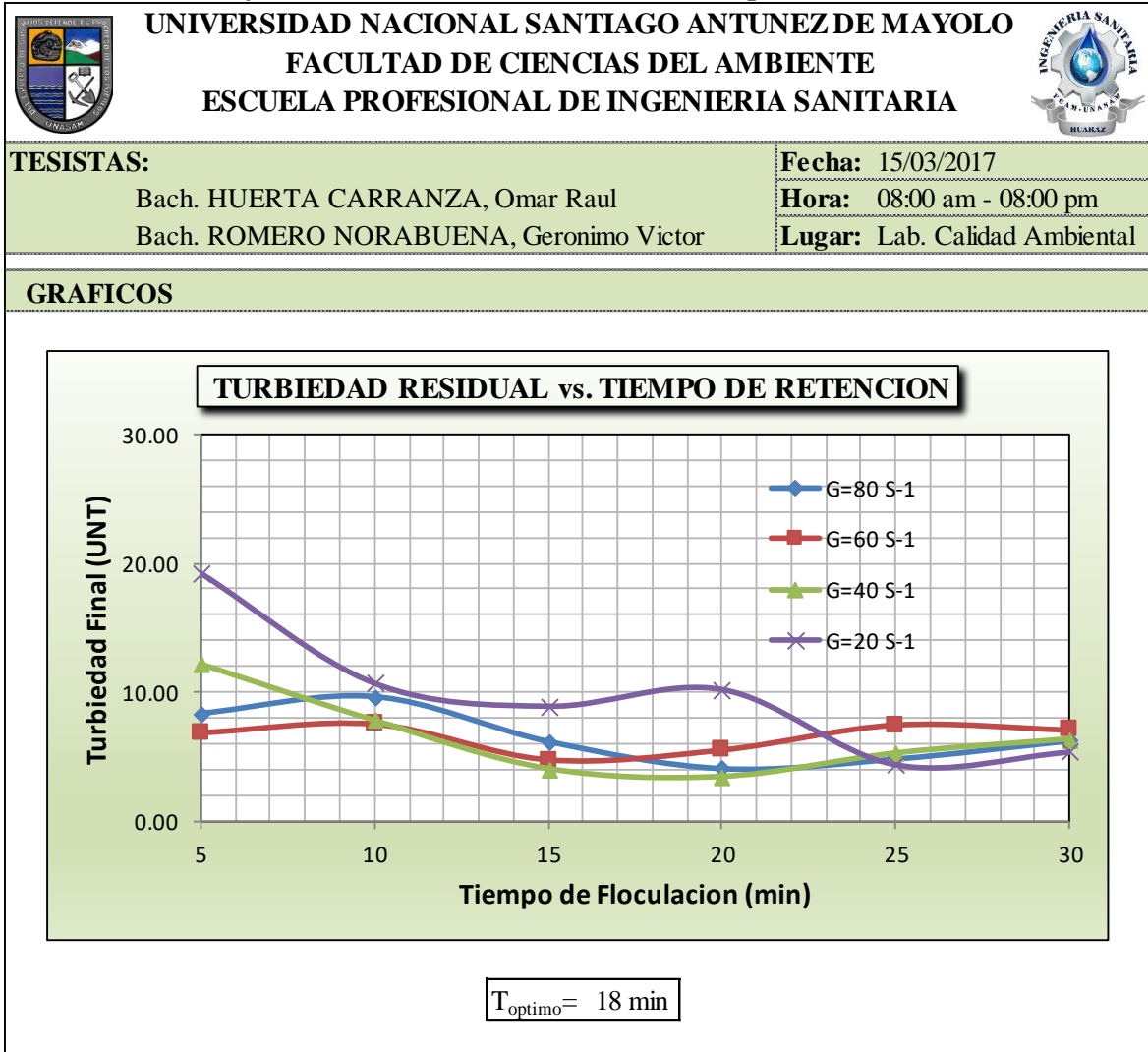
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°46. Tiempos de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA					
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 15/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental						
RESULTADOS									
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">1.7 ml</td> </tr> </table>						VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)		1.7 ml	
VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)									
1.7 ml									
GRADIENTE	G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION						
			5	10	15	20	25	30	
G=80 S ⁻¹	80	55	8.35	9.63	6.19	4.11	4.84	6.23	
G=60 S ⁻¹	60	45	6.87	7.56	4.70	5.48	7.49	7.09	
G=40 S ⁻¹	40	34	12.22	7.80	4.00	3.38	5.23	6.34	
G=20 S ⁻¹	20	20	19.23	10.70	8.92	10.22	4.38	5.36	

Fuente: Elaboración Propia

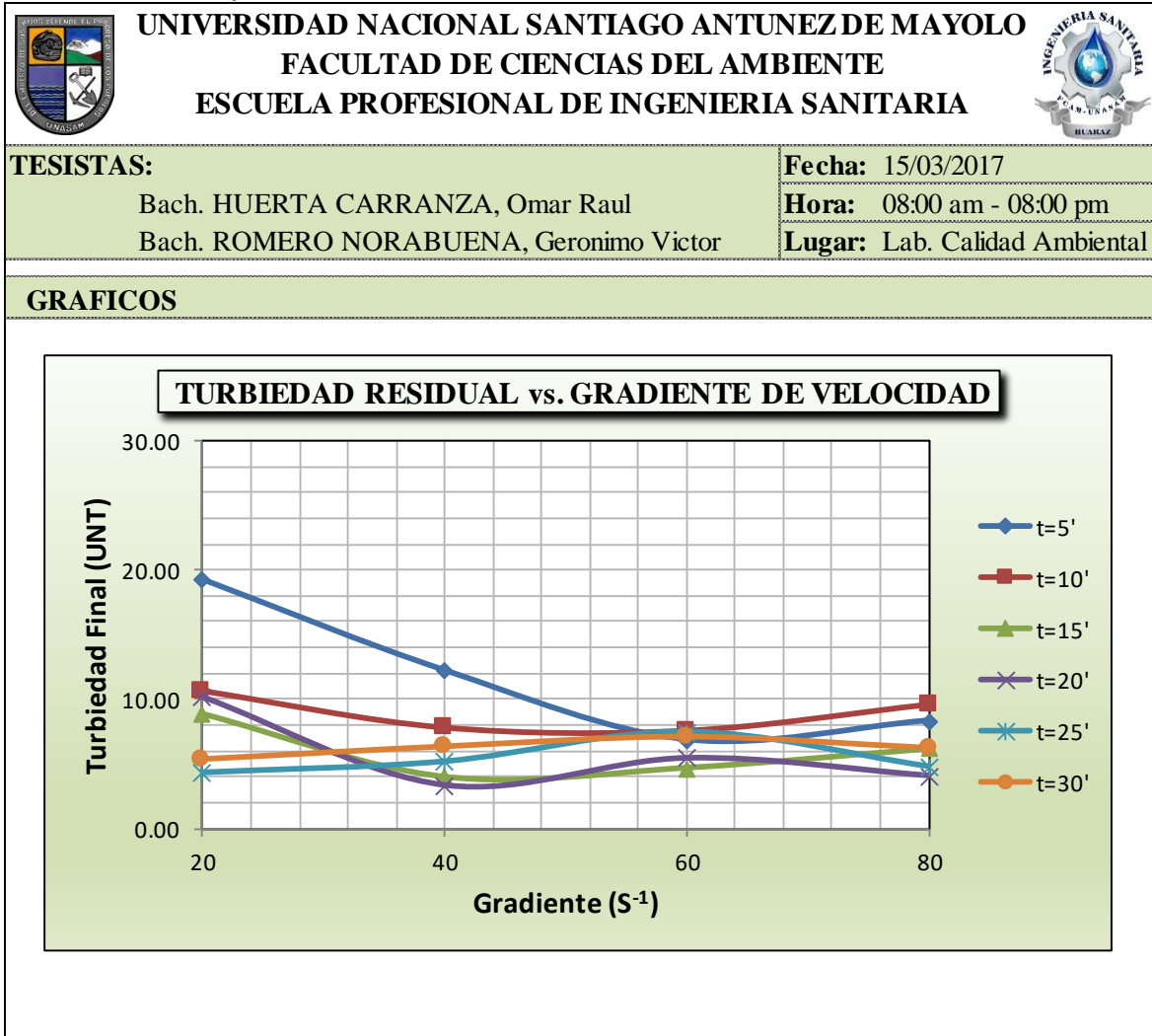
Gráfico N°28. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el gráfico se observa que la curva más baja es de $G=40S^{-1}$ esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 18 minutos.

Gráfico N°29. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En este gráfico ubicamos los puntos de máxima remoción para cada uno de estos tiempos para luego obtener las gradientes de velocidad con los que cada tiempo de retención optimiza. Se observa también que para cada curva de tiempo existe un mínimo valor de turbiedad el cual nos va entregar como abscisa su respectiva gradiente de velocidad.

Tabla N°47. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S⁻¹)	60	50	44	38	20	20

APLICANDO LA FORMULA:

a=	101.15
b=	-23.09
T=	6

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S ⁻¹)	64	48	39	32	27	23

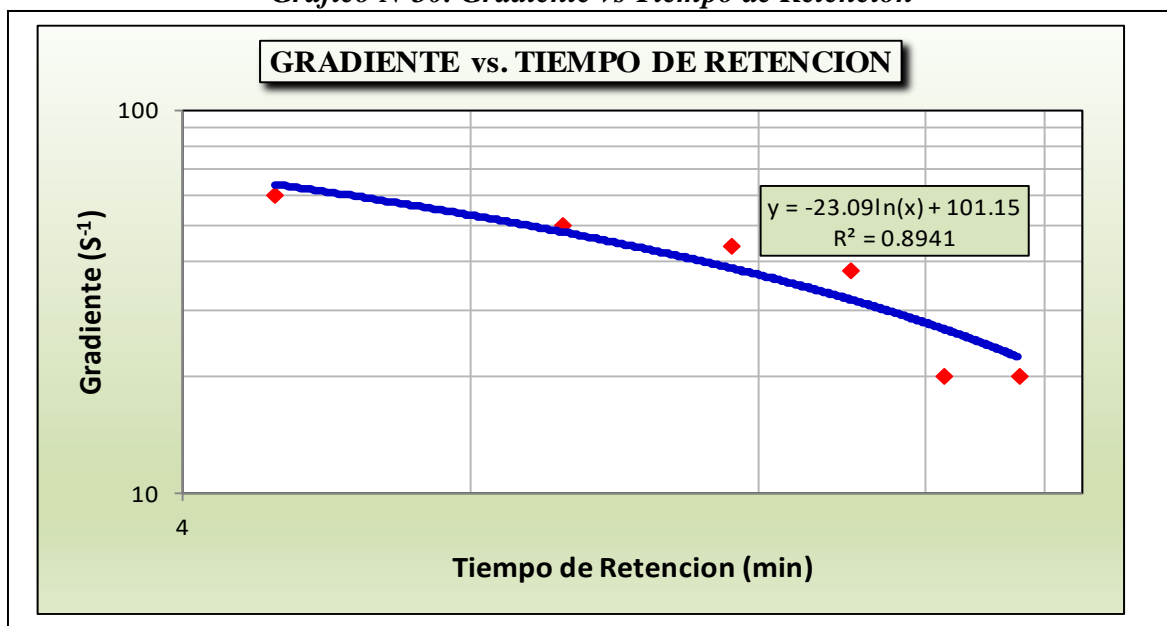
TRAMOS	Periodo de Retencion		GRADIENTE (S ⁻¹)
	Parcial	Total	
1	6	6	59.8
2	6	12	43.8
3	6	18	34.4

PARA 03 TRAMOS	
G1	60 s-1
G2	44 s-1
G3	34 s-1

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que de los gráficos se ha obtenido el cuadro de las gradientes de velocidad optimas de floculación, a partir de esta se realiza una correlación de G y T para hallar los valores de a y b y corregir el cuadro. Con estos datos vamos a tener las gradientes de velocidad para los 03 tramos de los floculadores para determinados periodos de retención.

Gráfico N°30. Gradiente vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 SEGUNDO MUESTREO



4.2.2.1 DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA

Tabla N°48. Características Generales

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 												
TESISTAS:		Fecha: 29/03/2017										
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm										
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental										
DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA (mg/l)												
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA) CONCENTRACION: CONSTANTE 4% DOSIS: VARIABLE (10mg/l - 15mg/l - 20mg/l - 25mg/l - 30mg/l - 35mg/l)												
AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.72</td> <td>84.60</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T _o	4.72	84.60	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5
PH	T _o											
4.72	84.60											
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)										
300	135	5										
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (MIN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>		V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	h (cm)	TIEMPO (min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)										
80	72	20										
h (cm)	TIEMPO (min)											
6	10											

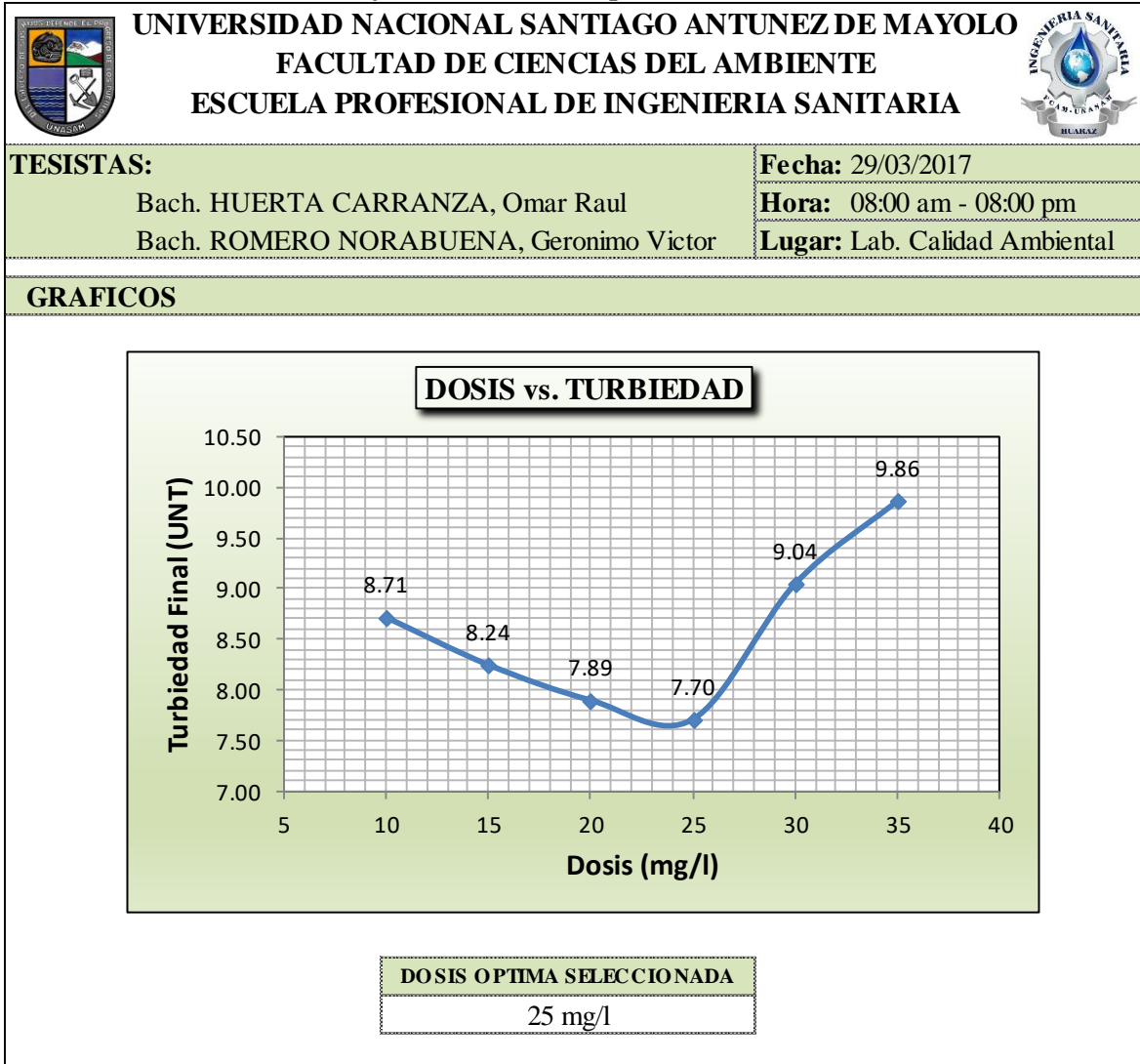
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°49. Resultados del 2do Muestreo

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 																														
TESISTAS:		Fecha: 29/03/2017																												
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm																												
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental																												
RESULTADOS																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vasos (Nº)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dosis (mg/l)</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Vcoag.(ml)</td> <td>0.5</td> <td>0.75</td> <td>1</td> <td>1.25</td> <td>1.5</td> <td>1.75</td> </tr> <tr> <td>Turbied. (Tf)</td> <td>8.71</td> <td>8.24</td> <td>7.89</td> <td>7.70</td> <td>9.04</td> <td>9.86</td> </tr> </tbody> </table>	Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6	Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35	Vcoag.(ml)	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	Turbied. (Tf)	8.71	8.24	7.89	7.70	9.04	9.86		
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6																								
Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35																								
Vcoag.(ml)	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75																								
Turbied. (Tf)	8.71	8.24	7.89	7.70	9.04	9.86																								

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°31. Dosis Optima Aloe Vera



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 7.70 UNT valor que nos arroja el Vaso N°04 con una dosis de 25mg/l siendo esta nuestra Dosis Optima de Coagulante para nuestro 2do Muestreo.

4.2.2.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN OPTIMA

Tabla N°50. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 29/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DE LA CONCENTRACION OPTIMA (mg/l)					
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA)					
CONCENTRACION: VARIABLE (2% - 2.5% - 3% - 3.5% - 4% - 4.5%)					
DOSIS: CONSTANTE 25mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀		V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)
4.72	84.6		300	135	5
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (MIN)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

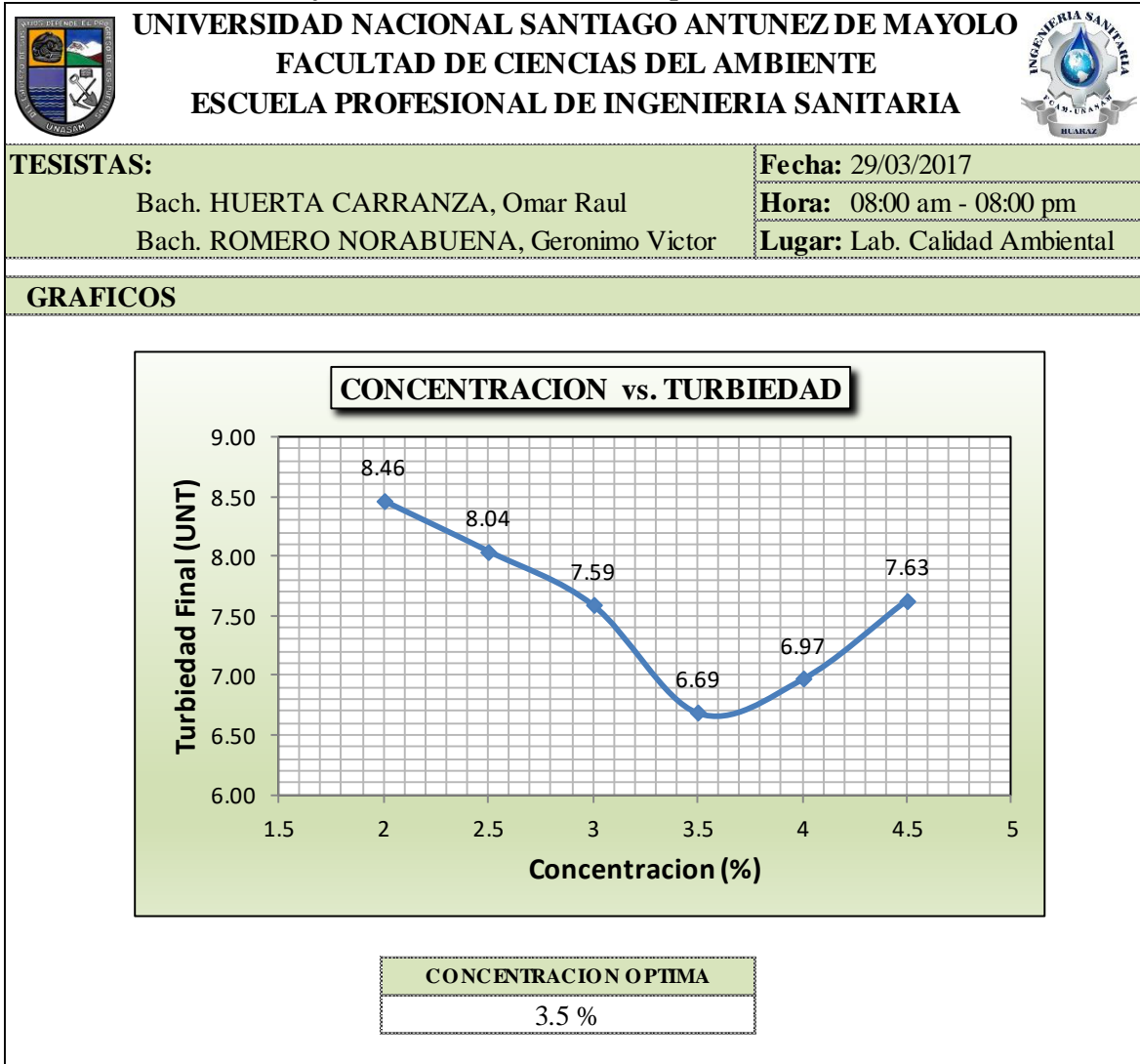
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°51. Resultados del 2do Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 29/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Concent.(%)	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Vcoag.(ml)	2.5	2.0	1.7	1.4	1.3	1.1
Turbied. (Tf)	8.46	8.04	7.59	6.69	6.97	7.63

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°32. Concentración Óptima Aloe Vera



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 6.69 UNT valor que nos arroja el Vaso N°04 con una concentración de 3.5% siendo esta nuestra Concentración Óptima de Coagulante para nuestro 2do Muestreo.

4.2.2.3 DETERMINACIÓN DEL PH OPTIMO

Tabla N°52. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 29/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DEL PH OPTIMO					
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA) CONCENTRACION: CONSTANTE 3.5% (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 25mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	
4.72	84.6	300	135	5	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

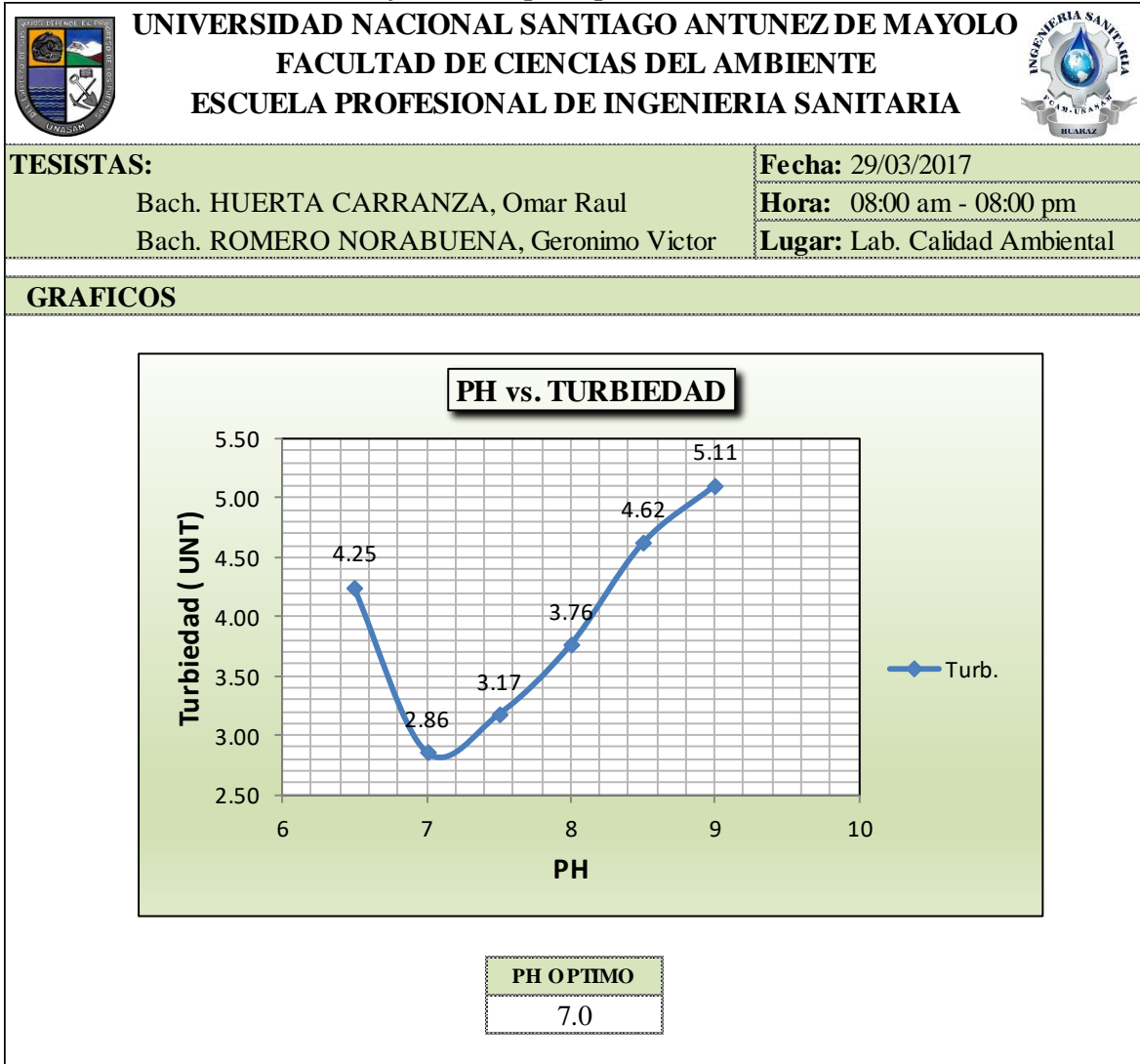
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°53. Resultados del 2do Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 29/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
PH	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Vcoag.(ml)	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
Turbied. (Tf)	4.25	2.86	3.17	3.76	4.62	5.11

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°33. pH Optimo Aloe Vera



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que con una dosis optima de 25mg/l y una concentración optima de 3.5% se ha obtenido un pH óptimo de 7.0, obteniéndose un valor de turbiedad de 2.86 UNT correspondiente al vaso N°02.

4.2.2.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLOCULACIÓN

Tabla N°54. Características Generales

AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA		
PH	T_o	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)
4.72	84.6	300	135	5
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)
80	72	20	6	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°55. Tiempos de Floculación

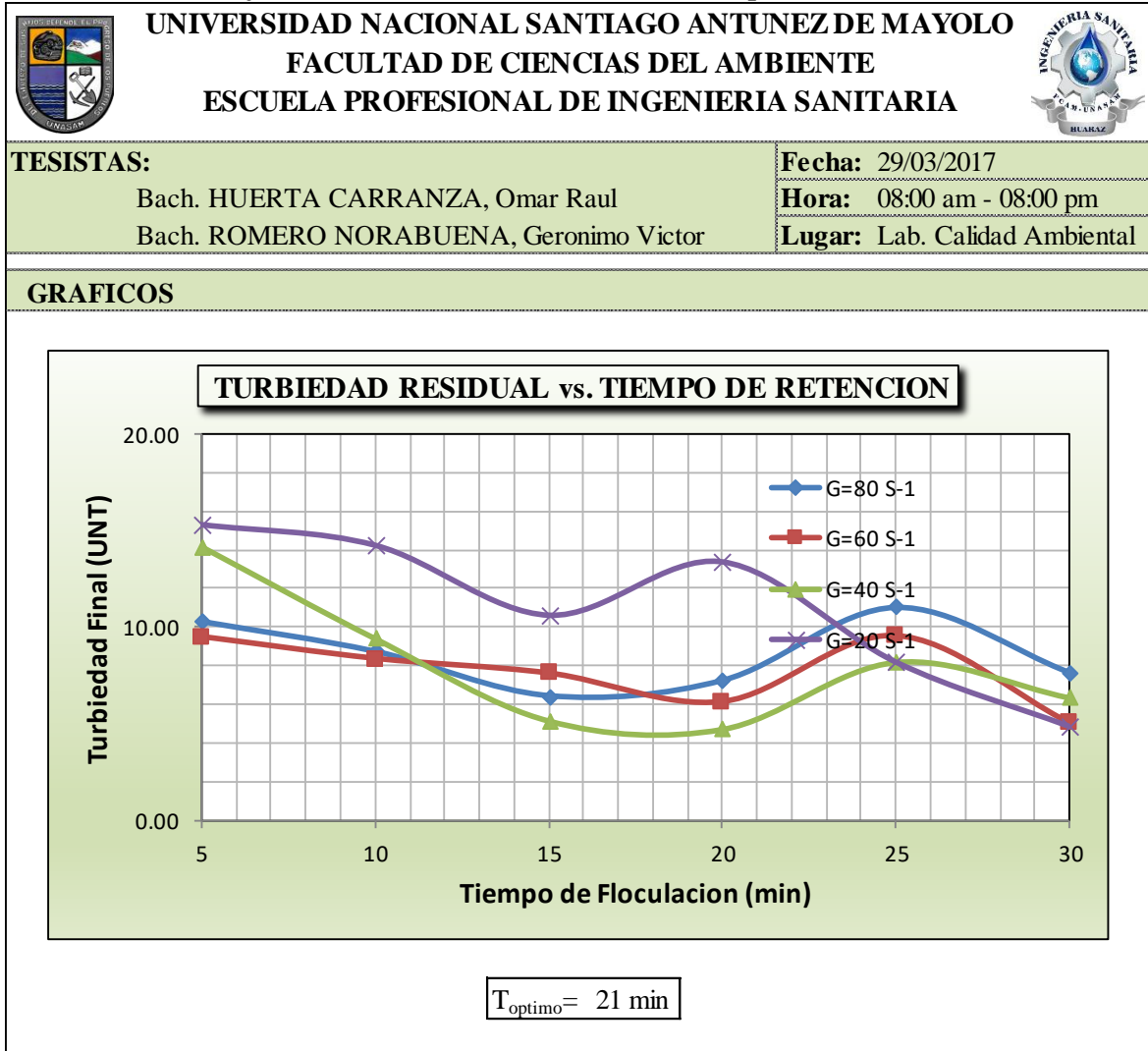
AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA		
PH	T_o	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)
4.72	84.6	300	135	5
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)
80	72	20	6	10

VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)	
1.4 ml	

GRADIENTE	G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION					
			5	10	15	20	25	30
G=80 S ⁻¹	80	55	10.31	8.74	6.41	7.21	11.05	7.63
G=60 S ⁻¹	60	45	9.48	8.35	7.59	6.11	9.53	5.01
G=40 S ⁻¹	40	34	14.20	9.43	5.16	4.72	8.20	6.36
G=20 S ⁻¹	20	20	15.33	14.26	10.63	13.40	8.20	4.86

Fuente: Elaboración Propia

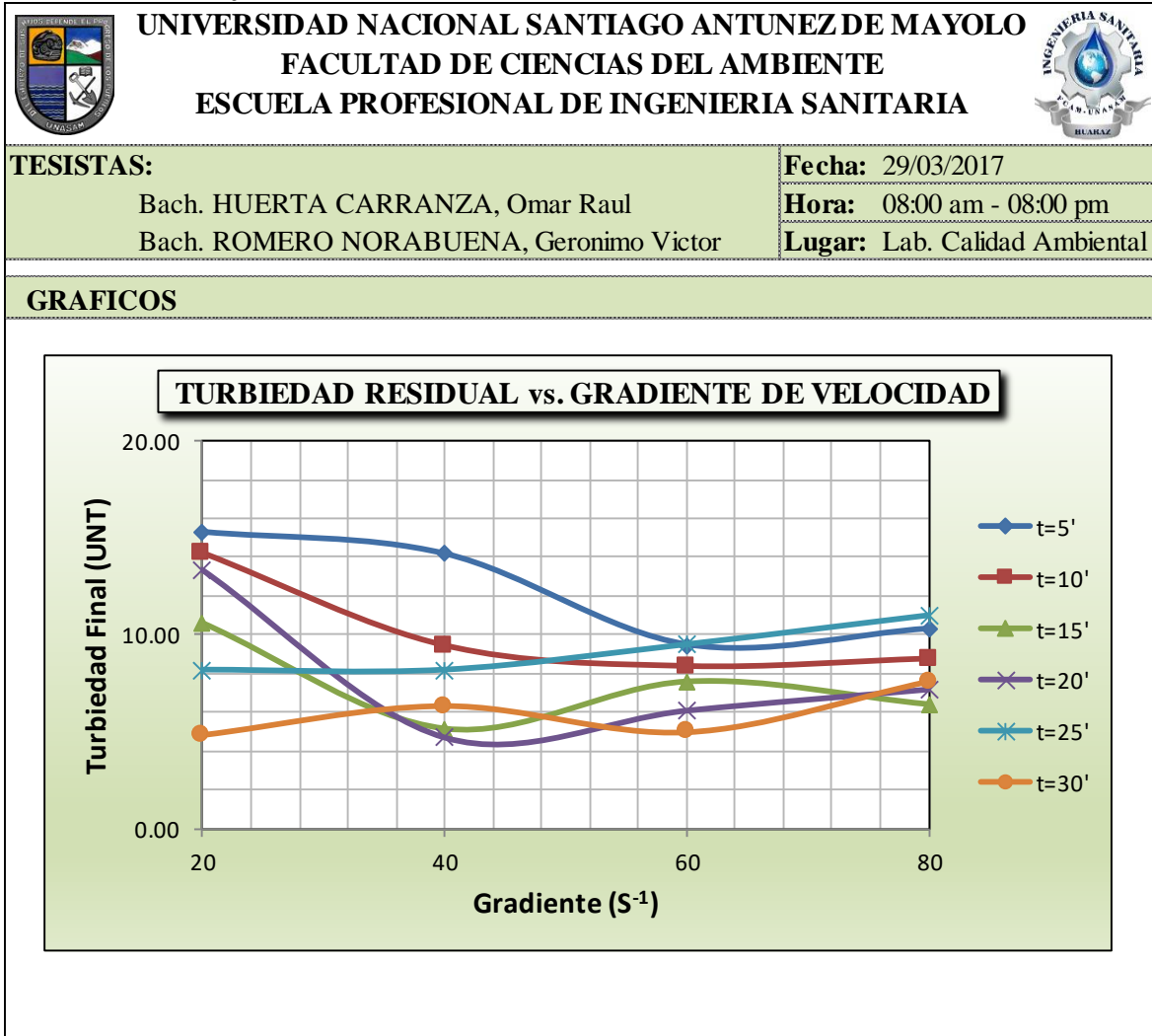
Gráfico N°34. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el grafico se observa que la curva más baja es de $G=40S^{-1}$ esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 21 minutos.

Gráfico N°35. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En este gráfico ubicamos los puntos de máxima remoción para cada uno de estos tiempos para luego obtener las gradientes de velocidad con los que cada tiempo de retención optimiza. Se observa también que para cada curva de tiempo existe un mínimo valor de turbiedad el cual nos va entregar como abscisa su respectiva gradiente de velocidad.

Tabla N°56. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S⁻¹)	68	54	40	46	24	20

APLICANDO LA FORMULA:

a=	111.91
b=	-25.84
T=	7

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S ⁻¹)	70	52	42	35	29	24

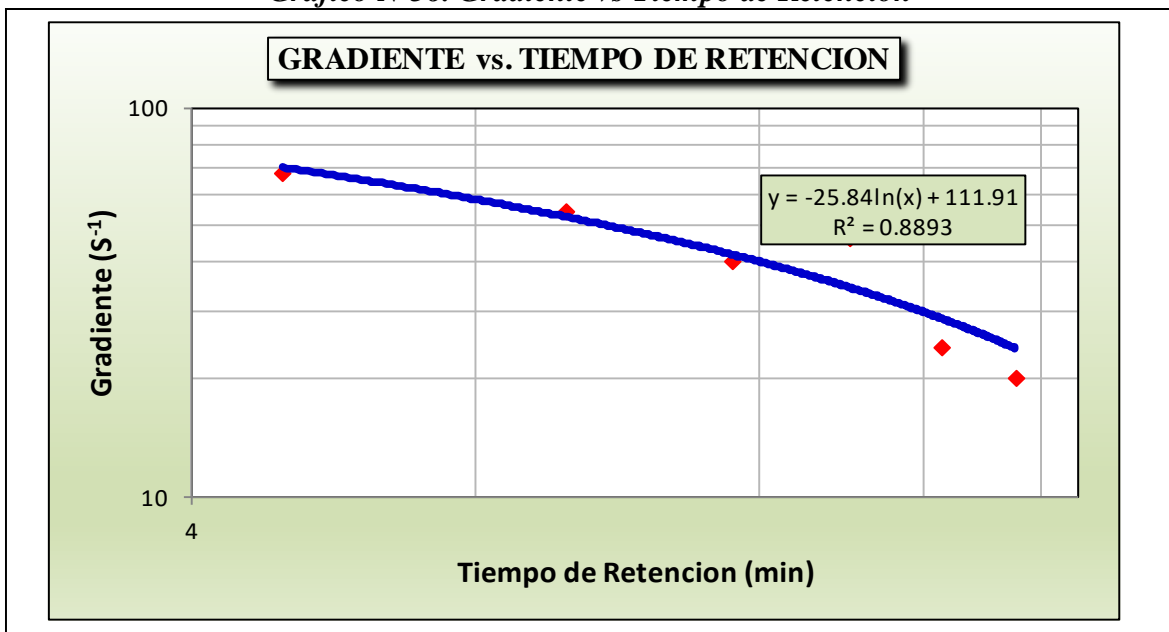
TRAMOS	Periodo de Retencion		GRADIENTE (S ⁻¹)
	Parcial	Total	
1	7	7	61.6
2	7	14	43.7
3	7	21	33.2

PARA 03 TRAMOS	
G1	62 s-1
G2	44 s-1
G3	33 s-1

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que de los gráficos se ha obtenido el cuadro de las gradientes de velocidad optimas de floculación, a partir de esta se realiza una correlación de G y T para hallar los valores de a y b y corregir el cuadro. Con estos datos vamos a tener las gradientes de velocidad para los 03 tramos de los floculadores para determinados periodos de retención.

Gráfico N°36. Gradiente vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

4.2.3 TERCER MUESTREO



4.2.3.1 DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA

Tabla N°57. Características Generales

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 												
TESISTAS:		Fecha: 12/04/2017										
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm										
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental										
DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA (mg/l)												
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA) CONCENTRACION: CONSTANTE 4% DOSIS: VARIABLE (10mg/l - 15mg/l - 20mg/l - 25mg/l - 30mg/l - 35mg/l)												
AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.03</td> <td>79.10</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T _o	5.03	79.10	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5
PH	T _o											
5.03	79.10											
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)										
300	135	5										
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (MIN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>		h (cm)	TIEMPO (min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)										
80	72	20										
h (cm)	TIEMPO (min)											
6	10											

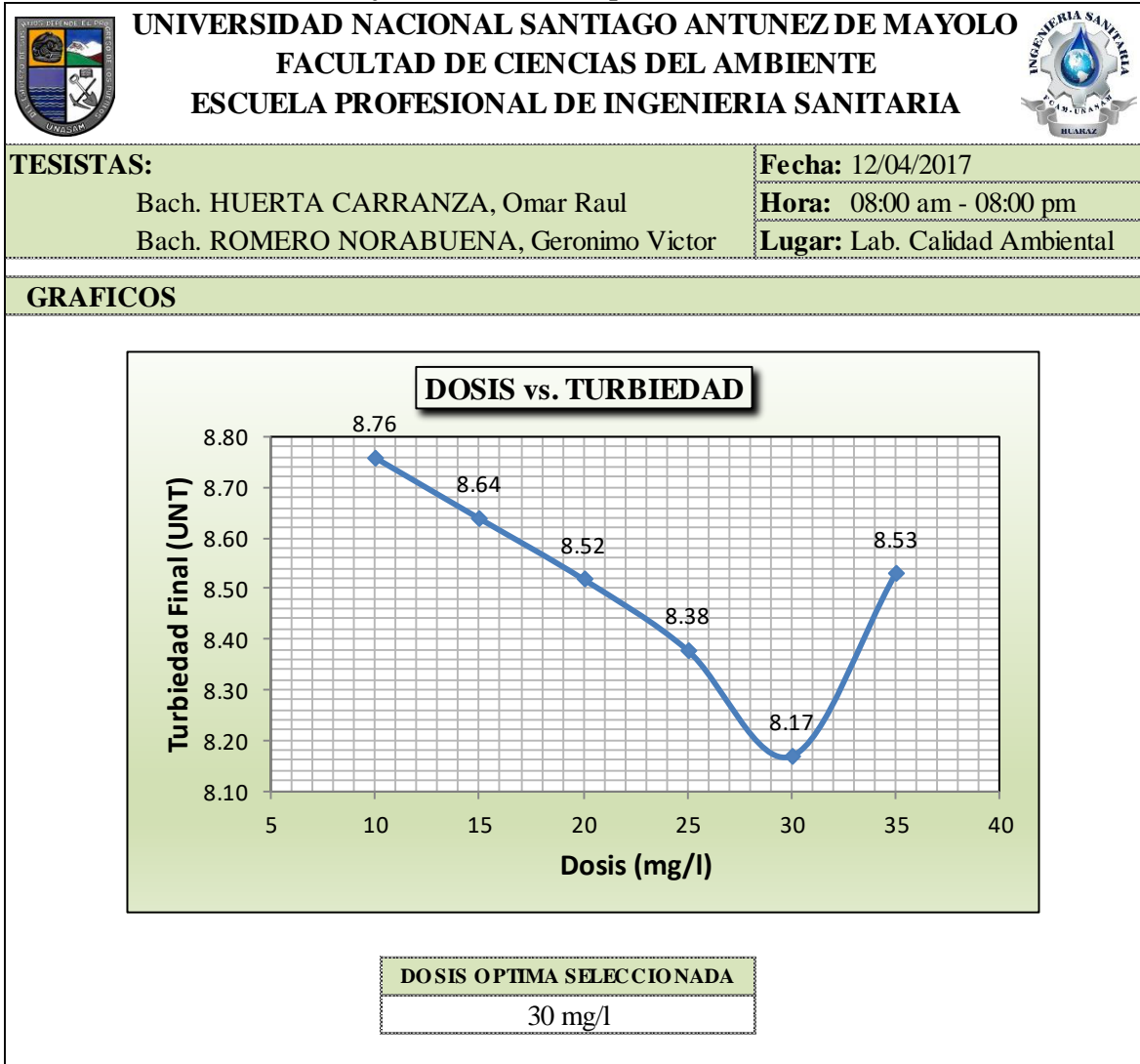
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°58. Resultados del 3er Muestreo

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 																														
TESISTAS:		Fecha: 12/04/2017																												
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm																												
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental																												
RESULTADOS																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vasos (Nº)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dosis (mg/l)</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Vcoag.(ml)</td> <td>0.5</td> <td>0.75</td> <td>1</td> <td>1.25</td> <td>1.5</td> <td>1.75</td> </tr> <tr> <td>Turbied. (Tf)</td> <td>8.76</td> <td>8.64</td> <td>8.52</td> <td>8.38</td> <td>8.17</td> <td>8.53</td> </tr> </tbody> </table>	Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6	Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35	Vcoag.(ml)	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	Turbied. (Tf)	8.76	8.64	8.52	8.38	8.17	8.53		
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6																								
Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35																								
Vcoag.(ml)	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75																								
Turbied. (Tf)	8.76	8.64	8.52	8.38	8.17	8.53																								

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°37. Dosis Optima Aloe Vera



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 8.17 UNT valor que nos arroja el Vaso N°05 con una dosis de 30mg/l siendo esta nuestra Dosis Optima de Coagulante para nuestro 3er Muestreo.

4.2.3.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN OPTIMA

Tabla N°59. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 12/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DE LA CONCENTRACION OPTIMA (mg/l)					
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA)					
CONCENTRACION: VARIABLE (2% - 2.5% - 3% - 3.5% - 4% - 4.5%)					
DOSIS: CONSTANTE 30mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀		V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)
5.03	79.1		300	135	5
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (MIN)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

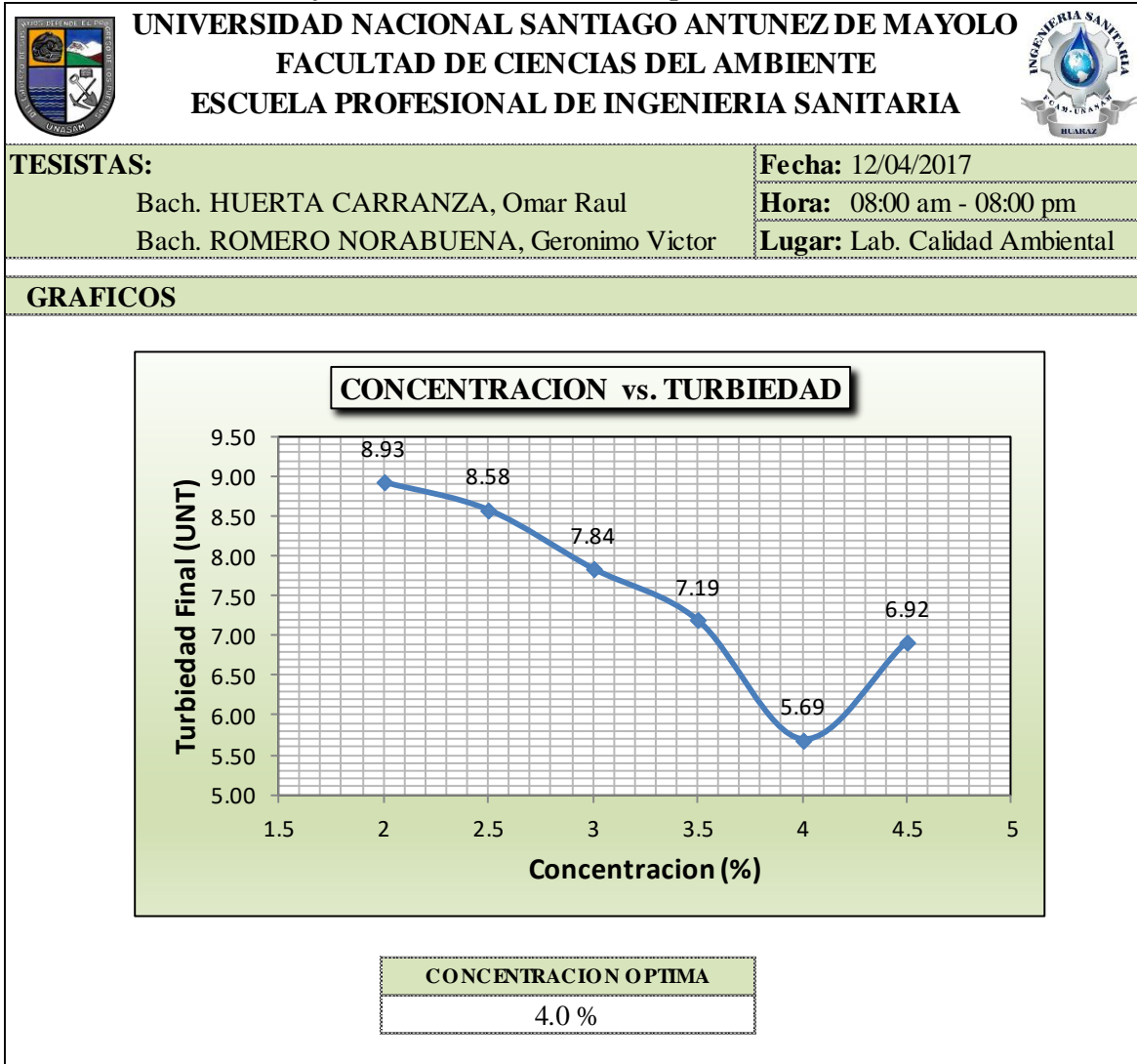
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°60. Resultados del 3er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 12/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Concent.(%)	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Vcoag.(ml)	3.0	2.4	2.0	1.7	1.5	1.3
Turbied. (Tf)	8.93	8.58	7.84	7.19	5.69	6.92

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°38. Concentración Óptima Aloe Vera



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 5.69 UNT valor que nos arroja el Vaso N°05 con una concentración de 4.0% siendo esta nuestra Concentración Óptima de Coagulante para nuestro 3er Muestreo.

4.2.3.3 DETERMINACIÓN DEL PH OPTIMO

Tabla N°61. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 12/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DEL PH OPTIMO					
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA) CONCENTRACION: CONSTANTE 4.0% (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 30mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	
5.03	79.1	300	135	5	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

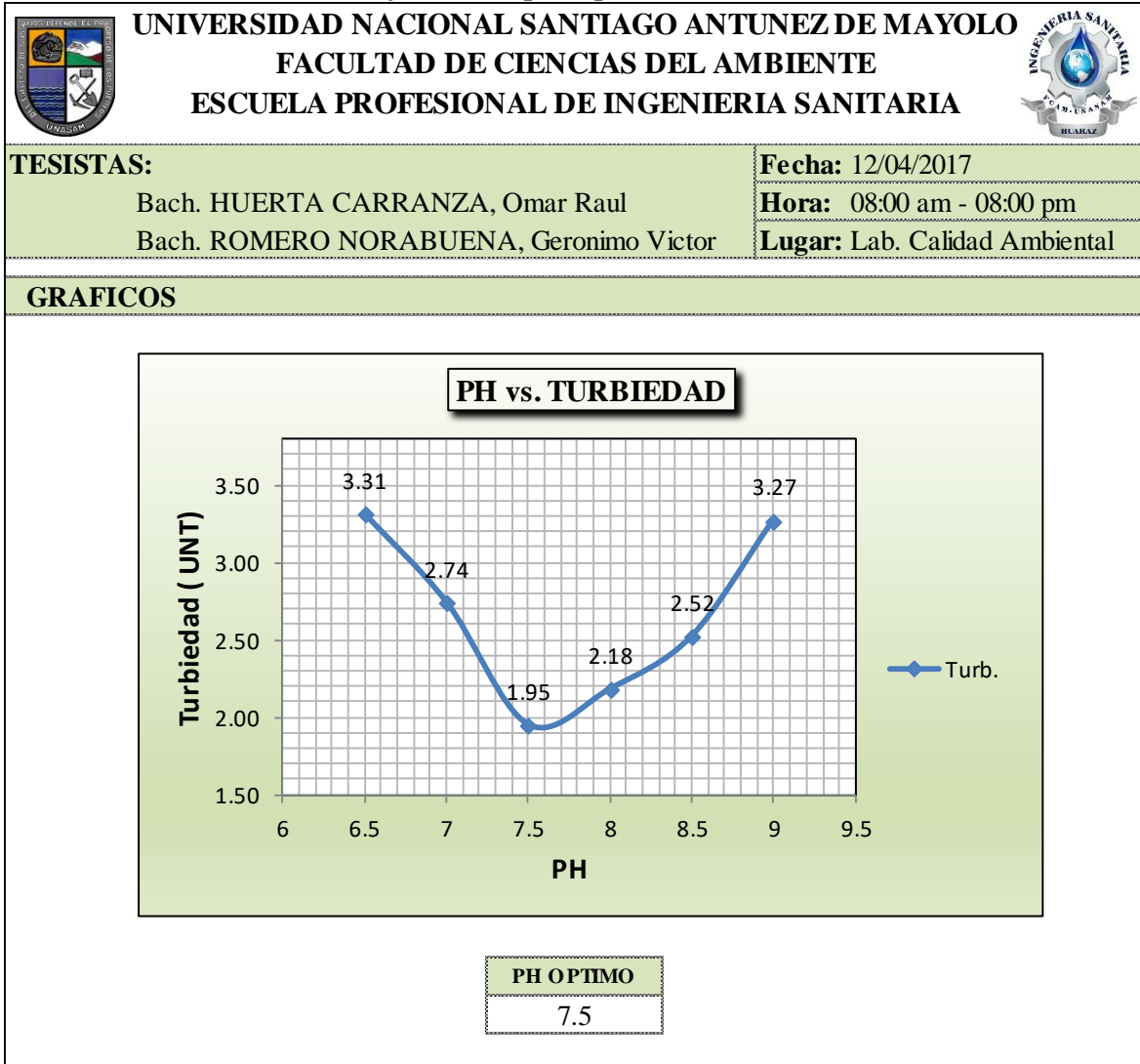
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°62. Resultados del 3er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 12/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
PH	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Vcoag.(ml)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Turbied. (Tf)	3.31	2.74	1.95	2.18	2.52	3.27

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°39. pH Optimo Aloe Vera



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que con una dosis optima de 30mg/l y una concentración optima de 4.0% se ha obtenido un pH óptimo de 7.5, obteniéndose un valor de turbiedad de 1.95 UNT correspondiente al vaso N°03.

4.2.3.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLOCULACIÓN

Tabla N°63. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA											
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor											
Fecha: 12/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental											
DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE FLOCULACION											
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA) CONCENTRACION: CONSTANTE 4.0 % (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 30mg/l (DOSIS OPTIMA)											
AGUA CRUDA	MEZCLA RAPIDA										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T₀</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.03</td> <td>79.1</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T ₀	5.03	79.1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5
PH	T ₀										
5.03	79.1										
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)									
300	135	5									
MEZCLA LENTA	SEDIMENTACION (DECANTACION)										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	h (cm)	TIEMPO (min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)									
80	72	20									
h (cm)	TIEMPO (min)										
6	10										

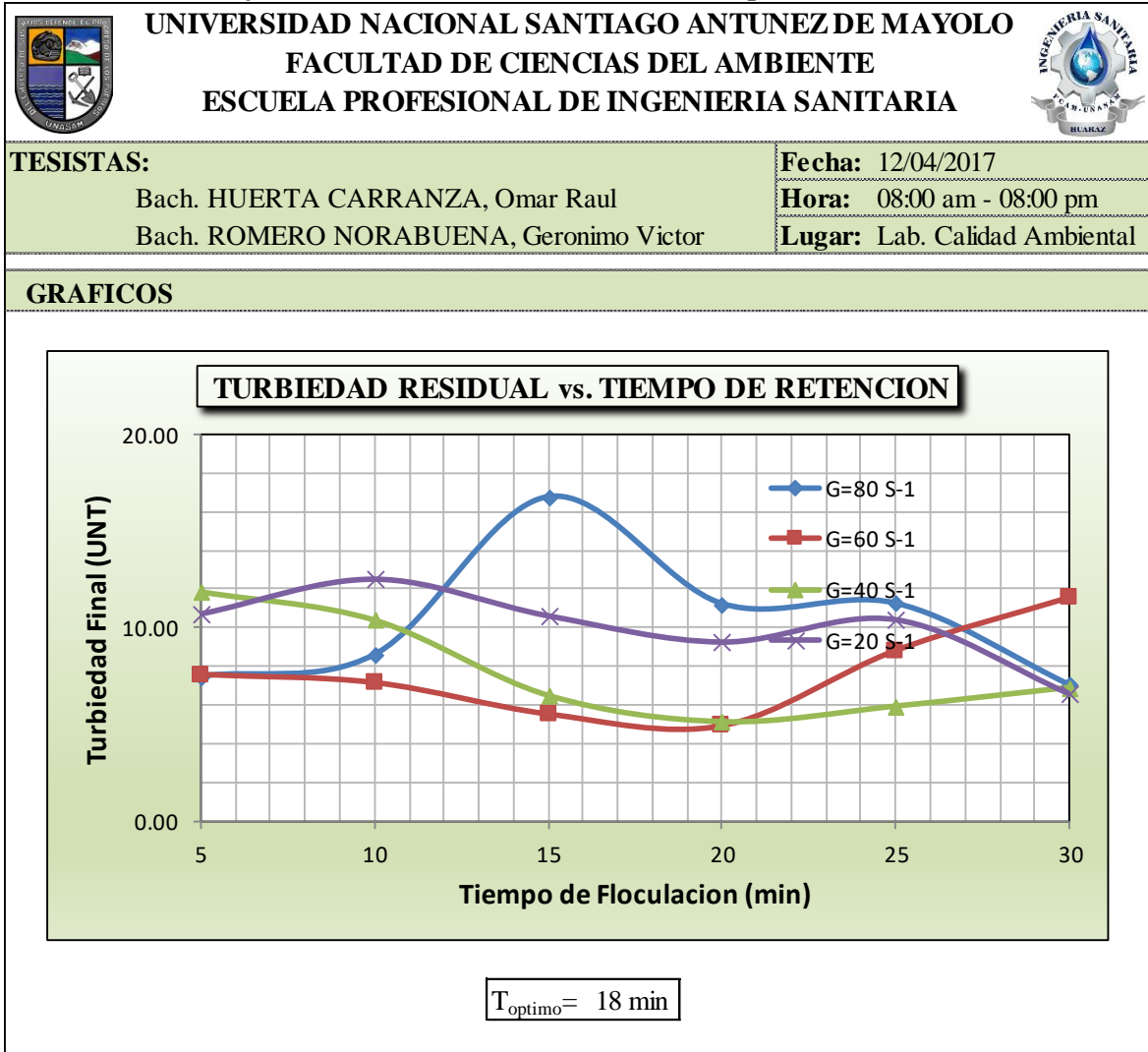
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°64. Tiempos de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA								
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor								
Fecha: 12/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental								
RESULTADOS								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">1.5 ml</td> </tr> </tbody> </table>		VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)		1.5 ml				
VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)								
1.5 ml								
GRADIENTE	G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION					
			5	10	15	20	25	30
G=80 S ⁻¹	80	55	7.46	8.58	16.74	11.21	11.23	7.02
G=60 S ⁻¹	60	45	7.58	7.16	5.53	4.92	8.82	11.57
G=40 S ⁻¹	40	34	11.90	10.42	6.49	5.12	5.93	6.91
G=20 S ⁻¹	20	20	10.70	12.50	10.60	9.24	10.40	6.56

Fuente: Elaboración Propia

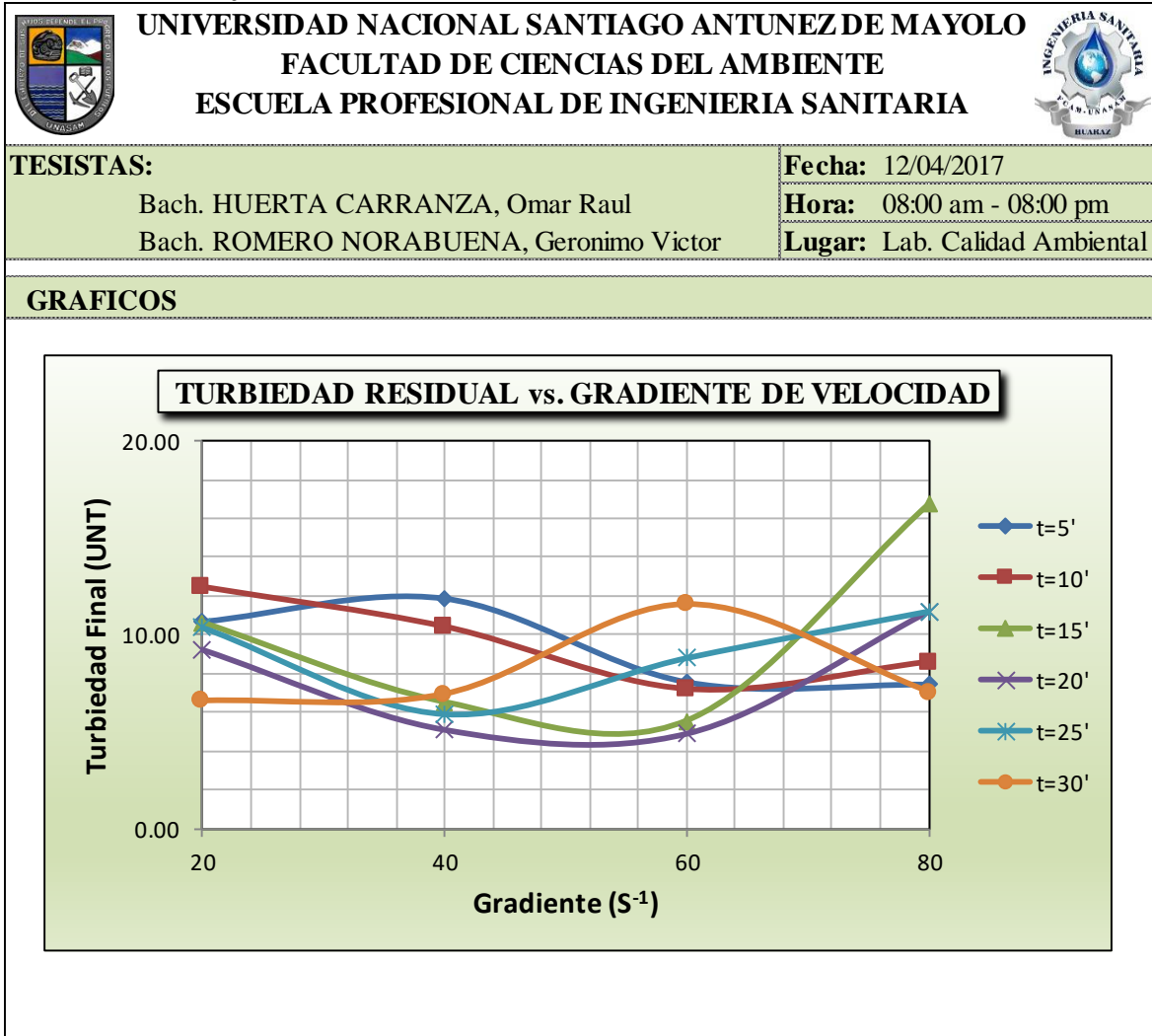
Gráfico N°40. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el gráfico se observa que la curva más baja es de $G=60S^{-1}$ esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 18 minutos.

Gráfico N°41. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En este gráfico ubicamos los puntos de máxima remoción para cada uno de estos tiempos para luego obtener las gradientes de velocidad con los que cada tiempo de retención optimiza. Se observa también que para cada curva de tiempo existe un mínimo valor de turbiedad el cual nos va entregar como abscisa su respectiva gradiente de velocidad.

Tabla N°65. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S⁻¹)	70	64	52	46	40	24

APLICANDO LA FORMULA:

a=	113.35
b=	-23.66
T=	6

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S ⁻¹)	75	59	49	42	37	33

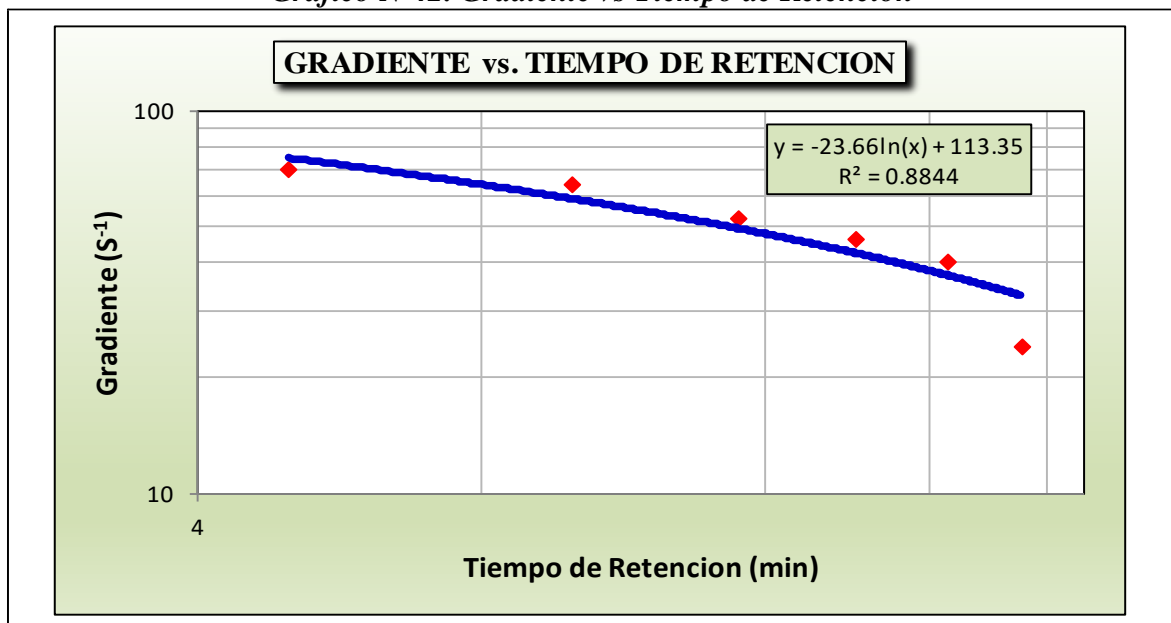
TRAMOS	Periodo de Retencion		GRADIENTE (S ⁻¹)
	Parcial	Total	
1	6	6	71.0
2	6	12	54.6
3	6	18	45.0

PARA 03 TRAMOS	
G1	71 s-1
G2	55 s-1
G3	45 s-1

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que de los gráficos se ha obtenido el cuadro de las gradientes de velocidad optimas de floculación, a partir de esta se realiza una correlación de G y T para hallar los valores de a y b y corregir el cuadro. Con estos datos vamos a tener las gradientes de velocidad para los 03 tramos de los floculadores para determinados periodos de retención.

Gráfico N°42. Gradiente vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

4.2.4 CUARTO MUESTREO



4.2.4.1 DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA

Tabla N°66. Características Generales

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 												
TESISTAS:		Fecha: 26/04/2017										
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm										
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental										
DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA (mg/l)												
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA) CONCENTRACION: CONSTANTE 4% DOSIS: VARIABLE (10mg/l - 15mg/l - 20mg/l - 25mg/l - 30mg/l - 35mg/l)												
AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.58</td> <td>76.80</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T _o	4.58	76.80	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5
PH	T _o											
4.58	76.80											
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)										
300	135	5										
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (MIN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>		h (cm)	TIEMPO (min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)										
80	72	20										
h (cm)	TIEMPO (min)											
6	10											

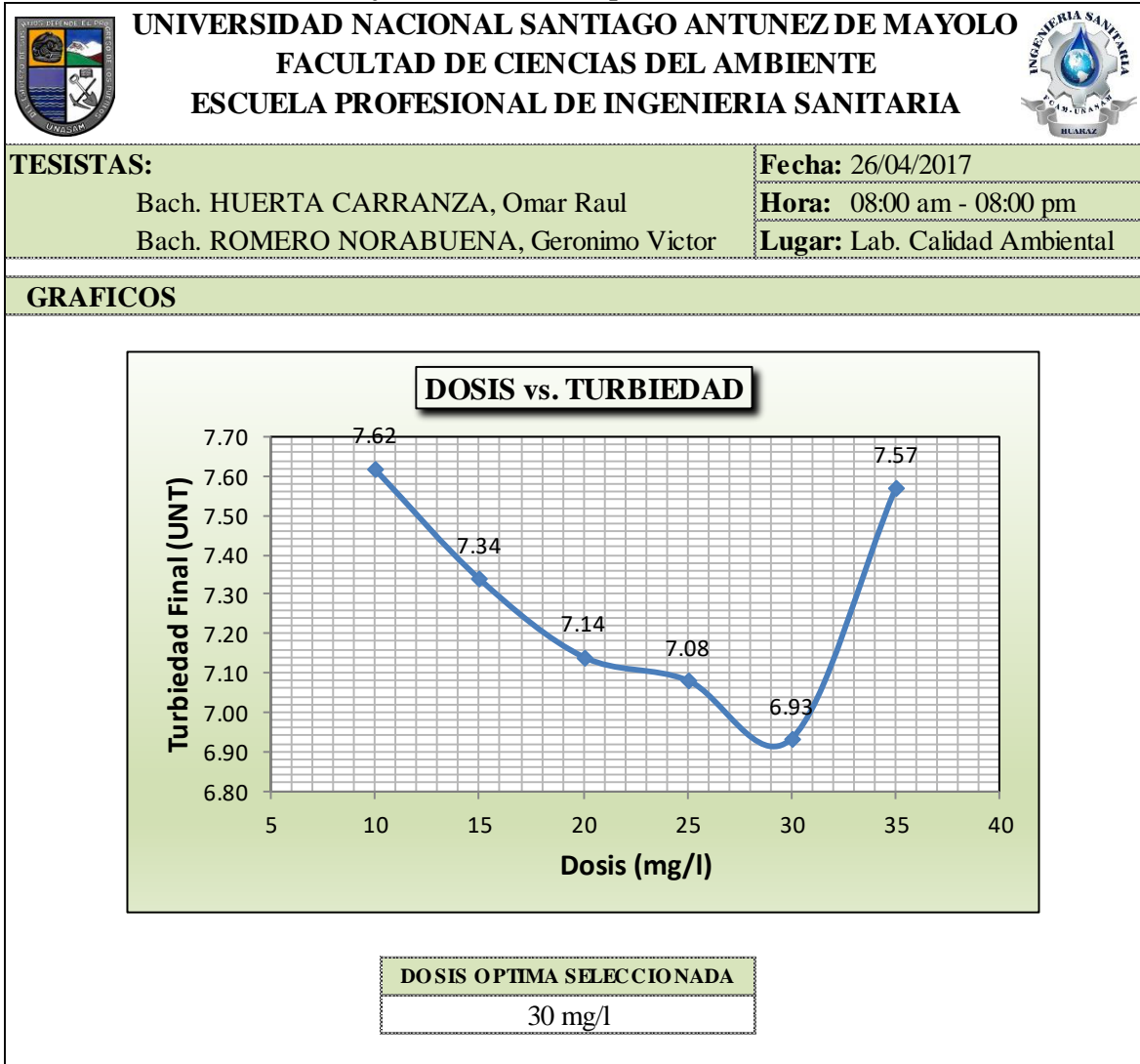
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°67. Resultados del 4to Muestreo

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 																														
TESISTAS:		Fecha: 26/04/2017																												
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm																												
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental																												
RESULTADOS																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vasos (Nº)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dosis (mg/l)</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Vcoag.(ml)</td> <td>0.5</td> <td>0.75</td> <td>1</td> <td>1.25</td> <td>1.5</td> <td>1.75</td> </tr> <tr> <td>Turbied. (Tf)</td> <td>7.62</td> <td>7.34</td> <td>7.14</td> <td>7.08</td> <td>6.93</td> <td>7.57</td> </tr> </tbody> </table>	Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6	Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35	Vcoag.(ml)	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	Turbied. (Tf)	7.62	7.34	7.14	7.08	6.93	7.57		
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6																								
Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35																								
Vcoag.(ml)	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75																								
Turbied. (Tf)	7.62	7.34	7.14	7.08	6.93	7.57																								

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°43. Dosis Optima Aloe Vera



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 6.93 UNT valor que nos arroja el Vaso N°05 con una dosis de 30mg/l siendo esta nuestra Dosis Optima de Coagulante para nuestro 4to Muestreo.

4.2.4.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN OPTIMA

Tabla N°68. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 26/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DE LA CONCENTRACION OPTIMA (mg/l)					
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA)					
CONCENTRACION: VARIABLE (2% - 2.5% - 3% - 3.5% - 4% - 4.5%)					
DOSIS: CONSTANTE 30mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀		V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)
4.58	76.8		300	135	5
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (MIN)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

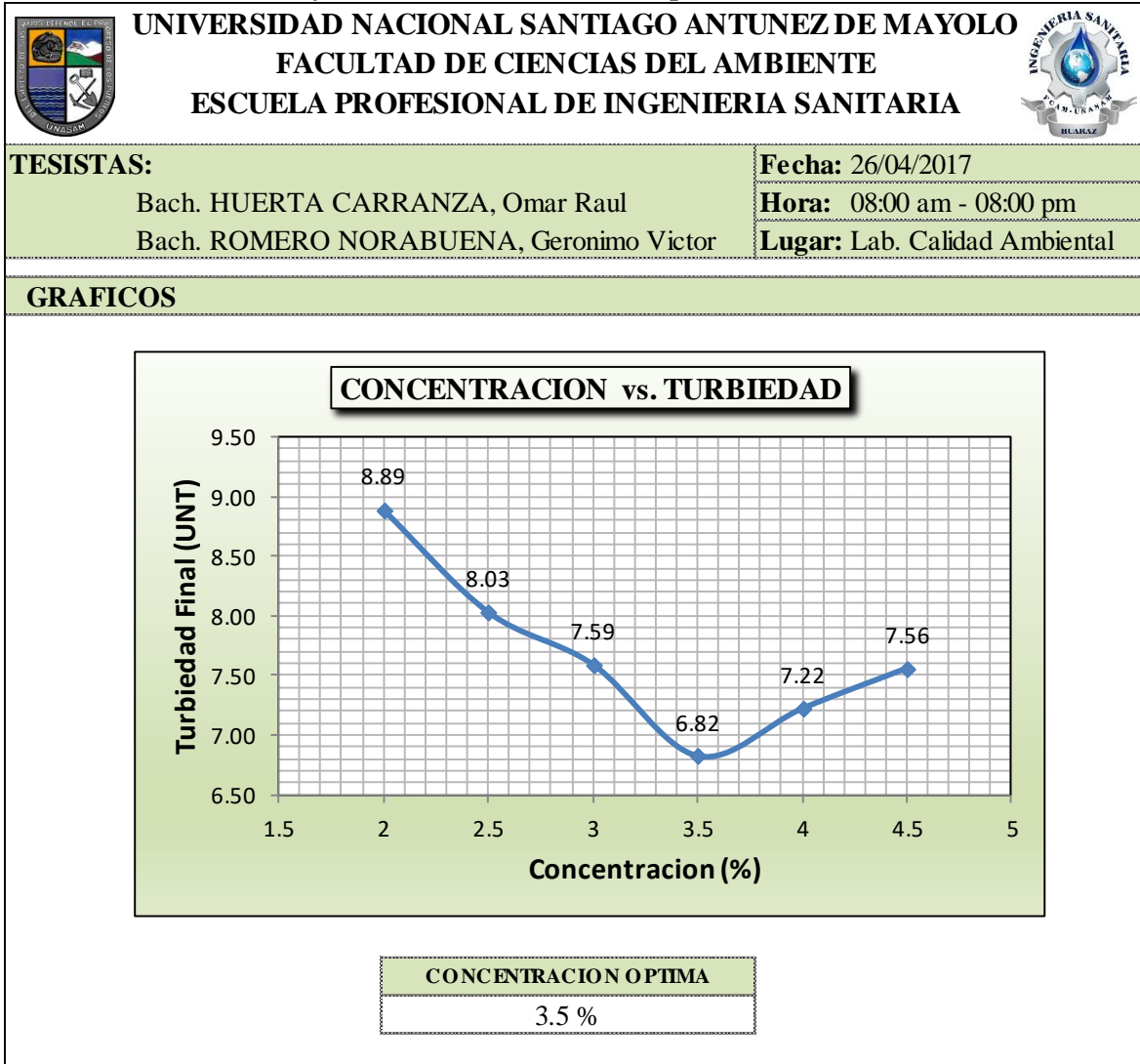
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°69. Resultados del 4to Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 26/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Concent.(%)	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Vcoag.(ml)	3.0	2.4	2.0	1.7	1.5	1.3
Turbied. (Tf)	8.89	8.03	7.59	6.82	7.22	7.56

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°44. Concentración Óptima Aloe Vera



Fuente: *Elaboración Propia*

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 6.82 UNT valor que nos arroja el Vaso N°04 con una concentración de 3.5% siendo esta nuestra Concentración Óptima de Coagulante para nuestro 4to Muestreo.

4.2.4.3 DETERMINACIÓN DEL PH OPTIMO

Tabla N°70. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 26/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DEL PH OPTIMO					
COAGULANTE: ALOE VERA (SABILA) CONCENTRACION: CONSTANTE 3.5% (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 30mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	
4.58	76.8	300	135	5	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

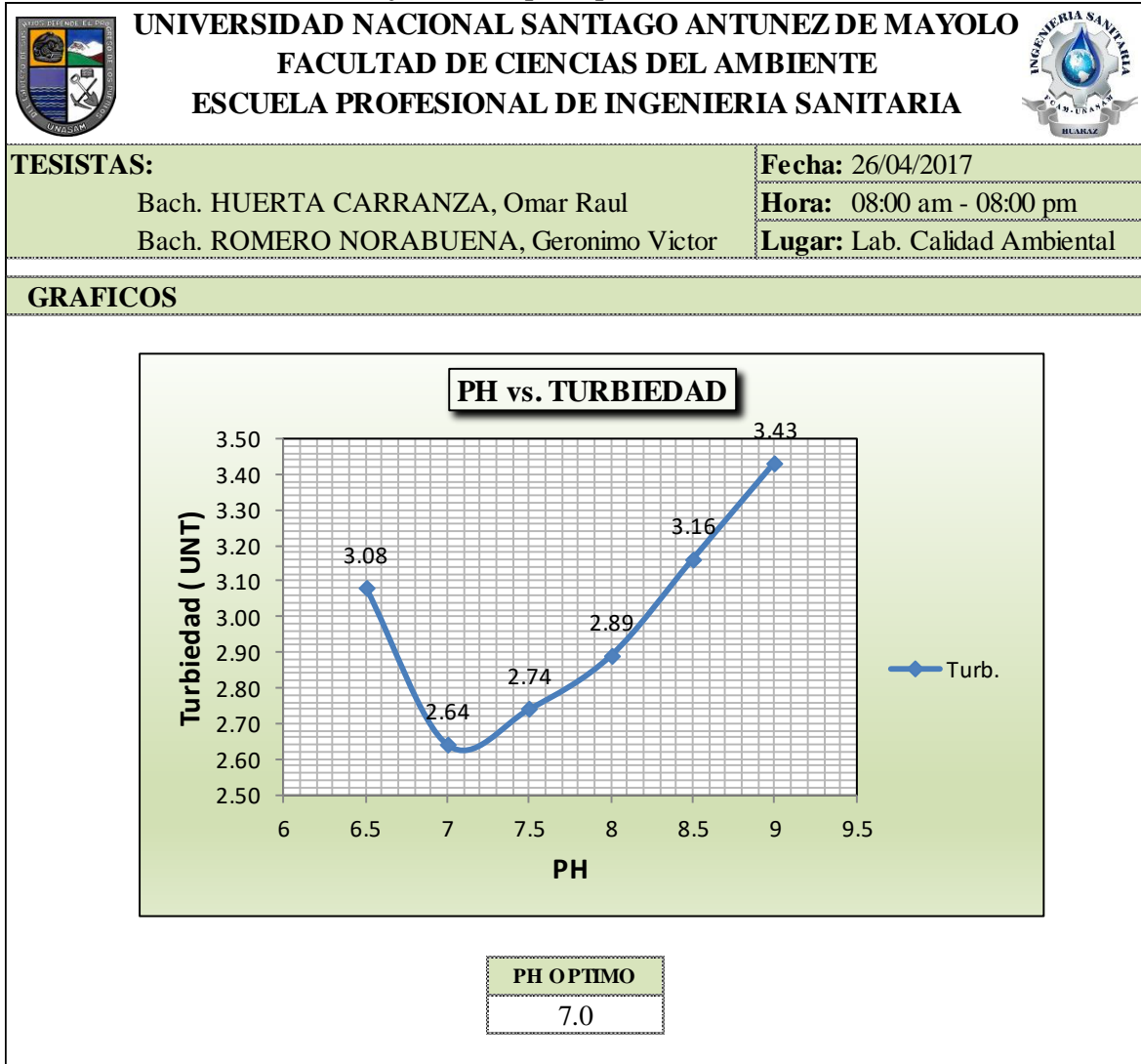
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°71. Resultados del 4to Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 26/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
PH	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Vcoag.(ml)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Turbied. (Tf)	3.08	2.64	2.74	2.89	3.16	3.43

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°45. pH Optimo Aloe Vera



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que con una dosis optima de 30mg/l y una concentración optima de 3.5% se ha obtenido un pH óptimo de 7.0, obteniéndose un valor de turbiedad de 2.64 UNT correspondiente al vaso N°02.

4.2.4.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLOCULACIÓN

Tabla N°72. Características Generales

AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.58</td> <td>76.8</td> </tr> </tbody> </table>		PH	T _o	4.58	76.8	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>			V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5
PH	T _o													
4.58	76.8													
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)												
300	135	5												
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>		V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>			h (cm)	TIEMPO (min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)												
80	72	20												
h (cm)	TIEMPO (min)													
6	10													

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°73. Tiempos de Floculación

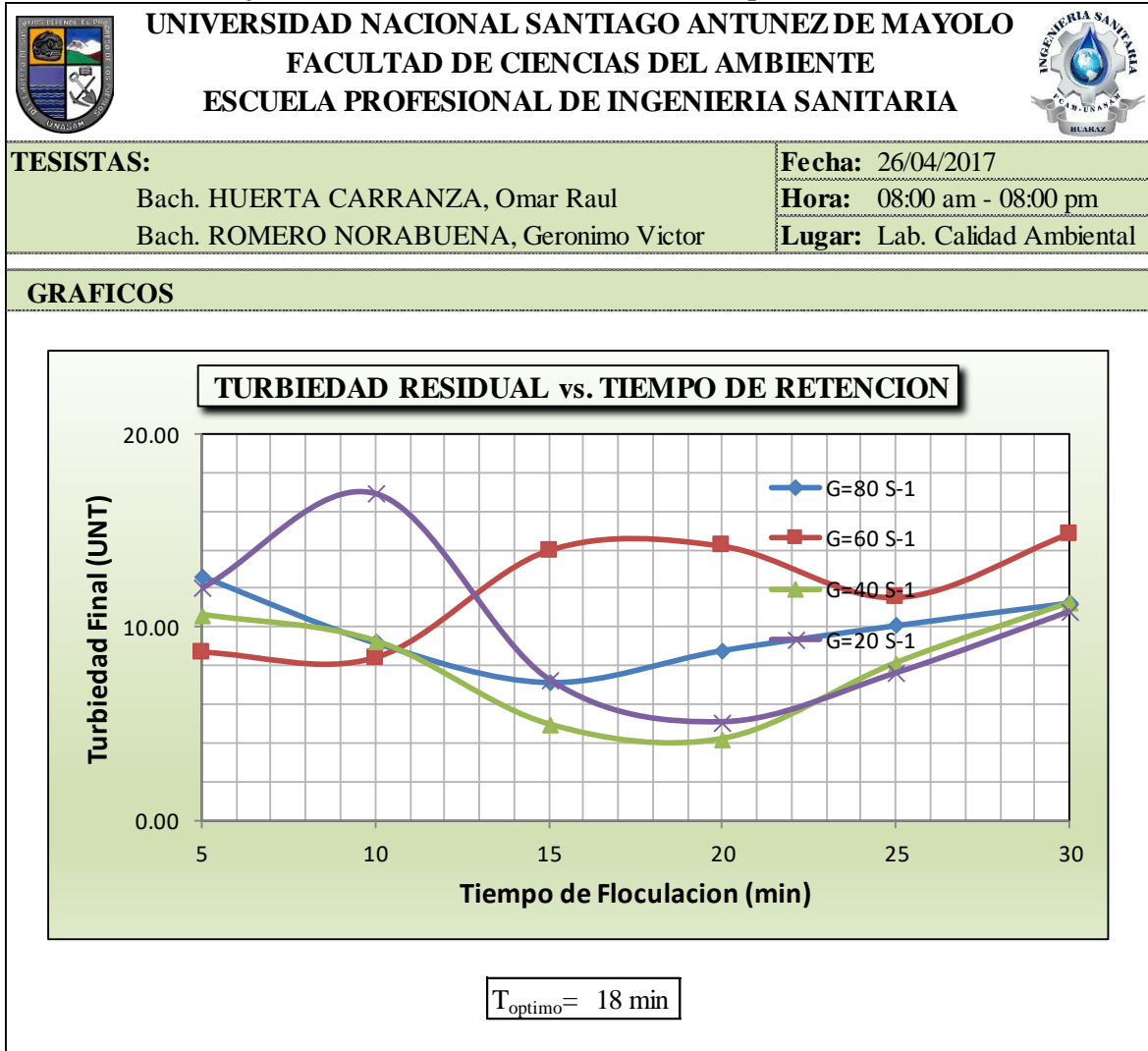
AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.58</td> <td>76.8</td> </tr> </tbody> </table>		PH	T _o	4.58	76.8	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>			V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5
PH	T _o													
4.58	76.8													
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)												
300	135	5												
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>		V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>			h (cm)	TIEMPO (min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)												
80	72	20												
h (cm)	TIEMPO (min)													
6	10													

VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)	
1.7 ml	

GRADIENTE	G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION					
			5	10	15	20	25	30
G=80 S ⁻¹	80	55	12.66	9.22	7.17	8.82	10.11	11.28
G=60 S ⁻¹	60	45	8.70	8.42	14.00	14.23	11.55	14.87
G=40 S ⁻¹	40	34	10.62	9.26	4.96	4.21	8.12	11.23
G=20 S ⁻¹	20	20	12.00	16.93	7.29	5.07	7.61	10.80

Fuente: Elaboración Propia



Gráfico N°46. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención



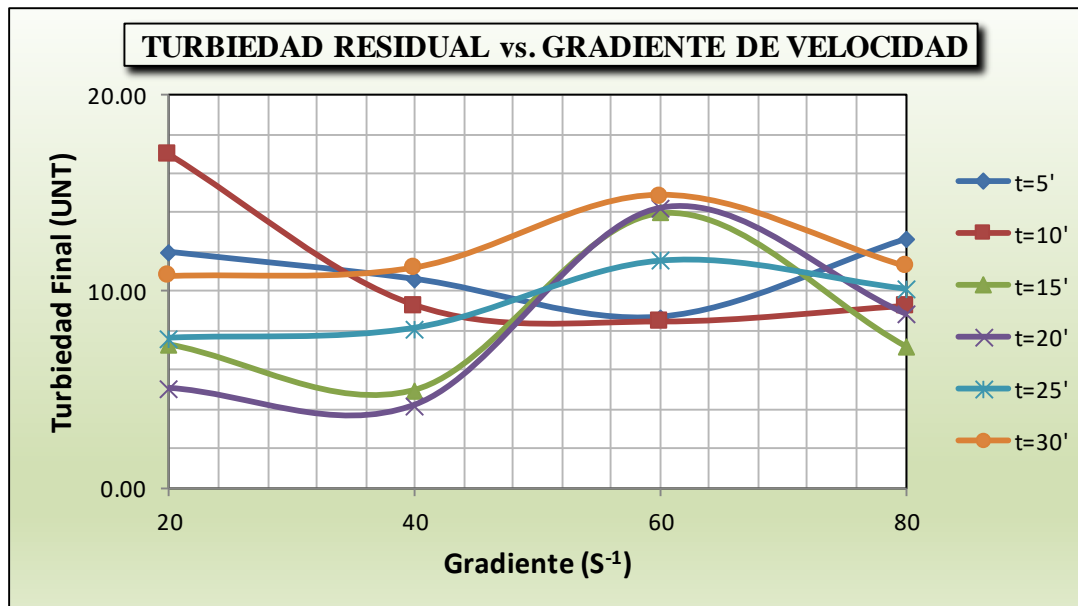
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el gráfico se observa que la curva más baja es de $G=40S^{-1}$ esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 18 minutos.

Gráfico N°47. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
Fecha: 26/04/2017	
Hora: 08:00 am - 08:00 pm	
Lugar: Lab. Calidad Ambiental	

GRAFICOS



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En este gráfico ubicamos los puntos de máxima remoción para cada uno de estos tiempos para luego obtener las gradientes de velocidad con los que cada tiempo de retención optimiza. Se observa también que para cada curva de tiempo existe un mínimo valor de turbiedad el cual nos va entregar como abscisa su respectiva gradiente de velocidad.

Tabla N°74. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S⁻¹)	59	56	36	34	26	28

APLICANDO LA FORMULA:

a=	94.753
b=	-20.3
T=	6

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S ⁻¹)	62	48	40	34	29	26

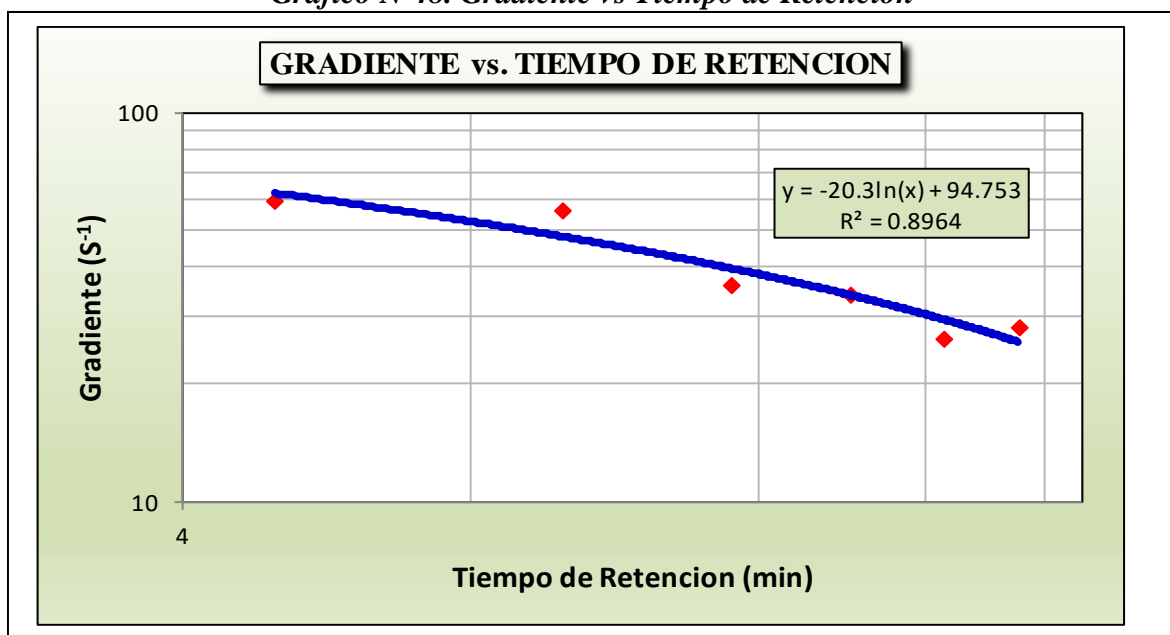
TRAMOS	Periodo de Retencion		GRADIENTE (S ⁻¹)
	Parcial	Total	
1	6	6	58.4
2	6	12	44.3
3	6	18	36.1

PARA 03 TRAMOS	
G1	58 s-1
G2	44 s-1
G3	36 s-1

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que de los gráficos se ha obtenido el cuadro de las gradientes de velocidad optimas de floculación, a partir de esta se realiza una correlación de G y T para hallar los valores de a y b y corregir el cuadro. Con estos datos vamos a tener las gradientes de velocidad para los 03 tramos de los floculadores para determinados periodos de retención.

Gráfico N°48. Gradiente vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

4.3 RESULTADOS OBTENIDOS CON EL SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$

4.3.1 PRIMER MUESTREO



4.3.1.1 DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA

Tabla N°75. Características Generales

AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA												
 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 														
TESISTAS:		Fecha: 17/03/2017												
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm												
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental												
DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA (mg/l)														
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: CONSTANTE 2% DOSIS: VARIABLE (10mg/l - 15mg/l - 20mg/l - 25mg/l - 30mg/l - 35mg/l)														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.75</td> <td>88.20</td> </tr> </tbody> </table>		PH	T _o	4.75	88.20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>			V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5
PH	T _o													
4.75	88.20													
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)												
300	135	5												
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (MIN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>		V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>			h (cm)	TIEMPO (min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)												
80	72	20												
h (cm)	TIEMPO (min)													
6	10													

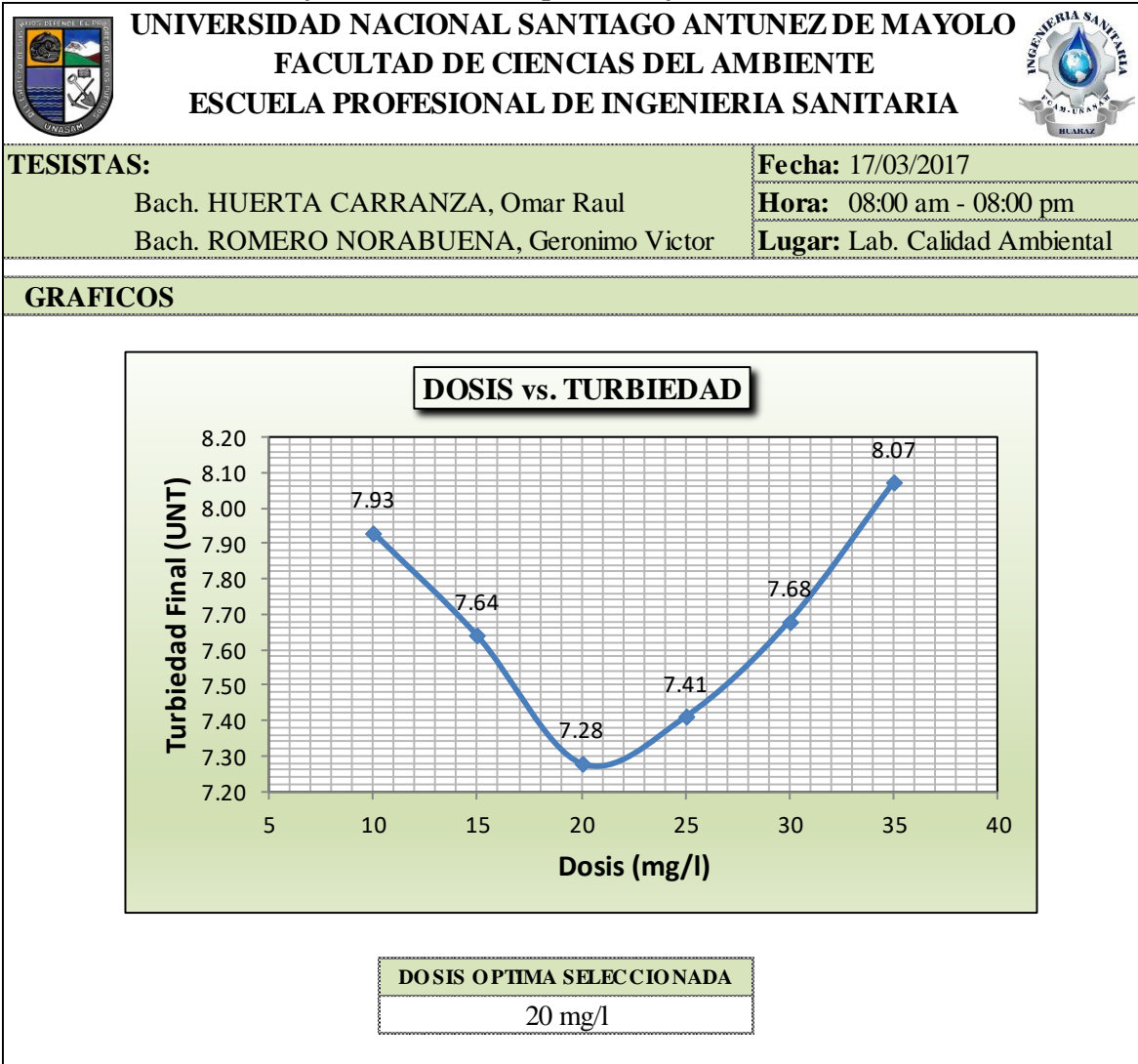
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°76. Resultados del 1er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		INGENIERIA SANITARIA				
 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 						
TESISTAS:		Fecha: 17/03/2017				
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm				
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental				
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35
Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5
Turbied. (Tf)	7.93	7.64	7.28	7.41	7.68	8.07

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°49. Dosis Óptima Sulfato de Aluminio



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 7.28 UNT valor que nos arroja el Vaso N°03 con una dosis de 20mg/l siendo esta nuestra Dosis Óptima de Coagulante para nuestro 1er Muestreo.

4.3.1.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN OPTIMA

Tabla N°77. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 17/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DE LA CONCENTRACION OPTIMA (mg/l)					
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: VARIABLE (0.5% - 1.0% - 1.5% - 2.0% - 2.5% - 3.0%) DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)		GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)
4.75	88.2	300		135	5
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (MIN)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

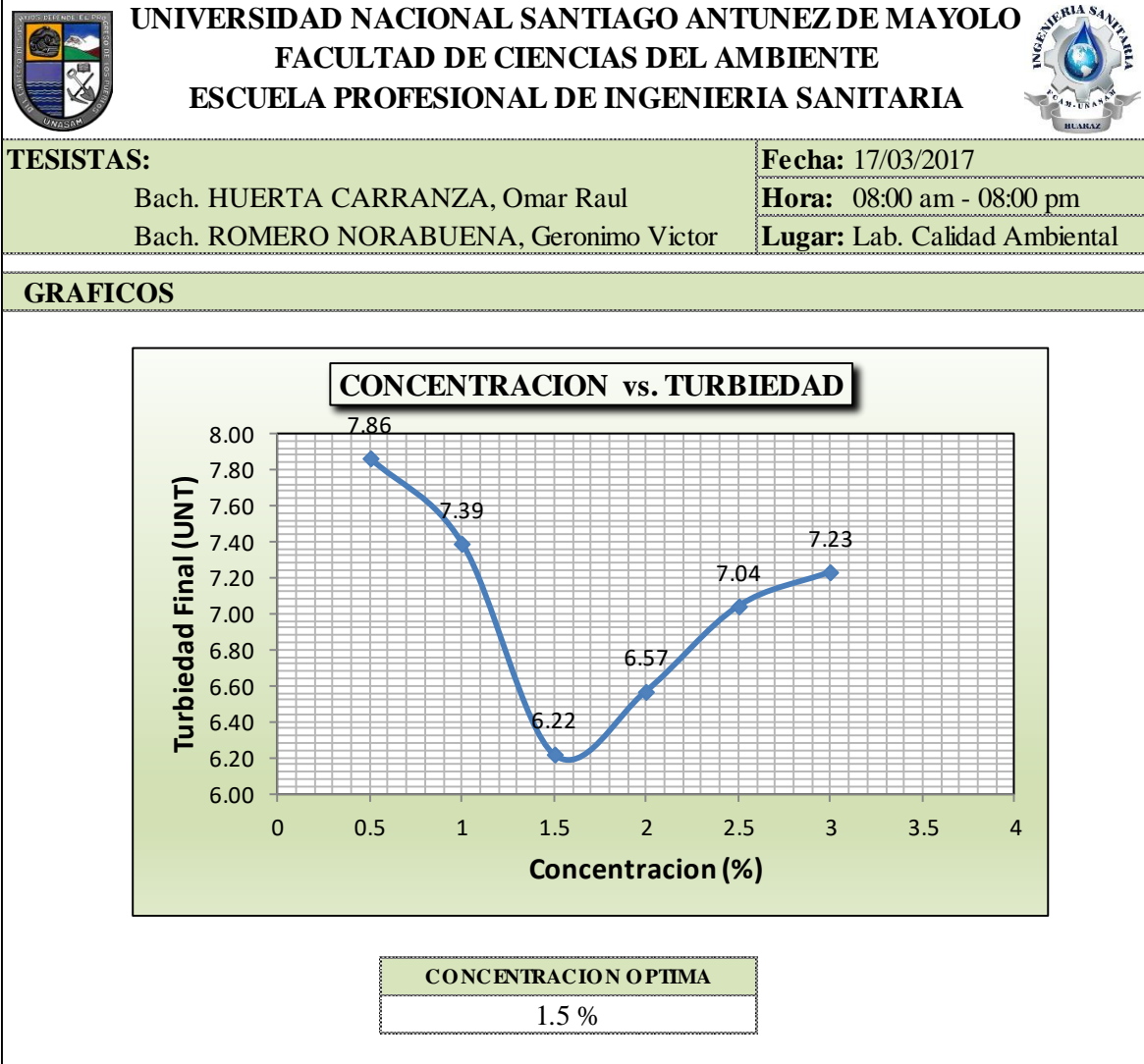
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°78. Resultados del 1er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 17/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Concent.(%)	0.5	1	1.5	2	2.5	3
Vcoag.(ml)	8.0	4.0	2.7	2.0	1.6	1.3
Turbied. (Tf)	7.86	7.39	6.22	6.57	7.04	7.23

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°50. Concentración Óptima Sulfato de Aluminio



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 6.22 UNT valor que nos arroja el Vaso N°03 con una concentración de 1.5% siendo esta nuestra Concentración Óptima de Coagulante para nuestro 1er Muestreo.

4.3.1.3 DETERMINACIÓN DEL PH OPTIMO

Tabla N°79. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 17/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DEL PH OPTIMO					
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: CONSTANTE 1.5% (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	
4.75	88.2	300	135	5	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

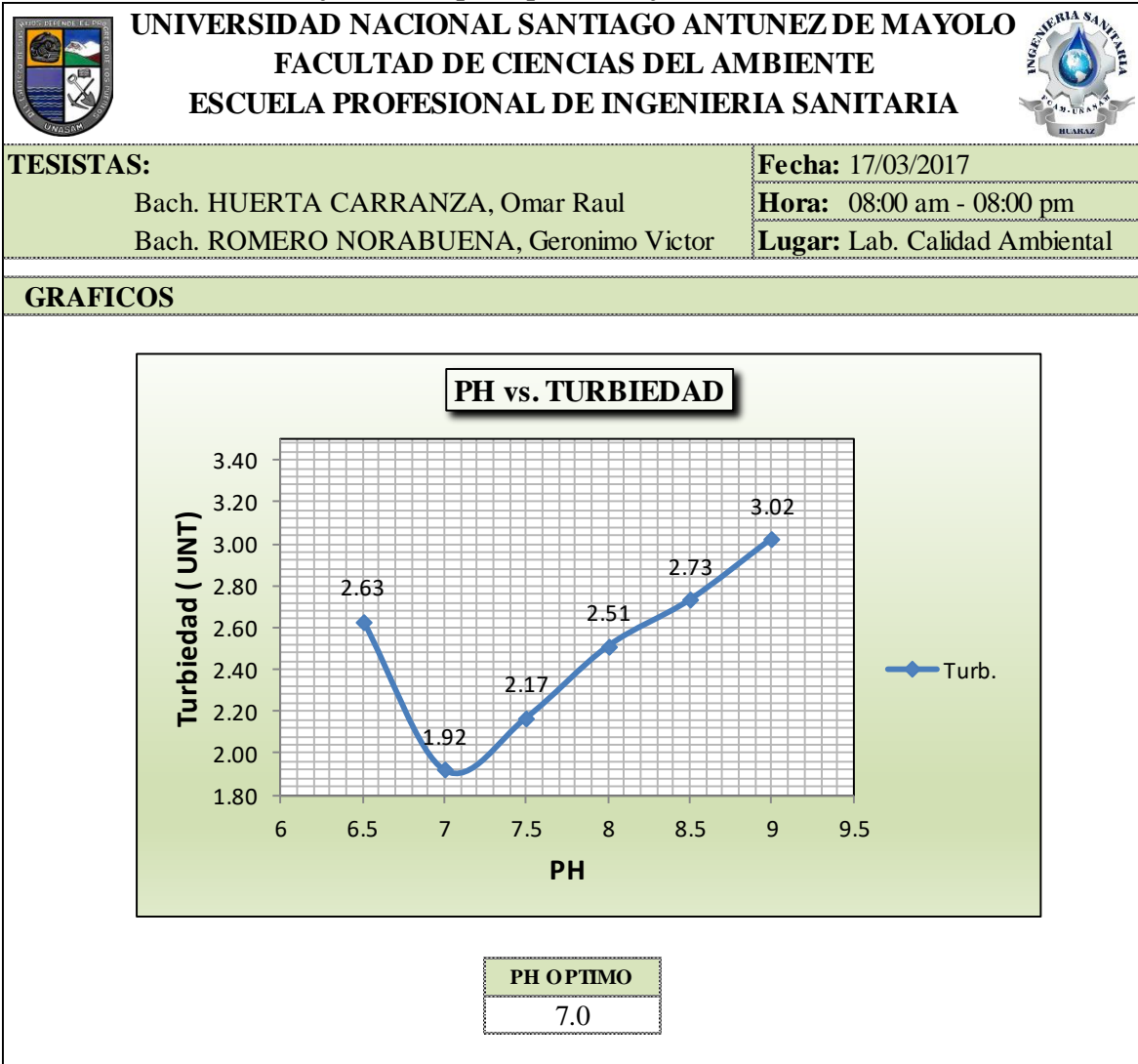
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°80. Resultados del 1er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 17/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
PH	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Vcoag.(ml)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Turbied. (Tf)	2.63	1.92	2.17	2.51	2.73	3.02

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°51. pH Optimo Sulfato de Aluminio



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que con una dosis optima de 20mg/l y una concentración optima de 1.5% se ha obtenido un pH óptimo de 7.0, obteniéndose un valor de turbiedad de 1.92 UNT correspondiente al vaso N°02.

4.3.1.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLOCULACIÓN

Tabla N°81. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA											
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor				Fecha: 17/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental											
DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE FLOCULACION															
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: CONSTANTE 1.5 % (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 20mg/l (DOSIS OPTIMA)															
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA												
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.75</td> <td>88.2</td> </tr> </tbody> </table>			PH	T _o	4.75	88.2	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>			V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5
PH	T _o														
4.75	88.2														
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)													
300	135	5													
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)												
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>			V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	80	72	20	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>			h (cm)	TIEMPO (min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)													
80	72	20													
h (cm)	TIEMPO (min)														
6	10														

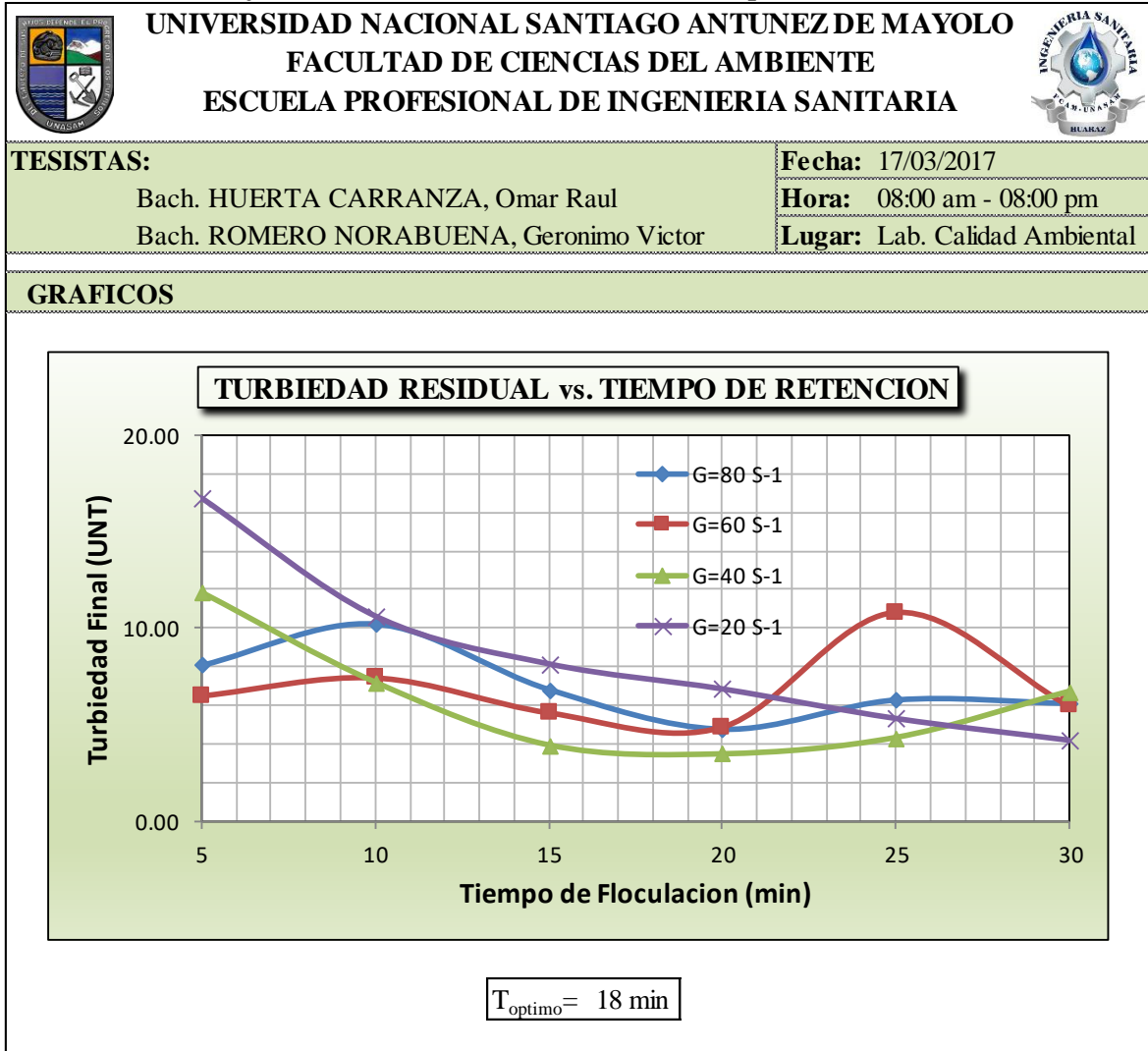
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°82. Tiempos de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA					
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor				Fecha: 17/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental					
RESULTADOS									
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">2.7 ml</td> </tr> </tbody> </table>						VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)		2.7 ml	
VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)									
2.7 ml									
		TIEMPO DE FLOCULACION							
GRADIENTE	G (S ⁻¹)	V (RPM)	5	10	15	20	25	30	
G=80 S ⁻¹	80	55	8.07	10.23	6.81	4.73	6.26	6.08	
G=60 S ⁻¹	60	45	6.49	7.42	5.62	4.88	10.80	5.96	
G=40 S ⁻¹	40	34	11.84	7.18	3.92	3.46	4.31	6.71	
G=20 S ⁻¹	20	20	16.73	10.62	8.14	6.84	5.31	4.18	

Fuente: Elaboración Propia

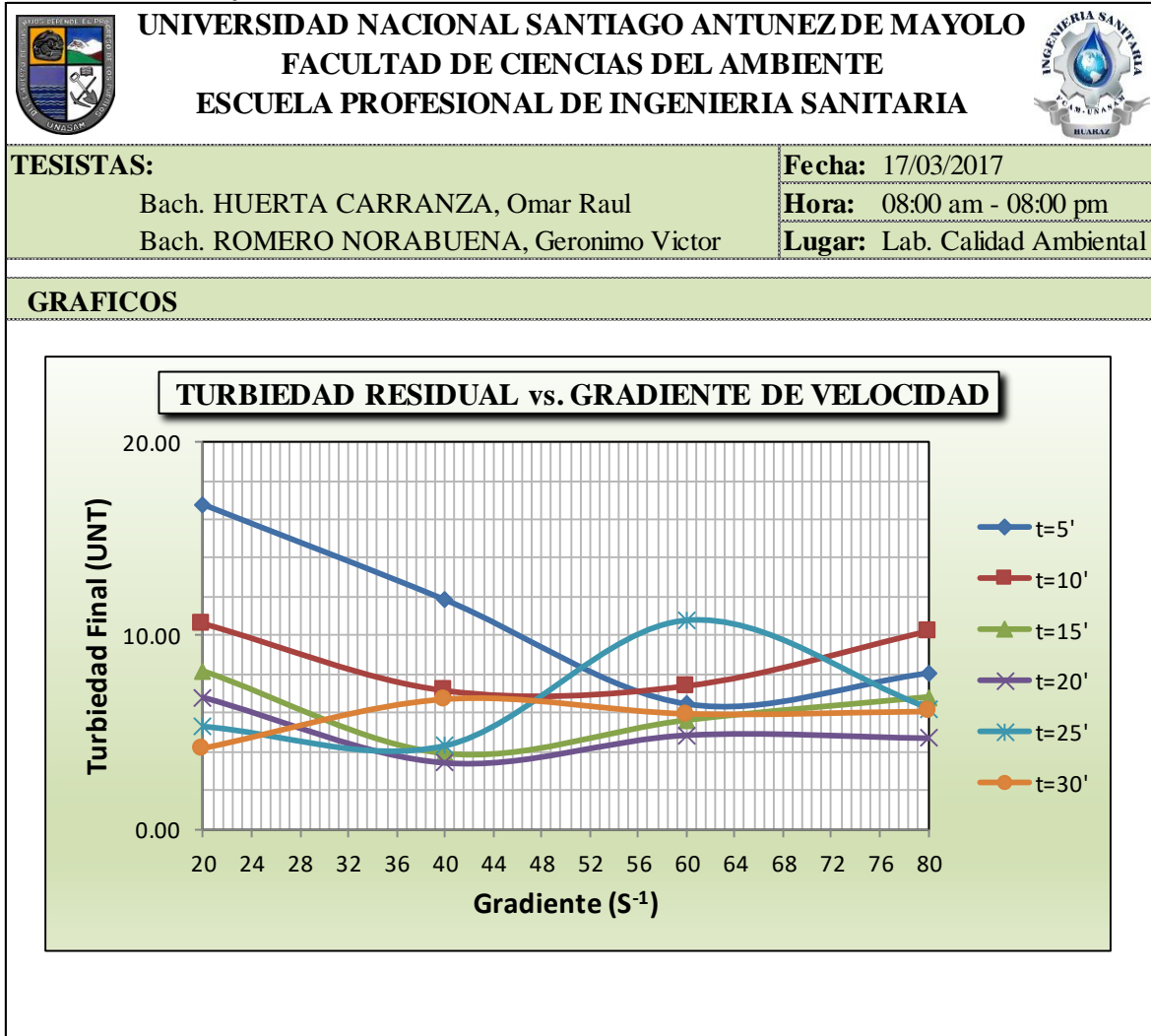
Gráfico N°52. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el gráfico se observa que la curva más baja es de $G=40S^{-1}$ esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 18 minutos.

Gráfico N°53. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En este grafico ubicamos los puntos de máxima remoción para cada uno de estos tiempos para luego obtener las gradientes de velocidad con los que cada tiempo de retención optimiza. Se observa también que para cada curva de tiempo existe un mínimo valor de turbiedad el cual nos va entregar como abscisa su respectiva gradiente de velocidad.

Tabla N°83. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S⁻¹)	62	46	40	42	32	20

APLICANDO LA FORMULA:

a=	94.53
b=	-20.03
T=	6

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S ⁻¹)	62	48	40	35	30	26

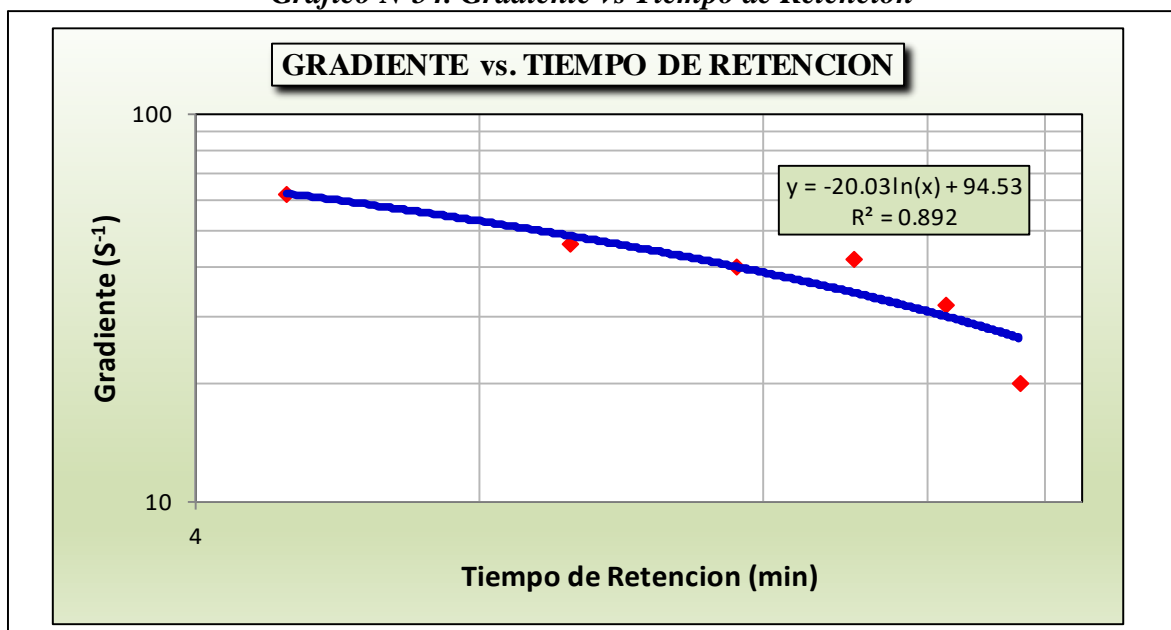
TRAMOS	Periodo de Retencion		GRADIENTE (S ⁻¹)
	Parcial	Total	
1	6	6	58.6
2	6	12	44.8
3	6	18	36.6

PARA 03 TRAMOS	
G1	59 s-1
G2	45 s-1
G3	37 s-1

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que de los gráficos se ha obtenido el cuadro de las gradientes de velocidad optimas de floculación, a partir de esta se realiza una correlación de G y T para hallar los valores de a y b y corregir el cuadro. Con estos datos vamos a tener las gradientes de velocidad para los 03 tramos de los floculadores para determinados periodos de retención.

Gráfico N°54. Gradiente vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

4.3.2 SEGUNDO MUESTREO



4.3.2.1 DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA

Tabla N°84. Características Generales

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 												
TESISTAS:		Fecha: 31/03/2017										
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm										
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental										
DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA (mg/l)												
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: CONSTANTE 2% DOSIS: VARIABLE (10mg/l - 15mg/l - 20mg/l - 25mg/l - 30mg/l - 35mg/l)												
AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.72</td> <td>84.60</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T _o	4.72	84.60	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5
PH	T _o											
4.72	84.60											
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)										
300	135	5										
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (MIN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>		h (cm)	TIEMPO (min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)										
80	72	20										
h (cm)	TIEMPO (min)											
6	10											

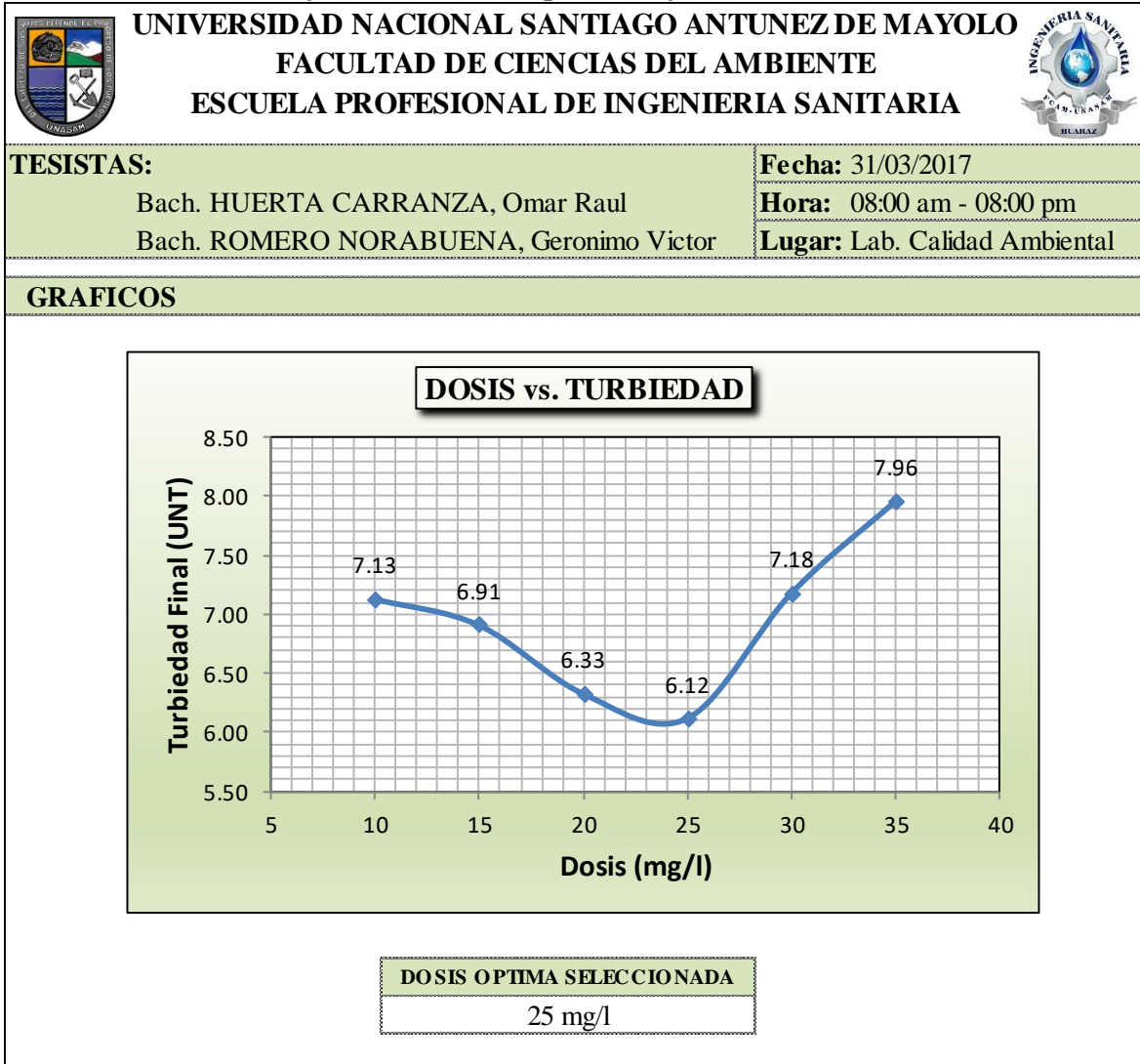
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°85. Resultados del 2do Muestreo

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 																														
TESISTAS:		Fecha: 31/03/2017																												
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm																												
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental																												
RESULTADOS																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vasos (Nº)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dosis (mg/l)</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Vcoag.(ml)</td> <td>1</td> <td>1.5</td> <td>2</td> <td>2.5</td> <td>3</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>Turbied. (Tf)</td> <td>7.13</td> <td>6.91</td> <td>6.33</td> <td>6.12</td> <td>7.18</td> <td>7.96</td> </tr> </tbody> </table>	Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6	Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35	Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	Turbied. (Tf)	7.13	6.91	6.33	6.12	7.18	7.96		
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6																								
Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35																								
Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5																								
Turbied. (Tf)	7.13	6.91	6.33	6.12	7.18	7.96																								

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°55. Dosis Óptima Sulfato de Aluminio



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 6.12 UNT valor que nos arroja el Vaso N°04 con una dosis de 25mg/l siendo esta nuestra Dosis Óptima de Coagulante para nuestro 2do Muestreo.

4.3.2.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN OPTIMA

Tabla N°86. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 31/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DE LA CONCENTRACION OPTIMA (mg/l)					
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: VARIABLE (0.5% - 1.0% - 1.5% - 2.0% - 2.5% - 3.0%) DOSIS: CONSTANTE 25mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)		GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)
4.72	84.6	300		135	5
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (MIN)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

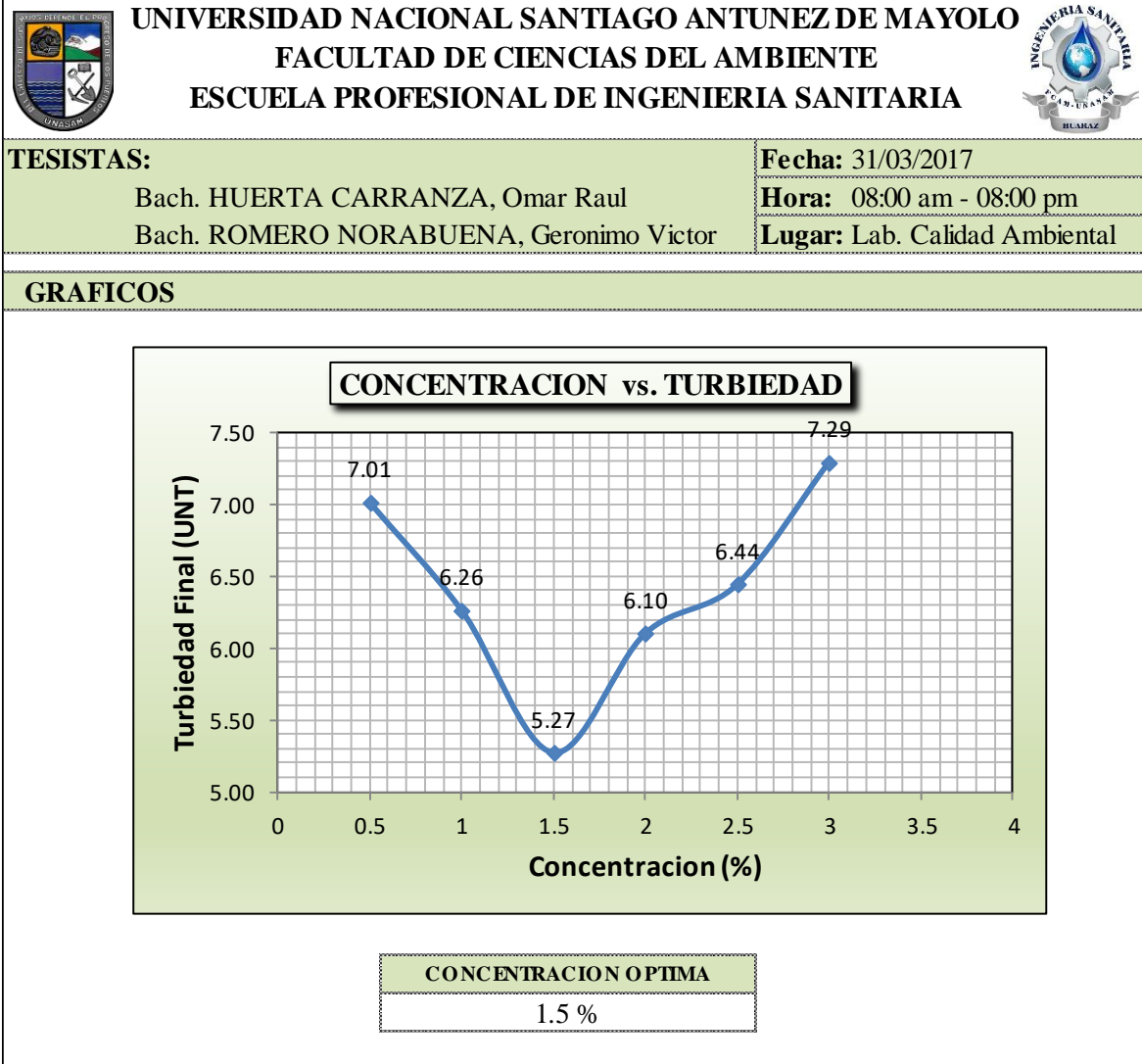
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°87. Resultados del 2do Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 31/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Concent.(%)	0.5	1	1.5	2	2.5	3
Vcoag.(ml)	10.0	5.0	3.3	2.5	2.0	1.7
Turbied. (Tf)	7.01	6.26	5.27	6.10	6.44	7.29

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°56. Concentración Óptima Sulfato de Aluminio



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 5.27 UNT valor que nos arroja el Vaso N°03 con una concentración de 1.5% siendo esta nuestra Concentración Óptima de Coagulante para nuestro 2do Muestreo.

4.3.2.3 DETERMINACIÓN DEL PH OPTIMO

Tabla N°88. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 31/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DEL PH OPTIMO					
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: CONSTANTE 1.5% (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 25mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	
4.72	84.6	300	135	5	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

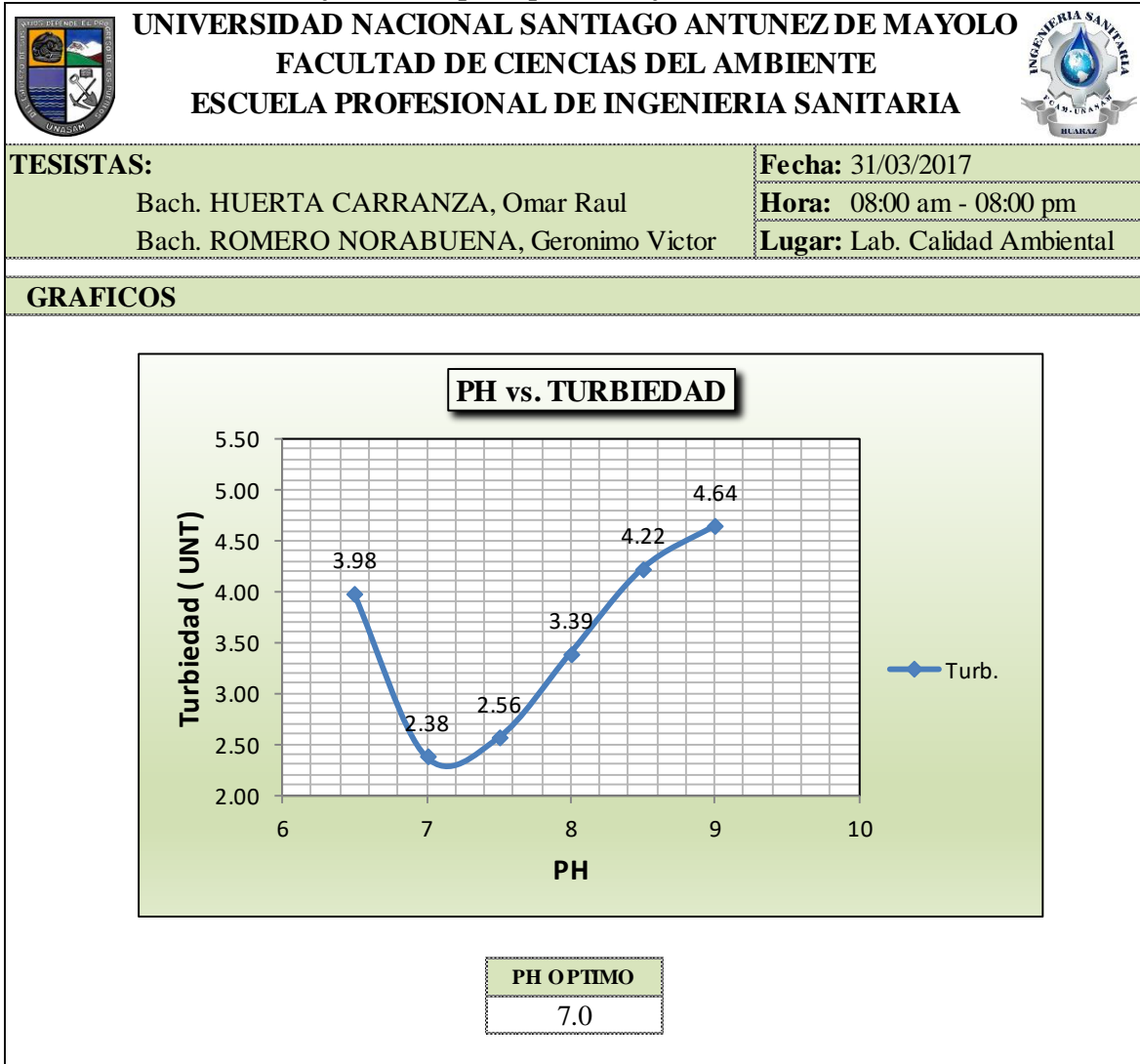
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°89. Resultados del 2do Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 31/03/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
PH	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Vcoag.(ml)	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33
Turbied. (Tf)	3.98	2.38	2.56	3.39	4.22	4.64

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°57. pH Óptimo Sulfato de Aluminio



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que con una dosis óptima de 25mg/l y una concentración óptima de 1.5% se ha obtenido un pH óptimo de 7.0, obteniéndose un valor de turbiedad de 2.38 UNT correspondiente al vaso N°02.

4.3.2.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLOCULACIÓN

Tabla N°90. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor				Fecha: 31/03/2017	
				Hora: 08:00 am - 08:00 pm	
				Lugar: Lab. Calidad Ambiental	
DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE FLOCULACION					
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: CONSTANTE 1.5 % (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 25mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T _o		V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)
4.72	84.6		300	135	5
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

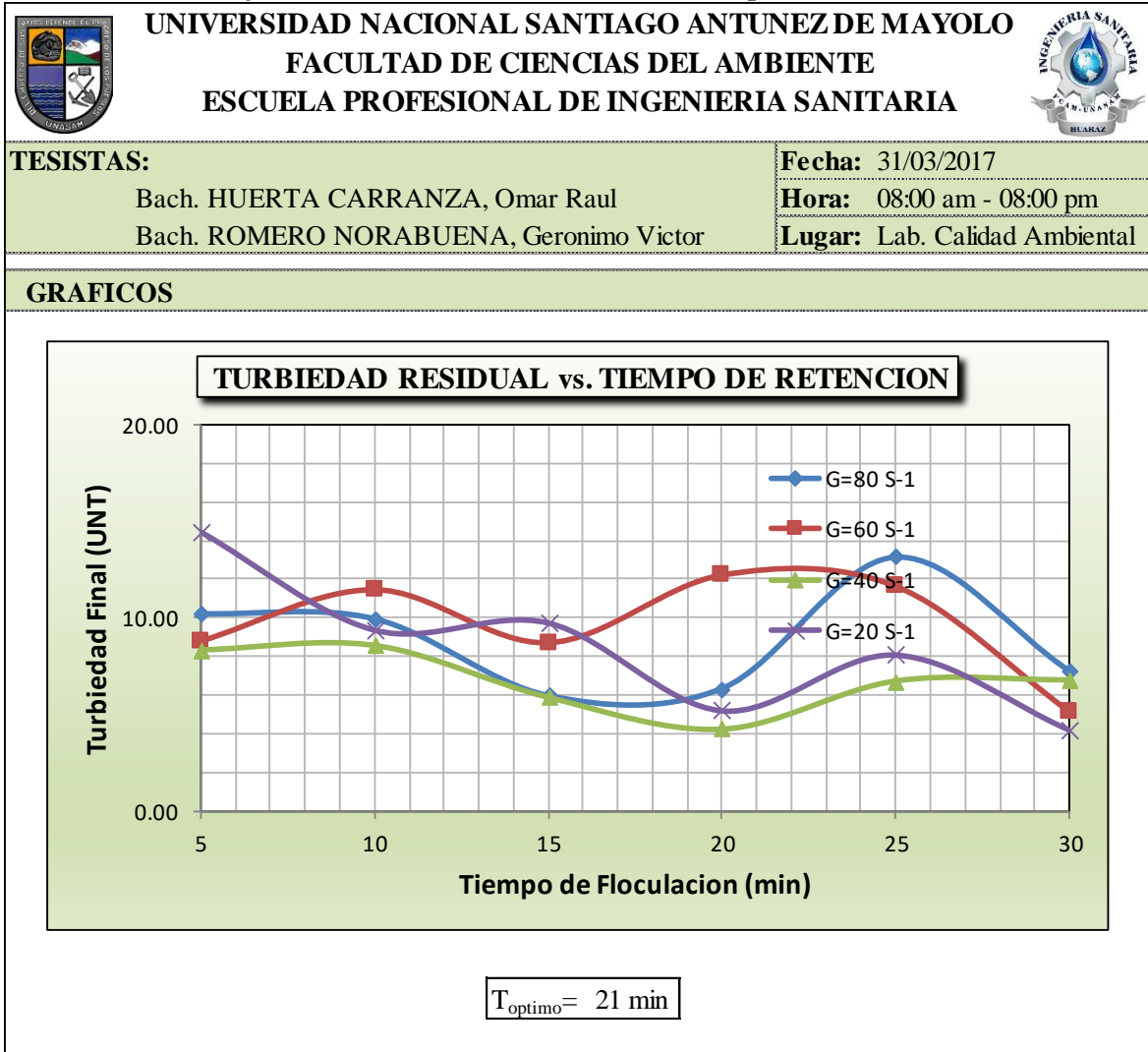
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°91. Tiempos de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA					
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor				Fecha: 31/03/2017					
				Hora: 08:00 am - 08:00 pm					
				Lugar: Lab. Calidad Ambiental					
RESULTADOS									
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">3.3 ml</td> </tr> </table>						VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)		3.3 ml	
VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)									
3.3 ml									
GRADIENTE	G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION						
			5	10	15	20	25	30	
G=80 S ⁻¹	80	55	10.23	9.96	5.96	6.33	13.17	7.25	
G=60 S ⁻¹	60	45	8.80	11.47	8.71	12.23	11.65	5.13	
G=40 S ⁻¹	40	34	8.32	8.55	5.88	4.24	6.72	6.78	
G=20 S ⁻¹	20	20	14.45	9.38	9.75	5.21	8.09	4.22	

Fuente: Elaboración Propia

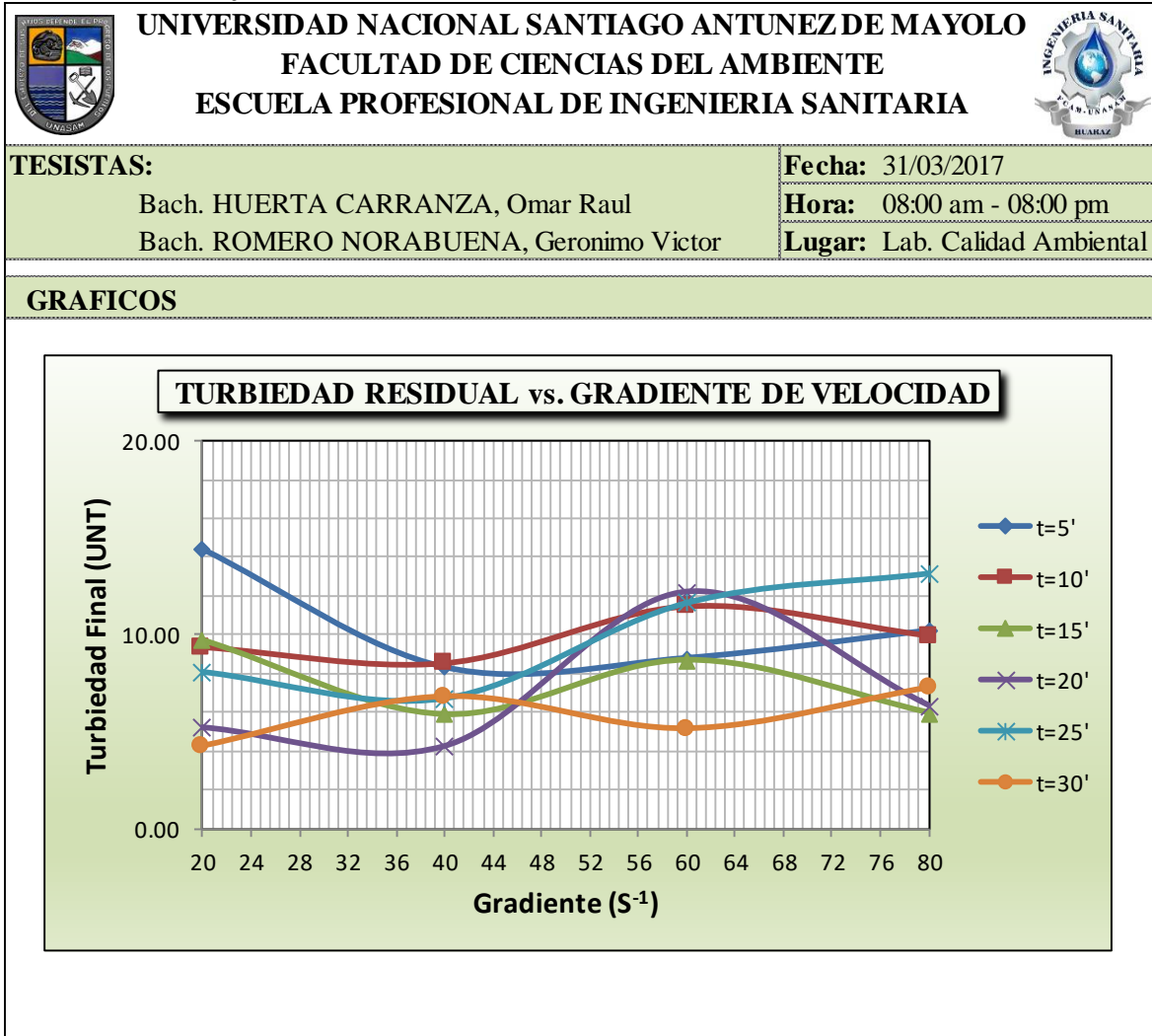
Gráfico N°58. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el gráfico se observa que la curva más baja es de $G=40S^{-1}$ esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 21 minutos.

Gráfico N°59. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En este gráfico ubicamos los puntos de máxima remoción para cada uno de estos tiempos para luego obtener las gradientes de velocidad con los que cada tiempo de retención optimiza. Se observa también que para cada curva de tiempo existe un mínimo valor de turbiedad el cual nos va entregar como abscisa su respectiva gradiente de velocidad.

Tabla N°92. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S⁻¹)	64	36	40	30	30	20

APLICANDO LA FORMULA:

a=	94.14
b=	-21.24
T=	7

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S ⁻¹)	60	45	37	31	26	22

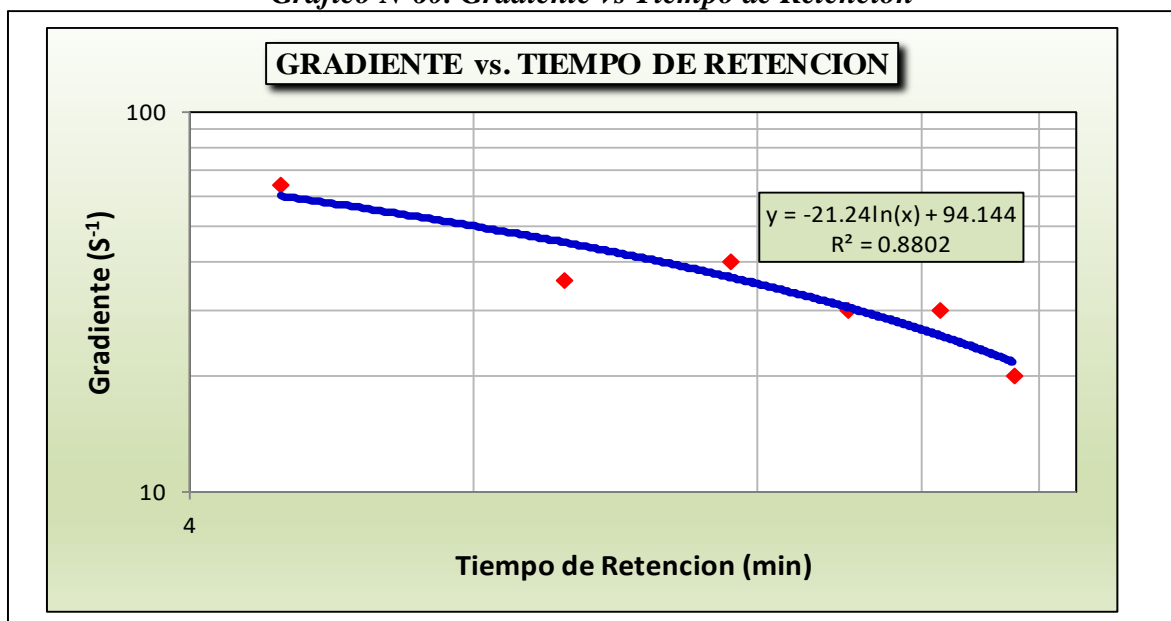
TRAMOS	Periodo de Retencion		GRADIENTE (S ⁻¹)
	Parcial	Total	
1	7	7	52.8
2	7	14	38.1
3	7	21	29.5

PARA 03 TRAMOS	
G1	53 s-1
G2	38 s-1
G3	29 s-1

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que de los gráficos se ha obtenido el cuadro de las gradientes de velocidad optimas de floculación, a partir de esta se realiza una correlación de G y T para hallar los valores de a y b y corregir el cuadro. Con estos datos vamos a tener las gradientes de velocidad para los 03 tramos de los floculadores para determinados periodos de retención.

Gráfico N°60. Gradiente vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

4.3.3 TERCER MUESTREO

4.3.3.1 DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA

Tabla N°93. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA											
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 14/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental												
DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA (mg/l)															
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: CONSTANTE 2% DOSIS: VARIABLE (0.5mg/l - 1.0mg/l - 1.5mg/l - 2.0mg/l - 2.5mg/l - 3.0mg/l)															
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.03</td> <td>79.10</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T _o	5.03	79.10	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>			V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5		
PH	T _o														
5.03	79.10														
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)													
300	135	5													
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (MIN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>			V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>			h (cm)	TIEMPO (min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)													
80	72	20													
h (cm)	TIEMPO (min)														
6	10														

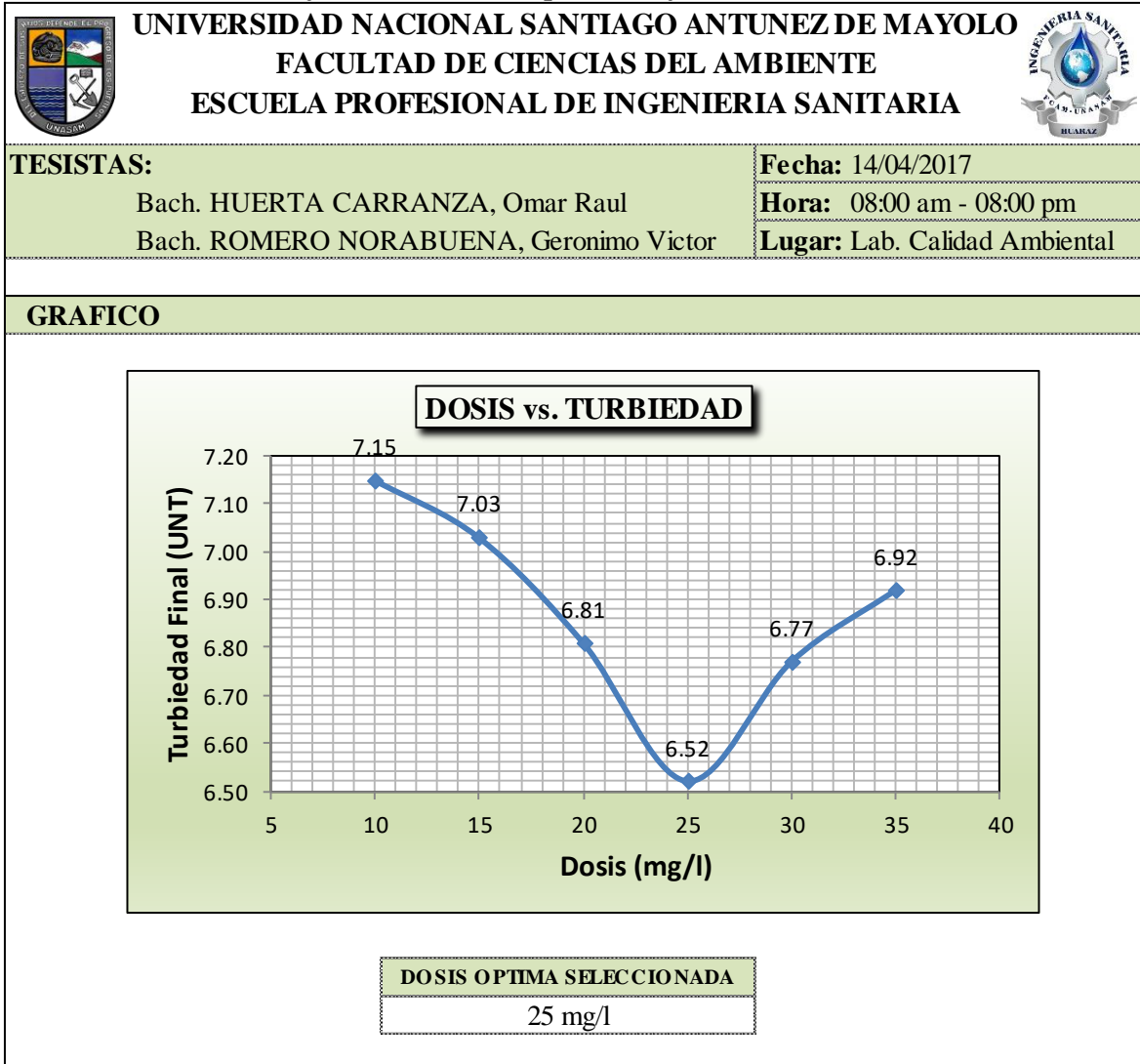
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°94. Resultados 3er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA																								
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 14/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental																									
RESULTADOS																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vasos (Nº)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dosis (mg/l)</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Vcoag.(ml)</td> <td>1</td> <td>1.5</td> <td>2</td> <td>2.5</td> <td>3</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>Turbied. (Tf)</td> <td>7.15</td> <td>7.03</td> <td>6.81</td> <td>6.52</td> <td>6.77</td> <td>6.92</td> </tr> </tbody> </table>	Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6	Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35	Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	Turbied. (Tf)	7.15	7.03	6.81	6.52	6.77	6.92
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6																						
Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35																						
Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5																						
Turbied. (Tf)	7.15	7.03	6.81	6.52	6.77	6.92																						

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°61. Dosis Óptima Sulfato de Aluminio



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 6.52 UNT valor que nos arroja el Vaso N°04 con una dosis de 25mg/l siendo esta nuestra Dosis Óptima de Coagulante para nuestro 3er Muestreo.

4.3.3.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA

Tabla N°95. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 14/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DE LA CONCENTRACION OPTIMA (mg/l)					
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: VARIABLE (0.5mg/l - 1.0mg/l - 1.5mg/l - 2.0mg/l - 2.5mg/l - 3.0mg/l) DOSIS: CONSTANTE 25mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀		V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)
5.03	79.1		300	135	5
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (MIN)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

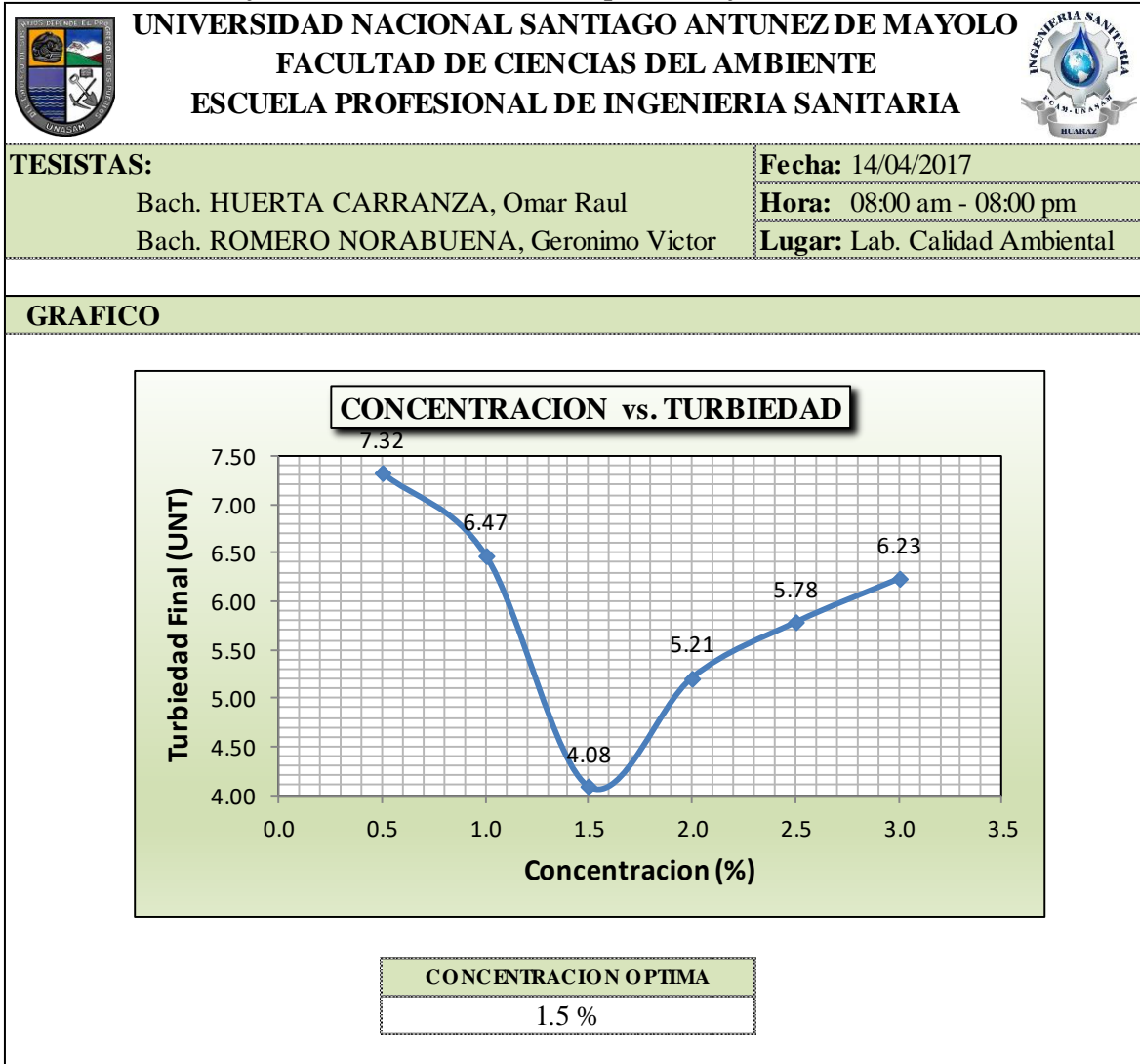
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°96. Resultados del 3er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 14/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Concent.(%)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Vcoag.(ml)	10.0	5.0	3.3	2.5	2.0	1.7
Turbied. (Tf)	7.32	6.47	4.08	5.21	5.78	6.23

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°62. Concentración Óptima Sulfato de Aluminio



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 4.08 UNT valor que nos arroja el Vaso N°03 con una concentración de 1.5% siendo esta nuestra Concentración Óptima de Coagulante para nuestro 3er Muestreo.

4.3.3.3 DETERMINACIÓN DEL PH OPTIMO

Tabla N°97. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 14/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental		
DETERMINACION DEL PH OPTIMO					
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: CONSTANTE 1.5% (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 25mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀	V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	
5.03	79.1	300	135	5	
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

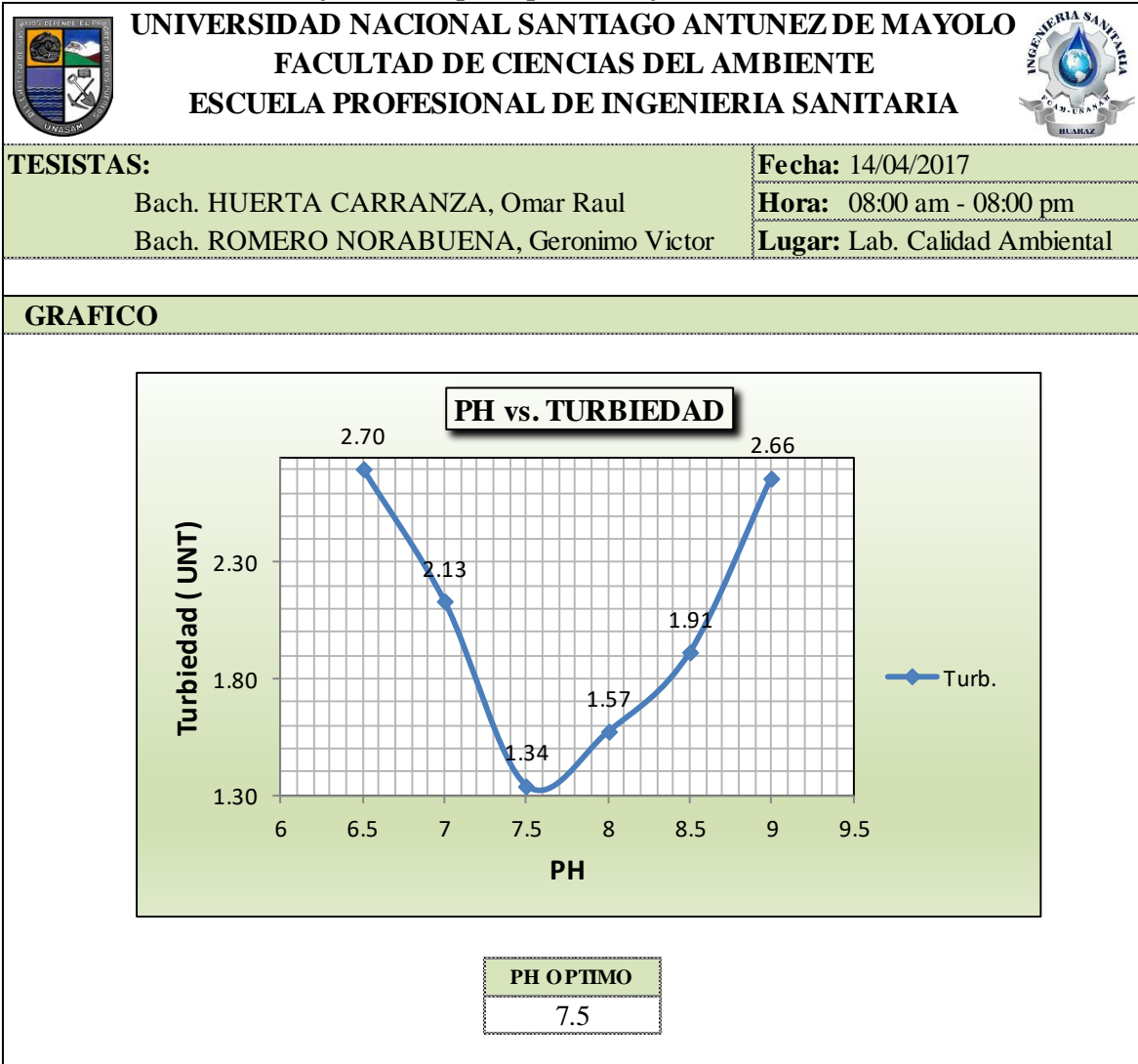
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°98. Resultados 3er Muestreo

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor			Fecha: 14/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental			
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
PH	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Vcoag.(ml)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Turbied. (Tf)	2.70	2.13	1.34	1.57	1.91	2.66

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°63. pH Óptimo Sulfato de Aluminio



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que con una dosis óptima de 25mg/l y una concentración óptima de 1.5% se ha obtenido un pH óptimo de 7.5, obteniéndose un valor de turbiedad de 1.34 UNT correspondiente al vaso N°03.

4.3.3.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLOCULACIÓN

Tabla N°99. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA											
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor	Fecha: 14/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental										
DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE FLOCULACION											
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: CONSTANTE 1.5 % (CONCENTRACION OPTIMA) DOSIS: CONSTANTE 25mg/l (DOSIS OPTIMA)											
AGUA CRUDA	MEZCLA RAPIDA										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.03</td> <td>79.1</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T _o	5.03	79.1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5
PH	T _o										
5.03	79.1										
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)									
300	135	5									
MEZCLA LENTA	SEDIMENTACION (DECANTACION)										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	h (cm)	TIEMPO (min)	6	10
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)									
80	72	20									
h (cm)	TIEMPO (min)										
6	10										

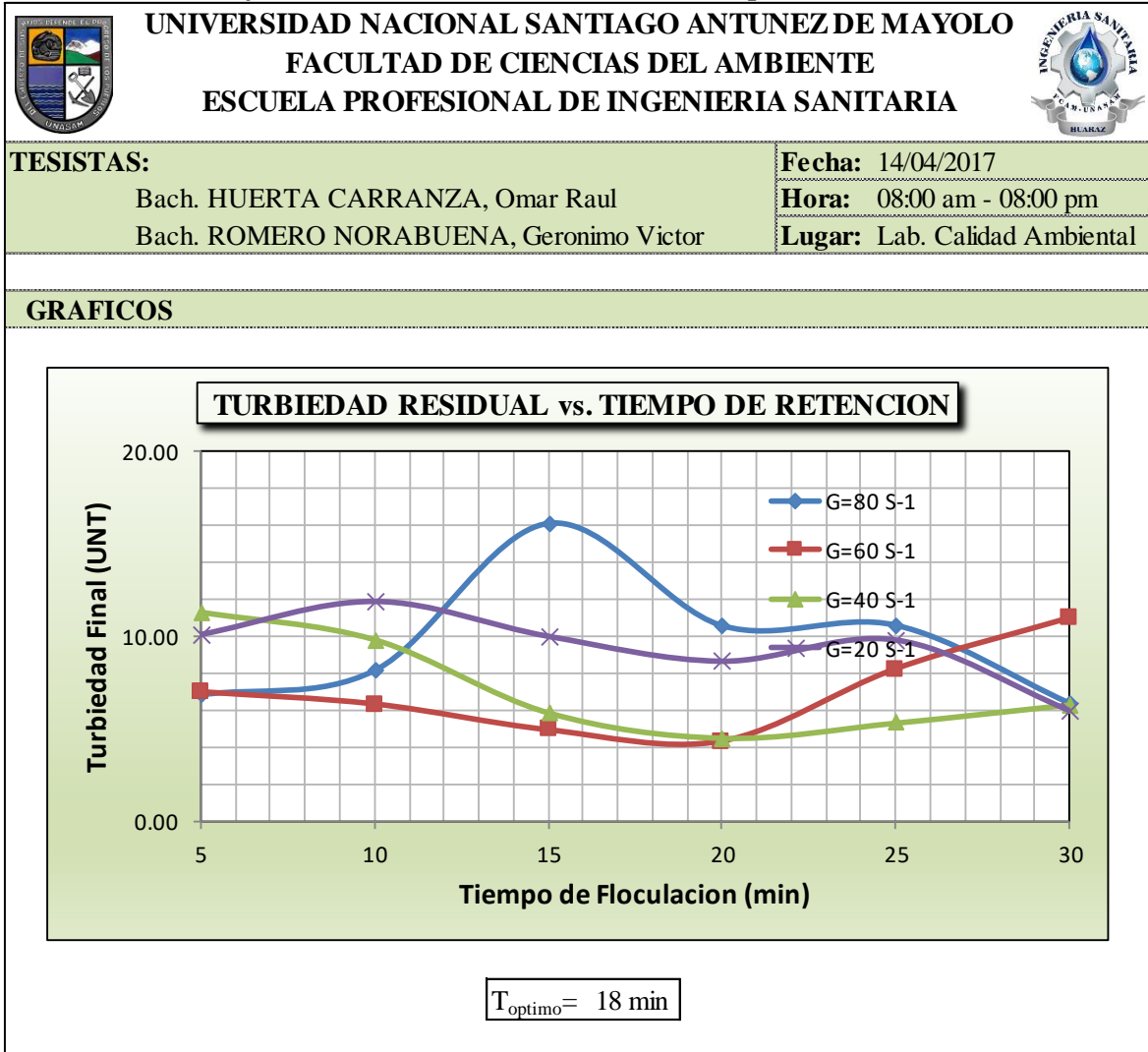
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°100. Tiempos de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA																																																				
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor	Fecha: 14/04/2017 Hora: 08:00 am - 08:00 pm Lugar: Lab. Calidad Ambiental																																																			
RESULTADOS																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.3 ml</td> </tr> </tbody> </table>		VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)	3.3 ml																																																	
VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)																																																				
3.3 ml																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">GRADIENTE</th> <th rowspan="2">G (S⁻¹)</th> <th rowspan="2">V (RPM)</th> <th colspan="6">TIEMPO DE FLOCULACION</th> </tr> <tr> <th>5</th> <th>10</th> <th>15</th> <th>20</th> <th>25</th> <th>30</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>G=80 S⁻¹</td> <td>80</td> <td>55</td> <td>6.85</td> <td>8.17</td> <td>16.13</td> <td>10.60</td> <td>10.62</td> <td>6.41</td> </tr> <tr> <td>G=60 S⁻¹</td> <td>60</td> <td>45</td> <td>6.97</td> <td>6.31</td> <td>4.92</td> <td>4.31</td> <td>8.21</td> <td>10.96</td> </tr> <tr> <td>G=40 S⁻¹</td> <td>40</td> <td>34</td> <td>11.29</td> <td>9.81</td> <td>5.88</td> <td>4.51</td> <td>5.32</td> <td>6.30</td> </tr> <tr> <td>G=20 S⁻¹</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>10.09</td> <td>11.89</td> <td>9.99</td> <td>8.63</td> <td>9.79</td> <td>5.95</td> </tr> </tbody> </table>	GRADIENTE	G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION						5	10	15	20	25	30	G=80 S ⁻¹	80	55	6.85	8.17	16.13	10.60	10.62	6.41	G=60 S ⁻¹	60	45	6.97	6.31	4.92	4.31	8.21	10.96	G=40 S ⁻¹	40	34	11.29	9.81	5.88	4.51	5.32	6.30	G=20 S ⁻¹	20	20	10.09	11.89	9.99	8.63	9.79	5.95	
GRADIENTE				G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION																																														
	5	10	15			20	25	30																																												
G=80 S ⁻¹	80	55	6.85	8.17	16.13	10.60	10.62	6.41																																												
G=60 S ⁻¹	60	45	6.97	6.31	4.92	4.31	8.21	10.96																																												
G=40 S ⁻¹	40	34	11.29	9.81	5.88	4.51	5.32	6.30																																												
G=20 S ⁻¹	20	20	10.09	11.89	9.99	8.63	9.79	5.95																																												

Fuente: Elaboración Propia

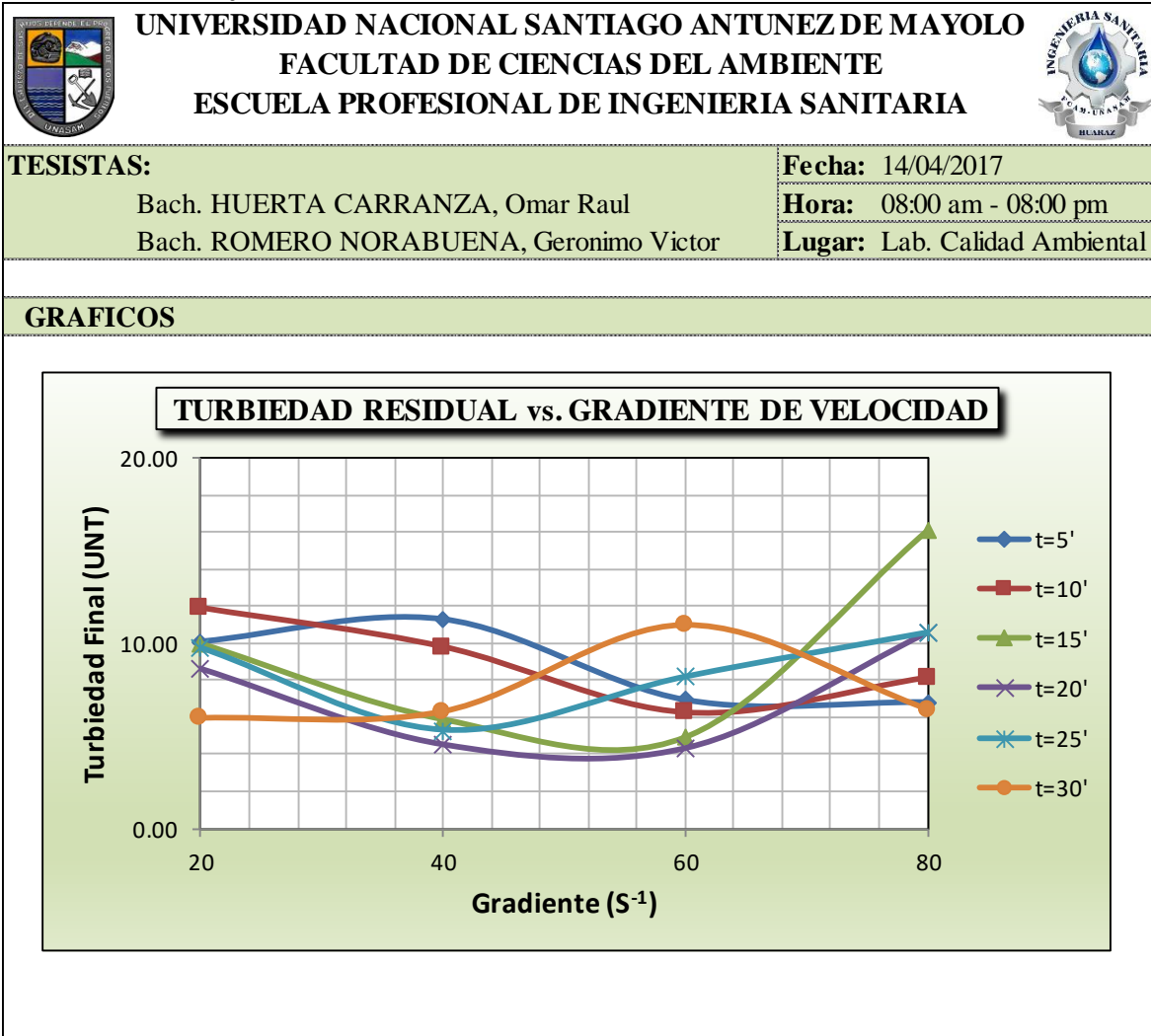
Gráfico N°64. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el gráfico se observa que la curva más baja es de $G=60S^{-1}$ esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 18 minutos.

Gráfico N°65. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En este gráfico ubicamos los puntos de máxima remoción para cada uno de estos tiempos para luego obtener las gradientes de velocidad con los que cada tiempo de retención optimiza. Se observa también que para cada curva de tiempo existe un mínimo valor de turbiedad el cual nos va entregar como abscisa su respectiva gradiente de velocidad.

Tabla N°101. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S⁻¹)	68	62	54	52	42	34

APLICANDO LA FORMULA:

a=	100.34
b=	-17.86
T=	6

T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S ⁻¹)	72	59	52	47	43	40

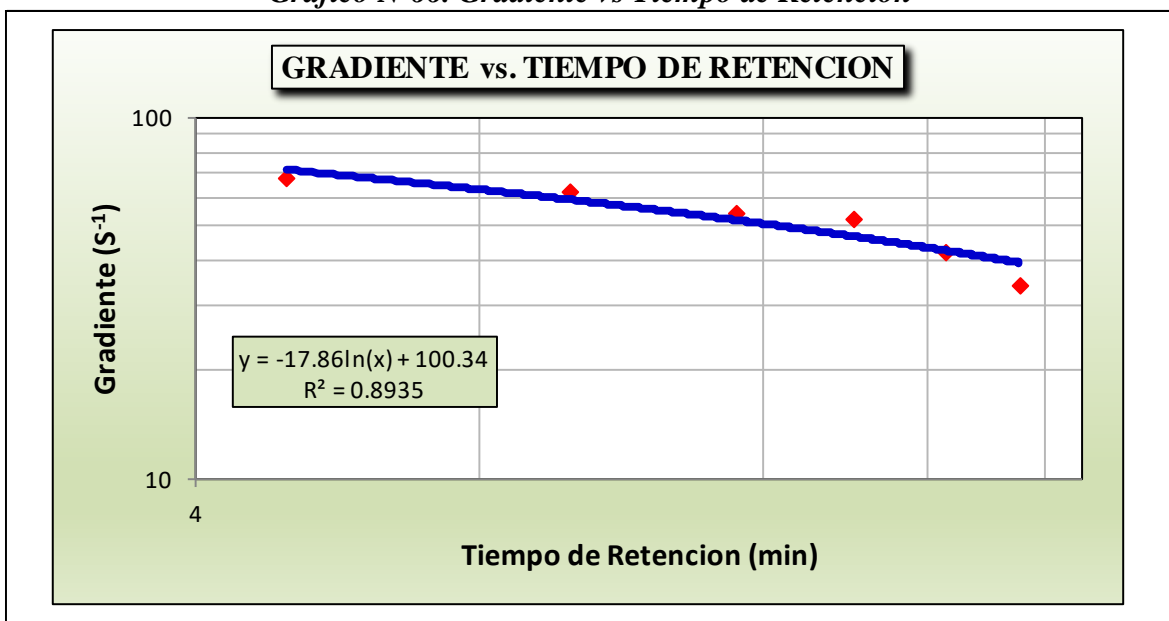
TRAMOS	Periodo de Retencion		GRADIENTE (S ⁻¹)
	Parcial	Total	
1	6	6	68.3
2	6	12	56.0
3	6	18	48.7

PARA 03 TRAMOS	
G1	68 s-1
G2	56 s-1
G3	49 s-1

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que de los gráficos se ha obtenido el cuadro de las gradientes de velocidad optimas de floculación, a partir de esta se realiza una correlación de G y T para hallar los valores de a y b y corregir el cuadro. Con estos datos vamos a tener las gradientes de velocidad para los 03 tramos de los floculadores para determinados periodos de retención.

Gráfico N°66. Gradiente vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

4.3.4 CUARTO MUESTREO



4.3.4.1 DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA

Tabla N°102. Características Generales

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA													
TESISTAS:		Fecha: 28/04/2017											
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm											
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental											
DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA (mg/l)													
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: CONSTANTE 2% DOSIS: VARIABLE (0.5mg/l - 1.0mg/l - 1.5mg/l - 2.0mg/l - 2.5mg/l - 3.0mg/l)													
AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.58</td> <td>76.80</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T _o	4.58	76.80	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5		
PH	T _o												
4.58	76.80												
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)											
300	135	5											
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (MIN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	h (cm)	TIEMPO (min)	6	10		
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)											
80	72	20											
h (cm)	TIEMPO (min)												
6	10												

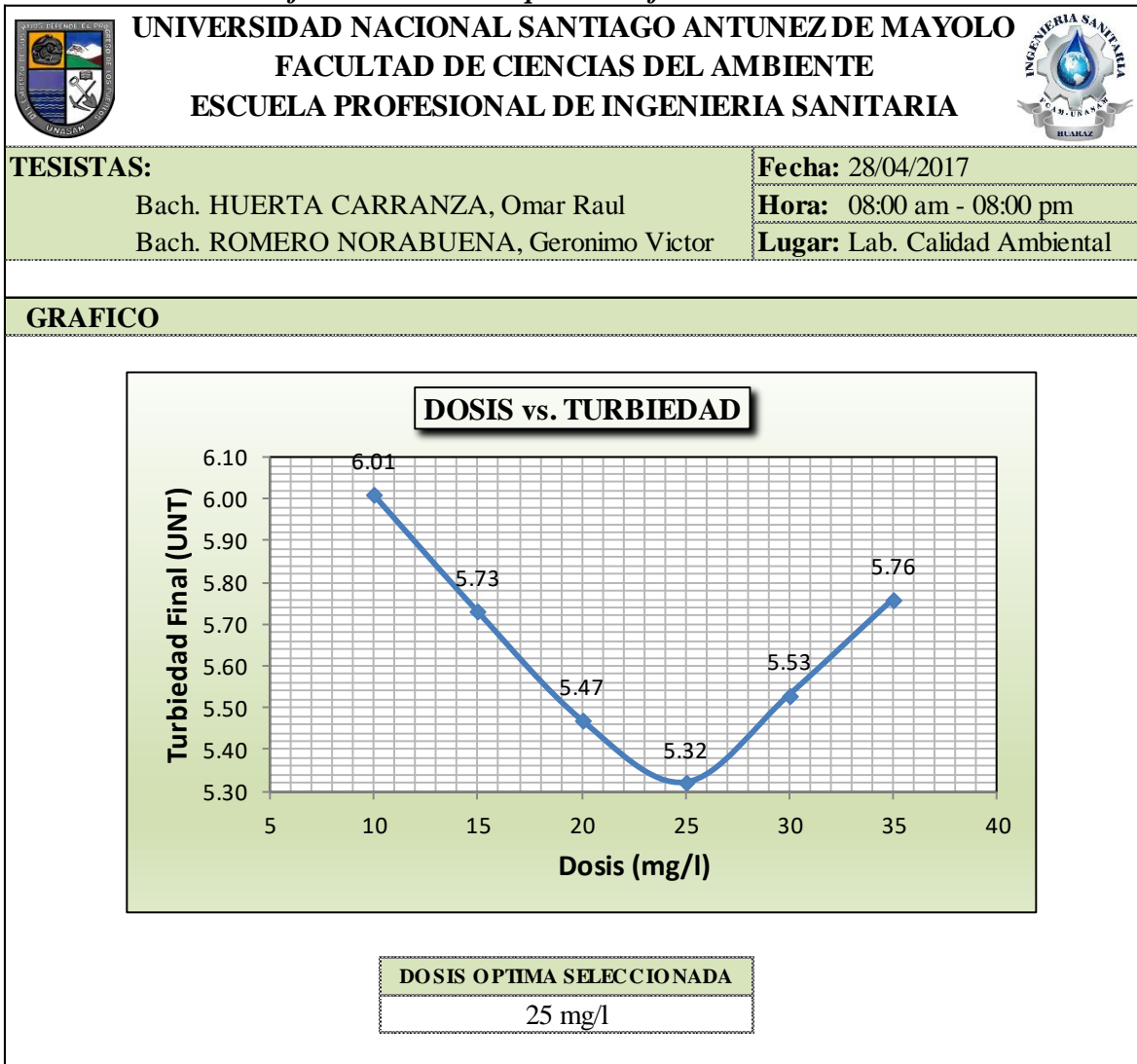
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°103. Resultados 4to Muestreo

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA																															
TESISTAS:		Fecha: 28/04/2017																													
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm																													
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental																													
RESULTADOS																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vasos (Nº)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dosis (mg/l)</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Vcoag.(ml)</td> <td>1</td> <td>1.5</td> <td>2</td> <td>2.5</td> <td>3</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>Turbied. (Tf)</td> <td>6.01</td> <td>5.73</td> <td>5.47</td> <td>5.32</td> <td>5.53</td> <td>5.76</td> </tr> </tbody> </table>	Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6	Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35	Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	Turbied. (Tf)	6.01	5.73	5.47	5.32	5.53	5.76			
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6																									
Dosis (mg/l)	10	15	20	25	30	35																									
Vcoag.(ml)	1	1.5	2	2.5	3	3.5																									
Turbied. (Tf)	6.01	5.73	5.47	5.32	5.53	5.76																									

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°67. Dosis Optima Sulfato de Aluminio




Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 5.32 UNT valor que nos arroja el Vaso N°04 con una dosis de 25mg/l siendo esta nuestra Dosis Optima de Coagulante para nuestro 4to Muestreo.



4.3.4.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN OPTIMA

Tabla N°104. Características Generales

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 													
TESISTAS:		Fecha: 28/04/2017											
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm											
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental											
DETERMINACION DE LA CONCENTRACION OPTIMA (mg/l)													
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO CONCENTRACION: VARIABLE (0.5mg/l - 1.0mg/l - 1.5mg/l - 2.0mg/l - 2.5mg/l - 3.0mg/l) DOSIS: CONSTANTE 25mg/l (DOSIS OPTIMA)													
AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.58</td> <td>76.8</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T _o	4.58	76.8	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5		
PH	T _o												
4.58	76.8												
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)											
300	135	5											
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (MIN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	h (cm)	TIEMPO (min)	6	10		
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (MIN)											
80	72	20											
h (cm)	TIEMPO (min)												
6	10												

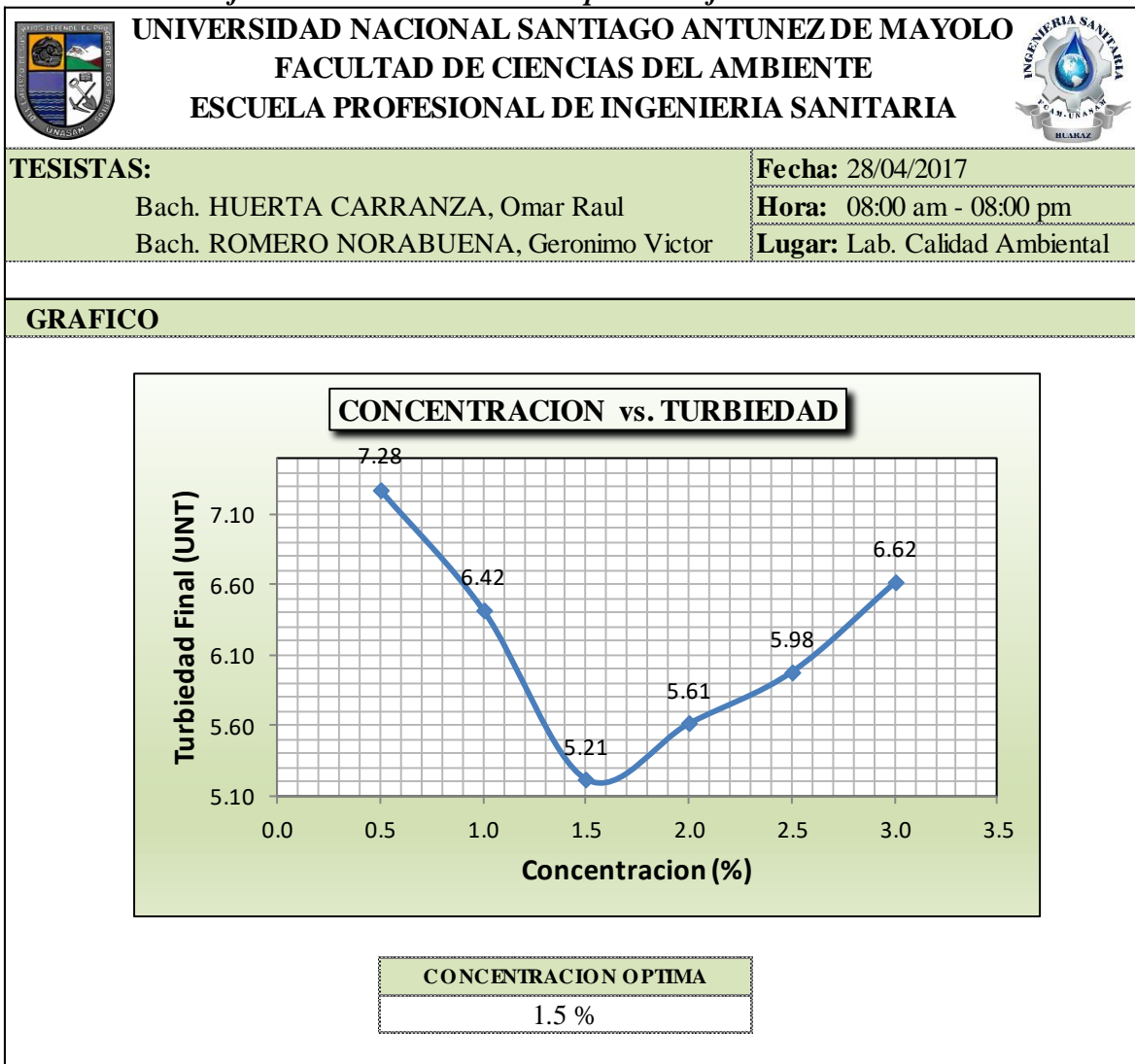
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°105. Resultados del 4to Muestreo

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 						
TESISTAS:		Fecha: 28/04/2017				
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm				
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental				
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
Concent.(%)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Vcoag.(ml)	10.0	5.0	3.3	2.5	2.0	1.7
Turbied. (Tf)	7.28	6.42	5.21	5.61	5.98	6.62

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°68. Concentración Óptima Sulfato de Aluminio



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según los resultados obtenidos la turbiedad más baja es 5.21 UNT valor que nos arroja el Vaso N°03 con una concentración de 1.5% siendo esta nuestra Concentración Óptima de Coagulante para nuestro 4to Muestreo.



4.3.4.3 DETERMINACIÓN DEL PH OPTIMO

Tabla N°106. Características Generales

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 													
TESISTAS:		Fecha: 28/04/2017											
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm											
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental											
DETERMINACION DEL PH OPTIMO													
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO													
CONCENTRACION: CONSTANTE 1.5% (CONCENTRACION OPTIMA)													
DOSIS: CONSTANTE 25mg/l (DOSIS OPTIMA)													
AGUA CRUDA		MEZCLA RAPIDA											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PH</th> <th>T_o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.58</td> <td>76.8</td> </tr> </tbody> </table>	PH	T _o	4.58	76.8	<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300</td> <td>135</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	300	135	5		
PH	T _o												
4.58	76.8												
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)											
300	135	5											
MEZCLA LENTA		SEDIMENTACION (DECANTACION)											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>V (RPM)</th> <th>GRADIENTE (S⁻¹)</th> <th>TIEMPO (SEG)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>72</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)	80	72	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h (cm)</th> <th>TIEMPO (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	h (cm)	TIEMPO (min)	6	10		
V (RPM)	GRADIENTE (S ⁻¹)	TIEMPO (SEG)											
80	72	20											
h (cm)	TIEMPO (min)												
6	10												

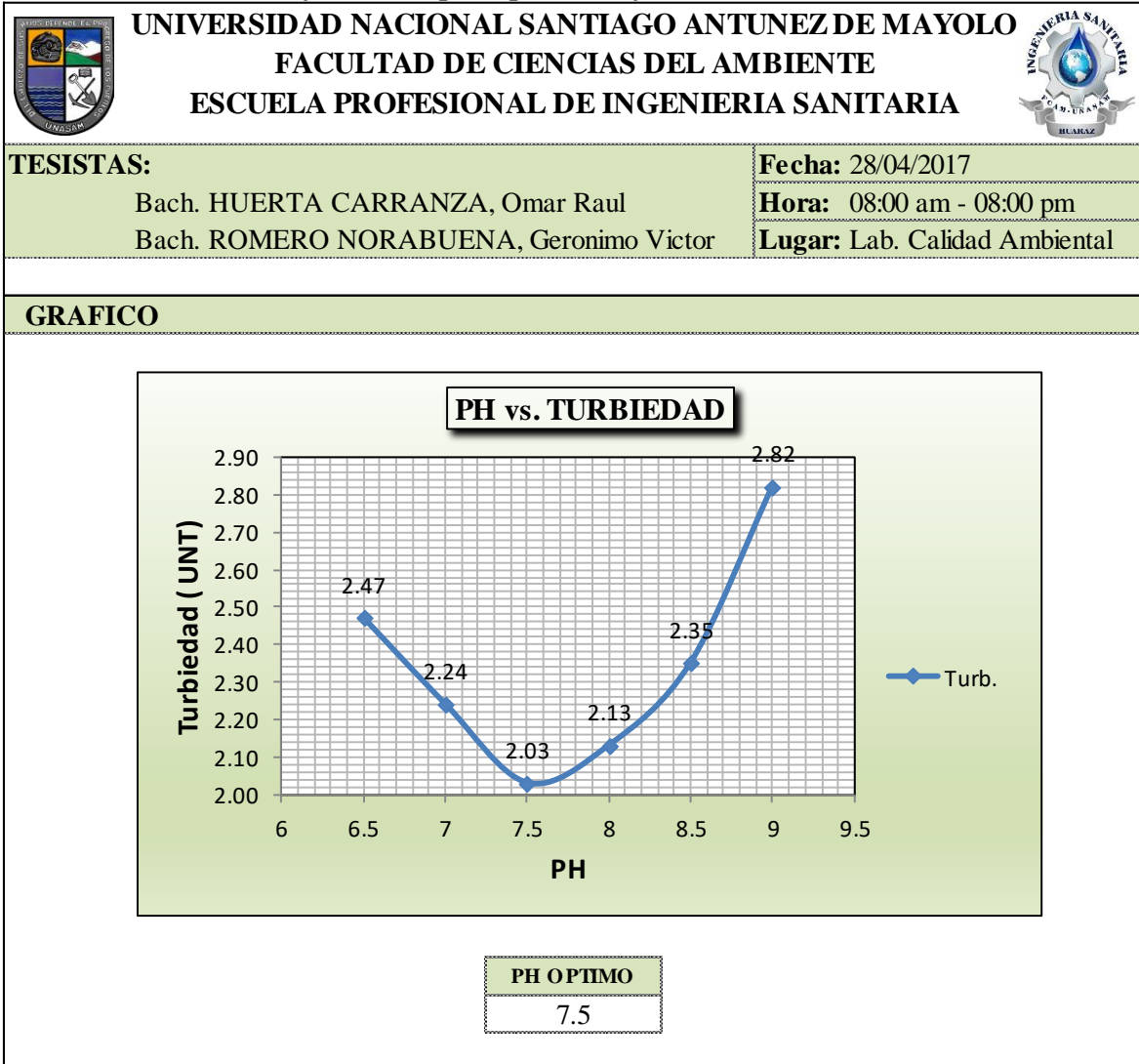
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°107. Resultados 4to Muestreo

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA 						
TESISTAS:		Fecha: 28/04/2017				
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul		Hora: 08:00 am - 08:00 pm				
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor		Lugar: Lab. Calidad Ambiental				
RESULTADOS						
Vasos (Nº)	1	2	3	4	5	6
PH	6.5	7	7.5	8	8.5	9
Vcoag.(ml)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Turbied. (Tf)	2.47	2.24	2.03	2.13	2.35	2.82

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°69. pH Optimo Sulfato de Aluminio



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que con una dosis optima de 25mg/l y una concentración optima de 1.5% se ha obtenido un pH óptimo de 7.5, obteniéndose un valor de turbiedad de 2.03 UNT correspondiente al vaso N°03.

4.3.4.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLOCULACIÓN

Tabla N°108. Características Generales

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA	
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor				Fecha: 28/04/2017	
				Hora: 08:00 am - 08:00 pm	
				Lugar: Lab. Calidad Ambiental	
DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE FLOCULACION					
COAGULANTE: SULFATO DE ALUMINIO					
CONCENTRACION: CONSTANTE 1.5 % (CONCENTRACION OPTIMA)					
DOSIS: CONSTANTE 25mg/l (DOSIS OPTIMA)					
AGUA CRUDA			MEZCLA RAPIDA		
PH	T₀		V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)
4.58	76.8		300	135	5
MEZCLA LENTA			SEDIMENTACION (DECANTACION)		
V (RPM)	GRADIENTE (S⁻¹)	TIEMPO (SEG)	h (cm)	TIEMPO (min)	
80	72	20	6	10	

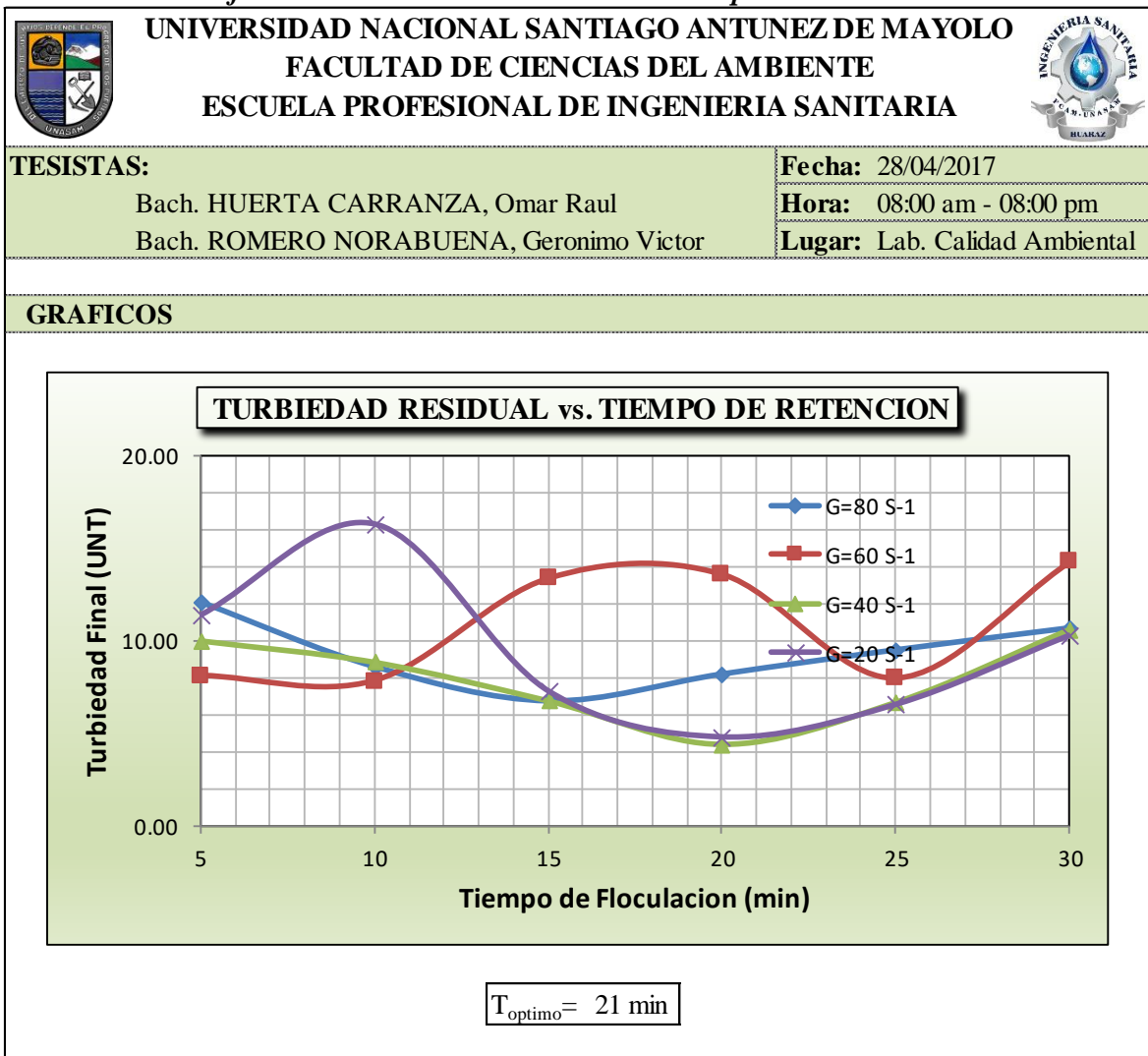
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°109. Tiempos de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA					
TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor				Fecha: 28/04/2017					
				Hora: 08:00 am - 08:00 pm					
				Lugar: Lab. Calidad Ambiental					
RESULTADOS									
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">3.3 ml</td> </tr> </table>						VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)		3.3 ml	
VOLUMEN OPTIMO DE COAGULANTE (ml)									
3.3 ml									
GRADIENTE	G (S ⁻¹)	V (RPM)	TIEMPO DE FLOCULACION						
			5	10	15	20	25	30	
G=80 S ⁻¹	80	55	12.05	8.61	6.78	8.21	9.50	10.67	
G=60 S ⁻¹	60	45	8.09	7.81	13.39	13.62	7.94	14.26	
G=40 S ⁻¹	40	34	10.01	8.84	6.73	4.35	6.64	10.62	
G=20 S ⁻¹	20	20	11.39	16.32	7.28	4.78	6.54	10.28	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°70. Turbiedad Residual vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Según el gráfico se observa que la curva más baja es de $G=40S^{-1}$ esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 21 minutos.

Gráfico N°71. Turbiedad Residual vs Gradiente de Velocidad



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA



TESISTAS:

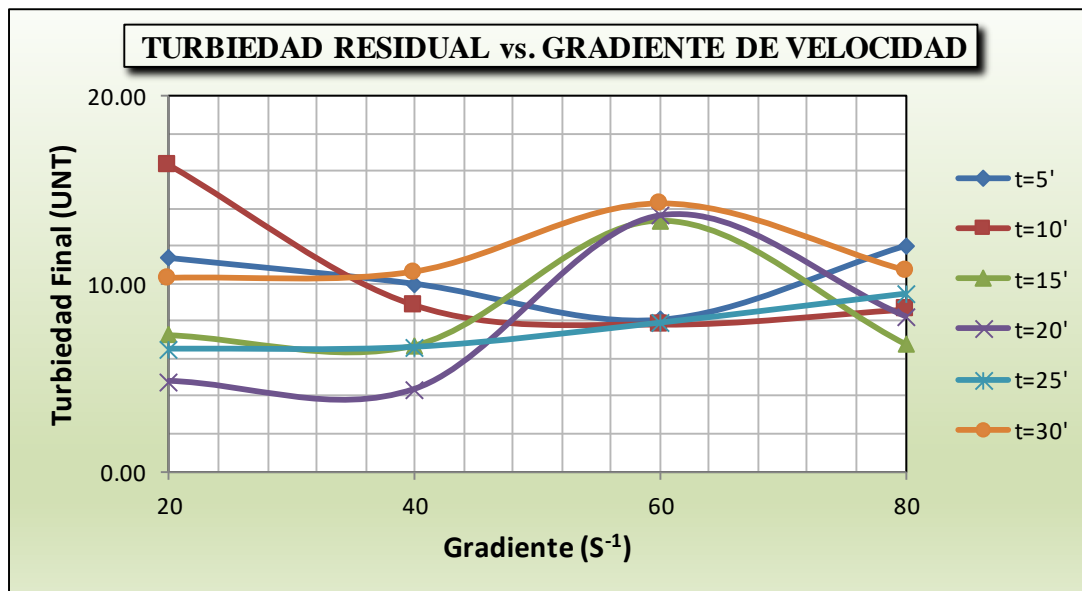
Bach. HUERTA CARRANZA, Omar Raul
Bach. ROMERO NORABUENA, Geronimo Victor

Fecha: 28/04/2017

Hora: 08:00 am - 08:00 pm

Lugar: Lab. Calidad Ambiental

GRAFICOS



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En este grafico ubicamos los puntos de máxima remoción para cada uno de estos tiempos para luego obtener las gradientes de velocidad con los que cada tiempo de retención optimiza. Se observa también que para cada curva de tiempo existe un mínimo valor de turbiedad el cual nos va entregar como abscisa su respectiva gradiente de velocidad.

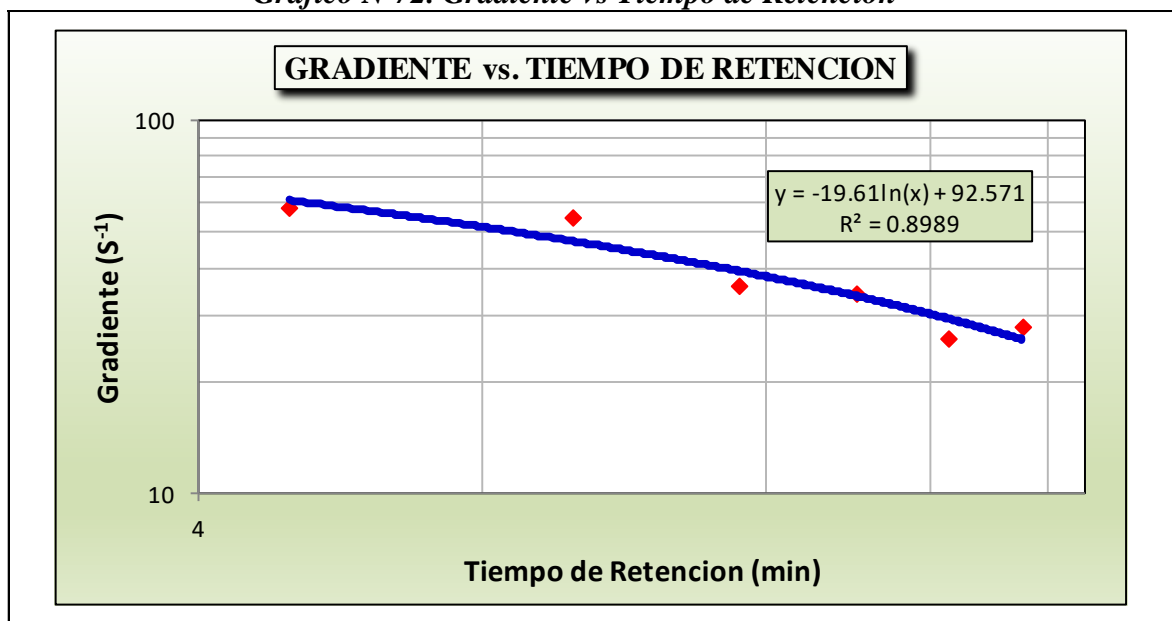
Tabla N°110. Gradientes de Velocidad Optimas de Floculación

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S⁻¹)	58	55	36	34	26	28
APLICANDO LA FORMULA:						
a=	92.571					
b=	-19.61					
T=	7					
T (min)	5	10	15	20	25	30
G (S⁻¹)	61	47	39	34	29	26
TRAMOS	Periodo de Retencion		GRADIENTE (S ⁻¹)	PARA 03 TRAMOS		
	Parcial	Total		G1	54 s-1	
1	7	7	54.4	G2	41 s-1	
2	7	14	40.8	G3	33 s-1	
3	7	21	32.9			

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se observa que de los gráficos se ha obtenido el cuadro de las gradientes de velocidad optimas de floculación, a partir de esta se realiza una correlación de G y T para hallar los valores de a y b y corregir el cuadro. Con estos datos vamos a tener las gradientes de velocidad para los 03 tramos de los floculadores para determinados periodos de retención.

Gráfico N°72. Gradiente vs Tiempo de Retención



Fuente: Elaboración Propia

4.4 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS Y ANÁLISIS DE LABORATORIO

4.4.1 DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS COAGULANTES NATURALES Y SINTÉTICOS EN LA REMOCIÓN DE TURBIEDAD

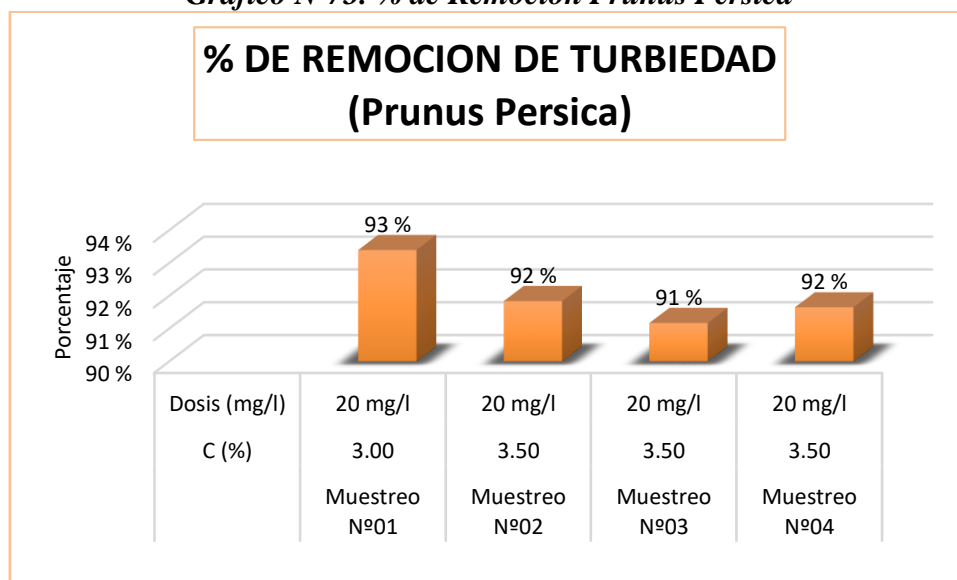
4.4.1.1 DETERMINACIÓN DEL % DE REMOCIÓN DE LA PRUNUS PÉRSICA

Tabla N°109. Porcentaje de Remoción Prunus Pérsica

% DE REMOCIÓN DE LA PRUNUS PÉRSICA				
	Muestreo N°01	Muestreo N°02	Muestreo N°03	Muestreo N°04
Dosis Optima de Coagulante	20 mg/l	20 mg/l	20 mg/l	20 mg/l
C% Optima de Coagulante	3.00	3.50	3.50	3.50
Turbiedad Inicial To (UNT)	88.20	84.60	79.10	76.80
Turbiedad Final Tf (UNT)	5.82	6.90	6.98	6.41
% de Remoción	93 %	92 %	91 %	92 %
LMP (UNT)	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

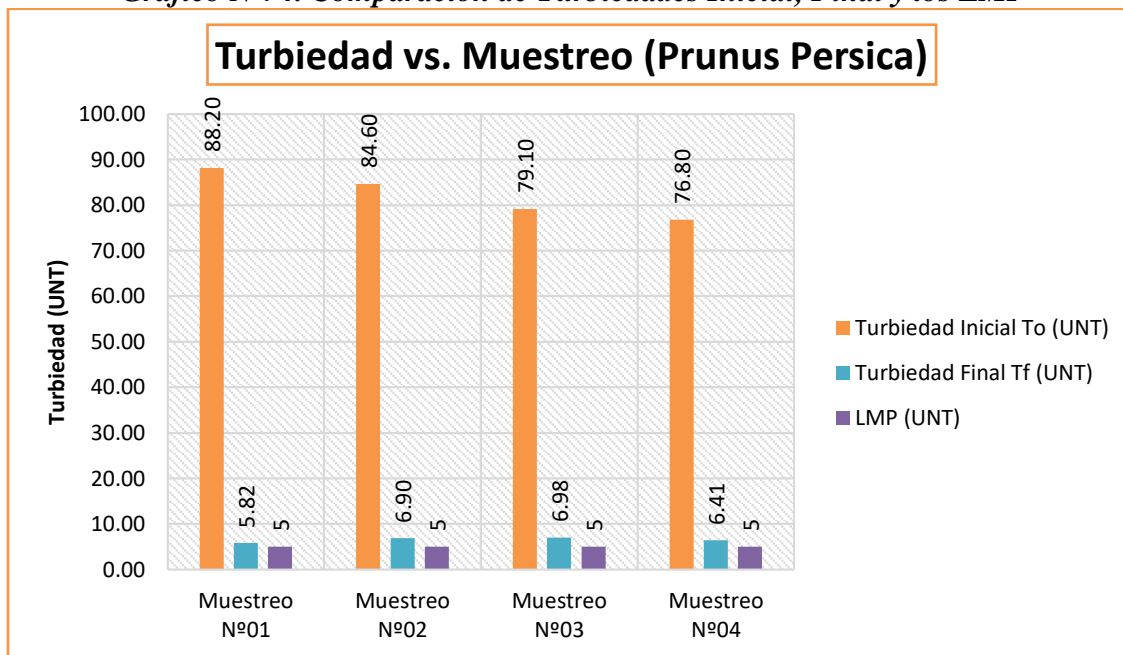
Gráfico N°73. % de Remoción Prunus Pérsica



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En el gráfico se puede observar que el coagulante natural es efectivo dado que remueve turbiedad residual como mínimo 91% y como máximo 93% con sus dosis y concentración respectiva.

Gráfico N°74. Comparación de Turbiedades Inicial, Final y los LMP



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En el gráfico se puede observar que el resultado de las turbiedades residuales se encuentra por encima de los LMP el cual adopta un valor de 5 UNT (Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano-MINSA). Sin embargo, si tenemos en cuenta que estos valores son resultado del proceso de floculación y que estas muestras van a seguir ciertos procesos como la decantación y la filtración hasta llegar a su etapa final, estas van a cumplir con los valores estipulados en la normativa vigente.

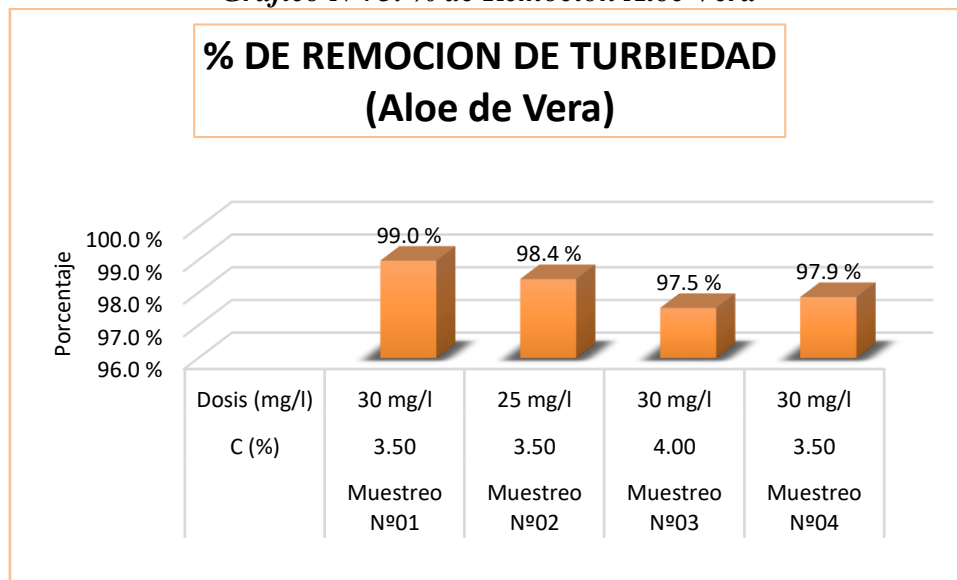
4.4.1.2 DETERMINACIÓN DEL % DE REMOCIÓN DEL ALOE VERA

Tabla N°110. Porcentaje de Remoción Aloe Vera

% DE REMOCIÓN DEL ALOE VERA				
	Muestreo N°01	Muestreo N°02	Muestreo N°03	Muestreo N°04
Dosis Optima de Coagulante	30 mg/l	25 mg/l	30 mg/l	30 mg/l
C% Optima de Coagulante	3.50	3.50	4.00	3.50
Turbiedad Inicial To (UNT)	88.20	84.60	79.10	76.90
Turbiedad Final Tf (UNT)	0.90	1.34	1.95	1.64
% de Remocion	99 %	98 %	98 %	98 %
LMP (UNT)	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

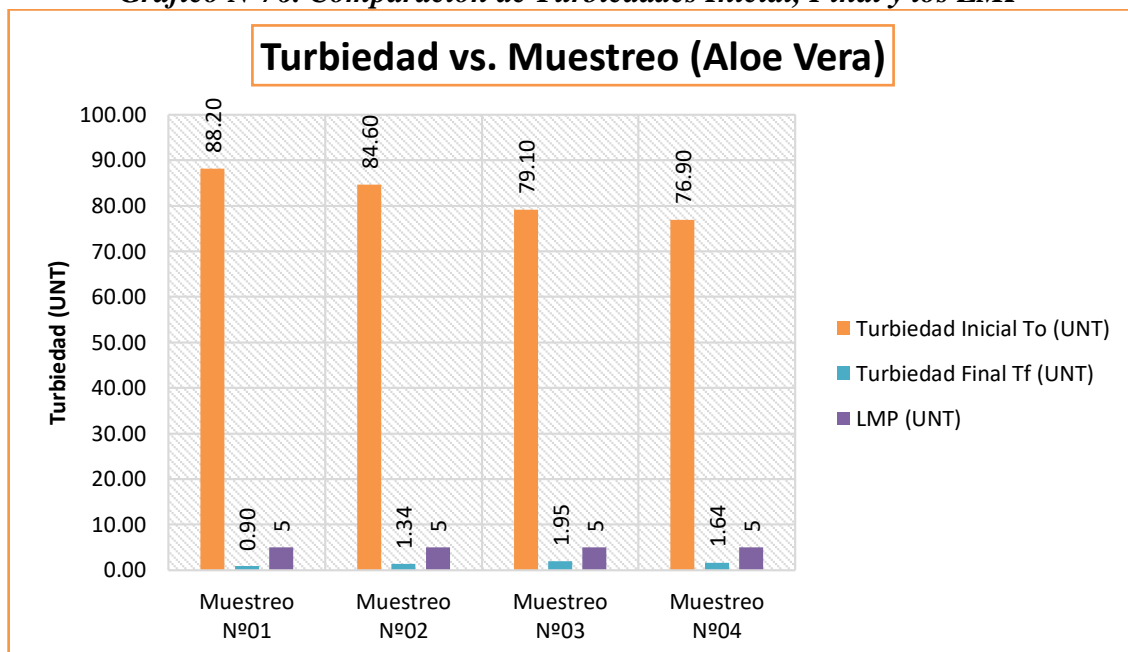
Gráfico N°75. % de Remoción Aloe Vera



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En el grafico se puede observar que el coagulante natural es muy efectivo dado que remueve turbiedad residual como mínimo 97.5% y como máximo 99% con sus dosis y concentración respectiva.

Gráfico N°76. Comparación de Turbiedades Inicial, Final y los LMP



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En el grafico se puede observar que el resultado de las turbiedades residuales se encuentra por debajo de los LMP el cual adopta un valor de

5 UNT (Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, estos valores cumplen con los valores estipulados en la normativa vigente.

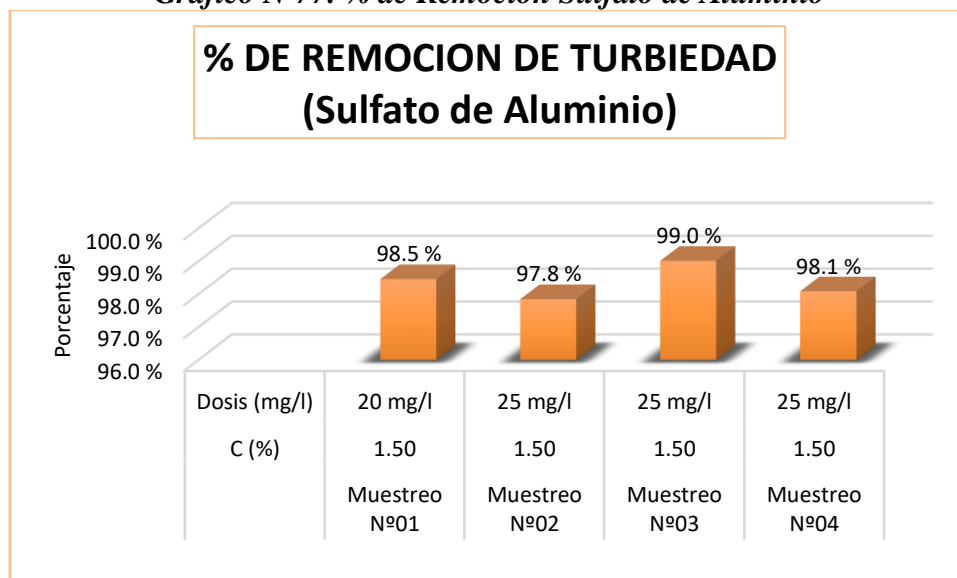
4.4.1.3 DETERMINACIÓN DEL % DE REMOCIÓN DEL SULFATO DE ALUMINIO

Tabla N°111. Porcentaje de Remoción Sulfato de Aluminio

% DE REMOCION DEL SULFATO DE ALUMINIO				
	Muestreo N°01	Muestreo N°02	Muestreo N°03	Muestreo N°04
Dosis Optima de Coagulante	20 mg/l	25 mg/l	25 mg/l	25 mg/l
C% Optima de Coagulante	1.50	1.50	1.50	1.50
Turbiedad Inicial To (UNT)	88.20	84.60	79.10	76.90
Turbiedad Final Tf (UNT)	1.36	1.82	0.78	1.47
% de Remocion	98.5 %	97.8 %	99.0 %	98.1 %
LMP (UNT)	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N°77. % de Remoción Sulfato de Aluminio

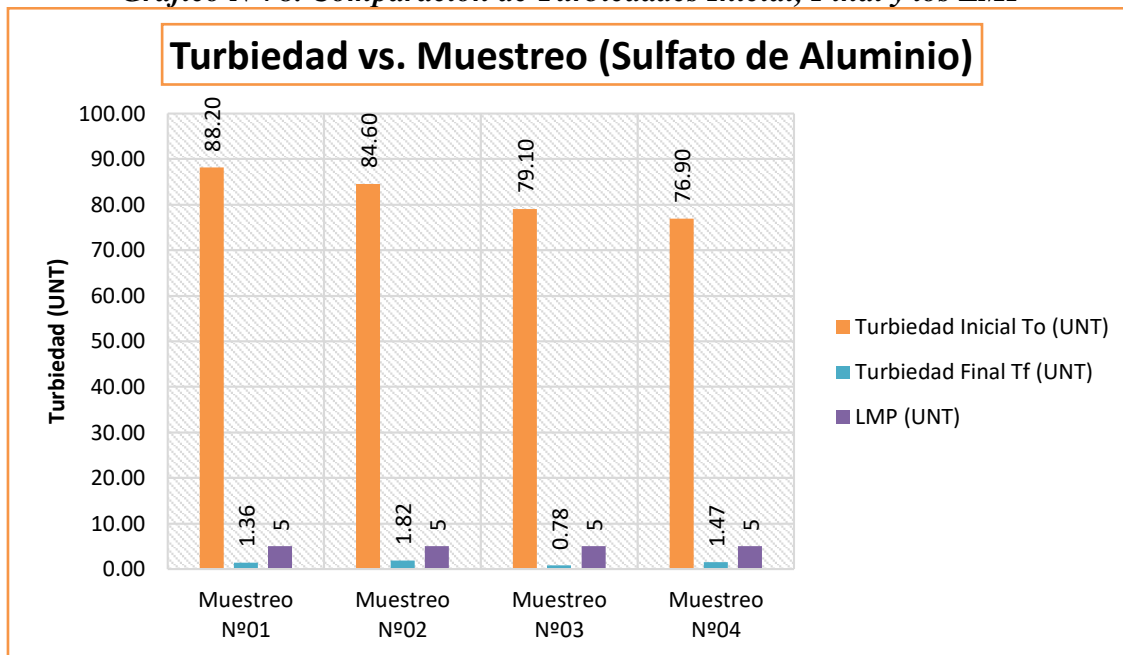


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En el gráfico se puede observar que el coagulante sintético es también efectivo en cuanto se refiere al % de remoción de turbiedad y esta varía de acuerdo a las dosis óptima que se determinó en los ensayos. En este caso se puede evidenciar que el

sulfato de aluminio es más eficiente en todos los muestreos y de manera constante en cada uno de ellos.

Gráfico N°78. Comparación de Turbiedades Inicial, Final y los LMP



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En el gráfico se puede observar que el resultado de las turbiedades residuales se encuentra por debajo de los LMP el cual adopta un valor de 5 UNT (Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, estos valores cumplen con los valores estipulados en la normativa vigente).

4.4.2 RESÚMENES DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

4.4.2.1 Resultados del Coagulante Natural *Prunus Pérsica*

Tabla N°112. Resumen de Resultados *Prunus Pérsica*

RESUMEN DE RESULTADOS				
	Muestreo N°01	Muestreo N°02	Muestreo N°03	Muestreo N°04
Dosis Optima de Coagulante (mg/l)	20 mg/l	20 mg/l	20 mg/l	20 mg/l
Concentración Optima Coagulante (%)	3.00	3.50	3.50	3.50
pH	7.50	7.00	7.00	7.50

Fuente: *Elaboración Propia*

Interpretación: Los resultados obtenidos en este estudio donde se aplica el coagulante natural *Prunus Pérsica* para la remoción de la turbiedad en las aguas Rio Auqui, nos comprueba la eficiencia de la remoción en todos los muestreos, siendo la dosis efectiva de 20 mg/lt, una concentración del 3.5% con un pH óptimo de 7.0.

Tabla N°113. Resumen de Resultados Gradientes de Velocidad *Prunus Pérsica*

RESULTADOS GRADIENTES DE VELOCIDAD OPTIMA (PRUNUS PÉRSICA)						
	TIEMPOS DE FLOCULACIÓN (MIN)					
	5	10	15	20	25	30
G (S-1) MUESTREO N°01	69	51	40	33	27	22
G (S-1) MUESTREO N°02	68	50	39	32	26	21
G (S-1) MUESTREO N°03	75	61	53	47	42	39
G (S-1) MUESTREO N°04	70	51	40	33	27	22

Fuente: *Elaboración Propia*

Interpretación: Estos resultados obtenidos vendrían a ser las Gradientes de Velocidad con las que cada tiempo de retención optimiza, para cada muestreo de manera independiente y haciendo uso del coagulante natural *Prunus Pérsica*

4.4.2.2 Resultados del Coagulante Natural Aloe Vera

Tabla N°114. Resumen de Resultados Aloe Vera

RESUMEN DE RESULTADOS				
	Muestreo N°01	Muestreo N°02	Muestreo N°03	Muestreo N°04
Dosis Optima de Coagulante (mg/l)	30 mg/l	25 mg/l	30 mg/l	30 mg/l
Concentración Optima Coagulante (%)	3.50	3.50	4.00	3.50
pH	7.00	7.00	7.50	7.00

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Los resultados obtenidos en este estudio donde se aplica el coagulante natural Aloe Vera para la remoción de la turbiedad en las aguas Rio Auqui, nos comprueba la eficiencia de la remoción en todos los muestreos, siendo la dosis efectiva de 30 mg/l, una concentración del 3.5% con un pH óptimo de 7.0.

Tabla N°115. Resumen de Resultados Gradientes de Velocidad Aloe Vera

RESULTADOS GRADIENTES DE VELOCIDAD OPTIMA (ALOE VERA)						
	TIEMPOS DE FLOCULACIÓN (MIN)					
	5	10	15	20	25	30
G (S-1) MUESTREO N°01	64	48	39	32	27	23
G (S-1) MUESTREO N°02	70	52	42	35	29	24
G (S-1) MUESTREO N°03	75	59	49	42	37	33
G (S-1) MUESTREO N°04	62	48	40	34	29	26

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Estos resultados obtenidos vendrían a ser las Gradientes de Velocidad con las que cada tiempo de retención optimiza, para cada muestreo de manera independiente y haciendo uso del coagulante natural *Aloe Vera*.

4.4.2.3 Resultados del Coagulante Sintético Sulfato de Aluminio

Tabla N°116. Resumen de Resultados Sulfato de Aluminio

RESUMEN DE RESULTADOS				
	Muestreo N°01	Muestreo N°02	Muestreo N°03	Muestreo N°04
Dosis Optima de Coagulante (mg/l)	20 mg/l	25 mg/l	25 mg/l	25 mg/l
Concentración Optima Coagulante (%)	1.50	1.50	1.50	1.50
pH	7.00	7.00	7.50	7.50

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Los resultados obtenidos en este estudio donde se aplica el coagulante sintético Sulfato de Aluminio para la remoción de la turbiedad en las aguas Rio Auqui, nos comprueba la eficiencia de la remoción en todos los muestreos, siendo la dosis efectiva de 25 mg/lt, una concentración del 1.5% con un pH óptimo de 7.0.

Tabla N°117. Resumen de Resultados Gradientes de Velocidad Sulfato de Aluminio

RESULTADOS GRADIENTES DE VELOCIDAD OPTIMA (SULFATO DE ALUMINIO)						
	TIEMPOS DE FLOCULACIÓN (MIN)					
	5	10	15	20	25	30
G (S-1) MUESTREO N°01	62	48	40	35	30	26
G (S-1) MUESTREO N°02	60	45	37	31	26	22
G (S-1) MUESTREO N°03	72	59	52	47	43	40
G (S-1) MUESTREO N°04	61	47	39	34	29	26

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Estos resultados obtenidos vendrían a ser las Gradientes de Velocidad con las que cada tiempo de retención optimiza, para cada muestreo de manera independiente y haciendo uso del coagulante sintético Sulfato de Aluminio.

4.4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.4.3.1 Criterios para adoptar la prueba t Student según la tabla:

Tabla N° 118 Criterios para adoptar la prueba de t Student.

Criterio N°1	Criterio N°2	Criterio N°3		Criterio N°4	Criterio N°5
Nivel Investigación	Objetivo estadístico	Tipos de variables		Tipo de estudio	Diseño del Estudio
Relacional	Comparar	Variable Categórica	Variable Numérica	Longitudinal	Un antes y después
		fijas	aleatorias	t Student para muestras relacionadas	
				Medidas repetidas	Estudio observacional

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.3.2 Prueba de t Student para la Prunus Pérsica

Tabla N° 119 Datos a procesar de la Prunus Pérsica

REPETICIONES							
TRATAMIENTO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
1	11.30	9.05	7.97	9.25	10.3	11.77	88.2
2	13.8	9.05	10.9	11.7	12.4	13.7	84.6
3	15.78	9.13	12.17	13.56	14.28	15.36	79.1
4	16.25	13.65	8.56	11.45	13.25	16.78	76.8

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 120 Análisis Estadístico de Muestras Relacionadas

Estadísticas de muestra Relacionadas									
N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P	Diferencia de medias
				Inferior	Superior				
24	70.0329	6.3284	1.2918	67.3607	72.7052	54.214	23	0.000	70.0329

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.3.2.1 Criterio De Decisión

Si la probabilidad obtenida (P – Valor) $\leq \alpha$ Rechace H_0 (se acepta la H_1)

Si la probabilidad obtenida (P – Valor) $> \alpha$ no Rechace H_0 (se acepta la H_0)

4.4.3.2.2 Interpretación

Si la probabilidad obtenida $(0.000) \leq 0.05$ Rechace H_o (se acepta la H_i)

- ❖ Haciendo uso de la Prunus Pérsica para la determinación de la Gradiente Hidráulica y los Tiempos de Retención Óptimos, si contribuirá a la potabilización de las aguas del río Auqui (se acepta la hipótesis).

4.4.3.3 Prueba de t Student para el Aloe Vera

Tabla N° 121 Datos a procesar del Aloe Vera

REPETICIONES							
TRATAMIENTO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
1	3.01	2.3	2.55	2.8	3.23	3.5	88.2
2	4.25	2.86	3.17	3.76	4.62	5.11	84.6
3	8.93	8.58	7.84	7.19	5.69	6.92	79.1
4	3.08	2.64	2.74	2.89	3.16	3.43	76.8

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 122 Análisis Estadístico de Muestras Relacionadas

Estadísticas de muestra Relacionadas									
N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P	Diferencia de medias
				Inferior	Superior				
24	77.8313	5.6188	1.1469	75.4586	80.2039	67.860	23	0.000	77.8313

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.3.3.1 Criterio De Decisión

Si la probabilidad obtenida $(P - Valor) \leq \alpha$ Rechace H_o (se acepta la H_i)

Si la probabilidad obtenida $(P - Valor) > \alpha$ no Rechace H_o (se acepta la H_o)

4.4.3.3.2 Interpretación

Si la probabilidad obtenida $(0.000) \leq 0.05$ Rechace H_o (se acepta la H_i)

- ❖ Haciendo uso del Aloe Vera para la determinación de la Gradiente Hidráulica y los Tiempos de Retención Óptimos, si contribuirá a la potabilización de las aguas del río Auqui (se acepta la hipótesis).

4.4.3.4 Prueba de t Student para la Sulfato de Aluminio

Tabla N° 123 Datos a procesar del Sulfato de Aluminio

REPETICIONES							
TARTAMIENTO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
1	2.63	1.92	2.17	2.51	2.73	3.02	88.2
2	3.98	2.38	2.56	3.39	4.22	4.64	84.6
3	2.7	2.13	1.34	1.57	1.91	2.66	79.1
4	2.47	2.24	2.03	2.13	2.35	2.82	76.8

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 124 Análisis Estadístico de Muestras Relacionadas

Estadísticas de muestra Relacionadas									
N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P	Diferencia de medias
				Inferior	Superior				
24	79.5708	4.3788	0.8938	77.7218	81.4198	89.024	23	0.000	79.5708

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.3.4.1 Criterio De Decisión

Si la probabilidad obtenida ($P - \text{Valor}$) $\leq \alpha$ Rechace H_o (se acepta la H_i)

Si la probabilidad obtenida ($P - \text{Valor}$) $> \alpha$ no Rechace H_o (se acepta la H_o)

4.4.3.4.2 Interpretación

Si la probabilidad obtenida (0.000) ≤ 0.05 Rechace H_o (se acepta la H_i)

- ❖ Haciendo uso del Sulfato de Aluminio para la determinación de la Gradiente Hidráulica y los Tiempos de Retención Óptimos, si contribuirá a la potabilización de las aguas del río Auqui (se acepta la hipótesis).

CAPITULO V

5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 DISCUSIÓN DEL COAGULANTE PRUNUS PÉRSICA

- Los resultados obtenidos de la turbiedad en los tratamientos a base de Prunus Pérsica indican que el coagulante extraído presenta una capacidad remoción similar, pero en menor magnitud a la del sulfato de aluminio.
- A partir de los resultados obtenidos en el laboratorio se evidencia, que la Prunus Pérsica es eficiente como coagulante primario para la remoción de la turbiedad, pero en menor magnitud comparado al Aloe Vera y al Sulfato de Aluminio para el periodo de avenida en las aguas del Rio Auqui.
- El principal aporte de esta investigación está referido a obtener los parámetros de floculación, Utilizando la Prunus Pérsica.
- El comportamiento del coagulante extraído de la Prunus Pérsica para remoción de turbiedad, es más, efectivo en un medio con un Ph básico (ph promedio = 7.0)
- El tiempo de optimo total de floculación para la Pronus Pérsica es de 21 min. Con una gradiente de velocidad de 40 S^{-1} .

5.2 DISCUSIÓN DEL COAGULANTE ALOE VERA

- Los resultados obtenidos de la turbiedad en los tratamientos a base de Aloe Vera indican que el coagulante extraído presenta una capacidad remoción similar a la del sulfato de aluminio.
- A partir de los resultados obtenidos en el laboratorio se evidencia, que el Aloe Vera es en comparación a la Prunus Pérsica es más eficiente como coagulante primario para la remoción de la turbiedad en el periodo de avenida para el Rio Auqui.

- El principal aporte de esta investigación está referido a obtener los parámetros de floculación, Utilizando el Aloe Vera.
- De los resultados obtenidos en cuanto se refiere a la gradiente hidráulica y tiempos de retención haciendo uso del Aloe Vera en comparación al Sulfato de Aluminio, se puede evidenciar que existe una gran similitud.
- El comportamiento del coagulante extraído del Aloe Vera para remoción de turbiedad, es más, efectivo en un medio con un Ph básico (ph promedio = 7.0)
- El tiempo de optimo total de floculación para la Aloe Vera es de 18 min. Con una gradiente de velocidad de 40 S^{-1} .

CAPITULO VI

6 CONCLUSIONES

6.1 Para la caracterización de las aguas del Rio Auqui la cual es materia de estudio, se realizó un análisis completo para el Muestreo N°01, el cual comprende análisis fisicoquímicos, metales totales, análisis de nutrientes, indicadores de contaminación microbiológica e identificación de patógenos y análisis parasitológico. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos podemos observar que la mayoría de los parámetros analizados cumplen con la normativa vigente (Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano), a excepción de los siguientes parámetros: Turbiedad con un valor de 88.20 UNT, pH con un valor de 4.34, Aluminio Total con un valor de 1.80mg/l Al, Hierro Total con un valor de 0.314mg/l Fe, Mercurio Total con una valor de 0.025mg/l Hg, Niquel Total con un valor de 0.04 mg/l Ni, Plomo Total con un valor de 0.280mg/l Pb, Coliformes Totales con un valor de 66 UFC/ml, Coliformes Fecales o Termotolerantes con un valor de 42 UFC/ml y Escherichia Coli con un valor de 20 UFC/ml. Para los posteriores muestreos solo se realizaron los análisis de laboratorio de los parámetros básicos (fisicoquímicos) y de todos aquellos parámetros mencionados anteriormente que no cumplieron con la normativa vigente. (Para contrastar resultados ver la Tabla N°XX)

6.2 Una vez realizado los procedimientos correspondientes se ha llegado a establecer los parámetros óptimos de tratamiento para las aguas del Rio Auqui.

Para la Prunus Pérsica

En los Muestreos N° 01, 02, 03, 04, la Dosis Optima fue de 20 mg/l, las Concentraciones Optimas para los Muestreos N° 01, 02, 03, 04 fueron de 3.0%, 3.5%, 3.5%, y 3.5% respectivamente y con un pH de 7.5 en el Muestreos N° 01 y un pH de 7.0 en los Muestreos N° 02, 03 y 04. Los resultados antes mencionados fueron obtenidos a través del Test de Jarras.

Para el Aloe Vera

En los Muestreos N° 01, 02, 03, 04, la Dosis Optima fueron de 30 mg/l, 25 mg/l, 30 mg/l, y 30 mg/l respectivamente, las Concentraciones Optimas para los Muestreos N° 01, 02, 03, 04 fueron de 3.5%, 3.5%, 4.0%, y 3.5% respectivamente y con un pH de 7.0 en los Muestreos N° 01, 02 y 04, un pH de 7.0 en el Muestreo N° 03. Los resultados antes mencionados fueron obtenidos a través del Test de Jarras.

Para el Sulfato de Aluminio

En los Muestreos N° 01, 02, 03, 04, la Dosis Optima fueron de 20 mg/l, 25 mg/l, 25 mg/l, y 25 mg/l respectivamente, las Concentraciones Optimas para los Muestreos N° 01, 02, 03, 04 fueron de 1.5%, con un pH de 7.0 en los Muestreos N° 01 y 02, un pH de 7.5 en los Muestreos N° 03 y 04. Los resultados antes mencionados fueron obtenidos a través del Test de Jarras.

6.3 Continuando con los siguientes procesos se ha llegado a determinar los Parámetros de Floculación: Gradiente Hidráulica y Tiempos de Retención Óptimos, para las aguas del Rio Auqui.

Para la Prunus Pérsica.

En los Muestreos N° 01, 02, 03 y 04 para la determinación de los parámetros de floculación óptimos, la cual implica la eficiencia de remoción máxima de turbiedad, se puede evidenciar que en la mayoría los tiempos de floculación óptimos fueron de 21 minutos, a excepción del Muestreo N° 02 donde el resultado fue de 18 minutos y todas las Gradientes de velocidad optimas fueron de 40 s-1,

Esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 21 minutos y que con los resultados obtenidos se pueden diseñar la unidad de floculación.

Tabla N°x01. Resultados de Gradiente de Velocidad (Prunus Persica)

RESULTADOS GRADIENTES DE VELOCIDAD OPTIMA (PRUNUS PERSICA)						
	TIEMPOS DE FLOCULACION (MIN)					
	5	10	15	20	25	30
G (S-1) MUESTREO N°01	69	51	40	33	27	22
G (S-1) MUESTREO N°02	68	50	39	32	26	21
G (S-1) MUESTREO N°03	75	61	53	47	42	39
G (S-1) MUESTREO N°04	70	51	40	33	27	22

Fuente: Elaboración Propia

Para el Aloe Vera.

En los Muestreos N° 01, 02, 03 y 04 para la determinación de los parámetros de floculación óptimos, la cual implica la eficiencia de remoción máxima de turbiedad, se puede evidenciar que en la mayoría los tiempos de floculación óptimos fueron de 18 minutos y las Gradientes de velocidad optimas de 40 s-1, a excepción del Muestreo N° 02 donde el tiempo de floculación optimo fue de 21 y en el Muestreo N° 03 donde la gradiente de velocidad optima de 60s-1.

Esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación de 18 minutos y que con los resultados obtenidos se pueden diseñar la unidad de floculación.

Tabla N°x02. Resultados de Gradiente de Velocidad (Aloe Vera)

RESULTADOS GRADIENTES DE VELOCIDAD OPTIMA (ALOE VERA)						
	TIEMPOS DE FLOCULACION (MIN)					
	5	10	15	20	25	30
G (S-1) MUESTREO N°01	64	48	39	32	27	23
G (S-1) MUESTREO N°02	70	52	42	35	29	24
G (S-1) MUESTREO N°03	75	59	49	42	37	33
G (S-1) MUESTREO N°04	62	48	40	34	29	26

Fuente: Elaboración Propia

Para el Sulfato de Aluminio.

En los Muestréos N° 01, 02, 03 y 04 para la determinación de los parámetros de floculación óptimos, la cual implica la eficiencia de remoción máxima de turbiedad, se puede evidenciar que en los Muestréos N° 01 y 03 los tiempos de floculación óptimos fueron de 18 minutos y las Gradientes de velocidad optimas de 40 s-1 y 60 s-1 respectivamente y para los Muestréos N° 02 y 04 donde los tiempos de floculación óptimos fueron de 21 minutos y las gradientes de velocidad optimas de 40s-1.

Esto nos indica que el proceso se optimiza con un tiempo total de floculación que varía entre 18 a 21 minutos y que con los resultados obtenidos se pueden diseñar la unidad de floculación.

Tabla N°x03. Resultados de Gradiente de Velocidad (Sulfato de Aluminio)

RESULTADOS GRADIENTES DE VELOCIDAD OPTIMA (SULFATO DE ALUMINIO)						
	TIEMPOS DE FLOCULACION (MIN)					
	5	10	15	20	25	30
G (S-1) MUESTREO N°01	62	48	40	35	30	26
G (S-1) MUESTREO N°02	60	45	37	31	26	22
G (S-1) MUESTREO N°03	72	59	52	47	43	40
G (S-1) MUESTREO N°04	61	47	39	34	29	26

Fuente: Elaboración Propia

6.4 Continuando con los siguientes procesos se ha llegado a determinar los Parámetros de Floculación: Gradiente Hidráulica y Tiempos de Retención Óptimos, para las aguas del Rio Auqui.

6.5 Se determinó la Gradiente de Hidráulica y Tiempos de Retención Óptimos haciendo uso de la Prunus Pérsica y el Aloe Vera además del Sulfato de Aluminio para la potabilización de las aguas del Rio Auqui, cuyos resultados se presentan las tablas de resultados respectivos que son:

- **Para la Prunus Pérsica**

RESULTADOS GRADIENTES DE VELOCIDAD OPTIMA (PRUNUS PERSICA)						
	TIEMPOS DE FLOCULACION (MIN)					
	5	10	15	20	25	30
G (S-1) MUESTREO N°01	69	51	40	33	27	22
G (S-1) MUESTREO N°02	68	50	39	32	26	21
G (S-1) MUESTREO N°03	75	61	53	47	42	39
G (S-1) MUESTREO N°04	70	51	40	33	27	22

- **Para el Aloe Vera**

RESULTADOS GRADIENTES DE VELOCIDAD OPTIMA (ALOE VERA)						
	TIEMPOS DE FLOCULACION (MIN)					
	5	10	15	20	25	30
G (S-1) MUESTREO N°01	64	48	39	32	27	23
G (S-1) MUESTREO N°02	70	52	42	35	29	24
G (S-1) MUESTREO N°03	75	59	49	42	37	33
G (S-1) MUESTREO N°04	62	48	40	34	29	26

- **Para el Sulfato de Aluminio**

RESULTADOS GRADIENTES DE VELOCIDAD OPTIMA (SULFATO DE ALUMINIO)						
	TIEMPOS DE FLOCULACION (MIN)					
	5	10	15	20	25	30
G (S-1) MUESTREO N°01	62	48	40	35	30	26
G (S-1) MUESTREO N°02	60	45	37	31	26	22
G (S-1) MUESTREO N°03	72	59	52	47	43	40
G (S-1) MUESTREO N°04	61	47	39	34	29	26

6.6 Se determinó los Parámetros Óptimos de tratamiento como: Dosis Optima, Concentración Optima y Ph Optimo haciendo uso de los coagulantes naturales (Prunus Pérsica y Aloe Vera) y en coagulante sintético (Sulfato de Aluminio) que son:

- **Para la Prunus Pérsica**

RESUMEN DE RESULTADOS				
	Muestreo N°01	Muestreo N°02	Muestreo N°03	Muestreo N°04
Dosis Optima de Coagulante (mg/l)	20 mg/l	20 mg/l	20 mg/l	20 mg/l
Concentracion Optima Coagulante (%)	3.00	3.50	3.50	3.50
pH	7.50	7.00	7.00	7.00

- **Para el Aloe Vera**

RESUMEN DE RESULTADOS				
	Muestreo N°01	Muestreo N°02	Muestreo N°03	Muestreo N°04
Dosis Optima de Coagulante (mg/l)	30 mg/l	25 mg/l	30 mg/l	30 mg/l
Concentracion Optima Coagulante (%)	3.50	3.50	4.00	3.50
pH	7.00	7.00	7.50	7.00

- **Para el Sulfato de Aluminio**

RESUMEN DE RESULTADOS				
	Muestreo N°01	Muestreo N°02	Muestreo N°03	Muestreo N°04
Dosis Optima de Coagulante (mg/l)	20 mg/l	25 mg/l	25 mg/l	25 mg/l
Concentracion Optima Coagulante (%)	1.50	1.50	1.50	1.50
pH	7.00	7.00	7.50	7.50

6.7 Se ha determinado la eficiencia en la remoción de la turbiedad haciendo una comparación entre las turbiedades iniciales y turbiedades finales, haciendo uso de los coagulantes naturales y el coagulante sintético.

- **Para la Prunus Pérsica**

% DE REMOCION DE LA PRUNUS PERSICA				
	Muestreo N°01	Muestreo N°02	Muestreo N°03	Muestreo N°04
Dosis Optima de Coagulante	20 mg/l	20 mg/l	20 mg/l	20 mg/l
Turbiedad Inicial To (UNT)	88.20	84.60	79.10	76.80
Turbiedad Final Tf (UNT)	5.82	6.90	6.98	6.41
% de Remocion	93 %	92 %	91 %	92 %
LMP (UNT)	5	5	5	5

- **Para el Aloe Vera**

% DE REMOCION DEL ALOE VERA				
	Muestreo N°01	Muestreo N°02	Muestreo N°03	Muestreo N°04
Dosis Optima de Coagulante	30 mg/l	25 mg/l	30 mg/l	30 mg/l
Turbiedad Inicial To (UNT)	88.20	84.60	79.10	76.90
Turbiedad Final Tf (UNT)	0.90	1.34	1.95	1.64
% de Remocion	99 %	98 %	98 %	98 %
LMP (UNT)	5	5	5	5

- **Para el Sulfato de Aluminio**

% DE REMOCION DEL SULFATO DE ALUMINIO				
	Muestreo N°01	Muestreo N°02	Muestreo N°03	Muestreo N°04
Dosis Optima de Coagulante	20 mg/l	25 mg/l	25 mg/l	25 mg/l
Turbiedad Inicial To (UNT)	88.20	84.60	79.10	76.90
Turbiedad Final Tf (UNT)	1.36	1.82	0.78	1.47
% de Remocion	98 %	98 %	99 %	98 %
LMP (UNT)	5	5	5	5

6.8 Se realizó la caracterización de las condiciones iniciales de las aguas del Rio Auqui, teniendo como base los análisis de laboratorio realizados y los resultados obtenidos a partir de los equipos de campo para medir los parámetros básicos (multiparametrico, turbidimetro y medidor de ph)

CAPITULO VII

7 RECOMENDACIONES

- 7.1** Se recomienda la evaluación de plantas endémicas de la zona de Ancash con características similares a la de Aloe Vera y la Prunus Pérsica, dada su efectividad en la remoción de turbidez.
- 7.2** Realizar estudios de aplicación de los coagulantes Aloe Vera y la Prunus Pérsica para aguas superficiales con alta turbiedad en zona rural.
- 7.3** Tener en cuenta toda la metodología experimental para el proceso de pruebas de jarras; verificando con mucho cuidado que se den las mejores condiciones para obtener resultados precisos y confiables.
- 7.4** Realizar el análisis de toxicidad a los coagulantes naturales antes de usarlo para el proceso de potabilización del agua.
- 7.5** Para estudios posteriores pueden hacerse combinaciones con coagulantes químicos, ya que otros investigadores han reportado que los coagulantes naturales pueden funcionar como coagulantes secundarios o ayudantes de coagulación, aumentando la eficiencia de remoción de turbiedad y demás parámetros.
- 7.6** Se recomienda el uso del Aloe Vera como coagulante natural ya que resulta ser el más efectivo que la Prunus Pérsica para la remoción de la turbidez.
- 7.7** Se recomienda tener cuidado en el almacenamiento de los coagulantes naturales, dado que a mayor tiempo de almacenamiento estas van a disminuir su efectividad como coagulantes.

CAPITULO VII

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❖ Determinación de la eficiencia de las características coagulantes y floculantes del *tropaeolum tuberosum*, en el tratamiento del agua cruda de la planta de Puengasi de la Epmaps (Liszeth Fernanda Ojeda Beáz - 2012).
- ❖ Extracción y modificación de almidón de plátano cuatro filos (*musa aabb* del subgrupo silver bluggoe) para posible uso en el tratamiento de potabilización de aguas (Diana Carolina Mantilla Escalante – 2013)
- ❖ “Uso de floculantes de origen natural en el tratamiento del agua en términos de turbidez en el río santa – Huaraz”. Huaraz. Carlos Rony, Pompilio Quitana. (2013).
- ❖ Evaluación del poder coagulante de la tuna (*opuntia ficus indica*) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas (Jasser Martínez García, Luis Enrique González Silgado-2012).
- ❖ "Aplicación del mucílago extraído de nopal (*opuntia ficus-indica*) en la clarificación del agua del río uchusuma" (Haydee Gina Quispe Jiménez – diciembre 2012)
- ❖ "Uso del extracto de la semilla de moringa oleífera como coagulante natural primario y ayudante de coagulación en el tratamiento de agua para consumo humano" (Aldana Rivera Edgar Alberto Lima, Perú 2012)
- ❖ Tratamiento de agua: coagulación–floculación. evaluación de plantas y desarrollo tecnológico. SEDAPAL. lima, abril del, 6. Andía Cárdenas, y., de Vargas, l., & Barrenechea Martel, a. (2000).
- ❖ Determinación de la dosis óptima del coagulante sulfato de aluminio aplicado en la planta de tratamiento de agua de la central termoeléctrica “el descanso (Abdón Mauricio Izquierdo Flores- 2015).
- ❖ Cánepa de Vargas, L., Maldonado Yactayo, V., Barrenechea Martel, A., & Aurazo de Zumaeta, m. (2004). tratamiento de agua para consumo humano. plantas de filtración rápida. manual i: teoría. Páginas 216-283.
- ❖ Universidad Nacional de Ingeniería - facultad de ingeniería ambiental – parámetros de floculación laboratorio N°2 - ing. Víctor Maldonado Yactayo.
- ❖ Optimización del proceso de floculación y coagulación de la planta potabilizadora de la junta de agua potable de bayas.” autores: Leonardo Daniel Calle Idrovo. César Alfredo Zambrano Torres 2015.
- ❖ Teoría y práctica de la purificación del agua. tercera edición, asociación colombiana de ingeniería sanitaria. Colombia: mc Graw Hill. Arboleda, j. (2000).

- ❖ Características del agua potable. ingeniería sanitaria. recuperado Jorge A, Orellana,(2005).de:
https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/ingenieria_sanitaria_a4_capitulo_03_caracteristicas_del_agua_potable.pdf
- ❖ “Forestación piloto con la tara en la microcuenca de san juan (alto Jequetepeque) Cajamarca.” autor: Pedro Germán Díaz Chuquiruna 2010.
- ❖ Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la Cultura, Segundo Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, 22 marzo de 2006.
- ❖ Decreto supremo N°072-2017-minam: modifican los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua, así como otras disposiciones contenidas en el Decreto supremo N°002-2008-MINAM, en el decreto supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto supremo N° 015-2015-MINAM.
- ❖ Reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA / Ministerio de Salud. Dirección general de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud; 2011.
- ❖ Estadística para ingenieros (William Navidi)
- ❖ Estadística descriptiva e Inferencial –cuarta edición. Manuel Córdova Zamora.
- ❖ Propiedades Generales Del Agua (Ros Moreno, 2011) y (BARBA HO, 2002).
- ❖ Características Físicas (E, Aldana.2012).
- ❖ Turbiedad (J, Martínez – L, González -2012), (L, Calle – C, Zambrano.2015) (E. Aguilar, 2010).
- ❖ Características Químicas (Orellana, 2005) y (E. Aguilar, 2010).

ANEXOS

ANEXO I**1.1 PANEL FOTOGRÁFICO****Fotografía N°01 Recojo de Muestras del Rio Auqui**

Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°02 Recojo de Muestras del Rio Auqui

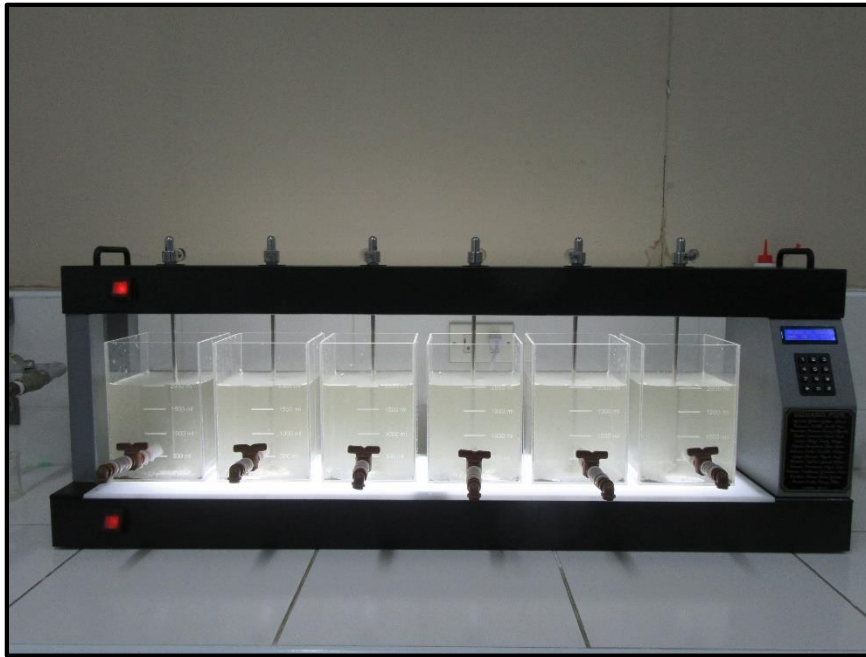
Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°03 Recojo en Bidones de la Muestra del Rio Auqui

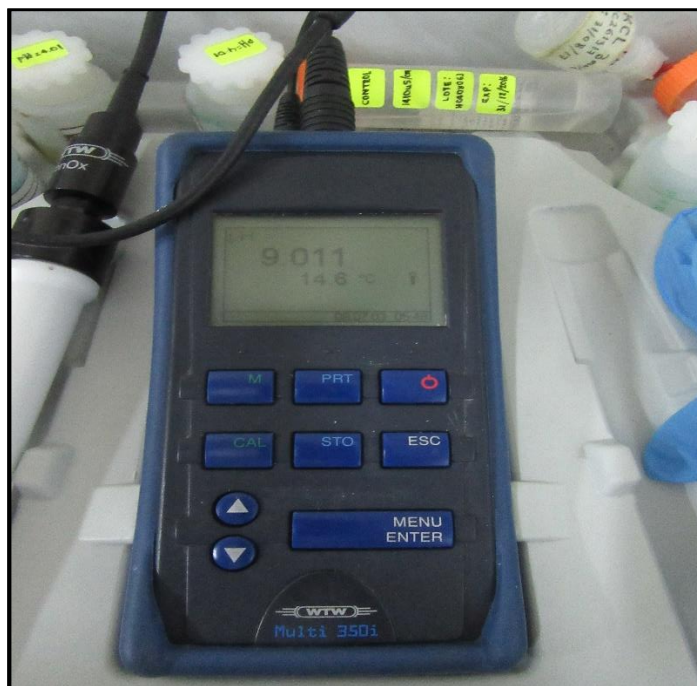
Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°04 Muestra del Rio Auqui en el laboratorio

Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°05 Equipo de Pruebas de Jarras

Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°06 Equipo de Pruebas de Jarras

Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°07 Turbidímetro



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°08 Balanza Analítica



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 09 Equipo de Prueba de jarras – Previo a la Determinación de Dosis Óptima



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°10 Adicionando el coagulante a las jarras



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°11 Prueba para obtener la dosis optima

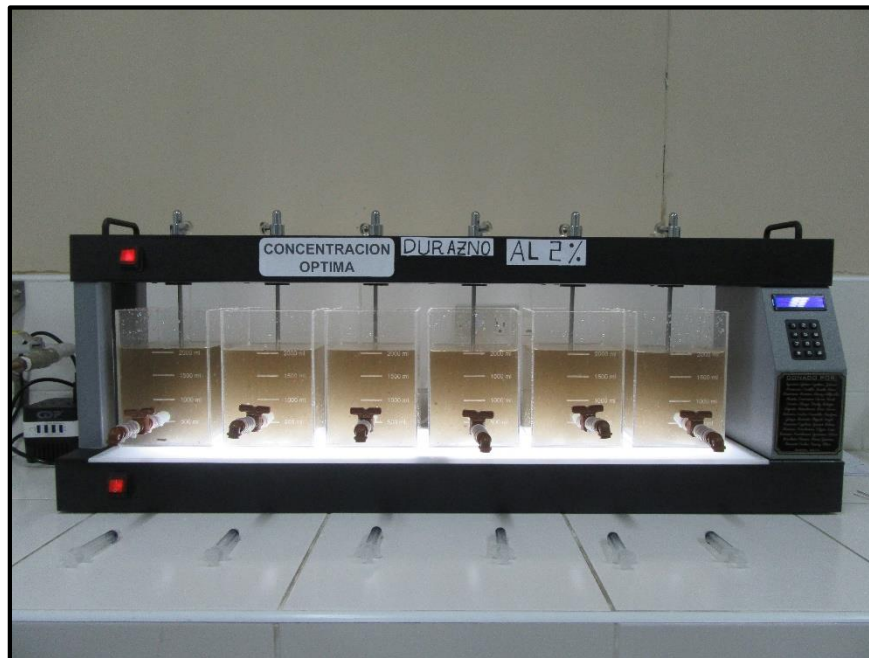
Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°12 Prueba para determinar la dosis optima

Fuente: Elaboración Propia.

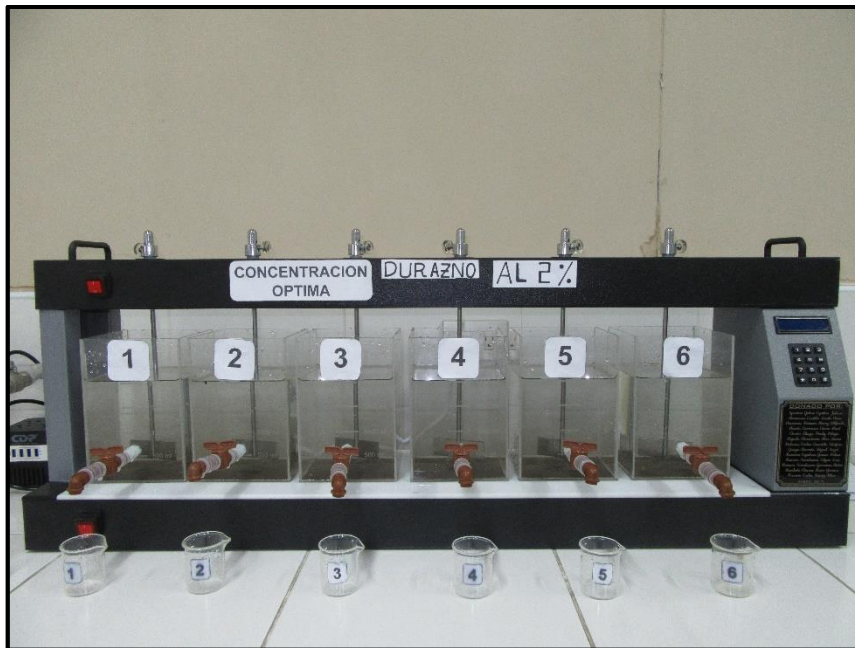
Fotografía N° 13 Dosis Optima

Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°14 Prueba para determinar la concentración optima

Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°15 Determinación de concentración Óptima.



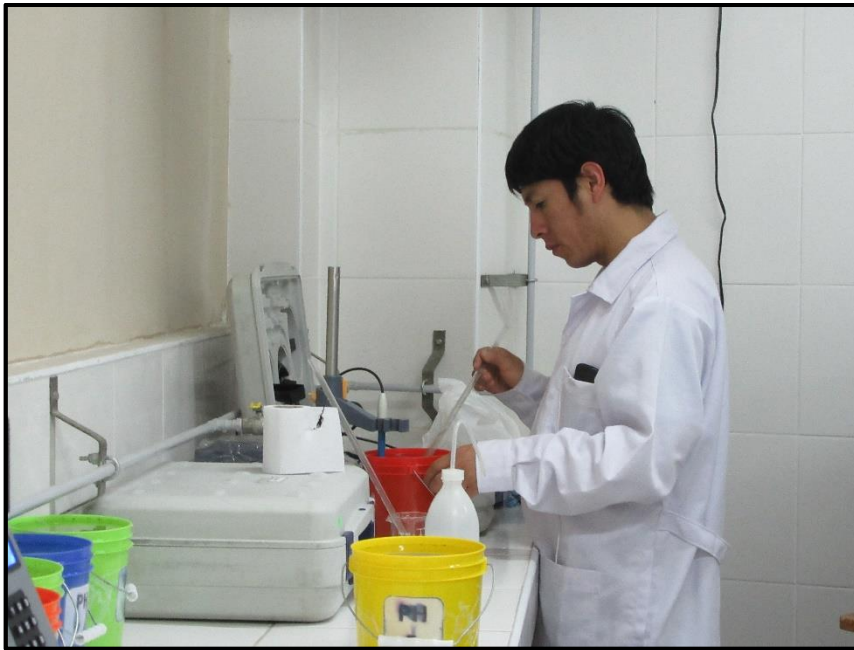
Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°16 Concentración Óptima.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°17 Llevando la muestra a diferentes pH.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°18 Muestra a diferentes pH.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°19 Determinado el pH OPTIMO.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°20 pH Optimo.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°21 pH Optimo .



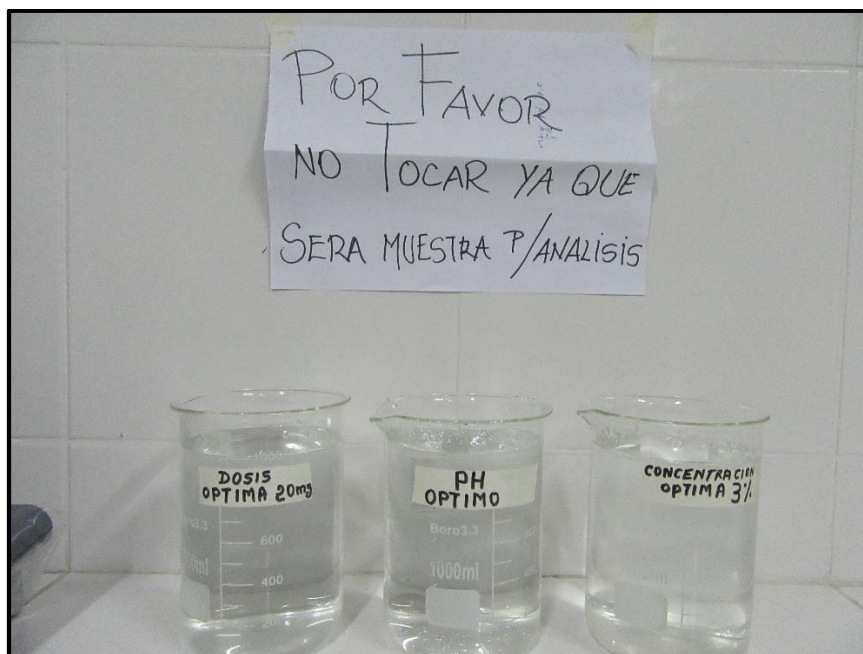
Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 22 muestras procesadas para el análisis de laboratorio de la Prunus Pérsica.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 23 muestras procesadas para el análisis de laboratorio del Aloe Vera.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 24 muestras procesadas para el análisis de laboratorio del Sulfato de Aluminio.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 25 Muestras procesadas para el análisis de laboratorio.



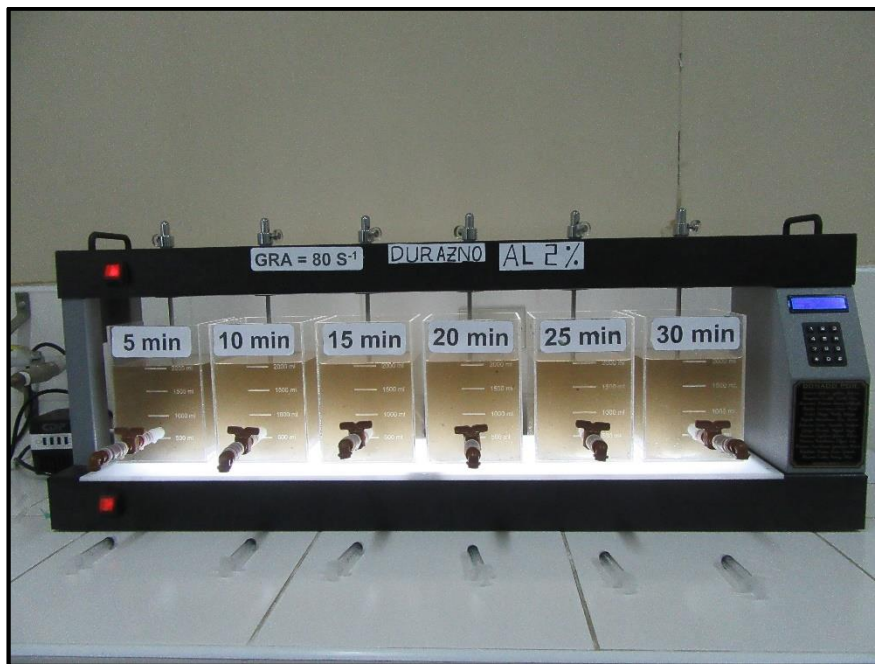
Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N° 26 Muestras procesadas para el análisis de laboratorio.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°27 Equipo de Prueba de jarras – Previo a la Determinación de Parámetros de Floculación con la Gradiente de 80 S^{-1} y Velocidad de 55 rpm.



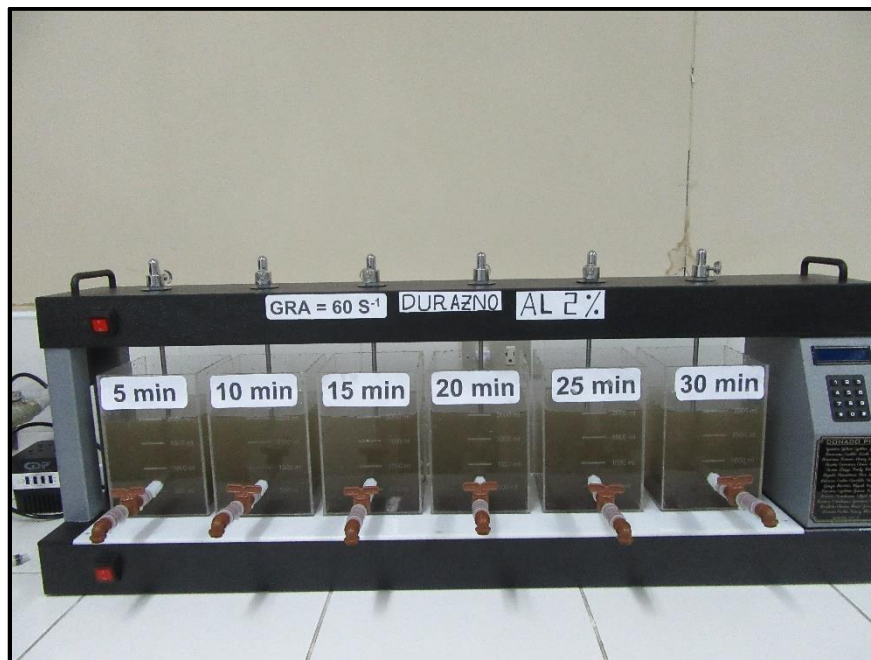
Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°28 Parámetros de Floculación con la Gradiente de 80 S^{-1} a diferentes tiempos de floculación.



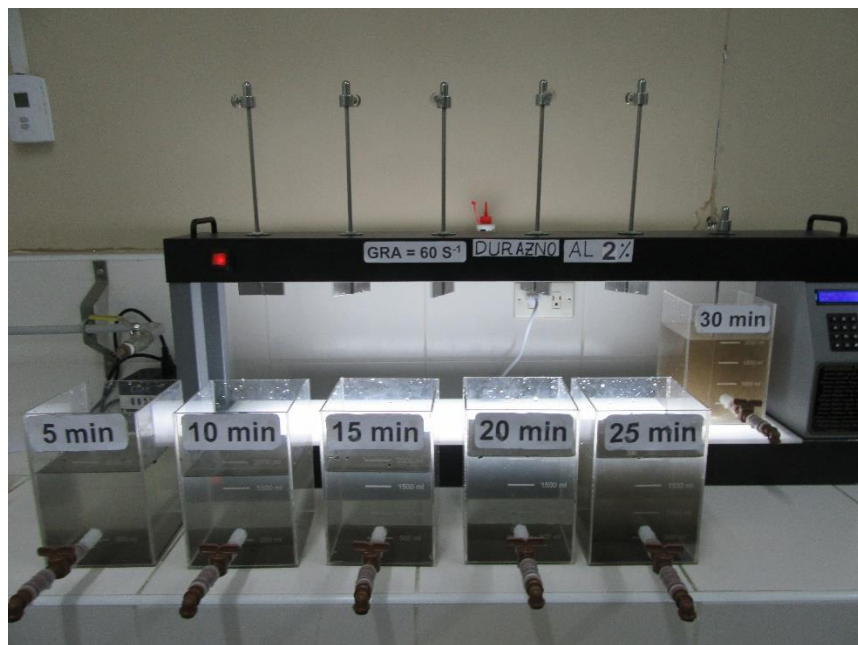
Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°29 Equipo de Prueba de jarras – Previo a la Determinación de Parámetros de Floculación con la Gradiente de 60 S^{-1} y Velocidad de 45 rpm.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°30 Parámetros de Floculación con la Gradiente de 60 S^{-1} a diferentes tiempos de floculación.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°31 Equipo de Prueba de jarras – Previo a la Determinación de Parámetros de Floculación con la Gradiente de 40 S^{-1} y Velocidad de 34 rpm.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°32 Parámetros de Floculación con la Gradiente de 40 S^{-1} a diferentes tiempos de floculación.



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°33 Equipo de Prueba de jarras – Previo a la Determinación de Parámetros de Floculación con la Gradiente de 20 S^{-1} y Velocidad de 20 rpm .



Fuente: Elaboración Propia.

Fotografía N°34 Parámetros de Floculación con la Gradiente de 20 S^{-1} a diferentes tiempos de floculación.



Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO II

2.1 Resultados de Laboratorio Primer Muestreo

2.1.1 Resultados del Agua Cruda sin Procesar



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**

**INFORME DE ENSAYO AG170161**

CLIENTE	Razón Social	: OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO VÍCTOR ROMERO NORABUENA
	Dirección	: Jr. 27 de Noviembre 691 - Huaraz
	Atención	: Omar Huerta Carranza - Geronimo V. Romero Norabuena
MUESTRA	Producto declarado	: Agua de Río
	Matriz	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	Procedencia	: Captación del Río Auqui Coyllur
	Ref./Condición	: Cadena de Custodia CC170122
MUESTREO	Responsable	: Muestra proporcionada por el cliente
	Referencia:	: No indica
LABORATORIO	Fecha de recepción	: 15/Febrero/2017
	Fecha de análisis	: 15 de Febrero al 22 de Febrero/2017
	Cotización N°	: CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - AQ01
					Fecha de muestreo ¹	15/02/2017
					Hora de muestreo ¹	12:25
					Código del Laboratorio	AG170235
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ07	Cianuro Total	mg/l CN	Acido barbitúrico-piridincaboxílico (*)	0.002		< 0.002
FQ10	Cloruros	mg/l Cl	APHA 4500-Cl B (*)	1		2
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		173.4
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO ₃	APHA 2340 C (*)	1		60
FQ19	Fluoruros	mg/l F	Alizarine complexone (*)	0.10		< 0.10
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2012 (*)	.....		4.34
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		131
FQ33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ⁻²	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	25		54
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		88.20
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		1.800
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cation (*)	0.002		< 0.002
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		< 0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.314
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.042
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétohe de Michler (*)	0.025		< 0.025
MT21	Molibdeno total	mg/l	Rouge de bromopyrogallol (*)	0.02		0.03
MT22	Niquel total	mg/l Ni	Dimetilgloxina (*)	0.02		0.04
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.270
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		0.29
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃	Nitrospectral (*)	1.0		< 1.0
NU05	Nitritos	mg/l NO ₂	Reacción Griess (*)	0.007		< 0.007
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		86
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		66
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		42
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		20
AP	ANÁLISIS PARASITOLÓGICO					
AP15	Huevos de Helminetos	Huevos/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia		Ausencia
AP16	Larvas de Helminetos	Larvas/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia		Ausencia

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

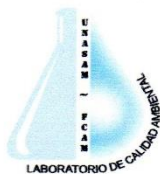
² Resultados reportados a 25 °C.

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.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG170161

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 22 de Febrero de 2017



Quim. Mario Leyva Collas
Jefe 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.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 2 de 2

2.1.2 Resultados de laboratorio de la Prunus Pérsica



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG170348

CLIENTE Razón Social : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
Dirección : Huaraz
Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena

MUESTRA Producto declarado : Agua de Rio
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Captación del Rio Auqui Couyllur - Procesado Prunus Persica
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170225

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 31/Marzo/2017
Fecha de análisis : 31 de Marzo al 07 de Abril/2017
Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - PP01
					Fecha de muestreo ¹	30/03/2017
					Hora de muestreo ¹	10:30
					Código del Laboratorio	AG170438
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		111.4
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO ₃	APHA 2340 C (*)	1		45
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....		6.86
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		5.82
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.039
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.342
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.051
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.298
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		205
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		150
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		90
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		56

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



Quim. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM UNASAM
CQP N° 604

Huaraz, 07 de Abril de 2017

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.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM, # 948915005
E-mail: labfcam@hotmail.com

2.1.3 Resultados de laboratorio del Aloe Vera



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



INFORME DE ENSAYO AG170318 Registro N° LE - 065

CLIENTE Razón Social : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
Dirección : Huaraz
Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Captación del Río Auqui Couyllur - Procesado
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170201

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 21/Marzo/2017
Fecha de análisis : 21 de Marzo al 28 de Marzo/2017
Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - AV01
					Fecha de muestreo ¹	21/03/2017
					Hora de muestreo ¹	10:00
					Código del laboratorio	AG170402
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
FQ						136.5
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		55
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO_3	APHA 2340 C (*)	1		5.28
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2012 (*)	.....		0.90
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		
METALES TOTALES						
MT						0.450
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.426
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.016
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.290
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		
INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS						
CM						198
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		144
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		56
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		26
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 28 de Marzo de 2017

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.

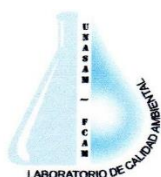
Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

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. Página 1 de 1

./Versión: 01/F.E: 22-03-10

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
E-mail: labfcam@hotmail.com

2.1.4 Resultados de laboratorio del Sulfato de Aluminio



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**

**INFORME DE ENSAYO AG170337**

CLIENTE Razón Social : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
Dirección : Huaraz
Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río Procesado con Sulfato
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Captación del Río Auqui Couyllur
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170216

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 28/Marzo/2017
Fecha de análisis : 28 de Marzo al 04 de Abril/2017
Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - SA01
					Fecha de muestreo ¹	28/03/2017
					Hora de muestreo ¹	12:30
					Código del Laboratorio	AG170424
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		137.1
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO_3	APHA 2340 C (*)	1		50
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....		5.36
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		1.36
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.126
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.246
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	² Formaldoxina (*)	0.010		0.087
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.297
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		4
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		< 1
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		< 1

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de peribilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



Quim. Mario Leyva Collas

Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604

Huaraz, 04 de Abril de 2017

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 peribilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

2.2 Resultados de Laboratorio Segundo Muestreo

2.2.1 Resultados del Agua Cruda sin Procesar



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



INFORME DE ENSAYO AG170338

CLIENTE Razón Social : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
Dirección : Huaraz
Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Captación del Río Auqui
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170217

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 28/Marzo/2017
Fecha de análisis : 28 de Marzo al 04 de Abril/2017
Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - AQ02
					Fecha de muestreo ¹	28/03/2017
					Hora de muestreo ¹	15:00
					Código del Laboratorio	AG170425
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		109.9
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO ₃	APHA 2340 C (*)	1		43
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B -Versión 2012 (*)	.....		5.16
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		84.60
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.080
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.324
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.074
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.370
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		70
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		45
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		26
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		14

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 04 de Abril de 2017

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.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

2.2.2 Resultados de laboratorio de la Prunus Pérsica



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**

**INFORME DE ENSAYO AG170349**

CLIENTE Razón Social : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
Dirección : Huaraz
Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena

MUESTRA Producto declarado : Agua de Rio
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Captación del Rio Auqui Couyllur - Procesado Prunus Persica
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170225

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 31/Marzo/2017
Fecha de análisis : 31 de Marzo al 07 de Abril/2017
Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - PP02
					Fecha de muestreo ¹	31/03/2017
					Hora de muestreo ¹	11:15
					Código del Laboratorio	AG170439
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		109.4
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO ₃	APHA 2340 C (*)	1		48
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B -Versión 2012 (*)	.....		6.34
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		6.90
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.082
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.270
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.014
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.227
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		35
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		26
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		14
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		5

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



Quim. María Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604

Huaraz, 07 de Abril de 2017

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-Huaraz- Ancash, Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

2.2.3 Resultados de laboratorio del Aloe Vera



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**

**INFORME DE ENSAYO AG170455**

CLIENTE	Razón Social	: OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
	Dirección	: Huaraz
	Atención	: Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena
MUESTRA	Producto declarado	: Agua de Rio más Aloe Vera
	Matriz	: Aguas Naturales - Agua Superficial
	Procedencia	: Rio Auqui
	Ref./Condición	: Cadena de Custodia CC170296
MUESTREO	Responsable	: Muestra proporcionada por el cliente
	Referencia:	: No indica
LABORATORIO	Fecha de recepción	: 27/Abril/2017
	Fecha de análisis	: 27 de Abril al 05 de Mayo/2017
	Cotización N°	: CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - AV02
					Fecha de muestreo	27/04/2017
					Hora de muestreo	18:15
					Código del Laboratorio	AG170579
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		143.2
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO ₃	APHA 2340 C (*)	1		49
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....		4.65
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		1.34
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.730
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.353
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.063
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.327
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		14810
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		14400
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		6600
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2760

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 05 de Mayo de 2017

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.

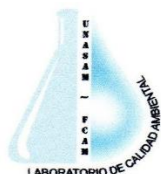
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1

2.2.4 Resultados de laboratorio del Sulfato de Aluminio



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG170434

CLIENTE Razón Social : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
Dirección : Huaraz
Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena

MUESTRA Producto declarado : Agua de Rio Procesado con Sulfato
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Captación del Rio Auqui Couyllur
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170221

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 28/Marzo/2017
Fecha de análisis : 28 de Marzo al 04 de Abril/2017
Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - SA02
					Fecha de muestreo ¹	29/03/2017
					Hora de muestreo ¹	11:30
					Código del Laboratorio	AG170471
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		126.5
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO ₃	APHA 2340 C (*)	1		55
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....		6.16
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		1.82
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.112
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.208
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	² Formaldoxina (*)	0.010		0.076
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.205
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		5
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		< 1
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		< 1

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 04 de Abril de 2017

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.

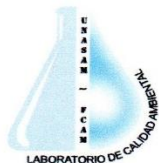
Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

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.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

2.3 Resultados de Laboratorio Tercer Muestreo

2.3.1 Resultados del Agua Cruda sin Procesar



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



INFORME DE ENSAYO AG170379

CLIENTE Razón Social : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
Dirección : Huaraz
Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena

MUESTRA Producto declarado : Agua de Rio
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Rio Auqui
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170251

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 11/Abril/2017
Fecha de análisis : 11 de Abril al 20 de Abril/2017
Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - AQ03
					Fecha de muestreo ¹	11/04/2017
					Hora de muestreo ¹	07:45
					Código del Laboratorio	AG170485
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		137.7
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO ₃	APHA 2340 C (*)	1		40
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....		5.00
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		79.10
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.780
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.412
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.017
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.393
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		7100
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		6600
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		2760
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		1440

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 20 de Abril de 2017

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-Huaraz- Ancash, Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
E-mail: labfcam@hotmail.com

2.3.2 Resultados de laboratorio de la Prunus Pérsica



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG170381

CLIENTE Razón Social : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
Dirección : Huaraz
Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río más Prunus Persica
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Río Auqui
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170251

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 11/Abril/2017
Fecha de análisis : 11 de Abril al 20 de Abril/2017
Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - PP03
					Fecha de muestreo ¹	11/04/2017
					Hora de muestreo ¹	19:00
					Código del Laboratorio	AG170487
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		135.5
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO_3	APHA 2340 C (*)	1		46
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....		5.84
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		6.98
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.670
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.395
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.033
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.341
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		72
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		45
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		26
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		14

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd, Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 20 de Abril de 2017

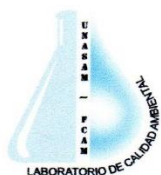
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
E-mail: labcam@hotmail.com

2.3.3 Resultados de laboratorio del Aloe Vera



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**

**INFORME DE ENSAYO AG170380**

CLIENTE Razón Social : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
Dirección : Huaraz
Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena

MUESTRA Producto declarado : Agua de Rio mas Aloe Vera
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Rio Auqui
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170251

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 11/Abril/2017
Fecha de análisis : 11 de Abril al 20 de Abril/2017
Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - AV03
					Fecha de muestreo ¹	11/04/2017
					Hora de muestreo ¹	14:00
					Código del Laboratorio	AG170486
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		149.6
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO ₃	APHA 2340 C (*)	1		49
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*)	.....		6.54
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		1.95
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.620
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.352
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		< 0.010
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.338
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		1520
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		1440
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		660
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		276

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 20 de Abril de 2017

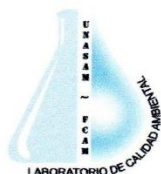
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM, # 948915005

2.3.4 Resultados de laboratorio del Sulfato de Aluminio



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG170433

CLIENTE Razón Social : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
Dirección : Huaraz
Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena

MUESTRA Producto declarado : Agua de Rio Procesado con Sulfato
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Captación del Rio Auqui Couyllur
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170251

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 11/Abril/2017
Fecha de análisis : 11 de Abril al 20 de Abril/2017
Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - SA03
					Fecha de muestreo ¹	12/04/2017
					Hora de muestreo	11:30
					Código del Laboratorio	AG170488
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		123.5
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO ₃	APHA 2340 C (*)	1		65.3
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B.-Versión 2012 (*)	.....		5.82
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		0.78
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurof S (*)	0.020		0.197
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.201
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	² Formaldoxina (*)	0.010		0.090
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.302
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		10
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		< 1
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		< 1

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perechibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 20 de Abril de 2017

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 dírimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perechibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash, Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10

E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 2

2.4 Resultados de Laboratorio Cuarto Muestreo

2.4.1 Resultados del Agua Cruda sin Procesar



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



INFORME DE ENSAYO AG170430

CLIENTE **Razón Social** : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
 Dirección : Huaraz
 Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena

MUESTRA **Producto declarado** : Agua de Rio
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : Rio Auqui
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170288

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

LABORATORIO **Fecha de recepción** : 25/Abril/2017
 Fecha de análisis : 25 de Abril al 03 de Mayo/2017
 Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - AQ04
					Fecha de muestreo ¹	25/04/2017
					Hora de muestreo ¹	08:15
					Código del Laboratorio	AG170554
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		142.8
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO ₃	APHA 2340 C (*)	1		44
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B -Versión 2012 (*)	.....		4.88
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		76.80
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.200
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.422
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.034
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.613
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		15350
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		14400
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		6600
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2760

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

LEYENDA: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 03 de Mayo de 2017

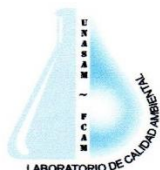
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com

2.4.2 Resultados de laboratorio de la Prunus Pérsica



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG170432

CLIENTE Razón Social : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
Dirección : Huaraz
Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río más Prunus Persica
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Río Auqui
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170288

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 25/Abril/2017
Fecha de análisis : 25 de Abril al 03 de Mayo/2017
Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - PP04
					Fecha de muestreo ¹	25/04/2017
					Hora de muestreo	18:30
					Código del Laboratorio	AG170556
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		141.1
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO ₃	APHA 2340 C (*)	1		50
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H* B -Versión 2012 (*)	.....		5.21
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		6.41
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazuro S (*)	0.020		0.770
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.443
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.055
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.334
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		11
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		5
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		2
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		< 1

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 03 de Mayo de 2017

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.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

2.4.3 Resultados de laboratorio del Aloe Vera



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG170431

CLIENTE Razón Social : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
Dirección : Huaraz
Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo Romero Norabuena

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río más Aloe Vera
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Río Auqui
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170288

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 25/Abril/2017
Fecha de análisis : 25 de Abril al 03 de Mayo/2017
Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - AV04
					Fecha de muestreo ¹	25/04/2017
					Hora de muestreo ¹	02:30
					Código del Laboratorio	AG170555
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		140.0
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO_3	APHA 2340 C (*)	1		47
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B -Versión 2012 (*)	.....		6.43
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		1.64
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.970
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.416
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.040
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.318
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		2910
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		2760
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		1440
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		560

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 03 de Mayo de 2017

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.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
E-mail: labfcam@hotmail.com

2.4.4 Resultados de laboratorio del Sulfato de Aluminio



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**

**INFORME DE ENSAYO AG170566**

CLIENTE Razón Social : OMAR HUERTA CARRANZA - GERONIMO V. ROMERO NORABUENA
Dirección : Huaraz
Atención : Omar Huerta Carranza - Geronimo V. Romero Norabuena

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río más Sulfato de Aluminio
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Río Auqui
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170355

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 25/Mayo/2017
Fecha de análisis : 25 de Mayo al 01 de Junio/2017
Cotización N° : CO170125

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	CAP - SA04
					Fecha de muestreo ¹	25/04/2017
					Hora de muestreo ¹	15:50
					Código del Laboratorio	AG170696
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		217.5
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO_3	APHA 2340 C (*)	1		42
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2012 (*)	.....		4.70
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		1.47
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromozurol S (*)	0.020		10.400
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.376
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.050
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.309
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS					
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	< 1		21
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	< 1		14
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	< 1		5
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	< 1		2

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días



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

Huaraz, 01 de Junio de 2017

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.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005

ANEXO III

DISEÑO DEL PILOTO MODIFICADO PROPUESTO

DIMENSIONAMIENTO DE LA MEZCLA RAPIDA (ALOE VERA)

PASO	DATOS	UNIDAD	CRITERIOS	CALCULOS		RESULTADOS	UNIDAD
1	Q = 0.135 B = 1.000	m ³ /s m	$q = Q/B$	q =	0.135	Caudal Unitario	m ³ /s/m
2	X = 1.40 Eo = 0.45	m m	$\phi = \text{ATAN}(Eo/X)$	$\theta =$	0.311 17.82	Inclinacion de la Rampa	rad o
3	F1 = 5.00		$K = \text{COS} \theta (F1 + \text{COS} \theta / 2F1)$	K =	4.85	Factor de Resolucion de la Ecuación	
4			$\phi = \text{ACOS}(F1^2 / (2 * F1 * K / 3)^{3/2})$	$\phi =$	1.176 67.39		
			$a = d2/d1 = \sqrt{(8 * F1 * K / 3) * \text{COS}(\phi/3)}$	a =	7.43	Relación de alturas antes y después del	
5			$d1 = (q^2 / (F1^2 * 9.81))^{1/3}$	d1 =	0.04	Altura antes del Resalto	m
6			$h1 = d1 / \text{COS} \theta$	h1 =	0.042	Profundidad antes del Resalto	m
7			$v1 = q / h1$	v1 =	3.21	Velocidad al inicio del resalto	m/s
8			$Fc = v1 / ((9.81 * h1)^{0.5})$	Fc =	5.0	Número de Froude (comprobación)	
9			$h2 = d2 = a * d1$	h2 =	0.30	Profundidad después del Resalto	m
10			$L = 6 * (h2 - h1)$	L =	1.53	Longitud del Resalto	m
11			$hp = (h2 - h1)^3 / (4 * h1 * h2)$	hp =	0.33	Pérdida de carga	m
12			$V = ((h1 + h2) / 2) * L * B$	V =	0.260	Volumen del Resalto	m ³
13	$(y/u)^{0.5} = 3114.64$ T = 20 °C		$G = ((y/u)^{0.5}) * (Q * hp / V)^{0.5}$	G =	1295.4	Gradiente de Velocidad	s ⁻¹
14			$T = V / Q$	T =	1.92	Tiempo de Mezcla	s
15			$h = 1/6 h2$	h =	0.05	Grada al final del Resalto	m
16			$h3 = (Q / (1.84 * B))^{2/3}$	h3 =	0.18	Altura de agua en el vertedero	m

17	e=	0.1	m	$N = B / e$	N=	10	Número de Orificios en el Difusor	
18	do=	0.5	pulg	$Ao = 3,1416 * do^2 / 4$	Ao =	0.00013	Sección de los orificios	m2
19	Dosis óptima promedio	30	mg/L	$q' = Q * D / C$	q' =	0.12	Caudal promedio de solución por aplicar	l/s
	C = 3.5% =	35000	mg/L					
20				$vo = q' / (Ao * N)$	vo =	0.320	Velocidad en los Orificios	m/s
21	R =	0.46		$vt = vo / R$	vt =	0.70	Velocidad en la tubería	m/s
22				$At = q' / vt$	At =	0.00058	Sección del difusor	m2
23				$Dt = ((4 * At^3 / 3,1416)^{0,5}) / 0,0254$	Dt =	1.1	Diámetro del difusor	pulg
					Dt(comerc.) =	3		pulg
24				$At' = 3,1416 * Dt'^2 / 4$	At' =	0.00442	Sección del difusor corregido	m2
25				$R = N * Ao / At'$	R =	0.287	< 0,46	
26				$Eo + h3 = hp + h2$	Eo + h3 =	0.63	Comprueba la igualdad	
					hp + h2 =	0.63		

DIMENSIONAMIENTO DE UN FLOCULADOR DE PANTALLAS DE FLUJO VERTICAL (ALOE VERA)

TRAMO 01

DATOS	SIMBOLO	UNID.	CRITERIO	CALCULO	RESULTADOS	UNIDAD		
Caudal	Q =	0.135	m ³ /seg	$V = 60QT$	V =	170.1	Volumen total de la unidad	m ³
Tiempo total de floculación	T =	18	min					
Longitud de la unidad	L =	7.60	m	$B = V/HL$	B =	4.48	Ancho total de la unidad	m
Profundidad del floculador	H =	5.00	m					
Ancho del primer canal	b =	1.10	m	$t_1 = H L b / 60 Q$	t =	5.0	Tiempo de retención del primer canal	min
Gradiente de velocidad en el primer tramo	G =	59.80	s ⁻¹	$m = 0.045 \times \sqrt[3]{\frac{b \times L \times G}{Q} \times t}$	m =	18	Número de comportamiento entre pantallas	N°
Espesor de las pantallas	e =	0.038	m	$a = \frac{L - e \times (m - 1)}{m}$	a =	0.39	Espaciamiento entre pantallas	m
	e =	1.50	pul.					
				$V_1 = \frac{Q}{a b}$	V ₁ =	0.318	Velocidad en los canales	m/s
				$V_2 = \frac{2}{3} V_1$	V ₂ =	0.212	Velocidad en los pasajes	m/s
				$P_2 = (Q/V_2)/b_2$	P ₂ =	0.58	Altura del paso	m
				$l_1 = 60 V_1 t_1$	l =	95.40	Extencion total del primer canal	m
				$R_H = \frac{ab}{2(a+b)}$	R _H =	0.14	Radio hidráulico del compartimiento entre pantallas	m
Coefficiente de Mannig	n =	0.013	cte	$h_1 = l \left(\frac{n V_1}{R_H} \right)^2 * I$	h ₁ =	0.022	Perdida de carga continua en los canales	m
				$h_2 = \frac{(m+1) \times V_1^2 + m \times V_2^2}{2 \times g}$	h ₂ =	0.140	Perdida de carga en la vueltas	m
				$H_{f1} = h_1 + h_2$	H _f =	0.162	Perdida de carga total en el primer tramo	m
				$V_1 = H b L - e(m-1)$	v =	41.150	Volumen del tramo	m ³
Viscosidad absoluta	μ =	1.17E-04	kg.s/m ²	$G_1 = \sqrt{\frac{\gamma Q h_f}{\mu V}}$	G ₁ =	67.500	Comprobación del gradiente de velocidad total en el primer canal	s ⁻¹
Peso espec. del agua	γ =	1000	kg.s/m ²					
Coefficiente de Darcy	f =	0.03		$G_2 = \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} \times \left(\frac{1}{2 \times g} \right)^{0.5} \times \left(\frac{f}{4 \times R_H} \right)^{0.5} \times V_1^{1.5}$	G ₂ =	27.395	Comprobación del gradiente de velocidad en el canal vertical	s ⁻¹
Aceleración de la gravedad	g =	9.81	m/s ²					

TRAMO 02

DATOS	SIMBOLO	UNID.	CRITERIO	CALCULO	RESULTADOS	UNIDAD
Caudal	Q = 0.135	m ³ /seg	$V = 60QT$	V = 170.1	Volumen total de la unidad	m ³
Tiempo total de floculación	T = 18	min				
Longitud de la unidad	L = 7.60	m	$B = V/HL$	B = 4.5	Ancho total de la unidad	m
Profundidad del floculador	H = 5.00	m				
Ancho del primer canal	b = 1.30	m	$t_1 = H L b / 60 Q$	t = 6.0	Tiempo de retención del primer canal	min
Gradiente de velocidad en el primer tramo	G = 43.80	s ⁻¹	$m = 0.045 \times \sqrt[3]{\left(\frac{b \times L \times G}{Q}\right)^2 \times t}$	m = 19	Número de comportamiento entre pantallas	N°
Espesor de las pantallas	e = 0.038 e = 1.50	m pul.	$a = \frac{L - e \times (m - 1)}{m}$	a = 0.36	Espaciamiento entre pantallas	m
			$V_1 = \frac{Q}{a b}$ $V_2 = \frac{2}{3} V_1$ $l_1 = 60 V_1 t_1$	V ₁ = 0.285 V ₂ = 0.190 l = 102.600	Velocidad en los canales Velocidad en los pasajes Extencion total del primer canal	m/s m/s m
			$R_H = \frac{ab}{2(a+b)}$	R _H = 0.142	Radio hidráulico del compartimiento entre pantallas	m
Coefficiente de Mannig	n = 0.013	cte	$h_1 = l \left(\frac{n V_1}{R_H}\right)^2$	h ₁ = 0.010	Perdida de carga continua en los canales	m
			$h_2 = \frac{(m+1) \times V_1^2 + m \times V_2^2}{2 \times g}$	h ₂ = 0.120	Perdida de carga en la vueltas	m
			$H_f = h_1 + h_2$	H _f = 0.130	Perdida de carga total en el primer tramo	m
			$V_1 = H b L - e(m - 1)$	v = 48.720	Volumen del tramo	m ³
Viscosidad absoluta	μ = 1.17E-04	kg.s/m ²	$G_1 = \sqrt{\frac{\gamma Q h_f}{\mu V}}$	G ₁ = 55.490	Comprobación del gradiente de velocidad total en el primer canal	s ⁻¹
Peso espec. del agua	τ = 1000	kg.s/m ²				
Coefficiente de Darcy	f = 0.03		$G_2 = \sqrt{\frac{\tau}{\mu}} \times \left(\frac{1}{2 \times g}\right)^{0.5} \times \left(\frac{f}{4 \times R_H}\right)^{0.5} \times V_1^{1.5}$	G ₂ = 23.079	Comprobación del gradiente de velocidad en el canal vertical	s ⁻¹
Aceleración de la gravedad	g = 9.81	m/s ²				

TRAMO 03

DATOS	SIMBOLO	UNID.	CRITERIO	CALCULO	RESULTADOS	UNIDAD		
Caudal	Q =	0.135	m ³ /seg	$V = 60QT$	V =	170.1	Volumen total de la unidad	m ³
Tiempo total de floculación	T =	18	min					
Longitud de la unidad	L =	7.60	m	$B = \frac{V}{HL}$	B =	4.5	Ancho total de la unidad	m
Profundidad del floculador	H =	5.00	m					
Ancho del primer canal	b =	1.40	m	$t_1 = \frac{H L b}{60 Q}$	t =	6.5	Tiempo de retención del primer canal	min
Gradiente de velocidad en el primer tramo	G =	34.40	s ⁻¹	$m = 0.045 \times \sqrt[3]{\left(\frac{b \times L \times G}{Q}\right)^2 \times t}$	m =	19	Número de comportamiento entre pantallas	Nº
Espesor de las pantallas	e =	0.038	m	$a = \frac{L - e \times (m - 1)}{m}$	a =	0.36	Espaciamiento entre pantallas	m
				$V_1 = \frac{Q}{a b}$	V ₁ =	0.265	Velocidad en los canales	m/s
				$V_2 = \frac{2}{3} V_1$	V ₂ =	0.177	Velocidad en los pasajes	m/s
				$l_1 = 60 V_1 t_1$	l =	103.400	Extencion total del primer canal	m
				$R_H = \frac{ab}{2(a+b)}$	R _H =	0.144	Radio hidráulico del compartimiento entre pantallas	m
Coefficiente de Mannig	n =	0.013	cte	$h_1 = l \left(\frac{n V_1}{R_H}\right)^2$	h ₁ =	0.010	Perdida de carga continua en los canales	m
				$h_2 = \frac{(m+1)V_1^2 + m \times V_2^2}{2g}$	h ₂ =	0.100	Perdida de carga en la vueltas	m
				$H_{f1} = h_1 + h_2$	H _f =	0.110	Perdida de carga total en el primer tramo	m
				$V_1 = H b L - e(m-1)$	v =	52.520	Volumen del tramo	m ³
Viscosidad absoluta	μ =	1.17E-04	kg.s/m ²	$G_1 = \sqrt{\frac{\gamma Q h_f}{\mu V}}$	G ₁ =	49.200	Comprobación del gradiente de velocidad total en el primer canal	s ⁻¹
Peso espec. del agua	τ =	1000	kg.s/m ²					
Coefficiente de Darcy	f =	0.03		$G_2 = \sqrt{\frac{\gamma}{\mu} \times \left(\frac{1}{2 \times g}\right)^{0.5} \times \left(\frac{f}{4 \times R_H}\right)^{0.5} \times V_1^{1.5}}$	G ₂ =	20.548	Comprobación del gradiente de velocidad en el canal vertical	s ⁻¹
Aceleración de la gravedad	g =	9.81	m/s ²					

CANAL DE INTERCONEXION

DATOS	SIMBOLO	UNID.	CRITERIO	CALCULO	RESULTADOS	UNIDAD		
Caudal	Q =	0.135	m ³ /seg	Características generales	V =	0.633	Volumen	m ³
Ancho de canal - Mezcla Rápida	B =	1.00	m					
Tirante al salir de la Mezcla Rápida	h ₂ =	0.30	m					
Longitud de Canal de Interconexión	L =	2.53	m					
Viscosidad absoluta	μ =	1.17E-04	kg.s/m ²	Características del agua				
Peso espec. del agua	τ =	1000	kg.s/m ²					
	G =	100	s ⁻¹	$hf = \frac{\mu V}{\gamma Q} G_1^2$	hf =	0.01	Perdida de carga	m
				$s\% = \frac{\mu V}{\gamma QL} G_1^2$	s % =	0.22	Pendiente de fondo del canal	
Tirante al ingreso del Floculador				$Y_1 = \frac{5}{6} h_2 + hf$	Y ₁ =	0.26	Tiante	m

DIMENSIONAMIENTO DE UN DECANTADOR DE PLACAS PARALELAS CON CANAL CENTRAL (ALOE VERA)

PASO	DATOS	CANTIDAD	UND	CRITERIOS	CALCULOS	RESULTADOS	UND
1	Caudal Numero de decantadores	Q= N=	0.135 3	m ³ /s			
2	Separación de las placas en el plano horizontal	e'= e=	10.0 0.060	cm cm	d=e'*sen0-e=	8.6	Espaciamiento perpendicular entre las placas
	Angulo de inclinación de las placas	Ø=	60	º			
	Longitud del módulo de placas	l=	1.2	m				Lu=l-e*cos0=	115.0	Longitud Util dentro de las placas
3	Longitud del módulo de placas	l=	1.2	m	Lu=l-e*cos0=	115.0	Longitud Util dentro de las placas
4	Caudal de diseño por decantador	Q=	0.045	m ³ /s	L=Lu / d =	13.37	Longitud relativa del módulo de placas
5	Velocidad de sedimentación de las partículas(laboratorio)	Vs=	0.00041	m/s	f=sen0*(sen0 + Lcos0)/s=	6.54	Coefficiente del Modulo de Placas
	Módulo de eficiencia de las placas	s=	1.0		As =Q / (f * Vs) =	16.78	Area superficial de la unidad
6	Ancho total neto de la zona de decantación	B=	2.40	m	N=As*sen0 / (B*d)=	70	Número de canales formados por las placas
7					LT=l*cos0+(N*d+(N+1)*e)/sen0 =	7.60	Longitud total del Decantador
8					Vo=Q/(As*sen0) =	0.310	Velocidad media del flujo
9	Ancho del módulo de placas	b=	1.20	m	RH=b*d/(2*(b+d)) =	4	Radio hidráulico del módulo de placas
10	Viscosidad a 20 °C	v=	0.01	cm ² /s	NR=4RH *Vo / v =	497	Número de Reynolds
11					Vo' = (NR/8)^0.5 * Vs =	0.323	Velocidad Longitudinal Máxima

Vo'>Vo
NR < 500

OK
OK

DIMENSIONAMIENTO DEL CANAL CENTRAL DE DISTRIBUCION DE AGUA FLOCULADA (ALOE VERA)

PASO	DATOS	CANT.			UND	CRITERIOS	CALCULOS	RESULTADOS	UND
1	Caudal de un decantador en condiciones normales de operación.	Q	=	0.0450	m3/s	$Q_c = Q * 1.5$	0.0675	Caudal del canal durante el mantenimiento de una unidad.	m3/s
						$Q_c/2=Q_d$	0.0338	Caudal de la mitad del canal	m3/s
2	Velocidad en los orificios.(asumido)	VL		0.140	m/s	$AT = Q_d / VL$	0.2411	Area total de orificios.	
3	Separación centro a centro entre orificio (asumido)	a		0.35	m	$N = (L-2D)/a+1$	22	Número de orificios a cada lado del canal	Unid.
	Distancia entre la pared y el primer orificio	D		0.15	m				
	Longitud del canal.	L		7.6	m				
4						$AL = AT / N$	0.0110	Area de cada orificio.	m2
						$d = (AL * 4 / \pi)^{0.5}$	118.12	Diametro de los orificios	mm
							5.00	Diametro de los orificios	pulg
5	Ancho del canal.(Asumido)	B		0.65	m	$A_f = B * h$	0.390	Sección en el extremo final del canal.	m2
	Altura mínima	h		0.60	m				
6						$q_o = Q_d / N$	0.002000	Caudal por orificio.	m3/s
7						$Q_f = 2q_o$	0.004000	Caudal que llega al extremo final del canal	m3/s
8						$V_f = Q_f / A_f$	0.0100	Velocidad en el extremo final del canal.	m/s
9	Altura máxima del canal	H		2.09	m	$A_c = B * H$	1.36	Sección inicial del canal.	m2
10						$V_c = Q_c / A_c$	0.05	Velocidad en el extremo inicial.	m/s
11	Coeficientes experimentales	θ		0.70		beta i=	1.9104	Coeficiente pérdida de carga total en primer orificio del canal	
		ϕ		1.67					
12						beta u=	1.7085	Coeficiente de pérdida de carga en el último orificio del canal.	
13	Del cuadro N°1	Suma		15.723		VL1 =	0.2835	Velocidad real en el primer orificio	m/s
				0.72					
	$Q' = Q_c/2$	AL		0.0110					
		Q'		0.0338	m3/s				
14	Del cuadro N°1					VL12 =	0.2764	Velocidad real en el último orificio.	m/s
15						Desviacion=	2.50	Desviación de caudal entre el primer y el último orificio.	%
16	T = 15 °C	$\sqrt{\frac{\gamma}{\mu}}$		2920.00		$G = \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} * \left(\frac{1}{2 * g}\right)^{0.5} * \left(\frac{f}{4 * R_H}\right)^{0.5} * VL^{1.5} =$	13.813	Gradiente de velocidad en los orificios	s-1
		f		0.020					
		RH		0.0313	m				
		g		9.810					

COMPROBACION DE LA DESVIACION DEL CAUDAL EN EL CANAL DISTRIBUCION A LOS DECANTADORES (ALOE VERA)

VL= 0.14 H= 2.09 Long. Decant.= 7.6 Qdiseño= 0.0675
 Ancho canal= 0.65 h = 0.60 Q de c/orific= 0.002000 Dist entre orif= 0.35

Nº de Orificios	Q (m ³ /s)	X (m)	B*X (m ²)	A*X (m ²)	VC (m/s)	VC/VL	alfa	beta	(1/beta) ^{0.5}	VL (m/s)
1	0.067500	0.00	2.09	1.359	0.050	0.355	0.910	1.910	0.724	0.2835
2	0.065500	0.35	2.019	1.312	0.050	0.357	0.912	1.912	0.723	0.2833
3	0.063500	0.70	1.947	1.266	0.050	0.358	0.914	1.914	0.723	0.2832
4	0.061500	1.05	1.876	1.219	0.050	0.360	0.917	1.917	0.722	0.2830
5	0.059500	1.40	1.804	1.173	0.051	0.362	0.919	1.919	0.722	0.2828
6	0.057500	1.75	1.733	1.126	0.051	0.365	0.922	1.922	0.721	0.2826
7	0.055500	2.10	1.661	1.080	0.051	0.367	0.925	1.925	0.721	0.2824
8	0.053500	2.45	1.590	1.033	0.052	0.370	0.928	1.928	0.720	0.2821
9	0.051500	2.80	1.518	0.987	0.052	0.373	0.932	1.932	0.719	0.2819
10	0.049500	3.15	1.447	0.941	0.053	0.376	0.936	1.936	0.719	0.2816
11	0.047500	3.50	1.376	0.894	0.053	0.379	0.940	1.940	0.718	0.2813
12	0.045500	3.85	1.304	0.848	0.054	0.383	0.945	1.945	0.717	0.2809
13	0.043500	4.20	1.233	0.801	0.054	0.388	0.951	1.951	0.716	0.2805
14	0.041500	4.55	1.161	0.755	0.055	0.393	0.958	1.958	0.715	0.2800
15	0.039500	4.90	1.090	0.708	0.056	0.398	0.965	1.965	0.713	0.2795
16	0.037500	5.25	1.018	0.662	0.057	0.405	0.973	1.973	0.712	0.2789
17	0.035500	5.60	0.947	0.616	0.058	0.412	0.983	1.983	0.710	0.2782
18	0.033500	5.95	0.876	0.569	0.059	0.420	0.995	1.995	0.708	0.2774
19	0.031500	6.30	0.804	0.523	0.060	0.430	1.009	2.009	0.705	0.2764
20	0.029500	6.65	0.733	0.476	0.062	0.442	1.027	2.027	0.702	0.2752
21	0.027500	7.00	0.661	0.430	0.064	0.457	1.049	2.049	0.699	0.2737
22	0.025500	7.35	0.590	0.383	0.067	0.475	1.077	2.077	0.694	0.2719
									15.723	4.10%

DISEÑO DE FILTROS RAPIDOS CON TASA DECLINANTE Y LAVADO MUTUO (ALOE VERA)

PASO	DATOS		UNIDAD	CRITERIOS	RESULTADOS	UNIDAD	
1	Caudal de diseño	0.135	m ³ /s	AF=Q*60/VA b=AF/a	Area de cada filtro AF= b = a =	8.27 2.12 3.90	m ² m m
	Velocidad ascensional de lavado "VA ="	0.980	m/min				
2	Velocidad de filtración promedio "VF="	280.00	m ³ /m ² /d	AT=Q*86400/VF	Area total de filtros AT =	41.66	m ²
3				N=AT/AF	Número de Filtros N =	5.040	un.
4	Tamaño efectivo de la arena "d10="	0.60	mm	d'90=3*d10	Tamaño de la antracita del 90% que pasa la malla d'90 =	1.80	mm
5				d'10=d'90/2	Tamaño efectivo de la antracita d'10 =	0.90	mm
6	Coeficiente de uniformidad de la arena y de la antracita "Cu" =<1.5	1.50		d60=Cu*d10	Tamaño correspondiente al 60% de la arena d60=	0.90	mm
				d'60=Cu*d'10	Tamaño correspondiente al 60% de la antracita d'60=	1.35	mm
7	Del cuadro 1 se obtiene SUM(Xi/1-£I) =	2.151		e=1-1/(∑ Xi / (1-ei))	Porosidad expandida prom. de la capa de arena e =	0.535	
	Del cuadro 2 se obtiene SUM(X'i/1-£'I) =	2.298		e'=1-1/(∑ Xi / (1-e'i))	Porosidad expandida prom. de la capa de antracita e' =	0.565	
8	Porosidad de la arena limpia "eo="	0.42		E=(ee-eo) / (1-ee)	% de expansión promedio de la arena E =	0.247	
9	Porosidad de la antracita limpia "e'o="	0.45		E'=(e'-e'o) / (1-e')	% de expansión promedio de la antracita E' =	0.264	
10	Altura de la arena en el Filtro Altura de la antracita en Filtro	0.30 0.50		Le=L(1+E)+L'(1+E')	Altura del lecho filtrante expandido Le =	1.0	m
11	Numero de canaletas de recolección de agua de lavado "N1="	2		Qc=(Q*60)/N1	Caudal de recolección de la canaleta Qc=	4.05	m ³ /min
12	Ancho de las canaletas de lavado "W="	0.30		h=(Qc/(82.5*b))^(2/3)	Altura util de las canaletas de lavado h=	0.30	m
13	Losa de fondo Lf =	0.10	m	H3 = 1.5*h + Lf	Altura total de canaletas de lavado mas losa de fondo H3=	0.55	m
14	Altura del lecho estático L =	0.80	m	H4'=H+Hex+h1'	Distancia del borde de la canaleta lavado a la superficie del medio filtrante estático H4=	0.8751	m
	Altura total de canaletas de lavado mas losa de fondo H3 =	0.55	m	H4= 0,75(L+H3)		1.01	

15	Altura del falso fondo H1=	0.50	m	$H_c = H_1 + H_2 + H_3 + H_4$	Altura de borde de la canaleta relativa al fondo del filtro Hc=	2.70	m
	Altura drenaje mas grava H2=	0.52	m				
	H4=	0.88	m				
	Altura del lecho estático L =	0.80	m				
16	Densidad de la arena rs=	2.65	gr/cm3	$h_f = (1 - e_o)(r_s - r_a)$	Perdida de carga en la arena durante el lavado hF=	0.29	m
	Densidad del agua ra=	1.00	gr/cm3				
	Espesor de la capa de arena L=	0.30	m				
	Porosidad de la arena eo=	0.42					
17	Densidad de la antracita rant=	1.70	gr/cm3	$h'f = (1 - e'o)(r_{antr} - r_a) * L'$	Perdida de carga en la arena durante el lavado h'F=	0.193	m
	Porosidad de la antracita e'o=	0.45	gr/cm3				
	Espesor de la capa de ant. L'=	0.50	m				
18	Largo de cada filtro "a ="	3.90	m	$N_1 = B/b$	Número de viguetas de drenaje N1=	13.00	
	Ancho de cada vigueta "b="	0.30	m				
19	Espaciamiento entre orificios "X="	0.15	m	$N_2 = 2 * c/x$	Número de orificios en cada vigueta N2=	28	
	Longitud de cada vigueta "c="	2.12	m				
20				$N_t = N_1 * N_2$	Número total de orificios en el drenaje de c/filtro Nt=	364.00	
21					Número total de orificios en el drenaje de la batería de filtros NT=	1820.00	
22				$q_o = Q/N_t$	Caudal de lavado por orificio qo=	3.71E-04	m ³ /s
23	Diámetro de los orificios del dren 1/4" - 1/2"	1/2	pulg	$A_o = p * d_o^2/4$	Área de orificios de drenaje Ao=	1.27E-04	m ²
	"do="	0.0127	m				
24	Área transversal de falso fondo Ac =	1.85	m ²		$\frac{n * A_o}{A_c} < 0,15$	0.12	
25	Coefficiente de descarga de los orificios "Cd="	0.65		$h_{F2} = q_o^2 / (2g * (C_d * A_o)^2)$	Perdida de carga de los orificios de drenaje hF2=	1.034	m
	Aceleración de la gravedad "g="	9.81	m/s ²				
26	Altura del falso fondo H1=	0.50	m	$A_{ff} = H_1 * c$	Sección transversal del falso fondo AFF=	1.85	m
27				$V_{ff} = Q/A_{ff}$	Velocidad en el falso fondo durante el retrolavado VFF=	0.073	m/s
28	Coefficiente de pérdida de carga en el falso fondo "K="	1.00		$h_{f3} = K * V_{ff}^2 / (2g)$	Perdida de carga en el falso fondo en retrolavado hF3=	2.71E-04	m
29	Velocidad en la compuerta de salida "Vc2="	0.60	m/s ²	$h_{f4} = K * V_c^2 / (2g)$	Perdida de carga en la comp. de salida en retrolavado hF4=	1.83E-02	m
30	Longitud de las canaletas de lavado "C="	3.90	m	$h_{f5} = (1.5 * Q / (1.84 * N_3 * c))^2 / 3$	Altura de agua sobre las canaletas de recolección hF5=	0.058	m
31				$h_{FLavado} = h_{f1} + h_{f2} + h_{f3} + h_{f4} + h_{f5}$	Perdida de carga total durante el retrolavado hF de lavado =	1.59	m

32				$HV=Hc+hFLavado$	Altura del vertedero que controla la hidraulica de lavado $Hv=$	4.29	m
33	Coeficiente de esfericidad "Ce" Del cuadro 3 viscocidad "v"	0.80 162.072 0.01		$Hf1=180*v/g*(1-eo)^2/(eo^3)*1/(Ce^2)* Sxi/(di^2)*L*VF$	Perdida de carga inicial en la capa de arena en función de la velocidad de filtracion $Hf1=$	7.33E-02	VF cm
34	Coeficiente de esfericidad "Ce" Del cuadro 4 viscocidad "v"	0.70 67.646 0.01		$Hf2=180*v/g*(1-e'o)^2/(e'o^3)*1/(Ce^2)* Sxi/(di^2)*L*VF$	Perdida de carga inicial en la capa de antracita en función de la velocidad de filtracion $Hf2=$	4.87E-02	VF cm
35				$qo=VF*AF/(86400*NT)$	Caudal por orificio del drenaje en el proceso de filtración en función de VF $qo=$	2.628E-07	m ³ /s
36				$Hf3=qo^2/(2*cd^2*Ao^2*g)$	Perdida de carga en el drenaje en función de VF $Hf3=$	5.192E-07	VF ² m
37					Velocidad en el falso fondo en función de VF $VFF=$	5.17E-05	VF m
38					Perdida de carga en el falso fondo función de VF $Hf4=$	0.00	VF ² m
39	Velocidad en la compuerta de entrada "Vc1"	0.75 0.65	m/s		Seccion de entrada $Ac=$	0.054	m ²
40					Diámetro de la válvula mariposa = Diámetro de la válvula mariposa = Ac corregido =	0.261 10.3 0.054	m pulg.
41					Perdida de carga en la compuerta de entrada $Hf5=$	1.63E-07	VF ² m
42					Sección de salida $Ac2=$	0.07	m ²
43				$Di2=(Ac2^4/PI)^.5/.0254$	Diámetro de la válvula mariposa = Diámetro de la válvula mariposa = $Ac2$ corregido =	0.299 12.0 0.073	
44				$Vc=AF*VF/(86400*Ac2)$	Velocidad en la compuerta de salida en función de VF $Vc=$	1.311E-03	m/s
45					Perdida de carga en la compuerta de salida en función de VF $Hf6=$	0.00E+00	VF ² m
46	Longitud de cresta en el vertedero de salida "L2="	0.50	m	$Hf7=(Qc/(1.84*L))^(2/3)$	Altura de agua en el vertedero de salida $Hf7=$	2.78E-01	

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CLORACIÓN (ALOE VERA)

CÁLCULO DE ALMACENAMIENTO DE CLORO

DATOS	CANTIDAD	UND	CÁLCULOS	RESULTADO
Dosis máxima Dosis mínima	$D_M = 3.0$ $D_m = 1.0$	mg/l mg/l	$D = (D_M + D_m) / 2$	Dosis promedio (D) $D = 2.00$ mg/l
Tiempo de almacenamiento Caudal de Diseño	$T = 90$ $Q = 135$ $Q = 11664$	días l/s m^3/d	$W = Q * T * D / 1000$	Peso del cloro requerido en el periodo de almacenamiento (W) $W = 2099.52$ Kg
Peso de un cilindro	$p = 67.0$	Kg	$N = W / p$ 31.34	Número de cilindros que se almacenarán (N) $N = 32$
Area que ocupa cada cilindro	$Ac = 0.071$	m^2	$AT = 1.25 * Ac * N$ 2.84	Area ocupado por los cilindros $AT = 2.80$ m^2

CÁLCULO DE UNA ESTACIÓN DE CLORACIÓN

DATOS	CANTIDAD	UND	CÁLCULOS	RESULTADO
Caudal de diseño Dosis máxima Concentración de la solución	$Q = 135$ $D_M = 3.0$ $C = 3500$	l/s mg/l mg/l	$q = Q * D_M / C$	Caudal mínimo de agua requerido para la operación del eyector (q) $q = 0.000115$ m^3/s
			$W = Q * D_M$ 402.30	Capacidad requerida del equipo $W = 402.3$ mg/s $W = 1448.28$ gr/hr
Capacidad del clorador (CUADRO: tamaños comerciales de cloradores)	$W_{max} = 1400$	g/h	$W_{C_{max}} = W_{max}$	Capacidad comercial máxima mas cercana $W_{C_{max}} = 388.89$ mg/s
			$W_{min} = W_{max} / 20$	Capacidad mínima del clorador $W_{min} = 19.4$ gr/hr
Velocidad en la tubería de alimentación de agua	$V = 0.9$	m/s	$A = q / V$	Area de la tubería $A = 0.00012771$ m^2
			$\phi = (4 * A / \pi)^{1/2}$	Diámetro de la tubería de alimentación de agua $\phi = 0.013$ m $\phi = 0.510$ pulg ϕ comercial = 0.5 pulg
	$f = 0.030$		$H_o = f * L * V^2 / (2 * g * \phi)$	Pérdida de carga por fricción
Longitud de la tubería de alimentación de agua	$L = 9.64$	m		

Aceleración de la gravedad	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$		$H_0 = 0.940 \text{ m}$
Coefficiente total de pérdida de carga por accesorios	$\Sigma K = 8.35$	$H_m = \Sigma K * V^2 / (2 * g)$	Pérdida de carga menores $H_m = 0.345 \text{ m}$
Presión requerida por el eyector altura de sumergencia	$h = 30 \text{ m}$ $H_s = 3.1$	$HT = h + H_0 + H_s + H_m$	Carga dinámica total $HT = 34.385 \text{ m}$
Peso específico del agua Eficiencia	$Pe = 1000 \text{ Kg/m}^3$ $E = 0.85$	$Pot = Pe * q * H / (75 * E)$	Potencia de la bomba $Pot = 0.062 \text{ HP}$
Tiempo de contacto	$T = 25 \text{ min}$	$VT_c = Q * t$	Volumen del tanque de contacto de cloración $VT_c = 202.5 \text{ m}^3$
Dimensiones	$b = 1.60$ $h = 3.1$ $L = 13.05$		Longitud Total de la Camara de Contacto 40.83
			# de Camaras 3.00

VERIFICACION**En la camara**

<i>ancho</i>	1.6
<i>alto</i>	3.1
<i>largo</i>	13.05
N de cam	3.00
Volumen Real	194.184
Volumen Total Real	197.164
Tiempo de Retencion Real	24.34

En los cambios

<i>ancho</i>	0.2
<i>alto</i>	3.1
<i>largo</i>	2.40
N de cam	2.00
Volumen Real	2.98

**Diametro de Orific.
Difusores**

R	0.400
n	15
Ao	3.38E-06 m ²
Diametro de Orific.	0.0021 m 0.082
Al	0.000127 m ²

 Dist de Centro a Centro
de Orificio

0.10 m

0.400

$$R = \frac{nA_o}{A_l} \leq 0.42$$

COEFICIENTES DE PERDIDA DE CARGA MENORES

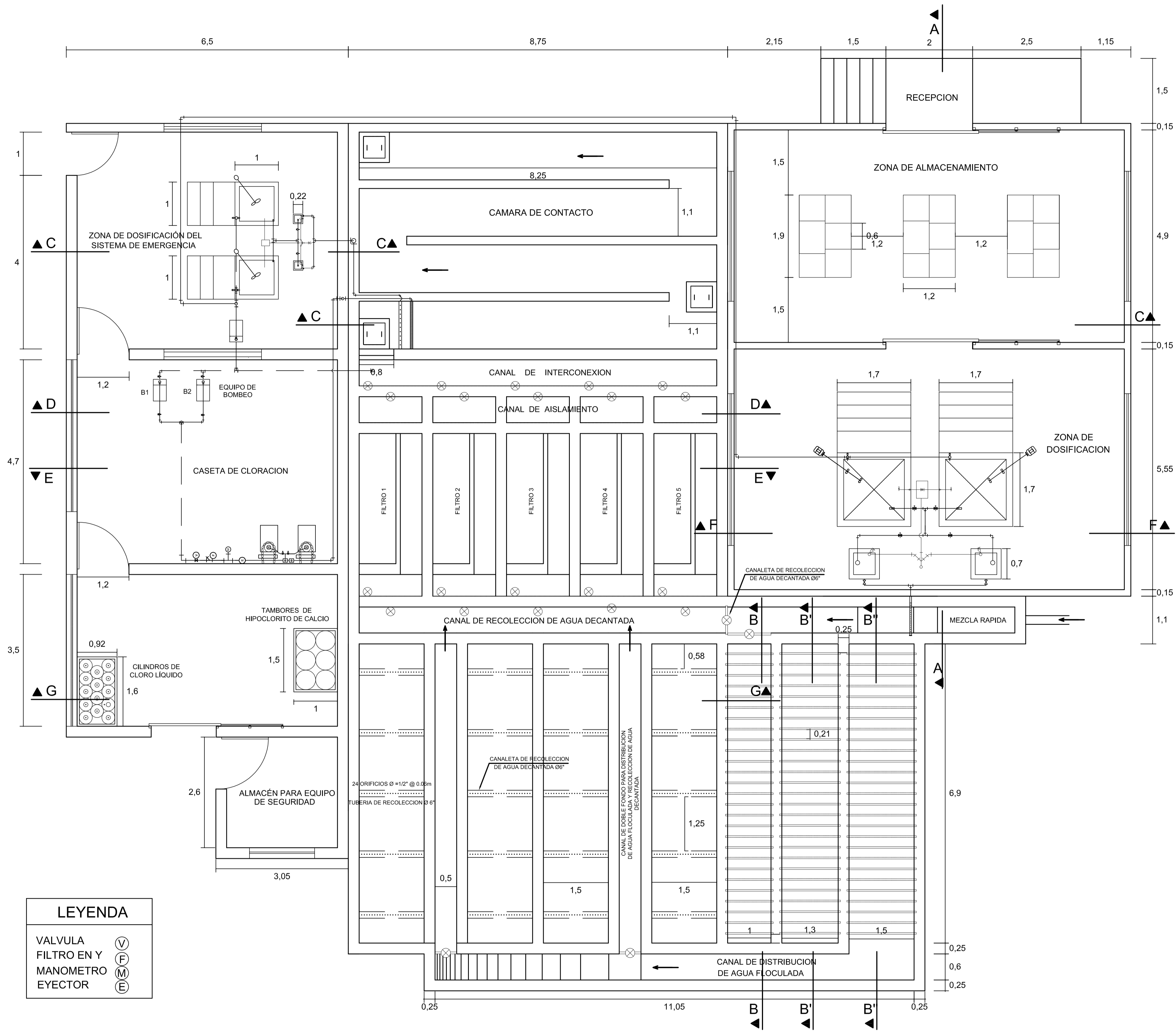
ACCESORIOS	N°	Kunit.	Kparc.
CODO	10	0.4	4
TEE	1	0.25	0.25
VALVULA DE COMPUERTA	1	0.3	0.3
VALVULA CHECK	1	0.3	0.3
FILTRO Y	1	3.5	3.5
TOTAL			8.35

Capacidad Clorador o Rotametro	
gr/hr	lb/dia
1890	100
1400	75
750	40
280	15
120	6
50	2

CÁLCULO DE UNA ESTACIÓN DE EMERGENCIA DE CLORACIÓN - HIPOCLORITO DE CALCIO

DATOS	CANTIDAD	UND	CÁLCULOS	RESULTADO	
Caudal de Diseño	Q = 0.135	m ³ /s	$q = Q \cdot DM / C$	Caudal de dilución	
Dosis máxima	D _M = 4.3	mg/l		q = 0.0000116	m ³ /s
Concentración	C = 50000	mg/l			
Tiempo de almacenamiento	t = 24	horas	$V = q \cdot t$	Volumen del tanque	
			$P = q \cdot DM$	Peso requerido	
				V = 1.003104	m ³
				P = 2090	gr/hr
				P = 50.16	Kg/dia
Medidas				Altura	0.97
				Ancho	1.00
			1.003104	Largo	1.03

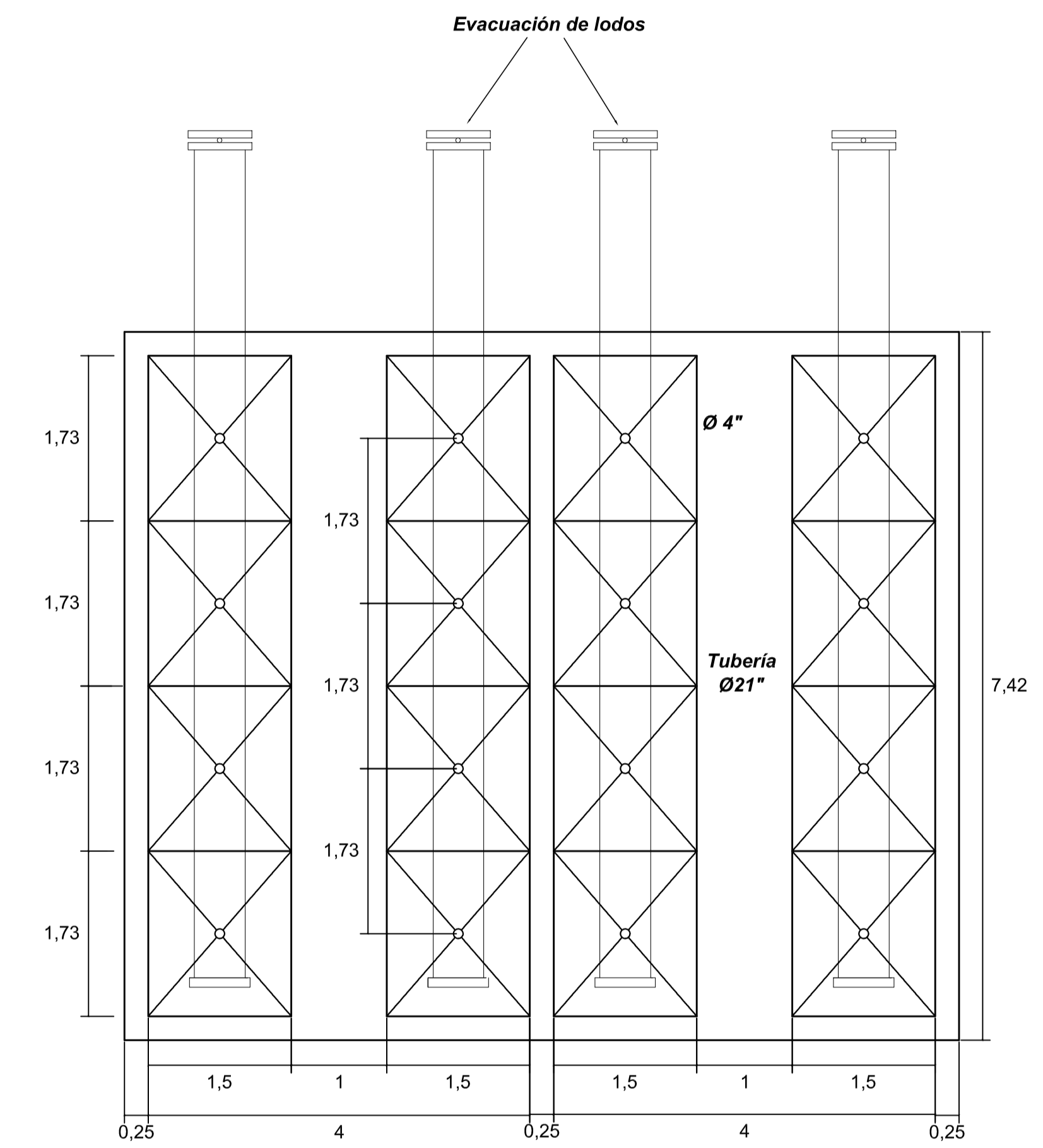
ANEXO IV
PLANOS DE DISEÑO



PLANTA GENERAL
ESC. 1/50

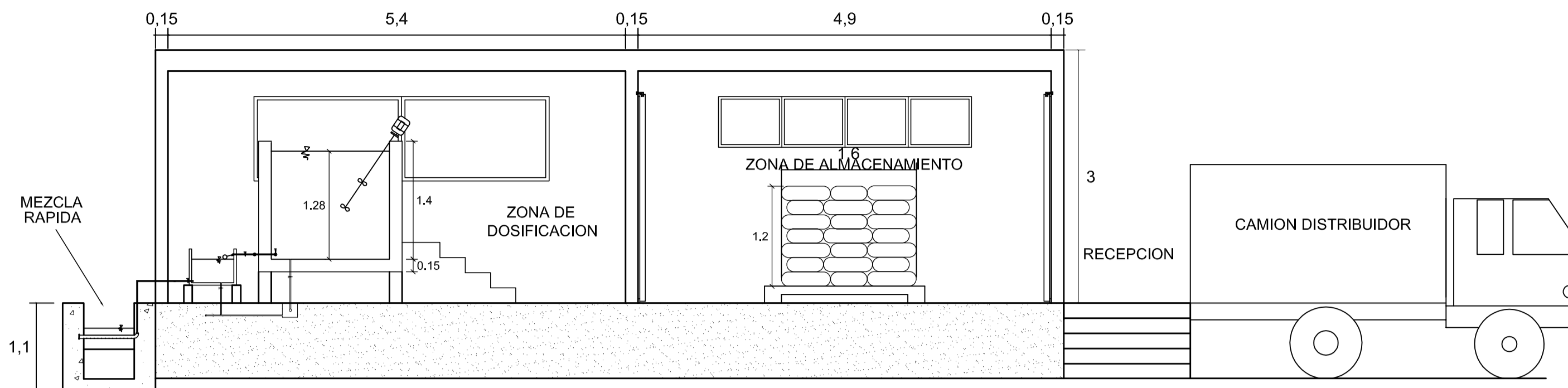
LEYENDA

VALVULA	(V)
FILTRO EN Y	(F)
MANOMETRO	(M)
EYECTOR	(E)

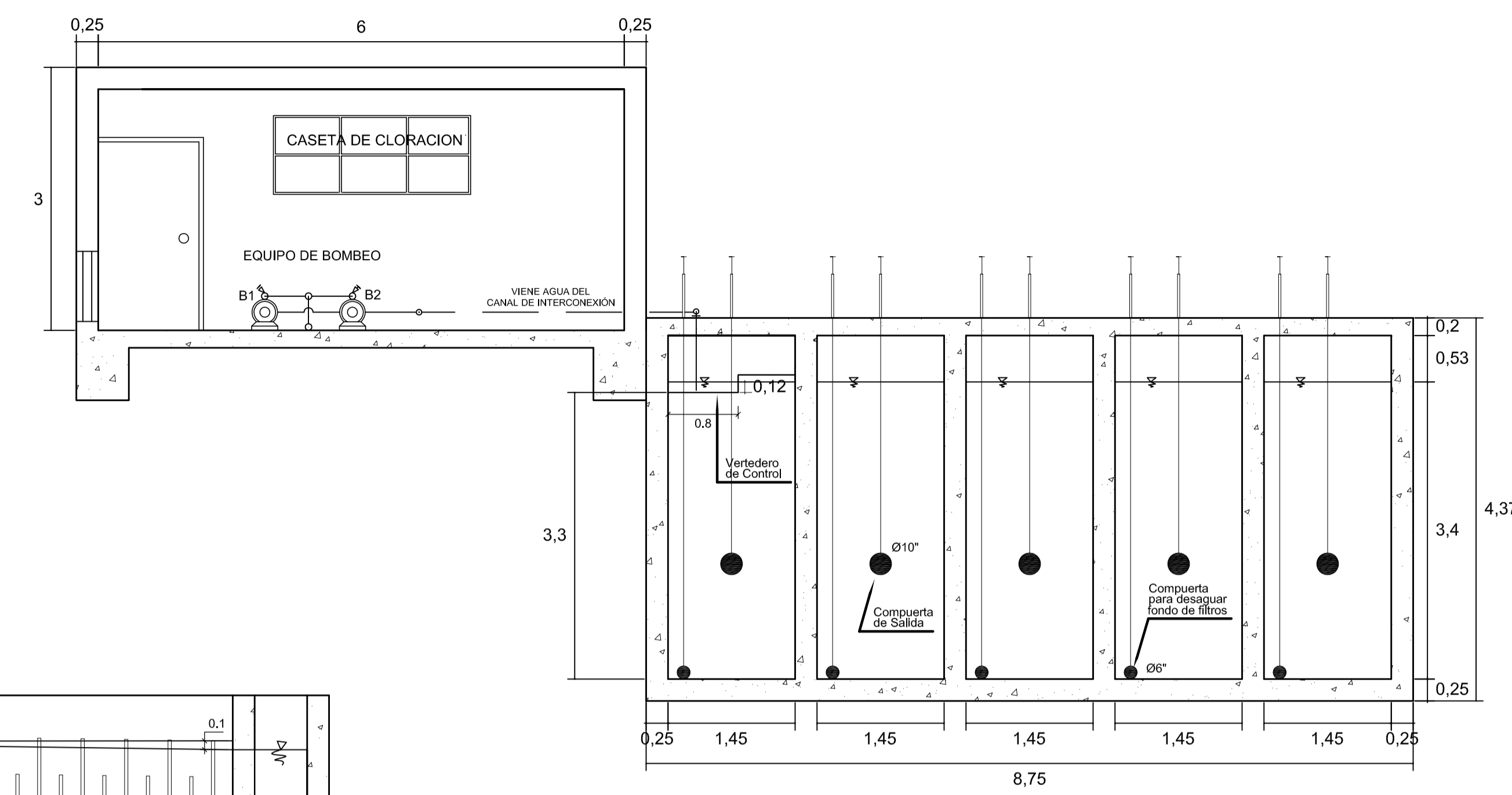


PLANTA DE FONDO
ESC. 1/50

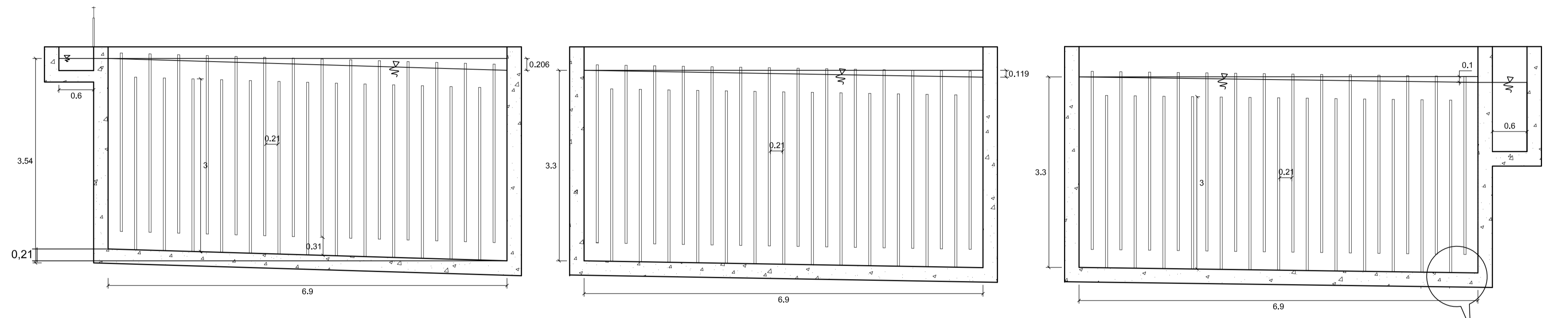
 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO" FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA</p>			
<p>TESIS: "DETERMINACIÓN DE LA GRADIENTE HIDRÁULICA Y TIEMPOS DE RETENCIÓN ÓPTIMOS UTILIZANDO LA PRUNUS PÉRSICA Y EL ALOE VERA FRENTE AL SULFATO DE ALUMINIO, PARA EL PILOTO MODIFICADO DE UNA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DEL RIO AUQUI - HUARAZ - 2016"</p>			
<p>TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA OMAR RAUL Bach. ROMERO NORABUENA GERONIMO V.</p>		<p>ASESOR: Ing. NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA</p>	
<p>UBICACIÓN: DPTO. : ANCASH PROV. : HUARAZ DISTRITO: HUARAZ</p>	<p>PLANO: PLANTA GENERAL DE PILOTO MODIFICADO PROPUESTO</p>	<p>LÁMINA N°: PT-01</p>	<p>FECHA: OCTUBRE - 2018</p>
<p>TIPO DE COAGULANTE: NATURAL ALOE VERA (SABILA)</p>	<p>ESCALA: 1/50</p>	<p>FECHA: OCTUBRE - 2018</p>	<p>01 DE 05</p>



CORTE A - A
ESC. 1/50



CORTE D - D
ESC. 1/50



PRIMER COMPARTIMIENTO
S = 3.03 %

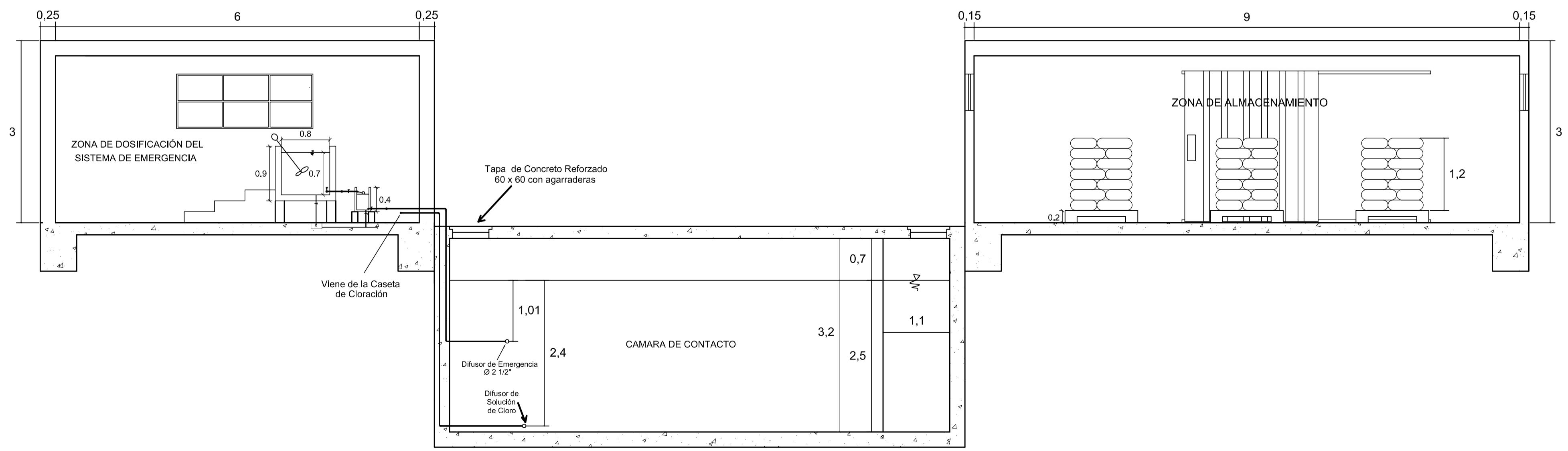
SEGUNDO COMPARTIMIENTO
S = 1.72 %

TERCER COMPARTIMIENTO
S = 1.36 %

CORTE B - B

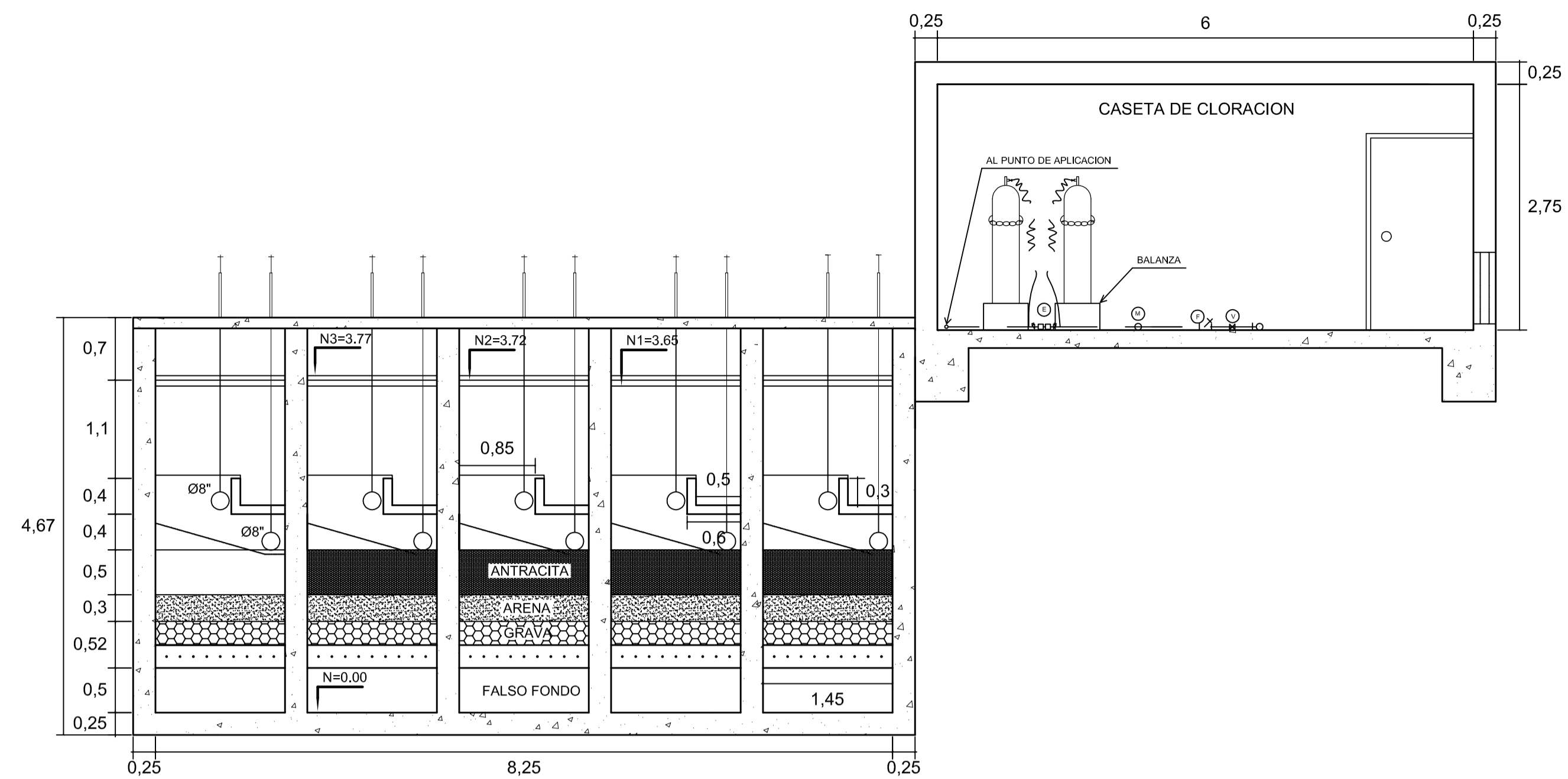
CORTE B' - B'

CORTE B'' - B''

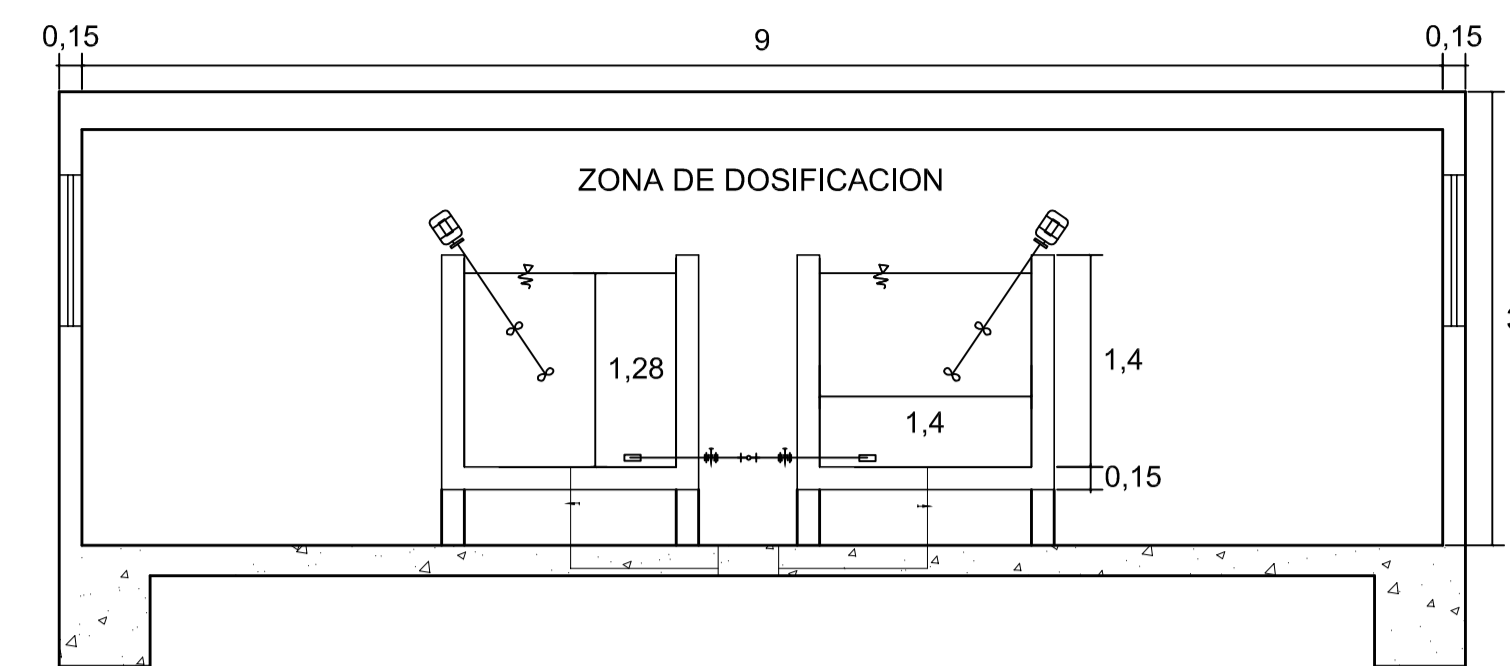


CORTE C - C
ESC. 1/50

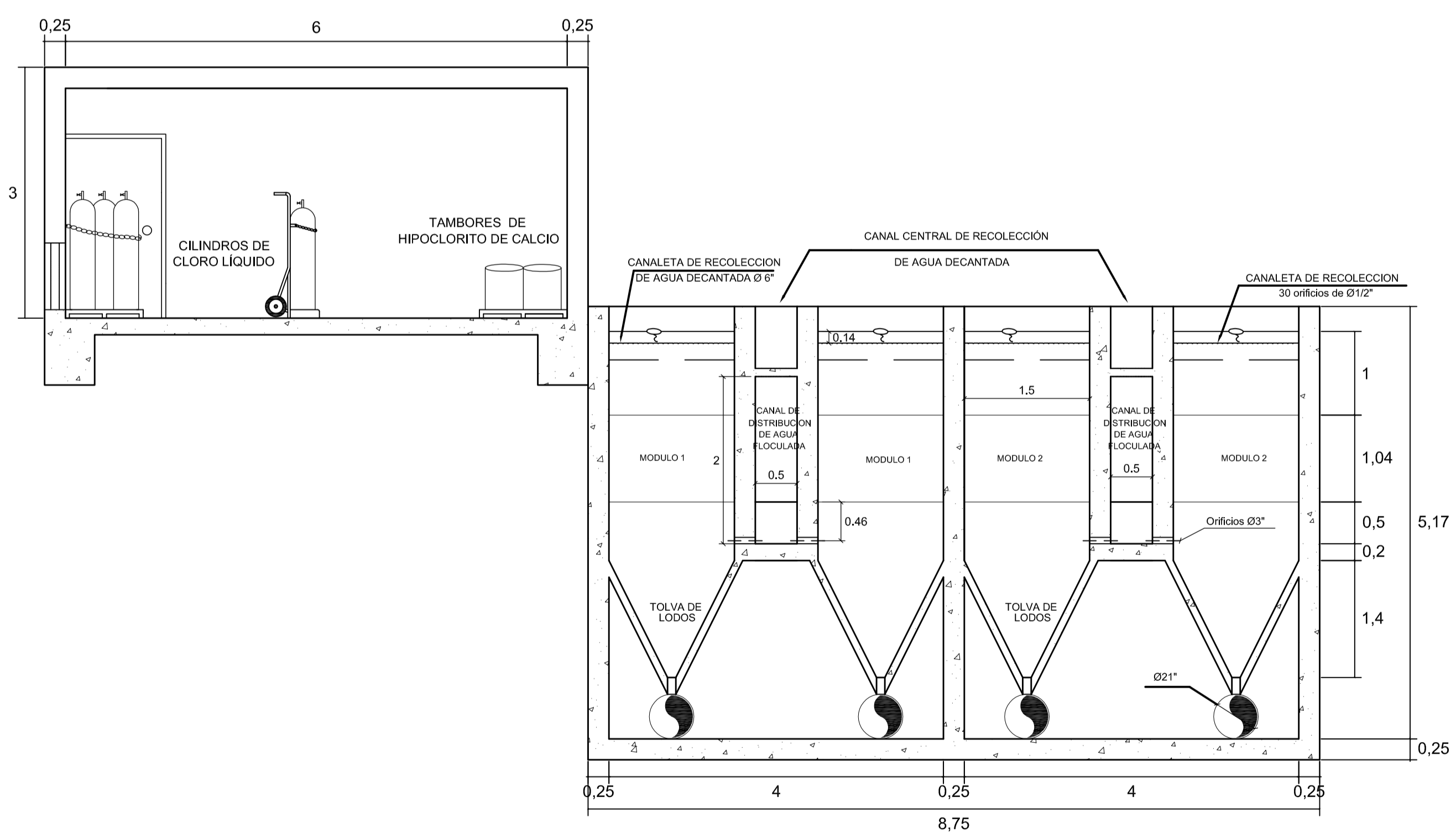
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO" FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA</p>			
<p>TESIS: "DETERMINACIÓN DE LA GRADIENTE HIDRÁULICA Y TIEMPOS DE RETENCIÓN ÓPTIMOS UTILIZANDO LA PRUNUS PÉRSICA Y EL ALOE VERA FRENTE AL SULFATO DE ALUMINIO, PARA EL PILOTO MODIFICADO DE UNA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DEL RIO AUQUI - HUARAZ - 2016"</p>			
<p>TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA OMAR RAUL Bach. ROMERO NORABUENA GERONIMO V.</p>		<p>ASESOR: Ing. NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA</p>	
<p>LUBICACION: DPTO. : ANCASH PROV. : HUARAZ DISTRITO: HUARAZ</p>	<p>PLANO: CORTES Y DETALLES DE FLOCULADOR Y FILTROS Q=135 lps (Asumido)</p>	<p>LAMINA N°: PT-02</p>	
<p>TIPO DE COAGULANTE: NATURAL ALOE VERA (SABILA)</p>	<p>ESCALA: 1/50</p>	<p>FECHA: OCTUBRE - 2018</p>	<p>02 DE 05</p>



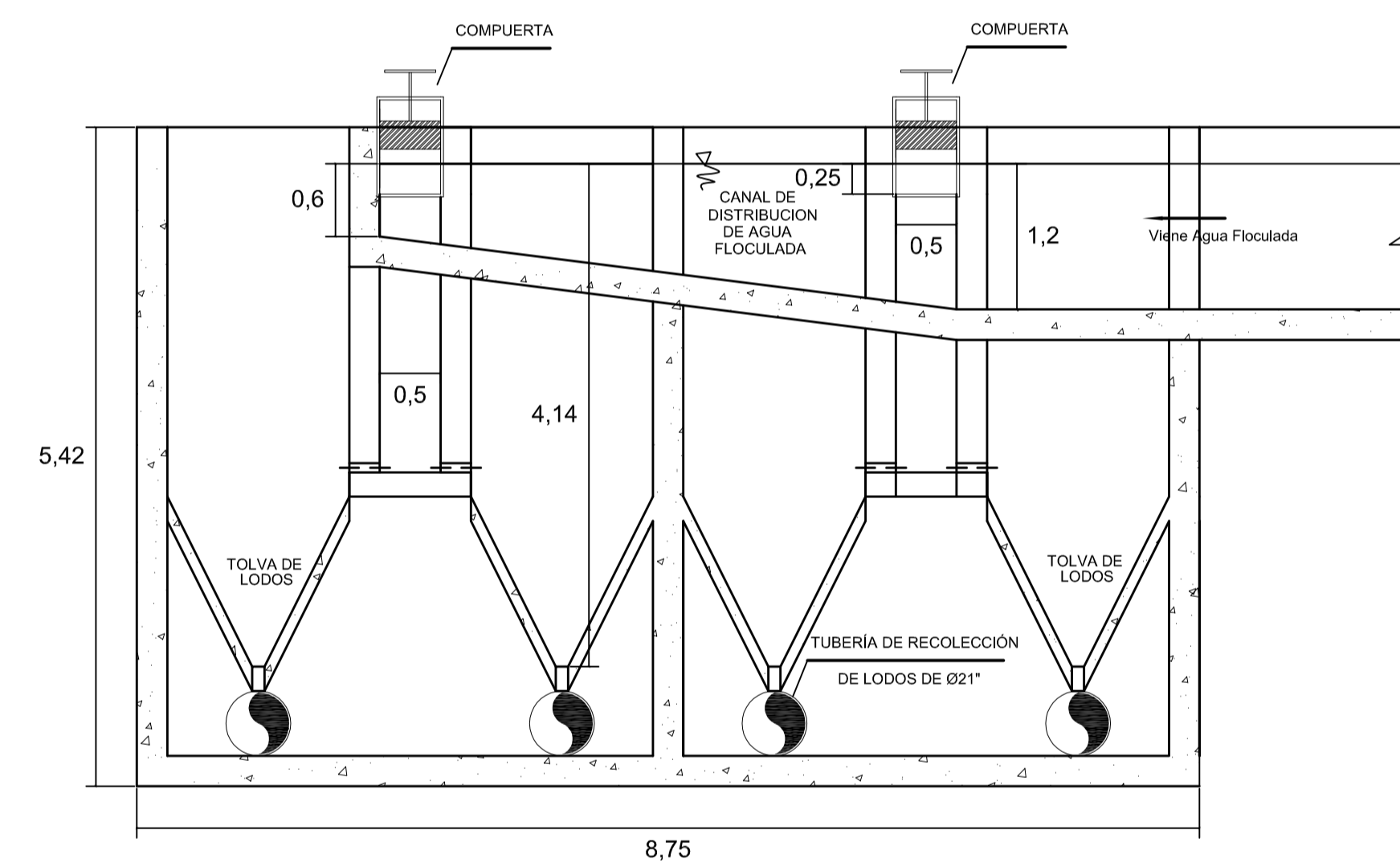
CORTE E - E
ESC. 1/50




CORTE F - F
ESC. 1/50

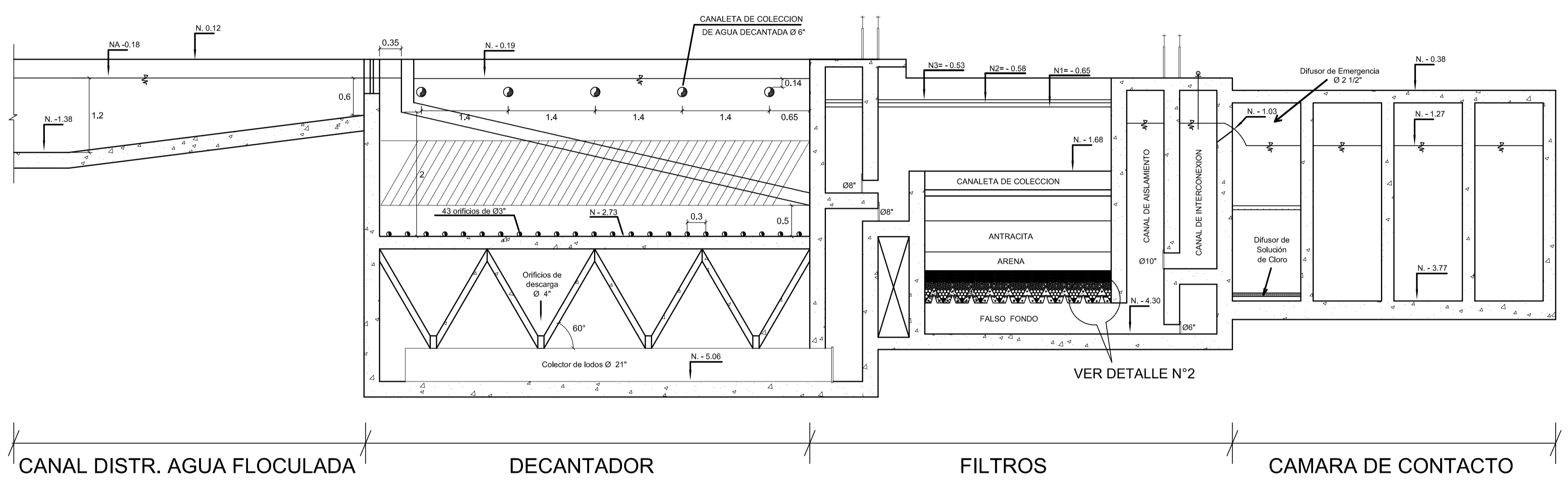
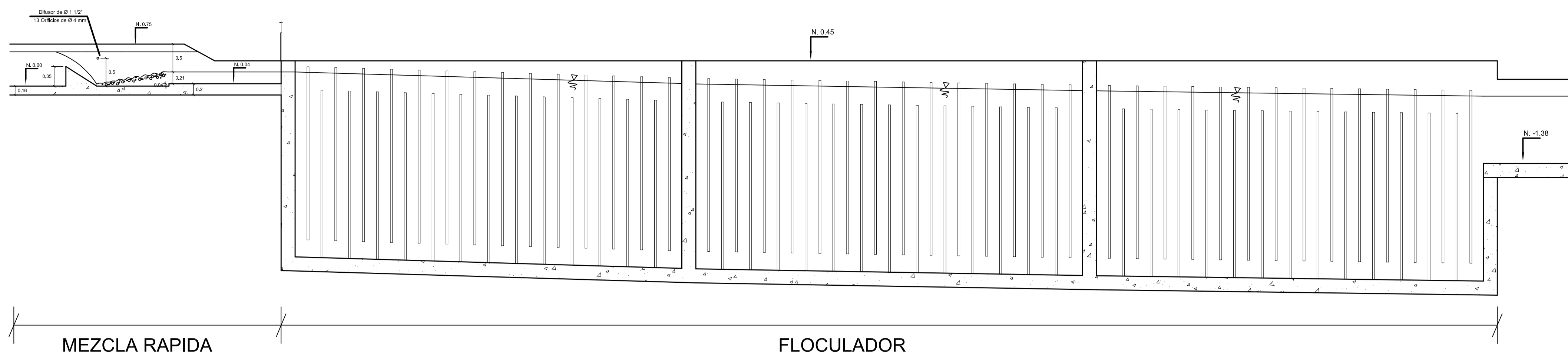


CORTE G - G
ESC. 1/50

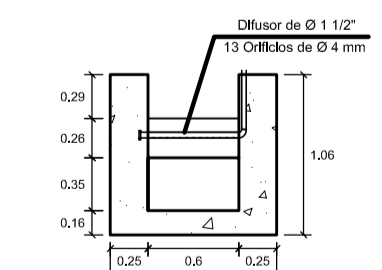
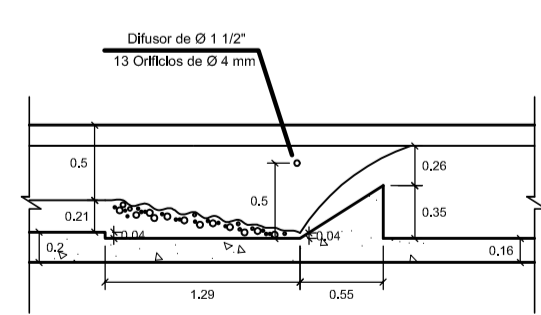
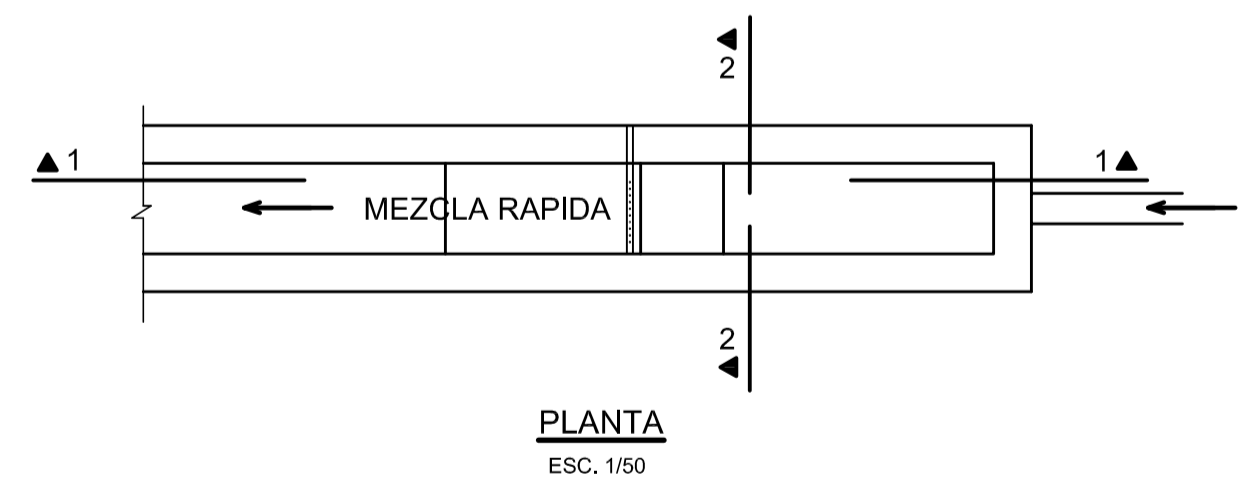


DETALLE DE LA CANALETA DE DISTRIBUCION
ESC. 1/50

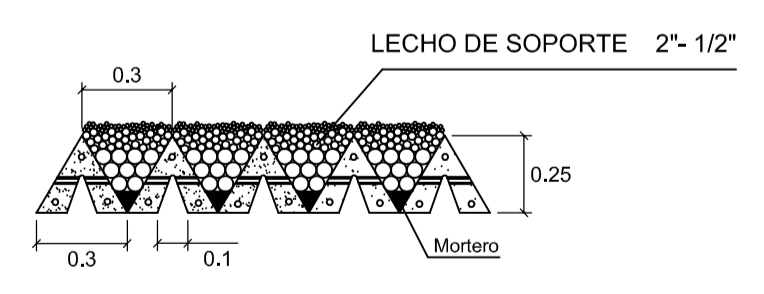
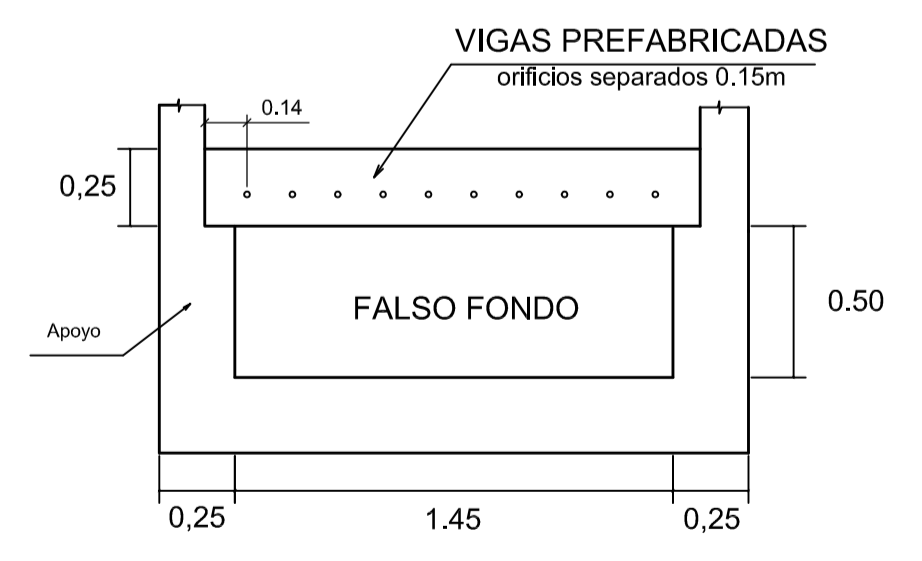
 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO" FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA</p>			
<p>TESIS: "DETERMINACIÓN DE LA GRADIENTE HIDRÁULICA Y TIEMPOS DE RETENCIÓN ÓPTIMOS UTILIZANDO LA PRUNUS PÉRSICA Y EL ALOE VERA FRENTE AL SULFATO DE ALUMINIO, PARA EL PILOTO MODIFICADO DE UNA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DEL RIO AUQUI - HUARAZ - 2016"</p>			
<p>TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA OMAR RAUL. Bach. ROMERO NORABUENA GERONIMO V.</p>		<p>ASESOR: Ing. NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA</p>	
<p>UBICACIÓN: DPTO. : ANCASH PROV. : HUARAZ DISTRITO: HUARAZ</p>	<p>PLANO: CORTES Y DETALLES DE DECANTADOR Y FILTROS Q=135 lps (Asumido)</p>	<p>LÁMINA N°: PT-03</p>	
<p>TIPO DE COAGULANTE: NATURAL ALOE VERA (SABILA)</p>	<p>ESCALA: 1/50</p>	<p>FECHA: OCTUBRE - 2018</p>	<p>03 DE 05</p>



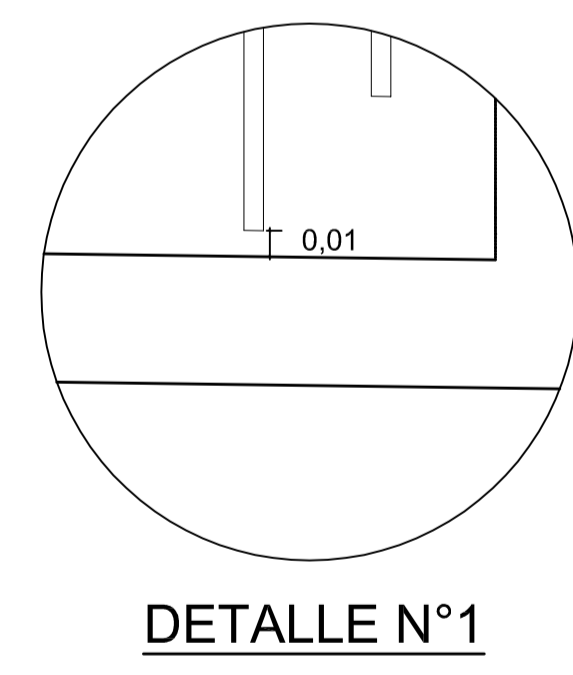
PERFIL HIDRAULICO
ESC. 1/50



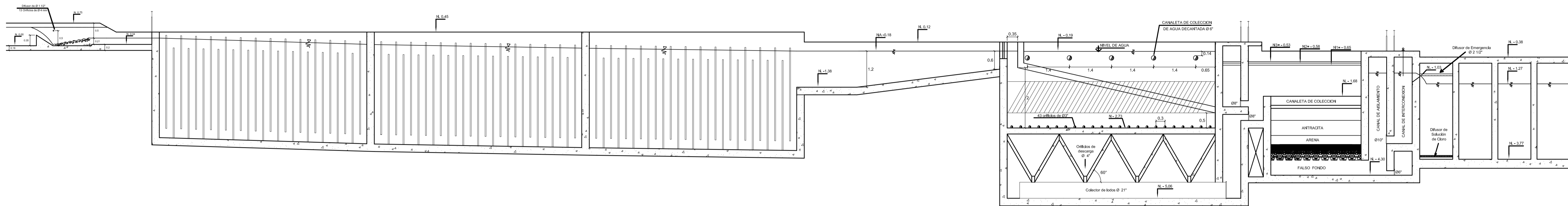
DETALLE DE MEZCLA RAPIDA
ESC. 1/50




DETALLE N°2
ESC. 1/25



<p>UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO" FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA</p>			
<p>TESIS: "DETERMINACIÓN DE LA GRADIENTE HIDRÁULICA Y TIEMPOS DE RETENCIÓN ÓPTIMOS UTILIZANDO LA PRUNUS PÉRSICA Y EL ALOE VERA FRENTE AL SULFATO DE ALUMINIO, PARA EL PILOTO MODIFICADO DE UNA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DEL RIO AUQUI - HUARAZ - 2016"</p>			
<p>TESISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA OMAR RAUL. Bach. ROMERO NORABUENA GERONIMO V.</p>		<p>ASESOR: Ing. NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA</p>	
<p>UBICACIÓN: DPTO. : ANCASH PROV. : HUARAZ DISTRITO: HUARAZ</p>	<p>PLANO: PERFIL HIDRAULICO Y DETALLES Q=135 lps (Asumido)</p>	<p>LAMINA N°: PT-04</p>	
<p>TIPO DE COAGULANTE: NATURAL ALOE VERA (SABILA)</p>	<p>ESCALA: 1/50</p>	<p>FECHA: OCTUBRE - 2018</p>	<p>04 DE 05</p>



PERFIL HIDRAULICO
 ESC. 1/50

 <p align="center">UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO" FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA</p>			
<p align="center">TESIS: "DETERMINACIÓN DE LA GRADIENTE HIDRÁULICA Y TIEMPOS DE RETENCIÓN ÓPTIMOS UTILIZANDO LA PRUNUS PÉRSICA Y EL ALOE VERA FRENTE AL SULFATO DE ALUMINIO, PARA EL PILOTO MODIFICADO DE UNA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DEL RIO AUQUI - HUARAZ - 2016"</p>			
TESISISTAS: Bach. HUERTA CARRANZA OMAR RAUL Bach. ROMERO NORABUENA GERONIMO V.		ASESOR: Ing. NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA	
UBICACIÓN: DPTO. : ANCASH PROV. : HUARAZ DISTRITO: HUARAZ	PLANO: PERFIL HIDRAULICO Q=135 lps (Asumido)	LAMINA N°: PT-05 05 DE 05	
TIPO DE COAGULANTE: NATURAL ALOE VERA (SABILA)	ESCALA: 1/50	FECHA: OCTUBRE - 2018	