



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y
BIOLÓGICOS DEL AGUA POTABLE QUE SE CONSUME EN LA CIUDAD
DEL CUSCO, 2019”**

Tesis para optar al grado académico de
maestro en estadística e investigación
científica.

Presentado por:

Br. Georgina Cruz Quin

ASESOR:

Dr. Cleto De la torre Dueñas

CUSCO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

A MIS PADRES POR SER MI APOYO FUNDAMENTAL EN MI FORMACIÓN ACADÉMICA Y HABERME DADO TODO LO QUE SOY COMO PERSONA, MIS VALORES, MIS PRINCIPIOS, MI PERSEVERANCIA Y MI EMPEÑO.

A MIS SOBRINOS QUE POR MEDIO DE SU COMPAÑÍA Y ALEGRÍA ME MOTIVARON A SEGUIR ADELANTE.

A MIS HERMANOS: WALTER, EDISON, NANCY, PATY, GUILLE Y LUCY QUE SON MI EJEMPLO PARA ALCANZAR MIS METAS.

A ABEL, QUIEN ME BRINDÓ SU AMOR, SU CARIÑO, SU ESTÍMULO Y SU APOYO CONSTANTE.

¡GRACIAS! A TODOS, SIN USTEDES NO HUBIESE PODIDO HACER REALIDAD ESTE SUEÑO.

Georgina Cruz Quin



AGRADECIMIENTO

Mi sincera gratitud a la prestigiosa Universidad Andina del Cusco, por contribuir grandemente en forjar nuestros ideales, dotándonos de una Maestría a la altura de los requerimientos, centro fundamental de perfeccionamiento en nuestra formación profesional.

A toda la plana de docentes de la maestría en estadística e investigación científica, guías valiosas quienes con sus conocimientos y experiencias motivaron nuestros ideales, soportes importantes para la culminación de esta maestría.

A mis dictaminantes Dr. Donato Holguín Segovia y Mg. Cesar Alan Justo Gomez por su paciencia, experiencias y capacidades en la investigación, por sus críticas, las que permitieron la culminación del presente trabajo de investigación.

Mi agradecimiento y gratitud a mi asesor Dr. Cleto De la Torre Dueñas por brindar su apoyo permanente e incondicional, en la ejecución del presente trabajo de investigación.

Georgina Cruz Quin.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
INDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
INDICE DE ANEXOS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.1 Problema General.....	4
1.2.2 Problemas Específicos	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	5
1.3.1. Conveniencia.....	5
1.3.2. Relevancia Social	5
1.3.3. Implicancias metodológicas.....	5
1.4 OBJETIVOS.....	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivo Específicos	6
1.5 DELIMITACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL.....	6
CAPITULO II.....	7
MARCO TEORICO	7



2.1.	ANTECEDENTES DE ESTUDIO	7
2.1.1.	Antecedentes Internacionales	7
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	14
2.2.	BASES TEÓRICAS	19
2.2.1.	El agua	19
2.2.2.	Importancia del agua	20
2.2.3.	Fuentes de agua en la naturaleza	21
2.2.4.	Calidad del agua.....	22
2.2.5.	Los conceptos y tipos de contaminación del agua	26
2.2.6.	Importancia de la calidad del agua	28
2.2.7.	Factores que influyen en la cantidad y calidad del agua	30
2.2.8.	Criterios de calidad de agua	38
2.2.9.	Agua y salud.....	43
2.2.10.	Normativa peruana de evaluación de la calidad de agua	45
2.2.11.	Control de Calidad Univariado	46
2.3.	HIPÓTESIS	76
2.3.1.	Hipótesis General	76
2.3.2.	Hipótesis Específicos.....	77
2.4.	VARIABLES DE ESTUDIO.....	77
2.4.1	Identificación de variables.....	77
2.4.2	Operacionalización de las variables.....	78
2.5.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	79
2.5.1	Agua de consumo humano	79
2.5.2	Bacterias Coliformes Totales	79
2.5.3	Contaminación.....	79



2.5.4 Límite Máximo Permissible:.....	79
2.5.5 Parámetros Microbiológicos:.....	79
2.5.6 Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano:	80
2.5.7 Sistema de tratamiento de agua (Planta de Tratamiento):.....	80
CAPITULO III.....	81
METODO	81
3.1. ALCANCE DE ESTUDIO.	81
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.	81
3.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	81
3.4. MUESTRA.....	81
3.4.1 Tipo de muestreo	81
3.5. RECOLECCIÓN DE DATOS.	82
3.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	82
3.5.2 Instrumentos de recolección de datos	83
3.5.3 Confiabilidad y Validez de Instrumentos.....	83
3.6. PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS.....	84
CAPITULO IV	85
RESULTADOS	85
4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA VARIABLE CLORO RESIDUAL (LIBRE)	85
4.1.1 Gráficos de control de calidad por variables para Cloro Residual (mg/L)	86
4.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA VARIABLE TURBIEDAD	87
4.2.1 Gráficos de control de calidad por variables para turbiedad (NTU)	88
4.3 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA VARIABLE DUREZA TOTAL.....	90
4.3.1 Gráficos de control de calidad por variables para Dureza Total (mg/L) ...	91
4.4 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA VARIABLE CLORUROS	92



4.4.1 Gráficos de control de calidad por variables para cloruros (mg/L)	93
4.5 GRAFICA MULTIVARIADA DE LAS CUATRO VARIABLES T2 DE HOTELING.	94
CAPITULO V	96
DISCUSIONES	96
5.1 HALLAZGOS	96
5.2 CONTRASTACIÓN CON LA LITERATURA	98
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	104
BIBLIOGRAFÍA	105
LINKGRAFIA	107
ANEXOS	108
ANEXOS 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA 1	109
ANEXOS 2 MATRIZ DE CONSISTENCIA 2.....	110
ANEXOS 3: INSTRUMENTO.....	111
ANEXOS 4: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO	112
ANEXO 5: VALIDACIÓN DEL EXPERTO 1	113
ANEXO 6: VALIDACIÓN DEL EXPERTO 2.....	114
ANEXO 7: VALIDACIÓN DEL EXPERTO 3.....	115
ANEXO 8: INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS – CAPTACIÓN PIURAY	116
ANEXOS 9: INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS – PLANTA SANTA ANA	117
ANEXOS 10: INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS - ZONA VIII.....	118
ANEXOS 11: CALIDAD BACTEREOLÓGICA – LAGUNA DE PIURAY	119
ANEXOS 12: CALIDAD BACTEREOLÓGICA – LAGUNA PIURAY	120



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Rangos permisibles de contaminantes en fuentes de agua para consumo humano</i>	25
Tabla 2 <i>Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica</i>	45
Tabla 3 <i>Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos</i>	46
Tabla 4 <i>Operacionalización de las variables</i>	78
Tabla 5 <i>Prueba de confiabilidad y validez de instrumentos</i>	84
Tabla 6 <i>Plan de Análisis de Datos</i>	84
Tabla 7 <i>Análisis descriptivo de la variable cloro residual</i>	85
Tabla 8 <i>Control de calidad por variables para Cloro Residual (mg/L)</i>	86
Tabla 9 <i>Análisis descriptivo de la variable turbiedad</i>	87
Tabla 10 <i>Control calidad por variables para turbiedad (NTU)</i>	88
Tabla 11 <i>Análisis descriptivo de la variable dureza total</i>	90
Tabla 12 <i>Control de calidad por variables para Dureza Total (mg/L)</i>	91
Tabla 13 <i>Análisis descriptivo de la variable cloruros</i>	92
Tabla 14 <i>Control de calidad por variables para cloruros (mg/L)</i>	93



INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Factores que influyen en la calidad del agua en la ciudad del Cusco	30
<i>Figura 2</i> Elipse de Control.....	73
<i>Figura 3</i> Histograma para Cloro residual.....	86
<i>Figura 4</i> Grafica Xbarra –S de Cloro Residual Libre	87
<i>Figura 5</i> Histograma para turbiedad.....	88
<i>Figura 6</i> Grafica Xbarra – S de Turbiedad	89
<i>Figura 7</i> Histograma para Dureza total	90
<i>Figura 8</i> Grafica Xbarra – S de Dureza Total	91
<i>Figura 9</i> Histograma para Cloruros	92
<i>Figura 10</i> Grafica Xbarra – S de Cloruros.....	94
<i>Figura 11</i> Grafica de T^2 de Cloro Residual Libre.....	95



INDICE DE ANEXOS

<i>Anexos 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA 1</i>	<i>109</i>
<i>Anexos 2 MATRIZ DE CONSISTENCIA 2</i>	<i>110</i>
<i>Anexos 3: INSTRUMENTO</i>	<i>111</i>
<i>Anexos 4: INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS – CAPTACIÓN PIURAY</i>	<i>112</i>
<i>Anexos 5: INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS – PLANTA SANTA ANA...</i>	<i>117</i>
<i>Anexos 6: INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS - ZONA VIII</i>	<i>118</i>
<i>Anexos 7: CALIDAD BACTEREOLÓGICA – LAGUNA DE PIURAY.....</i>	<i>119</i>
<i>Anexos 8: CALIDAD BACTEREOLÓGICA – LAGUNA PIURAY.....</i>	<i>120</i>



RESUMEN

La finalidad del presente trabajo de investigación es evaluar la calidad de agua de consumo humano en la ciudad del Cusco, utilizando la técnica de control estadístico. El estudio se enmarca en un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental, alcance descriptivo. Para la recopilación de información se aplicó la técnica documental referida a las mediciones históricas de los indicadores de calidad de agua en diferentes puntos de la ciudad del Cusco.

Se obtuvo como resultado que el cloro residual (libre) en mg/L presenta en promedio 0.94 mg/L, con una desviación estándar de 0.171 mg/L. y un coeficiente de variación de 18.07%. Con respecto a la turbiedad medida en NTU presenta en promedio 0.50 NTU, con una desviación estándar de 0.274 NTU y un coeficiente de variación de 54.8%. Referente a la dureza total en mg/L se obtuvo como promedio 293.049 mg/L, con una desviación estándar de 97.74 mg/L. y su coeficiente de variación es de 33.35%. En la medida de los cloruros en mg/L se obtuvo como promedio 104.717 mg/L, una desviación estándar de 58.25 mg/L. y su coeficiente de variación de 55.63%. La conclusión a la cual se pudo llegar con el presente estudio es: El cloro residual, la turbiedad, la dureza total y los cloruros del agua potable que consume la población Cusqueña se encuentra dentro de los límites permisibles del MINSA.

Palabras clave: Calidad de agua, control multivariante, indicadores de calidad



ABSTRACT

The object of this investigation is to evaluate the quality of water for human consumption in the city of Cusco, using the statistical control technique. The study is framed in a quantitative approach with a non-experimental design, descriptive scope. For the compilation of information, the documentary technique referred to the historical measurements of the water quality indicators in different points of the city of Cusco was applied.

It was obtained as a result that the residual (free) chlorine in mg / L presents on average 0.94 mg / L, with a standard deviation of 0.171 mg / L. and a coefficient of variation of 18.07%. Regarding the turbidity measured in NTU, it presents an average of 0.50 NTU, with a standard deviation of 0.274 NTU and a coefficient of variation of 54.8%. Regarding the total hardness in mg / L, an average was 293.049 mg / L, with a standard deviation of 97.74 mg / L. and its coefficient of variation is 33.35%. In the measurement of chlorides in mg / L, an average of 104,717 mg / L was obtained, a standard deviation of 58.25 mg / L. and its coefficient of variation of 55.63%.

The conclusion that could be reached with this study is: Residual chlorine, turbidity, total hardness and chlorides of the drinking water consumed by the Cusqueña population is within the permissible limits of the MINSA (Health Ministry of Peru).

Keywords: Water quality, multivariate control, quality indicators



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud – OMS en el año 2020 el 30% de la población mundial consume agua que no está cumpliendo los requerimientos de calidad, este indicador a nivel rural alcanza a un 80% y por lo tanto se entiende implícitamente que esta agua tiene que seguir los estándares de salubridad que ya se establecieron.

En las condiciones mencionadas el agua es el principal elemento natural que es renovable y también fundamental para vivir, delicado y estratégico para el desarrollo sostenible conforme a la normativa 25338 de recursos hídricos. La excelencia del agua potable es un asunto de interés global puesto que es primordial para que el ser humano pueda vivir, considerando un uso directo siendo un elemento fundamental para el sostenimiento de un ecosistema. De igual forma, es un agente principal de la salud o la enfermedad, es un compuesto químico muy familiar para el hombre y con mayor significación para la supervivencia de la humanidad. De manera general los individuos tienen que acceder de un suministro adecuado, ya que este tiene impacto en la salubridad del hombre, sin embargo ante el crecimiento elevado de la población del departamento del Cusco que al año 2019 cuenta con 1346373 habitantes información que presenta el INEI, el abastecimiento del agua potable es insuficiente pese a que esta ciudad presenta cuatro sistemas de abastecimiento que según a la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento – SUNASS–2013 se consideran los siguientes: Vilcanota, Piuray, Kor Kor y Salkantay, este grupo de sistemas son gestionados por SEDACUSCO S.A.,



teniendo que los procedimientos del Vilcanota y Piuray se consideran los más idóneos, se observa que brindan agua potable al 53% y 29% de los pobladores en todo el país; por otra parte los procesos de Kor Kor y Salkantay solventan necesidades al 18% de los pobladores, disponiendo de los procesos Vilcanota los cuales incluyen cuatro pequeñas regiones de la localidad (Distritos de Santiago, San Sebastián, Wanchaq y San Jerónimo). Los procesos de Piuray brindan la necesidad primaria que es el agua a los pobladores pertenecientes a las cercanías del Cusco y porción del distrito de San Sebastián. Los procesos de Kor Kor disponen de un sector de dominio en la posición Noroccidental de la localidad y los procesos de Salkantay está conformado por la posición Nor Este. La laguna de Piuray (Sistema Piuray) localizado dentro del distrito de Chinchero de la provincia de Urubamba está a 3691 msnm, es de origen superficial quien tiene un perímetro de 8750 m, 465 m de ancho y 3000 m. de largo, una profundidad entre 20 y 50m, su caudal medio reportado es de 204 l/s y actualmente se expone como el 35.7% de la totalidad de producción. Esta laguna otorga a la ciudad del Cusco desde tiempos pasados como el Tahuantinsuyo donde habitaron los incas quienes llevaron aguas a la ciudad imperial por medio de acueductos subterráneos. Este acuífero de Piñipampa se encuentra en la localidad de Andahuaylillas que es parte de Quispicanchis, pues posee un total de 4 hoyos de los cuales cada uno impulsa 150 l/s , puesto que operan 2 hoyos de forma variada cada 18h, lo cual representa un total de 51.78% de la producción total. El sistema Kor Kor – Jaquira ubicado en el distrito de Santiago está constituido por un total de 5 fuentes de espacios subterráneos (manantes), que generan en valores el 40 l/s en un tiempo de estio, llegando a los 90 l/s en tiempos de lluvias que captan una representación por encima de los 60 años. Esta fuente se ubica en Jaquira,



constituida por un canal sobre la tierra y un riachuelo, conocidos como Jatun Sirenayoc y Juchuy Sirenayoc, situadas en las localidades de Huamancharpa y Jaquira en el distrito Santiaguino, presenta un par de arquitecturas de atracción en tipología de declive en la altura 3770.70 msnm con remos de causales y tapa de materia que filtra previamente al cuarto húmedo dividido por una visera con huecos de 50 mm de ancho; en la parte posterior a la visera se sitúa el conducto de expulsión de 100 mm de diámetro que presenta una llave para regular y en la otra cara del cuarto húmedo presenta un conducto de 100 mm de diámetro evitando escape. La elaboración de los riachuelos de Jaquira es de 7 l.p.s. en la etapa de caudal mínimo, llegando a 13 l.p.s. en épocas de lloviznas, en el presente la solvencia promedio es de 11 l/s. Los procesos de Salkantay constituido por un conjunto de ductos naturales conocida como Salkantay, el origen subterráneo conocido como Condorsenqa presenta una elaboración medio al año de 17 l/s, actualmente los procesos de Salkantay y Kor kor - Jaquira solventan de un 12.48% de la dimensión de elaboración al año en su totalidad.

En la actualidad las fuentes de agua presentan riesgo por el acelerado crecimiento demográfico, la continua y constante contaminación por las localidades que se encuentran a largo de su recorrido, por las actividades agrícolas, actividades ganaderas que se realizan deteriorando su calidad, generando problemas de salud que de acuerdo a reportes presentados por el MINSA el 90% de la comunidad que consume agua que no es potable presenta problemas gastro intestinales. Estos flujos de agua tal cual son percibidas, se gestionan, procesan y finalmente se distribuyen por la entidad SEDACUSCO S.A., quien realiza el tratamiento en medición de los parámetros físicos, químicos, microbiológicos, inorgánicos, organolépticos, radiactivos y también evalúa las



condiciones sanitarias de operatividad de las componentes del sistema del agua que es potable, la calidad de dicha agua suministrada a la ciudad del Cusco no solo dependerá del tratamiento de potabilización que se aplique, asimismo es influida por el grado de pureza del agua en el comienzo o punto de atracción, de manera que el contagio incitada logra realizar el desecho del uso del origen del agua para que la población consuma y obligue a utilizar diferentes métodos más precisos en el procesamiento.

El control estadístico de calidad del agua potable permitirá disminuir diferentes malestares originados por ingerir agua que esta polucionada, estas enfermedades que afectan a las personas más desprotegidas como los ancianos y niños pueden incluso volverse crónicas en lugares donde el suministro de agua limpia es insuficiente. Por lo tanto, se considera muy necesario la utilización de instrumentos estadísticos como la regulación estadística de calidad para monitorear las condiciones del agua.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿La calidad de agua de consumo humano en la ciudad del Cusco cumple con los estándares establecidos por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)?

1.2.2 Problemas Específicos

- 1) ¿La cantidad de cloro residual simple en el agua de consumo humano de la ciudad del Cusco se encuentre entre los valores permisibles?
- 2) ¿La turbiedad en el agua de consumo humano de la ciudad del Cusco se encuentre entre los valores permisibles?



- 3) ¿La cantidad permisible de la dureza total en el agua de consumo humano de la ciudad del Cusco se encuentre entre los valores permisibles?
- 4) ¿La cantidad permisible de cloruros en el agua de consumo humano de la ciudad del Cusco se encuentre entre los valores permisibles?

1.3 Justificación del estudio

1.3.1. Conveniencia

El estudio servirá de base para hacer la aplicación de una técnica estadística como es el control estadístico de calidad, la cual es utilizada en muchos procesos donde el sigma está presente, además permitirá un diagnóstico de cuanta calidad posee el agua en la ciudad del Cusco, la cual podrá servir de antecedente para futuras investigación y procesos de control a seguir por empresas que tienen procesos que controlar.

1.3.2. Relevancia Social

La siguiente investigación servirá como base a la empresa SEDACUSCO S.A. mejorar su servicio, brindando agua de óptima calidad a los habitantes Cusqueños, debido a que así se podrá reducir el porcentaje de las enfermedades que se presentan al consumir agua de mala calidad.

1.3.3. Implicancias metodológicas

Las técnicas estadísticas las cuales se aplicarán en esta investigación posibilitan determinar los grados de ejecución de los indicadores de la calidad del agua considerando las referencias fijadas por la entidad fiscalizadora, este procedimiento es posible aplicarlo en diferentes ciudades para lograr cuantificar la calidad del agua que está orientada al consumo de los seres humanos, de esta manera favoreciendo no únicamente a las



presentes sino también a futuras generaciones de dichas ciudades y entidades que poseen la responsabilidad del reparto de agua potable a sus comunidades.

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la *calidad* de agua de consumo humano en la ciudad del Cusco, utilizando la técnica de control estadístico.

1.4.2. Objetivo Específicos

- 1) Verificar si la cantidad de cloro residual simple en el agua de consumo humano de la ciudad del Cusco, se encuentre dentro de los límites permisibles.
- 2) Contrastar si la turbiedad en el agua de consumo humano de la ciudad del Cusco, se encuentre dentro de los límites permisibles.
- 3) Verificar si la cantidad permisible de la dureza total en el agua de consumo humano de la ciudad del Cusco, se encuentre dentro de los límites permisibles.
- 4) Verificar si la cantidad permisible de cloruros en el agua de consumo humano de la ciudad del Cusco, se encuentre dentro de los límites permisibles.

1.5 Delimitación espacial y temporal

El estudio se realizó en la ciudad del Cusco, provincia y departamento del Cusco.

La información recolectada fue durante el año 2019 y facilitada por la empresa SEDACUSCO S.A. de la planta de tratamiento de Santa Ana.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Valencia, C (2016) en su estudio “*Evaluación de la calidad de agua para consumo, en la cabecera municipal de Riosucio departamento del Chocó-Colombia*”, cuyo objetivo fue “evaluar la calidad de agua como fuente de consumo humano en la cabecera municipal de Riosucio departamento del Chocó. Para ello utilizó el método realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua orientado al consumo humano en el municipio de Riosucio Chocó, dentro del método estadístico, se pudo observar gráficas de barras para hacer comparación de los niveles fisicoquímicos, además los autores dieron las siguientes conclusiones:

- a. Según el trabajo se observa un índice de peligro con respecto a la calidad de agua potable (IRCA) es el 93.4% según la porción analizada de agua recolectada en el origen de los ríos denominados Sucio y Atrato, demostrando la calidad del agua en el ojo de agua es viable de forma sanitaria y carece de idoneidad para su consumo.
- b. Según rasgos físicos muestran que el agua del ojo de agua para el río Sucio y también para el río Atrato, superan el nivel superior admisible en los rangos de turbiedad (2NTU) y color (15UPC), teniendo parámetros de 118 NTU en el río Riosucio y 112 NTU en el río Atrato según su turbiedad, para el nivel color los parámetros se observan entre 186,8 y 347,39 UPC proporcionalmente. Los parámetros de pH están en los niveles mayores aceptables.



- c. Según datos se observa que el estudio de los valores químicos que posee el agua en su origen, muestran el nivel de carbono orgánico, e indica que están por los valores del nivel admisible (5 mgCOT/L), según datos del río Ríosucio están en 5,6 mgCOT/L y en el río Atrato es del 5,53 mgCOT/L. ligado al Hg ya que no logro detectarse en el río Atrato, no obstante, por el río Riosucio se mostró una cuantía de 0,4 mgHg/L, ya que lo permitido es de 0 mgHg/L. directamente con 101 en el contenido de nitritos, no lográndose presentar en las muestras recolectadas.
- d. De los datos obtenidos según valores concretos indicaron sobre el pH que está entre el rango idóneo para el consumo, ya sea hacia el agua recolectada del ducto donde transita como en los contenedores de almacenado, no obstante, los parámetros de turbidez están sobre el valor admitido (2) con parámetros en promedio de 123 NTU en la salida del agua por la manga de la casa y de 116 NTU en los contenedores para almacenar. En función al color, el dato obtenido en función al color mostro un parámetro en promedio a 299, 09 UPC y de 16,76 UPC correspondientemente.
- e. Según rasgos químicos de las porciones recolectadas muestran que, los parámetros de carbono orgánico en el origen del río Atrato es de 5,53 mg COT/L. Sin la detección de rastros de mercurio en las porciones de agua analizadas. Se observaron rastros de nitritos en los tubos y en los contenedores de almacenamiento en el domicilio, con parámetros en promedio menores admitidos en las dos muestras, 0,014 mgNO₂- N/L para el agua de los tubos de tránsito



y 0,025 mgNO₂- N/L en la porción de los contenedores de almacenamiento, 102 análisis de la calidad de agua potable, en la distribución municipal principal de Ríosucio departamento del Chocó-Colombia Título de la tesis o proyecto de estudio persistiendo en el valor mayor idóneo que se indica a 0,1mgNO₂- N/L.

- f. De acuerdo con el índice de Riesgo de la Calidad del Agua orientado al Consumo Humano es del 93.1% según el conducto desde el origen y de 89.1% en los contenedores donde se almacenan para el uso doméstico, si bien son parámetros menores que el origen, por lo que observan parámetros muyeres, no obstante, se indica que la calidad del agua potable para la comunidad no es idónea.
- g. Según lo observado la calidad microbiológica del agua, indico que los rastros de coliformes globales y excrementicios continúan en un valor paramétrico, con parámetros en media a 613 y 75 UFC/ 100ml correspondientemente, para el agua recolectada de la salida de los tubos de transición; en los contenedores de almacenamiento en el domicilio se observaron parámetros en promedio para coliformes globales y excrementicios de 301 y 49 UFC/100ml correspondientemente, no obstante, los rastros de coliformes son menores cada vez, es debido al hallar en 0 UFC/100ml en función a la normatividad de manera nacional e internacional.

Calderón, C y Orellana, V (2015) desarrollaron la tesis “*Control de calidad del agua potable que se distribuye en los campus: Central, Hospitalidad, Balzay, Paraiso, Yanuncay y las Grnjas de Irquis y Romeral pertenecientes a la universidad de Cuenca*”. En la Universidad Cuenca de



Ecuador, cuyo objetivo principal fue “determinar la calidad de agua potable que ingresa a los campus y haciendas: Central, Hospitalidad, Balzay, Paraíso, Yanuncay y las granjas de Irquis y Romeral pertenecientes a la Universidad de Cuenca. Dentro de la metodología estadística utilizada, considero tablas de frecuencia para comparar sus resultados físicos químicos al agua, Su investigación fue descriptiva y experimental obteniendo las siguientes conclusiones para cada campus:

En cuanto al Campus Central:

- a. Respecto a límites físicos todos estos se encuentran en los límites específicos, con una exclusión a los contextos de acuerdo a NTE INEN 1108:2014, son: El servicio higiénico de damas, el economato, la rectoría, la biblioteca, la administración.
- b. Los delimitantes químicos en general ejecutan las reglas.

En cuanto al Campus Hospitalidad

- c. De acuerdo a la estructura antigua de la escuela de medicina y al reciente bar se obtienen resultados que exceden los límites implantados de acuerdo al color. Con respecto a los otros límites físicos son admisibles.
- d. Con respecto a los delimitantes químicos se establece que los parámetros son adaptables de forma general. Según los resultados que se consiguieron dentro del área de la secretaria indican que el agua de estas zonas no es idónea para incorporarla e la alimentación de los seres vivos.

En cuanto al Campus Paraíso



- e. Por lo general los parámetros físicos estas ubicadas entre los rangos establecidos, existiendo determinadas excepciones de acuerdo al color en el área de secretaria de la carrera profesional de enfermería, servicios higiénicos de mujeres y del laboratorio médico. Concluyendo que el agua de estas zonas no es considerada saludable para complementar la alimentación de las personas
- f. Con respecto a los parámetros químicos por lo general si cumplen los limites determinados por regla.
- g. Los requerimientos de la ciencia microbiológica ejecutan de forma total, no existe zona donde resulta que pasen los parámetros determinados.

En cuanto al Campus Yanuncay

- h. No existe variación en los diferentes parámetros.
- i. No existe variación en parámetros químicos
- j. Respecto a los resultados obtenidos al estudio microbiológico se logró observar la existencia de coliformes totales en la zona del primer bar de agronomía y también se halló aerobios mesófilos en la zona de baños de varones en la carrera profesional de arte. De acuerdo al análisis se deduce que el agua de estas zonas no es saludable para el consumo de las personas.

En cuanto al Campus Balzay

- k. De acuerdo al estudio realizado a los parámetros físicos con respecto al agua que se reparte en toda la zona, indica que gran parte de los parámetros ejecuta correctamente las reglas



establecidas, con excepción del primer laboratorio del área de nutrición, conteniendo un alto grado de color.

- l. La totalidad de parámetros químicos están ubicados en los rangos establecidos
- m. No se halla algún valor que no esté dentro de lo determinado en el estudio microbiológico de la zona.

En cuanto a la granja Romeral, (Guachapala)

- n. Dentro de los baños generales, la evaluación demuestra una alteración del valor de la coloración en dichas muestras, de esta forma se expone que no se están cumpliendo las normativas.
- o. Cada uno de los parámetros químicos están ubicados en el interior de los valores que se toman de referencia.
- p. No se percibe cambios altos en la microbiología dentro de la granja

En mención de la granja de Irquis. (Tarqui)

- q. Dentro del estudio físico de dicha granja se logra percibir un alto grado que está por encima de la escala aceptable para el parámetro coloración que guarda relación con el ordeñador a lado del bar.
- r. En totalidad los delimitantes químicos se ubican al interior de los que se toman como referencia.
- s. Al efectuar el estudio microbiológico se verifico la existencia de la totalidad de coliformes y los fecales en el ordeñador, así como, los coliformes totales y fecales en el bar de la misma granja, por tal se cree que el agua de dichos espacios no es accesible para



que sea consumido por las personas (Calderon & Orellana, 2015, p.101).

Camacho, G (2014) desarrollo la tesis “*Control y evaluación de la planta de tratamiento de agua potable y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes de caluma nuevo del cantón caluma – provincia de bolívar.*” en la Universidad técnica de Ambato, Ecuador, cuyo objetivo que consideró “Analizar la efectividad de la planta de potabilización de agua para consumo humano en el cantón Caluma mediante una investigación de caracterización del sistema operacional, para el apropiado funcionamiento de la planta y mejora de los índices de la calidad de vida de sus pobladores. La metodología estadística utilizada, solamente fue la estadística descriptiva, como gráficos circulares y tablas de frecuencia, su investigación consideró el tipo documental y también de campo, obteniendo las siguientes conclusiones:

- a. Según los datos obtenidos la recolección se halla en funcionamiento correcto debido que las unidades están funcionando en condiciones óptimas.
- b. Según al modo aplicado del coagulante se dispone de un solo lugar de aplicación el mismo que no se hace de modo adecuado, es decir que para ello es necesario usar el experimento de jarras para demostrar cual es la cantidad que se aumenta en la mezcla de Sulfato de Aluminio (coagulante). Por ello se observa que carecen del adecuado monitoreo en las técnicas que hacen las unidades, debido a la carencia de un grupo obligatorio para la determinación si el agua es potable e idóneo para la población.



- c. Según a los resultados al realizar el análisis la variable independiente, posterior a los estudios desarrollados se observan parámetros que se presentan en los valores de la normativa INEN 1108 de la calidad de agua orientada al consumo, estos valores que muestran 0,7ml/lit de cloro global y 7,6 del pH en el agua. Se concluye que el agua de consumo influye en la calidad de vivencia de los pobladores de Caluma en porcentaje equivalente a 5%. Se logró la cuantificación de la calidad de vida de cada poblador de Caluma Nuevo, en el cual es posible exponer que un promedio equivalente a 65,9 puntos sobre 100.
- d. Por último, según los datos observados se indica que en el sector de Caluma Nuevo la Calidad de Vida llega una calidad de vida mayor al disponer de todo servicio necesario, en los cuales es indispensable el servicio de agua orientado al consumo de los seres humanos” (Camacho, 2014,p.93).

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Atencio, S. (2018) desarrollo la tesis “Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de san Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco” en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, de Cerro de Pasco cuyo objetivo fue “Efectuar un estudio físico, químico y también microbiológico del agua que es de consumo humano y la apreciación de la localidad. Respecto a los procedimientos estadísticos de los cuales se hicieron uso en el estudio fueron: las tablas de frecuencia y gráficos de barras y gráficos circulares, para la comparación y mostrar sus resultados



de laboratorio. Para ello utilizo el método inductivo de investigación, obteniendo las siguientes conclusiones:

- a. Actualmente en la Localidad de San Antonio de Rancas se lleva suministrando de 7 sitios que son fuentes dispuestos en un sitio nombrado Condorcancha, se logró comprobar que el determinado sitio es lugar de ganadeo.
- b. De la visita a campo se logró comprobar que las recolecciones de la tipología de manantial y los lugares de reunión para el agua se observan en pésimas circunstancias, asimismo la suministración del agua carece de una empresa orientada al tratamiento del agua potable y de consumo humano.
- c. De acuerdo a la ejecución del análisis de la información de los valores específicos, el pH, sólidos y la temperatura se disuelven de manera general ya que manifiestan en su interior los grados concretos que se ubican en el decreto supremo N^o 031-2010-SA denominado “ Reglamento sobre la calidad del agua para todas las personas y su consumo”, estándares nacionales de calidad ambiental direccionado hacia el agua que tiene la primera categoría de recreación y población de la subcategoría A: que son las aguas superficiales de la disposición de la creación de agua orientada al consumo de la gente.
- d. En función de la examinación efectuada de la información de los niveles químicos, metales generales se emiten los valores admitidos dentro del decreto supremo N^o 031-2020- SA " que menciona la normativa de la calidad de agua para personas y su



consumo del hombre” dicha normativa como el N^a 004-2017-MINAM, son los patrones nacionales de calidad ambiental para el agua categoría 1: recreacional y poblacional junto a la categoría A: aguas en la superficie accesible para los habitantes.

- e. Según los datos obtenidos en el control y revisión del agua se logró identificar que las aguas carecen de idoneidad para su ingesta humana debido a los rastros de coliformes globales y excrementicios lejos de lo admitido en el D.S N° 031-2010-SA “Reglamento de la Calidad del Agua orientada al Consumo Humano” y el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, “Estándares a nivel nacional de la Calidad Ambiental para el Agua” Nivel 1: Poblacional y Recreacional subnivel A: Aguas en la superficie en disposición a la producción de agua orientada al consumo del hombre.
- f. También, según al conocimiento regional de la población indica que presentan satisfacción sobre la cantidad de agua que arriba a sus hogares, pero desconocen de la calidad propia, carecen de una institución que constantemente le actualice sobre la calidad del agua potable que es de su consumo” (Atencio, 2018, p.121).

Calsín, R. (2016) desarrolló la tesis “Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno”. En la Universidad Nacional del Altiplano, de Puno cuyo objetivo fue “Establecer los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos en el agua de pozo del sector Taparachi III, localizada en la ciudad de Juliaca. El procedimiento estadístico empleado



fue la descriptiva, valores de orientación general y el modelo lineal de diseño completo al azar, para hacer comparaciones, obteniendo las siguientes conclusiones:

- a. Según los resultados se observan parámetros concretos de aguas de pozas artesanas y de forma tubular: temperatura, sólidos globales disueltos y turbios según a los datos obtenidos son adecuados los L.M.P otorgados por la normativa de la Calidad del Agua orientada al Consumo del hombre DS N° 031-2010-SA. En consecuencia, es posible ver que las aguas de los pozos disponen de idoneidad para su ingesta en la población.
- b. Según los valores químicos de aguas de pozas artesanas y de forma tubular: pH, nitratos y cloruros; según a los datos obtenidos están en el límite admitido, los L.M.P dados por la normativa de la Calidad del Agua orientada al Consumo del hombre DS N° 031-2010-SA. Por esto se observa que las aguas provenientes de pozas disponen de idoneidad para su ingesta en la población.
- c. Asimismo, debido a la recolección de los valores bacteriológicos, coliformes globales y coliformes excrementicios de aguas de pozas artesanas y de modelo tubular están fuera del límite permitido, los L.M.P dados por la normativa de la Calidad del Agua orientada al Consumo del hombre DS N° 031-2010-SA. Debido a esto según a los valores concretos y químicos están en el límite admitido en su globalidad de los L.M.P, se indicó que bacteriológicamente presentan rastros de coliformes, por este motivo, el agua proveniente de pozas artesanas y de modelo



tubular son indicados no idóneos para el consumo de la población” (Calsín, 2016, p.50).

Castillo, D. (2016) desarrolló la tesis “*Control fisicoquímico del sistema de tratamiento de agua potable en el distrito de Sucre*” de la universidad Nacional de Cajamarca, cuyo objetivo fue “Establecer la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua del sistema de tratamiento de agua potable dentro del distrito de Sucre con respecto a los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles. La metodología estadística utilizada fue esquemas de frecuencia y diagramas de barras para hacer sus comparaciones, además su investigación fue descriptiva obteniendo las siguientes conclusiones:

- a. Según a los datos obtenidos sobre la calidad de agua se logra estimar que la calidad del agua repartida en el tiempo de investigación, es respectivamente adecuada en función a la calidad fisicoquímica, contemplan según a los valores mayores admitidos estandarizados según La normativa de la Calidad de Agua orientada al Consumo del hombre y los parámetros de Calidad Ambiental.
- b. Debido a la agrupación de los valores fisicoquímicos del agua del proceso de tratado del agua de consumo en el distrito de Sucre se encuentra junto a los parámetros recolectados de los valores fisicoquímicos en la revisión con respecto a los parámetros de Calidad Ambiental y L.M.P.
- c. De acuerdo con la información de la concentración de los delimitantes fisicoquímicos: pH, como, la temperatura



representada por T, turbiedad (ST), COBRE (Cu) del grupo de enfoque del agua para la ingesta de las personas dentro de la localidad de Sucre manifestaron mezclas más reducidas a causa de que el agua era accesible para las personas de la zona.

- d. A través de la información recauda se menciona que los delimitantes fisicoquímicos pH, como, la temperatura representada por T, turbiedad, solidos totales representado por ST, conducción eléctrica (CE), entre otras sustancias más que se encuentran presentes dentro de la localidad de Sucre que evidencia un grado de similitud con los grados de ECAs y LMPs se manifiesta que abarcan límites de valores accesibles (ECAs y LMPs)” (Castillo, 2016, p.66).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El agua

Según el autor indica que el agua es el líquido de mayor presencia en la superficie terrestre, conforma un espacio idóneo para la existencia, de suma importancia para los especímenes que coexisten en la superficie terrestre. Está conformado por tres partículas, dos de oxígeno unidos conforman una partícula de agua y esto se representa por H_2O , es el mínimo valor con el cual se puede representar. Debido a la forma se logran acoplar entre ambas de una manera establecida en la que se presencia en nuestro entorno; como líquidos, en lloviznas, torrentes, mares, otros, como macizos bloques de hielo y neviscas o también vapor en los nublitos (Reascos & Yar, 2010, p. 25).



Los mares, océanos, pantanos, torrentes y otras zonas que presentan agua, envuelven las dos terceras partes de superficie terrestre el cual conforma un 70%; por lo visto, el agua presente en el ambiente en mayores proporciones es la salada, únicamente el 1% del agua que está en el territorio terrícola proviene de fuentes dulces debidos a los fenómenos naturales y artificiales se domina un recurso escaso, por otro lado debido al crecimiento de la población este recurso es fuertemente demandado. (Reascos & Yar, 2010, p.25)

2.2.2. Importancia del agua

Todos tenemos el pensamiento de que el agua siempre estará allí para nosotros cuando nosotros lo queramos, sabemos que el agua es vital para poder conservar la salud y la existencia de la gente, la fauna, la flora y sin este elemento vital no existirá algún elemento vivo, Este líquido es parte muy importante de la riqueza de toda nación ya que se utiliza en:

- 1) La agricultura.
- 2) La generación de energía eléctrica.
- 3) La industria y la minería.
- 4) El transporte de maderas, como transporte fluvial dentro de los ríos.
- 5) En el aseo, alimentación y otros
- 6) Como consumo humano.
- 7) En la crianza pecuaria
- 8) La ganadería (Reascos & Yar, 2010, p.29)



2.2.3. Fuentes de agua en la naturaleza

En el abastecimiento del agua se hace mención de distintos modelos de fuentes y estos son:

Agua de superficie

Según el autor indica que el agua de la superficie es el líquido más maleable debido a la presencia diaria. Es una sustancia que se mueve de manera fluida y en algunos lugares logran almacenarse. El líquido que se mueve es aquel que están en los torrentes, los pantanos, represas, riachuelos, los ríos, asimismo en los océanos (aun así, no se logre beber) (Reascos & Yar, 2010, p.30).

Agua subterránea

Según el autor indica que es el agua presente debajo de la superficie de la tierra. Su presencia está en el interno de orificios en las partículas lodosas, también en grietas de las piedras más macizas. Debido a las bajas temperaturas en las zonas antárticas el líquido subterráneo logra congelarse. Generalmente se conserva una temperatura parecida a los valores anuales en dicha zona. Según el agua se encuentre a profundidades mayores es posible que se mantenga oculta por milenios. Se tiene entendido que la gran parte de todos los depósitos de agua se encuentran a menor cuenca y redimen un rol importante de manera persistente en el lapso hidrológico. Internacionalmente, el líquido subterráneo simboliza casi de un 20% de las aguas dulces, el cual también constituyen el 3% del global; el 80% del total es constituido por el



agua en superficie terrestre; un 79% es agua sólida y el 1% simboliza el agua que se presencia en torrentes, pantanos y riachuelos (Reascos & Yar, 2010, p.30).

Manantial

Según el autor indica que es un flujo nativo de agua donde su origen está dentro de la superficie terrestre presente de manera única o en conjunto de magnates, se puede presenciar en la superficie terrestre fija o en flujo de agua, pantanos o marismas rectamente; la ubicación está en función al ambiente de las piedras, se disponen peñascos filtrables e infiltrables y la silueta de la superficie, debido a que un manante se origina en una altura freática y se divide en la superficie terrestre.

Se observa que los manantes en ocasiones logran volverse eternos: se identifican según a su caudal ya que se presencian eternamente en lugares específicos de manera indefinida; o discontinuos: se identifica según el caudal que en ocasiones es muy escaso o inexistente son indispensables en ocasiones en periodo muy corto, esto según la manera en la que baja y se realiza mediante un conducto. Este conjunto de porciones de agua es propio de las alineaciones calcáreas (Reascos & Yar, 2010, p.31)

2.2.4. Calidad del agua

Según el autor indica que la dificultad de la pureza del agua es demasiado significativa en conjunto de la demanda y carencia de la propia, no obstante, hacen menor hincapié en esta necesidad. La definición calidad de agua hace regencia al conglomerado de medidas los cuales muestran el



uso permitido del agua dependiendo puede usarse para distintos objetivos como: casero, regadío, diversión y producción.

Según el término de calidad del agua hace referencia al conglomerado de particularidades de dicho elemento en ocasiones es acondicionado en su adaptación en un determinado uso, en función la calidad y los requerimientos de la población. Asimismo, se puede definir como calidad del agua al conjunto de compuestos de sólidos y gases, debido a su presencia en detención o en mezclas.

Para tener una efectiva calificación sobre la calidad del agua es un conjunto de etapas de dirección variado el cual se encarga de su análisis del origen físico-químico o biológico del agua en función a la calidad nativa, fenómenos poblacionales y marítimos en relación del bienestar del mismo.

Para el análisis de una determinada porción de agua muestra la existencia de vapores, partículas minerales, partículas naturales en mezcla o en detención y pequeños organismos patógenos. En primera instancia presentan un comienzo nativo, seguidamente son originados por las acciones de elaboración y dispendio de la población causante de una cadena de contaminantes desechados en aguas para su eliminación.

Debido al desecho de basura ocasionada por actividades caseras y comerciales, los destrozos en la naturaleza e inadecuadas actividades de explotación terrestre, tienen un efecto perjudicial en la presencia de agua. Actualmente, la fracción de los individuos en la superficie terrestre, que primariamente vive en estados en progreso, presenta insolvencia dura de agua de calidad, ya que es el causante que se presencien crecidamente diez



millones de decesos anualmente producido por padecimientos afines al contagio hídrico.

Una gran cantidad de labores efectuadas por el hombre contribuye a que haya degradación del agua y esto afecta de manera directa a la cantidad y calidad, sobre la mayor parte de causas que afectan a la calidad del agua, se tienen a las regiones hídricas la cual es de suma relevancia y están en incremento y aglomeración de toda la comunidad, dichas labores de productividad consideradas no apropiadas, la presión que se ejerce acerca de la adecuada utilización, el pésimo uso que le dan a la tierra, la contaminación del agua con residuos domésticos que no son tratados, debido a que no se tienen sistemas de saneamiento adecuados, este escenario se ve en sectores rurales. Otro punto es la polución por desechos sólidos pertenecientes a los seres humanos que es identificado como un riesgo potencial a la salud del público (Mejía, 2005, p.26).

Es de suma importancia, de igual forma, para la sanidad del hombre, como para la calidad de vida de una comunidad, tener las fuentes de abastecimientos limpios y confiables, y que sean de satisfacción para que cualquier ser humano pueda consumir, sobre la higiene personal debe tener ciertos criterios que debe contemplar, así como la confianza en el abastecimiento, la cantidad y calidad. Ya que este líquido es vital para el bienestar del hombre y de la sociedad y debe poseer niveles de potabilidad y esto se puede contemplar en:

- a. **Condiciones físicas:** Tienen que ser transparentes, claras, insípida, que son manifestaciones generales que se buscan.



- b. **Condiciones químicas:** Este tiene que tener una disolución adecuada del jabón sin crear grumos, ya que las legumbres tienen que ser adecuadas.
- c. **Condiciones biológicas:** Tienen que ser accesibles y fuera de los organismos patógenos, es decir deben poseer una cantidad determinada de O₂ con una temperatura T la cual altere más del 5°C del medio, el pH no puede estar por debajo de 6 ni más de 8.

En nuestro país, los estándares para cualquier utilización doméstica lo establecen el reglamento de la calidad de agua para consumo humano. Algunos de estos delimitantes pueden observarse en la tabla N°1. El principal fin es poder dar seguridad a la salud pública teniendo los niveles que sean saludables y que no expongan dudas de su potabilidad, ya que es un riesgo latente y directo a la salud de la sociedad. Dicha norma creada y aplicada mediante el Ministerio de Salud y fundada bajo D.S. No. 031 – 2010 – SA. (Mejía, 2005, p.31)

Tabla 1

Rangos admisibles de contaminantes en fuentes de agua orientada al consumo humano

Parámetro	Límite Permisible	Mínimo	Límite Permisible	Máximo
Cloro Residual Libre (mg/L)	0.5		1.5	
Turbiedad (UNT)	0		5	
Dureza Total (mg/L)	0		500	
Cloruros (mg/L)	0		250	

Fuente: SUNASS



2.2.5. Los conceptos y tipos de contaminación del agua

Según el autor indica que la contaminación hace referencia a la operación y consecuencia al desechar residuos orgánicos e inorgánicos o tipos de energía, también realizar un uso no idóneo sobre el agua, de manera directa o indirecta, en la que envuelvan una variación nociva en su pureza en función al uso posterior y de manera ecológica.

Debido a que en ocasiones se halla en pureza alta, principalmente la idea de residuos en el agua alcanza un determinado individuo con vida, sólido o mezclado artificial donde su compuesto imposibilite el uso benéfico del agua.

Según a las condiciones de contagio que inciden en los bienes acuáticos provienen de orígenes exactos e inexactos, esto influyen y varían las particularidades nativas de bienes hídricos, en ocasiones mediante diligencias de manera natural, mayormente el impacto se hace de manera antropogénicas (Mejía, 2005, p.32).

Según su origen, es posible dividir la contaminación en el agua en 2 tipos:

- a. **Contaminación puntual:** hace referencia al descenso del agua de manera natural, procede de un flujo existente, generalmente se realizan por ductos. Una vez identificada el caudal puede ser analizada, procesada o monitoreada. La presente manera de contaminar generalmente está ligada a las producciones y las aguas de desechos domésticos (Mejía, 2005, p.32)
- b. **Contaminación difusa:** hace referencia al tipo de acción contaminante generada en espacios abiertos, con carencia en



fuentes específicas; dicha manera de contaminante generalmente es ligada con diligencias en el utilizzo de la tierra, por ejemplo, la agronomía, edificaciones, ganadería y acciones de tala (Mejía, 2005, p.32)

Se dice que la contaminación precisa tiene una dificultad para eliminar muy baja, siempre y cuando se disponga de medios para acumular el líquido, contaminado y tratarlo. Por lo general hacen uso de recipientes grandes de residuo, el cual realiza la deposición del agua en profundidad para posteriormente ser tratada con compuestos y así depositarla en las aguas nativas. Los residuos posteriormente son utilizados como estiércol de naturaleza orgánica para que se establezca en un depósito idóneo. Por otra parte, en la propagación de contaminantes difusas, se controla de modo más dificultoso porque el origen es discontinuo con una gran difusión en la superficie.

Según a los orígenes con una dificultad de mayor control, esto genera un impacto importante y negativo, por otro lado, se observan los orígenes inexactos de contaminantes, argumento en superficies en el cual recorre el agua encima de la zona en la superficie terrestre empujando nutrimentos, abonos, plagarios y nuevos modos de contaminación según a las diligencias agrarias y de tala.

El presente modo de contaminante es generado por aguas de lluvias de zonas agrarias, repoblación forestal y trabajo poblacional, la elaboración de esto no se realiza en zonas específicas y únicas, es por ello que se generan aguas de lluvia, lloviznas y se genera en la cual la tasa de materia



de contaminación que se incorporan al volumen del agua, los cuales pueden exceder los parámetros permitidos.

Los orígenes exactos de los agentes contaminantes se deslizan por la zona terrestre o se incrustan en la corteza terrestre empujados por las escorrentías. Dichos agentes de contaminación logran apartar el camino hacia las aguas bajo la tierra, fincas mojadas, torrentes, pantanos hasta llegar a los mares de manera de depósitos y conjuntos químicos. La consecuencia de dichos agentes de contaminación en ocasión genera perturbaciones en el individuo leves y peligrosos desastres ecológicos en pescados, volátiles, omnívoros e integridad en el individuo. El elemento característico primario de los orígenes es la respuesta a los fenómenos hidrológicos (Mejía, 2005, p.33).

Se observa un determinado modo de agentes contaminantes se logran indicar las diligencias de industria y los agentes contaminantes de principio casero por ejemplo desechos humanos, desechos de comidas, y detergentes (Mejía, 2005, p.33).

2.2.6. Importancia y relevancia de la calidad del agua

Con el pasar del tiempo la presencia de agua bebible es cada vez reducido, a causa del incremento de la multitud, aumento en la producción nacional, los agentes contaminantes en las principales distribuciones de agua e inadecuado manejo de las cavidades hidrográficas.

No obstante, el bien ácueo esté presente y aparentemente bastante, la pureza del agua se está reduciendo ágilmente a causa de los agentes contaminantes en los orígenes de bien ácueo donde es generante del estrés ácueo. En nuestro entorno la dimensión del inconveniente de agentes



contaminantes es pavoroso debido a la altitud es prácticamente improbable de corregir la dificultad a medio de la disolución por consecuencia del aumento excesivo de los pobladores, el riesgo que ciertos elementos flexibles presentes en el bien ácueo y más riesgoso, en el contacto directo de dichos elementos realiza un roce con los orígenes de agua, inducirán a padecimientos en los pobladores. Los riesgos de ingerir agua descompuesta son varias, entre ellas tenemos:

Actualmente en la salud estatal se indica que alrededor del 80% de la mayor parte de padecimiento y mayor parte de los decesos en estados en caminos de progreso presentan mayor principio de ingesta por agua descompuesta. Su estimación es del 70% de los individuos a nivel global que habita en zonas de campo de estados en progreso es primariamente relacionado con los agentes contaminantes en el agua por desechos orgánicos humanos (Mejía, 2005, p.36).

De lo mencionado se presenta una pequeña correlación con las aguas de lluvia en la superficie, otro modo de agentes que contaminan ampliamente o no limitada. Los agentes contaminantes por orígenes no delimitados ayudan elocuentemente en parámetros mayores de elementos dañosos en los orígenes de bienes ácueos en la corteza terrestre, fundamentalmente debido a desechos orgánicos humanos de proveniencia humana y fáunico. Por este motivo, la provisión segura de bien ácueo para el consumo en cuantía, pureza y constancia, ayuda a reducir la posibilidad de padecimientos transmitidos de manera interna oral y fecal (Mejía, 2005, p.36).



2.2.7. Factores influyentes en la cantidad y calidad del agua

a. Uso de la tierra y su relación con la calidad del agua

El presente estudio examina los elementos, diligencias, métodos y contextos en la sociedad los cuales inciden en la cuantía y pureza del agua de la localidad del Cusco descrita en la imagen.

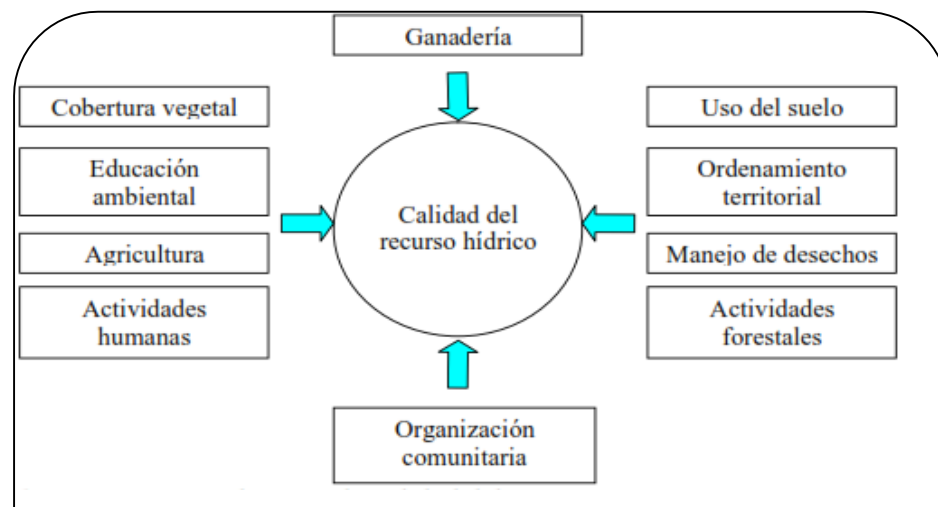


Figura 1 Factores influyentes en la calidad del agua en la ciudad del Cusco
Fuente: (Mejía, 2005)

Debido a permutas sobre el manejo en la superficie terrestre en la pureza del agua fueron analizados y confirmados por ello se generan variaciones en las costumbres acuáticas, permutas trágicas en la pureza y cuantía del agua fundamentalmente para el consumo de la población. Las habilidades en la conducción sobre la superficie terrestre presentan una incidencia demasiado importante sobre la pureza y cuantía del bien áqueo (Mejía, 2005, p.38).

Según estudios se observa que el 80% del desperfecto de la pureza del líquido, es debido a los residuos almacenados detenidos, mayormente descendientes del desgaste de superficies a causa de la existencia de edificaciones, explotación forestal, diligencias rurales y



pecuarias, identificando que son las primordiales diligencias que presentan mayor variación en la pureza del agua (Mejía, 2005, p.38).

Debido al manejar de la superficie terrestre se generan consecuencias en los métodos hidrológicos y recolección de residuos y es fuertemente ligado con las aguas de lluvias, aluviones, sobrecarga de agua bajo la tierra, desgaste y sobrecarga de residuos almacenados; la dimensión de las partículas en la corteza terrestre, su clasificación y sus elementos de material orgánico son componentes profundamente relacionados al aforo de introducción y de conservación del agua, esto hace que la tierra sea predominante en la cavidad, debido a su utilización, incide de modo importante en la dimensión y repartición de las aguas de lluvia. Las consecuencias de las habilidades en el manejo de la corteza terrestre se logran congregan en dos clases: incidencia en los parámetros de utilizo y parámetros de no utilizo. Dichos parámetros de utilizo logran tornarse agotadores, como el regar y el utilizo hogareño y los no agotadores, por ejemplo, la movilidad urbana. La cantidad de agua y las áreas de litoral logran poseer asimismo parámetros de utilizo no característicos, podemos observar un depósito de bio diversidad. Debido a la indecisión presente en las cooperaciones de las diligencias en el uso de la corteza terrestre en la cavidad mayor y las consecuencias en función a consumidores de los bienes de la cavidad menor, genera al mismo tiempo una indecisión en los parámetros financieros. (Mejía, 2005, p.39)



b. La actividad ganadera y su relación con la calidad del agua

La actividad pecuaria hace referencia a prácticas en el utilizzo de la corteza terrestre generalmente habitual, con conducencias en función a la pureza del bien ácueo, al momento de realizar una explotación de las hierbas en el suelo por parte de la ganadería, es una consecuencia muy negativa según el aspecto de bacterias y químicos.

En su gran mayoría esta situación se visualiza en sectores donde se dan altas precipitaciones, que tienen fuertes pendientes, adyacentes a comienzos de agua, los agentes de contaminación que se originan en estos sectores son arrasados con mucha facilidad y con mucha premura a los sólidos del agua. En referencia al importante impacto se da en las fuentes ácueas las cuales estén carentes de cubierta vegetal la cual cumple la función de protección, debido a que estas corrientes llevan microorganismos perniciosos, alimentos y sólidos suspensos. (Mejía, 2005, p.41)

El aumento del número de microbios en el agua es originado en el momento que se pastorea la ganadería en sectores próximos a los manantiales u ojos de agua, en un determinado análisis en donde se sacó una muestra de suelo y se analizó las bacterias que había y se clasifico en función al tipo, al número de ganados y al tamaño de los desechos. Por otro lado, se pudo evidenciar que la mayor contaminación de agua por medio de nutrientes superficiales es proveniente de los sectores de pastoreo el cual afecta directamente la calidad del agua.

Es por ello que se tiene entendido que la calidad de agua es directamente proporcional a la frecuencia del pastoreo, puesto que



influye en la consistencia que tiene la tierra, cuando hay mayor pisoteo, el suelo no tiene la capacidad de almacenamiento ideal, y por ello es inevitable que se arrastren nutrientes dado por el efecto de lixiviación o escorrentía que esta direccionada a las fuentes de agua. Se comprende que los espacios del sector ganadero tienen el 1% de impacto que se consigue hasta un total de 8 toneladas de ganadería en el 1% de peso seco por una posición de estiércol, liberando a todo el sector de aguas superficiales y estas sean beneficiados por nitrógeno y fósforo.

Se conocen como los conocidos factores de control que reducen las consecuencias de contaminación por el excremento, ubicándose directamente en la cabida de hidratación de los cultivos en el nitato de cabida de incorporación de amonio en espacios del suelo. Se reconoce que la última llega a ser impactada por la tensión del piso, originando una pequeña fuga de amoniaco dentro una constante cuantificación de los ojos de agua por medio del aliviadero (Mejía, 2005, p.43).

c. La agricultura y su influencia en la calidad del agua

La actividad agrícola es considerada como una de las principales funciones que realiza el ser humano en el mundo, la mayor parte se realiza en las áreas rurales. El impacto que genera en la calidad del agua tiene bastante relevancia, puesto que un aproximado del 70% del recurso hídrico del planeta es requerido por la agricultura, esto quiere decir que es el principal actor para la degradación de ellos, y como resultado se tiene la erosión y la escorrentía química (Mejía, 2005, p.45)

Según el autor (Mejía, 2005), la actividad de la agricultura utiliza en gran cantidad el agua dulce y este uso es el principal factor para la



degradación del recurso hídrico, tanto en la superficie como en el subsuelo, esto como resultado de la erosión y la escorrentía que contiene productos de origen químico. Es por ello que existe la preocupación por las consecuencias que pueda tener en la calidad del agua a nivel global.

De otro lado, la agricultura posee un efecto medioambiental básicamente ubicándose en la calidad del agua superficial y subterránea, donde se conoce como una fuente básica que reconoce los 2 tipos que son el agua salada y el dulce en todo Latinoamérica. Los agentes más reconocidos están formados por pesticidas, fertilizantes y la carencia de regulación de residuos sólidos. Consecutivamente, la actividad agrícola no se considera un agente relevante de los elementos hídricos, ya que las diversas imperfecciones que posee esta tarea en la distribución y también en la aplicación de sus aguas residuales, las cuales retornan a los elementos de caudales de la superficie o del subsuelo los cuales tienen gran cantidad de sales, alimentos, productos químicos que constituyen directamente al desperfecto de su calidad (Mejía, 2005, p.46)

Así mismo la expansión en el sector agrícola y la deforestación en países que poseen clima tropical, son consideradas como principales causantes para la degradación del agua, en otros estudios se demostraron que los sedimentos son muy comunes en los países tropicales debido al uso de plaguicidas. Hoy en día se tienen organismos responsables de fiscalizar la calidad en el agua, los cuales realizan muestras de diversas aguas, incluyendo biota y sedimento, con el



objetivo de analizar con precisión el uso de pesticidas las cuales se localizan en el interior del sector acuático. (Mejía, 2005, p.46)

El mayor problema detectado en los países de Latinoamérica es la contaminación la cual es resultante de las llamadas fuentes que no se consideran puntuales, como ejemplo se tiene el sector agrícola, debido a que se da uso de productos de origen químico, dichos elementos son arrastrados por la erosión y por las lluvias hacían puntos de nacimientos de agua (Mejía, 2005, p.47)

En referencia del asunto de la polución de las aguas ubicadas superficialmente, se tiene un tema sobre la pérdida de los suelos, ya que mediante la acumulación de los sedimentos por medio de las distintas actividades y procesos que efectúa el hombre, dichos procesos depende de lo siguiente:

La contaminación de las aguas ubicadas superficialmente, se tiene que está influenciada por el proceso de pérdida de suelos, el cual comprende la sedimentación arrastrada debido a la actividad agrícola que se desarrolla, mediante la dimensión física, que comienza cuando se identifica que se tiene pérdida en un manto denominado arable de la tierra, más aún en la degeneración del suelo, tal suceso es originado y producido por el desgaste laminar y zanjas que causan magnitudes elevadas de turbidez. Sobre el tema del nitrato, tiene la característica que es propiamente lixiviado los cuales comienzan en los campos trabajados y que se realizan a muy poca hondura, y se mueve hacia fuentes que se encuentran en la superficie, esta lixiviación disminuye en un porcentaje equivalente a 15% siempre y cuando se apliquen buenas



labores para la preservación de las superficies y el agua (Mejía, 2005, p.51).

Por otro lado, el uso del estiércol de ganado como fertilizante de los campos, influencia en el amonio que es transportado a fuentes de corriente de agua por medio de esorrentías en los campos agrícolas (Mejía, 2005)

En algunos estudios realizados se encontraron niveles altos de nitrato en las aguas las cuales se localizan dentro de los suelos orientados a la agricultura, la utilización de fertilizantes en enormes proporciones, de igual forma, los flujos de agua de tempestades, quienes poseen nitratos provenientes de los fertilizantes, tienen mucha responsabilidad de este fenómeno (Mejía, 2005, p.51).

d. Actividades humanas

El ser humano no realiza un adecuado uso de la tierra, y elimina las áreas de masas boscosas, es por ello que se tiene el caudal que en la actualidad tienen los ríos. Esto quiere decir que la evacuación del agua es mucho más rápida y que la calidad sea la misma; la llegada de aguas que ya estén contaminadas, se origina mediante determinados fenómenos: las aguas provenientes de las diluvios que corren por el subsuelo y el suelo, que al estar en fricción con ella arrasan sub productos provenientes de los oficios que realizan los seres humanos que ayudan a cambiar la calidad natural, a continuación las aguas que son usadas para mejorar la calidad físico – químicas, son devueltas a los sólidos de las aguas originarias. Otra forma en la que pueden ser



contaminados los abastecimientos de agua, son por la actividad del ser humano, que puede ser más perjudicial.

La calidad se ve influenciado por la contaminación, así mismo por el uso que le dan al agua curso abajo, el cual amenaza directamente en la salud del ser humano, de igual manera el funcionamiento de los sistemas acuáticos no son los ideales, esto genera un incremento en la competencia por tener agua de calidad (Mejía, 2005, p.57)

e. Cobertura vegetal

El autor (Mejía, 2005) indica que al notar la falta de cubierta de tipo vegetación incrementa el escurrimiento de la superficie, y esto perjudica negativamente la consecuencia de los diluvios en la superficie, creando un incremento del escurrimiento de la superficie, así mismo, se destruyen los componentes de la tierra y que tengan una mejor sencillez al transportar el agua.

Esto quiere decir que el estado del suelo tiene un rol importante, ya que la vegetación puede elevar las tasas de sedimentos, cuando se tiene mayor cantidad de sedimento los cuales mueven corrientes ocasionados por la erosión en zonas ubicadas aguas arriba, lo que quiere decir que la calidad es inferior, el cual limita los usos en distintas actividades industriales, irrigación en zonas agua abajo hidroenergéticos, los cuales ocasionen un mayor costo en la desinfección para que pueda ser apto para el consumo humano

f. Actividades forestales

Sobre las causas que tienen impacto sobre la calidad y cantidad del agua son las distintas prácticas en la gestión forestal el cual se



realiza en los suelos, ya que el manejo forestal varia la actividad productora de las áreas, de este modo afectan los grados de las caudales internas y externas, esto provoca que se tengan sedimentos en los canales de regadío, daños por inundaciones, riesgos y daños en todo el sector.

El tema de la cobertura forestal es sumamente relevante y más la cobertura boscosa, las cuales son primordiales para tener una adecuada calidad de agua y pueda tener grados admisibles de escurrimiento y subsistencia de las tierras. Al tener una floresta limpia se estará generando agua limpia, pero cuando se talan los árboles con alguna explicación un poco razonable ya sea por leña o cultivo, se genera un agua con exceso de sedimento. En la ciudad del Cusco en la actualidad de a poco se va malogrando los niveles de los cauces ya que se observa que hay cauces en los cuales ya no tiene circulación de agua. (Mejía, 2005, p.61)

2.2.8. Criterios de calidad de agua

a. Principales indicadores físicos, químicos y biológicos de calidad de agua

Cada uno de los indicadores que se tienen está netamente relacionados con la sostenibilidad dentro del proceso lógico, el cual realiza una fusión con aspectos tanto sociales, ambientales y económicos. Los cuales se definen mediante la situación especial y mediante un contexto singular.

Los niveles de calidad de agua se ven influenciados por particularidades, física-químicas y/o biológicas; los cuales tienen origen



especialmente de representación antropocéntricos tal como se tiene el uso que le dan a la tierra. Para ello se puede mencionar las siguientes características el pH, la solicitud bioquímica del O₂, coliformes fecales, la turbiedad, O₂ diluido, sólidos totales, nitrato, fosfato, la temperatura T, tal como está representado en la tabla N°1.

Se tienen categorías que muestran el recomendable uso del agua: que inicia en la previsión de agua para el consumo tanto de forma recreacional, domestico, o para realizar protección a los organismos de origen acuático, así mismo la aplicación agrícola, la navegación y el uso comercial debido a la generación de electricidad (Mejía, 2005, p.65).

b. Indicadores microbiológicos del agua

La polución que se ejerce está estrechamente relacionada con la existencia de microorganismos patógenos de residuos del hombre y de animales. Es muy frecuente que se puedan encontrar en fuentes de aguas superficiales, ya que están en plena exposición; es relevante tener en cuenta el número, tipo y la propagación de bacterias las cuales afectan la calidad del agua y pueden originar enfermedades a quienes lo consumen. En la actualidad es difícil poder detectar la muestra de organismos patógenos como bacterias protozoarios y virus ya que se tienen niveles bajos de concentraciones; debido a esta circunstancia, es que se recurre a tener un grupo de coliformes fecales, los cuales actúan como niveles de existencia de microorganismos.

Se tienen a los coliformes fecales: esta bacteria se encuentra en los desechos sólidos que provienen de las personas u animales estos teniendo una sangre tibia, toman el acceso al cuerpo por medio del agua



mezclándose con los desechos directos de animales, tal como las corrientes de agua, direccionándolo a desechos de agua y desagüe. Los organismos patógenos integran a los microbios coliforme fecal, tal como, los microbios de parásitos, gérmenes, donde gran parte generan enfermedades (Mejía, 2005, p.66).

c. Indicadores físicos y químicos del agua

Los niveles químicos están directamente influenciados por los agentes químicos, desechos tóxicos y los metales pesados. La contaminación de este tipo es la más común en aguas del subsuelo en comparación de las aguas de origen superficial. Los cuales son relacionados por la dinámica de flujo del agua, en este medio los agentes de contaminación son concretos, y dentro del agua por los suelos no poseen mucho movimiento, por ende, el tema de la polución con restos de nitratos por estabilidad y movimiento, causan que tengan medidas que se efectúan por otras actividades agrícolas en el medio (Mejía, 2005, p.66).

d. Oxígeno disuelto

Al estar disuelto el oxígeno tiene un parámetro mucho más relevante al momento de ser evaluado los criterios de calidad. Este tema está muy asociado con la contaminación de tipo orgánico, la concentración que tiene se incrementa al tener niveles bajos de temperatura y salinidad, así mismo posee un vínculo directo con la pendiente de aireación del cauce. Es decir, se ubican las medidas aeróbicas que poseen una mineralización donde se consume el oxígeno generado por el gas carbónico, fosfatos, nitratos, consumiéndose el



oxígeno que se origina es la desintegración anaerobia lo que causa un amoniaco, los sulfuro, metano, y otros compuestos (Mejía, 2005, p.67).

e. Demanda Bioquímica de Oxígeno

Denominado como un indicador que manifiesta la materia orgánica que tiene un comienzo biodegradable, siendo de uso para un análisis de todos los tratamientos que se ejecutan en los líquidos residuales, dicho análisis sobresale por la existencia de sustancias en las aguas residuales, que cuando ingresan consiguen un oxígeno que es notado por otras sustancias químicas minimizadoras. Esta función es una estimación que posee materias oxidables que se ubican en el agua, ya que no guarda relación con el medio mineral, orgánico, sulfuro, amoniaco, hierro (Mejía, 2005, p.67).

f. PH o concentraciones de iones hidrógeno

Se conoce como la concentración de manera relativa de los iones de hidrogeno presentes en el agua, esto quiere decir si se comporta como una solución alcalina o un ácido débil, dicha medida es considerada valiosa para lograr describir las escalas de solubilidad en todos los componentes químicos. En ello se puede tener la medida de la alcalinidad o acidez del agua, el movimiento del ion de hidrogeno el cual podría impactar de manera indirecta o directa la actividad de los componentes que están claramente en el agua, el nivel del pH compone una cuantificación de vital valor para poder realizar una adecuada descripción de los sistemas biológicos y químicos que están presentes en las aguas naturales. (Mejía, 2005, p.67)



g. Turbidez

Reconocido como una medida adecuada de los cuerpos que se encuentran suspendidos, en aquí se utiliza aguas que contengan solidos suspendidos, puesto que obstruyen la entrada y el paso de la iluminación por medio del agua. Se reconoce que a más ingreso de la luz se conseguirá un monto de solidos en suspensión por cada columna de agua. Este proceso está vinculado con los distintos tipos de suelo, el uso que den al suelo, la cobertura del suelo y sobre todo el periodo en el que se desarrolla las muestras. (Mejía, 2005, p.67)

h. Sólidos totales disueltos

Se entiende como la cantidad sales que se encuentran diluidas en una determinada muestra al momento de colocar el removimiento de los residuos que se encuentran en suspensión, de igual forma, se le denomina como aquel residuo que sobra luego de pasar el proceso de evaporación del agua, se tiene como resultados en terrenos agrícolas que sufren por la actividad de las fuentes de escorrentía. (Mejía, 2005, p.68)

i. Conductividad

La existencia de la conducción de electricidad en las aguas naturales, logra procesar la cantidad de solidos disueltos puesto que se encuentran constituidos por átomos de Ca y Mg, conservando los niveles de concentración de dichas sales afecta de manera negativa a la vida acuática y más aún expone a peligro la existencia de la flora presente en este ambiente y la calidad de los suelos. (Mejía, 2005, p.68)



2.2.9. Agua y salud

Según el autor indica que el motivo de tener el agua pura a disposición de la totalidad de los entes vivos en el planeta generaría que varios padecimientos que actualmente se presencian se redujeran significativamente por motivo a que el estudio biológico se enfoca esencialmente en función a la problemática del agua, actualmente no existen vegetales ni animales que logren desechar esta sustancia; está comprobado que dichos padecimientos tienen una relevancia en aquellos países de tercer mundo, debido a que no hay el número adecuado de servicio público de agua. Se tiene entendido que la contaminación que sucede en los centros de acopio de agua con los residuos de seres humanos causa la propagación de enfermedades entéricas. Algunos países que vivieron esta experiencia indican que al tener eficiencia en las instalaciones de servicios básicos evitan de manera gradual las enfermedades tales como la Tifoidea, disentería (bacilar y amébrica), paratifoidea y otras que constituyen una de las principales enfermedades que puede conducir a la muerte en especial de las personas vulnerables.

En la mayor parte de países el estreñimiento se considera uno de los fundamentales causantes del fallecimiento de niños, dicha circunstancia sucede teniendo en cuenta que es de conocimiento público revelado por la ciencia, y que esta enfermedad puede minimizarse al tener un servicio de agua desinfectada. Tal es el caso de la malaria, la cual es contagiada por el mosquito, y también es un claro ejemplo de una enfermedad relacionada a la condición del agua, es de



conocimiento público puesto que la Asamblea Mundial de la Salud en el año 1995, manifestó su supresión mundial, no obstante, pese a que se hicieron incalculables esfuerzos, dicha enfermedad causa crisis en distintos puntos del mundo

Y finalmente cualquier malestar como Trocoma, Typhus, Hepatitis contagioso y Jaws, se asocian al uso del agua, es por ello que se indica que la contaminación del agua sigue siendo un tema latente en la actualidad. Así como también la mineralización del agua y la contaminación que afecta directamente a la composición química. Se tiene que al usar químicos se aporten sustancias como Plata, Flúor, Cianuro, Cromo, Arsénico y Nitratos. (Mejía, 2005)

Por otro lado, según a los elementos existentes dentro del agua logran dañar considerablemente su pureza, como pueden ser desinfectantes, como químicos orgánicos, cloros, como el Cobre, como el Hierro, como el Manganese Fenoles, como Sulfatos y también Zinc. Por ello agua presentando enormes sumas de dichos elementos logra un cambio en su estructura como el gusto, tolerancia sobre el aumento efervescencia y tolerancia para descolorar aparejos; para la importancia de agua con pureza en la integridad y la salud de la población, también económicamente en los estados, generalmente no se logra reconocer por los estados e individuos responsables en la toma de decisiones. Es así que, pese a la pureza del agua esto no impedirá que la población continúe enfermando; para ello es indispensable acompañarlo de costumbres higiénicas, limpiezas, inspección de resultantes, y comidas equilibradas. Es importante reconocer que el progreso del agua solicita



una extensa diversidad de aportaciones políticas y tecnológicas para lograr las exigencias de calidad determinadas. (Mejía, 2005)

2.2.10. Normativa peruana de evaluación de la calidad de agua

Conforme a la normativa de la calidad de agua orientada al consumo humano: DS N° 031-2010-SA/Minsa. Dirección general de sanidad ambiental se presentan las siguientes tablas:

Tabla 2
Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

Fuente: MINSA



Tabla 3
Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Fuente: MINSA

2.2.11. Control de Calidad Univariado

a. Definición de Control de Calidad

De acuerdo con los autores a continuación se muestran conceptos populares: La de Ishikawa, Normativas Industriales de Japón (Normal JIS) y La de J. M. Juran

Para Ishikawa la inspección de la calidad hace referencia al progreso, esbozo, elaboración y mercantilización de bien y prestaciones mediante una confiabilidad del precio y el beneficio adecuado, mediante la adquisición según a sus expectativas por lado de los consumidores. Según el proceso, la mayor parte las áreas de la organización disponen de un trabajo grupal. Según la óptica es denominada "Control de calidad Total" (Mejía, 2005, p.26).

Para el autor las Normas Industriales Japonesas: Como la Inspección de Calidad hace referencia a un conjunto de técnicas hacia el suministro coste-eficaz de productos o prestaciones en la que calidad es



conveniente a las exigencias del consumidor. Asimismo, examina que la inspección de calidad reciente para el desarrollo de las metodologías estadísticas asimismo se llama el “Control Estadístico de Calidad”. (Mejía, 2005)

Para Mejía hace referencia a la calidad como un conglomerado de elementos de un bien, método o prestación, los cuales plazcan las necesidades de cada uno de los clientes o consumidores y a causa de ello realizan un bien de calidad. Sin embargo, la calidad se describe en no disponer insuficiencias. (Mejía, 2005)

b. ¿Qué es la Calidad?

Según el autor indica que, por calidad, hace regencia a la total complacencia del usuario se percibe sobre el desempeño de las exigencias de ser fiable, labor, términos y precio del bien o prestación ofrecido al usuario, son aquellos que realizan adquisiciones los bienes o uso de prestaciones. (Mejía, 2005, p.26)

c. ¿Qué es Control Estadístico de la Calidad?

Según el autor hace referencia a los métodos y técnicas orientados para mejorar los métodos de producción y/o bienes basados en el uso de parámetros estadísticos. Se calculan elementos de calidad de un bien o prestación y se confrontan con los parámetros específicos, apoderándose de labores correctoras siempre y cuando los parámetros no concuerdan. (Mejía, 2005, p.27)



d. Causas asignables y no asignables

I. Causas asignables

Son aquellas que producen grandes efectos por tanto incrementan la variabilidad, estos efectos desaparecen al eliminar la causa.

Estas causas pueden ser:

1. Desajuste de la máquina.
2. Materia prima defectuosa.
3. Error humano.
4. Mano de obra.
5. Métodos.

II. Causas no asignables:

Son aquellas que crean variabilidad cuando el proceso funciona bien.

Estas causas pueden ser.

- 1 Variaciones pequeñas en la materia prima.
- 2 Habilidad del operario.
- 3 Producen variabilidad estable.
- 4 Variaciones pequeñas en máquinas.
- 5 Factores ambientales.

En general podemos decir que un proceso está controlado en caso de que únicamente actúan causas no asignables. (Mejía, 2005)

e. Herramientas Básicas para la Mejora de la Calidad

Dentro de las herramientas de control de calidad se tiene:

- 1 Histogramas (Para ver la variabilidad).
- 2 Diagrama de Pareto.



- 3 Diagrama causa – efecto.
- 4 Diagramas de dispersión.
- 5 Hojas de verificación o comprobación.
- 6 Gráficas y cuadros de control.
- 7 Estratificación.

f. Pasos para el Control Estadístico de Calidad

Según los esquemas de inspección, también instrumentales básicos de ascenso de la calidad, son respectivamente posibles de manejar. Los esquemas de inspección poseen 3 aplicaciones primordiales: (1) crear un seguimiento de inspección estadístico, (2) inspeccionar un método y notificar al momento cuando el método se surja de inspección, y (3) establecer la tolerancia del método. Por consiguiente, surge una sinopsis de las fases solicitados para el desarrollo y usar los esquemas de inspección. Las etapas de “a” y “d” se dirigen a la formulación de un estado de inspección estadístico; en la etapa “e” se usa los esquemas para el monitoreo constante; y en la etapa “f” se usa la información para analizar la tolerancia del método.

a. Preparación

- I. Selección de la variable o constructo a medir.
- II. Establece la base, frecuencia, tamaño de la muestra.
- III. Especifica la gráfica de supervisión.

Recaudación de información

- I. Control de información
- II. Determinación de estadísticos precisos: rangos, promedios, entre otros.



- III. Los trace de información estadística de la gráfica.
- b. Especificación de los límites de manejo de prueba
 - I. Trace la línea central (promedio de proceso) encima de la gráfica.
 - II. Objetivase los límites de supervisión superior o inferior.
- c. La interpretación y análisis
 - I. Indague el esquema para encontrar carencia de regulación.
 - II. Mitigue puntos que se encuentren sin control.
 - III. Retorne a evaluar, en caso de requerirse, los parámetros de regulación.
- d. Utilización de los Gráficos de Control como un instrumento orientado a la solución de problemas.
 - I. Siga con la recopilación de información y con el diseño.
 - II. Reconozca contextos sin control y sea participe de su corrección.
- e. Uso de la información de los esquemas de control y así lograr establecer el aforo del proceso, en caso de ser necesario. (Mejía, 2005, p.28)

g. Análisis de Patrones en Diagramas de Control

El esquema de control tiene la capacidad de señalar una situación que se encuentra fuera de control, en caso de que más de 2 puntos estén fuera de los parámetros de regulación, sin embargo, de igual forma un proceso se puede encontrar fuera de control por más que cada uno de los puntos estén localizados en el interior de los parámetros de control, dicho de otro modo, cuando el proceso ya no es aleatorio.



Western Electric Hand Book (1916) define un conjunto de reglas para analizar que un proceso no se encuentra bajo control:

- a) Un único punto, o más de 2 puntos situados lejos de los límites establecidos.
- b) Nueve puntos continuos a todo borde del sector central.
- c) Seis puntos continuos ascendiente o viceversa.
- d) Catorce puntos continuos variando hacia arriba o abajo.
- e) Dos de tres puntos continuos localizados lejos de 2σ a un lado igual.
- f) Cuatro de cinco puntos localizados a más de 1σ a un lado igual.
- g) Quince puntos continuos localizados a menos de 1σ en los dos lados.
- h) Ocho puntos continuos localizados a más de 1σ a en los dos lados.

h. Gráficos de control de Medias y Rangos

Según la presencia de una única peculiaridad de calidad, es una habilidad usual vigilar el parámetro intermedio de la particularidad de la calidad y su flexibilidad. La regulación del promedio de técnica, o el grado de calidad intermedia, en ocasiones se realiza con el esquema de medias, asimismo es factible inspeccionar la variabilidad o dispersión del método por medio de un esquema de inspección de la desviación estándar, o un esquema de control de amplitud, este último se considera el más usado. Generalmente, se usan representaciones de \bar{x} y R por separado para específica peculiaridad de calidad o esquemas de \bar{x} y S .



El pasó uno, en la realización de esquemas \bar{x} y R es la recopilación de información. Generalmente, se consigue un aproximado de 25 a 30 muestras y se hace uso de dimensiones de muestras entre 3 y 10, en general los más usuales son del 5. La cantidad de muestras es representada por medio de la letra K , y n se considera la dimensión de muestra. Por cualquier i es necesario calcular el promedio (dada como \bar{x}_i) y también rango (R_i), cada una de estas variables se diseñan en sus valores dentro de sus correspondientes esquemas de control y posteriormente se efectúan los cálculos de la media o promedio general y del rango intermedio.

Cada uno de estos números determina el parámetro principal para los esquemas \bar{x} y R correspondientemente.

Los límites de control superior e inferior para \bar{x} y R son explicados a continuación, con y sin patrón dado.

a) Diagrama de Control para la Media sin patrón dado

Si x es una característica cuantitativa que nos interesa medir donde: $X \rightarrow N(\mu, \sigma^2)$. Para realizar los gráficos de control por periodos se toma una muestra de igual tamaño (n), obteniéndose en cada muestra estadísticos como la media, rango y desviación típica, como a continuación se muestra:



Muestras	Mediciones	Estadísticos
Muestra 1	$x_{11} \quad x_{12} \quad \dots \quad x_{1n}$	$\bar{X}_1 \quad R_1 \quad S_1$
Muestra 2	$x_{21} \quad x_{22} \quad \dots \quad x_{2n}$	$\bar{X}_2 \quad R_2 \quad S_2$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
Muestra k	$x_{k1} \quad x_{k2} \quad \dots \quad x_{kn}$	$\bar{X}_k \quad R_k \quad S_k$

Donde:

Media muestral k-ésima es:
$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n}, \quad \forall i=1\dots k; \quad j=1\dots, n$$

Varianza de la muestra k-ésima es:
$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{X}_i)^2}{n-1}$$

Rango de la muestra k-ésima es:
$$R_i = \text{Max}(x_{ij}) - \text{Min}(x_{ij})$$

La estimación de la media global de las medias se obtiene a partir de:

$$\mu = \bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{X}_i}{k}$$

Para establecer los límites se requiere estimar la desviación.

Debemos recordar que el rango tiene por media $\mu(R) = d_2 \sigma$ y desviación $\sigma(R) = \sqrt{B_n} \sigma$ donde: d_2 y B_n son valores tabulados y dependen del tamaño de población N obtenidos de los valores $(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iN})$ y $R = \text{Max}(x_{iN}) - \text{Min}(x_{iN})$.



Por otro lado, $\frac{R_i}{d_2}$ es un estimador insesgado de la desviación ya

que $E\left[\frac{R_i}{d_2}\right] = \frac{E(R_i)}{d_2} = \frac{d_2\sigma}{d_2} = \sigma$ y por lo tanto:

$$\sigma = \frac{E(R_i)}{d_2} = \frac{\bar{R}}{d_2}; \text{ donde: } \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k}$$

Recordemos también que el estimador de la media es la media global (o la gran media) con la cual obtenemos:

$$\frac{\bar{X}_i - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} \rightarrow N(0,1)$$

Si hacemos $\mu = \bar{\bar{X}}$ y $\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$ entonces: $\frac{\bar{X}_i - \bar{\bar{X}}}{(\bar{R}/d_2)/\sqrt{n}} \rightarrow N(0,1)$.

Utilizando los conceptos de intervalos de confianza a un nivel de confianza $(1 - \alpha)$ se tiene:

$$P(-k_\alpha \leq \frac{\bar{X}_i - \bar{\bar{X}}}{(\bar{R}/d_2)/\sqrt{n}} \leq k_\alpha) = 1 - \alpha, \text{ despejando } \bar{X}_i \text{ obtenemos:}$$

$$P(\bar{\bar{X}} - \frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}k_\alpha \leq \bar{X}_i \leq \bar{\bar{X}} + \frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}k_\alpha) = 1 - \alpha$$

Así a los límites de este intervalo construido se les denomina límites Probabilísticos de control. En el caso de los límites de control de Shewhart tenemos:

$$\text{Límite de control Superior: } LCS = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$$

$$\text{Límite Central: } LC = \bar{\bar{X}}$$



$$\text{Límite de Control Inferior: } LCI = \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}}$$

Donde en general, a k_α se le da el valor de 3 que aproximadamente equivale a un nivel de significancia de $\alpha = 0.27\%$.

b) Diagrama de Control para la Media con patrón dado

En este caso se conocen los parámetros, por tanto, estos coinciden con los límites probabilísticos estudiados anteriormente.

$$X \rightarrow N\left(\mu, \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right), \text{ entonces } \frac{X - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} \rightarrow N(1,0)$$

Utilizando los conceptos de intervalos de confianza se tiene:

$$P\left(-k_\alpha \leq \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} \leq k_\alpha\right) = 1 - \alpha$$

$$\text{Despejando se tiene } P\left(\mu - k_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \bar{x} \leq \mu + k_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha$$

$$\text{De donde: } LCS = \mu + k_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$LC = \mu$$

$$LCI = \mu - k_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Los parámetros en el control según Shewhart orientado del esquema de control de promedios con patrón dado están dados por:

$$LCS = \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$LC = \mu$$

$$LCI = \mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$



c) Diagrama de Control para el Rango sin patrón dado

Se toman K muestras de tamaño n.

Muestras	Mediciones	Estadísticos
Muestra 1	$x_{11} \quad x_{12} \quad \dots \quad x_{1n}$	$\bar{X}_1 \quad R_1 \quad S_1$
Muestra 2	$x_{21} \quad x_{22} \quad \dots \quad x_{2n}$	$\bar{X}_2 \quad R_2 \quad S_2$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
Muestra k	$x_{k1} \quad x_{k2} \quad \dots \quad x_{kn}$	$\bar{X}_k \quad R_k \quad S_k$

Donde $\frac{R_i - \mu_{R_i}}{\sigma_{R_i}} \rightarrow N(0,1)$, además se sabe que $\mu_{R_i} = d_2 \sigma_i$ y

$$\sigma_{R_i} = \sqrt{B_N} \sigma_i, \text{ entonces se tiene que } \frac{R_i - d_2 \sigma_i}{\sqrt{B_N} \sigma_i} \rightarrow N(0,1)$$

Utilizando los conceptos de intervalos de confianza se tienen:

$$P(-k_\alpha \leq \frac{R_i - d_2 \sigma_i}{\sqrt{B_N} \sigma_i} \leq k_\alpha) = 1 - \alpha$$

Despejando se tiene:

$$P(d_2 \sigma_i - k_\alpha \sqrt{B_N} \sigma_i \leq R_i \leq d_2 \sigma_i + k_\alpha \sqrt{B_N} \sigma_i) = 1 - \alpha$$

De donde: $LCS = d_2 \sigma_i + k_\alpha \sqrt{B_N} \sigma_i$

$$LC = R_i$$

$$LCI = d_2 \sigma_i - k_\alpha \sqrt{B_N} \sigma_i$$

Además $\frac{\bar{R}}{d_2}$ es un estimador insesgado de σ , por tanto:



$$\bar{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}; \quad \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k}$$

Finalmente, los límites de control quedan como:

$$LCS = (d_2 + k_\alpha \sqrt{B_N}) \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$LC = R$$

$$LCI = (d_2 - k_\alpha \sqrt{B_N}) \frac{\bar{R}}{d_2}$$

d) Diagrama de control para el Rango con patrón dado

Sea R una medida de dispersión igual a $R = \text{Max}(x_k) - \text{Min}(x_k)$, el recorrido tiene la siguiente distribución $\mu_{(R)} = d_2\sigma$ y $\sigma_R = \sqrt{B_N}\sigma$, d_2 y B_N son valores tabulados. Utilizando el teorema de límite central se tiene que:

$$\frac{R - \mu_R}{\sigma_R} \rightarrow N(0,1), \text{ entonces reemplazando tenemos } \frac{R - d_2\sigma}{\sqrt{B_N}\sigma} \rightarrow N(0,1)$$

Utilizando los conceptos de intervalos de confianza se tiene:

$$P(-k_\alpha \leq \frac{R - d_2\sigma}{\sqrt{B_N}\sigma} \leq k_\alpha) = 1 - \alpha$$

Despejando tenemos:

$$P(d_2\sigma - k_\alpha \sqrt{B_N}\sigma \leq R \leq d_2\sigma + k_\alpha \sqrt{B_N}\sigma) = 1 - \alpha$$

Los límites de control quedan como:

$$LCS = (d_2 + k_\alpha \sqrt{B_N})\sigma$$

$$LC = R = d_2\sigma$$



$$LCI = (d_2 - k_\alpha \sqrt{B_N})\sigma$$

e. Gráficos de Control Univariado como Prueba de Hipótesis:

Es existente una conexión ceñida entre cada esquema orientado al control y las verificaciones de suposiciones, como se muestra a continuación.

Como sabemos en un Análisis Univariado si se desea probar que μ_0 es un valor aproximado de la media poblacional μ , se puede formular la siguiente Prueba de Hipótesis:

$$H_0 : \mu = \mu_0 \text{ y } H_1 : \mu \neq \mu_0$$

Dónde: H_0 es la hipótesis Nula y H_1 es la hipótesis Alternativa. Si x_1, x_2, \dots, x_n representan una muestra aleatoria de una población normal, cuyo estadístico apropiado es:

$$t = \frac{(\bar{x} - \mu)}{s / \sqrt{n}}$$

$$\text{Dónde: } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \text{ es la media muestral } s = \sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 / (n-1)}$$

es la correspondiente desviación estándar muestral, con distribución t-student con (n-1) grados de libertad. Se rechazará H_0 , si el valor

calculado del estadístico de prueba es mayor a $t_0 = t_{\alpha/2} (n-1) g.l.$

Equivalentemente:



Rechazar H_0 a un nivel de significancia α si el cuadrado de

$$t^2 = \frac{(\bar{x} - \mu)^2}{s^2/n} = n(\bar{x} - \mu)(s^2)^{-1}(\bar{x} - \mu) \dots (*) \text{ es mayor a } t_0^2 = t_{\frac{\alpha}{2}}^2 (n-1) \text{ g.l}$$

donde: $t_{\frac{\alpha}{2}} (n-1) \text{ g.l}$ representa el Límite Superior de Confianza al

100*(1- α) % de la distribución t con (n-1) g.l. De esta manera la variable

t^2 en (*) representa el cuadrado de las distancias de la media muestral

\bar{x} al valor de μ_0 .

Sin embargo, sabemos que existe más de un valor aproximado a la media de una población Normal. Por lo tanto, de la correspondencia entre Pruebas de Hipótesis e Intervalos de Confianza para la media tendríamos:

Aceptar $H_0 : \mu = \mu_0$ a un nivel de significancia α si:

$$\left| \frac{(\bar{x} - \mu)}{s/\sqrt{n}} \right| \leq t_{\frac{\alpha}{2}} (n-1) \text{ g.l}$$

Equivalentemente:

$$\mu_0 \in I.C. \quad \bar{x} \pm t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} \text{ al } 100*(1-\alpha)\% \text{ Intervalo de confianza que}$$

también puede ser escrito como:

$$I.C(\mu)_{100(1-\alpha)\%} = \begin{cases} \hat{\theta}_1 = \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} \\ \hat{\theta}_2 = \bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} \end{cases}$$

Dónde: $\hat{\theta}_1$ y $\hat{\theta}_2$ representan respectivamente estimadores del

límite superior y del Límite inferior del intervalo de confianza.



Si graficamos este intervalo de confianza encontraremos una semejanza a los gráficos de Control que esencialmente representan un contraste de Hipótesis en el que podemos considerar como hipótesis nula:

1 $H_0 : \mu = \mu_0$ (Al hecho de que el proceso esté bajo control estadístico).

Y la hipótesis alterna:

2 $H_1 : \mu \neq \mu_0$ (Al hecho de que el proceso este fuera de control estadístico).

Así mismo si se trata de un Proceso de Control Univariado se llegará a la conclusión que esta prueba de Hipótesis tiene como Límite Superior, Límite central y Límite Inferior respectivamente a:

$$LCS = \mu + k_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$LC = \mu$$

$$LCI = \mu - k_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Que es básicamente un Intervalo de confianza y además los límites de control para gráficos por variables como se muestra en el acápite (h) parte (a)

Concluyéndose que:

En caso de que un punto este localizado entre los parámetros de control significa imposibilidad de declinar la hipótesis nula y que dicho proceso se encuentra bajo control desde una perspectiva estadística. Un punto que se localice lejos de los parámetros de control significa la declinación de la hipótesis nula.



Por ende, es posible concluir que una Prueba de Hipótesis es únicamente un esquema de Control de una variable al azar X y el modo más usual de regular de manera estadística un proceso.

Asimismo, como en cualquier verificación de la hipótesis es posible tener en cuenta el error de primera instancia (α) o posibilidad de error tipo I del esquema de control, el cual sería igual a entender que el proceso se encuentra fuera de control cuando en verdad no es así. Igualmente, es posible tomar en cuenta el error de segunda instancia (β) o posibilidad del error tipo II de este esquema, lo que sería igual a entender que dicho proceso se encuentra bajo control cuando en verdad es todo lo opuesto.

Normalmente, en un análisis es posible detallar un determinado error (α) de categoría I a incurrir y luego ya se escoge un método de prueba que reduzca (β) (β), los cuales dependen de la dimensión muestral n y por lo general se regula de manera indirecta).

Para el monitoreo de la calidad, (α) es denominado en ocasiones peligro del constructor, debido a que expresa la posibilidad de ser observado una parte verdaderamente admisible, o la posibilidad de ser observado por ejecutarse sin éxito un conjunto de etapas que elabore parámetros admisibles de una particularidad de calidad en específico. Asimismo, (β) es denominado en ocasiones peligro del cliente por que muestra la posibilidad de admitir una parte de calidad inadecuada, o si no la posibilidad de operar continuamente un método que labora sin satisfacción en relación a una particularidad de la calidad.

i. Curva Característica de Operación



Como en todo planteamiento de las suposiciones, es esencial hacer uso de la Curva Característica de Operación de un esquema de regulación para conseguir determinar su posibilidad (β) de error categoría II frente a la medida verdadera de la cantidad de falencias, desaciertos o confusiones por muestra o por límite de tiempo en las que se efectúan las cuantificaciones.

Una Curva Característica de Operación nos otorga una cuantificación de sensibilidad del esquema de control, dicho de otro modo, la curva característica señalaría la capacidad del diagrama de control para lograr encontrar variaciones o desvíos de distintos tamaños en la cuantificación real de la cantidad de falencias en referencia a su promedio dentro del proceso. En la evaluación de la Curva de operación siempre se tiene que tener en consideración determinados aspectos estadísticos, como es el caso de que al incrementar la dimensión muestral se disminuye la posibilidad de la falencia tipo II, esto incrementa la suficiencia del esquema para encontrar una situación que se encuentre fuera de control.

Generalmente, las enormes muestras hacen más sencillo el descubrimiento de minúsculas variaciones dentro del proceso, como es posible observar al momento de manifestar las curvas particulares para diversas dimensiones muestrales. Si se tiene que elegir la dimensión de la muestra, se tiene que filosofar en la dimensión de la variación que se pretende encontrar. Si la dimensión del procedimiento es indefinidamente enorme, es necesario hacer uno de cuantificaciones muestrales más



pequeños, que se deberían de usar para variaciones indefinidamente minúsculos.

j. Control de Calidad Multivariante

En la actualidad, muchos trabajos de Control de Calidad que se realizan dependen de muchas variables, en estos casos la utilización de esquemas de regulación por medio de variables presenta limitaciones para resolver este tipo de situaciones.

Considerando dicho problema se presentan gráficos de control que podrían considerarse como la extensión de variables individuales a variables múltiples. Es decir, el monitoreo o regulación sincrónica de más de 2 variables o propiedades de calidad asociada.

Antes de definir el Control de Calidad Multivariante definiremos una serie de conceptos base para el estudio.

k. Distribución Normal Multivariante

En el control estadístico de calidad de una variable, por lo general se usa la división general para conceptualizar el comportamiento de una característica de la calidad continua. La función referente a densidad de posibilidad normal considerando una única variable se muestra a continuación:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right\}; \text{ Donde } -\infty < x < \infty \dots (1)$$

La media de la distribución normal es μ y la varianza es σ^2 .

Una extensión natural al caso multivariado se presenta a continuación:

Con función de densidad:



$$f(X) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{1/2}} \exp\left\{-\frac{1}{2} (X - \mu)^T \Sigma^{-1} (X - \mu)\right\}, \text{ donde } -\infty < x_j < \infty,$$

$$j = 1, 2, \dots, p \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ x_p \end{bmatrix} \text{ Vector aleatorio que tiene distribución normal p-variente.}$$

$$E(X) = \mu = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \mu_p \end{bmatrix} \text{ Vector de medias.}$$

$$Var(X) = \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11}^2 & \sigma_{12} & \cdot & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22}^2 & \cdot & \sigma_{2p} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \cdot & \sigma_{pp} \end{bmatrix}, \text{ Es la matriz de varianzas y}$$

Covarianzas de X que asumiremos que es una matriz simétrica y definida positiva. Donde la diagonal principal de Σ esta conformada por las varianzas y los elementos que están fuera de la diagonal representan las covarianzas.

Esta función de densidad Normal Multivariada es obtenida a partir de:

El término en el exponente de la distribución normal en el caso univariado puede escribirse mediante la relación:

$$\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)^2 = (x - \mu)(\sigma^2)^{-1}(x - \mu)$$

Al transformarse esta al caso multivariado obtendremos:

$$(X - \mu)^T \Sigma^{-1} (X - \mu).$$



Cuyos parámetros definidos para p-variables tienen la misma definición que para un caso univariado. Luego la constante $\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}$ debe ser reemplazada por una constante más general que representara el volumen bajo la superficie encima de las regiones definidas por intervalos de los valores de las p-variables, lo cual se obtiene a partir de la constante $\frac{1}{(2\pi)^{\frac{p}{2}}|\Sigma|^{\frac{1}{2}}}$ y consecuentemente la función de densidad normal univariado obtendrá la forma ya mostrada en la ecuación (2).

De lo anterior se entiende también que $(x - \mu)(\sigma^2)^{-1}(x - \mu)$ representa tan solo un intervalo al $(1 - \alpha)$ 100% de confianza, sin embargo $(X - \mu)^T \Sigma^{-1}(X - \mu)$ representa regiones de confianza de $(1 - \alpha)$ 100% cuya representación gráfica son elipsoides centrados con media μ y coordenadas $\pm C\sqrt{\lambda_i e_i}$, donde $\sum e_i = \lambda_i e_i$ y λ_i y e_i , $i = 1, 2, \dots, p$ representan los autovalores y autovectores respectivamente para las p-variables. Además, la medida de las coordenadas o ejes representan la información que brinda cada una de las variables de tal manera que, a mayor eje mayor es la información.

I. Distribuciones Relacionadas con la Distribución Normal Multivariante.

Distribución de Wishart

La distribución de Wishart es una extensión de la distribución Chi-cuadrado al caso multivariado, cumple un rol fundamental



dentro de la evaluación del estadístico de las matrices de desviaciones - covarianzas existentes en una división normal.

Definición: Sea $X_{n,p}$ una matriz normal de datos procedente de una $N_p(0, \Sigma)$, $\Sigma > 0$, la matriz aleatoria $M = X^T X$ se dice que tiene distribución de Wishart p - dimensional con parámetros n y Σ así $M \rightarrow W_p(n, \Sigma)$.

En el caso particular de $p = 1$ se tiene que $\sigma^2 \chi_n^2 \rightarrow W_1(\sigma^2, n)$

Distribución T^2 de Hotelling

Definición: Sean $X \rightarrow N_p(0, I_p)$ y $M \rightarrow W_p(I, n)$, $n \geq p$; independientes, la variable aleatoria $Y = nX^T M^{-1} X$ se dice que tiene una distribución T^2 de hotelling con parámetros n y p , y $Y \rightarrow T^2(p, n)$

Esta combinación de la distribución normal multivariante y la de Wishart puede escribirse como:

$$T^2 = \sqrt{n}(\bar{x} - \mu_o)^T \left[\frac{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{x})(X_j - \bar{x})^T}{n-1} \right]^{-1} \sqrt{n}(\bar{x} - \mu_o), \text{ esto es:}$$

$$T_{p,n-1}^2 = \left(\begin{array}{c} \text{Vector Aleatoria} \\ \text{Normal Multi var iante} \end{array} \right) \left[\frac{\text{Matriz Aleatoria de Wishart}}{g.I} \right] \left(\begin{array}{c} \text{Vector Aleatoria} \\ \text{Normal Multi var iante} \end{array} \right)$$

$$T_{p,n-1}^2 = N_p(0, \Sigma)^T \left(\frac{1}{n-1} W_{p,n-p}(\Sigma) \right)^{-1} N_p(0, \Sigma),$$

Que es análogo a:

$$t^2 = \sqrt{n}(\bar{x} - \mu_o)^T (S^2)^{-1} \sqrt{n}(\bar{x} - \mu_o)$$



$$t^2 = \left(\begin{array}{c} \text{Vector Aleatoria} \\ \text{Normal} \end{array} \right) \left[\frac{\text{Variable Aleatoria de } \chi^2}{g.l.} \right] \left(\begin{array}{c} \text{Vector Aleatoria} \\ \text{Normal} \end{array} \right), \text{ en}$$

caso univariado.

Puesto que la variable al azar Normal y la variable al azar de Wishart se encuentran divididas de manera independiente, el servicio de concentración agrupada es el cumulo de la división Normal y la división de Wishart.

m. Gráficos de Control Multivariado como Prueba de Hipótesis

Consideremos la conclusión obtenida en el acápite número (2.2.11.h) de gráficos de control Univariado, que dice textualmente: "... cualquier Prueba de Hipótesis se considera únicamente como un esquema de Control con una variable al azar X y el modo más usual de regular de manera estadística un proceso", si la conclusión es válida y entendemos un proceso de Control Multivariado como una Extensión natural de un proceso de Control Univariado se tiene que:

Sea $[\mu_0]_{p \times 1}$ un vector columna y un valor aproximado del promedio de la población de una división normal multivariante, se formulará la siguiente prueba de hipótesis:

$$H_0 : [\mu] = [\mu_0]_{p \times 1} \text{ y } H_1 : [\mu] \neq [\mu_0]_{p \times 1}$$

Que tendrá como estadístico multivariante de prueba (suponiendo la hipótesis nula verdadera) a:

$$T^2 = (\bar{x} - \mu_0)^T \left(\frac{1}{n} S^{-1} \right) (\bar{x} - \mu_0)$$

$$T^2 = n(\bar{x} - \mu_0)^T S^{-1} (\bar{x} - \mu_0)$$

Que es una generalización natural de la distancia cuadrada en (*) del acápite número (2.2.11.h) al estadístico multivariante.



$$\text{Donde: } [\bar{x}]_{p \times 1} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_j$$

$$[S]_{p \times p} = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x})^t$$

$$[\mu_0]_{p \times 1} = \begin{bmatrix} \mu_{10} \\ \mu_{20} \\ \vdots \\ \mu_{p0} \end{bmatrix}$$

Así definido el estadístico T^2 es llamado como T^2 de Hotelling en honor a Harold Hotelling, pionero en el análisis multivariado.

Que concluye en: la hipótesis $H_0 : [\mu] = [\mu_0]_{p \times 1}$ es rechazada si el valor del estadístico T^2 es grande esto es: si \bar{x} no es próximo a μ_0 y

$T^2 \rightarrow \frac{(n-1)p}{n-p} F_{p,(n-1)g,l}$ donde: $F_{p,(n-1)g,l}$ denota una Variable Aleatoria con distribución F con p y (n - p) grados de libertad y además delimita una región de rechazo como una de aceptación de la hipótesis nula.

Equivalentemente:

Si se tiene x_1, x_2, \dots, x_p una muestra de variables al azar de un universo normal con media μ , matrices de desviaciones y co-desviaciones Σ , la media muestral y la varianza estándar es:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad S = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x})^T \text{ respectivamente.}$$

La posibilidad que el estadístico de prueba T^2 se localice en la zona de declinación de la hipótesis con nulidad o falencia tipo I es:



$$\alpha = P \left[T^2 > \frac{(n-1)p}{n-p} F_{p,n-p}(\alpha) \right]$$

$$\alpha = P \left[n(\bar{x} - \mu)' S^{-1} (\bar{x} - \mu) > \frac{(n-1)p}{n-p} F_{p,n-p}(\alpha) \right]$$

Proposición que nos orienta de manera inmediata a la Prueba de Hipótesis:

$$H_0 : [\mu] = [\mu_0]_{p \times 1} \text{ y } H_1 : [\mu] \neq [\mu_0]_{p \times 1}$$

A un grado significativo α , declinamos H_0 por el lado de H_1 si el valor conseguido

$$T^2 = n(\bar{x} - \mu)' S^{-1} (\bar{x} - \mu) > \frac{(n-1)p}{n-p} F_{p,n-p}(\alpha),$$

Lo que nos orienta a comprender la relación entre la distribución T^2 para la prueba multivariante y la división t - student para la prueba univariante.

Además, gracias a esta prueba hipotética, será posible obtener áreas de confianza (ya no intervalos de confianza) con límites superiores (L.S) e inferiores (L.I) equivalentes a:

$$LS = \frac{(n-1)p}{n-p} F_{p,n-p}(\alpha)$$

$$LI = 0$$

Límites que podemos considerar nuevamente como parte de la conclusión del acápite (e):

$$LSC = \frac{(n-1)p}{n-p} F_{p,n-p}(\alpha), \text{ Límite Superior de Control}$$

$LIC = 0$, Límite Inferior de Control. Que responde a la prueba de

hipótesis:



- H_0 : Proceso Bajo Control
- H_1 : Proceso Fuera de Control

En resume, otra vez : "... una Prueba de Hipótesis es únicamente un esquema de Control de una variable al azar X y la manera más usual de regular de manera estadística un procedimiento, de igual forma para un proceso de regulación de calidad multivariante".

n. Características de un Proceso de Control Multivariante

Existen al menos cinco características deseadas para un proceso de control multivariante. Estos son los siguientes:

- a) El control estadístico debe ser fácil de graficar y ayudar a identificar la tendencia del proceso.
- b) Cuando ocurran puntos fuera de control, debe ser fácil de determinar la causa en términos de la contribución de cada una de las variables.
- c) El proceso debe ser flexible.
- d) El proceso necesita ser sensible a pequeños pero significativos cambios en el proceso.
- e) El método debe ser capaz de controlar el proceso.

Un buen gráfico de control no sólo nos permite obtener datos fuera de control, sino que también nos permite identificar la tendencia del proceso.

Para entender claramente un proceso de control, la interpretación necesita ser de manera global y no aisladamente para un grupo de información particular.



o. Cartas de Control con el Estadístico T^2 de Hotelling

Aunque existen muchos y diferentes procesos de control Multivariante, en nuestra opinión un proceso de control construido sobre el estadístico T^2 de Hotelling posee una gran similitud con los procesos de Control Univariante de Shewhart.

La interpretación debida a las cartas de control con el estadístico T^2 de Hotelling son capaces de separar el valor de la T^2 dentro de componentes independientes. Un tipo de componente determina la contribución de la variable individual, mientras las otras componentes comprueban las relaciones entre un grupo de variables. Este procedimiento es global naturalmente y no individualmente a una base de datos en particular.

El estadístico T^2 es uno de los más flexibles estadísticos multivariantes. Este da excelentes resultados cuando se controla observaciones independientes de un proceso continuo. Este es también basado en una observación o la media de un subgrupo de n observaciones.

El proceso de inspección y regulación de la actividad con diversas variables más popular es la esquila de Control T^2 Hotelling para monitorear el vector de la media del proceso. Se presenta dos versiones de la carta T^2 de Hotelling: una para datos sub-agrupados y otra para observaciones individuales.



a) Datos Sub-agrupados:

Suponer que dos características de la calidad x_1 y x_2 tienen una distribución conjunta de acuerdo con la distribución normal de dos variables. Sean μ_1 y μ_2 los valores medios de las características de calidad y sean σ_1 y σ_2 las desviaciones estándares de x_1 y x_2 respectivamente. La covarianza entre x_1 y x_2 se denota por σ_{12} . Se supone que σ_1 y σ_2 y σ_{12} son conocidas. Si \bar{x}_1 y \bar{x}_2 son los promedios muestrales de las dos características de la calidad calculados a partir de una muestra de tamaño n , entonces el estadístico es:

$$\chi_0^2 = \frac{n}{\sigma_1^2 \sigma_2^2 - \sigma_{12}^2} [\sigma_2^2 (\bar{x}_1 - \mu_1)^2 + \sigma_1^2 (\bar{x}_2 - \mu_2)^2 - 2\sigma_{12} (\bar{x}_1 - \mu_1)(\bar{x}_2 - \mu_2)]$$

Tendrá una distribución Chi-cuadrado con 2 grados de libertad. Esta ecuación puede usarse como base de una carta de control para las medias del proceso μ_1 y μ_2 . Si las medias del proceso se mantienen en los valores μ_1 y μ_2 , entonces los valores de χ_0^2 deberán ser menores que el límite de control superior, $LSC = \chi_{\alpha,2}^2$, donde: $\chi_{\alpha,2}^2$ es el punto porcentual α superior de la distribución Chi-cuadrado con 2 grados de libertad. Si al menos una de las medias se corre a algún valor nuevo (fuera de control), entonces la probabilidad de que el estadístico χ_0^2 exceda el límite de control superior se incrementa.

El procedimiento de monitoreo del proceso puede representarse gráficamente dando valores a cada uno de los



anteriores estadísticos mencionados, entonces obtendremos el gráfico de una elipse en espacio bidimensional al cual se le acostumbra llamarlo elipse de control.

La elipse de control nos permite visualizar de manera conjunta dos características del proceso encontrando la presencia de variables asignables a comparación de gráficos de control individuales para cada una de las características, como en el siguiente gráfico:

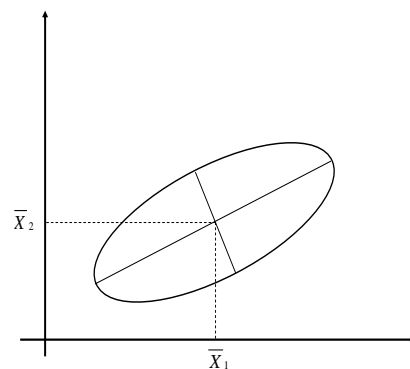


Figura 2 Elipse de Control
Fuente: (Mejía, 2005)

Hay dos desventajas asociadas a la elipse de control. La primera es que se pierde la secuencia en el tiempo de los puntos graficados y la segunda desventaja, y más grave, es que la construcción de la elipse se complica cuando se presenta más de dos características de control. Para evitar estas dificultades, por lo general los valores de χ_0^2 que se calculan se grafican en una carta de control con un solo límite de control superior en $\chi_{\alpha,2}^2$. Esta carta de control suele llamarse carta de control Chi-cuadrado.



Caso I: Σ conocido

Es posible ampliar estos resultados al caso en que se controlan al mismo tiempo p características de la calidad relacionadas. Se supone que la distribución de probabilidad conjunta de las p características de la calidad se distribuye normalmente de las p variables. El procedimiento requiere calcular el promedio de muestra de todas las p particulares de calidad comenzando desde una muestra de dimensión n .

Este grupo de promedios de las particularidades de la calidad es *posible exponerla* mediante el vector columna $p \times 1$

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \vdots \\ \bar{x}_p \end{bmatrix}$$

El estadístico de la prueba para la carta de control Chi-cuadrado de cada muestra es:

$$\chi_0^2 = n(\bar{x} - \mu)^T \Sigma^{-1} (\bar{x} - \mu)$$

Donde $\mu^T = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p]$ es el vector de las medias bajo control para las p características de calidad y Σ es la matriz de covarianza. El límite superior de la carta de control es:

$$LSC = \chi_{\alpha, p}^2$$

Caso II: Σ desconocido

Cuando no se conoce el valor del vector de promedios y/o las matrices de desviaciones y covarianzas de las



características de calidad que estamos analizando, es necesario estimar dichos límites. Una técnica usual para este propósito, es hacer uso de la muestra que se tiene a disposición para lograr conseguir los datos de dichas limitaciones, comenzando de la hipótesis de normalidad y autonomía en los análisis. En caso de usarse como estimador estadístico el vector de promedios y las matrices de desviaciones-covarianzas muestrales, el estadístico T^2 para la observación i -ésima va a tener la siguiente forma:

$$T^2 = n(\bar{x} - \bar{\bar{x}})^T S^{-1} (\bar{x} - \bar{\bar{x}})$$

En caso de información agrupada, el estimador T^2 continua con una división F de Snedecor, en consecuencia, los parámetros de control siguen las hipótesis habituales y se van a representar como:

Límite de Control Superior:

$$LSC = \frac{p(k-1)(n-1)}{kn-k-p+1} F_{\alpha, p, kn-k-p+1}$$

Límite de Control Inferior: $LIC = 0$

De esta manera, es posible evaluar si dicho proceso está bajo control por medio de la exposición de las cuantificaciones T^2 juntamente con el parámetro de control. En caso de que el valor de T^2 para cualquier muestra sea menor del LSC, se entiende que dicho proceso se encuentra bajo control y, o de manera opuesta, que hay una irregularidad que nos orienta a un contexto fuera de control.



b) Observaciones Individuales

Caso I: Σ desconocido

En algunos escenarios industriales, el tamaño del subgrupo es de manera natural $n=1$. Suponer que se cuenta con K número de muestras, todas con una dimensión $n=1$, y “ p ” es la cantidad de peculiaridades de la calidad contemplada en cualquier muestra. Ya sea \bar{x} y S el vector de la cuantificación muestral y las matrices de covarianzas, correspondientemente de estos análisis. El estimador T^2 de Hotelling correspondiente será:

$$T^2 = (x - \bar{x})^T S^{-1} (x - \bar{x})$$

Los límites de control para este estadístico son:

$$\text{Límite de Control Superior: } LSC = \frac{p(k+1)(k-1)}{k^2 - kp} F_{\alpha, p, k-p}$$

$$\text{Límite de Control Inferior: } LIC = 0$$

Cuando el número de muestras preliminares K es grande ($K > 100$), en estos casos se recomienda utilizar como límite de control aproximado a:

$$\text{Límite de Control Superior: } LSC = \frac{p(K-1)}{K-p} F_{\alpha, pk-p}$$

O bien, Límite de Control Superior: $LSC = \chi_{\alpha, p}^2$, este último solo es apropiado si se conoce Σ (Caso II).

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

El agua que consume los pobladores de la ciudad del Cusco cumple con los estándares mínimos exigidos por el ente supervisor.



2.3.2. Hipótesis Específicos

- a. La calidad del cloro residual libre del agua de las fuentes de abastecimiento de agua potable en la ciudad del Cusco no es apta para el consumo humano
- b. La calidad de la turbiedad del agua de las fuentes de abastecimiento de agua potable en la ciudad del Cusco no es apta para el consumo humano
- c. La calidad de la dureza total del agua de las fuentes de abastecimiento de agua potable en la ciudad del Cusco no es apta para el consumo humano
- d. La calidad de los cloruros del agua de las fuentes de abastecimiento de agua potable en la ciudad del Cusco no es apta para el consumo humano

2.4. Variables de estudio

2.4.1 Identificación de variables

Calidad del agua



2.4.2 Operacionalización de las variables

Tabla 4

Operacionalización de las variables

VARIABLES	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Calidad del agua	Es el grupo de particularidades que posee el agua y que podrían tener influencia en su adaptabilidad a una utilización determinada, la conexión entre dicha calidad del agua y las necesidades del usuario. (Mejía, 2005)	Proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con respecto a la calidad originaria, impacto humano y acuático que guardan relación con la vida saludable. (Mejía, 2005)	Propiedades Físicas Propiedades Químicas Propiedades Biológicas	<ul style="list-style-type: none">• Cloro residual• Turbidez• Conductividad • Salinidad• Dureza total• Oxígeno disuelto• pH • Coliformes termotolerantes

Fuente: Elaborado por el tesista en base al soporte teórico.



2.5. Definición de términos básicos

2.5.1 Agua de consumo humano

Puede definirse como el agua orientada para el consumo o agua pura, por este motivo en ocasiones se genera un peligro característico enfocado la salud al momento de su consumo en el periodo de ciclo vital. (PNUMA, 2018).

2.5.2 Bacterias Coliformes Totales

Según el autor indica que son microbios que pertenecen a la clasificación “Coliforme”, Gram negativos, de manera bacilar, no esporulados, aerobios y anaerobios facultativos, en ocasiones eternos, y distintos propios del aparato digestivo, son caracterizados por inducir la lactosa con elaboración de ácido y vapor a una temperatura de 34 y 37 °C en un periodo mayor de 48 h. (Ramos & Vidal, 2018).

2.5.3 Contaminación

Según el autor hace referencia a la variación de las particularidades de índole física, química o biológica del agua, a consecuencia de la mezcla voluntaria u ocasional en el agua un determinado producto o desechos que influyen los usos del agua. (MINAN, 2016).

2.5.4 Límite Máximo Permisible:

Hace regencia a los parámetros altos admisibles de los valores característicos para la calidad en el agua. (Villena, 2017).

2.5.5 Parámetros Microbiológicos:

Hace referencia al conjunto de microorganismos guías para identificar agentes contaminantes y/o micro organismos dañosos hacia la población examinada en una determinada porción de agua bebible. (SA/DM, 2003).



2.5.6 Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano:

Según el autor indica que es el conglomerado de elementos hidráulicos y fundamentos físicos las cuales son maniobradas por métodos ejecutivos, de administración y dispositivos obligatorios donde comienza el recojo hasta la distribución del agua. (Magne, 2008).

2.5.7 Sistema de tratamiento de agua (Planta de Tratamiento):

Según el autor hace referencia a un conglomerado de elementos hidráulicos, en medidas de técnicas físicas, químicas y biológicas, y con dispositivos electro mecánicos y técnicas de monitoreo que poseen un propósito de originar agua idónea para su ingestión. (Loose, 2015)



CAPITULO III

METODO

3.1. Alcance de estudio.

Para el desarrollo del presente estudio será en función al alcance Descriptivo; se hace referencia a las investigaciones descriptivas esperando lograr clasificar los elementos y los tipos significativos de un determinado fenómeno al que se lleve a un análisis. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.88)

3.2. Diseño de investigación.

Para la realización de la siguiente investigación, se hará uso del diseño no experimental, debido a que las investigaciones se desarrollan sin el manejo voluntario de variables ya que únicamente se visualizan los fenómenos en su entorno natural para su análisis. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.468)

3.3. Población de estudio.

La población del Cusco tiene 1346373 habitantes por el sistema de abastecimiento en la ciudad del Cusco. (INEI, 2019), pero la población de estudio sería toda el agua que se encuentra distribuida la planta de Santa Ana Cusco.

3.4. Muestra.

Se trabajará con un total de 365 muestras, en cada día que la empresa realizaba una extracción se tomaba 5 repeticiones, por tanto, al final tendremos 73 grupos de muestras con 5 repeticiones.

3.4.1 Tipo de muestreo

El muestreo será no probabilístico, ya que no se tomarán aleatoriamente muestras, sino al contrario se utilizará la data proporcionada por la empresa SEDACUSCO.SA.



3.5. Recolección de datos.

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

En la recopilación de datos e información, se empleará el análisis documental; el cual consiste de la revisión y organización de la base de datos que se me proporciona por la empresa.

Para lo cual la empresa SEDACUSCO.SA tomo en cuenta los siguientes aspectos:

Cantidad: Generalmente, casi para cualquier estudio Físico-Químico, solo se necesita una muestra de un volumen de 2 litros, sin embargo, para el análisis de todas las variables de este tipo para la investigación será necesario un envase de medio litro.

Envases: Los frascos serán limpiados cuidadosamente antes de cada uso. Por ejemplo, para la limpieza se puede usar una mezcla limpiadora de ácido crómico o una solución alcalina de permanganato, sin embargo, durante el trabajo de recolección de muestras por tener referencia de que no hay desarrollo de microorganismos en los envases será suficiente la utilización de un detergente, para luego ser enjuagados con agua corriente y finalmente con agua destilada.

Muestras Representativas de Agua en Grifos: Para lograr conseguir una muestra representativa se tiene que obedecer los puntos siguientes:

- 1 Antes de tomar la muestra se deben retirar elementos como mangueras o telas del grifo, en el caso de que hubiese alguna.
- 2 Segundo, se tomará la muestra definitiva después de que las líneas de agua se purguen por un tiempo considerable para



asegurarse de que la muestra sea representativa del abastecimiento o del grifo.

- 3 Se va coger la cantidad necesaria de muestras con la cañería abierta. Para lograr medir la turbulencia y el Cloro sobrante se tiene que enjuagar en 3 ocasiones el recipiente anticipado a la toma de muestra definitiva, posteriormente se tiene que realizar el estudio de estas variables. El recipiente no tiene que ser ocupado de forma completa, sino se aconseja tener un área de 1/3 que se encuentre libre con el propósito de efectuar una homogeneidad de la muestra. Para finalmente sellar la muestra.
- 4 Por último, se llevará un registro de cada muestra recolectada, identificándose cada frasco, de preferencia por una etiqueta adherida al envase.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

En esta investigación, el instrumento del cual se hizo uso fue: Una ficha de recopilación de información, este instrumento evaluará la calidad del agua potable en la ciudad del Cusco, período 2019. Este instrumento está formado por tres dimensiones que son las propiedades Físicas, Químicas y Biológicas.

3.5.3 Confiabilidad y Validez de Instrumentos

La confiabilidad de la ficha de recolección de datos se llevará a cabo mediante una prueba piloto a algunos usuarios que viven en las cercanías de los manantes u ojos de agua, y los cuales dispongan del servicio de agua que sea potable.



Tabla 5
Prueba de confiabilidad y validez de instrumentos

Variable	Alfa de Cronbach	Interpretación
Control de calidad del agua	0.87	Confiabilidad alta

Fuente: Elaborado por el tesista en base a la teoría estadística

Para la validación de cada instrumento de recopilación de información correspondiente a la variable, se realizará mediante una valoración ejecutada por tres jueces especialistas en el estudio o argumento analizado internamente en el estudio, los mismos que proporcionaran confiabilidad al tema a tratar mediante una firma de aprobación

3.6. Plan de análisis de datos.

Tabla 6
Plan de Análisis de Datos

Hipótesis a ser probada	Hipótesis Nula Hipótesis Alternativa	Nivel de Significancia	Prueba Estadística	Decisión
El agua que consumen los pobladores de la ciudad del Cusco cumple con los estándares exigidos por el ente supervisor.	H_0 : Proceso Bajo Control H_1 : Proceso Fuera de Control	$\alpha = 0.05$	gráfico de control	Reglas de Nelson para control de calidad

Fuente: Elaborado por el tesista en base a la teoría estadística

Para el análisis se utilizó la técnica de control estadístico de calidad, con esta finalidad el software utilizado para las gráficas de control es el programa statgraphics Centurión y para realizar graficas de histogramas se utilizó el programa R y Rstudio.



CAPITULO IV

RESULTADOS

Según los datos analizados surge la importancia de conservar de manera constante aseguramiento de la Calidad, con la cual se invita a las organizaciones y establecimientos a acoger técnicas estadísticas hacia el seguimiento de los procesos de control. Los gráficos que a continuación se muestra usaron los datos recogidos por la ficha de observación.

4.1 Análisis descriptivo de la variable cloro residual (libre)

Tabla 7
Análisis descriptivo de la variable cloro residual

Estadístico	Valor estadístico	Prueba Levene
Recuento	365	
Promedio	0.945068	
Desviación Estándar	0.170757	
Coefficiente de Variación	18.0682%	
Mínimo	0.52	p = 0.12
Máximo	1.52	
Rango	1.0	
Sesgo Estandarizado	2.24195	
Curtosis Estandarizada	1.01251	

Fuente: Elaboración propia

Dentro de las mediciones que se hicieron al agua, se midió el cloro residual (libre) en mg/L de la cual pudimos obtener que en promedio se encontró 0.94 mg/L, con una desviación estándar de 0.171 mg/L. además el coeficiente de variación es de 18.07% por tanto podríamos decir que los datos presentan homogeneidad.

La distribución de los datos del cloro residual (libre) se muestra en el siguiente histograma.

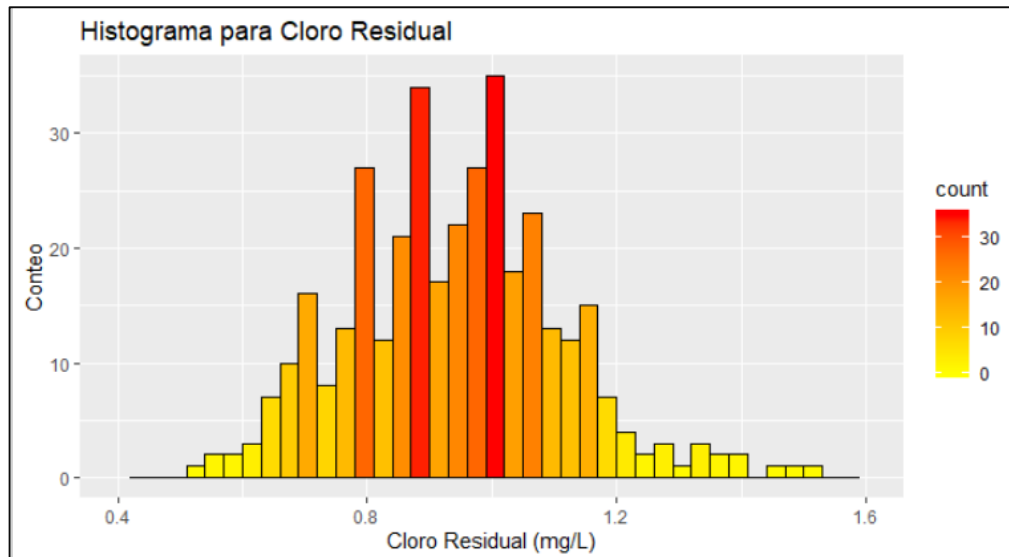


Figura 3 Histograma para Cloro residual

Fuente: Elaboración propia

Al 95% de confianza de la prueba de homogeneidad de Levene se concluye que el comportamiento del cloro residual por día es homogénea

4.1.1 Gráficos de control de calidad por variables para Cloro Residual (mg/L)

Tabla 8

Control de calidad por variables para Cloro Residual (mg/L)

Período	#1-73
Media de proceso	0.945068
Sigma de proceso	0.166243
s promedio	0.156264

Fuente: Elaboración propia

Es posible ver que según el promedio el proceso registra 0.945 mg/L de cloro residual y para estar considerado como un proceso bajo control el cloro residual debe fluctuar entre 0.72 y 1.17 mg/L, además podemos observar que ningún punto escapa los límites de seguridad. Por tanto, el proceso está bajo control.

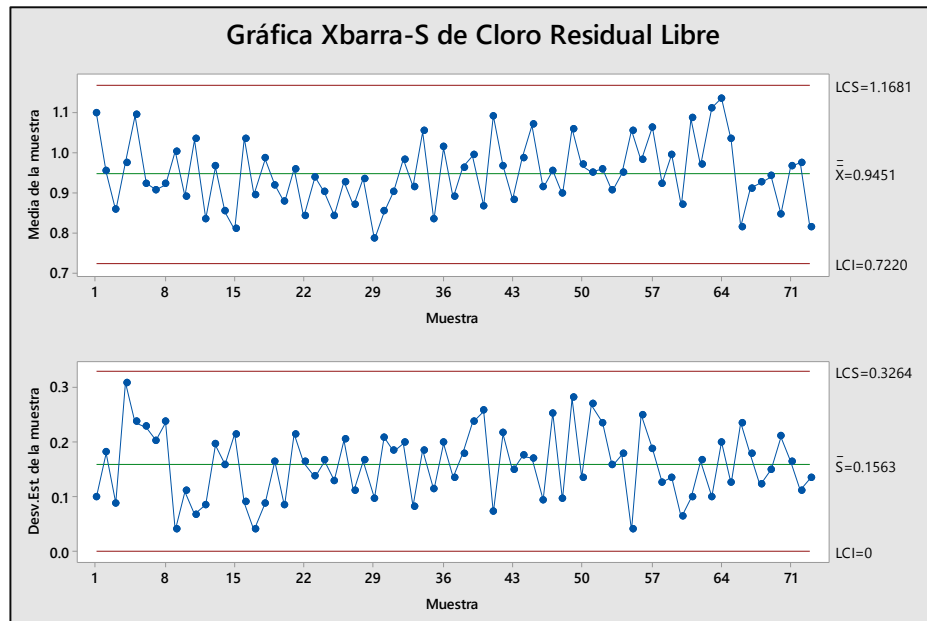


Figura 4 Grafica Xbarra –S de Cloro Residual Libre
Fuente: Elaboración propia

Según el reglamento de la calidad del agua orientado al consumo del hombre en el Perú, los resultados muestran que están localizados en el interior de los parámetros que se permiten, en otras palabras, el agua que consume la población del Cusco se encuentra dentro de los rangos normales.

4.2 Análisis descriptivo de la variable turbiedad

Tabla 9

Análisis descriptivo de la variable turbiedad

Estadístico	Valor estadístico	p-valor prueba Levene
Recuento	365	
Promedio	0.500192	
Desviación Estándar	0.27411	
Coficiente de Variación	54.8011%	
Mínimo	0.1	0.081
Máximo	2.12	
Rango	2.02	
Sesgo Estandarizado	11.5125	
Curtosis Estandarizada	19.5416	

Fuente: Elaboración propia

Dentro de las mediciones que se hicieron al agua, se midió la turbiedad en NTU de la cual pudimos obtener que en promedio se encontró 0.50 NTU, con una desviación estándar de 0.274 NTU. El coeficiente de variación es de 54.8% por tanto podríamos decir que los datos no presentan homogeneidad por tanto existe mucha variabilidad.

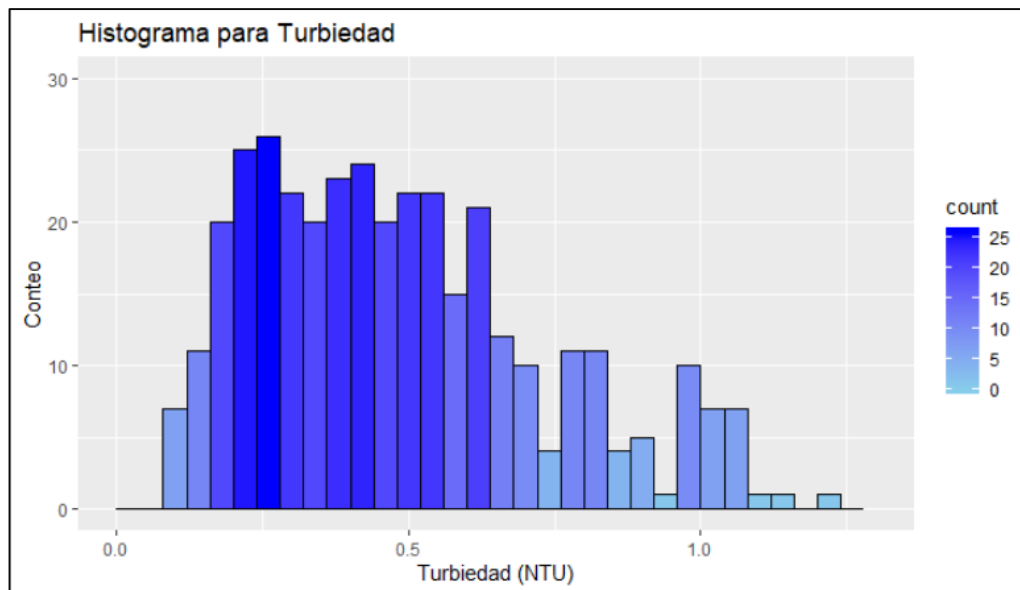


Figura 5 Histograma para turbiedad
Fuente: Elaboración propia

Al 95% de confianza de la prueba de homogeneidad de Levene se concluye que el comportamiento de la variable turbiedad por día es homogénea

4.2.1 Gráficos de control de calidad por variables para turbiedad (NTU)

Tabla 10

Control calidad por variables para turbiedad (NTU)

Período	#1-73
Media de proceso	0.500192
Sigma de proceso	0.239331
s promedio	0.224965

Fuente: Elaboración propia



Es posible ver que en promedio el proceso registra 0.50 NTU de turbiedad en el agua, para estar considerado como un proceso bajo control la turbiedad debe fluctuar entre 0.179 y 0.821 NTU, además podemos observar que 1 punto escapa los límites de seguridad por tanto sobre el común comportamiento de la turbiedad en el agua, habría que observar la muestra 66 y observar que paso durante esa semana donde se midió esta característica.

Según MINSA, (2011) No podemos decir que el proceso está completamente fuera de control por que el límite máximo permisible de límites de calidad sensorial es de 5 NTU de turbiedad, y esta muestra 66 no excede a ese valor. Por tanto, el proceso se encuentra estadísticamente bajo control de calidad para esta característica en el agua.

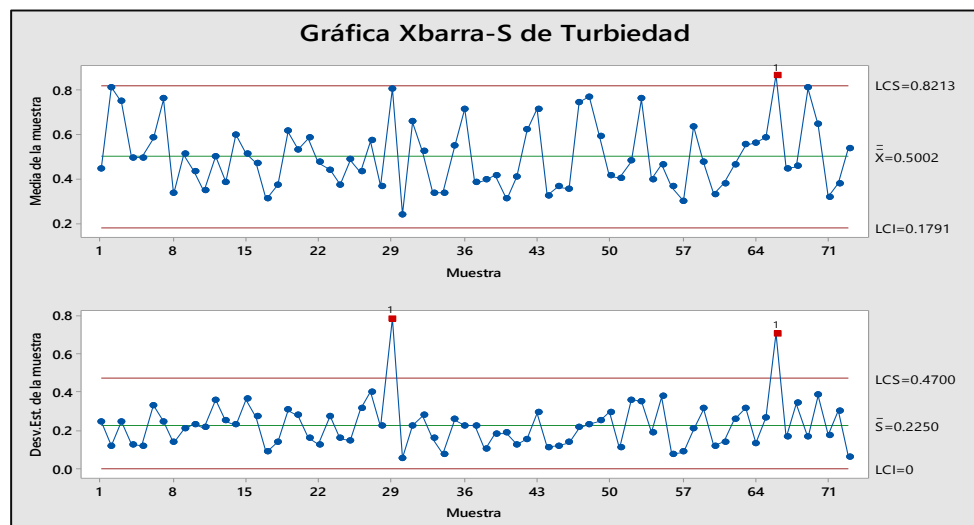


Figura 6 Grafica Xbarra – S de Turbiedad
Fuente: Elaboración propia



4.3 Análisis descriptivo de la variable dureza total

Tabla 11

Análisis descriptivo de la variable dureza total

Estadístico	Valor estadístico	p-valor prueba Levene
Recuento	365	
Promedio	293.049	
Desviación Estándar	97.7363	
Coefficiente de Variación	33.3515%	
Mínimo	111.11	0.041
Máximo	442.32	
Rango	331.21	
Sesgo Estandarizado	-2.11322	
Curtosis Estandarizada	-4.7862	

Fuente: Elaboración propia

Dentro de las mediciones que se hicieron al agua, se midió la dureza total en mg/L de la cual pudimos obtener que en promedio se encontró 293.049 mg/L, con una desviación estándar de 97.74 mg/L. el coeficiente de variación es de 33.35% por tanto podríamos decir que los datos no presentan homogeneidad por tanto existe mucha variabilidad.

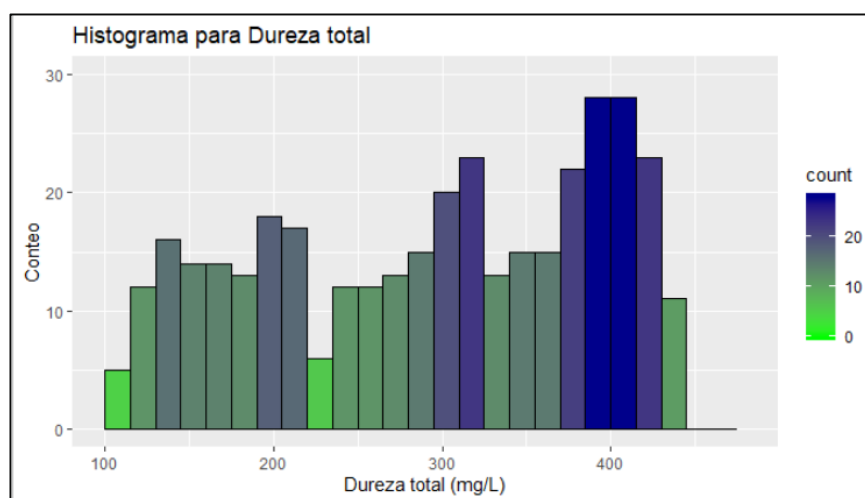


Figura 7 Histograma para Dureza total

Fuente: Elaboración propia



Al 95% de confianza de la prueba de homogeneidad de Levene se concluye que el comportamiento de la dureza total por día no es homogénea

4.3.1 Gráficos de control de calidad por variables para Dureza Total (mg/L)

Tabla 12

Control de calidad por variables para Dureza Total (mg/L)

Período	#1-73
Media de proceso	293.049
Sigma de proceso	101.844
s promedio	95.7306

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que la media del proceso registra 293.049 mg/L de dureza total en el agua, para estar considerado como un proceso bajo control la dureza total debe fluctuar entre 156.4 y 429.7 mg/L, además se puede observar que ningún punto escapa los límites de seguridad por tanto sobre el común comportamiento de la dureza total en el agua está llevándose de manera normal por estar dentro de los límites de seguridad de $\pm 3\sigma$

MINSA,(2011) nos ayuda a ratificar que cada proceso está completamente bajo control ya que el parámetro máximo permisible de parámetros de calidad organoléptica es de 500 mg/L de dureza total. Por tanto, el proceso se encuentra estadísticamente bajo control de calidad para esta característica en el agua.

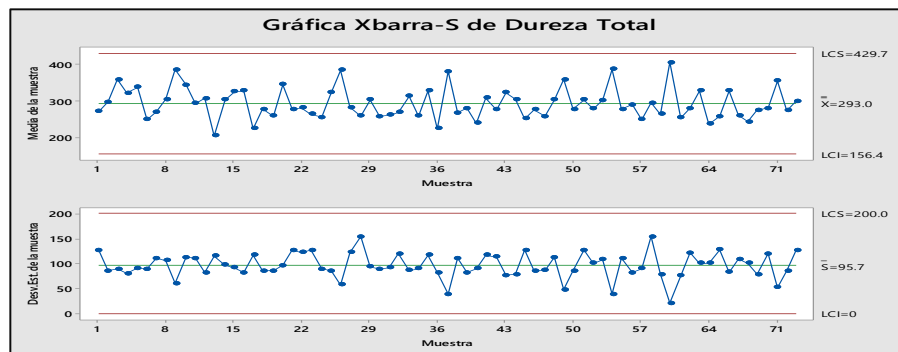


Figura 8 Grafica Xbarra – S de Dureza Total

Fuente: Elaboración propia

4.4 Análisis descriptivo de la variable cloruros

Tabla 13

Análisis descriptivo de la variable cloruros

Estadístico	Valor estadístico	p-valor prueba Levene
Recuento	365	
Promedio	104.717	
Desviación Estándar	58.2492	
Coefficiente de Variación	55.6255%	
Mínimo	2.1	0.001
Máximo	392.5	
Rango	390.4	
Sesgo Estandarizado	3.01958	
Curtosis Estandarizada	4.10459	

Fuente: Elaboración propia

Dentro de las mediciones que se hicieron al agua, se midió los cloruros en mg/L de la cual pudimos obtener que en promedio se encontró 104.717 mg/L, con una desviación estándar de 58.25 mg/L. el coeficiente de variación es de 55.63% por tanto podríamos decir que los datos no presentan homogeneidad por tanto existe mucha variabilidad en estos datos.

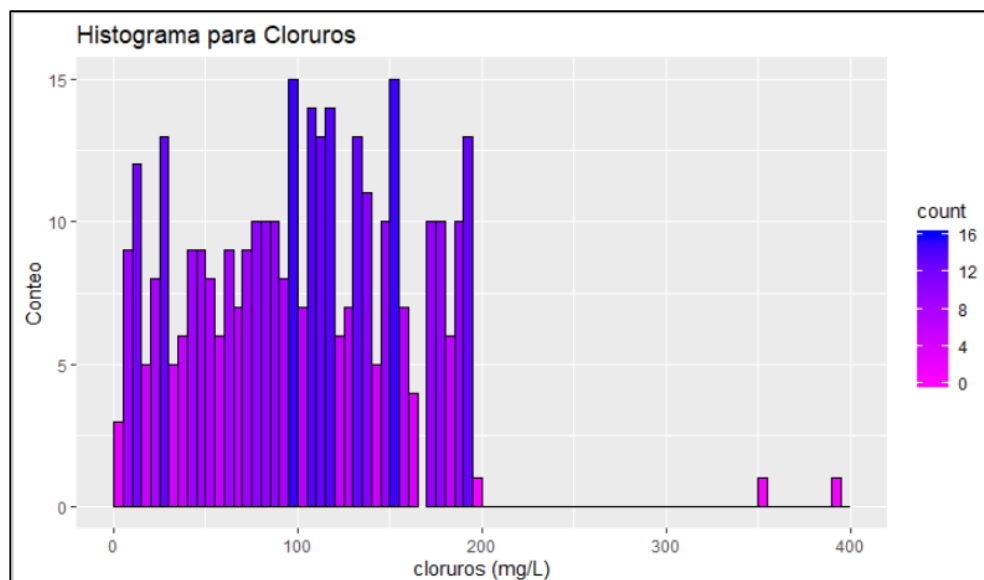


Figura 9 Histograma para Cloruros

Fuente: Elaboración propia



Al 95% de confianza de la prueba de homogeneidad de Levene se concluye que el comportamiento de la variable cloruros por día no es homogénea

4.4.1 Gráficos de control de calidad por variables para cloruros (mg/L)

Tabla 14

Control de calidad por variables para cloruros (mg/L)

Período	#1-73
Media de proceso	104.717
Sigma de proceso	59.8794
s promedio	56.2851

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que la media del proceso registra 104.717 mg/L de cloruros en el agua, para estar considerado como un proceso bajo control los cloruros deben de fluctuar entre 24.4 y 185.1 mg/L, además se puede observar que 1 punto escapa los límites de seguridad por tanto sobre el común comportamiento de la dureza total en el agua está llevándose de manera anormal por este punto que escapa los límites de seguridad de $\pm 3\sigma$, además el punto registrado que escapa a los límites de seguridad es la muestra 43 la cual registra aproximadamente 240 mg/L.

Para MINSA,(2011) un proceso que se encuentra completamente bajo control, ya que el parámetro máximo permisible de parámetros de calidad organoléptica es de 250 mg/L de cloruros. Por tanto, el proceso se encuentra estadísticamente bajo control de calidad para esta característica en el agua. De todas formas, hay que identificar que pudo haber pasado porque en esa semana la medición se eleva demasiado y no tiene un comportamiento homogéneo igual al de los demás.

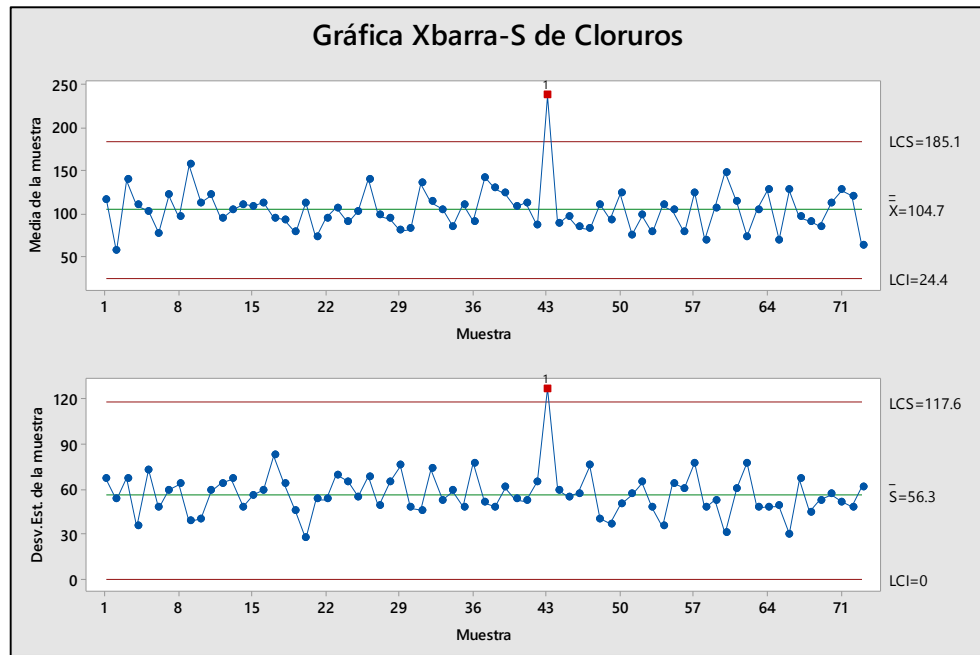


Figura 10 Grafica Xbarra – S de Cloruros
Fuente: Elaboración propia

4.5 GRAFICA MULTIVARIADA DE LAS CUATRO VARIABLES T^2 DE HOTELING.

Actualmente con ayuda de la tecnología es posible incorporar dentro de cada proceso de producción un estudio multivariado. Los esquemas multivariados serán útiles para disponer de un proceso recio y mitigar cualquier tipo de desecho; de esta forma será posible observar de qué manera se efectúa el seguimiento de 2 o más variables, todo esto nos propone el estadístico T^2 de Hotelling en referencia a los esquemas univariados para lograr reconocer variables que no se encuentran en la precisión; de igual forma también es posible confirmar que para próximos estudios que al variar o incrementar la muestra es más sencillo ubicar los puntos que se encuentran fuera de control.

En la siguiente se muestra la gráfica que contiene los cuatro indicadores para medir la calidad del agua, y posee un punto que se ubica lejos de los parámetros de control y esta coincide con el identificado en el gráfico de cloruros que era perteneciente a la muestra 43, la cual ya justificamos que está dentro del



límite permisible tolerable por el MINSA,(2011), igual de todas formas para futuros estudios donde no se tiene limites permisibles de calidad, este grafico es muy sensible y confiable para trabajar con mas de dos variables en estudio.

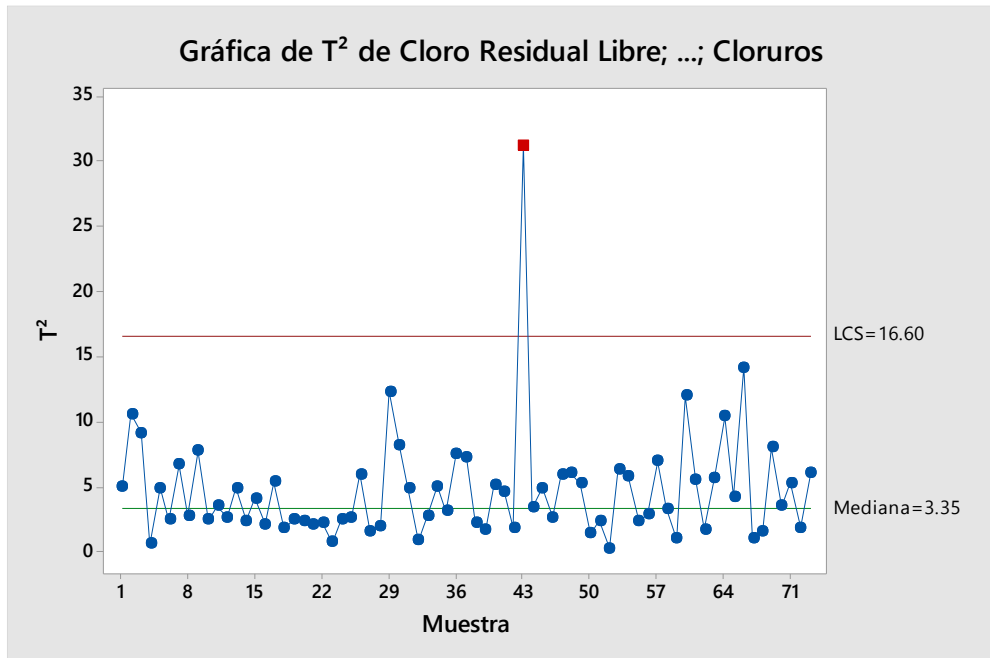


Figura 11 Grafica de T^2 de Cloro Residual Libre
Fuente: Elaboración propia



CAPITULO V

DISCUSIONES

5.1 Hallazgos

En el presente estudio se estableció que:

- a) El cloro residual del agua potable orientado al consumo de la comunidad Cusqueña en promedio es de 0.94 mg/l con una varianza estándar de 0.171mg/l, el cual se encuentra dentro de los parámetros que se permiten, por tanto, es posible confirmar que en la ciudad del Cusco el índice de cloro residual a un 95% de confianza fluctúa entre 0.722 y 1.1681 mg/L. según los datos observados se puede afirmar que según Mejía(2005) los parámetros para todo uso doméstico están fijados mediante reglamento de la calidad de agua orientado al consumo del hombre. Algunos de estos parámetros sobre el cloro residual permisible son de 0.5 hasta 1.5 mg/L. El propósito es preservar la sanidad pública por medio de la determinación de los grados apropiados o limites permisibles que podrían ser un peligro para el bienestar de la población. Dicha ley es establecida por el Ministerio de Salud y fue promulgada bajo el Decreto Supremo No. 031 – 2010 – SA.
- b) La turbiedad en NTU que se registró en el agua de consumo para la población del Cusco, en promedio fue de 0.50 NTU, teniendo una variación estándar de 0.274 NTU, se encontró una muestra que presentaba una alta turbiedad (0.85) pero este valor según MINSAs (2011) no excede al límite máximo permisible de límites de calidad sensorial es de 5 NTU de turbiedad, en conclusión, con respecto a la turbiedad la calidad de agua está bajo control estadístico. según los



datos observados se puede afirmar que según Mejía (2005) la turbiedad es la cuantificación del nivel en el que el agua carece de claridad y esto es causado por la existencia de moléculas que se encuentran suspendidas. Si se tiene una mayor cantidad de partículas en suspensión dentro del agua, se observará que parece más sucia y por consiguiente más elevada será la turbiedad. La turbiedad puede considerarse como un excelente registrador de la calidad que posee el agua y los límites permitidos son de 0 a 5 UNT.

- c) Otro indicador importante es la dureza total en mg/L de la cual pudimos obtener que en promedio se encontró 293.049 mg/L, con una desviación estándar de 97.74 mg/L., MINSA (2011) declara que límite máximo permisible de parámetros de calidad organoléptica es de 500 mg/L de dureza total. Es así que en la ciudad de cusco se presentó en el intervalo de 156.4 y 429.7, así podemos afirmar que el proceso sigue estando bajo control. según los datos observados se puede afirmar que según Mejía (2005) la definición de dureza del agua es la cantidad de elementos minerales que existen en un específico volumen de agua, en especial compuestos de Mg y Ca. El agua llamada generalmente como “consistente” posee bastante cantidad de dichos compuestos y por otro lado el agua “blanda” posee estos compuestos pero en una mínima cantidad según la norma que fue establecida por el Ministerio de Salud y diseñada según el Decreto Supremo No. 031 – 2010 – SA el parámetro permitido es de 0 a 500 mg/L.
- d) A su vez se midió los cloruros en mg/L de la cual pudimos obtener que en promedio se encontró 104.717 mg/L cloruros en el agua orientado



al consumo de la comunidad cusqueña, teniendo una varianza estándar de 58.25 mg/L, según MINSA el límite máximo permisible de límites de la calidad sensorial es de 250 mg/L de cloruros, se encontró un punto muestral que escapa a los límites de control estadístico, pero no excede al límite máximo permisible por el MINSA. según los datos observados se puede afirmar que según Mejía (2005) indica que los cloruros que se ubican en cantidades altas en agua natural, residuales ya que su existencia esta en las aguas potables. Esta agua potable, mantiene el sabor salado generado por el enfoque de cloruro que son cambiantes, de acuerdo con la normativa ejercida por el Ministerio de salud que lo establecido bajo el decreto Supremo No. 031 – 2010 – SA el parámetro permitido es de 0 a 250 mg/L.

5.2 Contrastación con la literatura

El autor (Atencio, 2018), se evidencio en sus resultados el control y análisis de agua que pudo establecer que dichas aguas no pueden ser ingeridas por las personas ya que poseen coliformes fecales lo cual no es adecuado para la salud de los sujetos según el decreto supremo N° 031-2020-SA “Reglamento de la calidad de agua para ingesta de personas junto al decreto supremo N° 004-2017- MINAN “ Los estándares nacionales de calidad ambiental para agua” se tiene el nivel 1: medio recreacional y poblacional, la subcategoría: aguas externas de la producción de agua potable.

En cuanto a nuestro estudio respecta nuestra agua en los puntos que se muestreo están dentro de los límites permisibles, pero no seamos ajenos a lo que está sucediendo en la ciudad del Cusco, cito al siguiente documento del congreso



donde se pronunciaron ante el congreso de la república mencionando que el agua que se incrementa dentro de la zona no es 100% adecuada para la ingesta de las personas, a causa de que se perciben medidas ambientales y antrópicas. Siendo manifestadas por la contaminación que se da por la minería informal, control de agroquímicos ambientales, integrando aguas y tratamiento de residuos poco buenos, según lo que refiere Alvaro Flores, representante de Seda Cusco.

Se tiene que referir que las fuentes básicas de agua en la zona del Cusco es la denominada cuenca Vilcanota junto a la Laguna de Piuray que se consideran como las fuentes más importantes de agua en la actualidad. Dicho recurso en el presente no es el mismo de Piuray, debido al accionar de los habitantes que se ubican por los alrededores, emitió Flores. Detallo que como se conoce como una fuente de agua superficial se ubica expuesta a medidas de contaminación por la actividad de las personas, existe un total de 20 comunidades que se ubican por todo lado y su función básica es la agricultura. Dicho uso de agroquímicos aumento el índice de contaminación de agua, ya que con la lluvia se culmina y lo lleva hasta la laguna.

Según el conocedor (Pacori, 2018), en su investigación ubico que los valores de Ph manifestaron un total de 7.54 en la captación de 4(C4), el menor considerado como 7.40 en la C3, abarcando una dureza del máximo valor que fue de 349.06 mg/l en la C6 con la reducción del C6 que contiene un valor muy reducido del 179.72mg/l en la C4, donde los cloruros del valor alto son de 96.76 mg/l manifiesta un C2 y como mínimo el 60.62 mg/l en la C4, se identifica que los sulfatos manifiestan un total de 71.54 mg/l en la C3 de la reducción de 58.85 mg/l en la C5, donde el calcio reflejo un total de 109.07 mg/l que manifiesta un C6 y la reducción del 89.71 mg/l en la C1, donde el magnesio evidencio un total de 32.61



mg/l en la C3 con la reducción del valor del 25.45 mg/l en la C2, donde se evidencian los sólidos totales de un total de 379.86 mg/l en la C6 con un valor de 278 como el medio más pequeño de los valores que manifiestan las tuberías de un 6. 3UNT en la C5, se considera que el mínimo es de 4.0 UNT en las captaciones de 2,4, del direccionamiento eléctrico que tiene un total de 760 uS con el mínimo de 5.56 cm C2. Dentro del análisis de bacterias para los coliformes se manifiesta un elevado valor de c6 de 45.3 UFC/100 ml y con minúsculo de C3 con un valor equivalente 0 UFC/100m, para grupos coliformes tolerantes térmicamente se expuso la dimensión limite registrada en la C2 y C4 con valores equivalentes a 2 UFC/100ml y un el más pequeño valor reportado en la fuente 1, 3,5 y 6, con valores equivalentes a 0 UFC/100ml. En función de las finalidades el grado alcalinidad, magnesio, calcio, turbiedad son más altos en los estándares nacionales de calidad del agua, a causa que son aguas que están por debajo de los suelos que nacen de los suelos calcáreos que generan calcio, magnesio, alcalinidad. Dándose en un espacio cercano de la ciudad el cusco, ubicando a los tubérculos de magnesio, calcio, que son más altos que los estándares de calidad de agua.

De acuerdo a los concedores (Quispe & Salas, 2017), efectuaron una investigación para ubicar el grado de calidad de agua y biota acuática en el rio Jaquira- Cusco, obteniendo como conclusiones que el análisis de agua del rio Jaquira emite valores tales como en los tiempos de secas que manifiestan cambios de turbidez de 80 UNT, solidos completos de 1125.5 mg/L, OD .99 mg/L, DBO equivalente a 36.6 mg/L, un pH de 7.56, nitratos de 5.5 mg/L, fosfatos de 1.75 mg/L y coliformes fecales de $1,1096 \times 10^5$ ufc/ml. La media de valores en los



tiempos de lluvias reporta un cambio de clima 2.47°C, turbiedad de 56 mg/L, solidos totales de 1261.9 mg/L, OD de 2.65 mg/L, DBO de 114.2 mg/L, un pH de 7.45, nitratos de 6.08 mg/L, fosfatos de 1.48 mg/L y coliformes fecales de 2,0706 x105ufc/ml. El DBO y la totalidad de solidos exceden los límites de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental pertenecientes a la categoría 3 y 4. Durante el tiempo de las sequias el enfoque promedio de plomo manifestaba un valor de 0.0021 mg/l que en el tiempo de lluvias tenía un valor preciso de 0.0011 mg/l. Dicho valor promedio del cromo determino que fue del 0.0018 mg/L para las lluvias. Los dos metales se ubicaban al interior de la categoría 3 y 4 de los estándares Nacionales de calidad ambiental.

Precisamente es algo notorio que el agua no pueda ser consumida por las personas, por tal se hace uso de los mismo como medidas riesgos para cultivos después de la ingesta que se le, en tanto, se tiene que emplear acciones de la lixiviación del rio Jaquira- Santiago Cusco.

Según el conocedor (Cruz, 2006), determino que la calidad parasitológica y bacteriológica de la ingesta de personas genera un impacto mortal por enteropatógenos de una influencia más alta en los menores y niñas del nivel primario del distrito de Pichari Convención, Cusco. Esta agua de la ingesta de persona es los distintos puntos del distrito de investigación, manifestaron que la contaminación del agua se ubica por fuera de los límites permisible en función de las normas nacionales de la OMS, OPS (1998), para aguas de consumo humano. La investigación parasitológica de las heces de los menores de edad del nivel primario es del 96.5% evidenciando que al menos una parte de ellos se encuentra contaminada por patógenos, considerando al *Trichuris trichiura*, ascaris



lumbricoides, giardia lamblia y uncinarias sp. En esta medida los que evidencian grado alto se manifiestan por medio de las heces que reflejan valores de componentes herméticos compatibles con un aspecto patológico de infección que adquiere bacterias.



CONCLUSIONES

1. El cloro residual del agua potable que consume la población Cusqueña se encuentra dentro de los límites permisibles del MINSA y en promedio resulto 0.94 mg/l con una desviación estándar de 0.171mg/l.
2. La turbiedad en NTU que se registró en el agua de consumo para la población del Cusco, fue en promedio de 0.50 NTU, con una desviación estándar de 0.274 NTU, según MINSA el límite máximo permisible de parámetros de calidad organoléptica es de 5 NTU de turbiedad, afirmando que las muestras que registramos estaban bajo control.
3. La dureza total en mg/L se encuentra dentro del límite permisible que es de 500 mg/L de dureza total y en promedio en la ciudad del Cusco se encontró 293.049 mg/L, con una desviación estándar de 97.74 mg/L., y esta se encuentra en el intervalo de 156.4 y 429.7, así podemos afirmar que el proceso sigue estando bajo control.
4. Los cloruros en mg/L se encuentran dentro de los límites permisibles según MINSA este valor no debería de sobrepasar 250 mg/L de cloruros y en promedio se encontró 104.717 mg/L cloruros en el agua que es de consumo en la población cusqueña, con una desviación estándar de 58.25 mg/L,
5. La calidad de agua de consumo humano en la ciudad del Cusco es ACEPTABLE debido a que los distintos indicadores están dentro de los límites permisibles, y la técnica utilizada control estadístico es una técnica adecuada para ver de manera consistente el proceso de control de la calidad del agua.



RECOMENDACIONES

1. A las autoridades de la región del Cusco, se sugiere incorporar un plan de control continuo y que se tomen acciones para la ampliación de nuevas plantas de tratamiento de aguas, debido a que la población está en aumento en la ciudad del Cusco.
2. Se recomienda a las autoridades de la Región del Cusco, realizar los proyectos que correspondan para proteger la laguna de Piuray la principal fuente de agua potable para la ciudad del Cusco, además de instalar servicios de desagüe para todas las comunidades que se encuentran alrededor de esta laguna para que se evite la contaminación.
3. Incorporar especialistas en cada planta de tratamiento, que sepa monitorear la fluctuación de los distintos niveles de indicadores de la calidad del agua además debe saber manejar bases de datos en control de calidad, sería una buena oportunidad de dar a conocer a los estudiantes de la carrera profesional de matemáticas en su mención estadística quienes se encuentran capacitados para desarrollar dichas tareas.
4. Al Decano y a los Directores de la escuela profesional de matemáticas, se recomienda gestionar prácticas profesionales en las distintas empresas e instituciones donde se desarrolle control de calidad, donde los estudiantes de la mención estadística tienen la capacidad de desenvolverse.



BIBLIOGRAFÍA

- Atencio, H. (2018). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco - 2018*. Cerro de Pasco: Universidad nacional Daniel Alcides Carrión.
- Cruz, W. (2006). *Calidad bacteriológica y parasitológica del agua de consumo humano, y su impacto en la morbilidad por enteropatógenos de mayor incidencia en los niños y niñas de centros educativos de educación primaria del distrito de Pichari, La Convención, Cusco-Valle*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Hernández, R., Fernández, R., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Loose, D. (2015). *Diagnóstico De Las Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales En El Ámbito De Operación De Las Entidades Prestadoras De Servicios De Saneamiento*. Lima: Tarea Asociación Gráfica Educativa.
- Magne, F. (2008). *Abastecimiento, Diseño Y Construcción De Sistemas De Agua Potable*. Cochabamba: Universidad Mayor De San Simón.
- Mejía, M. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, microcuenca El Limón, San Jerónimo*. Costa Rica: CATIE.
- MINAN. (2016). *Contaminacion Ambiental*. Lima: MINAN.



Pacori, K. (2018). *Calidad fisicoquímico y bacteriológico del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca - Sicuani - Canchis - Cusco*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

PNUMA. (2018). *Agua Potable, Diversidad Biológica Y Desarrollo*. Ramsar: Convención relativa a los Humedales.

Quispe, R., & Salas, S. (2017). *Variación del índice de calidad del agua y biota acuática por la presencia de Lixiviados en el río de Jaquira - Cusco*. Cusco: Universidad nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Ramos, M., & Vidal, L. (2018). *Análisis De La Contaminación Microbiológica (Coliformes Totales Y Fecales) En La Bahía De Santa Marta, Caribe Colombiano*. Colombia: Instituto de Investigaciones Tropicales.

Reascos, B., & Yar, B. (2010). *Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del Cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas*. Ecuador: Universidad Técnica del Norte.

SA/DM. (2003). *Norma Sanitaria Que Establece Los Criterios*. Proyecto De Actualización De La Rm N° 615-2003 Sa/Dm.

Villena, M. (2017). *Limites de funciones de una variable real*. dspace.



LINKGRAFIA

Dirección General de Salud Ambiental . (12 de Octubre de 2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano* . Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf

Ministerio del Ambiente. (30 de Diciembre de 2015). *MINAM aprobó Estándares de Calidad Ambiental para Agua*. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/lima-30-de-diciembre-de-2015-mediante-decreto-supremo-no-015-2015-minam-publicado-el-19-de-diciembre-de-2015-en-el-diario-oficial-el-peruano-el-ministerio-del-ambiente-minam-en-coordinacion/>

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (23 de Junio de 2008). *Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución*. Obtenido de <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/3.-Sunass-GIZ-PROAGUA-2008.-Diagn%C3%B3stico-situacional-de-los-sistemas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-en-las-EPS-del-Per%C3%BA-y-propuestas-de-soluci%C3%B3n.pdf>



ANEXOS



ANEXOS 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA 1

TITULO: EVALUACION DE LOS INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA POTABLE QUE SE CONSUME EN LA CIUDAD DEL CUSCO, 2019.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES
<p>Problema General</p> <p>¿El agua potable que consume el poblador de la ciudad del Cusco cumple con los estándares establecidos por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar la calidad de agua de consumo humano en la ciudad del Cusco.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El agua que consume los pobladores de la ciudad del Cusco cumple con los estándares mínimos exigidos por el ente supervisor.</p>	<p>Calidad del agua</p>
<p>Problemas Específicos</p> <ol style="list-style-type: none">1. ¿La cantidad de cloro residual libre en el agua de consumo humano que se encuentra en la ciudad del Cusco está entre los valores permisibles?2. ¿La turbiedad en el agua de consumo humano se encuentra entre los valores permisibles, en la ciudad del Cusco?3. ¿La dureza total en el agua de consumo humano se encuentra entre los valores permisibles en la ciudad del Cusco?4. ¿La cantidad de cloruro en el agua de consumo humano se encuentra entre los valores permisibles en la ciudad del Cusco?	<p>Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none">1. Establecer si la cantidad de cloro residual simple en el agua de consumo humano de la ciudad del Cusco, se encuentre dentro de los límites permisibles2. Estimar la turbiedad en el agua de consumo humano de la ciudad del Cusco, se encuentre dentro de los límites permisible.3. Establecer la cantidad permisible de la dureza total en el agua de consumo humano de la ciudad del Cusco.4. Corroborar la cantidad permisible de cloruros en el agua de consumo humano de la ciudad del Cusco	<p>Hipótesis Específicos</p> <ol style="list-style-type: none">1. La calidad del cloro residual libre del agua de las fuentes de abastecimiento de agua potable en la ciudad del Cusco no es apta para el consumo humano.2. La calidad de la turbiedad del agua de las fuentes de abastecimiento de agua potable en la ciudad del Cusco no es apta para el consumo humano.3. La calidad de la dureza total del agua de las fuentes de abastecimiento de agua potable en la ciudad del Cusco no es apta para el consumo humano.4. La calidad de los cloruros del agua de las fuentes de abastecimiento de agua potable en la ciudad del Cusco no son aptas para el consumo humano.	



ANEXOS 2 MATRIZ DE CONSISTENCIA 2

JUSTIFICACION	METODO	UNIVERSO POBLACION Y MUESTRA
<p>Relevancia Social</p> <p>El presente estudio permitirá determinar las condiciones de la calidad del agua que consume la población de la ciudad del Cusco, puesto que así se podrá reducir el porcentaje de las enfermedades que se presentan al consumir agua de mala calidad.</p>	<p>Enfoque de Investigación</p> <p>Cuantitativo</p>	<p>Población</p> <p>La población materia de estudio está conformada por los sistemas de abastecimiento en la ciudad del Cusco.</p>
<p>Implicancias Metodológicas</p> <p>Los métodos estadísticos que se empleará en este estudio permitirá establecer los niveles de cumplimiento de los indicadores de la calidad del agua con los estándares establecidos por el órgano supervisor, esta metodología se podrá aplicar en otras ciudades para medir la calidad del agua de consumo humano beneficiando no sólo a las actuales si no a las futuras generaciones de las respectivas ciudades.</p>	<p>Alcance de Investigación</p> <p>Descriptivo</p>	<p>Muestra</p> <p>Se seleccionará un total de 384 datos aleatorios el año 2019.</p>
<p>Conveniencia</p> <p>La presente investigación se realiza en función a la importancia de realizar una evaluación de la calidad del agua potable ofrecido por la empresa SEDACUSCO S.A en la ciudad del Cusco y así poder controlar de alguna manera la proliferación de diversas enfermedades</p>	<p>Diseño de Investigación</p> <p>No experimental</p>	<p>Técnicas e Instrumentos</p> <p>Para la recolección de los datos se empleará la observación. El instrumento que se empleará es una ficha de recolección de datos.</p> <p>Método Estadístico</p> <p>Se utilizará el análisis de control de calidad multivariado.</p>



ANEXOS 3: INSTRUMENTO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRIA EN ESTADISTICA E INVESTIGACION

INSTRUMENTO DE REGISTRO DE DATOS

Con el propósito de evaluar las condiciones del agua se recopilará la información exigida por la SUNASS en la siguiente ficha:

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

- 1) Día : _____
Lugar : _____
Hora : _____
- 2) Sistema de abastecimiento de agua:
 - a) Piuray ()
 - b) Kor Kor ()
 - c) Vilcanota ()
 - d) Salkantay ()
- 3) Tipo de muestra
 - a) Domiciliario ()
 - b) Público ()
 - c) Comercial ()
- 4) Parámetros de calidad Organoléptica:
 - a) Cloro residual _____
 - b) Turbiedad _____
 - c) Conductividad _____
 - d) Salinidad _____
 - e) Dureza total _____
 - f) Oxígeno disuelto _____
 - g) pH _____
 - h) Coliformes termotolerantes _____
5. Código de muestra : _____



ANEXOS 4: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de los indicadores físicos, químicos y biológicos del agua potable que se consume en la ciudad del Cusco, 2019.

1.2. NOMBRE DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: Registro de datos

1.3. INVESTIGADOR: Georgina Cruz Quin

II. DATOS DEL EXPERTO:

2.1. Nombres y Apellidos:

.....

2.2. Especialidad:

.....

2.3. Lugar y Fecha:

.....

2.4. Cargo e Institución donde labora:

.....

COMPO- NENTE	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Bueno 41-60 %	Muy Bueno 61-80 %	Excelente 81-100%
Contenido	1.ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					
	2.SUFICIENCIA	Los indicadores son adecuados en cantidad y claridad.					
	3.INTENCIONALIDAD	El instrumento mide pertinentemente las variables de investigación.					
Estructura	4.ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					
	5.CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.					
	6.COHERENCIA	Existe coherencia entre indicadores, dimensiones y variables					
	7.METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

V. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

Procede a su aplicación.

Debe corregirse.

Sello y Firma del Experto.

DNI:



ANEXO 5: VALIDACIÓN DEL EXPERTO 1

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de los indicadores físicos, químicos y biológicos del agua potable que se consume en la ciudad del Cusco, 2019.

1.2. NOMBRE DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: Registro de datos

1.3. INVESTIGADOR: Georgina Cruz Quin

II. DATOS DEL EXPERTO:

2.1 Nombres y Apellidos: Percy Marco Villavicencio Suna

2.2 Especialidad: Magister en Matemáticas

2.3 Lugar y Fecha: Cusco 10 de febrero del 2020

2.4 Cargo e institución donde Labora: Docente del Departamento Académico de Matemática, Física, Química y Estadística – UNSAAC.

COMPONENTE	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Bueno 41-60 %	Muy Bueno 61-80 %	Excelente 81-100%
Contenido	1. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.				X	
	2. SUFICIENCIA	Los indicadores son adecuados en cantidad y claridad.				X	
	3. INTENCIONALIDAD	El instrumento mide pertinentemente las variables de investigación.				X	
Estructura	4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.			X		
	5. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.				X	
	6. COHERENCIA	Existe coherencia entre, indicadores, dimensiones y variables				X	
	7. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.			X		

III. OPINION DE APLICABILIDAD: Procede su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: $(26/35) * 100 = 74\%$

V. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

- Procede a su aplicación.
 Debe corregirse.



Firma del Experto.

DNI: 25214519



ANEXO 6: VALIDACIÓN DEL EXPERTO 2

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de los indicadores físicos, químicos y biológicos del agua potable que se consume en la ciudad del Cusco, 2019.

1.2. NOMBRE DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: Registro de datos

1.3. INVESTIGADOR: Georgina Cruz Quin

II. DATOS DEL EXPERTO:

2.1 Nombres y Apellidos: Carla Patricia Zúñiga Vilca

2.2 Especialidad: Magister en Bioestadística

2.3 Lugar y Fecha: 07 de febrero de 2020

2.4 Cargo e Institución donde Labora: Docente del Departamento Académico de Matemática, Física, Química y Estadística – Universidad Andina del Cusco

COMPONENTE	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Bueno 41-60 %	Muy Bueno 61-80 %	Excelente 81-100%
Contenido	1.ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.				X	
	2.SUFICIENCIA	Los indicadores son adecuados en cantidad y claridad.				X	
	3.INTENCIONALIDAD	El instrumento mide pertinentemente las variables de investigación.				X	
Estructura	4.ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.			X		
	5.CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.				X	
	6.COHERENCIA	Existe coherencia entre indicadores, dimensiones y variables				X	
	7. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.			X		

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

Procede su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: $(26/35) * 100 = 74\%$

V. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

- Procede a su aplicación.
 Debe corregirse.


Firma del Experto
DNI: 40756511



ANEXO 7: VALIDACIÓN DEL EXPERTO 3

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de los indicadores físicos, químicos y biológicos del agua potable que se consume en la ciudad del Cusco, 2019.

1.2. NOMBRE DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: Registro de datos

1.3. INVESTIGADOR: Georgina Cruz Quin

II. DATOS DEL EXPERTO:

2.1 Nombres y Apellidos: Arturo Zuñiga Blanco

2.2 Especialidad: Matemático mención estadística

2.3 Lugar y Fecha: Cusco, 13 de febrero de 2020.

2.4 Cargo e Institución donde Labora: Docente de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

COMPONENTE	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40 %	Bueno 41-60 %	Muy Bueno 61-80 %	Excelente 81-100%
Contenido	1.ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.				X	
	2.SUFICIENCIA	Los indicadores son adecuados en cantidad y claridad.					X
	3.INTENCIONALIDAD	El instrumento mide pertinentemente las variables de investigación.					X
Estructura	4.ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
	5.CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación educativa.				X	
	6.COHERENCIA	Existe coherencia entre indicadores, dimensiones y variables					X
	7.METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					X

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

ES FAVORABLE LA APLICABILIDAD DEL INSTRUMENTO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85%

V. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

- Procede a su aplicación.
 Debe corregirse.

Sello y Firma del Experto.

DNI: 46452024



ANEXO 8: INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS – CAPTACIÓN PIURAY



INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS - MES SETIEMBRE - AÑO 2019					
CAPTACION PIURAY					
Nº	PARAMETRO	UNID.	SETIEMBRE	ECA *	Método de Análisis ^a
1	Olor	aceptable / no aceptable	aceptable	**	SMEWW-APHA- WEF Part 2150 B, 22nd Ed.
2	Sabor	aceptable	**	SMEWW-APHA- WEF Part 2160 B, 22nd Ed.
3	Materiales flotables de origen antropológico	presencia / ausencia	ausencia	ausencia	SMEWW-APHA- WEF Part 2530 B, 22nd Ed.
4	Alcalinidad	mg/L	80.81	**	SMEWW-APHA- WEF Part 2320 B, 22nd Ed.
5	Dureza Total	mg/L	175.78	**	SMEWW-APHA- WEF Part 2340-C, 22nd Ed.
6	Calcio	mg/L	62.41	**	SMEWW-APHA- WEF Part 3500-Ca-D, 22nd Ed.
7	Magnesio	mg/L	4.80	**	SMEWW-APHA- WEF Part 3500-Mg-E, 22nd Ed.
8	Cloruros	mg/L	9.41	250	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-Cl ⁻ B, 22nd Ed.
9	Turbiedad	NTU	2.70	100	SMEWW-APHA- WEF Part 2130-B, 22nd Ed.
10	Color	U.C.V.	9.50	100	SMEWW-APHA- WEF Part 2120-B, 22nd Ed.
11	Total de Sólidos Disueltos	mg/L	303.00	1000	SMEWW-APHA- WEF Part 2510-B, 22nd Ed.
12	Conductividad	uS/cm	420.50	1600	SMEWW-APHA- WEF Part 2510-B, 22nd Ed.
13	Salinidad	---	0.10	**	SMEWW-APHA- WEF Part 2520-B, 22nd Ed.
14	Temperatura	°C	14.40	Δ3	SMEWW-APHA- WEF Part 2550-B, 22nd Ed.
15	Nitratos	mg/L	0.19	50	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-NO ₃ ⁻ B, 22nd Ed.
16	Sulfatos	mg/L	83.81	500	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-SO ₄ ²⁻ E, 22nd Ed.
17	pH	unid.	8.36	5.5-9.0	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-H ⁺ B, 22nd Ed.
18	Fósforo Total	mg/L	0.09	0.15	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-P C, 22nd Ed.
19	Amoniaco	mg/L	0.8	1.5	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-NH ₃ ⁺ C, 22nd Ed.

* ECA según D.S. Nº 015-2015-MINAM - Categ.1- A2

^a "Manual de Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales" APHA, AWWA, WPCF, 22^a Edición.

** No especifica ECA para este parámetro.



ANEXOS 9: INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS – PLANTA SANTA ANA



INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS - MES SETIEMBRE - AÑO 2019					
PLANTA SANTA ANA - AGUA TRATADA					
Nº	PARAMETRO	UNID.	SETIEMBRE	LMP*	Método de Análisis ^a
1	Olor	aceptable / no aceptable	aceptable	aceptable	SMEWW-APHA- WEF Part 2150-B, 22nd Ed.
2	Sabor	aceptable / no aceptable	aceptable	aceptable	SMEWW-APHA- WEF Part 2160-B, 22nd Ed.
3	Cloro Residual (libre)	mg/L	1.25	5 ^b	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-Cl ₂ G, 22nd Ed.
4	Alcalinidad	mg/L	77.734	**	SMEWW-APHA- WEF Part 2320-B, 22nd Ed.
5	Dureza Total	mg/L	185.65	500	SMEWW-APHA- WEF Part 2340-C, 22nd Ed.
6	Calcio	mg/L	61.78	**	SMEWW-APHA- WEF Part 3500-Ca-D- 22nd Ed.
7	Magnesio	mg/L	7.58	**	SMEWW-APHA- WEF Part 3500-Mg-E- 22nd Ed.
8	Cloruros	mg/L	11.38	250	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-Cl ⁻ B, 22nd Ed.
9	Turbiedad	NTU	1.01	5	SMEWW-APHA- WEF Part 2130-B, 22nd Ed.
10	Color	U.C.V.	4.20	15	SMEWW-APHA- WEF Part 2120-B, 22nd Ed.
11	Total de Sólidos Disueltos	mg/L	301.20	1000	SMEWW-APHA- WEF Part 2510-B, 22nd Ed.
12	Conductividad	uS/cm	419.20	1500	SMEWW-APHA- WEF Part 2510-B, 22nd Ed.
13	Salinidad	---	0.10	**	SMEWW-APHA- WEF Part 2520-B, 22nd Ed.
14	Temperatura	°C	14.26	**	SMEWW-APHA- WEF Part 2550-B, 22nd Ed.
15	Nitratos	mg/L	0.91	50	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-NO ₃ ⁻ B, 22nd Ed.
16	Sulfatos	mg/L	94.25	250	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-SO ₄ ²⁻ E, 22nd Ed.
17	pH	unid.	7.61	6.5 - 8.5	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-H ⁺ B, 22nd Ed.

* LMP (Limite Máximo Permisible) según D.S. N° 031-2010-SA

^a "Manual de Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales" APHA, AWWA, WPCF, 22^a Edición.

** No especifica LMP para este parámetro.



ANEXOS 10: INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS - ZONA VIII



INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS - MES SETIEMBRE - AÑO 2019					
ZONA VIII					
Nº	PARAMETRO	UNID.	SETIEMBRE	LMP*	Método de Análisis ^a
1	Olor	aceptable / no aceptable	aceptable	aceptable	SMEWW-APHA- WEF Part 2150 B, 22nd Ed.
2	Sabor	aceptable / no aceptable	aceptable	aceptable	SMEWW-APHA- WEF Part 2160 B, 22nd Ed.
3	Cloro Residual (libre)	mg/L	1.05	5 ^b	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-Cl G, 22nd Ed.
4	Alcalinidad	mg/L	81.30	**	SMEWW-APHA- WEF Part 2320 B, 22nd Ed.
5	Dureza Total	mg/L	189.60	500	SMEWW-APHA- WEF Part 2340-C, 22nd Ed.
6	Calcio	mg/L	62.41	**	SMEWW-APHA- WEF Part 3500-Ca-D, 22nd Ed.
7	Magnesio	mg/L	8.16	**	SMEWW-APHA- WEF Part 3500-Mg-E, 22nd Ed.
8	Cloruros	mg/L	13.20	250	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-Cl ⁻ B, 22nd Ed.
9	Turbiedad	NTU	1.62	5	SMEWW-APHA- WEF Part 2130-B, 22nd Ed.
10	Color	U.C.V.	4.33	15	SMEWW-APHA- WEF Part 2120-B, 22nd Ed.
11	Total de Sólidos Disueltos	mg/L	300.7	1000	SMEWW-APHA- WEF Part 2510-B, 22nd Ed.
12	Conductividad	uS/cm	417.7	1500	SMEWW-APHA- WEF Part 2510-B, 22nd Ed.
13	Salinidad	---	0.10	**	SMEWW-APHA- WEF Part 2520-B, 22nd Ed.
14	Temperatura	°C	14.73	**	SMEWW-APHA- WEF Part 2550-B, 22nd Ed.
15	Nitratos	mg/L	0.97	50	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-NO ₃ ⁻ B, 22nd Ed.
16	Sulfatos	mg/L	75.68	250	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-SO ₄ ²⁻ E, 22nd Ed.
17	pH	unid.	7.66	6.5 - 8.5	SMEWW-APHA- WEF Part 4500-H ⁺ B, 22nd Ed.

* LMP (Limite Máximo Permisible) según D.S. N° 031-2010-SA

^a "Manual de Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales" APHA, AWWA, WPCF, 22^a Edición.



ANEXOS 11: CALIDAD BACTEREOLÓGICA – LAGUNA DE PIURAY

CALIDAD BACTEREOLÓGICA EN LA COLUMNA DE AGUA DE LA LAGUNA PIURAY PERIODO ENERO A JUNIO 2014

Table with 14 columns (months) and 2 columns (bacteria types). Rows include sampling points: 0 mts, 5 mts, 10 mts, 15 mts, 20 mts, 25 mts, 30 mts, and Max. de 30 mts.

Leyenda: A. Bacteria Coliformos Totales (100 ml) B. Bacteria Coliformos Termotolerantes (100 ml)

CALIDAD BACTEREOLÓGICA EN LA COLUMNA DE AGUA DE LA LAGUNA PIURAY PERIODO ENERO A JUNIO 2015

Table with 14 columns (months) and 2 columns (bacteria types). Rows include sampling points: 0 mts, 5 mts, 10 mts, 15 mts, 20 mts, 25 mts, 30 mts, and Max. de 30 mts.

Leyenda: A. Bacteria Coliformos Totales (100 ml) B. Bacteria Coliformos Termotolerantes (100 ml)





ANEXOS 12: CALIDAD BACTEREOLÓGICA – LAGUNA PIURAY

CALIDAD BACTEREOLÓGICA EN LA COLUMNA DE AGUA DE LA LAGUNA PIURAY PERIODO ENERO A DICIEMBRE 2002

Table with columns for months (Enero to Diciembre) and rows for sampling points (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z). Includes a summary row for 'MAYO (30 ml)'.

0-1.8
Leyenda: A: Bacterias Coliformes Totales < 100 ml
B: Bacterias Coliformes Termotolerantes < 10 ml

CALIDAD BACTEREOLÓGICA EN LA COLUMNA DE AGUA DE LA LAGUNA PIURAY PERIODO ENERO A DICIEMBRE 2001

Table with columns for months (Enero to Diciembre) and rows for sampling points (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z). Includes a summary row for 'MAYO (30 ml)'.

0-1.8
Leyenda: A: Bacterias Coliformes Totales < 100 ml
B: Bacterias Coliformes Termotolerantes < 10 ml

