



UNIVERSIDAD
**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**EXPERIENCIAS Y DECISIONES DURANTE EL
PROCESO CONSTRUCTIVO DE CANAL
TRAPEZOIDAL DE IRRIGACIÓN PERIQUILLO,
DISTRITO DE SALITRAL, PROVINCIA DE
MORROPON, DEPARTAMENTO DE PIURA EN EL
AÑO 2019**

**Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título
Profesional de Ingeniero Civil**

ROY DANIEL MEDINA MONTES
(0000-0003-1327-5620)

Asesor:
Guillermo Martín Zevallos Rospigliosi
(0000-0001-7621-0109)

Lima – Perú
2022

SUSTENTACION ORAL

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

INDICE DE CONTENIDOS

1. CAPITULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA	9
1.1 Datos Generales.....	9
1.2 Nombre o razón social de la empresa	10

1.3 Ubicación de la empresa	10
1.4 Giro de la empresa	10
1.5 Tamaño de la empresa	10
1.6 Breve Reseña Histórica de la Empresa	11
1.7 Organigrama funcional de la empresa	11
1.8 Misión, Visión y Política	12
1.8.1 Misión	12
1.8.2 Visión.....	12
1.9 Productos y Clientes	13
1.9.1 Servicios	13
1.9.2 Clientes	13
1.10 Premios y certificaciones	13
1.11 Relación de la empresa con la Sociedad	13
2.CAPITULO II. DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2.1 Caracterización en el área que participo	14
2.2 Antecedentes y Definición de Problema	15
2.2.1 Antecedentes.....	15
2.3 Objetivos.....	16
2.3.1 Objetivo General	16
2.3.2 Objetivos Específicos	16
2.4 Justificación.....	16
2.5 Alcances y Limitaciones.....	17
2.5.1 Alcances	17
2.5.2 Limitaciones.....	17
2.5.2.1 Tiempos de Regadío.....	17
2.5.2.1 Presupuesto de Obra	18
3 CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO	19
3.1 Antecedentes.....	19
3.2.1 Riego	19
3.2.2 Canal	20
3.2.3 Afirmado	20
3.2.4 Concreto	20
3.2.5 Cerchas	20
3.2.6 Filtración	20
3.3 Ejecución de obra	22
3.3.1 Ubicación del Proyecto	22
3.3.1.1 Ubicación Política.....	22
3.3.1.2 Ubicación Geográfica.....	22
3.3.2 Vías de acceso	24
3.3.3 Medios de Transporte.....	25
3.3.4 Beneficiarios del Proyecto.....	25
3.3.4.1 Población Beneficiada.....	25
3.3.4.2 Áreas Beneficiadas	25
3.4 Densidad de Campo.....	25
3.5 Problemas en Construcción de Canal Trapezoidal	26
4. Proceso Constructivo de Canal Trapezoidal	50
5. CONCLUSIONES	93
6. Recomendaciones	94
7. Bibliografía	95

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación Política	22
Tabla 2: Coordenadas Geográficas del Distrito.....	22
Tabla 3: Coordenadas del canal.....	22
Tabla 4: Vías de acceso	24
Tabla 5: Tipo de fisuración según tiempo de aparición	34
Tabla 6: Cuadro de Valores de Rugosidad.....	46
Tabla 7: Cuadro de Taludes por tipo de material	47

Tabla 9: Cuadro de máxima velocidad permitida en canales.	48
Tabla 10: Cuadro de borde libre en función del caudal.....	49
Tabla 11: Cuadro de borde libre en función de la plantilla del canal	49
Tabla 12: Franjas Granulométricas	56
Tabla 13: Recursos para desbroce y limpieza de plantas	61
Tabla 14: Recursos para obtener colocación de afirmado.	69
Tabla 15: Recursos para la compactación en el canal.	71
Tabla 16: Recursos para trazo, nivelación y replanteo.....	73
Tabla 17: Recursos para excavación en canal.	75
Tabla 18: Recursos para construcción y colocación de cerchas.	77
Tabla 19: Recursos para vaciado de concreto.....	80
Tabla 20 : Recurso para construcción de AFORADOR RBC.....	84
Tabla 21: Recursos para sellado de juntas	88

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de Ejecución de Obra en Salitral - Morropón- Piura	8
Figura 2 Mapa de ubicación de la constructora RMI EIRL.....	10
Figura 3.Organigrama de la empresa	12
Figura 4. Canal de Periquillo antes de su Rehabilitación de obra.	14
Figura 5. Oficina de comisión de Usuarios Malacasi.....	17
Figura 6. Canal madre o de derivación.....	21
Figura 7. Canal lateral, el que nace del canal madre	21
Figura 8. Canal de tercer orden.....	21
Figura 9. Ubicación de la obra ejecutada en Piura.....	23

Figura 10. Ubicación de la obra ejecutada en distrito de Salitral.....	24
Figura 11 .Movimiento de tierras con excavadora.....	27
Figura 12. Construcción de diques con bolsas de arena.....	27
Figura 13. Descarga de rocas para ser utilizado en desvío de río	28
Figura 14. Extracción de rocas en quebrada para su colocación en desvío de río.....	28
Figura 15. Colocación de roca en río Huarmaca	29
Figura 16. Colocación de Troncos	30
Figura 17. Colocación de Tronco grande en río	30
Figura 18. Colocación de Tronco grande en río	31
Figura 19. Fisuras de Contracción Plástica en canal de irrigación	33
Figura 20. Fisuras de Contracción en canal de irrigación.....	33
Figura 21. Pasos para sellar Juntar	36
<i>Figura 22. Comportamiento de Fisuras</i>	<i>37</i>
Figura 23. Trabajos de Corte Ranura sobre la fisura con una cortadora manual	37
Figura 24. Fisuras ranuradas	38
Figura 25. Sellado de la fisura con producto elastomérico.....	38
Figura 26. Grietas en Canal Trapezoidal.....	40
Figura 27. Grietas en Canal Trapezoidal.....	40
Figura 29. Exceso de piedras en el canal trapezoidal	43
<i>Figura 30. Diseño de Canal Trapezoidal.....</i>	<i>44</i>
Figura 31. Canal Natural de Periquillo.....	51
Figura 32. Sección del Canal que fue construido en la obra.	51
Figura 33. Construcción de dique para desviar el río	53
Figura 34. Construcción de diques con retroexcavadora en ejecución de obra de Canal de Periquillo.....	53
Figura 35 : Ubicación de diques y canal de Periquillo	54
Figura 36. Cantera de afirmado	57
Figura 37: Ensayo de densidad de campo	58
Figura 38. Resultado de ensayos a la compresión.....	59
Figura 39. Desbroce y limpieza de plantas en el área de ejecución de obra	60
Figura 40. Limpieza de terreno con retroexcavadora en el canal de irrigación	60
Figura 41. Alto Nivel freático alto en la progresiva 0+200 hasta 0+250 en el Canal de Periquillo	62
Figura 42. Filtración en el fondo de canal y talud progresiva 0+220.00 hasta 0+230 en el Canal de Periquillo.....	63
Figura 43. Elección de canto rodado en río Huarmaca – Piura.....	64
Figura 44. Extracción de canto rodado con maquinaria pesada en río Huarmaca – Piura.....	65
Figura 45. Colocación de canto rodado con retroexcavadora en el Canal.....	65
Figura 46. Vaciado de Solado	66
Figura 47. Sección de canal con incorporación de canto rodado.....	66
Figura 48. Cantera de materiales	67
Figura 49. Batido de arcilla con hormigón en cantera Huarmaca, al costado de la ejecución de obra... ..	68
Figura 50. Transporte de afirmado con volquete desde la cantera al área de trabajo	68
Figura 51. Descarga de afirmado en el Canal de Periquillo.	69
Figura 52. Trabajos de Compactación en Canal de Periquillo.	70
Figura 53. Dirección de Residente de obra en trabajos de Compactación en Canal de Periquillo.	71
Figura 54. Utilización de yeso para el Trazo del eje del canal en curva.....	72
Figura 55. Trazo del eje del canal en dirección recta	72
Figura 56. Trabajos de trazo, nivelación y replanteo.....	73
Figura 57: Trabajos a tajo abierto en Canal de Periquillo.	74
Figura 58. Trabajos de excavación con retroexcavadora.....	74
<i>Figura 59. Dimensiones del Canal de Periquillo.</i>	<i>75</i>
Figura 60. Colocación de cerchas de madera en Canal de Periquillo.	76
Figura 61. Colocación de cerchas a medida que se vacea los tramos del canal.....	76
Figura 62. Vaciado de concreto con retroexcavadora	79
<i>Figura 63. Trabajos de nivelación con regla.</i>	<i>79</i>
Figura 64. Sección de Planta de AFORADOR RBC.....	81

Figura 65. Sección de Planta de AFORADOR RBC con detalle de juntas.....	82
Figura 66. Sección de Perfil de AFORADOR RBC.....	82
Figura 67. AFORADOR RBC.....	83
Figura 68. Retiro de Cerchas en canal.....	85
Figura 69. Sección del canal.....	85
Figura 70.Planta de juntas transversales.....	86
Figura 71. Corte 3-3 (Junta de contracción) y Corte 4-4 (Junta de Dilatación).....	86
Figura 72. Limpieza de Junta antes de empezar con el sellado.....	87
Figura 73. Colocación de mangas de 1”.....	87
Figura 74. Sellado de juntas con aditivo.....	88
Figura 75. Presupuesto de Obra.....	89
Figura 76. Diagrama de Gantt.....	90
Figura 77.Calendario valorizado de equipos y materiales.....	91
Figura 78.Calendario Valorizado de mano de Obra.....	92

INTRODUCCIÓN

En el presente Trabajo de Suficiencia Profesional se explicará el proceso correcto de la construcción del canal trapezoidal de irrigación en una obra, en la cual fui participe para su ejecución en el año 2019. Hoy en día muchos lugares sufren perdidas de producción agrícola debido a las pocas lluvias en la zona, es por ello la creación de canales de irrigación es de suma importancia debido que favorece a muchos agricultores que viven de las cosechas.

Mi participación fue Asistente de Residente en la ejecución del proyecto: “Rehabilitación del servicio de agua para riego del canal Periquillo, distrito de Salitral, provincia de Morropón, departamento de Piura” en Octubre del año 2019, donde realicé labores como metrados, evaluación de la calidad de materiales, acuerdos con usuarios, etc.

En la obra mencionada en lo participé, se describe su proceso constructivo paso a paso, así como los problemas que hubo en la ejecución y las soluciones que se plantearon en el momento adecuado, tales como como evitar filtración, incorporación de uso de aditivos, etc.

El presente informe se desarrollará de la siguiente manera, en el Capítulo 1 se describe todo acerca de la organización sobre la empresa Constructora RMI EIRL, en el Capítulo 2 se precisará el planteamiento del problema, luego se detallará en el Capítulo 3: los antecedentes, los canales de riego por función, así como el procedimiento constructivo de canal trapezoidal mencionado.

En el Capítulo 4 se explicará los problemas que ocurren generalmente en los canales de riego de sección trapezoidal, así como las soluciones que se realizan. En este capítulo se describen los problemas que hubo en la obra que participé y se explicará a detalle las acciones que se desarrollaron para solucionar los problemas al momento de su ejecución.

En el Capítulo 5 se detallará las conclusiones con respecto al canal trapezoidal, también conclusiones generales y de diseño, con respecto al capítulo 6 se muestra las recomendaciones con respecto a la experiencia ejecuta en el canal y finalmente en el capítulo 7 se mostrará las referencias bibliográficas que aportaron información confiable al presente Trabajo de Suficiencia Profesional.

La obra consistió en la construcción de los siguientes componentes como: reconstrucción de canal de 310 metros de longitud y aforador RBC. Cabe recalcar que cada partida de la obra fue supervisada por el Inspector de Obra, es por ello fue importante la buena coordinación entre el inspector y el Contratista.

La construcción de la obra referida “benefició directamente a un total de 451 familias que a razón de cuatro integrantes por familia resultan un total de 1,804 pobladores.

El canal ejecutado irriga a un área de 551.34 hectáreas, con un caudal de diseño de $Q=1.5 \text{ m}^3/\text{s}$, que corresponde a la dotación máxima según la demanda de usuarios en relación con sus licencias de uso de agua.

Figura 1: Ubicación de Ejecución de Obra en Salitral - Morropón- Piura

Fuente:
www.munichu
lucanas.gob.pe



1. CAPITULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 Datos Generales

Constructora RMI EIRL es una empresa dedicada a la ejecución de obras de irrigaciones en el rubro de construcción civil brindando servicios de construcción de canales de irrigaciones rectangulares, trapezoidales, tuberías de HDPE, enrocados, etc. En los últimos años la empresa ha ejecutado diversas obras en el país cumpliendo con los plazos de ejecución establecidos, así como buena calidad en diversas obras demostrando responsabilidad ante los clientes.

1.2 Nombre o razón social de la empresa

El nombre de la empresa es CONSTRUCTORA RMI EIRL registrada con número de RUC 20565699955, siendo contribuyente de Empresa Individual de Responsabilidad Limitada (2015).

1.3 Ubicación de la empresa

El domicilio fiscal de la empresa registrada en la SUNAT es: Pro. los Tusilagos Mza. F Lote. 2- Industrial las Flores (al Costado de la Fabrica Celima), San Juan de Lurigancho-Lima, Perú.

1.4 Giro de la empresa

Otras actividades especializadas de Construcción - Obras de Irrigación

1.5 Tamaño de la empresa

Según el tipo de empresa, la empresa está ubicada como micro empresa, debido que sus ventas no supera 150 UIT.

Figura 2 Mapa de ubicación de la constructora RMI EIRL

Fuente: <https://www.google.com/maps/place/Av.+Los+Claveles,+San+Juan+de+Lurigancho+15431/@12.008569,76.9952255,17.52z/data=!4m5!3m4!1s0x9105c591191fcf2f:0x981857ba434e3bff!8m2!3d-12.0080356!4d-76.9927223>



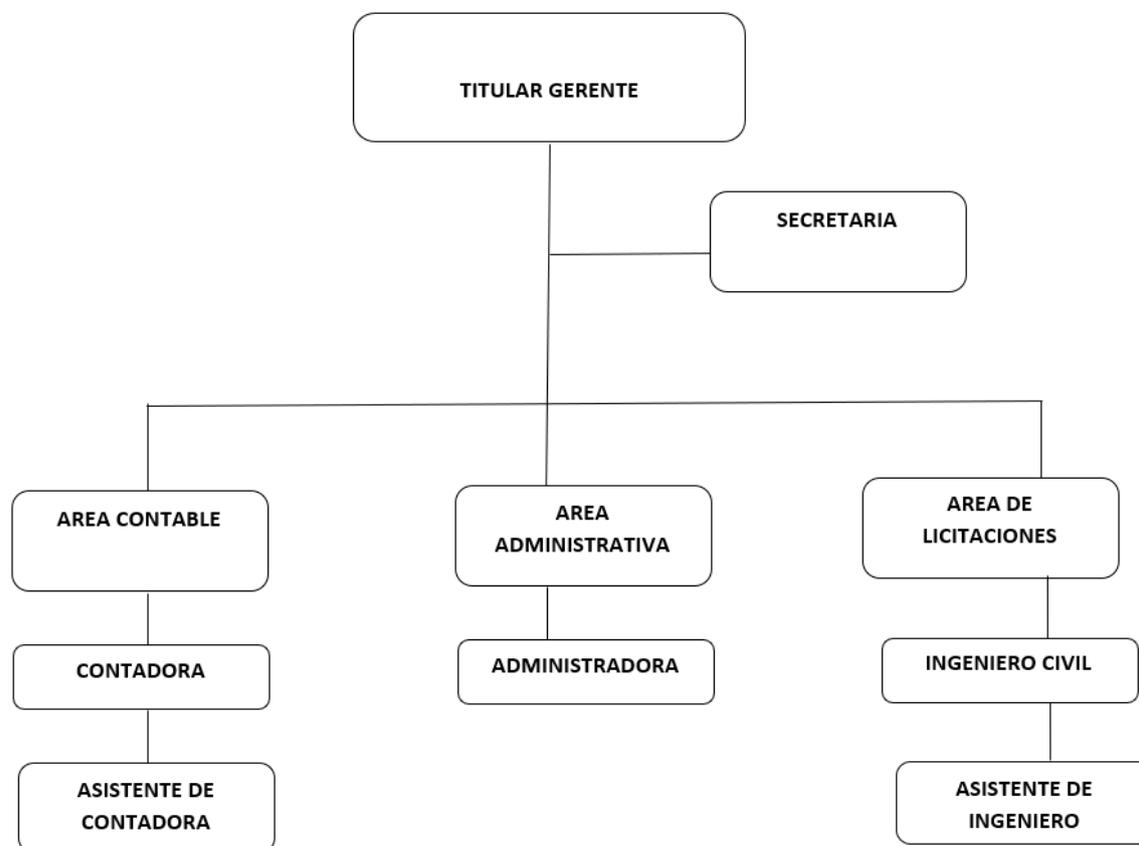
1.6 Breve Reseña Histórica de la Empresa

Constructora RMI EIRL se fundó el año 2014. RMI es conocido debido a la cantidad de obras de irrigación ejecutadas en el país, como canales trapezoidales, rectangulares, enrocados, etc.; Cabe recalcar que la empresa cumple con los estándares de calidad teniendo los siguientes ISOS: Sistema de Gestión de Calidad (ISO9001:2015), Sistema de Gestión Ambiental (ISO14001:2015), Sistema de Gestión de gestión salud y seguridad laboral (ISO 45001:2018).

1.7 Organigrama funcional de la empresa

La organización de la empresa se detallará en la Figura 3:

Figura 3. Organigrama de la empresa
Fuente: Constructora RMI EIRL



1.8 Misión, Visión y Política

1.8.1 Misión:

Trabajar de manera proactiva en el crecimiento de nuestro país con la más minuciosa atención al crecimiento y necesidades de nuestros clientes. Desarrollando proyectos, y construcciones cumpliendo los estándares de calidad, en seguridad, calidad y puntualidad.

1.8.2 Visión:

"Ser una empresa líder en ejecución de obras de irrigación, reconocida por su capacidad, calidad y cumplimiento de las más exigentes normas de seguridad; utilizando procedimientos constructivos innovadores que permiten construir obras más confortables, que proporcionan un mejor estándar de vida a la población que confían en nosotros"(Constructora RMI EIRL, 2014)

1.9 Productos y Clientes

1.9.1 Servicios:

Los principales servicios que brinda Constructora RMI EIRL son los siguientes:

Construcción de Canal Trapezoidal y Rectangular: El canal de conducción lleva el agua desde la bocatoma hasta los canales secundarios o de distribución y finalmente hasta las parcelas donde se encuentran los cultivos a regar de acuerdo a la dotación hídrica que se requiere.

Canoas: Sirve para que el agua con piedras y tierra, que vienen de las quebradas o manantes, pase por encima del canal, cuando no existe esta estructura, el agua de las quebradas malogra el canal, Se deben limpiar y proteger los extremos de la canoa con muros de piedra, a manera de muros de encauzamiento.

Enrocados: Se trata de la construcción de una estructura conformada por rocas colocadas o acomodadas con ayuda de equipos mecánicos como tractores, cargadores frontales, retroexcavadoras o grúas, con el objetivo de proteger taludes evitando su erosión o desprendimiento; sirviendo de “cuña” al pie de los taludes; en zonas críticas que se adecuan su aplicación o como lo disponga la Supervisión. Los enrocados también serán utilizados para proteger estructuras de la erosión y socavación que producen las aguas (protección de riberas, entradas y salidas de puentes, pontones, alcantarillas, badenes, etc.).

1.9.2 Clientes:

La cartera de clientes de Constructora RMI EIRL en el Perú es bastante amplia, se nombrarán las empresas más relevantes, en donde, en conjunto se realizaron proyectos de gran prestigio. Entre los clientes de RMI están:

- PROGRAMA SUBSECTORIAL DE IRRIGACIONES
- AGRO RURAL
- GOBIERNO REGIONAL DE CHURCAMP

1.10 Premios y certificaciones

No cuenta premios, pero si cuenta con certificaciones que son las siguientes: Sistema de Gestión de Calidad (ISO9001:2015), Sistema de Gestión Ambiental (ISO14001:2015), Sistema de Gestión de gestión salud y seguridad laboral (ISO 45001:2018).

1.11 Relación de la empresa con la Sociedad

Constructora RMI EIRL, al ser parte del rubro de la hidráulica, es parte del sector construcción, contribuyendo con el Producto Bruto Interno del país, brindando trabajo a muchas personas y teniendo una cartera amplia de proveedores generado un flujo económico para la población peruana.

2.CAPITULO II. DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

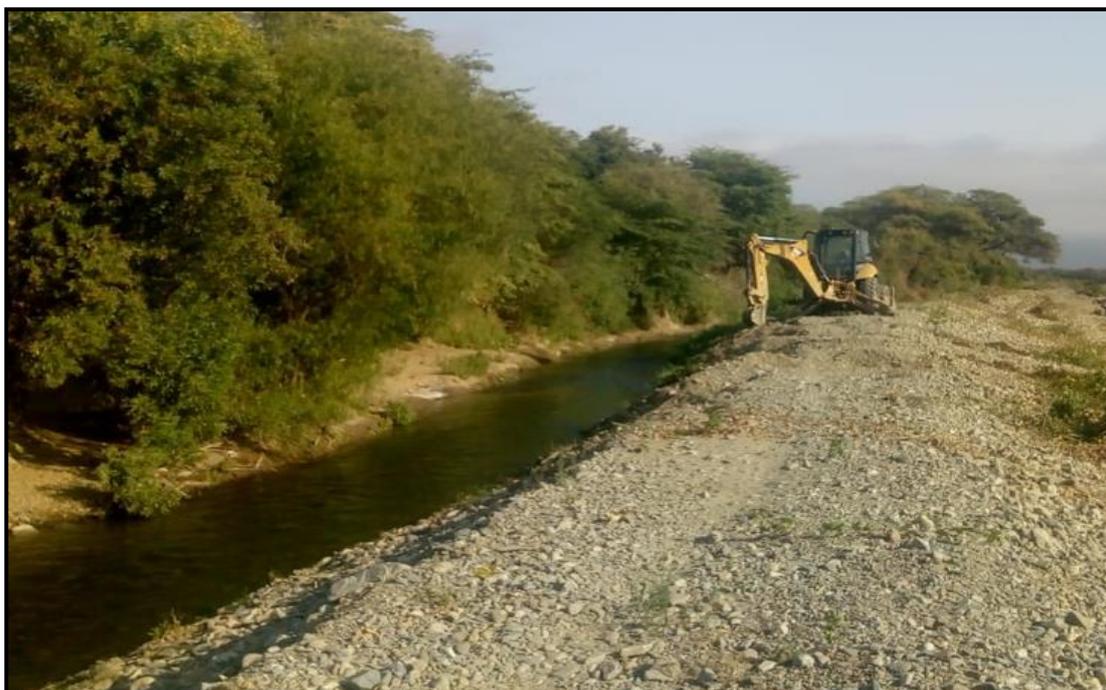
2.1 Caracterización en el área que participo:

La empresa Constructora RMI EIRL, tiene un gran número de proyectos en distintas partes del Perú, siempre construyendo e innovando con sus soluciones a las problemáticas que se presenten en su desarrollo. Trabajando siempre con profesionales con mucha experiencia en la rama, como consecuencia generando resultados de calidad e innovadores, los cuales son reflejados en la calidad de las obras.

Una de sus obras fue “Rehabilitación del servicio de agua para riego del Canal Periquillo, Distrito de Salitral, Provincia de Morropón, Departamento de Piura” en este proyecto tiene como cliente al Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI). Esta entidad es un Órgano desconcentrado del sector agricultura, lo cual tiene por objetivo principal promover el desarrollo sostenible de los sistemas de riego en la costa y sierra, el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios, el desarrollo de capacidades de gestión, así como la difusión del uso de tecnologías modernas de riego, para contribuir con el incremento de la producción y productividad agrícola, que permitirá mejorar la rentabilidad de la agricultura y elevar los estándares de vida de los agricultores. (Programa Subsectorial de Irrigaciones, 2019)

Este Trabajo de Suficiencia Profesional (TSP), se centró en el proceso constructivo, sus adversidades y soluciones de la obra mencionada. Este proyecto tuvo varias complicaciones como realizar la ejecución de la obra al costado del Rio Huarmaca, lo cual se explica a detalle la solución que se realizó en su debido momento, también otro problema fue ejecución de obra en las altas temperaturas, filtraciones, etc.

Figura 4. Canal de Periquillo antes de su Rehabilitación de obra.
Fuente: Constructora RMI EIRL



2.2 Antecedentes y Definición de Problema

2.2.1 Antecedentes

El Canal de Periquillo fue construido en el año 1998. La estructura se deterioró debido al tiempo de uso y principalmente al fenómeno del niño en el año 2017, lo cual ocasionó daños en la estructura del canal. Se convirtió en una estructura deficiente para los usuarios, por tal motivo, la Junta de Usuarios de Malacasí gestionaron durante varios años la Rehabilitación del canal. Por ello la entidad que el Programa Subsectorial de Irrigaciones se encargó de convocar la ejecución de obra , lo cual se otorgó la buena Pro a Constructora RMI EIRL.

El fenómeno del niño de año 2017, afectó estructuralmente al canal. Cuando se visitó el lugar se observó que la estructura estaba sin revestimiento de concreto, por tanto en el canal no conducía el caudal adecuado debido a la filtración ocasionada por la acción dinámica del agua.

La comisión de usuarios de Malacasí está conformada por dos bloques riego, tiene un área bajo riego de 675 Has, y el recurso hídrico proviene del río Canchaque – Huarmaca. Actualmente existe un padrón de usuarios y todos ellos poseen licencias de uso de agua. Asimismo, la ficha técnica especifica un caudal de 1.5 m³/s para el diseño de canal Periquillo.

La junta de usuarios es el nivel más alto de las organizaciones de los usuarios de agua y está conformado por usuarios de agua organizados sobre la base de un subsector hidráulico común.

En el informe se detalla el procedimiento constructivo de Canal Periquillo y sus implicaciones en su ejecución, así como también los principales problemas en canales de irrigación trapezoidal como deficiencias en el proceso constructivo donde aparecen fallas como fisuras, agrietamientos en el concreto, etc. Es por ello que el Ingeniero de la obra debe conocer el procedimiento constructivo correcto de tal manera que la obra sea de calidad y cumpla con su ciclo de vida.

2.2.2 Problema General

¿Cuál es el procedimiento constructivo de un canal trapezoidal de irrigación y los posibles problemas durante su ejecución?

2.2.3 Problemas Específicos

¿Cuál es el procedimiento constructivo para la construcción de canal trapezoidal?

¿En qué circunstancias se desvía el río para la construcción de canal trapezoidal?

¿Qué procedimiento se realiza para evitar la filtración en la construcción del canal?

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Describir el procedimiento en la construcción de canal trapezoidal cerca al río y explicar las decisiones tomadas ante imprevistos de filtración en el suelo.

2.3.2 Objetivos Específicos

Describir el procedimiento de ejecución de canal trapezoidal.

Analizar y explicar las decisiones tomadas frente a imprevistos de filtración en el suelo.

Detallar los distintos materiales para el desvío provisional de río en obras de canal de irrigación.

2.4 Justificación

Constructora RMI EIRL, ejecuta distintas obras de irrigación en el interior del país, es por ello que para cada obra se presentan distintos problemas sean técnicos, sociales etc. Ante distintos problemas la empresa siempre soluciona con el objetivo de cumplir con lo requerido en la obra y beneficiar a los usuarios para el riego de sus parcelas.

En el presente trabajo se muestra las experiencias y decisiones en el procedimiento constructivo del canal de Periquillo ubicado en el distrito de Salitral en el departamento de Piura, en lo cual se detalla el proceso constructivo de canal trapezoidal, tipos de desvío provisional de río y las soluciones ante problemas de filtración. Con la información brindada, este trabajo podrá ser útil para aquellos que desean ampliar sus conocimientos en el área de obras hidráulicas especialmente en la construcción de canales de irrigación.

En este sentido la iniciativa se justifica por la contribución de un trabajo basado en experiencias y decisiones en una obra de irrigación con el objetivo que las personas involucradas en la construcción de un canal tengan conocimiento del proceso constructivo y si encuentran problemas de desvío de río o filtración tengan la posibilidad de tener opciones para solucionarlos y poder seguir con los trabajos de ejecución de la obra.

2.5 Alcances y Limitaciones

2.5.1 Alcances

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional abarca un proyecto ejecutado con denominación: “Rehabilitación del servicio de agua para riego del canal Periquillo, distrito de salitral, provincia de Morropón, departamento de Piura”, en el cual se ejecutaron distintas partidas de construcción. El enfoque será en la construcción de canal trapezoidal.

En este trabajo se realizará una explicación del proceso constructivo del Canal Trapezoidal Canal de Periquillo, en la cual hubo muchos factores que generaron problemas en la obra y se detallará las soluciones que se realizaron en el momento oportuno con el objetivo que se realice una obra de calidad y sea eficiente para el uso de los usuarios de Malacasí.

2.5.2 Limitaciones

2.5.2.1 Tiempos de Regadío

En la ejecución de la obra, los trabajos fueron interrumpidos porque la población necesitaba del canal para irrigar sus cultivos. Por esto, se tuvo una buena comunicación para concertar con la población los tiempos de regadío y así continuar con ejecución de partidas en el canal.

Figura 5. Oficina de comisión de Usuarios Malacasí.

Fuente: www.junta-de-usuarios-alto-piura.webnode.es/nuestro-equipo/.com



2.5.2.1 Presupuesto de Obra

La obra tuvo un presupuesto que solo consideró la construcción del canal y aforador RBC. Cuando ocurrieron las afloraciones en el canal se realizó un adicional de obra para evitar las filtraciones en el proyecto. Este presupuesto de adicional no aprobó la entidad contratante, por tanto, se tuvo que realizar el adicional con la economía de la empresa y con la ayuda de la junta de usuarios que apoyaron con la extracción de canto rodado para su colocación en el canal.

3 CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Monjarás detalla lo siguiente: Según el IV Censo Nacional Agropecuario se reporta que la superficie agrícola bajo riego ha mostrado un incremento permanente en los últimos 50 años, alcanzando una mayor cobertura de terreno. De acuerdo con el censo, en la actualidad se dispone de 36.2% de la superficie agrícola total, lo cual muestra una mejoría con respecto a 1994, cuando se registró el 31.6%. (2014, p.6).

Rojas menciona que: La filtración de agua en los canales siempre ocurre, por lo que el problema no puede ser considerado con indiferencia, pues al no llegar toda el agua a las zonas de riesgo, se reduce la eficiencia del sistema con las consiguientes pérdidas económicas. Además, la filtración en los canales no solamente representa pérdidas de agua valiosa para los cultivos, sino que invariablemente resulta en la elevación del nivel de las aguas freáticas, pudiendo causar efectos perjudiciales para las plantas, salinización del suelo, exigiendo a menudo la construcción de costosos sistemas de drenaje. (2014, p.33)

Rojas Rubio describe que: Se llaman canales abiertos a los conductos que van a cielo abierto, es decir aquellas que se excavan a media ladera por lo general, y el material excavado de ser posible se utiliza en el relleno del labio inferior. Se llaman túneles a los conductos que se excavan bajo tierra con el objeto de atravesar una loma. (2014, p.19)

Salome menciona que: Los canales son una parte fundamental en los sistemas de utilización de agua para riego y para generar energía, entre otros. La construcción de éstos puede hacerse utilizando diferentes métodos, materiales y diversas formas geométricas: rectangulares, trapezoidales, etc. (2010, p.5)

A continuación, se explicarán los conceptos a utilizar en el Trabajo de Suficiencia Profesional:

3.2 Conceptos

3.2.1 Riego

Las definiciones clásicas de riego establecían de un medio de aplicar agua artificialmente a los cultivos para complementar la acción de la lluvia. El estudio de las relaciones hídricas en el suelo y de los parámetros que intervenían en el riego, llevaron a la conclusión de que esta definición era muy general, pues había, además que poner el agua a disposición de la planta para que está pudiera aprovecharla eficientemente. Así surge una definición más concreta del riego, como un medio artificial de aplicar agua a la zona radicular de las plantas cultivadas de forma que la utilicen al máximo.

3.2.2 Canal

Los conductos de irrigación tienen como objetivo la conducción agua para el uso agrario a partir de la captación hasta los campos de cultivo, sin embargo, son afectados por el arrojo de residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales sin tratar. Esta situación altera la calidad del agua, daña la infraestructura de los canales y los convierte en espacios para el desarrollo de plagas y enfermedades que impactan negativamente en el ambiente, la salud de las personas y la producción agrícola.

3.2.3 Afirmado

Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.

3.2.4 Concreto

El concreto es la combinación de cemento, agua y agregados que son la piedra y arena. La proporción de cada material va depender de la resistencia que se quiera alcanzar, esta se muestra en los planos con el símbolo f_c . Las estructuras como piso, columna, muros de contención o techos, tienen distinta resistencia de concreto es por ello la importancia del diseño de cada estructura con la resistencia adecuada para soportar las cargas necesarias.

3.2.5 Cerchas

Son estructuras de madera o acero que sirven para dar forma a la cantidad de concreto en el canal hasta el punto, que al realizar el vaciado la cercha también sirve para separar los paños y en cada división de paños se encuentran las juntas que luego son selladas generalmente con elastomérico.

3.2.6 Filtración

La filtración es un proceso de separación de una sustancia sólida de una líquida en la que está en suspensión, a partir de un medio mecánico llamado tamiz, filtro o criba. El tamiz es un medio poroso que permite el paso de las moléculas de menor tamaño y de las moléculas dúctiles del agua, pero retiene las partículas más grandes del sólido.

CANALES DE RIEGO POR SU FUNCIÓN:

Los canales de riego por sus diferentes funciones adoptan las siguientes denominaciones:

Canal de primer orden. - Llamado también canal madre o de derivación, este tipo de canal se traza siempre con pendiente mínima, normalmente es usado por un solo lado ya que por el otro lado colinda con terrenos altos.

Figura 6. Canal madre o de derivación.
Fuente: www.elregionalpiura.com.pe



Canal de segundo orden. - Llamados también laterales, son aquellos que salen del canal madre y el caudal que ingresa a ellos, es repartido hacia los sub – laterales, el área de riego que sirve un lateral se conoce como unidad de riego.

Figura 7. Canal lateral, el que nace del canal madre
Fuente: www.elregionalpiura.com.pe



Canal de tercer orden. - Llamados también sub – laterales 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 sub – lateral se conoce como unidad de rotación.

Figura 8. Canal de tercer orden
Fuente: www.elregionalpiura.com.pe



3.3 Ejecución de obra de Rehabilitación del servicio de agua para riego del canal periquillo, distrito de salitral, provincia de Morropón, departamento de Piura”

3.3.1 Ubicación del Proyecto

3.3.1.1 Ubicación Política

Tabla 1: Ubicación Política

Fuente: Elaboración Propia

Departamento/ Región	Piura
Provincia	Morropón
Distrito	Salitral

3.3.1.2 Ubicación Geográfica

El distrito de Salitral se ubica en las coordenadas UTM que se detallan en el cuadro N°02.

Tabla 2: Coordenadas Geográficas del Distrito

Fuente: Elaboración Propia

COORDENADAS UTM - Sistema WGS 84 - Zona 17 S			
PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)	ALTITUD (m)
Salitral	9409473.57	629250.34	160 m.s.n.m

La obra se encuentra Geográficamente entre las coordenadas UTM.

Tabla 3: Coordenadas del canal

Fuente: Elaboración Propia

COORDENADAS UTM - Sistema WGS 84 - Zona 17 S			
PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)	ALTITUD (m)
Canal	9409473.57	629250.34	160 m.s.n.m

Figura 9. Ubicación de la obra ejecutada en Piura.
Fuente: www.inei.gov.pe



Figura 10. Ubicación de la obra ejecutada en distrito de Salitral.
Fuente: MTC



3.3.2 Vías de acceso

Desde la ciudad de Piura, como punto de partida a la zona de proyecto, se puede llegar por la carretera que conduce a la provincia de Huancabamba, pasando por lugares de referencia tales como km 65, distrito de Buenos Aires, Villa de Malacasi, Cruce de Salitral. Tal como se ilustra en el Tabla N° 04 :

Tabla 4: Vías de acceso
Fuente: Elaboración Propia

De	a	Tipo de Vía	Km	Tiempo (Horas)
Piura	Cruce km 65	Vía Asfáltica	65 km	45 min
Cruce km 65	Distrito Buenos Aires	Vía Asfáltica	19.8 km	25 min
Distrito de Buenos Aires	Villa Malacasi	Vía Asfáltica	19 km	25 min
Villa Malacasi	Cruce Salitral	Vía Asfáltica	1.2 km	3 min
Cruce Salitral	Puente/ Río Huarmaca	Vía Asfáltica	0.23 km	13 min
Puente/ Río Huarmaca	Bocatoma	Vía Asfáltica	0.08 km	2 min

3.3.3 Medios de Transporte

En Piura, del Terminal Terrestre de Castilla se toman buses que se dirigen hacia Huacambamba o hacia Bigote. En los primeros se baja en el cruce de Salitral, para ingresar peatonalmente o en mototaxi, y en el segundo caso se baja en Salitral.

3.3.4 Beneficiarios del Proyecto

3.3.4.1 Población Beneficiada

El canal de Periquillo beneficia directamente a un total de 451 familias que a razón de cuatro integrantes por familia hacen un total de 1,804 pobladores.

3.3.4.2 Áreas Beneficiadas

De acuerdo al padrón de beneficiarios presentado por la Comisión de Usuarios de Malacasí, el área afectada en el estudio abarca una extensión bajo riego de 551.34 ha, con plantaciones de: plátanos, mango, limón, arroz y maíz.

3.4 Densidad de Campo

Para evaluar la calidad de la compactación de suelo en el canal se realizó por medio de la toma de densidades en campo. Estos ensayos en campo fueron realizados cada 40 metros sobre eje del canal con el objetivo que sea igual o mayor al 95% de porcentaje de compactación y así poder avanzar con los trabajos de compactación en el tramo del canal.

3.5 Problemas en Construcción de Canal Trapezoidal

Filtración: Se denomina filtración cuando el agua penetra el suelo o las paredes del canal de tal modo reduciendo la eficiencia de la conducción de agua para los usuarios. En muchos casos la filtración ocurre en revestimientos agrietados o con mampostería en mal estado. Las pérdidas por filtración en los canales de irrigación, disminuyen la eficiencia del canal, ya que representan pérdidas de agua valiosas para las chacras, además las pérdidas aumentan el nivel freático, de tal manera que causa efectos negativos a las plantas y se convierte en foco de enfermedades.

En muchas obras de canal de irrigación que ejecutan en la zona del río, el gran problema es trabajar con el nivel freático alto, por tal motivo es necesario el trabajo de movimiento de tierras, en el caso de obra “Rehabilitación del servicio de agua para riego del canal Periquillo, distrito de salitral, provincia de Morropón, departamento de Piura”, el problema fue trabajar con nivel freático alto en la construcción de canal es por ello que se tuvo que desviar el agua utilizando maquinaria pesada como retroexcavadora, cargador frontal, etc.

Soluciones para desviar el agua:

El uso de maquinaria pesada es un recurso fundamental para el desvío de agua por otro cauce, maquinaria pesada como cargadores frontales, retroexcavadoras y excavadoras son los más frecuentes para el desvío de cauce en el trabajo de movimiento de tierras.

Las obras de desvío total o parcial de un río para la construcción de estructuras hidráulicas en su cauce, juegan un papel importante durante la ejecución de las obras permanentes. Por tal motivo su diseño debe asegurar a los ejecutores su buen funcionamiento, que permitan la construcción de las obras permanentes con un mínimo de riesgos.

Construcción de diques naturales para desviar el agua:

Un dique es una estructura (de piedra, tierra y otro material) que se construye con el objetivo de contener el agua, impidiendo su paso. Pueden construirse de manera perpendicular o paralela al curso de agua que se pretende contener.

Los diques pueden ser artificiales o naturales, distinguiéndose los siguientes tipos:

- ✓ Diques artificiales: son aquellos construidos por el hombre. Según su función, pueden ser:
- ✓ Diques de contención: aquel que busca imposibilitar el avance del agua.
- ✓ Diques rompeolas: aquel en el que superponen capas de diversos materiales para minimizar la energía que proviene del oleaje, brindando protección a un determinado lugar.

- ✓ Contrariamente a los diques de contención, no tienen una función de impedir la filtración del agua.
- ✓ Dique exento: aquel dique que se encuentra separado de la costa, por lo general ubicado paralelamente a ella.
- ✓ Dique seco: instalación portuaria que permite sacar los barcos del agua para repararlos.

En la construcción de canales de irrigación que se encuentran paralelos a la conducción del río lo que se realiza en aguas arriba es la construcción de diques con material de tierra, arena o piedra de tal manera que se construye un muro que no pueda pasar el agua por la construcción del canal y así poder trabajar en terreno seco.

A continuación de detallar el proceso constructivo de diques naturales con el objetivo que sirva como muro que no permita el paso del agua.

PROCESO CONSTRUCTIVO DE DIQUE NATURAL CON BOLSAS DE ARENA:

Movimiento de Tierras: Con uso de maquinaria pesada como excavadora hidráulica o retroexcavadora se realiza el desvío para contener el agua. Esto va depender necesariamente del tamaño de canal dependiendo ello se formará el ancho del desvío con maquinaria pesada, de tal manera que se pueda agilizar los trabajos de desvío de cauce. Se puede apreciar el movimiento de tierras en la Figura 11.

Figura 11 .Movimiento de tierras con excavadora
Fuente: Municipio de Nueva Concepción



Colocación de bolsas de arena en aguas arriba del Río: Luego del trabajo de la excavadora hidráulica, cargador frontal o retroexcavadora se continúan los trabajos de colocación de sacos de arena los cuales son realizados con mano de obra no calificada, de tal manera que es importante que en la colocación de sacos estén bien colocados evitando el paso del agua; como se puede apreciar el acomodo de sacos en la Figura 12.

Figura 12. Construcción de diques con bolsas de arena
Fuente: Municipio de Achí



PROCESO CONSTRUCTIVO DE DIQUE NATURAL CON ROCAS:

Selección de cantera: El primer paso para el proceso constructivo de dique natural con roca es elegir el diámetro de las rocas, para ello se debe elegir la cantera adecuada que cumpla con las características de la piedra a colocar en el desvío de cauce. Es por ello que muchas veces extraen las piedras con volquetes de canteras privadas o en general se extraen piedras de quebradas cerca el lugar de ejecución del canal.

Figura 13. Descarga de rocas para ser utilizado en desvío de río

Fuente: Municipio de Nueva Concepción



Figura 14. Extracción de rocas en quebrada para su colocación en desvío de río

Fuente: Oficina General de Comunicaciones del MVCS



Colocación de Rocas en aguas arriba: Luego de haber extraído las rocas en cantera privada o quebrada se procede a colocar la roca en aguas arriba con excavadora hidráulica de manera uniforme de tal manera que se pueda evitar el paso del agua al lugar de construcción de canal. Se puede apreciar el colocado de roca en la Figura 15.

Figura 15. Colocación de roca en río Huarmaca
Fuente: Constructora RMI EIRL



PROCESO CONSTRUCTIVO DE DIQUE NATURAL CON TRONCOS:

Selección de troncos para construcción de dique: Es el proceso que consta en elegir troncos pequeños o grandes dependiendo de lugar donde se va construir el dique, por tal motivo la extracción de troncos debe ser cercano a la construcción del dique, de tal manera que los costos de transporte no aumenten en el presupuesto de la obra y evitar encarecer el proyecto. En la figura 17 y 18 se puede apreciar la colocación de troncos para evitar el paso de agua y de esta forma poder construir el canal de irrigación.

Figura 16. Colocación de Troncos

Fuente: Naturalea

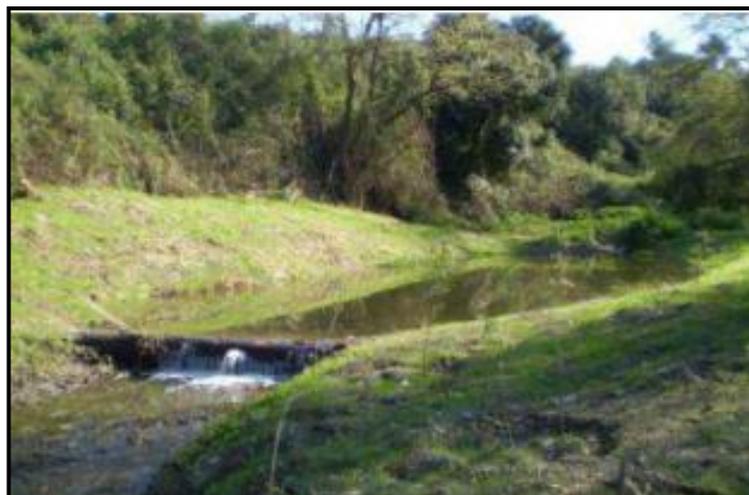


Figura 17. Colocación de Tronco grande en río

Fuente: Naturalea



Colocación de troncos: El proceso de colocación de tronco generalmente se realiza con mano de obra de la zona debido que es un trabajo rápido y eficaz para utilizar como un dique de tal manera se pueda trabajar en la ejecución de canal de irrigación. En la figura 19 se puede apreciar la colocación de troncos para evitar el paso de agua y de esta forma poder construir el canal de irrigación.

Figura 18. Colocación de Tronco grande en rio
Fuente: Municipalidad de Tucumán



Problema de Fisuras en el Concreto

Las fisuras del concreto están relacionados por tres factores como la elasticidad, cambio de temperatura e influencia del flujos turbulentos impuras, en los casos que analizamos por ejemplo de la elasticidad es porque hay actuación de fuerzas flexionantes, la cual ocasiona un corte a las losas también se vio que por cambio de temperatura hay dilatación de concreto entonces se registró actuación de fuerzas de tracción y compresión.

Debido a los problemas de dilatación de concreto está relacionado al diseño, ya que si no se realiza buen diseño de canal de irrigación canales estaría ocasionando un agrietamiento, los dos temas de elasticidad y por calor serían los más comunes en los concretos armados pero hay un detalle que cuando observamos unas canales que fluye aguas turbulentas se presentan fuerzas actuantes a las paredes de las losas, entonces esta también estaría aportando a las patologías de las concretos, los flujos turbulentos no son aguas puras porque en ellas son traídos partículas de tierra, piedras u otros entonces este objeto es participante a los daños de las losas hidráulicas por que estaría ocasionando desgaste a las losas poco a poco en el transcurso del tiempo.

Cuando se estudia las razones porque se fisura una losa de canales estaría sometido muchos factores que intervienen en este tipo agrietamiento entonces técnicamente se ha demostrado por errores como procedimientos constructivo, por materiales en mal estado o por fallas de algún agente que daña a concretos recientemente elaborado estos son intervenciones técnicas que esta siempre expuesto cualquier trabajo de concreto armado por eso debe ser supervisado por un ingeniero con mucha experiencia y así construir estructuras de calidad y duraderas.

En los siguientes párrafos se detallará los principales problemas en el concreto en canales de irrigación y las soluciones para evitar que el concreto se deteriore por distintos motivos.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Fisuras:

Definición: Este tipo de problemas en el concreto son uno de los signos perjudiciales más significativos del comportamiento en servicio de las estructuras de concreto. Las fisuras son roturas que aparecen en el concreto como consecuencia de la aparición de esfuerzos que exceden la capacidad resistente del material. La aparición de fisuras en el concreto determina en gran medida el tipo de enfermedad que experimenta la estructura, como consecuencia ha sido énfasis de estudio de especialistas en muchas partes del mundo.

La Ingeniera Ligia María Vélez Moreno, menciona que “la fisura es la rotura de la masa de concreto, que se manifiesta exteriormente con un desarrollo lineal.” (2009, p.28)

Las fisuraciones pueden ser muy simples, que no cause mucha importancia, y fisuraciones profundas, que pueden originar grandes repercusiones en el concreto.

Es llamado el fenómeno de la fisuración anticipado como la propia existencia del concreto; ha podido demostrar que este tipo de fisuración puede mostrarse en cualquier estructura. Su exposición puede darse en algún tiempo sea en años, semanas, días, o en algunos casos solamente a las pocas horas, consiguiendo sólo dañar el aspecto de la estructura o más allá,

ser un indicador de fallas estructurales importantes.

Es fundamental considerar que las fisuras no sólo se diferencian por su tiempo, además existen otras variables significativas para su identificar su aspecto, tales como la forma, posición y espaciamiento en el elemento, trayectoria, amplitud de la abertura, movimiento, entre otras. Tener conocimiento de las variables significativas de su aspecto puede servir para ubicar acerca de la o las causas que originaron la aparición del fenómeno, causas que pueden aparecer unas veces de manera separado o asociados con otros fenómenos.

Puede asegurarse que las fisuras en el concreto no sólo reducen la estética constructiva y aparentan incertidumbre, también pueden ser puertas abiertas por las que penetren agentes agresivos y ocasionen daños en la estructura de concreto. Descubrir este fenómeno no siempre es nada fácil; no obstante, es principal conocerlo como única vía para poder remediarlo usando la terapia apropiada, o tomando las acciones necesarias para prevenir su aparición.

Muchos autores han clasificado las fisuras según varios factores, entre los que fundamentalmente se ubican el tiempo de aparición, su origen, y movimiento. En la literatura especializada una de las más generalizadas es la que las divide según el tiempo de aparición en Fisuración en estado plástico y la Fisuración en estado endurecido, tal y como se representa en la Tabla 5.

Figura 19. Fisuras de Contracción Plástica en canal de irrigación
Fuente: ATE IMCYC



Figura 20. Fisuras de Contracción en canal de irrigación
Fuente: ATE IMCYC



Tabla 5: Tipo de fisuración según tiempo de aparición
Fuente: Construcción y tecnología del concreto

Fisuración en estado plástico	Contracción plástica	Contracción hidráulica. Mapeo superficial.
	Por deficiencias o descuidos en la ejecución	Asentamiento plástico. Contracción por secado. Contracción por carbonatación. Contracción térmica.
Fisuración en estado endurecido	Por movimientos espontáneos	Entumecimiento por corrosión del acero de refuerzo. Reacción álcalis-agregado.
	Por acciones mecánicas	Compresión, tracción, flexión, cortante o torsión.
	Otras	Errores de diseño y detallado. Prácticas constructivas inadecuadas.

4.2.1 Tipos de fisuras en canales

- **Fisuras de retracción hidráulica por contracción de fraguado:**

Se producen en losas de canales no muy gruesas y de espesor uniforme (pavimentos, losas de entresuelos y también se ve techos de edificios, etc.) por la rápida desecación superficial con relación a la mezcla por la acción del sol, la humedad relativa, y especialmente del viento, o por la combinación de ambos, estas fisuras aparecen en la superficie en forma serpenteante, orientadas en cualquier dirección.

- **Fisuras de retracción hidráulica por secado lento:**

Aparecen en piezas estructurales cuyos movimientos de retracción están impedidos por su empotramiento o en el caso de los pavimentos, por su adherencia al terreno. En éstos, si no se les hacen las juntas de contracción con las separaciones adecuadas, aparecen espontáneamente, a intervalos regulares, en dirección normal al sentido de marcha y de un espesor regular.

- **Fisuras de entumecimiento:**

Son provocadas por un aumento del volumen del concreto que puede deberse a materiales expansivos incluidos en la mezcla. Las más conocidas son las expansiones producidas por la reacción álcali agregado (Álcali-sílice) que destruyen velozmente la estructura; otras más lentas como el ataque por sulfatos, la oxidación de los hierros de refuerzo o elementos férricos empotrados en la masa del hormigón, y el efecto de congelación y deshielo.

4.2.2 Medidas para reducir o eliminar las fisuras

Las acciones correctivas para prevenir o desaparecer este tipo de fisuras están evidentemente enfocadas a contrarrestar las causas que precisamente las motivan. Estas causas, aunque conocidas y explicadas anteriormente. Las medidas son las siguientes:

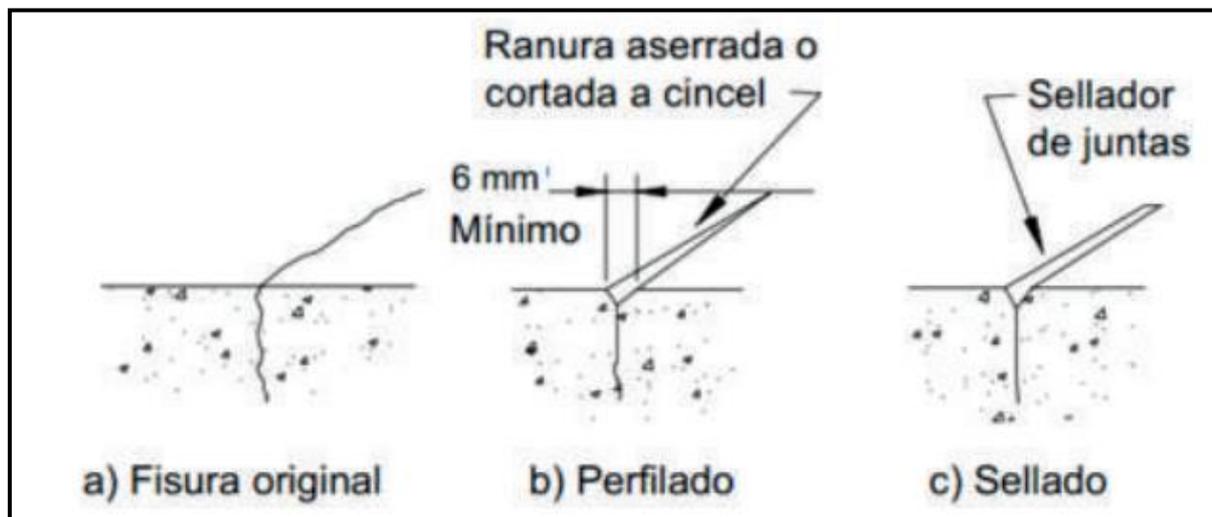
- De tal manera que la proporción correcta para la consistencia utilizada para que el concreto sea bien colocado, se deberá aplicar un contenido de agua tan bajo como sea posible, esto se consigue con un apropiado control y con el uso de aditivos plastificantes.
- Disminuir la influencia de los efectos causados por el clima. En el caso del concreto, se deberá conservar baja temperatura en el agregado grueso rociándolo con agua o manteniéndolo a la sombra. De igual manera se deberá humedecer los encofrados, y enfriar el agua de mezclado. Es beneficioso ejecutar el vaciado en las horas más frescas de la mañana.
- Elaborar pantallas provisionales para disminuir la velocidad del viento impidiendo así la pronta evaporación del agua superficial.
- Impedir los diseños de mezclas de concreto con demasiada presencia de 83% de finos en el hormigón, pues esto genera una pronta exudación.
- Impedir en lo posible grandes cantidades de cemento. En el caso de ser requeridas altas resistencias se deberán usar los aditivos superplastificantes, con el objetivo de bajar la cantidad de cemento.
- Al momento de los trabajos de colocación y terminado, prevenir la segregación de finos hacia la superficie.
- De no solicitar altas resistencias a edades tempranas en la mezcla de concreto, se deberá evitar el uso de cementos con grandes contenidos de silicatos tricálcicos SC, de tal manera que su reacción libera abundante cantidad de cal, generando un gran calor de hidratación, provocando la auto desecación en la superficie, intensificando así retracción.
- Reducir el uso de cementos con alta finura. A mayor finura, mayor calor de hidratación, por ello, mayor será su retracción y con ello el peligro que ocurra fisuración en el concreto.

4.2.3 Solución de Fisuras en obras: PERFILADO Y SELLADO FISURAS

El perfilado y sellado de fisuras se puede aplicar en condiciones que requieren una reparación inmediata y cuando no es necesario efectuar una reparación estructural. Este método consiste en agrandar la fisura a lo largo de su cara expuesta, llenarla y sellarla con un sellador adecuado.

Figura 21. Pasos para sellar Juntas

Fuente: www.toxement.com



Esta técnica es de uso común y fácil de ejecutar, se pueden sellar fisuras horizontales, verticales, sobre cabeza o en superficies curvas. El perfilado y sellado se usa para tratar tanto fisuras finas de patrón irregular como fisuras aisladas de mayor tamaño. Uno de los principales objetivos de este método es colocar un sello impermeable sobre la fisura y evitar el ingreso de agua u otros contaminantes que pueden dar origen a diferentes patologías como corrosión, carbonatación, manchas, etc.

Los materiales para el sello de fisuras pueden ser de diferente naturaleza, pero su elección se debe hacer con base al comportamiento que tenga la fisura, es decir si es una fisura activa (con movimiento) se deberá colocar un material flexible que permita movimiento como: los poliuretanos, las siliconas, los híbridos o los bituminosos y si es una fisura pasiva (sin movimiento) se pueden colocar materiales rígidos como los morteros de reparación, las resinas epoxícas o semirrígidos como las poliureas. Un sellador satisfactorio debería ser capaz de soportar deformaciones cíclicas y no debería ser frágil.

El procedimiento para llevar a cabo el perfilado y sellado de fisuras es el siguiente: • Abrir una ranura sobre la fisura con una cortadora manual para concreto.

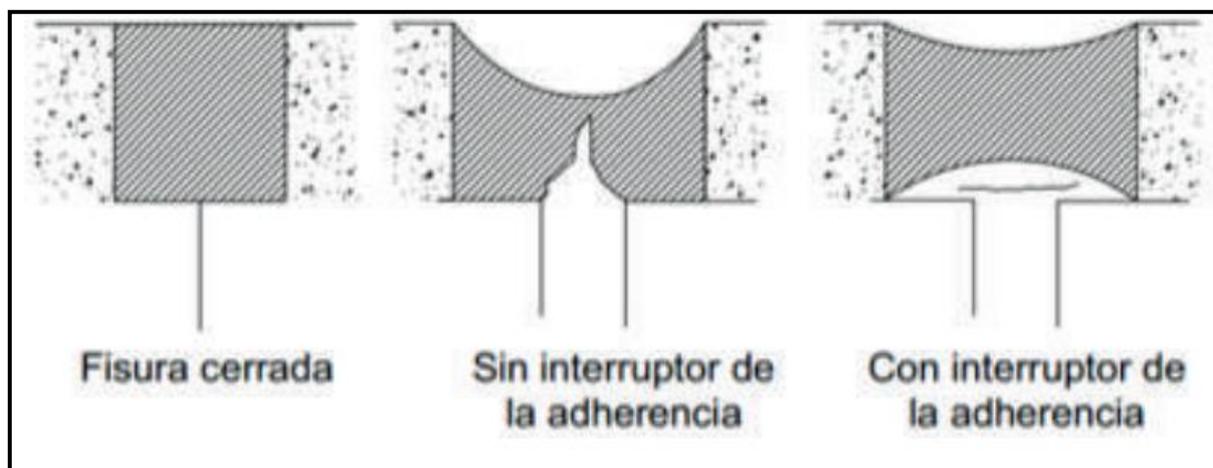
El ancho de la ranura deber mínimo de 6 mm y máximo de 25 mm, la profundidad se debe hacer de acuerdo al ancho de la fisura y teniendo en cuenta el factor de forma del sellante a utilizar.

Luego las fisuras deben ser sopladas con aire comprimido libre de aceites y agua. Los compresores de aire deben ser portátiles y capaces de proveer no menos de 90 libras por

pulgada cuadrada de presión. Se puede colocar un interruptor de la adherencia en el fondo de la ranura para permitir que el sellador cambie de forma, sin concentrar tensiones en el fondo. El interruptor de la adherencia puede ser una cinta o tira de polietileno que no se adhiera al sellador.

Figura 22. Comportamiento de Fisuras

Fuente: www.toxement.com



Hay que detallar la ranura cuidadosamente de manera que su relación de aspecto (ancho/profundidad) acomode el movimiento anticipado (ACI 504R) .

Se debe dejar curar el material de sello y dar al tráfico de acuerdo a las recomendaciones de su hoja técnica.

Figura 23. Trabajos de Corte Ranura sobre la fisura con una cortadora manual

Fuente: www.toxement.com



Figura 24. Fisuras ranuradas
Fuente: www.toxement.com



Figura 25. Sellado de la fisura con producto elastomérico.
Fuente: www.toxement.com



4.3 Grietas en el concreto:

Aguado menciona lo siguiente. “Entre las significativas patologías que se manifiestan en canales podemos encontrar:” (2006, p.18)

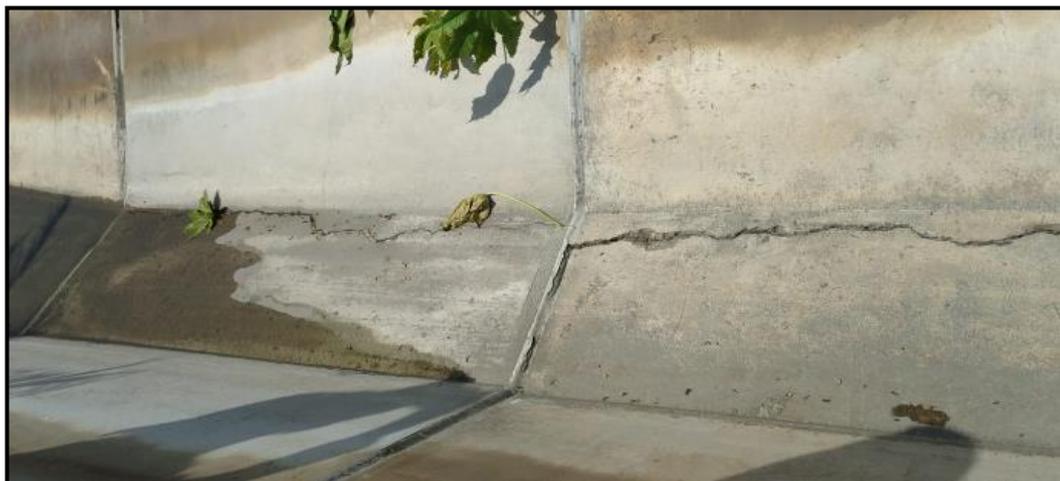
a) Grietas: Una grieta se distingue de la fisura debido a lo siguiente; la fisura tiene la ranura más pequeña y con distintos métodos se puede sellar y no vuelve aparecer en la estructura. En cambio, la grieta tiene aberturas mayores de 3 a 4 mm por tal motivo, para anularla hay que eliminar el motivo que la ocasionó y además ejecutar trabajos especiales para sellar por completo.

- ✓ **Descripción:** las grietas que aparecen en el concreto son mayores de 3 a 4 mm en la estructura.
- ✓ **Orígenes de daño:** Los motivos del deterioro son el agrietamiento en la estructura de concreto, empuje de tierras, mal procedimiento constructivo, mal diseño de la estructura; contracción térmica, contracción plástica por secado; falta de juntas de construcción.
- ✓ **Nivel de deterioro:** Para poder distinguir el nivel de deterioro se muestra lo siguiente: El deterioro Leve son aquellas grietas cerradas, variables de poco ancho, con ancho de abertura de 3 a 4 mm. Por otro lado, la grieta moderada son aquellas grietas ligeramente abiertas y grieta cerrada a extenderse que no muestra falla de la estructura, con ancho de abertura entre 4 mm a 8 mm y por último la grieta Severo son aquellas grietas abiertas que muestran un modelo bien determinado de la falla de la estructura, con ancho de abertura mayor a 4 a 8 mm, sobresaliendo la afectación en la totalidad de su espesor.
- ✓ **Forma de cuantificar:** Para medir la forma de deterioro se mide por ancho en la abertura en milímetros del canal que está deteriorado.
- ✓ **Acción sugerida:** Para poder solucionar los casos de grietas en la estructura para el nivel de severidad Leve y Moderado, se sugiere rellenar las grietas existentes con materiales y técnicas relacionados y convenientes en concordancia con los materiales del canal de irrigación. Para los casos de Nivel de severidad alta en las grietas se recomienda que un especialista en canales deberá analizar los daños en estructura y establecer una serie de labores a tomar en cuenta de reparaciones o en el peor de los casos la demolición total de las estructuras.

Figura 26. Grietas en Canal Trapezoidal
Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 27. Grietas en Canal Trapezoidal
Fuente: Constructora RMI EIRL



Prevención de Grietas en Canal de Irrigación

En primera instancia, existen diferentes tipos de grietas que pueden hacerse presente en el concreto, las cuales son derivadas en:

ANTES DEL FRAGUADO

- Plásticas
- Daño por heladas
- Movimiento estructural

DESPUÉS DEL FRAGUADO

- Inestabilidad volumétrica
- Diseño estructural
- Físico-Químicas

Factores que generan grietas en canal Trapezoidal:

- A causa de la corrosión de los refuerzos metálicos
- Fuerzas de expansión y contracción
- Falta de vibraciones al momento de vaciar la mezcla
- Aplicación de una cubierta inadecuada durante la cementación
- Pérdida de agua hace que la superficie del material se contraiga
- Exceso de agua en la mezcla de concreto para manejarlo
- Algunas mezclas para fortalecer y fraguar más rápido son más propensas a encogerse.

Es importante el tratamiento que se realiza al concreto en especial durante el proceso de fraguado, por ello se detalla una serie de factores como:

1 CONTENIDO DE AGUA EN EL CEMENTO

- Mientras más baja sea la tasa de contenido de agua, más fuerte será el concreto. Durante el fraguado, esta proporción no debe exceder el 0.5%, por lo que la aplicación de un aditivo permitirá trabajarlo mejor. Lo esencial es reducir la cantidad de humedad para que la contracción no afecte tanto la integridad de las losas.

2 BUENA MEZCLA CON PRODUCTOS DE CALIDAD

- Para garantizar menos fisuras, la mezcla debe estar balanceada, los agregados optimizados que son duros, densos y de buen tamaño eliminan la posibilidad de contracción, por el contrario, al hacer uso de aditivos deberás contar con precaución, ya que al no utilizarlos correctamente pueden afectar la mezcla, ya que, los agregados sucios propician la aparición de grietas en tu concreto.

Curación adecuada del Concreto

- Para evitar que las losas pierdan agua o se sequen muy rápido, lo más recomendable es curar las losas por algunos días, una vez que se hayan asentado, se recurre al método habitual de delimitarlas con mortero y las mantienes húmedas.
- Una forma efectiva es cubrirlas con tapetes de algodón llenos de agua o rociarlas con un compuesto.

4.4 Problemas de Vegetación y piedras en canal Trapezoidal:

Faustino sostiene que:

Los canales con vegetación requieren un mantenimiento constante. Las causas comunes de falla, son insuficiente capacidad, velocidad excesiva del agua, cobertura vegetal inadecuada o destrucción de la misma por paso de ganado, vehículos o personas, principalmente en épocas de lluvia. También debe controlarse el ingreso de agua al canal por los bordes laterales del mismo y proveerse de una adecuada salida de evacuación sin que cause erosión. (1993,p.32)

Forma de Medición:

Para medir el área dañado se ejecuta la medición en metros cuadrados.

4.4.1 Posibles motivos del deterioro en el canal:

- Las acciones de sembrar excesivamente sin control de especies no nativas o agresivas cerca del canal de irrigación.
- Los ambientes con humedad propicios para el incremento de vegetación en reducidos espacios de la estructura de concreto.
- La ausencia de limpieza constante en los canales.
- Falta de coordinación de los usuarios con el presidente de usuarios para determinar los días de limpieza del canal.
- Apoderamiento de espacios muy cerca al canal por parte de algunos usuarios para ganar espacio en sus parcelas.
- Acumulación excesiva de piedras que se encuentran en la Conducción del Agua.

4.4.2 Soluciones al canal por problemas de Vegetación y piedras:

- Retiro de la vegetación causante de los daños y toma de las medidas biológicas necesarias para el control del crecimiento de estas especies.
- Sellado de grietas.
- En caso de severidad severa, se deberá hacer un estudio detallado de la afectación de la obra para determinar las medidas de control necesarias.
- Buena Coordinación de usuarios y presidente de usurarios para los trabajos de limpieza en el canal.
- Evitar sembrar cerca al canal de irrigación, debido que en muchos casos la siembra que se realiza muy cerca al canal termina perjudicando a la estructura hidráulica debido al excedo de vegetación.
- Limpiar las piedras que son conducidas en el canal debido que si permanecen dañan el canal de irrigación.

Figura 28. Exceso de vegetación en el canal trapezoidal

Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 28. Exceso de piedras en el canal trapezoidal
Fuente: Constructora RMI EIRL



Problemas en el diseño de Canal Trapezoidal

Diseño de Canal Trapezoidal

Villon explica que los canales: Son conductos abiertos o cerrados el cual el líquido circula

debido a la acción de la gravedad; esto quiere indicar que el agua fluye impulsada por la presión atmosférica y de su propio peso.

Los canales pueden ser naturales (ríos o arroyos) o artificiales (construidos por el hombre). Dentro de estos últimos, pueden incluirse aquellos conductos cerrados que trabajan parcialmente llenos (alcantarillas, tubería).

(2007, p.15).

La fórmula empírica que rige para el flujo permanente y uniforme, turbulento, en tuberías y canales. Se obtiene a partir de la fórmula de Chezy reemplazando:

$$C = \frac{R^{1/6}}{n}$$

En unidades métricas se obtiene:

$$V = \frac{S^{1/2} \cdot R^{1/6}}{n}$$

Diseño de secciones hidráulicas

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

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

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

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

n = Rugosidad

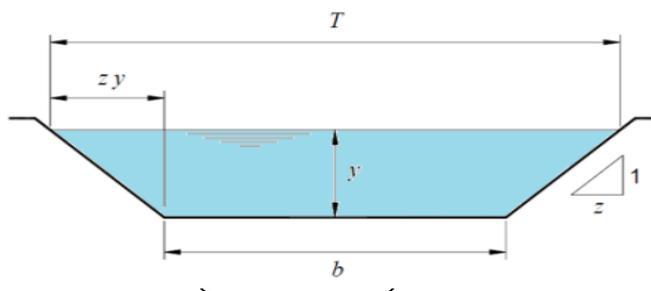
A = Área (m²)

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

Chereque Moran (1987), menciona en el diseño de canales trapezoidales.

Figura 29. Diseño de Canal Trapezoidal
Fuente: Hidráulica de Canales (Villón,1995)

Área



$$A = ZY^2 + bY$$

Tirante

$$P = 2\sqrt{z^2 + 1} \cdot Y + b$$

Tirante

$$T = b + 2ZY$$

Caudal

$$Q = \frac{1}{n} S^{\frac{1}{2}} \cdot A \cdot \left(\frac{A}{p}\right)^{2/3}$$

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \frac{S^{\frac{1}{2}} \cdot A^{5/3}}{p^{2/3}}$$

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \frac{(ZY^2 + bY)^{5/3}}{(2\sqrt{z^2 + 1} \cdot Y + b)^{2/3}}$$

Criterios de diseño

Según Chereque (1987), en un análisis sobre criterios de diseño resulta lo siguiente, se tienen distintos elementos que son considerados para el diseño de canales, los cuales son los siguientes: el caudal a conducir en el canal, factores geométricos e hidráulicos de la sección, materiales de revestimiento, la topografía existente, la geología y geotecnia de la zona, los materiales disponibles en la zona o en el mercado más cercano, costos de materiales, disponibilidad de mano de obra calificada, tecnología actual, optimización económica, socioeconomía de los beneficiarios, climatología, altitud, etc. Si se utiliza todos estos factores, se alcanzará una solución técnica y económica más apropiado para el diseño del canal.

Rugosidad

Según Rojas explica que la rugosidad: Es la resistencia al escurrimiento del agua que presentan los revestimientos de los canales artificiales y naturaleza de los cauces en los conductos naturales. En los cauces naturales el coeficiente de rugosidad es muy variable dependiendo de la topografía, geología y vegetación, variando con las estaciones del año, se pueden presentar casos en que las riberas del cauce sean de un material diferente al fondo, el valor de “n” será el promedio. (2014, p.26).

Los canales de irrigación propuestos con revestimiento, el factor de diseño como la rugosidad es función del material aplicado, que puede ser revestimiento de concreto, geomanta, tubería PVC o HDP o metálica, o si van a trabajar a presión atmosférica o presurizados. En la siguiente tabla nos muestra valores de “n” estimados, estos valores pueden ser discutidos con investigaciones y manuales de ingeniería hidráulica, sin embargo, no dejan de ser una referencia para el diseño de canales:

Tabla 6: Cuadro de Valores de Rugosidad
Fuente: Hidráulica de Canales (Villón,1995)

Cuadro de valores de rugosidad “n” de Manning

TIPO DE CANAL Y DESCRIPCIÓN	MINÍMO	NORMAL	MÁXIMO
B. NO METAL			
Cemento			
Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
Pintada	0.011	0.013	0.015
Madera			
Cepillada, sin tratar	0.010	0.012	0.014
Cepillada, cresolada	0.011	0.012	0.015
Sin cepillar	0.011	0.013	0.015
Láminas con listones	0.012	0.015	0.018
Fornada con papel impermeabilizante	0.010	0.014	0.017
Concreto			
Terminado con lana metálica (pelustre)	0.011	0.013	0.015
Terminado con lana de madera	0.013	0.015	0.016
Pulido, con gravas en el fondo	0.015	0.017	0.020
Sin pulir	0.014	0.017	0.020
Lanzado, Sección buena	0.016	0.019	0.023
Lanzado, Sección ondulada	0.018	0.022	0.025
Sobre roca bien excavada	0.017	0.020	
Sobre roca irregularmente excavada	0.022	0.027	
Fondo de concreto terminado con lana de madera y con lados de			
Piedra labrada, en mortero	0.015	0.017	0.020
Piedra sin seleccionar, sobre mortero	0.017	0.020	0.024
Mampostería de piedra cementada recubierta	0.016	0.020	0.024
Mampostería de piedra cementada	0.020	0.025	0.030
Piedra suelta o rip rap	0.020	0.030	0.035
Fondo de gravas con lados de			
Concreto encofrado	0.017	0.020	0.025
Piedra sin seleccionar, sobre mortero	0.020	0.023	0.026
Piedra suelta o rip rap	0.023	0.033	0.036
Ladrillo			
Barnizado o lacado	0.011	0.013	0.015
En mortero de cemento	0.012	0.015	0.018
Mampostería			
Piedra partida cementada	0.017	0.025	0.030
Piedra suelta	0.023	0.032	0.035
Bloques de piedra labrados	0.013	0.015	0.017
Asfalto			
Liso	0.013	0.013	
Rugoso	0.016	0.016	
Revestimiento Vegetal	0.030		0.500

Talud apropiado según el tipo de material en el canal

En un canal de irrigación la inclinación de las paredes depende de varios factores, lo más importante es el tipo de material que tendrá el canal, la U.S. BUREAU OF RECLAMATION

sugiere un talud único de 1,5:1 para sus canales, en la siguiente tabla se muestra un cuadro de taludes apropiados para distintos tipos de material que tendrá el canal a construir:

Tabla 7: Cuadro de Taludes por tipo de material
Fuente: Hidráulica de Canales (Villón,1995)

Cuadro de taludes apropiados para distintos tipos de material

MATERIAL	TALUD (h:v)
Roca	Prácticamente vertical
Suelos de turba y detritos	0.25:1
Arcilla compacta o tierra con recubrimiento de concreto	0.5 : 1 hasta 1:1
Tierra con recubrimiento de piedra o tierra en grandes canales	1:1
Arcilla firme o tierra en canales pequeños	1.5:1
Tierra arenosa suelta	2:1
Greda arenosa o arcilla porosa	3:1

Tabla 8: Cuadro de pendientes
Fuente: Hidráulica de Canales (Villón,1995)

Cuadro de pendientes laterales en canales según tipo de suelo

MATERIAL	CANALES POCO PROFUNDOS	CANALES PROFUNDOS
Roca en buenas condiciones	Vertical	0.25:1
Arcillas compactas o conglomerados	0.5:1	1:1
Limos arcillosos	1:1	1.5:1
Limos arenosos	1.5:1	2:1
Arenas sueltas	2:1	3:1
Concreto	1:1	1.5:1

Velocidades máxima y mínima permisible

La velocidad mínima admitida es aquella velocidad que no concede sedimentación, este valor

es muy variado, por tanto, no puede ser determinado con exactitud, cuando el agua fluye sin limo este valor carece de importancia, pero la baja velocidad favorece el crecimiento de las plantas, en canales de tierra. El valor de 0.8 m/seg se considera como la velocidad apropiada que no concede sedimentación y además impide el aumento de plantas en el canal. La velocidad máxima permisible, algo bastante complejo y generalmente se estima empleando la experiencia local o el juicio del ingeniero; las siguientes tablas nos dan valores sugeridos (Krochin Sviatoslav, 1987).

Tabla 8: Cuadro de máxima velocidad permitida en canales.

Fuente: Hidráulica de Canales (Villón,1995)

MATERIAL DE LA CAJA DEL CANAL	n Manning	Velocidad (m/s)		
		agua limpia	agua con partículas coloidales	agua transportando arena, grava o fragmentos
Arena fina coloidal	0.02	1.45	0.75	0.45
Franco arenoso no coloidal	0.02	0.53	0.75	0.6
Franco limoso no coloidal	0.02	0.6	0.9	0.6
Limos aluviales no coloidales	0.02	0.6	1.05	0.6
Franco consistente norma	0.02	0.75	1.05	0.68
Ceniza volcánica	0.02	0.75	1.05	0.6
Arcilla consistente muy coloidal	0.025	1.13	1.5	0.9
Limo aluvial coloidal	0.025	1.13	1.5	0.9
Pizarra y capas duras	0.025	1.8	1.8	1.5
Grava fina	0.02	0.75	1.5	1.13
Suelo franco clasificado no coloidal	0.03	1.13	1.5	0.9
Suelo franco clasificado coloidal	0.03	1.2	1.65	1.5
Grava gruesa no coloidal	0.025	1.2	1.8	1.95
Gravas y guijarros	0.035	1.8	1.8	1.5

En el caso de las velocidades máximas, normalmente, los canales antiguos pueden soportar mayores velocidades que los recientes; además un canal profundo conducirá el agua a mayores velocidades sin erosión, que otros con menor profundidad.

La U.S. BUREAU OF RECLAMATION, recomienda que, para el caso de revestimiento de canales de hormigón no armado, las velocidades no deben exceder de 3.0 m³/seg para evitar la posibilidad de que el revestimiento se levante. Cuando se tenga que proyectar tomas laterales u obras de alivio lateral, se debe tener en cuenta que las velocidades tienen que ser previamente controladas (pozas de regulación), con la finalidad que no se produzca turbulencias que originen perturbaciones y no puedan cumplir con su objetivo.

Borde libre

Es el espacio entre la cota de la corona y la superficie del agua, no existe ninguna regla fija que se pueda aceptar universalmente para el cálculo del borde libre, debido a que las fluctuaciones de la superficie del agua en un canal, se puede originar por causas incontrolables. (Consideraciones Generales sobre Canales, 1978).

La U.S. BUREAU OF RECLAMATION recomienda estimar el borde libre con la siguiente fórmula:

Donde:

Borde libre = \sqrt{CY} Borde libre: en pies

$C = 1.5$ para caudales menores a 20 pies³ / seg. y hasta 2.5 para caudales del orden de los 3000 pies³/seg.

Y = Tirante del canal en pies. La secretaría de Recursos Hidráulicos de México, recomienda los siguientes valores en función del caudal:

Tabla de valores en función del caudal:

Tabla 9: Cuadro de borde libre en función del caudal
Fuente: Hidráulica de Canales (Villón,1995)

Caudal (m ³ /seg)	Revestido (cm)	Sin revestir (cm)
≤ 0.05	7.5	10
0.05 - 0.25	10	20
0.25 - 0.50	20	40
0.50 - 1.00	25	50
> 1.00	30	60

Tabla 10: Cuadro de borde libre en función de la plantilla del canal
Fuente: Hidráulica de Canales (Villón,1995)

Ancho de la plantilla (m)	Borde libre (m)
Hasta 0.8	0.4
0.8 - 1.5	0.5
1.5 - 3.0	0.6
3.0 - 20.0	1.0

4.5.3 CRITERIOS INCORRECTOS EN DISEÑO DE CANAL TRAPEZOIDAL Y SUS SOLUCIONES:

Los criterios de diseño se basan en formulas y tablas dependiendo el tipo de material, pendiente, tipo de suelo, etc. En el caso que se elija de manera incorrecta el valor de rugosidad lo cual depende del tipo canal, por ejemplo, si se diseña con valor de rugosidad para material de Revestimiento Vegetal en vez de Concreto, este mal diseño va generar deterioro inmediato de canal al momento que esté en funcionamiento, lo cual perjudicaría el uso del canal y no podrá ser usado por los usuarios.

El impacto de diseñar mal el canal perjudica la calidad y funcionamiento de la estructura hidráulica, debido que si se elige mal el material de la construcción del canal tendrán distinto tipo de acción que ocasionarán pérdidas de material debido a lo siguiente: esfuerzos, como

golpes, rozaduras o choque violento de una cosa en movimiento contra otra, la cual origina daños en el cuerpo impactado de acuerdo a la velocidad de impacto o choque.

El caudal (m^3/s) es importante para determinar la cantidad de agua que será conducida en el canal en un determinado tiempo es por ello que depende de los siguientes factores:

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

Donde:

Q = Caudal (m^3/s)

n = Rugosidad

A = Área (m^2)

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

Si el canal tiene un diseño correcto será eficiente, pero si en los criterios de diseño como rugosidad, pendiente, longitudes de canal están erróneas para las características del canal resultara un canal ineficiente y con poca vida útil, es por ello se recomienda que el ingeniero que diseñara el canal sea especialista en la materia para tener resultados óptimos.

Se debe tomar en cuenta como un elemento en los cálculos de presupuesto del canal, cuando la pendiente en canales cortos no queda completamente establecida por la topografía local, Un valor reducido de la pendiente suele necesitar un área hidráulica mayor, aunque menos trabajos de excavación en cortes laterales.

La elaboración de Pendientes disminuido y dimensiones amplias de la sección inducen además velocidades del flujo pequeñas, que pueden ser inferiores a la de sedimentación del material que conduce el agua y originar el incremento de vegetación, lo que incrementa los gastos del mantenimiento por los depósitos de sedimento que se causan.

En canales recubiertos el volumen de excavación y la superficie de recubrimiento son factores importantes en el valor del presupuesto de obra, por lo cual su optimización lo reduce. En varias ocasiones, el área hidráulica depende a la pendiente accesible. Si dicha pendiente aumenta, por lo general se disminuye el presupuesto del canal, pero esto puede significar menor elevación en su extremo final y dominar menores áreas de cultivo si el canal es de riego, o menor carga disponible sobre las máquinas si es para alimentar una planta hidroeléctrica.

En muchas ocasiones, un canal de irrigación se considera en el diseño un flujo uniforme en régimen subcrítico, a excepción cuando se trate de canales cortos y de rápidas en canales de descarga de obras de excedencia. El régimen del flujo no puede ser el crítico ni próximo a él, debido que, al cambiar las condiciones de diseño por malos procedimientos constructivos, o por deficiente conservación con los años, suelen ocurrir condiciones de inestabilidad del nivel del agua que reducen los límites de seguridad.

4. Proceso Constructivo de Canal Trapezoidal

Primer paso

En el proceso de la ejecución del canal lo primero que se realizó fue evaluar las condiciones del canal natural Periquillo, por ello se adjunta fotos del canal antes de su Rehabilitación de obra y la sección del canal que se ejecutó en la obra. Al realizar el levantamiento topográfico con estación total se obtuvo que la pendiente del canal es 1%, lo cual se verificó al momento de colocar las estacas para la excavación de la caja del canal.

Figura 30. Canal Natural de Periquillo.

Fuente: Constructora RMI EIRL

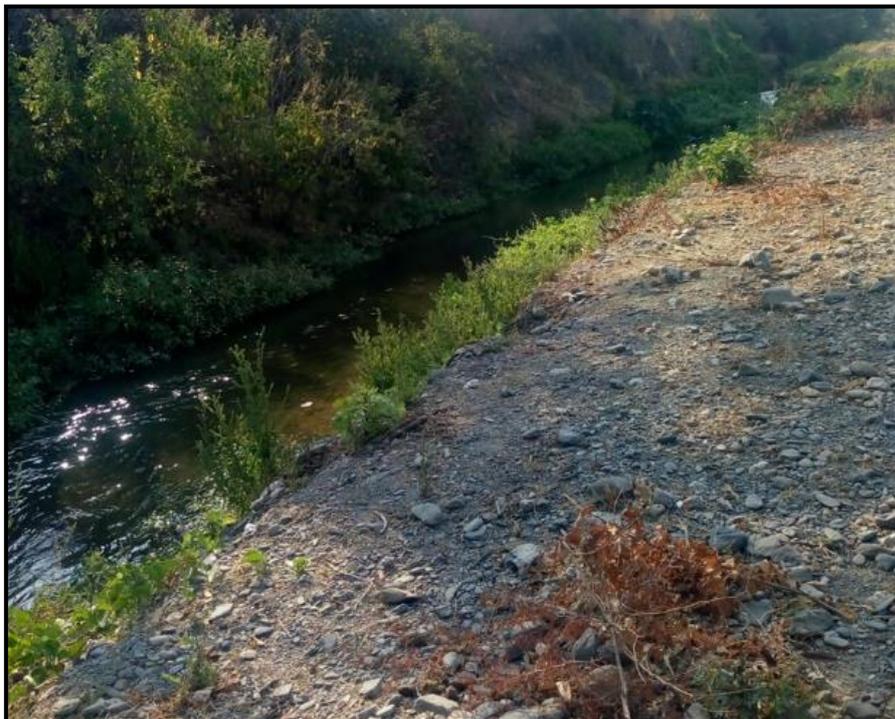
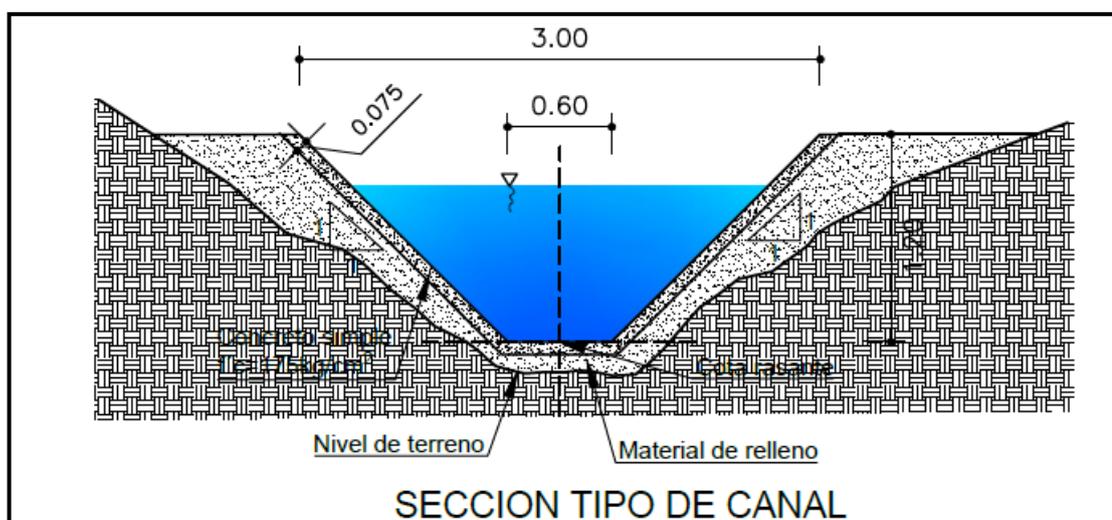


Figura 31. Sección del Canal que fue construido en la obra.

Fuente: Constructora RMI EIRL



Segundo Paso

Desvió Provisional del Río

El desvío provisional del río, fue una de las partidas más difíciles de realizar durante la primera parte de la ejecución del canal de conducción. Esta partida comprende los trabajos correspondientes a lograr el desvío del río y facilitar la ejecución de la obra. Es por esto que se procedió a trasladar el material propio del lecho del río, mediante maquinaria pesada como excavadora de 30 toneladas y retroexcavadora, con el objetivo de formar grandes diques que cierren el cauce hacia la Bocatoma, así como realizar las zanjas necesarias para encauzar las aguas hacia las zonas que no afecten al momento de la ejecución del canal de conducción. En la obra hubo un canal paralelo que usaron los usuarios debidos que se estaba rehabilitando el canal principal, es por ello que los días que regaban se dejaba pasar el agua al canal natural que los mismos usuarios habían construido de manera artesanal. La partida de desvío de río se ejecutó en 20 días.

La obra se realizó en una época avenidas por lo que se realizaba un permanente mantenimiento sobre dichos desvíos del cauce del río. Se construyeron tres diques a lo largo del del río Huarmaca, en dos kilómetros aguas arriba de la zona de trabajo se bifurcaba en dos brazos, siendo el brazo izquierdo, que representaba el 35% del caudal, el que se dirigía hacia la zona del canal.

En el río Huarmaca se habían construido defensas de enrocado en el año 2002 por ello en los meses de enero y febrero, estas defensas eran permanentemente reforzadas con excavadora de 30 toneladas, ya que sufría constantemente el asedio del caudal del río. Varias defensas terminaron colapsando el año 2017 cuando ocurrió el fenómeno del niño, inundando la zona de obra de manera incontrolable.

El 30 de octubre de 2019 se reinició la construcción del canal de conducción, por lo que se realizó labores de limpieza en la zona de obra, descolmatando la zona de trabajo. Esta vez se efectuó una sola defensa como desvío de río, la cual se mantuvo hasta la culminación definitiva de obra.

Al ser una obra bajo la modalidad de Reconstrucción con Cambios, la entidad exige al contratista iniciar la obra 15 días después que se otorgó la buena pro. Este otorgamiento fue el 15 de octubre del año 2019, por lo que se empezó con los trabajos el 30 de octubre de dicho año, con lluvias que fueron frecuentes en la zona y la única manera de ejecutar la obra fue el desvío de río con la construcción de diques naturales.

Para la ejecución del canal, se evaluó la construcción en época de avenidas y estiaje. Hubiese sido mejor la construcción de canal en tiempos de estiaje debido al caudal mínimo del río y así poder trabajar en suelo casi seco, pero en este caso por ser una obra de emergencia se construyó el canal en época de lluvias, por tal motivo para desviar el agua se construyó diques naturales con piedra y arena.

Se recomienda que las entidades que licitan obras que son ejecutadas en los ríos, deben tener en cuenta la fecha de ejecución debido que si se trabaja en época de lluvias dificulta la construcción de las estructuras mientras que si planifica que la obra será ejecutada en tiempos sin lluvias se podrá construir la obra sin inconvenientes climáticos.

Para el desvío de río había varias opciones como desvío con sacos de arena, este procedimiento no se realizó debido que se usa para pequeños muros para el impedir el paso del agua, otra opción fue diques con rocas, pero no se ejecutó debido que no había rocas

cercanas en el río de tal manera que saldría muy costoso si fuese traído de otro lugar. Otra opción también fue de desvío con troncos, pero no se ejecutó debido que en la zona había pocos troncos por tanto traer de otro lugar aumentaría costos del presupuesto. El desvío de río adecuado para la obra de Piura fue con el material que estaba en el río lo cual fue piedra con arena lo cual fue una mezcla compacta para poder construir los diques y controlar la filtración.

Al momento que se realizó el desvío de río no afectó al ecosistema debido que se utilizó el mismo material de río que lo cual fue piedra y arena para conformar los diques. El ancho del río es de gran magnitud de tal manera que no se cerró de extremo a extremo el río solo fue cierto tramo del ancho del río, es por ello que el agua circulaba al costado de dique de tal manera que los regantes usaban motobombas para sus regadíos de parcelas sin afectar a sus chacras.

El desvío de río tiene influencia importante en el proceso constructivo del canal debido que si los diques no se han construido con material compacto existe la posibilidad que pueda ocurrir filtración en los diques y como consecuencia al momento de construir el canal exista gran cantidad de agua. Por tanto, si existe filtración en el canal no se puede construir es por ello la importancia del material compacto en la construcción de diques que sirven como muros que evitan el paso del agua.

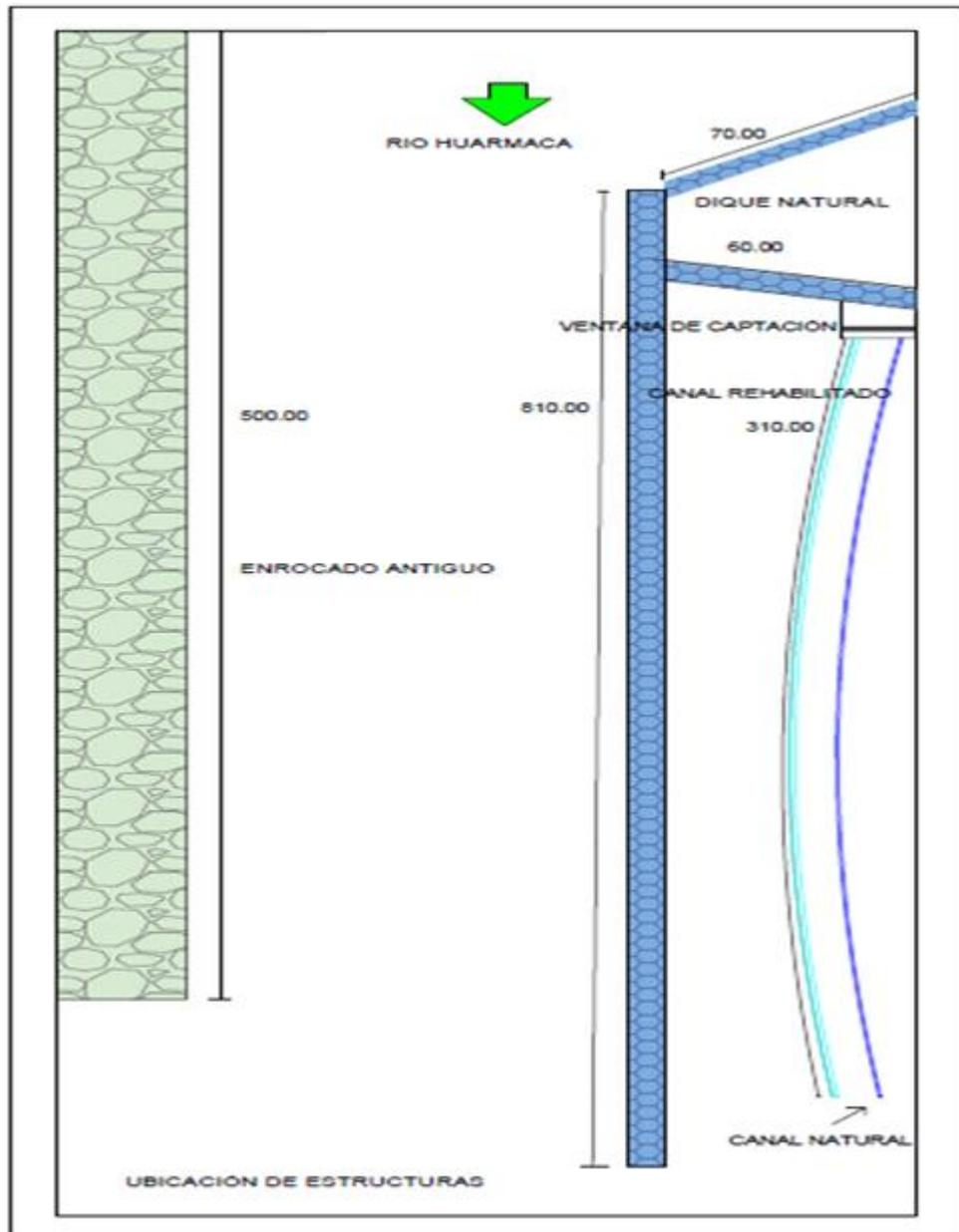
Figura 32. Construcción de dique para desviar el río
Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 33. Construcción de diques con retroexcavadora en ejecución de obra de Canal de Periquillo
Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 34 : Ubicación de diques y canal de Periquillo
Fuente: Propia



Tercer Paso

Estudio de canteras: Para la obra ejecutada, la evaluación de canteras fue muy importante, debido que se evaluó la calidad de materiales, transporte y otros factores relacionados con el costo de la obra. La calidad de materiales cumplió con los estándares de calidad y con las especificaciones técnicas para el buen desarrollo del proyecto.

El trabajo de afirmado en la obra ejecutada, consistió en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie sólida que mantenga la estructura de manera estable, ya que al momento de hacer la excavación con retroexcavadora se mantenga la sección trapezoidal y no ocurran deslizamientos en las paredes del canal.

Para el traslado del material de afirmado al lugar de obra, debió humedecerse y cubrirse con lona para evitar emisiones de material particulado, que pudiera afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas.

Los requisitos de calidad que cumplieron los materiales, se ajustaron a las siguientes franjas granulométricas, según lo indicado en la Tabla 301-01.

En la evaluación de canteras se investigó la cantera de rocas en la zona de trabajo, esta estaba situada en el caserío de Hualas a una hora y media de la obra en ejecución en aquella época, por tal motivo la opción de usar roca para el desvío de río quedó descartado porque el transporte encarecía el proyecto.

Tabla 11: Franjas Granulométricas
Fuente: AASHTO M-147

Tabla 301-01

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1½")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm (¾")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25.45	20-50	30-70
75 µm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: AASHTO M-147

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111)
- CBR (1): 40% mín. (MTC E 132)

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0,1" (2,5 mm)

En la obra, se eligió una cantera de afirmado muy cerca de la obra, debido que los materiales evaluados cumplieron con las especificaciones técnicas y fueron utilizados con las proporciones correctas en el proyecto.

Según el diseño de mezcla realizado en el laboratorio resultó que el afirmado tiene que estar compuesto por 50% de arcilla más 50% hormigón de la tal manera que sea convertida en una capa compacta. Cabe recalcar que la cantera de afirmado se encuentra a 5 km de la obra por lo que resulta que la obra no sea tan costosa debido al transporte de afirmado.

A continuación, en la figura 36, se muestra el material de afirmado que se colocó al costado de la obra con el objetivo de tener los materiales a disposición de la obra para su uso en el momento de adecuado.

En muchos casos se ha visto que distintas constructoras no colocan el afirmado en la caja del canal con el objetivo de reducir presupuesto, es por ello que al momento de construir las paredes del canal tienen problemas de compactación en la caja del canal. Es por ello la importancia de colocar afirmado en la caja de canal y luego compactar con rodillos vibratorios con la finalidad de construir de manera segura la bases y paredes del canal de irrigación.

Figura 35. Cantera de afirmado

Fuente: Extraído de Constructora RMI EIRL



Para seguir con el proceso de compactación el supervisor de obra solicitó que el contratista realice prueba de densidades con el objetivo que el porcentaje de compactación sea mayor al 95 %. Por tal motivo se realizó el ensayo de densidad de campo, cuyos resultados fueron mayores que 95%. Esto demuestra que los materiales como el proceso de compactación con los rodillos en el canal fueron correctos. Se adjunta en la figura 37, el resultado de ensayo de densidad de campo a continuación:

Figura 36: Ensayo de densidad de campo
Fuente: Laboratorio AAA EIRL

ESTUDIO DE SUELOS		ALEXANDRO ANDRADE HURTADO		GERENTE	
- ENSAYO DE MATERIALES		DIRECCION:		CALLE LIBERTAD #336 BELLAVISTA	
- DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO		alexwally@hotmail.com		CELA: 548022226	
- DISEÑO DE MEZCLA ASPALTICAS EN CALIENTE Y CON POLIMEROS				RPA: 548022256	
- CONSULTORIA EN OBRAS VIALES					
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)					
PROYECTO	Rehabilitación del Servicio de Agua para Riego del Canal				
SOLICITA	Consortio Roy				
ESTRUCTURA	AFIRMADO				
CANTERA	80% DE ARCILLA PALO BLANCO MEDIO SALITRAL MOROPON - PIURA 50% HORMIGON RIO HUARMACA				
DENSIDAD HÚMEDA					
NIVEL		C-DE CANAL	C-DE CANAL	C-DE CANAL	C-DE CANAL
PROGRESIVA (Km.)		0+040	0+080	0+120	0+160
		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
PROFUNDIDAD DEL HOYO		0.15	0.15	0.15	0.15
01 Peso de la arena + frasco	g	8700	8645	8545	8505
02 Peso de la arena remanente + frasco	g	3655	3805	3755	3650
03 Peso de arena empleada (01-02)	g	5045	4840	4790	4855
04 Peso de la arena en el cono y placa	g	1453	1453	1453	1453
05 Peso de arena en el hoyo (03-04)	g	3592	3387	3337	3402
06 Densidad de la arena	g/cm ³	1.372	1.372	1.372	1.372
07 Volumen del hoyo (05/06)	cm ³	2,618	2,469	2,432	2,480
08 Peso de muestra extraída del hoyo + recipiente	g	5902	5580	5465	5615
09 Peso del recipiente	g	175	175	175	175
10 Peso muestra extraída del hoyo (08-09)	g	5727	5405	5290	5440
11 Peso de material retenido en el tamiz 3/4"	g	702	655	692	598
12 Peso específico de la grava	g/cm ³	2.440	2.440	2.440	2.440
13 Volumen de la grava (11/12)	cm ³	288	268	284	245
14 Peso de material pasante en el tamiz 3/4" (10-11)	g	5025	4750	4598	4842
15 Volumen de la pasante tamiz 3/4" (7-13)	cm ³	2330	2200	2149	2235
16 Densidad húmeda (14/15)	gr/cm ³	2.156	2.159	2.140	2.167
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA TOTAL (ASTM D-2216)					
13 Peso recipiente + suelo húmedo	g	520.0	502.2	505.5	501.1
14 Peso recipiente + suelo seco	g	480.4	466.3	468.1	465.2
15 Peso de agua	g	39.6	35.9	37.4	35.9
16 Peso de recipiente	g				
17 Peso de suelo seco	g	480.4	466.3	468.1	465.2
18 Contenido de humedad	%	8.24	7.70	7.99	7.72
GRADO DE COMPACTACION					
19 Densidad húmeda	g	2.156	2.159	2.140	2.167
20 Contenido de humedad	%	8.2	7.7	8.0	7.7
21 Densidad seca (19/20) (1.)	g	1.992	2.005	1.982	2.012
22 Máxima densidad seca del proctor modificado		2.042	2.042	2.042	2.042
23 Óptimo contenido de humedad	%	8.24	7.70	7.99	7.72
24 Porcentaje de compactación (21/22*100)	%	97.6	98.2	97.0	98.5
% MÍNIMO DE COMPACTACIÓN ESPECIFICADO :	100.0	CLASIFICACIÓN SUCS			
MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557) :	"C"	CLASIFICACIÓN AASHTO			
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :		PESO ESPECÍFICO GRAVA			

Los ensayos fueron realizados por el Laboratorio AA EIRL que se encuentra en Piura, la arcilla se extrajo de la cantera muy cerca a la obra que se llama Palo Blanco Medio Salitral mientras que el hormigón del río Huarmaca se encontraba a 10 metros de la ejecución de obra.

Según los resultados en el Laboratorio Mecánica de Suelos, fueron mayores a 95 % de compactación, lo cual demuestra la buena calidad de los materiales, así como el proceso de compactación, por tal motivo luego de realizar la compactación se procede a el siguiente procedimiento que es excavar la caja de canal.

Elección de piedra y arena: Es muy importante la elección de los agregados y también depende las especificaciones técnicas del proyecto, en el caso de la obra “Rehabilitación del servicio de agua para riego del canal periquillo, distrito de salitral, provincia de Morropón, departamento de Piura” se realizó la extracción de la piedra y arena del río Huarmaca que se encontraba a 10 metros de la construcción del canal, es por ello que se redujeron costos de transporte lo cual se realiza de acuerdo al presupuesto contratado. Para elegir la cantera se evaluó factores como calidad de materiales, transporte; el tiempo que demoro elegir la cantera fue 5 días.

Para el cálculo de porcentaje de piedra y arena se llevó las muestras al laboratorio para su respectivo análisis, cabe recalcar que las pruebas de concreto cumplieron con las normas de concreto; es por ello se adjunta los resultados de pruebas de concreto demostrando la calidad de los materiales y se aprecia que los resultados de rotura superan al diseño del concreto para la ejecución del canal de concreto, por tanto el concreto cumple con las especificaciones técnicas.

Figura 37. Resultado de ensayos a la compresión.

Fuente: Extraída de Valorización de Constructora RMI EIRL

 QUALITY PAVEMENTS S.A.C. <small>ENSAYO + DISEÑO + CONSULTORÍA</small>		LABORATORIO QUALITY PAVEMENTS S.A.C. <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>					
COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO							
NTP 339.034 / ASTM C39							
Fecha de Recepción	: 29/11/2019	Orden de Servicio	: 190566				
Fecha de Ensayo	: 29/11/2019	N° Informe	: 01863				
Fecha de Emisión	: 30/11/2019						
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE							
SOLICITANTE	: CONSORCIO ROY	MUESTREADO POR	: Solicitante				
OBRA	REHABILITACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL PERIQUILLO, DISTRITO SALITRAL, PROVINCIA DE MORROPÓN, DEPARTAMENTO PIURA		UBICACIÓN	: Piura			
RESULTADOS							
Identificación de Muestra	Fecha de Moldeo	Fecha de ensayo	Edad de ensayo	Diámetro (cm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a Compresión (kg/cm ²)	Resistencia de diseño (kg/cm ²)
CANAL f _c = 175 kg/cm ²	30/10/2019	29/11/2019	30	15.0	42402	240	175
OBSERVACIONES:							
Probetas fueron muestreadas por el solicitante. Los cuidados de los especímenes de curado y transporte fueron hechos por el solicitante. Se han emitido el informe 01863 correspondiente a la orden de servicio 190566. La identificación de especímenes fue realizada por el solicitante.							

Cuarto Paso

Desbroce y limpieza de plantas: Este trabajo consistió en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las presentes especificaciones y los demás documentos contractuales. En las zonas indicadas en los planos, se eliminaron todos los árboles, arbustos, troncos, matorrales y cualquier otra vegetación.

Para la eliminación de materiales como árboles, arbustos, etc., se utilizó maquinaria pesada como retroexcavadora de tal manera que el terreno quede totalmente limpio, también se utilizó mano de obra para la limpieza de terreno. En la partida de desbroce se utilizó 10 días de tal manera que el terreno quedo totalmente limpio para realizar la ubicación de BMs y trazo del canal.

Al momento que se realizó la limpieza del lugar donde fue construido el canal hubo algunos usuarios que habían cercado con palos de madera ciertas partes de la faja marginal, por lo que fueron del Programa Subsectorial de Irrigaciones funcionarios al lugar para explicarles que áreas de faja marginal son administradas por la Asociación Nacional de Agua y no debe ser utilizadas por ninguna persona.

Es primordial el desbroce y limpieza de plantas en el área de trabajo del canal debido que al momento de construir el canal no solamente se trabajara dentro del canal, sino que a los costados del canal se necesita que se encuentre limpio de tal manera que puedan circular los trabajadores y las maquinas. En muchos casos el vaciado de concreto se realiza con retroexcavadora o minicargador es por ello la importancia de tener limpio la zona de trabajo en la construcción del canal.

Figura 38. Desbroce y limpieza de plantas en el área de ejecución de obra
Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 39. Limpieza de terreno con retroexcavadora en el canal de irrigación

Fuente: Constructora RMI EIRL



Tabla 12: Recursos para desbroce y limpieza de plantas

Fuente: Elaboración Propia

RECURSO	DESCRIPCIÓN
PERSONAL	01 Maestro de obra 6 Peones
Herramientas	04 Hachas 01 Retroexcavadora 01 Motosierra

Quinto Paso

COLOCACIÓN DE CANTO RODADO EN LA BASE DEL CANAL

En la progresiva 0+200 hasta 0+250 se detectó un alto nivel freático por ello se incorporó a partida de colocación de filtro de material granular, lo cual no estuvo en el presupuesto sin embargo se ejecutó a costo cero para poder avanzar con la obra. Cabe recalcar que esta partida se ejecutó debido al alto nivel freático, lo cual no se podía avanzar con los trabajos de ejecución, es por ello para controlar la filtración se colocó canto rodado para estabilizar el suelo y continuar con los trabajos en la ruta del canal. Esta partida de canto rodado duró 5 días.

La metodología de la partida se realiza de la siguiente manera: el material de filtro debe ser colocado en la base del canal. Consiste en colocación de canto rodado lo cual genera que el agua escurra entre las piedras y así reducir el nivel freático.

Deprimir el nivel de agua detrás de las estructuras y por consiguiente, reducir las fuerzas que produzcan volteo y la de proporcionar un medio de alta permeabilidad con relación al terreno natural, para evacuar las aguas libres de los suelos circundantes a la estructura.

Su ejecución se realizó de acuerdo con las alineaciones, cotas y dimensiones indicadas en los planos aprobados por el Supervisor de Obra. La colocación, acomodo y compactación de ser posible, se realizará de manera de evitar reducciones de volumen por aplicación de cargas.

Para la construcción de las capas filtrantes, el material granular cumplió con las granulometrías que fueron aprobados por el Supervisor.

La colocación de canto rodado en el tramo donde había filtración tuvo mucha influencia en la construcción del canal debido que se pudo construir el canal sin presencia de agua. Es por ello la importancia de colocar canto rodado debido que este material genera que el agua escurra por los vacíos y así evitar que el agua penetre la base y paredes del canal.

Se adjunta fotos del nivel freático alto en la ruta del canal, por ello se colocó material granular con el objetivo de estabilizar el suelo y poder trabajar en la línea de conducción.



Figura 41. Filtración en el fondo de canal y talud progresiva 0+220.00 hasta 0+230 en el Canal de Periquillo
Fuente: Constructora RMI EIRL



Las fuertes afloraciones de agua hacia el canal en la progresiva 0+200.00 hasta 0+250.00, afectaría el canal revestido trapezoidal haciéndolo fallar por licuación y empuje ejercido por la supresión del agua subterránea. Bajo estas precisiones técnica se planteó suspensión en la construcción del canal para su modificación en el diseño hidráulico.

Una vez aprobada la modificación de expediente técnico se reanuda con los trabajos en las progresivas 0+200.00 hasta 0+250.00 con la partida de colocación de canto rodado de 4” a 5” con el objetivo de controlar filtración en ese tramo y continuar con la construcción del canal trapezoidal en la obra Canal de Periquillo.

Procedimiento Constructivo de colocación de canto rodado:

Elección de cantera

La elección de cantera fue el Rio Huarmaca ya que cumplió con las especificaciones del tamaño de canto rodado para su colocación en el Canal.

Figura 42. Elección de canto rodado en rio Huarmaca – Piura.

Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 43. Extracción de canto rodado con maquinaria pesada en río Huarmaca – Piura.
Fuente: Constructora RMI EIRL



Colocación de canto rodado en la progresiva 0+200 hasta 0+ 250

La colocación de canto rodado de 4" a 5" de diámetro en el tramo del canal, se realizó con retroexcavadora y excavadora sobre oruga de tal manera que fue avance compacto y eficiente para una obra de calidad.

Figura 44. Colocación de canto rodado con retroexcavadora en el Canal.
Fuente: Constructora RMI EIRL

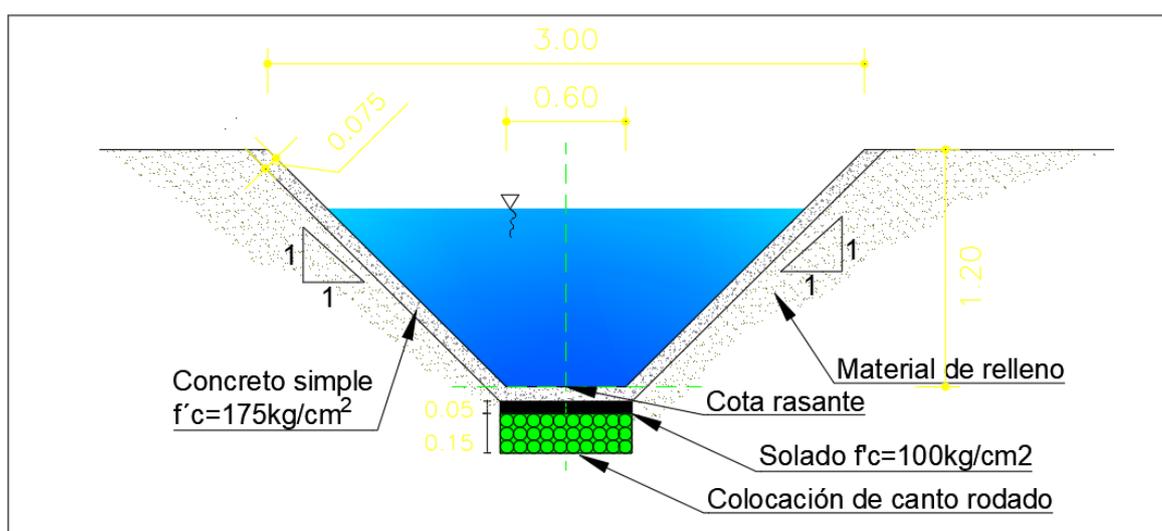


Para impermeabilizar por completo la filtración en el canal se ejecutó la partida de Solado de 5 cm de espesor de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ con el objetivo que luego se realice el vaciado monolítico en el canal Trapezoidal.

Figura 45. Vaciado de Solado
Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 46. Sección de canal con incorporación de canto rodado
Fuente: Constructora RMI EIRL



SECCION TIPO DE CANAL

PROG: 0+200 A 0+250

Sexto Paso

Colocación de afirmado en el tramo 0+199 y 0+251 a 0+310

Generalmente el afirmado está compuesto por tres tipos de materiales (piedra, arena y finos) y la mezcla adecuada de ellos determina la viabilidad del material. Las piedras son fundamentales para soportar las cargas que soportará, la arena llena los vacíos entre las piedras y da estabilidad a las capas. La cohesión de todo el material se logra mediante la arcilla. Esta mezcla debe ser resistente a la acción abrasiva de las estructuras, además debe evitar el desprendimiento de partículas y el levantamiento de polvo. La colocación de afirmado demoró 45 días.

Este trabajo consistió en la colocación de una capa de fundación compuesta de afirmado preparado de forma natural, y finos, construida sobre una superficie debidamente preparada, y en conformidad con la proporción requerida de cada material y así llegar al porcentaje de compactación requerido en el canal.

Para el trabajo de colocación de afirmado se extrajo los materiales de canteras cercanas a la obra de tal manera que no aumenten los costos de obra, para batir el material se utilizó cargador de frontal de tal manera que pueda mezclar los materiales como arcilla, piedra, tierra, etc.; esta partida de compactación de afirmado se ejecutó en 15 días en obra.

Figura 47. Cantera de materiales
Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 48. Batido de arcilla con hormigón en cantera Huarmaca, al costado de la ejecución de obra.
Fuente: Constructora RMI EIRL

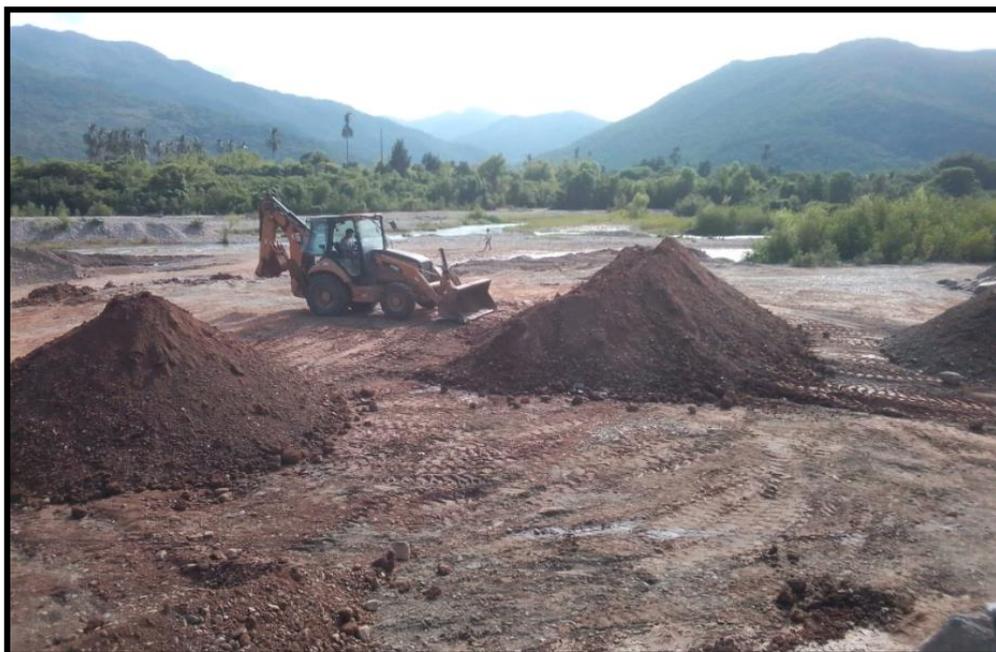


Figura 49. Transporte de afirmado con volquete desde la cantera al área de trabajo
Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 50. Descarga de afirmado en el Canal de Periquillo.
Fuente: Constructora RMI EIRL



Tabla 13: Recursos para obtener colocación de afirmado.
Fuente: Elaboración Propia

RECURSO	DESCRIPCIÓN
PERSONAL	01 Maestro de obra 03 operadores de Maquinaria
Materiales	Arcilla Piedra Arena
Herramientas	02 Cargadores Frontales 01 Retroexcavadora 01 Volquete

Séptimo Paso

Compactación de afirmado en canal: En estos trabajos se utilizaron rodillos compactadores apropiados al tipo de terreno en la obra a ejecutar, para densificar y que garanticen la obtención de la densidad mínima especificada, para el caso de rodillo liso vibratorio estuvo constituido de tal manera que la presión de contacto se distribuya uniformemente. El rodillo fue llevado por un equipo que tenga suficiente potencia y peso, bajo condiciones normales de trabajo para arrastrar el rodillo a una velocidad mínima de 8 Km/hora o puede ser del tipo autopulsado que le permita alcanzar la velocidad indicada. La compactación no será menor de 95% de la máxima densidad seca proporcionada por el ensayo de Proctor. (modificado)

La importancia de la compactación de suelos se debe al aumento de la resistencia y disminución de la capacidad de deformación que se obtiene al someter el suelo a técnicas convenientes, que incrementan el peso específico seco, disminuyendo sus vacíos.

La compactación se realiza a todo aquel suelo que requiera incrementar su capacidad portante para el soporte de los distintos pesos y fuerzas a los que se vean sometidos. Este tipo de trabajos de compactación se realizan en un gran número de obras civiles como construcción de muros de contención, estabilización de terrenos, terraplenes para caminos, tendido de tuberías de agua, tendido de alcantarillado, canales, etc.

Figura 51. Trabajos de Compactación en Canal de Periquillo.

Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 52. Dirección de Residente de obra en trabajos de Compactación en Canal de Periquillo.
Fuente: Constructora RMI EIRL

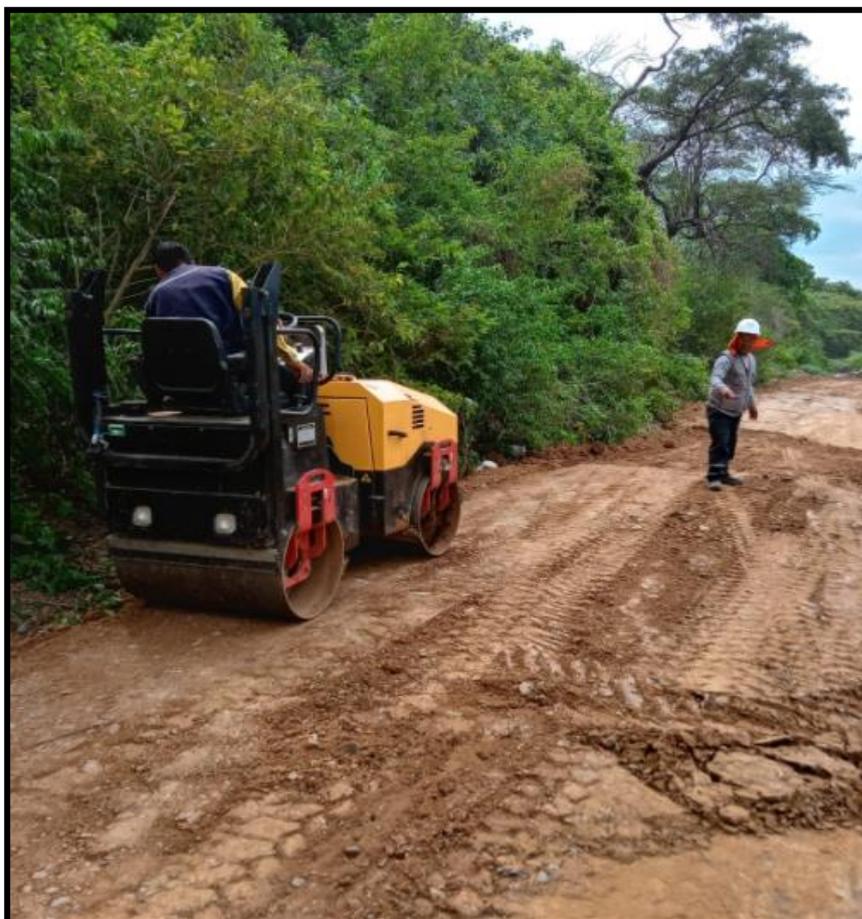


Tabla 14: Recursos para la compactación en el canal.
Fuente: Elaboración Propia

RECURSO	DESCRIPCIÓN
PERSONAL	01 Maestro de obra 02 Operadores de Maquinaria 02 Peones
Materiales	Arcilla Piedra Arena Agua
Equipo y Herramientas	02 Compactadoras 01 Retroexcavadora

Octavo paso:

Trazo, nivelación y replanteo: Estos trabajos consistió en el replanteo de los planos en el terreno y nivelado fijando los ejes de referencia y las estacas de nivelación la construcción del canal. Para esta partida se marcó los ejes, estos fueron aprobados por el Supervisor, antes que se pueda empezar con las excavaciones. Los materiales que se utilizaron fueron de madera nacional, pudiendo ser de eucalipto, de tal manera garantizo los trabajos de marcado inicial de la obra. Las medidas de las estacas fueron de 2" x 2" que se utilizaron como referencia para las cotas del canal de irrigación.

Figura 53. Utilización de yeso para el Trazo del eje del canal en curva
Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 54. Trazo del eje del canal en dirección recta
Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 55. Trabajos de trazo, nivelación y replanteo.
Fuente: Constructora RMI EIRL



Tabla 15: Recursos para trazo, nivelación y replanteo.
Fuente: Elaboración Propia

RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO
PERSONAL	01 Maestro de obra 01 Topógrafo 02 Peones
Materiales	30 estacas 01 Caja de tizas Pintura roja 5 kg de yeso
Equipo y Herramientas	01 Estación Total 01 Nivel Topográfico 01 Mira Topográfica

Noveno Paso

Excavación con retroexcavadora para conformación de caja de canal: Esta partida consistió en los trabajos de corte y eliminación de materiales inapropiados para la subrasante o para el canal de riego existente a lo ancho del canal, de acuerdo con las presentes especificaciones técnicas y en conformidad con la aprobación del supervisor.

La excavación se realizó a tajo abierto, esta denominación de excavación a tajo abierto (o excavación a cielo abierto) se refiere a los espacios que se corten con carácter permanente para cumplir la función de canales de conducción, independientemente de que estos vayan o no a ser revestidos y las excavaciones para cimentar tanques total o parcialmente enterrados, cimentar rellenos compactados, construir vías u otras obras similares.

Figura 56: Trabajos a tajo abierto en Canal de Periquillo.

Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 57. Trabajos de excavación con retroexcavadora.

Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 58. Dimensiones del Canal de Periquillo.
Fuente: Constructora RMI EIRL

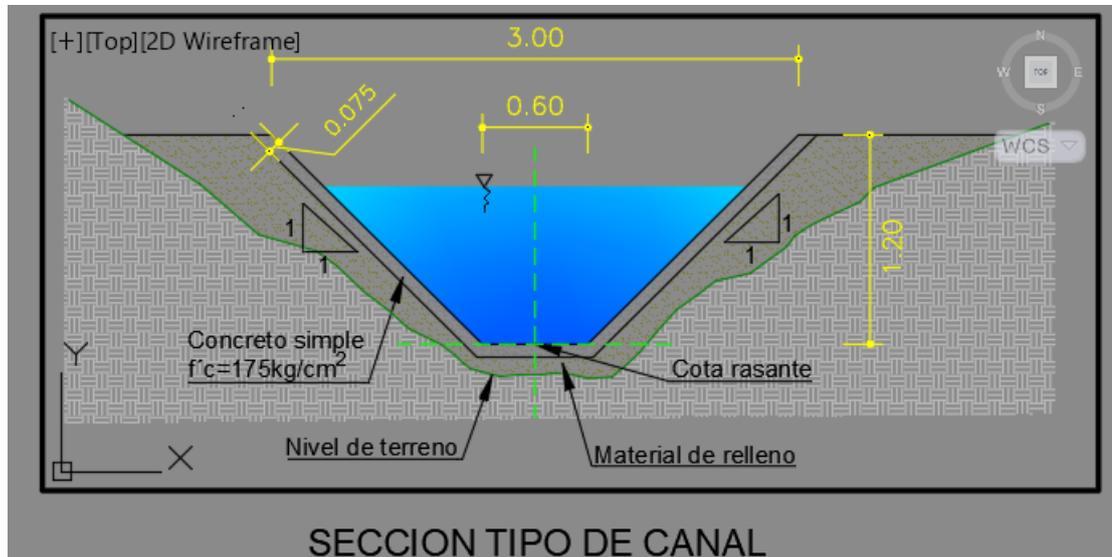


Tabla 16: Recursos para excavación en canal.
Fuente: Elaboración Propia

RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO
PERSONAL	01 Maestro de obra 08 Peones 02 Operarios 01 Oficial
Materiales	Cinta Masking Sellador de juntas Espuma de Polietileno
Equipos y Herramientas	Espatula de 1 Pulgada Brocha de 1 Pulgada

Decimo Paso

Construcción de las cerchas o marcos de madera y colocación de acuerdo a las dimensiones de canal trapezoidal: La construcción de las cerchas son estructuras temporales, construidas para contener y dar forma a la masa de concreto en su etapa de endurecimiento, dará forma al elemento de concreto.

Las cerchas guidoras se instalaron en cada plantilla, estas fueron alineadas, escuadradas con respecto al eje del canal y aplomadas de tal manera quedando fijas con estacas y alambres número 16, atortolado, clavados en ambos taludes. Posteriormente el albañil junto con un operario colocó cerchas intermedias cada 3 metros en tramo recto verificando la pendiente requerida con manguera de nivel o nivel de ingeniero, también se repitió el alineamiento, escuadrado, aplome y fijación de cada paño. En la partida de construcción de cerchas demoró 20 días mientras que su colocación fue de 40 días a lo largo del canal trapezoidal.

Figura 59. Colocación de cerchas de madera en Canal de Periquillo.

Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 60. Colocación de cerchas a medida que se vacea los tramos del canal.

Fuente: Constructora RMI EIRL



Tabla 17: Recursos para construcción y colocación de cerchas.
Fuente: Elaboración Propia

RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO
PERSONAL	01 Maestro de obra 06 Peones 02 Operarios 01 oficial
Materiales	Listones de madera Clavos de madera de 3"} Alambres
Equipo y Herramientas	Sierra Circular

Décimo Primero Paso

Revestimiento del canal: Los paños de concreto tienen resistencia de $f'c=175$ kg/cm², se construyó de acuerdo a las especificaciones técnicas que determinaron sus dimensiones como ancho y altura lo cual está ubicado los detalles en los planos. El encofrado fue retirado a las 24 horas de haber vaciado el concreto, luego del fraguado inicial se curó este por medio de constantes baños de agua durante 8 días como mínimo. El revestimiento del canal concreto se realizó en el tiempo de 60 días.

El vaciado en la ejecución de obra, para el transporte del concreto se realizó con retroexcavadora y minicargador para acelerar el proceso de llevar de concreto al revestimiento del canal, de tal manera que se avanzó con el proceso de calidad del concreto, debido que las mezcladoras de concreto se encontraban cerca a los agregados, pero a 30 metros de la obra. Los vaciados fueron en la misma obra con 2 mezcladoras de capacidad de 11P3 y potencia de 13HP.

El concreto colocado en el canal fue concreto simple de resistencia $f'c=175$ kg/cm², para realizar ensayos de calidad se realizaron pruebas de compresión, lo cual lo resultados fueron satisfactorios debido que se cumplió con el diseño de mezcla realizado en laboratorio de concreto. El vaciado en el canal fue monolítico es decir fue un solo vaciado para la base y paredes del canal de tal manera la estructura quede compacta.

El vaciado se realizó en paños de tres metros de longitud de manera alterna es decir dejando un paño por vaciar al día siguiente, esto se debe que si en caso se vaciara dos paños juntos se tendría complicaciones al extraer la cercha, por tal motivo es mejor realizar el vaciado dejando un paño en el canal. El rendimiento de vaciado fue de 3 a 4 paños por día.

En el expediente técnico contiene la partida de revestimiento de paredes del canal con concreto $f'c$ 175 kg/cm², debido que inicialmente en el canal que estaba construido por los usuarios con material de tierra había filtración en las paredes y no llegaba cantidad necesaria de agua a sus parcelas, por tal motivo se diseñó el revestimiento con concreto con espesor de 7.5 cm de tal manera que se puede controlar la filtración y la conducción de agua sea eficiente.

Para el diseño del canal trapezoidal inicialmente no se había considerado los efectos del cambio climático, es por ello en la modificación de expediente técnico si se considera los efectos de cambio climático en la cual se realizan calicatas más profundas en el tramo donde había nivel freático alto es por ello se realizó el diseño del canal colocando canto rodado de espesor de 15 cm y solado de 5 cm de tal manera que controle la filtración ante el aumento de lluvias en la zona.

Figura 61. Vaciado de concreto con retroexcavadora
Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 62. Trabajos de nivelación con regla.
Fuente: Constructora RMI EIRL



Tabla 18: Recursos para vaciado de concreto.
Fuente: Elaboración Propia

RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO
PERSONAL	01 Maestro de obra 4 Operarios 02 Oficial 12 Peones
Materiales	Cemento TIPO V Hormigón Agua
Herramientas	6 Palanas 01 Retroexcavadora 01 Minicargador 4 Cilindros 02 Mezcladoras de Concreto

Construcción de AFORADOR RBC

Una de las maneras de controlar el caudal de agua en períodos de sequía es la construcción de aforador RBC, lo cual consiste en mejorar la eficiencia del uso del agua por parte de los usuarios. Para poder lograr controlar la cantidad de agua se construye el aforador RBC.

El Aforador RBC provoca contracciones en la sección del canal que exigen incrementar la velocidad del agua a un nivel crítico, lo cual tiene relación directa con el caudal transportado por el canal en ese instante. Esa acción permite establecer curvas o tablas de aforo que son únicas para cada tamaño y estructura.

La regla del aforo se colocó en el canal para medir el caudal que pasa por la estructura y así poder mejorar la eficiencia en el uso de agua de riego, en la Figura 65 se observa la colocación del aforador RBC y limnómetro.

Figura 63. Sección de Planta de AFORADOR RBC
Fuente: Constructora RMI EIRL

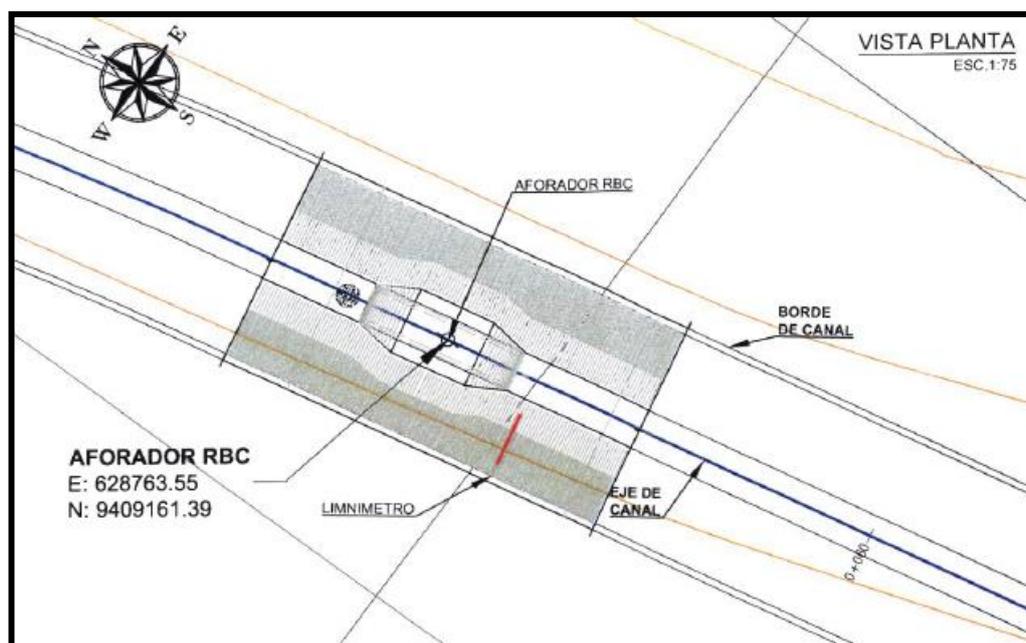


Figura 64. Sección de Planta de AFORADOR RBC con detalle de juntas.
Fuente: Constructora RMI EIRL

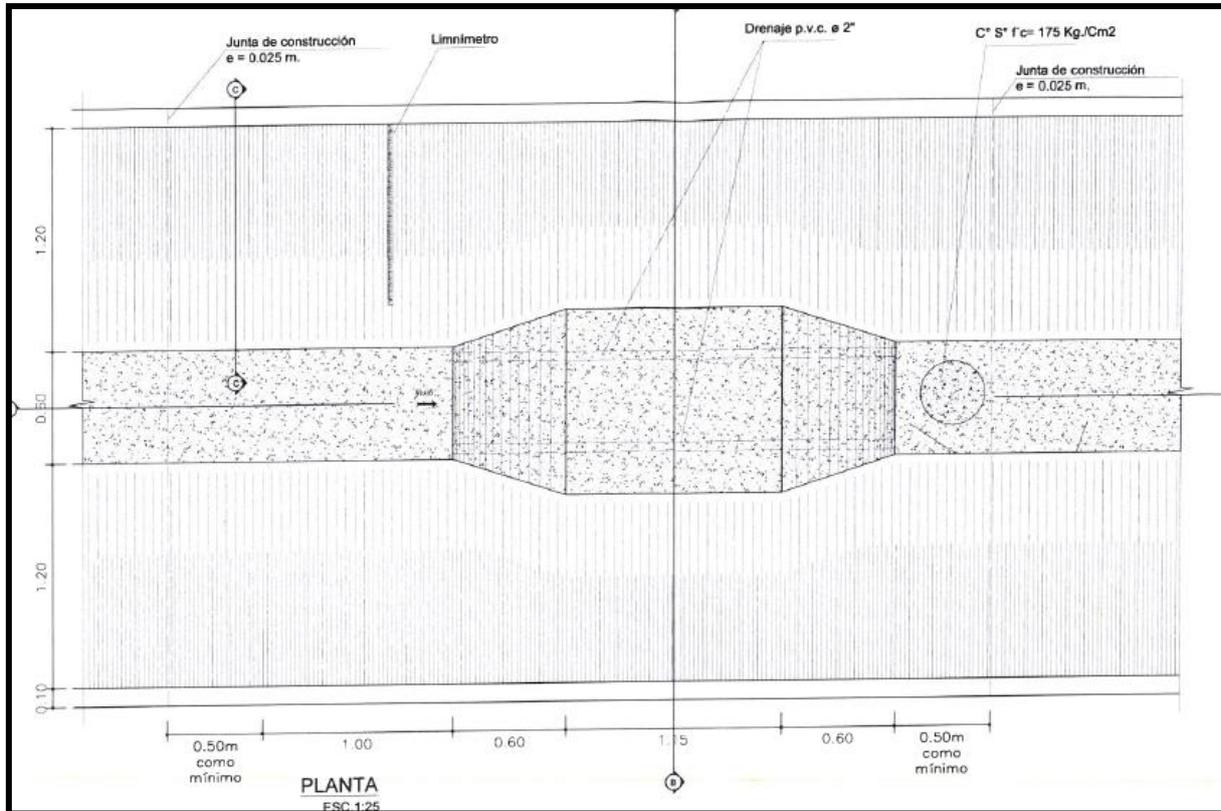


Figura 65. Sección de Perfil de AFORADOR RBC
Fuente: Constructora RMI EIRL

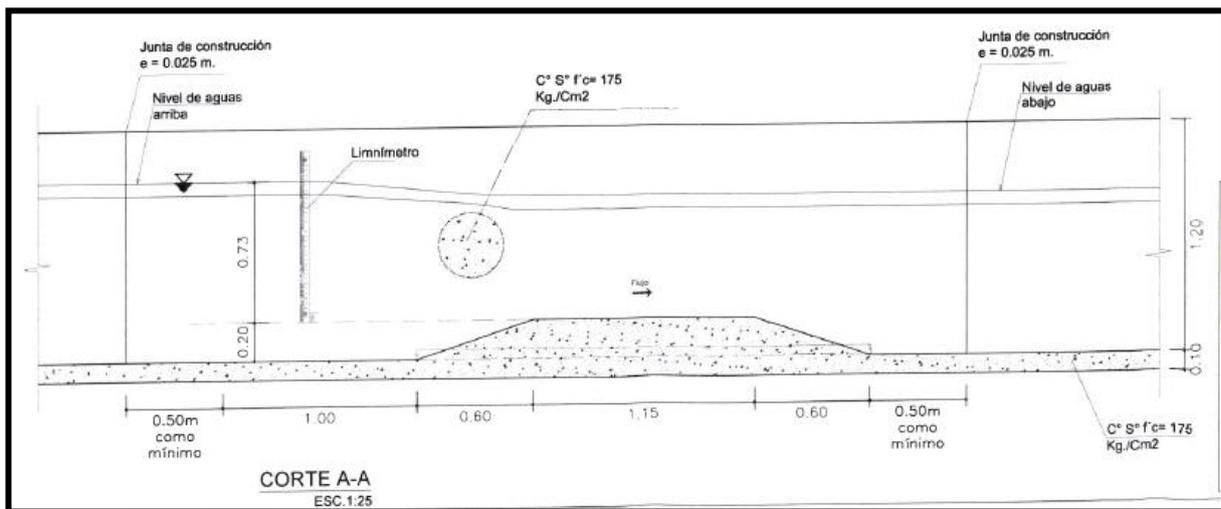


Figura 66. AFORADOR RBC
Fuente: Constructora RMI EIRL



Tabla 19 : Recurso para construcción de AFORADOR RBC
Fuente: Elaboración Propia

RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO
PERSONAL	01 Maestro de obra 01 Operarios 01 Oficial 02 Peones
Materiales	Cemento TIPO V Hormigón Agua
Herramientas	6 Palanas 01 Frotacho 01 Minicargador

Decimo Segundo Paso

Retiro de las cerchas o marcos de madera y llenado de las juntas de dilatación:

Al próximo día del vaciado de concreto en el tramo del canal, se retiró las cerchas de madera, para luego realizar el sellado de las juntas de dilatación y contracción, de tal manera evitar en el futuro las grietas de la bases y paredes del canal.

El retiro de cerchas demoró un día y el tiempo fue a medida que se realizó el vaciado de cada paño en la ruta del canal.

Figura 67. Retiro de Cerchas en canal.

Fuente: Constructora RMI EIRL



Figura 68. Sección del canal

Fuente: Constructora RMI EIRL

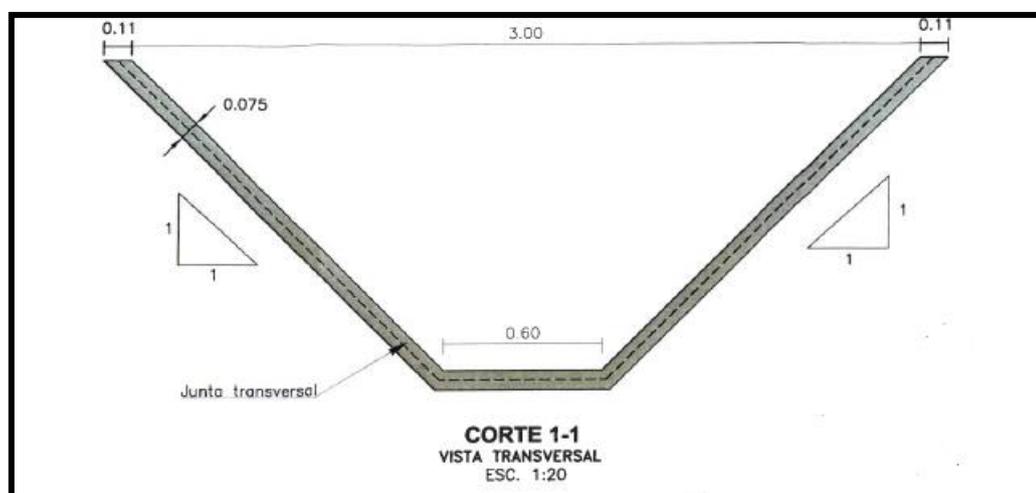


Figura 69. Planta de juntas transversales.
Fuente: Constructora RMI EIRL

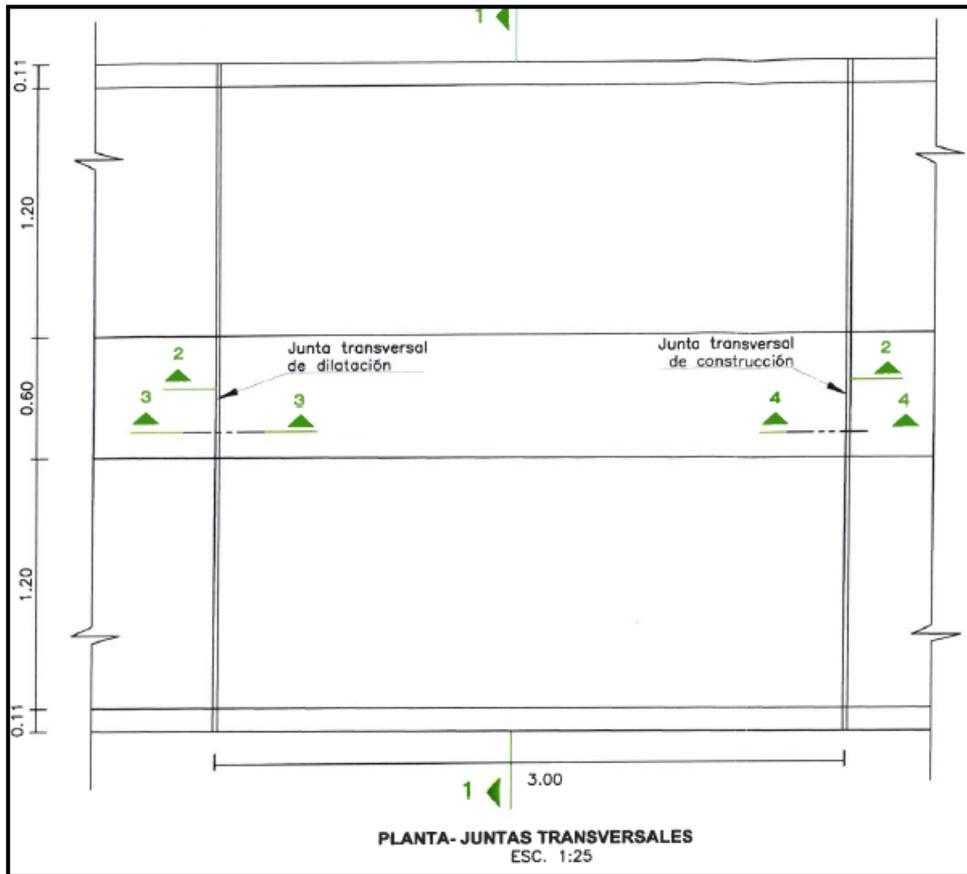
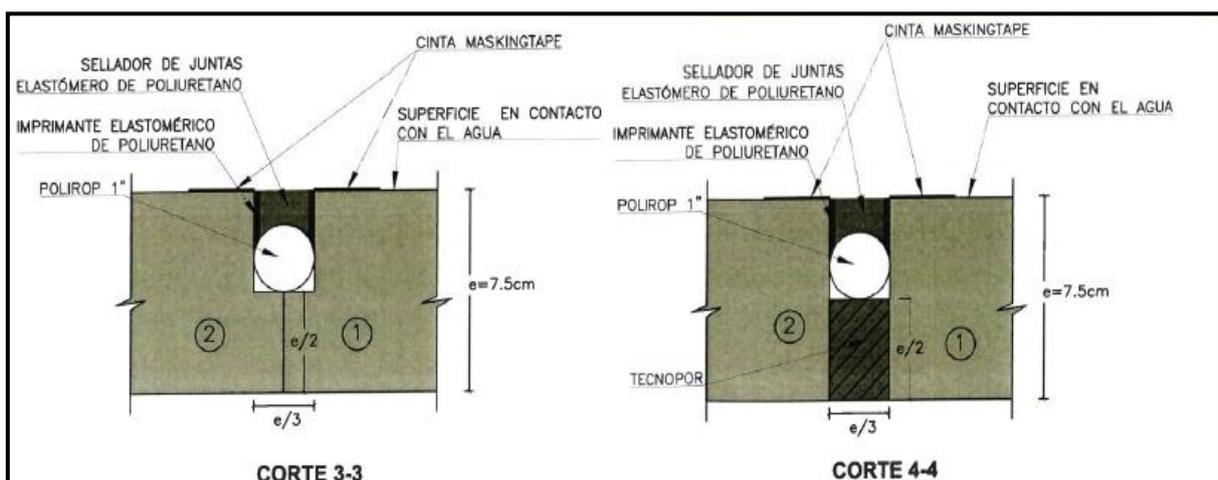


Figura 70. Corte 3-3 (Junta de contracción) y Corte 4-4 (Junta de Dilatación)
Fuente: Constructora RMI EIRL



El trabajo de sellado de juntas de contracción y de dilatación se realizó después que se retiraron la cerchas, el espesor de las juntas tiene 7.50 cm, mientras que el ancho de la junta es $e/3$ como se muestra en la figura 73, resultando 2.5 cm, para esta partida de juntas se coloca Water Stop en la junta, luego se coloca Cinta Masking tape en la parte superior de la junta para evitar manchar el canal, luego se coloca Tecnopor en el 3.75 cm de espesor de la junta, después se coloca mangas de 1", posterior se coloca imprimante elastómero en las paredes de la junta y finalmente se sella la junta con sellador elastomérico de poliuretano. Al próximo día se retiraron la cinta adhesiva quedando limpio las juntas como el canal.

Figura 71. Limpieza de Junta antes de empezar con el sellado.
Fuente: Aditivos especiales.



Figura 72. Colocación de mangas de 1".
Fuente: Aditivos especiales.



Figura 73. Sellado de juntas con aditivo.

Fuente: Aditivos especiales.



Tabla 20: Recursos para sellado de juntas

Fuente: Elaboración Propia

RECURSO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO
PERSONAL	01 Maestro de obra 08 Operarios 02 Oficial 01 Peones
Materiales	10 Cintas 200 Selladores de Juntas 420 ml de Polietileno
Herramientas	10 Espátulas de 1'' 20 Brochas de 1'' 01 Aplicador de Aditivo

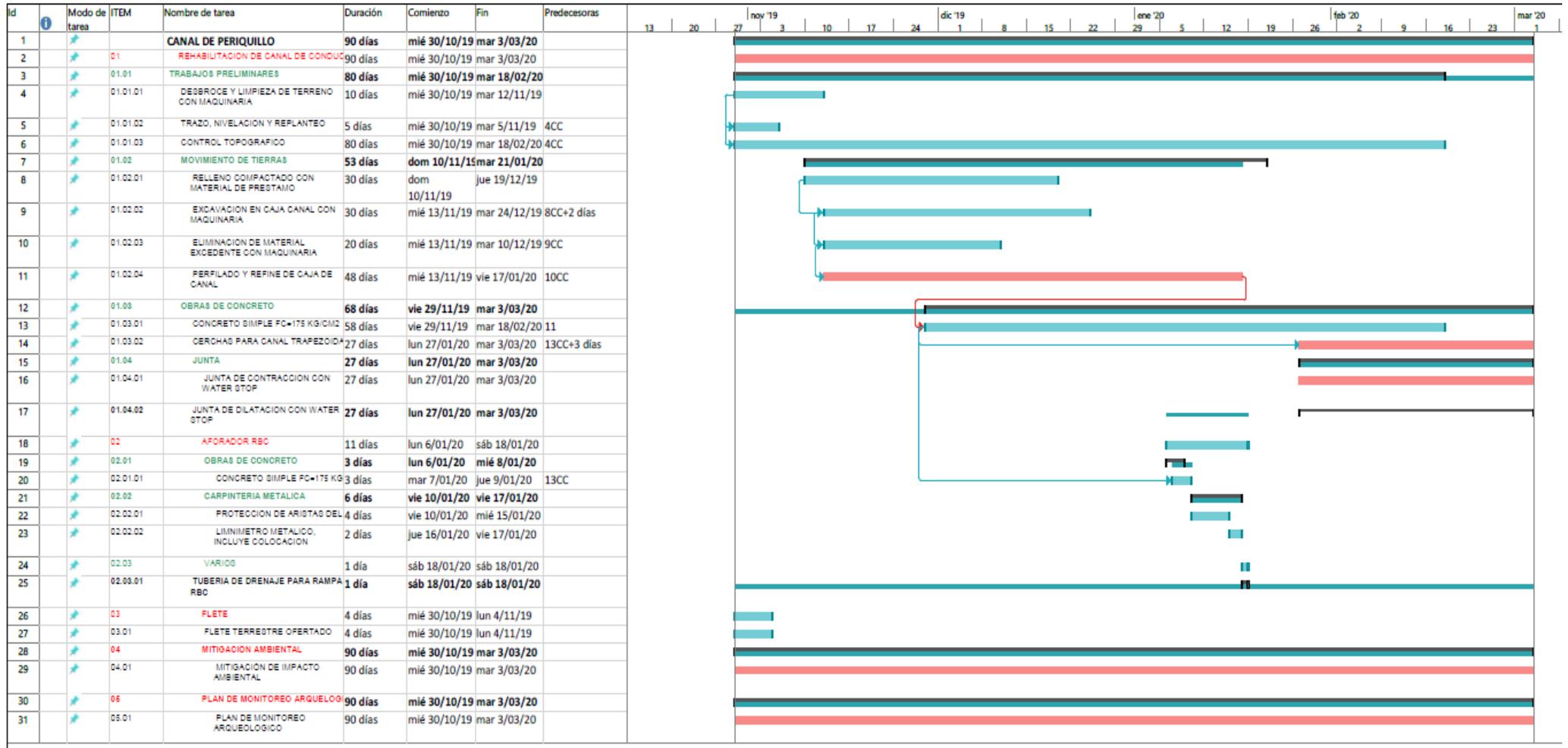
PRESUPUESTO DE OBRA

Figura 74. Presupuesto de Obra
Fuente: Constructora RMI EIRL

PRESUPUESTO DE OBRA					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
01	REHABILITACION DE CANAL DE CONDUCCION				245,131.76
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				12,855.96
01.01.01	DESBROCE Y LIMPEZA DE TERRENO CON MAQUINARIA	KM	0.31	3,923.95	1,216.42
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	930.00	2.03	1,887.90
01.01.03	CONTROL TOPOGRAFICO	mes	1.00	9,751.64	9,751.64
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				165,757.31
01.02.01	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	1,472.28	77.76	114,484.49
01.02.02	EXCAVACION EN CAJA CANAL CON MAQUINARIA	m3	1,082.36	24.45	26,463.70
01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	406.10	51.80	21,035.98
01.02.04	PERFILADO Y REFINE DE CAJA DE CANAL	m2	796.02	4.74	3,773.13
01.03	OBRAS DE CONCRETO				40,666.93
01.03.01	CONCRETO SIMPLE FC=175 KG/CM2	m3	105.85	376.63	39,866.29
01.03.02	CERCHAS PARA CANAL TRAPEZOIDAL	und	16.00	50.04	800.64
01.04	JUNTA				25,851.56
01.04.01	JUNTA DE CONTRACCION CON WATER STOP	m	294.39	58.22	17,139.39
01.04.02	JUNTA DE DILATACION CON WATER STOP	m	147.19	59.19	8,712.18
02	AFORADOR RBC				1,226.23
02.01	OBRAS DE CONCRETO				406.76
02.01.01	CONCRETO SIMPLE FC=175 KG/CM2	m3	1.08	376.63	406.76
02.02	CARPINTERIA METALICA				593.96
02.02.01	PROTECCION DE ARISTAS DEL AFORADOR	m	2.41	67.83	163.47
02.02.02	LIMNIMETRO METALICO, INCLUYE COLOCACION	und	1.00	430.49	430.49
02.03	VARIOS				225.51
02.03.01	TUBERIA DE DRENAJE PARA RAMPA RBC	m	4.70	47.98	225.51
03	FLETE				186,029.96
03.01	FLETE TERRESTRE OFERTADO	GLB	1.00	186,029.96	186,029.96
04	MITIGACION AMBIENTAL				17,750.00
04.01	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	GLB	1.00	17,750.00	17,750.00
05	PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO				18,303.80
05.01	PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	GLB	1.00	18,303.80	18,303.80
Costo Directo					468,441.75
Gastos Generales 10%					46,844.17
Utilidad 10%					46,844.17
Sub Total					562,130.09
Igv 18%					101,183.42
Total					663,313.51

DIAGRAMA DE GANTT

Figura 75. Diagrama de Gantt
Fuente: Elaboración Propia



CALENDARIO VALORIZADO DE EQUIPOS Y MATERIALES

Figura 76. Calendario valorizado de equipos y materiales

Fuente: Elaboración Propia

<i>Calendario de Valorizado de equipos y materiales</i>																		
Obra:	"Rehabilitación del Servicio de Agua Para Riego del Canal de Periquillo, Distrito de Salitral, Provincia de Morropón, Departamento Piura"																	
Ubicación:	SALITRAL-MORROPON-PIURA																	
Costo A	: OCT - 2019																	
CALENDARIO DE EJECUCION																		
Descripcion	Unid	Cantidad	Precio	Parcial	METRADO	30-oct-19 31-oct-19	METRADO	01-nov-19 30-nov-19	METRADO	01-dic-19 31-dic-19	METRADO	01-ene-20 31-ene-20	METRADO	01-feb-20 29-ene-20	METRADO	01-mar-20 03-mar-20		
MATERIALES Y EQUIPOS																		
PERNOS HEXAGONALES DE 3/4" x 3 1/2"	pza	9.00	8.00	72.00	2.00	16.00	3.00	24.00	1.00	8.00	1.00	8.00	1.00	8.00	1.00	8.00		
Piedra Chancada de 1/2"	m3	55.00	30.00	1,650.00	0.00	0.00	10.00	300.00	10.00	300.00	10.00	300.00	10.00	300.00	15.00	450.00		
Arena	m3	52.00	21.00	1,092.00	0.00	0.00	10.00	210.00	10.00	210.00	10.00	210.00	10.00	210.00	12.00	252.00		
MATERIAL AFIRMADO	m3	1,840.35	22.00	40,487.70	0.00	0.00	840.00	18,480.00	800.00	17,600.00	200.35	4,407.70	0.00	0.00	0.00	0.00		
Cemento Portland Tipo I (42.5KG)	BOL	837.00	60.00	50,220.00	0.00	0.00	200.00	12,000.00	200.00	12,000.00	200.00	12,000.00	200.00	12,000.00	37.00	2,220.00		
DISOLVENTE LACA DESMOLDANTE DISOLKRET D50	gln	5.00	35.00	175.00	0.00	0.00	1.00	35.00	1.00	35.00	1.00	35.00	2.00	70.00	0.00	0.00		
WATER STOP PVC DE 6"	m	463.66	30.00	13,909.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	263.66	7,909.80	150.00	4,500.00	50.00	1,500.00		
Yeso de 25 Kg	BOL	12.00	10.00	120.00	3.00	30.00	2.00	20.00	2.00	20.00	2.00	20.00	2.00	20.00	1.00	10.00		
JUNTA INPER WATER STOP NEOPRENE 9"	m	213.25	20.00	4,265.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	2,000.00	100.00	2,000.00	13.25	265.00		
GIGANTOGRAFIA 3.60 X 2.40	und	1.00	700.00	700.00	1.00	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
GASOLINA	gln	70.00	13.50	945.00	10.00	135.00	20.00	270.00	20.00	270.00	10.00	135.00	10.00	135.00	0.00	0.00		
Agua	m3	30.00	20.00	600.00	0.00	0.00	15.00	300.00	5.00	100.00	5.00	100.00	5.00	100.00	0.00	0.00		
Retroexcavadora 80-100 hp - 1m3	hm	380.00	80.00	30,400.00	180.00	14,400.00	60.00	4,800.00	60.00	4,800.00	40.00	3,200.00	40.00	3,200.00	0.00	0.00		
Mezcladora Concreto 11 p3	hm	360.00	10.00	3,600.00	0.00	0.00	120.00	1,200.00	100.00	1,000.00	100.00	1,000.00	40.00	400.00	0.00	0.00		
Vibrador de Concreto	hm	360.00	10.00	3,600.00	0.00	0.00	120.00	1,200.00	100.00	1,000.00	100.00	1,000.00	40.00	400.00	0.00	0.00		
Estacion Total	hm	480.00	10.00	4,800.00	16.00	160.00	80.00	800.00	80.00	800.00	100.00	1,000.00	200.00	2,000.00	4.00	40.00		
Rodillo Liso Vibratorio	hm	240.00	5.00	1,200.00	0.00	0.00	80.00	400.00	80.00	400.00	80.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
MADERA TORNILLO	p2	23.00	5.80	133.40	3.00	17.40	5.00	29.00	5.00	29.00	5.00	29.00	4.00	23.20	1.00	5.80		
ESTACA DE MADERA	und	1,200.00	6.00	7,200.00	100.00	600.00	200.00	1,200.00	200.00	1,200.00	200.00	1,200.00	400.00	2,400.00	100.00	600.00		
CERCHAS	und	16.00	50.04	800.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	300.24	6.00	300.24	4.00	200.16		
PINTURA ESMALTE	gln	3.00	41.50	124.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	41.50	1.00	41.50	1.00	41.50	0.00	0.00		
TEKNOPORT DE 1"	pza	117.75	7.50	883.13	0.00	0.00	7.75	58.13	20.00	150.00	40.00	300.00	40.00	300.00	10.00	75.00		
SELLADOR ELASTOMERICO POLIURETANO	gln	32.83	140.00	4,596.20	0.00	0.00	2.83	396.20	8.00	1,120.00	8.00	1,120.00	8.00	1,120.00	6.00	840.00		
COSTO DIRECTO				171,574.37		16,058.40		41,722.33		41,083.50		36,716.24		29,527.94		6,465.96		
IGV.		18 %		30,883.39		2,890.51		7,510.02		7,395.03		6,608.92		5,315.03		1,163.87		
PRESUPUESTO TOTAL				202,457.76		18,948.91		49,232.35		48,478.53		43,325.16		34,842.97		7,629.83		
PORCENTAJE DE AVANCE PROGRAMADO						9%		24%		24%		21%		17%		5%		
PORCENTAJE DE AVANCE PROGRAMADO ACUMULADO						9%		33%		57%		78%		95%		100%		

CALENDARIO VALORIZADO DE MANO DE OBRA

Figura 77. Calendario Valorizado de mano de Obra

Fuente: Elaboración Propia

<i>Calendario Valorizado de Mano de Obra</i>																
<i>Obra:</i>	"Rehabilitación del Servicio de Agua Para Riego del Canal de Periquillo, Distrito de Salitral, Provincia de Morropón, Departamento Piura"															
<i>Ubicación:</i>	SALITRAL-MORROPON-PIURA															
<i>Costo A</i>	: OCT - 2019		<i>Cliente:</i>	PSI												
							CALENDARIO DE EJECUCION									
<i>Descripción</i>	<i>Unid</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>	<i>METRADO</i>	<i>30-oct-19</i> <i>31-oct-19</i>	<i>METRADO</i>	<i>01-nov-19</i> <i>30-nov-19</i>	<i>METRADO</i>	<i>01-dic-19</i> <i>31-dic-19</i>	<i>METRADO</i>	<i>01-ene-20</i> <i>31-ene-20</i>	<i>METRADO</i>	<i>01-feb-20</i> <i>29-ene-20</i>	<i>METRADO</i>	<i>01-mar-20</i> <i>03-mar-20</i>
PERSONAL																
Operador de Maquinaria pesada	hh	480.00	20.96	10,060.80	32.00	670.72	160.00	3,353.60	160.00	3,353.60	104.00	2,179.84	20.00	419.20	4.00	83.84
Topografo	hh	720.00	20.96	15,091.20	16.00	335.36	160.00	3,353.60	160.00	3,353.60	160.00	3,353.60	160.00	3,353.60	64.00	1,341.44
Operario	hh	1,920.00	20.96	40,243.20	200.00	4,192.00	400.00	8,384.00	400.00	8,384.00	400.00	8,384.00	500.00	10,480.00	20.00	419.20
Oficial	hh	4,380.00	16.99	74,416.20	400.00	6,796.00	1,000.00	16,990.00	1,000.00	16,990.00	900.00	15,291.00	600.00	10,194.00	480.00	8,155.20
Peon	hh	5,598.35	15.29	85,598.77	500.00	7,645.00	1,400.00	21,406.00	1,400.00	21,406.00	1,200.00	18,348.00	900.00	13,761.00	198.35	3,032.77
COSTO DIRECTO				225,410.17		19,639.08		53,487.20		53,487.20		47,556.44		38,207.80		13,032.45
IGV.			18 %	40,573.83		3,535.03		9,627.70		9,627.70		8,560.16		6,877.40		2,345.84
PRESUPUESTO TOTAL				265,984.00		23,174.11		63,114.90		63,114.90		56,116.60		45,085.20		15,378.29
PORCENTAJE DE AVANCE PROGRAMADO						9%		24%		24%		21%		17%		5%
PORCENTAJE DE AVANCE PROGRAMADO ACUMULADO						9%		33%		57%		78%		95%		100%

5. CONCLUSIONES

1. Cuando las obras hidráulicas se ejecutan cerca al río o paralelo, el desvío de cauce de Río es una de las soluciones más eficientes para poder trabajar en campo sin agua en el canal; para ello es importante saber las distintas metodologías necesarias para desviar el cauce del río, así como el uso de maquinaria pesada como excavadora para la construcción de diques que puedan contener el agua y así poder trabajar en campo seco.
2. Para el desvío de río es importante evaluar el material que se utilizara para conformar los diques que sirven como muros y controlan el paso del agua, es por ello para la elección de material se debe considerar el tipo de material, transporte y el tipo de maquinaria en la zona, de tal manera que no aumente en el presupuesto de la obra.
3. Durante la evaluación del afirmado es importante que pase por pruebas de laboratorio, ya que luego será colocado en el canal y después será compactado con rodillos vibratorios. Por tal motivo el afirmado influye en la construcción del canal debido que, al momento de excavar la caja del canal, las paredes y base debe mantenerse sólidas para que luego el vaciado de concretó sea compacto.
4. Muchas veces se encuentran deficiencias en expedientes técnicos de irrigación como problemas como por ejemplo afloraciones en canal, para tal problema es necesario saber el tratamiento para este tipo de patología como colocación de canto rodado en el canal y así poder controlar el nivel freático, lo cual permite continuar con los trabajos en el canal.
5. La limpieza de plantas en el área de trabajo de canal resulta muy importante debido que al momento de la ejecución de la obra circularán trabajadores y maquinas, es por ello se despeja el área de trabajo para que se pueda construir de manera segura y sea de fácil acceso para las personas involucrados en la construcción del canal.
6. La construcción cumpliendo con las especificaciones técnicas resulta que se cumpla con el diseño del volumen que se conducirá en el canal por tanto se cumpla con la ejecución en la obra de manera correcta y eficiente.
7. En el diseño de canal se debe considerar los factores, dimensiones, métodos, etc, adecuados para el buen desarrollo del diseño del canal, ello permitirá que el canal sea eficiente y duradero; en muchos casos el mal diseño de canal conlleva a filtraciones, ineficiencia del canal, poca vida útil; es por ello la importancia que se cumplan los factores de diseño de canal y sea desarrollado por un Ingeniero especialista en diseño de canales.
8. Para el diseño de canal es importante la excavación de profundidad de las calicatas, ya que, si estas no se realizan a una profundidad que corresponde, más adelante al construir el canal se tendrán problemas por afloraciones en el suelo y no permitirá la construcción del canal; es por ello el estudio de suelos es importante para este tipo de construcciones, de tal manera que se diseñe el canal con respecto a la evaluación nivel freático y tener en cuenta si es necesario la colocación de material de estabilización.

6. Recomendaciones

Se recomienda al contratista que antes de empezar la ejecución de la obra, en el cual se ve obligado a desviar el cauce de río para el inicio de obra, evalúe la contratación de maquinaria pesada necesaria para desviar el cauce de río y el tipo de material que se van a construir los diques, de tal manera que estos sirvan de muro ante la cantidad de agua que va resistir y por ello se pueda dar inicio a la ejecución de obra.

En muchas ocasiones antes de empezar una obra, el área de trabajo se encuentra con muchas plantas lo cual dificulta el acceso al lugar, es por ello se recomienda limpiar con personal y maquinaria pesada el lugar de trabajo con el objetivo de tener fácil acceso los trabajadores y las maquinas que trabajarán en la ejecución de la obra.

Se recomienda la buena elección del afirmado para la colocación en el canal, ya que al momento de excavar en el canal la estructura de la caja del canal se pueda mantener de manera compacta, para que luego se pueda vaciar el concreto en la bases y paredes del canal se mantenga sólida la estructura.

Muchas veces la filtración genera grandes problemas en la construcción del canal, es por ello se recomienda colocar canto rodado, ya que el agua escurre entre las piedras y evita la filtración, lo que permite seguir con la construcción de la bases y paredes del canal sin presencia de agua.

7. Bibliografía

- Alberto, L. (2014). Manual N°3 de Mantenimiento de Infraestructura de sistema de Riego; p.12.
- Alberto, L. (2014). Manual N°3 de Mantenimiento de Infraestructura de sistema de Riego; p.27.
- Aditivos especiales, <https://www.aditivosespeciales.com.pe/index.php?prod=359>
- AASHTO. (2004). Materials for Aggregate and Soil-Aggregate Subbase, Base, and Surface Courses.
- Aguado, A. (2006). “Determinación de patología, /article/download.citado en noviembre de 2018”
- Lozolla, J. (1998). (Cierres de cauces y Obras de desvió)
- Constructora RMI EIRL. (2014).
- Chereque, W. (2007). Hidráulica de Canales
- Diques naturales. (2010). <https://www.naturalea.eu>.
- Fisuras en el concreto. (2013), <http://www.imcyc.com/revistacyt/febrero2013/pdfs/ingenieria.pdf>
- Fundamentos de Riego. (2012). www.Agro rural.gob.pe. Perú
- Faustino, J. (1993). Conservación de suelos y aguas practicas mecánicas y estructurales; p.32.
- Filtración de agua, <http://acquatecnologiaperu.com/works/filtracion-de-agua>
- Guía de especificación para el tratamiento de fisuras en el concreto (2019). https://www.toxement.com.co/media/3896/spec_fisuras-comprimido.pdf
- Kelly, Joe W. (1964),” Agrietamiento del Concreto: Causas y soluciones”. Revista IMCYC, Vol2, No8
- Manual de Construcción. (2010). <https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-de-construccion-para-propietarios.pdf>

- Mapa del Perú. (2008).<https://www.inei.gob.pe/media/Menurecursivo/publicaciones-digitales/Est/Lib2015/mapas/mapa00.pdf>
- Manual de Carreteras. Tomo 1. (2013). Perú
- Monjarás, M. (2014). Proyectos de Irrigación; p.6
- Nivel Freático, <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-nivel-freatico>
- Rojas, H. (2014). Manual de Irrigación y drenaje; p.19.
- Rojas, H. (2014). Manual de Irrigación y drenaje; p.26.
- Rojas, H. (2014). Manual de Irrigación y drenaje; p.33.
- Salome, Y. (2016). Manual para la construcción de canales
- Toirac, J. (2004). Patología de la y fisuras en obras prevención construcción. grietas de hormigón. origen y prevención,13-14.
- Vélez L. (2009). “Patologías del concreto. /ingeniería/article/view/1521, citado en julio de 2015”
- Ven Te Chow. (1986) Hidráulica de canales abiertos. México.
- Vial Matarni. (2008). Estudio Definitivo de la Carretera: Camaná–Desvió Quilca–Matarani– Ilo – Tacna; p.2.
- Villón, M. (1995). Hidráulica de Canales
- Villón, M. (2007). Hidráulica de Canales