



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**CIVIL**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS**  
**PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL**  
**PARALES, ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 7+000**  
**HASTA KM 8+000, UBICADO EN EL SECTOR SAN**  
**JUAN DE CURUMUY, DISTRITO DE PIURA,**  
**PROVINCIA DE PIURA, REGIÓN PIURA,**  
**NOVIEMBRE 2018**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

AUTOR

BACH. LEONARDO CONTRERAS CORREA

ASESOR

MGTR. CARMEN CHILÓN MUÑOZ

PIURA, PERÚ

2019

**Título de la tesis**

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS  
PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL  
PARALES, ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 7+000  
HASTA KM 8+000, UBICADO EN EL SECTOR SAN  
JUAN DE CURUMUY, DISTRITO DE PIURA,  
PROVINCIA DE PIURA, REGIÓN PIURA,  
NOVIEMBRE 2018

**Firma del jurado y asesor**

Mgtr. Miguel Ángel Chan Heredia

PRESIDENTE

Mgtr. Wilmer Oswaldo Córdova Córdova

MIEMBRO

Ing. Orlando Valeriano Suárez Elías

MIEMBRO

Mgtr. Carmen Chilón Muñoz

ASESOR

## **Agradecimiento**

A Dios y a mi familia por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis y a todas las personas que fueron participes de manera directa o indirecta en este proceso.

## **Resumen**

El canal Parales, al mes de noviembre 2018, se encuentra abasteciendo de agua a San Juan de Curumuy, en el distrito y provincia de Piura. En una visita al lugar se observó que la infraestructura del canal presenta algunos daños que es necesario evaluar, para lo cual se propuso realizar un estudio de patologías del concreto a fin de determinar su nivel de daño. Se analizó el tramo comprendido entre las progresivas 7+000 hasta 8+000, el cual comprende dos tipos de sección: trapezoidal y rectangular, por lo que dentro de los objetivos del estudio se propuso determinar el nivel de daño de cada sección y compararlos. La evaluación se realizó usando una metodología cualitativa mediante inspección visual con una cartilla descriptiva, determinando los daños presentes en cada una de las veinticinco muestras en que se dividió el kilómetro afectado, y estableciendo un nivel de impacto de acuerdo a lo observado. Como resultado se determinó un nivel de daño moderado en esta parte del canal, dentro del cual la sección rectangular se encuentra mucho más afectada que la trapezoidal por la presencia de una grieta muy larga y otras patologías de menor proporción como erosión y desprendimiento, en comparación con el canal trapezoidal cuyo mayor daño es la presencia de mucha suciedad y vegetación. Se concluye entonces que existen ocho tipos de daño en el canal, siendo las fisuras y la vegetación las de mayor impacto así como el lado izquierdo del canal rectangular el más afectado, necesitando reparaciones urgentes.

Palabras clave: Patologías del concreto; Canal de irrigación; Parales; Grietas; Erosión.

## **Abstract**

The canal Parales, at November 2018, supply water to San Juan de Curumuy, in Piura city. During a visit to the town, it was observed that the infrastructure of the canal presents some damages that need to be evaluated, for which purpose it was proposed to carry out a pathological study of the concrete, in order to determine its damage level. The section between the progressives 7+000 to 8+000 was analyzed, which have two types of section: trapezoidal and rectangular, so that within the objectives of the study it was proposed to determine the damage level of each one and compare them. The evaluation was carried out using a qualitative methodology through visual inspection with a descriptive primer, determining the damages present in each of the twenty-five samples in which the affected kilometer was divided, and establishing an impact level according to what was observed. As a result, a moderate level of damage was determined in this part of the channel, within which the rectangular section is much more affected than the trapezoidal due to the presence of a very long crack and other pathologies of lesser proportion such as erosion and detachment, in comparison with the trapezoidal channel whose greatest damage is the presence of a lot of dirt and vegetation. It is concluded that there are eight types of damage in the channel, with fissures and vegetation having the greatest impact, as well as the left side of the rectangular channel being the most affected, requiring urgent repairs.

**Keywords:** Concrete pathologies; Irrigation canal; Parales; Cracks, Erosion.

## Contenido

<b>Título de la tesis.....</b>	<b>ii</b>
<b>Firma del jurado y asesor .....</b>	<b>iii</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>iv</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>v</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>ix</b>
<b>Índice de gráficos .....</b>	<b>x</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo I. Revisión de literatura .....</b>	<b>5</b>
1.1. Antecedentes de estudio .....	5
1.1.1. Antecedentes internacionales.....	5
1.1.2. Antecedentes nacionales .....	8
1.1.3. Antecedentes locales .....	10
1.2. Patología estructural.....	12
1.3. Concreto .....	20
1.4. Canal de irrigación .....	29
<b>Capítulo II. Metodología .....</b>	<b>37</b>
2.1. Tipo y nivel de investigación .....	37
2.2. Diseño de investigación .....	38
2.3. Población y muestra .....	39
2.4. Variables .....	41
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
2.6. Plan de análisis .....	42
2.7. Matriz de consistencia.....	45
2.8. Principios éticos .....	45
<b>Capítulo III. Resultados .....</b>	<b>46</b>
3.1. Hoja de evaluación de la muestra N° 01 .....	46
3.2. Hoja de evaluación de la muestra N° 02 .....	48
3.3. Hoja de evaluación de la muestra N° 03 .....	50
3.4. Hoja de evaluación de la muestra N° 04 .....	52
3.5. Hoja de evaluación de la muestra N° 05 .....	54

3.6.	Hoja de evaluación de la muestra N° 06 .....	56
3.7.	Hoja de evaluación de la muestra N° 07 .....	58
3.8.	Hoja de evaluación de la muestra N° 08 .....	60
3.9.	Hoja de evaluación de la muestra N° 09 .....	62
3.10.	Hoja de evaluación de la muestra N° 10 .....	64
3.11.	Hoja de evaluación de la muestra N° 11 .....	66
3.12.	Hoja de evaluación de la muestra N° 12 .....	68
3.13.	Hoja de evaluación de la muestra N° 13 .....	70
3.14.	Hoja de evaluación de la muestra N° 14 .....	72
3.15.	Hoja de evaluación de la muestra N° 15 .....	74
3.16.	Hoja de evaluación de la muestra N° 16 .....	76
3.17.	Hoja de evaluación de la muestra N° 17 .....	78
3.18.	Hoja de evaluación de la muestra N° 18 .....	80
3.19.	Hoja de evaluación de la muestra N° 19 .....	82
3.20.	Hoja de evaluación de la muestra N° 20 .....	84
3.21.	Hoja de evaluación de la muestra N° 21 .....	86
3.22.	Hoja de evaluación de la muestra N° 22 .....	88
3.23.	Hoja de evaluación de la muestra N° 23 .....	90
3.24.	Hoja de evaluación de la muestra N° 24 .....	92
3.25.	Hoja de evaluación de la muestra N° 25 .....	94
3.26.	Resumen de resultados .....	96
<b>Capítulo IV. Análisis de resultados .....</b>		<b>98</b>
4.1.	Análisis de las muestras de la sección trapezoidal.....	98
4.2.	Análisis de las muestras de la sección rectangular.....	100
4.3.	Estado del canal Parales entre las progresivas 7+000 hasta 8+000 .....	103
<b>Conclusiones .....</b>		<b>110</b>
<b>Aspectos complementarios .....</b>		<b>112</b>
<b>Referencias .....</b>		<b>113</b>
<b>Anexos .....</b>		<b>116</b>

## Índice de figuras

Figura 1. Estructura de concreto afectada por múltiples patologías .....	13
Figura 2. Origen de las patologías en las estructuras.....	14
Figura 3. Nivel de análisis no destructivo del Método de Tres Niveles. ....	17
Figura 4. Esquema de inspección preliminar para evaluar una estructura.....	17
Figura 5. Concreto en encofrado.....	21
Figura 6. Factores que influyen en la resistencia del concreto. ....	22
Figura 7. Corrosión del acero y desprendimientos. ....	24
Figura 8. Desintegración del concreto. ....	24
Figura 9. Fisuras en el concreto. ....	25
Figura 10. Erosión y aparición de los agregados. ....	26
Figura 11. Descascaramiento y pérdida del recubrimiento.....	26
Figura 12. Desprendimiento y rotura del concreto. ....	27
Figura 13. Vegetación creciendo en el concreto.....	28
Figura 14. Causas de la degradación del concreto.....	28
Figura 15. Diferencias entre el canal en tierra y el canal revestido. ....	30
Figura 16. Formas que puede tener la sección de un canal.....	33
Figura 17. Elementos geométricos de la sección transversal de un canal. ....	34
Figura 18. Principales problemas que afectan a los canales de riego. ....	36
Figura 19. Secciones trapecoidal y rectangular del canal Parales .....	40

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 01 .....	47
Gráfico 2. Estado de los elementos de la Muestra N° 01 .....	47
Gráfico 3. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 02 .....	49
Gráfico 4. Estado de los elementos de la Muestra N° 02 .....	49
Gráfico 5. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 03 .....	51
Gráfico 6. Estado de los elementos de la Muestra N° 03 .....	51
Gráfico 7. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 04 .....	53
Gráfico 8. Estado de los elementos de la Muestra N° 04 .....	53
Gráfico 9. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 05 .....	55
Gráfico 10. Estado de los elementos de la Muestra N° 05 .....	55
Gráfico 11. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 06 .....	57
Gráfico 12. Estado de los elementos de la Muestra N° 06 .....	57
Gráfico 13. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 07 .....	59
Gráfico 14. Estado de los elementos de la Muestra N° 07 .....	59
Gráfico 15. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 08 .....	61
Gráfico 16. Estado de los elementos de la Muestra N° 08 .....	61
Gráfico 17. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 09 .....	63
Gráfico 18. Estado de los elementos de la Muestra N° 09 .....	63
Gráfico 19. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 10 .....	65
Gráfico 20. Estado de los elementos de la Muestra N° 10 .....	65
Gráfico 21. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 11 .....	67
Gráfico 22. Estado de los elementos de la Muestra N° 11 .....	67
Gráfico 23. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 12 .....	69
Gráfico 24. Estado de los elementos de la Muestra N° 12 .....	69
Gráfico 25. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 13 .....	71
Gráfico 26. Estado de los elementos de la Muestra N° 13 .....	71
Gráfico 27. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 14 .....	73
Gráfico 28. Estado de los elementos de la Muestra N° 14 .....	73
Gráfico 29. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 15 .....	75
Gráfico 30. Estado de los elementos de la Muestra N° 15 .....	75
Gráfico 31. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 16 .....	77

Gráfico 32. Estado de los elementos de la Muestra N° 16 .....	77
Gráfico 33. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 17 .....	79
Gráfico 34. Estado de los elementos de la Muestra N° 17 .....	79
Gráfico 35. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 18 .....	81
Gráfico 36. Estado de los elementos de la Muestra N° 18 .....	81
Gráfico 37. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 19 .....	83
Gráfico 38. Estado de los elementos de la Muestra N° 19 .....	83
Gráfico 39. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 20 .....	85
Gráfico 40. Estado de los elementos de la Muestra N° 20 .....	85
Gráfico 41. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 21 .....	87
Gráfico 42. Estado de los elementos de la Muestra N° 21 .....	87
Gráfico 43. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 22 .....	89
Gráfico 44. Estado de los elementos de la Muestra N° 22 .....	89
Gráfico 45. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 23 .....	91
Gráfico 46. Estado de los elementos de la Muestra N° 23 .....	91
Gráfico 47. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 24 .....	93
Gráfico 48. Estado de los elementos de la Muestra N° 24 .....	93
Gráfico 49. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 25 .....	95
Gráfico 50. Estado de los elementos de la Muestra N° 25 .....	95
Gráfico 51. Áreas totales (en m <sup>2</sup> ) afectadas por patologías .....	97
Gráfico 52. Impacto de patologías en la sección trapezoidal .....	98
Gráfico 53. Distribución del daño en la sección trapezoidal .....	99
Gráfico 54. Distribución del daño en los elementos de la sección trapezoidal .....	100
Gráfico 55. Impacto de patologías en la sección rectangular .....	101
Gráfico 56. Distribución del daño en la sección rectangular .....	102
Gráfico 57. Distribución del daño en los elementos de la sección rectangular .....	102
Gráfico 58. Comparación del estado de las 25 muestras analizadas .....	103
Gráfico 59. Distribución del nivel de daño en el canal Parales .....	103
Gráfico 60. Impacto de las patologías en el canal Parales .....	104
Gráfico 61. Distribución del daño en los elementos del canal Parales .....	105
Gráfico 62. Distribución del impacto de las patologías en la sección trapezoidal ..	105
Gráfico 63. Distribución del impacto de las patologías en la sección rectangular ..	106

Gráfico 64. Porcentaje de área afectada del kilómetro evaluado.....	106
Gráfico 65. Áreas afectadas por patologías en el canal trapezoidal .....	107
Gráfico 66. Áreas afectadas por patologías en el canal rectangular .....	107

## Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de la variable.....	41
Tabla 2. Indicadores para determinar el nivel de daño por cada patología .....	43
Tabla 3. Indicadores para determinar el nivel de daño en los elementos del canal ...	44
Tabla 4. Indicadores para determinar el nivel de daño en la muestra.....	44
Tabla 5. Indicadores para determinar el nivel de daño de la sección del canal .....	44
Tabla 6. Matriz de consistencia de la investigación. ....	45
Tabla 7. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 01 .....	46
Tabla 8. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 02.....	48
Tabla 9. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 03.....	50
Tabla 10. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 04.....	52
Tabla 11. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 05.....	54
Tabla 12. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 06.....	56
Tabla 13. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 07.....	58
Tabla 14. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 08.....	60
Tabla 15. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 09.....	62
Tabla 16. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 10.....	64
Tabla 17. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 11.....	66
Tabla 18. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 12.....	68
Tabla 19. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 13.....	70
Tabla 20. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 14.....	72
Tabla 21. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 15.....	74
Tabla 22. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 16.....	76
Tabla 23. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 17.....	78
Tabla 24. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 18.....	80
Tabla 25. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 19.....	82
Tabla 26. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 20.....	84
Tabla 27. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 21.....	86
Tabla 28. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 22.....	88
Tabla 29. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 23.....	90
Tabla 30. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 24.....	92
Tabla 31. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 25.....	94

Tabla 32. Nivel de daño y patología principal de las 25 muestras .....	96
Tabla 33. Nivel de daño en las secciones del canal Parales .....	96
Tabla 34. Áreas parciales (en m <sup>2</sup> ) afectadas por patologías (25 muestras) .....	97

## **Introducción**

Cuando una estructura de concreto se fisura, se le desprende una parte o presenta algún tipo de deterioro, sin haber ocurrido un desastre o haber sido víctima de algún ataque, la gente suele preguntarse por qué será que ha ocurrido tal fenómeno. A estas fallas o deterioros que aparecen con el tiempo en las estructuras de concreto se les denomina, en términos ingenieriles, patologías de la construcción. Suceden por diversas causas, desde cosas tan básicas como hacer mal una mezcla de mortero que al poco tiempo se partirá, hasta cosas más complejas como un mal diseño de la estructura o errores en las especificaciones técnicas de construcción, sin dejar de lado por supuesto la más común de todas: el uso que se le da a la estructura y su mantenimiento correctivo, porque el paso del tiempo también provoca daños en las estructuras, así como lo hace el medio ambiente en el que se encuentra.

En general, una estructura de concreto siempre va a presentar algún tipo de daño, por muy leve que este sea, o incluso alguno que no sea visible, como la corrosión del acero interno. Pero no todos los daños requieren atención. Una pequeña fisura en una pared de cien metros de largo no representa ninguna amenaza y pueden pasar muchos años sin que llegue a representar algún peligro. Y hay otras que requieren de un menor esfuerzo y presupuesto para ser reparadas. Por lo tanto, cuando una estructura está afectada se suele recurrir a realizar análisis patológicos de diversos tipos que permitan tener cierto detalle sobre el problema real que representan los daños y deterioros de las estructuras de concreto. Algunos de estos estudios son básicos, como el realizado en el presente documento, mientras otros pueden ser muy especializados: incluyen pruebas de laboratorio y ensayos que

requieren extraer elementos de la estructura afectada para su análisis. Todo depende de lo que se busque obtener con el estudio y de la necesidad de su realización. Generalmente los estudios más específicos y avanzados suelen ocurrir luego de los estudios básicos, cuando estos han encontrado problemas que requieren una explicación más detallada o un análisis especial.

En el caso que concierne a este estudio, se planteó la necesidad de evaluar la estructura de concreto del canal Parales, ubicado en la zona de San Juan de Curumuy, en el distrito y provincia de Piura. Dicha estructura, que abastece de agua a esa zona agrícola en más de cinco mil hectáreas, tiene ya varios años de servicio, desde fines de los años setenta en que se construyó como parte de la primera etapa del proyecto especial Chira Piura. Si bien el canal tiene ocho kilómetros de largo y un caudal de  $4.8 \text{ m}^3/\text{s}$ , se optó por evaluar el tramo final del canal, un kilómetro comprendido desde la progresiva 7+000 hasta el final, debido a que en esta parte el canal tiene menos agua durante esta época y además posee dos tipos de construcción: un canal trapezoidal de 480 metros y otro canal rectangular de 520 metros, para poder comparar ambas estructuras. A pesar de que no es posible extender completamente todos los resultados de la sección trapezoidal a los siete kilómetros anteriores, se puede tener una idea general de cómo está la estructura a partir de la evaluación de este tramo.

Es así que, además de establecer el estado actual del canal Parales, el objetivo de este estudio es determinar cuáles son las patologías que hay dentro del tramo seleccionado y comparar el estado de las formas trapezoidal y rectangular, determinando el impacto de cada patología en las paredes del canal y en la losa de fondo. Para lograrlo, y debido a la poca disponibilidad de recursos financieros para

hacer análisis más específicos del concreto, se optó por hacer una evaluación visual detallada de todo el tramo elegido, describiendo las características de lo observado en las distintas visitas que se hizo al canal. Este tipo de análisis está basado en una metodología cualitativa mediante la cual se pondera el estado de acuerdo a lo que se observa y a la pericia del observador. Para este caso, se basó la calificación del daño de acuerdo a lo estudiado en otros documentos nacionales e internacionales sobre estudios patológicos, de manera que se construyeron unas tablas guía para la evaluación del daño en función de las características de cada patología hallada sobre cada elemento observado, para poder establecer una escala de daño de tres niveles: leve, moderado, severo.

Como resultado de la investigación se obtuvo detalles más que interesantes. Primero, se halló que, efectivamente, el canal Parales presenta diversos tipos de daño. En el tramo analizado se encontró ocho patologías distintas. Segundo, las ocho patologías halladas no se encuentran en todo el tramo; en la sección trapezoidal solo hay seis de ellas mientras que en la rectangular si se hallaron las ocho patologías. Además, la sección rectangular tiene mayor daño, principalmente en los lados, y con mayor proporción en el lado izquierdo, donde se halló una gran grieta, muy extensa, poco más de la mitad de la sección en su medida de longitud, de manera que requiere atención urgente. En el otro lado del canal rectangular también hay una gran grieta, de menor longitud pero que también requiere atención.

Mientras tanto, en la otra sección, la trapezoidal, el principal problema se halla en la losa de fondo. Vegetación y suciedad en grandes proporciones. Por supuesto, no es lo mismo un problema de vegetación o suciedad que una grieta profunda, por lo que a pesar de que los resultados generales del estudio indican que

ambas secciones se encuentran en estado Moderado, los porcentajes de afectación de cada elemento y el tipo de patologías halladas así como su nivel de impacto permiten determinar que la sección trapezoidal se encuentra en buen estado (varias muestras tienen nivel de daño leve) y que solo requiere de mucha limpieza y algunas reparaciones menores, mientras que en la otra sección si es necesario una reparación especial para la grieta y un monitoreo de toda esa sección, en especial de la parte final, que fue la única muestra que se halló en estado severo.

La conclusión final del estudio es que el Canal Parales, entre las progresivas 7+000 hasta 8+000, se encuentra en condiciones regulares. Debido a su nivel de daño moderado necesita monitoreo y reparaciones. Las fisuras de ambos lados del canal rectangular tienen que repararse porque de lo contrario los trozos de concreto caerán a la losa y dependiendo de su tamaño van a obstruir el paso del agua además que se debilita el concreto de las paredes y se irá rajando progresivamente hasta desmoronar toda la parte superior. También es necesaria una limpieza, a pesar de que la vegetación y la suciedad halladas no son tan destructivas con el concreto si pueden ser contaminantes del agua.

## Capítulo I. Revisión de literatura

### 1.1. Antecedentes de estudio

#### 1.1.1. Antecedentes internacionales

- a) **Determinación del volumen de sedimentos transportados en el canal 1C de la conducción principal del proyecto de riego Zapotillo,** presentado por Guadalupe Masache, Aníbal Macas y José Eduardo Pauta a la Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador).

**Objetivo:** Las metas son cuantificar el volumen de pérdida de suelo anual previsible por hectárea en el área de estudio y elaborar un estudio de carácter práctico para lo cual se hace una descripción de los procesos erosivos y sus efectos, así como también realizar una descripción del modelo de la ecuación de pérdida del suelo revisada, que se aplica para cumplir con los objetivos mencionados.

Los autores analizan el canal 1C, que tiene una longitud de 32.52 km y está constituido por 1 canal abierto, 75 pasos subterráneos, 44 pasos superiores, 158 alcantarillas, 8 sifones, 16 pasos vehiculares, 90 pasos peatonales y 1 repartidor de caudales; transporta un caudal de 6.72 m<sup>3</sup>/s hasta el repartidor y de 1.32 m<sup>3</sup>/s luego de su derivación a la conducción 3-C. La sección del canal es trapezoidal con taludes 4:1 y 2.2m de solera. La tabla utilizada para medir los grados de erosión tiene cinco niveles: Muy baja (soliflucción, hundimiento), Baja (erosión laminar, menos de 25%), Media (erosión severa, terracetos, entre 25% y 75% del área del terreno), Alta (pérdida casi total, erosión combinada, derrumbes), Muy Alta (erosión en cárcavas, derrumbes y deslizamientos frecuentes).

**Conclusiones:** Los autores concluyen que la erosividad por efecto de la lluvia es alta. Al tener valores significativos en la parte alta, decreciendo en la parte media y baja se demuestra que la altitud tiene un efecto directo en el comportamiento de la fuerza erosiva de la precipitación. Además, se aprecia que las áreas cubiertas por pasto natural ofrecen una buena protección contra la fuerza erosiva de las lluvias y la escorrentía superficial. También se concluye que los suelos de textura franco arenoso son los que presentan la mayores pérdidas de suelo, debido a la presencia de cantidades significativas de arena fina y por la escasa cohesión existente entre sus partículas, siendo que la topografía tiene un efecto marcado en las tasas de erosión, teniendo esta una relación directa y proporcional entre la pendiente y la pérdida de suelo. Finalmente, mediante el modelo RUSLE aplicado en el área, se determinó tasas de pérdida de suelo que varían en rangos significativos, demostrando que no existe uniformidad en los factores debiéndose principalmente a lo irregular de la topografía, los tipos de suelo, cobertura existente y debido a la ausencia de prácticas de control en la zona.

- b) **Infiltración y erosión: sus efectos sobre la red de canales a partir de la regulación del río Mendoza**, presentado por Juan Gustavo Satlari a la Universidad de Cuyo (Mendoza, Argentina).

**Objetivo:** Analizar diversos estudios técnicos sobre los recursos hídricos de la red de canales de dicho río. El autor señala que este río transporta una importante cantidad de sólidos en suspensión que son retenidos por el embalse que forma un dique denominado Potrerillos, de capacidad

450hm<sup>3</sup>, de forma que el agua que sale del dique no contiene sólidos en suspensión, y tiene dos efectos sobre los canales no impermeabilizados: procesos erosivos y aumentos de infiltración, lo que deteriora las estructuras y aumenta la pérdida de agua, por lo cual se han venido realizando una serie de estudios de sedimentología por parte de una comisión especial, que el autor de la tesis ha analizado.

Dentro de este proceso de análisis se evalúan los estudios realizados sobre el río así como los análisis técnicos de las características del agua para describir procesos erosivos. También se analizan los estudios de suelo y los criterios de distribución del agua (la red de canales) para evaluar los niveles freáticos. La metodología consiste en describir y analizar todos estos estudios que se han realizado sobre la red de agua de la provincia argentina, evaluando las ventajas y desventajas de cada método utilizado para medir la eficiencia de conducción y la infiltración en los canales, así como los resultados que se obtienen de cada método para poder determinar cuál es el que mejor se adapta al río Mendoza.

**Conclusiones:** Como conclusiones del estudio se logra determinar que el mejor método es el Método de entradas y salidas; además se menciona que los estudios realizados hasta ese momento son insuficientes y que las características topográficas hacen complicada la medición de la eficiencia de conducción. También se concluye que la erosión y la infiltración han incidido de manera distinta según las características de suelo, traza, pendiente y sector de cada canal.

### 1.1.2. Antecedentes nacionales

- a) **Determinación y evaluación de patologías del concreto en el canal de riego Ishinca entre las progresivas 3+000 al 4+000 en distrito de Tarica, provincia Huaraz, departamento Ancash**, presentada por Roberto Ortiz Córdova a la Universidad Los Ángeles de Chimbote.

**Objetivo:** Estudiar las patologías del concreto en dicho canal de riego ubicado en la Cordillera Blanca a fin de poder analizar el grado de afectación que presenta la estructura de concreto y poder determinar su condición de servicio, debido a que el canal posee una vida útil de veinte años y aparentemente no se encuentra en las mejores condiciones. La metodología que utilizó para elaborar su informe fue de tipo descriptiva con enfoques mixtos, muestreando el kilómetro evaluado en secciones de igual tamaño tomando como referencia las juntas del canal. En este punto, se puede extraer de su informe dos aportes para la investigación que aborda este documento: la Tabla 3 del informe de Ortiz agrupa una serie de patologías con descripciones de los niveles de daño (leve, moderado, severo) que se utiliza como referencia para la recolección de la información requerida para el análisis de daños; y las fichas de evaluación de las unidades de muestra (Tabla 7 y posteriores del documento) que proporcionan una idea general para la evaluación de las muestras del canal Parales. Estas fichas están divididas en cinco secciones: los datos generales de la ficha, un gráfico de corte de la muestra evaluada (sección del canal), un croquis de ubicación de la unidad de muestra, el estado de

la muestra con los datos de las patologías halladas (en porcentaje) para cada elemento del canal y un gráfico de barras para destacar los hallazgos.

**Conclusiones:** Su principal conclusión establece el estado del canal otorgándole una condición de servicio regular por la presencia de doce patologías. Los niveles de severidad porcentual en la escala de tres valores fueron: Leve 31%, Moderado 40% y Severo 29%, siendo Moderado el nivel más relevante por lo que se recomienda actividades de mantenimiento periódico y rutinario.

- b) **Evaluación de los factores que influyen en el comportamiento del concreto para proponer acciones correctivas en el canal de la tercera toma de Ranrahirca Yungay, Ancash**, presentado por Adelaida Sáenz Jamanca a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

**Objetivo:** Determinar los agentes físicos y químicos que están atacando la estructura, evaluar su resistencia a la compresión e inspeccionar las patologías más severas.

Dentro de dicho informe, el apartado 4.1.6 dedicado a la inspección visual para determinar las características de las lesiones del canal propone una ficha técnica para analizar diversos tramos, en la cual detalla las condiciones de servicio (función, tipo de agua), las lesiones a través de los síntomas observados y alternativas de solución para cada caso. En este estudio se observa una evaluación distinta que opta por describir los factores de mayor incidencia y deterioros más significativos de manera textual y gráfica en lugar de determinar porcentajes de daño de cada patología para establecer un nivel de severidad, de manera que,

complementando a la ficha del antecedente previo, se tiene otra forma de presentar los resultados del trabajo investigativo.

La metodología que emplea la investigadora es aplicada de nivel descriptivo con dos diseños: uno pre experimental para cuatro variables cuantitativas (agentes químicos, agentes físicos, resistencia a la comprensión y daño estructural), para lo cual requirió ensayos de laboratorio; y otro diseño no experimental para la variable cualitativa (inspección visual de las zonas expuestas a mayor desgaste) para la cual utilizó la ficha técnica.

**Conclusiones:** Se concluye, en torno a la inspección visual, que la estructura presenta deterioros significativos en la 3ª toma (fisuras, eflorescencia, desagregación, etc.), probablemente causados porque el concreto utilizado no ha sido el adecuado para las condiciones de explotación y agresividad del ambiente y la falta de mantenimiento del canal.

### **1.1.3. Antecedentes locales**

- a) **Determinación y Evaluación de las patologías del concreto en el canal principal de regadío Biaggio Arbulú del caserío de Miraflores entre las progresivas 0+000 al km 1+413 del distrito de Castilla, provincia de Piura, región Piura, julio – 2016**, presentado por Luis Gómez Taboada a la Universidad Los Ángeles de Chimbote.

**Objetivo:** Determinar el estado del canal Biaggio Arbulú mediante el estudio y análisis de las patologías del concreto, utilizando una metodología similar a la que presenta el trabajo de Ortiz (antecedente

1.1.2 a), mediante la cual analizan el concreto de las estructuras a través de la observación y medición de las áreas afectadas por patologías, determinando el porcentaje de daño en los elementos del canal para estimar un nivel de afectación o severidad.

**Conclusiones:** El estudio del canal analizado por Gómez concluyó que la principal patología es la Eflorescencia con un área total de 3889.1m<sup>2</sup>, que equivale al 14.2% del total del área afectada; asimismo, el autor comenta que el 37.49% del área total del canal se encuentra afectada por patologías y la mayoría se encuentra en estado de afectación leve, por lo cual considera que el estado promedio del canal se encuentra con un nivel de severidad leve.

b) **Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el canal Puyuntalá, entre las progresivas km 0+000 hasta km 1+000, sector Catacaos, distrito de Catacaos, provincia de Piura, región Piura, agosto 2018**, presentado por Juan Carlos Uribe Osorio a la Universidad Los Ángeles de Chimbote.

**Objetivo:** Identificar las patologías del concreto en el canal, evaluar el área afectada e identificar los daños correspondientes a cada uno de los elementos del canal para dar a conocer el nivel de severidad de la estructura.

**Conclusiones:** Se concluye que la patología predominante es la vegetación con un 12.67 % a nivel de toda la muestra y se tiene un nivel de severidad predominante moderado.

## 1.2. Patología estructural

(Helene)<sup>1</sup>. Puede ser definida como la parte de la Ingeniería que estudia los síntomas, los mecanismos, las causas y los orígenes de los defectos de las obras civiles. Los problemas patológicos, salvo raras excepciones, presentan manifestaciones externas características, a partir de las cuales se puede deducir cuál es su naturaleza, el origen y los mecanismos de los fenómenos involucrados, así como estimar sus probables consecuencias.

(Eralte)<sup>2</sup>. Cualquier obra de construcción, si está bien diseñada y construida, no debería tener problemas durante su vida útil. (Helene)<sup>1</sup> Aunque en general, las estructuras de concreto siempre presentan algún síntoma de deterioro, no todos pueden ser definidos como manifestaciones patológicas graves. Los síntomas más comunes, de mayor incidencia en el concreto son las fisuras, las eflorescencias, las manchas en el concreto arquitectónico, la corrosión de las armaduras, las oquedades superficiales o huecos dejados por el colado.

Por otra parte, (Avendaño)<sup>3</sup> menciona que las patologías que sufre una estructura de concreto se pueden clasificar según la etapa del proyecto en donde se originan. A su vez, (Treviño)<sup>4</sup> añade que factores diversos, originados en las etapas de planeación, diseño y ejecución de obra, van a influir en el deterioro del propio concreto, por acciones de tipo físico, químico o biológico, con tendencia a agravarse con el tiempo. Sobre esto, se cree que (Treviño)<sup>4</sup> aproximadamente el 40% de los defectos, daños y deterioros se originan en las etapas de planeación y diseño y el 45% se originan en la etapa de ejecución de obra. En la Figura 1 se puede observar un ejemplo de una estructura de concreto afectada por patologías. En la Figura 2 se muestra un esquema del origen de las patologías.



Figura 1. Estructura de concreto afectada por múltiples patologías  
Fuente: (E-STRUCT)<sup>5</sup>

Algunas de las razones por las cuales las estructuras de concreto presentan defectos constructivos son, de acuerdo con (Avendaño)<sup>3</sup>:

- No considerar las condiciones ambientales y de servicio que soportará la estructura.
- Omitir el diseño de juntas de contracción, dilatación o construcción.
- Omitir o diseñar inadecuadamente los sistemas de drenaje.
- Omitir en las notas técnicas las características de los materiales requeridos.
- Dimensionar inadecuadamente los elementos.
- No considerar aspectos críticos de durabilidad.
- Dosificar inadecuadamente la mezcla de concreto.
- Omitir controles de calidad para el concreto y acero de refuerzo.
- Cometer errores en la interpretación de los planos.
- Ejecutar inadecuadamente el montaje de elementos prefabricados.
- Cargar la estructura prematuramente.

- Picar elementos para introducir tuberías de instalaciones electromecánicas.
- Cambio de uso o abuso de la estructura y falta de mantenimiento.

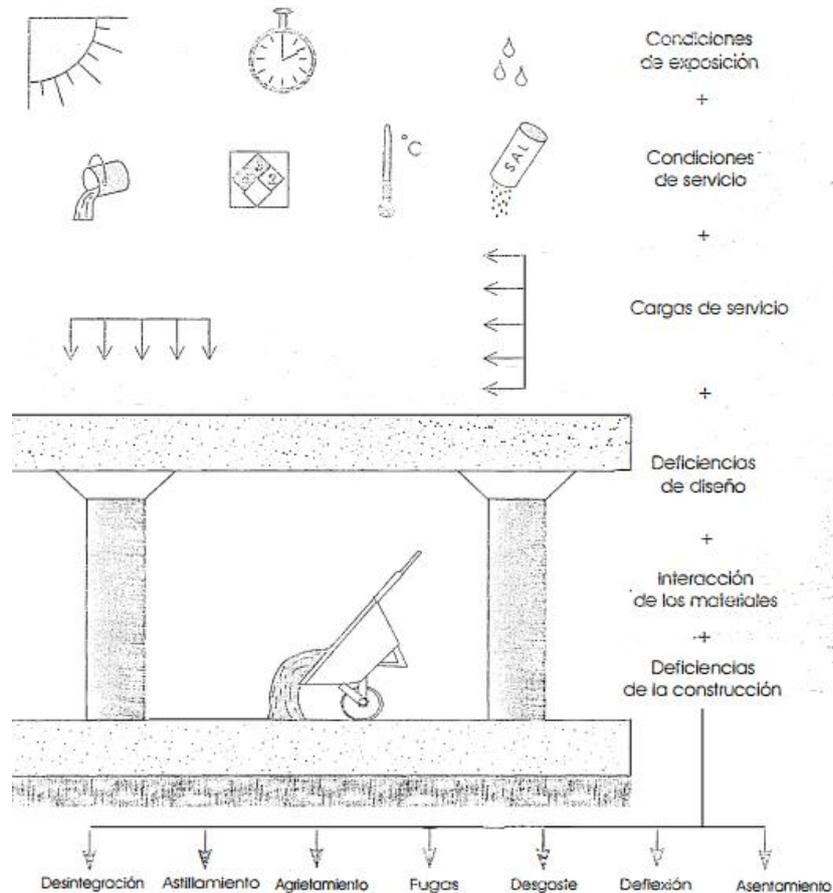


Figura 2. Origen de las patologías en las estructuras.  
Fuente: (Emmons)<sup>6</sup>

(Treviño)<sup>4</sup> manifiesta que las fallas que presenta una estructura se pueden clasificar, de acuerdo a la etapa en la que se originan, en: Defectos, si son consecuencia de errores u omisiones cometidos en las etapas de planeación y diseño; Deterioros, si son causados por agresiones físicas, químicas o biológicas externas o por influencias autógenas internas, que suceden durante la etapa de uso; y Daños, que comprende todas las lesiones externas o internas que sufre el elemento provocadas por la violencia exterior debido a su exposición, o a consecuencia de situaciones

extraordinarias como los desastres. (Helene)<sup>1</sup> complementa afirmando que los problemas patológicos solo se manifiestan, es decir, son visibles, después de la ejecución propiamente dicha y normalmente ocurren con mayor incidencia en la etapa de uso. Ciertos problemas, -continúa- solo aparecen con intensidad después de seis a doce años, y un elevado porcentaje de las manifestaciones patológicas se origina en la etapa de planeación, siendo en general fallas más graves por lo que siempre es preferible invertir más tiempo en el detallado de la estructura.

(Astorga)<sup>7</sup> La diversidad de patologías que se manifiestan es infinita y difícilmente se logra determinar con precisión, todas las causas o motivos de muchas de las manifestaciones que presentan las estructuras, por lo que para la realización de un análisis patológico puede ser necesario especificar cuáles son las fallas que se analizarán y cómo serán evaluadas con el fin de establecer un criterio uniforme que permita establecer correctamente el estado de la estructura.

Un primer diagnóstico puede ser a partir de una inspección visual. (Helene)<sup>1</sup> menciona que los daños pueden ser descritos y clasificados a partir de detalladas y experimentadas observaciones visuales. Por otro lado, (Muñoz)<sup>8</sup> manifiesta que se pueden realizar distintos tipos de inspecciones de acuerdo a la necesidad que se tenga, ya que solo las condiciones propias del inmueble en consideración pueden definir la prevalencia de una o varias de ellas, estableciendo cuatro tipos de inspección: preliminar, detallada, especial y rutinaria o de mantenimiento. Según (Helene)<sup>1</sup> se debe tener en consideración además que, aunque cierta manifestación tenga elevada incidencia, desde el punto de vista de las consecuencias en relación al comportamiento estructural y al costo de reparación, pueden ser menos significativas.

(Avendaño)<sup>3</sup> sugiere realizar el diagnóstico mediante un esquema conocido como Método de Tres Niveles, en el que la primera etapa, que se denomina Análisis No Destructivo, incluye la recopilación de información sobre el diseño y construcción de la estructura, del medio ambiente que la rodea y del historial de servicio; para luego continuar con una inspección de la obra y por último hacer una valoración de las condiciones de la obra. El nivel dos de diagnóstico realiza un Análisis Destructivo, y se utiliza solo si se requiere una evaluación más detallada, ya que incluye tomar muestras del concreto y de las sustancias o elementos hallados para su posterior análisis en laboratorio.

El primer nivel de diagnóstico de este método, cuyo objetivo es “identificar y ubicar los elementos que presentan cualquier irregularidad o se encuentran afectados por algún mecanismo de daño” (Avendaño)<sup>3</sup>, coincide con la Inspección Preliminar planteada por (Muñoz)<sup>8</sup>, en la cual se recorre el inmueble para formarse una idea clara y precisa del estado general, evaluar el tipo de problemas que la afectan con lo cual, se determina si es necesario una inspección más rigurosa. En la Figura 3 se observa el primer nivel y en la Figura 4 un diagrama de inspección preliminar.

También (Porto)<sup>9</sup> menciona una metodología de tres etapas para el proceso de investigación de una estructura: la prediagnos, que consiste en un primer reconocimiento general de la estructura para establecer una primera valoración y la necesidad de una segunda etapa; la diagnosis, en la que se recoge la información necesaria mediante ensayos de información complementaria para determinar el estado con relación a la seguridad y a las expectativas de durabilidad; y un dictamen final, que es un informe en base a las etapas anteriores para determinar los motivos de las fallas y la forma de intervención de la estructura para solucionar el problema.

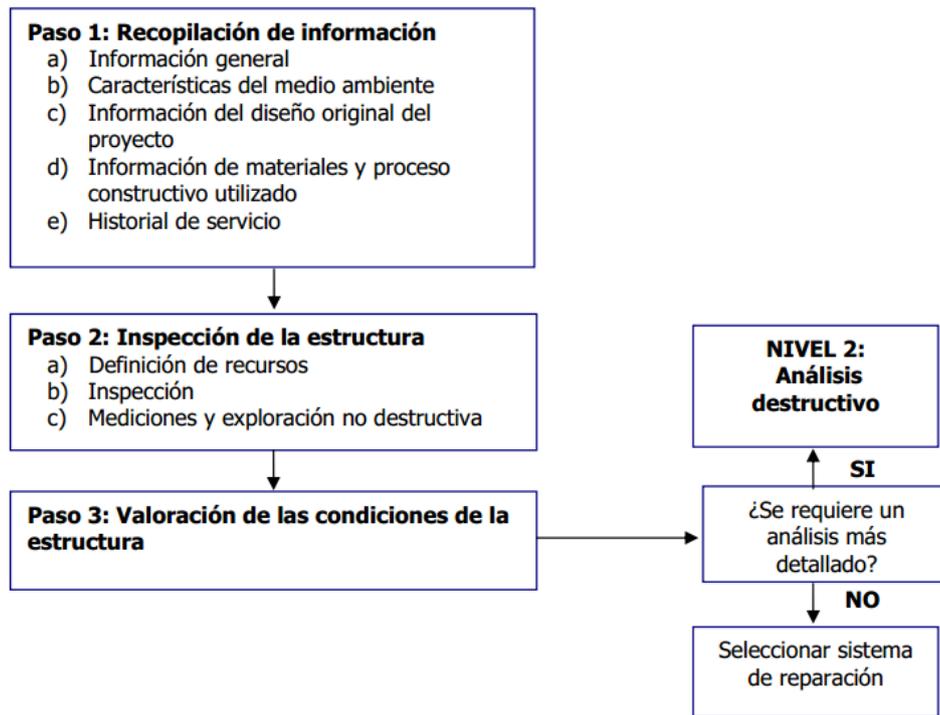


Figura 3. Nivel de análisis no destructivo del Método de Tres Niveles.  
Fuente: (Avendaño)<sup>3</sup>



Figura 4. Esquema de inspección preliminar para evaluar una estructura.  
Fuente: (Alcócer y otros)<sup>10</sup>

La inspección preliminar permite tener una idea general del contexto que rodea la estructura con problemas y constituye una etapa muy importante en la evaluación y posterior reparación de los elementos dañados. Para determinar la naturaleza, las causas y la extensión del problema, se hace necesario una serie de acciones de inspección y como primer paso se debe recopilar toda la información documental referente a la obra: planos, edad de la construcción, reparaciones anteriores, datos del clima, etc. (Alcócer y otros)<sup>10</sup>. En la etapa de análisis no destructivo de (Avendaño)<sup>3</sup>, además del reconocimiento inicial e informarse sobre los aspectos generales de la construcción, las observaciones que se realicen se deben enfocar en detectar la presencia de síntomas o lesiones, buscando hallar situaciones que presenten:

- Desplomes o inclinaciones, deflexiones o deformaciones excesivas
- Planos de falla y fisuras o agrietamientos, aplastamientos, erosión
- Cambios de aspectos de la masa de concreto
- Descascaramientos o delaminaciones, hinchamientos o expansiones
- Polvo y cristalización en las superficies
- Ablandamiento o pérdida de rigidez, filtraciones y derrames
- Decoloración y manchas (eflorescencia), deterioros biológicos
- Corrosión del acero de refuerzo u otros metales embebidos
- Evidencias de deficiencias en los procedimientos de operación y mantenimiento.

También cabe mencionar que la primera etapa puede ser realizada por una o dos personas con herramientas sencillas, a diferencia de la segunda etapa, la cual, como menciona (Porto)<sup>9</sup>, requiere la participación de equipos coordinados y los

medios auxiliares que se requieren son de mayor complejidad, a fin de realizar un informe más preciso y detallado.

(García)<sup>11</sup> menciona que la vista y conocimiento de obra se hace con el fin de realizar la toma de datos que permita diagnosticar o predecir el estado real actual de la obra (sus agresores, causas de los daños, su magnitud, consecuencias y vida residual por durabilidad); con el fin de definir posteriormente los procedimientos, sistemas de reparación y protección más indicados, que luego serán ejecutados dentro de la mejor práctica constructiva. Para este autor, la investigación se divide en dos etapas: una inspección preliminar visual para tipificar la estructura, conocer la naturaleza del problema y analizar los daños, a partir de la cual se proponen los ensayos necesarios para las zonas con mayor deterioro; y una inspección detallada en la cual se cuantifica y delimita la magnitud del deterioro, se caracterizan los daños de los diferentes elementos y se elaboran los ensayos.

Finalmente, (Emmons)<sup>6</sup> explica que el examen visual, el mapeo sobre un papel de la localización de los problemas, y luego la revisión de esto junto con los planos y registros de construcción al momento de haberse llevado a cabo, pueden proporcionar un panorama general de los problemas y posibles indicaciones de las causas; además, con frecuencia el examen visual permite formular otras preguntas respecto a la extensión y detalles del daño o los trastornos.

Así, tomando como referencia las descripciones citadas con anterioridad sobre pre diagnóstico, análisis no destructivo, inspección preliminar y examen visual, es posible afirmar que se puede realizar un estudio patológico inicial o básico con el fin de encontrar irregularidades y deterioros en las estructuras de concreto, mediante

la observación, medición y descripción de las áreas con daños visibles y cuantificables, para lo cual resulta además necesario recopilar información sobre las principales patologías que afectan al concreto y al tipo de estructura que se va a evaluar.

### **1.3. Concreto**

De acuerdo con (Oré)<sup>12</sup>, el concreto es un producto artificial compuesto, que consiste de un medio litigante (pegamento) denominado pasta (mezcla del agua con el cemento), dentro del cual se encuentran embebidas partículas (agregados) de diferentes tamaños. Este compuesto lo observamos a diario puesto que como se indica en (Ceballos)<sup>13</sup> es el material de construcción más ampliamente utilizado en el mundo con una producción mundial cercana a los 13,000 millones de m<sup>3</sup> por año.

El concreto (a veces también llamado hormigón) está compuesto básicamente por tres elementos: cemento, agua y partículas que pueden ser diferentes tipos de arena o fragmentos de piedras (también conocidos como grava o gravilla). Cuando la mezcla no incluye los fragmentos de piedras, esto es, mezcla de cemento, agua y arena, se le conoce con el nombre de Mortero. En algunos casos, la mezcla suele incluir determinados aditivos especiales que (UMACON)<sup>14</sup> pueden acelerar, retardar o colorear el fraguado, se le puede añadir fibras, fluidificantes, impermeabilizantes, plastificantes, hidrófugos, entre otros; la cual puede ser reforzada utilizando armaduras de acero colocadas de forma que mejoren su resistencia a la tracción y a la compresión. Este el tipo de concreto que se utiliza mayoritariamente para la construcción obras civiles y se le suele denominar concreto estructural o concreto armado. En la Figura 5 se observa un encofrado (armazón de acero) sobre el cual se deposita el concreto fresco para crear una estructura de concreto.

Por otro lado, (Avendaño)<sup>3</sup> explica que toda estructura de concreto debe cumplir con las funciones para la que fue diseñada, manteniendo perfectas características de resistencia, forma y utilidad, tanto para la exposición del ambiente que la rodea, como para el tiempo de servicio especificado. Esto, por supuesto, está condicionado por el tipo de mantenimiento que reciba la estructura así como por la manera en que se use. Por otra parte (Oré)<sup>12</sup> menciona dos propiedades básicas que debe tener el concreto una vez endurecido: la resistencia a la compresión (máximo esfuerzo que puede soportar sin romperse) y la durabilidad (capacidad de mantener sus propiedades en el tiempo, a efectos de las condiciones de servicio a las que está sometido).



Figura 5. Concreto en encofrado.  
Fuente: (Vargas)<sup>15</sup>

La resistencia de un material se define como la habilidad para soportar distintos esfuerzos sin fallar. La falla se identifica algunas veces con la aparición de grietas en el concreto; la resistencia se relaciona con el esfuerzo requerido para

causar fractura y es sinónimo del grado de falla en el que el esfuerzo aplicado alcanza su valor máximo. La durabilidad según (Metha & Monteiro)<sup>16</sup> es sinónimo de larga vida y se define como la capacidad para resistir a la acción del tiempo, los ataques químicos, la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro, es decir, el concreto durable retendrá su forma original, su calidad y su servicio, cuando se exponga a su medio ambiente. En la Figura 6 se muestra un diagrama de los factores que influyen en la resistencia del concreto.

Sobre la durabilidad, (Avendaño)<sup>3</sup> afirma que esta característica depende de la selección de la forma geométrica del elemento y la cantidad y posición del acero de refuerzo tanto como de los materiales para la mezcla y las prácticas constructivas. Menciona además que por desconocimiento de los factores que intervienen en la durabilidad del concreto, por la falta de diagnósticos oportunos y un inadecuado mantenimiento, los efectos de las patologías avanzan hasta el punto que las estructuras industriales y civiles se vuelven ineficientes e inseguras.

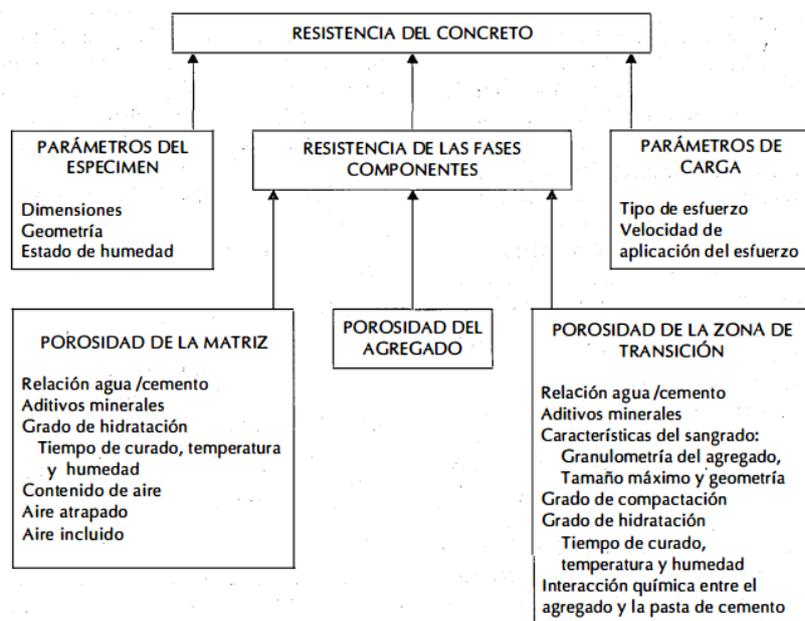


Figura 6. Factores que influyen en la resistencia del concreto.  
Fuente: (Metha y Monteiro)<sup>16</sup>

Como el concreto es un material que interactúa con el medio ambiente, (Avendaño)<sup>3</sup> “está expuesto a la agresividad del medio que lo rodea, lo que provoca el deterioro de las estructuras”. El agua, la temperatura, la vegetación, la humedad y otros factores ambientales (y también no ambientales) pueden llegar a provocar, incluso, el colapso de una estructura.

“El concreto no siempre se comporta como quisiéramos; algo del comportamiento indeseable puede verse como la desintegración, el astillamiento, el agrietamiento, las fugas, el desgaste, la deflexión o el asentamiento” (Emmons)<sup>6</sup>. Dentro de las manifestaciones patológicas que pueden aparecer en el concreto están las que se producen cuando existe contacto con sustancias químicas (ácidos provenientes de las minas, aguas residuales, agroindustriales, el vapor de los volcanes, entre otros) lo que puede provocar la desintegración del cemento y la corrosión del acero de refuerzo (oxidación); el contacto con sulfatos (sales de ácido sulfúrico, azufre, otros) provoca además que el concreto se expanda y se fracture, produciéndose fisuras o porosidad. En las Figuras 7, 8 y 9 se muestran ejemplos de ataques al concreto por corrosión, desintegración, grietas y fisuras.

Asimismo, el concreto también puede sufrir agrietamiento por la tensión a la que se le expone, esto es, acciones mecánicas (como sobrecargas, deformaciones o impactos); por erosión, ya sea por fricción (por ejemplo, el tráfico vehicular que desgasta la superficie), o por cavitación (por arrastre de partículas a través del agua – por ejemplo, en canales- que puede provocar la aparición de agujeros o picaduras en el concreto), patología que a su vez puede derivar en perforaciones o desprendimientos. En las Figuras 10, 11 y 12 se muestran ejemplos de erosión, descascaramiento y desprendimiento.

Con relación a la humedad, en el concreto fresco los espacios entre las partículas están completamente llenas de agua y el exceso de agua se evapora cuando se endurece, haciendo que la pasta se contraiga lo que puede generar agrietamiento (Emmons)<sup>6</sup>. También los efectos térmicos (temperatura, calor, fuego) pueden provocar cambios de volumen que astillan y deflexionan el concreto.



Figura 7. Corrosión del acero y desprendimientos.  
Fuente: (Higuera y otros)<sup>17</sup>



Figura 8. Desintegración del concreto.  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 9. Fisuras en el concreto.  
Fuente: Elaboración propia.

En el caso específico de las estructuras sometidas, o en contacto con el agua, (Avendaño)<sup>3</sup> explica que pueden existir tres zonas de deterioro:

- En el área que no se encuentra en contacto con el agua: cualquier tipo de patología por la acción de sustancias ambientales agresivas o por cambios en la temperatura.
- El área en la que se producen cambios de nivel del agua: es la que sufre mayor deterioro porque se combinan los efectos de las acciones de la primera zona con el microfisuramiento producto del constante humedecimiento y secado.
- La zona que se encuentra siempre sumergida: es dependiente de la permeabilidad y porosidad del concreto y de las características químicas del agua que la rodea.

El agua es un componente que puede causar daños severos en las estructuras no solo por su composición (dependiendo del tipo de agua que circula); también por su capacidad de arrastrar sedimentos que causan abrasiones y fisuras.



Figura 10. Erosión y aparición de los agregados.  
Fuente: Elaboración propia.

Otro tipo de ataque que afecta a las estructuras de concreto se debe a la presencia de organismos y microorganismos de origen animal o vegetal. Estos agentes se manifiestan debido a la presencia de agua y nutrientes que favorecen su reproducción así como por la acción destructiva de otras patologías, como la erosión o los desprendimientos, que les proveen espacios para su hábitat. La Figura 13 muestra un ejemplo de este ataque.



Figura 11. Descascaramiento y pérdida del recubrimiento.  
Fuente: (Higuera y otros)<sup>17</sup>.



Figura 12. Desprendimiento y rotura del concreto.  
Fuente: Elaboración propia.

Existen por supuesto otros tipos de ataques y especificaciones más detalladas de cada tipo de daño que sufren las estructuras de concreto (de acuerdo al origen o la causa por la cual se manifiesta), pero esta investigación no busca documentarlos todos sino conocer el concepto de daño patológico al concreto (para el caso de los canales de irrigación) y sus causas más comunes para poder realizar el estudio. Un esquema resumen de las patologías que afectan al concreto se puede observar en la Figura 14. Los documentos elaborados por (Helene)<sup>1</sup>, (Emmons)<sup>6</sup>, (García)<sup>10</sup>, (Sanjuán y Castro)<sup>18</sup>, citados en este trabajo, explican con detalle decenas de daños producidos por diversas causas con sus correspondientes efectos y métodos para estudiarlos, así como los requisitos y acciones para mejorar la durabilidad del concreto, que el lector puede revisar para documentarse con mayor precisión sobre el tema.

La mejor forma de garantizar una buena durabilidad del concreto consiste en una correcta elaboración con unas materias primas adecuadas y una correcta

dosificación que asegure una elevada compacidad, además de una adecuada puesta en obra y curado conociendo la agresividad del entorno. (Sanjuán y Castro)<sup>18</sup>



Figura 13. Vegetación creciendo en el concreto.  
Fuente: Elaboración propia.

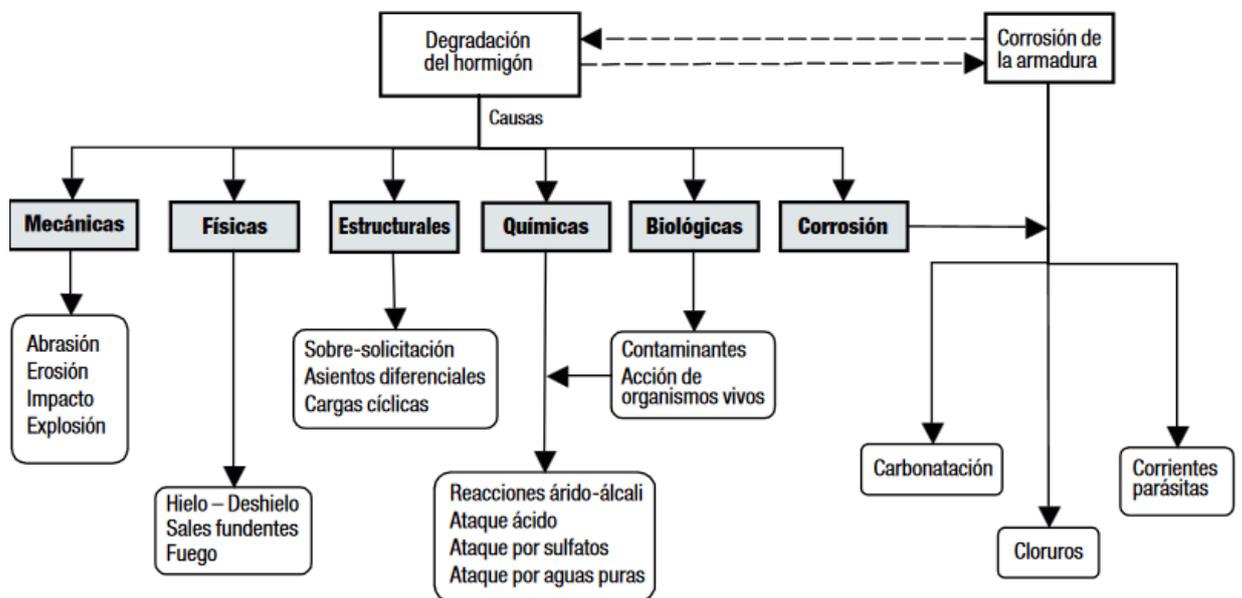


Figura 14. Causas de la degradación del concreto.  
Fuente: (MAPEI)<sup>19</sup>.

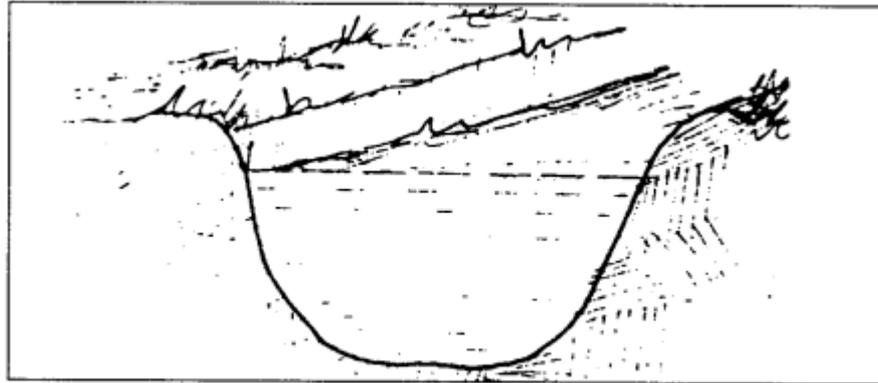
#### **1.4. Canal de irrigación**

(Pérez)<sup>20</sup>. “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 atmósfera”. (PACCPERU)<sup>21</sup>. Los canales forman parte de un Sistema de Riego que es un conjunto de obras que captan, derivan y distribuyen agua, a las que se les denomina Infraestructura de Riego y tiene los siguientes componentes: bocatoma, desarenadores, canales, rápidas, compuertas, acueductos, partidores, tomas laterales, reservorios.

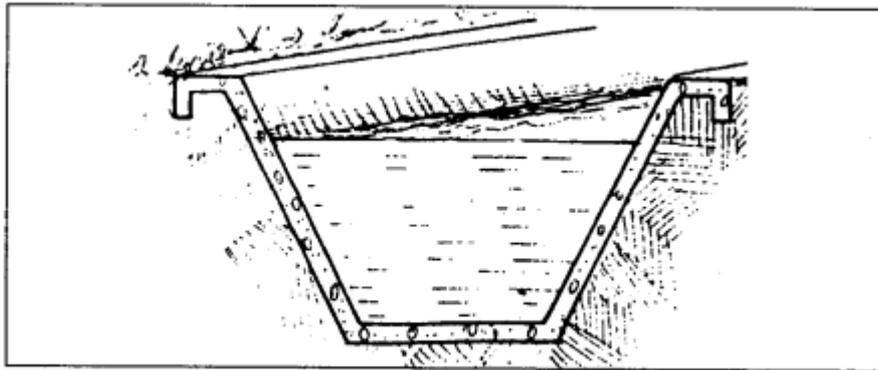
(CPES)<sup>22</sup>. Los canales son estructuras de conducción que presentan diversa prioridad y pueden ser en tierra o revestidos. Su diseño está en relación con el área regable, tipo de cultivo y caudal de captación. Los canales de riego por sus diferentes funciones adoptan las siguientes denominaciones (ANA, Pérez)<sup>23,20</sup>:

- De primer orden, llamados también canal madre o de derivación, normalmente es usado por un solo lado ya que por el otro da con terrenos altos. Se puede decir que es el canal que conduce las aguas desde la toma hasta el punto inicial del reparto;
- De segundo orden, llamados también laterales, son aquellos que salen del canal madre y el caudal que ingresa a ellos es repartido hacia los sublaterales, el área de riego que sirve un lateral se conoce como unidad de riego. Se puede decir que son los que llevan las aguas a las áreas de riego y finalmente a las parcelas; y
- De tercer orden, llamados también sublaterales y nacen de los canales laterales, el caudal que ingresa a ellos es repartido hacia las propiedades

individuales a través de las tomas del solar, el área de riego que sirve un sublateral se conoce como unidad de rotación.



*Canal en tierra*



*Canal revestido*

Figura 15. Diferencias entre el canal en tierra y el canal revestido.  
Fuente: (CPES)<sup>22</sup>.

De acuerdo a su origen (Pérez, Castro y Pérez)<sup>20,24</sup> los canales se clasifican en: naturales, que son los cursos de agua existentes en forma natural como consecuencia del escurrimiento de la lluvia y varían en tamaño desde pequeños arroyuelos en zonas montañosas hasta quebradas, ríos, arroyos, lagos y lagunas, su sección transversal es generalmente de forma irregular y variable durante su recorrido; y canales artificiales, aquellos que son construidos y revestidos, diseñados usualmente con formas geométricas regulares, una sección transversal invariable y

una pendiente de fondo constante. En la Figura 15 se pueden observar las diferencias entre un canal de tierra y un canal revestido.

Los elementos básicos (Pérez, ANA, Castro y Pérez)<sup>20, 23, 24</sup> en el diseño de un canal de riego son:

- El trazo del canal, para lo cual es necesario recolectar: fotografías aéreas e imágenes satelitales para localizar los poblados, caseríos, áreas de cultivo, etc., planos topográficos, catastrales, y estudios geológicos, de salinidad, de suelos, entre otros. En el caso de no existir información topográfica se debe realizar un reconocimiento del terreno para realizar un trazo preliminar. El trazado del canal es una actividad que se realiza después que se ha construido la plataforma, de acuerdo a las especificaciones técnicas.
- Los radios mínimos, dado que al trazar las curvas tener radios superiores serán más costosos e hidráulicamente menos eficientes.
- Los elementos de la curva: arco, cuerda larga, ángulo de deflexión, ángulo central, punto de inflexión, entre otros.
- La rasante del canal, para la cual se debe tomar en cuenta los puntos de confluencia y la pendiente de la rasante de fondo que debe ser en lo posible igual a la pendiente natural promedio del terreno.
- Las velocidades mínima y máxima admisibles que no ocasionen sedimentación ni propicien el crecimiento de vegetación.
- La filtración, para la cual hay que tener en cuenta la permeabilidad del suelo, el calado de agua, la temperatura y el caudal.

- El talud o inclinación, apropiado según el material, depende de varios factores pero principalmente de la clase de terreno donde está ubicado el canal.
- Otros elementos de diseño como caudal, tirante, empinadura, borde libre, etc.

La sección del canal puede ser rectangular (paredes verticales perpendiculares al fondo) o trapezoidal (inclinadas formando ángulo diferente a  $90^\circ$  con la base del canal). También dispone de una berma que puede o no ser de concreto. Las paredes laterales pueden tener orificios que sirven como aliviadores de presión del agua subterránea o freática (TOXEMENT)<sup>25</sup>. Existen además otras formas de sección (Castro y Pérez)<sup>24</sup>: triangular, usada para cunetas revestidas en las carreteras y canales de tierra pequeños; parabólica y circular, usadas generalmente como secciones cerradas. En la Figura 16 se pueden observar las diferentes formas de la sección.

Los elementos geométricos (véase Figura 17) de la sección transversal de un canal (Valverde)<sup>26</sup> son (entre corchetes el símbolo): Tirante de agua [ $y$ ] o profundidad máxima del agua en el canal; Ancho de solera [ $b$ ] o ancho de la base de un canal; Espejo de agua [ $T$ ] o ancho de la superficie libre del agua; Ancho de corona [ $C$ ]; Profundidad total del canal [ $H$ ]; Borde libre [ $H-y$ ]; ángulo de inclinación de las paredes laterales con el horizontal [ $\theta$ ]; Talud [ $Z$ ] o relación de la proyección horizontal a la vertical de la pared lateral (valor de la proyección horizontal cuando la vertical es 1).

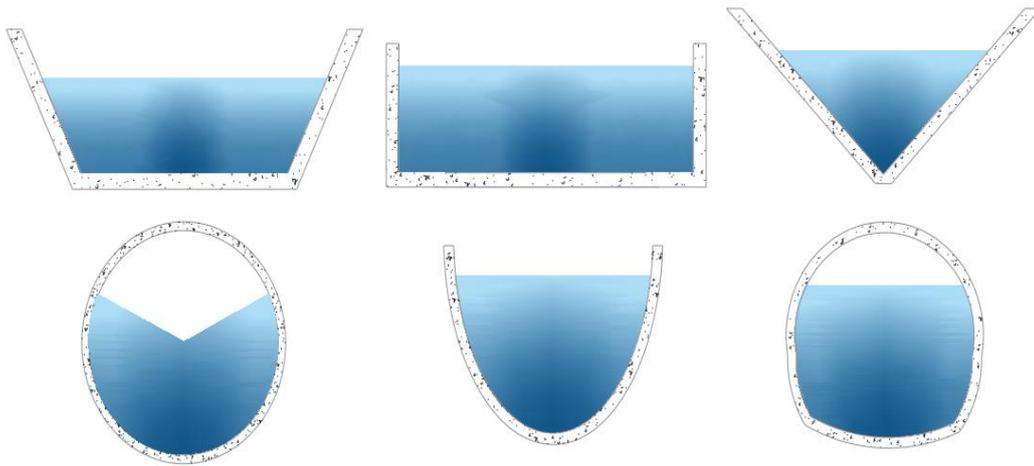


Figura 16. Formas que puede tener la sección de un canal.  
Fuente: (Valverde)<sup>26</sup>

Los revestimientos deben satisfacer los siguientes requerimientos (Pérez)<sup>20</sup>:

- Crear una barrera impermeable al paso del agua disminuyendo las pérdidas de esta y permitiendo extender el beneficio del riego a una mayor superficie cultivable.
- Proteger las tierras colindantes de los daños que en ella causa la filtración, eliminando con esto la necesidad de costosas obras de drenaje.
- Proteger el canal contra la erosión permitiendo una mayor velocidad.
- Reducir el coeficiente de rugosidad permitiendo el aumento de la velocidad.
- Evitar el ablandamiento de las tierras con la humedad y así proteger los taludes contra el derrumbamiento.
- Evitar el crecimiento de plantas acuáticas y también los huecos hechos por los animales.

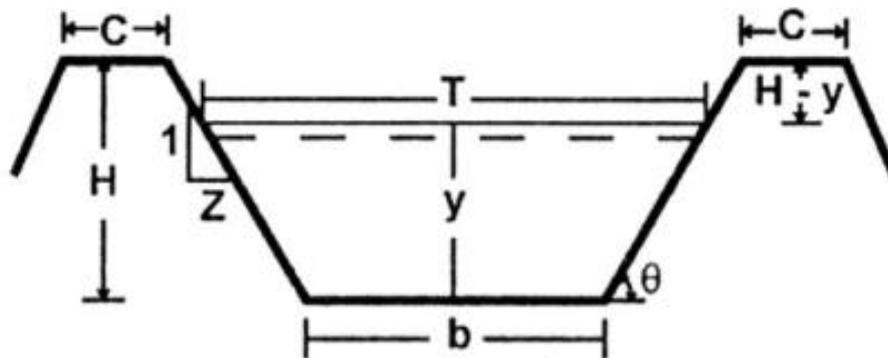


Figura 17. Elementos geométricos de la sección transversal de un canal.  
Fuente: (Valverde)<sup>26</sup>

Si se construye y conserva debidamente, los revestimientos de hormigón tienen normalmente una duración útil de cuarenta años, dependiendo de la calidad de los materiales, del esmero y la exactitud de la instalación, el clima, el régimen de explotación del canal y el mantenimiento. Asimismo, no existe una regla general para definir los espesores del revestimiento de concreto, sin embargo, según la experiencia, 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. (Castro y Pérez)<sup>24</sup>

Los daños en los canales se manifiestan en los primeros diez años de vida de la estructura. La patología en canales suele venir influenciada por las características del terreno, el cual necesita usualmente cierto tiempo para irse degradando y reflejar el daño. Las causas del daño son muy variadas (asientos relativos, filtraciones, erosiones, hielo-deshielo, insurgencias, corrosión y efectos térmicos); de todas ellas no existe una diferencia en porcentaje sino que, con frecuencia, se produce una combinación de ellas (Giralt)<sup>27</sup>.

Los canales pueden presentar diversas situaciones en sus componentes que indiquen un deterioro parcial o total, algunas de ellas pueden darse si: las juntas presentan ausencia del sello (parcial o total) sirviendo de albergue para materia orgánica y plantas y permitiendo la entra y salida de agua y arrastre de material fino de la base de la losa que le quita capacidad de soporte; existe daños en las losas que reciben aguas bombeadas donde se forma turbulencia o en zonas donde se presentan cambios bruscos de nivel; despostillamiento de los bordes de las juntas; daños en las bermas, y si los desniveles de la vía paralela al canal van hacia él, el drenaje de la vía fluye hacia el canal arrastrando material contaminante que ayudará a su deterioro; grietas y fisuras en las losas, de diferente tamaño, profundidad y orientación, entre otras patologías (TOXEMENT)<sup>25</sup>. En la Figura 18 se muestra un esquema de los principales problemas que afectan a las estructuras de riego como los canales.

Los canales de riego revestidos requieren labores de mantenimiento (CPES)<sup>22</sup> tales como: extracción de sedimentos que se presentan después de cada campaña agrícola (descolmatación, raspado de paños, eliminación de malezas); las malezas indican que existen agrietamientos y que el sistema empieza a colapsar (hundimientos, roturas, socavamiento) si no se le da la importancia y acción correctiva del caso en forma oportuna; resane de grietas en las losas de concreto, empleando morteros de cemento y arena; si se producen fracturas de consideración o asentamientos del canal es necesario reemplazar algunos paños del revestimiento, compactando antes el terreno donde este se apoyará; en las juntas de dilatación se debe restituir el material original deteriorado con materiales flexibles (brea, asfalto).

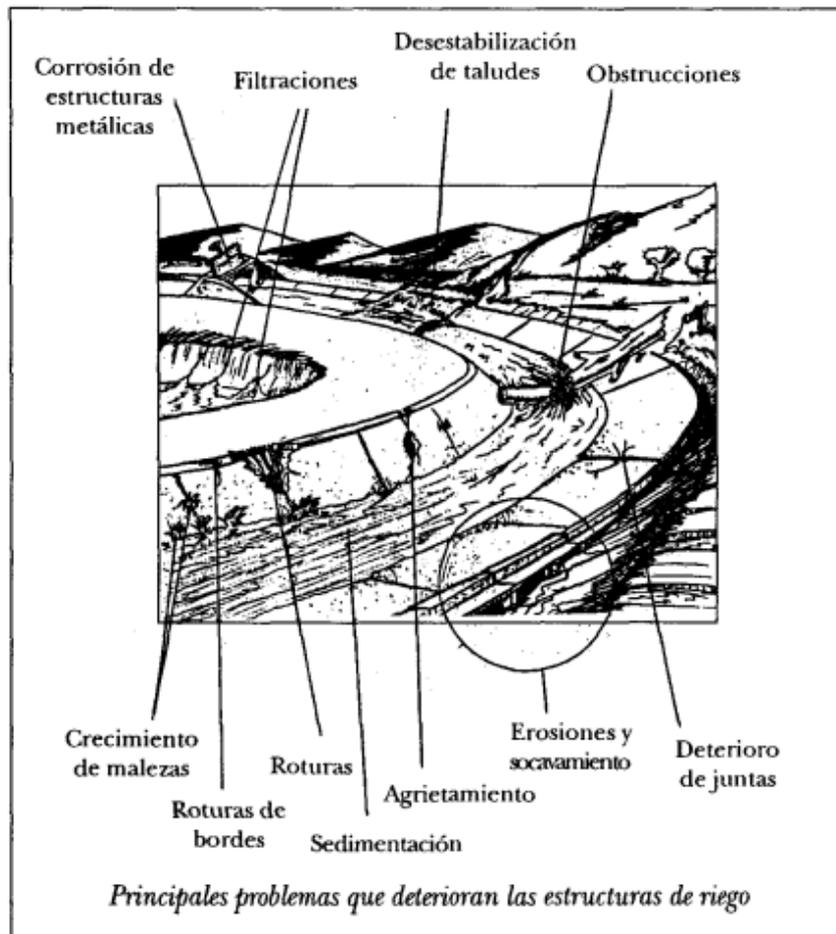


Figura 18. Principales problemas que afectan a los canales de riego.  
Fuente: (CPES)<sup>22</sup>

## **Capítulo II. Metodología**

### **2.1. Tipo y nivel de investigación**

De acuerdo con (Chorro)<sup>28</sup>, la investigación realizada con métodos descriptivos tiene como finalidad definir, clasificar, catalogar o caracterizar el objeto de estudio. En el presente estudio se busca definir las fallas que presenta el canal de irrigación Parales para determinar el nivel de daño que presenta la estructura (es decir, caracterizar el estado del canal), por lo tanto la investigación que se lleva a cabo es una Investigación Descriptiva.

Además, se hace uso de un Enfoque Cualitativo, ya que, según afirma (Dzul)<sup>29</sup>, este tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno y no se trata de probar o de medir en qué grado una cierta cualidad se encuentra en un cierto acontecimiento dado, sino de descubrir tantas cualidades como sea posible, como para el caso del presente estudio: se trata de estudiar las diversas patologías que presenta el canal, es decir, mediante la observación ir descubriendo cómo se presentan estos daños o deterioros en el concreto del canal en sus diferentes áreas afectadas: paños laterales derechos, izquierdos y losa de fondo.

Finalmente, es una investigación de tipo aplicada porque se utilizan conocimientos de la Ingeniería Civil a fin de utilizarlas en la evaluación de los daños al canal.

## 2.2. Diseño de investigación

En la presente investigación se emplea un Diseño No Experimental. Este diseño, como comenta (Dzul)<sup>30</sup> se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural sin la intervención directa del investigador.

Dentro de este tipo de diseño se considera al Diseño Transeccional (o transversal), el cual “se centra en analizar cuál es el nivel o estado de una o diversas variables en un momento dado”, es decir, se evalúa el estado del canal Parales en un periodo de tiempo determinado.

El trabajo de campo se realiza en el tramo comprendido entre las progresivas 7+000 8+000 del canal de regadío Parales, ubicado en el sector San Juan de Curumuy, del distrito de Piura, en el periodo correspondiente al mes de noviembre de 2018, haciendo uso del siguiente esquema secuencial:

$$R \rightarrow I \rightarrow P \rightarrow A \rightarrow S$$

En el cual:

- R: Recopilación de información previa del canal Parales
- I: Inspección y recojo de datos con tarjeta
- P: Procesamiento de los datos y obtención de resultados
- A: Análisis de los resultados obtenidos y evaluación del nivel de daño
- S: Sustentación del informe final

Se ha optado por utilizar este esquema de trabajo ya que al ser una investigación básica fundamentada en la observación y descripción no se requieren

muchos pasos complicados ni análisis especiales, de manera que este esquema explica de manera sencilla el estudio desarrollado y además es un esquema bastante utilizado en otros trabajos de investigación.

La recopilación de información previa incluye la localización del canal, obtención de los planos y memoria descriptiva (fechas de diseño y construcción), información sobre el sistema estructural, características del medio ambiente, entre otros. La inspección y recojo de datos se realiza mediante una tarjeta donde se anotan: las patologías y su descripción visual, longitud, zona afectada, niveles de daño, y se toman evidencias fotográficas de las fallas. El análisis de resultados y evaluación del daño se efectúa en función de las zonas afectadas (paños laterales, losa de fondo), asignando un nivel de severidad para cada patología para determinar el daño en cada elemento, muestra y sección del canal, y un nivel de daño total de la estructura en el kilómetro seleccionado.

### **2.3. Población y muestra**

La población está conformada por todo el canal Parales. Dentro de ella y para la presente investigación, se ha determinado que la muestra esté representada por el área del canal Parales comprendida entre los kilómetros 7+000 y 8+000, tramo compuesto por dos secciones diferentes: una sección trapezoidal con una longitud de 480 metros, con paños inclinados de 2.7 metros de longitud (largo inclinado), y otra sección rectangular que mide 520 metros con paños verticales de 1.05 metros (largo recto). En la Figura 19 se aprecian los dos tipos de sección que tiene el canal Parales en el tramo que se analiza.

Para determinar las unidades de muestra se divide la longitud total del tramo seleccionado en distancias de 40 metros, con lo cual se obtienen 25 unidades de muestra para analizar un kilómetro del canal. Debido a que existe una toma donde se divide el canal (cambia de forma, en la progresiva 7+480), se utilizó un factor divisor de 480 para asegurar que ambas secciones, trapezoidal y rectangular, queden separadas y exista una cantidad de muestras mayor a 10 en cada sección, por lo que las muestras quedaron de la siguiente manera:

En la sección trapezoidal: 12 muestras de longitud 40 metros. El área del concreto de toda la sección es de 3984 m<sup>2</sup>.

En la sección rectangular: 13 muestras de longitud 40 metros. El área del concreto de toda la sección es 1872 m<sup>2</sup>.



Figura 19. Secciones trapezoidal y rectangular del canal Parales  
Fuente: Elaboración propia.

## 2.4. Variables

En este caso se analiza la variable dependiente: Estado del canal entre las progresivas 7+000 hasta 8+000, compuesto por una sección trapezoidal y otra rectangular, a partir de la identificación de las patologías que afectan cada uno de sus elementos (paños laterales y losa de fondo). La operacionalización de esta variable se puede observar en la Tabla 1.

	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Variable Dependiente</b> Estado actual del Canal Parales entre las progresivas 7+000 hasta 8+000	Se determina a partir del nivel de incidencia de las patologías presentes en la estructura de concreto que se utiliza como canal de regadío	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El tramo analizado tiene dos secciones: una trapezoidal y otra rectangular.</li> <li>- El tramo analizado se divide en 25 muestras</li> <li>- Cada muestra analiza los siguientes elementos: lado izquierdo, lado derecho, losa de fondo.</li> <li>- Cada muestra y elemento tiene un nivel de daño: leve, moderado, severo.</li> <li>- Cada elemento tiene un número de patologías que lo afectan.</li> </ul>	Sección (2) Muestra (25) Para cada muestra: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lado izquierdo</li> <li>- Lado derecho</li> <li>- Losa de fondo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de patologías halladas</li> <li>- Nivel de daño en una escala de tres niveles: leve, moderado, severo</li> <li>- Área afectada por cada patología.</li> </ul>

Tabla 1. Operacionalización de la variable  
Fuente: Elaboración propia.

## 2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la realización del estudio se hace uso de las siguientes técnicas:

- ✓ Observación: Se usa el sentido de la vista para visualizar las áreas dañadas y las patologías existentes en el canal.
- ✓ Fotografiado: Se toman fotografías de las principales patologías observadas en el canal para poder identificarlas.

- ✓ Recojo de datos: Se usa la escritura para anotar en una tarjeta las patologías encontradas y las dimensiones de las áreas afectadas en cada una de las zonas del canal.

Para la ejecución de las técnicas se hace uso de los siguientes instrumentos:

- ✓ Cinta métrica: Se utiliza para medir las dimensiones de las paredes y base del canal, y las dimensiones de las áreas afectadas por las patologías.
- ✓ Tarjetas: Se utilizan para registrar la información de las patologías.
- ✓ Cámara fotográfica: Se utiliza para el registro digital de las patologías.
- ✓ Planos del canal: Se utiliza para ubicar el tramo a evaluar.

## 2.6. Plan de análisis

La investigación se desarrolla en cuatro etapas:

- ✓ Ubicación del área de estudio: Después de tomar en consideración diversos aspectos se selecciona como área de estudio el canal Parales, ubicado en el sector San Juan de Curumuy del distrito de Piura, provincia de Piura.
- ✓ Recojo de datos: Se realiza la observación y anotación de las fallas encontradas en la muestra seleccionada y se toman las fotografías respectivas.
- ✓ Tratamiento de la información: Se lleva a cabo el análisis de los datos recogidos en la etapa anterior para determinar el estado del canal. Para

el procesamiento de los datos se utiliza la evaluación cualitativa por inspección visual, haciendo uso de las Tablas 2, 3, 4 y 5 para evaluar los daños. Para calcular el impacto de las patologías se asignará un valor numérico a cada nivel de daño: 1 para leve, 2 para moderado y 3 para severo, a fin de determinar mediante gráficos de barras y circulares porcentajes de daño y niveles de severidad en las muestras.

Patología	Grado de daño		
	Leve (1)	Moderado (2)	Severo (3)
Fisuras y grietas	Fisuras de máx. 2mm de ancho	Fisuras de máximo 10mm de ancho	Fisuras mayores a 10mm de ancho
Vegetación o Suciedad	No causan daño considerable, cubre menos del 20% del área total	El daño requiere limpieza profunda, cubre hasta el 50% del área	La vegetación requiere limpieza profunda y cubre más del 50% del área
Erosión	Máx. 10% del área y apenas perceptible	Máx. 50% del área y espesor menor a 2cm	Mayor al 50% del área y espesor mayor a 2cm
Desprendimientos	Pérdida de material mínima o dispersa (menos de 5% del área)	Trozos de concreto de máx. 20cm de ancho en un área menor al 20%	Trozos de concreto mayores a 20cm de ancho
Sedimentación	Poca acumulación de partículas (menor a 10% del área total)	Acumulación de partículas notoriamente visible (entre 10% y 50%)	La acumulación de partículas obstruye y afecta el funcionamiento
Desintegración	Max. 10% del área del elemento analizado	Max. 50% del área del elemento analizado	Mayor al 50% del área del elemento analizado
Desplazamiento o Hundimiento	Máx. 5cm de desplazamiento	Máx. 10cm de desplazamiento	Mayor a 10cm de desplazamiento
Sello de juntas	Máx. 20% del área de todas las juntas	Máx. 50% del área de todas las juntas	Mayor al 50% del área de todas las juntas

Tabla 2. Indicadores para determinar el nivel de daño por cada patología  
Fuente: Adaptado de Valverde (26) y Ortiz (31)

Elemento	Leve (1)	Moderado (2)	Severo (3)
Paños laterales	Máx. 3 patologías leves Vegetación moderada Sello de juntas moderado	Máx. 3 patologías moderadas Vegetación severa Sello de juntas severo	Más de 3 patologías Cualquier patología severa, excepto vegetación o sello de juntas
Losa de fondo	Máx. 3 patologías leves Vegetación moderada Sello de juntas moderado	Máx. 3 patologías moderadas Vegetación severa Sello de juntas severo	Más de 3 patologías Cualquier patología severa, excepto vegetación o sello de juntas

Tabla 3. Indicadores para determinar el nivel de daño en los elementos del canal

Nivel	Condiciones
Leve	Los tres elementos (lado izquierdo, lado derecho, losa) tienen daño leve
Moderado	Al menos un elemento tiene daño moderado y los demás leve Solo un elemento tiene daño severo y los demás leve
Severo	Un elemento tiene daño severo y otro tiene daño moderado Más de un elemento tiene daño severo

Tabla 4. Indicadores para determinar el nivel de daño en la muestra

Nivel	Condiciones
Leve	Hay como máximo 2 muestras con daño moderado o severo (Equivale al 20% del total de muestras)
Moderado	Hay como máximo 6 muestras con daño severo (Equivale al 50% del total de muestras)
Severo	Hay más de 6 muestras con daño severo

Tabla 5. Indicadores para determinar el nivel de daño de la sección del canal

- ✓ Evaluación de resultados: Se presentan y explican los resultados obtenidos durante la investigación, indicando las patologías encontradas, así como el daño establecido a partir de la escala: leve, moderado y severo. Mediante gráficos se analiza y compara el nivel de daño en cada unidad de muestra. El resultado final es la determinación del estado del canal Parales entre sus progresivas 7+000 hasta 8+000, a través del nivel de daño al que se encuentra sometido.

## 2.7. Matriz de consistencia

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EL CANAL PARALES, ENTRE LAS PROGRESIVAS KM 7+000 HASTA KM 8+000, UBICADO EN EL SECTOR SAN JUAN DE CURUMUY, DISTRITO DE PIURA, PROVINCIA DE PIURA, REGIÓN PIURA, NOVIEMBRE 2018						
Problema	Objetivos	Metodología				
<p><b>Realidad:</b> El canal Parales, al mes de noviembre 2018, se encuentra en operación continua abasteciendo de agua a la zona de San Juan de Curumuy, ubicada en el distrito y provincia de Piura. En una visita al lugar se ha observado que la infraestructura del canal presenta una serie de daños que es necesario evaluar, para lo cual se propone hacer un estudio de las patologías presentes en el concreto, a fin de proponer las acciones correctivas correspondientes.</p> <p><b>Enunciado:</b> ¿Cuál es el estado actual del canal de regadío Parales, en el sector San Juan de Curumuy, al mes de noviembre 2018?</p>	<p><b>General</b> Determinar el estado actual del canal Parales en el tramo comprendido entre las progresivas 7+000 hasta 8+000 al mes de noviembre de 2018.</p> <p><b>Específicos</b> Identificar las patologías existentes en el concreto del canal Parales.  Determinar el nivel de daño de las secciones trapezoidal y rectangular del kilómetro seleccionado.  Comparar el nivel de daño de la sección trapezoidal y de la sección rectangular.  Evaluar el grado de deterioro de la infraestructura.</p>	<p>Investigación descriptiva aplicada de tipo cualitativa con diseño no experimental transversal</p> <p><b>Muestra</b> Toda el área del tramo comprendido entre las progresivas 7+000 hasta 8+000, dividido en: - 12 muestras de la sección trapezoidal - 13 muestras de la sección rectangular</p> <p><b>Técnicas</b> - Observación - Fotografiado - Apuntes y mediciones.</p> <p><b>Instrumentos</b> - Cinta métrica - Tarjetas - Cámara fotográfica - Planos del canal.</p>				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estado actual del canal Parales entre las progresivas 7+000 hasta 8+000</td> <td>Sección Muestra  Lado derecho Lado izquierdo Losa de fondo</td> <td>-Cantidad de patologías -Nivel de daño en escala: leve, moderado, severo -Área afectada</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	Dimensiones	Indicadores	Estado actual del canal Parales entre las progresivas 7+000 hasta 8+000
Variable	Dimensiones	Indicadores				
Estado actual del canal Parales entre las progresivas 7+000 hasta 8+000	Sección Muestra  Lado derecho Lado izquierdo Losa de fondo	-Cantidad de patologías -Nivel de daño en escala: leve, moderado, severo -Área afectada				

Tabla 6. Matriz de consistencia de la investigación.

## 2.8. Principios éticos

Se aplican principios de responsabilidad, puntualidad, honestidad, superación.

Con la responsabilidad y puntualidad se pondrá atención y cuidado en lo que se hace o decide, poniendo énfasis en la realización de cada tarea. Con la honestidad se plantea mantener la integridad en los contenidos, respetando las normativas de la universidad y publicaciones de los autores utilizados en el presente documento. Con la superación se pretende enfocar los esfuerzos a fin de poder elaborar el estudio para el beneficio propio en materia de adquisición de conocimientos y desarrollo de habilidades que permitan crecer profesionalmente.

## Capítulo III. Resultados

### 3.1. Hoja de evaluación de la muestra N° 01

Muestra N° 01 – Área: 332m <sup>2</sup>			
Sección: Trapezoidal			
Inicio	7+000		
Fin	7+040		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 116m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación y suciedad		Se puede apreciar en la mayoría de las juntas plantas pequeñas y en la corona del canal montículos de vegetación.
	Grado	Leve	
	Área afectada	10.00m <sup>2</sup> (8.62%)	
2	Sello de juntas		En la muestra se puede ver que varias juntas (aprox. la mitad) se encuentra con ausencia parcial de mortero y brotes de hierba.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)	
3	Fisuras y grietas		Al inicio de la muestra se aprecia grietas transversales de 1mm de ancho cerca a la compuerta.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.10m <sup>2</sup> (0.09%)	
4	Desprendimiento		Se aprecia un área con desprendimientos del concreto en la compuerta.
	Grado	Leve	
	Área afectada	3.38m <sup>2</sup> (2.91%)	
Paños del lado derecho – Área: 116m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación y suciedad		Se puede apreciar los banquetes cubiertos de tierra, piedra y barro endurecido a lo largo de la muestra, además hay algunas plantas grandes.
	Grado	Severo	
	Área afectada	62.00m <sup>2</sup> (53.45%)	
2	Sello de juntas		Algunos sellos de juntas tienen ausencia de mortero.
	Grado	Leve	
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)	
Losa de fondo – Área: 100m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación y suciedad		Se observa mancha verde a lo largo del canal que contiene hongo.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	45.00m <sup>2</sup> (45.00%)	
2	Sedimentación		Se puede apreciar un área a lo largo de la muestra con arena y piedras acumuladas en un lado del canal.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	34.00m <sup>2</sup> (34.00%)	
Fotografías			

Tabla 7. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 01

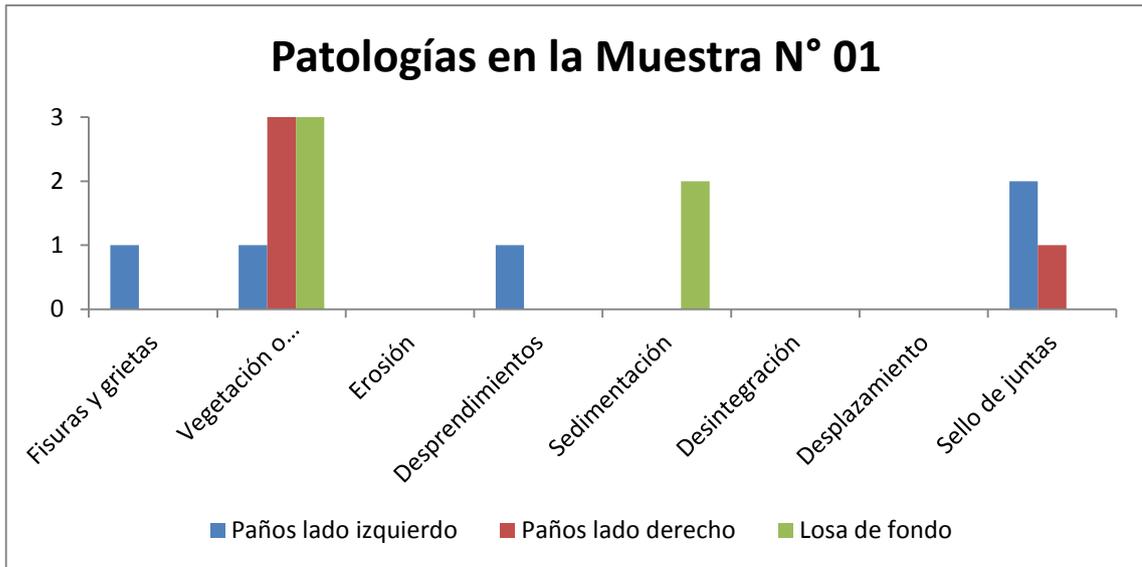


Gráfico 1. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 01

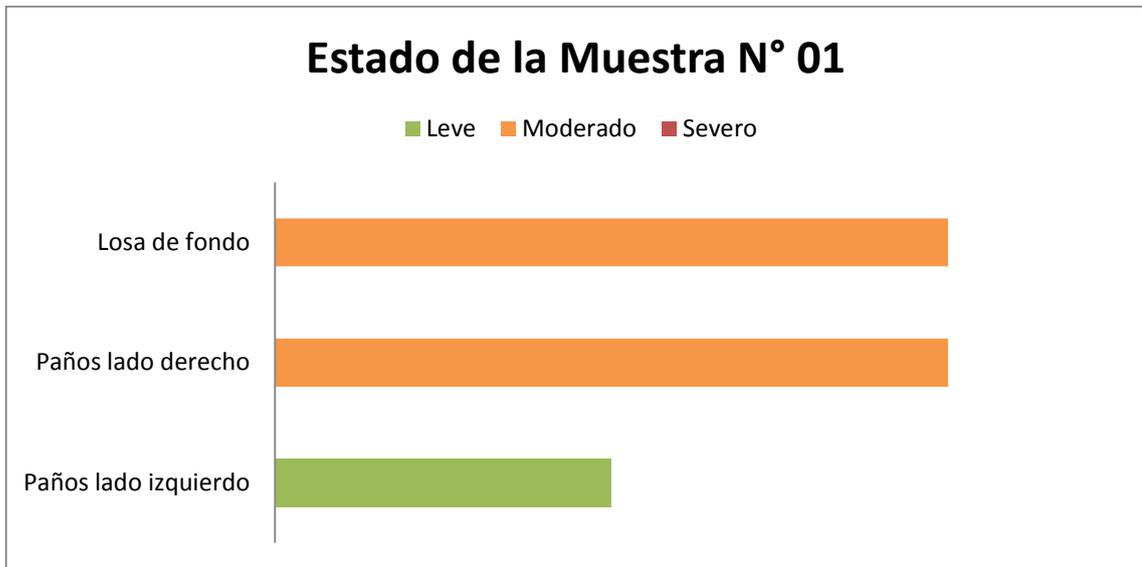


Gráfico 2. Estado de los elementos de la Muestra N° 01

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 01 indican que las principales patologías que afectan a este tramo son la Vegetación y el deterioro de las Juntas. Asimismo se aprecian fisuras y desprendimientos leves en el lado izquierdo y moderada sedimentación en la losa. Como se puede apreciar en el Gráfico 2 esto permite establecer un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 01 con predominancia en la losa de fondo y los paños del lado derecho.

### 3.2. Hoja de evaluación de la muestra N° 02

<b>Muestra N° 02 – Área: 332m<sup>2</sup></b>			
Sección: Trapezoidal			
Inicio	7+040		
Fin	7+080		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve	X		
Moderado			
Severo			
<b>Inspección de patologías y daños</b>			
<b>Paños del lado izquierdo – Área: 116m<sup>2</sup></b>			<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Vegetación y suciedad</b>		Se puede apreciar en las juntas algunas hierbas secas y también tierra dura.
	Grado	Leve	
	Área afectada	5.00m <sup>2</sup> (4.30%)	
2	<b>Sello de juntas</b>		En la muestra se pueden apreciar varias juntas (casi la mitad) con escaso mortero y hierbas secas.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)	
3	<b>Fisuras y grietas</b>		Se aprecia varias fisuras superficiales transversales de 1mm de ancho.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.20m <sup>2</sup> (0.17%)	
<b>Paños del lado derecho – Área: 116m<sup>2</sup></b>			<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Vegetación y suciedad</b>		Se puede apreciar hierba seca y tierra seca dura junto a la hierba, además montículos de plantas de totora.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	27.00m <sup>2</sup> (23.28%)	
2	<b>Sello de juntas</b>		Algunos sellos de juntas se encuentran con ausencia de mortero y otros con brotes de hierbas.
	Grado	Leve	
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)	
3	<b>Fisuras y grietas</b>		Se puede apreciar en la mayoría de los banquetes fisuras superficiales transversales de 1mm de ancho.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.40m <sup>2</sup> (0.34%)	
<b>Losa de fondo – Área: 100m<sup>2</sup></b>			<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Vegetación y suciedad</b>		Se observa mancha verde a lo largo del canal que contiene hongo.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	45.00m <sup>2</sup> (45.00%)	
2	<b>Sedimentación</b>		Se observa un área con algunos residuos sólidos y piedras.
	Grado	Leve	
	Área afectada	8.00m <sup>2</sup> (8.00%)	
<b>Fotografías</b>			

Tabla 8. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 02

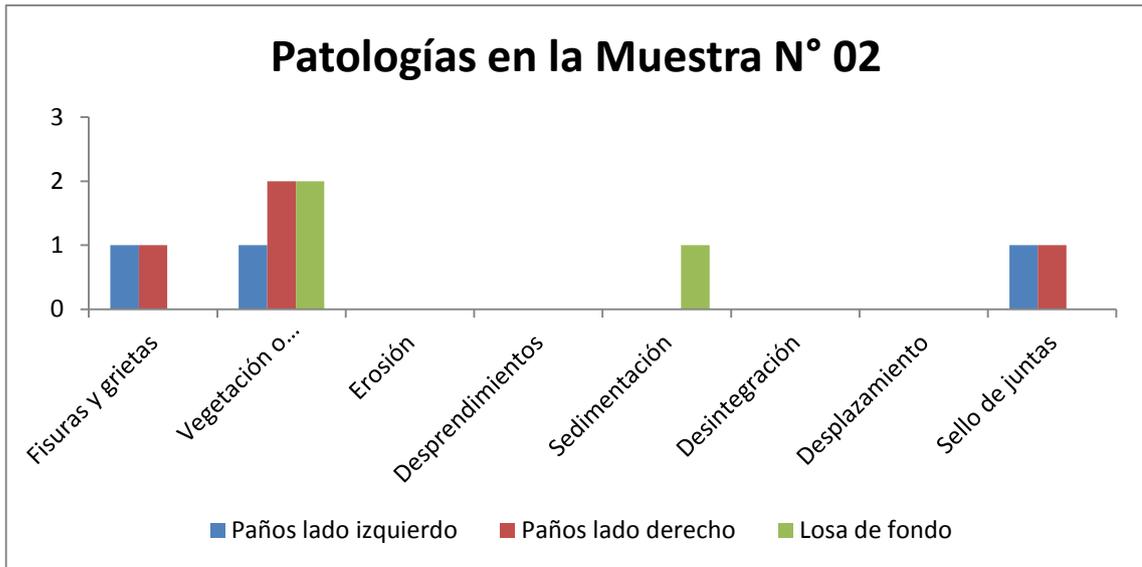


Gráfico 3. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 02

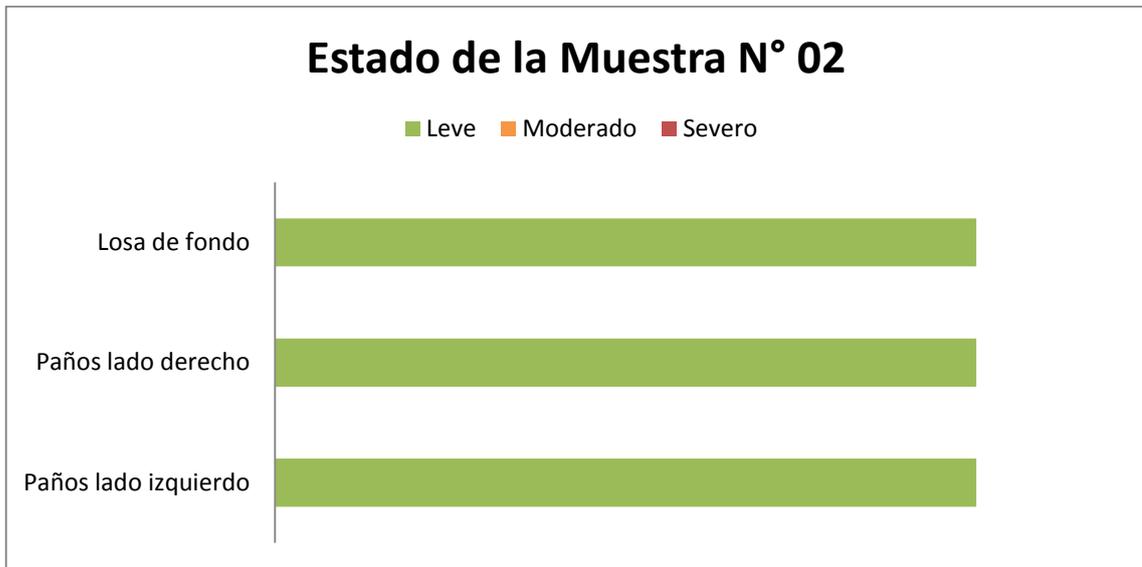


Gráfico 4. Estado de los elementos de la Muestra N° 02

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 02 indican que la principal patología que afecta a este tramo es la Vegetación. Asimismo se aprecian leves fisuras y deterioros de las juntas en los paños de ambos lados y leve sedimentación en la losa. Como se puede apreciar en el Gráfico 4 esto permite establecer un nivel de daño Leve para todos los elementos de la Muestra N° 02.

### 3.3. Hoja de evaluación de la muestra N° 03

<b>Muestra N° 03 – Área: 332m<sup>2</sup></b>			
Sección: Trapezoidal			
Inicio	7+080		
Fin	7+120		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve	X		
Moderado			
Severo			
<b>Inspección de patologías y daños</b>			
<b>Paños del lado izquierdo – Área: 116m<sup>2</sup></b>			<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Vegetación y suciedad</b>		Se puede apreciar hierbas secas a lo largo del canal y también algunas plantas de la carretera que están invadiendo el concreto
	Grado	Leve	
	Área afectada	8.00m <sup>2</sup> (6.90%)	
2	<b>Sello de juntas</b>		Se nota ausencia de sello en la mitad de las juntas y muestra pequeñas hierbas secas.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)	
3	<b>Fisuras y grietas</b>		Se aprecia varias fisuras superficiales transversales en algunos de los paños de 1mm.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.25m <sup>2</sup> (0.22%)	
<b>Paños del lado derecho – Área: 116m<sup>2</sup></b>			<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Vegetación y suciedad</b>		Se aprecia algunos trozos de tierra dura y piedras. Además hierbas y plantas grandes.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	33.00m <sup>2</sup> (28.45%)	
2	<b>Sello de juntas</b>		Algunas juntas se encuentran con ausencia de mortero y otros con plantas secas.
	Grado	Leve	
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)	
3	<b>Fisuras y grietas</b>		Se aprecia fisuras transversales superficiales en la mayoría de banquetes de 1mm y más pequeñas.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.80m <sup>2</sup> (0.69%)	
<b>Losa de fondo – Área: 100m<sup>2</sup></b>			<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Vegetación y suciedad</b>		Se observa la mancha verde a lo largo del canal que contiene hongo.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	49.00m <sup>2</sup> (49.00%)	
<b>Fotografías</b>			

Tabla 9. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 03

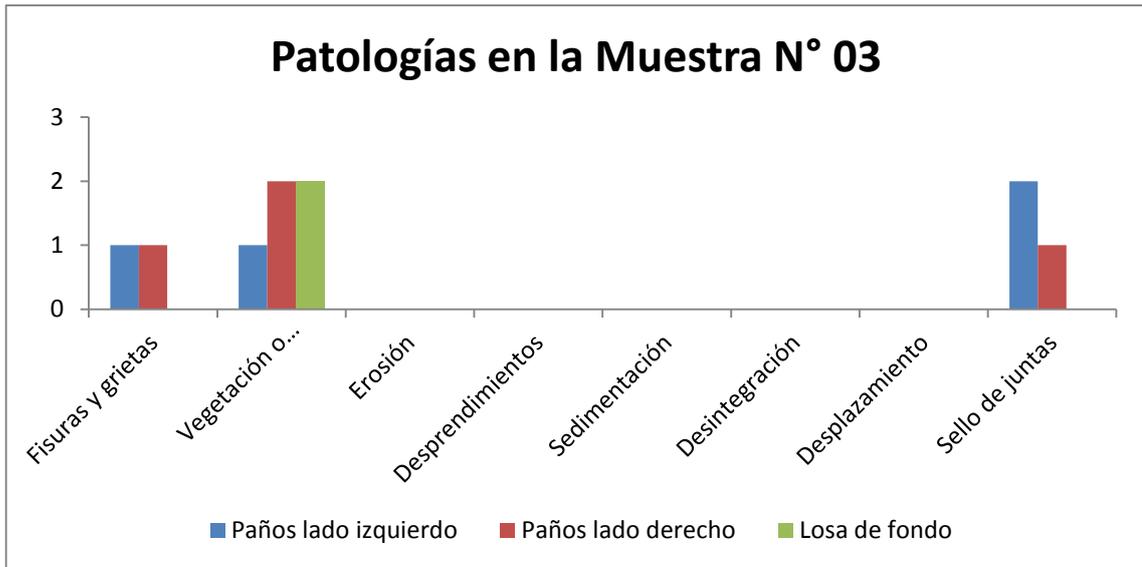


Gráfico 5. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 03

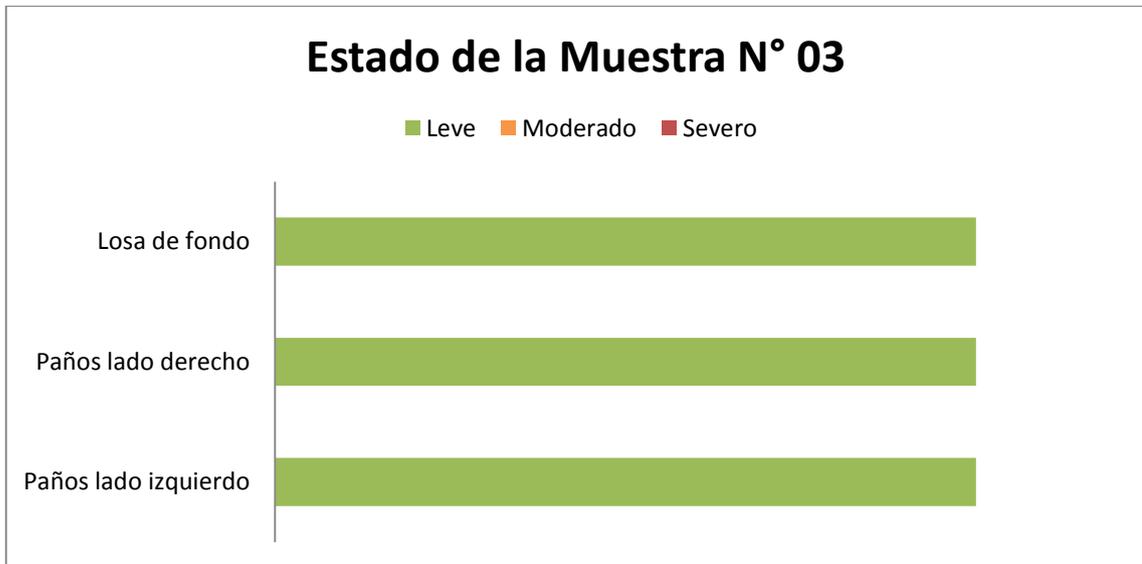


Gráfico 6. Estado de los elementos de la Muestra N° 03

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 03 indican que la principal patología que afecta a este tramo es la Vegetación. Asimismo se aprecian leves fisuras en los paños y moderado deterioro de las juntas del lado izquierdo. Como se puede apreciar en el Gráfico 6 esto permite establecer un nivel de daño Leve para todos los elementos de la Muestra N° 03.

### 3.4. Hoja de evaluación de la muestra N° 04

Muestra N° 04 – Área: 332m <sup>2</sup>			
Sección: Trapezoidal			
Inicio	7+120		
Fin	7+160		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 116m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación y suciedad		Se puede notar parcialmente plantas o hierbas secas a lo largo del canal.
	Grado	Leve	
	Área afectada	10.00m <sup>2</sup> (8.62%)	
2	Sello de juntas		Se nota ausencia de mortero en cuatro a cinco juntas y muestra pequeñas hierbas secas.
	Grado	Leve	
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)	
Paños del lado derecho – Área: 116m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación y suciedad		Se observa grandes cantidades cubiertas de hierbas secas y plantas con brotes grandes en la mayor parte de la muestra.
	Grado	Severo	
	Área afectada	75.00m <sup>2</sup> (64.66%)	
2	Sello de juntas		Se aprecian algunas juntas con ausencia parcial de mortero.
	Grado	Leve	
	Área afectada	2.50m <sup>2</sup> (2.16%)	
3	Fisuras y grietas		Se aprecia grietas transversales de 4mm de ancho en algunos banquetes de la muestra.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	1.50m <sup>2</sup> (1.29%)	
Losa de fondo – Área: 100m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación y suciedad		Se observa manchas verdes en la muestra, que contiene hongo. Además, maleza acumulada en algunas partes.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	40.00m <sup>2</sup> (40.00%)	
Fotografías			

Tabla 10. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 04

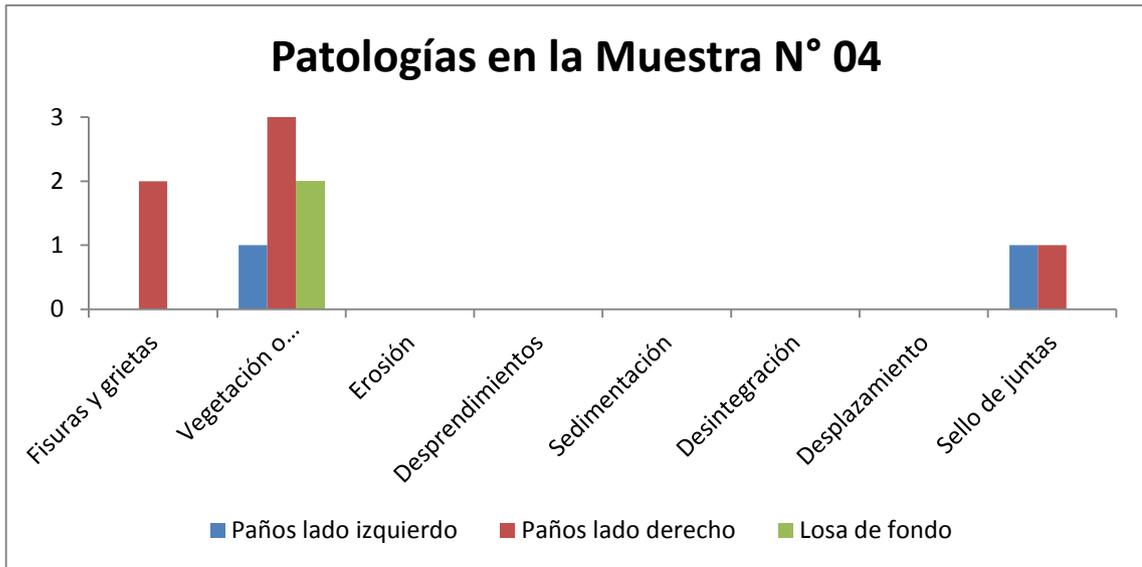


Gráfico 7. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 04

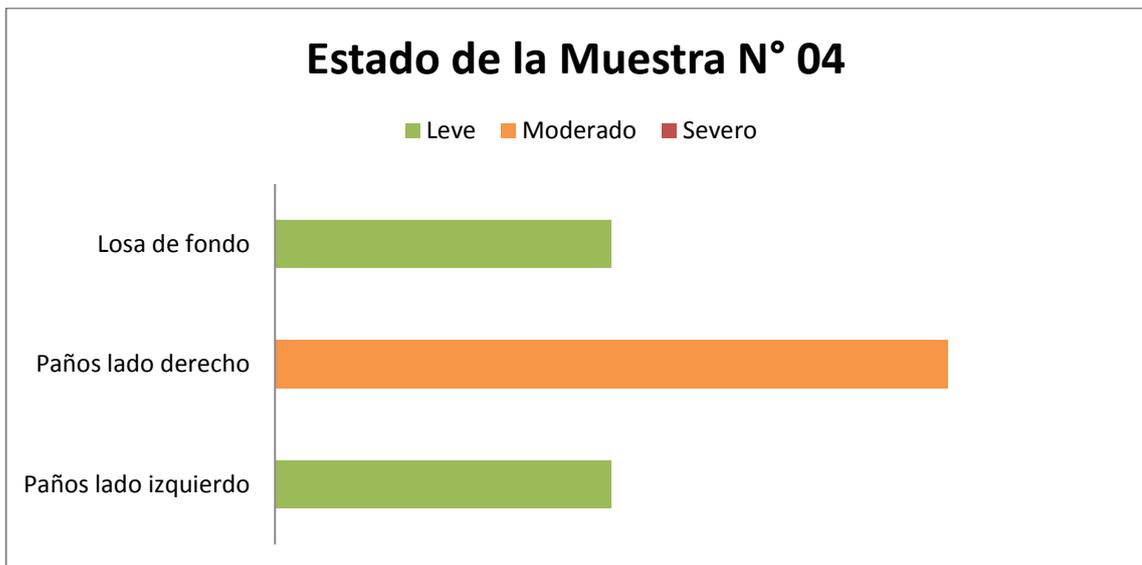


Gráfico 8. Estado de los elementos de la Muestra N° 04

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 04 indican que la principal patología que afecta a este tramo es la Vegetación. Asimismo se aprecian algunas fisuras importantes en el lado derecho y algunos deterioros de las juntas. Como se puede apreciar en el Gráfico 8 esto permite establecer un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 04 debido a la presencia de fisuras de consideración en el lado derecho.

### 3.5. Hoja de evaluación de la muestra N° 05

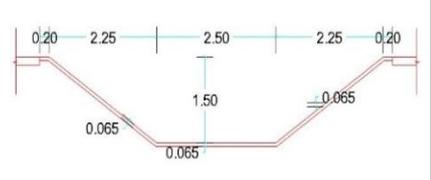
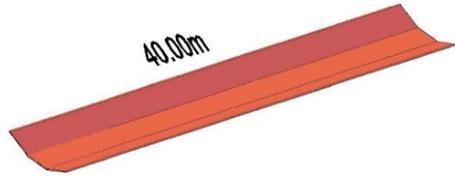
Muestra N° 05 – Área: 332m <sup>2</sup>			
Sección: Trapezoidal			
Inicio	7+160		
Fin	7+200		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 116m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación y suciedad		Se puede notar algunas hierbas pequeñas secas a lo largo del canal.
	Grado	Leve	
	Área afectada	5.00m <sup>2</sup> (4.31%)	
2	Sello de juntas		Se nota ausencia parcial de sello en poco menos de la mitad de las juntas y algunas hierbas pequeñas secas dentro de algunas juntas.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)	
3	Fisuras o grietas		Se puede apreciar fisuras superficiales transversales en algunos banquetes de la muestra, de 1mm de ancho.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.50m <sup>2</sup> (1.29%)	
4	Desprendimientos		Se aprecia un área con picadura de concreto y desprendimientos que afectan al borde (corona).
	Grado	Leve	
	Área afectada	2.60m <sup>2</sup> (2.24%)	
Paños del lado derecho – Área: 116m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación y suciedad		Se observa grandes cantidades de tierra dura junto a hierbas pequeñas secas, plantas grandes en gran parte de la muestra.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	45.00m <sup>2</sup> (38.79%)	
2	Sello de juntas		Se aprecia juntas con ausencia parcial de mortero y plantas, hierbas secas grandes y tierra dura acumulada.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.50m <sup>2</sup> (2.16%)	
3	Fisuras y grietas		Se aprecia grietas transversales de 2mm y 3mm ancho en algunos banquetes de la muestra.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	3.78m <sup>2</sup> (3.26%)	
Losa de fondo – Área: 100m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación y suciedad		Se observa manchas verdes en la muestra, que contiene hongo. Además, maleza acumulada en algunas partes.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	45.00m <sup>2</sup> (45.00%)	
Fotografías			
			

Tabla 11. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 05

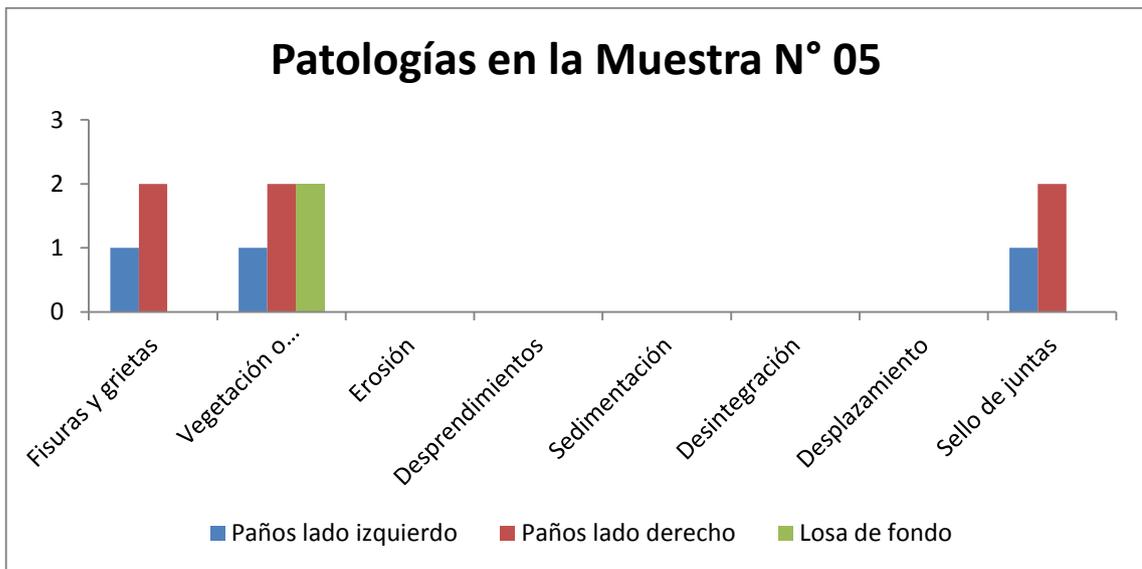


Gráfico 9. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 05

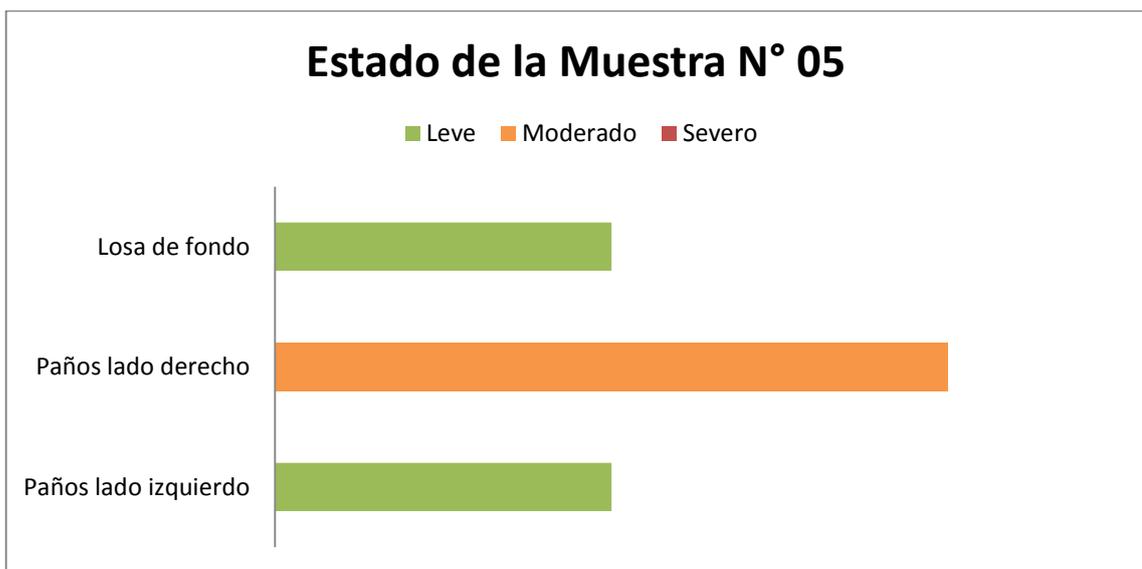


Gráfico 10. Estado de los elementos de la Muestra N° 05

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 05 indican que la principal patología que afecta a este tramo es la Vegetación. Asimismo se aprecian algunas fisuras importantes en el lado derecho y otras menores en el lado izquierdo. También hay deterioros en las juntas. Como se puede apreciar en el Gráfico 10 esto permite establecer un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 05 debido a la presencia de fisuras de consideración en el lado derecho.

### 3.6. Hoja de evaluación de la muestra N° 06

Muestra N° 06 – Área: 332m <sup>2</sup>			
Sección: Trapezoidal			
Inicio	7+200		
Fin	7+240		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve	X		
Moderado			
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 116m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación y suciedad		Se puede notar hierbas pequeñas secas a lo largo del canal.
	Grado	Leve	
	Área afectada	5.00m <sup>2</sup> (4.31%)	
2	Sello de juntas		Se nota ausencia parcial del sello de las juntas y algunas hierbas secas dentro de la junta.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)	
3	Fisuras o grietas		Se puede apreciar fisuras superficiales transversales de 1mm en algunos banquetes de la muestra.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.50m <sup>2</sup> (1.29%)	
Paños del lado derecho – Área: 116m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación y suciedad		Se observa plantas pequeñas en algunas partes de la muestra y tierra dura acumulada en los banquetes.
	Grado	Leve	
	Área afectada	15.00m <sup>2</sup> (12.93%)	
2	Sello de juntas		Se aprecia juntas con ausencia parcial de mortero y pequeñas plantas, igual que en el otro lado.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)	
3	Fisuras y grietas		Se aprecia fisuras superficiales transversales de 1mm en algunos banquetes de la muestra (son más cortas que en el otro lado).
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.81m <sup>2</sup> (0.70%)	
Losas de fondo – Área: 100m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación y suciedad		Se sigue observando manchas verdes en la muestra que contienen el hongo acumulado.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	36.00m <sup>2</sup> (36.00%)	
Fotografías			

Tabla 12. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 06

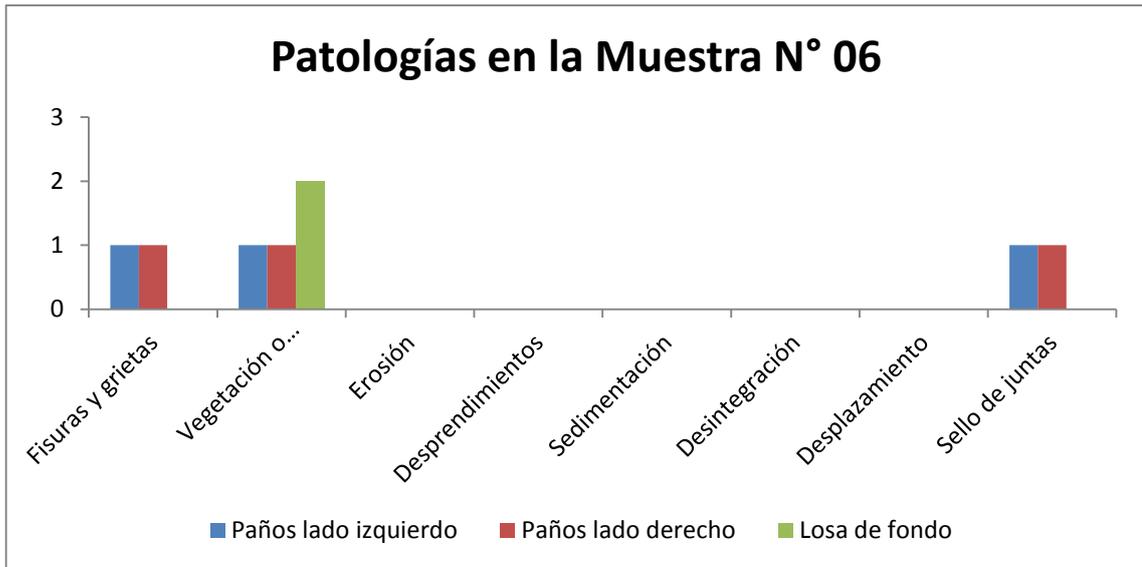


Gráfico 11. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 06

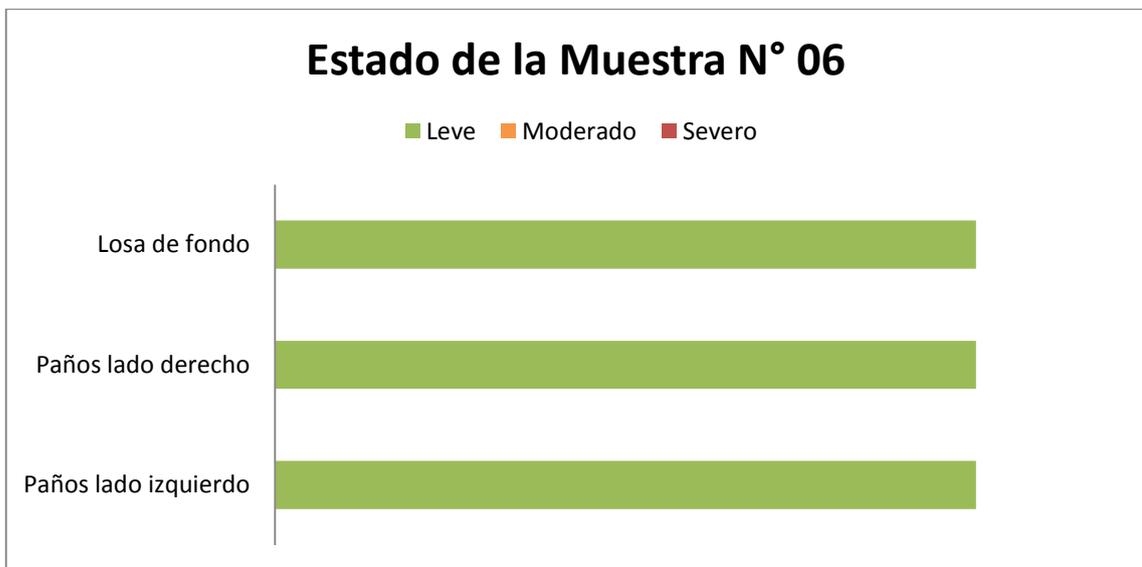


Gráfico 12. Estado de los elementos de la Muestra N° 06

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 06 indican que no hay mayores daños en el tramo. La incidencia de las patologías es leve, salvo en la losa de fondo donde se aprecia mayor suciedad o vegetación, mientras que en los paños hay algunas fisuras menores y ausencia parcial de los sellos en las juntas. Como se puede apreciar en el Gráfico 12 esto permite establecer un nivel de daño Leve para la Muestra N° 06.

### 3.7. Hoja de evaluación de la muestra N° 07

Muestra N° 07 – Área: 332m <sup>2</sup>			
Sección: Trapezoidal			
Inicio	7+240		
Fin	7+280		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve	X		
Moderado			
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 116m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Sello de juntas		Se nota ausencia parcial del sello en la mitad de las juntas y algunas hierbas pequeñas.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)	
2	Fisuras o grietas		Se puede apreciar fisuras superficiales transversales de 1mm en algunos banquetes de la muestra.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (0.86%)	
Paños del lado derecho – Área: 116m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación y suciedad		Se observa presencia parcial de hierbas secas y plantas grandes en algunas partes de la muestra.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	26.00m <sup>2</sup> (22.41%)	
2	Sello de juntas		Se aprecian algunas juntas con ausencia parcial de mortero y plantas pequeñas y hierbas secas.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (0.86%)	
3	Fisuras y grietas		Se aprecia fisuras superficiales transversales de 1mm en algunos banquetes de la muestra.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.76m <sup>2</sup> (0.66%)	
Losa de fondo – Área: 100m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación y suciedad		Continúan las manchas verdes en la muestra que contienen el hongo acumulado.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	39.00m <sup>2</sup> (39.00%)	
Fotografías			

Tabla 13. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 07

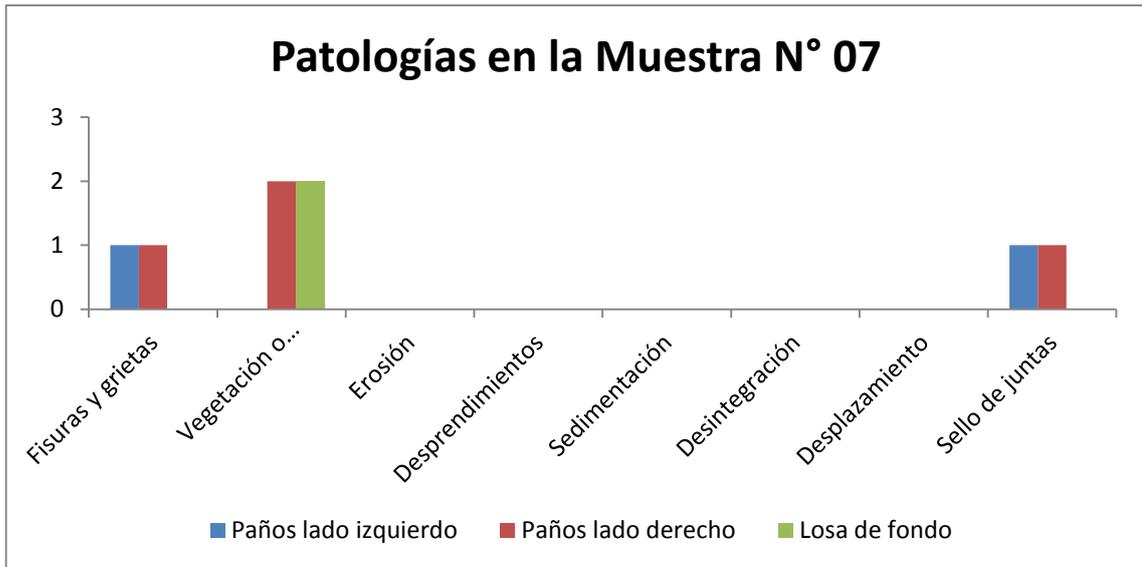


Gráfico 13. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 07

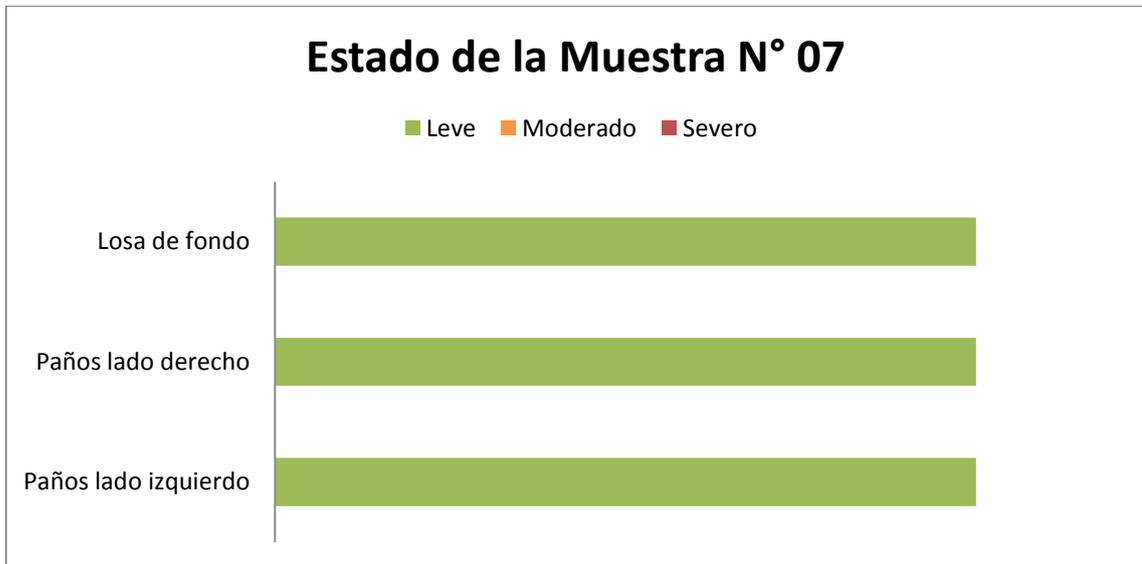


Gráfico 14. Estado de los elementos de la Muestra N° 07

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 07 indican que no hay mayores daños en el tramo. Las fisuras presentes en los paños de ambos lados son leves al igual que el deterioro de las juntas; además existe moderada vegetación y suciedad en la losa de fondo. Como se puede apreciar en el Gráfico 14 esto permite establecer un nivel de daño Leve para la Muestra N° 07.

### 3.8. Hoja de evaluación de la muestra N° 08

<b>Muestra N° 08 – Área: 332m<sup>2</sup></b>		
Sección: Trapezoidal		
Inicio	7+280	
Fin	7+320	
<b>Nivel de daño</b>		
Leve		
Moderado	X	
Severo		
<b>Inspección de patologías y daños</b>		
<b>Paños del lado izquierdo – Área: 116m<sup>2</sup></b>		<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Sello de juntas</b>	
	Grado	Moderado
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)
2	<b>Fisuras o grietas</b>	
	Grado	Leve
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (0.86%)
<b>Paños del lado derecho – Área: 116m<sup>2</sup></b>		<b>Nivel de daño: Moderado</b>
1	<b>Vegetación y suciedad</b>	
	Grado	Moderado
	Área afectada	33.00m <sup>2</sup> (28.45%)
2	<b>Sello de juntas</b>	
	Grado	Leve
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (0.86%)
3	<b>Fisuras y grietas</b>	
	Grado	Moderado
	Área afectada	0.84m <sup>2</sup> (0.72%)
4	<b>Erosión</b>	
	Grado	Leve
	Área afectada	5.20m <sup>2</sup> (4.48%)
<b>Losa de fondo – Área: 100m<sup>2</sup></b>		<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Vegetación y suciedad</b>	
	Grado	Moderado
	Área afectada	43.00m <sup>2</sup> (43.00%)
<b>Fotografías</b>		

Tabla 14. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 08

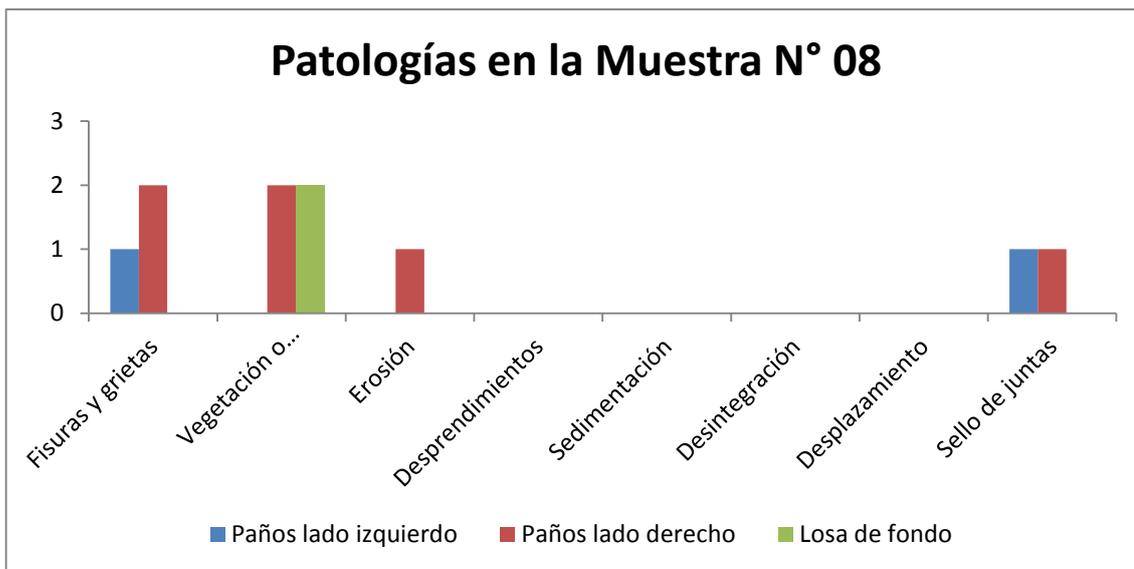


Gráfico 15. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 08

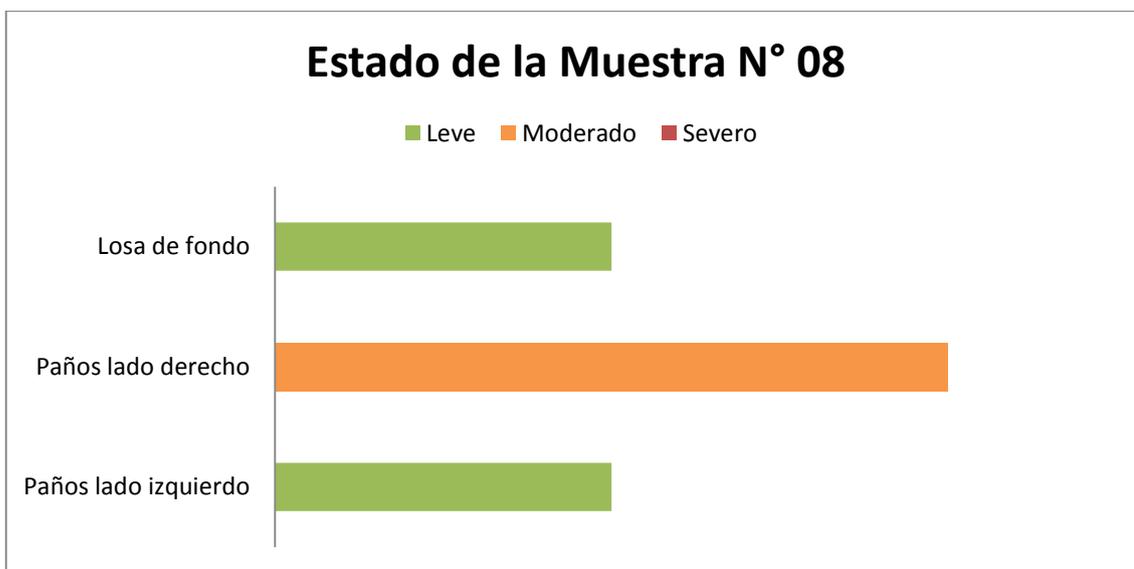


Gráfico 16. Estado de los elementos de la Muestra N° 08

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 08 indican que las principales patologías que afectan a este tramo son la Vegetación y las Fisuras. Se observó que la vegetación afecta el lado derecho y la losa mientras que las fisuras se encuentran en ambos lados pero con mayor incidencia en el derecho. También se encontró erosión leve y deterioros en las juntas. De acuerdo con el Gráfico 16 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 08 debido a la presencia de fisuras de consideración en el lado derecho.

### 3.9. Hoja de evaluación de la muestra N° 09

<b>Muestra N° 09 – Área: 332m<sup>2</sup></b>			
Sección: Trapezoidal			
Inicio	7+320		
Fin	7+360		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
<b>Inspección de patologías y daños</b>			
<b>Paños del lado izquierdo – Área: 116m<sup>2</sup></b>			<b>Nivel de daño: Moderado</b>
1	<b>Sello de juntas</b>		Se nota ausencia parcial de mortero. También cabe resaltar que algunas de las juntas son más anchas y en una de las juntas hay un tubo.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.50m <sup>2</sup> (1.29%)	
2	<b>Fisuras o grietas</b>		Fisuras superficiales transversales en algunos banquetes de 2mm y 3mm. Fisura diagonal de 3mm que va desde la mitad de la junta más abierta hacia abajo, y otra en la mitad de un paño.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.10m <sup>2</sup> (1.81%)	
3	<b>Desprendimientos</b>		Hay algunos pequeños desprendimientos en el borde de los banquetes, cerca de las juntas y otros que han sido rellenados con cemento.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.15m <sup>2</sup> (0.13%)	
<b>Paños del lado derecho – Área: 116m<sup>2</sup></b>			<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Sello de juntas</b>		Se aprecia algunas juntas con ausencia parcial de mortero.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (0.86%)	
2	<b>Fisuras y grietas</b>		Se aprecia fisuras superficiales transversales de 2mm y 3mm en algunos banquetes de la muestra.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	0.14m <sup>2</sup> (0.12%)	
<b>Losa de fondo – Área: 100m<sup>2</sup></b>			<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Vegetación y suciedad</b>		Aún se notan algunas manchas verdes del hongo al inicio de la muestra pero disminuye al ir avanzando y solo quedan algunos residuos de plástico (bolsas, botellas) y sacos de arena.
	Grado	Leve	
	Área afectada	17.00m <sup>2</sup> (17.00%)	
<b>Fotografías</b>			

Tabla 15. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 09

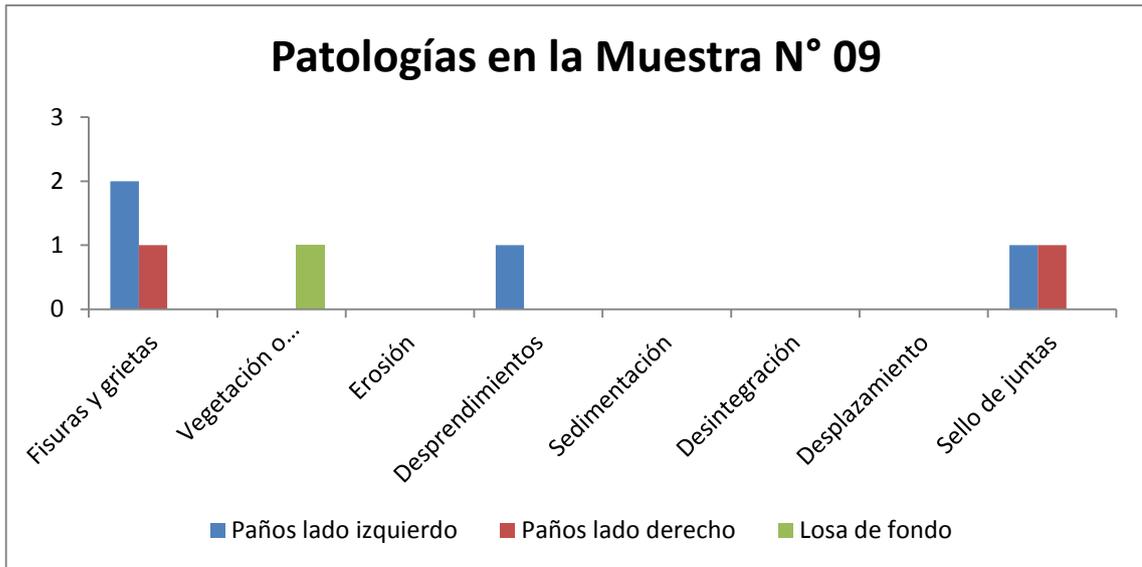


Gráfico 17. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 09

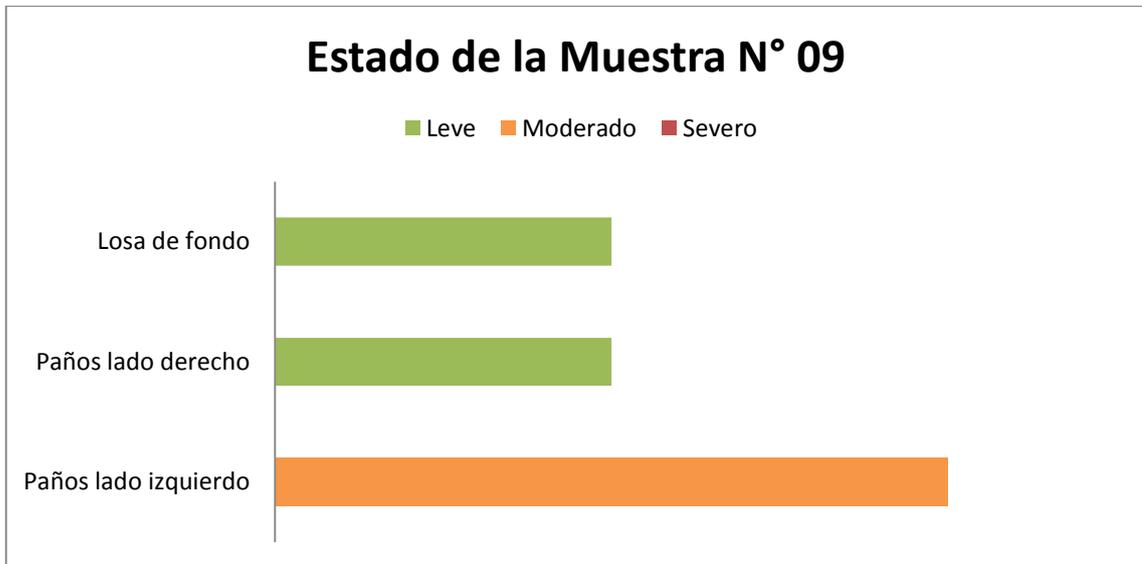


Gráfico 18. Estado de los elementos de la Muestra N° 09

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 09 indican que la principal patología que afecta a este tramo son las Fisuras. Se observaron fisuras de moderada consideración en el lado izquierdo y otras menores en el lado derecho. También se observaron algunos desprendimientos y deterioros en las juntas mientras que los problemas de vegetación en la losa disminuyeron. De acuerdo con el Gráfico 18 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 09 debido a la presencia de fisuras de consideración en el lado izquierdo.

### 3.10. Hoja de evaluación de la muestra N° 10

<b>Muestra N° 10 – Área: 332m<sup>2</sup></b>			
Sección: Trapezoidal			
Inicio	7+360		
Fin	7+400		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
<b>Inspección de patologías y daños</b>			
<b>Paños del lado izquierdo – Área: 116m<sup>2</sup></b>			<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Sello de juntas</b>		En la muestra se puede ver que en varias juntas falta mortero y presentan algunos desprendimientos de concreto en sus bordes.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.50m <sup>2</sup> (2.16%)	
2	<b>Vegetación o suciedad</b>		Se puede apreciar en los paños, piedras, y tierra (barro endurecido) que se ha ido desprendiendo de la carretera.
	Grado	Leve	
	Área afectada	23.00m <sup>2</sup> (19.83%)	
<b>Paños del lado derecho – Área: 116m<sup>2</sup></b>			<b>Nivel de daño: Moderado</b>
1	<b>Sello de juntas</b>		En varias juntas falta el sello (mortero) y otras tienen brotes de plantas pequeñas.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)	
2	<b>Vegetación o suciedad</b>		Se pueden apreciar grandes porciones de barro seco y brotes de plantas, además piedras que se han deslizado de la carretera y se han endurecido.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	32.00m <sup>2</sup> (27.59%)	
3	<b>Fisuras y grietas</b>		Se aprecia fisuras diagonales superficiales (de 2mm y 3mm) en diferentes partes de la muestra.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	1.08m <sup>2</sup> (0.93%)	
<b>Losa de fondo – Área: 100m<sup>2</sup></b>			<b>Nivel de daño: Moderado</b>
1	<b>Vegetación y suciedad</b>		Se observa que la mancha verde desapareció y quedan algunos sacos de arena y piedras al inicio de la muestra. Mientras se avanza se aprecian algunas bolsas plásticas y otros residuos.
	Grado	Leve	
	Área afectada	4.00m <sup>2</sup> (4.00%)	
2	<b>Sedimentación</b>		Se puede apreciar mucha arena sedimentada, piedras y rocas acumuladas en un lado de la losa.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	12.00m <sup>2</sup> (12.00%)	
<b>Fotografías</b>			

Tabla 16. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 10

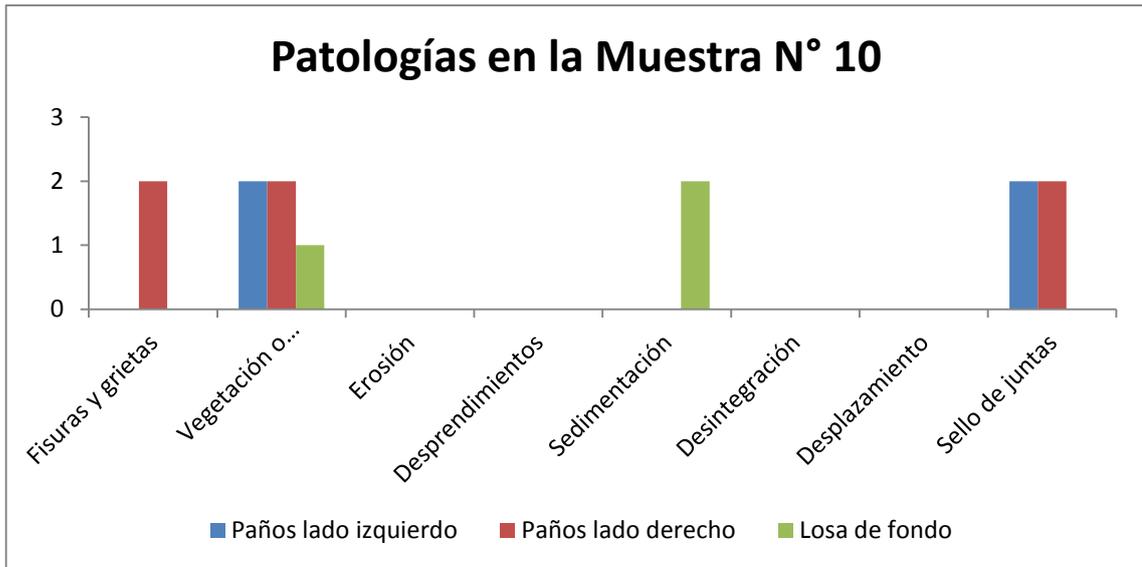


Gráfico 19. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 10

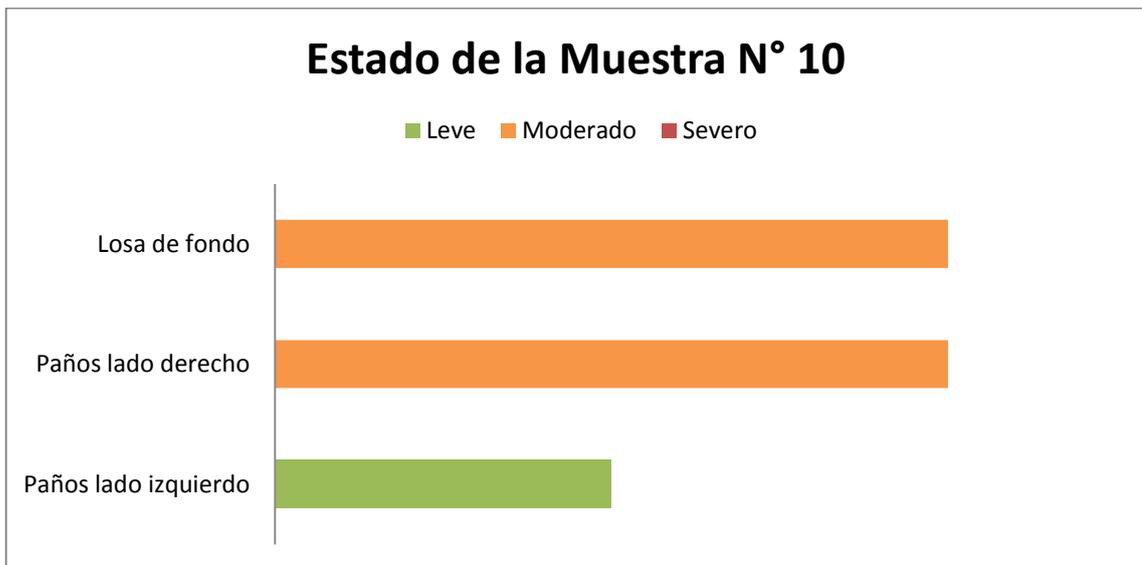


Gráfico 20. Estado de los elementos de la Muestra N° 10

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 10 indican que las principales patologías que afectan a este tramo son la Vegetación y las Fisuras. Se observaron fisuras de moderada consideración en el lado derecho y considerable sedimentación en la losa, así como deterioros moderados en las juntas. De acuerdo con el Gráfico 20 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 10.

### 3.11. Hoja de evaluación de la muestra N° 11

<b>Muestra N° 11 – Área: 332m<sup>2</sup></b>		
Sección: Trapezoidal		
Inicio	7+400	
Fin	7+440	
<b>Nivel de daño</b>		
Leve	<b>X</b>	
Moderado		
Severo		
<b>Inspección de patologías y daños</b>		
<b>Paños del lado izquierdo – Área: 116m<sup>2</sup></b>		<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Sello de juntas</b>	
	Grado	Leve
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (0.86%)
2	<b>Vegetación o suciedad</b>	
	Grado	Leve
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (1.72%)
<b>Paños del lado derecho – Área: 116m<sup>2</sup></b>		<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Sello de juntas</b>	
	Grado	Leve
	Área afectada	1.20m <sup>2</sup> (1.03%)
2	<b>Vegetación o suciedad</b>	
	Grado	Moderado
	Área afectada	24.00m <sup>2</sup> (20.69%)
<b>Losa de fondo – Área: 100m<sup>2</sup></b>		<b>Nivel de daño: Leve</b>
1	<b>Sedimentación</b>	
	Grado	Leve
	Área afectada	1.50m <sup>2</sup> (1.50%)
<b>Fotografías</b>		

Tabla 17. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 11

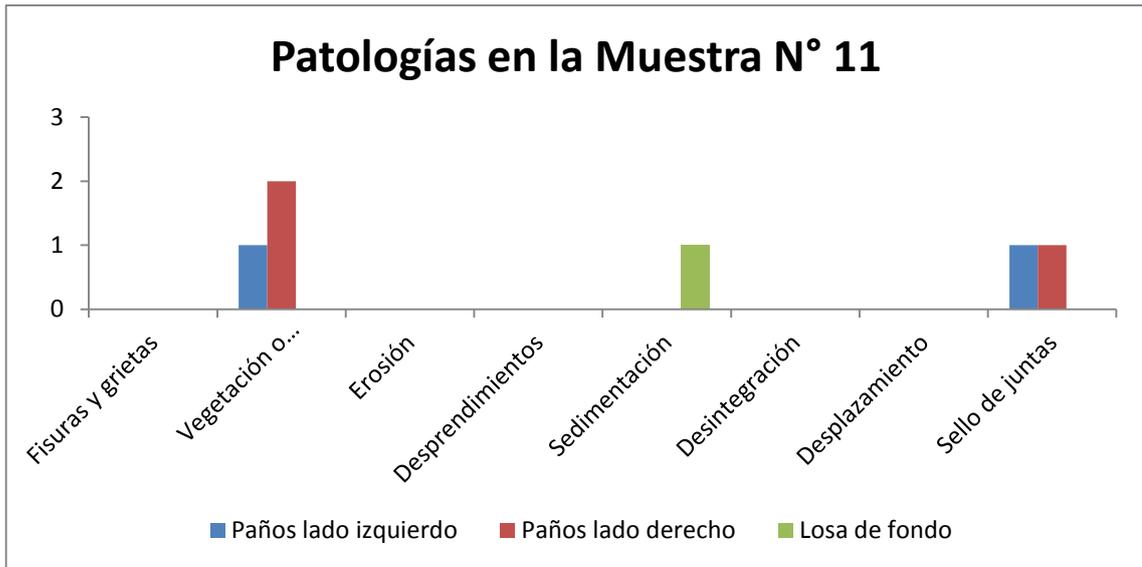


Gráfico 21. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 11

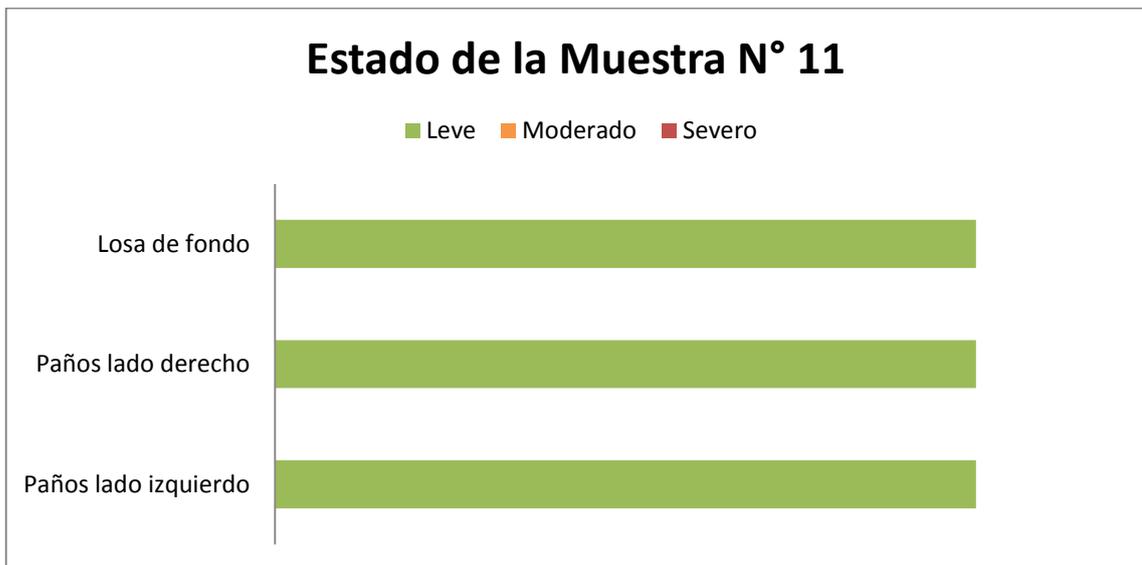


Gráfico 22. Estado de los elementos de la Muestra N° 11

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 11 indican que no hay mayores daños en el tramo. Solo se encontró un poco de vegetación y suciedad en los paños laterales, leve sedimentación en la losa y pequeños deterioros en las juntas. Como se puede apreciar en el Gráfico 22 esto permite establecer un nivel de daño Leve para la Muestra N° 11.

### 3.12. Hoja de evaluación de la muestra N° 12

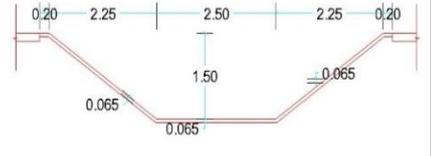
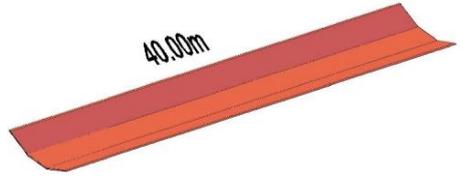
Muestra N° 12 – Área: 332m <sup>2</sup>			
Sección: Trapezoidal			
Inicio	7+440		
Fin	7+480		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 116m <sup>2</sup>		Nivel de daño: Moderado	
1	Sello de juntas		Se notan ausencias de mortero en varias juntas y pequeños desprendimientos en los bordes de las juntas.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	1.60m <sup>2</sup> (1.38%)	
2	Vegetación o suciedad		Se pueden apreciar áreas con algunas plantas y tierra que se ha desprendido de la carretera convirtiéndose en barro endurecido.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	24.00m <sup>2</sup> (20.69%)	
3	Fisuras y grietas		Hay varias fisuras verticales y diagonales al inicio de la muestra (2mm y 3mm).
	Grado	Moderado	
	Área afectada	1.10m <sup>2</sup> (0.95%)	
Paños del lado derecho – Área: 116m <sup>2</sup>		Nivel de daño: Leve	
1	Sello de juntas		Se aprecian algunas juntas con ausencia parcial y otros en buen estado.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.74m <sup>2</sup> (0.64%)	
2	Vegetación o suciedad		Parecido al lado izquierdo aunque la vegetación se encuentra sobre el borde (corona) del canal y hay menos barro.
	Grado	Leve	
	Área afectada	19.00m <sup>2</sup> (16.38%)	
Losa de fondo – Área: 100m <sup>2</sup>		Nivel de daño: Leve	
1	Sedimentación		Hay algunos sedimentos (piedras) acumulados a un lado del borde de la losa que no representan mayor daño.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.10m <sup>2</sup> (1.10%)	
Fotografías			
			

Tabla 18. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 12

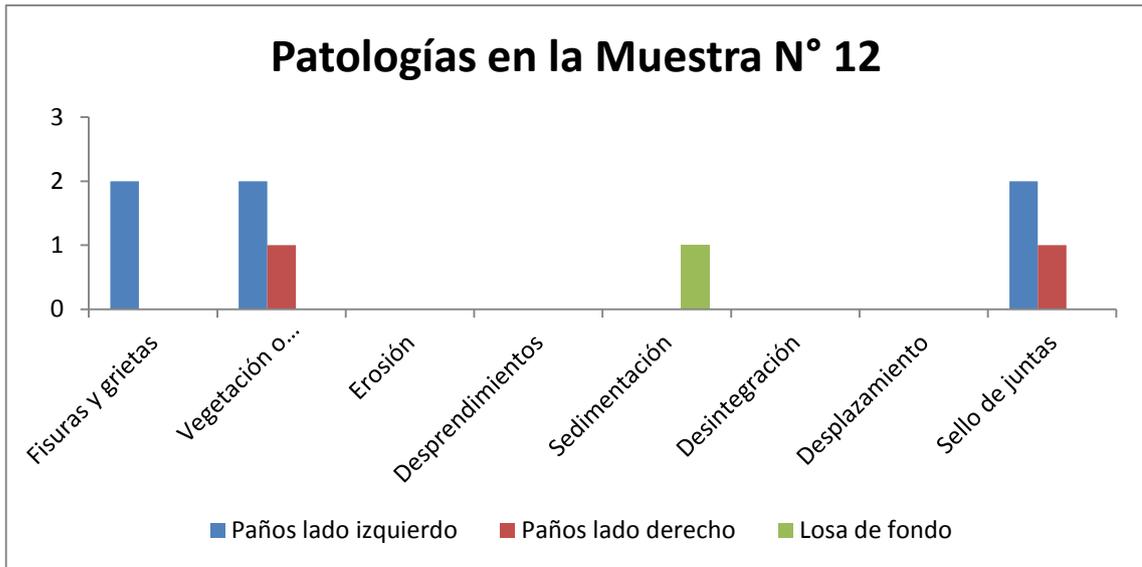


Gráfico 23. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 12

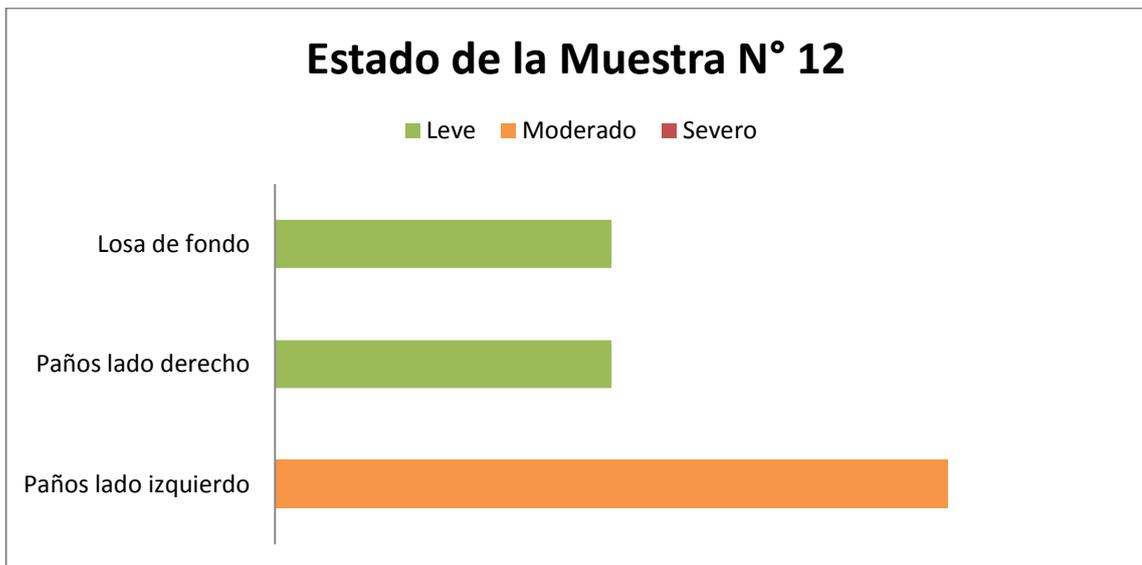


Gráfico 24. Estado de los elementos de la Muestra N° 12

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 12 indican que la principal patología que afecta a este tramo son las Fisuras. Se observaron fisuras de moderada consideración en el lado izquierdo, así como ligera vegetación y pequeños deterioros en las juntas. De acuerdo con el Gráfico 24 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 12 debido a la afectación sufrida por el lado izquierdo del canal debido a las fisuras.

### 3.13. Hoja de evaluación de la muestra N° 13

Muestra N° 13 – Área: 144m <sup>2</sup>			
Sección: Rectangular			
Inicio	7+480		
Fin	7+520		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Sello de juntas		Algunas juntas presentan pequeños desgastes y desprendimientos.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.10m <sup>2</sup> (0.24%)	
2	Vegetación o suciedad		Hay algunas manchas producto de la humedad.
	Grado	Leve	
	Área afectada	2.00m <sup>2</sup> (4.76%)	
3	Fisuras y grietas		Existen varias grietas largas en el borde de 3mm, y otra grieta de 1mm a 2mm, en forma vertical, en uno de los paños.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	0.60m <sup>2</sup> (1.43%)	
Paños del lado derecho – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Desprendimientos		En la parte final de la muestra hay un área pequeña donde se han desprendido pequeños fragmentos de la parte superior.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.20m <sup>2</sup> (0.48%)	
2	Vegetación o suciedad		Hay algunas manchas menores producto de la humedad. Al final de la muestra hay un área con barro endurecido (parte superior).
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.80m <sup>2</sup> (4.29%)	
3	Fisuras y grietas		Al comienzo de la muestra hay una fisura en la parte superior de 2mm a 3mm y al final hay otra fisura un poco más ancha (5mm) que podría ocasionar un desprendimiento.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	0.50m <sup>2</sup> (1.19%)	
Losa de fondo – Área: 60m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación y suciedad		Hay un trozo de concreto obstruyendo el paso, también hay piedras y tierra en la parte final, que se han desprendido de la carretera.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (1.67%)	
2	Erosión		Al comienzo de la losa hay un área grande que presenta bastante abrasión (2.5cm de profundidad) y luego va disminuyendo en profundidad.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	10.00m <sup>2</sup> (16.67%)	
Fotografías			

Tabla 19. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 13

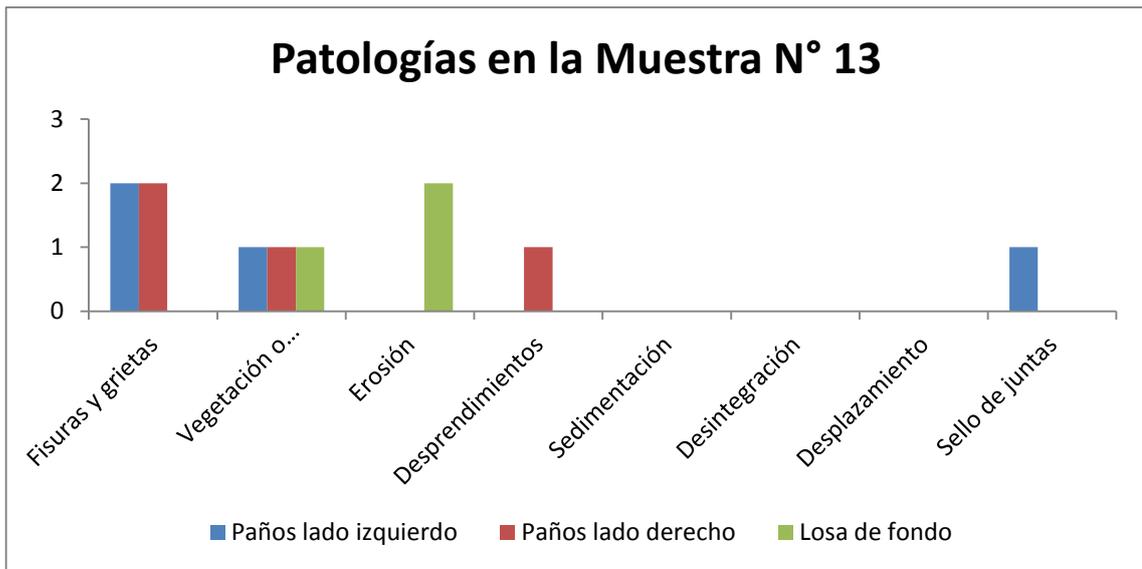


Gráfico 25. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 13

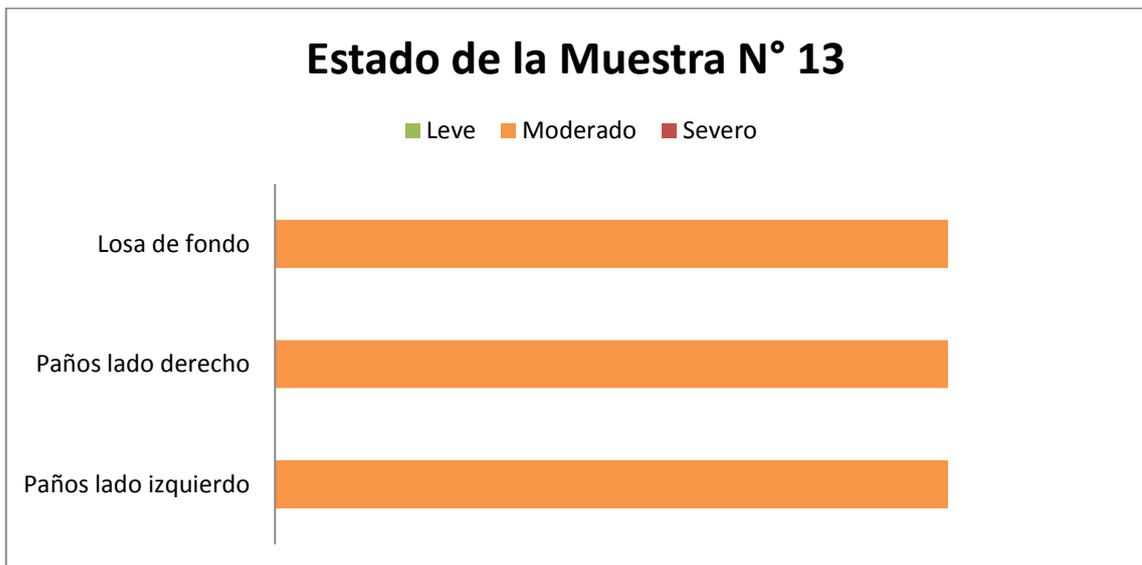


Gráfico 26. Estado de los elementos de la Muestra N° 13

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 13 indican que la principal patología que afecta a este tramo son las Fisuras. Se observaron fisuras de moderada consideración en ambos lados, así como moderada erosión en la losa de fondo. También se halló un poco de vegetación y suciedad, algunos desprendimientos y vegetación ligera, además de deterioros en las juntas. De acuerdo con el Gráfico 26 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 13.

### 3.14. Hoja de evaluación de la muestra N° 14

Muestra N° 14 – Área: 144m <sup>2</sup>			
Sección: Rectangular			
Inicio	7+520		
Fin	7+560		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Sello de juntas		Unas juntas presentan pequeños desgastes y desprendimientos.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.10m <sup>2</sup> (0.24%)	
2	Vegetación o suciedad		Se observan algunas manchas menores producto de la humedad y moho.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (2.38%)	
3	Fisuras y grietas		Fisuras horizontales en el borde (corona) de 1mm.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.25m <sup>2</sup> (0.60%)	
Paños del lado derecho – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Desprendimientos		Un área pequeña con desprendimientos a la altura de las fisuras, cerca del borde.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.15m <sup>2</sup> (0.36%)	
2	Vegetación o suciedad		Hay algunas manchas menores producto de la humedad, moho y barro.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (2.38%)	
3	Fisuras y grietas		Una fisura larga en la parte superior (6mm de ancho) y otra rajadura en la mitad de un paño, más corta y angosta (1mm).
	Grado	Moderado	
	Área afectada	0.84m <sup>2</sup> (2.00%)	
Losas de fondo – Área: 60m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Erosión		Un área con ligera erosión al inicio de la losa.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.80m <sup>2</sup> (1.33%)	
Fotografías			

Tabla 20. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 14

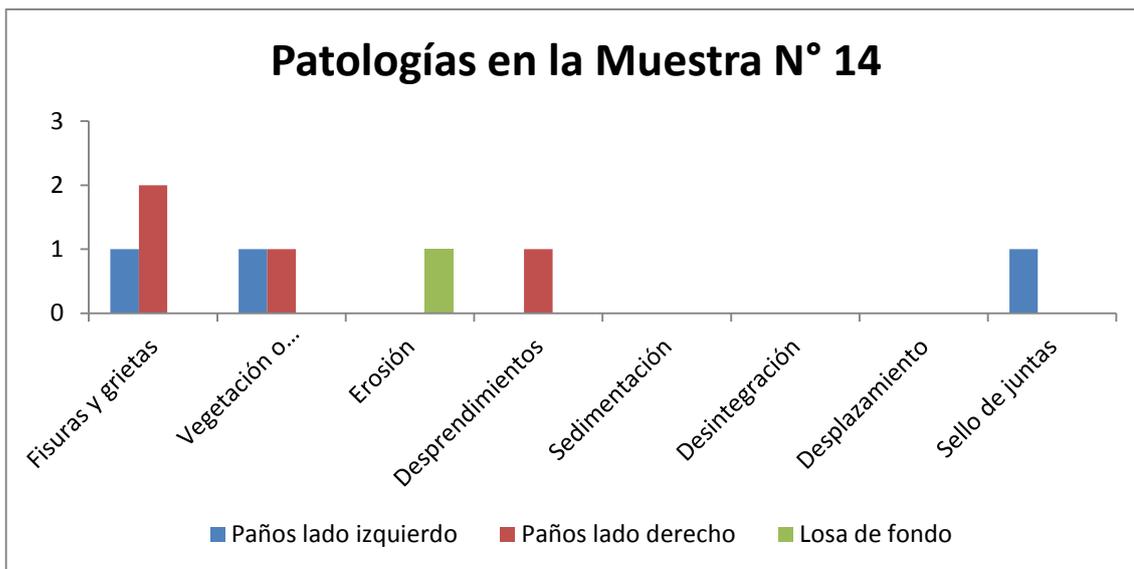


Gráfico 27. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 14

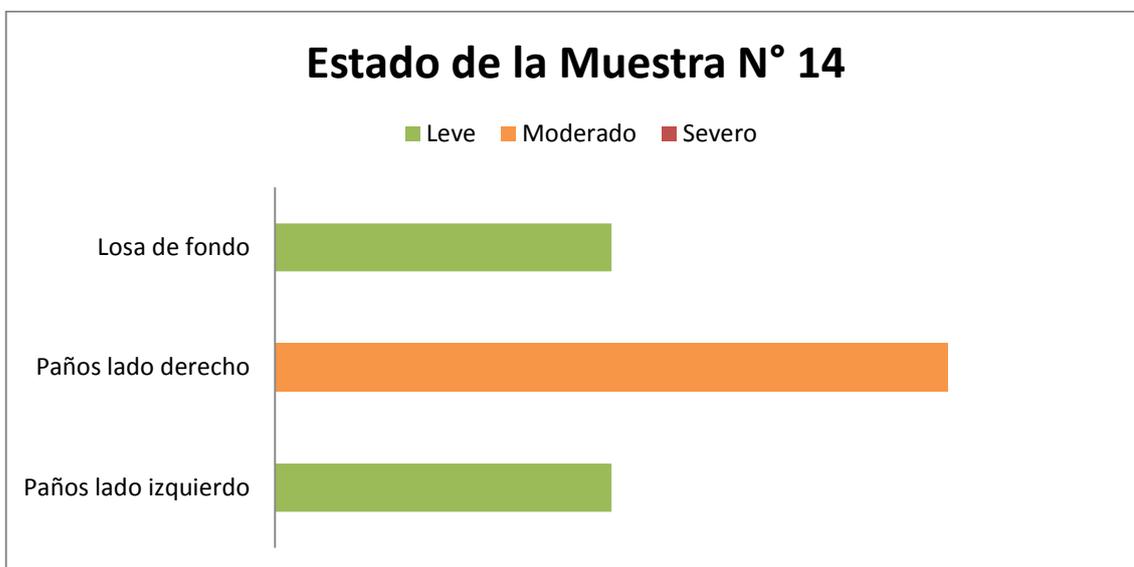


Gráfico 28. Estado de los elementos de la Muestra N° 14

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 14 indican que la principal patología que afecta a este tramo son las Fisuras, presentes en los lados del tramo analizado. Hay fisuras de moderada consideración en el lado izquierdo y otras menores en el derecho, así como algunos desprendimientos en ese mismo lado y ligera erosión en la losa de fondo. De acuerdo con el Gráfico 28 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 14 por la presencia de fisuras de consideración en el lado derecho.

### 3.15. Hoja de evaluación de la muestra N° 15

Muestra N° 15 – Área: 144m <sup>2</sup>			
Sección: Rectangular			
Inicio	7+560		
Fin	7+600		
Nivel de daño			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 42m <sup>2</sup>		Nivel de daño: Moderado	
1	Desprendimientos		Hay un área con algunos vacíos en el borde, cerca de donde es más visible la fisura.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.60m <sup>2</sup> (1.43%)	
2	Vegetación o suciedad		Hay barro endurecido en la parte superior. También unas malezas y telarañas, además de manchas de humedad.
	Grado	Leve	
	Área afectada	5.00m <sup>2</sup> (11.90%)	
3	Fisuras y grietas		Hay una fisura horizontal bastante larga, con abertura de 6mm a 8mm. Cerca del borde en algunos paños está más abierta. También otra fisura ligera de 1mm en el borde (corona).
	Grado	Moderado	
	Área afectada	7.50m <sup>2</sup> (17.86%)	
Paños del lado derecho – Área: 42m <sup>2</sup>		Nivel de daño: Moderado	
1	Vegetación o suciedad		Hay barro endurecido en la parte superior. También unas incipientes malezas y algunas telarañas.
	Grado	Leve	
	Área afectada	3.00m <sup>2</sup> (7.14%)	
2	Fisuras y grietas		Continúa la fisura que proviene de la muestra anterior. La fisura es más profunda que en el otro lado (25mm a 30mm) y es posible que un golpe fuerte desprenda parte del borde.
	Grado	Severo	
	Área afectada	11.00m <sup>2</sup> (26.19%)	
Losa de fondo – Área: 60m <sup>2</sup>		Nivel de daño: Leve	
1	Erosión		La losa presenta un área con leve abrasión y algunos descascamientos.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (1.67%)	
Fotografías			

Tabla 21. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 15

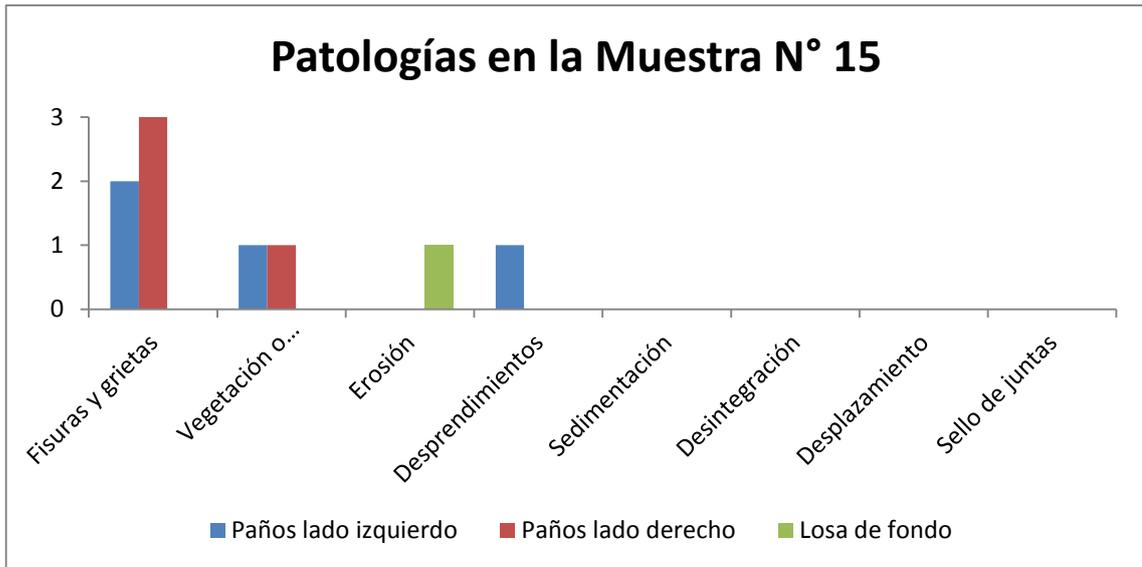


Gráfico 29. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 15

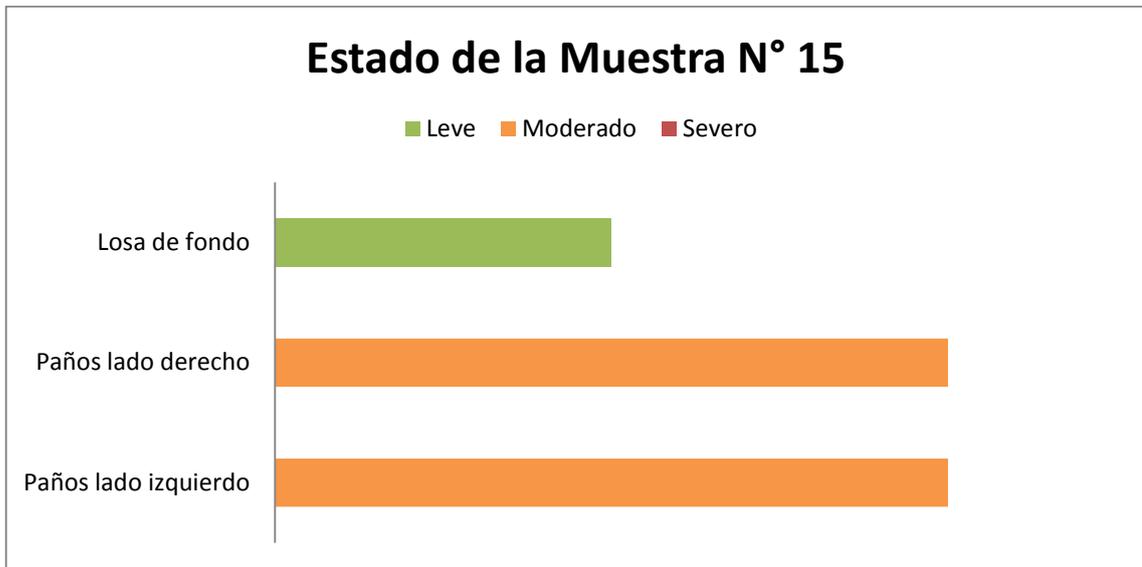


Gráfico 30. Estado de los elementos de la Muestra N° 15

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 15 indican que la principal patología que afecta a este tramo son las Fisuras, presentes en ambos lados del tramo analizado. La incidencia de éstas en el lado derecho es severa y en el otro lado es moderada. Adicionalmente hay otras patologías leves: erosión en la losa y ligeros desprendimientos y vegetación en los paños. De acuerdo con el Gráfico 30 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 15 por la presencia de fisuras que requieren atención.

### 3.16. Hoja de evaluación de la muestra N° 16

Muestra N° 16 – Área: 144m <sup>2</sup>			
Sección: Rectangular			
Inicio	7+600		
Fin	7+640		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Desprendimientos		Hay agujeros y desprendimientos más notorios cerca a los bordes.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.20m <sup>2</sup> (5.24%)	
2	Vegetación o suciedad		Hay barro endurecido en la parte superior de algunos paños, además de las manchas de humedad.
	Grado	Leve	
	Área afectada	4.00m <sup>2</sup> (9.52%)	
3	Fisuras y grietas		La fisura horizontal que se encontró en la muestra anterior continúa apareciendo y abriéndose un poco más (entre 6mm a 10mm).
	Grado	Moderado	
	Área afectada	8.20m <sup>2</sup> (19.52%)	
Paños del lado derecho – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación o suciedad		Barro y telarañas sobre las juntas y el área alrededor de ellas así como entre la fisura y debajo de ella.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.20m <sup>2</sup> (2.86%)	
2	Fisuras y grietas		Continúa la fisura que proviene de la muestra anterior (de 6mm a 10mm).
	Grado	Moderado	
	Área afectada	10.00m <sup>2</sup> (23.81%)	
3	Desprendimientos		Por acción de la fisura se han producido algunos desprendimientos en el borde. En los paños también hay un área con picaduras.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.80m <sup>2</sup> (6.67%)	
Losa de fondo – Área: 60m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Erosión		La losa presenta un área con leve abrasión y algunos pequeños descascaramientos.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (1.67%)	
Fotografías			

Tabla 22. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 16

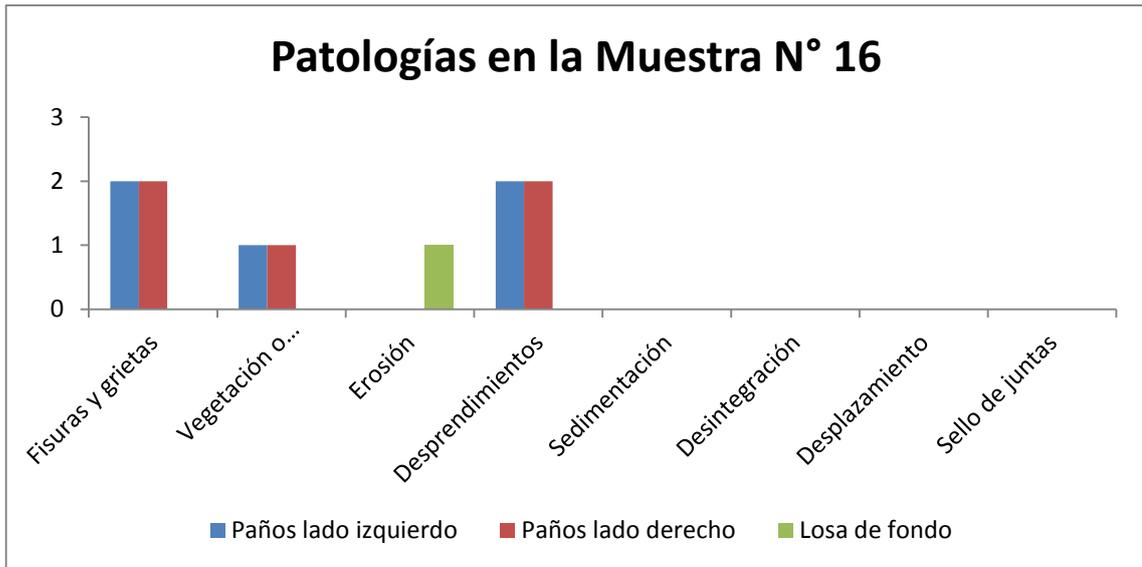


Gráfico 31. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 16

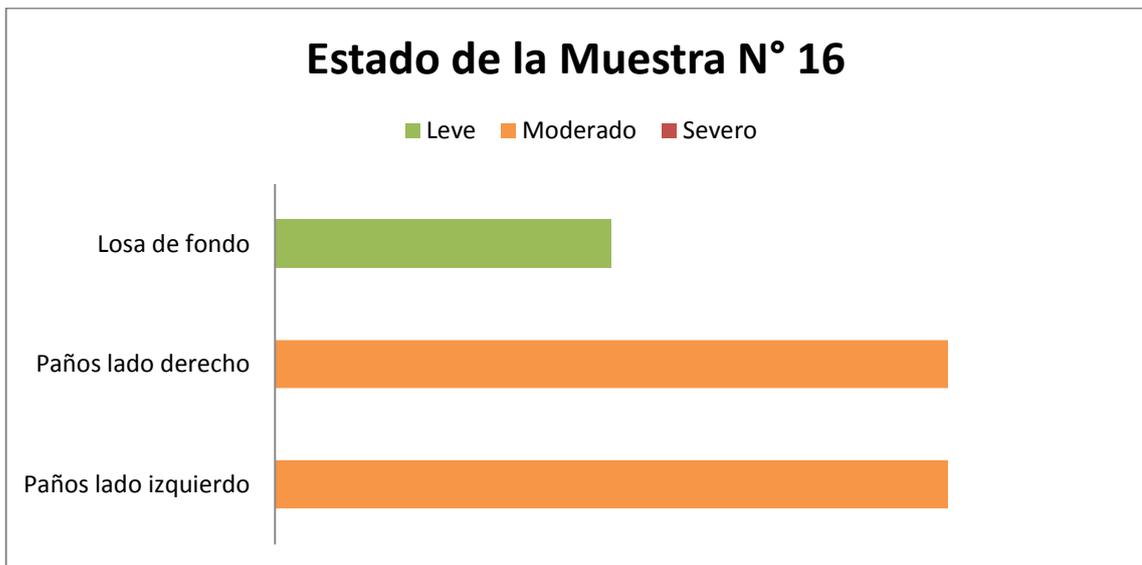


Gráfico 32. Estado de los elementos de la Muestra N° 16

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 16 indican que la principal patología que afecta a este tramo son las Fisuras y los Desprendimientos, presentes de forma moderada en ambos lados del tramo analizado. Adicionalmente hay otras patologías leves: erosión en la losa y vegetación en los paños. De acuerdo con el Gráfico 32 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 16.

### 3.17. Hoja de evaluación de la muestra N° 17

Muestra N° 17 – Área: 144m <sup>2</sup>			
Sección: Rectangular			
Inicio	7+640		
Fin	7+680		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Severo
1	Desprendimientos		Hay una parte del borde destruida por la fisura. También se observa un área con concreto poroso (con agujeros, como picaduras) hacia la parte final de la muestra.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.40m <sup>2</sup> (5.71%)	
2	Vegetación o suciedad		Hay maleza cerca del borde destruido además de tierra y piedras que provienen del costado. En otra parte hay barro endurecido y manchas de moho.
	Grado	Leve	
	Área afectada	4.50m <sup>2</sup> (10.71%)	
3	Fisuras y grietas		Continúa la fisura horizontal en la parte superior, más abierta en unos lados (de 20mm a 35mm). También hay otras fisuras más angostas cerca de las juntas, al final de la muestra.
	Grado	Severo	
	Área afectada	8.80m <sup>2</sup> (20.95%)	
4	Sello de juntas		Algunas juntas presentan desprendimientos y pequeñas fisuras. Otras carecen de sello.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	0.32m <sup>2</sup> (0.76%)	
Paños del lado derecho – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación o suciedad		Hay barro endurecido en la parte superior de casi toda la muestra y también hay manchas de humedad, telarañas y maleza seca.
	Grado	Leve	
	Área afectada	8.00m <sup>2</sup> (19.05%)	
2	Fisuras y grietas		La fisura que provenía de la muestra anterior ya no es visible, salvo una pequeña parte de 2mm que aparece nuevamente a la mitad, junto a otra fisura vertical de 1mm.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.81m <sup>2</sup> (1.93%)	
3	Sello de juntas		Igual que en el otro lado.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	0.30m <sup>2</sup> (0.71%)	
Losa de fondo – Área: 60m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Erosión		La losa presenta una parte con leve abrasión.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (1.67%)	
2	Sedimentación		Hay algunos palos, piedras, botellas, maderas, trapos, sacos, etc., que parecen haber sido arrojados al canal.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.5m <sup>2</sup> (2.50%)	
Fotografías			

Tabla 23. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 17

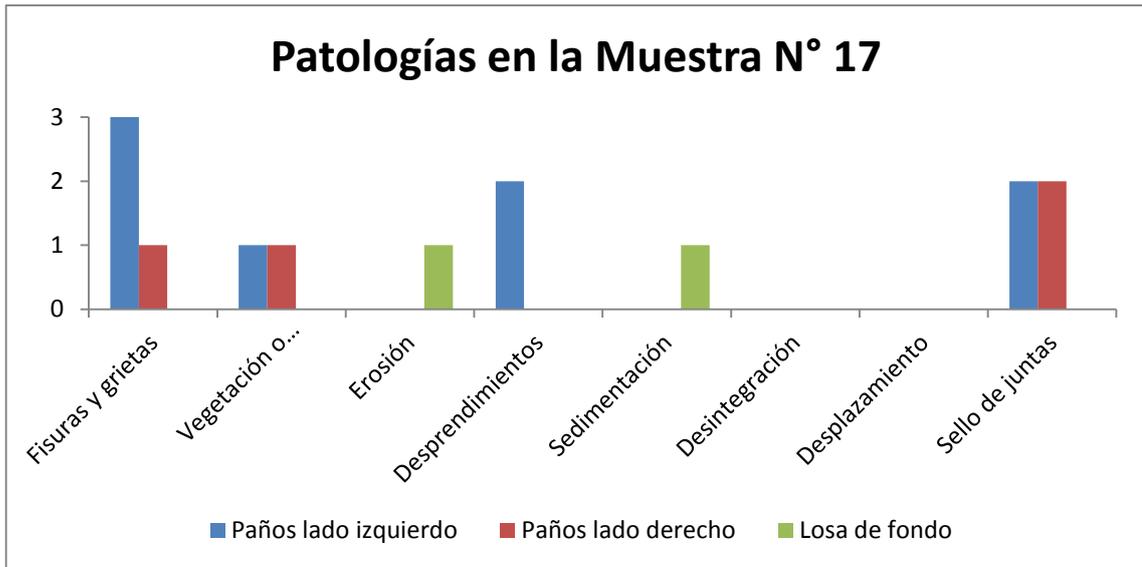


Gráfico 33. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 17

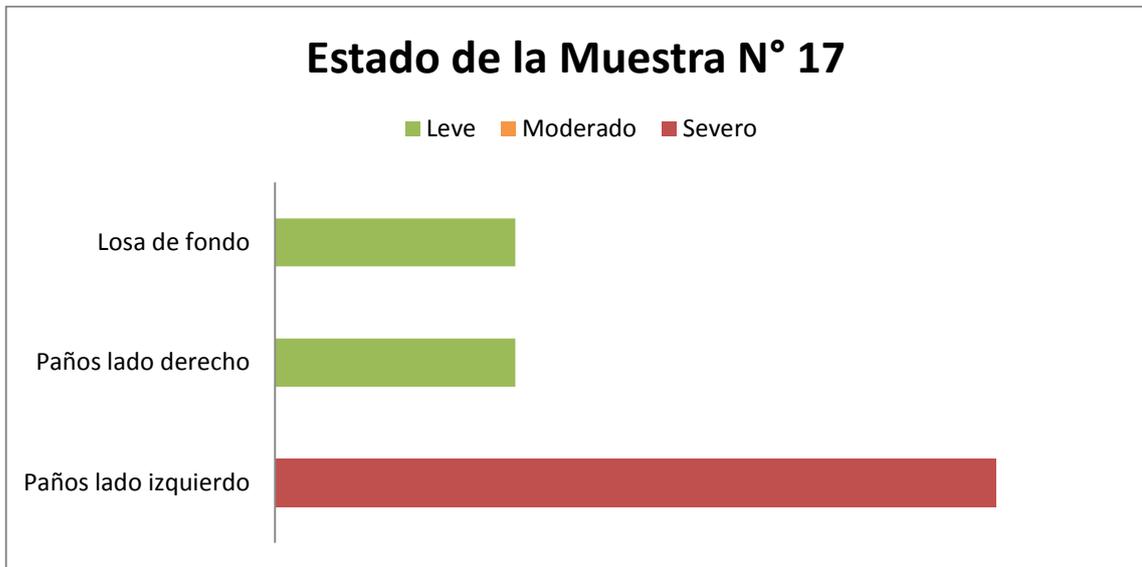


Gráfico 34. Estado de los elementos de la Muestra N° 17

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 17 indican que las principales patologías que afectan a este tramo son las Fisuras y los Desprendimientos, presentes en el lado izquierdo. En el otro lado también hay fisuras aunque de menor consideración, además de vegetación y suciedad. También hay problemas en las juntas, erosión en la losa y sedimentos. De acuerdo con el Gráfico 34 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 17 por existir dos elementos con daño leve y otro con daño severo.

### 3.18. Hoja de evaluación de la muestra N° 18

Muestra N° 18 – Área: 144m <sup>2</sup>			
Sección: Rectangular			
Inicio	7+680		
Fin	7+720		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación o suciedad		Se observa un poco de maleza cerca del borde destruido, tierra y piedras. También hay otra área con manchas de moho.
	Grado	Leve	
	Área afectada	3.80m <sup>2</sup> (9.05%)	
2	Fisuras y grietas		Continúa la fisura horizontal aunque en menor magnitud (9mm) y siguen habiendo partes del borde destruidas por la fisura.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	6.10m <sup>2</sup> (14.52%)	
3	Sello de juntas		Varias juntas con desprendimientos y fisuras salientes. También hay otras que carecen de mortero.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	0.25m <sup>2</sup> (0.60%)	
Paños del lado derecho – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación o suciedad		Se observa barro endurecido en la parte superior y continúan las manchas de humedad y telarañas.
	Grado	Leve	
	Área afectada	7.50m <sup>2</sup> (17.86%)	
Losa de fondo – Área: 60m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Erosión		La losa presenta un área pequeña con ligera abrasión.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.50m <sup>2</sup> (1.19%)	
2	Sedimentación		Hay diversos objetos en un área (plásticos, botellas, piedras, etc.), que parecen haber sido arrojados al canal pero que no representan mayor obstrucción.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (1.67%)	
Fotografías			

Tabla 24. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 18

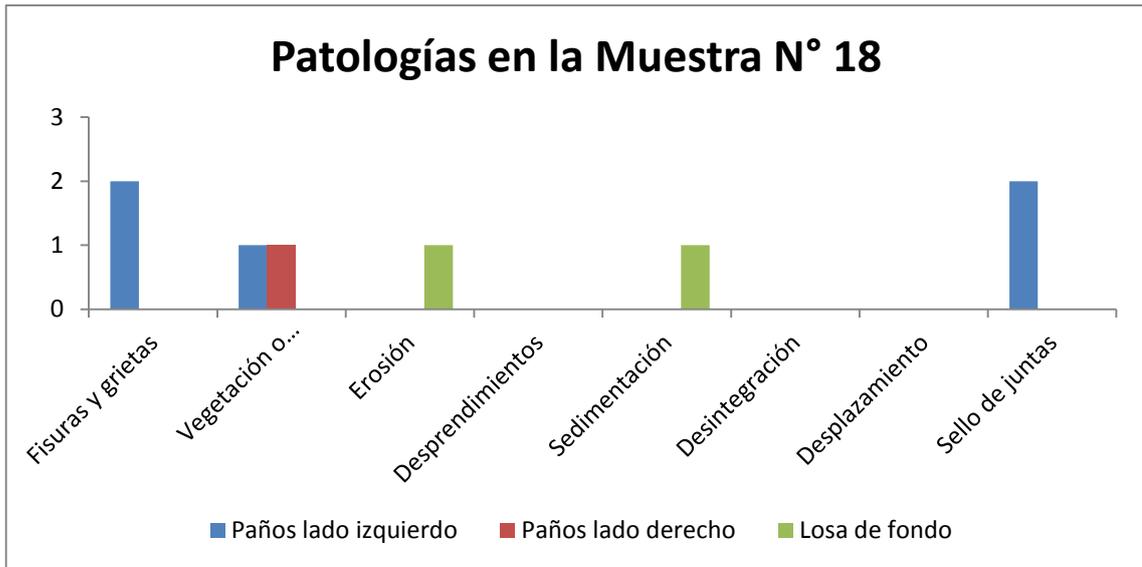


Gráfico 35. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 18

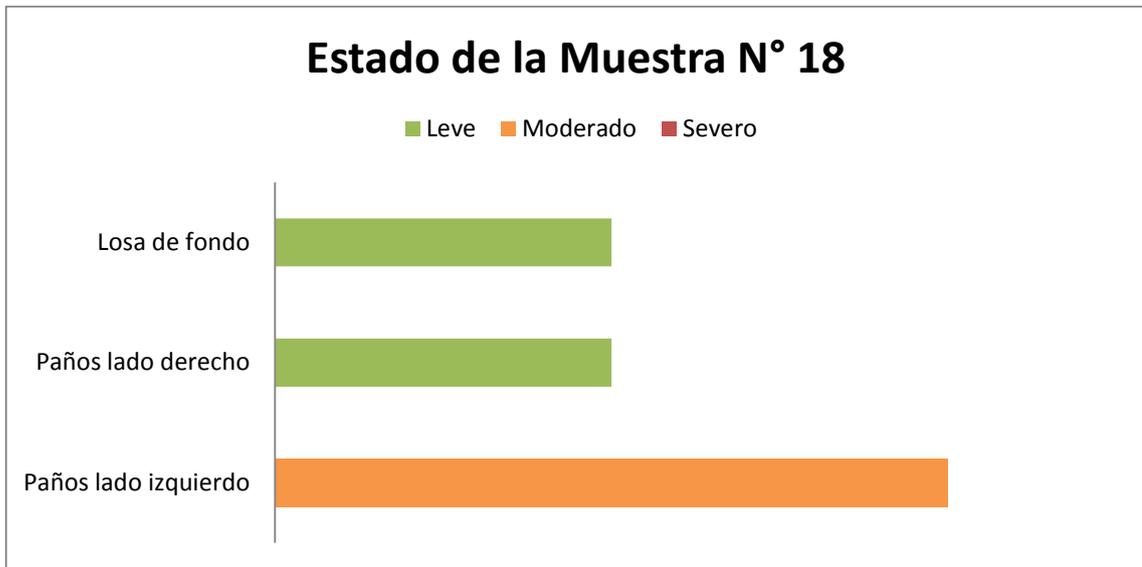


Gráfico 36. Estado de los elementos de la Muestra N° 18

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 18 indican que la principal patología que afecta a este tramo son las Fisuras. También se hallaron problemas en las juntas del lado izquierdo además de suciedad y vegetación. En la losa continúa la presencia de erosión leve y algunos sedimentos. De acuerdo con el Gráfico 36 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 18 por la existencia de fisuras en el lado izquierdo.

### 3.19. Hoja de evaluación de la muestra N° 19

Muestra N° 19 – Área: 144m <sup>2</sup>			
Sección: Rectangular			
Inicio	7+720		
Fin	7+760		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación o suciedad		Barro endurecido y manchas de moho.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.20m <sup>2</sup> (2.86%)	
2	Fisuras y grietas		Continúa la fisura horizontal, aunque va cerrándose un poco (de 9mm a 8mm). También hay otras fisuras verticales más finas (1mm), cerca de las juntas.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	6.50m <sup>2</sup> (15.48%)	
3	Desprendimientos		Hay un área con varios desprendimientos en la parte superior, muy cerca del borde.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.60m <sup>2</sup> (3.81%)	
4	Sello de juntas		Hay unas pocas juntas que presentan pequeños desprendimientos y fisuras.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	0.15m <sup>2</sup> (0.36%)	
Paños del lado derecho – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación o suciedad		Barro endurecido y moho. Telarañas. La suciedad es mayor en este lado. No hay vegetación.
	Grado	Leve	
	Área afectada	4.20m <sup>2</sup> (10.00%)	
2	Sello de juntas		Igual que en el otro lado.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	0.15m <sup>2</sup> (0.36%)	
3	Desprendimientos		En la parte inferior, cerca de una rejilla de control, hay un área con picaduras y agujeros. Luego, hay otra área donde se observa concreto desintegrado.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.60m <sup>2</sup> (6.19%)	
4	Fisuras y grietas		Presenta varias fisuras horizontales y verticales de 3mm y 4mm.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	1.75m <sup>2</sup> (4.16%)	
Losa de fondo – Área: 60m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Erosión		La losa presenta un área pequeña con abrasión. Producto de la erosión también hay unos desprendimientos mínimos hacia el final de la muestra (por la rejilla).
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.80m <sup>2</sup> (1.33%)	
Fotografías			

Tabla 25. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 19

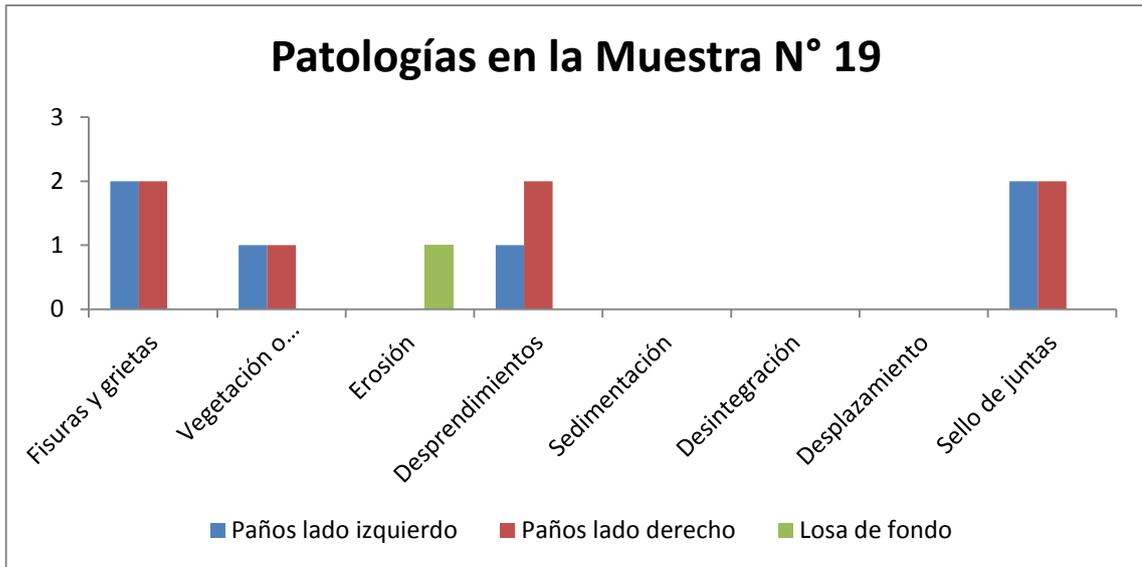


Gráfico 37. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 19

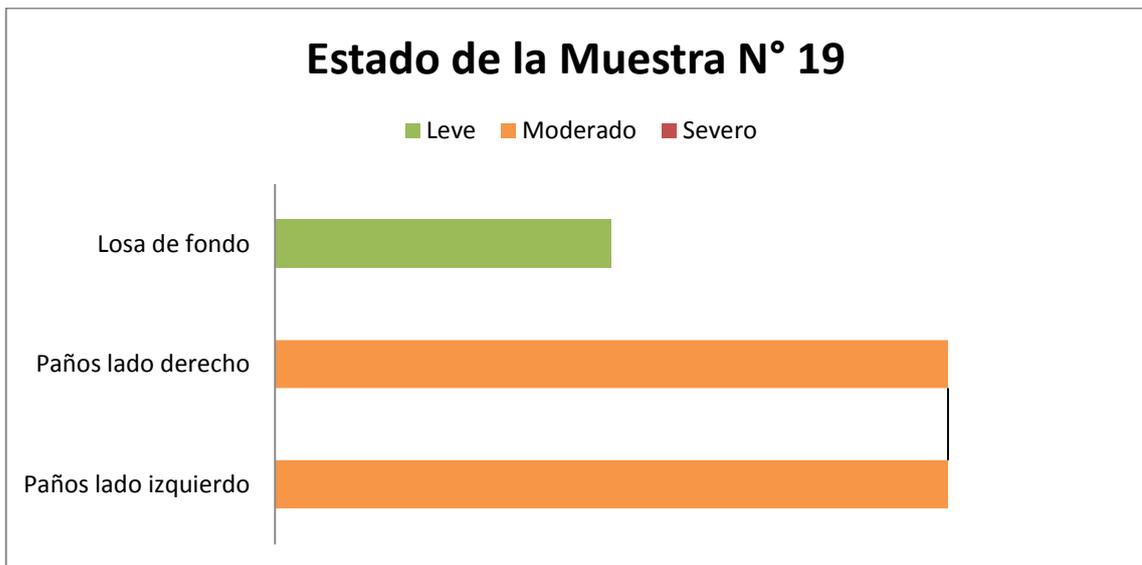


Gráfico 38. Estado de los elementos de la Muestra N° 19

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 19 indican que la principal patología que afecta a este tramo son las Fisuras. También se hallaron problemas en las juntas de ambos lados así como desprendimientos de moderada estimación. En la losa continúa la presencia de erosión leve. De acuerdo con el Gráfico 38 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 19.

### 3.20. Hoja de evaluación de la muestra N° 20

Muestra N° 20 – Área: 144m <sup>2</sup>			
Sección: Rectangular			
Inicio	7+760		
Fin	7+800		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación o suciedad		Algunas manchas por barro endurecido y manchas de moho.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.50m <sup>2</sup> (3.57%)	
2	Fisuras y grietas		Continúa la fisura horizontal aunque va cerrándose un poco (entre 6 a 8mm).
	Grado	Moderado	
	Área afectada	4.30m <sup>2</sup> (10.24%)	
3	Desprendimientos		Un área en la parte superior con algunos pequeños desprendimientos.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.72m <sup>2</sup> (1.71%)	
4	Sello de juntas		Hay varias juntas que presentan desprendimientos y fisuras y carecen parcialmente de mortero.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	0.15m <sup>2</sup> (0.36%)	
Paños del lado derecho – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación o suciedad		Barro endurecido y manchas de moho con telarañas. No hay vegetación visible.
	Grado	Leve	
	Área afectada	2.50m <sup>2</sup> (5.95%)	
2	Sello de juntas		Igual que en el otro lado.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	0.15m <sup>2</sup> (0.36%)	
3	Desprendimientos		Hay una zona en la cual el concreto presenta picaduras y agujeros.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.10m <sup>2</sup> (2.62%)	
Losa de fondo – Área: 60m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Erosión		Hay un área que muestra abrasión no tan profunda pero sí bastante larga con descascamientos.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	6.10m <sup>2</sup> (10.17%)	
2	Vegetación y suciedad		Basura y residuos arrojados en un sector del canal.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.70m <sup>2</sup> (2.83%)	
Fotografías			

Tabla 26. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 20

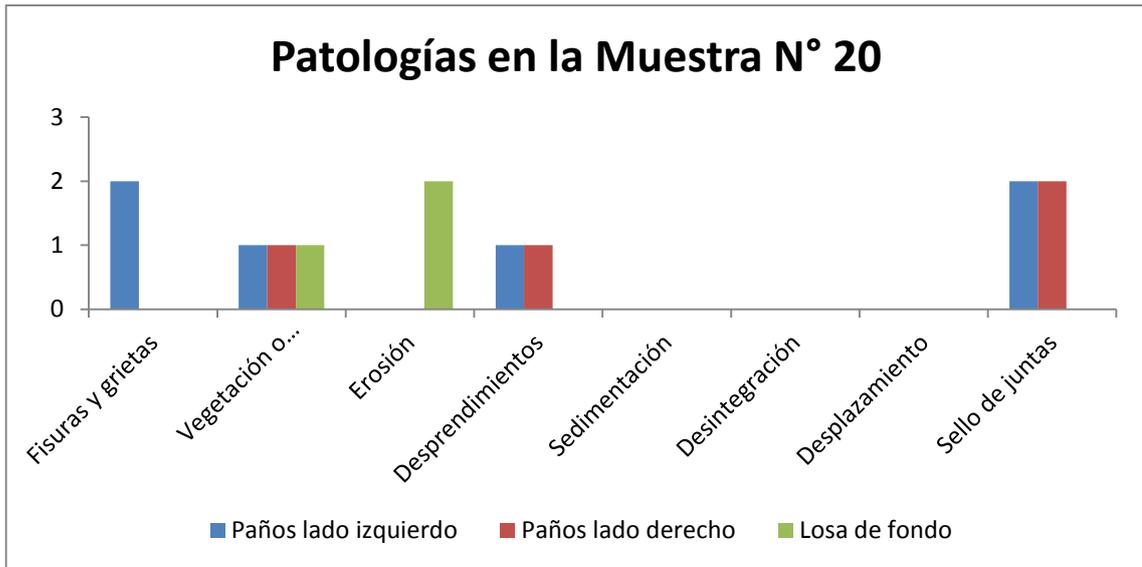


Gráfico 39. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 20

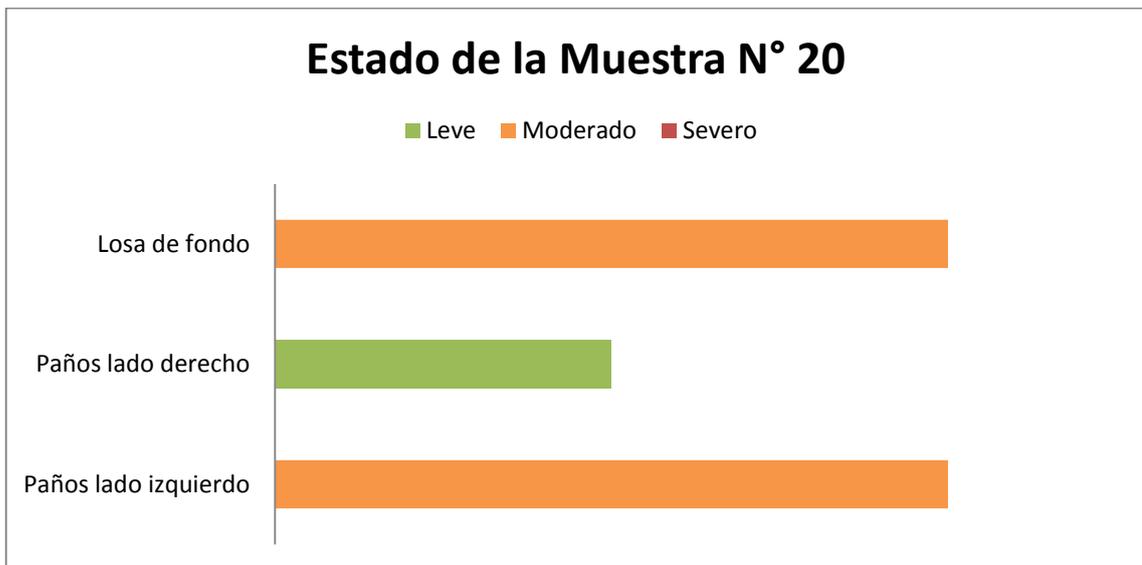


Gráfico 40. Estado de los elementos de la Muestra N° 20

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 20 indican que las principales patologías que afectan a este tramo son las Fisuras en el lado izquierdo del canal y la Erosión de la losa de fondo. También se hallaron problemas en las juntas de ambos lados así como leves desprendimientos y un poco de suciedad. De acuerdo con el Gráfico 40 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 20.

### 3.21. Hoja de evaluación de la muestra N° 21

Muestra N° 21 – Área: 144m <sup>2</sup>			
Sección: Rectangular			
Inicio	7+800		
Fin	7+840		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación o suciedad		Algunas manchas por barro endurecido, manchas de moho y telarañas mezcladas.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.10m <sup>2</sup> (2.62%)	
2	Fisuras y grietas		Continúa la fisura horizontal de entre 6mm a 8 mm, a la misma altura que la que se encontró en la muestra anterior.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	5.00m <sup>2</sup> (11.90%)	
3	Desprendimientos		Hay descascaramientos en la parte inferior, un área con desprendimientos en la parte superior y otra porción con un desprendimiento más grande.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.36m <sup>2</sup> (5.62%)	
Paños del lado derecho – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación o suciedad		Barro endurecido y moho. Telarañas. También hay un poco de vegetación seca cerca del final de la muestra.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.25m <sup>2</sup> (2.98%)	
2	Fisuras y grietas		Algunas pequeñas fisuras en el borde y otras muy tenues en los paños (menos de 1mm).
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.12m <sup>2</sup> (0.29%)	
3	Desprendimientos		Hay un área con pequeños desprendimientos en el borde, parecida a la del lado izquierdo.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.95m <sup>2</sup> (2.26%)	
Losa de fondo – Área: 60m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Erosión		La losa presenta una parte con ligera abrasión y algunos descascaramientos.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.90m <sup>2</sup> (3.17%)	
Fotografías			

Tabla 27. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 21

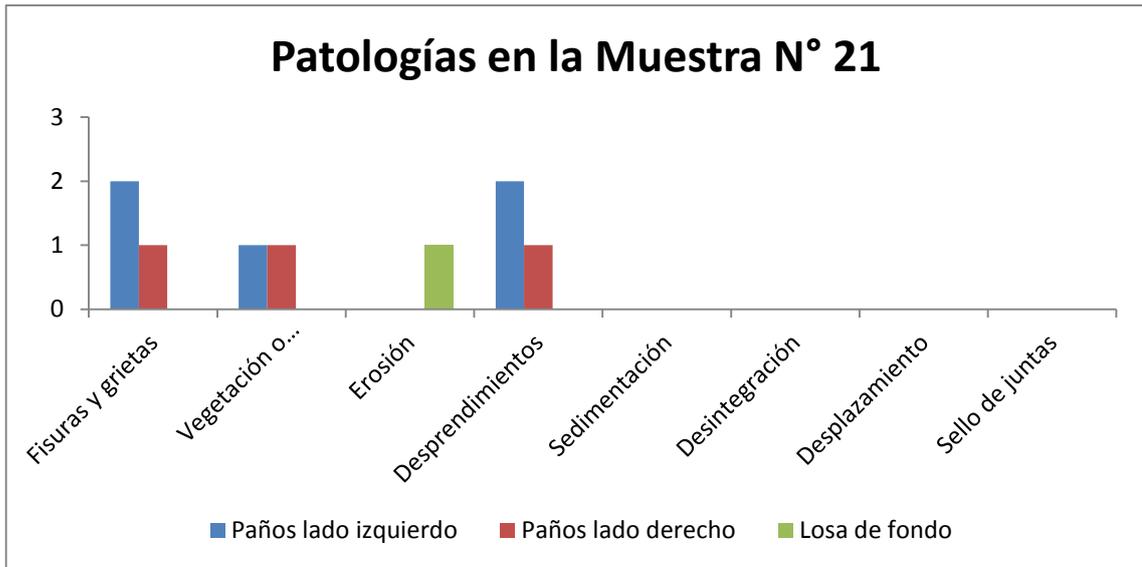


Gráfico 41. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 21

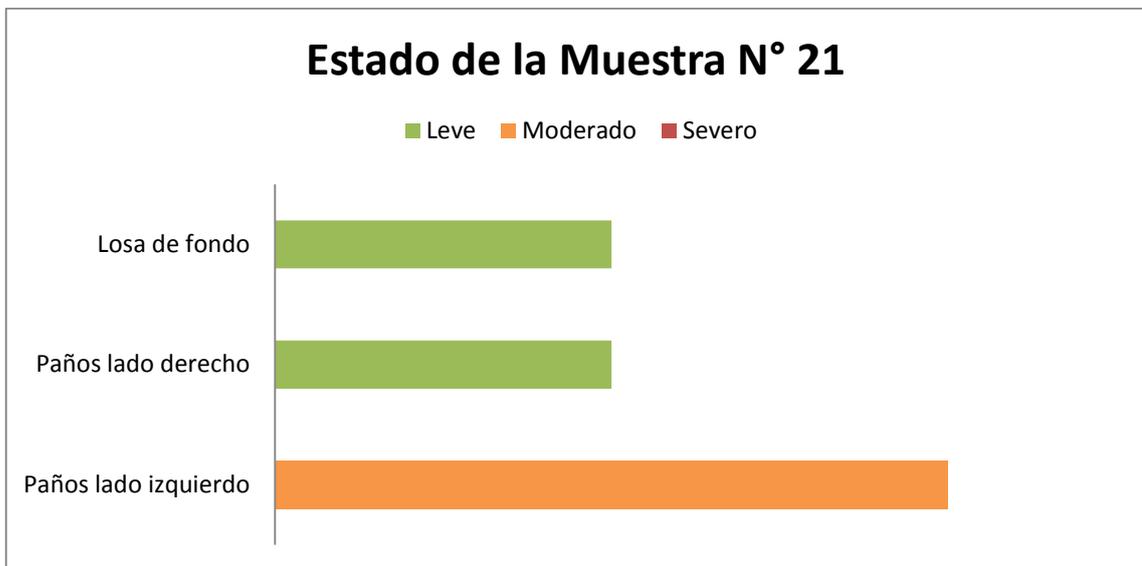


Gráfico 42. Estado de los elementos de la Muestra N° 21

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 21 indican que las principales patologías que afectan a este tramo son las Fisuras y los Desprendimientos en ambos lados del canal. También se hallaron algunos problemas de suciedad en los paños laterales y erosión en la losa de fondo. De acuerdo con el Gráfico 42 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 21 debido a las fisuras y desprendimientos del lado izquierdo.

### 3.22. Hoja de evaluación de la muestra N° 22

Muestra N° 22 – Área: 144m <sup>2</sup>			
Sección: Rectangular			
Inicio	7+840		
Fin	7+880		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación o suciedad		Muestra barro endurecido, manchas de moho y telarañas.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.60m <sup>2</sup> (1.43%)	
2	Fisuras y grietas		Aún se ve la fisura horizontal que viene por toda la muestra pero va cerrándose conforme se avanza (de 8mm a 1mm) y luego deja de ser visible. También hay dos fisuras verticales de 2mm.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	6.32m <sup>2</sup> (15.05%)	
3	Desprendimientos		Presentan un área con ligeros descascaramientos del concreto.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.96m <sup>2</sup> (2.29%)	
4	Sello de juntas		Se observan algunas juntas con pequeñas fisuras y desprendimientos.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.15m <sup>2</sup> (0.36%)	
Paños del lado derecho – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación o suciedad		Hay menos barro endurecido y manchas de moho que en el otro lado.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.25m <sup>2</sup> (0.60%)	
2	Sello de juntas		Parecido al otro lado.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.12m <sup>2</sup> (0.29%)	
3	Desintegración		Hay una parte del concreto que se está desintegrando y ha originado pequeños desprendimientos aleatorios.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	6.10m <sup>2</sup> (14.52%)	
Losa de fondo – Área: 60m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Erosión		La losa presenta un poco de abrasión.
	Grado	Leve	
	Área afectada	3.20m <sup>2</sup> (5.33%)	
Fotografías			

Tabla 28. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 22

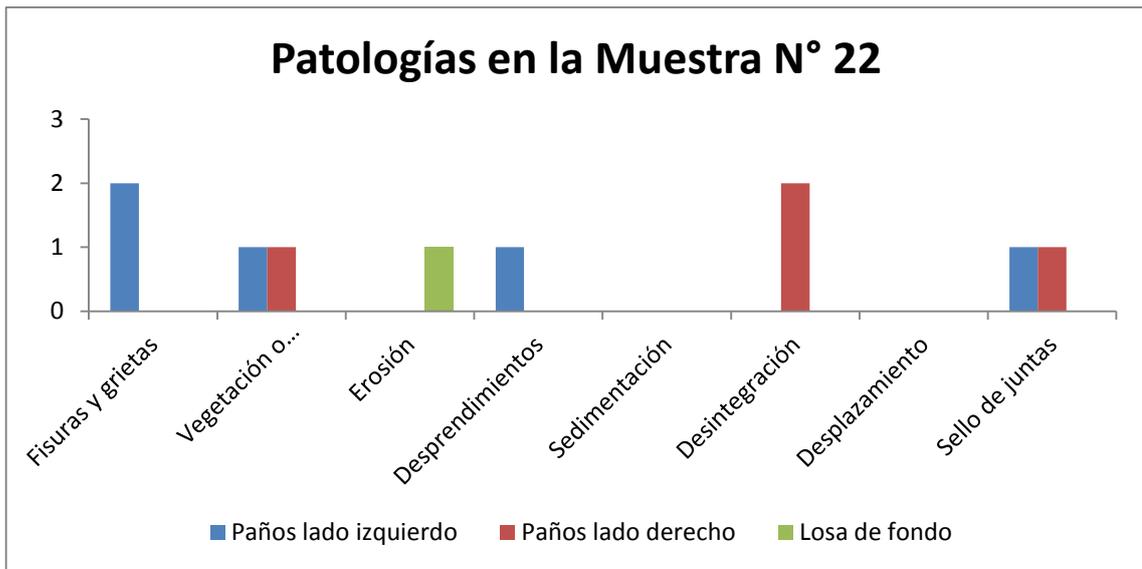


Gráfico 43. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 22

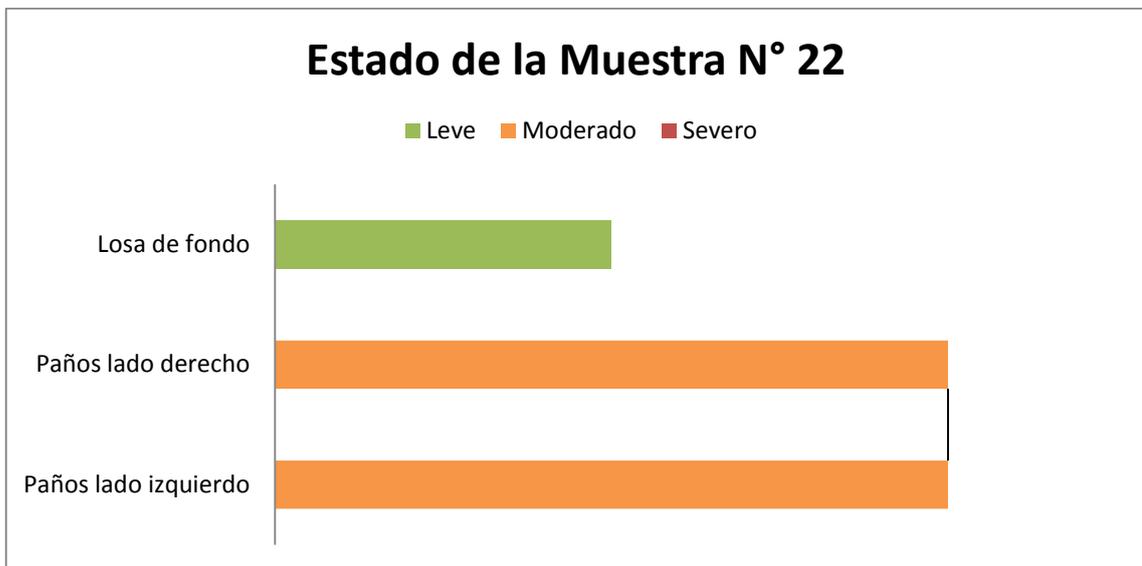


Gráfico 44. Estado de los elementos de la Muestra N° 22

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 22 indican que las principales patologías que afectan a este tramo son las Fisuras en el lado izquierdo y la Desintegración en el lado derecho del canal. También se hallaron algunos problemas de suciedad y desprendimientos en los paños laterales y erosión en la losa de fondo. De acuerdo con el Gráfico 44 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 22.

### 3.23. Hoja de evaluación de la muestra N° 23

Muestra N° 23 – Área: 144m <sup>2</sup>			
Sección: Rectangular			
Inicio	7+880		
Fin	7+920		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado	X		
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación o suciedad		Barro endurecido, manchas de moho y telarañas. También unas plantas rastreras se han apoderado de un banquete.
	Grado	Leve	
	Área afectada	5.42m <sup>2</sup> (12.90%)	
2	Fisuras y grietas		Varias fisuras verticales, muy finas, de menos de 1mm.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.12m <sup>2</sup> (0.29%)	
3	Sello de juntas		Algunas juntas presentan pequeñas fisuras y desprendimientos.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.15m <sup>2</sup> (0.36%)	
Paños del lado derecho – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Vegetación o suciedad		Barro endurecido y moho. Telarañas. También hay un pequeño algarrobo cerca del borde que cuando crezca podría romper el concreto.
	Grado	Leve	
	Área afectada	6.50m <sup>2</sup> (15.48%)	
2	Sello de juntas		Parecido al otro lado pero la cantidad de juntas afectadas es mayor.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.70m <sup>2</sup> (1.67%)	
3	Desintegración		Hay porciones de dos paños que se están desintegrando y se han cubierto con barro y telarañas.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	6.10m <sup>2</sup> (14.52%)	
4	Desprendimientos		Hay algunos pequeños desprendimientos en un área de la parte superior donde crecen algunas plantas.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.15m <sup>2</sup> (0.36%)	
Losa de fondo – Área: 60m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Erosión		La losa presenta un área con leve abrasión y algunos descascamientos.
	Grado	Leve	
	Área afectada	3.20m <sup>2</sup> (5.33%)	
Fotografías			

Tabla 29. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 23

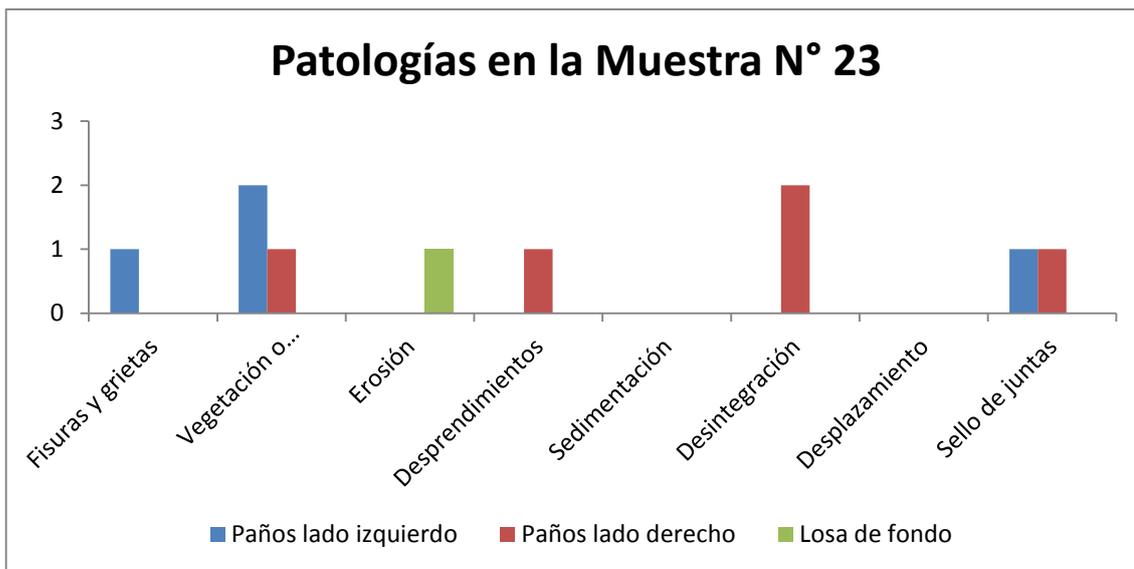


Gráfico 45. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 23

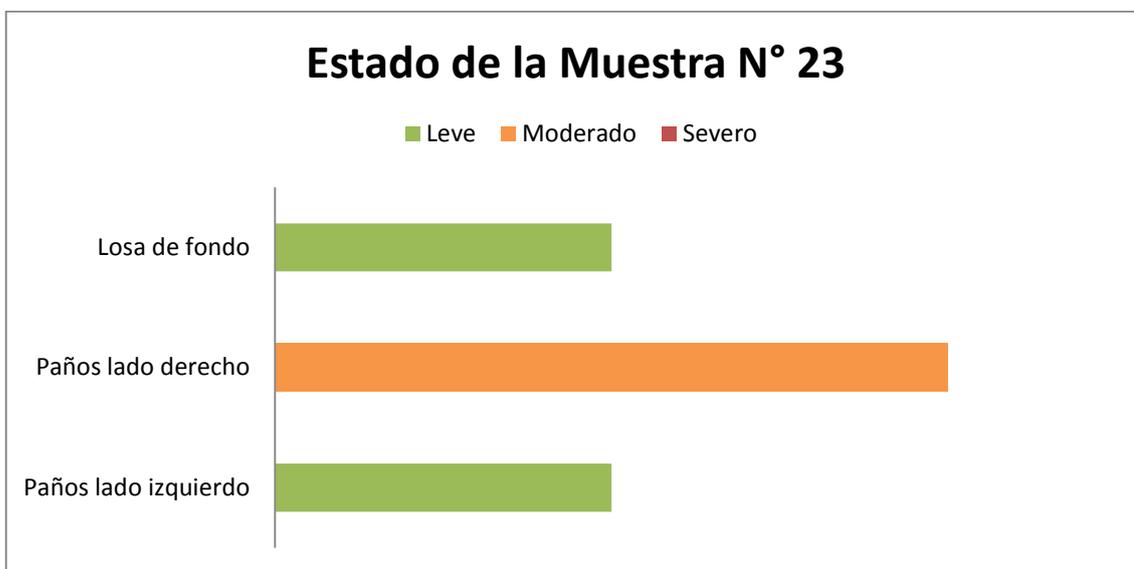


Gráfico 46. Estado de los elementos de la Muestra N° 23

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 23 indican que la principal patología que afecta a este tramo es la Desintegración en el lado derecho del canal. También se hallaron algunos problemas de suciedad y vegetación, así como fisuras en el lado izquierdo y desprendimientos en el derecho, además de problemas en las juntas y erosión en la losa. De acuerdo con el Gráfico 46 se establece un nivel de daño Moderado para la Muestra N° 23 debido a la presencia de desintegración moderada en el lado derecho.

### 3.24. Hoja de evaluación de la muestra N° 24

Muestra N° 24 – Área: 144m <sup>2</sup>			
Sección: Rectangular			
Inicio	7+920		
Fin	7+960		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve	X		
Moderado			
Severo			
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación o suciedad		Se observa un poco de barro endurecido cubriendo los banquetes.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.00m <sup>2</sup> (2.38%)	
2	Fisuras y grietas		Presenta pequeñas fisuras de 1mm al inicio de la muestra.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.10m <sup>2</sup> (0.24%)	
3	Desprendimientos		Se observan pequeños desprendimientos en un área de la parte superior.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.15m <sup>2</sup> (0.36%)	
4	Erosión		Algunos banquetes muestran un área con ligera erosión y descascamientos.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.94m <sup>2</sup> (4.62%)	
Paños del lado derecho – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Vegetación o suciedad		Se observan algunas manchas dispersas de barro endurecido y un poco de vegetación sobre el borde al comienzo de la muestra.
	Grado	Leve	
	Área afectada	2.20m <sup>2</sup> (5.24%)	
2	Erosión		Se observa en los banquetes un área con ligera erosión y algunos descascamientos.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.80m <sup>2</sup> (4.29%)	
3	Fisuras		Presenta algunas pequeñas fisuras de 1mm.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.18m <sup>2</sup> (0.43%)	
4	Desprendimientos		Al inicio de la muestra presenta algunos desprendimientos menores sobre el borde.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.15m <sup>2</sup> (0.36%)	
Losa de fondo – Área: 60m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Leve
1	Erosión		La losa presenta una parte con leve abrasión y algunos descascamientos.
	Grado	Leve	
	Área afectada	3.20m <sup>2</sup> (5.33%)	
Fotografías			

Tabla 30. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 24

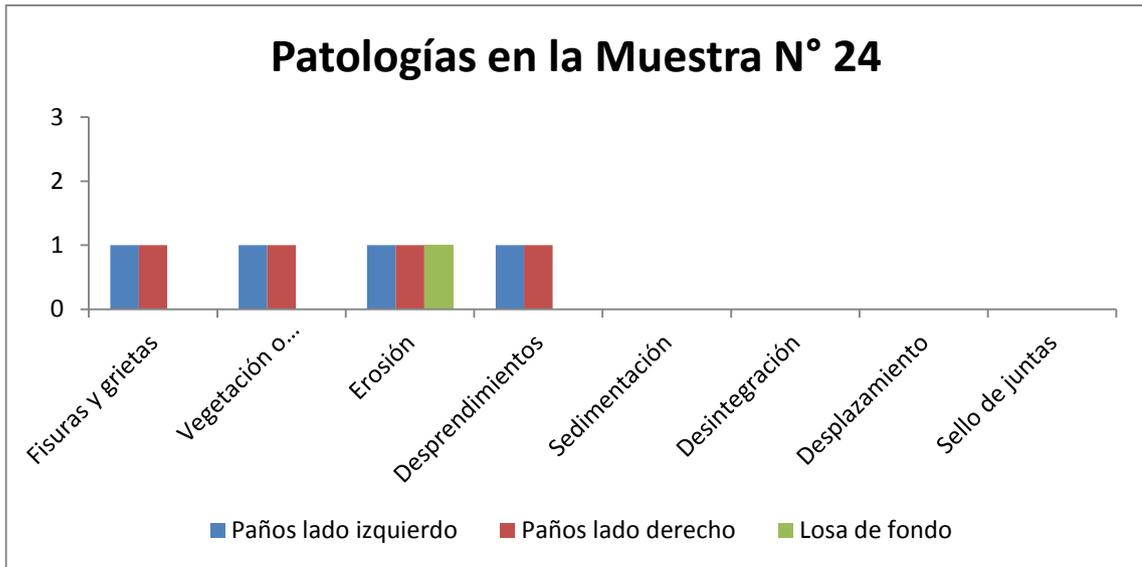


Gráfico 47. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 24

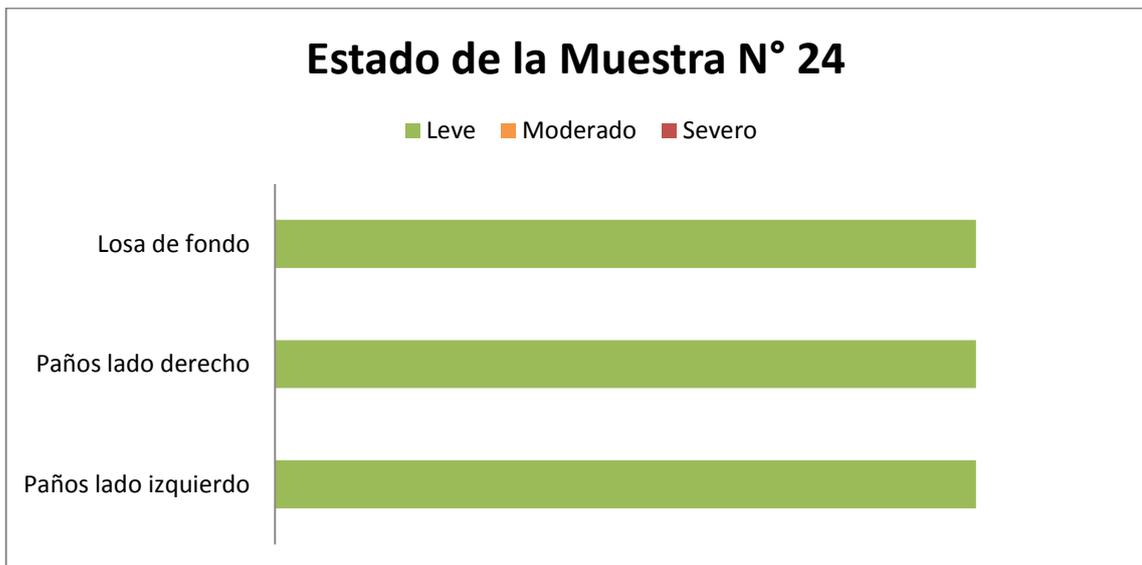


Gráfico 48. Estado de los elementos de la Muestra N° 24

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 24 indican que las patologías se presentan con niveles de daño leve, destacando la erosión como la principal porque afecta a los tres elementos de la muestra. Asimismo se encontraron fisuras, desprendimientos y suciedad en proporciones pequeñas. De acuerdo con el Gráfico 48 se establece un nivel de daño Leve para la Muestra N° 24.

### 3.25. Hoja de evaluación de la muestra N° 25

Muestra N° 25 – Área: 144m <sup>2</sup>			
Sección: Rectangular			
Inicio	7+960		
Fin	8+000		
<b>Nivel de daño</b>			
Leve			
Moderado			
Severo	X		
Inspección de patologías y daños			
Paños del lado izquierdo – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Severo
1	Desplazamiento		Se observa una parte sobresaliente en uno de los paños con un desplazamiento superior de 11cm e inferior de 7cm.
	Grado	Severo	
	Área afectada	0.85m <sup>2</sup> (2.02%)	
2	Fisuras y grietas		Presenta varias fisuras verticales consecutivas de 5mm a 8mm.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	2.63m <sup>2</sup> (6.26%)	
3	Desprendimientos		Presentan algunos desprendimientos producto de las fisuras y el concreto tiene un área con algunas picaduras o agujeros.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.73m <sup>2</sup> (1.74%)	
4	Erosión		Los paños presentan erosión moderada, en la parte baja y algunos paños hasta la mitad.
	Grado	Moderado	
	Área afectada	7.40m <sup>2</sup> (17.62%)	
Paños del lado derecho – Área: 42m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Severo
1	Erosión		En la parte baja de los paños hay un área que presenta erosión leve no muy profunda.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.30m <sup>2</sup> (3.10%)	
2	Fisuras y grietas		Múltiples fisuras verticales con abertura de 8mm hasta 12mm, que han dividido los paños en bloques.
	Grado	Severo	
	Área afectada	3.11m <sup>2</sup> (7.40%)	
3	Desprendimientos		Presentan algunos desprendimientos producto de las fisuras y el concreto tiene un área con picaduras.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.18m <sup>2</sup> (0.43%)	
Losa de fondo – Área: 60m <sup>2</sup>			Nivel de daño: Moderado
1	Erosión		La losa presenta erosión ligeramente perceptible.
	Grado	Leve	
	Área afectada	1.20m <sup>2</sup> (2.00%)	
2	Desplazamiento		La losa tiene una parte ligeramente hundida (7cm). También resaltar que algunas losas están construidas a diferente altura e inclinadas (como una especie de escalera).
	Grado	Moderado	
	Área afectada	0.62m <sup>2</sup> (1.03%)	
3	Desprendimientos		La losa presenta algunos desprendimientos producto de la erosión.
	Grado	Leve	
	Área afectada	0.11m <sup>2</sup> (0.18%)	
Fotografías			

Tabla 31. Patologías y nivel de daño de la Muestra N° 25

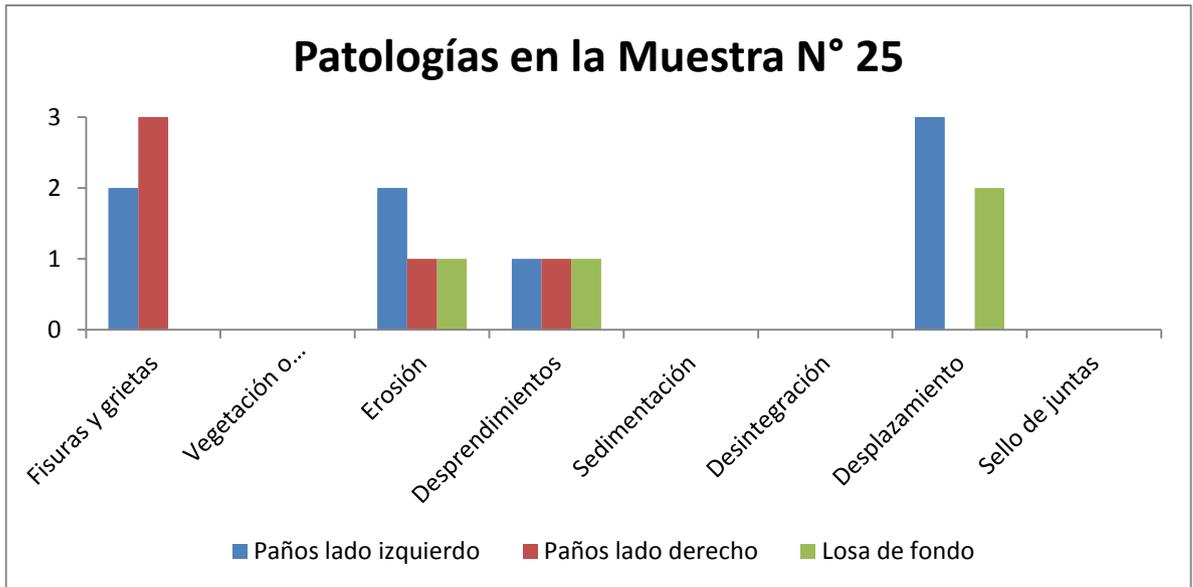


Gráfico 49. Incidencia de patologías en los elementos de la Muestra N° 25

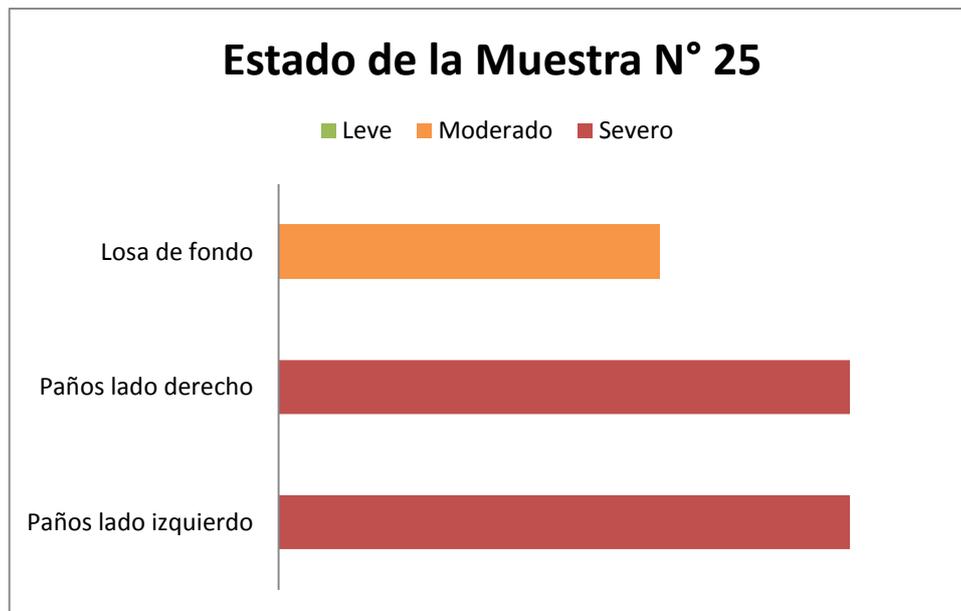


Gráfico 50. Estado de los elementos de la Muestra N° 25

Las observaciones realizadas en la Muestra N° 25 indican que las principales patologías que afectan a este tramo son las Fisuras en ambos lados del canal, así como los Desplazamientos en el lado derecho y en la losa de fondo. También se encontró erosión y algunos desprendimientos. De acuerdo con el Gráfico 50 se establece un nivel de daño Severo para la Muestra N° 25.

### 3.26. Resumen de resultados

Nº de Muestra	Lado Izquierdo	Lado Derecho	Losa de Fondo	Nivel de Daño	Patologías Principales
01	Leve	Moderado	Moderado	Moderado	Vegetación
02	Leve	Leve	Leve	Leve	Vegetación
03	Leve	Leve	Leve	Leve	Vegetación
04	Leve	Moderado	Leve	Moderado	Vegetación / Fisuras
05	Leve	Moderado	Leve	Moderado	Vegetación / Fisuras
06	Leve	Leve	Leve	Leve	Vegetación
07	Leve	Leve	Leve	Leve	Vegetación
08	Leve	Moderado	Leve	Moderado	Vegetación / Fisuras
09	Moderado	Leve	Leve	Moderado	Fisuras
10	Leve	Moderado	Moderado	Moderado	Vegetación / Fisuras
11	Leve	Leve	Leve	Leve	Vegetación
12	Moderado	Leve	Leve	Moderado	Vegetación / Fisuras
13	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Fisuras / Erosión
14	Leve	Moderado	Leve	Moderado	Fisuras
15	Moderado	Moderado	Leve	Moderado	Fisuras
16	Moderado	Moderado	Leve	Moderado	Fisuras / Desprendimientos
17	Severo	Leve	Leve	Moderado	Fisuras
18	Moderado	Leve	Leve	Moderado	Fisuras
19	Moderado	Moderado	Leve	Moderado	Fisuras
20	Moderado	Leve	Moderado	Moderado	Fisuras / Erosión
21	Moderado	Leve	Leve	Moderado	Fisuras / Desprendimientos
22	Moderado	Moderado	Leve	Moderado	Fisuras / Desintegración
23	Leve	Moderado	Leve	Moderado	Vegetación / Desintegración
24	Leve	Leve	Leve	Leve	Erosión
25	Severo	Severo	Moderado	Severo	Fisuras / Desplazamiento

Tabla 32. Nivel de daño y patología principal de las 25 muestras

	Leve	Moderado	Severo	Daño	Patología Principal
Trapezoidal	5 muestras	7 muestras	-	Moderado	Vegetación
Rectangular	1 muestra	11 muestras	1 muestra	Moderado	Fisuras
Canal Parales				Moderado	

Tabla 33. Nivel de daño en las secciones del canal Parales

M	FIS	VEG	ERO	DESPR	SED	DESI	DESP	JUNTAS	área dañada	área sin daño
1	0.10	117.00		3.38	34.00			4.00	158.48	173.52
2	0.60	77.00			8.00			4.00	89.60	242.40
3	1.05	90.00						4.00	95.05	236.95
4	1.50	125.00						4.50	131.00	201.00
5	5.28	95.00		2.60				4.50	107.38	224.62
6	2.31	56.00						4.00	62.31	269.69
7	1.76	65.00						3.00	69.76	262.24
8	1.84	76.00	5.20					3.00	86.04	245.96
9	2.24	17.00		0.15				2.50	21.89	310.11
10	1.08	59.00			12.00			4.50	76.58	255.42
11		26.00			1.50			2.20	29.70	302.30
12	1.10	43.00			1.10			2.34	47.54	284.46
13	1.10	4.80	10.00	0.20				0.10	16.20	127.80
14	1.09	2.00	0.80	0.15				0.10	4.14	139.86
15	18.50	8.00	1.00	0.60					28.10	115.90
16	18.20	5.20	1.00	5.00					29.40	114.60
17	9.61	12.50	1.00	2.40				0.62	26.13	117.87
18	6.10	11.30	0.50		1.00			0.25	19.15	124.85
19	8.25	5.40	0.80	4.20				0.30	18.95	125.05
20	4.30	5.70	4.40	1.82				0.30	16.52	127.48
21	5.12	2.35	1.90	3.31					12.68	131.32
22	6.32	0.85	1.00	0.96		6.10		0.27	15.50	128.50
23	0.12	11.92	3.20	0.15		6.10		0.85	22.34	121.66
24	0.28	3.20	6.94	0.30					10.72	133.28
25	5.74		9.90	1.02			1.47		18.13	125.87
	103.59	919.22	47.64	26.24	57.60	12.20	1.47	45.33	1213.29	4642.71

Tabla 34. Áreas parciales (en m<sup>2</sup>) afectadas por patologías (25 muestras)

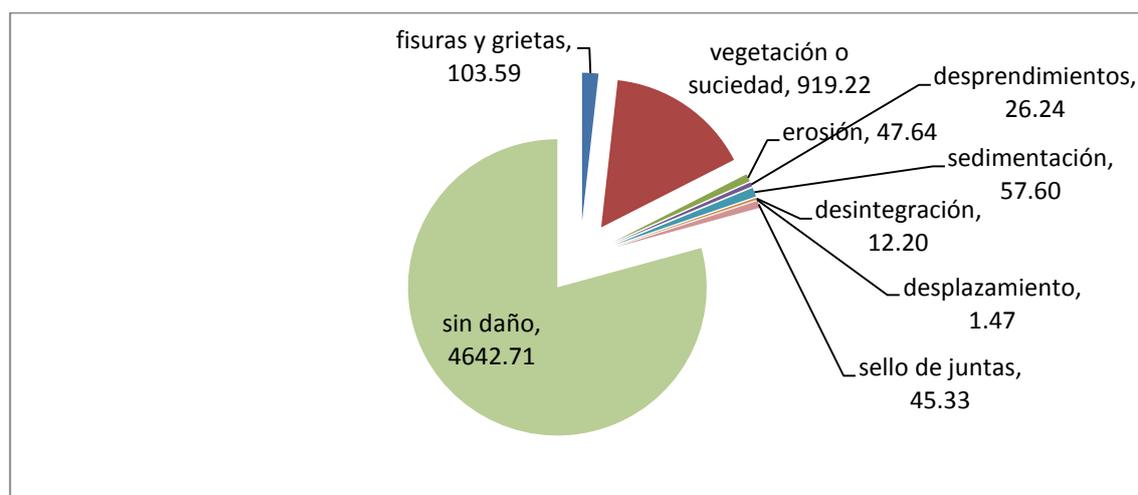


Gráfico 51. Áreas totales (en m<sup>2</sup>) afectadas por patologías

## Capítulo IV. Análisis de resultados

### 4.1. Análisis de las muestras de la sección trapezoidal

Como se observó en la Tabla 33, en la sección trapezoidal del kilómetro analizado se evaluaron doce muestras, de las cuales en siete se determinó que poseían un nivel de daño moderado y las otras cinco un nivel de daño leve. La principal patología que se halló en la sección trapezoidal fue la Vegetación o Suciedad, observada en la losa de fondo, la cual presentaba a lo largo del canal una mancha verde de hongo que impedía realizar una observación mejor del estado de la losa; asimismo ambos lados del canal presentaban vegetación y suciedad, siendo el lado derecho el más afectado. La otra patología importante que se halló fueron las Fisuras o grietas, visibles en las banquetas del canal pero con mayor predominancia en el lado derecho como se puede observar en el Gráfico 52. Asimismo se puede ver que existen otras patologías con menor impacto como la erosión de los paños del lado derecho, pequeños desprendimientos en el lado izquierdo y sedimentos en la losa.

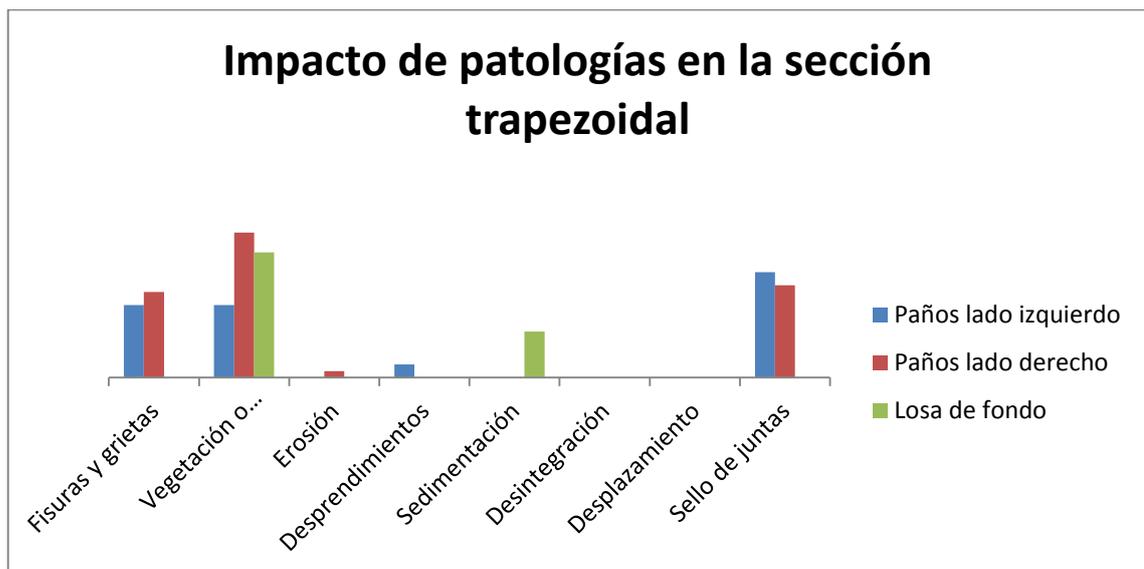


Gráfico 52. Impacto de patologías en la sección trapezoidal

Como ya se mencionó, en la sección trapezoidal la mayoría de las muestras tiene un nivel de daño moderado, lo cual viene a representar el cincuenta y ocho por ciento del total de la sección, por lo tanto se considera que la sección trapezoidal también, tiene en promedio, un nivel de daño Moderado como se puede observar en el Gráfico 53. Asimismo, de acuerdo con las observaciones realizadas, se determina que el elemento más afectado es la losa de fondo, donde se han encontrado el cincuenta por ciento de las patologías, y de los lados del canal el que presenta más daño es el derecho con un veintisiete por ciento de afectación como se aprecia en el Gráfico 54.

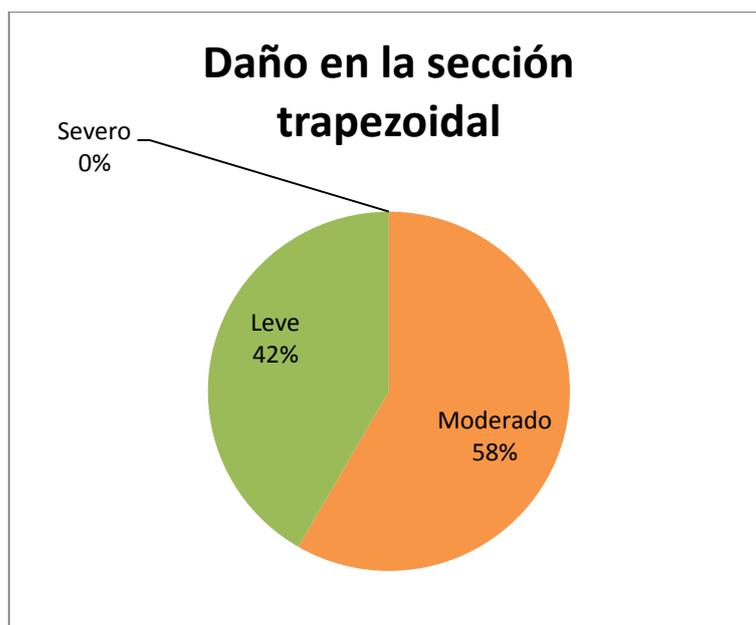


Gráfico 53. Distribución del daño en la sección trapezoidal

De acuerdo a las observaciones realizadas se determina que la sección trapezoidal, según el análisis efectuado sobre las muestras, se encuentra en buen estado pero necesita mucha limpieza y atención a las fisuras de lado derecho, principalmente, entre las progresivas 7+100 a 7+200 y 7+300 a 7+400.



Gráfico 54. Distribución del daño en los elementos de la sección trapezoidal

#### 4.2. Análisis de las muestras de la sección rectangular

En la misma Tabla 33 se puede apreciar que en la sección rectangular del kilómetro analizado se evaluaron trece muestras, de las cuales en once se determinó que poseían un nivel de daño moderado, una con nivel de daño y la última con daño severo. La principal patología que se halló en la sección trapezoidal fue la Fisura, observada a lo largo de casi toda la sección, en nueve muestras desde el inicio del tramo con una fisura horizontal en el lado izquierdo muy visible en el borde, además de otras cinco muestras con una fisura en el lado derecho, igual de visible, aparte de las fisuras más pequeñas y otras fisuras verticales que presentaba la parte final del canal. Debido a la presencia de una fisura de consideración también se han originado desprendimientos, que como se puede apreciar en el Gráfico 55 tienen casi el mismo impacto en ambos lados del canal, predominando ligeramente el daño en el lado derecho. Siguiendo el gráfico se puede notar que el lado derecho presenta levemente desintegración y la losa de fondo sedimentación y desplazamiento en proporciones menores.

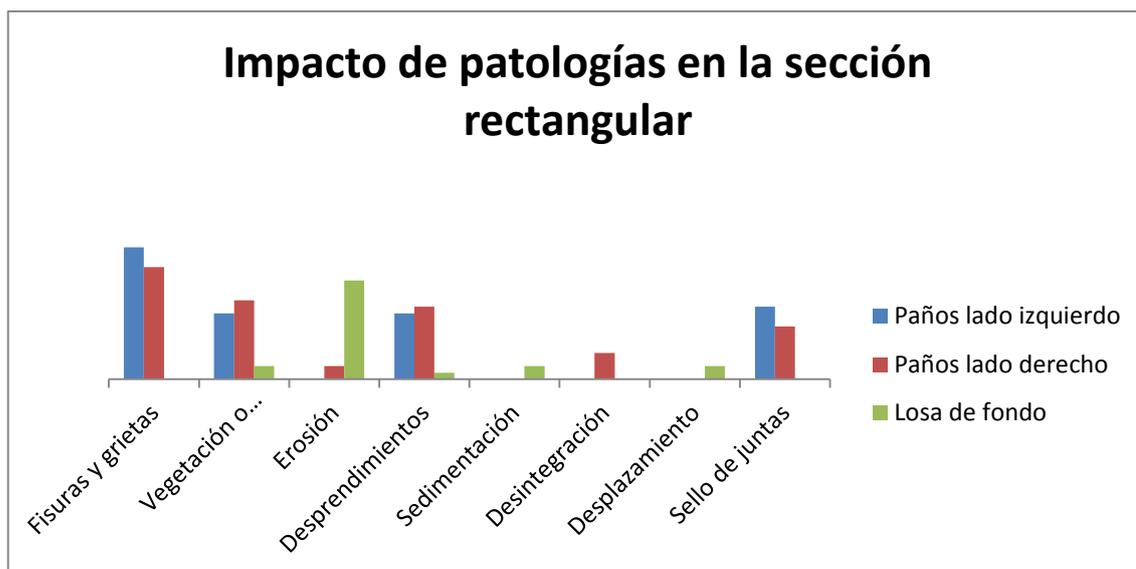


Gráfico 55. Impacto de patologías en la sección rectangular

En la sección rectangular predomina el daño moderado como se puede apreciar en el Gráfico 56, el cual representa el ochenta y cuatro por ciento del total de la sección, por lo tanto se considera que la sección rectangular presenta un nivel de daño Moderado. También se ha determinado que el elemento más afectado por patologías es el lado izquierdo del canal, donde se han encontrado el cuarenta por ciento de las patologías, mientras que en el lado derecho existe un treinta y cinco por ciento, y el restante veinticinco por ciento se encuentra en la losa, de acuerdo con la distribución del Gráfico 57.

En tal sentido se puede afirmar que, de acuerdo a las observaciones realizadas y el análisis efectuado sobre las muestras, la sección rectangular no se encuentra en buen estado y requiere reparaciones. Principalmente hay que atender las dos fisuras mayores que ocupan más de la mitad del canal rectangular en su longitud, y atender además el tramo que se encuentra en estado severo, desde la progresiva 7+960 hasta el final del canal.

### Daño en la sección rectangular

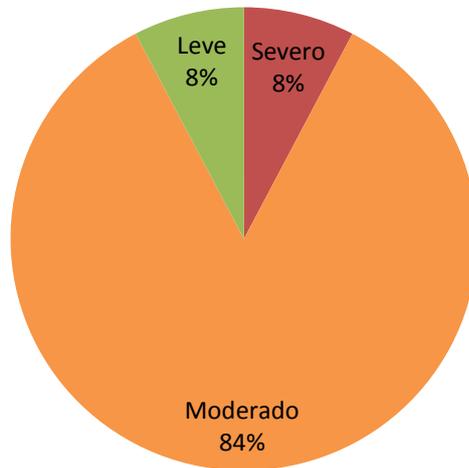


Gráfico 56. Distribución del daño en la sección rectangular

### Daño en la sección rectangular



Gráfico 57. Distribución del daño en los elementos de la sección rectangular

### 4.3. Estado del canal Parales entre las progresivas 7+000 hasta 8+000

El canal Parales, entre las progresivas 7+000 hasta 8+000, se encuentra con daño moderado. Esta afirmación se determina a partir de la evaluación de las 25 muestras como se puede apreciar en los Gráficos 58 y 59 y en la Tabla 33. Comparando las dos secciones que conforman el kilómetro observado se puede afirmar además que la sección rectangular se encuentra con mayor daño que la sección trapezoidal.

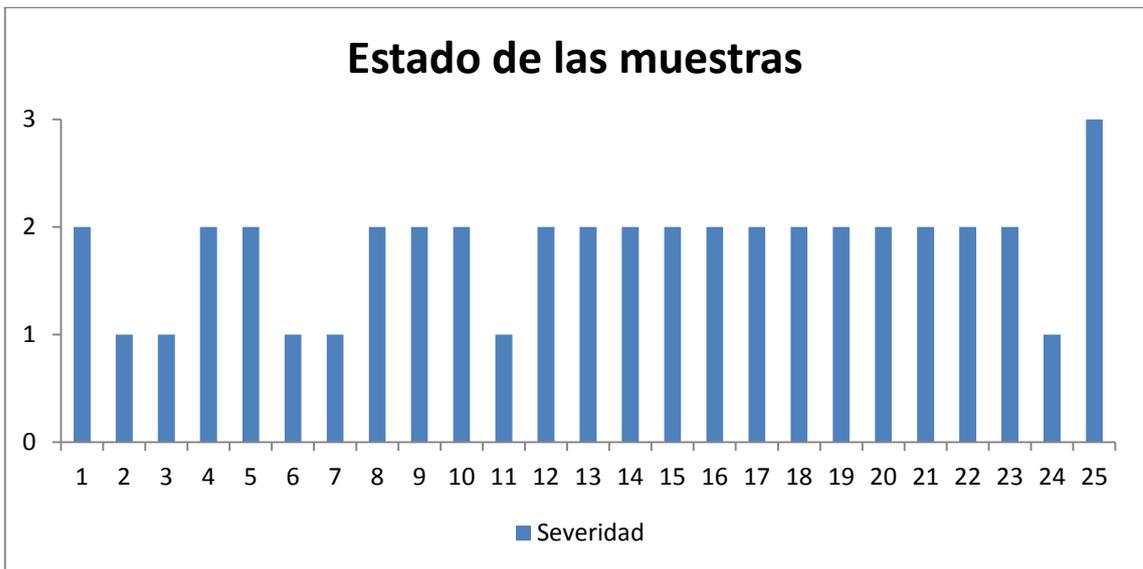


Gráfico 58. Comparación del estado de las 25 muestras analizadas

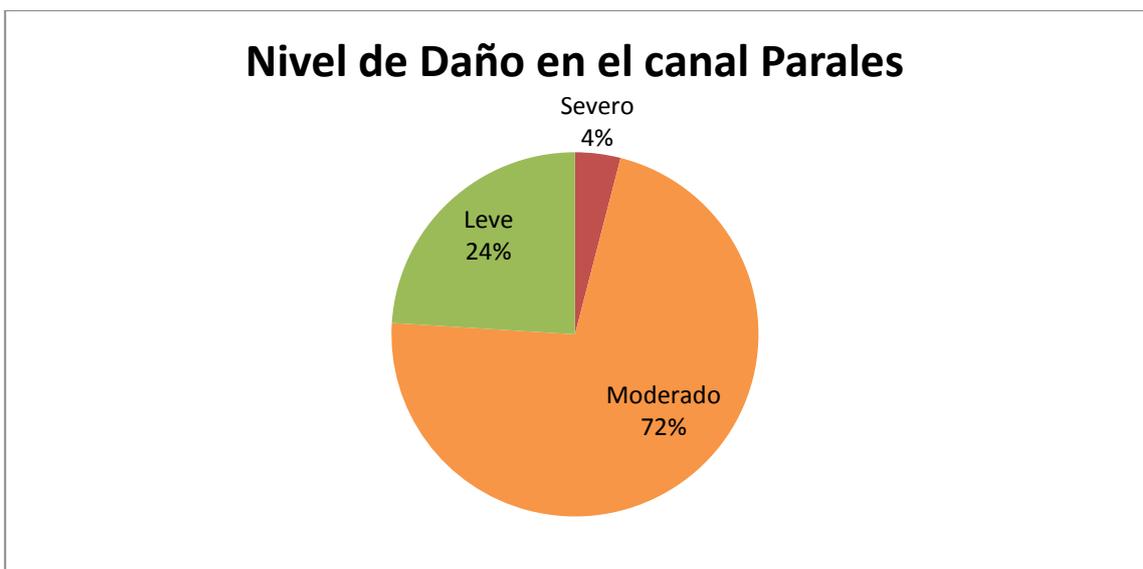


Gráfico 59. Distribución del nivel de daño en el canal Parales

En cuanto a la distribución de las patologías encontradas se puede afirmar que existen principalmente tres problemas: fisuras, vegetación o suciedad, y daño en las juntas. En el caso de las fisuras la afectación es mayor en el lado izquierdo del canal mientras que la vegetación o suciedad se encuentra con mayor presencia en el lado derecho. Respecto a las juntas del canal, estas se ven afectadas por la ausencia de mortero y la presencia de algunas fisuras y desprendimientos, con un impacto ligeramente mayor en el lado izquierdo, como se aprecia en el Gráfico 60. En cuanto a la losa de fondo se ha observado como principales patologías a la vegetación o suciedad y la erosión. En el caso de la vegetación esta impide observar otras patologías en la sección trapezoidal mientras que la erosión se halló en su totalidad en el canal rectangular. El impacto porcentual de cada patología en las dos secciones evaluadas se puede observar en los Gráficos 62 y 63.

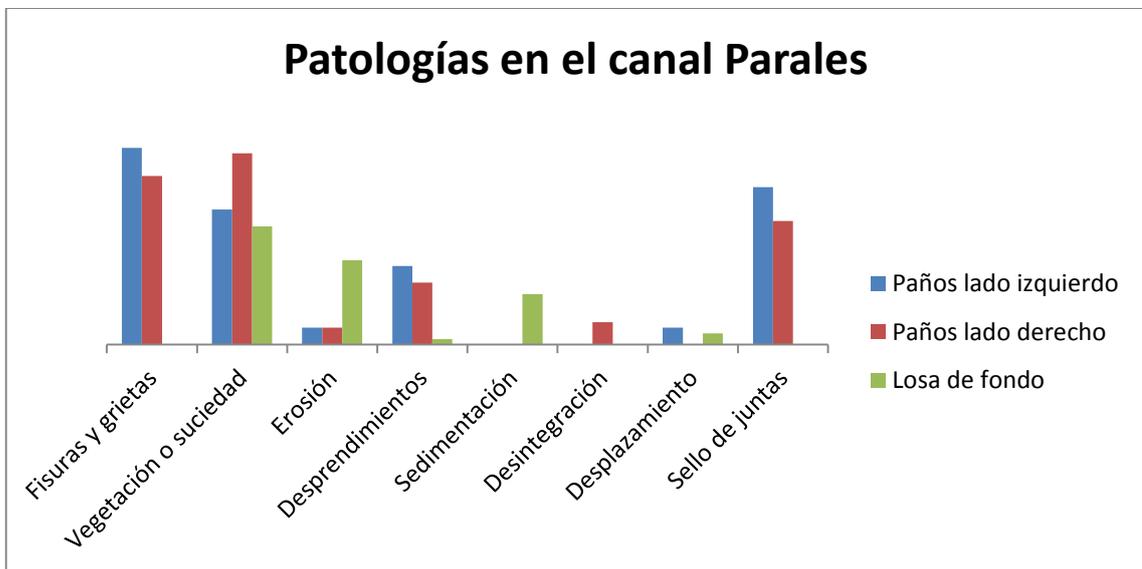


Gráfico 60. Impacto de las patologías en el canal Parales

Finalmente, los resultados obtenidos permiten afirmar que las paredes del canal se encuentran más afectadas que la losa de fondo. Esto se puede apreciar en el Gráfico 61, donde ambos lados tienen el mismo porcentaje de daño.

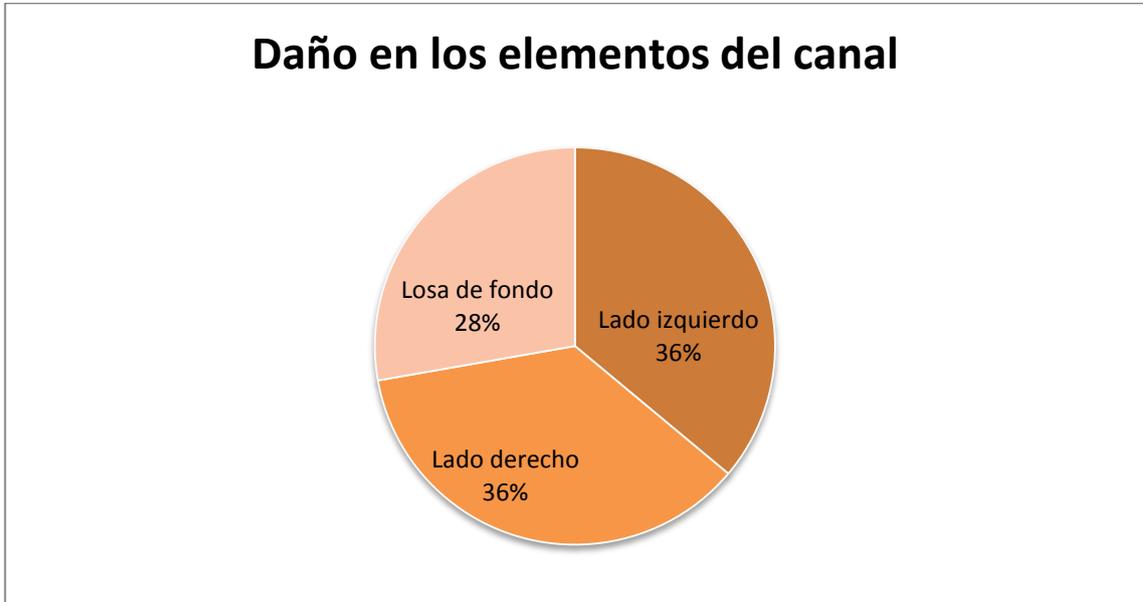


Gráfico 61. Distribución del daño en los elementos del canal Parales.

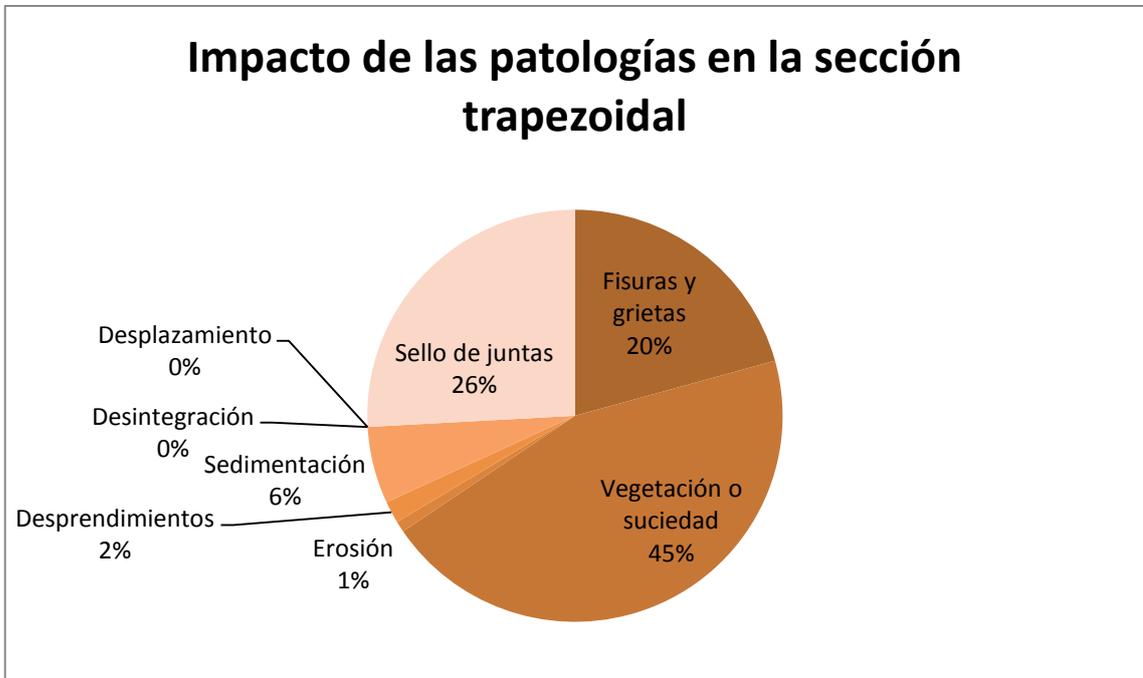


Gráfico 62. Distribución del impacto de las patologías en la sección trapezoidal

### Impacto de las patologías en la sección rectangular

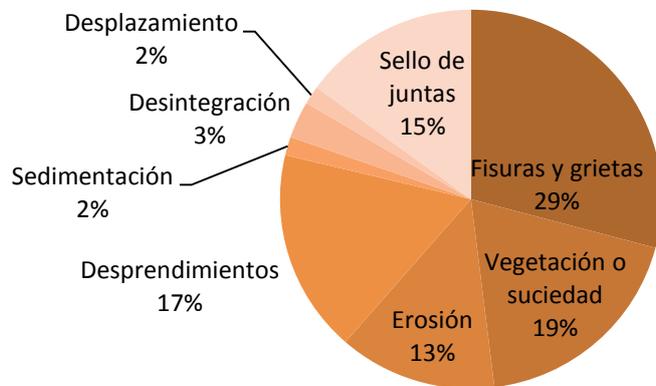


Gráfico 63. Distribución del impacto de las patologías en la sección rectangular

### Estado del canal Parales

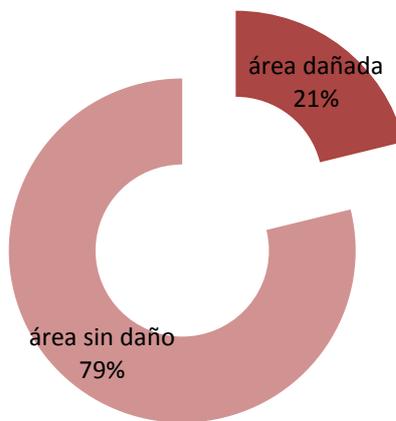


Gráfico 64. Porcentaje de área afectada del kilómetro evaluado

Asimismo, como se aprecia en el Gráfico 64, el área afectada por patologías representa el veintiuno por ciento del área total del kilómetro analizado. Los porcentajes de cada patología en las secciones del canal se pueden observar en los Gráficos 65 y 66.

### Área afectada en el canal trapezoidal

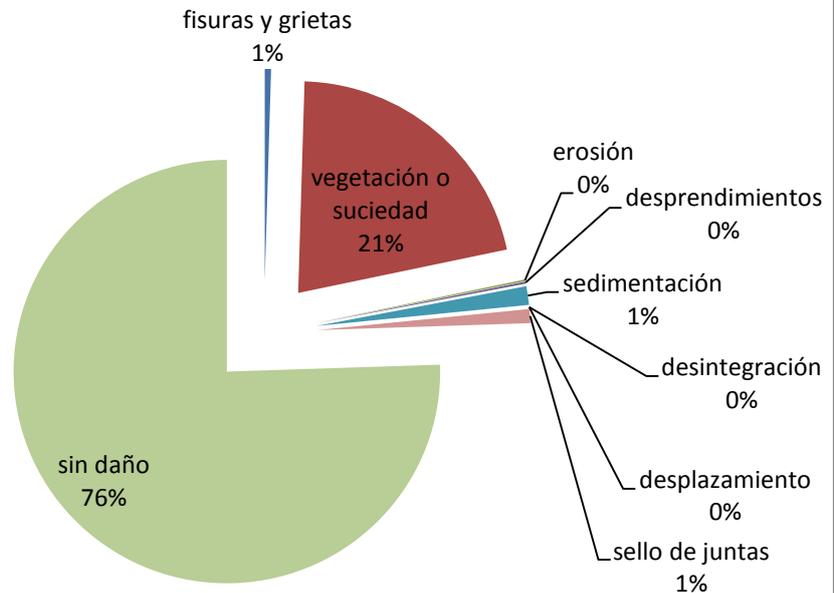


Gráfico 65. Áreas afectadas por patologías en el canal trapezoidal

### Área afectada en el canal rectangular

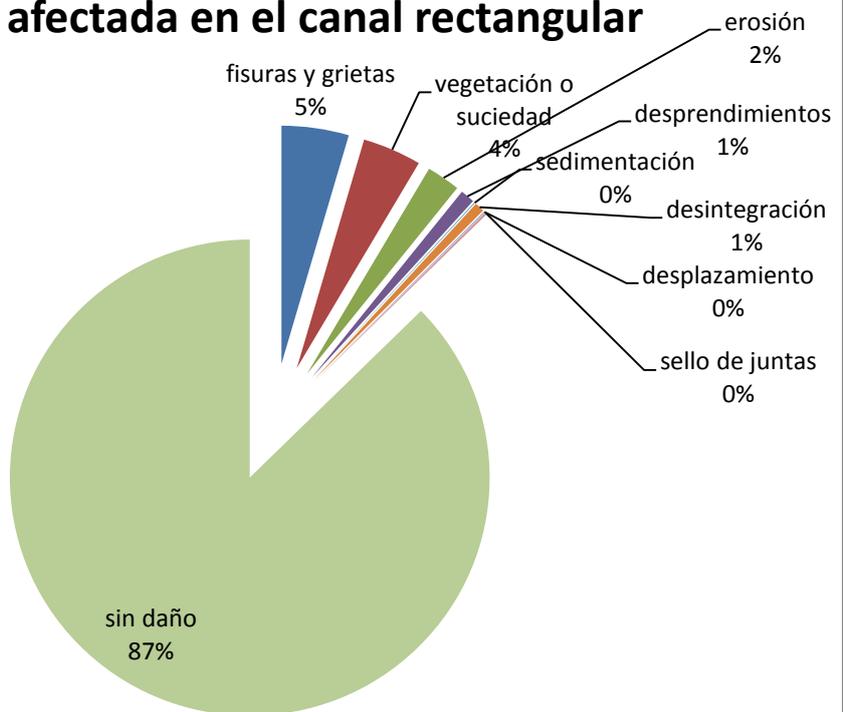


Gráfico 66. Áreas afectadas por patologías en el canal rectangular

En resumen, los resultados obtenidos del estudio realizado sobre las progresivas 7+000 hasta 8+000 del canal Parales son los siguientes:

- De las 25 muestras analizadas, 18 se encuentran con nivel de daño moderado, 6 presentan daño leve y una muestra daño severo, por lo que corresponde un 72% de impacto moderado.
- En el canal trapezoidal el daño se distribuye en 58% de daño moderado y 42% de daño leve. No presenta daño severo.
- En el canal rectangular el daño se distribuye en 84% de daño moderado, 8% de daño leve y 8% de daño severo.
- En el canal trapezoidal el elemento más afectado es la losa de fondo, que ocupa 50% del daño total.
- En el canal rectangular el elemento más afectado es el lado izquierdo con 40% del daño total.
- En el canal trapezoidal el mayor daño lo ocasiona la vegetación o suciedad que impacta en un 45%, seguida por los daños en las juntas y las fisuras cuyo impacto es de 25% y 20% respectivamente.
- En el canal rectangular la patología que tiene mayor impacto es la fisura, que ocasiona el 29% del daño, seguida por la vegetación o suciedad que daña la sección en un 19%.
- En el canal trapezoidal se encontraron menos patologías que en el canal rectangular. En el primero se encontró 6 patologías de las cuales 3 tienen

muy poco impacto en el daño general. En el canal rectangular se encontraron 8 patologías de las cuales 5 tienen daño moderado o severo.

- En cuanto a las áreas afectadas se tiene que en el canal trapezoidal la mayor área afectada corresponde a  $846\text{m}^2$  de vegetación o suciedad (21.23% del área de la sección trapezoidal),  $56.60\text{m}^2$  de sedimentación (1.42%),  $42.54\text{m}^2$  de juntas dañadas (1.07%) y  $18.86\text{m}^2$  de fisuras y grietas (0.47%). En el canal rectangular se tiene  $84.73\text{m}^2$  de fisuras y grietas (4.53% del área de la sección rectangular),  $73.22\text{m}^2$  de vegetación o suciedad (3.91%),  $42.44\text{m}^2$  de erosión (2.27%) y  $20.11\text{m}^2$  de desprendimientos (1.07%).
- El área que se encuentra afectada corresponde a  $1213.29\text{m}^2$  (21% del área total) y el área no afectada corresponde a  $4642.71\text{m}^2$  (79% del área total).
- En general se puede afirmar que, en función a los resultados, la sección trapezoidal se encuentra en buen estado mientras que el canal rectangular requiere reparaciones inmediatas. Como el estado del kilómetro analizado está en función del estado de ambas secciones, se establece que el estado del canal Parales, entre las progresivas 7+000 hasta 8+000 es Moderado, es decir, que necesita algunas reparaciones.

## Conclusiones

1. Se identificó ocho tipos de daño en el canal Parales. En la sección trapezoidal se encontró las siguientes patologías: Fisuras (20% de impacto, 18.86m<sup>2</sup> de área dañada), Vegetación (45% de impacto, 846m<sup>2</sup> de área dañada), Sedimentación (6% de impacto, 56.60m<sup>2</sup> de área dañada), Desprendimiento (2% de impacto, 6.13m<sup>2</sup> de área dañada), Erosión (1% de impacto, 5.20m<sup>2</sup> de área dañada) y Sello de Juntas (26% de impacto, 42.54m<sup>2</sup> de área dañada). En la sección rectangular se halló las siguientes patologías: Fisuras (29% de impacto, 84.73m<sup>2</sup> de área dañada), Vegetación (19% de impacto, 73.22m<sup>2</sup> de área dañada), Desprendimiento (17% de impacto, 20.11m<sup>2</sup> de área dañada), Sello de juntas (15% de impacto, 2.79m<sup>2</sup> de área dañada), Erosión (13% de impacto, 42.44m<sup>2</sup> de área dañada), Desintegración (3% de impacto, 12.20m<sup>2</sup> de área dañada), Desplazamiento (2% de impacto, 1.47m<sup>2</sup> de área dañada) y Sedimentación (2% de impacto, 1m<sup>2</sup> de área dañada).
2. Las dos patologías que mayor daño causan al canal son la Vegetación, con mayor impacto en el canal trapezoidal (846m<sup>2</sup>, 21.91% de área de canal dañada, 45% de impacto en el total del daño) y las Fisuras, que afectan al canal rectangular (84.73m<sup>2</sup>, 4.53% de área de canal dañada, 29% de impacto en el total del daño).
3. Se determinó que el daño en ambas secciones es Moderado. En la sección trapezoidal es Moderado con tendencia leve (58% moderado, 42% leve). En la sección rectangular es plenamente Moderado (84%) y además la parte final del canal rectangular tiene daño severo.

4. En el canal trapezoidal la zona de mayor daño es la losa de fondo, la cual se encuentra afectada por vegetación y suciedad. En el canal rectangular la zona más afectada es el lado izquierdo, el cual se encuentra fisurado en ambos lados.
  
5. Se estableció que el grado de deterioro de la infraestructura es Moderado y el canal se encuentra en condiciones regulares, por lo que necesita ser monitoreado para atender las reparaciones más urgentes. Además, el área afectada por patologías representa en promedio el 21% del área total del canal Parales.

## Aspectos complementarios

- Se recomienda realizarle mantenimiento al canal periódicamente, a fin de evitar el incremento de daños y deterioros en el concreto, utilizando materiales seleccionados y de buena calidad.
- Se recomienda coordinar con la Comisión de Regantes Medio Piura Margen Derecha para que los beneficiarios de este canal eviten realizar daños al sistema hidráulico, ya que en las visitas realizadas se ha comprobado la existencia de conexiones con sifonamiento y falsas compuertas por las paredes laterales.
- Se considera necesario contratar a personal obrero calificado para que realice la eliminación de la suciedad y vegetación de la losa y en las paredes del canal, debido a que esta es una de las principales patologías halladas, ya que se tiene que limpiar el barro endurecido y cortar las plantas así como tratar el hongo. Dentro de esta tarea también se puede erradicar la sedimentación que aunque no es mucha hay una zona del canal donde se han acumulado piedras y se puede usar una palana para retirarlas durante el periodo de corte de agua.
- Se recomienda tratar con urgencia las fisuras longitudinales del canal rectangular puesto que ya están causando desprendimientos del concreto. En el caso de las fisuras cuya abertura es menor a 1mm se puede aplicar un sellante elástico a base de poliuretano. En el caso de las grietas donde aún no se han ocasionado desprendimientos se recomienda realizar la limpieza y relleno con mortero de reparación o espuma de poliuretano.

## Referencias

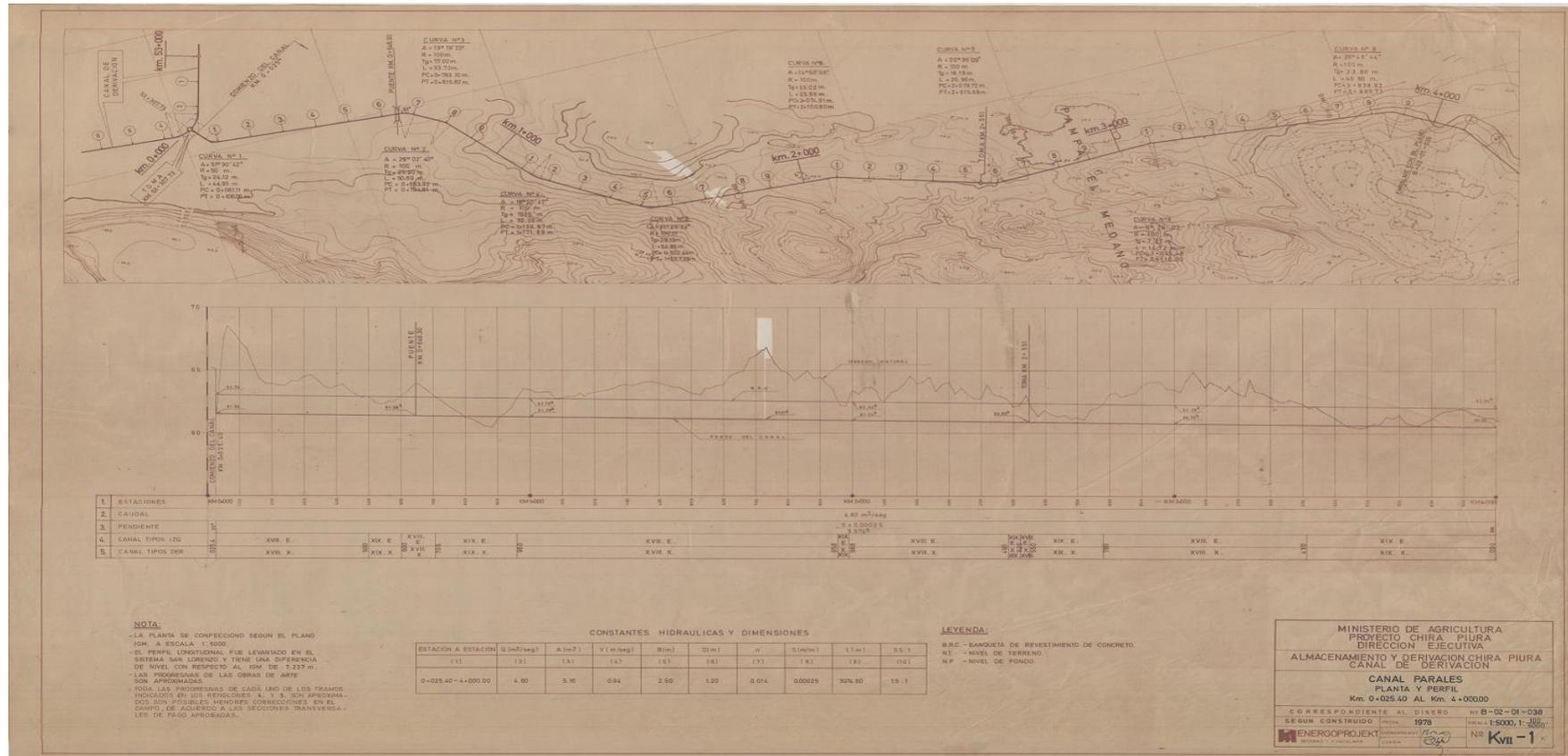
- (1) Helene P. Manual para reparación, refuerzo y protección de las estructuras de concreto (traducción al español: Tula L, Díaz N) [Internet]. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.; 2015 [citado 2018 Dic 15]; p. 5-9.
- (2) Eralte A. Patología de la construcción: fisuras en muros [Internet]. Arquigráfico [actualizado 2017 Nov 21; citado 2018 Dic 15].
- (3) Avendaño E. Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial [Internet]. Universidad de Costa Rica; 2006 [citado 2018 Dic 15]; p. 21-24; p. 40; p. 50-51; p. 54-55.
- (4) Treviño E. Patologías de las estructuras de concreto reforzado: reflexiones y recomendaciones [Internet]. México: Universidad Autónoma de Nuevo León; 1998 [citado 2018 Dic 15]; p. 22; p.53-54.
- (5) E-STRUC. La importancia del recubrimiento de las armaduras en el hormigón [Internet]. [actualizado 2014 Dic 29; citado 2018 Dic 15].
- (6) Emmons P. Manual ilustrado de reparación y mantenimiento del concreto: análisis de problemas, estrategias y técnicas de reparación [Internet]. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.; 2014 [citado 2019 Ene 09]; p. 6-7; p. 80.
- (7) Astorga A, Rivero P. Patologías en las edificaciones [Internet]. Venezuela: Centro de investigación en gestión integral de riesgos; 2009 [citado 2018 Dic 15].
- (8) Muñoz H. Evaluación y diagnóstico de las estructuras de concreto [Internet]. Colombia: Asociación colombiana de productores de concreto; 2001 [citado 2018 Dic 21]; p. 4-5.
- (9) Porto J. Técnicas de investigación, dictamen e intervención en las estructuras de hormigón [Internet]. España: Universidade da Coruña; 2005 [citado 2018 Dic 15]; p.5-8.
- (10) Alcócer I, Almeraya F, Castro P, Ceh W, Evia M, Flores J et al. Infraestructura de concreto armado: deterioro y opciones de preservación [Internet]. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.; 2014 [citado 2019 Ene 09]; p. 170.

- (11) García F. Evaluación de estructuras de concreto: técnicas y materiales para su reparación [Internet]. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.; 2014 [citado 2019 Ene 09]; p. 72.
- (12) Oré J. Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto [Internet]. SENCICO; 2014 [citado 2018 Dic 18]; p. 9.
- (13) Ceballos M. El concreto, material fundamental para la infraestructura [Internet]. México: Revista Construcción y Tecnología en Concreto; 2016 [citado 2018 Dic 18].
- (14) UMACON. ¿Cuál es la diferencia entre cemento, concreto, hormigón y hormigón armado? [Internet]. España [actualizado 2017 Feb 16; citado 2018 Dic 18].
- (15) Vargas C. Concreto, una breve exploración [Internet]. Civilgeeks [actualizado 2015 Abr 19; citado 2018 Dic 18].
- (16) Metha K, Monteiro P. Concreto: estructura, propiedades y materiales [Internet]. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. [citado 2019 Ene 09]; p. 32.
- (17) Higuera M, Cabrera M, et al. Proyecto de Modernización de la Zona Regable del Canal de las Aves Anejo N° 7 Reparación del Canal [Internet]. España: Confederación Hidrográfica del Tajo; 2011 [citado 2018 Dic 18]; apéndice 3.
- (18) Sanjuán M, Castro P. Acción de los agentes químicos y físicos sobre el concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.; 2001 [citado 2019 Ene 09].
- (19) MAPEI. Reparación y protección del hormigón en obra civil [Internet]. España; 2010 [citado 2018 Dic 18]; p.3.
- (20) Pérez G. Diseño hidráulico de canales [Internet]. Ancash: Universidad Nacional del Santa [citado 2019 Ene 08].
- (21) Programa de Adaptación al Cambio Climático PACCPERU. Mantenimiento de canales de riego. Cusco; 2012 [citado 2019 Ene 09].
- (22) Centro Peruano de Estudios Sociales CPES, Junta Nacional de Usuarios de los Distritos de Riego del Perú. Guía práctica para el mantenimiento de estructuras de riego [Internet]. Lima: Punto y Coma Editores; 1997 [citado 2019 Ene 08]; p. 14-19.

- (23) Autoridad Nacional del Agua ANA. Manual: Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico [Internet]. Lima: Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales; 2010 [citado 2019 Ene 08]; p. 6-17.
- (24) Castro C, Pérez E. Mejoramiento e identificación de riesgos en el canal La Peligrosa Marmot Gran Chimú [Tesis]. Universidad Nacional de Trujillo; 2016 [citado 2019 Ene 08]; p. 20-24.
- (25) TOXEMENT. Guía para la reparación y mantenimiento de losas de concreto de canales de conducción de agua [Internet]. Colombia; 2011 [citado 2019 Ene 08].
- (26) Valverde J. Evaluación y diagnóstico de patologías en el concreto del canal de derivación para suministro de agua cruda, Salida Túnel Ichucruz Campanayoc, distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, octubre 2017 [Tesis]. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2017 [citado 2019 Ene 10].
- (27) Giralt J. Impermeabilización y reparación de canales [Internet]. España: Alkor Draka Ibérica SA; 2002 [citado 2019 Ene 08].
- (28) Chorro J. Estadística Descriptiva: métodos [Internet]. España: Universitat de València [citado 2018 Dic 16].
- (29) Dzul M. Aplicación básica de los métodos científicos: los enfoques en la investigación científica [Internet]. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [citado 2018 Dic 16].
- (30) Dzul, M. Aplicación básica de los métodos científicos: diseño no experimental [Internet]. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [citado 2018 Dic 16].
- (31) Ortiz R. Determinación y evaluación de patologías del concreto en el canal de riego Ishinca entre las progresivas 3+000 al 4+000 en distrito de Tarica, provincia de Huaraz, departamento de Áncash [Tesis]. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2018 [citado 2019 Ene 10]; pp. 45-48.

# Anexos

## Plano original del canal Parales, año 1978 (parte 1)



Plano original del canal Parales, año 1978 (parte 2)

