



**UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE
CHIMBOTE**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TITULO:

Determinación y Evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego de Cayac - Huishca, entre las progresivas 0+000 al 1+000 en el centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Áncash- 2018.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Bach. John Carlos Mautino Cruz

ASESOR:

Mgtr. Víctor Hugo Cantu Prado

HUARAZ – PERÚ

2018

1. TITULO DE LA TESIS

Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego de Cayac - Huishca, entre las progresivas 0+000 al 1+000 en el centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Áncash 2018.

2. Hoja de firma del jurado

JURADO EVALUADOR:

Mgtr. Carlos Hugo Olaza Henostroza

Presidente

Mgtr. Tomas Villavicencio Saavedra Flores

Miembro

Ing. Dante Dolores Anaya

Miembro

3. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

Agradecimiento

A todos los docentes de la Universidad y en especial de la facultad de Ingeniería Civil, quienes dejaron sus huellas en nuestra formación integral, y a quienes siempre recordamos con cariño.

A las personas que nos ayudaron en forma desinteresada por la culminación de nuestro trabajo de investigación y por ende nuestra carrera profesional.

Dedicatoria

A DIOS

Agradezco a Dios por darme fuerza
de voluntad y seguir luchando por
cumplir mis objetivos en la vida.

A MI FAMILIA

Dedico este trabajo de investigación a los
seres más queridos, mi familia a mis
padres, Juan de Dios Mautino y Magna
Cruz y Hermanos, especialmente a mi
madre Magna Cruz, que desde el cielo
cuida y encamina mi carrera profesional.

4. Resumen y Abstract

RESUMEN

El trabajo de investigación presento como problema ¿En qué medida la Determinación y evaluación de las patologías existentes en el canal de riego de Cayac – Huishca, progresivas 0+000 al 1+000 del centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, nos permitirá determinar su condición de servicio del canal? Se inició esta investigación con la intervención a los pobladores y afectados; tuvo como objetivo general. Determinar y evaluar los tipos de Patologías del Concreto, para ello se tuvo los objetivos específicos. Identificar, Evaluar los tipos de patologías y Conocer mediante los resultados de evaluación la condición de servicio del canal. La metodología empleada en la investigación fue de tipo descriptivo, enfoque mixto, el diseño no experimental y de corte transversal. La población estuvo constituido por 2010m del canal de riego, la muestra fue de 0+000 al 1+000, para la recolección de datos se aplicó la ficha de recolección y la ficha de evaluación de patologías de acuerdo a los niveles de severidad leve, moderado y severo, el análisis y procesamiento de datos se realizaron en Microsoft Excel 2016, elaborándose tablas y gráficos llegando a los resultados obtenidos, se localizó grietas (49.71%), erosión (19.75%), la patología más frecuente es vegetación (26.13%), del área total evaluado del canal. Del cual se concluyó que la condición del servicio del canal es REGULAR, porque se encuentra afectado por grietas que subsanando con métodos de reparación se puede lograr un óptimo servicio del canal.

Palabra Clave: Canal, concreto y patología

Abstract

The research work presents as a problem to what extent the determination and evaluation of the existing pathologies in the irrigation channel of Cayac - Huishca, progressive 0 + 000 to 1 + 000 of the town of Cayac, district of Ticapampa, province of Recuay , department of Ancash, will allow us to determine your condition of service of the channel? This investigation was initiated with intervention to the residents and affected; had as a general objective. Determine and evaluate the types of concrete pathologies, for this purpose the specific objectives were met. Identify, evaluate the types of pathologies and know through the evaluation results the service condition of the channel. The methodology used in the research was of a descriptive type, mixed approach, non-experimental and cross-sectional design. The population was constituted by 2010m of the irrigation channel, the sample was from 0 + 000 to 1 + 000, for the data collection the collection form and the pathology evaluation sheet were applied according to the levels of mild severity, Moderate and severe, the analysis and data processing were performed in Microsoft Excel 2016, drawing tables and graphs reaching the results obtained, it was located cracks (49.71%), erosion (19.75%), the most frequent pathology is vegetation (26.13%), of the total area evaluated for the channel. From which it was concluded that the condition of the channel service is REGULAR, because it is affected by cracks that by correcting with repair methods can achieve an optimal service of the channel.

Keyword: Channel, concrete and pathology

5. Contenido

1. Título de la tesis.....	ii
2. Hoja de firma del jurado y asesor	iii
3. Hoja de agradecimiento y/o Dedicatoria	iv
4. Resumen y Abstract	vi
5. Contenido	viii
6. Índice de gráficos, tablas y cuadros	x
I. Introducción	1
II. Revisión de literatura.....	6
2.1 Antecedentes	6
2.2 Base teóricas de la investigación.....	16
III. Metodología.....	55
3.1. Diseño de la Investigación.....	55
3.2. Población y muestra.....	58
3.3. Definición y operacionalizacion de variables e indicadores.....	59
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	60
3.5. Plan de análisis.....	61
3.6. Matriz de consistencia.....	62
3.7. Principios éticos.....	64
IV. Resultados	68
4.1 Resultados.....	68
4.2 Análisis de Resultados.....	110
V. Conclusiones.....	113

Aspectos complementarios

Referencias bibliográficas

Anexos

6. ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS

6.1. ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Grafico 1. Sección típica de canal irregular	17
Grafico 2. Sección típica de canal regular.....	17
Grafico 3. Sección de canal rectangular.....	18
Grafico 4. Sección de canal trapezoidal.....	18
Grafico 5. Sección de canal rectangular.....	19
Grafico 6. Sección de canal parabólico.....	ñ
Grafico 7. Sección típica de un canal.....	25
Grafico 8. Elementos geométricos de un canal.....	28
Grafico 9. Velocidades máximas de acuerdo al tipo de suelo	30
Grafico 10. Pendiente de acuerdo al tipo de suelo.....	31
Grafico 11. Taludes de acuerdo al tipo de suelo	31
Grafico 12. Ancho de solera en función del caudal.....	32
Grafico 13. Bordo libre en función del caudal	34
Grafico 14. Borde libre en función del ancho de solera.....	34
Grafico 15. Resistencia a la comprensión.....	42
Grafico 16. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 01.....	69
Grafico 17. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 01.....	70

Grafico 18. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 01.....	71
Grafico 19. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 02.....	72
Grafico 20. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 02.....	73
Grafico 21. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 02.....	74
Grafico 22. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 03.....	75
Grafico 23. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 03.....	76
Grafico 24. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 03.....	77
Grafico 25. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 04.....	78
Grafico 26. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 04.....	79
Grafico 27. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 04.....	80
Grafico 28. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 05.....	81
Grafico 29. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 05.....	82

Grafico 30. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 05.....	83
Grafico 31. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 06.....	84
Grafico 32. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 06.....	85
Grafico 33. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 06.....	86
Grafico 34. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 07.....	87
Grafico 35. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 07.....	88
Grafico 36. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 07.....	89
Grafico 37. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 08.....	90
Grafico 38. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 08.....	91
Grafico 39. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 08.....	92
Grafico 40. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 09.....	93
Grafico 41. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 09.....	94

Grafico 42. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 09.....	95
Grafico 43. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 10.....	96
Grafico 44. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 10.....	97
Grafico 45. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 10.....	98
Grafico 46. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 11.....	99
Grafico 47. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 11.....	100
Grafico 48. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 11.....	101
Grafico 49. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 12.....	102
Grafico 50. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 12.....	103
Grafico 51. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 12.....	104
Grafico 52. Tipos de patología presentes en el canal de riego.....	105
Grafico 53. Porcentaje de afectación por elementos del canal de riego.....	106
Grafico 54. Porcentaje de afectación del canal de riego por patología en las unidades muéstrales.....	107

Grafico 55. Resumen de resultados de la patología fisura en las unidades muestrales el Canal de riego.....	107
Grafico 56. Resumen de resultados de la patología grieta en las unidades muestrales el Canal de riego	108
Grafico 57. Resumen de resultados de la patología erosión en las unidades muestrales el Canal de riego	108
Grafico 58. Resumen de resultados de la patología vegetación en las unidades muestrales el Canal de riego.....	109
Grafico 59. Resumen de resultados del canal de riego.....	109
Figura 1. Sección transversal irregular de canal.....	16
Figura 2. sección de canal Trapezoidal.....	16
Figura 3. piedra chancada.....	38
Figura 4. Arena gruesa en cantera.....	38
Figura 5. Cemento.....	39
Figura 6: Agua para el concreto.....	39
Figura 6: Relacion agua / cemento	43
Figura 8. Erosión del concreto.....	48
Figura 9. Agrietamientos estructurales.....	49
Figura 10. Fisura en concreto.....	50

Figura 11. Delaminacion del concreto.....	51
Figura 12. Hundimiento de la losa de concreto.....	51
Figura 13. Daño por vegetación.....	52
Figura 14: Sello de junta.....	53
Figura 15. Descascaramiento de concreto.....	53
Figura 16. Eflorescencia en el concreto.....	54
Figura 17. Sedimento y escombros en canal.....	54
Figura 18. Daño por impacto.....	55

6.2. ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

Tabla 1. Radios mínimos en canales.....	22
Tabla 2. Radio mínimo en función al caudal.....	22
Tabla 3. Radio mínimo en canales abiertos para $Q < 20 \text{ m}^3/\text{s}$	22
Tabla 4. Radio mínimo en canales abiertos en función del espejo de agua.....	23
Tabla 5. Elementos de curva.....	23
Tabla 6. Relación plantilla vs tirante para, máxima eficiencia, mínima infiltración y el promedio de ambas.....	26
Tabla 7. Contenido de aire	35
Tabla 8. Relación agua / cemento	36
Tabla 9. Exposición al sulfato.....	40

Tabla 10. Condiciones de exposición	41
Tabla 11. Grado de importancia.....	50
Tabla 12. Especificaciones para niveles de severidad	55
Tabla 13. Distribución de las Unidades Muestrales.....	58
Tabla 14. Cuadro de operación de variables.....	60
Tabla 15. Matriz de consistencia.....	63
Tabla 16. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N°01.....	69
Tabla 17. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N°02.....	72
Tabla 18. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N°03.....	75
Tabla 19. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N°04.....	78
Tabla 20. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N°05.....	81
Tabla 21. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N°06.....	84
Tabla 22. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N°07.....	87
Tabla 23. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N°08.....	90
Tabla 24. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N°09.....	93
Tabla 25. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N°10.....	96
Tabla 26. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N°11.....	99
Tabla 27. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N°12.....	102
Tabla 28. Tipos de patología presentes en el canal de riego.....	105

Tabla 29. Porcentaje de afectación de los elementos del canal de riego.....	105
Tabla 30. Resumen de resultados de las Unidades Muéstrales del canal de riego....	106
Tabla 31. Equivalencias para determinar la condición de servicio.....	110

I. INTRODUCCION

Los primeros registros y conocimiento de la hidráulica se remontan desde la antigua Mesopotamia y Egipto, más adelante los Romanos permitirían brindar el servicio el recurso hídrico a través de tuberías y acueductos de cemento, con una presencia moderada de patologías como (fisuras, grietas, erosión, eflorescencia y vegetación); en el antiguo Perú se construyeron presas y canales de riego de cal y canto en la época de la colonia, cuyas patologías más representativas fueron las fisuras y grietas; en los nacimientos del río Sumbay (Arequipa). La responsabilidad del uso, control y distribución del recurso hídrico, es competencia del gobierno nacional, local y de las comunidades campesinas, pero los aspectos técnicos y actividades, son encargados los profesionales de la ingeniería donde se podrá ejercer funciones de proyectar, diseñar y construir las obras relacionadas a canales, presas, abastecimientos de agua, sistemas de irrigación y drenaje, entre otros; el aprovechamiento integral del recurso hídrico, que se inicia en la captación, conducción y derivación, sino también el impacto ambiental que genera en el proceso constructivo, además que en las últimas décadas el mundo viene luchando contra el cambio climático. Algunos atribuyen su aceleración a la acción del hombre y otros a una acción normal de la naturaleza. Esto incide directamente sobre el recurso hídrico. Por lo cual, se requiere una planificación, uso y manejo de este recurso. Este proyecto de investigación se justifica por la necesidad de conocer e identificar los tipos de patología en el concreto para luego dar diagnóstico de los grados de severidad patológicas del revestimiento del canal de riego, luego analizarlos, de esa manera devolver al canal de riego la capacidad de funcionamiento

y prolongar la vida útil del concreto. El canal de riego de Cayac – Huishca se encuentra ubicado en el centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, a 09. 531 S de latitud – 77.141W, de longitud y una altura, de 4050 m.s.n.m. en el distrito en mención, para llegar al punto de inicio del canal se debe seguir la siguiente ruta: distrito de Ticapampa, al cruce del puente Ricu vía asfalto flexible (carretera Huaraz – Recuay), el medio de transporte es vehículo motorizado a 02 Km. Un tiempo de 15 minutos. El canal Cayac – Huishca, fue Construido y mejorado hace 10 años, encontramos lesiones de patologías a lo largo de su extensión. En tal sentido el nombre del proyecto fue denominado: Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal de riego Cayac – Huishca progresivas 0+000 al 1+000 del centro Poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash. Observando las patologías existentes en el canal, se presenta el planeamiento de investigación de acuerdo con la línea de investigación determinación y evaluación de las patologías en pavimentos y estructuras de concreto a nivel nacional. Para el desarrollo de esta investigación se caracterizó la siguiente **problemática**; ¿En qué medida la Determinación y Evaluación de las patologías existentes en el canal de riego de Cayac – Huishca, progresivas 0+000 al 1+000 del centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, nos permitirá determinar su condición de servicio del canal?

Para responder a la inquietud se plantea el siguiente objetivo:

Objetivo General:

Determinar y Evaluar los tipos de Patologías del Concreto en el canal de riego Cayac - Huishca, progresivas 0+000 al 1+000 del centro poblado de Cayac, distrito de

Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash – 2018. Para determinar su condición de servicio y para poder llegar al problema en sí, se tiene los **objetivos específicos**:

- Identificar los tipos de patología en el concreto que presenta el canal de riego Cayac - Huishca, progresiva 0+000 al 1+000 del centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, Departamento de Ancash – 2018.
- Evaluar los tipos de patologías del concreto existentes en el canal de riego Cayac - Huishca, progresiva 0+000 al 1+000 del centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, Departamento de Ancash – 2018.
- Obtener mediante los resultados la condición de servicio en la que se encuentra la estructura del canal de riego Cayac - Huishca, progresiva 0+000 al 1+000 del centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, Departamento de Ancash – 2018.

Asimismo, esta investigación se **justifica** por la necesidad de conocer e identificar el estado de diversas patologías que presenta actualmente en cada uno de los elementos de la estructura del canal de riego antes mencionado; a partir de la determinación y evaluación de las patologías que viene afectando. Además, como bases teóricas se ha elaborado un marco teórico y conceptual en función a variables de investigación y se muestra una serie de antecedente internacionales, nacionales y locales. **La metodología** empleada en la investigación es: el tipo de investigación será descriptivo, en lo cual se realizara una descripción del fenómeno tal y como se encuentra en el lugar como también sin influir en ello, el tipo de investigación, según el enfoque o paradigma es mixto que viene hacer: cualitativo y cuantitativo, según la intervención del investigador es no experimental debido a que se observara el fenómeno tal y como

esta insitu, según el número de ocasiones en que se mide la variable de estudio es de corte transversal o sincrónica, porque se determinaran y evaluaran las patologías del concreto en una sola ocasión y el nivel de investigación será descriptivo.

La población estará determinada por toda la estructura del canal de riego del Centro Poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash.

La Muestra estará determinada por el canal Cayac - Huishca, progresiva 0+000 al 1+000 ubicado en el centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay. Cabe mencionar que, se hará uso de la técnica de observación visual para la recolección de datos durante la inspección de campo.

Después del estudio pude concluir que en el canal de riego Cayac - Huishca, se identificaron cuatro patologías (fisura, grieta, erosión y vegetación), de los cuales tres presentan un mayor nivel de severidad. En primer lugar, grietas (49.71%), erosión (19.75%), la patología más frecuente es vegetación (26.13%), del área total evaluado del canal. También llego a la conclusión de que las secciones del canal que presentan mayor cantidad de patologías, considerando el 100% como el total de patologías detectadas, son: en primer lugar, el margen izquierdo del canal con el 5,98%; en segundo lugar, el margen derecho con el 4,76%. Así mismo el fondo de canal el 3,32%. Finalmente se espera lograr con esta investigación la determinación y evaluación de patologías, establecer un diagnóstico, el cual será de gran importancia para quien está elaborando este proyecto permitiendo desarrollar alternativas de solución al problema y la adquisición de nuevos conocimientos sobre el adecuado proceso de construcción y el mantenimiento de este tipo de estructuras, además contribuir con el

conocimiento a futuras investigaciones, en el tema de las patologías del concreto en los canales de riego.

II. REVISION DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes.

2.1.1. Antecedente Internacionales.

a) Propuestas Metodológicas para la caracterización de testigos de Presas problemas expansivos. España Junio, 2012 (Fernández de Castro E.) (1)

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo: confirmar los diagnósticos previos para determinar las reacciones que efectivamente contribuyen el proceso expansivo en el hormigón de la presa de Graus, y así desarrollar un protocolo que sirva como procedimiento sistemático para las campañas experimentales de caracterización de presas con patologías de hormigón expansivo. Y los objetivos específicos fueron Comprobar la existencia de la reacción sulfática interna en el hormigón y acotar su alcance en el cuerpo de la presa 2. Como dice Pérez³, Diagnosticar la presencia de una segunda reacción expansiva en el hormigón y acotar su presencia en el cuerpo de presa. Elaborar una metodología detallada que sirva de protocolo en las campañas experimentales de diagnóstico en las patologías de presas de hormigón. El autor arribo a las siguientes conclusiones: Los ensayos han permitido identificar la pre-existencia de las reacciones RSI y RSA, y también la tendencia en que ocurren en la misma estructura, con intensidades distintas en función de la zona afectada.

La mayoría de las muestras analizadas tienen presencia de sulfatos. En los testigos de paramento se disminuye la presencia de sulfatos en los segmentos más profundos. Este comportamiento de disminución de sulfatos, a medida

que se profundiza en la estructura del paramento, es propio de las reacciones sulfáticas internas. Los testigos de paramento son los más afectados por fisuraciones en general, pero sin embargo la gran mayoría de estas fisuras no han sido teñidas con tinción de potasio, indicando que posiblemente no hay presencia de reacciones álcali-sílice. Luego de los estudios realizados y la propuesta presentada se recomienda que la misma es primordial para un diagnóstico preciso de las causas de los procesos expansivos, y puede llevar a una previsión de su evolución en el tiempo, conduciendo a tratamientos y reparaciones más efectivas, reducción de los costes de mantenimiento y mayor seguridad estructural en las presas que dan servicio a nuestra sociedad.

b) Propuestas metodológicas para la caracterización de testigos de presas con problemas expansivos. Barcelona, 2012 (Eduardo E.) (2)

Los objetivos En este capítulo se pretenden estudiar los distintos tipos de reacciones expansivas que influyen en nuestro caso de estudio desde un punto de vista general, abordando las reacciones álcali-sílice (ASR) y la reacción sulfática interna (RSI). También se tratarán los factores que pueden influir tanto en la velocidad como en la intensidad de estas reacciones. Por otro lado, se tratará el tema de las campañas experimentales en presas que se usa actualmente, mencionando los dispositivos de instrumentación utilizados, así como también el proceso de extracción de testigos. Además, en este mismo capítulo, se hablará de los antecedentes de la presa de Graus, así como también una descripción de esta.

Los resultados En término general la amplitud nos va a indicar la existencia de coqueas o la aparición de micro fisuras. La velocidad nos puede indicar

el mismo fenómeno, pero modulado por el tipo de material, en general un aumento de la velocidad nos indica que el material está sano o que tiene una concentración alta de agregados. Por tanto, podemos definir cuatro estados:

- Baja amplitud y baja velocidad: testigo dañado.
- Baja amplitud y buena velocidad: testigo con coqueras o agrietado, pero con un nivel alto de agregados.
- Buena amplitud y baja velocidad: el testigo tiene pocos agregados o son pequeños, pero está sin daños.
- Buena amplitud y velocidad: testigo sin daños

Se concluyó que los ensayos han permitido identificar la pre-existencia de las reacciones RSI y RSA, y también la tendencia en que ocurren en la misma estructura, con intensidades distintas en función de la zona afectada.

Se ha logrado plantear una propuesta metodológica para la caracterización de testigos de presas con problemas expansivos.

c) “Propuesta de procedimiento para la evaluación y diagnóstico de obras hidráulicas, Santa Clara CUBA 2015” (Crespo D 2015) (3)

El siguiente trabajo de investigación tiene por objetivo general: Proponer una secuencia de pasos general para el análisis y diagnóstico de las patologías que se pueden presentar en las obras hidráulicas. Entre los objetivos específicos están: Realizar un estudio de las fuentes bibliográficas disponibles para establecer una actualización en los temas afines con las patologías que se presentan en las obras hidráulicas. Además, identificar y confeccionar un inventario de las patologías que se presentan en las obras hidráulicas, a partir de la manifestación, diagnóstico, y proponer posibles soluciones para atenuar

los daños. Y elaborar una secuencia de pasos general, integral, sistémica, para el análisis y diagnóstico de las patologías que pueden existir en las obras hidráulicas. Luego del estudio y evaluación el autor llega a las siguientes conclusiones: Se identifican las principales patologías que se pueden manifestar en las obras hidráulicas organizadas para las estructuras de tierra, de hormigón y tuberías. Se presenta la descripción de las patologías en las estructuras de tierra y hormigón armado, que nos sirve como guía para su posterior identificación en la obra objeto de estudio. Se define una secuencia de pasos para la inspección de las obras hidráulicas, desglosada y explicada por etapas, que mediante su aplicación parcial o total permite llegar a establecer los estados patológicos de la obra estudiada para de esta forma poder proponer los métodos y tecnologías de intervención más apropiados. Y se presentan dos ejemplos de obras hidráulicas donde se ha aplicado el procedimiento propuesto para caracterización preliminar de los tipos de patologías que se han podido identificar en la etapa de inspección visual y confeccionar el catálogo de patologías como primer resultado para poder continuar la aplicación del resto de los pasos incluidos en este procedimiento. En el caso de la obra del Canal magistral Alacranes Pavón se han identificado 4 patologías y para la Planta Potabilizadora Cerro Calvo se han identificado 16 patologías. además Recomendó: Realizar la aplicación del procedimiento propuesto en diferentes tipos de obras hidráulicas para su generalización en las Empresas de Aprovechamiento Hidráulico como etapa previa a la planificación y ejecución de reparaciones o mantenimientos, e incluir en el procedimiento propuesto la aplicación de la computación mediante la

elaboración de sistema de gestión de patologías, mantenimiento y reparaciones de obras hidráulicas a través de las técnicas de los Sistemas de Información Geográficos.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

a) Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto en el Canal de regadío del distrito de Cabana, provincia de Pallasca, departamento de Áncash – febrero -2015.

Según (Gonzalo León de los Ríos. 2017). (4)

La objetividad en la evaluación del canal juega un papel primordial, pues se necesitan personas bien capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así, dichas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no podrán ser comparadas, además, es importante que se escoja un modelo de evaluación estandarizado para afirmar que se ha realizado una evaluación objetiva. No siempre se pueden obtener mediciones o índices que cumplan la condición para comparar dos proyectos debido al sesgo intrínseco de la toma de decisiones, que produce una desviación entre la realidad y lo expresado por las muestras. La desviación que ocurre puede deberse a dos causas principales:

- Variabilidad de las unidades debido a que estas son la base de los análisis
- Diversidad de la respuesta dentro de cada unidad, porque se relaciona con la fiabilidad de la eventual rehabilitación.

Se ha determinado el estado en que se encuentra el concreto en el canal del distrito de Cabana. Se inspeccionaron un total de doce muestras o tramos

entre las progresivas 9+000 – 10+000, dando lugar a la toma y recolección de datos de un total de un kilómetro y se obtuvieron los siguientes resultados.

- El 50 % de las muestras o tramos tienen un nivel de severidad 1 y severidad leve.
- El 42 % de las muestras o tramos tienen un nivel de severidad 2 y severidad moderada.
- El 8 % de las muestras o tramos tienen un nivel de severidad 3 y severidad severa.

b) Determinación y evaluación de las Patologías del concreto en el Canal de Riego T-52 de la Comisión de Usuarios el Algarrobo Valle Hermoso, Sector la Peñita, Distrito de Tambogrande, Provincia de Piura, Región Piura, agosto-2016. (5)

En virtud a esto surge la necesidad de establecer estudios patológicos en los canales con revestimiento, analizarlos y brindar las recomendaciones necesarias para su mantenimiento, y de esta forma devolver la misión inicial de estas estructuras que es la óptima conducción y distribución de este recurso. En tal sentido y al observar el canal de riego T-52 entre las progresivas 0+000 al 0+500 de la comisión de usuarios El Algarrobo Valle Hermoso, del sector La Peñita, distrito de Tambogrande, provincia de Piura, región Piura, construido hace 40 años, encontramos lesiones patológicas a lo largo de su extensión. En consecuencia y debido a esto es que el presente proyecto de investigación lleva como título: Determinación y evaluación de las patologías del concreto del canal de riego T-52 entre las progresivas 0+000

al 0+500 de la Comisión de Usuarios El Algarrobo Valle Hermoso, Sector La Peñita, distrito de Tambogrande, provincia de Piura, región Piura.

Habiendo realizado el análisis de las patologías existentes en el canal, se puede concluir que la patología con más incidencia son los Sedimentos, que representa el 76.35% de las patologías.

- Si bien es cierto que los sedimentos representan un gran porcentaje del área con patología no representa mayor peligro para el concreto en el canal
- Se constituye que el Hundimiento, es la patología que representa el mayor peligro para el concreto, por el cual se pueda decir que es una patología severa, pero que representa un bajo porcentaje en el canal.
- Entre los resultados obtenidos, concluimos que los niveles de severidad, son los que detallamos a continuación: severidad leve 83.10%, severidad moderada 14.35, severidad severa 2.55%.

c) “Determinación y evaluación de las patologías del concreto del canal sub lateral 9+265 entre las progresivas 0+000 – 0+500 sector Cieneguillo Centro, Distrito de Sullana, Provincia Sullana, región Piura, julio – 2016”. (Anderson z.) (6)

En el trabajo se tiene como objetivo general: Es la determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal sub lateral 9+265 entre las progresivas 0+000 – 0+500 sector Cieneguillo Centro, Distrito de Sullana, Provincia Sullana, región Piura, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del mismo. Y como objetivos específicos: Identificar el tipo de

patologías del concreto que existen en el canal sub lateral 9+265 entre las progresivas 0+000 – 0+500 sector Cieneguillo Centro, Distrito de Sullana, Provincia Sullana, región Piura. Y determinar el estado de conservación en que se encuentra el canal sub lateral 9+265 entre las progresivas 0+000 – 0+500 sector Cieneguillo Centro, Distrito de Sullana, Provincia Sullana, región Piura. Obteniendo los siguientes resultados.

- severo 40.57%
- moderado 40.34% y
- leve.19.09%

En conclusión

- Se recomienda brindar un mantenimiento adecuado del canal, para garantizar una óptima conducción y distribución del recurso hídrico.
- Se recomienda realizar periódicamente, trabajos manuales con palana a fin de erradicar los sedimentos depositados en el canal.
- recomienda tomar las medidas correctivas para los diferentes niveles de severidad que se presentan en cada uno de elementos evaluados, para las patologías con un nivel de severidad Leve se sugiere que se aplique el mantenimiento para cada tipo.

2.1.3. Antecedentes Locales

- a) Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto del Canal Yurac Yacu entre las Progresivas 0+000 – 1+000 sector Cachipampa, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, Junio – 2017 Según (Fernando Melgarejo. 2017). (7)**

La presente tesis, se realizó con la finalidad de determinar y evaluar las patologías del concreto del Canal Yurac Yacu entre las progresivas 0+000 – 1+000 sector Cachipampa, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash; las mismas que serán muestras de inspección visual, para identificar y evaluar las diferentes patologías del mismo modo se indicará su estado, se analizará la causa del daño, severidad y determinar el porcentaje de afectación. Las patologías del concreto son una disciplina que, a través de un proceso sistemático y ordenado, permite elaborar un diagnóstico, mediante el cual se emite un resultado del comportamiento de la estructura, bajo las condiciones de servicio esperadas hacia el futuro. Un canal es un conducto natural o artificial por donde fluye un líquido valiéndose únicamente de la acción de la fuerza de gravedad. Los canales de riego tienen la función de conducir el agua desde la captación hasta el campo o huerta donde será aplicado a los cultivos. Se caracteriza por presentar una superficie libre expuesta a presión atmosférica. En el presente estudio se realizó una evaluación patológica de la estructura del Canal Yurac Yacu entre las progresivas 0+000 – 1+000 sector Cachipampa, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash. Inicialmente se realizó una inspección ocular preliminar de la estructura para identificar las zonas afectadas, dañadas por el deterioro y tiempo. En la metodología se planteó y clasificó los elementos del sistema constructivo de la estructuración existente: margen derecho, fondo y margen izquierdo del canal de concreto. En cada zona, identificada durante la inspección ocular preliminar, se realizó un reconocimiento y registro fotográfico detallado de las patologías existentes.

b) Evaluación y Determinación de las Patologías del Concreto del canal de riego Pinar Huacrajirca, desde el Tramo 0+000 Al 1+000 del Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Región Áncash, Mayo – 2017,
Según (Sissi Berenice. 2017). (8)

Las Patologías del concreto se encargan de estudiar los procesos y características de las enfermedades, defectos o daños que pueden sufrir en concreto, sus causas, consecuencias y remedios. Las patologías en las estructuras hidráulicas son diversos, dentro del proyecto de investigación se determinó el estudio de un canal de riego. El canal de riego Pinar Huacrajirca, perteneciente a la cuenca del Rio Santa denominado Ucrumaran Huarqui Shancayan; considerado como un canal de segundo orden de tipo artificial y de sección rectangular el cual tiene una longitud de cuatro kilómetros y una antigüedad aproximada de 10 años, dada a ciertas características que presenta se consideró como objeto de estudio. En tal sentido el nombre del proyecto fue denominado “Evaluación y determinación de las patologías del concreto del canal de riego Pinar Huacrajirca, desde el tramo 0+000 al 1+000 del distrito de Independencia, provincia de Huaraz, Región Ancash, mayo – 2017”. Dentro de dicha estructura hidráulica se determinaron diversos tipos de daños como son de tipo: mecánica, física, química y biológica. Finalmente se espera lograr con esta investigación la determinación y evaluación de patologías, establecer un diagnóstico, el cual será importante para quien está elaborando este proyecto permitiendo desarrollar alternativas de solución al problema y la adquisición de nuevos conocimientos sobre el adecuado proceso de construcción y el mantenimiento de este tipo de estructuras, en el

tema de las patologías del concreto en los canales de riego. Al finalizar este trabajo será presentado al presidente del comité de regantes de la comunidad para que puede servir de base en futuras decisiones de reparación, mantenimiento o reconstrucción.

2.2. Bases teóricas de la investigación

2.2.1. Canales

Según (Giovene PC. 2012) (9)

Son conductos abiertos en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, dado que la superficie libre del líquido está en contacto con la atmosfera.

2.2.1.1 Canales naturales y artificiales Según

(Giovene PC. 2012) (9)

a.1) Canales naturales Son los cursos de agua existentes en forma natural como consecuencia del escurrimiento de la lluvia, Como los ríos y los arroyos que son cursos de agua.



Figura 1. sección transversal irregular de canal

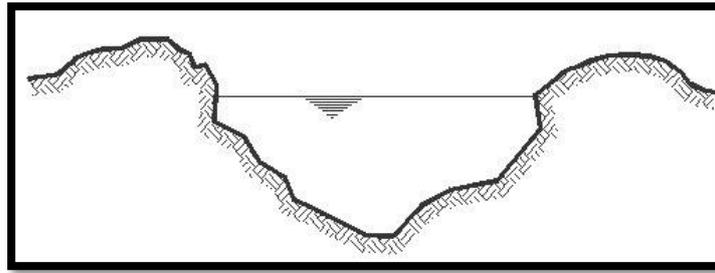


Grafico 1: sección típica de canal irregular

b.2) Canales artificiales

Son los construidos por el hombre. y tendrá una sección transversal que se les haya dado en tanto se mantenga la estabilidad de las paredes catedrales y el fondo.



Figura 2. sección de canal Trapezoidal

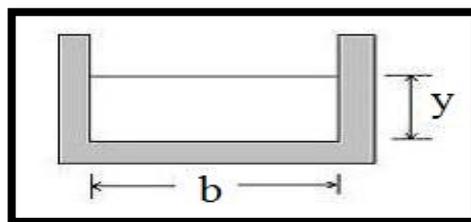


Grafico 2. sección típica de canal regular

2.2.1.2. Secciones transversales más comunes

El estudio hidráulico se orienta en forma principal a los canales superficiales, la sección transversal puede ser muy diversa, pero por lo general se fija en aquellas que presenta una mayor estabilidad que sea de fácil construcción y que su costo sea menor, la forma más utilizada son los siguientes los de sección Rectangular, Trapezoidal, Circular, Semicircular.

a) **Sección rectangular:** Debido a que el rectángulo tiene lados verticales, por lo general se utiliza para canales construidos con materiales estables, acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos.

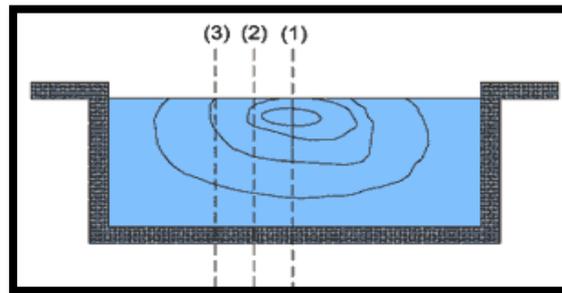


Grafico 3. sección de canal rectangular.

b) **Sección Trapezoidal:** se usa en canales de tierra debido a que proveen las pendientes necesarias para estabilidad,

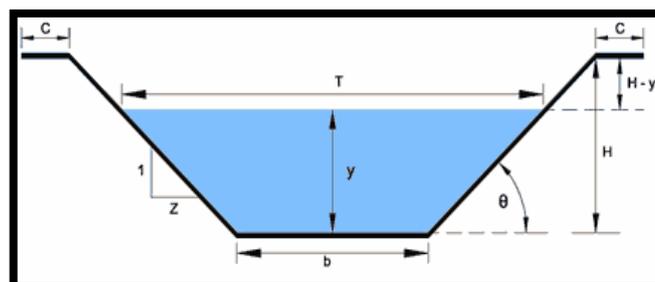


Grafico 4. sección de canal trapezoidal.

c) **Sección Triangular:** Se usa para cunetas revertidas en las cunetas revestidas en las carreteras, también en canales de tierra pequeños, fundamentalmente por facilidad de trazo. También se emplean revestidas, como alcantarillas de las carreteras.

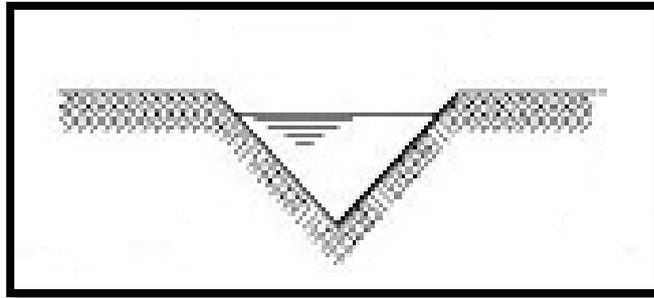


Grafico 5. sección de canal rectangular.

d) **Sección parabólica:** Se emplea en algunas ocasiones para canales revestidos y es la forma que toman aproximadamente muchos canales naturales y canales viejos de tierra.

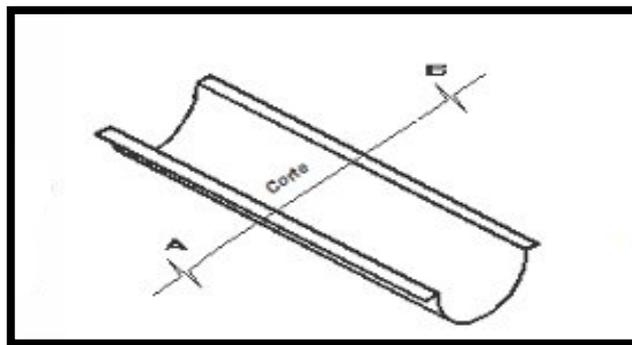


Grafico 6. sección de canal parabólico.

2.2.1.3. Sección transversal compuestas

Bajo criterios que fijar el ingeniero proyectista del canal también se elige otras formas de secciones transversal para los canales, ejemplo: en las antiguas redes de desagüe la sección transversal era de forma ovaloidal pero en la parte inferior la canalización mayor era suplementada por una

sección semicircular destinada a que el agua tuviera capacidad de arrastre cuando los caudales eran mínimo.

2.2.1.4. Elementos básicos de diseño de canales

Según (Agua And. 2010)(10)

a) Trazo de canales

Cuando se trata de trazar un canal o un sistema de canales es necesario recolectar la siguiente información básica:

- Fotografías aéreas, imágenes satelitales, para localizar los poblados, caseríos, áreas de cultivo, vías de comunicación, etc.
- Planos topográficos y catastrales.
- Estudios geológicos, salinidad, suelos.
- Levantamiento topográfico (1/500,1/1000,1/2000).

Una vez obtenido los datos precisos, se procede a trabajar en gabinete dando un trazo preliminar, el cual se replantea en campo, donde se hacen los ajustes necesarios, obteniéndose finalmente el trazo definitivo.

b) En el caso de no existir información topográfica básica se procede a levantar el relieve del canal, procediendo con los siguientes pasos:

- ✓ **Reconocimiento del terreno.** - Se recorre la zona, anotándose todos los detalles que influyen en la determinación de un eje probable de trazo, determinándose el punto inicial y el punto final (georreferenciados).

✓ **Trazo preliminar.**- Se procede a levantar la zona con una brigada topográfica, clavando en el terreno las estacas de la poligonal preliminar y luego el levantamiento con teodolito, posteriormente a este levantamiento se nivelará la poligonal y se hará el levantamiento de secciones transversales, estas secciones se harán de acuerdo a criterio, si es un terreno con una alta distorsión de relieve, la sección se hace a cada 5 m, si el terreno no muestra muchas variaciones y es uniforme la sección es máximo a cada 20 m.

✓ **Trazo definitivo.** - Con los datos de (b) se procede al trazo definitivo, teniendo en cuenta la escala del plano, la cual depende básicamente de la topografía de la zona y de la precisión que se desea:

Terrenos con pendiente transversal mayor a 25%, se recomienda escala de 1:500.

Terrenos con pendiente transversal menor a 25%, se recomienda escalas de 1:1000 a 1:2000.

c) **Radio s mínimos en canales**

En el diseño de canales, el cambio brusco de dirección se sustituye por una curva cuyo radio no debe ser muy grande, y debe escogerse un radio mínimo, dado que al trazar curvas con radios mayores al mínimo no significa ningún ahorro de energía, es decir la curva no será hidráulicamente más eficiente, en cambio sí será más costoso al

darle una mayor longitud o mayor desarrollo, Las siguientes tablas indican radios mínimos según el autor o la fuente:

Tabla 1. Radio Mínimo

Capacidad del canal	Radio mínimo
Hasta 10 m ³ /s	3 x ancho de la base
De 10 a 14 m ³ /s	4 x ancho de la base
De 14 a 17 m ³ /s	5 x ancho de la base
De 17 a 20 m ³ /s	6 x ancho de la base
De 20 m ³ /s a mayor	7 x ancho de la base
Los radios mínimos deben ser redondeados hasta el próximo metro superior	

Tabla 2. Radio mínimo en función al caudal

Capacidad de canal	Radio de canal
20 m ³ /s	100m
15 m ³ /s	80m
10 m ³ /s	60m
5 m ³ /s	20m
1 m ³ /s	10m
0.5 m ³ /s	5m

Tabla 3. Radio mínimo en canales abiertos para Q<20 m³/s

canal de riego		canal de drenaje	
Tipo	radio	Tipo	radio
sub-canal	4T	colector principal	5T
Lateral	3T	sub-colector	5T
sub-lateral	3T		5T
siendo t el ancho superior del espejo de agua			

Tabla 4. Radio mínimo en canales abiertos en función del espejo de agua

Elementos de una curva

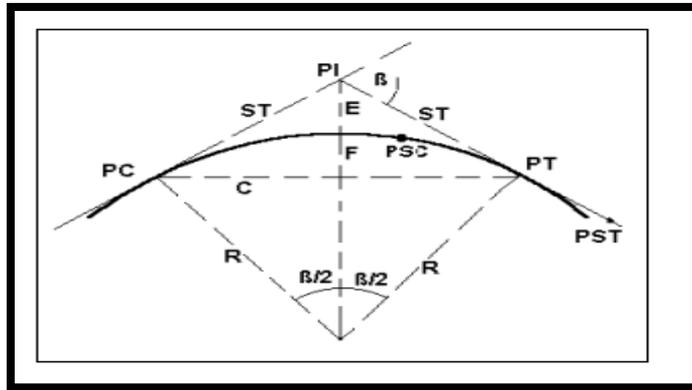


Tabla 5. Elementos de curva.

A	=	Arco, es la longitud de curva mediante en cuenta de 20cm
c	=	Cuerda larga, es la cuerda que sub – tiende la curva desde PC hasta PT
B	=	Angulo de flexión, formado en el PI.
E	=	Externa, es la distancia de PI a la curva media en la bisectriz.
F	=	Flecha, es la longitud de la perpendicular bajado del punto medio de la curva a la cuerda larga
G	=	Grado, es el Angulo central.
LC	=	Longitud de curva que une PC con PT.
PC	=	Principio de una curva
PI	=	Punto de flexión
PT	=	Punto de tangente
PSC	=	Punto de sobre curva
PST	=	Punto sobre tangente
R	=	Radio de curva
ST	=	Sub tangente, distancia del PC al PI

d) Rasante de canal

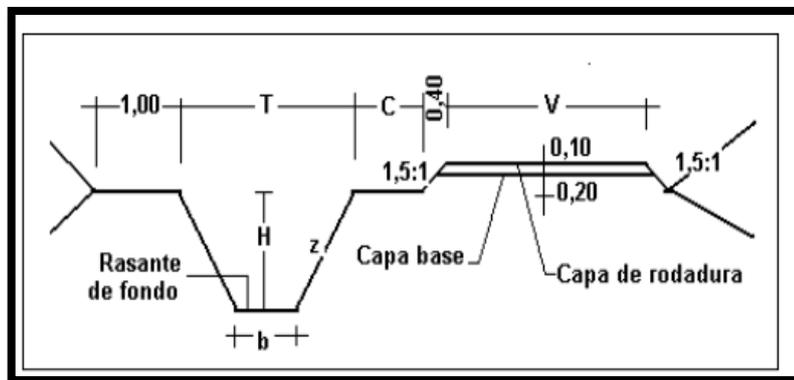
Una vez definido el trazo del canal, se proceden a dibujar el perfil longitudinal de dicho trazo, las escalas más usuales son de 1:1000 ó 1:2000 para el sentido horizontal y 1:100 ó 1:200 para el sentido

vertical, normalmente la relación entre la escala horizontal y vertical es de 1 a 10. El procesamiento de la información y dibujo se puede efectuar empleando el software AUTOCAD CIVIL 3D (AUTOCAD clásico, AUTOCAD LAND, AUTOCAD MAP o AUTOCAD CIVIL). Para el diseño de la rasante se debe tener en cuenta:

- La rasante se debe trabajar sobre la base de una copia del perfil longitudinal del trazo
- Tener en cuenta los puntos de captación cuando se trate de un canal de riego y los puntos de confluencia si es un dren u obra de arte.
- La pendiente de la rasante de fondo, debe ser en lo posible igual al pendiente natural promedio del terreno (optimizar el movimiento de tierras), cuando esta no es posible debido a fuertes pendientes, se proyectan caídas o saltos de agua.
- Para definir la rasante del fondo se prueba con el caudal especificado y diferentes cajas hidráulicas, chequeando la velocidad obtenida en relación con el tipo de revestimiento
- proyectar o si va ser en lecho natural, también se tiene la máxima eficiencia o mínima infiltración.
- El plano final del perfil longitudinal de un canal, debe presentar como mínimo la siguiente información.
 - Kilometraje
 - Cota de terreno
 - BMs (cada 500 ó 1000 m)

- Cota de rasante
- Pendiente
- Indicación de las deflexiones del trazo con los elementos de curva
- Ubicación de las obras de arte
- Sección o secciones hidráulicas del canal, indicando su kilometraje
- Tipo de suelo
- Cuadro con elementos geométricos e hidráulicos del diseño.

Grafico 7. Sección típica de un canal



e) Sección hidráulica optima

Determinación de Máxima Eficiencia Hidráulica Se dice que un canal es de máxima eficiencia hidráulica cuando para la misma área y pendiente conduce el mayor caudal posible, ésta condición está referida a un perímetro húmedo mínimo, la ecuación que determina la sección de máxima eficiencia hidráulica es:

$$\frac{b}{y} = 2 * \operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Siendo θ el ángulo que forma el talud con la horizontal, $\arctan(1/z)$,
 b plantilla del canal y y tirante o altura de agua.

Determinación de Mínima Infiltración: Se aplica cuando se quiere obtener la menor pérdida posible de agua por infiltración en canales de tierra, esta condición depende del tipo de suelo y del tirante del canal, la ecuación que determina la mínima infiltración es:

$$\frac{b}{y} = 4 * \operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Tabla 6. Relación plantilla vs tirante para, máxima eficiencia, mínima infiltración y el promedio de ambas.

TALUD	ANGULO	MAXIMA EFICIENCIA	MINIMO INFILTRACION	PROMEDIO
Vertical	90°00"	2.0000	4.0000	3.0000
1/4:1	75°58"	1.5616	3.1231	2.3423
1/2:1	63°26"	1.2361	2.4721	1.8541
4/7:1	53°08"	1.0000	2.0000	1.5000
1:1	45°00"	0.8284	1.6569	1.2426
11/4 :1	38°40"	0.7016	1.4031	1.0523
11/2 :1	33°41"	0.6056	1.2111	0.9083
2:1	26°34"	0.4721	0.9443	0.7082
3:1	18°26"	0.3246	0.6491	0.4868

f) Diseño de sección hidráulica

Se debe tener en cuenta ciertos factores, tales como: tipo de material del cuerpo del canal, coeficiente de rugosidad, velocidad máxima y mínima permitida, pendiente del canal, taludes, etc.

La ecuación más utilizada es la de Manning o Strickler, y su expresión es:

$$Q = \frac{b}{y} = AR^{2/3}S^{1/2}$$

Donde:

Q = Caudal (m³ /s)

n = Rugosidad

A = Área (m²)

R = Radio hidráulico = Área de la sección húmeda / Perímetro húmedo En la tabla

g) Criterio de espesor de revestimiento

No existe una regla general para definir los espesores del revestimiento de concreto, sin embargo, según la experiencia acumulada en la construcción de canales en el país, se puede usar un espesor de 5 a 7.7 cm para canales pequeños y medianos, y 10 a 15 cm para canales medianos y grandes, siempre que estos se diseñen sin armadura. En el caso particular que se quiera proyectar un revestimiento con geomembranas, se tiene que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para canales pequeños se debe usar geomembrana de PVC y para canales grandes geomembrana de polietileno – HDP
- Los espesores de la geo membrana, varían entre 1 a 1.5 mm.

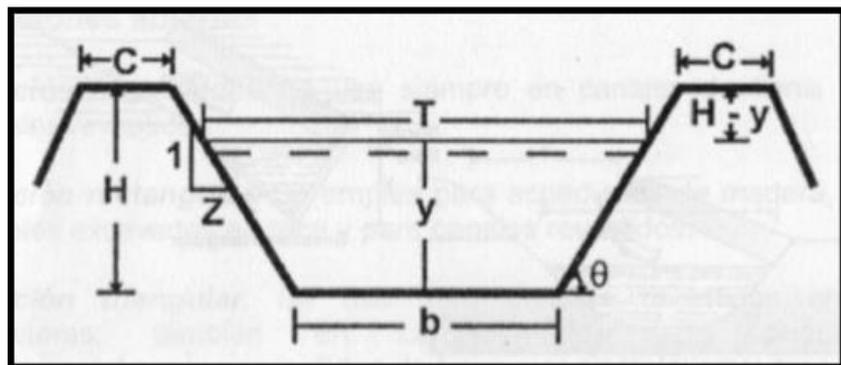
- Si el canal se ubica en zonas en donde puede ser vigilado permanentemente, por lo tanto, no puede ser afectada la membrana.
- Características y cuidado en las actividades de operación y mantenimiento
- Técnica y cuidados de instalación de la geo membrana
- El grupo social a servir tiene que capacitado para el manejo de dicho tipo de revestimiento.
- También se puede usar asociada la geo membrana con un revestimiento de concreto; la geo membrana actúa como elemento impermeabilizante (el concreto se deteriora con las bajas temperaturas) y el concreto como elemento de protección, sobre todo cuando se trata de obras ubicadas por encima de los 4,000 m.s.n.m. o zonas desoladas.

h) Elementos geométricos de un canal

Según (Sandro LCS. 2018)(11)

Un canal presenta los siguientes elementos

Grafico 8. Elementos geométricos de un canal



y = tirante de agua, es la profundidad máxima de agua en el canal

b = ancho de solera, es el ancho de la base de un canal.

T = espejo de agua, es el ancho de la superficie libre de agua.

C = ancho de corona.

H = profundidad total de canal.

$H-y$ = borde libre

θ = ángulo de inclinación de las paredes laterales.

Z = talud, es la relación de la proyección horizontal a la vertical de la pared lateral.

i) Criterios para el diseño de canales

Para diseñar un canal se debe conocer cada uno de los elementos que interviene. Los cuales son:

a. Caudal (Q).

El caudal es un dato inicial si se desea diseñar un canal con fines parcelarios y esto se logra tomando en cuenta el módulo de riego, la superficie que será objeto de riego y el caudal que se pierde por infiltración. El objetivo de esto es diseñar un canal que sea capaz de transportar el caudal necesario que requiere el proyecto.

b. Velocidad media de los canales (v)

Esta velocidad se puede calcular utilizando la fórmula de Manning

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Villón nos dice que “Las velocidades en los canales varían en un ámbito cuyos límites son: la velocidad mínima, que no produzca depósitos de materiales sólidos en suspensión (sedimentación), y la máxima que no produzca erosión en las paredes y el fondo del canal. Las velocidades superiores a los valores máximos permisibles, modifican las rasantes y crean dificultades en el funcionamiento de las estructuras del canal. A la inversa, la sedimentación debida a velocidades muy bajas, provoca problemas por embancamiento y disminución de la capacidad de conducción, y origina mayores gastos de conservación”. (1995: 134)

En la siguiente tabla se muestra las velocidades en función del tipo de suelo.

Grafico 9: Velocidades máximas de acuerdo al tipo de suelo.

Características de los suelos	Velocidades máximas (m/s)
Canales en tierra franca	0,60
Canales en tierra arcillosa	0,90
Canales revestidos con piedra y mezcla simple	1,00
Canales con mampostería de piedra y concreto	2,00
Canales revestidos con concreto	3,00
Canales en roca:	
pizarra	1,25
areniscas consolidadas	1,50
roca dura, granito, etc.	3 a 5

c. Pendientes admisibles en canales de tierra.

Se debe buscar la pendiente máxima, de tal forma que la velocidad obtenida no provoque erosión del material constituido por el canal y que tampoco favorezca el depósito de lodo. La siguiente tabla muestra la pendiente admisible tomando en cuenta el tipo de suelo.

Grafico 10 Pendiente de acuerdo al tipo de suelo.

Tipo de suelo	Pendiente (S) (0/00)
Suelos sueltos	0,5 - 1,0
Suelos francos	1,5 - 2,5
Suelos arcillosos	3,0 - 4,5

d. Taludez (Z)

Es la relación de la proyección horizontal a la vertical con respecto a la inclinación de las paredes, que van a depender de varios factores, pero el principal de ellos es la clase de terreno donde está alojado. Se debe tener en cuenta que si el material es inestable se deberá considerar un menor ángulo de inclinación del talud. La siguiente tabla muestra los valores de los taludes tomando en cuenta el tipo de suelo.

Grafico 11: Taludes de acuerdo al tipo de suelo.

Características de los suelos	Canales poco profundos	Canales profundos
Roca con buenas condiciones	Vertical	0,25 : 1,00
Arcillas compactas o conglomerados	0,50 : 1,00	1,00 : 1,00
Limos arcillosos	1,00 : 1,00	1,50 : 1,00
Limoso - arenosos	1,50 : 1,00	2,00 : 1,00
Arenas sueltas	2,00 : 1,00	3,00 : 1,00

e. Coeficiente de rugosidad.

Existen valores que se suelen usar de manera práctica al momento de diseñar canales. Para canales que estén alojados en tierra se usan valores comprendidos entre 0,025 y 0,030. Para canales que estén revestidos de concreto se usan valores que van desde 0,013 al 0,015.

f. Ancho de solera (b).

Es muy práctico considerar el ancho de solera en función del caudal, pero si el canal es pequeño es factible considerar el ancho de solera como el ancho de la pala de la maquinaria que estará disponible.

El siguiente cuadro muestra el ancho de la solera en función del caudal.

Grafico 12: Ancho de solera en función del caudal.

Caudal Q (m3/s)	Ancho de solera b (m)
Menor de 0,100	0,30
Entre 0,100 y 2,000	0,50
Entre 0,200 y 4,000	0,75
Mayor a 0,400	1,00

g. Tirante (y)

Existen diversas formas algunas empíricas para determinar el tirante o valor máximo de profundidad en canales de tierra

En estados unidos se usa:

$$: y = \frac{1}{2} \sqrt{A}$$

“y” es el tirante hidráulico (m)

“A” es el área de la sección transversal (m²)

Otros emplean la relación: $y = b/3$

Donde “b” es el ancho de solera o base

h. Área hidráulica

Para el cálculo se utiliza;

$$A = (b + Zy) y$$

$$A = \frac{Q}{v}$$

i. Borde libre

Villón menciona lo siguiente: “En la determinación de la sección transversal de los canales, resulta siempre necesario dejar cierto desnivel entre la superficie libre del agua para el tirante normal y la corona de los bordos, como margen de seguridad, a fin de absorber los niveles extraordinarios, que puedan presentarse por encima del caudal de diseño del canal”. (1995:139)

Existen algunos criterios para calcular el valor del bordo libre, entre ellos tenemos:

Tomando en cuenta el caudal de diseño

Grafico 13: Bordo libre en función del caudal

Caudal Q (m³/s)	Bordo libre (m)
Menores que 0,5	0,30
Mayores que 0,5	0,40

Tomando en cuenta el ancho de solera:

Grafico 14: Borde libre en función del ancho de solera.

Ancho de solera (m)	Bordo libre (m)
Hasta 0,80	0,40
De 0,80 a 1,50	0,50
De 1,50 a 3,00	0,60
De 3,00 a 20,00	1,00

a. Profundidad total (H).

Para calcularlo se debe conocer el tirante y el bordo libre, se emplea la siguiente relación: $H = y + B.L$

b. Ancho de corona (C).

Al respecto Villón menciona lo siguiente: “El ancho de corona de los bordos de los canales en su parte superior, depende esencialmente de los servicios que estos habrán de prestar. En canales grandes se hacen suficientemente anchos, 6,50 m como mínimo, para permitir el tránsito de vehículos y equipos de conservación a fin de facilitar los trabajos de inspección y distribución de agua. En canales más pequeños el ancho superior de la corona puede diseñarse aproximadamente igual al tirante del canal. En función del caudal se puede considerar un ancho de corona de 0,60 m para caudales menores de 0,50 m³/s y 1,00 m para caudales

mayores”. (1995:140)

j. Concreto en canales

El concreto para canales, es un concreto especial cuya relación agua cemento, tipo de cemento e incorporación de aire va a depender del clima al cual estará expuesto, material al cual estará expuesto y la cantidad de sulfato que contiene el agua que transportará, sabemos que el sulfato se puede encontrar en casi todas las aguas que son naturales.

De acuerdo a la norma E.060 (concreto armado) en el capítulo 4 (requisitos de durabilidad), encontramos los requisitos para concretos expuestos a las condiciones especiales:

a) Exposición a ciclos de congelamiento y deshielo

“Los concretos de peso normal y los de pesos livianos expuestos a condiciones de congelamiento y deshielo o a productos químicos descongelantes deben tener aire incorporado, con el contenido total de aire indicado en la tabla. La tolerancia en el contenido total de aire incorporado debe ser de $\pm 1,5\%$. Para concretos con $f'c$ mayor de 35 MPa, se puede reducir el aire incorporado indicado”

Tabla 7. Contenido de aire

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Contenido de aire (en porcentaje)	
	Exposición severa	Exposición moderada
9,5	7,5	6,0
12,5	7,0	5,5
19,0	6,0	5,0
25,0	6,0	4,5
37,5	5,5	4,5

Fuente: Norma E-60

- ✓ “Una exposición severa es cuando, en un clima frío, el concreto puede estar en contacto casi constante con la humedad antes de congelarse o cuando se emplean sales descongelantes”.
- ✓ “Una exposición moderada es cuando, en clima frío, el concreto esté expuesto ocasionalmente a humedad antes de congelarse y cuando no se usen sales descongelantes”.

Los concretos expuestos a las condiciones especiales de exposición señaladas en la tabla deben cumplir con las relaciones máximas agua- material cementante y con la resistencia mínima $f'c$ señaladas en ésta.

Tabla 8. Relación agua / cemento

Condición de la exposición	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal	$f'c$ mínimo (MPa) para concretos de peso normal o con agregados ligeros
Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua.	0,50	28
Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes.	0,45	31
Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de		
productos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o a salpicaduras del mismo origen.	0,45	35

Fuente: Norma E-060 concreto armado

Cuando se utilicen simultáneamente las tablas anteriores, se debe utilizar la menor relación máxima agua-material cementante aplicable y el mayor $f'c$ mínimo.

2.1.2 Concreto

Según (Carlos ABG 2018) (12)

Es un material de construcción, producto resultante de la mezcla de un aglomerante (generalmente cemento, arena, grava o piedra machacada y agua) que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia similar a la de las mejores piedras naturales. En el concreto, la grava y la arena constituyen el esqueleto, mientras que la pasta que se forma con el cemento, que fragua primero y endurece después, rellena los huecos uniendo y consolidando los granos de los áridos. Al concreto se le puede añadir aditivos para mejorar algunas de sus propiedades.

2.1.2.1 Componentes de concreto

Tenemos los siguientes componentes:

a) Piedra.

Conocida como agregado grueso, son aquellos retenidos en la malla #16. Para la construcción se recomienda utilizar piedra chancada de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro. Es ideal por cuanto sus aristas brindan una mejor adherencia al cemento.



Figura 3. piedra chancada.

b) Arena

Consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.



Figura 4. Arena gruesa en cantera.

c) Cemento

Los cementos hidráulicos son aquellos que tienen la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, por que reaccionan químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinante



Figura 5. *Cemento.*

d) Agua

Es el elemento que hidrata las partículas de cemento y hace que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes. Es recomendable trabajar con tratada y limpia, para evitar la presencia de materiales nocivos para el concreto.



Figura 6: *Agua para el concreto.*

e) Exposición a sulfatos

“El concreto que va a estar expuesto a soluciones o suelos que contengan sulfatos debe cumplir con los requisitos de la presente tabla. El concreto debe estar hecho con un cemento que proporcione resistencia a los sulfatos y que tenga una relación agua-material cementante máxima y un $f'c$ mínimo”.

“Además de la selección apropiada del cemento, son esenciales otros requisitos para lograr concretos durables expuestos a concentraciones de sulfatos, tales como: baja relación agua - material cementante, resistencia, adecuado contenido de aire, bajo asentamiento, adecuada compactación, uniformidad, recubrimiento adecuado del refuerzo y suficiente curado húmedo para desarrollar las propiedades potenciales del concreto”.

Tabla 9. Exposición al sulfato

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO₄) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua material cementante (en peso) para concretos de peso normal	f'c mínimo (MPa) para concreto s de peso normal y ligero
Insignificante	$0,0 \leq SO_4 < 0,1$	$0 \leq SO_4 < 150$	—	—	—
Moderada	$0,1 \leq SO_4 < 0,2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(M S), I(SM)(M S)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq SO_4 < 2,0$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < SO_4$	$10000 < SO_4$	Tipo V más puzolana	0,45	31

Fuente: Norma E-060 concreto armado

En resumen, la relación agua cemento máxima para condiciones especiales de exposición, es la siguiente:

Tabla 10. Condiciones de exposición

CONDICIONES DE EXPOSICIÓN	RELACIÓN AGUA/CEMENTO MÁXIMA
Concreto de baja permeabilidad: a) Expuesto a agua dulce: b) Expuesto a agua de mar o aguas salobres: c) Expuesto a la acción de aguas cloacales (*):	0,50 0,45 0,45
Concreto expuesto a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda : a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas: b) Otros elementos:	0,45 0,50
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres o neblina o rocío de esta agua: Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm:	0,40 0,45

Fuente: Norma E-060 concreto armado

La resistencia $f'c$ no debe ser menor de 245 kg/cm^2 , por razones de durabilidad.

Duff Abrams, enunció la siguiente ley que lleva su nombre: “Dentro del campo de las mezclas plásticas, la resistencia a los esfuerzos mecánicos, así como las demás propiedades del concreto endurecido, varían en razón inversa a la relación agua / cemento”

Lo que significa que a menor relación agua / cemento, mayor resistencia, más durabilidad y en general mejoran todas las propiedades del concreto endurecido.

$$R = \frac{k_1}{k_2^{A/C}}$$

R = Resistencia a los esfuerzos mecánicos

A/C = relación agua/ cemento

K1 y K2 = son los valores que dependen de la calidad del cemento, edad del concreto, sistema de curado y tipo de agregado.

El ingeniero Gerardo Rivera en su texto resistencia del concreto, presenta unos valores recomendados de agua / cemento para diferentes resistencias a la compresión del concreto:

Grafico15: Resistencia a la compresión.

Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	A/C Concreto sin aire incluido	A/C Concreto con aire incluido
175	0,67	0,54
210	0,58	0,46
245	0,51	0,40
280	0,44	0,35
315	0,38	-----

La relación agua-cemento se puede definir como la razón entre el contenido efectivo de agua y el contenido de cemento en masa del hormigón fresco. (Para los que desconocen, el contenido efectivo de agua es la diferencia entre el agua total presente en el hormigón fresco y el agua absorbida por los áridos, mientras que el contenido de cemento en masa del hormigón se trata más bien de los kilos de cemento.) El concepto en sí de la relación agua-cemento fue desarrollado por el investigador norteamericano Duff A. Abrams en 1918 – el mismísimo que nos trajo el [Cono de Abrams](#) para medir la consistencia del hormigón – estableciendo la razón existente entre la relación agua-cemento y la resistencia a compresión simple del hormigón endurecido.

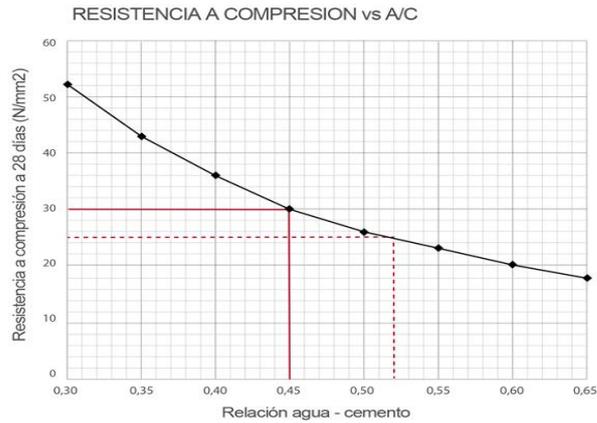


Figura 7. Relación agua cemento

2.1.2.2 Patologías del concreto.

Según (Vidal C. 2017) (13)

El deterioro es la degradación de los atributos de un material, de un elemento constructivo y de un sistema constructivo. La degradación es la pérdida de propiedades y características en el tiempo, así la durabilidad es un principio de diseño en las ingenierías y construcción.

Las estructuras de concreto pueden sufrir defectos o daños que alteran su estructura interna y su comportamiento. Algunos pueden estar presentes desde su concepción o construcción, otras pueden haberse contraído durante alguna etapa de su vida útil, y otras pueden ser consecuencia de accidentes.

2.1.2.3 Importancia de la patología en el concreto armado

Cada día se conocen más los problemas de durabilidad que presentan el concreto en determinados entornos, se sabe más cerca de cómo

trabajan las estructuras, se presta más atención a la ejecución , disponiendo en obras técnicos mejor formados, al control de calidad que se extiende al proyecto, materiales, ejecución, instalaciones, etc., se toman más precauciones para no provocar acciones que lleven a las estructuras a estados límites, etc., puede decirse que hoy día no existe justificación para hacer una obra de mala calidad o mal construida y, sin embargo, la realidad demuestra que siguen haciéndose.

2.1.2.3 Importancia del estudio de las Patologías en Canales

Según (Carlos ABC 2015) (14)

El canal se extiende en miles de kilómetros por todo el territorio nacional y son obras normalmente poco vistosas. Debido a su extensión y al difícil acceso, la vigilancia de su ejecución puede resultar en muchos casos no del todo satisfactoria. Además, una vez terminada y entregada la obra, no es siempre posible vigilar si el tipo de junta adoptado ha resultado realmente eficaz en el transcurso de los años. Se conocen bastantes casos donde ha sido necesario realizar reparaciones de los revestimientos de canales, costosas y molestas, sea porque el agua tenía un valor elevado, o porque se produjeron averías a causa de las filtraciones. Se recomienda el máximo cuidado para el proyecto y la ejecución de las juntas de contracción en canales que atraviesan terrenos yesosos, o los propicios al reblandecimiento, como por ejemplo ciertas margas. Filtraciones al principio insignificantes producen un reblandecimiento de la

cimentación, lo que provoca un asiento y, como consecuencia de esto, se ensanchan las grietas y se aumenta la filtración a través de las juntas, repitiéndose el ciclo destructivo en mayor escala.

2.1.2.4 Principales patologías que se presentan en las obras hidráulicas.

Las obras hidráulicas en general, son obras de alto costo de construcción, debido a las cantidades considerables de movimiento de tierra, grandes volúmenes de hormigón armado y complejidad constructiva, lo que resulta conveniente detectar a tiempo posibles patologías que se puedan presentar, para así evitar posibles fallas estructurales que puedan ser fatales. En los distintos elementos que constituyen las plantas de tratamiento se presentan varias patologías, como las del deterioro del hormigón por agentes externos ya sean químicos o físicos, patologías derivadas por la fabricación y ejecución, patologías relacionadas con la influencia del medio ambiente, patologías originada por defectos y deterioro del acero, las cuales ocasionan un deterioro acelerado del hormigón en las plantas potabilizadoras que se manifiestan como la segregación del hormigón, corrosión del hormigón, las eflorescencias, estalactitas, manchas de óxido, desconchado, figuración y agrietamiento del hormigón, manchas de humedad, moho, carbonatación del hormigón, corrosión salina, corrosión por lixiviación, a modo de conocimiento general.

2.1.2.5 Daños posibles en las estructuras hidráulicas

Los daños o patologías en el concreto armado pueden ser:

a) Daños por agentes exteriores.

- Ataque físico: erosión y heladas.
- Ataque químico: ácidos, sulfatos, reacción de los álcalis, etc.
- Corrosión de las armaduras: carbonatación y ataque de los cloruros.

b) Daños intrínsecos del propio concreto.

- No estructurales: asientos plásticos, retracciones, contracciones, etc.
- Estructurales: compresión, tracción, flexión, cortante, rasante, torsión, punzonamiento.

c) Daños causados por acciones extraordinarias

- Fuego
- Sismo.
- Impactos.
- Suelos expansivos.
- Asientos del terreno.
- Empujes del terreno.
- Otras situaciones.

d). Descripción de daños de las patologías.

➤ Erosión

La erosión se presenta en la superficie del concreto. Existen diversas causas que producen la erosión de la capa superior del concreto, entre ellos tenemos:

j) Por abrasión mecánica, que produce desgaste superficial de pisos, losas y pavimentos, debido al uso intenso, paso de vehículos y trabajo pesado.

k) Por abrasión hidráulica, se produce por el arrastre de materiales sólidos a través del flujo del agua. Es muy importante también considerar la velocidad del agua, que puede causar graves erosiones, cuando esta discurre a alta velocidad. En el caso de canales vía, el concreto debe soportar el paso de vehículos combinado con el transcurrir de agua, lo cual crea altos índices de erosión.

l) Por ataque químico, al entrar en contacto con agentes químicos agresivos, como el aluminato de calcio, puede llegar a deteriorarse totalmente.

m) Por impacto y frotamiento, esto se produce generalmente en puentes vehiculares y atracaderos de embarcaciones.



Figura 8. Erosión del concreto.

d) Agrietamiento

La mayoría de las grietas del concreto ocurren usualmente debido a un diseño y a prácticas de construcción inadecuada tales como

n) Omisión de juntas de contracción y aislamiento y prácticas inadecuadas de realización de juntas.

o) Inadecuada preparación de la superficie de colocación

p) La utilización de concreto de elevado asentamiento o excesiva adición de agua en el lugar.

q) Acabado o terminación inadecuada.

r) Curado inadecuado o nulo.

- **Agrietamientos estructurales**, se producen mayormente por fallas diseño y fallas en el proceso constructivo.

- **Agrietamientos no estructurales**, los esfuerzos que producen estos agrietamientos, son producidos por agentes actuantes ajenos al concreto. Estos agentes pueden ser:

sobrecargas, asentamientos, hundimientos de terreno, sismos, etc.

Los agrietamientos por daños por fuego, dependen de la intensidad del grado de calor producido.

Existen agrietamientos no estructurales por el concreto en estado plástico, estos se

- s) Producen por asentamiento y sangrado del concreto recién colocado, debido a que
- t) La mezcla es muy fluida (exceso de agua), y por contracción, cuando el vaciado se
- u) realiza a altas temperaturas evaporándose rápidamente el agua de la mezcla.



Figura 9. Agrietamientos estructurales.

e) Figuración.

Se originan durante el proceso de fraguado (secado) del concreto. Están relacionadas con defectos en la fabricación o puesta en obra de la mezcla del concreto, el medio ambiente y transcurrir del tiempo influyen en la evolución y comportamiento de estas lesiones. Son fisuras prácticamente naturales en las edificaciones.

Pueden ser reparadas con tratamientos superficiales, como sellados e inyecciones de resinas (siempre y cuando no sea muy tarde).

v) **Grado de importancia:** No son grietas estructurales. Deben tenerse en cuenta porque pueden facilitar la corrosión de las armaduras, o perdurar en el tiempo, pero en sí no representan un riesgo estructural.

Tabla 11. Grado de importancia

Causas	Características	Posibles soluciones
Secado superficial del concreto. Acción del aire seco y/o del sol sobre el concreto mientras se seca.	Son fisuras pequeñas, de 2 a 4 centímetros de longitud. Algunas pueden llegar hasta 10 centímetros. Generalmente aparecen en grupos.	Se evitan haciendo un buen curado del concreto, humedeciéndolo adecuadamente en el proceso de secado.

Fuente: elaboración propia



Figura 10. Fisura en concreto.

f) **Delaminación**

Es una superficie de laminada, un 1/8 de pulgada (3.2mm) del espesor en la parte superior se torna más densa y se separa de la losa base mediante una capa fina de aire o agua. La de laminación ocurre cuando la superficie del concreto fresco es sellada

mediante un alisado con llana mientras que el hormigón subyacente está en estado plástico y exudando a un puede eliminar burbujas de aire.

Las de laminaciones se forman en última fase durante el proceso de acabado, después de nivelación y después del primer alisado.



Figura 11. Delaminacion del concreto.

g) Hundimiento

Se produce posiblemente por la deformación del suelo de fundación, con presencia de suelos expansivos, arenas sueltas, mala compactación, sismos, etc.



Figura 12. Hundimiento de la losa de concreto.

h) Vegetación

La vegetación también produce patologías en el concreto, muchas veces por que el canal está cimentado sobre suelos fértiles, dando origen al crecimiento de plantas, que procederán a la deformación de las estructuras del canal, por daños mecánicos por penetración de las raíces a través de las juntas, fisuras y puntos débiles del canal.



Figura 13. Daño por vegetación.

i) Sello de junta

Cuando se produce la pérdida parcial o total del material que conforma el sello de junta, ésta deja pasar el fluido infiltrándose por debajo del concreto, causando daños a este. Para sellar las juntas de contracción y dilatación, se hace uso de materiales elastoméricos, los cuales son muy buenos como selladores, pero hay que tener mucho cuidado y revisión constante, pues son muy fáciles de erradicar. También se puede hacer el uso de otros selladores como: la emulsión, que también brinda un buen sellado

y es más difícil de erradicar.



Figura 14: Sello de junta.

j) Descascaramiento

Es el desprendimiento de una superficie terminada de concreto, esto se debe muchas veces a la poca o nula incorporación de aire al concreto, a la excesiva presencia de sales de cloruro de sodio, o al curado insuficiente.



Figura 15. Descascaramiento de concreto.

k) Eflorescencia

Son las manchas producto de un residuo de sales con textura polvosa, de color blanco tiza y se forman en la superficie de cualquier estructura que contenga cemento. La eflorescencia ocurre

cuando la humedad disuelve las sales de calcio en el concreto, y migra a la superficie por capilaridad.



Figura 16. Eflorescencia en el concreto.

1) Sedimentos

Se refiere al depósito de materiales sueltos transportados por el agua o el viento, dentro de la caja del canal, lo cual perjudica a la estructura. Cuando la velocidad del agua es baja, y una inadecuada pendiente provoca la sedimentación del canal.



Figura 17. Sedimento y escombros en canal.

m) Daño por impacto (DI).

Descripción del daño

Roturas causadas por el impacto de materiales provenientes de la parte alta del talud o por el choque de vehículos.



Figura 18: Daño por impacto.

n) Cuadro resumen de patologías y su nivel de severidad

Tabla 12. Especificaciones para niveles de severidad

Origen	Patología	Especificaciones para niveles de severidad		
		Leve	Moderado	Severo
Físicas	Erosión Vidal	La pérdida de material hasta el 5%	La pérdida de material (entre 6% hasta 20%)	La pérdida de material es (mayor del 20%) del elemento.
	Grieta Vidal	Grietas cerradas finas y no activas de ancho promedio entre 1mm y 2mm.	Grietas ligeramente cerradas y abiertas con separación entre 2.1mm y 4mm.	Grietas o conjunto de grietas bien abiertas y definidas de ancho promedio mayor de 4mm.
Mecanice	Fisuras Vidal	Fisuras cerradas discontinuas de poca longitud, con un ancho de abertura 0.1 mm a 0.3mm.	Fisuras ligeramente abiertas que no indica falla de la estructura, con ancho de abertura 3.1 mm a 0.6mm.	Fisuras cerradas o abiertas que muestran un patrón bien definido indicativo inicio de falla de la estructura, con ancho de abertura 6.1 mm a 1.0 mm.
Biológico	Vegetación Machado	presencia de vegetación Menor o igual al 5%.	presencia de vegetación (entre 6% hasta 20%)	presencia de vegetación (entre 6% hasta 20%) .

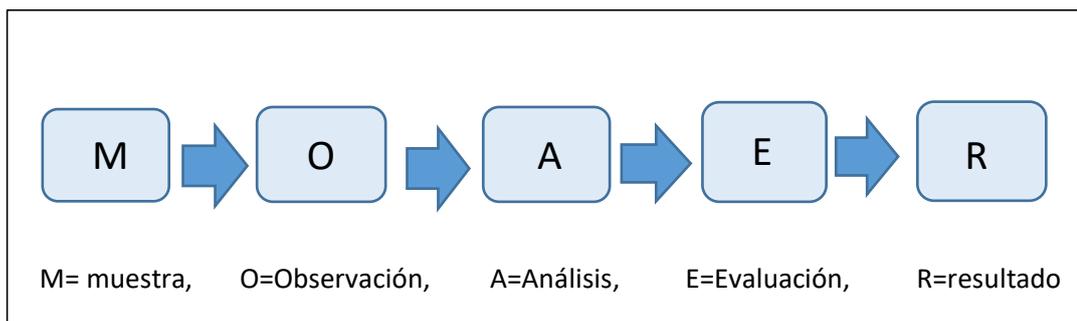
Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGIA

3.1. Diseño de la Investigación

Para el diseño de la investigación se desarrolló la evaluación de tipo descriptivo, se ubicó dentro del enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), el diseño no experimental, porque estudia y analiza sin recurrir a laboratorio y de corte transversal porque se efectúa el análisis en el periodo de octubre del 2018, y de acuerdo al tipo de investigación por niveles se ubica en el nivel descriptivo. La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto se enmarco en la recopilación de información y ordenamiento de datos existentes y toda la información necesaria que ayudo a cumplir cada uno de los objetivos de la investigación, se desarrolló una inspección visual y la toma de datos en forma fiable utilizando la ficha técnica de recolección para la determinación de las muestras se tomaron los paños que estén separados por cada junta de construcción las cuales presentan mayor incidencia de daños; y posteriormente a ello la ficha de evaluación en el cual se registran aspectos como tipos de patologías de acuerdo a los niveles de severidad y áreas afectadas, que nos conllevan a un óptimo procesamiento y posteriormente un análisis adecuado del estudio patológico y se establecieron resultados respectivos.

El diseño y método de investigación, se realizará de la siguiente manera:



Poblacion. - se realizará la visita al canal Cayac – Hushica, ubicado en el centro poblado de Chavín con el fin de tomar los datos en situ en la ficha técnica elaborada por mi persona con ayuda de herramientas y equipos, para ello se revisará con anticipación estudios de patologías del concreto para su reconocimiento y tomar adecuadamente las muestras.

Observación. - En el lugar de estudio se procederá a observar todas las patologías que presenta el canal sin alterarla. Análisis. – se procederá a reconocer los tipos de patología existente en el canal de Cayac – Hushica, en base a la teoría revisada anteriormente en los diferente libros y tesis para poder clasificarlo y llegar en la ficha técnica.

Evaluación. – En esta etapa se procederá al vaciado de la ficha técnica a la ficha de evaluación para poder tener cuadro estadístico y resultados del nivel de severidad con ayuda de software como el Excel y AutoCAD.

Resultado. - nos permitirá saber la condición de servicio en la cual se encuentra el canal de Cayac – Hushica, teniendo como base el nivel de severidad. Además, podremos saber cuales fueron las razones de la presencia de las patologías existentes.

3.2. Población y muestra

a) Población.

Para el proyecto de investigación, la población está determinado por la estructura del canal de riego de Cayac - Huishca, ubicado en el centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento Ancash. Con una longitud de 2,010 metros.

b) Muestra.

La muestra que se tomara la evaluación para la investigación está determinada por un kilómetro, eligiéndose desde la progresiva 0+000 al 1+000; esta muestra fue elegida en base al haber recorrido y observado las diferentes tipas de patologías en esa progresiva del canal de riego de Cayac - Huishca, ubicado en el centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento Ancash.

c) Unidad Muestral.

El muestreo se realizó de junta a junta (construcción) cada 9 metros de un total de 12 unidades muestrales, estas fueron elegidas de manera tal donde había la mayor cantidad de daños, seleccionadas en función de las juntas de dilatación que están separadas de 3m cada una; para lo cual el canal de riego se clasifico en 03 elementos: margen izquierdo, fondo de canal y margen derecho; estos elementos fueron evaluados para cada tipo de patología de la siguiente manera.

Tabla 13. Distribución de las Unidades Muestrales.

UNIDAD MUESTRAL	UBICACIÓN			LONGITUD (m)
	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	N° DE PAÑOS	
UM – 01	0 + 005	0 + 014	3	9
UM – 02	0 + 035	0 + 044	3	9
UM – 03	0 + 082	0 + 091	3	9
UM – 04	0 + 148	0 + 157	3	9
UM – 05	0 + 182	0 + 191	3	9
UM – 06	0 + 203	0 + 212	3	9
UM – 07	0 + 284	0 + 293	3	9
UM – 08	0 + 363	0 + 372	3	9
UM – 09	0 + 458	0 + 467	3	9
UM – 10	0 + 698	0 + 707	3	9
UM – 11	0 + 809	0 + 818	3	9
UM – 12	0 + 912	0 + 921	3	9

Fuente: Elaboración propia (2018)

3.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores

- **Variable:** “una variable es una propiedad, característica o atributo que puede darse en ciertos sujetos o pueden darse en grados o modalidades diferentes ... son conceptos clasificatorios que permiten ubicar a los individuos en categorías o clases y son susceptibles de identificación y medición”
- **Definición conceptual:** es la que se obtiene de los textos, obras o diccionarios, debe enunciar género y características, la diferenciación debe ser una características o grupo de características que estén presentes.
- **Dimensiones:** No todas las variables se pueden descomponer en más de un elemento, este es el caso de las variables simples, las cuales fueron tratadas anteriormente. No obstante, en las variables complejas resulta diferente, ya que por su naturaleza no puede ser estudiadas como un todo, sino que deben ser descompuestas en partes constitutivas o dimensionadas.
- **La definición operacional:** Es la que construye o se acomoda de otras, a partir de las características observables del fenómeno; indicando los elementos concretos, empíricos o indicadores del hecho que se investigará.
- **Indicadores:** Es algo que identifica o que sirve para reconocer. Este verbo, por su parte, refiere a significar o mostrar algo con señales o indicios.

Tabla 14. Cuadro de operación de variables

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENCIONES	DEFINICION OPERACIÓN	INDICADORES
PATOLOGIAS DE CONCRETO	La patología del concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños “que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios. En resumen, se entiende por patología a aquella parte de la durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras del concreto. (Rivva E. 2006) (16)	Los tipos de patologías que se presentan en las estructuras del canal son lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Lesiones físicas: Humedad, erosión y vegetación. • Lesiones mecánicas: Deformación, grieta, fisura y desprendimiento. • Lesiones químicas: Eflorescencia, oxidación, corrosión y organismo 	Utilizando la técnica de observación visual para la recolección de información se empleó una ficha técnica	Tipo y clase de lesiones patológicas. Forma de lesión patológica Clases de lesiones Área afectada Nivel de severidad. Baja (Leve) (1) Medio (Moderado) (2) Alto (Severo) (3)

Fuente: Elaboración propia (2018)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica de recolección de datos

Para la presente investigación se utilizó la técnica de observación in situ como paso fundamental de esta inspección observacional; de tal forma que se obtenga la información necesaria para identificar, clasificar; lo que finalmente va servir para su posterior análisis y evaluación de cada una de las patologías que afectan a las estructuras del canal de riego de Cayac - Huishca, ubicado en el centro poblado de Cayac, del distrito de Ticapampa.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos

Para la recolección de información se empleó la ficha de inspección de recolección de datos, en el cual se registró las patologías siguiendo el siguiente plan:

- Se llevó los siguientes instrumentos para registrar las patologías: GPS; wincha y cámara fotográfica para registrar las lesiones.
- Regla para establecer las dimensiones de fisuras y grietas.
- Se recogió la información de las patologías en el concreto del canal de riego existentes, para lo cual se realizaron las observaciones in situ en las progresivas seleccionadas en la unidad muestral; estas anotaciones, mediciones y descripción de las características de las patologías halladas fueron anotadas en la guía de observación, de acuerdo a la clasificación inmediata.
- Las observaciones de las patologías en el concreto del canal de riego fueron medidas en cuanto a largo y ancho; para lo cual se tomaron fotografías correspondientes.
- La elaboración de cuadro de resultados, se elaboró con la ayuda de los programas de Microsoft Excel, Microsoft Word y AutoCAD,

3.5. Plan de análisis

El plan de análisis adoptado, estuvo referido a lo siguiente:

- El análisis se realizó, teniendo en cuenta la ubicación de la zona de estudio, de acuerdo a las progresivas en las que se encontraron las unidades muestrales.

- Evaluando de manera general, el canal de riego se clasifico en 3 elementos, tales como: margen izquierdo (MI), fondo de canal (FC) y margen derecho (MD), identificado los diferentes tipos de patologías encontradas se realizaron los cuadros de evaluación.
- Los cuadros, gráficos y planos fueron elaborados a través de los programas de Microsott Excel, Micrososft Word y AutoCAD, lo cual según el caso fueron acompañados de una descripción e interpretación, fundamental en el marco teórico.
- La información se presentó en cuadros, gráficos y resúmenes donde se formularon apreciaciones objetivas y sustentadas en los porcentajes de afectación de los elementos del canal de riego, según la clasificación de las patologías.
- La información recopilada de cada unidad muestral fue procesada en la ficha de evaluación para los 3 elementos según la clasificación que se hizo del canal de riego; es decir para cada elemento del canal se determinó el nivel de severidad de los tipos de patologías presentes, para luego determinar el nivel de severidad de la unidad muestral en su conjunto, para ello fue necesario analizar cada tipo de patología y ver en qué medida afecta la condición de servicio del canal de riego y considerar el nivel de severidad de acuerdo al criterio de clasificación máximo; de la siguiente manera (severo >moderado>leve).
- Determinación general del estado en el que se encuentra el canal de riego después de los resultados obtenidos en los cuadros estadísticos.

3.6. Matriz de consistencia.

Tabla 15. Matriz de consistencia.

TITULO : DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO CAYAC - HUIHCA, PROGRESIVA 0+000 AL 1+000 DEL CENTRO POBLADO DE CAYAC, DEL DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUAY, DEPARTAMENTO ANCASH – 2018.				
Problemática	Objetivos	Marco teórico y conceptual	Metodología	Referencias bibliográficas
<p>Caracterización de problema: El objeto de estudio se encuentra ubicado en la localidad de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, la condición climática de la zona está dada por una temperatura que oscila entre 25°C – 8°C, con una temperatura promedio de 16 °C; La estructura del canal Cayac – Huishca, tiene una antigüedad de 10 años atrás, tiene una longitud de 2010 metros, está diseñado para conducir un caudal 50l/s; la sección del canal es rectangular de 0.30m x 0.40m, con espesor de muro de 0.12m, se encuentra revestida con concreto simple de fc=175kg/cm², u además con obras de arte tales como 01 captación, tomas laterales parcelarias, pasarelas tipo peatonal, juntas asfálticas de dilatación y contracción están ubicadas a cada 3 metros lineales del canal de conducción. Cabe indicar que en el objeto de estudio se presenta vegetación y crecimiento de árboles y bosques de (aliso y eucalipto), existen tramos donde se aprecia viviendas tanto al margen derecho e izquierdo.</p> <p>Enunciado del problema ¿En qué medida la Determinación y Evaluación de las patologías existentes en el canal de riego de Cayac – Huishca, del centro poblado de Cayac, progresiva 0+000 al 1+000 distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, nos permitirá realizar un diagnóstico actual de las patologías del concreto? nos permitirá medir condiciones de servicio de la infraestructura de riego?</p>	<p>Objetivo general: Determinar y Evaluar los tipos de Patologías del Concreto que presenta el canal de riego Cayac - Huishca, progresiva 0+000 al 1+000 del centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash – 2018. se va obtener la condición de servicio de la infraestructura de riego.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los tipos de patología en el concreto que presenta el canal de riego Cayac - Huishca, del centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, Departamento de Ancash – 2018. • Evaluar los tipos de patologías del concreto existentes en el canal de riego Cayac - Huishca, del centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, Departamento de Ancash – 2018. • Obtener mediante los resultados la condición de servicio en la que se encuentra la estructura del canal de riego Cayac - Huishca, progresiva 0+000 al 1+000 del centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, Departamento de Ancash – 2018. 	<p>Antecedentes: Se realizaron consultas en bibliotecas virtuales y buscadores en internet, encontrando diferentes tesis y estudios referidos a Patologías del concreto.</p> <p>Bases teóricas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Canales, son conductos abiertos o cerrados donde el agua circula debido a la acción de la gravedad. • Canales naturales • Canales artificiales <p>Secciones transversales de los canales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos a analizar en el canal. • Tipos de canales • Clasificación de canales • Tipos de flujo en Canales. • Concreto • Patologías • Patologías del concreto 	<p>• Tipo y nivel de la investigación: Será de tipo descriptivo, se ubica dentro del enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), el diseño fue no experimenta porque estudia y analiza sin recurrir a laboratorio y de corte trasversal, de acuerdo al tipo de investigación por niveles se ubica en el nivel descriptivo.</p> <p style="text-align: center;">M ► O ► A ► E ► R</p> <p>Donde: M= muestra, O= observación A= análisis, E= evaluación R= resultados</p> <p>• población y muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> - Universo: el canal Cayac-Huishca. - Muestra: todos los paños que conforman el canal Cayac-Huishca, entre las progresivas 0+000 al 1+000 • Definición y operacionalización de variables • Técnicas e instrumentos • Plan de análisis • Matriz de consistencia Principios éticos. 	<p>1. Fernández de Castro Suarez E. Propuestas Metodológicas para la caracterización de testigos de presa con problemas expansivos. Barcelona España: Universitat Politècnica de Catalunya.</p> <p>2). Suárez EEFC. Patologías de Estructuras. Barcelona: Universidad Politècnica de Catalunya</p> <p>3). Daily CP. Propuesta de Procedimiento para la Evaluación y Diagnóstico de obras Hidráulicas. Trabajo de Diplomado. Santa Clara Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Ingeniería Hidráulica.</p>

3.7. Principios éticos

El presente proyecto de investigación se efectuó, respetando los principios éticos fundamentales como son: el respeto por la propiedad intelectual, la beneficencia, la no maleficencia, y la justicia.

Estos principios son base y guía para la formación de personas de buenos valores provecho para la sociedad.

En virtud a estos valores éticos es que se realizó este proyecto de investigación con responsabilidad, en cumplimiento con todos los parámetros establecidos para las buenas prácticas profesionales.

La veracidad del proyecto se verá reflejada en el panel fotográfico anexo a la investigación.

(1) Recopilación de información previa:

- **Responsabilidad y espíritu investigativo:** buscar responsablemente información o datos existentes que nos ayuden a cumplir con los objetivos trazados del proyecto.
- **Respeto:** solicitar la autorización correspondiente a la institución.

(2) Inspección de campo y toma de datos

- **Objetividad y veracidad:** registrar objetivamente en la ficha de inspección de campo cada uno de las lesiones patológicas identificadas; como también el levantamiento gráfico y recuento fotográfico de las lesiones.

(3) Análisis y evaluación del proceso patológico:

- **Competencia y conocimiento:** capacidad para el desarrollo del análisis y evaluar la información recopilada durante la inspección de campo.

- **Objetividad y eficiencia:** describir objetivamente e interpretar eficazmente los resultados del estudio patológico realizado: para establecer un acertado diagnóstico del estado actual de las estructuras evaluadas.

Los principios éticos descritos en el presente código, deben regir las normativas de elaboración de los proyectos de investigación en la universidad, realizados para los distintos niveles de estudios y modalidad; así como para los proyectos del Instituto de Investigación.

El presente Código de Ética tiene como propósito la promoción del conocimiento y bien común expresada en principios y valores éticos que guían la investigación en la universidad. Ese quehacer tiene que llevarse a cabo respetando la correspondiente normativa legal y los principios éticos definidos en el presente Código, y su mejora continua, en base a las experiencias que genere su aplicación o a la aparición de nuevas circunstancias.

La aceptabilidad ética de un proyecto de investigación se guía por cinco principios éticos en cuanto se involucre a seres humanos o animales. Estos principios éticos tienen como base legal a nivel Internacional: el Código de Nuremberg, la Declaración de Helsinki y la Declaración Universal sobre bioética y derechos Humanos de la UNESCO. En el ámbito nacional, se reconoce la legislación peruana

- ✓ **Protección a las personas.** - La persona en toda investigación es el fin y no el medio, por ello necesitan cierto grado de protección, el cual se

determinará de acuerdo al riesgo en que incurran y la probabilidad de que obtengan un beneficio.

En el ámbito de la investigación es en las cuales se trabaja con personas, se debe respetar la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad. Este principio no solamente implicará que las personas que son sujetos de investigación participen voluntariamente en la investigación y dispongan de información adecuada, sino también involucrará el pleno respeto de sus derechos fundamentales, en particular si se encuentran en situación de especial vulnerabilidad.

- ✓ **Beneficencia y no maleficencia.** - Se debe asegurar el bienestar de las personas que participan en las investigaciones. En ese sentido, la conducta del investigador debe responder a las siguientes reglas generales: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.
- ✓ **Justicia.** - El investigador debe ejercer un juicio razonable, ponderable y tomar las precauciones necesarias para asegurarse de que sus sesgos, y las limitaciones de sus capacidades y conocimiento, no den lugar o toleren prácticas injustas. Se reconoce que la equidad y la justicia otorgan a todas las personas que participan en la investigación derecho a acceder a sus resultados. El investigador está también obligado a tratar equitativamente a quienes participan en los procesos, procedimientos y servicios asociados a la investigación
- ✓ **Integridad científica.** - La integridad o rectitud deben regir no sólo la actividad científica de un investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su ejercicio profesional. La integridad de

investigador resulta especialmente relevante cuando, en función de las normas deontológicas de su profesión, se evalúan y declaran daños, riesgos y beneficios potenciales que puedan afectar a quienes participan en una investigación. Asimismo, deberá mantenerse la integridad científica al declarar los conflictos de interés que pudieran afectar el curso de un estudio o la comunicación de sus resultados.

- ✓ **Consentimiento informado y expreso.** - En toda investigación se debe contar con la manifestación de voluntad, informada, libre, inequívoca y específica; mediante la cual las personas como sujetos investigadores o titular de los datos consienten el uso de la información para los fines específicos establecidos en el proyecto.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados

El objetivo principal del trabajo de investigación fue determinar y evaluar las patologías que presenta el canal de riego de Cayac – Huishca, entre las progresivas (0+000Km al 1+000) del centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, Departamento de Ancash, por lo cual presentamos a continuación los resultados de los datos obtenidos de manera objetiva y lógica mostrados a través de tablas y gráficos descritos e interpretados.

Cabe indicar que en este capítulo se incluye los resultados por cada unidad muestral evaluada en función:

- Tipos de patología presentes en cada uno de los elementos del canal de riego y en su conjunto por cada unidad muestral.
- El nivel de severidad de las patologías en cada uno de los elementos del canal de riego y en conjunto.
- El porcentaje de área afectada en cada uno de los elementos del canal de riego, así como también el área total afectada por cada unidad muestral, para determinar la condición del servicio.

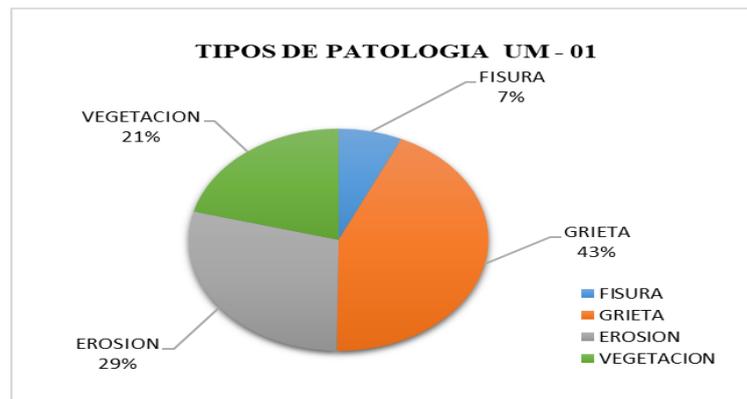
Fichas de evaluación de datos por cada Unidad Muestral

Tabla 16. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N° 01

FICHA TECNICA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO									
UNIDAD MUESTRAL N° 01									
DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO DE CAYAC - HUIHCHA, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 AL 1+000 EN EL CENTRO POBLADO DE CAYAC, DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECWAY, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2018.									
AUTOR: JOHN C. MAUTNO CRUZ	ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO			LADO: INTERIOR		ÁREA DE MUESTRA: 11.16m ²		LONGITUD: 9m	
	PROGRESIVA (Km)			MARGEN IZQUIERDO: 0.42m		FONDO DE CANAL: 0.40m		MARGEN DERECHO: 0.42m	
ASESOR: Ing. VICTOR H. CANTU PRADO	INICIO DE PROGRESIVA :		0 + 005		ANTIGÜEDAD DE LA ESTRUCTURA : 10 AÑOS				
	FIN DE PROGRESIVA :		0 + 014		ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD				
	FECHA :		16/11/2018						
NIVEL DE SEVERIDAD				PATOLOGIA		FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	VEGETACION (M2)
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS				LEVE		(0.1 - 0.3)	(1.0 - 2)	(Hasta e15%)	(Hasta e15%)
1. FISURA		3. EROSION		MODERADO		(3.1 - 0.6)	(2.1 - 4)	(6% - 20%)	(6% - 20%)
2. GRIETA		4. VEGETACION		SEVERO		(6.1 - 1.0)	(Mas de 4)	(Mas de 120%)	(Mas de 20%)
ELEMENTOS		ÁREA (m ²)	PATOLOGIA	ES PESOR (mm)	NIVEL DE SEVERIDAD	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	% ÁREA AFECTADA (m ²)	% ÁREA NO AFECTADA (m ²)
MARGEN IZQUIERDO		3.78	FISURA						
			GRIETA	0.3	MODERADO	1.26		0.33	
			EROSION						
			VEGETACION		MODERADO	0.33		0.09	
RESULTADOS			GRIETA		MODERADO	1.26			
FONDO DE CANAL		3.60	FISURA						
			GRIETA						
			EROSION	20.00	MODERADO	0.80		0.22	
			VEGETACION		LEVE	0.15		0.04	
RESULTADOS			EROSION		MODERADO	0.80			
MARGEN DERECHO		3.78	FISURA	0.02	LEVE	0.20		0.05	
			GRIETA						
			EROSION						
			VEGETACION		LEVE	0.12		0.03	
RESULTADOS			FISURA		LEVE	0.20			
RESULTADO FINAL						TOTAL ÁREA AFECTADA (m ²)	TOTAL ÁREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
						2.86	8.30	31.78%	68.22%
TIPO DE PATOLOGIA EN LA UNIDAD MUESTRAL						GRIETA			
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL						MODERADO			

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 16. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 01



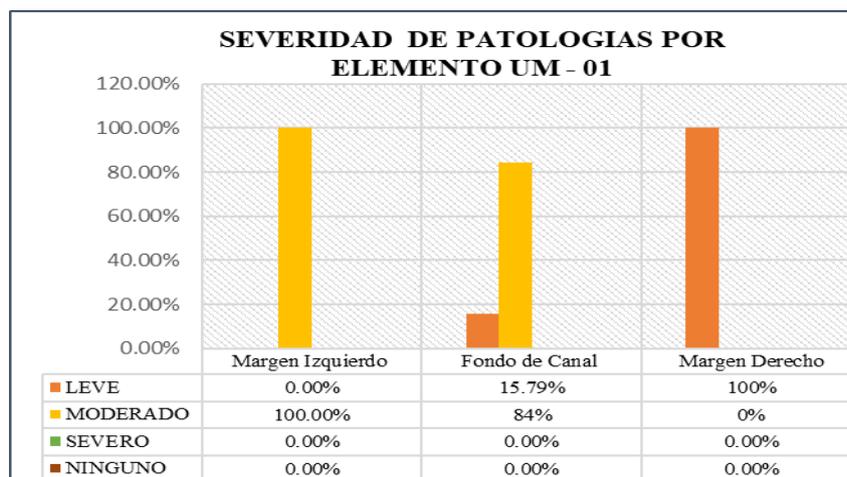
Fuente: Elaboración Propia

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 01 son: fisuras, grieta, erosión, vegetación.

De todos los tipos de patología, la de mayor presencia es la grieta con 43.00% moderada, seguido de la erosión con 29.00% moderado, y los de menor presencia vegetación con 21.00% severo, y fisura con 7.00% leve.

Grafico 17. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 01.



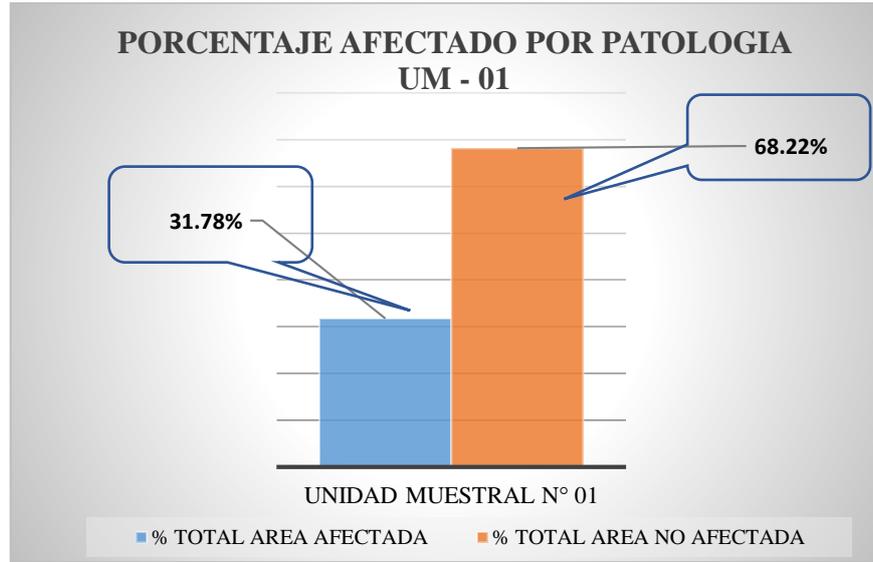
Fuente: Elaboración Propia

Descripción e interpretación

El nivel de severidad de todos los tipos de patología presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 01 es moderado.

En el grafico 10, se observa que en el margen Izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 100%, en el fondo del canal de riego (FC) la patología moderada es de 84.00%, la patología leve es de 15.79% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es de 100.00%.

Grafico 18. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 01.



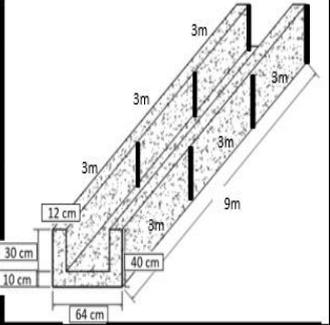
Fuente: Elaboración Propia

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 01 del canal de riego de Cayac –Huishca, del centro poblado de Cayac desde el tramo (0+000Km al 1+000Km) del distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, está conformada por cada tramo de 9 metros lineales, esto está dividida por 3 paños de 3m cada una, lo cual comprende un área total de 11.16m².

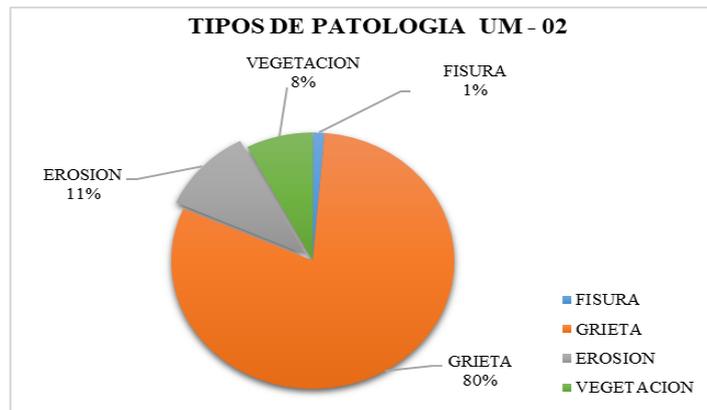
Del total del área de la nuestra evaluada el 31.78% (2.86m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 68.22% (3.12m²) no presenta patología alguna, por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el grafico 18 y tabla 16.

Tabla 17. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N° 02

FICHA TECNICA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO										
UNIDAD MUESTRAL N° 02										
	DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO DE CAYAC - HUIHCA, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 AL 1+000 EN EL CENTRO POBLADO DE CAYAC, DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUAY, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2018.									
	AUTOR: JOHN C. MAUTINO CRUZ	ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO	LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 11.16m ²	LONGITUD: 9m					
	PROGRESIVA (Km)	MARGEN IZQUIERDO: 0.42m	FONDO DE CANAL: 0.40m	MARGEN DERECHO: 0.42m						
SESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRAD	INICIO DE PROGRESIVA :	0 + 035	ANTIGÜEDAD DE LA ESTRUCTURA : 10 AÑOS							
	FIN DE PROGRESIVA :	0 + 044	ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
	FECHA :	16/11/2018								
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS			NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	VEGETACION (M2)		
1. FISURA	3. EROSION	LEVE		(0.1 - 0.3)	(1.0 - 2)	Hasta e15%	(Hasta e15%)			
2. GRIETA	4. VEGETACION	MODERADO		(3.1 - 0.6)	(2.1 - 4)	(6% - 20%)	(6% - 20%)			
		SEVERO		(6.1 - 1.0)	(Mas de 4)	(Mas de120%)	(Mas de 20%)			
		ELEMENTOS	AREA (m ²)	PATOLOGIA	ES PESOR (mm)	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)
		MARGEN IZQUIERDO	3.78	FISURA	0.04	LEVE	0.024	2.26	0.01	0.33
		GRIETA	15.00	SEVERO	1.26					
		EROSION								
		VEGETACION		MODERADO	0.24					
RESULTADOS				GRIETA		SEVERO	1.26			
FONDO DE CANAL	3.60		FISURA				3.28		0.09	0.91
			GRIETA							
			EROSION	10	MODERADO	0.32				
			VEGETACION							
RESULTADOS				EROSION		MODERADO	0.32			
MARGEN DERECHO	3.78		FISURA	0.01	LEVE	0.02	2.50	0.00	0.33	0.66
			GRIETA	1.1	LEVE	1.26				
			EROSION							
			VEGETACION							
RESULTADOS				GRIETA		LEVE	1.26			
RESULTADO FINAL							TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL AREA AFECTADA	% TOTAL AREA NO AFECTADA
							3.12	8.04	34.69%	65.31%
TIPO DE PATOLOGIA EN LA UNIDAD MUESTRAL							GRIETA			
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL							SEVERO			

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 19. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 02



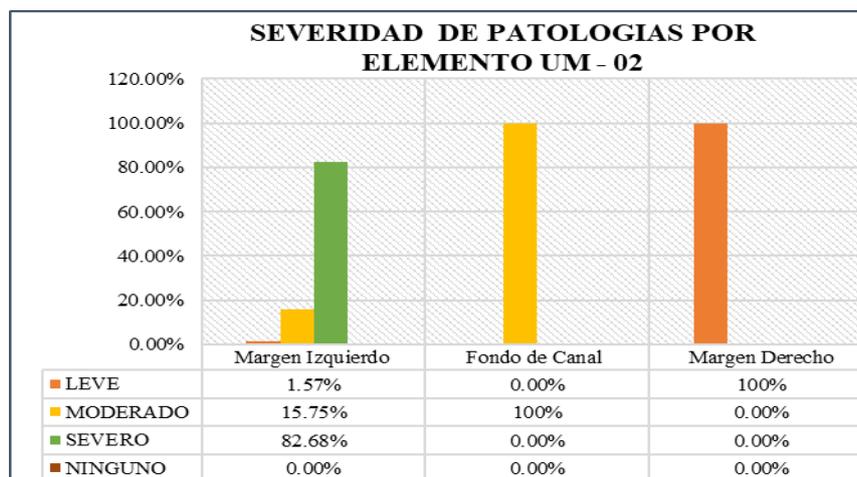
Fuente: Elaboración Propia

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 02 son: fisuras, grieta, erosión, vegetación.

De todos los tipos de patología, la de mayor presencia es la grieta con 80.00% severo, seguido de la erosión con 11.00% moderado, los de menor presencia son: fisura con 1.00% leve, vegetación con 8.00% moderado.

Grafico 20: Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 02.



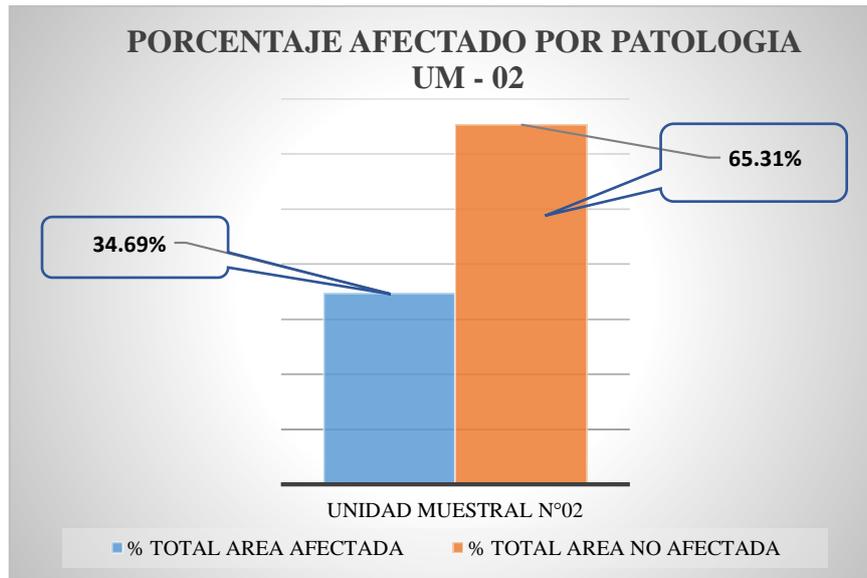
Fuente: Elaboración Propia

Descripción e interpretación

El nivel de severidad de todos los tipos de patología presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 02 es severo.

En el grafico 13, se observa que en el margen Izquierdo (MI) del canal de riego la patología severa es de 82.68%, la patología moderada es de 15.75%, la patología leve es de 1.57% en el fondo del canal de riego (FC) la patología moderada es de 100% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es de 100%.

Grafico 21. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 02.



Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 02 del canal de riego de Cayac –Huishca, del centro poblado de Cayac desde el tramo (0+000Km al 1+000Km) del distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, está conformada por cada tramo de 9 metros lineales, esto está dividida por 3 paños de 3m cada una, lo cual comprende un área total de 11.16m².

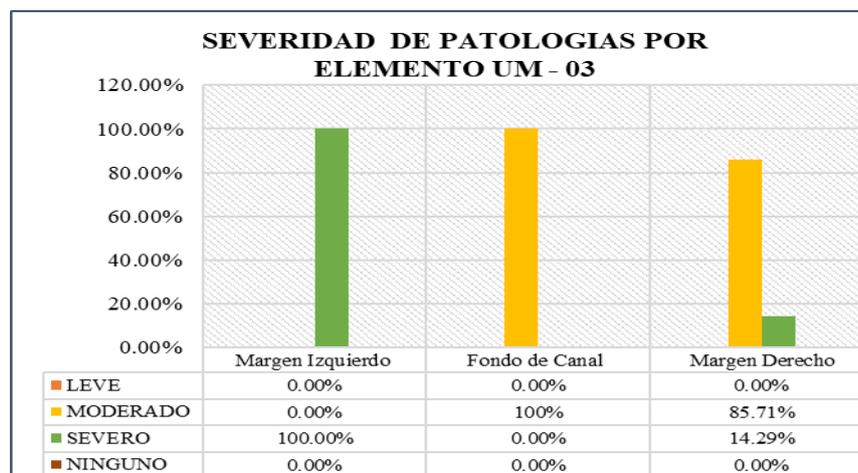
Del total del área de la muestra evaluada el 34.69% (3.12m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 65.31% (8.04m²) no presenta patología alguna, por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es severo, tal como se puede apreciar en el grafico 23 y tabla 17.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 03 son: fisuras, grieta, erosión, vegetación.

De todos los tipos de patología, la de mayor presencia es la fisura con 42.00% severo, seguido de la erosión con 31.00% moderado, los de menor presencia son: vegetación con 17.00%, y grieta con 0.00%.

Grafico 23. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 03.



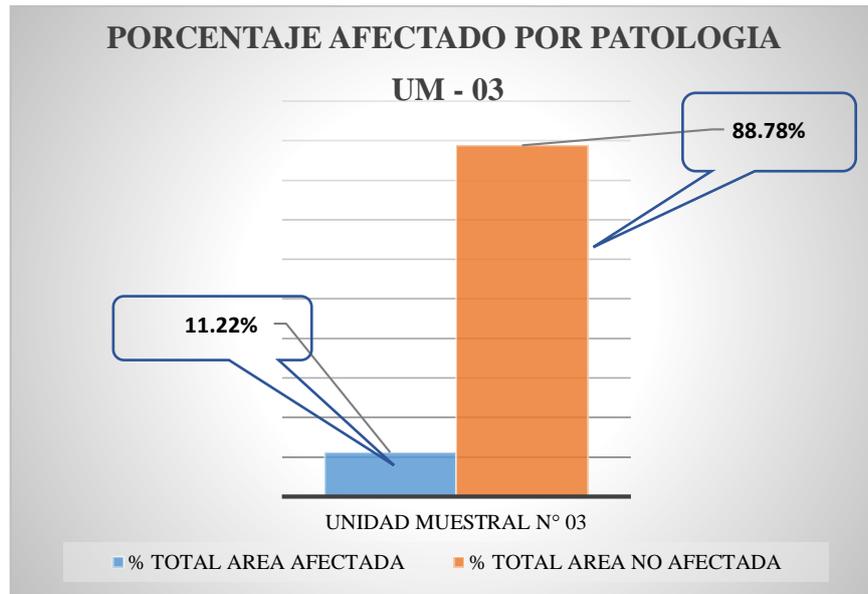
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e interpretación

El nivel de severidad de todos los tipos de patología presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 03 es moderado.

En el grafico 15, se observa que en el margen Izquierdo (MI) del canal de riego la patología severa es de 100%, en el fondo del canal de riego (FC) la patología moderada es de 100% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología moderada es de 85.71%. seguido de patología severa con 14.29%.

Grafico 24. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 03.



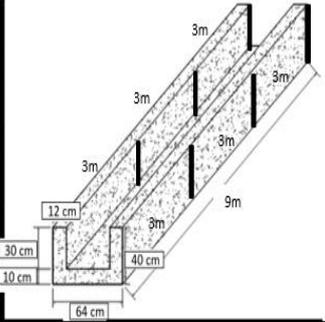
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 01 del canal de riego de Cayac –Huishca, del centro poblado de Cayac desde el tramo (0+000Km al 1+000Km) del distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, está conformada por cada tramo de 9 metros lineales, esto está dividida por 3 paños de 3m cada una, lo cual comprende un área total de 11.16m².

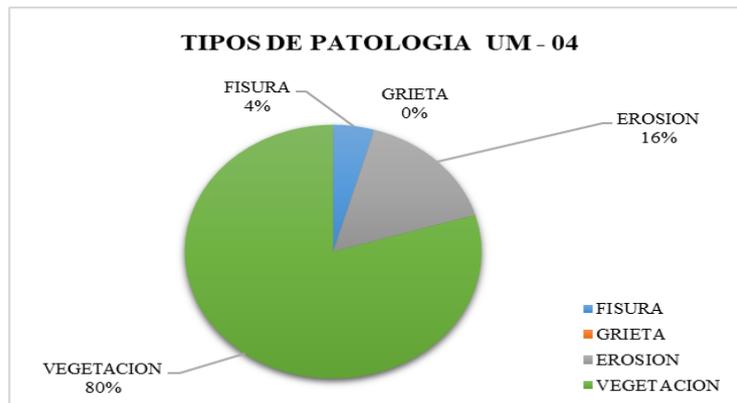
Del total del área de la muestra evaluada el 11.22% (1.01m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 88.78% (10.15m²) no presenta patología alguna, por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es severo, tal como se puede apreciar en el grafico 24 y tabla 18.

Tabla 19. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N° 04

FICHA TECNICA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO										
UNIDAD MUESTRAL N° 04										
	DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO DE CAYAC - HUIHCA, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 AL 1+000 EN EL CENTRO POBLADO DE CAYAC, DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUNAY, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH- 2018.									
	AUTOR: JOHN C. MAUTINO CRUZ	ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO	LADO: INTERIOR	ÁREA DE MUESTRA: 11.16m ²	LONGITUD: 9m					
	PROGRESIVA (Km)	MARGEN IZQUIERDO: 0.42m	FONDO DE CANAL: 0.40m	MARGEN DERECHO: 0.42m						
ASESOR: Ing. VICTOR H. CANTU PRADO	INICIO DE PROGRESIVA :	0 + 148	ANTIGÜEDAD DE LA ESTRUCTURA : 10 AÑOS							
	FIN DE PROGRESIVA :	0 + 157	ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
	FECHA :	16/11/2018	NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	VEGETACION (M2)		
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS			LEVE		(0.1 - 0.3)	(1.0 - 2)	(Hasta e15%)	(Hasta e15%)		
1. FISURA	3.EROSION		MODERADO		(3.1 - 0.6)	(2.1 - 4)	(6% - 20%)	(6% - 20%)		
2. GRIETA	4.VEGETACION		SEVERO		(6.1 - 1.0)	(Mas de 4)	(Mas de120%)	(Mas de 20%)		
 	ELEMENTOS	AREA (m ²)	PATOLOGIA	ES PES OR (mm)	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)	
	MARGEN IZQUIERDO	3.78		FISURA	0.08	SEVERO	0.025	3.45	0.01	0.91
				GRIETA						
				EROSION						
				VEGETACION		MODERADO	0.31			
	RESULTADOS		FISURA		SEVERO	0.03				
	FONDO DE CANAL	3.60		FISURA				3.52	0.02	0.98
				GRIETA						
				EROSION		LEVE	0.08			
				VEGETACION						
	RESULTADOS		EROSION		LEVE	0.08				
	MARGEN DERECHO	3.78		FISURA				3.64	0.04	0.96
				GRIETA						
				EROSION						
				VEGETACION		LEVE	0.14			
	RESULTADOS		VEGETACION		LEVE	0.14				
RESULTADO FINAL						TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL AREA AFECTADA	% TOTAL AREA NO AFECTADA	
						0.55	10.61	6.14%	93.86%	
TIPO DE PATOLOGIA EN LA UNIDAD MUESTRAL						FISURA				
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL						SEVERO				

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 25. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 04



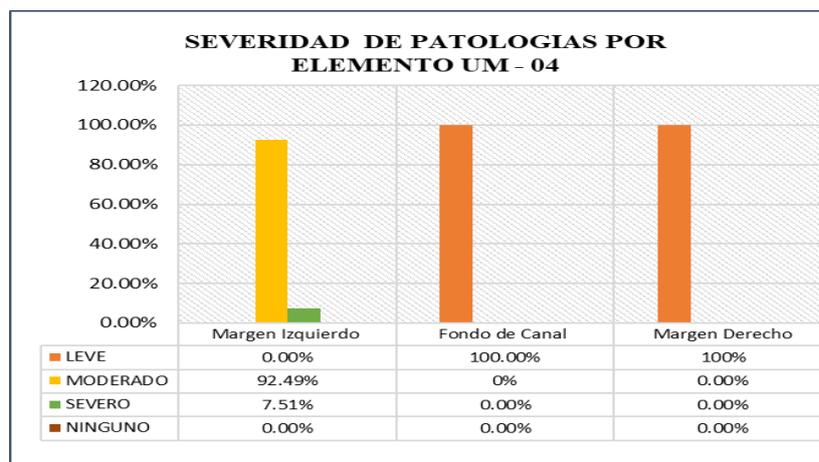
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 04 son: fisuras, grieta, erosión, vegetación.

De todos los tipos de patología, la de mayor presencia es la vegetación con 80.00% moderada, seguido de la erosión con 16.00% moderado, los de menor presencia son: fisura con 7.00% severo, y grieta con 0.00%.

Grafico 26. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 04.



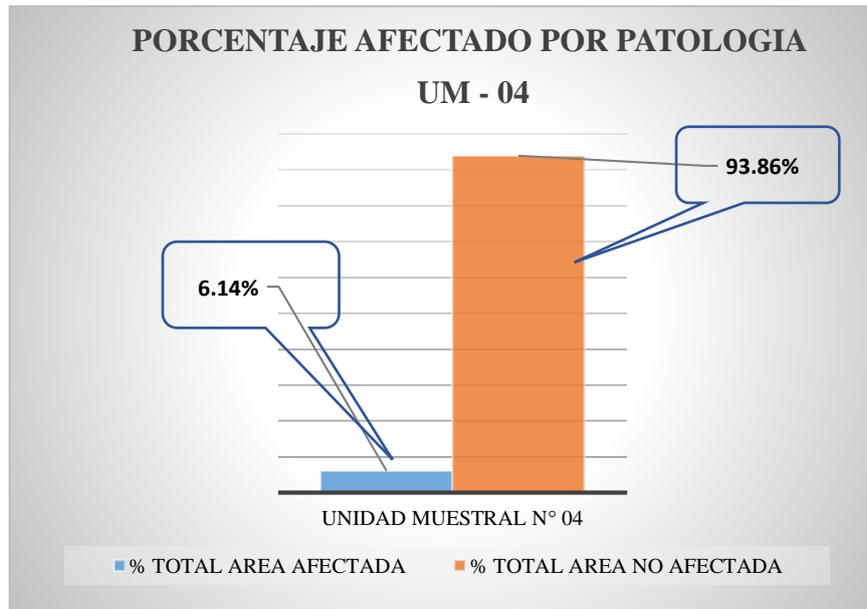
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e interpretación

El nivel de severidad de todos los tipos de patología presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 04 es severo.

En el grafico 18, se observa que en el margen Izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 92.49%, la patología severa es de 7.51% en el fondo del canal de riego (FC) la patología leve es de 100% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es del 100%.

Grafico 27. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 04.



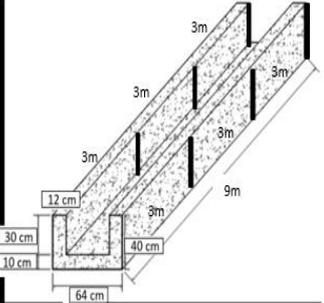
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 04 del canal de riego de Cayac –Huishca, del centro poblado de Cayac desde el tramo (0+000Km al 1+000Km) del distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, está conformada por cada tramo de 9 metros lineales, esto está dividida por 3 paños de 3m cada una, lo cual comprende un área total de 11.16m².

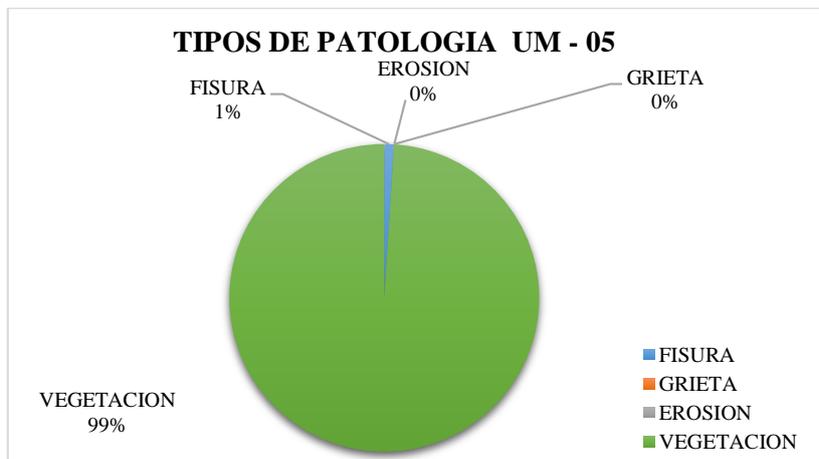
Del total del área de la nuestra evaluada el 6.14% (0.55m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 93.86% (10.61m²) no presenta patología alguna, por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es SEVERO, tal como se puede apreciar en el grafico 27 y tabla 19.

Tabla 20. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N° 05

FICHA TECNICA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO													
UNIDAD MUESTRAL N° 05													
 DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO DE CAYAC - HUISHCA, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 AL 1+000 EN EL CENTRO POBLADO DE CAYAC, DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUNAY, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH- 2018.													
AUTOR: JOHN C. MAUTNO CRUZ	ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO		LADO: INTERIOR		AREA DE MUESTRA: 11.16m ²		LONGITUD: 9m						
	PROGRESIVA (Km)		MARGEN IZQUIERDO: 0.42m		FONDO DE CANAL: 0.40m		MARGEN DERECHO: 0.42m						
ASESOR: Ing. VICTOR H. CANTU PRADO	INICIO DE PROGRESIVA :		0 + 182		ANTIGÜEDAD DE LA ESTRUCTURA : 10 AÑOS								
	FIN DE PROGRESIVA :		0 + 191		ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD								
	FECHA :		16/11/2018										
					PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	VEGETACION (M2)				
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS					LEVE	(0.1 - 0.3)	(1.0 - 2)	(Hasta e15%)	(Hasta e15%)				
1. FISURA					MODERADO	(3.1 - 0.6)	(2.1 - 4)	(6% - 20%)	(6% - 20%)				
2. GRIETA					SEVERO	(6.1 - 1.0)	(Mas de 4)	(Mas de 120%)	(Mas de 20%)				
3. EROSION					3. EROSION	3. EROSION	3. EROSION	3. EROSION	3. EROSION	3. EROSION			
4. VEGETACION					4. VEGETACION	4. VEGETACION	4. VEGETACION	4. VEGETACION	4. VEGETACION	4. VEGETACION			
					ELEMENTOS	AREA (m ²)	PATOLOGIA	ES PESOR (mm)	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)
					MARGEN IZQUIERDO	3.78	FISURA	0.01	LEVE	0.015	3.77	0.00	1.00
RESULTADOS					FISURA	LEVE	0.02						
					FONDO DE CANAL	3.60	FISURA			3.05		0.85	
					GRIETA								
RESULTADOS					VEGETACION	MODERADO	0.55						
					MARGEN DERECHO	3.78	FISURA			2.88		0.76	
					GRIETA								
RESULTADOS					VEGETACION	MODERADO	0.90		0.24				
RESULTADO FINAL					TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL AREA AFECTADA	% TOTAL AREA NO AFECTADA					
					1.47	9.70	16.28%	83.72%					
TIPO DE PATOLOGIA EN LA UNIDAD MUESTRAL					VEGETACION								
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL					MODERADO								

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico 28. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 05



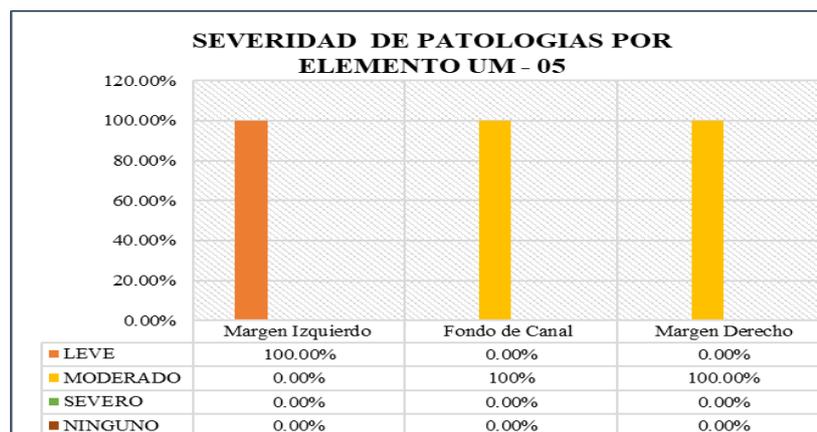
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 05 son: fisuras, grieta, erosión, vegetación.

De todos los tipos de patología, la de mayor presencia es la vegetación con 99.00% moderada, seguido de fisura con 1.00% severo, los de menor presencia son: grieta con 0.00% leve, y erosión con 0.00%.

Grafico 29. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 05.



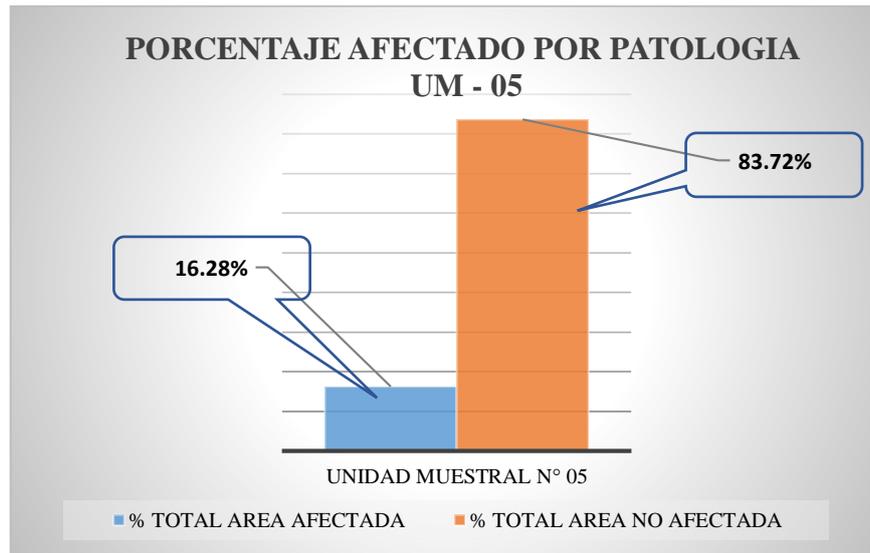
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e interpretación

El nivel de severidad de todos los tipos de patología presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 05 es moderado.

En el grafico 10, se observa que en el margen Izquierdo (MI) del canal de riego la patología leve es de 100%, en el fondo del canal de riego (FC) la patología moderada es de 100% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología moderado es de 100%.

Grafico 30. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 05.



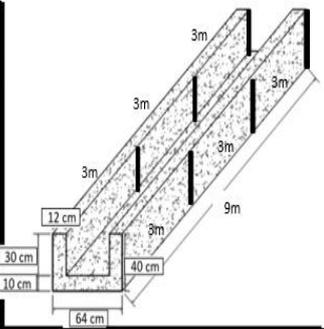
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 01 del canal de riego de Cayac –Huishca, del centro poblado de Cayac desde el tramo (0+000Km al 1+000Km) del distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, está conformada por cada tramo de 9 metros lineales, esto está dividida por 3 paños de 3m cada una, lo cual comprende un área total de 11.16m².

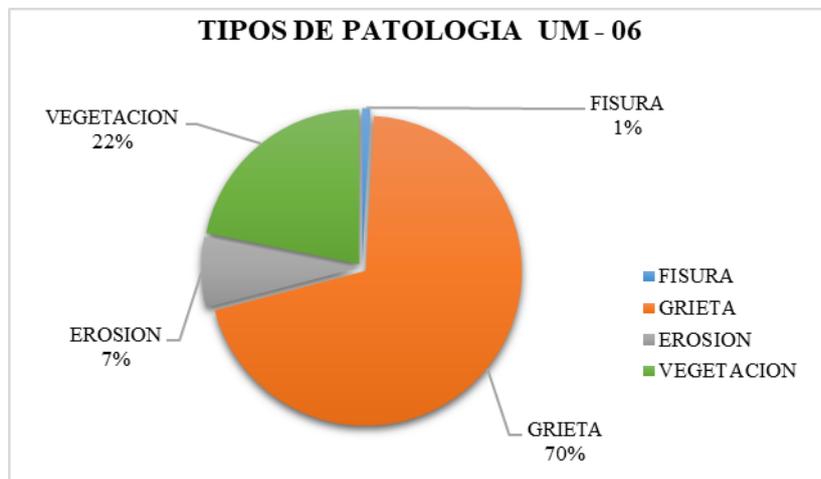
Del total del área de la muestra evaluada el 16.28% (1.48m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 83.72% (7.52m²) no presenta patología alguna, por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el grafico 30 y tabla 20.

Tabla 21. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N° 06

FICHA TECNICA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO										
UNIDAD MUESTRAL N° 06										
	DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO DE CAYAC - HUIHCA, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 AL 1+000 EN EL CENTRO POBLADO DE CAYAC, DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECAYAY, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH- 2018.									
	AUTOR: JOHN C. MAUTNO CRUZ	ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO	LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 11.16m ²	LONGITUD: 9m					
	PROGRESIVA (Km)	MARGEN ZQUERDO: 0.42m	FONDO DE CANAL: 0.40m	MARGEN DERECHO: 0.42m						
SESOR: hg. VICTOR HUGO CANTUPRADA	INICIO DE PROGRESIVA :	0 + 203	ANTIGÜEDAD DE LA ESTRUCTURA : 10 AÑOS							
	FN DE PROGRESIVA :	0 + 212	ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
	FECHA :	16/11/2018								
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS			NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	VEGETACION (M2)		
1. FISURA				3. EROSION		LEVE (0.1 - 0.3)	(1.0 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 15%)	
2. GRIETA				4. VEGETACION		MODERADO (3.1 - 0.6)	(2.1 - 4)	(6% - 20%)	(6% - 20%)	
						SEVERO (6.1 - 1.0)	(Mas de 4)	(Mas del 20%)	(Mas de 20%)	
 	ELEMENTOS	AREA (m ²)	PATOLOGIA	ES PES OR (mm)	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)	
	MARGEN ZQUERDO			FISURA	0.02	LEVE	0.05	3.37	0.00	0.89
				GRIETA						
		3.78		EROSION						
				VEGETACION		MODERADO	0.39			
	RESULTADOS		FISURA		LEVE	0.02				
	FONDO DE CANAL			FISURA				3.47	0.04	0.97
				GRIETA						
		3.60		EROSION	0.50	LEVE	0.13			
				VEGETACION						
RESULTADOS		EROSION		LEVE	0.13					
MARGEN DERECHO			FISURA				2.52	0.33	0.67	
			GRIETA	5.00	SEVERO	1.26				
	3.78		EROSION							
			VEGETACION							
RESULTADOS		GRIETA		SEVERO	1.26					
RESULTADO FINAL						TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL AREA AFECTADA	% TOTAL AREA NO AFECTADA	
						1.79	9.37	19.92%	80.08%	
TIPO DE PATOLOGIA EN LA UNIDAD MUESTRAL						GRIETA				
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL						SEVERO				

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico 31. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 06



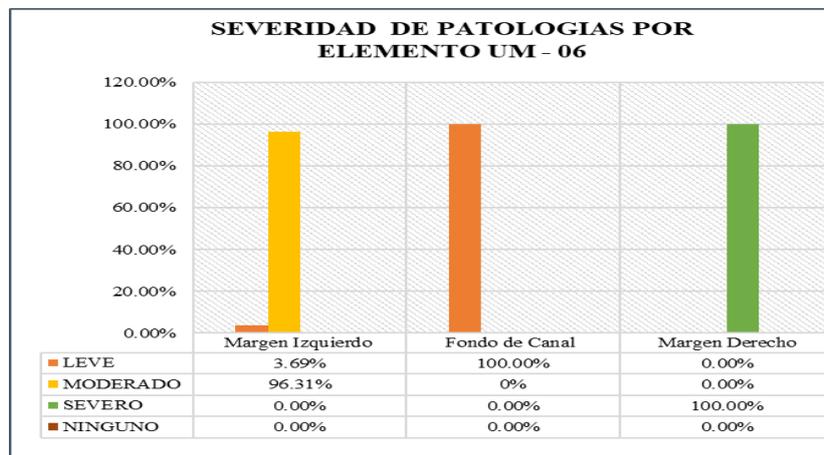
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 06 son: fisuras, grieta, erosión, vegetación.

De todos los tipos de patología, la de mayor presencia es la grieta con 70.00% severo, seguido de la vegetación con 22.00% moderado, los de menor presencia son: erosión con 7.00% moderado, fisura con 1.00% leve.

Grafico 32. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 06



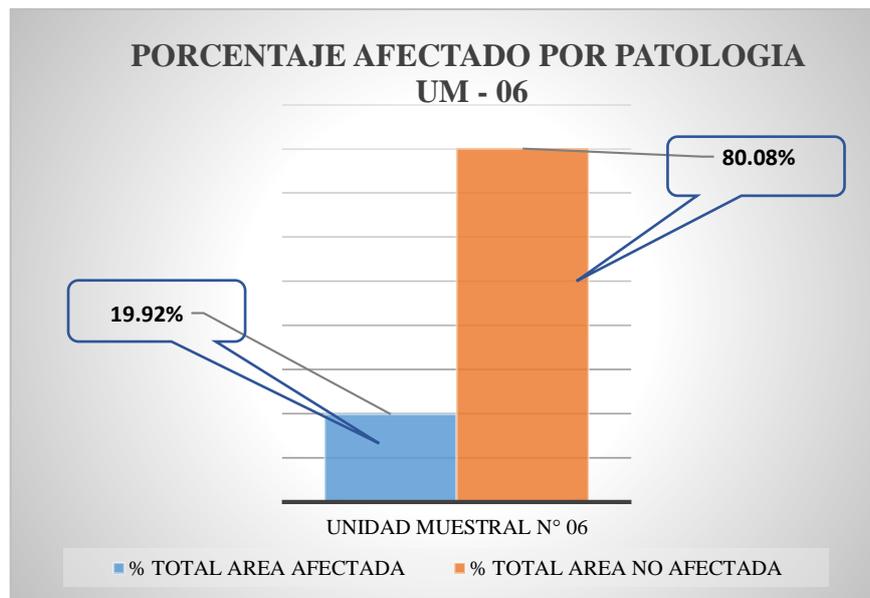
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e interpretación

El nivel de severidad de todos los tipos de patología presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 06 es severo.

En el grafico 24, se observa que en el margen Izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 96.31%, la patología leve es de 3.69% en el fondo del canal de riego (FC) la patología leve es de 100% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología severa es de 100%.

Grafico 33. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 06.



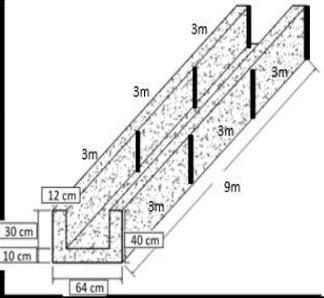
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 06 del canal de riego de Cayac –Huishca, del centro poblado de Cayac desde el tramo (0+000Km al 1+000Km) del distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, está conformada por cada tramo de 9 metros lineales, esto está dividida por 3 paños de 3m cada una, lo cual comprende un área total de 9m².

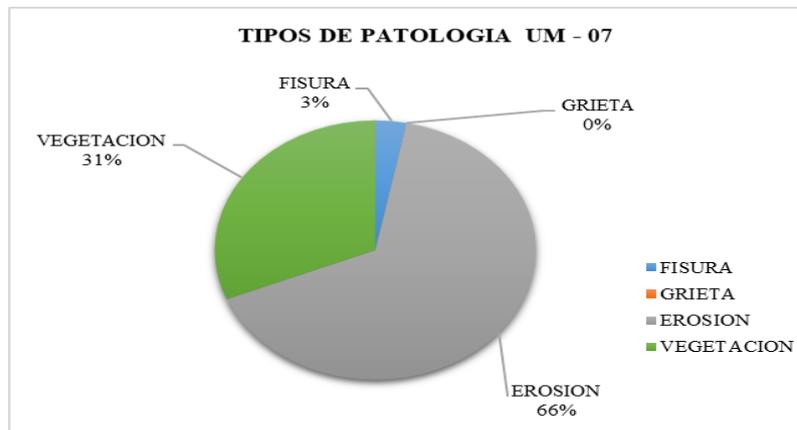
Del total del área de la nuestra evaluada el 19.92% (1.47m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 80.08% (9.37m²) no presenta patología alguna, por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es severo, tal como se puede apreciar en el grafico 33 y tabla 21.

Tabla 22. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N° 07

FICHA TECNICA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO											
UNIDAD MUESTRAL N° 07											
	DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO DE CAYAC - HUIHCA, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 AL 1+000 EN EL CENTRO POBLADO DE CAYAC, DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECAY, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH- 2018.										
	AUTOR: JOHN C. MAUTINO CRUZ	ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO	LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 11.16m ²	LONGITUD: 9m						
ASESOR: Ing. VICTOR H. CANTU PRADO	PROGRESIVA (Km)	0 + 284	MARGEN IZQUIERDO: 0.42m	FONDO DE CANAL: 0.40m	MARGEN DERECHO: 0.42m	ANTIGÜEDAD DE LA ESTRUCTURA : 10 AÑOS					
	INICIO DE PROGRESIVA :	0 + 284	ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD								
	FIN DE PROGRESIVA :	0 + 293									
FECHA :	16/11/2018	NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	VEGETACION (M2)				
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS			LEVE	(0.1- 0.3)	(1.0- 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 15%)				
1. FISURA	3. EROSION		MODERADO	(3.1- 0.6)	(2.1- 4)	(6% - 20%)	(6% - 20%)				
2. GRIETA	4. VEGETACION		SEVERO	(6.1- 1.0)	(Mas de 4)	(Mas de 20%)	(Mas de 20%)				
 	ELEMENTOS	AREA (m ²)	PATOLOGIA	ES PESOR (mm)	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)		
	MARGEN IZQUIERDO	3.78		FISURA	0.9	SEVERO	0.03	3.60		0.01	0.95
				GRIETA							
				EROSION							
				VEGETACION		MODERADO	0.15			0.04	
	RESULTADOS		FISURA		SEVERO	0.03					
	FONDO DE CANAL	3.60		FISURA				3.00			0.83
				GRIETA							
				EROSION	10.00	MODERADO	0.60			0.17	
				VEGETACION							
	RESULTADOS		EROSION		MODERADO	0.60					
	MARGEN DERECHO	3.78		FISURA				3.63			0.96
GRIETA											
EROSION											
VEGETACION					MODERADO	0.15	0.04				
RESULTADOS		FISURA		MODERADO	0.15						
RESULTADO FINAL						TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL AREA AFECTADA	% TOTAL AREA NO AFECTADA		
						0.93	10.23	10.32%	89.68%		
TIPO DE PATOLOGIA EN LA UNIDAD MUESTRAL						FISURA					
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL						SEVERO					

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico 34. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 07



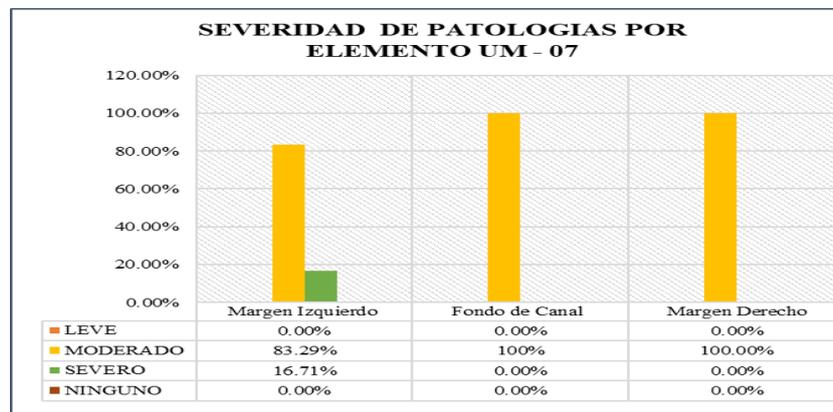
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 07 son: fisuras, grieta, erosión, vegetación.

De todos los tipos de patología, la de mayor presencia es la erosión con 66.00% severo, seguido de la vegetación con 31.00% moderado, los de menor presencia son: fisura con 3.00% severo, y grieta con 0.00%.

Grafico 35. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 07.



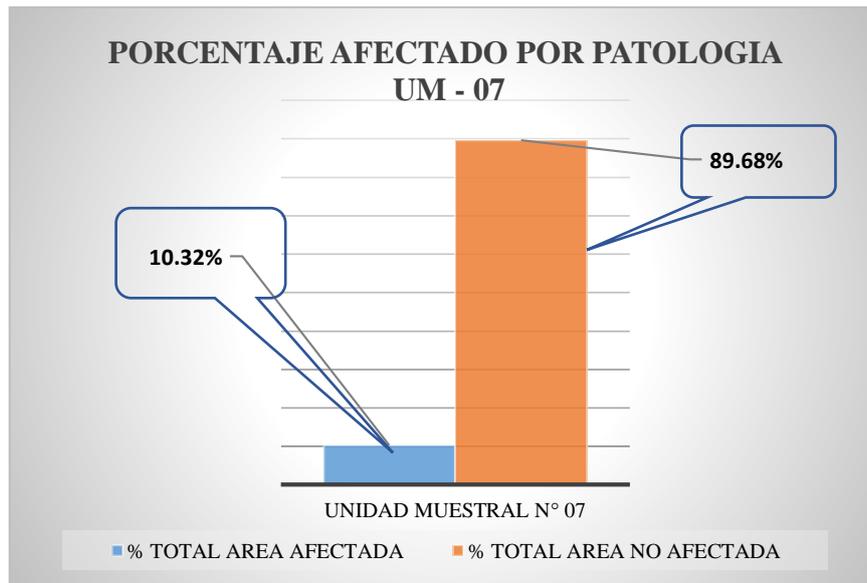
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e interpretación

El nivel de severidad de todos los tipos de patología presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 07 es severo.

En el grafico 27, se observa que en el margen Izquierdo (MI) del canal de riego la patología severa es de 16.71%, la patología moderado es de 83.29% en el fondo del canal de riego (FC) la patología moderado es de 100% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología moderado es de 100%.

Grafico 36. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 07



Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 07 del canal de riego de Cayac –Huishca, del centro poblado de Cayac desde el tramo (0+000Km al 1+000Km) del distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, está conformada por cada tramo de 9 metros lineales, esto está dividida por 3 paños de 3m cada una, lo cual comprende un área total de 9m².

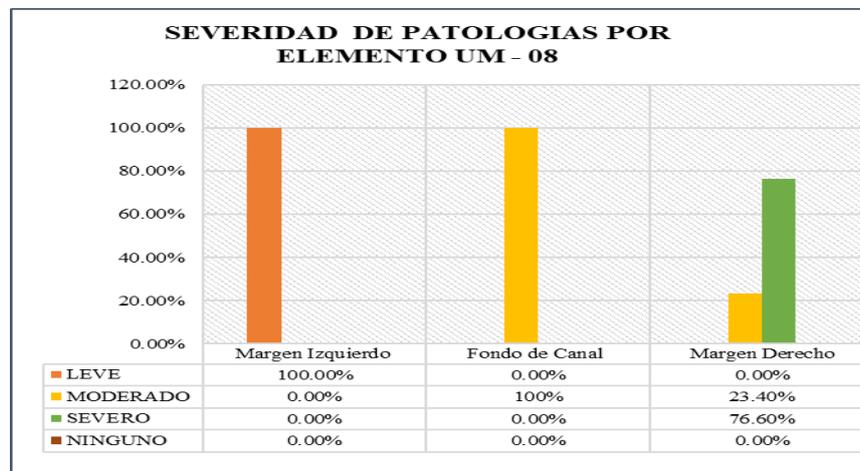
Del total del área de la nuestra evaluada el 10.32% (0.93m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 89.68% (10.23m²) no presenta patología alguna, por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es severo, tal como se puede apreciar en el grafico 36 y tabla 22.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 08 son: fisuras, grieta, erosión, vegetación.

De todos los tipos de patología, la de mayor presencia es la grieta con 43.00% severo, seguido de la erosión con 29.00%, los de menor presencia son: vegetación con 21.00% moderado fisura con 7.00%.

Grafico 38. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 08.



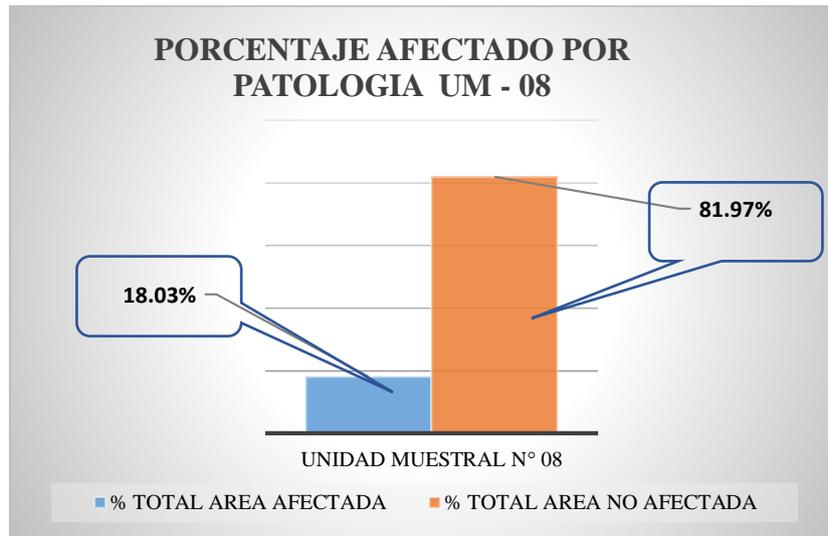
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e interpretación

El nivel de severidad de todos los tipos de patología presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 08 es severo.

En el grafico 30, se observa que en el margen Izquierdo (MI) del canal de riego la patología leve es de 100%, en el fondo del canal de riego (FC) la patología moderado es de 100% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología severa es de 76.01 %, patología moderado de 23.40%.

Grafico 39. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 08.



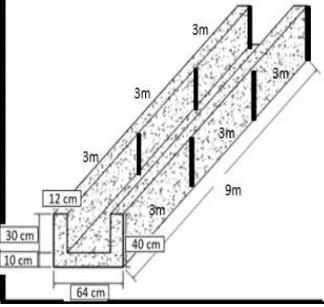
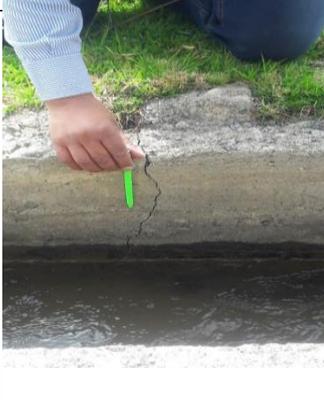
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 08 del canal de riego de Cayac –Huishca, del centro poblado de Cayac desde el tramo (0+000Km al 1+000Km) del distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, está conformada por cada tramo de 9 metros lineales, esto está dividida por 3 paños de 3m cada una, lo cual comprende un área total de 11.16m².

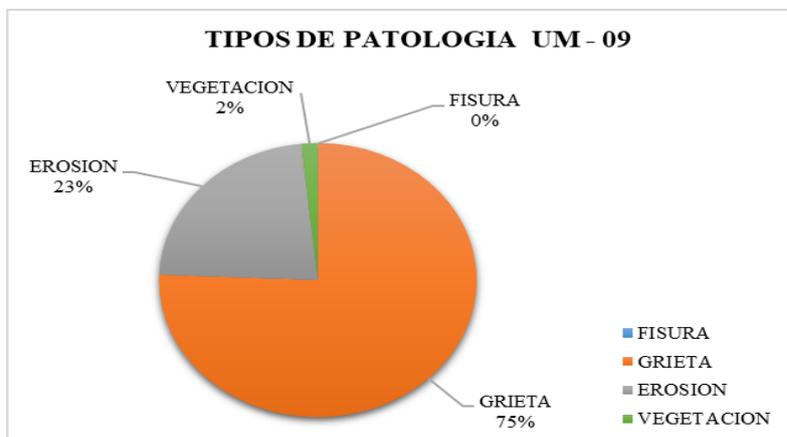
Del total del área de la nuestra evaluada el 18.03% (1.62m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 81.97% (9.54m²) no presenta patología alguna, por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es severo, tal como se puede apreciar en el grafico 39 y tabla 23.

Tabla 24. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N° 09

FICHA TECNICA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO											
UNIDAD MUESTRAL N° 09											
	DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO DE CAYAC - HUIHCA, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 AL 1+000 EN EL CENTRO POBLADO DE CAYAC, DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUNAY, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH- 2018.										
	AUTOR: JOHN C. MAUTNO CRUZ	ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO	LADO: INTERIOR	AREA DE MUESTRA: 11.16m ²	LONGITUD: 9m						
	PROGRESIVA (Km)	MARGEN ZQUERDO: 0.42m	FONDO DE CANAL: 0.40m	MARGEN DERECHO: 0.42m							
ASESOR: Ing. VICTOR H. CANTU PRADO	INICIO DE PROGRESIVA :	0 + 363	ANTIGÜEDAD DE LA ESTRUCTURA : 10 AÑOS								
	FIN DE PROGRESIVA :	0 + 372	ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD								
	FECHA :	16/11/2018									
			PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	VEGETACION (M2)				
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS			LEVE	(0.1 - 0.3)	(1.0 - 2)	(Hasta e15%)	(Hasta e15%)				
1. FISURA	3. EROSION	NIVEL DE SEVERIDAD	MODERADO	(3.1 - 0.6)	(2.1 - 4)	(6% - 20%)	(6% - 20%)				
2. GRIETA	4. VEGETACION		SEVERO	(6.1 - 1.0)	(Mas de 4)	(Mas de120%)	(Mas de 20%)				
	ELEMENTOS		AREA (m ²)	PATOLOGIA	ES PES OR (mm)	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)	
				MARGEN ZQUERDO		FISURA				2.52	0.33
					GRIETA	4.00	MODERADO	1.26			
		3.78			EROSION						
	VEGETACION										
RESULTADOS			GRIETA		MODERADO	1.26					
	FONDO DE CANAL	3.60		FISURA			3.24	0.10	0.90		
				GRIETA							
				EROSION	10.00	MODERADO				0.36	
				VEGETACION							
RESULTADOS			EROSION		MODERADO	0.36					
MARGEN DERECHO	3.78		FISURA			3.75	0.01	0.99			
			GRIETA								
			EROSION								
			VEGETACION		LEVE				0.03		
RESULTADOS			VEGETACION		LEVE	0.03					
RESULTADO FINAL						TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL AREA AFECTADA	% TOTAL AREA NO AFECTADA		
						1.65	9.51	18.31%	81.69%		
TIPO DE PATOLOGIA EN LA UNIDAD MUESTRAL						GRIETA					
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL						MODERADO					

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico 40. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 09



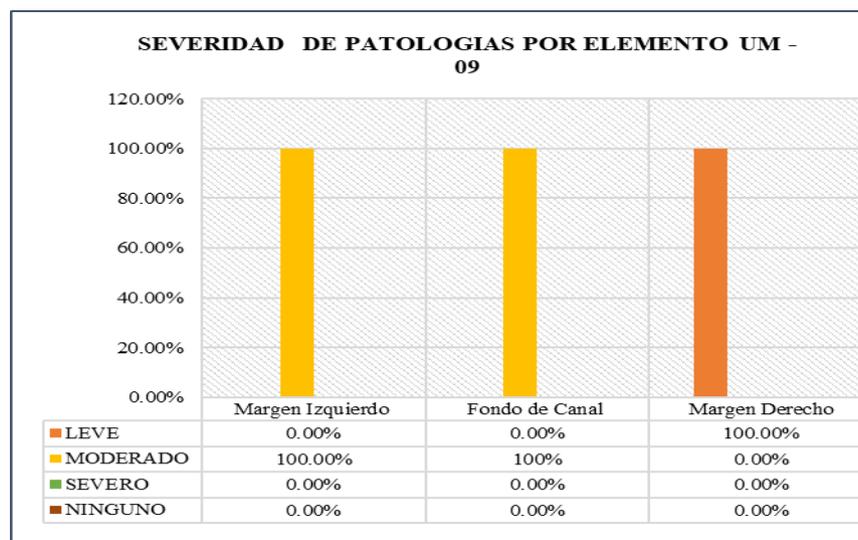
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 09 son: fisuras, grieta, erosión, vegetación.

De todos los tipos de patología, la de mayor presencia es la grieta con 75.00% moderado, seguido de la erosión con 23.00% moderado, los de menor presencia son: vegetación con 2.00% moderado y fisura con 0.00%.

Grafico 41. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 09



Fuente: Elaboración Propia.

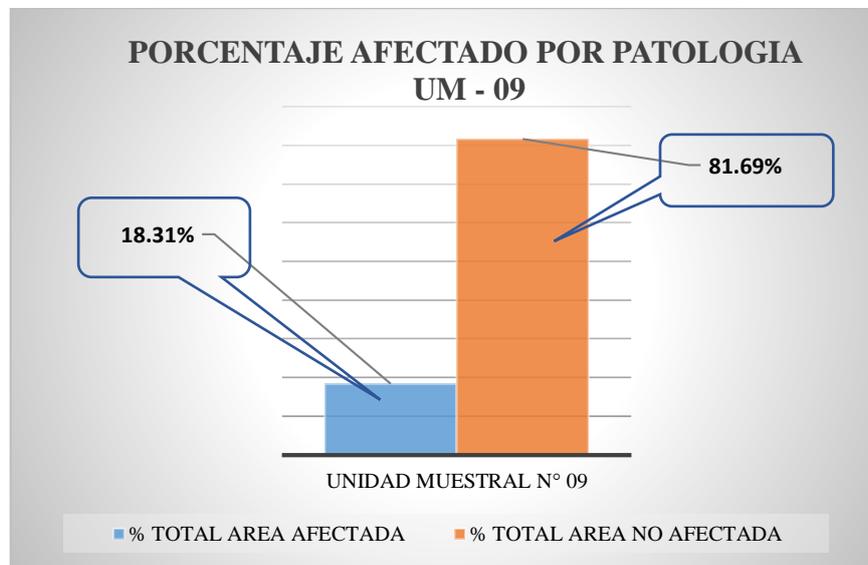
Descripción e interpretación

El nivel de severidad de todos los tipos de patología presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 09 es severo.

En el grafico 33, se observa que en el margen Izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 100%, en el fondo del canal de riego (FC) la patología

moderado es de 100% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es de 100%.

Grafico 42. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 09.



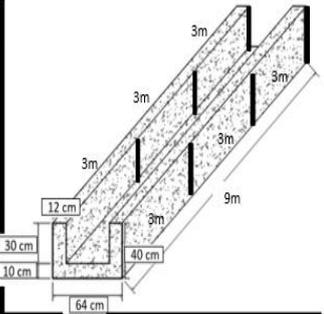
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 09 del canal de riego de Cayac –Huishca, del centro poblado de Cayac desde el tramo (0+000Km al 1+000Km) del distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, está conformada por cada tramo de 9 metros lineales, esto está dividida por 3 paños de 3m cada una, lo cual comprende un área total de 11.16m².

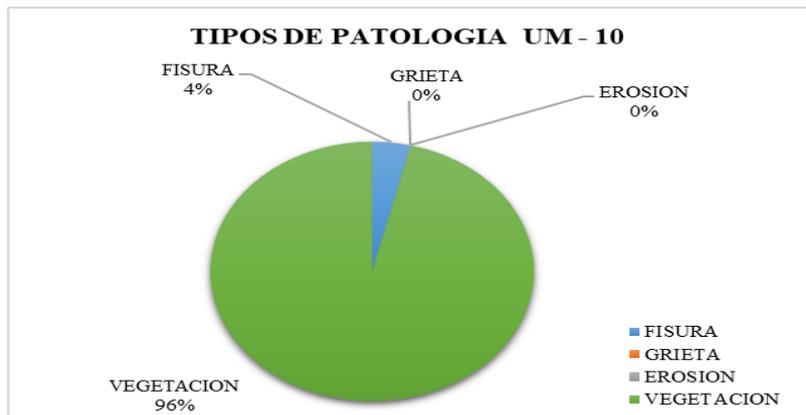
Del total del área de la muestra evaluada el 18.31% (1.65m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 81.69% (9.51m²) no presenta patología alguna, por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el grafico 42 y tabla 24.

Tabla 25. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N°10

FICHA TECNICA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO									
UNIDAD MUESTRAL N° 10									
 DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO DE CAYAC - HUIHCA, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 AL 1+000 EN EL CENTRO POBLADO DE CAYAC, DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUNAY, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH- 2018.									
AUTOR: JOHN C. MAUTINO CRUZ	ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO		LADO: INTERIOR		AREA DE MUESTRA: 11.16m ²		LONGITUD: 9m		
	PROGRESIVA (Km)		MARGEN IZQUIERDO: 0.42m		FONDO DE CANAL: 0.40m		MARGEN DERECHO: 0.42m		
ASESOR: Ing. VICTOR H. CANTU PRADO	INICIO DE PROGRESIVA :		0 + 698		ANTIGÜEDAD DE LA ESTRUCTURA : 10 AÑOS				
	FIN DE PROGRESIVA :		0 + 707		ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD				
FECHA :		16/11/2018		NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	VEGETACION (M2)
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS				LEVE	(0.1 - 0.3)	(1.0 - 2)	(Hasta e15%)	(Hasta e15%)	
1. FISURA		3. EROSION		MODERADO	(3.1 - 0.6)	(2.1 - 4)	(6% - 20%)	(6% - 20%)	
2. GRIETA		4. VEGETACION		SEVERO	(6.1 - 1.0)	(Mas de 4)	(Mas de 120%)	(Mas de 20%)	
									
									
ELEMENTOS		AREA (m ²)	PATOLOGIA	ESPESOR (mm)	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)
MARGEN IZQUIERDO		3.78	FISURA	0.04	MODERADO	0.03	3.75	0.01	0.99
			GRIETA						
			EROSION						
			VEGETACION						
RESULTADOS			FISURA		MODERADO	0.03			
FONDO DE CANAL		3.60	FISURA				3.60		1.00
			GRIETA						
			EROSION						
			VEGETACION						
RESULTADOS									
MARGEN DERECHO		3.78	FISURA				3.03		0.80
			GRIETA						
			EROSION						
			VEGETACION		SEVERO	0.75		0.20	
RESULTADOS			VEGETACION		SEVERO	0.75			
RESULTADO FINAL						TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL AREA AFECTADA	% TOTAL AREA NO AFECTADA
						0.78	10.38	8.67%	91.33%
TIPO DE PATOLOGIA EN LA UNIDAD MUESTRAL						FISURA			
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL						MODERADO			

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico 43.. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 10



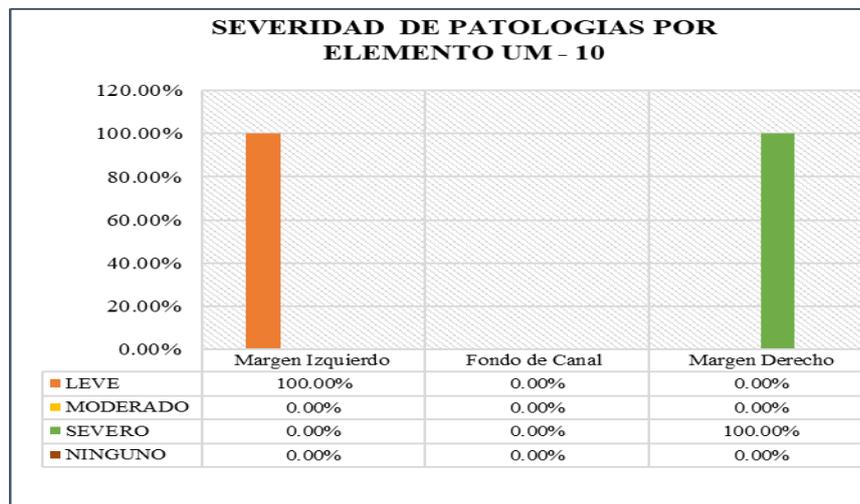
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 10 son: fisuras, grieta, erosión, vegetación.

De todos los tipos de patología, la de mayor presencia es la vegetación con 96.00% severo, seguido de la fisura con 4.00% leve, los de menor presencia son: grieta con 0.00%. y erosión con 0.00%.

Grafico 44. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 10.



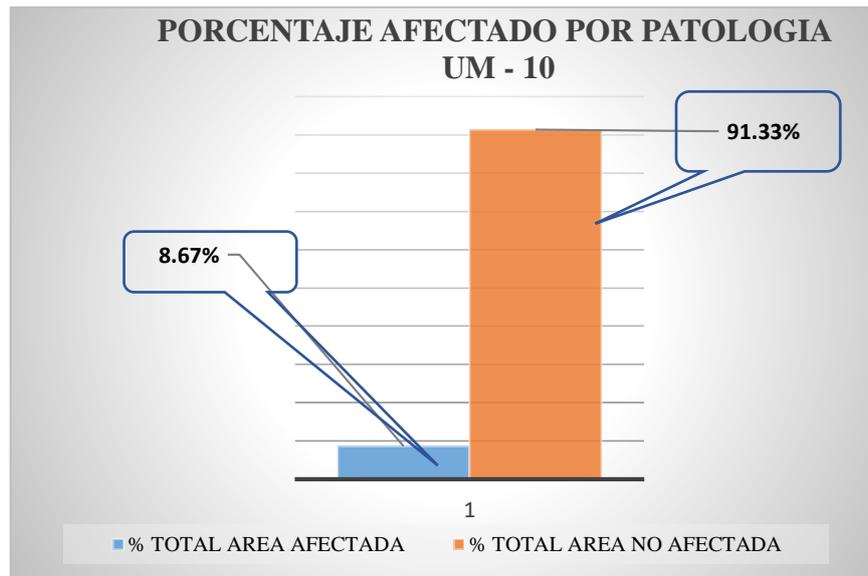
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e interpretación

El nivel de severidad de todos los tipos de patología presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 10 es severo.

En el grafico 33, se observa que en el margen Izquierdo (MI) del canal de riego la patología leve es de 100%, en el fondo del canal de riego (FC) no presenta patología y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología severa es de 100%.

Grafico 45. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 10.



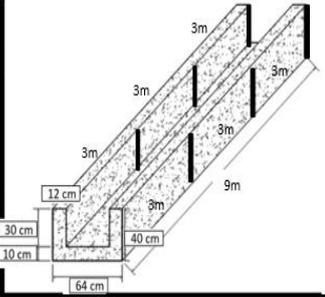
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 09 del canal de riego de Cayac –Huishca, del centro poblado de Cayac desde el tramo (0+000Km al 1+000Km) del distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, está conformada por cada tramo de 9 metros lineales, esto está dividida por 3 paños de 3m cada una, lo cual comprende un área total de 11.16m².

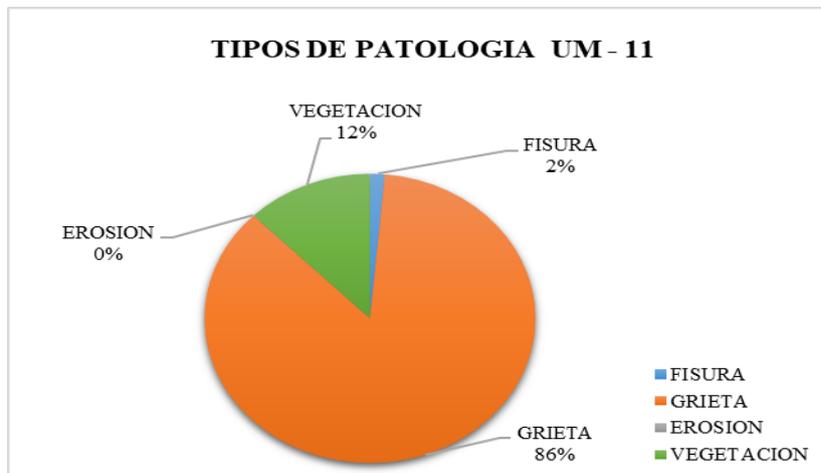
Del total del área de la muestra evaluada el 8.67% (0.78m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 91.33% (10.38m²) no presenta patología alguna, por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el grafico 45 y tabla 25.

Tabla 26. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N° 11

FICHA TECNICA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO											
UNIDAD MUESTRAL N° 11											
DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO DE CAYAC - HUISHCA, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 AL 1+000 EN EL CENTRO POBLADO DE CAYAC, DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUNAY, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2018.											
AUTOR: JOHN C. MAUTNO CRUZ	ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO			LADO: INTERIOR		ÁREA DE MUESTRA: 11.16m ²		LONGITUD: 9m			
	PROGRESIVA (Km)			MARGEN ZQUERDO: 0.42m		FONDO DE CANAL: 0.40m		MARGEN DERECHO: 0.42m			
SESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTU PRAD	INICIO DE PROGRESIVA : 0 + 809			ANTIGÜEDAD DE LA ESTRUCTURA : 10 AÑOS							
	FIN DE PROGRESIVA : 0 + 818			ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
	FECHA : 16/11/2018			PATOLOGIA		FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	VEGETACION (M2)		
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS				LEVE		(0.1 - 0.3)	(1.0 - 2)	(Hasta el 5%)	(Hasta el 5%)		
1. FISURA				3. EROSION		MODERADO		(3.1 - 0.6)	(2.1 - 4)	(6% - 20%)	
2. GRIETA				4. VEGETACION		SEVERO		(6.1 - 1.0)	(Mas de 4)	(Mas de 20%)	
 	ELEMENTOS		ÁREA (m ²)	PATOLOGIA	ESPESOR (mm)	NIVEL DE SEVERIDAD	ÁREA AFECTADA (m ²)	ÁREA NO AFECTADA (m ²)	% ÁREA AFECTADA (m ²)	% ÁREA NO AFECTADA (m ²)	
	MARGEN ZQUERDO		3.78	FISURA	0.01	LEVE	0.02	2.87	0.00	0.24	0.76
				GRIETA	2.60	MODERADO	0.90				
				EROSION							
				VEGETACION							
	RESULTADOS			GRIETA		MODERADO	0.90				
	FONDO DE CANAL		3.60	FISURA				3.58			0.99
				GRIETA							
				EROSION							
				VEGETACION		LEVE	0.025				
	RESULTADOS			VEGETACION		LEVE	0.03				
	MARGEN DERECHO		3.78	FISURA				3.68			0.97
GRIETA											
EROSION											
VEGETACION					LEVE	0.10	0.03				
RESULTADOS			VEGETACION		LEVE	0.10					
RESULTADO FINAL							TOTAL ÁREA AFECTADA (m ²)	TOTAL ÁREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA	
							1.04	10.12	11.59%	88.41%	
TIPO DE PATOLOGIA EN LA UNIDAD MUESTRAL							GRIETA				
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL							MODERADO				

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico 46. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 11



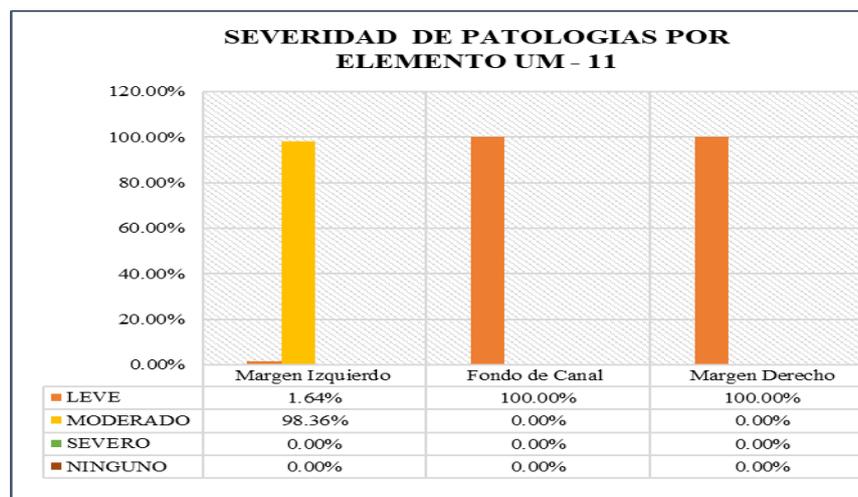
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 11 son: fisuras, grieta, erosión, vegetación.

De todos los tipos de patología, la de mayor presencia es la grieta con 86.00% moderado, seguido de la vegetación con 12.00% leve, los de menor presencia son: fisura con 2.00% leve, y erosión con 0.00%.

Grafico 47. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 11



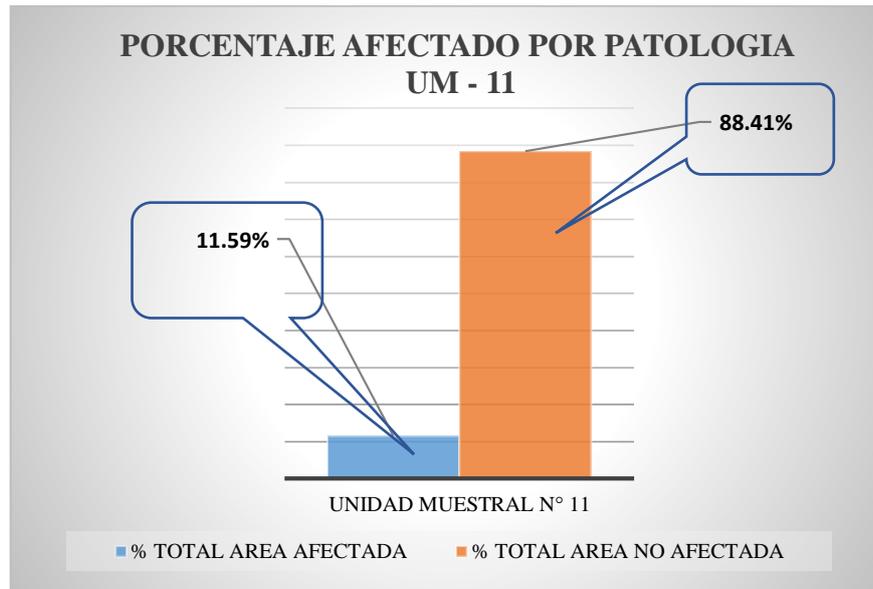
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e interpretación

El nivel de severidad de todos los tipos de patología presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 11 es severo.

En el grafico 39, se observa que en el margen Izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 98.36%, la patología leve es de 1.64%, en el fondo del canal de riego (FC) la patología leve es de 100% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es de 100%.

Grafico 48. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 11.



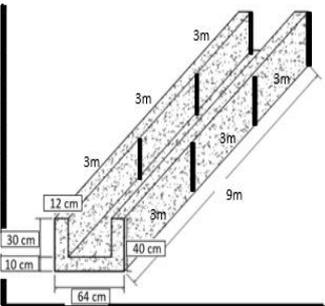
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 09 del canal de riego de Cayac –Huishca, del centro poblado de Cayac desde el tramo (0+000Km al 1+000Km) del distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, está conformada por cada tramo de 9 metros lineales, esto está dividida por 3 paños de 3m cada una, lo cual comprende un área total de 11.16m².

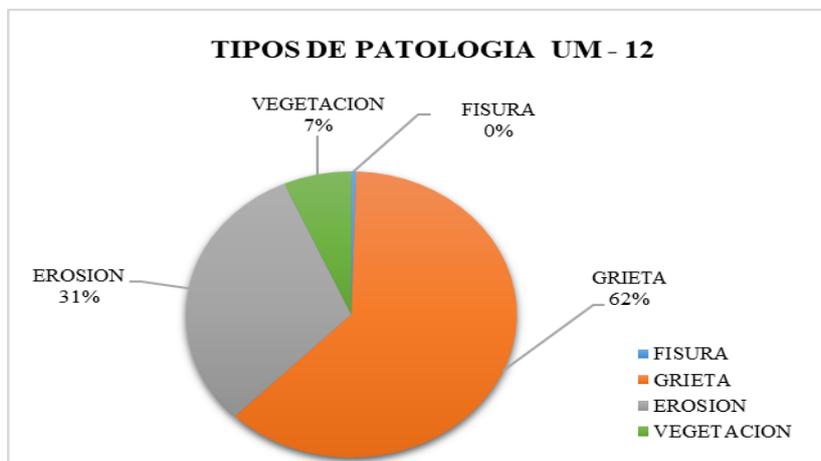
Del total del área de la muestra evaluada el 11.59% (1.04m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 88.41% (10.12m²) no presenta patología alguna, por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el grafico 48 y tabla 26.

Tabla 27. Ficha de evaluación de la Unidad Muestral N° 12

FICHA TECNICA DE EVALUACION DEL CANAL DE RIEGO										
UNIDAD MUESTRAL N° 12										
DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO DE CAYAC - HUIHCHA, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 AL 1+000 EN EL CENTRO POBLADO DE CAYAC, DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUAY, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH- 2018.										
AUTOR: JOHN C. MAUTINO CRUZ	ESTRUCTURA: CANAL DE RIEGO		LADO: INTERIOR		AREA DE MUESTRA: 11.16m ²	LONGITUD: 9m				
	PROGRESIVA (Km)		MARGEN IZQUIERDO: 0.42m		FONDO DE CANAL: 0.40m	MARGEN DERECHO: 0.42m				
SESOR: Ing. VICTOR HUGO CANTUPRADA	INICIO DE PROGRESIVA :	0 + 912	ANTIGÜEDAD DE LA ESTRUCTURA : 10 AÑOS							
	FIN DE PROGRESIVA :	0 + 921	ESPECIFICACION PARA NIVELES DE SEVERIDAD							
	FECHA :	16/11/2018								
LESIONES POR PROCESOS PATOLOGICOS			NIVEL DE SEVERIDAD	PATOLOGIA	FISURA (mm)	GRIETA (mm)	EROSION (%)	VEGETACION (M2)		
1. FISURA				LEVE	(0.1- 0.3)	(1.0- 2)	(Hasta e15%)	(Hasta e15%)		
3. EROSION				MODERADO	(3.1- 0.6)	(2.1- 4)	(6% - 20%)	(6% - 20%)		
2. GRIETA				SEVERO	(6.1- 1.0)	(Mas de 4)	(Mas de 120%)	(Mas de 20%)		
 	ELEMENTOS	AREA (m ²)	PATOLOGIA	ES PESOR (mm)	NIVEL DE SEVERIDAD	AREA AFECTADA (m ²)	AREA NO AFECTADA (m ²)	% AREA AFECTADA (m ²)	% AREA NO AFECTADA (m ²)	
	MARGEN IZQUIERDO	3.78		FISURA	0.02	LEVE	0.01	2.44	0.00	0.65
				GRIETA	22.00	MODERADO	1.26			
				EROSION						
				VEGETACION		LEVE	0.07			
	RES ULTADOS		GRIETA		MODERADO	1.26				
	FONDO DE CANAL	3.60		FISURA				3.00	0.17	0.83
				GRIETA						
				EROSION	10.00	MODERADO	0.60			
				VEGETACION						
	RES ULTADOS		EROSION		MODERADO	0.60				
	MARGEN DERECHO	3.78		FISURA				3.71	0.02	0.98
				GRIETA						
				EROSION						
				VEGETACION		MODERADO	0.07			
RES ULTADOS		VEGETACION		MODERADO	0.07					
RESULTADO FINAL						TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% TOTAL AREA AFECTADA	% TOTAL AREA NO AFECTADA	
						2.01	9.16	22.28%	77.72%	
TIPO DE PATOLOGIA EN LA UNIDAD MUESTRAL						GRIETA				
NIVEL DE SEVERIDAD DE LA UNIDAD MUESTRAL						MODERADO				

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico 49. Tipos de Patología del concreto que afectan la Unidad Muestral 12



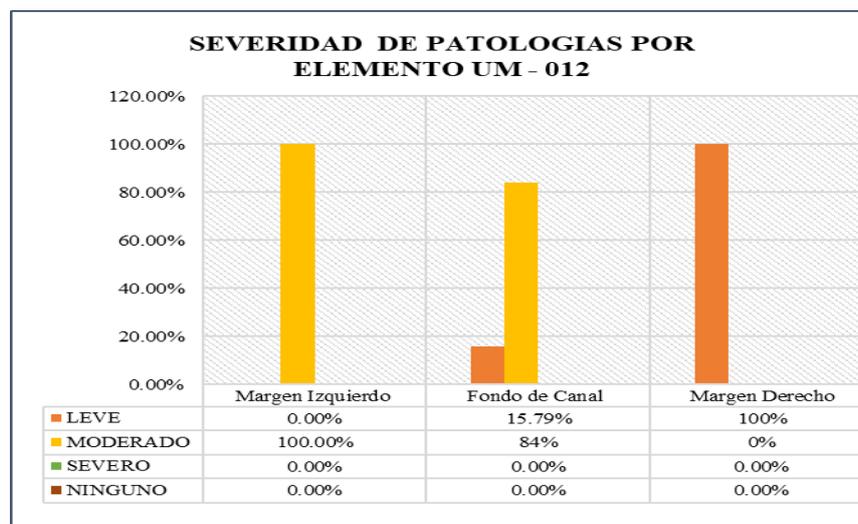
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

Conforme a los objetivos de la investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad Muestral 12 son: fisuras, grieta, erosión, vegetación.

De todos los tipos de patología, la de mayor presencia es la grieta con 62.00% moderado, seguido de la erosión con 31.00% moderado, los de menor presencia son: vegetación con 9.00% moderado y fisura con 0.00%.

Grafico 50. Nivel de severidad de Patologías en el concreto por elemento en la Unidad Muestral 12.



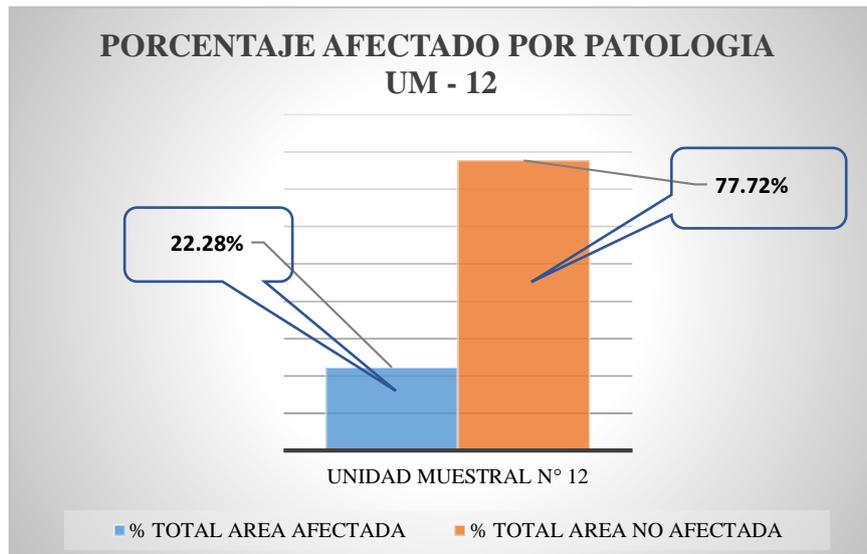
Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e interpretación

El nivel de severidad de todos los tipos de patología presentes en los elementos del canal de riego en la Unidad Muestral 12 es severo.

En el gráfico 42, se observa que en el margen Izquierdo (MI) del canal de riego la patología moderada es de 100%, en el fondo del canal de riego (FC) del canal de riego la patología moderada es de 84.31%, la patología leve es de 15.79% y en el margen derecho (MD) del canal de riego la patología leve es de 100%.

Grafico 51. Porcentaje afectada por patología del concreto en la Unidad Muestral 12.



Fuente: Elaboración Propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad Muestral 09 del canal de riego de Cayac –Huishca, del centro poblado de Cayac desde el tramo (0+000Km al 1+000Km) del distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, está conformada por cada tramo de 9 metros lineales, esto está dividida por 3 paños de 3m cada una, lo cual comprende un área total de 11.16m².

Del total del área de la nuestra evaluada el 22.28% (2.01m²) se encuentra afectada por patologías en el concreto, en tanto que el 77.72% (9.16m²) no presenta patología alguna, por lo que el nivel de severidad de toda la muestra es moderado, tal como se puede apreciar en el grafico 51 y tabla 27.

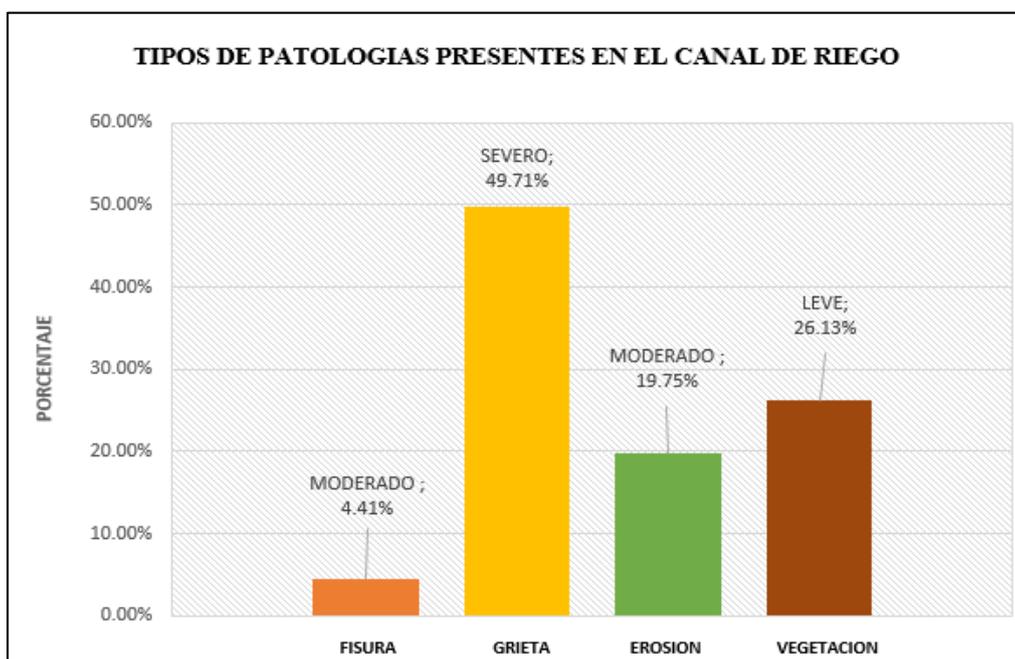
Resumen de Resultado

Tabla 28. Tipos de patología presentes en el canal de riego.

TIPOS DE PATOLOGIAS	AREA AFECTADA (m2)	% AREA AFECTADA	NIVEL DE SEVERIDAD
FISURA	0.83	4.41%	MODERADO
GRIETA	9.36	49.71%	SEVERO
EROSION	3.72	19.75%	MODERADO
VEGETACION	4.92	26.13%	MODERADO
AREA TOTAL AFECTADA	18.83	100.00%	MODERADO

Fuente: Fichas de Evaluación de Unidades Muestrales del canal riego 01 al 12

Grafico 52. Tipos de patología presentes en el canal de riego



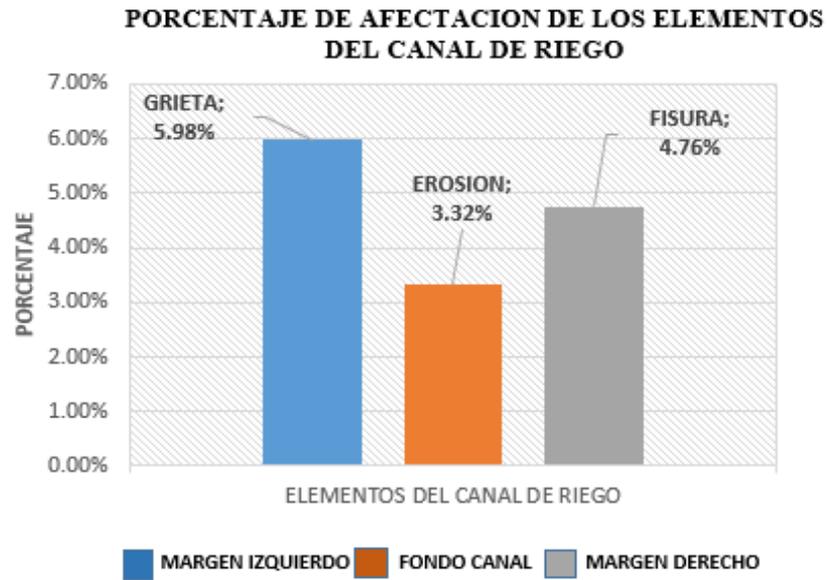
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29. Porcentaje de afectación de los elementos del canal de riego.

ELEMENTO	AREA TOTAL (m2)	AREA AFECTADA (m2)	% DE AREA AFECTADA	% DE AREA NO AFECTADA	PATOLOGIA QUE PREDOMINA	NIVEL DE SEVERIDAD
MARGEN IZQUIERDO	45.36	8.01	5.98%	94.02%	GRIETA	SEVERO
FONDO CANAL	43.20	4.45	3.32%	96.68%	EROSION	MODERADO
MARGEN DERECHO	45.36	6.38	4.76%	95.24%	FISURA	SEVERO
TOTAL	133.92	18.83	-	-	GRIETA	SEVERO

Fuente: Fichas de Evaluación por elementos del canal riego 01 al 12

Grafico 53. Porcentaje de afectación por elementos del canal de riego.



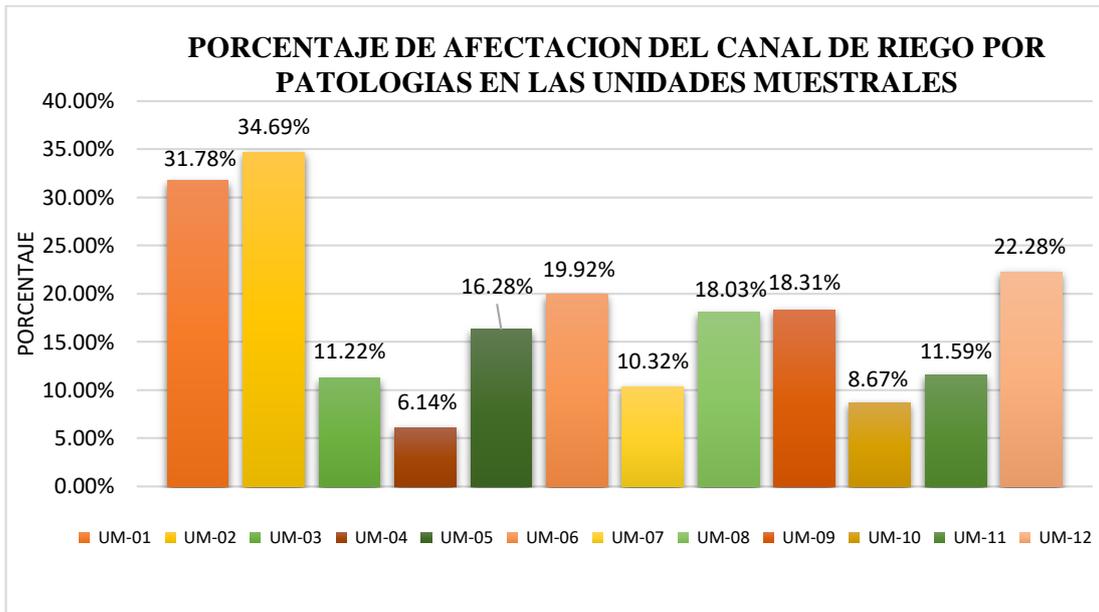
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 30. Resumen de resultados de las Unidades Muestrales del canal de riego.

UNIDAD MUESTRAL	L(m)	AREA (m ²)	TOTAL AREA AFECTADA (m ²)	TOTAL AREA NO AFECTADA (m ²)	% DE AREA AFECTADA	% DE AREA NO AFECTADA	TIPOS DE PATOLOGIA	NIVEL DE SEVERIDAD
UM-01	9	11.16	2.86	8.30	31.78%	68.22%	GRIETA	MODERADO
UM-02	9	11.16	3.12	8.04	34.69%	65.31%	GRIETA	SEVERO
UM-03	9	11.16	1.01	10.15	11.22%	88.78%	FISURA	SEVERO
UM-04	9	11.16	0.55	10.61	6.14%	93.86%	FISURA	SEVERO
UM-05	9	11.16	1.47	9.70	16.28%	83.72%	VEGETACION	MODERADO
UM-06	9	11.16	1.79	9.37	19.92%	80.08%	GRIETA	SEVERO
UM-07	9	11.16	0.93	10.23	10.32%	89.68%	FISURA	SEVERO
UM-08	9	11.16	1.62	9.54	18.03%	81.97%	GRIETA	SEVERO
UM-09	9	11.16	1.65	9.51	18.31%	81.69%	GRIETA	MODERADO
UM-10	9	11.16	0.78	10.38	8.67%	91.33%	FISURA	MODERADO
UM-11	9	11.16	1.04	10.12	11.59%	88.41%	GRIETA	MODERADO
UM-12	9	11.16	2.01	9.16	22.28%	77.72%	GRIETA	MODERADO

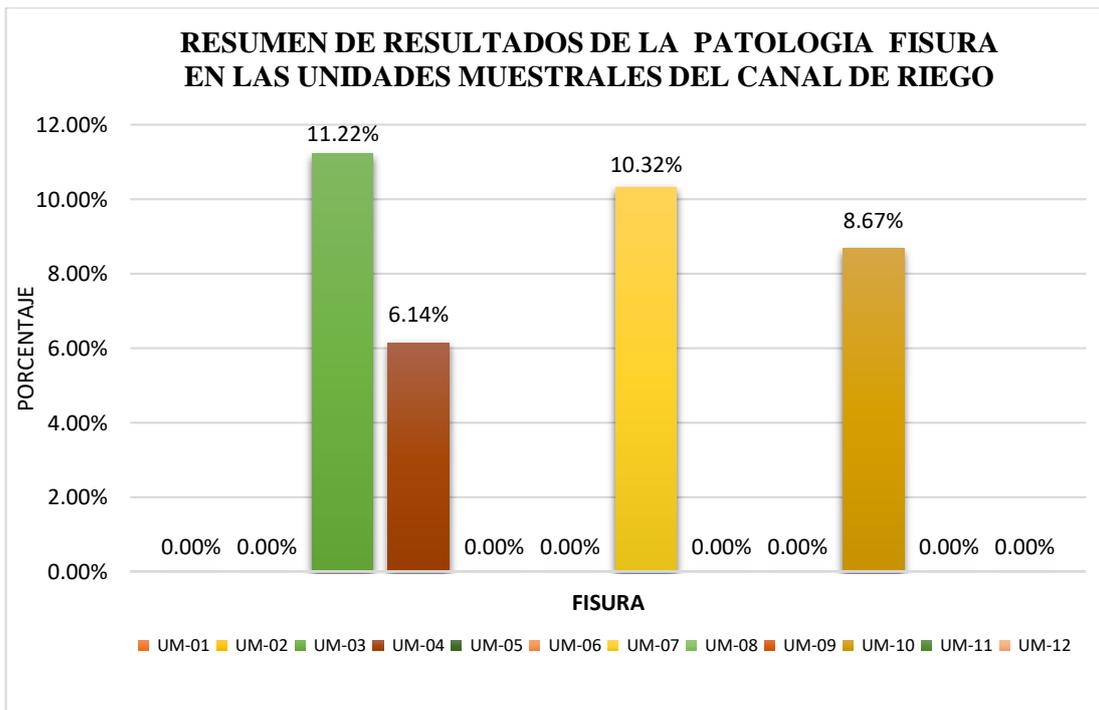
Fuente: Elaboración Propia.

Grafico 54. Porcentaje de afectación del canal de riego por patología en las unidades muestrales.



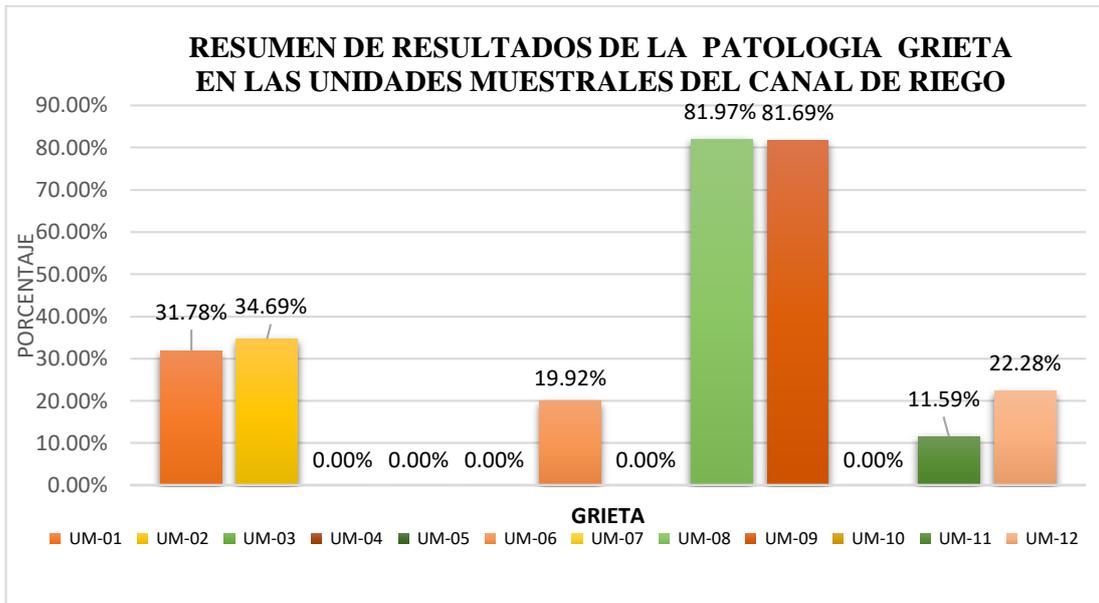
Fuente: Elaboración Propia.

Grafico 55. Resumen de resultados de la patología fisura en las unidades muestrales el Canal de riego



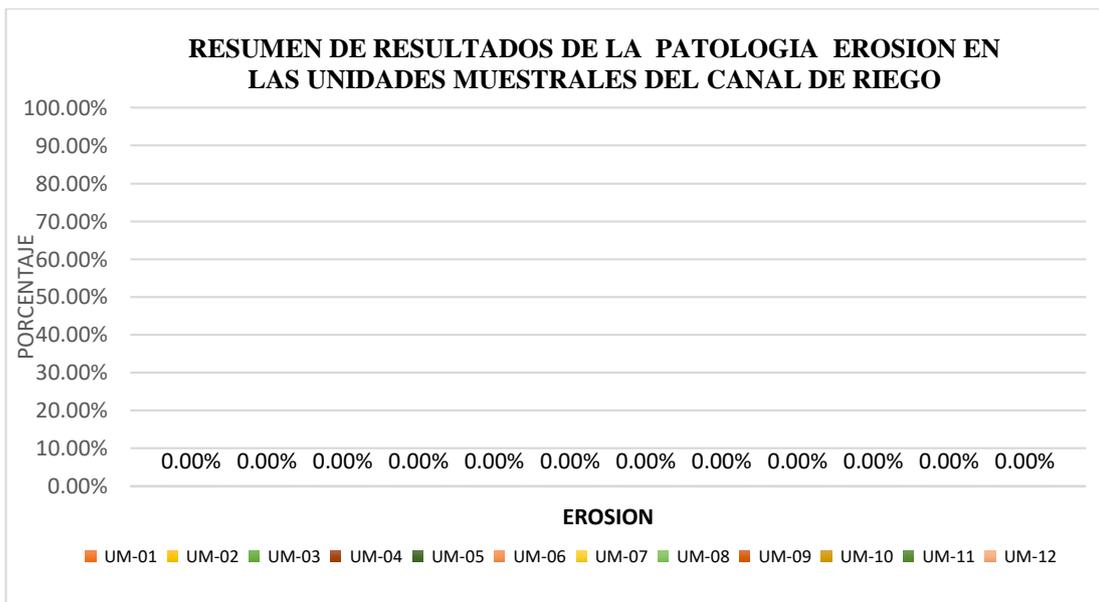
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 56. Resumen de resultados de la patología grieta en las unidades muestrales el Canal de riego



Fuente: Elaboración Propia

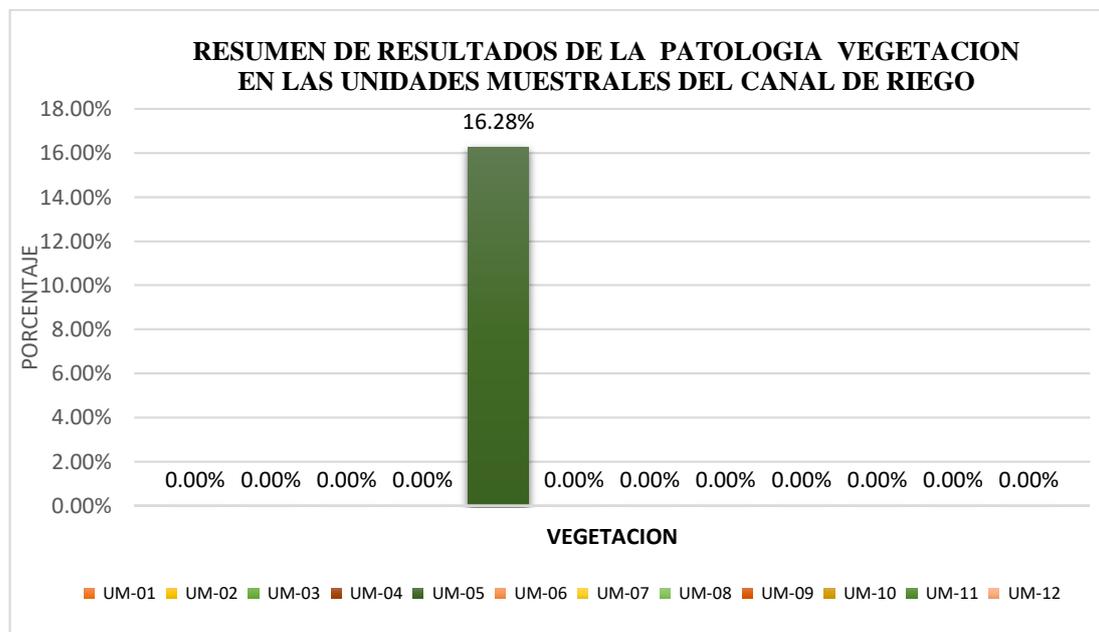
Grafico 57. Resumen de resultados de la patología erosión en las unidades muestrales el Canal de riego



Fuente: Elaboración Propia

Con referencia a la patología erosión no se presenta con mayor presencia en la unidad muestrales, son representativas en las unidades muestrales, y como se aprecia en el grafico N°57, no se muestra la patología erosión.

Grafico 58. Resumen de resultados de la patología vegetación en las unidades muestrales el Canal de riego



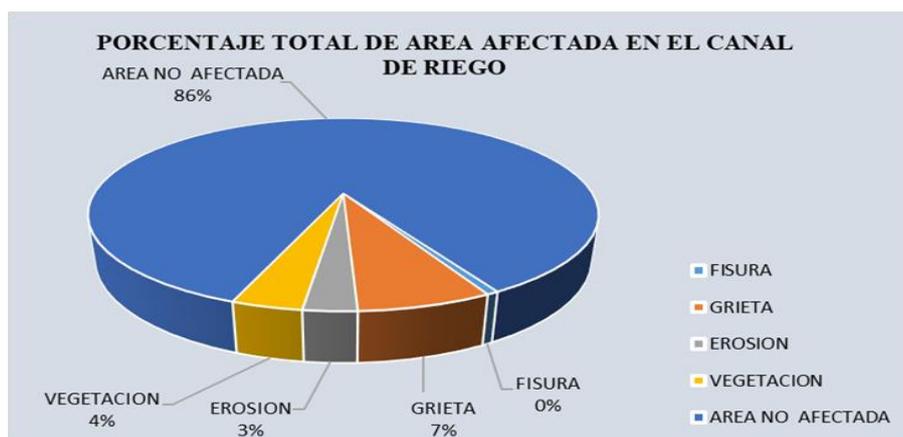
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30. Resumen de resultados del canal de riego.

TIPOS DE PATOLOGIAS	AREA AFECTADA (m2)	% AREA AFECTADA	NIVEL DE SEVERIDAD
FISURA	0.83	0.62%	MODERADO
GRIETA	9.36	6.99%	SEVERO
EROSION	3.72	2.78%	MODERADO
VEGETACION	4.92	3.67%	MODERADO
AREA TOTAL AFECTADA	18.83	14.06%	-
AREA NO AFECTADA	115.09	85.94%	-
AREA TOTAL	133.92	100.00%	-

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico 59. Resumen de resultados del canal de riego.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 31. Equivalencias para determinar la condición de servicio

Nivel de severidad	LEVE	MODERADO	SEVERO
Condición de servicio	BUENO	REGULAR	DEFICIENTE

Según (Sandro Luis C.) (10)

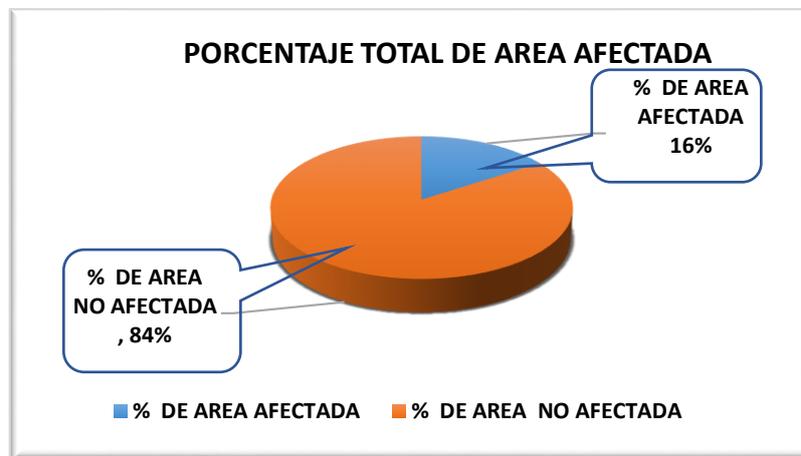
4.2. Análisis de Resultados

Luego de haber procesado la información tomada de campo para cada Unidad Muestral en la ficha de evaluación del canal de riego, se tiene los siguientes resultados obtenidos:

- Agrupados los resultados de todas las Unidades Muéstrales (UM-01 hasta UM-12); de acuerdo a la tabla 30 y el grafico 55, la incidencia de patologías es principalmente en grieta 6.99% (9.36m²), con nivel de severidad severo, seguido de vegetación 3.67% (4.92m²), con un nivel moderado, los de menor incidencia son erosion 2.78% (3.72m²), con un nivel moderado, y fisura 0.62% (0.83); con un nivel moderado.
- De la tabla 29 y el grafico 53, se puede determinar que los elementos del canal de riego con mayor daño patológico son: el margen izquierdo (MI) de riego con 5.98% (8.01m²) el tipo de patología que predomina es la grieta con un nivel de severidad severo, seguido por el margen derecho (MD) del canal de riego con 4.76 (6.38m²) el tipo de patología que predomina es la fisura con un nivel de severidad severo, y el fondo de canal (FC) de riego con 3.32% (4.45m²) el tipo de patología que predomina es la erosión con un nivel de severidad es moderado, la razón por la cual estos elementos son los más afectados es por la acción de las patologías anteriormente mencionadas, como son: al fisura, grieta, erosión, sello de junta, vegetación, donde el denominador

común de la patología es la grieta con un nivel severidad que corresponde a severo.

- De los resultados agrupados en la tabla 30 y el grafico 54. Al analizar el nivel de severidad de las patologías en cada una de las Unidades Muéstrales obtuvimos el resultado del grafico 54, de la cual podemos ver que en la unidad muestral N ° 02, con el 34.69% (3.12m²) del área del canal de riego en estudio se encuentra afecta que predomina es la grieta, lo cual corresponde a un nivel de severidad severo.



Fuente: Elaboración Propia.

- Según la recolección de datos obtenidos en campo se pueden visualizar fisuras con espesores de 0.01 a 0.09mm y las grietas con espesores de 1mm a 15mm que afectan a la estructura. Las causas son el movimiento generado por los cambios volumétricos que producen esfuerzos de tracción que al sobrepasar la resistencia del concreto producen fisuras, la mala calidad del concreto, en cuanto a su dosificación, el trabajo que no cumplen las juntas de dilatación y contracción, otras de las causas es la profundidad de las raíces de los árboles y arbustos (Bosques) que se encuentran cercanos al canal de riego, durante la

época de lluvias, después del periodo seco, donde las arcillas de alta plasticidad, que son de baja permeabilidad, no pueden abastecer de la humedad removida, por los arbustos durante la época seca, por lo tanto una zona de deshidratación ocurre en lugares poblados por arbustos de gran tamaño que desarrollan largas raíces, produciendo asentamiento, los cuales afectan el concreto. Otro de los orígenes son la presencia de viviendas (edificaciones) aledañas que se encuentran muy cercanas, que producen asentamiento y estos a la vez ocasionan las Patologías de fisuras y grietas en algunos con menor efecto y otras con mayor presencia.

- De la condición del servicio se puede concluir que el canal de riego Cayac – Huishca. brinda un servicio REGULAR, según las equivalencias para determinar la condición de servicio.

V. Conclusiones

- Los tipos de patologías presentes en el concreto del canal de riego Cayac - Huishca, progresivas 0+000 al 1+000 del centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, la mayor incidencia es por: grieta 49.71% (9.36m²) con un nivel de severidad severo, vegetación 26.13% (4.92m²) con un nivel de severidad moderado y erosión 19.75% (3.72m²) con un nivel de severidad moderado, mientras los de menor incidencia son: fisura 4.41% (0.83m²) con un nivel de severidad moderado.
- El nivel de severidad de las patologías en el concreto del canal de riego Cayac - Huishca, progresivas 0+000 al 1+000 del centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, es moderado, tal es así que podemos concluir que el área total en estudio 133.92m², solo el 14.06% (18.83m²) del área del canal de riego se encuentra afectada, y el tipo de patología predominante es la grieta, lo cual corresponde a un nivel de severidad severo, mientras que el 85.94% (115.09m²) del área total no está afectada por patologías.
- De los resultados obtenidos de la investigación, del estado del canal de riego Cayac - Huishca, progresivas 0+000 al 1+000 del centro poblado de Cayac, distrito de Ticapampa, es regular, por lo tanto, su condición de servicio es regular, porque cumple con la función de transportar el recurso hídrico de una manera continua y normal; además los tipos de patología encontrados en el concreto del canal de riego implica rehabilitar en los tramos afectados de junta a junta, y no en su totalidad del canal de riego, ya que los paños que presentas

grietas podrían ser demolidos y las patologías no estructurales no afectarían considerablemente a la condición de servicio.

Aspectos complementarios

Recomendaciones:

- Es importante realizar periódicamente los trabajos de operación y mantenimiento del canal de riego, para mantener en óptimas condiciones de servicio y garantizar su funcionabilidad y asegurar su permanencia en el tiempo; estos trabajos tienen que ver con la limpieza del cauce de sedimentos, eliminación de malezas y vegetación, que muchas veces el agua lleva en suspensión o arrastre, dando lugar a daños y perjuicios al canal de riego.
- La reparación de las patologías mecánicas una adopción es utilizar la inyección de productos para rellenar las fisuras y grietas leves en los elementos de concreto, y de esta manera devolver el monolitismo, el relleno a utilizar puede ser de tipo dúctil de fisuras, huecos e intersticios en concreto, son con productos con base de poliuretano se utiliza cuando se requiere de un sellado flexible no estructural. Otra opción es el relleno adecuado para dilatación de fisuras, en huecos e intersticios de concretos en productos base de poliuretano y acrílicos, se utiliza para sellar las grietas de acuíferos, incluso bajo presión hidrostática.
- La erosión en el canal se puede verificar por el desgaste de los márgenes y el fondo de canal pues teóricamente se sabe que la excesiva pendiente aumenta, la velocidad del agua y la poca pendiente, disminuye la velocidad del agua ocasionando la acumulación de piedras y otros materiales en el fondo de canal. Entonces podemos concluir que un factor principal para esta patología reside en qué tan resistente es desde el punto de vista estructural o mecánico, la superficie expuesta al desgaste. A medida que la pasta se desgasta los agregados finos y gruesos quedan expuestos; la erosión y sus impactos provocarán una degradación adicional relacionada con agregados y la dureza de los agregados. Debido a que la erosión ocurre en la

superficie, del fondo y las márgenes del canal se puede deducir que es una patología que afecta a la estructura y que se debe tener en consideración en su proceso constructivo lo siguiente: baja relación agua-cemento en la superficie, utilizar aditivos reductores del agua, una mezcla dosificada de manera de eliminar la exudación, y una correcta gradación del agregado fino y el agregado grueso: el tamaño máximo del agregado grueso se debería seleccionar de manera de optimizarla trabajabilidad y minimizar el contenido de agua.

- Además, debemos de añadir que en la población en estudio se ha encontrado dos orígenes o causas fundamentales imprevistas, que generan las patologías del concreto, una de ellos es la nueva urbanización del Centro poblado de cayac, con viviendas que colindan con el canal de riego hasta en algunos tramos se sobre ponen las nuevas edificaciones, y en segundo lugar la instalación de una planta de tratamiento del sistema de saneamiento (desagüe). Que se ubica a 30m de la de la captación.

Referencias bibliográficas

1. Fernández de Castro Suarez E. Propuestas Metodológicas para la caracterización de testigos de presa con problemas expansivos. Tesis de master- Ingeniera Estructural y de la construcción. Barcelona España: Universitat Politecnica de Catalunya; 2012.
2. Suárez EEFdC. Patologías de Estructuras. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya;2012. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/18348/tfm%20%20e.%20fernandez%20de%20castro.pdf>. tesis de máster
3. Daily CP. Propuesta de Procedimiento para la Evaluación y Diagnóstico de obras Hidráulicas. Trabajo de Diplomado. Santa Clara Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Ingenieria Hidráulica; 2015.
4. Gonzalo L. Determinación y Evaluación de las patologías del concreto en el canal de regadío del distrito de Cabana, provincia de Pallasca, departamento de Ancash – diciembre 2015”. Titulo de Pregrado. Pallasca: Universidad Catolica los Angeles de Chimbote, Ancash; 2015.
5. Mogollón BDMM. Determinación y Evaluación de las. Tesis de pregrado. Tambogrande:, Piura; 2016.
6. Calva AMZ. Determinación y evaluación de las. Tesis pregrado. Sullana: Universidad Privada Antenor Orrego, Piura; 2015.
7. Fernando M.” Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto del Canal Yurac Yacu entre las Progresivas 0+000 – 1+000 sector Cachipampa, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash”, Titulo

- de Pregrado. Pallasca: Universidad Catolica los Angeles de Chimbote, Ancash; Junio – 2017.
8. Sissi G. Evaluación y Determinación de las Patologías del Concreto del Canal de Riego Pinar Huacrajirca, desde el tramo 0+000 al 1+000 del distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Ancash, mayo – 2017. Título de pregrado. Huaraz: Universidad Catolica los Angeles de Chimbote, Ancash; 2017.
 9. Giovene PC. Diaseño de Hidraulica de Canales; 2012.
 10. Agua And. Criterios de diseños de obras lima; 2010.
 11. Sandro C. Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto en el canal de riego de Antapluy entre las progresivas 1+000 al 2+000 en el centro poblado de Paltay, distrito de Tarica, provincia Huaraz, departamento Ancash, 2018 (Tesis para obter el titulo). Ancash, Peru: Universidad Catologica los Angeles de Chinbote-2017
 12. Ing. Carlos ABG. Fabricacion y Control de calidad de contrato, ASOCEM; Marzo, 2015.
 13. Vidal C. determinacion y evaluacion de patologias de concreto en el canal de riego I Tramo Quinreycancho – Uchucha, distrito de marcara, provinica de Carhuaz, region Ancash, Mayo – 2017 (Tesis para obter el titulo). Ancash, Peru Universidad Catologica los Angeles de Chinbote-2017. Disponible en: <http://erp.uladech.edu.pe/bibliotecavirtual/?ejemplar=00000044885>.
 14. Ing. Carlos ABG. Fabricacion y Control de calidad de contrato, ASOCEM; Marzo, 2015.

Anexos

Fotografías de la zona de estudio.



Fotografía N°01: Vista panorámica del canal de riego canal de riego de Cayac – Huishca.



Fotografía N°02: Patología de grieta en el canal en estudio .



Fotografía N°03: Visualización de Fisuras y grietas en el lado derecho e izquierdo del canal



Fotografía N°04: Identificación de patologías en el canal de riego Cayac – Huishca



Fotografía N°05: Identificación de patologías en el canal de riego Cayac – Huishca



Fotografía N°06: Canal de riego Cayac – Huishca muy cercana a las viviendas y edificaciones



Fotografía N°07 identificando la presencia de patologías Canal de riego Cayac – Huishca



Fotografía N°08- Identificando la presencia de patologías Canal de riego Cayac- Huishca

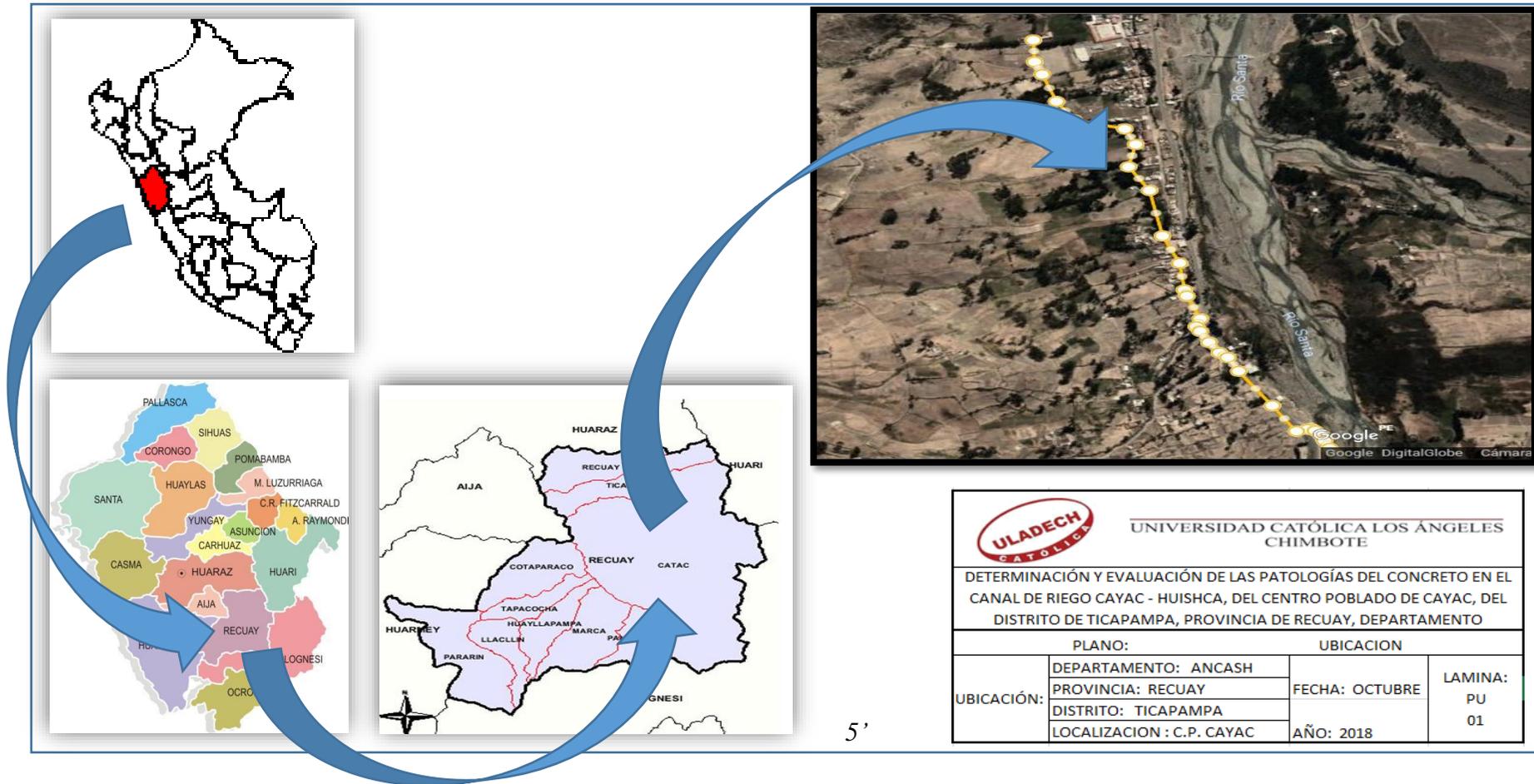


Fotografía N°09 Identificando la presencia de patologías Canal de riego Cayac – Huishca



Fotografía N° 10 identificando la presencia de árboles y bosque de contacto u Canal de riego Cayac – Huishca

Anexo 02: Plano de ubicación.



		UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	
DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL DE RIEGO CAYAC - HUIHCA, DEL CENTRO POBLADO DE CAYAC, DEL DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUAY, DEPARTAMENTO			
PLANO:		UBICACION	
UBICACIÓN:	DEPARTAMENTO: ANCASH	FECHA: OCTUBRE	LAMINA: PU 01
	PROVINCIA: RECUAY		
	DISTRITO: TICAPAMPA	AÑO: 2018	
LOCALIZACION : C.P. CAYAC			

5'