

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA
EN EL CANAL CHANCARMAYO, ANCASH, 2020-2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AGRÍCOLA**

Presentado por

PÉREZ VALVERDE, CATHIA CAROLINA

Asesor

Ing. COTOS VERA, JAVIER ALBERTO

HUARAZ - PERÚ

2021



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. Línea de Investigación (*): _____

8. Sub-línea de Investigación (*): _____

() Según resolución de aprobación del proyecto de tesis*

9. Asesor:

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

E-mail: _____ ID ORCID: _____

10. Referencia bibliográfica: _____

11. Tipo de acceso al Documento:

Acceso público* al contenido completo.

Acceso restringido** al contenido completo

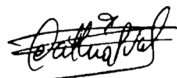
Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de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



12. 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

13. 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".

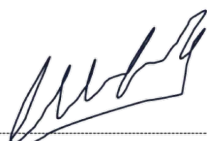
14. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Seleccione la
Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:




Varillas Wiliam 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 VIRTUAL DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, se reunieron a través de la plataforma virtual Microsoft Teams, para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias de Ingeniería Agrícola, **CATHIA CAROLINA PEREZ VALVERDE**, titulado “**EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRICOLA EN EL CANAL CHANCARMAYO – ANCASH, 2020-2021**”, Escuchada la sustentación, virtual y las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADA

CON EL CALIFICATIVO (*)

CATORCE (14)

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTA** por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo” y recibir el Título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 27 de Octubre de 2021.

Dr. FIDEL GREGORIO APARICIO ROQUE
PRESIDENTE

Mag. REMO CRISANTO BAYONA ANTÚNEZ

SECRETARIO

Ing. FRANCISCO ESPINOZA MANCISIDOR

VOCAL

Mag. JAVIER ALBERTO COTOS VERA

PATROCINADOR

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADO CON EXCELENCIA (19 - 20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17 - 18), APROBADO (14 - 16), DESAPROBADO (00 - 13).

DEDICATORIA

A mi madre Tani, por su apoyo durante todos estos años con sus consejos y ánimos para no rendirme.

A Leslie y Christian, por confiar en mí y hacerme creer en mis capacidades y fortalezas para conseguir mis metas trazadas.

A mi familia entera, por ayudarme siempre en cada paso que doy, con su cariño y la unión que siempre los representa.

AGRADECIMIENTO

Infinito a Dios, por regalarme días y logros como este para seguir avanzando en mi camino profesional, por cuidarme de tantas adversidades y ser mi soporte.

A mi alma máter, la UNASAM, por haberme permitido ser parte de esta gran casa de estudios.

Al Ing. Javier Cotos V., por compartir todos sus conocimientos y guiar esta investigación cabalmente.

Al Ing. Amb. Alexzander Santiago M., por su apoyo incondicional en el desarrollo de la investigación.

A los miembros del jurado: Ings. Fidel Aparicio, Remo Bayona y Francisco Espinoza, por sus consejos y observaciones para mejorar esta tesis. Y en general a todos los docentes de la FCA que forjaron con sus enseñanzas mi camino profesional.

TÍTULO

Evaluación de la calidad del agua para uso agrícola en el canal Chancarmayo,
Ancash, 2020-2021.

I. ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
TÍTULO	iii
I. INDICE	iv
II. RESUMEN	ix
III. INTRODUCCIÓN	11
3.1. Objetivos.....	14
3.1.1. Objetivo general.....	14
3.1.2. Objetivos específicos	14
3.2. Variables	14
3.2.1. Variable dependiente	14
3.2.2. Variable Independiente	14
3.3. Hipótesis	15
IV. MARCO TEÓRICO	16
4.1. Antecedentes del tema.....	16
4.1.1. Internacionales	16
4.1.2. Nacionales.....	17
4.1.3. Locales	19
4.2. Marco conceptual.....	21
4.2.1. Agua.....	21
4.2.2. Parámetros físicos del agua.....	21
4.2.3. Parámetros Químicos del Agua	24
4.2.4. Indicadores de nutrientes	31
4.2.5. Indicadores de contenido Bioquímico	32
4.2.6. Indicadores parasitológicos.....	33
4.2.7. Indicadores de contenido microbiológico	34
4.2.8. Metales totales en el agua	34
4.2.9. Calidad de agua para riego.....	41
4.2.10. Métodos de evaluación del agua para riego	47
4.2.11. Ley General del Ambiente N° 28611	51
4.2.12. Marco Legal.....	52
4.3. Definición de términos.....	56
V. MATERIALES Y MÉTODOS	58
5.1. Tipo de la investigación.....	58
5.2. Diseño de la investigación.....	58
5.2.1. Población y muestra.....	59
5.2.2. Técnicas e instrumentos de investigación.....	59
5.2.3. Procesamiento y análisis de la información.....	59
5.3. Materiales.. ..	60
5.4. Métodos	61
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	68
5.1. Resultados.....	68
5.3. Discusión de resultados	120
VII. CONCLUSIONES	133
VIII. RECOMENDACIONES	135
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136
ANEXOS	139

Índice de Tablas

Tabla 1	Clasificación de las Aguas Según la C.E. del Agua para Riego.....	23
Tabla 2	Clasificación del Agua para Riego en Función a la Dureza Total (GH)	24
Tabla 3	Clasificación de las Aguas de Riego de Acuerdo a su Contenido de Cloruros.	27
Tabla 4	Tolerancia de los Cultivos al Sodio.....	28
Tabla 5	Clasificación del Agua para Riego por el Contenido del Boro.	30
Tabla 6	Tolerancia Relativa de Algunos Cultivos al Boro Contenidos en el Agua para Riego.	31
Tabla 7	Clasificación del Agua para Riego de Acuerdo a su Contenido de Arsénico.	35
Tabla 8	Clasificación del Agua para Riego de Acuerdo a su Contenido de Cobre	36
Tabla 9	Efectos del Plomo en Rendimiento de Cultivos y Sustentabilidad del Suelo.	37
Tabla 10	Clasificación de Algunos Cultivos Según su Sensibilidad o Tolerancia a las Sales	42
Tabla 11	Clasificación del Agua para Riego Según su SE.....	43
Tabla 12	Clasificación del Agua para Riego Según su SP.....	44
Tabla 13	Clasificación del Agua de Riego en Relación a su RAS.....	45
Tabla 14	Corrección de la Concentración de Ca° en Solución.	45
Tabla 15	Clasificación del Agua de Riego Según el RAS°.....	46
Tabla 16	Clasificación de las Aguas de Riego por su CSR.....	46
Tabla 17	Interpretación de la Relación Calcio y CSR.....	47
Tabla 18	Clasificación de las Aguas de Riego Según las Normas Riverside.....	49
Tabla 19	Clasificación e Interpretación de la Calidad de Agua para Riego según FAO.....	50
Tabla 20	Categoría 3: ECA para Riego de Vegetales y Bebida de Animales	52
Tabla 21	Precipitaciones Mensuales Mina Pierina (1997 - 2009).....	55
Tabla 22	Métodos Utilizados por los Laboratorios para el Análisis de los Parámetros	65
Tabla 23	Puntos de Monitoreo en la Zona de Estudio.....	68
Tabla 24	Aforo de Caudales en los Periodos de Muestreo.....	70
Tabla 25	Resultados del parámetro pH en los Puntos de Muestreo	71
Tabla 26	Resultados del parámetro CE en los Puntos de Muestreo	72
Tabla 27	Resultados del parámetro STD en los Puntos de Muestreo.....	73
Tabla 28	Resultados del parámetro Temperatura en los Puntos de Muestreo	74
Tabla 29	Resultados del parámetro Dureza Total en los Puntos de Muestreo	75
Tabla 30	Resultados del parámetro Fenoles en los Puntos de Muestreo.....	76
Tabla 31	Resultados del parámetro Aceites y Grasas en los Puntos de Muestreo	77
Tabla 32	Resultados del parámetro Carbonatos en los Puntos de Muestreo	78
Tabla 33	Resultados del parámetro Bicarbonato en los Puntos de Muestreo.....	79
Tabla 34	Resultados del parámetro Sulfatos en los Puntos de Muestreo	80

Tabla 35 Resultados del parámetro Cloruros en los Puntos de Muestreo	81
Tabla 36 Resultados del parámetro Fluoruros en los Puntos de Muestreo.....	82
Tabla 37 Resultados del parámetro Cianuro WAD en los Puntos de Muestreo	83
Tabla 38 Resultados del parámetro Sodio en los Puntos de Muestreo	84
Tabla 39 Resultados del parámetro Calcio en los Puntos de Muestreo	85
Tabla 40 Resultados del parámetro Magnesio en los Puntos de Muestreo	86
Tabla 41 Resultados del parámetro Boro en los Puntos de Muestreo	87
Tabla 42 Resultados del parámetro Potasio en los Puntos de Muestreo	88
Tabla 43 Resultados del parámetro Nitratos en los Puntos de Muestreo	89
Tabla 44 Resultados del parámetro Nitritos en los Puntos de Muestreo	90
Tabla 45 Resultados del parámetro DBO ₅ en los Puntos de Muestreo	91
Tabla 46 Resultados del Parámetro Oxígeno Disuelto en los Puntos de Muestreo.....	92
Tabla 47 Resultados del Parámetro Huevos de Helmintos en los Puntos de Muestreo	93
Tabla 48 Resultados del Parámetro Coliformes Termotolerantes en los Puntos de Muestreo.....	94
Tabla 49 Resultados del Parámetro Arsénico en los Puntos de Muestreo.....	95
Tabla 50 Resultados del Parámetro Aluminio en los Puntos de Muestreo.....	96
Tabla 51 Resultados del Parámetro Cobre en los Puntos de Muestreo	97
Tabla 52 Resultados del Parámetro Plomo en los Puntos de Muestreo.....	98
Tabla 53 Resultados del Parámetro Zinc en los Puntos de Muestreo.....	99
Tabla 54 Resultados del Parámetro Cadmio en los Puntos de Muestreo	100
Tabla 55 Resultados del Parámetro Manganeso en los Puntos de Muestreo.....	101
Tabla 56 Resultados del Parámetro Mercurio en los Puntos de Muestreo	102
Tabla 57 Resultados del Parámetro Níquel en los Puntos de Muestreo	103
Tabla 58 Resultados del Parámetro Cromo en los Puntos de Muestreo.....	104
Tabla 59 Resultados de la Salinidad Efectiva y Potencial en los Puntos de Muestreo	105
Tabla 60 Resultados del Parámetro de RAS en los Puntos de Muestreo	106
Tabla 61 Resultados del Parámetro de CSR en los Puntos de Muestreo.....	107
Tabla 62 Resultados de la Relación de Calcio IK en los Puntos de Muestreo	108
Tabla 63 Error analítico obtenido en el PM01(Km0+00)	110
Tabla 64 Error analítico obtenido en el PM02 (Km6+00)	110
Tabla 65 Resumen de parámetros evaluados y comparados en el M1 y M2 con los ECA	111
Tabla 66 Resumen de parámetros evaluados y comparados en el M3 y M4 con los ECA	113
Tabla 67 Causas y Alternativas de Solución de Parámetros Excedentes de los ECA.....	115
Tabla 68 Clasificación Según la Metodología de la US Lab. Salinity, Riverside 1954.	116
Tabla 69 Resumen de Parámetros Establecidos por el Método Ayers y Westcot (1985).	119
Tabla 70 Grado de Restricción determinados por el Método Ayers y Westcot (1985).....	119

Índice de Figuras

Figura 1 Efecto del pH en las Plantas	22
Figura 2 El Efecto de la Conductividad Eléctrica en las Plantas	22
Figura 3 Deficiencia de Nutrientes y Metales en las Plantas	41
Figura 4 Nomograma del Laboratorio de Salinidad de Riverside.....	48
Figura 5 Efecto de la salinidad y la RAS° sobre la velocidad de infiltración del agua.....	51
Figura 6 Parámetros Mínimos Recomendados para el Monitoreo de la Calidad de R.H.....	54
Figura 7 Precipitación Mensual (1997 - 2009) Mina Pierina.....	55
Figura 8 Actividades Económicas en el Distrito de Jangas	63
Figura 9 Mapa de Puntos de Monitoreo en la Zona de Estudio	69
Figura 10 Caudales Registrados en el PM01 y PM02 en los Diferentes Periodos de Evaluación..	70
Figura 11 Variación del parámetro pH en los diferentes muestreos.	71
Figura 12 Variación del parámetro CE en los diferentes muestreos.	73
Figura 13 Variación del parámetro STD en los diferentes muestreos.....	74
Figura 14 Variación del parámetro Temperatura en los diferentes muestreos.....	75
Figura 15 Variación del parámetro Dureza Total en los diferentes muestreos.	76
Figura 16 Variación del parámetro Fenoles en los diferentes muestreos.....	77
Figura 17 Variación del Parámetro Aceites y Grasas en los Diferentes Muestreos.....	78
Figura 18 Variación del parámetro Carbonato en los diferentes muestreos.....	79
Figura 19 Variación del parámetro Bicarbonato en los diferentes muestreos.....	80
Figura 20 Variación del parámetro Sulfatos en los diferentes muestreos.	81
Figura 21 Variación del parámetro Cloruros en los diferentes muestreos.	82
Figura 22 Variación del parámetro Fluoruros en los diferentes muestreos.....	83
Figura 23 Variación del parámetro CianuroWAD (mg/L) en los diferentes muestreos.....	84
Figura 24 Variación del parámetro Sodio (mg/L) en los diferentes muestreos.....	85
Figura 25 Variación del parámetro Calcio (mg/L) en los diferentes muestreos.....	86
Figura 26 Variación del parámetro Magnesio (mg/l) en los diferentes muestreos.....	87
Figura 27 Variación del parámetro Boro (mg/l) en los diferentes muestreos.	88
Figura 28 Variación del parámetro Potasio (meq/l) en los diferentes muestreos.....	89
Figura 29 Variación del parámetro Nitratos (mg/l) en los diferentes muestreos.	90
Figura 30 Variación del parámetro Nitritos (mg/l) en los diferentes muestreos.	91
Figura 31 Variación del parámetro DBO ₅ (mg/l) en los diferentes muestreos.....	92
Figura 32 Variación del Parámetro OD (mg/l) en los diferentes muestreos.	93
Figura 33 Variación del Parámetro Huevos de Helmintos (Huevo/l) en los muestreos.....	94
Figura 34 Variación del Parámetro Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) en los muestreos.	95
Figura 35 Variación del Parámetro Arsénico (mg/l) en los diferentes muestreos.....	96

Figura 36	Variación del Parámetro Aluminio (mg/l) en los diferentes muestreos.....	97
Figura 37	Variación del Parámetro Cobre (mg/l) en los diferentes muestreos.	98
Figura 38	Variación del Parámetro Plomo (mg/l) en los diferentes muestreos.....	99
Figura 39	Variación del Parámetro Zinc (mg/l) en los diferentes muestreos.....	100
Figura 40	Variación del Parámetro Cadmio (mg/l) en los diferentes muestreos.	101
Figura 41	Variación del Parámetro Manganeso (mg/l) en los diferentes muestreos.....	102
Figura 42	Variación del Parámetro Mercurio (mg/l) en los diferentes muestreos.	103
Figura 43	Variación del Parámetro Niquel (mg/l) en los diferentes muestreos.	104
Figura 44	Variación del Parámetro Cromo (mg/l) en los diferentes muestreos.	105
Figura 45	Variación de la SE y SP (meq/l) en los diferentes muestreos.....	106
Figura 46	Variación del Parámetro RAS (meq/l) en los diferentes muestreos.....	107
Figura 47	Variación del Parámetro CSR (meq/l) en los diferentes muestreos.....	108
Figura 48	Variación de la Relación de Calcio IK (%) en los diferentes muestreos.	109
Figura 49	Ubicación de la CE y RAS obtenidos en los puntos de muestreo	117

II. RESUMEN

La creciente presión de las actividades antropogénicas sobre los cuerpos naturales de agua usados para riego, puede afectar su calidad, comprometiendo su disponibilidad, impactando los ecosistemas acuáticos y constituyendo un riesgo para la calidad de los productos de consumo agropecuario. Bajo esta premisa, la presente investigación se justifica en lograr conocer la afectación de la calidad del agua con fines de riego por contaminantes desde el punto de vista ambiental, social y económico, con el objetivo general de evaluar la calidad del agua para uso agrícola en el canal Chancarmayo, en diferentes periodos dentro del año hidrológico 2020 – 2021. El tipo de investigación fue aplicada, prospectivo, de corte longitudinal; de nivel explicativo, observacional no experimental, la revisión documentaria como técnica, la ficha de registro de datos y los reportes de laboratorio como instrumentos de evaluación. Se establecieron los puntos P1 (km0+00 captación del canal) y P2 (km6+00 sector Yungar) para realizar muestreos en diferentes periodos del año hidrológico, estos se analizaron en laboratorios especializados de la UNASAM y se contrastaron con los parámetros de la Categoría 3 de los ECA-Agua, se aplicaron los métodos: Riverside y Ayers & Westcot obteniendo como resultado que la DBO, DQO, Fenoles, OD, Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Coliformes Termotolerantes se encuentran fuera de los rangos establecidos durante todo el monitoreo, según Riverside los PM varían constantemente de “C2-S2” baja salinidad a “C2-S1” salinidad media en cada muestreo y según Ayers & Westcot el grado de restricción para la salinidad y toxicidad clasificado como “Ninguno”, mientras que para la sodicidad y otros efectos en el PM02 del M4 se clasifican como “Moderado”. Concluyendo que el agua del canal Chancarmayo no es completamente apta y requiere tratamiento de aquellos parámetros que sobrepasan el límite establecido y estarían afectando a los cultivos.

Palabras clave: Calidad de agua para riego, Estándares de Calidad Ambiental, Riverside.

ABSTRACT

The increasing pressure of anthropogenic activities on the natural bodies of water used for irrigation can affect their quality, compromising their availability, impacting aquatic ecosystems and constituting a risk to the quality of agricultural consumer products. Under this premise, this research is justified in knowing the impact of water quality for irrigation purposes by pollutants from the environmental, social and economic point of view, with the general objective of evaluating the quality of water for agricultural use in the Chancarmayo channel, in different periods within the hydrological year 2020 – 2021. The type of research was applied, prospective, longitudinal; of explanatory level, non-experimental observational, the documentary review as a technique, the data record sheet and the laboratory reports as evaluation instruments. Points P1 (km0+00 channel catchment) and P2 (km6+00 Yun sector) were established to carry out sampling at different periods of the hydrological year, these were analyzed in specialized laboratories of the UNASAM and contrasted with the parameters of group 3 of the ECA-Water, the methods were applied: Riverside and Ayers & Westcot obtaining as a result that the DBO, COD, Phenols, OD, Arsenic, Cadmium, Copper, Mercury, Lead and Thermotolerant Coliforms are outside the ranges established during all the monitoring, according to Riverside the PMs vary constantly from "C2-S2" low salinity to "C2-S1" mean salinity in each sampling and according to Ayers & Westcot the degree of restriction for salinity and toxicity classified as "None", while for sodicity and other effects on pm02 of M4 are classified as "Moderate". Concluding that the water of the Chancarmayo channel is not completely suitable and requires treatment of those parameters that exceed the established limit and would be affecting the crops.

Keywords: Water quality for irrigation, Environmental Quality Standards, Riverside.

III. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se ha observado la carencia de soluciones para hacer frente a los alarmantes problemas que actualmente se ejercen sobre el agua; el cual ocupa gran porcentaje en la tierra en todos sus estados, pero solo una parte es agua dulce que podemos aprovechar primordialmente para el desarrollo de los cultivos mediante el riego; que al ser canalizados por diversas estructuras hidráulicas para este fin, en sus trayectos son influenciados por efectos de la naturaleza misma y las actividades realizadas por el hombre que pueden modificar su calidad física, química y biológica, de manera simple o compleja y en niveles de diferente intensidad debido a la concentración de elementos tóxicos, causando un gran impacto en su calidad óptima y sus parámetros, los mismos que pueden influir modificando las características propias del suelo, así como el rendimiento de los cultivos; fundamentalmente determinada por las sales que se encuentra en la naturaleza de estas para que el desarrollo de la planta sea más o menos adecuada.

Esta investigación se enmarcó dentro de la cuenca del río Santa, la cual, según antecedentes, se caracteriza por presentar en su recorrido parámetros con concentración por encima de niveles permitidos a causa de pasivos mineros predominantes en las zonas que atraviesa y la contaminación de los ríos tributarios que confluyen en él por descargas de aguas residuales domésticas sin tratamiento, entre otros; provocando una modificación en sus características iniciales. Se observó que dentro del tramo de zonas agrícolas del sector Jangas - Yungar, algunas viviendas al margen del canal vierten en él sus aguas residuales domésticas sin tratamiento alguno y la población en general arroja residuos sólidos urbanos, compuestos principalmente de plástico; generando sospecha de que estas actividades provoquen los problemas patológicos que presentan actualmente los cultivos por su influencia en los parámetros físicos, químicos y presencia de metales pesados que, según normas tienen ya una estandarización establecida. Entonces, es inevitable preocuparnos por

la calidad del agua con la que se riega, como ingresa y si en su recorrido se va modificando por los factores antes mencionados afectando a los cultivos.

Esta problemática puntual, motivó a realizar esta investigación, cuyo objetivo general fue evaluar la calidad del agua para uso agrícola en el canal Chancarmayo, entre las progresivas del KM 0+00 al KM 6+00, en diferentes periodos dentro del año hidrológico 2020-2021. La zona de estudio se origina entre las zonas del caserío de Huachenca del distrito de Jangas y el anexo Paltay, conduce agua para el riego de los cultivos representativos, con una longitud aproximada de 12 km, atravesando zonas agrícolas de centros poblados de los distritos de Jangas, Yungar y Anta, de las provincias de Huaraz y Carhuaz en la región Ancash., para esto se siguieron los objetivos específicos que iniciaron estableciendo los puntos de muestreo en el KM 0+00 (captación) y en el KM 6+00, se realizaron muestreos del agua en diferentes periodos, para evaluar el comportamiento de sus parámetros relevantes respecto al Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3 – D1: Riego de Vegetales del D. S N° 004-2017-MINAM, según los protocolos en los laboratorios especializados y aplicaron los métodos: Riverside– USDA y Ayers y Westcot para clasificar y describir la calidad de agua para riego. Con esto, se pretendió comprobar: ¿Cuál será la calidad del agua para uso agrícola en el canal Chancarmayo, en diferentes fechas del año hidrológico 2020-2021?

Su ejecución se justificó principalmente por su beneficio social ya que propuso dar a conocer a los usuarios del canal dentro de los sectores de Jangas y Yungar, cual es la calidad del agua del canal Chancarmayo, si ésta influye en los daños patológicos observados en los cultivos representativos de la zona, además del beneficio económico, académico y ambiental; no solo analizar la calidad del agua del canal Chancarmayo en base a normas establecidas a nivel mundial y en el Perú, sino también a evaluar su variación en diferentes periodos dentro del año hidrológico y estimar su beneficio o perjuicio. Para la metodología

empleó un tipo de investigación aplicada y de carácter observacional, de corte longitudinal. El nivel establecido fue explicativo, el diseño de la investigación aplicado fue no experimental. Se determinó como población el canal de irrigación Chancarmayo y se tomó como muestra a dos puntos de muestreo P1: Km0+00 - captación del canal (para estudiar cómo es que ingresa el agua y reafirmar los resultados de estudios anteriores) y el P2: Km6+00 - sector Yungar (para comprobar si la calidad del agua se modifica a lo largo de su recorrido). Fueron muestreados durante tres fechas dentro del año hidrológico 2020-2021. Se emplearon como técnicas la observación no experimental y la revisión documentaria con la ficha de registro de datos y el reporte de laboratorios especializados respectivamente.

Obteniendo como resultados que la mayoría de los parámetros se encuentran considerados como **“Aptos”**, a diferencia de los Fenoles, Aceites y grasas, DBO, DQO, Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Coliformes Termotolerantes que **“Exceden”** de su valor en todo el monitoreo y/o algunos muestreos y el caso del OD que **“Requiere”**. Según Riverside en el PM01 durante todo el monitoreo la clasificación varía de **“C2-S1”** salinidad media y bajo contenido de sodio a **“C1-S1”** baja salinidad media y bajo contenido de sodio; el PM02 se mantiene con una clasificación de **“C2-S1”**. Según Ayers & Westcot el grado de restricción para la salinidad y toxicidad clasificado como **“Ninguno”**, mientras que el grado de restricción para la sodicidad en todo el monitoreo se clasificó como **“Moderado”** y para otros efectos como **“Ninguno”** excepto en el PM02 del M4 que se clasificó como **“Moderado”**. Concluyendo que el agua del canal Chancarmayo no es completamente apta para riego afectando a los cultivos, requiere tratamiento de los parámetros que limitan el rango establecido o requieren incrementar su valor. Se espera que estos resultados se tengan en cuenta por las autoridades correspondientes para elaborar prontamente planes de adecuación y conservación de la calidad del agua dentro del canal Chancarmayo en pro de una mejor actividad agrícola en la zona Jangas - Yungar.

3.1. Objetivos

3.1.1. Objetivo general

- Evaluar la calidad del agua para uso agrícola en el canal Chancarmayo, Ancash, entre las progresivas del km0+00 al km6+00, en diferentes periodos del año hidrológico 2020 - 2021.

3.1.2. Objetivos específicos

- Establecer los puntos de muestreo en el km 0+00 y en el km 6+00.
- Realizar el monitoreo del agua de uso agrícola, en diferentes periodos del año hidrológico 2020-2021, según los protocolos y las normas vigentes.
- Analizar las muestras para evaluar el comportamiento de sus parámetros, respecto al Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría de Riego de Vegetales (D. S N° 004-2017 MINAM).
- Aplicar los métodos: Riverside del laboratorio de salinidad - USDA y Ayers y Westcot: CE, RAS (FAO, 1985), para clasificar y describir la calidad de agua para riego.

3.2. Variables

3.2.1. Variable dependiente

La calidad del agua del canal Chancarmayo, en diferentes periodos del año hidrológico.

3.2.2. Variable Independiente

Concentraciones de cada uno de los parámetros referentes a los ECA de agua – Categoría 3 – D1 (Riego de vegetales), en diferentes periodos dentro del año hidrológico.

3.3. Hipótesis

H₀: La calidad de agua para riego en el canal Chancarmayo se modifica en cada periodo de muestreo respecto a los parámetros establecidos en los ECA y los métodos aplicados.

H_a: La calidad de agua para riego en el canal Chancarmayo no se modifica en cada periodo de muestreo respecto a los parámetros establecidos en los ECA y los métodos aplicados.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes del tema

4.1.1. Internacionales

Acosta & Salvadori (2017), en el estudio denominado “Evaluación de la calidad de agua para riego mediante el empleo de criterios actualizados”, presentan como **objetivo** de su investigación “...la determinación y comparación de índices y normas que utilizan distintos criterios en la evaluación de la calidad para 17 muestras tomadas en establecimientos de la Provincia de La Pampa y 3 provenientes de Esquel (Chubut)”. En la **metodología** se tomaron muestras de agua provenientes de 20 predios, con el objeto de determinar su calidad para riego y evaluar su aptitud utilizando los índices de salinidad: CE, Se y Sp; de sodicidad: RAS, RAS° y CSR y de toxicidad. Se clasificaron las muestras mediante las Normas de calidad de Riverside, FAO, IPG-INTA, Wilcox y H. Greene. (Acosta & Salvadori, 2017, p.24)

Los **resultados** obtenidos mencionan que, el 85% de las muestras analizadas resultaron aptas/aptas con precauciones para ser utilizadas en el riego de cultivos intensivos, donde “el riesgo de salinización es detectado en mayor medida interpretando la SE y como mejor indicador del riesgo de alcalinización el que utiliza el RAS, ya que no solo tiene en cuenta la calidad química del agua sino también las condiciones agroclimáticas y edáficas de importancia para toma de decisiones agronómicas. (Acosta & Salvadori, 2017, p.24)

(Quinteros et al., 2019), en el estudio denominado “Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Toglahuayco”, presentan como **objetivo** “...evaluar y establecer la calidad y cantidad de agua disponible para riego del cultivo sustentable de quinua, así como la determinación de relaciones entre cationes, aniones y la conductividad eléctrica a través

de análisis fisicoquímicos y estadísticos. Se usó una *metodología* tipo experimental, descriptivo y correlacional; para ello se empleó la NTE INEN 2176:1998. Calidad del agua. Se utilizó la técnica de muestreo puntual recomendada para la investigación de contaminantes y calidad del agua. Posteriormente se empleó la NTE INEN 2169:98. Manejo y conservación de muestras.

Los *resultados* para la determinación de la calidad del agua para riego, mediante el índice de adsorción de sodio (RAS) así como la CE, después de analizar los 8 puntos de muestreo según el diagrama de Richards para la clasificación del agua de riego, mostrando que la calidad del agua para riego de la quebrada Togllahuayco se encuentra en la clasificación C2S1, lo que quiere decir que presenta baja peligrosidad salina y media peligrosidad sódica, lo que vuelve muy factible que se utilice sin tener repercusiones graves a corto o largo plazo”. (Quinteros et al., 2019)

4.1.2. Nacionales

Córdova (2017) en el trabajo de investigación denominado “*Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero (ECA 3) en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba – Apurímac – 2016*”, menciona como *objetivo* principal “...determinar la calidad de las aguas de la micro cuenca del río Challhuahuacho en los límites a la zona de crecimiento poblacional y urbanístico del distrito del mismo nombre, considerando el crecimiento repentino y acelerado del distrito”.

La *metodología* se realizó con “...el muestreo en dos puntos M-02 ubicado en la parte alta en el inicio de la zona urbana y el punto M-01 ubicado al finalizar la zona urbana en la parte baja, estas muestras fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis según los ECA categoría III”. Obteniendo como *resultados* que, el punto M-02

cumple con todos los estándares no así el punto M-01 quien sobrepasa los valores del parámetro referente a los Coliformes Totales (16000NMP/100ml), Coliformes Termotolerantes (1600NMP/100ml) y Escherichia Coli (920 NMP/100ml) indicando contaminación termotolerante”.

Concluye que “aguas abajo la micro cuenca no cumple con los ECA categoría III para riego de vegetales y bebedero de animales pues están contaminadas con residuos termotolerantes procedente de los seres humanos y de animales haciendo que no sea apta para consumo de ningún ser vivo”. (Córdova, 2017)

Herrera & Terrones (2015) en la tesis de investigación denominada “*Calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje y riesgo por el uso directo en riego agrícola*” menciona como **objetivo** de esta investigación “...determinar el riesgo potencial de las zonas agrícolas de la cuenca baja regadas con las aguas del río Chillón en época de estiaje”, para lo cual se tomó como referencia la “...**metodología** de evaluación presentado en la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales del MINAM, se utilizó como datos de entrada la calidad de agua y suelo en la cuenca baja, datos compilados de monitoreo realizados por instituciones públicas para agua y muestreos en campo para suelo”. Obteniendo como **resultados** “...los valores de calidad de agua que fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 002-2008-MINAM), encontrándose que:

Los parámetros evaluados exceden en promedio a los ECA’s; Cd (189%), Pb (141%), Hg (8,846%) Coliformes Totales (170,550%) y Coliformes Termotolerantes (371,704%) y los valores de la calidad de suelo fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (D.S. 002-2014-MINAM) determinándose que estos parámetros exceden en promedio a los ECA’s; Cd Total (397%) y Hg Total (182%)”.

Y “...de acuerdo al criterio de la GER utilizada, se determinó un riesgo ambiental de 92.61%, el cual indica que el riesgo es significativo.

Romero, Flores, & Pacheco (2010) En el artículo denominado: “*Estudio de la calidad de agua de la cuenca del río Santa*”, cuyo **objetivo** fue determinar la calidad del agua perteneciente al río Santa, mencionan que: “...el efecto contaminante del pasivo minero de Ticapampa, constituye un relave polimetálico de flotación de minerales sulfurados de cobre, plomo y zinc, localizado en la cuenca media del río Santa, negativamente impactada desde 1900, por las labores mineras” (Romero et al., 2010). Estos drenajes se vierten de manera directa al cuerpo de agua receptor de la cuenca del río Santa, cuya calidad de aguas se han convertido en un lugar sin indicio de vida acuática y nociva para los seres vivos. En los **resultados** los autores detallaron que:

En el punto de monitoreo P-203 de las aguas de la Cancha de Relave Polimetálico de Ticapampa, presenta mayor concentración de metales pesados disueltos tales como: Cu (0.027 ppm), Fe (1 ppm), Pb (0.024 ppm), Zn (4.652 ppm). El punto de Monitoreo P-205 en las filtraciones de las aguas de la Cancha de Relave Polimetálico que va directamente a la cuenca del río Santa, presenta mayores concentraciones de As (0.108 ppm), Cd (0.024 ppm) y Sb (0.01 ppm). (Romero et al., 2010)

4.1.2.1.Locales

Colonia (2015), menciona en la tesis de investigación denominada “*Calidad de agua para riego en la microcuenca de la Quebrada Ampu – Centro poblado de Maya – Carhuaz -2015*”, tuvo como **objetivo** el de “...caracterizar la calidad del agua que discurre a través de la quebrada Ampu y que es utilizada para el riego de diversos cultivos agrícolas, con la aplicación de cuatro **métodos** de análisis que corresponden a:

Wilcox (1948), Riverside (1974), Aceves y Palacios Vélez (1970), Ayers y Westcot (FAO) (1985), obteniendo como **resultados** que se clasifica como "...excelente a buena"; clase "C2-SI"; sales: medio condicionado, sodicidad: buena, toxicidad: buena; salinidad: ninguno, sodicidad: moderado, toxicidad: ninguno y otros efectos: ninguno". Corroborados con los estándares de calidad ambiental (ECA), donde los parámetros físicos, químicos, bioquímicos y de metales pesados, se encuentran por debajo del límite máximo permisible (LMP) a excepción del carbonato (C03) cuyos valores varían desde 7.68 meq/lit hasta 16.8 meq/lit, que corresponden a los puntos de control de las muestras M - 06 hasta M- 15".

Ramirez (2015), en la tesis de maestría denominada "*Estudio de la calidad del agua de riego del rio Quillcay con fines de riego durante el año 2014*", menciona que el **objetivo** de la investigación fue "...realizar el estudio de la calidad del agua de riego del rio Quillcay con fines de riego durante el año 2014, con la hipótesis de que la calidad del agua de riego del rio Quillcay se ve afectada por la presencia de elementos tóxicos que lo contaminan frecuentemente. La metodología empleada para este proyecto se realizó con "...el muestreo del, agua, análisis, interpretación, y comparación de los resultados con los indicadores mínimos y máximos permisibles de los elementos contaminantes del cuerpo de agua." Tiene como **resultados** que "los datos del análisis de verano son mayores con relación a los datos de invierno así por ejemplo la conductividad eléctrica (en laboratorio) es alrededor de 240.84 uS/cm de muestra, en el caso del mercurio Total es alrededor de 0.075 mg/l Hg (es decir mayor al 0,001 LMP), constituyen una amenaza potencial de contaminación de las aguas en estudio, que determinan su calidad y son un peligro en el uso como aguas de riego". (A. Ramirez, 2015)

4.2. Marco conceptual

4.2.1. Agua

(FAO, 2015) menciona que “...es la sustancia que más abunda en la Tierra y es la única que se encuentra en la atmósfera en estado líquido, sólido y gaseoso”. Además (Pérez, 2012) señala que es un “...líquido inodoro e insípido que a grandes masas tiene un cierto color azul, a la presión atmosférica el punto de fusión del agua pura es de 0°C y el punto de ebullición es de 100°C”. Cuenta con parámetros físicos, químicos, parasitológicos, etc.

4.2.2. Parámetros Físicos del Agua

a) **Potencial de Hidrógeno (pH).** (Pinto, 2018) menciona que este parámetro “...indica la acidez o alcalinidad, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno”. “Siendo 7.0 considerado como neutro, las soluciones con un pH inferior se consideran ácidos y por encima, hasta 14.0 se consideran bases o alcalinos”.

(Sanchez, 2018) refiere que “...los organismos que se relacionan con el agua están sujetos a la cantidad de su acidez y las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO₂ disuelto desde la atmósfera, proveniente de los seres vivos; ácidos sulfúrico de minerales o ácidos húmicos disueltos en el suelo”, “...el rango normal de pH en agua superficial es de 6,5 a 8,5”. Un pH bajo puede ocasionar corrosiones en los elementos metálicos de las instalaciones de riego tecnificado; pH superiores a 8,5 indican altos riesgos de sodicidad.

Figura 1

Efecto del pH en las Plantas



Nota: Esta figura nos muestra un efecto directo con las deficiencias Nutrimientales y su relación con el pH.

b) Conductividad Eléctrica (CE). (Chacón, 2016) lo define como “...la capacidad de una solución para transportar corriente eléctrica, depende de la presencia de iones y su concentración total, movilidad, valencia y concentraciones relativas en ella; así como la temperatura de su concentración”. También podemos decir que mientras mayor contenido de sólidos tenga disueltos, más alto es su valor y se expresa en mS/cm, dS/m, $\mu\text{mhos/cm}$.

Figura 2

El Efecto de la Conductividad Eléctrica en las Plantas



Nota: La conductividad eléctrica del agua es realmente una medida de la salinidad. Altos niveles de salinidad pueden afectar a las plantas.

Se establece un valor máximo de concentración de 2500 $\mu\text{S/cm}$, que indica que la calidad de esta agua es apta para la conservación de comunidades acuáticas y para el riego irrestricto”. (MINAM, 2015)

Tabla 1

Clasificación de las Aguas Según la C.E. del Agua para Riego.

Clase de agua	CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	STD (mg/l)	P.O. (Atm)
Excelente	250	<175	< 0.10
Buena	250-750	175-525	0.10 – 0.30
Permisible	750-2000	525-1400	0.30 - 0.70
Uso dudoso	2000-3000	1400-2100	0.70 – 1.10
Inapropiada	3000	>2100	> 1.10

Nota. En esta tabla se muestra la clasificación del agua según los rangos de la conductividad eléctrica en función de los Sólidos Totales Disueltos y la presión osmótica, tomada de James et al., 1982.

c) Sólidos Totales Disueltos (STD). (Toasa, 2012), menciona que “...son moléculas e iones diluidos en el agua, su concentración se debe a la presencia de minerales, gases por descomposición de materia orgánica, metales y compuestos químicos orgánicos que dan olor, color, sabor y eventualmente toxicidad al agua que los contiene”. Y son debido al arrastre de materiales por el aumento del caudal de los ríos.

“Se establece en concordancia con la FAO, una concentración < 450 mg/l para aguas destinadas al riego irrestricto, 450-2000 para restricción moderada y > 2000 para un grado de restricción severo del agua de riego.

(MINAM, 2015)

d) Temperatura (T). De ésta depende la disolución para que la planta asimile correctamente todos los nutrientes. Según (J. Ramirez, 2017), el agua de riego debería de contar con una temperatura de entre 18° - 24° C, si el agua está a una temperatura de más de 30° C la presencia de oxígeno será mucho menor y la capacidad de la planta para alimentarse se verá reducida. (p.65) Lo que podremos ver traducido como un desarrollo lento y el aumento de la probabilidad de padecer infecciones fúngicas o víricas,

pudiendo llegar a causar podredumbres radiculares y en consecuencia la muerte por asfixia.

e) **Dureza Total (DT).** Según (Ruiz, 2018), generalmente es causada por la presencia de iones divalentes de (Ca^{2+}) y (Mg^{2+}) disueltos en el agua. Otros cationes como el (Fe^{2+}) o (Al^{3+}), así como aniones de (SO_4^{2-}), (NO_3^-) o (Cl^-) pueden contribuir a la dureza; sin embargo, su presencia es menos crítica.

La dureza en grados hidrotimétricos franceses se puede expresar de la siguiente forma:

$$\text{Dureza} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(2.5 * (\text{Ca}^{2+})) + (4.12 * \text{Mg}^{2+})}{10} \quad (1)$$

Tabla 2

Clasificación del Agua para Riego en Función a la Dureza Total (GH)

Dureza en °F	Clasificación
<7	Muy dulce
7-14	Dulce
14-22	Medianamente dulce
22-32	Medianamente dura
32-54	Dura
>54	Muy dura

Nota. En esta tabla se muestra como se clasifica el agua, después de determinar su dureza en grados hidrotimétricos franceses, tomada de Domingo, R (2010).

4.2.3. *Parámetros Químicos del Agua*

a) **Fenoles.** Según (MINAM, 2015), son hidróxidos derivados del benceno, en aguas naturales su presencia está relacionada con la descomposición de hojas y materia orgánica, pero principalmente se le asocia a procesos de contaminación por desechos industriales, aguas servidas, fungicidas y pesticidas, hidrólisis y oxidación de pesticidas órgano fosforados. (p. 99)

El problema ocasionado por los fenoles es la contaminación de los ríos o en cualquier corriente de agua es que “provocan parálisis y congestión cardiovascular en los organismos acuáticos, generando sofocación”. “La concentración interna de fenol en los seres vivos depende del grado de absorción relativa y de los procesos de desintoxicación que poseen, tienen relación directa con la temperatura medioambiental, es posible que se acumule más en los organismos a temperaturas elevadas, sin embargo, su toxicidad será mayor en ambientes fríos”. (MINAM, 2015)

Se establece como concentración límite a los fenoles de 0.002 mg/l, para el riego de vegetales, correspondiente a la clase III. (MINAM, 2015)

b) Aceites y grasas: Proceden de restos de alimentos o procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas, al tener contacto con los cultivos, interfieren el ingreso de los rayos solares a los cultivos, impidiendo su desarrollo biológico.

Se establece una concentración de 5 mg/l en aguas destinadas para el riego de vegetales y bebida de animales, correspondiente a la clase III. (MINAM, 2015)

c) Carbonatos (CO_3^{2-}). Se determinan en función de la alcalinidad del agua, da capacidad de consumo de ácido al producir una solución tampón. Está en concentraciones mucho menores que el ion bicarbonato, “si el pH < 8.3 se considera cero y en aguas alcalinas con pH > 8.3 puede haber cantidades importantes, “se establece una concentración de 5 mg/l de carbonatos para aguas destinadas al riego de vegetales” (ECA, MINSA, 2015).

d) Bicarbonatos (HCO_3^{1-}). Las plantas difieren notablemente en su tolerancia al ion bicarbonatos, el cual muchas veces ejerce efectos tóxicos específicos que producen daños serios aun a bajas concentraciones osmóticas. El frijol es muy sensible,

en tanto que las remolachas son relativamente tolerantes. Los estudios de cultivos indican que este ion afecta la adsorción y el metabolismo en las plantas. (Personal, 1985, p. 68) Se establece una concentración de 518 mg/l, para aguas destinadas al riego. (MINAM, 2015)

e) Sulfatos (SO_4^{2-}). Parámetro que contribuye a la salinidad del agua de riego junto con Na, Ca, Mg, Cl y HCO_3 además de la CE y SDT. Después del cloruro, son los aniones más peligrosos en el agua para riego, limitan la absorción del calcio y sin embargo facilitan la de sodio. Presentan quemaduras en los bordes y parece ser que las plantas regadas por goteo acumulan menos sulfatos en hojas que las regadas por el sistema tradicional. Los problemas de infiltración/salinidad generados por altas concentraciones de sulfato pueden ser mitigados mediante buenas prácticas agrícolas.

Se establece una concentración los Sulfatos de 1000 mg/l, para aguas destinadas al riego. (MINAM, 2015)

f) Cloruros (Cl). Este ion contribuye a una de las toxicidades más comunes en la libre solución del suelo cuando esta excedida, se absorbe en las plantas y se mueve hasta las hojas donde se almacena produciendo quemazón o secamiento de los tejidos foliares que se inicia por los ápices, produciendo necrosis acompañado por defoliación.

Los síntomas que presentan son diferentes al sodio, pero también se dan preferentemente en especies arbóreas. La tabla muestra la tolerancia de algunos cultivos:

Tabla 3

Clasificación de las Aguas de Riego de Acuerdo a su Contenido de Cloruros.

Denominación	Cloruro (mg/l)	Cultivos afectado
Sensible	< 5	Almendra, albaricoque, ciruela
Moder. sensible	5 – 10	uva, pimienta, papa, tomate
Moder. Tolerable	10 – 20	Alfalfa, cebada, maíz, calabaza
Tolerable	> 20	Coliflor, algodón, azúcar, girasol.

Nota. En esta tabla se muestra como se clasifica el agua en función al contenido de los cloruros, tomada de Palacios y Aceves, 1970.

g) Fluoruros (F⁻). El MINAM (2015) menciona que “...son compuestos orgánicos e inorgánicos que contienen el elemento flúor, presentes de forma natural debido a la erosión de las rocas, emisiones volcánicas y actividades humanas como la extracción y uso de rocas fosfatadas, la fabricación de aluminio y la fluoración de agua de bebida.

El flúor a una concentración de 1 mg/l es inactivado por suelos neutrales y alcalinos. En las plantas los altos niveles de fluoruros pueden provocar un amarillento de hojas y un crecimiento más lento, se depositan sobre las hojas debido a la técnica de riego por aspersión ya que se adhieren fuertemente al sedimento o a partículas del suelo. (p. 34) Se establece una concentración de Fluoruro de 1 mg/l, para aguas destinadas al riego. (MINAM, 2015)

h) Cianuro Wad. Clase de cianuro disociables en ácido débil que se halla en la vida industrial, tanto en forma inorgánica como la orgánica, en algunos métodos industriales se puede producir contaminación. Existen ciertas bacterias, algas y hongos que producen cianuro en forma natural como muchas especies del mundo vegetal (café, garbanzos, semillas, etc.) y las raíces. (H. García, 2015)

Dosis muy pequeñas de cianuro son fatales si son asimiladas. Aunque se degrada cuando está expuesto a la luz solar o a condiciones de pH neutral y no se acumula en los tejidos. En condiciones aerobias, la actividad microbiana convierte al cianuro en amoníaco, que a su vez se convierte en nitrato. El (MINAM, 2015) establece el valor de 0.1 mg/l para la clase III, correspondiente a aguas para riego (D.S. 004-2017-MINAM)

i) Sodio (Na). Para la mayoría de las plantas cultivadas y que absorben sodio desde el suelo mediante el agua no se ha demostrado que sea esencial.

En USDA se reporta que acumulaciones de sodio de apenas de un décimo de porcentaje del peso seco produce quemaduras de la hoja con manchas necróticas de color pardo, problemas de permeabilidad en los suelos y tienen una influencia negativa sobre la estructura del suelo, provocando la dispersión de los agregados en partículas más pequeñas, que obstruyen los poros del suelo. (como se cita en Salaverry, 2014)

El suelo se vuelve duro y compacto en condiciones secas y reduce la infiltración de agua y aire a través de los poros que conforman el suelo. (MINAM, 2015)

Tabla 4
Tolerancia de los Cultivos al Sodio

Cultivo	Condición	Concentración Máximo Permitido (meq/l)
Palto	Solución del suelo	5
Cítricos		
Frutales de hueso		
Vid	Riego por aspersión	5 - 10
Papa		
Tomate		
Alfalfa		
Cebada	Riego por aspersión	10 - 20
Maíz		
Coliflor	Riego por aspersión	> 20
Algodón		
Remolacha		

Nota. En esta tabla se muestra como los cultivos se comportan con el sodio y que parámetros abarcan, tomada de Revelo S., Laboratorio de la FCA-UNASAM – 2013.

Se establece una concentración de 140 mg/l se Sodio para aguas destinadas al riego de vegetales, en base a análisis de toxicidad, tomándose como referencia los efectos foliares que causa el sodio en los cultivos. (MINAM, 2015)

j) Calcio (Ca^{2+}). La presencia de este ion en el interfaz del agua con el suelo es una de las más abundantes dependiendo de la concentración y su disolución en ella. “Es acumulado por las plantas, especialmente en las hojas donde se deposita irreversiblemente y es esencial para el crecimiento de meristemas y de los ápices radicales con la función de impedir daños a la membrana celular”. (Castellón, Bernal, & Hernández, 2015)

Un exceso de calcio se puede asociar al pH alcalino, produciendo deficiencias de hierro, manganeso, cobre, boro y zinc. Mientras que, la deficiencia parece tener dos efectos en la planta: atrofia del sistema radical y le dan una apariencia característica a la hoja que se muestran cloróticas, enrolladas y rizadas. Presentando raíces pobremente desarrolladas, carentes de fibras y pueden tener apariencia gelatinosa cerca de los ápices de crecimiento de raíces y tallos; también inhibe la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico. El (MINAM, 2015) establece una concentración de 200 mg/l para aguas destinadas al riego.

k) Magnesio (Mg^{2+}).

Se piensa que en los suelos con alto contenido de magnesio presentan problemas de infiltración, aunque la función de provocar problemas de toxicidad no está bien documentada. Sin embargo, en la actualidad, la mayor parte de los investigadores están de acuerdo que este elemento actúa más como calcio que como sodio y que los suelos lo absorben con un grado preferencial muy superior al sodio y ligeramente inferior al calcio. (García, 2016, p.30)

(A. Ramirez, 2015) menciona que, los efectos potenciales del sodio en los rendimientos y la productividad de los cultivos parece ser menor en los suelos con alto contenido de magnesio o cuando se riegan con aguas que contienen altos niveles de ese elemento debido posiblemente a la deficiencia de calcio inducida por un exceso de magnesio intercambiable en el suelo. La ausencia de Mg se caracteriza por una clorosis en hojas viejas.

(MINAM, 2015), establece para el Mg una concentración de 150 mg/l para aguas destinadas al riego correspondiente a la clase III.

1) Boro (B).

(Campos, 2018) menciona que, ingresa al medio ambiente mediante la meteorización de las rocas, pero también se desprende de la quema de productos agrícolas, de basuras y de leña, la producción de energía utilizando carbón y petróleo, etc. “Este es requerido por las plantas en cantidades relativamente pequeñas, haciendo toxico su alto contenido afectando prácticamente a todos los cultivos, los síntomas aparecen en las hojas como manchas amarillas, moteados necróticos o secamiento en los tejidos foliares en los ápices y en los bordes”. (García, 2016, p.84).

(MINAM, 2015) Establece un valor de 1 mg/l para el Boro, que representa ningún grado de restricción de uso de este elemento en los riegos por superficie, en base a análisis de toxicidad, tomándose como referencia los efectos foliares que causa el boro en los cultivos, lo cual representa un indicador de toxicidad potencial en los cultivos.

Tabla 5

Clasificación del Agua para Riego por el Contenido del Boro.

Clase	Contenido de boro (mg/l)
Buena	Menos de 0.3
Condicionada	0.3 – 4
No recomendada	Más de 4

Nota. En esta tabla se muestra como se realiza la clasificación del agua en función a cuanto boro contiene, tomada del Departamento de Agricultura de Honduras, 2012.

Tabla 6*Tolerancia Relativa de Algunos Cultivos al Boro Contenidos en el Agua para Riego.*

Tolerancia	Muy sensible	Sensibles	Sensibles	Mod. sensibles	Mod. tolerables	Tolerantes	Muy tolerantes
Concentración de boro (mg/L)	< 0.5	0.5 – 0.75	0.75 – 1.0	1.0 – 2.0	2.0 – 4.0	4.0 – 6.0	6.0 – 15.0
Cultivos	Limón Zanahoria	Aguacate Tomate Naranja Ciruela Cereza Durazno Albaricoque	Ajo Patata Trigo Cebada Girasol Frijol Ajonjolí	Arveja Rábano Papa Pimienta pepino	Lechuga Repollo Apio Nabo Avena Maíz Tabaco	Sorgo Tomate Alfalfa Remolacha Remolacha azucarera Perejil	Algodón Esparrago
		Higos Uva Caupi Cebolla Nogal	Lupino Alcachofa Fresa Maní		Mostaza Trébol Calabaza		

Nota. En esta tabla se muestra como se realiza la clasificación del agua en función a cuanto boro contiene, tomada de Mass, 1984 (citado en García, 2016)

m) Potasio (K).

Se encuentra en muy pequeñas cantidades en el agua de riego, desde el punto de vista de nutrición de las plantas, su presencia en el agua es beneficioso llegando a aportar cantidades considerables de estos elementos y sobretodo de calcio (Laboratorio de Salinidad EUA, citado en Pocoy, 2015). Aun cuando es rara la presencia de altas concentraciones de potasio en la solución del suelo, hay evidencias que indican que la toxicidad causada por exceso de potasio, puede reducirse como en el caso del magnesio, si se equilibra con altas concentraciones de calcio. (Bonet & Ricardo, 2011).

4.2.4. Indicadores de nutrientes

a) **Nitratos (NO₃).** Es una forma de nitrógeno que todas las plantas necesitan para crecer en los campos y también en los jardines, su principal fuente es la agricultura ya que se usan los fertilizantes nitrogenados para enriquecer el suelo. “Las concentraciones de los nitratos en aguas superficiales se deben a diferentes orígenes, se

libera cuando la materia orgánica se descompone por las bacterias del suelo y por disolución de rocas y de efluentes industriales” (Pinto, 2018, p.25).

El MINAM, menciona que, a elevadas concentraciones de nitrógeno el cultivo aumenta de tamaño, mientras que su azúcar disminuye en su contenido y pureza; prolongan su periodo vegetativo al mismo tiempo que disminuyen su producción, como consecuencia las cosechas son menores y las frutas tienden una maduración tardía. Los altos niveles de nitratos y fosfatos en el agua estimulan el crecimiento de algas verde-azules, que llevan a la desoxigenación (eutrofización).

La Ley General de Aguas establece valor límite de 100 mg/l entre Nitratos y Nitritos, para aguas de riego, correspondiente a la clase III (MINSA, 2015, p.47).

b) Nitritos. (Tartabull & Betancourt, 2016) mencionan que, la presencia natural de nitratos y nitritos en el medio ambiente es una consecuencia del ciclo del nitrógeno, por lo tanto, las alteraciones de este ciclo por causas antropogénicas o naturales, tendrán como resultado una modificación en la presencia y concentración de dichos iones en el ambiente. Se establece una concentración de nitritos de 10 mg/l para aguas destinadas al riego de vegetales este valor guarda concordancia con la legislación chilena. (MINAM, 2015)

4.2.5. Indicadores de contenido Bioquímico

a) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). (Acosta & Salvadori, 2017) Lo refieren como la prueba que mide la cantidad de oxígeno consumido para oxidar la materia orgánica mediante procesos biológicos aerobios. La DBO de una muestra de agua expresa la cantidad de miligramos de oxígeno disuelto por cada litro de agua que se utiliza conforme se consumen los desechos orgánicos por la acción de las bacterias en el agua. Una DBO grande indica que se requiere una gran cantidad de oxígeno para

descomponer la materia orgánica, que el agua está contaminada y necesita un tratamiento para darle un uso. (Bonet & Ricardo, 2011)

La contaminación del agua por materia orgánica causaría en las plantas, que estos contaminantes orgánicos se acumulen en las raíces o extremidades de los vegetales, afectando a los consumidores que los ingieren directamente, ocasiona disminución del oxígeno disuelto por eso es importante tener en cuenta las variaciones relativas de oxígeno ya que si estas variaciones son grandes hay un aumento anormal de vegetales, materia orgánica, gérmenes aerobios, reductores anaerobios en el agua.

El (MINAM, 2015) establece como valor límite de 15 mg/l, de DBO₅, para aguas destinadas al riego.

b) Oxígeno Disuelto (OD). Se logra por la aireación y como un producto de desecho de la fotosíntesis. Un adecuado nivel de OD es necesario para una buena calidad del agua ya que es necesario para todas las formas de vida.

Las deficiencias de OD posibilitan el desprendimiento de hierro y manganeso y su disolución causando posibles problemas en el tratamiento de las aguas. La putrefacción de la materia orgánica en el agua produce una disminución de la cantidad de oxígeno (la cual es evaluada mediante la Demanda Bioquímica de Oxígeno, que causa graves daños a la flora y fauna acuática, pero que desaparece al término del proceso de putrefacción. Se establece una concentración ≥ 4 mg/l para aguas destinadas al riego. (MINAM, 2015)

4.2.6. Indicadores parasitológicos

a) Huevos de helmintos. Los agentes patógenos involucrados en la transmisión hídrica son las bacterias, virus y protozoos, helmintos y cianobacterias. En este grupo están incluidos los helmintos parásitos y de vida libre, (Ongley & FAO, 1997) dice que,

“los helmintos son animales invertebrados que tienen forma de gusano y en aguas superficiales se pueden presentar huevos de dos grupos de helmintos: los Nematodos y los Platelmintos.

Pueden ser transmitidos a través de los vegetales que se consumen en estado crudo y que son regados por aguas altamente contaminadas con estos microorganismos. pueden causar enfermedades de diferentes niveles de gravedad. En el año 1989, la OMS establece una concentración de máxima de 1 huevo/l, para aguas destinadas al riego de vegetales.

4.2.7. Indicadores de contenido microbiológico

a) Coliformes Termotolerantes. (Pinto, 2018) menciona que, “...las bacterias del grupo coliformes se encuentran en el intestino, en las heces humanas y de animales de sangre caliente”. “Su presencia en aguas superficiales puede ser debido a la contaminación por vertidos domésticos de aguas residuales de alcantarillado, fosas sépticas, corrientes urbanas, granjas de animales y parques, goteos de aguas de aves y aplicaciones a la tierra de residuos de animales”. (p. 52)

El grupo coliformes los conforman la Escherichia Coli, Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter y Serratia. El (MINAM, 2015) establece como valor máximo permisible de 1000NPM/100ml.

4.2.8. Metales totales en el agua

a) Arsénico (As). Es un elemento tóxico que llega al agua a través de la disolución de minerales por la actividad minera, desde efluentes industriales, vía deposición atmosférica y muy rara vez por causas naturales en concentraciones muy bajas.

En aguas superficiales bien oxigenadas, el arsénico es generalmente la especie más común; un incremento del pH puede incrementar la concentración de arsénico disuelto en el agua; la presencia de arsénico se ha detectado como impurezas de otros metales, como el cobre. (Castillo & Botto, 2013,p.30).

Debido a su toxicidad, es un importante contaminador de cultivos, aunque es absorbido por las plantas en concentraciones menores a la de sus suelos. (O'Neill 1990) La captación de arsénico es mayor en las raíces, que las semillas y los frutos. En algunos casos, niveles de arsénico tan bajos pueden reducir el rendimiento de los cultivos en un 50% (Peterson 1980).

El (MINAM, 2015) establece la concentración para el Arsénico de 0.1 mg/l, para aguas destinadas al riego.

Tabla 7

Clasificación del Agua para Riego de Acuerdo a su Contenido de Arsénico.

Concentración de Arsénico (mg/l)	Tipo de agua	Rendimiento
< 0.1	Excelente	Dependiendo de las especies de la planta, las soluciones que contienen 0,5 - 10 mg/l pueden inducir toxicidad del arsénico. Sólo una fracción del arsénico total en el suelo está disponible para las plantas.
0.10 – 2.0	Condicionada	Concentración máxima aceptable para suelos neutros a alcalinos de textura fina.
> 2.0	Alta condicionada	Aceptable para riego sólo en cortos tiempos en base a un sitio específico.

Nota. En esta tabla se muestra como se clasifica el agua en función al contenido de arsénico, tomada de FAO, 1993.

b) Cobre (Cu). Su aumento en los suelos es debido a distintas fuentes antrópicas, puede producir efectos de toxicidad en las especies vegetales sensibles. Se observó mediante estudios, que:

Diversos factores edáficos podrían determinar la biodisponibilidad del cobre y la intensidad del efecto fitotóxico, tales como el contenido de materia orgánica, el pH del suelo y los síntomas de toxicidad del cobre tienen que ver con un menor crecimiento de la raíz principal por muerte del meristema apical de la raíz principal, cuando la concentración de metal supera el límite de tolerancia. (Pinto, 2018, p52)

El (MINAM, 2015) establece dentro de los ECA para aguas destinadas al riego una concentración de 0.2 mg/l para el Cobre. (p.25)

Tabla 8

Clasificación del Agua para Riego de Acuerdo a su Contenido de Cobre

Concentración de cobre (mg/l)	Tipo de agua	Rendimiento
< 0.2	Excelente	Dependiendo de las especies de plantas, las soluciones que contienen 0,1 - 1,0 mg/l pueden inducir toxicidad del cobre.
0.2 – 5.0	Condicionada	Concentración máxima aceptable para suelos neutros a alcalinos de textura fina
> 5.0	Alta condicionada	Aceptable para riego sólo en cortos tiempos en base condicionada a un sitio específico.

Nota. En esta tabla se muestra como se clasifica el agua en función al contenido de cobre, tomada de FAO, 1993.

c) Plomo (Pb). Es un metal asociada con diversos minerales zinc y en pequeñas cantidades con el cobre, cadmio, fierro, etc. Se encuentra presente en los desagües domésticos descargados en los cursos naturales de agua, no es esencial para el crecimiento de las plantas, pero esta omnipresente en los sistemas suelo agua de las plantas.

La absorción de estos elementos por las plantas es tan pequeña, que no se puede esperar que reduzca apreciablemente su acumulación en los suelos, en un tiempo razonable. (Pinto, 2018)

Dentro del ámbito nacional “se establece una concentración para el Plomo de 0.05 mg/l para cultivos que se desarrollan en todo tipo de suelo” (MINAM, 2015).

Tabla 9

Efectos del Plomo en Rendimiento de Cultivos y Sustentabilidad del Suelo.

Concentración de plomo (mg/L)	Efecto de rendimiento y sustentabilidad
Rango de calidad de aguas objetivo < 0.2	La aplicación de una tasa de 1 m ³ /m ² /año para 100 años resultaría en una acumulación de plomo de 89 mg/Kg en los primeros 150 mm de suelo. Pocas plantas parecen ser afectadas a este nivel, la reducción y de aguas objetivo fallas del cultivo son los principales efectos de suelos contaminados con plomo. Generalmente el plomo no se acumula en las partes comestibles de las plantas a niveles nocivos para los consumidores (sin embargo, papas, lechuga y heno mostraron plomo concentrado).
0.2 – 2.0	Concentración máxima aceptable para suelos neutros a alcalinos de textura fina.
> 2.0	Aceptable para riego sólo en cortos tiempos en base a un sitio específico.

Nota. En esta tabla se muestra como el plomo influye en el agua de riego, en el suelo y en el rendimiento de los cultivos, tomada de Guía Canadiense del agua, 2012.

d) Zinc (Zn). Es un metal maleable, dúctil que en altas concentraciones reduce el crecimiento de la planta y provoca acumulaciones indeseables en los tejidos.

De acuerdo a investigaciones realizadas se reconoce que el Zinc se acumula irreversiblemente en el suelo, los cuales pueden convertirse en suelos no productivos o producir cosechas inaceptables además que, aunque sea un elemento esencial para las plantas, en altas concentraciones puede ser considerado como fitotóxico, afectando directamente la producción de cultivos y fertilidad del suelo. (Guerrero, 2019)

Dentro del ámbito nacional “se establece una concentración de Zinc de 2 mg/l, para aguas destinadas al riego y su toxicidad es reducida con $\text{pH} > 6$ y en suelos de textura fina y en los orgánicos” (MINAM, 2015).

e) Cadmio (Cd). El (Ministerio del Ambiente, 2009) menciona que, su uso principalmente se da en la fabricación de soldaduras, aleaciones, revestimientos metálicos, minerales plásticos y es probable que algunas aguas superficiales se hallan contaminado por descargas de estos desechos industriales, por lixiviación de áreas de relleno o por suelos a los cuales se le han agregado lodo cloacal. (p. 21)

El cadmio no tiene funciones bioquímicas ni nutricionales y es altamente tóxico porque muchas plantas y algunos animales lo absorben eficazmente y lo concentran dentro de sus tejidos y se acumula en los riñones, el hígado y los órganos reproductores. (Acosta & Salvadori, 2017)

Se establece una concentración de Cadmio de 0.01 mg/l para aguas destinadas al riego de cultivos. (MINAM, 2015).

f) Manganeso (Mn). (Castellón et al., 2015) menciona que, “...es un metal que se forma naturalmente y que se encuentra en muchos tipos de rocas”. “Algunos compuestos orgánicos de manganeso comunes incluyen pesticidas y ciertas gasolinas”. (p. 25)

En plantas los iones del Manganeso son transportados hacia las hojas después de ser tomados en el suelo y puede causar síntomas de toxicidad y deficiencia, esto causa disturbaciones en los mecanismos de las plantas en la división del agua en hidrógeno y oxígeno, pero en concentraciones altamente tóxicas puede causar inflamación de la pared celular, abrasamiento de las hojas, puntos marrones en las hojas,

reducen el crecimiento y provocan acumulaciones indeseables en los tejidos. (Campos, 2018). El MINAM establece el valor de 0.2 mg/l para el manganeso, en los ECA.

g) Mercurio (Hg). (Méndez & González, 2016) Señalan que es el único metal líquido a temperatura ambiente. Sus fuentes naturales son el vulcanismo, la desgasificación de la corteza terrestre, la erosión y la disolución de los minerales de las rocas debido a la penetración del agua a través de estas por tiempo muy prolongado y las fuentes antropogénicas como la minería, el uso industrial y la agrícola. (p. 35)

Los compuestos de mercurio que se fabrican para fines agrícolas pasan al ambiente cuando se aplican en forma de fungicidas sobre semillas, raíces, bulbos e incluso sobre la planta misma. Es un metal extremadamente tóxico, que no tiene función bioquímica o nutricional. (WHO 1989).

El MINAM, establece una concentración de 0.001 mg/l de mercurio, para aguas destinadas al riego, en su clase III.

h) Níquel (Ni). “Es el elemento que resulta de la meteorización de rocas y suelos y de aportes de origen antrópico, se encuentra en todos los suelos liberado por emisiones volcánicas, de la industria metalúrgica, del uso de combustibles fósiles y a través de la aplicación de compost de barros industriales”. (Meza, 2016)

La toxicidad del níquel se manifiesta en clorosis, debilitamiento, disminución de la cosecha, reducción en la asimilación de nutrientes y desorden en el metabolismo de las plantas (Poulik, 1999, citado en MINAM, 2015); otros signos generales son reducción del crecimiento de raíces y tallos, deformación de la planta, disminución de la materia seca, manchas en las hojas, forma anormal de las flores, inhibición de la germinación y necrosis foliar para diversas especies de cultivo.

El níquel está considerado como uno de los elementos esenciales para el desarrollo de las plantas superiores. (Brown, 1967)

(FAO, 1997) Establece el valor para el Níquel de 0.2 mg/l e indica que es tóxico para numerosos cultivos a concentraciones entre 0.5 y 10 mg/l.

i) Cromo (Cr). Elemento natural ubicuo, que se encuentra en las rocas, plantas, suelos, animales y en los humus y gases volcánicos.

Los cultivos contienen sistemas para gestionar la toma de Cromo para que esta sea lo suficientemente baja como para no causar cáncer, pero cuando la cantidad de Cromo en el suelo aumenta, esto puede aumentar las concentraciones en los cultivos. La acidificación del suelo puede también influir en la captación de Cromo por los cultivos. (Pinto, 2018) El Cromo probablemente es esencial, pero cuando las concentraciones exceden cierto valor, reducen el crecimiento y provocan acumulaciones indeseables en los tejidos. Como resultado realizado por la FAO, menciona que:

Eventualmente llegan a contaminar los suelos, los cuales pueden convertirse en suelos improductivos o producir cosechas inaceptables, se concluye en que el Cromo generalmente no es esencial para el crecimiento de los vegetales y que se recomienda valores bajos por falta de conocimiento sobre su toxicidad.

El MINAM establece una concentración para el Cromo de 0.1 mg/l, para aguas destinadas al riego.

j) Aluminio (Al). (Pinto, 2018) “La toxicidad por aluminio es un factor importante que limita el crecimiento de las plantas en suelos fuertemente ácidos por debajo de pH 5.0, intensificándose por fuertes aplicaciones de fertilizantes nitrogenados formadores de ácidos”. Reduce la profundidad de las raíces y tienden a quebrarse, reduciendo la actividad mitótica; aumenta la susceptibilidad a la sequía y decrece la

utilización de los nutrientes del subsuelo. “Los síntomas de las deficiencias de aluminio son el enanismo, hojas pequeñas verde oscuro, maduración tardía; enrojecimiento del tallo, hojas y nervaduras amarillamiento y muerte de los ápices foliares”. (Meza, 2016)

Se establece una concentración para el Aluminio de 5 mg/l, para aguas destinadas al riego. (MINAM, 2015)

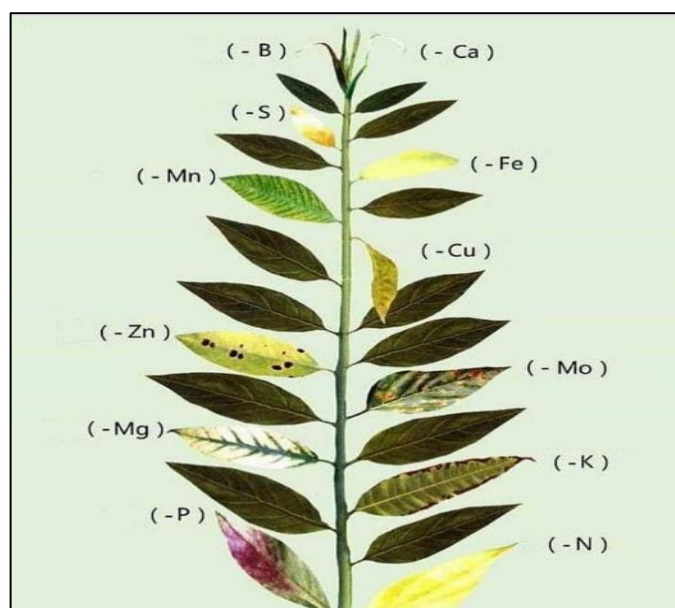
4.2.9. Calidad de agua para riego

(Guerrero, 2019) menciona que, “...la calidad del agua de riego afecta tanto a los rendimientos de los cultivos como a las condiciones físicas del suelo, incluso si todas las demás condiciones y prácticas de producción son favorables. Además, los cultivos requieren distintas calidades de agua de riego, por lo tanto, es muy importante realizar un análisis del agua de riego antes de seleccionar el sitio y los cultivos a producir. (p.24)

La calidad de algunas fuentes de agua puede variar significativamente de acuerdo a la época del año.

Figura 3

Deficiencia de Nutrientes y Metales en las Plantas



Nota: Síntomas de fitopatología que identifican en los cultivos a causa de las deficiencias por nutrientes o metales. Fuente: Organic.com

“Para analizar e interpretar la calidad de agua para riego, se utilizan una serie de parámetros que evalúan el posible riesgo de deterioro del suelo y la afectación que su uso pueda tener sobre la producción agrícola” (Heredia, 2017). Estos parámetros son:

a) **Salinidad.** En muchos casos la salinidad en el agua induce desbalances nutricionales o deficiencias causando reducción en los rendimientos o daños a la planta. (Á. García, 2016). La salinidad afecta los rendimientos de los cultivos en términos generales, de la siguiente manera:

Tabla 10

Clasificación de Algunos Cultivos Según su Sensibilidad o Tolerancia a las Sales

Tolerancia de los cultivos a la salinidad	Valores aproximados de CE en el suelo (dS/m)	Cultivos
Sensibles	Hasta 1.8	Porotos, zanahoria, frutilla, cebolla, limones, mandarina, naranjo, paltos.
Moderadamente sensibles	Hasta 2.5	Lechuga, ají, habas, maíz, papa, apio, pepino, tomate, brócoli, repollo, vides, Alfalfa, trébol.
Moderadamente tolerables	Hasta 5.0	Pastos en general, betarraga, zapallo italiano, trigo, sorgo, olivos.
Tolerantes	Hasta 6.5	Cebada, esparrago, algodón.

Nota. Esta tabla muestra cuales son los rangos de la tolerancia de los cultivos a la salinidad en relación a la CE del agua y valores aproximados de salinidad del suelo para obtener un 90% de productividad, tomada de Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), 1996.

- **Salinidad Efectiva (SE).** Es la “estimación del peligro en mayor existencia que representan las sales solubles del agua de riego al pasar a formar parte del agua del suelo y dejan de precipitar en la elevación de la presión osmótica de la solución del suelo” (García, 2015, p.22).

Su cálculo se realiza en función de los cationes y aniones presentes bajo condiciones especificadas:

1. Si $(Ca^{2+}) > (CO_3^{2-} + HCO_3^- + SO_4^{2-})$

$$SE = (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+) - (CO_3^{2-} + HCO_3^- + SO_4^{2-}) \quad (2)$$

2. Si $(Ca^{2+}) < (CO_3^{2-} + HCO_3^- + SO_4^{2-})$ y $(Ca^{2+}) > (CO_3^{2-} + HCO_3^-)$

$$SE = (Mg^{2+} + Na^+ + K^+) \quad (3)$$

3. Si $(Ca^{2+}) < (CO_3^{2-} + HCO_3^-)$ y $(Ca^{2+} + Mg^{2+}) > (CO_3^{2-} + HCO_3^-)$

$$SE = (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+) - (CO_3^{2-} + HCO_3^-) \quad (4)$$

4. Si $(Ca^{2+} + Mg^{2+}) < (CO_3^{2-} + HCO_3^-)$

$$SE = (Na^+ + K^+) \quad (5)$$

Nota. Sí la suma de cationes es menor que la de aniones debe emplearse esta última.

Tabla 11

Clasificación del Agua para Riego Según su SE

Salinidad Efectiva (meq/L)	Restricciones de uso
< 3	Apta
Entre 3 – 15	Apta con precauciones
>15	No apta

Nota. Esta tabla muestra cuales son los rangos de la tolerancia de los cultivos a la salinidad efectiva, tomada de Acosta & Salvadori, 2017.

– **Salinidad Potencial (SP)**. Es un índice adecuado para estimar el peligro de estas sales, ya que elevan la presión osmótica. Sigue una secuencia con respecto al anterior y este índice fue calculado con la siguiente fórmula:

$$SP = (Cl^-) + 1/2 (SO_4^{2-}) \quad (6)$$

Donde:

(Cl^-) = Concentración de cloruros en meq/l

(SO_4^{2-}) = Concentración de sulfatos en meq/l

Tabla 12*Clasificación del Agua para Riego Según su SP*

Salinidad Potencial (meq/L)	Clase
< 3	Buena
Entre 3 – 15	Condicionada
>15	No recomendable

Nota. Esta tabla muestra cuales son los rangos de la tolerancia de los cultivos a la salinidad potencial, tomada de Marín, 2008.

b) Sodicidad. Es la cantidad relativa de sodio. Las aguas de riego con un alto contenido de sodio tienden a producir suelos con niveles altos de sodio intercambiable que influye en la estabilidad de la estructura del suelo. Para caracterizar el nivel relativo de sodio en las aguas de riego, así como en las soluciones del suelo, se usa la relación de adsorción de sodio (RAS).

- **Relación de adsorción de Sodio (RAS).** la FAO establece un valor de la RAS < 3, indicando que a esta concentración no se identifican problemas en los cultivos o el suelo. Los criterios se refieren en primer término a los riesgos de salinización y de reducción de la capacidad de infiltración en función de la conductividad y la RAS respectivamente. Cuando la RAS es muy alto, existe la tendencia a que el suelo se vuelva sódico con el correspondiente riesgo de permeabilidad. (MINAM, 2017), se calcula con la siguiente fórmula:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \quad (7)$$

Tabla 13*Clasificación del Agua de Riego en Relación a su RAS.*

Clasificación de peligro de Na⁺	RAS del agua	Comentarios sobre el peligro de Na⁺
Bajo (S1)	< 10	Puede usar para el riego de casi todos los suelos, sin peligro de destrucción de la estructura.
Medio (S2)	10 - 18	Puede desmejorarse la permeabilidad de suelos de textura fina con alto CIC. Puede usarse en suelos de textura grueso con buen drenaje.
Alto (S3)	18 -26	Se produce daños de los suelos, por acumulación de Na se requerirá intensivas prácticas de aplicación de enmiendas, drenaje y lixiviación
Muy alto (S4)	> 26	Generalmente no recomendable para el riego excepto en suelos de muy bajo contenido de sales. Se requerirá prácticas de manejo.

Nota: En esta tabla se presenta la clasificación de agua clasificada en relación al RAS, tomado de Palacios y Aceves, 1970 citado en (Colonia, 2015, p.10)

– *Relación de Adsorción de Sodio corregida (RAS°)*. En 1987, la FAO demostró que el índice RAS se encuentra sobrestimado por lo que propuso calcular el RAS°, haciendo una corrección al valor del Ca (Ca°) introducido en la fórmula:

$$RAS^{\circ} = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{\circ 2+} + Mg^{2+}}{2}}} \quad (8)$$

Tabla 14*Corrección de la Concentración de Ca° en Solución.*

	Conductividad eléctrica del agua para riego (dS/m)											
	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1	1.5	2	3	4	6	8
0.05	13.2	13.61	13.92	14.4	14.79	15.26	15.9	16.4	17.28	18	19.07	19.94
0.15	6.34	6.54	6.69	6.92	7.11	7.34	7.65	7.9	8.31	8.64	9.17	9.58
0.25	4.51	4.65	4.76	4.92	5.06	5.22	5.44	5.62	5.91	6.15	6.52	6.82
0.50	2.84	2.93	3	3.1	3.19	3.29	3.43	3.54	3.72	3.87	4.11	4.3
1.00	1.79	1.85	1.89	1.96	2.01	2.09	2.16	2.23	2.35	2.44	2.59	2.71
1.50	1.37	1.41	1.44	1.49	1.53	1.58	1.65	1.7	1.79	1.86	1.97	2.07
2.00	1.13	1.16	1.19	1.23	1.26	1.31	1.36	1.4	1.48	1.54	1.63	1.7
Valor de 2.50	0.97	1	1.02	1.06	1.09	1.12	1.17	1.21	1.27	1.32	1.4	1.47
HCO ₃ /Ca 3.00	0.83	0.89	0.91	0.94	0.96	1	1.04	1.07	1.13	1.17	1.24	1.3
3.50	0.78	0.8	0.82	0.85	0.87	0.9	0.94	0.97	1.02	1.06	1.12	1.17
4.00	0.71	0.73	0.75	0.78	0.8	0.82	0.86	0.88	0.93	0.97	1.03	1.07
4.50	0.66	0.68	0.69	0.72	0.74	0.76	0.79	0.82	0.86	0.9	0.95	0.99
5.00	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.74	0.76	0.8	0.83	0.88	0.93
7.00	0.49	0.5	0.52	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61	0.64	0.67	0.71	0.74
10.00	0.39	0.4	0.41	0.42	0.43	0.45	0.47	0.48	0.51	0.53	0.56	0.58

Nota. Esta tabla muestra los valores del Calcio corregidos para evaluar la RAS corregido, tomado de Ayers y Westcot, 1985, citado de (Colonia, 2015,p.15)

Tabla 15*Clasificación del Agua de Riego Según el RAS°.*

Clases	Peligro de sodificación	RAS	Restricciones de uso
S1	Baja peligrosidad sódica	< 3	Apta
S2	Mediana peligrosidad sódica	3 - 9	Apta con precauciones
S3	Alta peligrosidad sódica	> 9	No apta

Nota. Esta tabla muestra cual es la clasificación del agua para riego de acuerdo a la Relación de adsorción de Sodio corregida con el valor de calcio corregido, tomado de Acosta & Salvadori, 2017

El cálculo del RAS se correlaciona también con el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) del suelo en equilibrio con el agua de riego. Así mientras mayor es el valor de RAS mayor es el valor del PSI y el peligro de sodificación del suelo.

– **Carbonato de sodio residual (CSR).** También denominado Índice de Eaton, “cuando el peligro de sodificación de suelo es agravado y acelerado por la presencia de carbonato o bicarbonato de sodio en el agua”(Acosta & Salvadori, 2017). En estas condiciones, la concentración total y relativa del sodio puede ser suficiente para desplazar al calcio y el magnesio del complejo de intercambio, produciéndose la defloculación del suelo y se calcula:

$$CSR = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \text{ meq/L} \quad (9)$$

Tabla 16*Clasificación de las Aguas de Riego por su CSR*

CSR (meq/L)	Restricciones de Uso
< 1,25	Aguas de buena aptitud para riego
1,25 – 2,5	Aguas de aptitud dudosa, se requieren prácticas de manejo y enyesado
> 2,5	Aguas no aptas para riego

Nota. Esta tabla muestra cual es la clasificación del agua para riego de acuerdo al CSR, tomado de Laboratorio de Salinidad de Riverside, citado en Acosta & Salvadori, 2017

- **Relación de Calcio.** Llamado también Índice de Kelly “evalúa la calidad del agua en función del porcentaje de calcio sobre el total de cationes y se utiliza para determinar el riesgo de alcalinización junto al Índice de Eaton” (Rivera, 2018, p.32). Se expresa en % y se calcula mediante la siguiente fórmula empírica:

$$IK = \left(\frac{Ca^{2+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+}} \right) \times 100 \quad (10)$$

Nota: Los iones se encuentran en meq/l.

Tabla 17
Interpretación de la Relación Calcio y CSR

Índice de Kelly	CSR
< 35%	Mala
35%	Dudosa
> 35%	Buena

Nota. Esta tabla muestra cual es la clasificación del CSR de acuerdo al índice de Kelly, tomado de Rivera, 2018.

4.2.9.1. Métodos de evaluación del agua para riego

El agua se evalúa frecuentemente para definir clases o tipos de agua y dar recomendaciones de utilización. (Ruiz, 2002, p.16). Se pueden clasificar utilizando distintos métodos analíticos como:

Método para clasificación del US Salinity Laboratory, Riverside (Norma Riverside). Sus clasificaciones se resumen en el muy conocido nomograma que presentó Richards en 1954 y modificado en 1973.

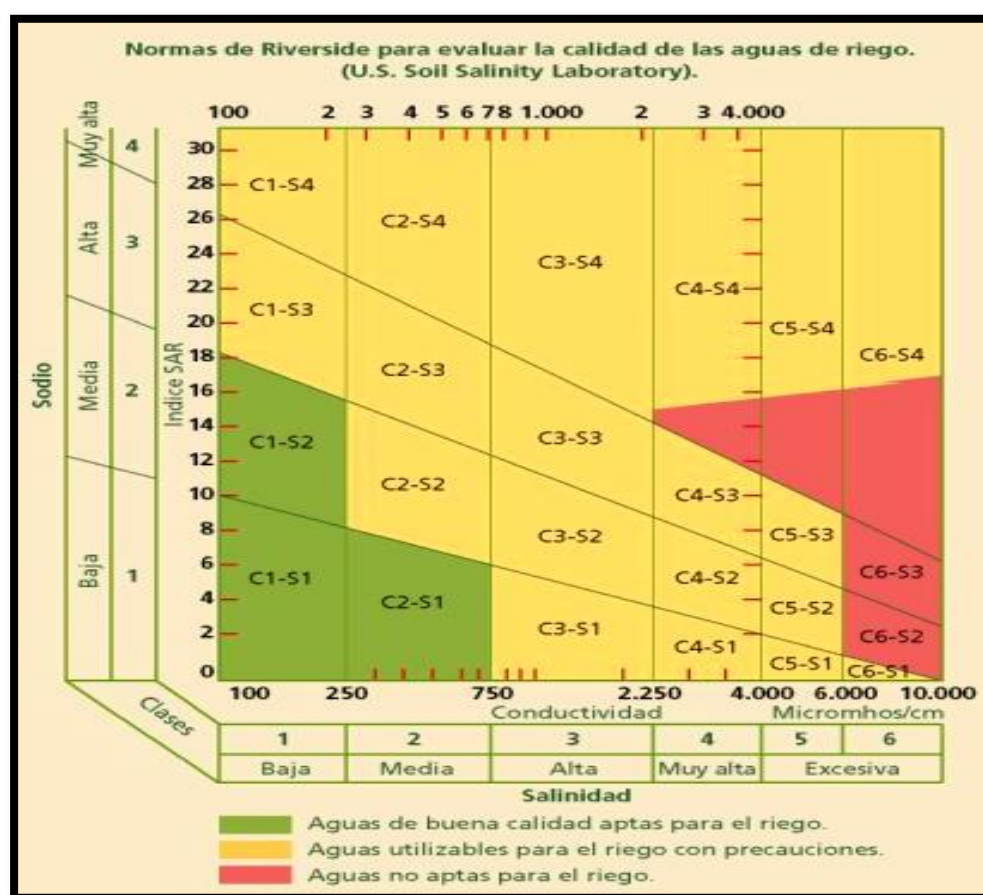
Utilizan dos índices, la conductividad eléctrica (CE) y la relación de adsorción de sodio (RAS), para establecer los peligros de salinidad y sodicidad respectivamente, asociados al empleo de las aguas para riego. Se dividen en cuatro clases con respecto a

su conductividad y otras cuatro con respecto a su sodicidad, basadas principalmente en el efecto que tiene el sodio intercambiable sobre la condición física del suelo. (Comité de Consultores de la Universidad de California para Directrices de Calidad del Agua en 1972.)

La combinación de estos índices, CE y RAS, permite establecer diferentes tipos de aguas, quedando identificada cada una de ellas por las iniciales de cada uno de los índices y un subíndice numérico, que varía entre 1 y 4. A medida que aumenta el valor de los subíndices, disminuye la calidad del agua para riego.

Figura 4

Nomograma del Laboratorio de Salinidad de Riverside



Nota: Propuesto para evaluar la calidad de las aguas de riego agrícola, el cual se fragmenta por clases. Tomado de Evaluación de la calidad de agua para riego mediante el empleo de criterios actualizados (p.18) por Acosta & Salvadori, 2017.

Tabla 18*Clasificación de las Aguas de Riego Según las Normas Riverside.*

Clase	Calidad y normas de uso
C1	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solamente en suelos de muy baja permeabilidad.
C2	Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
C3	Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego en suelos con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos tolerantes a la salinidad.
C4	Agua de salinidad muy alta que en muchos casos no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar sales del suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C5	Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en casos muy contados, extremando todas las precauciones apuntadas anteriormente.
C6	Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego.
S1	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
S2	Agua con contenido medio de sodio y, por tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario.
S3	Agua con alto contenido de sodio y gran peligro de acumulación del sodio en el suelo. Son aconsejables aportaciones de materia orgánica y el empleo de yeso para corregir el posible exceso de sodio en el suelo. También se requiere un buen drenaje y el empleo de volúmenes copiosos de riego.
S4	Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones apuntadas.

Nota: Propuesto para evaluar la calidad de las aguas de riego agrícola, el cual se fragmenta por clases. Tomado de Fernando García Trisolini, 2009, (p. 78)

Método para la clasificación propuesta por la FAO en 1985 de Ayers y Westcot (1976). En recopilación de estudios de Ayers y Westcot en 1976, la FAO en 1985 publicó una guía para evaluar la calidad de agua en la agricultura:

En ella se presentaba los avances en temas de salinidad, sodicidad, toxicidad, lixiviación, tolerancia de los cultivos a las sales y su respuesta productiva, difundiendo las directrices para interpretar la calidad de aguas para riego del

comité de consultores reunidos por la Universidad de California en 1974.
(García, 2016, p.40)

Tabla 19

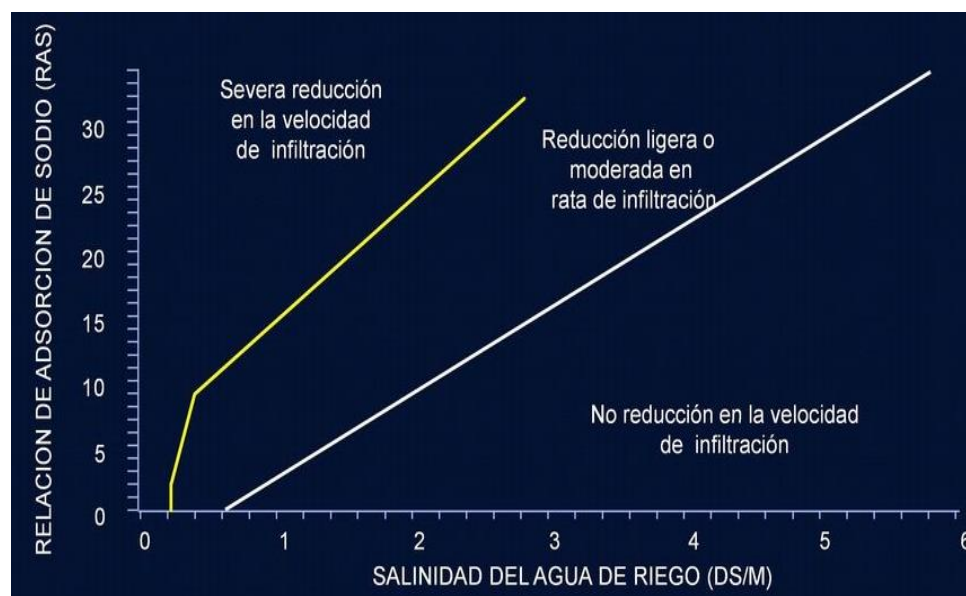
Clasificación e Interpretación de la Calidad de Agua para Riego según FAO

	GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO		
	Ninguno	Ligero o Moderado	Severo
P. potencial: SALINIDAD "afecta a la productividad de los cultivos"			
C.E. (dS/m)	< 0.7	0.7- 3.0	> 3.0
TSD (mg/1)	< 450	450 - 2000	> 2000
P. potencial: SODICIDAD "afecta a la estabilidad estructural del suelo"			
RAS° entre 0 y 3 y C.E. =	> 0.7	0.7 - 0.2	< 0.2
RAS° entre 3 y 6 y C.E. =	> 1.2	1.2 - 0.3	< 0.3
RAS° entre 6 y 12 y C.E. =	> 1.9	1.9 - 0.5	< 0.5
RAS° entre 12 y 20 y C.E. =	> 2.9	2.9 - 1.3	< 1.3
RAS° entre 20 y 40 y C.E. =	> 5.0	5.0 - 2.9	< 2.9
GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO			
	Ninguno	Ligero o Moderado	Severo
Toxicidad específica (afecta cultivos sensibles)			
Sodio (Na) (RAS)	< 3	3 – 9	> 9
Cloruro (Cl) (meq/1)	< 4	4 – 10	> 10
Boro (B) (meq/1)	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
Otros efectos (afecta cultivos sensibles)			
Nitratos (N03- N) (mg/1)	< 5	5 – 30	> 30
Bicarbonato (HC03) (meq/1)	< 1.5	1.5 – 8.5	> 8.5
pH (Rango Normal)		6.5 – 8.4	

Nota. Esta tabla muestra cómo se clasifica la calidad del agua de acuerdo a los valores establecidos por la FAO, tomado de Ayers y Westcot 1985, citado en (Colonia, 2015,p.13)

Figura 5

Efecto de la salinidad y la RAS° sobre la velocidad de infiltración del agua.



Nota: Efecto de la salinidad y la RAS° sobre la velocidad relativa de la infiltración de agua. Tomado de Rhoades 1977 y Oster y Schroer 1979 por Ayers y Westcot, 1985.

4.2.10. Ley General del Ambiente N° 28611

Con los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua (ECA) establecidos en el DS N° 004-2017-MINAM en el grupo N°03, D1: Riego de vegetales, definidas como:

Aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas.(MINAM, 2017)

- **Agua para riego no restringido.** Cuya calidad permite el riego de cultivos alimenticios que se consumen crudos, cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto.

- **Agua para riego restringido.** Cuya calidad permite su utilización en el riego de cultivos alimenticios que se consumen cocidos, cultivos de tallo alto en los que el

agua de riego no entra en contacto con el fruto, cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados, cultivos industriales no comestibles y cultivos forestales, forrajes, pastos o similares. (MINAM, 2017, p.10)

4.2.11. Marco Legal

Decreto Supremo N°004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen Disposiciones complementarias.

Establece los niveles de concentración de los elementos, sustancias, parámetros físicos y químicos y biológicos, presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos que no represente riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente.

Tabla 20

Categoría 3: ECA para Riego de Vegetales y Bebida de Animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FISICO - QUÍMICOS				
Aceites y grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0.1		0.1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2500		5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ ⁻ -N) + Nitritos (NO ₂ ⁻ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ ⁻ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5

Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1000	1000
Temperatura	°C	Δ3	Δ3
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,1	0,2
Bario Total	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,1	0,1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0,01	0,05
Cobre	mg/L	0,2	0,5
Cobalto	mg/L	0,05	1
Cromo total	mg/L	0,1	1
Hierro	mg/L	5	**
Litio	mg/L	2,5	2,5
Magnesio	mg/L	**	250
Manganeso	mg/L	0,2	0,2
Mercurio	mg/L	0,001	0,01
Níquel	mg/L	0,2	1
Plomo	mg/L	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,02	0,05
Zinc	mg/L	2	24
ORGÁNICOS			
Bifenilos Policlorados			
Bifenilos Policlorados (PCB)	μg/L	0,04	0,045
PLAGUICIDAS			
Paratión	μg/L	35	35
ORGANOCOLORADOS			
Aldrín	μg/L	0,004	0,7
Clordano	μg/L	0,006	7
Dicloro Difetil	μg/L	0,001	30
Tricloroetano (DDT)	μg/L	0,5	0,5
Dieldrin	μg/L	0,01	0,01
Endosulfan	μg/L	0,004	0,2
Endrin	μg/L	0,01	0,03
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	μg/L	4	4
Lindano	μg/L	1	11
CARBAMATO			
Aldicarb	μg/L	1	11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes	NMP/100 ml	1000	2000
Termotolerantes	ml	1000	1000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1000	**
Huevos de Helminthos	Huevo/L	1	1

Nota: En esta tabla se presentan los parámetros establecidos para la categoría III, tomado de Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM "Diario el peruano aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para el agua"

Resolución Jefatural N°010-2016-ANA. Aprueban el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales", elaborado por la Autoridad Nacional del Agua con fecha de publicación 13 de enero del 2016.

El monitoreo orientado a la evaluación de la calidad de los recursos hídricos conlleva a un diagnóstico de su estado a través de la evaluación de indicadores químico - físicos de la calidad del agua, obtenidos a través de mediciones y observaciones sistemáticas de las variables de las aguas. Estas mediciones se desarrollan a través de una metodología y procedimientos estandarizados para eliminar errores y garantizar la generación de datos e información consistente.

Figura 6

Parámetros Mínimos Recomendados para el Monitoreo de la Calidad de R.H.

Parámetros	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4 Ríos, lagunas y lagos	Categoría 4 Ecosistemas marino-costeros
Parámetros de campo	pH, T, Cond, OD	pH, T, OD	pH, T, Cond, OD	pH, T, Cond, OD	pH, T, OD
Parámetros químico - físicos	DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)	DBO ₅ , AyG, SST, N-NO ₃ , P, sulfuros, metales (As, B, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶ , Hg, Ni, Pb, Zn)	DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , sulfatos, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn)	DBO ₅ , AyG, SST, N _{ox} , N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (As, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶ , Hg, Ni, Pb, Zn).	DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (As, Cd, Cu, Cr ⁶ , Hg, Ni, Pb, Zn)
Parámetros microbiológicos	Coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Organismo de vida libre	Coliformes termotolerantes,	Coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Huevos y larvas de helmintos,	Coliformes termotolerantes,	

Nota: En la figura se presentan los parámetros mínimos a considerar de acuerdo a la categoría de recurso hídrico asignado por la ANA y los ECA – Agua aprobados por el MINAM.

RM-001 Protocolo De Monitoreo De Agua. Del laboratorio de Calidad Ambiental de la facultad de ciencias del ambiente de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo” que, establece los criterios fundamentales para el desarrollo del monitoreo del agua, considerando las pautas para identificar los parámetros, las estaciones de muestreo, procedimientos de toma de muestras, preservación, conservación, envío de muestras y documentos necesarios.

INGEMMET. Los datos históricos de la Mina Pierina (de una estación meteorológica en sus inmediaciones), permitieron analizar la data de precipitaciones mensuales obtenida entre 1997 y el 2009, teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 21

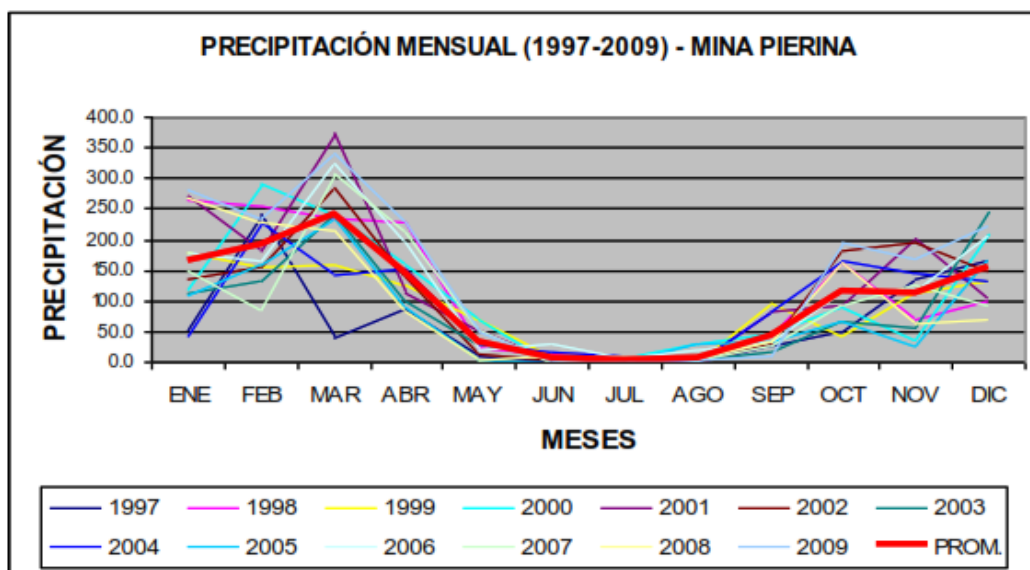
Precipitaciones Medias Mensuales de la Estación: Mina Pierina (1997 - 2009)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1997	51.5	242.0	39.0	87.5	9.0	0.5	0.5	0.0	25.5	48.0	135.5	166.5	2802.5
1998	266.0	253.0	234.0	228.0	22.5	13.5	0.0	7.5	41.5	63.0	68.0	100.5	3395.5
1999	178.5	155.2	158.0	124.5	70.5	9.0	0.5	1.5	95.5	43.5	113.0	131.0	3079.74
2000	117.5	292.0	242.5	157.5	68.00	0.0	5.5	29.5	46.0	89.0	38.0	212.3	3297.8
2001	269.5	181.0	375.0	112.0	54.0	4.5	0.0	0.0	81.5	102.6	200.5	101.1	3474.1
2002	136.0	156.0	285.5	138.5	14.0	4.0	0.0	0.0	29.5	82.5	193.5	148.5	3290.0
2003	114.0	133.5	241.0	99.0	29.0	9.5	3.0	4.0	15.5	65.7	56.0	246.5	3019.7
2004	44.0	228.0	142.0	153.5	30.5	17.5	10.0	0.0	84.0	64.0	144.5	133.7	3155.7
2005	108.5	159.5	234.3	88.5	3.5	0.0	0.0	30.5	34.5	67.5	27.50	168.5	2927.8
2006	177.0	165.5	324.7	193.8	20.0	28.7	7.5	18.8	32.8	87.0	115.2	209.4	3416.4
2007	150.0	85.5	306.7	212.5	53.5	0.0	10.3	3.5	26.5	100.5	125.0	93.5	3166.5
2008	269.0	227.5	215.5	82.5	1.9	11.5	6.5	8.0	34.0	83.0	62.5	69.0	3158.9
2009	280.0	234.4	340.6	229.0	51.0	2.0	2.5	3.5	8.5	84.5	169.5	220.0	3744.5
PROM mm/mes	166.3	193.3	241.4	146.7	32.9	7.7	3.6	8.2	42.7	84.2	111.4	153.9	3225.3
MAX. mm/mes	280.0	292.0	375.0	229.0	70.5	28.7	10.3	30.5	95.5	100.5	200.5	246.5	3744.5
MIN. mm/mes	44.0	85.5	39.0	82.5	1.9	0.0	0.0	0.0	8.5	43.5	27.5	69.0	2802.5

Nota: En la presente tabla se muestran los valores de precipitaciones medias mensuales (mm/mes) ocurridos durante los años 1997 – 2009 de una de las estaciones de la Mina Pierina.

Figura 7

Precipitación Mensual (1997 - 2009) Mina Pierina



Nota: En esta figura se muestran los valores de precipitaciones pluviales ocurridos durante los años 1997 – 2009 de una de las estaciones de la Mina Pierina.

4.3. Definición de términos

- **Año hidrológico**, período de 12 meses a lo largo del cual se miden las precipitaciones sobre una determinada cuenca hidrográfica. El SENAMHI anunció que el año hidrológico 2020-2021 se inició el 1 de setiembre del 2020 y finalizará el 31 de agosto del 2021.
- **Calidad del agua**, características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua por la que se mide la condición del agua en relación con los requisitos de cualquier necesidad humana o propósito.
- **Canal de riego**, tienen la función de conducir el agua desde la captación hasta el campo o huerta donde será aplicado a los cultivos.
- **Déficit**, aquella situación que se genera cuando hay escasez de algo necesario.
- **ECA-Agua**, unidad de medida para determinar el uso que puede darse a un cuerpo de agua en función a la calidad que presenta.
- **Evaluación**, realización de ensayos de campo, toma de datos y análisis de los mismos, para estimar, apreciar o calcular resultados de algún proceso.
- **Muestreo**, actividad dirigida a la recolección de una pequeña porción del total de la masa, de manera que represente lo más fidedignamente posible la calidad de la misma, en un lugar y momento determinado.
- **Monitoreo**, proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa en pos de la consecución de sus objetivos, y para guiar las decisiones de gestión.
- **Parámetro**, es un indicativo modelo o patrón bien marcado para lograr evaluar o valorar una situación particular o sirve para medir comparativamente con él.

- **Residuos sólidos**, materiales desechados tras su vida útil, y que por lo general por sí solos carecen de valor económico. Se componen principalmente de desechos procedentes de materiales utilizados en la fabricación.
- **Tolerancia**, capacidad que tiene un organismo para resistir y aceptar el aporte de determinadas sustancias en general.
- **Toxicidad**, algunos iones, tales como sodio, cloro y boro, se pueden acumular en los cultivos en concentraciones suficientemente altas como para reducir el rendimiento de las cosechas y obstruir algunos sistemas de riego.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Tipo de la investigación

Se basó en la experiencia y aplicación de los estudios en campo, por lo tanto, refirió a una investigación aplicada y de carácter observacional. El tipo de planificación de la toma de datos fue prospectivo y de corte longitudinal.

En función de este tipo, la investigación fue de **Nivel Explicativo**, ya que su finalidad es poder explicar el comportamiento de una variable en función de otra, con la relación de causa – efecto.

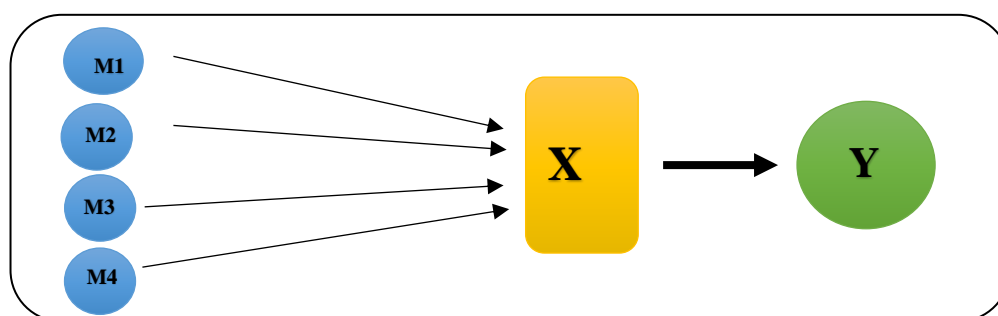
5.2. Diseño de la investigación

No Experimental Longitudinal, que comprendió:

Muestreos: Se tomaron estratégicamente dos puntos (entrada y salida del canal), en los cuales se realizó el muestreo aplicando los protocolos vigentes en diferentes fechas del año hidrológico con cambios de precipitación pluvial significativos.

Análisis: Las muestras se analizaron en laboratorios especializados de la UNASAM.

Resultado: Los análisis de laboratorio se emplearon para determinar la calidad de agua con los métodos de la FAO, Riverside y la comparación con los parámetros más resaltantes de los ECA-agua, categoría 3 establecidos por el MINAM.



Donde:

M1, M2, M3 y M4 = Muestreo para el análisis dentro de la zona de estudio en cuatro fechas diferenciadas dentro del año hidrológico.

X = Análisis de cada parámetro y aplicación de métodos

Y = Resultados

5.2.1. Población y muestra

Población. Se tiene al canal de irrigación Chancarmayo, comprendido entre los distritos de Jangas, Yungar y Anta, con un total de 12 kilómetros, siendo su unidad de análisis, la calidad de agua.

Muestra. Dos puntos de muestreo al inicio y final del canal de irrigación Chancarmayo en diferentes periodos del año hidrológico 2020 – 2021: intermedias (22/10/2020, 30/12/2020), avenida (22/03/2021) y estiaje (19/07/2021), entre los distritos de Jangas y Yungar, kilómetros 0+00 – 6+00, siendo su unidad de muestreo el conjunto de muestras del agua.

5.2.2. Técnicas e instrumentos de investigación

Técnicas:

- Revisión documentaria: Recopilación de datos cartográficos externos e hidrometeorológicos y su relación con las variables de la investigación.
- Observación no experimental: Para la constatación de todas las características físicas de los puntos de estudio dentro del canal.

Instrumentos:

- Reporte de la evaluación del agua: Mediante el muestreo del agua de los puntos seleccionados, su tratamiento en laboratorio y su interpretación.
- Ficha de registro de datos de campo: En la que se colocaron los datos más resaltantes encontrados y medidos en los puntos de muestreo.

5.2.3. Procesamiento y análisis de la información

Cada uno de los resultados (por parámetro) de los análisis de laboratorios obtenidos en los puntos de muestreo, dentro de cuatro fechas: (22/10/2020), (30/12/2020), avenida (22/03/2021) y estiaje (19/07/2021) siendo evaluados en

cuanto a su consistencia y procesadas mediante tablas y gráficos en el software Excel, clasificándolos de acuerdo a la teoría establecida en el marco teórico.

Para evaluar y clasificar la calidad de las aguas de riego se emplearon las siguientes metodologías: Según la norma Americana Riverside (U.S. Soil Salinity Laboratory), en función a su conductividad eléctrica y la RAS se determinará el riesgo de sodificación o alcalinización del suelo dentro de un total de 16 clases para ser utilizados en el riego; y la metodología Ayers y Westcot (FAO 1985), la cual clasificó el problema de potencial de salinidad, en cuanto a la CE y el TSD apoyada de la RAS°, permitiendo determinar el riesgo de disminución en la velocidad de infiltración del agua en el terreno y otorgándole la calificación de **ninguna, ligera/moderada o severa** de acuerdo a su restricción de uso (FAO 1985). Finalmente, los resultados de laboratorio de cada uno de los parámetros fueron comparados con los parámetros más importantes para riego establecidos según la Ley General del Ambiente y las normas nacionales dentro de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua en la Categoría 3, subcategoría D1: Riego de vegetales, en los cuales se aprecia si el agua del canal Chancarmayo está dentro de los rangos establecidos y su variación durante el monitoreo.

5.3. Materiales y Equipos

Materiales

- Envases de muestreo (blanco y ámbar de diversas capacidades).
- Etiquetas para la identificación de frascos (registro).
- Fichas de recolección de datos.
- Implementos de seguridad (soga, estacas, etc.).
- Instrumentos de Laboratorio (Pipetas, buretas, probetas, fiolas, matraz, etc.)
- Reactivos químicos y disolventes.

Equipos de campo y laboratorio:

- Cámara fotográfica.
- GPS.
- Cooler 16QT y refrigerantes.
- Wincha Stanley de 5m.
- Cronómetro.
- Balanza electrónica.
- Mini placa calefactora.
- Espectrofotómetro.
- Absorción atómica.
- Potenciómetro digital.
- Conductivímetro digital.
- Fotómetro de llama.
- Laptop Core i5
- Software's: Excel, Word, ArcGIS, etc.

5.4. Métodos

5.4.1. Localización y Ubicación

Localización Geográfica.

Zona : 18S

Región : Sierra

Coordenada inicio de canal (km0+00)

UTM Norte : 8958861.753 m

UTM Este : 217615.546 m

Altitud : 2832.34 m.s.n.m.

Coordenada fin de tramo de estudio del canal (km6+00)

UTM Norte : 8963617.772 m

UTM Este : 214844.285 m

Altitud : 2802.11 m.s.n.m.

Ubicación política. El presente trabajo de investigación se realizó en el canal

Chancarmayo destinado al riego de diversos cultivos, entre los cuales destacan

por su mayoría, la alfalfa, papa, trigo y palto. Nace captando las aguas del río Santa (Cuenca del Santa), a la altura del sector Huachenca en el distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash; con una longitud de 12 kilómetros, abasteciendo a los sectores de Lluncu, Huanlla, Cocha, Puncu, Huachenca, entre otros; además del distrito de Yungar, provincia de Carhuaz y finalizando en el sector Esperanza del distrito de Anta, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash. Se establecieron dos (2) puntos de muestreo ubicados en el km 0+00 y el km 6+00 (punto de captación del río Santa y el límite con el distrito de Yungar). (Proyecto de riego-MD Jangas, 2017)

Geología. Las formaciones geológicas identificadas en el sector de estudio pertenecen al cretáceo inferior hasta el cuaternario holoceno, y están constituidas por rocas calizas, sedimentarias, volcánicas, areniscas cuarcitas, calizas meteorizadas, areniscas grises con lutitas, sedimentos finos y depósitos de origen glaciar (Geo GPS Perú, 2013)

Clima. Definido por precipitaciones de lluvia, siendo abundantes en los primeros meses del año y prácticamente nulas de julio a setiembre; las horas de brillo solar son constantes durante todo el año, aunque con menor intensidad en la época de lluvias. Las características de estos distritos varían desde el tipo pluvial a gélido en el área de nevados, a los tipos sub-húmedo, húmedo y muy frígido en las partes más bajas. (Autoridad Nacional del Agua, 2013).

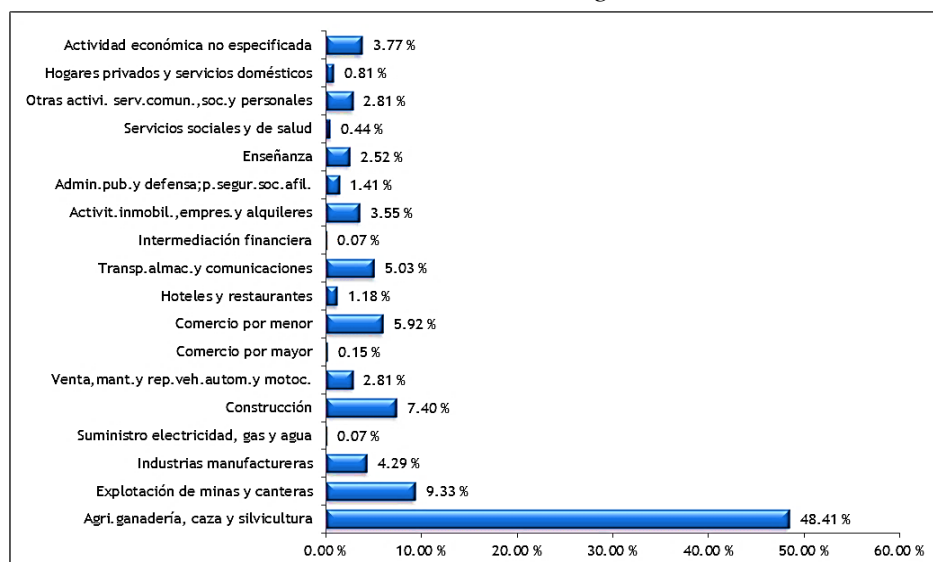
Precipitación pluvial. La denominada "cuenca húmeda" está comprendida entre los 1,800 y 4,200 msnm, cuyo promedio de precipitación anual oscila entre 250mm y 1,200 mm, respectivamente. En cuanto a la variación en el tiempo dentro del ciclo hidrológico, debe indicarse que existe una marcada variación pluvial intermensual, presentándose las mayores precipitaciones (80%) durante

el período comprendido entre los meses de enero y abril, como se ha mencionado anteriormente en la Tabla 21 y la figura 7: Precipitaciones Mensuales Mina Pierina (1997 – 2009). (INGEMMET, 2012)

Agricultura. La mayoría de las personas carecen de actividades económicas permanentes y deben subsistir en base a su producción agropecuaria. Muchos de los terrenos son aptos para los cultivos y se estima que un poco más de 1000 Ha. son aptos para la agricultura, son bien drenados, accidentadas y también con problemas de erosión. Tiene una importancia clave en la subsistencia familiar a pesar de las cantidades bajas de terrenos existentes, la población se ha logrado focalizar especialmente en el cultivo de trigo, alfalfa y el cultivo de frutales (paltas y melocotones). (Proyecto de riego-MD Jangas, 2017)

Figura 8

Actividades Económicas en el Distrito de Jangas



Nota: Actividades económicas que priman en el distrito de Jangas, evidenciando un 48.41% para la agricultura, ganadería, casa y silvicultura, recuperado del CPV 2007 – INEI.

5.4.2. Delimitación del estudio

La presente investigación fue basada en la evaluación de la calidad del agua que conduce el canal denominado Chancarmayo, utilizada para el riego de cultivos como la alfalfa, papa, trigo y frutales; dentro de las áreas agrícolas del distrito de Jangas y Yungar.

El estudio se efectuó durante diferentes periodos dentro del año hidrológico 2020 – 2021 en cuatro fechas: intermedias (22/10/2020), (30/12/2020), avenida (22/03/2021) y estiaje (19/07/2021) determinadas por la variación de la precipitación pluvial.

5.4.3. Métodos empleados en la investigación

a) Monitoreo: toma de muestras. El agua del canal es usada permanentemente, es así que, el monitoreo se realizó en cuatro periodos determinados por las marcadas variaciones de la precipitación mensual dentro del año hidrológico 2020-2021: (22/10/2020), (30/12/2020), avenida (22/03/2021) y estiaje (19/07/2021), para observar si este es un factor que influye en la variación de los valores de parámetros del agua o la depuración misma.

Mediante la Ficha de Recolección de Datos se obtuvo la información necesaria de los puntos de monitoreo de la zona de estudio (PM-01 y PM-02), tomando en cuenta criterios importantes como ubicación, accesibilidad, aforo de caudal, etc.

b) Puntos de monitoreo. Para evaluar la calidad del agua del canal, fueron establecidos dos (2) puntos denominados como PM-01 y PM-02, estableciendo su ubicación empleando GPS y anotando sus características físicas.

c) Procedimiento en el trabajo de campo. Utilizando recipientes de vidrio y plástico esterilizado de aproximadamente un litro de capacidad se tomaron las muestras

de agua en el canal, se realizaron la toma de fotografías y la lectura de las coordenadas cada punto de monitoreo. Este procedimiento como el de su preservación, etiquetado, rotulado y transporte a los respectivos laboratorios especializados de la UNASAM (Laboratorio de Calidad Ambiental FCAM, Laboratorio de aguas y suelo FCA y Laboratorio de química), se realizó guiado por las recomendaciones de la R.J. N°010-2016-ANA.

d) Análisis en laboratorio de los parámetros del agua para riego en el canal

Chancarmayo. Las muestras fueron llevadas a cada uno de los laboratorios especializados de la UNASAM para analizar y determinar los parámetros de la siguiente manera:

Tabla 22

Métodos Utilizados por los Laboratorios para el Análisis de los Parámetros del agua en estudio.

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	LABORATORIO ESPECIALIZADO
pH	Unid. pH	Potenciómetro	Suelos y aguas de la FCA
Conductividad Eléctrica	µS/cm	Conductivímetro	Suelos y aguas de la FCA
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	Conductivímetro	Suelos y aguas de la FCA
Temperatura	°C	Peachímetro	Suelos y aguas de la FCA
Fenol	mg/l	MBTH	Calidad Ambiental FCAM
Aceites y Grasas	mg/l	APHA 5520 B	Calidad Ambiental FCAM
Bicarbonatos	mg/l	Titulación con ácido clorhídrico/APHA 2320B	Suelos y aguas de la FCA
Carbonatos	mg/l	Titulación con ácido clorhídrico/APHA 2320B	Suelos y aguas de la FCA
Sulfatos	mg/l	Espectrofotometría UV - 2100	Suelos y aguas de la FCA
Cloruros	mg/l	Volumétrica/APHA 4500-Cl ⁻ B	Suelos y aguas de la FCA
Cianuro WAD	mg/l	Ácido Barbitúrico-piridincarboxílico	Calidad Ambiental FCAM
Calcio	mg/l	Espectrofotometría de absorción atómica/APHA 3500-Ca D	Calidad Ambiental FCAM
Magnesio	mg/l	Espectrofotometría de absorción atómica	Suelos y aguas de la FCA
Sodio	mg/l	Espectrofotometría de absorción atómica	Química de la FC
Boro	mg/l	Colorimétrico	Suelos y aguas de la FCA
Nitratos	mg/l	Nitrospectral	Calidad Ambiental FCAM

Nitritos	mg/l	Reacción Griess	Calidad Ambiental FCAM
D.B.O	mg/l	APHA 5210 B	Calidad Ambiental FCAM
D.Q.O	mg/l	Oxidación ácido cromosulfúrico	Calidad Ambiental FCAM
O.D.	mg/l	APHA 4500-O G	Calidad Ambiental FCAM
Huevos de Helminthos	Huevos/l	APHA 9810B; EPA 1623	Calidad Ambiental FCAM
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	APHA 9221 C	Calidad Ambiental FCAM
Aluminio (Al)	mg/l	Cromoazurol S	Calidad Ambiental FCAM
Arsénico (Ar)	mg/l	DIN – 38 405	Calidad Ambiental FCAM
Cadmio (Cd)	mg/l	Derivé de cation	Calidad Ambiental FCAM
Cobre (Cu)	mg/l	Cuprizona	Calidad Ambiental FCAM
Manganeso (Mn)	mg/l	Formaldoxina	Calidad Ambiental FCAM
Mercurio (Hg)	mg/l	Cétone de Michler	Calidad Ambiental FCAM
Níquel (Ni)	mg/l	Dimetilglioxina	Calidad Ambiental FCAM
Plomo (Pb)	mg/l	PAR	Calidad Ambiental FCAM
Zinc (Zn)	mg/l	CI-PAN	Calidad Ambiental FCAM

Nota: En la presente tabla, se muestran los métodos empleados para la determinación de los valores de cada uno de los parámetros evaluados para la calidad de agua en el canal Chancarmayo, elaboración propia.

e) Procesamiento de los resultados. Con los datos obtenidos de los laboratorios especializados y las ecuaciones mencionadas en el marco teórico, se determinaron los siguientes parámetros como: dureza total (DT), salinidad: salinidad efectiva (SE), salinidad potencial (SP), Sodicidad: relación de adsorción de sodio (RAS), porcentaje de sodio intercambiable (PSI), carbonato de sodio residual (CSR), índice de Kelly (IK) y coeficiente alcalímetro (K).

f) Procesamiento de datos para su aplicación en los métodos. Con los resultados de los análisis de agua y la información recopilada en campo se desarrollaron los siguientes métodos para clasificación:

- **Método de clasificación del US Salinity Lab, Riverside (1954)**, Requieren los valores de la CE para determinar el riesgo de salinización y el cálculo de la relación de adsorción de sodio (RAS) para determinar el riesgo de sodificación o alcalinización, definido según la ecuación 10.

- **Método de clasificación de Ayers y Westcot (1976), propuesta por la FAO (1985)**, este método propuso el grado de restricción del uso, para la determinación de la calidad del agua para riego estas son: salinización (índices de CE y SDT), alcalinización, (índices de CE y RAS°), toxicidad iónica específica (índices de B, Na y Cl) y otros efectos (índices de NO₃, HCO₃ y pH), la clasificación, descripción se interpreta de acuerdo a la tabla 22. Luego se calcula el RAS° con la ecuación (10), haciendo una corrección al valor del Ca, a partir de la relación HCO₃ /Ca y CE se obtienen los valores de Ca° a partir de la tabla 16 y se establece la relación entre la CE y el RAS°, lo que permite determinar el riesgo de disminución en la velocidad de infiltración del agua en el terreno, mientras que con la CE se estima el riesgo de salinidad se interpreta de acuerdo la Figura 8.
- **Comparación de parámetros con los ECA-Agua**, Con los dos (2) puntos de monitoreo establecidos en el canal Chancarmayo y los valores obtenidos de los análisis de agua de los laboratorios de la UNASAM dentro de los cuatro periodos de evaluación: (22/10/2020), (30/12/2020), avenida (22/03/2021) y estiaje (19/07/2021), al ser comparados con los rangos de cada parámetro establecido en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para agua (D.S. N°004-2017-MINAM; p.17), se reflejó si el agua es apta o no para riego. Para el cálculo estadístico de acuerdo a los datos de campo y análisis del laboratorio se utilizaron hojas de cálculo del software Microsoft Excel 2016.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados

5.1.1. Resultados de campo

Establecimiento y descripción de los puntos de muestreo en el km0+00 y el km6+00 en función a la posible variación significativa de la calidad del agua (entrada y salida) y al mayor empleo para el riego de los cultivos, como se indican en la siguiente tabla:

Tabla 23

Puntos de Monitoreo en la Zona de Estudio

Puntos de monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
		Norte (m)	Este (m)	
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	8958861.7	217615.5	2832.3
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	8963617.7	214844.2	2802.1

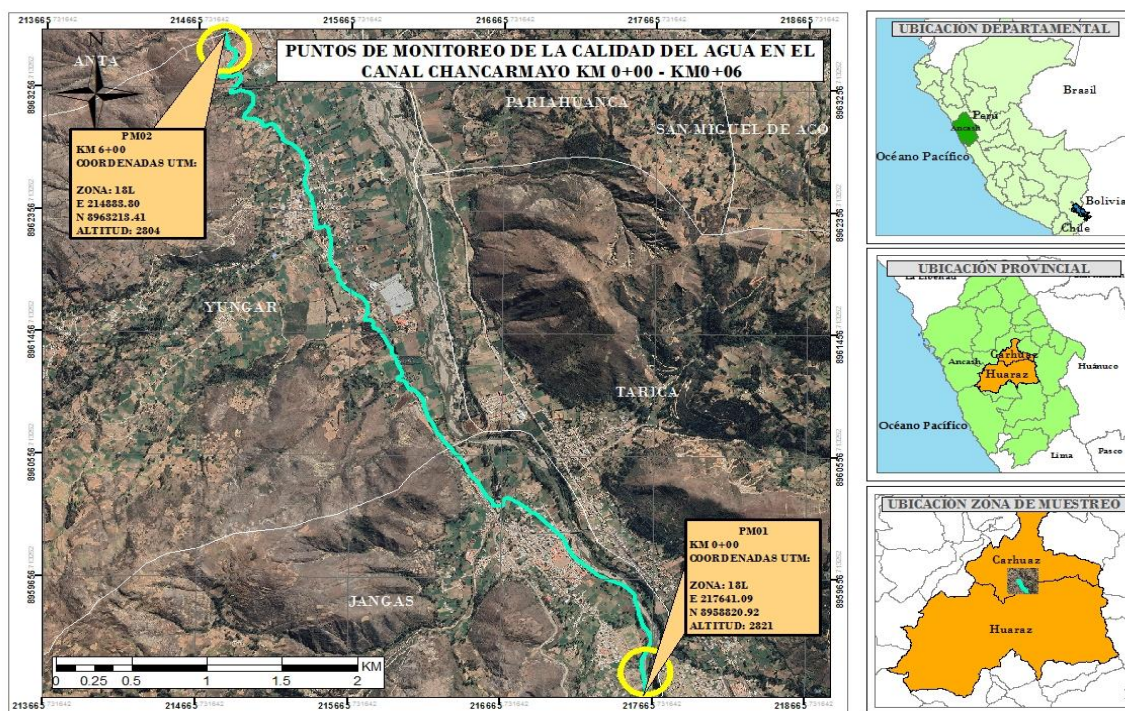
Nota: En la tabla mostrada se aprecian las características principales de los puntos de monitoreo establecidos para la presente investigación dentro del Canal Chancarmayo.

PM 01. En este punto se capta el agua del río Santa mediante un canal inicial de tierra. Los antecedentes y la propia apreciación evidencian el vertimiento de aguas de relave minero y residuales; así mismo el arrojo de residuos sólidos y su arrastre durante todo el trayecto del Río Santa. Por esto se consideró este punto para poder evaluar la calidad de agua que ingresa al canal. Se caracteriza por estar rodeado de árboles y plantas diversas, en sus márgenes circundan piedras granito y vegetales.

PM 02. Se ubica en el km6+00 del canal Chancarmayo (intersección con el distrito de Yungar), de concreto revestido y sección rectangular con una base de 1.5 m y altura de 0,90 m, establecido como punto para conocer la variación de la calidad de agua para riego debido en este trayecto, el cual es influenciado por factores de origen natural y antropogénicos evidenciados en su recorrido. Se encuentra rodeado de diversos árboles, plantas y presencia de malezas. Los cultivos representativos de la zona que son irrigados con esta agua son: la alfalfa, papa, trigo y palto.

Figura 9

Mapa de Puntos de Monitoreo en la Zona de Estudio



Nota: En la figura mostrada se aprecia el mapa donde se ubican los dos puntos de monitoreo (PM01 y PM02) dentro de la zona de estudio - Canal Chancarmayo. Elaboración: fuente propia.

- **Aforo de los puntos de muestreo.** Plasmados de la ficha de recopilación de registro de campo empleada en cada uno de los muestreos. Se realizó mediante el método del flotador (MINAGRI), el cual estima los caudales actuales, a partir de la siguiente formula:

$$Q = Fc * A * (L/T) \quad (11)$$

Tabla 24

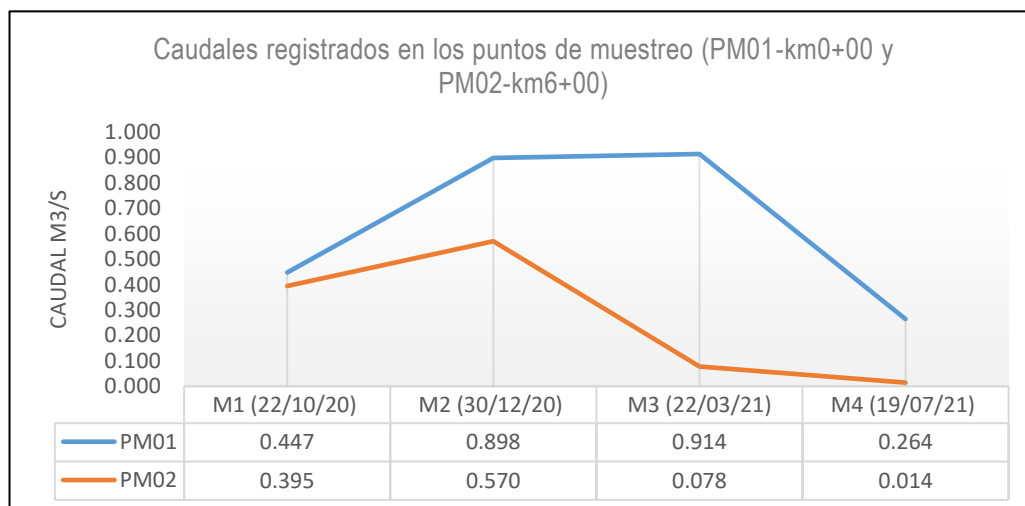
Aforo de Caudales en los Periodos de Muestreo.

PUNTOS DE MUESTREO	MUESTREO	ÁREA (m2)	LONG. (m)	TIEMPO (seg)	F.C.	CAUDAL (m3/s)
PM01	M1	0.714	10	11.176	0.7	0.447
	M2	0.931	10	7.256	0.7	0.898
	M3	0.882	10	6.758	0.7	0.914
	M4	0.624	10	16.518	0.7	0.264
PM02	M1	0.825	10	16.722	0.8	0.395
	M2	0.945	10	13.252	0.8	0.570
	M3	0.300	10	30.962	0.8	0.078
	M4	0.090	10	50.220	0.8	0.014

Nota: En la tabla se muestran los valores obtenidos de los caudales en los cuatro periodos de evaluación, del M1 (22/10/20) al M2 (30/12/20) se observa un incremento proporcional a las precipitaciones de la zona, mientras que del M2 (30/12/20) al M3 (22/03/21) se observa solo un ligero incremento a causa de que el comité de riego desvía el curso del canal en la captación por lo cual el PM01 fue tomado metros más adelante para evaluar netamente la calidad del agua que ingresa al canal y del M3 (22/03/21) al M4 (19/07/21) en los dos puntos se observa una disminución notable a causa de la fecha de estiaje. Elaboración propia.

Figura 10

Caudales Registrados en el PM01 y PM02 en los Diferentes Periodos de Evaluación.



Nota: En la figura mostrada se aprecia los caudales registrados en el PM01 y PM02 durante los cuatro periodos de evaluación, observando que a razón de la variación de los caudales pueden haber variado la concentración de los parámetros, lo cual se confirmará en los resultados.

5.1.2. Resultados de los análisis de laboratorio.

a) Parámetros físicos.

- Potencial de hidrógeno (pH).

Tabla 25

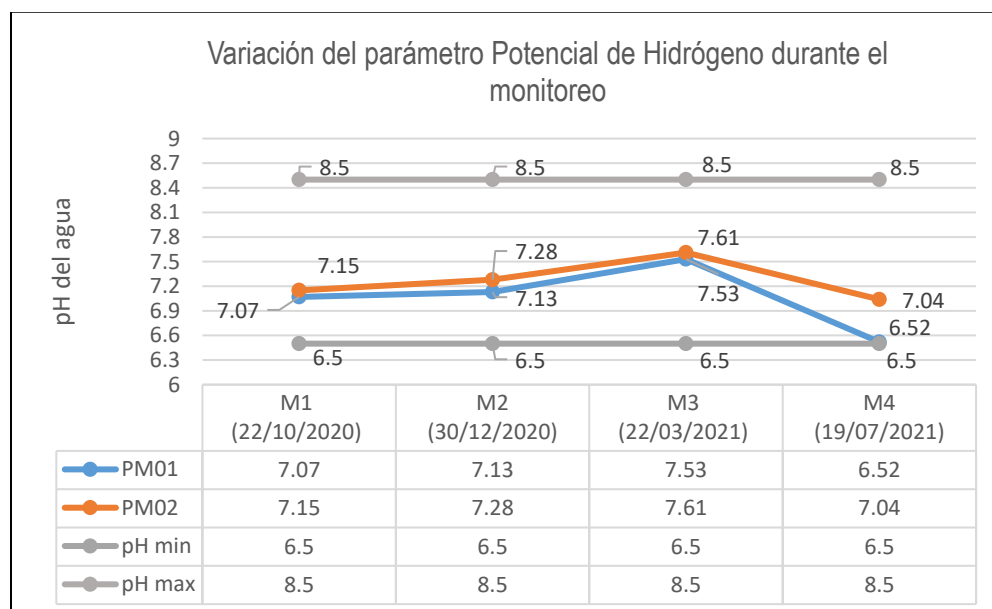
Resultados del parámetro pH en los Puntos de Muestreo

PUNTO DE MONITOREO	DESCRIPCIÓN	ALTITUD (msnm)	M1	M2	M3	M4
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	2832.34	7.07	7.13	7.53	6.25
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	2802.11	7.15	7.28	7.61	7.04

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra cómo han variado los valores del pH en los tres muestreos realizados dentro del año hidrológico, donde se puede suponer ha influenciado el aumento de la precipitación pluvial y otros factores. Elaboración propia.

Figura 11

Variación del parámetro pH en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas como han variado los valores del pH en los muestreos realizados dentro del año hidrológico. Se observa que estos se encuentran dentro del rango seguro para riego (6.5 - 8.5) Con un ligero aumento de acidez en el M4 (estiaje) cercano al pH mínimo.

- *Conductividad Eléctrica (C.E.).*

Tabla 26

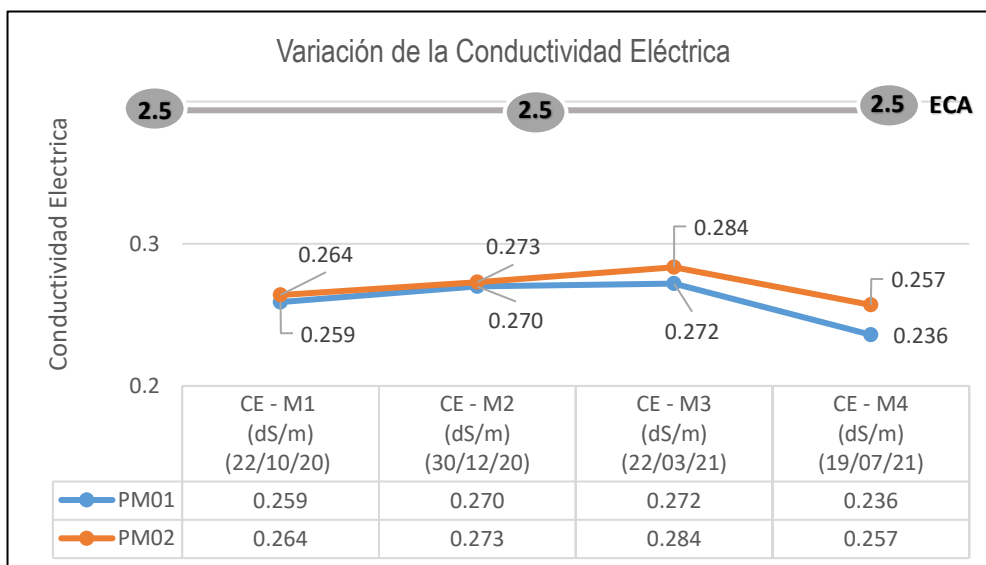
Resultados del parámetro CE en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	ALT. (msnm)	CE - M1 (uS/cm)	CE - M1 (dS/cm)	CE - M2 (uS/cm)	CE - M2 (dS/cm)	CE - M3 (uS/cm)	CE - M3 (dS/cm)	CE - M4 (uS/cm)	CE - M4 (uS/cm)	P.O M1 (Atm)	P.O M2 (Atm)	P.O M3 (Atm)	P.O M4 (Atm)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	2832.34	259	0.259	270	0.270	272	0.272	236	0.236	0.093	0.097	0.098	0.085
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	2802.11	264	0.264	273	0.273	283.5	0.284	257	0.257	0.095	0.098	0.084	0.093

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra cómo han variado los valores de la CE en los tres muestreos realizados dentro del año hidrológico, observándose que, proporcional al incremento del caudal es la concentración de sales en el agua. Elaboración propia.

Figura 12

Variación del parámetro CE en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas como han variado los valores del CE en el monitoreo, siendo el máximo de 0.273 en el PM02 del muestreo 2 y el mínimo de 0.140 en el PM01 del muestreo 3, los cuales se encuentran por debajo del valor establecido en la Categoría 3 de los ECA (2.5 dS/cm).

- **Sólidos Totales Disueltos (S.T.D.)**

Tabla 27

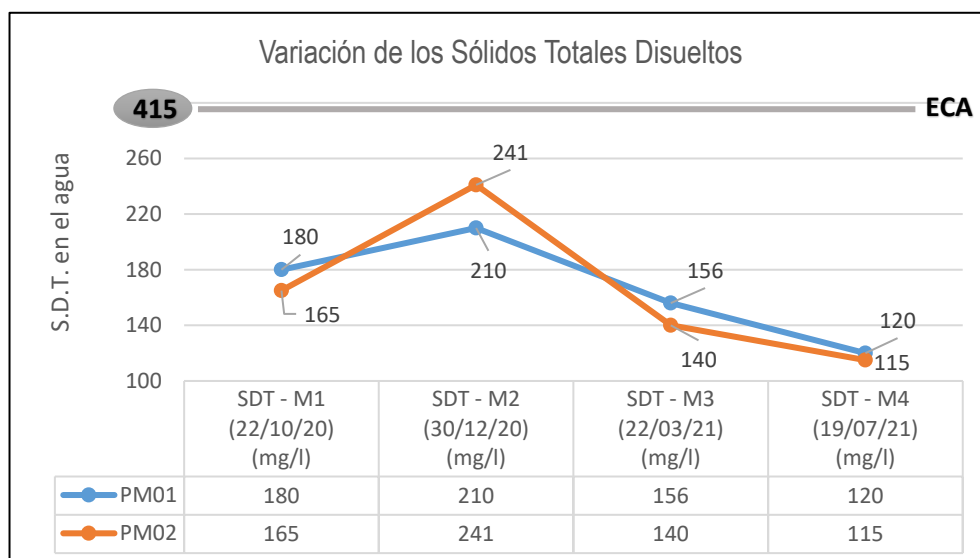
Resultados del parámetro STD en los Puntos de Muestreo

P M	DESCRIPCIÓN	ALT. (msnm)	SDT - M1 (mg/l)	SDT - M2 (mg/l)	SDT - M3 (mg/l)	SDT - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	2832.34	180	210	156	120
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	2802.11	165	241	140	115

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra cómo han variado los valores de los Sólidos Disueltos Totales presentes en el agua dentro de los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia.

Figura 13

Variación del parámetro STD en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas como han variado los valores de los SDT en los muestreos realizados dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo señalando una concentración < de 450 mg/l que puede ser destinada irrestrictamente para el riego.

- **Temperatura (°C)**

Tabla 28

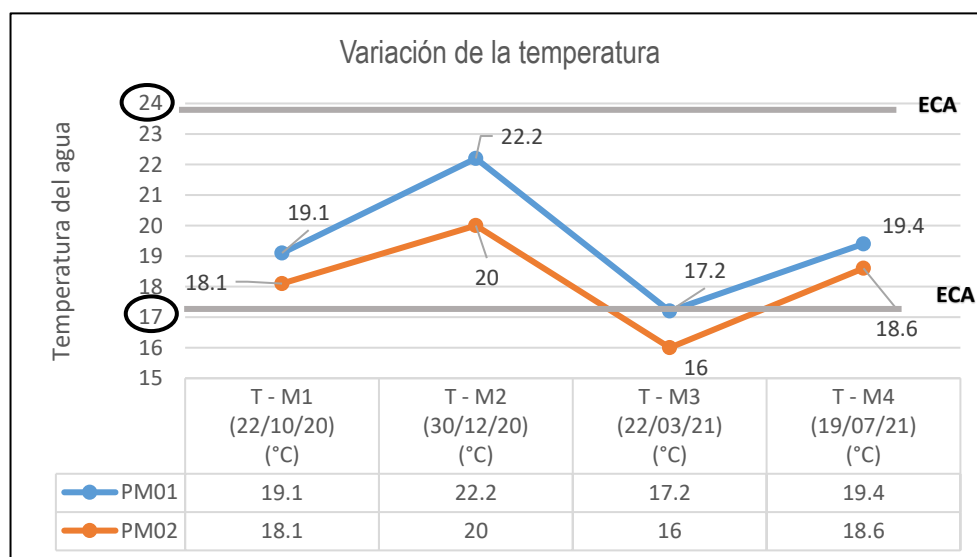
Resultados del parámetro Temperatura en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	ALTITUD (msnm)	T - M1 (°C)	T - M2 (°C)	T - M3 (°C)	T - M4 (°C)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	2832.34	19.1	22.2	17.2	17.2
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	2802.11	18.1	20	16	16

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra cómo han variado los valores del T^a en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia.

Figura 14

Variación del parámetro Temperatura en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas como han variado los valores del parámetro temperatura en los muestreos realizados dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo. Los cuales se encuentran entre 18° - 24° C, donde la planta puede asimilar correctamente todos los nutrientes. Excepto durante el M3 donde presenta valores por debajo.

- **Dureza Total (D.T.)**

Tabla 29

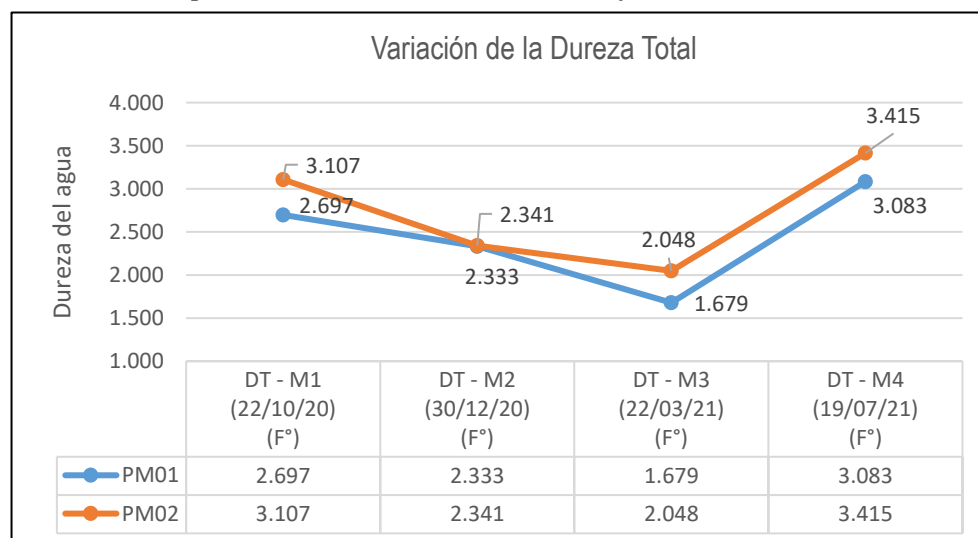
Resultados del parámetro Dureza Total en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	DT - M1 (F°)	DT - M2 (F°)	DT - M3 (F°)	DT - M4 (F°)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	2.697	2.333	1.679	3.083
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	3.107	2.341	2.048	3.415

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra cómo han variado los valores de la Dureza Total en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Observando que en los cuatro muestreos el agua es “Muy dulce”, por la presencia mínima de las sales de Calcio y Magnesio determinados con la Ec.1. Elaboración propia.

Figura 15

Variación del parámetro Dureza Total en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas como han variado los valores del factor Dureza Total en los muestreos realizados dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, clasificados en la tabla 2 como “Muy dulce”.

b) Parámetros químicos.

- *Fenoles.*

Tabla 30

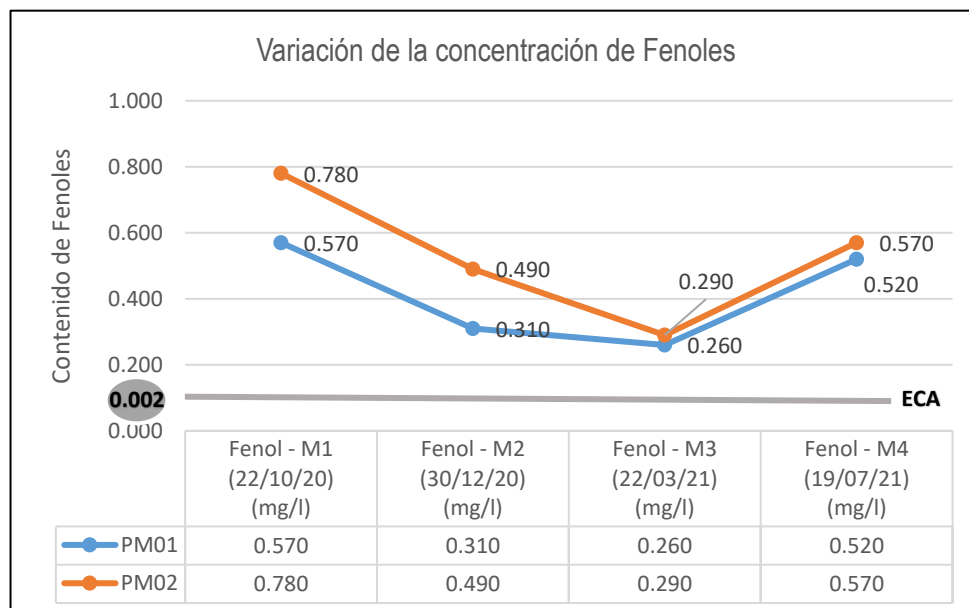
Resultados del parámetro Fenoles en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Fenol - M1 (mg/l)	Fenol - M2 (mg/l)	Fenol - M3 (mg/l)	Fenol - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.570	0.310	0.260	0.520
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.780	0.490	0.290	0.570

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra cómo han variado los valores respecto al contenido de Fenoles en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Observando una concentración alta en la mayoría de las muestras. Elaboración propia.

Figura 16

Variación del parámetro Fenoles en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas como han variado los valores de la concentración de fenoles en los muestreos realizados dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, los cuales superan durante todo el monitoreo la concentración límite de 0.002 mg/l establecidos en los ECA.

- Aceites y grasas.

Tabla 31

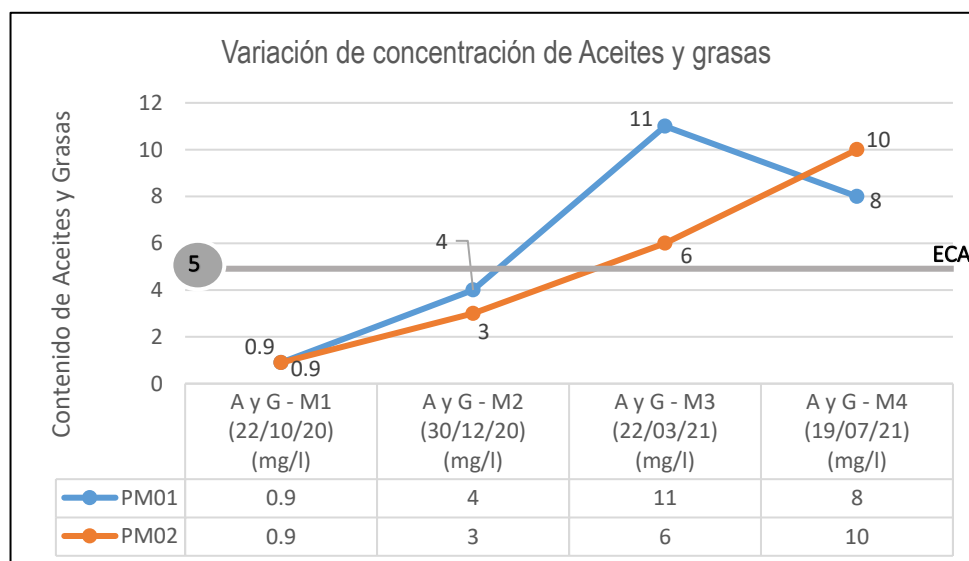
Resultados del parámetro Aceites y Grasas en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	A y G -M1 (mg/l)	A y G -M2 (mg/l)	A y G -M3 (mg/l)	A y G -M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.9	4	11	8
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.9	3	6	10

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra cómo han variado los valores respecto al contenido de Aceites y grasas en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Observando una concentración alta en la mayoría de las muestras. Elaboración propia

Figura 17

Variación del Parámetro Aceites y Grasas en los Diferentes Muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas como han variado los valores de la concentración de los Aceites y Grasas en los muestreos realizados, en las que se aprecia un incremento significativo en los dos PM y aunque durante el M4 su valor disminuye, supera la concentración establecida por los ECA de 5 mg/l.

- **Carbonatos.**

Tabla 32

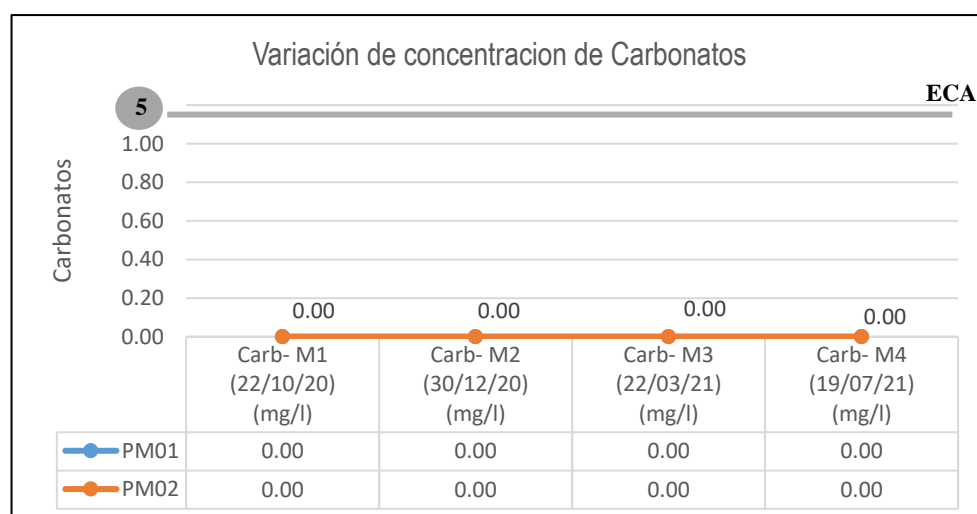
Resultados del parámetro Carbonatos en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Carb- M1 (mg/l)	Carb- M2 (mg/l)	Carb- M3 (mg/l)	Carb- M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.00	0.00	0.00	0.00
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Carbonatos en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Observando que no existe la presencia de carbonatos debido a su pH en las muestras. Elaboración propia

Figura 18

Variación del parámetro Carbonato en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas que no existe la presencia de Carbonatos en ninguna de las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo.

- **Bicarbonatos.**

Tabla 33

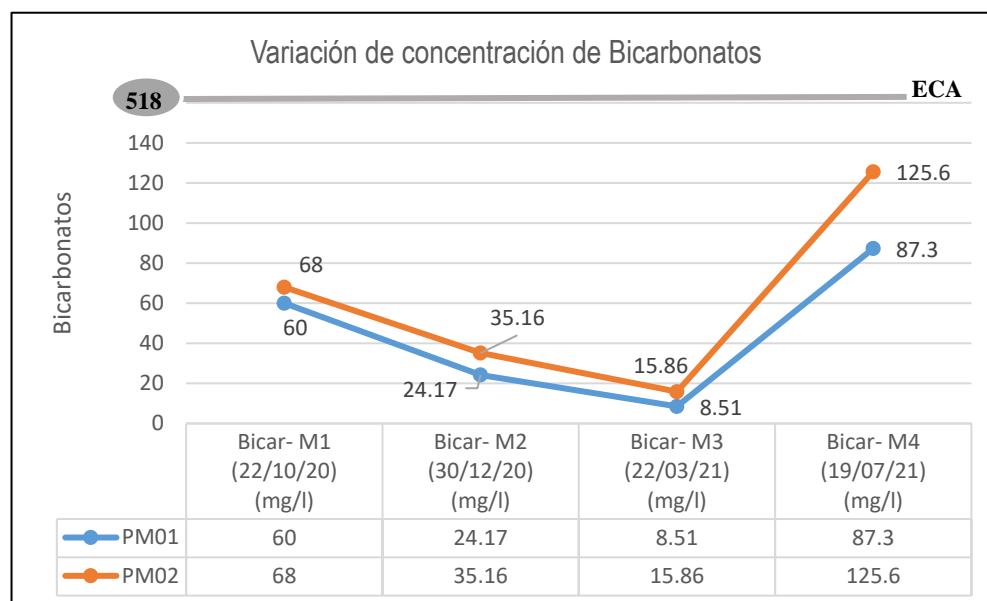
Resultados del parámetro Bicarbonato en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Bicar M1 (mg/l)	Bicar M2 (mg/l)	Bicar M3 (mg/l)	Bicar M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	60.00	24.17	8.51	87.3
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	68.00	35.16	15.86	125.6

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de los Bicarbonatos en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 19

Variación del parámetro Bicarbonato en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro Bicarbonato en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, donde se observa que durante todo el monitoreo estos valores se encuentran debajo del valor de 518 mg/l establecido en los ECA.

- *Sulfatos.*

Tabla 34

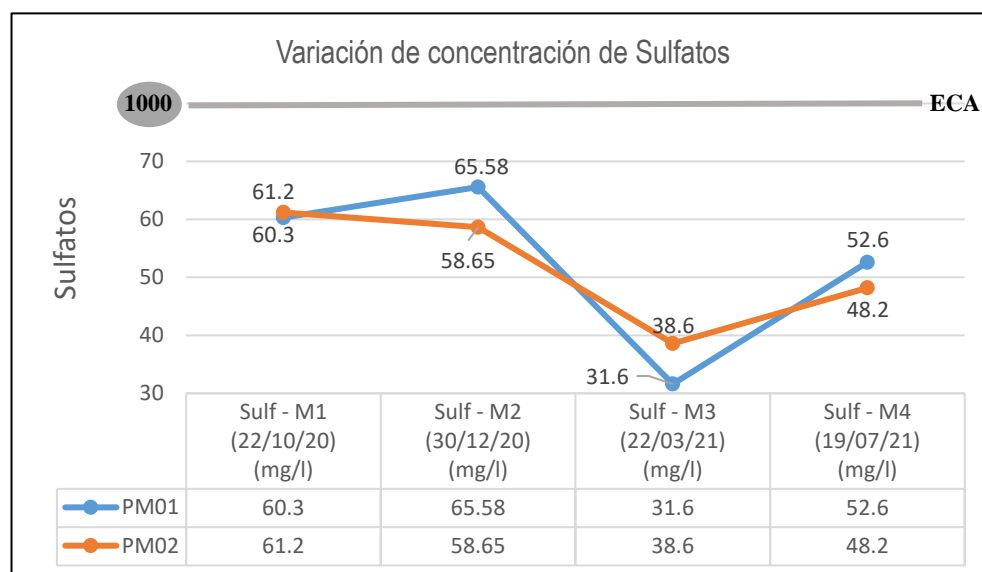
Resultados del parámetro Sulfatos en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Sulf - M1 (mg/l)	Sulf - M2 (mg/l)	Sulf - M3 (mg/l)	Sulf - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	60.3	65.58	31.6	52.6
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	61.2	58.65	38.6	48.2

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de los Sulfatos en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 20

Variación del parámetro Sulfatos en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro Sulfato en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, las cuales se encuentran por debajo del valor de 1000 mg/l establecido en los ECA.

- **Cloruros.**

Tabla 35

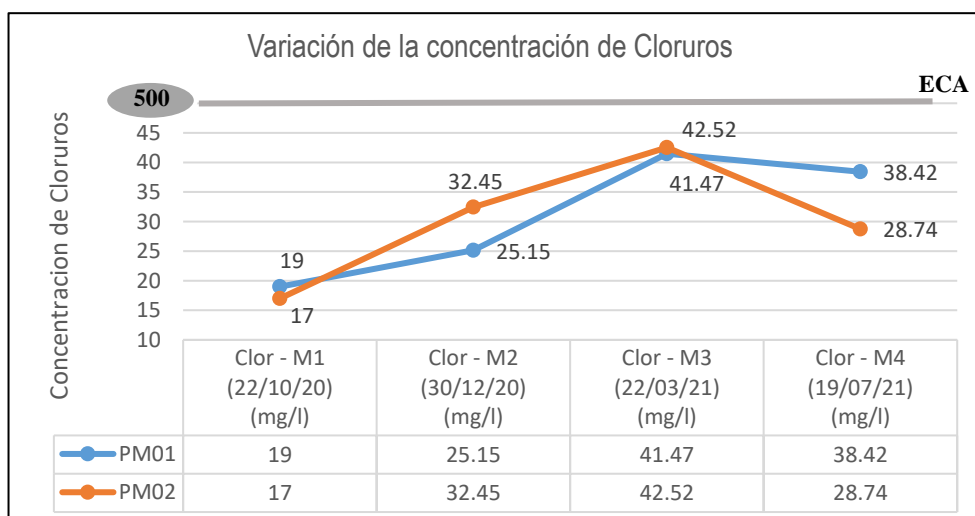
Resultados del parámetro Cloruros en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Clor - M1 (mg/l)	Clor - M2 (mg/l)	Clor - M3 (mg/l)	Clor - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	19.0	25.15	41.48	38.42
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	17.0	32.45	42.54	28.74

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de los Cloruros en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 21

Variación del parámetro Cloruros en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro Sulfato en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, cuyos valores se encuentran por debajo del valor de 500 mg/l establecido en los ECA.

- *Fluoruros.*

Tabla 36

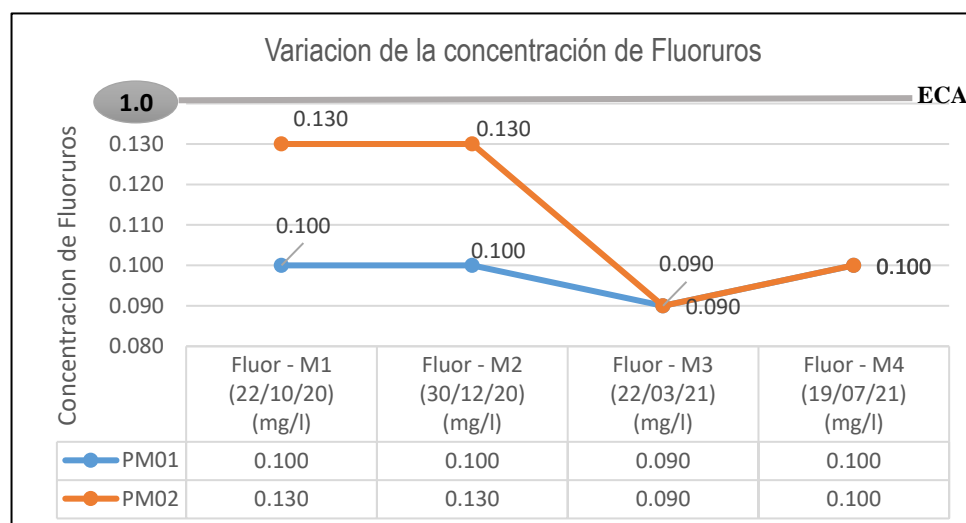
Resultados del parámetro Fluoruros en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Fluor - M1 (mg/l)	Fluor - M2 (mg/l)	Fluor - M3 (mg/l)	Fluor - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.100	0.100	0.090	0.100
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.130	0.130	0.090	0.100

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de los Fluoruros en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 22

Variación del parámetro Fluoruros en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro Fluoruro en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo. Observándose que en el M3 se reduce su valor en los dos PM. Pero todos los valores se encuentran por debajo del valor de 1 mg/l establecido en los ECA.

- **Cianuro WAD.**

Tabla 37

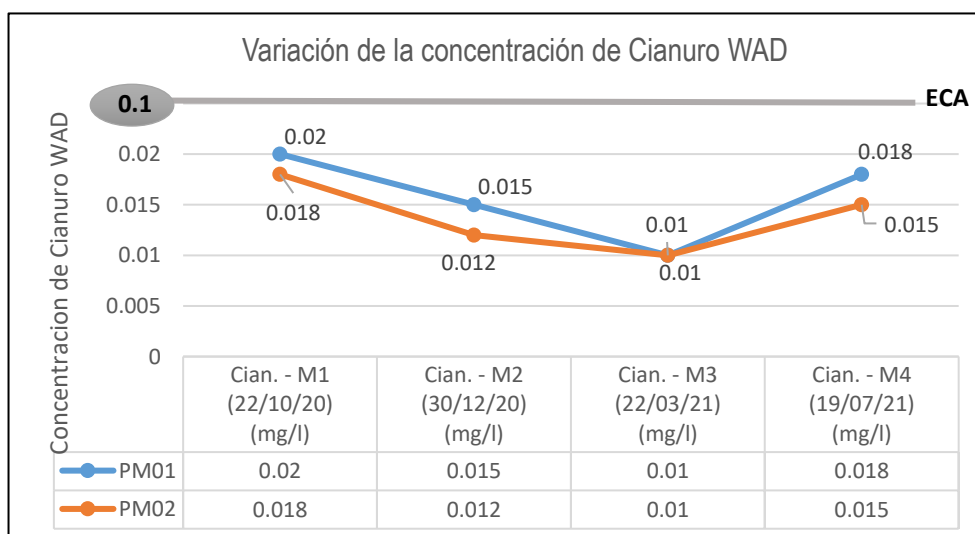
Resultados del parámetro Cianuro WAD en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Cian. - M1 (mg/l)	Cian. - M2 (mg/l)	Cian. - M3 (mg/l)	Cian. - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.02	0.015	0.010	0.018
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.018	0.012	0.010	0.015

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido del Cianuro WAD en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 23

Variación del parámetro CianuroWAD (mg/L) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro Cianuro WAD en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su presencia se ha mantenido durante el monitoreo. Pero todos los valores se encuentran por debajo del valor de 0.1 mg/l establecido en los ECA.

- **Sodio.**

Tabla 38

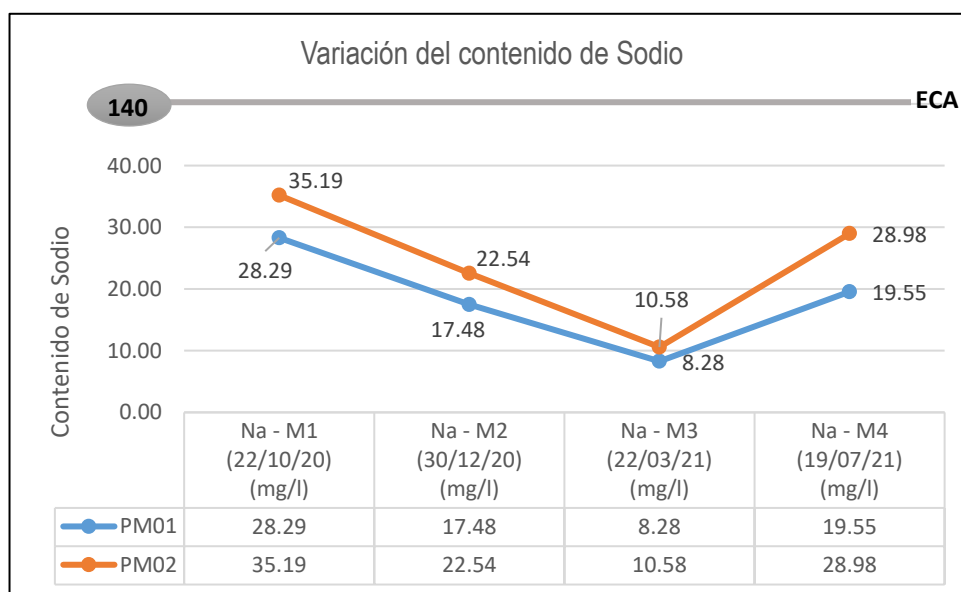
Resultados del parámetro Sodio en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Na – M1 (meq/l)	Na - M1 (mg/l)	Na – M2 (meq/l)	Na – M2 (mg/l)	Na – M3 (meq/l)	Na – M3 (mg/l)	Na – M4 (meq/l)	Na – M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	1.23	28.29	0.76	17.48	0.36	8.28	0.85	19.55
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	1.53	35.19	0.98	22.54	0.46	10.58	1.26	28.98

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido del Sodio en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 24

Variación del parámetro Sodio (mg/L) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro Sodio en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su presencia ha ido disminuyendo hasta el M3, pero con un notorio incremento en el M4 (estiaje). Aun así, todos los valores del análisis se mantienen debajo de los 140 mg/l establecidos en los ECA de la actualización pasada.

- **Calcio.**

Tabla 39

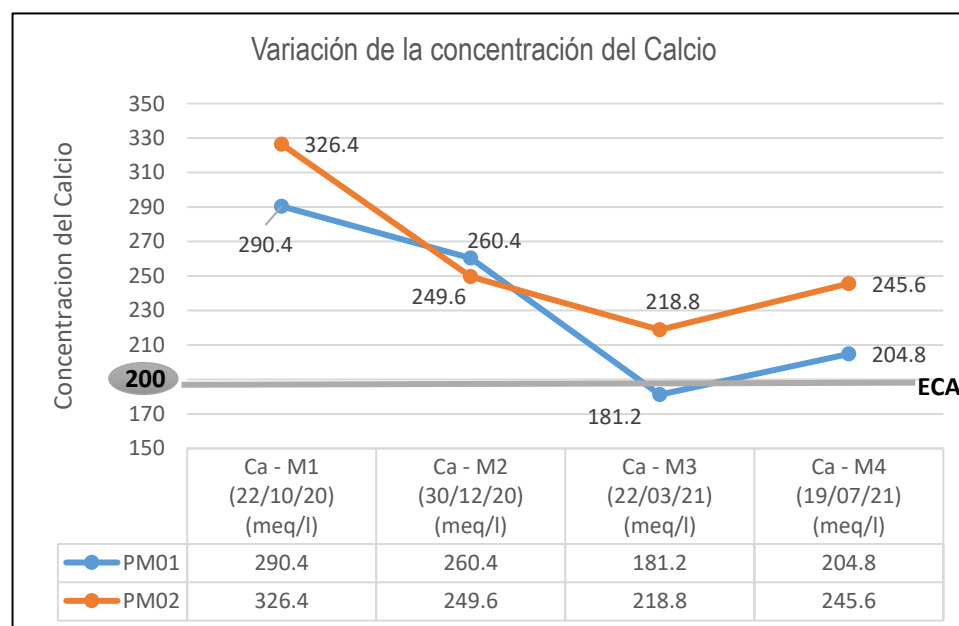
Resultados del parámetro Calcio en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Ca - M1 (meq/l)	Ca - M1 (mg/l)	Ca - M2 (meq/l)	Ca - M2 (mg/l)	Ca - M3 (meq/l)	Ca - M3 (mg/l)	Ca - M4 (meq/l)	Ca - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	7.26	290.4	6.51	260.4	4.53	181.2	5.12	204.8
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	8.16	326.4	6.24	249.6	5.47	218.8	6.14	245.6

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Calcio en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 25

Variación del parámetro Calcio (mg/L) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro Calcio en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su presencia ha ido disminuyendo en los dos puntos de muestreo, sin embargo, superan notoriamente los 200 mg/l establecidos para riego. Con excepción del PM01 durante el M3.

- **Magnesio.**

Tabla 40

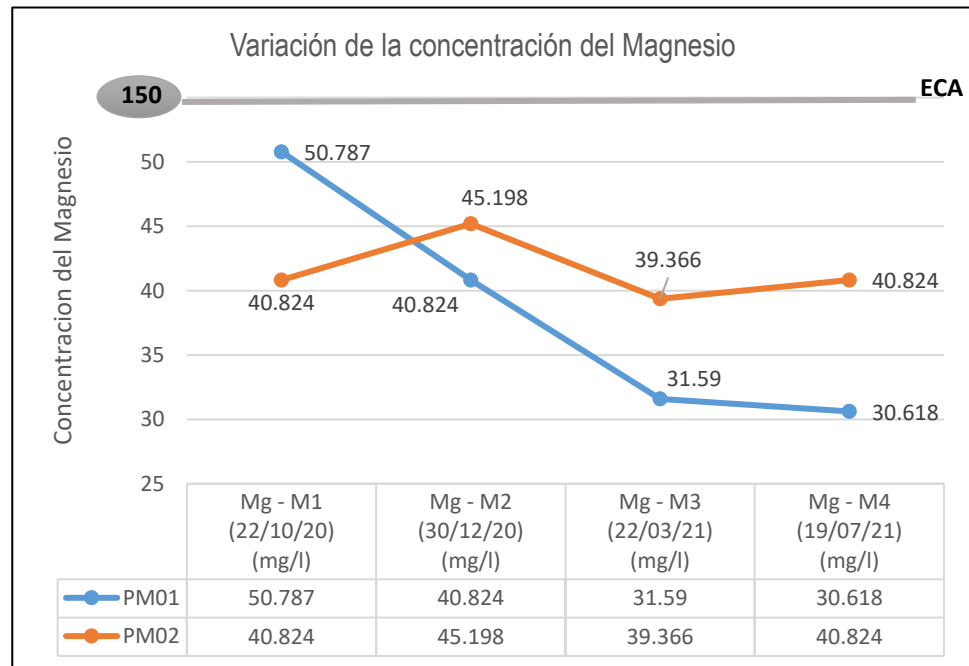
Resultados del parámetro Magnesio en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Mg - M1 (meq/l)	Mg - M1 (mg/l)	Mg - M2 (meq/l)	Mg - M2 (mg/l)	Mg - M3 (meq/l)	Mg - M3 (mg/l)	Mg - M4 (meq/l)	Mg - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	2.09	50.787	1.68	40.824	1.30	31.59	1.26	30.618
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	1.68	40.824	1.86	45.198	1.62	39.37	1.68	40.824

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Magnesio en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 26

Variación del parámetro Magnesio (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro Magnesio en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su presencia ha ido disminuyendo en el PM01, pero con cambios constantes durante el monitoreo en el PM02.

- **Boro.**

Tabla 41

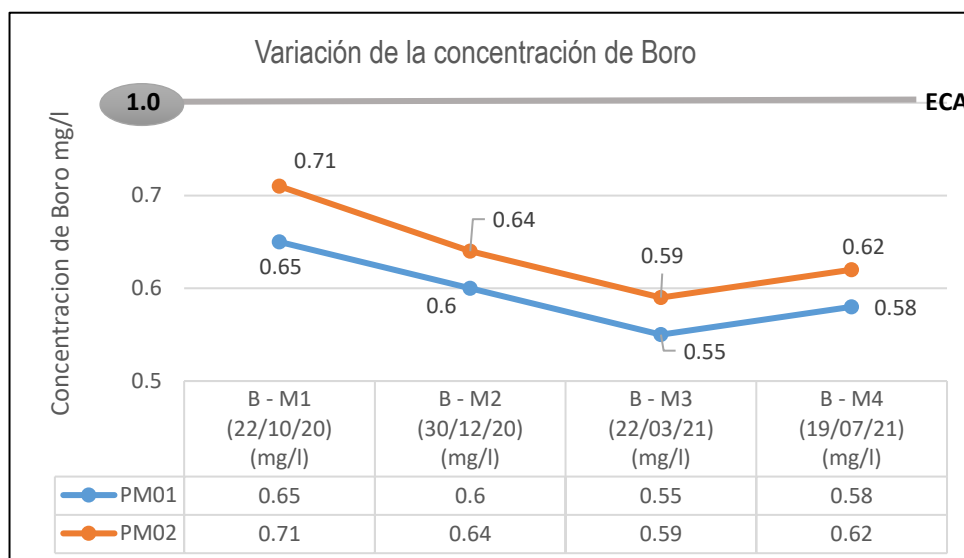
Resultados del parámetro Boro en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	ALTITUD (msnm)	B - M1 (mg/l)	B - M2 (mg/l)	B - M3 (mg/l)	B - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	2832.34	0.65	0.60	0.55	0.58
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	2802.11	0.71	0.64	0.59	0.62

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Boro en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 27

Variación del parámetro Boro (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro Boro en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su presencia ha ido disminuyendo en los dos puntos de muestreo hasta el M3, pero en el M4 ha tenido un incremento leve, aun así, se encuentran por debajo del 1 mg/L establecido en los ECA.

- **Potasio.**

Tabla 42

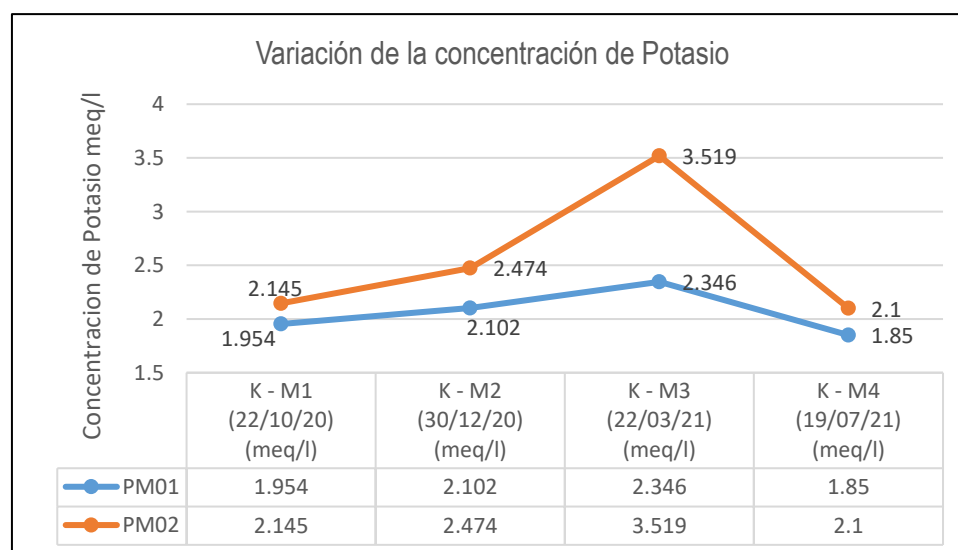
Resultados del parámetro Potasio en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	ALTITUD (msnm)	K - M1 (meq/l)	K - M2 (meq/l)	K - M3 (meq/l)	K - M4 (meq/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	2832.34	1.954	2.102	2.346	1.850
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	2802.11	2.145	2.474	3.519	2.100

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Potasio en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 28

Variación del parámetro Potasio (meq/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro Potasio en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su presencia ha ido incrementando en los dos puntos de muestreo, disminuyendo sus valores en el M4.

c) Indicadores de nutrientes.

- *Nitratos.*

Tabla 43

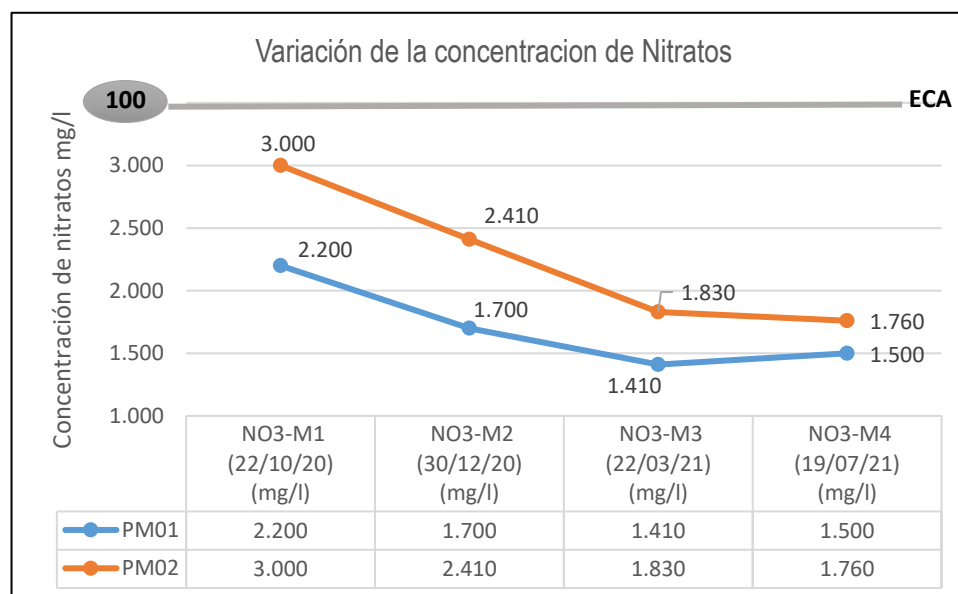
Resultados del parámetro Nitratos en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	NO3-M1 (mg/l)	NO3-M2 (mg/l)	NO3-M3 (mg/l)	NO3-M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	2.20	1.70	1.41	1.50
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	3.00	2.41	1.83	1.76

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Nitratos en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 29

Variación del parámetro Nitratos (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro Nitratos en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su presencia ha ido disminuyendo en los dos puntos de muestreo, encontrándose debajo de los 100 mg/l establecidos en los ECA.

- **Nitritos.**

Tabla 44

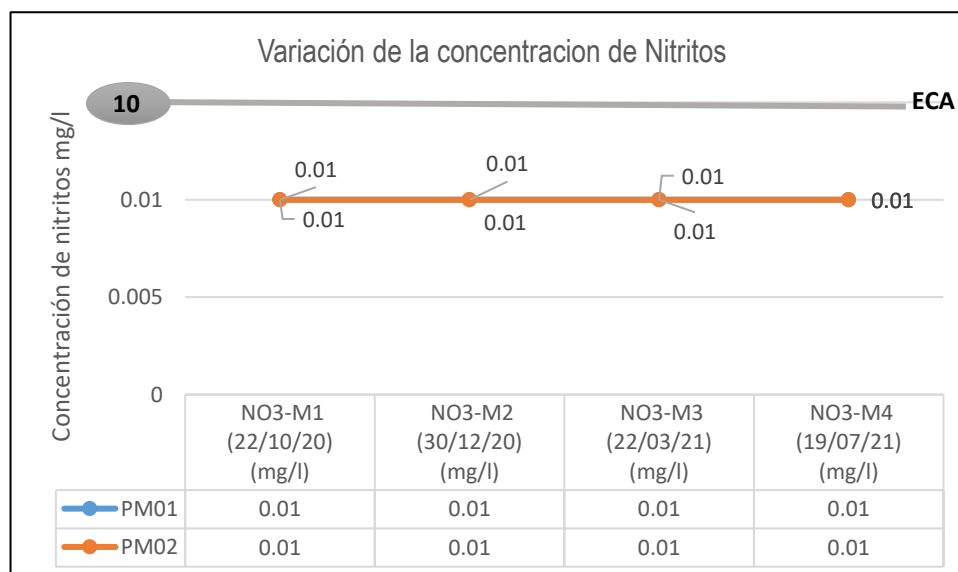
Resultados del parámetro Nitritos en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	NO2-M1 (mg/l)	NO2-M2 (mg/l)	NO2-M3 (mg/l)	NO2-M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.010	0.010	0.010	0.010
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.010	0.010	0.010	0.010

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Nitritos en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 30

Variación del parámetro Nitritos (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro Nitratos en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su presencia se ha mantenido constante todo el monitoreo muestreo, encontrándose debajo de los 10 mg/l establecidos en los ECA.

d) Indicadores de contenido bioquímico.

- *Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.).*

Tabla 45

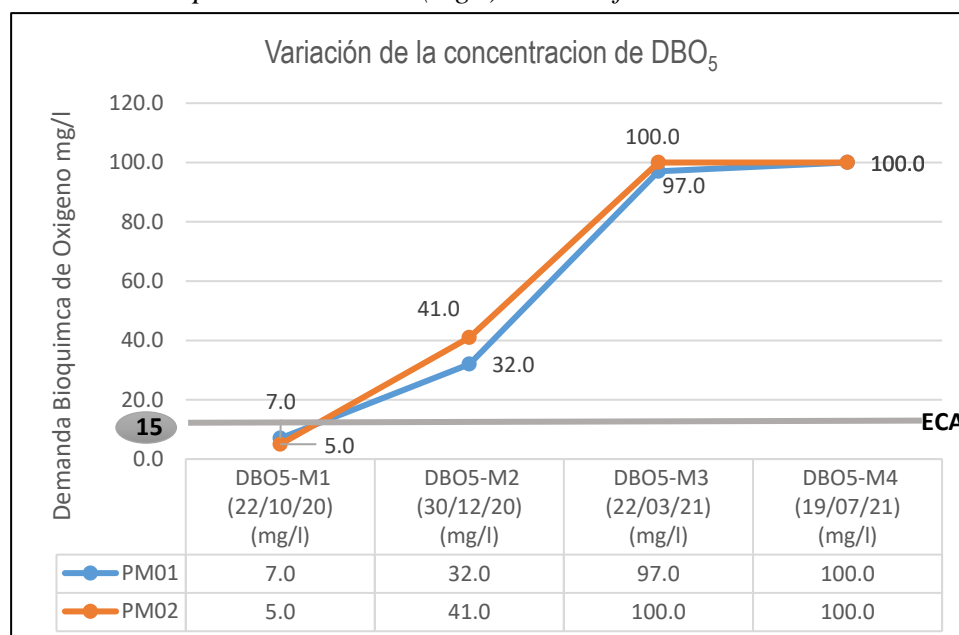
Resultados del parámetro DBO₅ en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	DBO5 M1 (mg/l)	DBO5 M2 (mg/l)	DBO5 M3 (mg/l)	DBO5 M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	7.0	32.0	97.0	100.0
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	5.0	41.0	100.0	100.0

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 31

Variación del parámetro DBO₅ (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro DBO en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su presencia ha ido incrementando. Superando en el M2 y M3 en los dos PM el valor de 15 mg/l establecido en los ECA.

- **Oxígeno Disuelto (O.D.)**

Tabla 46

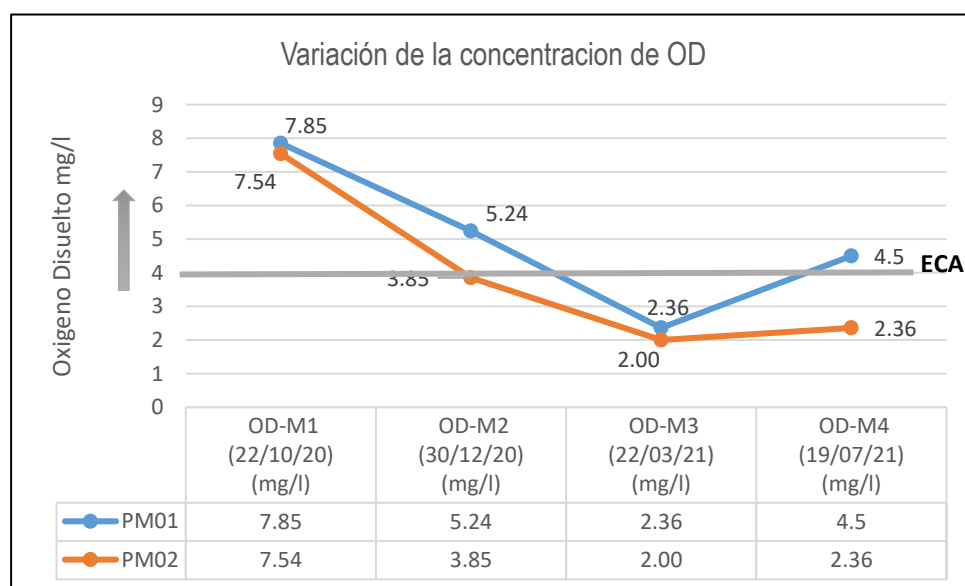
Resultados del Parámetro Oxígeno Disuelto en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	OD-M1 (mg/l)	OD-M2 (mg/l)	OD-M3 (mg/l)	OD-M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	7.85	5.24	2.36	4.50
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	7.54	3.85	2.00	2.48

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de la Oxígeno Disuelto en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia.

Figura 32

Variación del Parámetro OD (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del parámetro OD en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su presencia ha ido disminuyendo. Estos sin embargo se encuentran fuera del valor ≥ 4 mg/l establecido por los ECA en el M2 y M3, incrementando en estiaje.

e) Indicadores parasitológicos.

- *Huevos de helmintos.*

Tabla 47

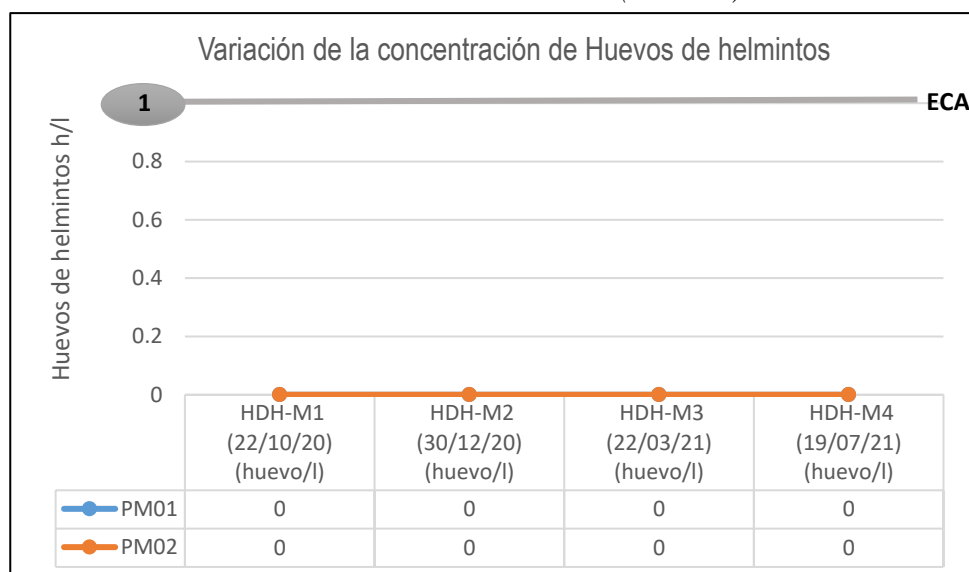
Resultados del Parámetro Huevos de Helmintos en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	HDH-M1 (huevo/l)	HDH-M2 (huevo/l)	HDH-M3 (huevo/l)	HDH-M4 (huevo/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0	0	0	0
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0	0	0	0

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido Huevos de Helmintos en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 33

Variación del Parámetro Huevos de Helminthos (Huevo/l) en los muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración de Huevos de Helminthos en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose su ausencia en todo el monitoreo. Debajo del valor de 1 huevo/l establecido en los ECA.

f) Indicadores de contenido microbiológico.

- *Coliformes termotolerantes o fecales.*

Tabla 48

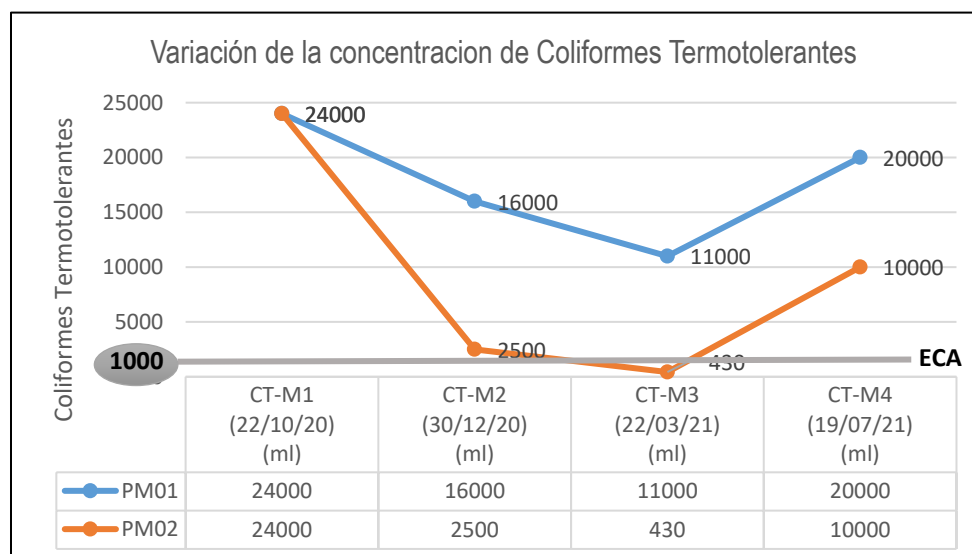
Resultados del Parámetro Coliformes Termotolerantes en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	CT-M1 (ml)	CT-M2 (ml)	CT-M3 (ml)	CT-M4 (ml)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	24000	16000	11000	20000
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	24000	2500	430	10000

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Coliformes Termotolerantes en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación, observándose sus mayores valores en estiaje. Elaboración propia

Figura 34

Variación del Parámetro Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) en los muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración de Coliformes Termotolerantes en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose un alto contenido de estas respecto a los ECA establecidos de 1000 NMP/100ml disminuyendo en el PM02 del M3.

g) Metales totales en el agua.

- *Arsénico.*

Tabla 49

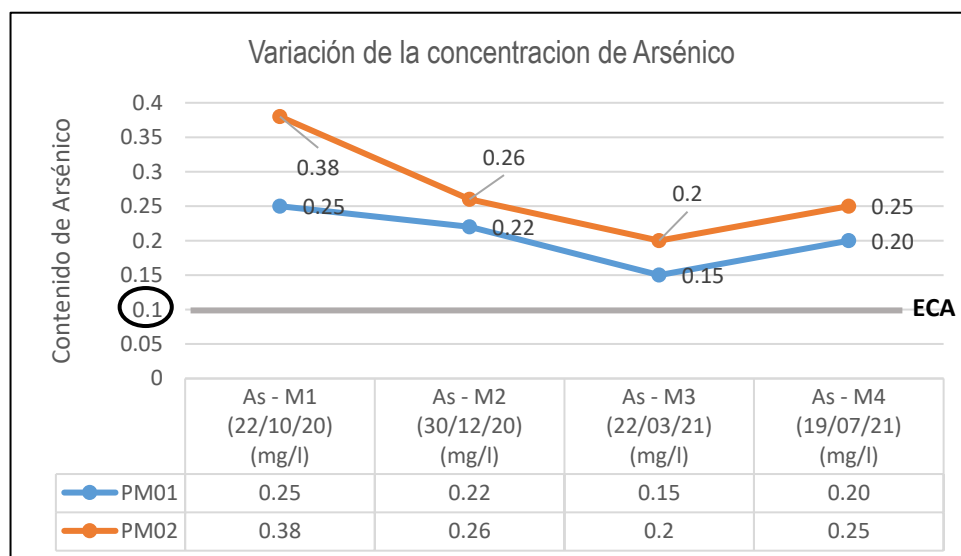
Resultados del Parámetro Arsénico en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	As M1 (mg/l)	As M2 (mg/l)	As M3 (mg/l)	As M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.250	0.220	0.150	0.200
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.380	0.260	0.200	0.250

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Arsénico en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 35

Variación del Parámetro Arsénico (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración de Arsénico en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su concentración, aunque es mínima supera en todo el monitoreo el valor de 0.1 mg/l establecido en los ECA.

- *Aluminio.*

Tabla 50

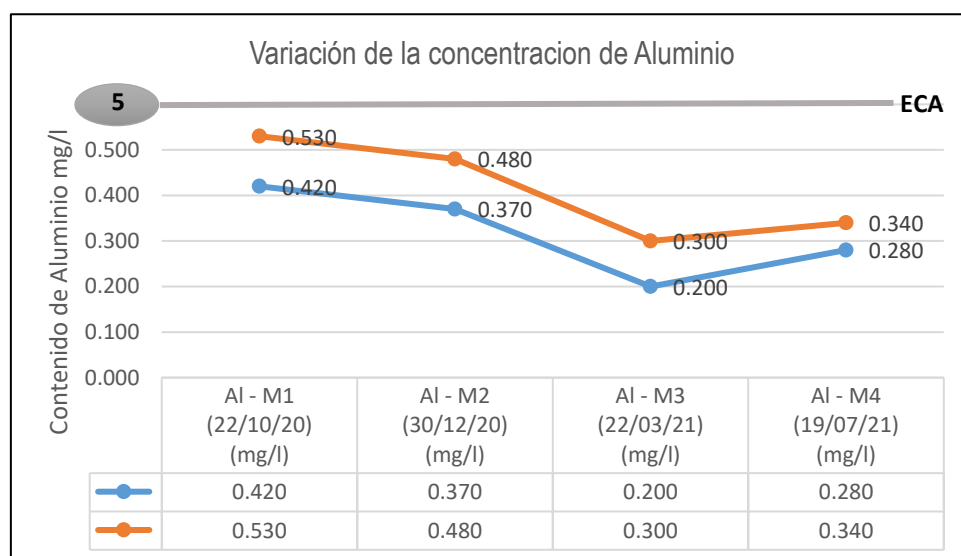
Resultados del Parámetro Aluminio en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Al -M1 (mg/l)	Al- M2 (mg/l)	Al - M3 (mg/l)	Al - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.420	0.370	0.200	0.280
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.530	0.480	0.300	0.340

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Aluminio en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 36

Variación del Parámetro Aluminio (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración de Aluminio en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su concentración ha ido disminuyendo y encontrándose por debajo del valor de 5 mg/l establecido en los ECA.

- **Cobre.**

Tabla 51

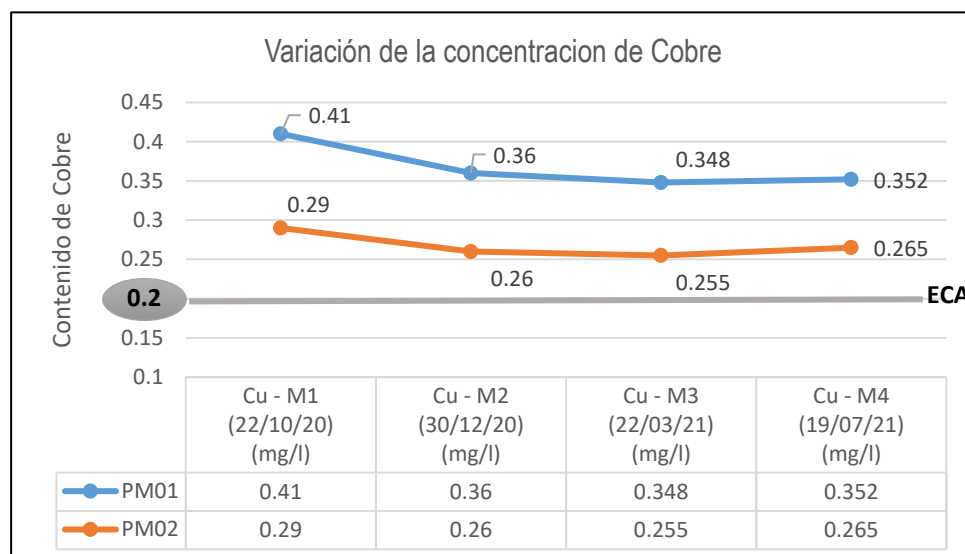
Resultados del Parámetro Cobre en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Cu -M1 (mg/l)	Cu- M2 (mg/l)	Cu - M3 (mg/l)	Cu – M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.410	0.360	0.348	0.352
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.290	0.260	0.255	0.265

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Cobre en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 37

Variación del Parámetro Cobre (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración de Cobre en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su concentración excede en todo el monitoreo el valor de 0.2 mg/l establecido por los ECA.

- **Plomo.**

Tabla 52

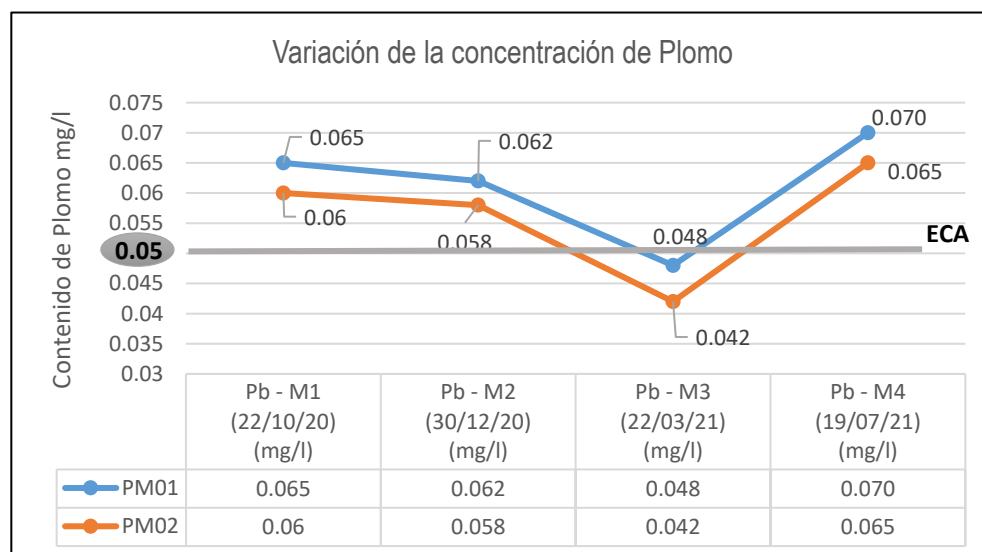
Resultados del Parámetro Plomo en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Pb -M1 (mg/l)	Pb- M2 (mg/l)	Pb - M3 (mg/l)	Pb – M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.065	0.062	0.048	0.070
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.060	0.058	0.042	0.065

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Plomo en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 38

Variación del Parámetro Plomo (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del Plomo en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su concentración ha ido disminuyendo, pero en el M1, M2 y M3 en los dos PM exceden del valor de 0.05 mg/l y disminuye en el M3.

- **Zinc.**

Tabla 53

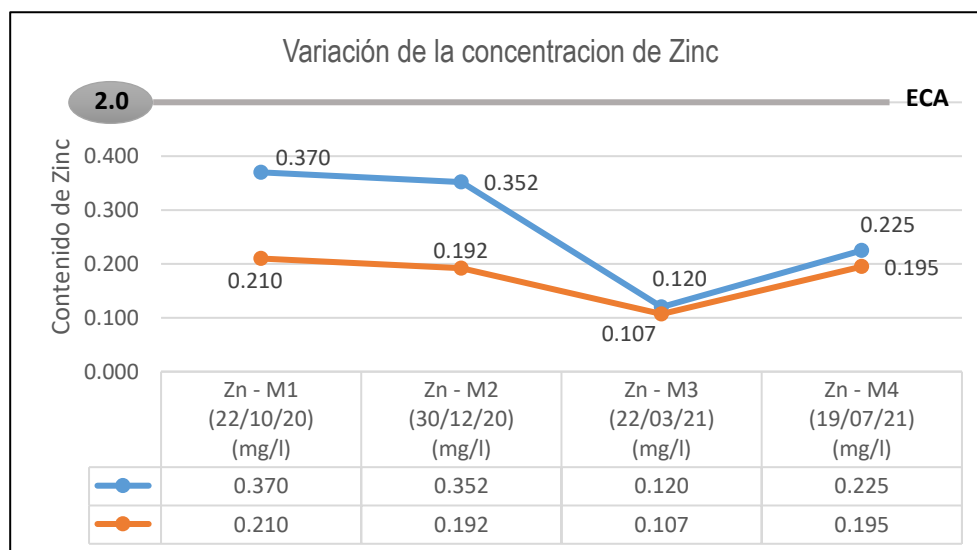
Resultados del Parámetro Zinc en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Zn -M1 (mg/l)	Zn - M2 (mg/l)	Zn - M3 (mg/l)	Zn - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.370	0.352	0.120	0.225
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.210	0.192	0.107	0.195

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Zinc en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 39

Variación del Parámetro Zinc (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del Zinc en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su concentración ha ido disminuyendo levemente en el PM01, pero con notoria diferencia en el PM02. Manteniendo su concentración debajo del valor de 2 mg/l establecido en los ECA.

- **Cadmio.**

Tabla 54

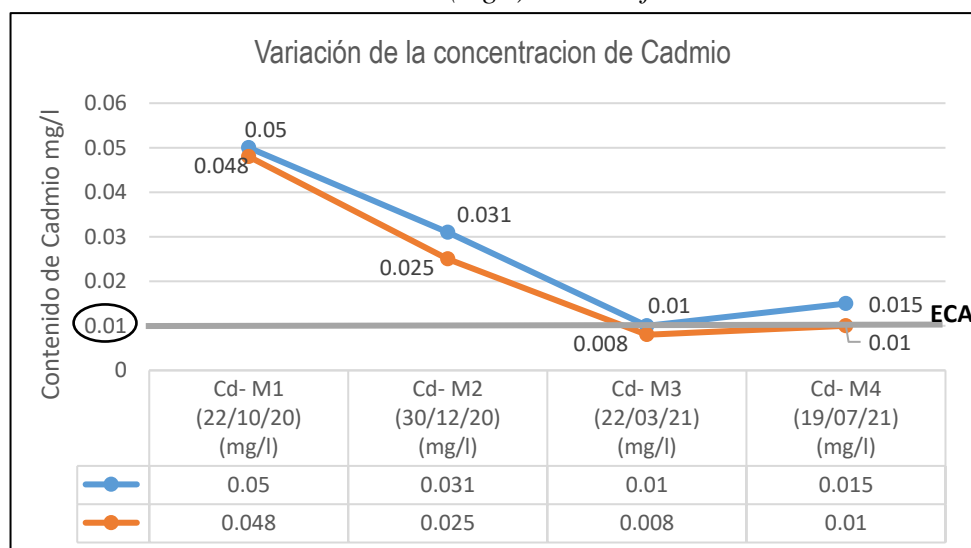
Resultados del Parámetro Cadmio en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Cd - M1 (mg/l)	Cd - M2 (mg/l)	Cd - M3 (mg/l)	Cd - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.050	0.031	0.010	0.015
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.048	0.025	0.008	0.010

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Cadmio en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 40

Variación del Parámetro Cadmio (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del Cadmio en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su concentración ha excedido en el M1 y M2 y en el PM01 del M4 el valor de 0.01 mg/l establecido en los ECA y en el M3 disminuyen y se colocan por debajo.

- **Manganeso.**

Tabla 55

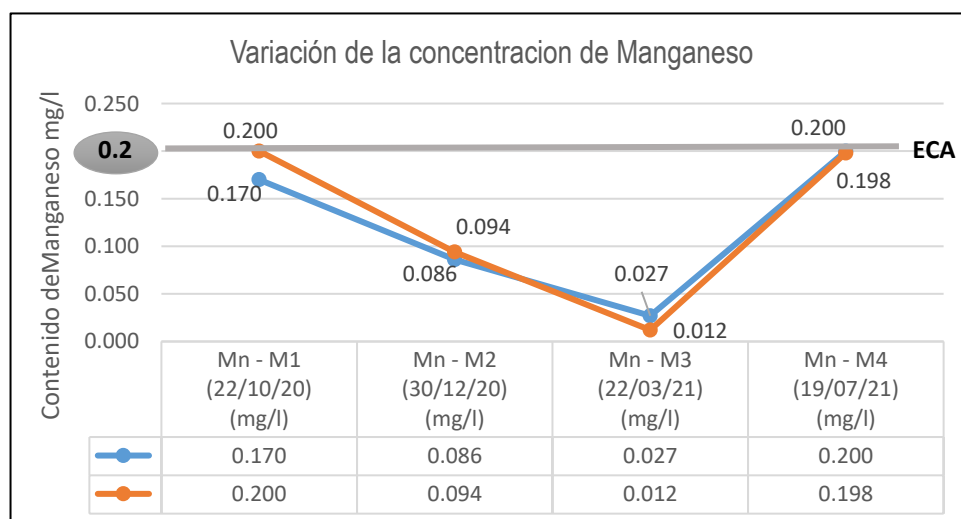
Resultados del Parámetro Manganeso en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Mn -M1 (mg/l)	Mn- M2 (mg/l)	Mn - M3 (mg/l)	Mn – M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.170	0.086	0.027	0.027
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.200	0.094	0.012	0.012

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Manganeso en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 41

Variación del Parámetro Manganeseo (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del Manganeseo en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su concentración ha ido disminuyendo y se encuentran por debajo del valor de 0.2 mg/l establecido en los ECA, en el M1 y M4 los valores se encuentran en el límite.

- **Mercurio.**

Tabla 56

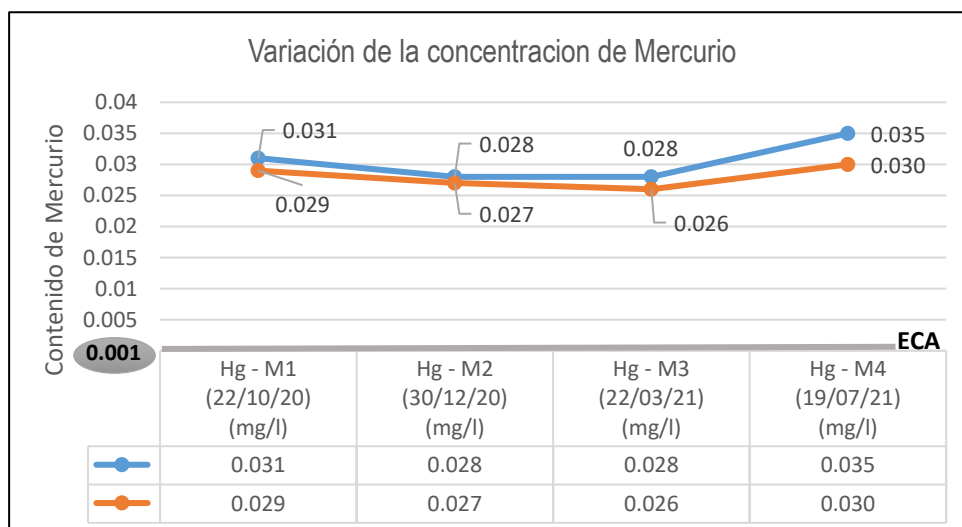
Resultados del Parámetro Mercurio en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Hg - M1 (mg/l)	Hg - M2 (mg/l)	Hg - M3 (mg/l)	Hg - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.031	0.028	0.028	0.035
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.029	0.027	0.026	0.030

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Mercurio en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 42

Variación del Parámetro Mercurio (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del Mercurio en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su concentración ha disminuido, pero sin embargo se encuentran por encima del valor de 0.001 mg/l establecidos por los ECA.

- *Níquel.*

Tabla 57

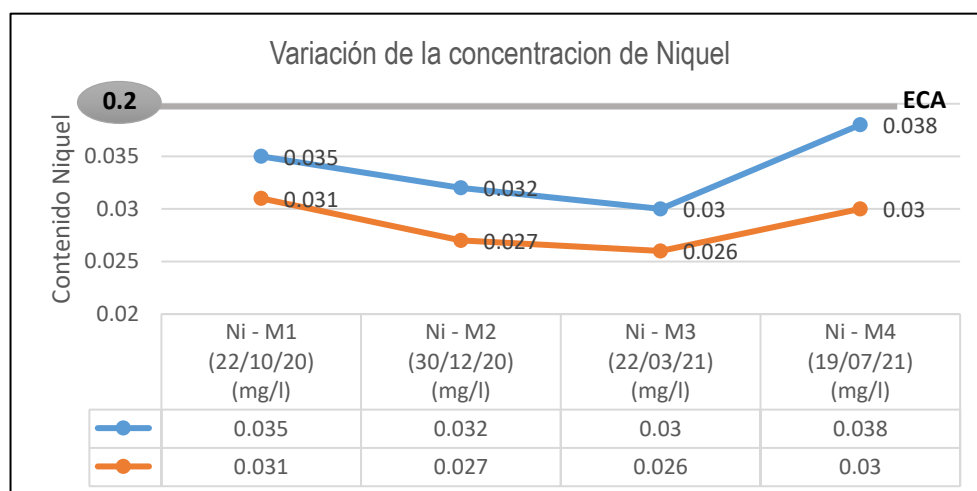
Resultados del Parámetro Níquel en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Ni -M1 (mg/l)	Ni- M2 (mg/l)	Ni - M3 (mg/l)	Ni - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.035	0.032	0.030	0.038
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.031	0.027	0.026	0.030

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Níquel en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 43

Variación del Parámetro Níquel (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del Níquel en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su concentración ha ido disminuyendo en los dos puntos de muestreo durante el monitoreo sin embargo en el M4 se acerca al valor máximo permitido de 0.2 mg/l establecidos en los ECA.

- **Cromo.**

Tabla 58

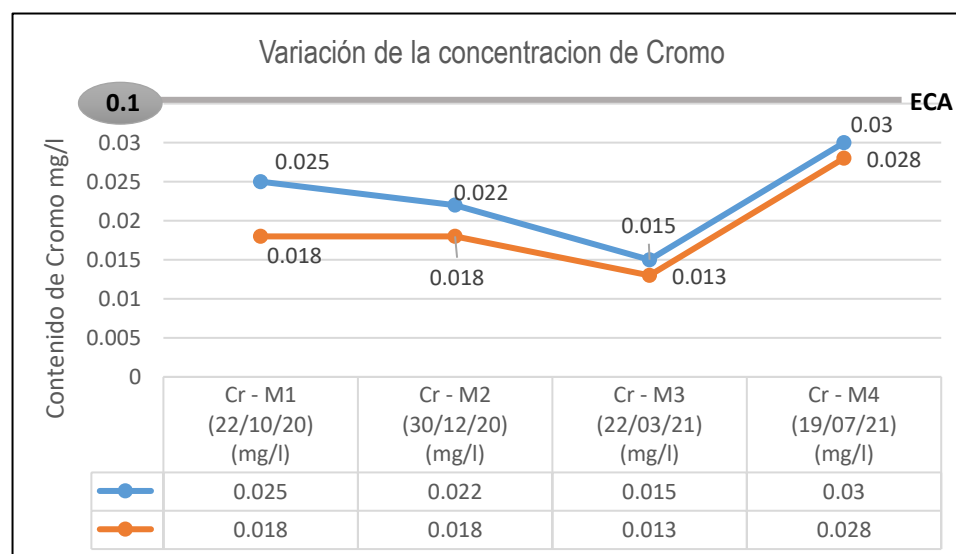
Resultados del Parámetro Cromo en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	Cr - M1 (mg/l)	Cr - M2 (mg/l)	Cr - M3 (mg/l)	Cr - M4 (mg/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.025	0.022	0.015	0.030
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.018	0.018	0.013	0.028

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación del contenido de Cromo en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 44

Variación del Parámetro Cromo (mg/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de líneas la variación de la concentración del Cromo en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su concentración ha disminuido durante el monitoreo y sus valores se encuentran por debajo de los 0.1 mg/l establecidos en los ECA. Durante el estiaje el valor se incrementa acercándose al LMP.

h) Salinidad.

- *Salinidad Efectiva y Potencial.*

Tabla 59

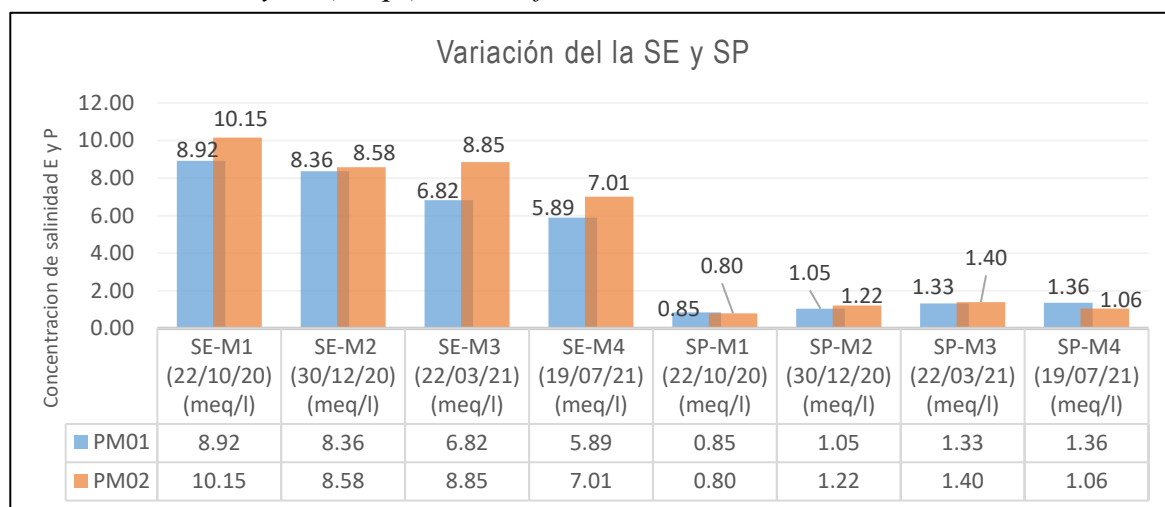
Resultados de la Salinidad Efectiva y Potencial en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	SE - M1 (meq/l)	SE - M2 (meq/l)	SE - M3 (meq/l)	SE - M4 (meq/l)	SP - M1 (meq/l)	SP - M2 (meq/l)	SP - M3 (meq/l)	SP - M4 (meq/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	8.92	8.36	6.82	5.89	0.85	1.05	1.33	1.36
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	10.15	8.58	8.85	7.01	0.80	1.22	1.40	1.06

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación de la salinidad efectiva y potencial en el agua y su efecto en el suelo, dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 45

Variación de la SE y SP (meq/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de barras la variación de la salinidad efectiva y potencial en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose que su concentración ha disminuido.

i) Sodicidad.

- Relación de Adsorción de Sodio (RAS)

Tabla 60

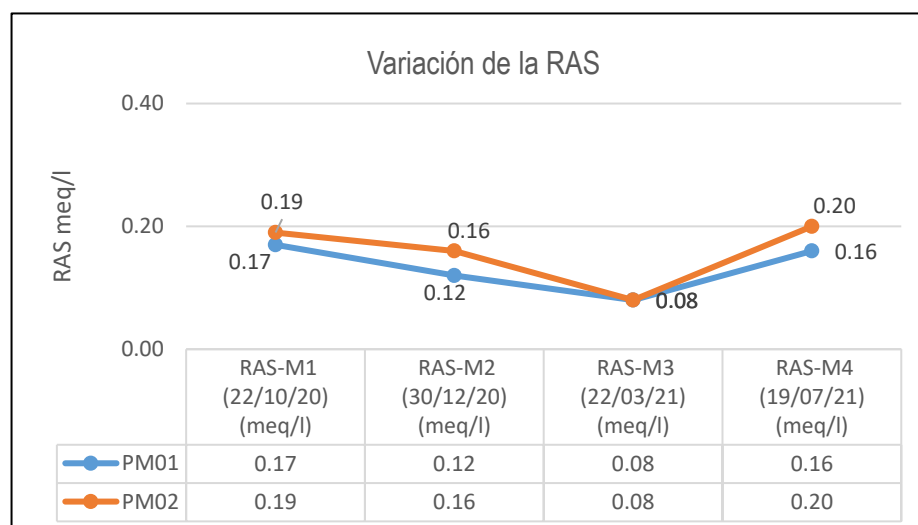
Resultados del Parámetro de RAS en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	RAS - M1 (meq/l)	RAS - M2 (meq/l)	RAS - M3 (meq/l)	RAS - M4 (meq/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	0.170	0.120	0.080	0.160
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	0.190	0.160	0.080	0.200

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación de la Relación de Adsorción de Sodio en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 46

Variación del Parámetro RAS (meq/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de barras la variación de la Relación de Absorción de Sodio en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose su disminución durante el M1 al M3 y su incremento en el M4 en proporción directa al incremento de las sales empleadas en la formula.

- **Carbonato de Sodio Residual (CSR).**

Tabla 61

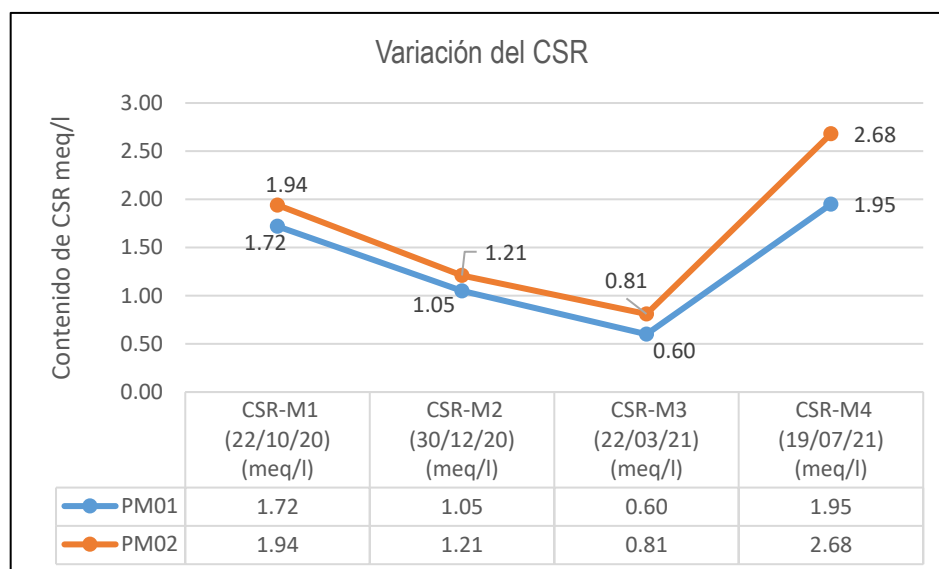
Resultados del Parámetro de CSR en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	CSR -M1 (meq/l)	CSR - M2 (meq/l)	CSR - M3 (meq/l)	CSR - M4 (meq/l)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	1.72	1.05	0.60	1.95
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	1.94	1.21	0.81	2.68

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación de la Relación de Absorción de Sodio en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 47

Variación del Parámetro CSR (meq/l) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de barras la variación del Carbonato de Sodio Residual en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose su disminución durante el M1 al M3 y su incremento en el M4 en proporción directa al incremento de las sales empleadas en la formula.

- **Relación de calcio (Índice de Kelly).**

Tabla 62

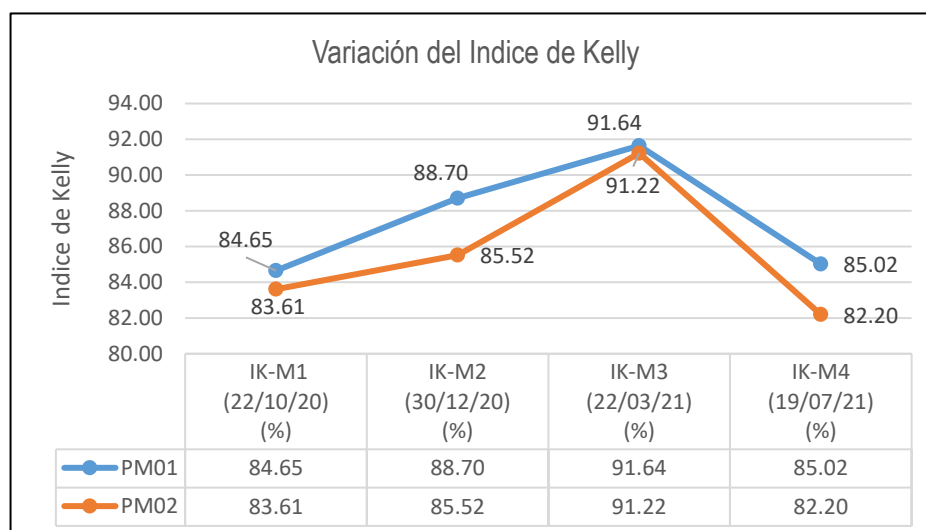
Resultados de la Relación de Calcio IK en los Puntos de Muestreo

PM	DESCRIPCIÓN	IK -M1 (%)	IK - M2 (%)	IK - M3 (%)	IK - M4 (%)
PM01	(km0+00) Parte baja del barrio Huachenca - distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	84.65	88.70	91.64	85.02
PM02	(km6+00) Parte baja del CC.PP Trigopampa, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.	83.61	85.52	91.22	82.20

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra la variación de la Relación de Absorción de Sodio en el agua dentro en los diferentes periodos de evaluación. Elaboración propia

Figura 48

Variación de la Relación de Calcio IK (%) en los diferentes muestreos.



Nota: Se muestra mediante un gráfico de barras la variación de la Relación de Calcio – IK en las muestras dentro del año hidrológico en el canal Chancarmayo, observándose su incremento hasta el M3 y su disminución en el M4a causa del contenido del Ca, Mg y Na.

5.1.3. Error Analítico.

Para que el análisis sea fiable, el error analítico deberá ser inferior al 5 %. Y para ver si esta condición se cumple, deberemos calcular el error que se comete en este análisis a través de la siguiente expresión:

$$\text{Error analítico \%} = \frac{\sum \text{aniones} - \sum \text{cationes}}{\sum \text{aniones}} \times 100$$

(11)

Dónde: \sum aniones y \sum cationes vienen expresados en meq/l.

Tabla 63*Error analítico obtenido en el PM01(Km0+00)*

Ión	Peso Molecular	mg/l	meq/l	Total (meq/l)
Aniones				
Cl ⁻	35.45	125.85	3.55	5.93
SO ₄ ²⁻	96	52.80	0.55	
HCO ₃ ⁻	61	111.63	1.83	
CO ₃ ²⁻	60	0	0	
Cationes				
Ca ²⁺	40	131.2	3.28	6.07
Mg ²⁺	24.3	44.76	1.09	
Na ⁺	23	7.82	0.34	
K ⁺	39.1	53.176	1.36	

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra el error analítico que se aplica a los resultados de laboratorio para saber su porcentaje y su fiabilidad. Elaboración propia

$$\text{Error Analítico (\%)} = [6.07 - 5.93] / 6.07 * 100 = \mathbf{2.30\%}$$

Por tanto, al ser el error analítico menor al 5% evaluaríamos este análisis como fiable.

Tabla 64*Error analítico obtenido en el PM02 (Km6+00)*

IÓN	Peso Molecular	mg/l	meq/l	Total (meq/l)
Aniones				
Cl ⁻	35.45	130.7	3.68	7.18
SO ₄ ²⁻	96	112.8	1.18	
HCO ₃ ⁻	61	141.72	2.32	
CO ₃ ²⁻	60	0	0	
Cationes				
Ca ²⁺	40	166.4	4.10	7.32
Mg ²⁺	24.3	41.80	1.52	
Na ⁺	23	6.21	0.27	
K ⁺	39.1	55.96	1.43	

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra el error analítico que se aplica a los resultados de laboratorio para saber su porcentaje y su fiabilidad. Elaboración propia

$$\text{Error Analítico (\%)} = [7.32 - 7.18] / 7.32 * 100 = \mathbf{1,91 \%}$$

Por tanto, al ser el error analítico menor al 5% evaluaríamos este análisis como fiable.

5.1.4. Estándares de Calidad Ambiental – Agua (Categoría 3 – D1)

Tabla 65

Resumen de parámetros evaluados y comparados en el M1 y M2 con los ECA – Categoría 3-D1 (2018).

PARÁMETRO	Unidad	Máximo permisible	M1 (22/10/2020)				M2 (31/12/2020)			
			PM01	Condición	PM02	Condición	PM01	Condición	PM02	Condición
FISICO - QUIMICO										
<i>Aceites y grasas</i>	mg/l	5	0.900	APTA	0.900	APTA	4.000	APTA	3.000	APTA
<i>Bicarbonatos</i>	mg/l	518	60.000	APTA	68.000	APTA	24.170	APTA	35.160	APTA
<i>Cianuro Wad</i>	mg/l	0.1	0.020	APTA	0.018	APTA	0.015	APTA	0.012	APTA
<i>Cloruros</i>	mg/l	500	19.000	APTA	17.000	APTA	25.150	APTA	32.450	APTA
<i>Conductividad Eléctrica</i>	uS/cm	2500	259.000	APTA	264.000	APTA	270.000	APTA	273.000	APTA
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno</i>	mg/l	15	7.000	APTA	5.000	APTA	32.000	EXCEDE	41.000	EXCEDE
<i>Demanda Química de Oxígeno</i>	mg/l	40	32.000	APTA	26.000	APTA	51.000	EXCEDE	69.000	EXCEDE
<i>Fenoles</i>	mg/l	0.002	0.570	EXCEDE	0.780	EXCEDE	0.310	EXCEDE	0.490	EXCEDE
<i>Fluoruros</i>	mg/l	1	0.100	APTA	0.130	APTA	0.100	APTA	0.130	APTA
<i>Nitratos + Nitritos</i>	mg/l	100	2.210	APTA	3.010	APTA	1.710	APTA	2.420	APTA
<i>Nitritos</i>	mg/l	10	0.010	APTA	0.010	APTA	0.010	APTA	0.010	APTA
<i>Oxígeno Disuelto</i>	mg/l	≥ 4	7.850	APTA	7.540	APTA	5.240	APTA	3.850	REQUIERE
<i>Potencial de Hidrogeno</i>	Unidad de pH	6,5 - 8,5	7.070	APTA	7.150	APTA	7.130	APTA	7.280	APTA
<i>Sulfatos</i>	mg/l	1000	60.300	APTA	61.200	APTA	65.580	APTA	58.650	APTA
<i>Temperatura</i>	°C	Δ3	19.100	APTA	18.100	APTA	22.200	APTA	20.000	APTA
INORGANICOS										
<i>Aluminio</i>	mg/l	5	0.420	APTA	0.530	APTA	0.370	APTA	0.480	APTA
<i>Arsénico</i>	mg/l	0,1	0.250	EXCEDE	0.380	EXCEDE	0.220	EXCEDE	0.260	EXCEDE
<i>Boro</i>	mg/l	1	0.650	APTA	0.710	APTA	0.600	APTA	0.640	APTA
<i>Cadmio</i>	mg/l	0,01	0.050	EXCEDE	0.048	EXCEDE	0.031	EXCEDE	0.025	EXCEDE

<i>Cobre</i>	mg/l	0,2	0.410	EXCEDE	0.290	EXCEDE	0.360	EXCEDE	0.260	EXCEDE
<i>Cromo</i>	mg/l	0,1	0.025	APTA	0.018	APTA	0.022	APTA	0.018	APTA
<i>Manganeso</i>	mg/l	0,2	0.170	APTA	0.200	APTA	0.086	APTA	0.094	APTA
<i>Mercurio</i>	mg/l	0,001	0.031	EXCEDE	0.029	EXCEDE	0.028	EXCEDE	0.027	EXCEDE
<i>Níquel</i>	mg/l	0,2	0.035	APTA	0.031	APTA	0.032	APTA	0.027	APTA
<i>Plomo</i>	mg/l	0,05	0.065	EXCEDE	0.060	EXCEDE	0.062	EXCEDE	0.058	EXCEDE
<i>Zinc</i>	mg/l	2	0.370	APTA	0.210	APTA	0.352	APTA	0.192	APTA
MICROBIOLÓGICO Y PARASITOLÓGICO										
<i>Huevos de Helminths</i>	Huevo/l	1	0	APTA	0	APTA	0	APTA	0	APTA
<i>Coliformes Termotolerantes</i>	NMP/100ml	1000	24000	EXCEDE	24000	EXCEDE	16000	EXCEDE	2500	EXCEDE

Nota: La presente tabla, nos muestran los resultados de laboratorio de los muestreos 1 y 2, en las fechas mencionadas que, al ser comparadas con los valores máximos establecidos en los ECA y la condición presente por cada parámetro, donde podemos observar si son aptas, excedentes o están por debajo de ese valor. Elaboración propia

Tabla 66

Resumen de parámetros evaluados y comparados en el M3 y M4 con los ECA – Categoría 3-D1 (2018).

PARÁMETRO	Unidad	Máximo permisible	M3 (22/03/2021)				M4 (19/07/2021)			
			PM01	Condición	PM02	Condición	PM01	Condición	PM02	Condición
FISICO - QUIMICO										
<i>Aceites y grasas</i>	mg/l	5	11.000	EXCEDE	6.000	EXCEDE	8.000	EXCEDE	10.000	EXCEDE
<i>Bicarbonatos</i>	mg/l	518	8.510	APTA	15.860	APTA	87.30	APTA	125.600	APTA
<i>Cianuro Wad</i>	mg/l	0.1	0.010	APTA	0.010	APTA	0.018	APTA	0.015	APTA
<i>Cloruros</i>	mg/l	500	41.470	APTA	42.520	APTA	38.420	APTA	28.740	APTA
<i>Conductividad Eléctrica</i>	uS/cm	2500	272.000	APTA	283.500	APTA	236.000	APTA	257.000	APTA
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno</i>	mg/l	15	97.000	EXCEDE	100.000	EXCEDE	100.000	EXCEDE	100.000	EXCEDE
<i>Demanda Química de Oxígeno</i>	mg/l	40	106.000	EXCEDE	109.000	EXCEDE	112.000	EXCEDE	110.000	EXCEDE
<i>Fenoles</i>	mg/l	0.002	0.260	EXCEDE	0.290	EXCEDE	0.520	EXCEDE	0.570	EXCEDE
<i>Fluoruros</i>	mg/l	1	0.090	APTA	0.090	APTA	0.100	APTA	0.100	APTA
<i>Nitratos + Nitritos</i>	mg/l	100	1.420	APTA	1.830	APTA	1.510	APTA	1.770	APTA
<i>Nitritos</i>	mg/l	10	0.010	APTA	0.010	APTA	0.010	APTA	0.010	APTA
<i>Oxígeno Disuelto</i>	mg/l	≥ 4	2.360	REQUIERE	2.000	REQUIERE	4.500	APTA	2.360	REQUIERE
<i>Potencial de Hidrógeno</i>	Unidad de pH	6,5 - 8,5	7.530	APTA	7.610	APTA	6.520	APTA	7.040	APTA
<i>Sulfatos</i>	mg/l	1000	31.600	APTA	38.600	APTA	52.600	APTA	48.200	APTA
<i>Temperatura</i>	°C	Δ3	17.200	APTA	16.000	APTA	19.400	APTA	18.600	APTA
INORGANICOS										
<i>Aluminio</i>	mg/l	5	0.200	APTA	0.300	APTA	0.280	APTA	0.340	APTA
<i>Arsénico</i>	mg/l	0,1	0.150	EXCEDE	0.200	EXCEDE	0.200	EXCEDE	0.250	EXCEDE
<i>Boro</i>	mg/l	1	0.550	APTA	0.590	APTA	0.580	APTA	0.620	APTA
<i>Cadmio</i>	mg/l	0,01	0.010	EXCEDE	0.008	EXCEDE	0.015	EXCEDE	0.010	EXCEDE
<i>Cobre</i>	mg/l	0,2	0.348	EXCEDE	0.255	EXCEDE	0.352	EXCEDE	0.265	EXCEDE
<i>Cromo</i>	mg/l	0,1	0.015	APTA	0.013	APTA	0.030	APTA	0.028	APTA
<i>Manganeso</i>	mg/l	0,2	0.027	APTA	0.012	APTA	0.027	APTA	0.012	APTA
<i>Mercurio</i>	mg/l	0,001	0.028	EXCEDE	0.026	EXCEDE	0.035	EXCEDE	0.030	EXCEDE

<i>Níquel</i>	mg/l	0,2	0.030	APTA	0.026	APTA	0.038	APTA	0.030	APTA
<i>Plomo</i>	mg/l	0,05	0.048	APTA	0.042	APTA	0.070	EXCEDE	0.065	EXCEDE
<i>Zinc</i>	mg/l	2	0.120	APTA	0.107	APTA	0.225	APTA	0.195	APTA
MICROBIOLOGICO Y PARASITOLOGICO										
<i>Huevos de Helminthos</i>	Huevo/l	1	0	APTA	0	APTA	0	APTA	0	APTA
<i>Coliformes Termotolerantes</i>	NMP/100ml	1000	11000	EXCEDE	430	EXCEDE	20000	EXCEDE	10000	EXCEDE

Nota: La presente tabla, nos muestran los resultados de laboratorio de los muestreos 3 y 4, en las fechas mencionadas que, al ser comparadas con los valores máximos establecidos en los ECA y la condición presente por cada parámetro, donde podemos observar si son aptas, excedentes o están por debajo de ese valor. Elaboración propia



Interpretación:

Tabla 67

Causas y Alternativas de Solución de Parámetros Excedentes de los ECA.

Parámetro	Condición	Causa	Alternativa de solución
DBO DQO	Excede Excede	Exceso de materia orgánica que no puede ser oxidada en forma natural por bacterias y otros organismos aeróbicos. Donde el consumo de oxígeno puede llegar a su agotamiento, con la destrucción de las comunidades acuáticas que necesitan el oxígeno para vivir, proliferación de microorganismos patógenos lo que aumenta la solubilidad en el agua de ciertos metales y a la vez se incrementa el efecto de la corrosión de las conducciones y tuberías por la presencia de sulfuros.	Tratamiento con ozono es el mejor aliado, ya que disminuye la carga orgánica, el olor y el color aparte de generar una desinfección total de los microorganismos desfavorables que en el agua se encuentran, y todo de una manera natural sin el uso abusivo de procesos químicos, consumibles etc. Siendo una tecnología limpia, sin efecto residual y de bajo consumo en su creación. El ozono es un desinfectante de bacterias, virus, parásitos y como una ayuda en la micro-floculación y reducción de sólidos suspendidos.
Fenoles	Excede	Puede encontrarse (con sus compuestos derivados) en toda clase de industrias, por ejemplo, en la fabricación de pinturas, producción de resinas fenólicas, industrias férricas, fábricas de papel y celulosa, etc. Con mucha frecuencia, las aguas residuales de las plantas de producción de dichas industrias contienen fenol.	Tratamiento biológico de las aguas residuales o la oxidación química en esas empresas. Cuando las cantidades de aguas residuales son pequeñas, muchas veces se envían para su tratamiento externo (incineración), puesto que la mayoría de dichas técnicas exigen complejas instalaciones y medios de supervisión, además de inversiones de capital.
OD	Requiere	Es un indicador de que algunos microorganismos están utilizando el oxígeno para oxidar la materia orgánica con una tasa superior a la normal; es decir, en el canal en estudio hay un uso de oxígeno superior al generado por el metabolismo de las algas que puede crear episodios de anoxia. Este hecho podría indicar un aumento en la concentración de materia orgánica en el agua, originada por un vertido de aguas residuales.	Tratamiento con ozono es el mejor aliado, ya que disminuye la carga orgánica, el olor y el color aparte de generar una desinfección total de los microorganismos desfavorables que en el agua se encuentran, y todo de una manera natural sin el uso abusivo de procesos químicos, consumibles etc. Siendo una tecnología limpia, sin efecto residual y de bajo consumo en su creación. El ozono es un desinfectante de bacterias, virus, parásitos y como una ayuda en la micro-floculación y reducción de sólidos suspendidos.
Arsénico Cadmio Cobre Mercurio Plomo Zinc	Excede Excede Excede Excede Excede	Hay muchas comunidades de montaña con territorios superpuestos con concesiones mineras industriales. La tierra se ve afectada por miles de depósitos de relaves viejos dispersos a pequeña escala. Estos relaves generan drenaje ácido de minas que filtra metales al agua durante todo su recorrido al río Santa.	Biorremediación: Proceso biotecnológico que utiliza microorganismos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para recuperar un medio ambiente contaminado. Se involucran reacciones de oxidación-reducción donde los contaminantes reducidos se oxidan y los contaminantes oxidados se reducen
Coliformes Termotolerantes	Excede	Tienen un origen específicamente fecal, pues están siempre presentes en grandes cantidades, – En las heces de los seres vivos de sangre caliente y rara vez se encuentran en agua o suelo que no haya sufrido algún tipo de contaminación fecal. provienen de aguas enriquecidas como afluentes o de materias vegetales y suelos en descomposición.	Control y tratamiento sistemático de las aguas residuales de las viviendas anexas al canal antes y en su recorrido. Implementación de una planta de tratamiento anaerobio residual lácteo antes del ingreso del agua al canal.

Fuente: Elaboración propia

5.1.5. Métodos de clasificación del agua para riego en el canal Chancarmayo.

a) Método para clasificación del US Salinity Lab, Riverside (1954).

Desarrollado para alertar del peligro de salinización o sodificación del suelo a partir de la conductividad eléctrica del agua para determinar el riesgo de salinización del suelo y en el cálculo de la relación de adsorción de sodio (RAS) para determinar el riesgo de sodificación o alcalinización, definido según la ecuación (7), y arrojando los siguientes resultados:

Tabla 68

Clasificación Según la Metodología de la US Lab. Salinity, Riverside 1954.

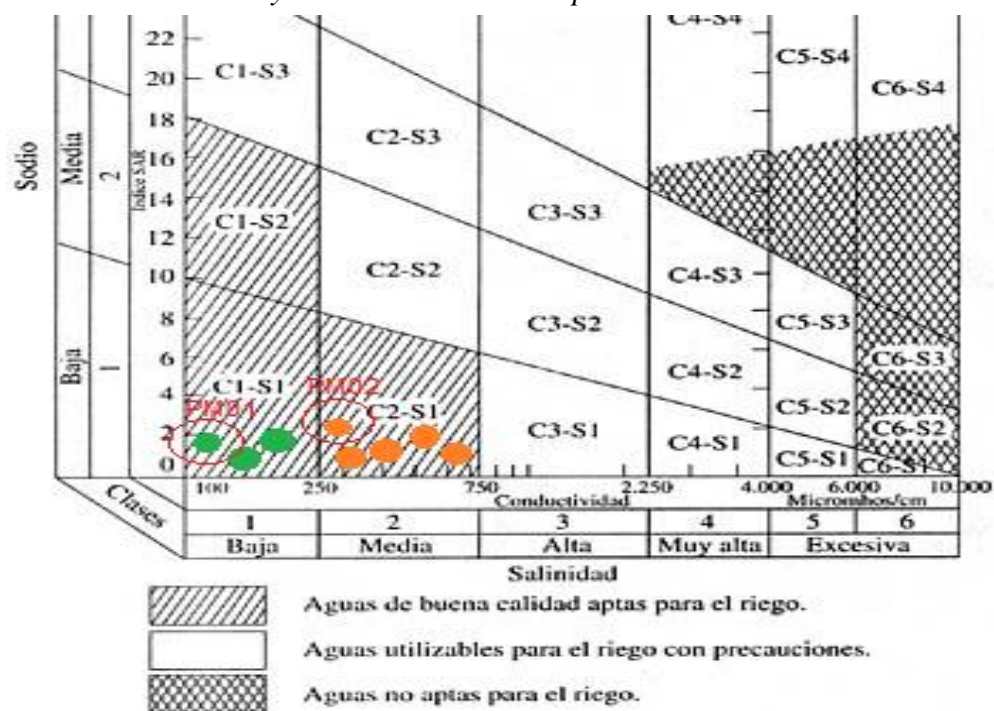
Muestreo	Descrip.	Punto de Muestreo	Altitud	CE (µhmos/cm)	RAS	Clase
INTERMEDIAS						
M1	KM0+00	PM01	3832.34	259	0.562	C2 - S1
	KM6+00	PM02	2802.11	264	0.717	C2 - S1
M2	KM0+00	PM01	3832.34	270	0.284	C1 - S1
	KM6+00	PM02	2802.11	263	0.386	C2 - S1
AVENIDA						
M3	KM0+00	PM01	3832.34	272	0.139	C2 - S1
	KM6+00	PM02	2802.11	283	0.173	C1 - S1
ESTIAJE						
M4	KM0+00	PM01	3832.34	236	0.234	C1 - S1
	KM6+00	PM02	2802.11	257	0.485	C2 - S1

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra los valores de la CE y la RAS para cada punto de muestreo y en base a ellos se establece la clasificación. Elaboración propia

Clase	Calidad y normas de uso
C1 - S1	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solamente en suelos de muy baja permeabilidad. Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
C2 - S1	Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad. Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.

Figura 49

Ubicación de la CE y RAS obtenidos en los puntos de muestreo



Nota: La figura muestra la ubicación de la CE en el eje de las abscisas y el RAS en el eje de las ordenadas según el nomograma empleado en la metodología Riverside para determinar la clasificación de cada una de las muestras. Como se aprecia en los círculos rojos, en la época de *estiaje* (M4) en el PM01, el agua presenta baja salinidad y bajo contenido de Sodio, pero en el PM02 la salinidad es media pero el contenido de Sodio se mantiene, aun así, se encuentran clasificadas ambas y durante todo el monitoreo como aguas de buena calidad aptas para riego.

Fuente: Clasificación del USLS para las aguas de riego. Elaboración propia

b) Método para clasificación de Ayers y Westcot (1976), propuesta por la FAO (1985).

Riesgo de Salinización. La salinidad se puede clasificar básicamente analizando los parámetros correspondientes a los SDT y la CE, que se observa en las tablas 26 y 27, observando su grado de restricción de uso.

Problemas de permeabilidad. La relación de adsorción de sodio corregido (RAS^o) permite predecir con mayor precisión los peligros asociados con el sodio y los problemas potenciales sobre la capacidad de infiltración del

terreno debido a la calidad del agua de riego. La concentración de calcio en la interface no es constante y depende de la concentración en el agua de riego tanto como en su precipitación y disolución en el suelo, así como, de la concentración de bicarbonato y dióxido de carbono disueltos. Los efectos de todos estos factores vienen reflejados en el valor de Ca° , y para determinar el riesgo de sodificación o alcalinización corregido, definido según la ecuación (8). En la tabla 68 se muestra la concentración de Ca° en meq/l, recopilada con los rangos de las tablas 14 y 15, para la que es necesario conocer la conductividad del agua a 25°C (dS/m), y el cociente de las concentraciones de bicarbonato y calcio, expresadas en meq/l., en la tabla 69 se determina el grado de restricción de uso y de acuerdo a esto se interpreta la calidad de agua para riego.

Toxicidad de iones específicos. En las tablas 35, 38 y 41 se compilaron las concentraciones de los parámetros Cl, Na y B; y en la tabla 69 se ve el grado de restricción de uso, de acuerdo ello se califica la calidad de agua para riego y para otros efectos.

Tabla 69

Resumen de Parámetros Establecidos por el Método Ayers y Westcot (1985).

MONITOREO	DESCRIPCION	PUNTO DE MUESTREO	Altitud	SALINIDAD		SODICIDAD			Na (meq/l)	TOXICIDAD			OTROS EFECTOS	
				CE (dS/m)	TSD (mg/l)	Para el cálculo del RAS°				Cl- (meq/l)	B (meq/l)	NO3 (mg/l)	HCO3 (meq/l)	PH
						HCO3/Ca	Ca° (tabla)	RAS°						
M1	KM0+00	PM01	3832.34	0.259	180	0.14	7.43	0.5622	1.23	0.54	0.06	2.2	0.99	7.07
	KM6+00	PM02	2802.11	0.264	210	0.14	7.46	0.7171	1.53	0.48	0.07	3.0	1.12	7.15
M2	KM0+00	PM01	3832.34	0.270	156	0.06	12.67	0.2837	0.76	0.71	0.06	1.7	0.40	7.13
	KM6+00	PM02	2802.11	0.273	165	0.09	10.98	0.3855	0.98	0.92	0.06	2.4	0.58	7.28
M3	KM0+00	PM01	3832.34	0.272	241	0.08	11.71	0.1394	0.36	1.17	0.05	1.4	0.19	7.53
	KM6+00	PM02	2802.11	0.284	140	0.07	12.31	0.1728	0.46	1.20	0.05	1.8	0.26	7.61
M4	KM0+00	PM01	3832.34	0.236	120	0.12	9.32	0.2340	0.85	1.08	0.05	1.5	1.43	6.52
	KM6+00	PM02	2802.11	0.257	115	0.10	10.24	0.4852	1.26	0.81	0.06	1.8	2.06	7.04

Nota: Los resultados que presenta la tabla, nos muestra un resumen de los cálculos efectuados para la determinación del grado de restricción según Ayers y Westcot. Elaboración propia

Tabla 70

Grado de Restricción determinados por el Método Ayers y Westcot (1985).

M	P.M.	SALINIDAD		Grado de restricción	SODICIDAD			Grado de restricción	TOXICIDAD			Grado de restricción	OTROS EFECTOS			Grado de restricción
		CE (dS/m)	TSD (mg/l)		Para cálculo del RAS°				Na - RAS (meq/l)	Cl- (meq/l)	B (meq/l)		NO3 (mg/l)	HCO3 (meq/l)	PH	
					HCO3/Ca	Ca° (tabla)	RAS°									
M1	PM01	0.259	180	Ninguno	0.14	7.43	0.562	Moderado	0.17	0.54	0.06	Ninguno	2.2	0.99	7.07	Ninguno
	PM02	0.264	165	Ninguno	0.14	7.46	0.717	Moderado	0.19	0.48	0.07	Ninguno	3.0	1.12	7.15	Ninguno
M2	PM01	0.270	210	Ninguno	0.06	12.67	0.284	Moderado	0.12	0.71	0.06	Ninguno	1.7	0.40	7.13	Ninguno
	PM02	0.273	241	Ninguno	0.09	10.98	0.386	Moderado	0.16	0.92	0.06	Ninguno	2.4	0.58	7.28	Ninguno
M3	PM01	0.272	156	Ninguno	0.08	11.71	0.139	Moderado	0.08	1.17	0.05	Ninguno	1.4	0.19	7.53	Ninguno
	PM02	0.284	140	Ninguno	0.07	12.31	0.173	Moderado	0.06	1.20	0.05	Ninguno	1.8	0.26	7.61	Ninguno
M4	PM01	0.236	120	Ninguno	0.12	9.32	0.234	Moderado	0.16	1.08	0.05	Ninguno	1.5	1.43	6.52	Ninguno
	PM02	0.257	115	Ninguno	0.10	10.24	0.485	Moderado	0.20	0.81	0.06	Ninguno	1.8	2.06	7.04	Moderado

5.2. Contrastación de la hipótesis

$H_0: = 0$; La calidad de agua para riego en el canal Chancarmayo se modifica durante el monitoreo dentro del año hidrológico 2021.

$H_a: \neq 0$; La calidad de agua para riego en el canal Chancarmayo no se modifica durante el monitoreo dentro del año hidrológico 2021.

La mayoría de los parámetros analizados, se modifican en lo largo del monitoreo ejecutado en el canal Chancarmayo dentro del año hidrológico, es por eso que se acepta la Hipótesis de nula de la investigación (H_0).

5.3. Discusión de resultados

- A partir de los hallazgos anteriores, aceptamos la hipótesis que se propuso tentativamente sobre la posible relación entre los parámetros establecidos en los ECA, la sodicidad, salinidad y la calidad de agua para riego en el canal Chancarmayo con los diferentes periodos del año hidrológico; sobre la cual se comprobó que se modifica en cada uno de estos. Estos resultados guardan relación con las tesis de Córdova (2017) y Pocoy (2015), quienes señalan que los parámetros que evaluaron para determinar la calidad del agua, durante su monitoreo tuvieron una variación significativa que fue atribuido a muchos factores presentes en la zona de estudio.

Pero en lo que no concuerda el estudio de los autores señalados son los parámetros que varían, cuya diferencia se debe a las mismas condiciones climáticas y los problemas que evidencia cada zona.

En cumplimiento del primer objetivo específico, en la tabla 24 se resumen los valores obtenidos del caudal medido en cada periodo mediante el método del flotador recomendado por MINAGRI (2015) en cada uno de los puntos establecidos según la tabla 23, dato importante para determinar su posible relación con la variación de la concentración de los parámetros evaluados. Se observó un incremento del M1 al M2

proporcional a las precipitaciones de la zona, del M2 al M3 se observó una contraria disminución a causa de que el comité de riego desvía el curso del canal en la captación en la fecha de avenida lo cual no impide o limita la evaluación de la calidad y durante el M4 la marcada disminución del caudal por ser estiaje.

- En cumplimiento del segundo y tercer objetivo específico, se realizó el monitoreo en cuatro periodos dentro del año hidrológico 2021. En referencia a los resultados de los parámetros físicos evaluados, en la Tabla 25 se muestran los valores obtenidos para el **pH** del agua de riego en el PM01 y PM02 durante el monitoreo, estos valores están entre 6.52 a 7.61, siendo notorio que incrementan su alcalinidad conforme avanza el periodo de la toma de muestra, y posiblemente también por la presencia de los carbonatos disueltos y viceversa en la época de estiaje (M4) con tendencia a la acidificación, como lo afirma Sánchez (2018) en su investigación y que, el rango normal de pH en agua superficial es de 6,5 a 8,5. Entonces se puede señalar que en contraste a este autor, el canal Chancarmayo presenta pH en el rango “normal” en los cuatro periodos de estudio sin riesgo de ocasionar corrosiones en los elementos metálicos de las instalaciones de riego tecnificado ni alto contenido de sodicidad.

En la tabla 26, los resultados del parámetro **C.E.** nos muestran que los valores del M2 y el M3 en referencia al M1 se incrementaron, mientras que, respecto a este en el M4 (estiaje) disminuyeron significativamente tanto en los dos PM, valores similares al estudio de Ramirez, (2015) que concluyen en una relación al contenido de sólidos en el agua, y directamente proporcional a este, se consignan los valores del **P.O.** Sin embargo, estos valores se mantienen dentro de los considerados en la Tabla 1, consignada por James et. al (1982) como un agua “excelente” para riego los < 2.5 dS/cm. al igual que el valor máximo establecido por los ECA de la categoría 3 MINAM (2015). En la tabla 27, los resultados de los **STD** corroboran la afirmación

de Ramírez (2015) ya que de la misma manera tuvieron un incremento en el M2 y una disminución en el M3 y M4 (estiaje) en relación proporcional a la C.E., guardando relación con la investigación de Colonia (2015) que manifiesta que, esto es debido al arrastre de materiales, las concentraciones de aniones (cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, nitratos y boro) y cationes (calcio, magnesio, sodio y potasio) que son mayores debido a la presencia de piedras calizas. También se presume pueda relacionarse a la variación del caudal de los ríos. En concordancia con la FAO, ninguna de las muestras evaluadas sobrepasa el valor máximo establecido de 450 mg/l destinados a un riego irrestricto.

En la figura 15, tenemos la variación de los resultados de la **Temperatura**, los cuales se encuentran en el rango de 18° - 24° C, en el cual Ramírez (2017) señala es la óptima para que la planta pueda asimilar correctamente todos los nutrientes, sin embargo, esto se exceptúa en el M3 donde los valores son < de 18°, lo que podría traer algunas deficiencias para las plantas e incrementando su valor en la época de estiaje.

En la tabla 29, el parámetro **D.T.** muestra dentro del monitoreo una leve disminución, determinadas por la ecuación 1 en grados hidrotimétricos, dados principalmente por la presencia de iones divalentes de Ca y Mg disueltos en el agua. Domingo (2010) menciona como parte de sus estudios en la Tabla 2 que estos valores se encuentran clasificadas como “muy dulces” por ende aceptables para riego, incrementando su valor en la época de estiaje (M4).

- En referencia a los resultados de los parámetros químicos evaluados, en la Tabla 30 observamos que los **Fenoles** se han mantenido con valores excedentes, según el estudio realizado por el MINAM (2015), su presencia en el agua está asociada a procesos de contaminación de la fuente por desechos industriales, aguas servidas, fungicidas y pesticidas, además establece un valor máximo para este parámetro de

0.002 mg/l que todas las muestras exceden en el canal Chancarmayo causando estragos y estrés abiótico en los cultivos al ser utilizado para el riego incrementando su valor aún más en las épocas de estiaje.

En la tabla 31 y en la figura 18 los resultados del contenido de **Aceites y Grasas** en el agua muestran un aumento elevado en cada uno de los muestreos, reduciéndose levemente en estiaje. El MINAM (2015) dentro de los ECA establecen un valor máximo de 5 mg/l, que se excede en los dos PM en el M3 y M4, cuya causa puede radicar en los procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) que son vertidos al río Santa y al canal mismo; esto al tener contacto con los cultivos, interfieren el ingreso de los rayos solares a los cultivos, impidiendo de esta manera su desarrollo biológico. En la tabla 32 referente a los **Carbonatos** en el agua del canal, muestra una ausencia total de este parámetro, debido a que no están presentes en agua alcalinas ($\text{pH} > 7$). No incurriendo en ningún beneficio ni perjuicio para el desarrollo de los cultivos.

En la tabla 33 referente a los **Bicarbonatos** se evidencia una disminución significativa a medida que se tomaron las muestras y un aumento durante el M4 (estiaje), siendo el mayor valor obtenido en el PM02 durante esa época de 125.6 mg/l, pero que no sobrepasa el valor máximo establecido por MINAM (2015) de 518 mg/l para el riego de vegetales. Difiriendo del estudio de Quinteros et al. (2019) que en sus hallazgos mostró valores excedentes en bicarbonatos mencionando que esto, afecta la adsorción y el metabolismo en las plantas citado de Personal (1985, p. 68).

En la tabla 34 se muestran los valores obtenidos del parámetro **Sulfatos** cuya variación se aprecia notoriamente durante los 4 muestreos para los dos PM siendo el mayor de 65.58 mg/l, pero en el M3 (avenida) se evidencia una disminución a 31.6 mg/l y aumentando en estiaje, sin embargo, ninguno de estos sobrepasa el valor máximo

establecido por el MINAM (2015) de 1000 mg/l, encontrándose apta para el riego sin presentar riesgo alguno en cuanto a la limitación de la absorción de calcio y la facilitación a la de sodio. En la tabla 35 los **Cloruros** muestran un aumento en su contenido a medida de los muestreos, teniendo valores mayores en el M3 (avenida), con 41.48mg/l en el PM01 y 42.54 mg/l en el PM02 y con una disminución en estiaje (M4). En similitud a la investigación de Pocoy (2015) y en lo establecido por los ECA del MINAM (2015) estos valores no exceden los 500 mg/l., siendo sensible por algunos cultivos de acuerdo a la tabla 3, pero evitando el riesgo de absorberse en las plantas y llegar hasta las hojas produciendo quemazón o secamiento de los tejidos pudiendo producir necrosis acompañado por defoliación.

En la tabla 36 se presentan las variaciones de los **Fluoruros**, los cuales han sido relativamente mínimos sin exceder el valor establecido por los ECA de 1mg/l incrementándose en época de estiaje, este excedente pudo haber provocado un amarillento de hojas y un crecimiento más lento, como se ha observado en diversos estudios antecesores. Su presencia es presumida debido a la erosión de las rocas y a consecuencia de las actividades humanas como las extracción y uso de rocas fosfatadas, la fabricación de aluminio y la fluoración de agua de bebida. En la tabla 37 se plasman los hallazgos del **Cianuro Wad**, el cual se ha mantenido con un valor debajo de 0.10 mg/l durante todo el monitoreo, muy por debajo de lo establecido por el MINAM (2015), con sus mayores valores en época de estiaje, investigaciones como las de Córdova (2017) menciona que dosis muy pequeñas de cianuro son fatales si son asimiladas, aunque se degrada cuando está expuesto a la luz solar y no se acumula en los tejidos.

En la tabla 38, observamos que el contenido del **Sodio** ha ido disminuyendo del M1 al M3 (avenida), pero con un aumento en estiaje (M4) que, se puede suponer a razón de

la disminución del caudal, con su menor valor en el PM01 de 8.28 mg/l durante avenida, el cual no excede el valor que establecen los ECA del MINAM (140mg/l) ni a los valores permitidos para los cultivos representativos de la zona consignados en la tabla 4, de manera similar que en la investigación de Pocoy (2015), pero contrariamente, estos valores que fueron tomados en temporada de estiaje tienden a disminuir en el M2 y aumentar en el M3. No se ha demostrado que este parámetro sea esencial para la mayoría de las plantas cultivadas pero su exceso desplazaría al Ca y Mg y provocaría la dispersión y desagregación del suelo. En las tablas 39 y 40 referentes al **Calcio y Magnesio**, también se observa un descenso en su concentración de época de avenida a estiaje en el Magnesio, pero un leve incremento de ambos en avenida, los cuales son menores a los establecidos en los ECA, estos podrían ir afectando por su deficiencia al pasar de los meses con la atrofia del sistema radical y hojas cloróticas MINAM (2015). En la tabla 41 los resultados de la concentración del **Boro** han ido disminuyendo, pero incrementando su concentración en época de estiaje, con un valor máximo de 0.7 mg/l en el PM02 durante el M1, sin exceder el 1mg/l establecido en los ECA MINAM (2015) pero clasificándose como “condicionada” según la tabla 5, ya que es requerido por las plantas en cantidades relativamente pequeñas. Contrariamente en la tabla 42 los valores del **Potasio** han ido incrementando con su máximo valor de 3.519, en el PM02 en época de avenida, pero disminuyendo en la fecha de estiaje, su presencia en el agua es beneficioso llegando a aportar cantidades considerables de calcio a los cultivos.

- En referencia a los resultados de los indicadores de nutrientes evaluados, en la tabla 43, los **Nitratos** muestran una disminución en todas las épocas, con menores valores en estiaje, siendo el máximo de 3mg/l, en el PM02 del M1, menor al valor establecido por los ECA de 100mg/l en conjunto con los **Nitritos**, que es indispensable para el

crecimiento de los cultivos, pero su exceso influye en la pureza y el contenido de azúcar en el producto. que según la tabla 44, los nitritos presentan una concentración estable de 0.010 mg/l en todos los muestreos, sin afectar a los cultivos al no exceder la concentración de 10mg/l establecido en los ECA.

- En referencia a los resultados de los indicadores de contenido bioquímico, en la tabla 45, se observa un aumento brusco del contenido de **DBO₅** durante la avenida y estiaje, excediendo el valor establecido en los ECA de 15mg/l durante el M2 al M4, según Bonet & Ricardo, (2011) puede indicar que se requiere una gran cantidad de oxígeno para descomponer la materia orgánica presente, que el agua está contaminada y necesita un tratamiento; podrían causar que estos contaminantes orgánicos se acumulen en las raíces o extremidades de los vegetales, afectando a los consumidores que los ingieren directamente. En la tabla 46 el **OD** contrariamente ha ido disminuyendo en la época de avenida, subiendo en la época de estiaje y se puede presumir a causa de la putrefacción de la materia orgánica que está presente en el agua, según el MINAM el agua para riego debe de tener $\geq 4\text{mg/l}$, los dos PM en el M1 y el PM02 en el M2 son los únicos que se encuentran dentro de este, los demás se encuentran por debajo del valor mínimo establecido, evitando que los microorganismos dañen los cultivos.
- En referencia a los resultados de los indicadores parasitológicos y microbiológicos, en la tabla 47 se puede observar que no hay presencia de **Huevos de helmintos** en el agua del canal Chancarmayo sin mantener el riesgo de causar enfermedades gastrointestinales, mientras en la tabla 48 las **Coliformes Termotolerantes**, aunque han tenido una disminución en cada muestreo el PM01 excede el valor establecido de 1000 NMP/100ml en la época de estiaje y solo el PM02 durante avenida está por debajo del límite con 430 NMP/100ml, posiblemente debido a la contaminación por

vertidos domésticos de aguas residuales de alcantarillado, fosas sépticas, corrientes urbanas, granjas de animales, etc. Pinto (2018), así como los factores nocivos que también se han apreciado en el recorrido del canal.

- En referencia a los resultados de los metales totales en el agua, en la tabla 49, el **Arsénico** presenta en todo el monitoreo un exceso al máximo permisible de 0.1mg/l establecido por los ECA sobre todo en la época de estiaje, siendo un elemento tóxico que llega al agua a través de la disolución de minerales por la actividad minera abundante en el camino del río Santa, según la tabla 7 se clasifica como “Condicionada” y su rendimiento está en función de la concentración máxima aceptable para suelos neutros a alcalinos de textura fina, los rendimientos del cultivo disminuyen a altas concentraciones. El efecto principal del arsénico en las plantas aparece en la destrucción de la clorofila en el follaje como una consecuencia de inhibición de producción de enzimas, las partes consumibles de la planta que contienen arsénico acumulado es nocivo para los seres humanos (Peterson 1980). En la tabla 50, el **Aluminio** por su parte ha ido reduciéndose, pero incrementando en estiaje, en ninguno de los muestreos ha excedido los 5mg/l establecidos con sus máximos valores, sin incurrir a una intoxicación, pero si se puede sospechar de una deficiencia, ya que algunas partes de las áreas agrícolas presentan enanismo, hojas pequeñas verde oscuro, maduración tardía; enrojecimiento del tallo, hojas y nervaduras amarillamiento y muerte de los ápices foliares MINAM (2015). En la tabla 51 el **Cobre** presenta todos sus valores excedentes a lo establecido de 0.2mg/l por los ECA, incrementando en la época de estiaje, con un valor máximo de 0.41mg/l en el PM01 del M1, clasificándose como “Condicionada” según la tabla 8, que puede influenciar un menor crecimiento de la raíz principal por muerte del meristema apical de la raíz, su intensidad de efecto fitotóxico podría ser determinado por el contenido de materia orgánica y el pH del

suelo. En el sustrato puede afectar el desarrollo de la raíz; quema sus puntas provocándole un crecimiento lateral excesivo. En la planta, los altos niveles pueden competir con la absorción de hierro y, en ocasiones, de molibdeno o zinc, al principio pueden tornarse más verdes de lo normal, después presentarán los síntomas de deficiencia de hierro o quizá de otros micronutrientes. Si no es corregida, puede reducir la ramificación y finalmente provocar el deterioro de la planta. (Pinto 2018, p52)

En la tabla 52, el **Plomo**, aunque ha tenido una disminución durante el M1 y M2, pero valores excedentes al 0.05mg/l establecido por los ECA excepto en el M3, volviendo a aumentar durante el estiaje (M4) en los dos PM, ejerciendo fitotoxicidad en los cultivos, encontrándose en el “Rango de calidad de aguas objetivo” según la tabla 9, donde generalmente el plomo no se acumula en las partes comestibles de las plantas a niveles nocivos para los consumidores sino en la raíz, sin embargo el efecto de la concentración de plomo induce un estrés fisiológico y oxidativo tanto en las raíces como en las hojas, limita el crecimiento debido a que el proceso de absorción y de entrada de metales se realiza vía simplástica en la raíz, pasando hacia el tallo por los tejidos xilemáticos hasta llegar a la hoja, donde puede regresar a la raíz vía floema. (Pérez, 2012). En la tabla 53 el **Zinc** ha tenido una disminución a lo largo del monitoreo y demarcando un leve aumento en estiaje, con valores de 0.107 a 0.370 mg/l. Según Guerrero (2019) el Zinc, aunque sea esencial para las plantas, en exceso se acumula irreversiblemente en el suelo, afectando directamente la producción de cultivos y fertilidad del suelo, manifestándose con un menor tamaño de hojas, clorosis en las nuevas, puntas necrosadas, retraso en el crecimiento de la planta y/o crecimiento radicular reducido. Con frecuencia el exceso de zinc en un sustrato compite con el fósforo, el hierro, el manganeso o el cobre para ser absorbido por la planta y provoca deficiencias de ellos en el tejido. (Romero et al., 2010)

En la tabla 54, los valores del **Cadmio** en cambio presentan valores excedentes durante el M1 y M2 al límite establecido de 0.01mg/l, llegando a producir un efecto fitotóxico, caso contrario se observa en la M3 donde sus valores están por debajo del máximo permisible y volviendo a aumentar en la época de estiaje. La toxicidad reduce el crecimiento, la actividad fotosintética, el contenido de clorofilas y provoca clorosis principalmente en hojas jóvenes. También, interfiere en la entrada y transporte de nutrientes y ocasiona estrés oxidativo y afectaciones en las actividades enzimáticas, como menciona Hernández et. al (2019) en su estudio.

En la tabla 55, el **Manganeso**, ha tenido una leve disminución durante el monitoreo, pero con un valor máximo de 0.2mg/l en el PM02 durante el M1 volviendo a igualar esa concentración en la época de estiaje, coincidiendo con el valor establecido de los ECA pudiendo ser transportado hacia las hojas después de ser tomados en el suelo y puede causar síntomas de toxicidad como causar inflamación de la pared celular, abrasamiento de las hojas, puntos marrones en las hojas, reducir el crecimiento y provocar acumulaciones indeseables en los tejidos, según Campos (2018). En la tabla 56, el **Mercurio**, también se ha mantenido con valores excedentes al 0.001mg/l establecido por los ECA, denotando un mayor incremento en la época de estiaje, del cual se sabe es generado por actividades industriales principalmente por la minería y la utilización de fungicidas en la agrícola, aunque la disponibilidad del mercurio en el suelo es baja, existe la tendencia de su acumulación en las raíces y en las hojas, volatilizado del suelo dependiendo del grado de contaminación, En las hojas se producen graves daños en los cloroplastos y las mitocondrias, lo que altera los procesos de fotosíntesis y de respiración; en una fase más avanzada de alteración se producen intensos cambios metabólicos y de regulación celular, y ocurre finalmente el estímulo de la senescencia por acumulación crónica del metal pesado, lo que puede

resultar en la muerte de la planta, según Córdova (2017). En la tabla 57, el **Níquel** también ha tenido una concentración menor al establecido por los ECA de 0.2mg/l pero ha ido incrementando de avenida a estiaje, sin incurrir a la toxicidad con la clorosis, debilitamiento, disminución de la cosecha, etc. Poulik (1999, citado en Pinto,2018) pero si puede ser un parámetro que puedan requerir las plantas para su crecimiento.

En la tabla 58, el **Cromo** ha mantenido una concentración menor a 0.1 mg/l durante el monitoreo, establecido por los ECA disminuyendo en avenida e incrementando en estiaje. Las plantas comúnmente absorben el Cromo III, clase probablemente esencial, sin riesgo de reducir el crecimiento y provocar acumulaciones indeseables en los tejidos. Pinto (2018). En la tabla 59 los valores de la **Salinidad Efectiva** han presentado una leve disminución con valores similares, manifestando una clasificación de “apta con precauciones” según la tabla 11, durante todo el monitoreo al igual que la **Salinidad potencial**, que se mantiene clasificada como “Buena” durante todo el monitoreo según la tabla 12.

En la tabla 60, la **Sodicidad** determinada por la RAS también ha ido disminuyendo su valor, con valores menores de 10, siendo el mayor de 0.200 en el PM02 en época de estiaje. Clasificándose según la tabla 13 en la categoría S1, la cual puede ser usada para riego en casi todos los suelos sin peligro, como también se ha establecido en la investigación de Colonia (2015) que clasifica todos sus puntos de muestreo en el rango S1.

En la tabla 61, el **Carbonato de Sodio Residual**, también ha tenido una disminución muy leve, clasificándose según la tabla 16 durante el M2 y M3 como “aguas de buena aptitud para el riego” y en el M1 y el M4 (estiaje) como “Aguas de aptitud dudosa, ya

que se ha incrementado su concentración haciendo que se requieran prácticas de manejo y enyesado” de acuerdo a los valores que se han obtenido.

Mientras que **Relación de Calcio** en la tabla 62 muestra un relativo aumento durante el monitoreo, con los valores mínimos en época de estiaje de 83.61%, clasificándose el agua en cada uno de los puntos como “Buena” >35% determinada en la tabla 17. Resumiendo, y contrastando los parámetros mencionados con los ECA de la Categoría 3- D1, en las tablas 65 y 66, se observa que la mayoría de estos se encuentran dentro de los límites establecidos, considerándose “Aptas” para su uso en el riego, pero también hay algunos de ellos que en el primer muestreo se consideran “Aptas”, pero “Exceden” en los dos PM dentro de los últimos, como es el caso de la DBO, DQO y Aceites y Grasas, otros que “Requieren” como el OD que se encuentra debajo del valor mínimo y también se observan parámetros que exceden en todos el monitoreo como los Fenoles, Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo, Zinc y el caso de las Coliformes Termotolerantes que solo en el PM02 del M3 es considerada “Apta” con una disminución notoria en la época de estiaje para algunos, que han requerido buscar alternativas de solución como se mencionan en la tabla 67.

- En cumplimiento del cuarto objetivo específico, se aplicaron los métodos: Riverside del laboratorio de salinidad – USDA, el cual arrojó como resultados en la tabla 68 que las aguas de la mayoría de los muestreos se clasifican en “C2-S1” – Aguas de salinidad media, a excepción de los puntos PM01 en el M2, el PM02 del M3 y el PM01 (captación) de la época de estiaje donde se clasifican como “C1-S1” – Aguas de baja salinidad. Estos a razón de los parámetros de CE y la RAS.

De acuerdo al método Ayers y Westcot: (FAO, 1985), se determinó la calidad de agua para riego a partir de la Salinidad con grado de restricción de uso como “Ninguno” para todos los PM, la Sodicidad presentó un grado de restricción de uso “Moderado”

a causa de la variación de la C.E.; respecto a la Toxicidad, resultó con el grado de restricción de uso como “Ninguno” para todos los PM y para otros efectos influenciados por el NO_3 , HCO_3 y el pH el grado de restricción está clasificado como “Ninguno”, como se aprecia en las tablas 69 y 70.

VII. CONCLUSIONES

- En esta investigación se evaluó la calidad del agua para uso agrícola en el canal Chancarmayo, Ancash en diferentes periodos del año hidrológico 2020 – 2021, determinando que, en función del factor de la precipitación, el agua que se usa para el riego modifica sus valores, disminuyendo la concentración de muchos de los parámetros durante avenida e incrementando durante el estiaje, pero sin embargo hay algunos que se mantienen constantes y son relacionados a la fitopatología presentes en los cultivos de la zona. Se puede afirmar entonces que, los beneficios de la depuración del agua por las lluvias no se pueden aplicar a todos los parámetros establecidos en los ECA- agua.
- En esta investigación se establecieron los puntos de muestreo en el km 0+00 y en el km 6+00 que comprendieron la captación y el límite con el sector Yungar, tomados para contrastar los valores de los parámetros al ingresar (del rio Santa al canal Chancarmayo) y como varia en su recorrido por la influencia de factores antropogénicos dentro del mismo canal, encontrándose que muchos de los parámetros tienen una notoria variación de punto a punto y en cada época, mientras que otros se mantienen con valores que están por encima de lo permitido.
- En esta investigación se realizó el monitoreo del agua de uso agrícola, en diferentes periodos del año hidrológico 2020-2021, según los protocolos establecidos mediante R.J. N°010-2016-ANA y las normas vigentes establecidas por el MINAM (Ley General del Ambiente, D.S N°004-2017), ANA (Ley de Recursos Hídricos, R.J. 056-2018) y los protocolos de monitoreo de agua del Laboratorio de Calidad Ambiental de la FCAM-UNASAM.

- En esta tesis se analizaron las muestras para evaluar el comportamiento de los parámetros, respecto al Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3 - Riego de Vegetales (D. S N° 004-2017 MINAM), las cuales se encontraron dentro de los límites establecidos, considerándose en su mayoría como “Aptas” para su uso en el riego, pero algunos como es el caso de la DBO, DQO y Aceites y Grasas en todos los PM durante el primer muestreo se consideraron “Aptas”, pero “Exceden” en los dos PM dentro de los últimos muestreos. Otros se clasificaron como “Requieren”, es el caso del OD que se encuentra debajo del valor mínimo y por ultimo parámetros que “Exceden” en todos los PM durante el monitoreo, como los Fenoles, Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo, Zinc y las Coliformes Termotolerantes que solo en el PM02 del M3 es considerada como “Apta” incrementando sus valores en mayoría durante la época de estiaje.
- Y, por último, en esta tesis se aplicó el método: Riverside del laboratorio de salinidad – USDA, para clasificar y describir la calidad de agua para riego según el nomograma basado en los parámetros de CE y la RAS, en la mayoría de los muestreos como “C2-S1” – Aguas de salinidad media, a excepción de los puntos PM01 en el M2, el PM02 del M3 y el PM01 no variando mucho durante las épocas de estiaje y avenida como “C1-S1” – Aguas de baja salinidad.

Y con la aplicación del método Ayers y Westcot: (FAO, 1985), se determinó la calidad de agua para riego en función a la Salinidad con grado de restricción de uso como “Ninguno” para todos los PM mejorando en la época de avenida, la Sodicidad presentó un grado de restricción de uso “Moderado” y respecto a la Toxicidad y otros efectos, resultó con el grado de restricción de uso clasificado como “Ninguno” para todos los PM modificándose en época de estiaje.

VIII. RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones, se recomienda:

- Tomar en cuenta los parámetros que se encuentran fuera de los rangos establecidos en la Categoría 3 de los ECA en esta investigación para aplicar medidas y/o técnicas simples y de bajo costo para su estabilización como la biorremediación, en la que se combinan los conocimientos ancestrales y científicos enfocados a que la concentración de metales disminuya y puedan ser considerados como “Aptos” para el riego (Tabla 67).
- Tomar en cuenta el riesgo a la sodicidad “Moderada” presente en todos los muestreos que podría afectar la estabilidad estructural del suelo. Los cultivos representativos sembrados en este tramo son tolerantes a esta agua, pero siempre y cuando el suelo cuente con buena permeabilidad, caso contrario sería necesario elegir otros cultivos como la lechuga, ají, habas, maíz, papa, apio, pepino, tomate, brócoli, repollo, vides, alfalfa, etc., evitando aquellas muy sensibles a las sales, esto previo a un tratamiento para el parámetro de las coliformes termotolerantes que podría ser nocivo para estos y directamente para la salud.
- Realizar estudios sobre suelo y planta en la zona con las mismas tecnologías de calidad para complementar la terna (agua-suelo-planta) asociándolas a esta investigación, así determinar a profundidad demás factores influyentes en el rendimiento, fitopatologías observadas, etc., e impulsar la toma de acciones necesarias de control por las entidades encargadas.
- Tomar esta investigación como parte de los datos para realizar una información consistente y confiable para determinar la línea de base, las proyecciones de medidas de recuperación y control de la calidad del agua, las cuales permitan a los diferentes niveles de gobierno tomar decisiones de forma informada para desarrollar planes de gestión de recursos hídricos y otros instrumentos de gestión hídrica.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Acosta, J., & Salvadori, J. (2017). “*Evaluación de la calidad de agua para riego mediante el empleo de criterios actualizados*”. (Tesis de fin de grado, Universidad Nacional de La Pampa). Retrieved <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/semiarida/article/view/5403>
- Bonet, C., & Ricardo, M. (2011). “*Calidad del agua de riego y su posible efecto en los rendimientos agrícolas en la Empresa de Cultivos Varios Sierra de Cubitas*”. 20(3), 19–23. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542011000300003
- Campos, A. (2018). “*Estudio de la calidad de agua para riego en el canal Norte-Km 26+652 Río Chira, frente a la alta incidencia de obstrucción de goteros en el fundo Montelima Valle del Chira parte alta*”. (Tesis de fin de grado, Universidad Nacional de Trujillo). Retrieved from <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9684>
- Castellón, J., Bernal, R., & Hernández, M. (2015). “Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala”. *Ingeniería*, 19(1), 39–50. Retrieved from <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/ojs/index.php/ingenieria/article/view/13>
- Castillo, N., & Botto, I. (2013). “Efecto del riego con aguas conteniendo arsénico sobre un cultivo de rúcula (*Eruca sativa* L.)”. *Augm Domus*, 5(I), 29–41. Retrieved from <https://revistas.unlp.edu.ar/domus/article/view/588>
- Chacón, M. (2016). *Análisis físico y químico de la calidad del agua* (Universida; USTA, Ed.). Retrieved from <https://elibro.net/es/ereader/uladech/68990>
- Colonia, E. (2015). “*Calidad de agua para riego en la microcuenca de la Quebrada Ampu – Centro poblado de Maya – Carhuaz -2015*”. (Tesis de fin de grado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo). Retrieved from <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1197>
- Córdova, M. (2017). “*Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero (ECA 3) en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba – Apurímac - 2016*”. (Tesis de fin de grado, Universidad Nacional de Cajamarca). Retrieved from http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1414/T016_46009403_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- FAO. (2015). “Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas”. Retrieved July 8, 2020, from <http://www.fao.org/3/w1309s/w1309s06.htm>
- García, Á. (2016). “*Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego (Segunda parte)*”. 9. Retrieved from [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/\\$FILE/Art 5.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf)
- García, H. (2015). “Calidad del agua con fines de riego”. *Revista Digital de Medio Ambiente “Ojeando La Agenda,”* 1, 12. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5362999.pdf>
- Guerrero, P. (2019). “*Calidad de agua de uso agrícola en la cuenca media del río Jequetepeque, Perú*”. (Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Retrieved [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11157#:~:text=La calidad bacteriológica%2C en la,1000 NMP%2F100 ml\).](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11157#:~:text=La%20calidad%20bacteriol%C3%B3gica%20en%20la,1000%20NMP%20F100%20ml))

- Heredia, O. (2017). “Capítulo 6. El agua de Riego: Criterios de Interpretación. Efectos sobre el suelo y la producción”. Retrieved from <https://docplayer.es/21262743-Capitulo-6-el-agua-de-riego-criterios-de-interpretacion-efectos-sobre-el-suelo-y-la-produccion-ing-agr-msc-olga-susana-heredia.html>
- Herrera, C., & Terrones, A. (2015). “Calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje y riesgo por el uso directo en riego agrícola”. (Tesis de fin de grado, Universidad Nacional del Callao). Retrieved from http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1480/Alexander_Tesis_titulo_profesional_2015.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Méndez, F., & González, J. (2016). “Evaluación de la calidad del agua de riego usada en los cultivos de arroz de la zona alta de la meseta de la ciudad de Ibagué (Tolima, Colombia)”. *Tumbaga*, 1(4), 73–84. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3631988.pdf>
- Meza, V. (2016). “Calidad Del Recurso Hidrico De La Subcuenca Del Rio Lampa - Huancayo”. (Tesis de fin de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú). Retrieved from <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3472>
- MINAM. (2015). “Estándares de Calidad Ambiental de Agua, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.” Retrieved July 20, 2020, from Ministerio de Salud de Peru website: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO_DE_USO_3.pdf
- MINAM. (2017). *DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, de 7 de Junio de 2017*. Retrieved from <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2009). “Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales”. *Manual Para Municipios Ecoeficientes*, (511), 179. Retrieved from <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39054>
- Ongley, E., & FAO. (1997). “Capítulo 1 - Contaminación agrícola de los recursos hídricos”. Retrieved June 11, 2020, from FAO Riego y Drenaje website: http://www.fao.org/3/w2598s/w2598s03.htm#capítulo_1_contaminación_agrícola_de_los_recurso_hídricos
- Pérez, J. (2012). “Manual para determinar la calidad del agua para riego”. *Academia*, 41. Retrieved from https://www.academia.edu/24538762/universidad_veracruzana_ingeniero_agronomo_trabajo_de_experiencia_recepcional_p_r_e_s_e_n_ta_facultad_de_ciencias_agricolas_campus_xalapa_manual_para_determinar_la_calidad_del_agua_para_riego_agrícola
- Pinto, P. M. (2018). “Calidad de agua superficial en el río Chili-en los sectores Sachaca, Jacobo Hunter, Tiabaya y Uchumayo para uso de riego de vegetales y bebida de animales en la provincia de Arequipa”. Tesis de fin de grado, Universidad Nacional Agustín/<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6160/AMpipama.pdf?squence=1&isAllowed=y>
- Pocoy, Y. (2015). “Calidad del agua para riego en el centro de investigación y producción agrícola (CIPA) Cañasbamba -2015”. (Tesis de fin de grado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo). Retrieved from <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1194>

- Quinteros, J., Gómez, J., Solano, M., Llumiquinga, G., Burgos, C., & Carrera-Villacrés, D. (2019). "Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Togllahuayco". *Siembra*, 6(2), 046–057. <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i2.1641>
- Ramirez, A. (2015). "*Estudio de la calidad del agua de riego del Rio Quillcay con fines de riego ddurante el año 2014*" (Tesis de maestría, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo). Retrieved from http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2586/T033_31603329_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramirez, J. (2017). "Temperatura del agua para riego". Retrieved July 19, 2020, from El laboratorio de TodoGorowled website: <http://laboratorio.todogrowled.com/temperatura-agua-de-riego>
- Rivera, J. (2018). "Anejo N°9 Calidad del agua de riego". Retrieved July 20, 2020, from Municipalidad Santa Cruz de los Cañamos website: https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/PedroJoseDeLosAngeles/02i_Analisis_Agua.pdf
- Romero, A., Flores, S., & Pacheco, W. (2010). "*Estudio de la calidad de agua de la cuenca del río Santa*". (Vol. 13). Retrieved from %22Estudio de la calidad de agua de la cuenca del río Santa%22.
- Ruiz, S. (2018). "La Dureza del Agua y su Importancia en el Riego por Goteo." Retrieved July 19, 2020, from Intagri website: <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/la-dureza-del-agua-y-su-importancia-en-el-riego-por-goteo>
- Salaverry, F. M. (2014). "*Efecto de veinte niveles de salinidad del agua de riego en los indicadores agronómicos del cultivo de acelga en la cosecha*" (Tesis de fin de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1882/F06.S343-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sanchez, O. (2018). ¿Qué es el pH del agua? Retrieved July 8, 2020, from <https://purewater.com.co/que-es-el-ph-del-agua/>
- Tartabull, T., & Betancourt, C. (2016). *La calidad del agua para el riego. Principales indicadores de medida y procesos que la impactan*. (December 2017), 16. Retrieved https://www.researchgate.net/publication/321951119_La_calidad_del_agua_para_el_riego_Principales_indicadores_de_medida_y_procesos_que_la_impactan_Water_quality_for_irrigation_water_main_measurement_indictors_and_processes_that_affect_the_m
- Toasa, L. F. (2012). "*Validacion de los metodos de ensayo para fenoles, tensoactivos, solidos suspendidos y total de solidos disueltos (TDS)*". (Quito: UCE). Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/894>

ANEXOS

Anexo 01. Ficha de registro de datos de campo del monitoreo.



UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAO ANTUNEZ DE MAYOLO" ESCUELA: INGENIERÍA AGRÍCOLA
 TÍTULO DE LA TESIS: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA USO AGRÍCOLA EN EL CANAL CHANCARMAYO, ANCASH, 2020 - 2021.
 TESISISTA: BACH. CATHIA CAROLINA PÉREZ VALVERDE
 ASESOR: ING. JAVIER ALBERTO COTOS VERA


MUESTREO N°01
FECHA: 22/10/2020

DATOS GENERALES:
PUNTO P1: CANAL CHANCARMAYO -CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO SANTA, KM0+00
 PARTE BAJA DEL BARRIO HUACHENCA - DISTRITO DE JANGAS, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH.

ZONA: 18S
ALTURA: 2832.34 msnm

COORDENADAS UTM WGS84
NORTE: 8958801.753
ESTE: 217615.546

FOTOGRAFIA N°01




ESTIMACIÓN DEL CAUDAL
MÉTODO DEL FLOTADOR

Tiempo	Segundos
T1	11.06
T2	11.7
T3	11.02
T4	10.85
T1	11.25
T promedio	11.176

$Q = Fc * A * (L/T)$

Fc (canal en tierra, profundidad >15cm) = **0.7**

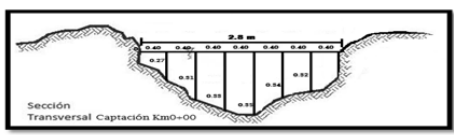
L (Longitud entre el punto A y B en m) = **10**



Fuente: Manual N°5 Medicion del agua - MINAGRI

Espacios	Metros	Profundidad	Cantidad (m)	Area Parcial
e0	0	h0	0	0
e1	0.4	h1	0.27	0.116
e2	0.4	h2	0.31	0.128
e3	0.4	h3	0.33	0.136
e4	0.4	h4	0.35	0.138
e5	0.4	h5	0.34	0.132
e6	0.4	h6	0.32	0.064
e7	0.4	h7	0	0
Area total (m2)				0.714

$Q = 0.4472083 \text{ m}^3/\text{s}$
 $= 447.208304 \text{ l/s}$




Sección Transversal Captación Km0+00

PUNTO P2: KM 6+00 DEL CANAL CHANCARMAYO
 PARTE BAJA DEL CC.PP TRIGOPAMPA, DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH.

ZONA: 18S
ALTURA: 2802.11 msnm

COORDENADAS UTM WGS84
NORTE: 8963617.772
ESTE: 214844.285

FOTOGRAFIA N°02



ESTIMACIÓN DEL CAUDAL
MÉTODO DEL FLOTADOR


Tiempo	Segundos
T1	16.7
T2	16.89
T3	16.85
T4	16.55
T1	16.62
T promedio	16.722

$Q = Fc * A * (L/T)$

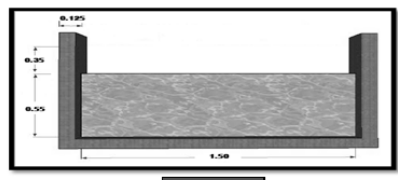
Fc (canal revestido en concreto >15cm) = **0.8**

L (Longitud entre el punto A y B en m) = **10**

A - Area hidraulica (m2) = **0.825**



Fuente: Manual N°5 Medicion del agua - MINAGRI



b = 1.5
a = 0.55

$Q = 0.39468963 \text{ m}^3/\text{s}$
 $= 394.68963 \text{ l/s}$



UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO" ESCUELA: INGENIERÍA AGRÍCOLA
 TÍTULO DE LA TESIS: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA USO AGRÍCOLA EN EL CANAL CHANCARMAYO, ANCASH, 2020 - 2021.
 TESISISTA: BACH. CATHIA CAROLINA PÉREZ VALVERDE
 ASESOR: ING. JAVIER ALBERTO COTOS VERA

MUESTREO N°02
 FECHA: 30/12/2020

DATOS GENERALES:

PUNTO P1 CANAL CHANCARMAYO -CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO SANTA, KM0+00
 PARTE BAJA DEL BARRIO HUACHENCA - DISTRITO DE JANGAS, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH.

ZONA: 18S
ALTURA: 2832.34 msnm

COORDENADAS UTM WGS84

NORTE: 8958861.753
ESTE: 217815.546

FOTOGRAFIA N°01



ESTIMACIÓN DEL CAUDAL

MÉTODO DEL FLOTADOR

Tiempo	Segundos
T1	7.9
T2	7.18
T3	7.1
T4	6.98
T5	7.12
T promedio	7.256

$$Q = Fc * A * (L/T)$$

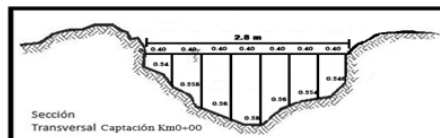


Fuente: Manual N°5 Medición del agua - MINAGRI

Fc (canal en tierra, profundidad >15cm) = 0.7

L (Longitud entre el punto A y B en m) = 10

Espacios	Metros	Profundidad	Cantidad (m)	Area Parcial
e0	0	h0	0	0
e1	0.4	h1	0.34	0.1396
e2	0.4	h2	0.358	0.1436
e3	0.4	h3	0.36	0.148
e4	0.4	h4	0.38	0.148
e5	0.4	h5	0.36	0.1428
e6	0.4	h6	0.354	0.14
e7	0.4	h7	0.346	0.0692
Area total (m2)				0.9312



$$Q = 0.8983462 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 898.346196 \text{ l/s}$$

PUNTO P2 KM 6+00 DEL CANAL CHANCARMAYO
 PARTE BAJA DEL CC.PP TRIGOPAMPA, DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH.

ZONA: 18S
ALTURA: 2802.11 msnm

COORDENADAS UTM WGS84

NORTE: 8963617.772
ESTE: 214844.285

FOTOGRAFIA N°02



ESTIMACIÓN DEL CAUDAL

MÉTODO DEL FLOTADOR

Tiempo	Segundos
T1	13.68
T2	13.33
T3	12.95
T4	13.12
T5	13.18
T promedio	13.252

$$Q = Fc * A * (L/T)$$

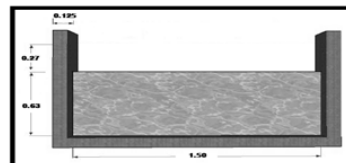


Fuente: Manual N°5 Medición del agua - MINAGRI

Fc (canal revestido en concreto >15cm) = 0.8

L (Longitud entre el punto A y B en m) = 10

A - Area hidraulica (m2) = 0.945



$$b = 1.50$$

$$a = 0.63$$

$$Q = 0.57047993 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 570.479928 \text{ l/s}$$



UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO" ESCUELA: INGENIERÍA AGRÍCOLA
 TÍTULO DE LA TESIS: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA USO AGRÍCOLA EN EL CANAL CHANCARMAYO, ANCASH, 2020 - 2021.
 TESISISTA: BACH. CATHIA CAROLINA PÉREZ VALVERDE
 ASESOR: ING. JAVIER ALBERTO COTOS VERA

MUESTREO N°03
 FECHA: 22/03/2021

DATOS GENERALES:

PUNTO P1 CANAL CHANCARMAYO -CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO SANTA, KM0+00
 PARTE BAJA DEL BARRIO HUACHENCA - DISTRITO DE JANGAS, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH.

ZONA: 18S
 ALTURA: 2857.91 msnm

COORDENADAS UTM WGS84
 NORTE: 8958986.934
 ESTE: 217004.027

FOTOGRAFIA N°01



ESTIMACIÓN DEL CAUDAL

MÉTODO DEL FLOTADOR

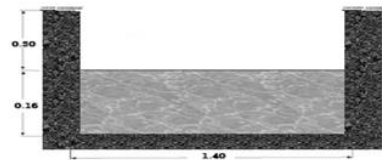
Tiempo	Segundos
T1	7.42
T2	7.24
T3	7.63
T4	7.29
T1	6.83
T promedio	7.282

$$Q = Fc * A * (L/T)$$



Fuente: Manual N°5 Medicion del agua - MINAGRI

Fc (canal en tierra, profundidad >15cm) = 0.7
 L (Longitud entre el punto A y B en m) = 10
 A - Area hidraulica (m2) = 0.224



b = 1.4
 a = 0.16

$$Q = 0.21532546 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 215.32546 \text{ l/s}$$

Nota: En este muestreo se tuvo que modificar el punto de muestreo PM01 debido a que el comité de riego encargado desvía el curso del agua en época de fuertes precipitaciones para evitar el desborde de las aguas en el canal e inundaciones de los terrenos agrícolas, por criterio se optó por tomar la muestra metros mas adelante (coordenadas arriba) para determinar la calidad del agua que está ingresando al canal.

PUNTO P2 KM 6+00 DEL CANAL CHANCARMAYO
 PARTE BAJA DEL CC.PP TRIGOPAMPA, DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH.

ZONA: 18S
 ALTURA: 2802.11 msnm

COORDENADAS UTM WGS84
 NORTE: 8963617.772
 ESTE: 214844.285

FOTOGRAFIA N°02



ESTIMACIÓN DEL CAUDAL

MÉTODO DEL FLOTADOR

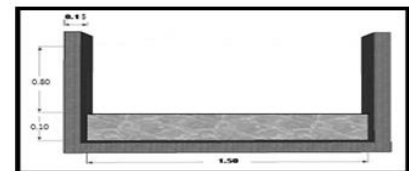
Tiempo	Segundos
T1	35.37
T2	35.29
T3	36.05
T4	35.82
T1	35.78
T promedio	35.662

$$Q = Fc * A * (L/T)$$



Fuente: Manual N°5 Medicion del agua - MINAGRI

Fc (canal revestido en concreto >15cm) = 0.8
 L (Longitud entre el punto A y B en m) = 10
 A - Area hidraulica (m2) = 0.15



b = 1.5
 a = 0.1

$$Q = 0.03364926 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 33.6492625 \text{ l/s}$$

Nota: El caudal del punto PM02 en el km6+00 disminuye debido a lo mencionado anteriormente, la poca cantidad de agua que ingresa es aprovechada por algunos pobladores dejando el canal con una mínima fracción, pero suficiente para poder extraer una muestra y realizar el análisis de su calidad.

MUESTREO N°04
 FECHA: 19/07/2021

DATOS GENERALES:

PUNTO P1 CANAL CHANCARMAYO -CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DEL RIO SANTA, KM0+00
 PARTE BAJA DEL BARRIO HUACHENCA - DISTRITO DE JANGAS, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH.

ZONA: 18S
ALTURA: 2832.34 msnm

COORDENADAS UTM WGS84
NORTE: 8958881.753
ESTE: 217815.546

FOTOGRAFIA N°01



ESTIMACIÓN DEL CAUDAL

MÉTODO DEL FLOTADOR

Tiempo	Segundos
T1	16.5
T2	17.36
T3	16.62
T4	15.87
T1	16.25
T promedio	16.518

$$Q = Fc * A * (L/T)$$

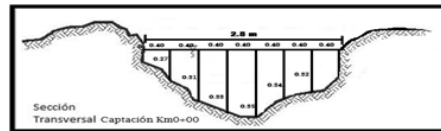


Fuente: Manual N°5 Medicion del agua - MINAGRI

Fc (canal en tierra, profundidad >15cm) = 0.7

L (Longitud entre el punto A y B en m) = 10

Espacios	Metros	Profundidad	Cantidad (m)	Area Parcial
e0	0	h0	0	0
e1	0.4	h1	0.24	0.1
e2	0.4	h2	0.26	0.114
e3	0.4	h3	0.31	0.128
e4	0.4	h4	0.33	0.122
e5	0.4	h5	0.28	0.108
e6	0.4	h6	0.26	0.052
e7	0.4	h7	0	0
Area total (m2)				0.624



$$Q = 0.26443879 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 264.438794 \text{ l/s}$$

PUNTO P2 KM 6+00 DEL CANAL CHANCARMAYO
 PARTE BAJA DEL CC.PP TRIGOPAMPA, DISTRITO DE YUNGAR, PROVINCIA DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH.

ZONA: 18S
ALTURA: 2802.11 msnm

COORDENADAS UTM WGS84
NORTE: 8963817.772
ESTE: 214844.285

FOTOGRAFIA N°02



ESTIMACIÓN DEL CAUDAL

MÉTODO DEL FLOTADOR

Tiempo	Segundos
T1	47.28
T2	50.26
T3	47.95
T4	51.6
T1	50.46
T promedio	49.508

$$Q = Fc * A * (L/T)$$

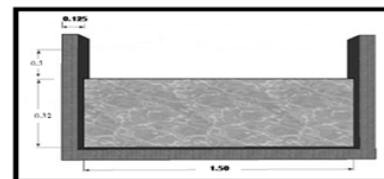


Fuente: Manual N°5 Medicion del agua - MINAGRI

Fc (canal revestido en concreto >15cm) = 0.8

L (Longitud entre el punto A y B en m) = 10

A - Area hidraulica (m2) = 0.48



$$b = 1.5$$

$$a = 0.32$$

$$Q = 0.07756322 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 77.5632221 \text{ l/s}$$

Anexo 02. Informes de laboratorio de Calidad Ambiental – FCAM

UNASAM 2020 -2021



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



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG200239

CLIENTE Razón Social : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA EN EL CANAL CHANCARMAYO, ANCASH, 2020 - 2021
Dirección : Jangas - Yungar - Ancash
Atención : Cathia Carolina Pérez Valverde

MUESTRA Producto declarado : Agua de Canal
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Canal Chancarmayo, Distrito de Jangas KM 0+00 (Captación)
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC200099

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 22 Octubre/2020
Fecha de análisis : 22 de Octubre al 29 de Octubre/2020
Cotización N° : CO200327

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 01
					Fecha de muestreo	22/10/2020
					Hora de muestreo	10:37
					Código del Laboratorio	AG200239
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ01	Aceites y Grasas	mg/l	APHA 5520 B (*)	1		< 1
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO ₃ ⁻	APHA 2320 B (*)	1		60
FQ05	Carbonatos	mg/l CO ₃ ²⁻	APHA 2320 B (*)	1		< 1
FQ08	Cianuro Wad	mg/l CN ⁻	Acido barbitúrico-píridinocarboxílico (*)	0.002		0.020
FQ10	Cloruros	mg/l Cl ⁻	APHA 4500-CF B (*)	1.00		19.00
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		2.7
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		259
FQ18	Fenol	mg/l Fenol	MBTH (*)	0.10		0.57
FQ19	Fluoruros	mg/l F	Alizarine complexone (*)	0.10		0.10
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B -Versión 2017 (*)	.....		7.07
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		180
FQ33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ⁻²	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	1.0		60.3
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		19.1
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO ₅	APHA 5210 B (*)	1		7
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25		32
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01		7.85
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral (*)	1.0		2.2
NU05	Nitritos	mg/l NO ₂ ⁻	Reacción Griess (*)	0.007		0.01
MT	METALES TOTALES					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		0.25
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		0.050
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		295
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		0.41
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.170
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétone de Michler (*)	0.025		0.031
MT22	Níquel total	mg/l Ni	Dimetilgloxina (*)	0.02		0.035
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.065
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		0.37
MT33	Cromo VI	mg/l Cr ⁶⁺	Difenilcarbazida (*)	0.010		0.025
MT31	Aluminio total	mg/l Al	Cromozurol S (*)	0.020		0.42

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

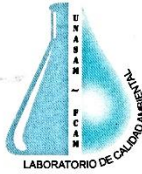


MSc. Quím. Mario Leyva Coillas
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604

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

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754
E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 2



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



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG200239

ANÁLISIS PARASITOLÓGICO				
AP	Huevos de Helmintos	Huevos/l	APHA 9810B : EPA 1623 (*)	Ausencia
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS			
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C (*)	2
				24000

(*) 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, 23 rd. Edition-2017

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 29 de Octubre de 2020

"Fin del Informe de Ensayo"



Mario Leyva Collas
MSc. Quím. Mario Leyva Collas
Administrador de 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

FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754

E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 2 de 2





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



INFORME DE ENSAYO AG200240

CLIENTE Razón Social : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA EN EL CANAL CHANCARMAYO, ANCASH, 2020 - 2021
Dirección : Jangas - Yungar - Ancash
Atención : Cathia Carolina Pérez Valverde

MUESTRA Producto declarado : Agua de Canal
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Canal Chancarmayo, Distrito de Yungar KM 6+00 (Punto Final de estudio)
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC200099

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 22 Octubre/2020
Fecha de análisis : 22 de Octubre al 29 de Octubre/2020
Cotización N° : CO200327

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 02
					Fecha de muestreo ¹	22/10/2020
					Hora de muestreo ¹	11:00
					Código del Laboratorio	AG200240
FQ ANALISIS FISICOQUIMICOS						
FQ01	Aceites y Grasas	mg/l	APHA 5520 B (*)	1		< 1
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO ₃	APHA 2320 B (*)	1		66
FQ05	Carbonatos	mg/l CO ₃	APHA 2320 B (*)	1		< 1
FQ08	Cianuro Wad	mg/l CN ⁻	Acido barbitúrico-píridilcarboxílico (*)	0.002		0.018
FQ10	Cloruros	mg/l Cl ⁻	APHA 4500-Cl B (*)	1.00		17.00
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		3.4
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	uS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		264
FQ18	Fenol	mg/l Fenol	MBTH (*)	0.10		0.78
FQ19	Fluoruros	mg/l F	Alizarine complexone (*)	0.10		0.13
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B -Versión 2017 (*)	.....		7.15
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		165
FQ33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ⁻²	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	1.0		61.2
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		18.1
CB ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO						
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO ₅	APHA 5210 B (*)	1		5
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25		26
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O-G (*)	0.01		7.54
NU ANALISIS DE NUTRIENTES						
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral (*)	1.0		3
NU05	Nitritos	mg/l NO ₂ ⁻	Reacción Griess (*)	0.007		0.01
MT METALES TOTALES						
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		0.38
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		0.048
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		329
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		0.29
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.200
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétone de Michler (*)	0.025		0.029
MT22	Niquel total	mg/l Ni	Dimetilgloxina (*)	0.02		0.031
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.060
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		0.21
MT33	Cromo VI	mg/l Cr ⁶⁺	Difenilcarbazida (*)	0.010		0.018
MT31	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.53

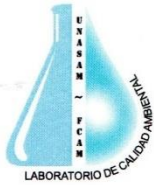
(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA



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

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





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



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG200240

AP	ANÁLISIS PARASITOLÓGICO				
AP15	Huevos de Helmintos	Huevos/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia	Ausencia
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS				
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C (*)	2	24000

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

† Datos proporcionados por el cliente

‡ Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 29 de Octubre de 2020



"Fin del Informe de Ensayo"

Mario Leyva Collas
MSc. Quím. Mario Leyva Collas
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
FOAM - 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"
FI-001/ Versión: 01/F.E: 22-03-10 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754
E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 2 de 2





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



INFORME DE ENSAYO AG202329

CLIENTE Razón Social : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA EN EL CANAL CHANCARMAYO, ANCASH, 2020 - 2021
Dirección : Jangas - Yungar - Ancash
Atención : Cathia Carolina Pérez Valverde

MUESTRA Producto declarado : Agua de Canal
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Canal Chancarmayo, Distrito de Jangas KM 0+00 (Captación)
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC202190

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 30 Diciembre/2020
Fecha de análisis : 30 de Diciembre/2020 al 07 de Enero/2021
Cotización N° : CO200327

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 01
					Fecha de muestreo ¹	30/12/2020
					Hora de muestreo ¹	10:12
					Código del Laboratorio	AG202329
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ01	Aceites y Grasas	mg/l	APHA 5520 B (*)	1		4
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO ₃ ⁻	APHA 2320 B (*)	1		24.17
FQ05	Carbonatos	mg/l CO ₃ ²⁻	APHA 2320 B (*)	1		< 1
FQ08	Cianuro Wad	mg/l CN ⁻	Acido barbitúrico-piridincarboxílico (*)	0.002		0.015
FQ10	Cloruros	mg/l Cl ⁻	APHA 4500-Cl ⁻ B (*)	1.00		25.15
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		2.3
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		270
FQ18	Fenol	mg/l Fenol	MBTH (*)	0.10		0.31
FQ19	Fluoruros	mg/l F ⁻	Alizarine complexone (*)	0.10		0.10
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B -Versión 2017 (*)	.....		7.13
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		210
FQ33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ²⁻	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	1.0		65.58
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		22.2
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO ₅	APHA 5210 B (*)	1		32
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25		51
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O-G (*)	0.01		5.24
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral (*)	1.0		1.70
NU05	Nitritos	mg/l NO ₂ ⁻	Reacción Griess (*)	0.007		0.010
MT	METALES TOTALES					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		0.22
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cation (*)	0.002		0.031
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		19.0
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		0.36
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.086
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétones de Michler (*)	0.025		0.028
MT22	Níquel total	mg/l Ni	Dimetilgloxina (*)	0.02		0.032
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.062
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		0.352
MT33	Cromo VI	mg/l Cr ^{VI}	Difenilcarbazida (*)	0.010		0.022
MT31	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.37

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



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

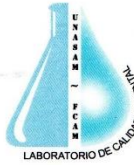
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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

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

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash, Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754
E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 2



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



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG202329

ANÁLISIS PARASITOLÓGICO				
AP15	Huevos de Helmintos	Huevos/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia Ausencia
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS			
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C (*)	2 16000

(*) 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, 23 rd. Edition-2017

NOTA:
 I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:
 a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 07 de Enero de 2021

"Fin del Informe de Ensayo"



Msc. Quím. Mario Leyva Colles
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604



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

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 2 de 2





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



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG202330

CLIENTE Razón Social : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA EN EL CANAL
CHANCARMAYO, ANCASH, 2020 - 2021
Dirección : Jangas - Yungar - Ancash
Atención : Cathia Carolina Pérez Valverde

MUESTRA Producto declarado : Agua de Canal
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Canal Chancarmayo, Distrito de Yungar KM 6+00 (Punto Final de estudio)
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC202190

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 30 Diciembre/2020
Fecha de análisis : 30 de Diciembre/2020 al 07 de Enero/2021
Cotización N° : CO200327

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 02
					Fecha de muestreo ¹	30/12/2020
					Hora de muestreo ¹	11:22
					Código del Laboratorio	AG202330
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ01	Aceltes y Grasas	mg/l	APHA 5520 B (*)	1		3
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO ₃ ⁻	APHA 2320 B (*)	1		35.16
FQ05	Carbonatos	mg/l CO ₃ ²⁻	APHA 2320 B (*)	1		< 1
FQ08	Cianuro Wad	mg/l CN ⁻	Ácido barbitúrico-piridincarbonílico (*)	0.002		0.012
FQ10	Cloruros	mg/l Cl ⁻	APHA 4500-Cl B (*)	1.00		32.45
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		4.4
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		273
FQ18	Fenol	mg/l Fenol	MBTH (*)	0.10		0.49
FQ19	Fluoruros	mg/l F	Alizarine complexone (*)	0.10		0.13
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B -Versión 2017 (*)	.....		7.28
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		241
FQ33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ²⁻	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	1.0		58.65
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		20.0
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO ₅	APHA 5210 B (*)	1		41
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25		69
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01		3.85
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral (*)	1.0		2.40
NU05	Nitritos	mg/l NO ₂ ⁻	Reacción Griess (*)	0.007		0.010
MT	METALES TOTALES					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		0.26
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		0.025
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		17.0
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		0.26
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.094
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétoxe de Michler (*)	0.025		0.027
MT22	Niquel total	mg/l Ni	Dimetilgloxina (*)	0.02		0.027
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.058
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		0.192
MT33	Cromo VI	mg/l Cr ⁶⁺	Difenilcarbazida (*)	0.010		0.018
MT31	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.48

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



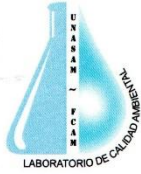
Msc. Quiñ. Mario Leyva Collas
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604

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

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754
E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 2



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



INFORME DE ENSAYO AG202330

ANÁLISIS PARASITOLÓGICO				
AP15	Huevos de Helmintos	Huevos/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia Ausencia
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS			
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C (*)	2 2500

(*) 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, 23 rd. Edition-2017

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 07 de Enero de 2021



Fin del Informe de Ensayo
 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FOAM - UNASAM
 CQP N° 604



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

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

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





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



INFORME DE ENSAYO AG210052

CLIENTE Razón Social : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA EN EL CANAL CHANCARMAYO, ANCASH 2020 - 2021
Dirección : Jangas - Yungar - Ancash
Atención : Cathia Carolina Perez Valverde

MUESTRA Producto declarado : Agua de Canal
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Captación de Canal Chancarmayo KM 0+00 Distrito de Jangas
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210025

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 22 de Marzo /2021
Fecha de análisis : 22 de Marzo - 29 de Marzo/ 2021
Cotización N° : CO200327

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 01
					Fecha de muestreo ¹	22/03/2021
					Hora de muestreo ¹	10:44
					Código del Laboratorio	AG210052
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ01	Aceites y Grasas	mg/l	APHA 5520 B (*)	1		11
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO ₃ ⁻	APHA 2320 B (*)	1		8.51
FQ05	Carbonatos	mg/l CO ₃ ⁻	APHA 2320 B (*)	1		< 1
FQ08	Cianuro Wad	mg/l CN ⁻	Acido barbitúrico-píridinocarboxílico (*)	0.002		0.010
FQ10	Cloruros	mg/l Cl ⁻	APHA 4500-Cf B (*)	1.00		41.47
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		2.8
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		272
FQ18	Fenol	mg/l Fenol	MBTH (*)	0.10		0.26
FQ19	Fluoruros	mg/l F	Alizarine complexone (*)	0.10		< 0.10
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2017 (*)	.....		7.53
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		156
FQ33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ⁻²	Bario sulfatto, turbidimétrico (*)	1.0		31.60
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		17.2
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO ₅	APHA 5210 B (*)	1		97
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25		106
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01		2.36
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral (*)	1.0		1.40
NU05	Nitritos	mg/l NO ₂ ⁻	Reacción Griess (*)	0.007		0.010
MT	METALES TOTALES					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		0.150
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		0.010
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		180
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		0.348
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.027
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétone de Michler (*)	0.025		0.028
MT22	Niquel total	mg/l Ni	Dimetilgloxina (*)	0.02		0.030
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.048
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		0.120
MT33	Cromo VI	mg/l Cr ⁶⁺	Difenilcarbazida (*)	0.010		0.015
MT31	Aluminio	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.20

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



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

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

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 840020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754
E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 2



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



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG210052

AP	ANALISIS PARASITOLÓGICO				
AP15	Huevos de Helmintos	Huevos/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia	Ausencia
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS				
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C (*)	2	11000

(*) 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, 23 rd. Edition-2017

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 29 de Marzo de 2021



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



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

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

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

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754
E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 2 de 2



INFORME DE ENSAYO AG210053

CLIENTE Razón Social : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA EN EL CANAL
CHANCARMAYO, ANCASH 2020 - 2021

Dirección : Jangas - Yungar - Ancash
Atención : Cathia Carolina Perez Valverde

MUESTRA Producto declarado : Agua de Canal
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Captación de Canal Chancarmayo KM 0+00 Distrito de Jangas
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210025

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 22 de Marzo /2021
Fecha de análisis : 22 de Marzo - 29 de Marzo/ 2021
Cotización N° : CO200327

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 02
					Fecha de muestreo ¹	22/03/2021
					Hora de muestreo ¹	09:22
					Código del Laboratorio	AG210053
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ01	Aceites y Grasas	mg/l	APHA 5520 B (*)	1		6
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO ₃ ⁻	APHA 2320 B (*)	1		15.86
FQ05	Carbonatos	mg/l CO ₃ ²⁻	APHA 2320 B (*)	1		< 1
FQ08	Cianuro Wad	mg/l CN ⁻	Acido barbitúrico-píridinocarboxílico (*)	0.002		0.010
FQ10	Cloruros	mg/l Cl ⁻	APHA 4500-Cl ⁻ B (*)	1.00		42.52
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		3.6
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		283.5
FQ18	Fenol	mg/l Fenol ⁰	MBTH (*)	0.10		0.29
FQ19	Fluoruros	mg/l F ⁻	Alizarine complexone (*)	0.10		< 0.10
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B -Versión 2017 (*)	.....		7.61
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		140
FQ33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ²⁻	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	1.0		38.60
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		16
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO ₅	APHA 5210 B (*)	1		100
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25		109
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01		2.0
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral (*)	1.0		1.82
NU05	Nitritos	mg/l NO ₂ ⁻	Reacción Griess (*)	0.007		0.010
MT	METALES TOTALES					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		0.20
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cation (*)	0.002		0.008
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		220
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		0.255
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.012
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétoe de Michler (*)	0.025		0.026
MT22	Niquel total	mg/l Ni	Dimetilgioxina (*)	0.02		0.026
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.042
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		0.107
MT33	Cromo VI	mg/l Cr ⁶⁺	Difenilcarbazida (*)	0.010		0.013
MT31	Aluminio	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.30

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

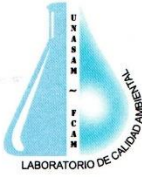


MSc. Quím. Mario Leyva Collas
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
FICAM - UNASAM
CQP N° 604

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

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

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



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



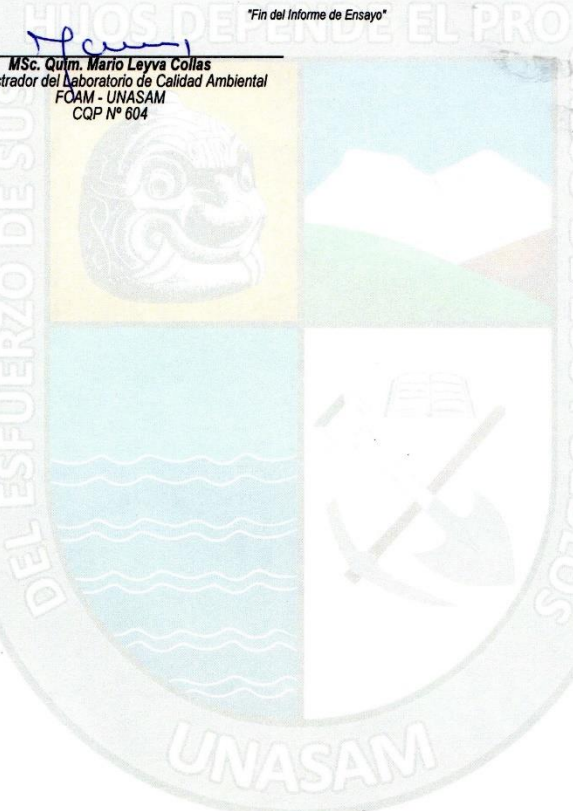
INFORME DE ENSAYO AG210053

ANÁLISIS PARASITOLÓGICO				
AP15	Huevos de Helmintos	Huevos ¹	APHA 9810B - EPA 1623 (*)	Ausencia
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS			
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C (*)	2
				430

(*) 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, 23 rd. Edition-2017

NOTA:
 I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:
 a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 29 de Marzo de 2021



"Fin del Informe de Ensayo"

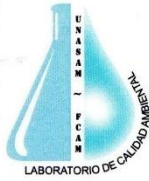
Mario Leyva Collas
MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FOAM - UNASAM
 CQP N° 604

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. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754
 E-mail: labfcaam@hotmail.com

Página 2 de 2





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



INFORME DE ENSAYO AG220012

CLIENTE Razón Social : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA EN EL CANAL
CHANCARMAYO, ANCASH 2020 - 2021
Dirección : Jangas - Yungar - Ancash
Atención : Cathia Carolina Perez Valverde

MUESTRA Producto declarado : Agua de Canal
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Captación de Canal Chancarmayo KM 0+00 Distrito de Jangas
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220520

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 19 de Julio/2021
Fecha de análisis : 19 de Julio - 26 de Julio/ 2021
Cotización N° : CO200327

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 01
					Fecha de muestreo 1	19/07/2021
					Hora de muestreo 1	09:14
					Código del Laboratorio	AG210052
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ01	Aceites y Grasas	mg/l	APHA 5520 B (*)	1		8
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO ₃	APHA 2320 B (*)	1		87.3
FQ05	Carbonatos	mg/l CO ₃	APHA 2320 B (*)	1		< 1
FQ08	Cianuro Wad	mg/l CN ⁻	Acido barbitúrico-piridilincarbonico (*)	0.002		0.018
FQ10	Cloruros	mg/l Cl ⁻	APHA 4500-CF B (*)	1.00		38.42
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		2.2
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		236
FQ18	Fenol	mg/l Fenol	MBTH (*)	0.10		0.52
FQ19	Fluoruros	mg/l F	Alizarine complexone (*)	0.10		0.10
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B-Versión 2017 (*)	.....		6.52
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		120
FQ33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ⁻²	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	1.0		52.60
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		19.4
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO ₅	APHA 5210 B (*)	1		100
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25		112
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01		4.50
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral (*)	1.0		1.50
NU05	Nitritos	mg/l NO ₂ ⁻	Reacción Griess (*)	0.007		0.010
MT	METALES TOTALES					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.20		0.200
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		0.015
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		180
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		0.352
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.027
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétons de Michler (*)	0.025		0.035
MT22	Niquel total	mg/l Ni	Dimetilgloxina (*)	0.02		0.038
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.070
MT32	Zinc total	mg/l Zn	CI-PAN (*)	0.05		0.225
MT33	Cromo VI	mg/l Cr ⁺⁶	Difenilcarbazida (*)	0.010		0.030
MT31	Aluminio	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.28

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



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

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

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

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

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
FI-001/Versión: 01/F.E: 22-03-10 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754
E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 2



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



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG220012

ANÁLISIS PARASITOLÓGICO				
AP15	Huevos de Helmintos	Huevos/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia
CM	INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS			
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C (*)	2
				20000

(*) 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, 23 rd. Edition-2017

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 26 de julio de 2021

"Fin del Informe de Ensayo"



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



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

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

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

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754
E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 2 de 2



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



Registro N° LE - 065

INFORME DE ENSAYO AG220013

CLIENTE Razón Social : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA EN EL CANAL CHANCARMAYO, ANCASH 2020 - 2021
Dirección : Jangas - Yungar - Ancash
Atención : Cathia Carolina Perez Valverde

MUESTRA Producto declarado : Agua de Canal
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : Captación de Canal Chancarmayo KM 0+00 Distrito de Jangas
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC220520

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

LABORATORIO Fecha de recepción : 19 de Julio/2021
Fecha de análisis : 19 de Julio - 26 de Julio/ 2021
Cotización N° : CO200327

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	PM - 02
					Fecha de muestreo ¹	19/07/2021
					Hora de muestreo ¹	10:02
					Código del Laboratorio	AG220013
FQ	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
FQ01	Aceites y Grasas	mg/l	APHA 5520 B (*)	1		10
FQ04	Bicarbonatos	mg/l HCO ₃ ⁻	APHA 2320 B (*)	1		125.6
FQ05	Carbonatos	mg/l CO ₃ ²⁻	APHA 2320 B (*)	1		< 1
FQ08	Cianuro Wad	mg/l CN ⁻	Acido barbitúrico-piridincarbonílico (*)	0.002		0.015
FQ10	Cloruros	mg/l Cl ⁻	APHA 4500-Cl B (*)	1.00		28.74
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		3.6
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		257
FQ18	Fenol	mg/l Fenol ⁰	MBTH (*)	0.10		0.57
FQ19	Fluoruros	mg/l F ⁻	Alizarine complexone (*)	0.10		0.10
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B -Versión 2017 (*)	.....		7.04
FQ28	Sólidos totales disueltos	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		115
FQ33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ²⁻	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	1.0		48.20
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		18.6
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUÍMICO					
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO ₅	APHA 5210 B (*)	1		100
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25		110
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01		2.36
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES					
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral (*)	1.0		1.76
NU05	Nitritos	mg/l NO ₂ ⁻	Reacción Griess (*)	0.007		0.010
MT	METALES TOTALES					
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		0.25
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		0.010
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		220
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		0.265
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.012
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétohe de Michler (*)	0.025		0.030
MT22	Niquel total	mg/l Ni	Dimetilgloxina (*)	0.02		0.030
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.065
MT32	Zinc total	mg/l Zn	CI-PAN (*)	0.05		0.195
MT33	Cromo VI	mg/l Cr ⁶⁺	Difenilcarbazida (*)	0.010		0.028
MT31	Aluminio	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.34

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



Mario Leyva Collas
MSc. Quím. Mario Leyva Collas
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
F.C.A.M - UNASAM
CQP N° 604

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

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

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

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754
E-mail: labicam@hotmail.com

Página 1 de 2





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



INFORME DE ENSAYO AG220013

AP	ANÁLISIS PARASITOLÓGICO				
AP15	Huevos de Helmintos	Huevos/l	APHA 9810B - EPA 1623 (*)	Ausencia	Ausencia
CM	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS				
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C (*)	2	10000

(*) 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, 23 rd. Edition-2017

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 26 de julio de 2021



"Fin del Informe de Ensayo"

MSc. Quím. Mario Leyva Collas
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental
FOAM - 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. 043 840020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754
E-mail: labqcam@hotmail.com

Página 2 de 2

Anexo 03. Informes de laboratorio de Aguas y Suelos – FCA UNASAM 2020 – 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCA YAN
 Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS

SOLICITANTE : CATHIA CAROLINA, PÉREZ VALVERDE – Tesista

FUENTE : PM-01 –Captación Río Santa al canal Chancarmayo (km0+00)

UBICACIÓN : Yungar – Carhuaz - Áncash

Nº MUESTRA		47-a
TIPO		Riego
pH		7.10
C.E.	dS/m	0.26
CALCIO	me/l	7.26
MAGNESIO	me/l	2.09
POTASIO	me/l	1.95
SODIO	me/l	1.23
CATIONES		
NITRATOS	me/l	N.D
CARBONATOS	me/l	0.00
BICARBONATOS	me/l	1.11
SULFATOS	me/l	0.63
CLORUROS	me/l	0.54
ANIONES		
SODIO	%	10.49
BORO	mg/l	0.65

- ND: NO DETERMINADO

Huaraz, 25 de octubre del 2020

Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
 DE SUELOS Y AGUAS





RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS

SOLICITANTE : CATHIA CAROLINA, PÉREZ VALVERDE – Tesista

FUENTE : PM-02 – Canal Chancarmayo (km6+00)

UBICACIÓN : Yungar – Carhuaz - Áncash

Nº MUESTRA		47
TIPO		Riego
pH		7.16
C.E.	dS/m	0.27
CALCIO	me/l	8.16
MAGNESIO	me/l	1.68
POTASIO	me/l	2.15
SODIO	me/l	1.53
CATIONES		
NITRATOS	me/l	N.D
CARBONATOS	me/l	0.00
BICARBONATOS	me/l	0.98
SULFATOS	me/l	0.64
CLORUROS	me/l	0.48
ANIONES		
SODIO	%	8.18
BORO	mg/l	0.71

- ND: NO DETERMINADO

Huaraz, 25 de octubre del 2020



[Signature]
 Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
 DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCA YAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS

SOLICITANTE : CATHIA CAROLINA, PEREZ VALVERDE – Tesista

FUENTE : PM-01 –Captación Río Santa al canal Chancarmayo (km0+00)

UBICACIÓN : Yungar – Carhuaz - Áncash

Nº MUESTRA		32-a
TIPO		Riego
pH		7.15
C.E.	dS/m	0.26
CALCIO	me/l	6.51
MAGNESIO	me/l	1.68
POTASIO	me/l	2.10
SODIO	me/l	0.76
CATIONES		
NITRATOS	me/l	N.D
CARBONATOS	me/l	0.00
BICARBONATOS	me/l	0.40
SULFATOS	me/l	0.68
CLORUROS	me/l	0.71
ANIONES		
SODIO	%	8.26
BORO	mg/l	0.60

- ND: NO DETERMINADO

Huaraz, 05 de enero del 2021

Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS

SOLICITANTE : CATHIA CAROLINA, PEREZ VALVERDE – Tesista

FUENTE : PM-02 –Canal Chancarmayo (km6+00)

UBICACIÓN : Yungar – Carhuaz - Áncash

Nº MUESTRA		32
TIPO		Riego
pH		7.25
C.E.	dS/m	0.27
CALCIO	me/l	6.24
MAGNESIO	me/l	1.86
POTASIO	me/l	2.47
SODIO	me/l	0.98
CATIONES		
NITRATOS	me/l	N.D
CARBONATOS	me/l	0.00
BICARBONATOS	me/l	0.58
SULFATOS	me/l	0.61
CLORUROS	me/l	0.92
ANIONES		
SODIO	%	7.13
BORO	mg/l	0.64

- ND: NO DETERMINADO

Huaraz, 05 de enero del 2021



Guillermo Castillo Romero
Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS

SOLICITANTE : CATHIA CAROLINA, PEREZ VALVERDE – Tesista

FUENTE : PM-01 – Captación Río Santa al canal Chancarmayo (km0+00)

UBICACIÓN : Yungar – Carhuaz - Áncash

N° MUESTRA		18
TIPO		Riego
pH		7.53
C.E.	dS/m	0.27
CALCIO	me/l	4.53
MAGNESIO	me/l	1.30
POTASIO	me/l	2.34
SODIO	me/l	0.36
CATIONES		
NITRATOS	me/l	N.D
CARBONATOS	me/l	0.00
BICARBONATOS	me/l	0.14
SULFATOS	me/l	0.33
CLORUROS	me/l	1.17
ANIONES		
SODIO	%	5.49
BORO	mg/l	0.55

- ND: NO DETERMINADO

Huaraz, 25 de marzo del 2021

Ing. M.Sc. Guillermo Zastillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS



RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS

SOLICITANTE : CATHIA CAROLINA, PEREZ VALVERDE – Tesista

FUENTE : PM-02 –Canal Chancarmayo (km6+00)

UBICACIÓN : Yungar – Carhuaz - Áncash

Nº MUESTRA		18 - a
TIPO		Riego
pH		7.61
C.E.	dS/m	0.27
CALCIO	me/l	5.47
MAGNESIO	me/l	1.62
POTASIO	me/l	3.52
SODIO	me/l	0.46
CATIONES		
NITRATOS	me/l	N.D
CARBONATOS	me/l	0.00
BICARBONATOS	me/l	0.26
SULFATOS	me/l	0.40
CLORUROS	me/l	1.20
ANIONES		
SODIO	%	6.15
BORO	mg/l	0.59

- ND: NO DETERMINADO

Huaraz, 25 de marzo del 2021



Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
 DE SUELOS Y AGUAS





RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS

SOLICITANTE : CATHIA CAROLINA, PEREZ VALVERDE – Tesista

FUENTE : PM-01 – Captación Río Santa al canal Chancarmayo (km0+00)

UBICACIÓN : Yungar – Carhuaz - Áncash

Nº MUESTRA		27
TIPO		Riego
pH		6.55
C.E.	dS/m	0.23
CALCIO	me/l	5.12
MAGNESIO	me/l	1.26
POTASIO	me/l	1.85
SODIO	me/l	0.85
CATIONES		
NITRATOS	me/l	N.D
CARBONATOS	me/l	0.00
BICARBONATOS	me/l	1.43
SULFATOS	me/l	0.55
CLORUROS	me/l	1.08
ANIONES		
SODIO	%	3.26
BORO	ppm	0.58

- ND: NO DETERMINADO

Huaraz, 22 de julio del 2021



Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS

SOLICITANTE : CATHIA CAROLINA, PEREZ VALVERDE – Tesista

FUENTE : PM-02 –Canal Chancarmayo (km6+00)

UBICACIÓN : Yungar – Carhuaz - Áncash

Nº MUESTRA	27-a
TIPO	Riego
pH	7.00
C.E. dS/m	0.25
CALCIO me/l	6.14
MAGNESIO me/l	1.68
POTASIO me/l	2.10
SODIO me/l	1.26
CATIONES	
NITRATOS me/l	N.D
CARBONATOS me/l	0.00
BICARBONATOS me/l	2.06
SULFATOS me/l	0.50
CLORUROS me/l	0.81
ANIONES	
SODIO %	4.15
BORO mg/l	0.62

- ND: NO DETERMINADO

Huaraz, 22 de julio del 2021



Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS

Anexo 04. Panel fotográfico



Fotografía 1 – 3: Recorrido y reconocimiento del estado actual del canal con la identificación de los factores perjudiciales.



Fotografía 4-6: Problemas observados en la calidad y rendimiento de los cultivos representativos de la zona (palto, alfalfa, maíz, etc.) posiblemente relacionados a la calidad del agua.



Fotografía 7-9: Ubicación de los puntos de monitoreo PM01 y PM02 (km0+00 – km6+00)

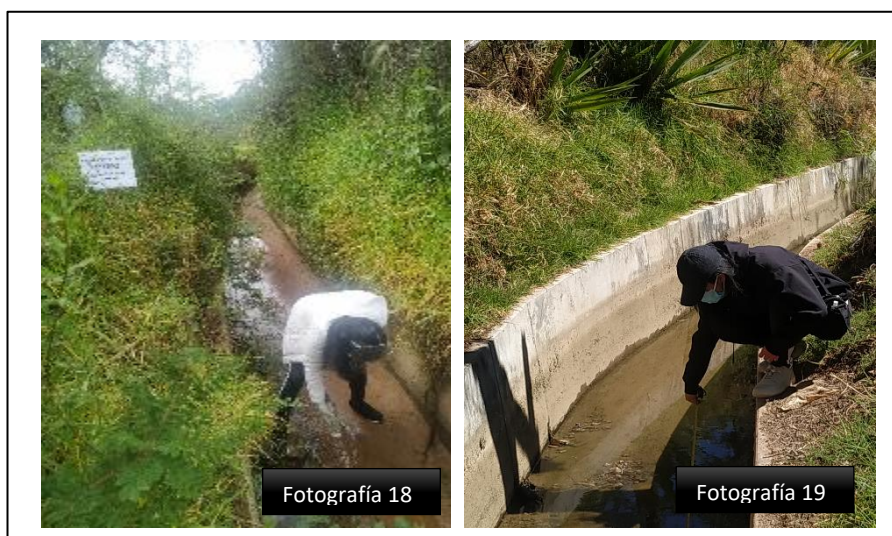


Fotografía 10-11: Establecimiento de los puntos de monitoreo PM01 y PM02 (km0+00 – km6+00).



Fotografía 12-15: Toma de muestra en el punto PM01 en diferentes periodos dentro del año hidrológico 2020 – 2021.





Fotografía 16-19: Toma de muestra en el punto PM02 en tres diferentes periodos dentro del año hidrológico 2020 – 2021.



Fotografía 20 - 21: Rotulado y transporte de las muestras a los respectivos laboratorios especializados siguiendo el protocolo vigente.



Fotografía 22



Fotografía 23

Fotografía 22 - 23: Entrega de muestras al personal técnico y la firma de la cadena de custodia en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la FCAM – UNASAM.



Fotografía 24



Fotografía 25

Fotografía 24 - 25: Análisis de los diferentes parámetros (pH, C.E. y S.D. T., etc.) en el laboratorio de suelos y aguas de la facultad de ciencias agrarias UNASAM.



Fotografía 26 - 27: Calibración y determinación de los parámetros Mg, Ca y K, en el equipo de absorción atómica.



Fotografía 28 - 29: Preparación de muestras y titulación para la determinación de los parámetros cloruros, carbonatos y bicarbonatos con la asesoría de los técnicos calificados.



Fotografía 30 - 32: Pesaje y preparación de estándares para la determinación del parámetro Sodio con el equipo fotómetro llama



Fotografía 33 - 34: Preparación y calibración del equipo fotómetro llama para el análisis y la lectura del parámetro sodio en las muestras de agua.