



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“OPTIMIZACIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE UNA ESTRUCTURA
HIDRÁULICA DE CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN PARA
INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE UNA EMPRESA
RECAUDADORA DE TARIFA DE AGUA DE RIEGO, LA LIBERTAD
2018”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

AUTOR:

ODAR TORRES, DANIEL ENRIQUE

ASESORES:

Mg. Ing. CARRASCAL SÁNCHEZ, JENNER

Mg. Ing. PURIHUAMÁN LEONARDO, CELSO NAZARIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

CHICLAYO – PERÚ

2018



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 06:00 p.m. horas, del día 20 de diciembre del 2018, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 3223, del 19 del 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada:

"OPTIMIZACIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE UNA ESTRUCTURA HIDRÁULICA DE CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE UNA EMPRESA RECAUDADORA DE TARIFA DE AGUA DE RIEGO, LA LIBERTAD 2018"

presentada por EL BACHILLER: ODAR TORRES, DANIEL ENRIQUE

con la finalidad de obtener el Título Profesional de INGENIERO INDUSTRIAL, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

PRESIDENTE : Dr. José Manuel Barandiarán Gamarra
SECRETARIO : Dr. Celso Nazario Purihuaman Leonardo
VOCAL : Mg. Jenner Carrascal Sánchez

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado, se resuelve:

APROBAR POR UNANIMIDAD

Siendo las 06:30 p.m. del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 20 de diciembre del 2018

Dr. José Manuel Barandiarán Gamarra
Presidente

Dr. Celso Nazario Purihuaman Leonardo
Secretario

Mg. Jenner Carrascal Sánchez
Vocal

DEDICATORIA

A mis padres que en vida nunca declinaron ante la adversidad y que en su ausencia terrenal me dejaron lo más valioso que una persona puede tener: La dignidad.

A mi novia y compañera de vida, porque tuve la dicha de tropezar en su camino.

AGRADECIMIENTO

A mi familia por ser un pilar fundamental en mi vida y por su apoyo incondicional en todo el proceso estudiantil.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo quienes con sus enseñanzas fortalecen la formación ética y profesional de los estudiantes.

Un especial agradecimiento a los ingenieros de La Junta de Usuarios Jequetepeque y del Proyecto Especial Jequetepeque Zaña, ya que con su asesoría se pudo llevar a cabo esta investigación.

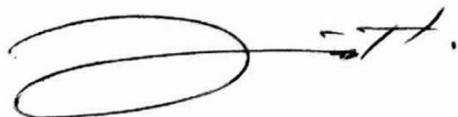
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, DANIEL ENRIQUE ODAR TORRES, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la Escuela académico profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI: 40054129, con la tesis titulada: **“Optimización de la operatividad de una estructura hidráulica de captación y distribución para incrementar la rentabilidad de una empresa recaudadora de tarifa de agua de riego, La Libertad 2018”**. Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son veraces, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude, plagio, auto plagio, piratería o falsificación, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, agosto del 2018.



DANIEL ENRIQUE ODAR TORRES

DNI: 40054129

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **“Optimización de la operatividad de una estructura hidráulica de captación y distribución para incrementar la rentabilidad de una empresa recaudadora de tarifa de agua de riego, La Libertad 2018”**, la misma que está constituida por VII capítulos dispuestos por el reglamento perteneciente a la Universidad Cesar Vallejo.

En el Capítulo I se encuentra la introducción donde se presenta la realidad problemática y los trabajos previos a nivel local, nacional e internacional respectivamente; las teorías relacionadas con el tema, la formulación del problema, la justificación, la hipótesis y los objetivos de la investigación. En el capítulo II muestra la metodología con que se llevó a cabo la investigación, el tipo y diseño, la población y la muestra; así mismo las técnicas e instrumentos empleados, su validez por tres especialistas de la materia y la confiabilidad dada por un estadista bajo el coeficiente del alpha de cronbach, se describen los métodos empleados para el análisis de datos y los aspectos éticos. En el Capítulo III se detallan los resultados de la tesis basados en la aplicación de instrumentos, el análisis de la situación actual y la propuesta de mejora a la problemática de la investigación. En el capítulo IV se contempla la discusión de los resultados. En el Capítulo V se establecen las conclusiones de la investigación, asimismo en el Capítulo VI se mencionan las recomendaciones. Finalmente, en el Capítulo VII se presentan las referencias bibliográficas utilizadas en la presente investigación.

El autor.

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	18
1.1 Realidad Problemática	18
A nivel internacional	18
A nivel nacional	19
A nivel local	21
1.2 Trabajos Previos	22
Investigaciones a nivel internacional	22
Investigaciones a nivel nacional	24
Investigaciones a nivel local	26
Artículos científicos	28
Proyectos de inversión	29
1.3 Teorías relacionadas con el tema	30
1.3.1 Gestión operativa.....	30
1.3.1.2 Funciones de la gestión operativa	30
1.3.2 Herramientas de la gestión operativa	32
1.3.3 Rentabilidad de las operaciones.....	37

1.3.4	Automatismo	39
1.3.5	Indicadores de riego	40
1.4	Formulación del problema	41
1.5	Justificación del estudio	41
1.6	Hipótesis	42
1.7	Objetivos	42
II.	MÉTODO.....	43
2.1	Diseño de investigación	43
2.2	Variables, Operacionalización	43
2.3	Población y muestra	45
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	45
2.4.1	Técnicas de recolección de datos	45
2.4.2	Instrumentos de medición.....	46
2.4.3	Validez.....	47
2.4.4	Confiabilidad.....	47
2.5	Métodos de análisis de datos	47
2.6	Aspectos éticos.....	48
III.	RESULTADOS	49
3.1	Resultado de aplicación de instrumentos	49
3.1.1	Resultado de la entrevista	49
3.1.2	Resultados de la encuesta.....	50
3.1.3	Resultado de la lista de cotejo.....	62
3.2	Análisis de la situación actual	63
3.2.1	Generalidades.....	63
3.2.2	Análisis del proceso	70
3.2.3	Cálculo de la rentabilidad actual	93

3.2.5	Diagrama de Causa Efecto.....	96
3.3	Propuesta / Plan	99
3.3.1	Matriz de planificación	99
3.3.2	Cronograma de actividades para la matriz de planificación	100
3.3.3	Propuesta de automatización	101
3.3.4	Plan financiero de la propuesta	123
IV	DISCUSIÓN.....	136
V.	CONCLUSIONES	138
VI.	RECOMENDACIONES.....	139
VII.	REFERENCIAS	140
	ANEXOS	146
	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	198
	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV.....	199
	REPORTE DE ORIGINALIDAD DEL PROGRAMA TURNITIN	200

Índice de figuras

Figura 1. <i>Ciclo operativo de una organización</i>	31
Figura 2. <i>Proceso productivo de las operaciones</i>	32
Figura 3. <i>Diagrama Causa Efecto</i>	33
Figura 4. <i>Simbología del Diagrama Analítico del Proceso</i>	34
Figura 5. <i>Formato de Hoja de Verificación</i>	34
Figura 6. <i>Formato del Análisis FODA</i>	35
Figura 7. <i>Formato del Estudio de Tiempos</i>	36
Figura 8. <i>Estructura de un sistema automatizado</i>	40
Figura 9. <i>Operacionalización de variables</i>	44
Figura 10. <i>Experiencia laboral en el cargo que desempeña</i>	51
Figura 11. <i>Encuesta sobre manuales de procedimientos</i>	52
Figura 12. <i>Encuesta sobre requerimientos hídricos adicionales</i>	53
Figura 13. <i>Encuesta sobre fluctuaciones anormales de caudal</i>	54
Figura 14. <i>Encuesta del tiempo que lleva controlar una fluctuación anormal de caudal</i>	55
Figura 15. <i>Encuesta sobre los factores que dificultan el control de una fluctuación anormal de caudal</i>	56
Figura 16. <i>Encuesta sobre la frecuencia de las capacitaciones técnicas</i>	57
Figura 17. <i>Encuesta sobre la experiencia del personal en el cargo que desempeña</i>	58
Figura 18. <i>Encuesta sobre la existencia de una guía o plan de mantenimiento</i>	59
Figura 19. <i>Encuesta sobre si se cuenta con las herramientas necesarias para sus labores</i>	60
Figura 20. <i>Encuesta sobre la frecuencia de las capacitaciones técnicas</i>	61
Figura 21. <i>Lista de cotejo para la variable operatividad</i>	62
Figura 22. <i>Ubicación geográfica de la estructura de captación</i>	64
Figura 23. <i>Esquema de la infraestructura hidráulica mayor</i>	65
Figura 24. <i>Organigrama de la empresa</i>	66
Figura 25. <i>Análisis FODA de la empresa</i>	69

Figura 26. <i>Diagrama de flujo del Canal Principal 1</i>	73
Figura 27. <i>Diagrama de flujo del Canal Principal 2</i>	74
Figura 28. <i>Diagrama de flujo del cauce del río</i>	75
Figura 29. <i>Cumplimiento del plan de mantenimiento actual.</i>	78
Figura 30. <i>Diagrama esquemático del proceso de distribución de agua de la bocatoma</i>	79
Figura 31. <i>Diagrama de recorrido del control de caudal con flujo normal.</i>	80
Figura 32. <i>Diagrama de recorrido del control de caudal con flujo anormal.</i>	81
Figura 33. <i>Resumen de tiempos con caudal normal.</i>	83
Figura 34. <i>Resumen de tiempos con caudal anormal.</i>	84
Figura 35. <i>Diagrama Analítico del Proceso realizado al operador de infraestructura.</i>	85
Figura 36. <i>Diagrama Analítico del control con flujo anormal.</i>	86
Figura 37. <i>Diagrama de Pareto para el historial de fallas 2016 - 2017</i>	88
Figura 38. <i>Balance hídrico de la bocatoma 2010 - 2017</i>	90
Figura 39. <i>Diagrama Causa Efecto de la estructura de captación y distribución</i>	96
Figura 40. <i>Diagrama de Gant para las actividades de la propuesta de automatización</i>	100
Figura 41. <i>Plano de ubicación de sensores</i>	103
Figura 42. <i>Diagrama de control de compuertas de fondo, servicio y vagón</i>	104
Figura 43. <i>Diagrama general del sistema automatizado para la bocatoma</i>	105
Figura 44. <i>Alarmas del sistema automatizado</i>	106
Figura 45. <i>Lazo de control canal principal 1</i>	107
Figura 46. <i>Lazo de control canal principal 2</i>	108
Figura 47. <i>Diagrama eléctrico para arranque directo con arrancador electrónico</i> ..	109
Figura 48. <i>Sistema de supervisión FACTORY TALK</i>	111
Figura 49. <i>Esquema de un sensor fotoeléctrico</i>	112
Figura 50. <i>Características del sensor fotoeléctrico</i>	112
Figura 51. <i>Características del sensor de correlación ultrasónico.</i>	113
Figura 52. <i>Sensores ultrasónicos de nivel y velocidad. Fuente: Nivus.es</i>	114
Figura 53. <i>Características técnicas del sensor de nivel ultrasónico</i>	115

Figura 54. <i>Características técnicas de los módulos de control</i>	116
Figura 55. <i>Características técnicas del Controlador Lógico Programable</i>	117
Figura 56. <i>Diagrama de flujo del PLC para el sistema de automatización de la bocatoma</i>	118
Figura 57. <i>Características técnicas del UPS</i>	119
Figura 58. <i>Características técnicas del Switch Ethernet</i>	120
Figura 59. <i>Características de los cables de instrumentación</i>	121
Figura 60. <i>Cronograma de mantenimiento de la bocatoma con los nuevos equipos.</i>	122
Figura 61. <i>Comunicación con el jefe de área</i>	146
Figura 62. <i>Comunicación entre los trabajadores del área</i>	147
Figura 63. <i>Recibimiento del requerimiento hídrico semanal.</i>	148
Figura 64. <i>Frecuencia de mediciones de caudal</i>	149
Figura 65. <i>Aparición de las fluctuaciones anormales</i>	150
Figura 66. <i>Conocimiento de computación básica.</i>	151
Figura 67. <i>Comunicación con el jefe de área</i>	152
Figura 68. <i>Comunicación entre el personal del área</i>	153
Figura 69. <i>Frecuencia del mantenimiento</i>	154
Figura 70. <i>Tiempo de ejecución del mantenimiento</i>	155
Figura 71. <i>Cuenta con los materiales necesarios para el desempeño de las labores.</i>	156
Figura 72. <i>Factores que dificultan el desempeño de las labores</i>	157
Figura 73. <i>Conocimientos de computación básica.</i>	158
Figura 74. <i>Lista de cotejo de la variable operatividad de la estructura hidráulica de captación y distribución</i>	159
Figura 75. <i>Sistema de distribución de agua del valle</i>	161
Figura 76. <i>Plano de la estructura hidráulica de captación y distribución - vista de planta</i>	162
Figura 77. <i>Plano esclusa de captación - vista corte lateral</i>	163
Figura 78. <i>Curva de descarga canal principal 1</i>	164
Figura 79. <i>Curva de descarga del canal principal 2</i>	165

Figura 80. <i>Curvas de descarga de la compuerta de servicio.</i>	166
Figura 81. <i>Curvas de descarga de las compuertas de fondo.</i>	167
Figura 82. <i>Estudio de tiempos para la medición de caudal con flujo normal.</i>	168
Figura 83. <i>Estudio de tiempos para la medición de caudal con flujo anormal.</i>	169
Figura 84. <i>Escala de valoración del ritmo para el estudio de tiempos.</i>	171
Figura 85. <i>Volumen anual entregado periodo 1987 - 2017.</i>	172
Figura 86. <i>Balance hídrico de la estructura hidráulica de captación y distribución 2017</i>	173
Figura 87. <i>Resumen por estructuras hidráulicas del balance hídrico periodo 2017.</i>	174
Figura 88. <i>Requerimiento hídrico semanal de la Autoridad Nacional del Agua</i>	175
Figura 89. <i>Demanda de agua del valle 2017 - 2018.</i>	176
Figura 90. <i>Presupuesto de automatización</i>	179
Figura 91. <i>Costo adicional de servicios eléctricos y mantenimiento de los equipos nuevos.</i>	180
Figura 92. <i>Formato encuesta de operadores.</i>	182
Figura 93. <i>Formato encuesta técnicos de mantenimiento</i>	184
Figura 94. <i>Formato entrevista al jefe de área</i>	187
Figura 95. <i>Formato de lista de cotejo.</i>	188
Figura 96. <i>Formatos hidrológicos canal Talambo y Guadalupe.</i>	189
Figura 97. <i>Formatos hidrológicos río y balance hídrico anual de la bocatoma Talambo Zaña</i>	190
Figura 98. <i>Formatos del resumen anual del balance hídrico y del balance histórico 2010 - 2018 de la bocatoma Talambo Zaña</i>	191
Figura 99. <i>Formato del historial de fallas.</i>	192
Figura 100. <i>Análisis de confiabilidad para la encuesta a los operadores de infraestructura.</i>	193
Figura 101. <i>Análisis de confiabilidad para la encuesta a los técnicos de mantenimiento.</i>	194
Figura 102. <i>Esclusa de captación.</i>	195
Figura 103. <i>Compuertas de servicio.</i>	195

Figura 104. <i>Plataforma de operaciones</i>	196
Figura 105. <i>Canales principales</i>	196
Figura 106. <i>Lectura de mira</i>	197
Figura 107. <i>Lectura de limnógrafo</i>	197

Índice de tablas

Tabla 1. Ficha técnica de la encuesta a operadores de infraestructura	50
Tabla 2. Ficha técnica de la encuesta de técnicos de mantenimiento.....	58
Tabla 3. Canal principal 1	71
Tabla 4. Canal principal 2	71
Tabla 5. Resumen del cumplimiento del plan de mantenimiento actual.....	78
Tabla 6. Resumen de tiempos con control de caudal normal.	83
Tabla 7. Resumen de tiempos con caudal de flujo anormal.....	83
Tabla 8. Resumen del historial de fallas de los años 2016 - 2017	87
Tabla 9. Relación de fallas por número de eventos ocurridos durante el periodo 2016 - 2017	88
Tabla 10. Balance hídrico de la bocatoma periodo 2010 - 2017	89
Tabla 11. Costo en soles del volumen excedente 2010 - 2017	91
Tabla 12. Demanda de agua del sector Jequetepeque regulado.....	92
Tabla 13. Eficiencia operativa del valle Jequetepeque	93
Tabla 14. Estado de ganancias y pérdidas de la empresa.....	94
Tabla 15. Principales indicadores de rentabilidad.....	95
Tabla 16. Escalas de calificación para interpretar el Diagrama Causa Efecto	97
Tabla 17. Tabla de valoración de causas	98
Tabla 18. Matriz de planificación de la propuesta de mejora	99
Tabla 19. Proyección de la demanda de agua.....	123
Tabla 20. Proyección para la disminución de pérdidas.....	124
Tabla 21. Proyección de ingresos por concepto de tarifa de agua	125
Tabla 22. Inversión de la propuesta.....	126

Tabla 23. Depreciación de los equipos de automatización	126
Tabla 24. Financiamiento de la propuesta basado en el método francés	127
Tabla 25. Gastos de operación	128
Tabla 26. Estado de ganancias y pérdidas optimista	129
Tabla 27. Estado de ganancias y pérdidas conservador	130
Tabla 28. Estado de ganancias y pérdidas pesimista	131
Tabla 29. Flujo de caja financiero optimista	132
Tabla 30. Indicadores de evaluación optimista	132
Tabla 31. Relación beneficio costo optimista	133
Tabla 32. Flujo de caja financiero conservador.....	133
Tabla 33. Indicadores de evaluación conservadora.....	133
Tabla 34. Relación costo beneficio conservador.....	134
Tabla 35. Flujo de caja financiero pesimista	134
Tabla 36. Indicadores de evaluación pesimista	134
Tabla 37. Relación beneficio costo pesimista	135
Tabla 38. Lista de cotejo acerca del cumplimiento del plan de mantenimiento actual.	160
Tabla 39. Escala de suplementos del estudio de tiempos	170
Tabla 40. Suplementos para los elementos del control de caudal.	170
Tabla 41. Cronograma de actividades de la propuesta de mejora.....	177

RESUMEN

El agua es un recurso natural finito y vulnerable, es por ello que se busca su mejor aprovechamiento. El objetivo de esta investigación es optimizar la operatividad de una estructura hidráulica que presenta un problema de superávit de agua, el cual no está siendo controlado y que afecta directamente la rentabilidad de la empresa debido a una menor cobranza por concepto de tarifa de agua. Para el análisis correspondiente se emplearon las herramientas de diagnóstico que permitieron identificar las principales causas del problema como son: Las operaciones manuales, la distancia de recorrido, la falta de medición continua y los tiempos improductivos. Así también se procedió a recolectar la información hidrológica de los últimos ocho años, cuantificando económicamente las pérdidas de caudal. Se determinó la rentabilidad actual de la empresa gracias a la documentación económica proporcionada. Los instrumentos aplicados fueron las encuestas, entrevista y listas de cotejo que permitieron tener un mejor panorama del proceso. El diseño metodológico empleado fue no experimental cuantitativo del tipo transversal descriptivo. La población fue la estructura hidráulica de captación y distribución y la muestra es el personal, los documentos y el proceso operacional. La propuesta de mejora fue una automatización del sistema con la finalidad de tener mediciones continuas y en tiempo real; eliminando así las operaciones manuales. El caudal proyectado a recuperar en esta estructura es del 30% del total del superávit anual entregado. La investigación concluye con una evaluación financiera aceptable del proyecto el cual se analizó bajo tres escenarios con un beneficio costo máximo de 1.48 y un mínimo de 1.03, el VAN mayor que cero y una TIR máxima de 42.56% y una mínima de 12.33% que fue superior al interés mínimo aceptable del capital bancario (10%). Se obtuvo un flujo de caja neto de más de 50,000.00 soles en el primer año de la inversión.

Palabras clave: Superávit de agua, control, automatización, disminución de pérdidas.

ABSTRACT

Water is a finite and vulnerable natural resource that is why its best use is necessary. The objective of this research is to optimize the operation of a hydraulic structure, which has a surplus water problem, which is not controlled and which directly affects the profitability of the company due to the fact that it is a minor. Manual tools, travel distance, lack of continuous measurement and unproductive times. This also proceeded to collect the hydrological information of the last eight years, quantifying economically. The real profitability of the company was determined thanks to the economic documentation provided. The instruments applied were the surveys, interviews and checklist that allowed to have a better panorama of the process. The methodological design used was non-experimental quantitative descriptive cross type. The population was the hydraulic structure of catchment and distribution and the sample is the personnel, the documents and the operational process. The improvement proposal was an automation of the system in order to have continuous measurements and in real time; thus, eliminating manual operations. The flow projected to recover in this structure is 30% of the total annual surplus delivered. The investigation concludes with an acceptable financial evaluation of the project which was analyzed under three scenarios with a maximum cost benefit of 1.48 and a minimum of 1.03, the NPV greater than zero and a maximum IRR of 42.56% and a minimum of 12.33% that was above the minimum acceptable interest rate of bank capital (10%). A net cash flow of more than 50,000.00 soles was obtained in the first year of the investment.

Key words: Water surplus, control, automation, loss reduction.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

A nivel internacional

Las operaciones productivas de cualquier organización han ido evolucionando con el tiempo, antiguamente el término era aplicado solamente a bienes. En la actualidad las operaciones involucran tanto a bienes como a servicios; pues ambos requieren un proceso de transformación donde se agrega valor a los insumos. Si se trata de bienes, los insumos son los materiales; y si se trata de producción de servicios, los insumos son las personas (D'Alessio, 2012, p. xix).

Los países asiáticos fueron los primeros que le dieron importancia a la gestión operativa, actualmente, los países en desarrollo atraviesan una creciente competencia productiva y tecnológica debido a los tratados de libre comercio que generaron mercados cada vez más exigentes. En ese contexto las empresas buscan ese valor agregado que los hará diferenciarse de sus pares, por lo tanto, una correcta gestión de sus operaciones hará mejorar su productividad y por ende su rentabilidad (D'Alessio, 2012, p. 4).

Según el diario *“El Comercio”*, a nivel mundial, al 2016, el 80% de grandes organizaciones desaparecieron, entre otras cosas, por falta de innovación o por un mal manejo de su gestión operativa; por el contrario, el 20% restante son las empresas exitosas que adoptaron medidas correctivas en su operatividad y sentido innovador (El Comercio, 2017, párr. 2). Así tenemos por ejemplo los casos de las empresas **Blockbuster vs Netflix**, la primera llegó a valer 8,400 millones de dólares en sólo 10 años de negocio de alquiler de videos originales, la segunda en el año 2000 (aún una empresa pequeña) le propuso asociarse para ofrecer el contenido de su plataforma en internet de manera ilimitada bajo una estrategia de suscripción. Blockbuster rechazó la oferta, luego no supo hacer frente a la avalancha del internet y terminó cerrando en el 2013, mientras Netflix vale hoy como compañía más de 40 mil millones de dólares (El Comercio, 2017, párr. 6).

Como la presente investigación tiene que ver con el aprovechamiento de agua es pertinente traer a colación que en 1992 se realizó “La Conferencia Internacional de Agua y Medioambiente (CIAMA)” que se llevó a cabo en la ciudad de Dublín, Irlanda y en donde se presentó una declaración que consta de 4 principios rectores conocida como los principios de Dublín para el manejo integrado del agua, estos principios son: 1). El agua es un recurso finito y vulnerable. 2). El manejo del agua debe ser participativo, compete a los usuarios y gestores a todo nivel. 3). La participación de la mujer es fundamental para la gestión y protección del agua. 4). El agua tiene un valor económico y debería reconocerse como un bien económico (Tortajada, s.f.,pp. 18-19).

Según la empresa Rubicon Water, se sabe que el 70% de agua en el mundo se usa principalmente en la agricultura y en la producción de alimentos (Rubicon, 2018).

El aprovechamiento del agua es un tema que preocupa a todos los países, por ejemplo, el gobierno australiano presenta una eficiencia del 70% en su sistema de riego; es decir, que el 30% de agua restante no es aprovechado y se pierde antes de llegar a los cultivos, una realidad que no dista mucho del Perú. Sumado a esto, la sequía de trece años que afectó al país australiano durante el periodo 1996 al 2009 obligó a poner en marcha proyectos para modernizar su sistema de riego y así aumentar su eficiencia. Estudios mencionan que el cambio climático sería uno de los factores de la sequía, sin embargo, se hace necesario tomar acciones correctivas para un mejor aprovechamiento de este recurso hídrico considerado como finito. Por el mismo camino Israel, Estados Unidos, España y China están adoptando medidas tecnológicas que puedan mejorar la eficiencia en su sistema de riego (Durán, 2018).

A nivel nacional

Al igual que los demás países latinoamericanos, el Perú ha tenido que hacer frente a la liberación del mercado y la alta competencia generada. Es así que las empresas ponen a prueba su capacidad de generar estrategias en el ámbito operacional. Hay

empresas que se han beneficiado con la apertura de comercio y han logrado conquistar otros mercados, como el caso de las agroindustriales.

También están las microempresas (MYPES) que, en conjunto, aportan aproximadamente el 24% del producto bruto interno al país, algunas, han adoptado herramientas de mejora en sus procesos para incrementar su productividad y rentabilidad. La Sociedad de Comercio Exterior del Perú (COMEX Perú), manifestó que las ventas de las PYMES aumentaron 3% en el año 2016 con respecto al 2015, una tendencia al alza que se observa desde al año 2010. Lo preocupante sigue siendo el alto grado de informalidad de casi 80% (Crece Perú, 2017, párr. 2-3).

Nuestro país no escapa a la problemática por la distribución de agua para riego. El sector agrícola es quizás el menos eficiente al momento de utilizar el agua; por lo tanto necesita de una atención especial. Un mejor aprovechamiento del recurso hídrico significaría volúmenes extras de agua y por lo tanto atendería mayores áreas de cultivo lo que deviene en una mayor entrada de dinero por concepto de tarifa hídrica. En la mayor parte de los valles de la costa, la infraestructura de riego consta de bocatomas que derivan en canales de regadío. En la actualidad existe la disposición de entregar un suministro mayor a lo requerido ocasionando considerables pérdidas de volúmenes de agua ya sea por fallas en la infraestructura de riego, inadecuada operación o malos hábitos de los usuarios en el uso del agua. Socialmente ello se traduce en desaprovechamiento de un recurso vital para el ser humano y económicamente pérdida o baja rentabilidad para la empresa encargada de la operación (ANA, 2013, p. 12).

A nivel local

La finalidad de toda bocatoma, como estructura hidráulica, es captar y entregar agua en forma regulada proveniente de un río para diversos usos. La bocatoma, materia de estudio de la presente investigación, es la segunda obra hidráulica más importante del valle agrícola de La Libertad. Almacena 80,000m³ y regula el agua mediante 6 compuertas de servicio y 6 compuertas de fondo. Abastece a dos canales principales y un alimentador al río. Esta estructura atiende aproximadamente al 70% del valle agrícola, que representa más de 35mil hectáreas de cultivo, su operación y mantenimiento está a cargo de una empresa conformada por las 14 comisiones de usuarios del valle.. La bocatoma entrega aproximadamente más de 500 millones de metros cúbicos al año representando ello un ingreso aproximado de 10.5 millones de soles. Por su envergadura y grado de influencia, existe una gran preocupación por las pérdidas que se muestran en la entrega de agua al valle.

El problema que se percibe es la deficiencia en la operatividad u operación de la estructura, presentando una sobre entrega de agua causada por una fluctuación anormal de caudal, es decir, el suministro no se ajusta al requerido por el valle. Esta fluctuación se evidencia aún más cuando existe una sobre entrega prolongada de agua originando un superávit del recurso hídrico (oferta superior a la demanda), siendo ello la principal preocupación. Se estima que las pérdidas por superávit en esta estructura son aproximadamente 18 millones de metros cúbicos de agua por año, si cuantificamos económicamente este volumen estaremos hablando aproximadamente de más de 300 mil soles anuales por concepto de tarifa de agua no cobrada. Definitivamente esto influye en el índice de rentabilidad anual el cual podría ser mayor si se cobrara este superávit o parte de él. Cabe mencionar que entre la presa y la bocatoma existen 13 tomas rústicas cuyo control no es confiable, el agua de recuperación (aquella que retorna al cauce del río luego de pasar por los cultivos) tampoco tiene un control efectivo, asimismo se ha llegado a detectar más de 250 motobombas instaladas clandestinamente a lo largo de los canales principales que captan el agua de manera informal.

El personal de operaciones manifiesta que uno de los principales inconvenientes para un control adecuado del caudal es la distancia entre equipos de medición y falta de herramientas tecnológicas que hagan más eficiente su labor. Actualmente, el tiempo promedio que les lleva una tarea de medición y control de caudal en términos normales de operación está alrededor de los 12 minutos, esta tarea es realizada cada dos horas. Por el contrario, controlar una fluctuación anormal o sobre entrega prolongada de caudal les lleva alrededor de 30 minutos, considerando que deben hacer el recorrido de medición dos veces, operar el grupo electrógeno y luego operar las compuertas de servicio. El impacto por el superávit de agua dependerá del tiempo que dure dicha fluctuación anormal.

En cuanto a la operatividad de los equipos, la bocatoma cuenta con tecnología que data de mediados de los ochenta y no ha sido renovada en 26 años que lleva operando, se evidencia equipos desfasados y con problemas de calibración. La energía eléctrica que provee HIDRANDINA es solamente monofásica por lo que la operación de las compuertas se realiza a través de grupos electrógenos trifásicos, sumando ello más tiempo de respuesta para regular el caudal.

En base a la problemática planteada se cree conveniente optimizar la operatividad determinando las causas que originan el deficiente suministro del recurso hídrico y proponer alternativas de solución que permitan mejorar la distribución de agua al valle y por ende incrementar la rentabilidad de la empresa.

1.2 Trabajos Previos

Investigaciones a nivel internacional

Vergara (2015), en su tesis para el grado de Magíster “Modelo de costo basado en actividades para la gestión de operaciones de una mina subterránea explotada por Block Caving” de la Pontificia Universidad Católica de Chile, el autor plantea el objetivo de construir un modelo que le permita determinar el costo de cada una de las actividades dentro de la operación con la finalidad de obtener el costo global de una operación. La metodología de la investigación considera tres etapas:

construcción del modelo, validación del modelo y la incorporación de la noción del riesgo. El estudio concluye que la gestión de costos mediante el uso de herramientas presupuestarias y de control permite conocer cuando y donde se consume cada uno de los recursos que necesita un proceso productivo para llevarse a cabo.

Herdocio (2014), en el Seminario “Innovación en países en vías de desarrollo” organizado por la Universidad de Chile la ponente de este trabajo tiene el objetivo de estudiar cuales son los elementos determinantes para la innovación en los países en vías de desarrollo. La metodología utilizada fue a recolección de datos en siete países de América Latina para después ver qué relación existe entre las distintas variables y cómo afectan estas a la innovación en menor o mayor cuantía. El estudio concluye que el elemento diferenciador más relevante para desarrollar la innovación tiene que ver con la adecuada gestión de los conocimientos que la empresa puede acceder.

Solano (2013), en su tesis “Diseño del control y monitorización de las compuertas de las tomas de agua de los ríos Pejibaye y Tapantí, centro producción Río Macho” del Instituto tecnológico de Costa Rica, tiene como objetivo operar y monitorear las compuertas tanto de modo local como remoto a través del sistema SCADA con la finalidad de revertir la operación manual que generan problemas en el proceso y en la seguridad de los operarios por el acceso difícil de las compuertas. Este dispositivo de automatización va a permitir el control del nivel de agua en un rango de lectura de $\pm 5\%$ y operar las compuertas a distancia mediante una comunicación de fibra óptica. Para la identificación del problema se recurrió a entrevistas del personal técnico, análisis documentario y a la técnica de observación directa. La tesis concluye con la reducción del tiempo en las operaciones de las compuertas, la fácil interpretación del usuario al momento del monitoreo y reducción de los riesgos en la seguridad del personal al tener un sistema remoto.

Falla, Gadea & Gómez (2013, pp. v-vii), en su tesis: “Reingeniería de la gestión de operaciones del departamento de producción de una empresa litográfica nacional” de la Universidad de Costa Rica, tiene como objetivo rediseñar la gestión de

operaciones del área de producción con la finalidad de integrar las prácticas de manufactura con la estrategia de negocio y así incrementar la competitividad de la empresa. Para ello se diagnostica la situación actual mediante encuestas a los clientes y datos recolectados de la empresa. El estudio de tiempos determina que el 70% del tiempo total se pierde en la sección de alisto y otros tiempos improductivos. En el desarrollo se aplicó la técnica de manufactura esbelta, SMED, estandarización de recursos, capacitaciones y un sistema de comunicación interna. El estudio concluye con una reducción del 40% del tiempo de alisto promedio y un 39.5% de ahorro del tiempo total de procesamiento, se consiguió agilizar los procesos internos como la programación de la producción, búsqueda de materiales y comunicación constante entre áreas. Al emplear la flexibilidad como un mecanismo de integración entre la estrategia de la empresa y las prácticas de manufacturara se logra adaptar con éxito al cambio de las circunstancias del entorno.

Gavilánez (2013), en su tesis “Sistema de Control y Supervisión de las Compuertas del Vertedero 1 de la Represa Agoyán por medio de un Panel HMI Local” de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo tiene, como objetivo general desarrollar un sistema de control y supervisión de las compuertas del reservorio de Agoyán que busca tener un control eficiente en la regulación del nivel de agua de la presa acortando los tiempos de respuesta con respecto a las operaciones manuales e igualando los tiempos empleados en el sistema automatizado de la central Agoyán. La regulación que se obtuvo en las compuertas fue fina y media con una diferencia en las lecturas de 0.40cm de variación. Se comprobó la señalización de los finales de carrera y finalmente se le facilita al operador la detección de fallas desde el panel de control.

Investigaciones a nivel nacional

Pineda (2018, pp. 4-5), en su tesis “Gestión del agua y las estrategias de acceso al riego en la comunidad de Llañucancha, Abancay – Apurímac” de la Universidad Tecnológica de Los Andes describe como finalidad proponer un plan de gestión integral del agua con estrategias de acceso al riego en la comunidad de

Llañucancha, contemplando para ello: la infraestructura de riego, el sistema de riego y el área de riego; y así poder determinar el balance hídrico necesario (oferta y demanda) para la comunidad. Actualmente existe un déficit de riego de tierras agrícolas del 61%. Para cambiar esta realidad se propuso fortalecer las juntas de usuarios, mejorar la operación, mantenimiento y distribución de agua de manera eficiente, implementar riego presurizado, manejo de caudales y tiempos de riego. Con ello se pasaría de una situación de déficit a una situación de superávit llegando a una cobertura del 90% de tierras agrícolas.

Córdova (2017, p. ix), en su tesis: “Propuesta de mejora de distribución de recursos hídricos del Proyecto Especial Chincas de la cuenca del río Santa – Ancash” de la Universidad César Vallejo tiene como objetivo principal la evaluación, diagnóstico y propuesta de mejora en la distribución del recurso hídrico de la cuenca del Santa. La metodología empleada fue no experimental del tipo descriptivo. Se empleó la técnica de observación teniendo como instrumento fichas técnicas para la recolección de datos; y la técnica de análisis documental. Luego de procesar la información se concluye que durante el periodo de avenidas se produce un superávit de caudal el cual puede ser aprovechado mediante un embalse que sirva de respaldo durante el periodo de estiaje, dando como resultado un mejor aprovechamiento de este recurso.

Salazar & Plasencia (2016), en su tesis: “Propuesta de mejora de los procesos de producción y calidad para incrementar la rentabilidad de la empresa agropecuaria San Miguel S.R.L.” de la Universidad Privada del Norte tiene como finalidad mejorar los procesos de producción y calidad para incrementar la rentabilidad. La metodología usada fue pre experimental del tipo aplicada basándose para ello en la aplicación de las 5s, reducción de tiempos no productivos, aplicación del HACCP y aplicación del ciclo de Deming lo que les permitió aumentar la rentabilidad de la empresa de 28% a 30%, incrementar las ventas en un 13%, redujeron el personal que atiende los galpones de 16 a 13 por lo que la productividad se incrementó en un 36%, redujeron la tasa de mortalidad de aves en 6.7% y disminuyeron el porcentaje de huevos defectuosos de 17.3 a 8.4%. El estudio concluye que las propuestas de

mejora generaron ingresos que ascendieron a S/ 1, 867,073 soles. El beneficio costo fue de 1.75.

Arenas & Reynoso (2013), en su tesis: “Optimización de la asignación y programación del despacho y control de mensajería interna y externa de una empresa productora y distribuidora de productos de consumo masivo” de la Pontificia Universidad Católica del Perú indica como objetivo principal, plantear una optimización de recursos en cada área de la empresa que conlleve a generar ahorros. Se recopiló información necesaria para identificar el escenario actual y proponer nuevo sistema de trabajo. La reducción que se obtendría con esta propuesta es del 50% en mensajería interna. En la mensajería externa se conseguiría una disminución del 29% del trayecto total recorrido hoy en día. Tomando en cuenta el planteamiento propuesto, los autores concluyen que el ahorro podría llegar a la suma de S/ 49,445.00 soles en beneficio de la empresa.

Investigaciones a nivel local

Rufino (2016, p. 39 - 40), en su tesis: “Automatización del control de compuertas para mejorar el sistema de distribución de agua y sedimentos del desarenador – Proyecto Chavimochic” de la Universidad César Vallejo tiene como objetivo general diseñar un sistema de automatización de compuertas que le permita mejorar el sistema de distribución de agua y sedimentos. El diseño de investigación es no experimental del tipo explicativo. Las técnicas empleadas fueron la entrevista, el análisis documental y la observación directa. La investigación concluye con un proyecto rentable recuperando la inversión en menos de cinco años y con una capacidad de ahorro por encima de los 50,000 soles anuales.

Morales (2016), en su tesis: “Propuesta de mejora en el proceso productivo en la empresa Industrias y Derivados S.A.C. para incremento de la productividad” tiene como objetivo contribuir a la mejora continua de la producción de agua de mesa embotellada de 20 litros. La metodología empleada es no experimental del tipo descriptivo cuantitativo. Se realizó un diagnóstico general para atacar las causas al

problema creciente de pedidos no atendidos. Luego del análisis se identificaron inconvenientes como pérdida de materia prima, falta de planificación, personal no calificado. Se realiza un análisis de movimientos para reducir los cuellos de botella, se propone capacitar al personal para que apoyen el proceso de estandarización, lo cual incrementaría la producción de 15 a 22 unidades por hora y la productividad de materia prima a 83.33%. Se presenta un nuevo diagrama de recorrido eliminando el transporte innecesario, con ello el cuello de botella disminuiría de 4 a 2.72 minutos. Finalmente, al evaluar la propuesta se obtiene un VAN de S/ 1, 402,440.00 y una TIR de 58%.

Romero (2016), en su tesis: “Planificación y control de la producción para aumentar la productividad en la empresa de productos de limpieza Kryzzal” de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo plantea diseñar y controlar el proceso productivo de la empresa que se ve afectada por días sin producción y ventas nulas. Se definió la condición operativa real de la empresa a la par con los índices de productividad, después se estandarizó la producción que genera más rentabilidad, además se estimó la cantidad a producir basado en las ventas de los últimos 5 años determinando así el plan de materia prima requerida y el plan de producción. Como conclusión obtuvieron mejor productividad de mano de obra elevando la producción de 38 a 46 unidades por hora – hombre, el cuello de botella disminuyó de 2.99 a 2.57 min y el beneficio costo fue de 2.45.

Chávez & Inoñan (2014), en su tesis: “Propuesta de mejora de los procesos operativos de la empresa de confecciones Diankris” de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo presentan como finalidad examinar los procesos que afectan la productividad de la empresa para elaborar una mejora fundamentada en la gestión operacional. La metodología aplicada fue empírica – teórico, basado en el estudio de campo y recolección de datos. La propuesta tiene un plan de acción que consta en mejorar los procesos logísticos, reestructuración de la empresa, manual de procedimientos y sistema de control. Se concluye luego de la evaluación económica con un TIR de 16.77%, el VAN es de S/. 17,179.06 soles y un beneficio costo de 3.42 permitiendo que la propuesta sea rentable.

Artículos científicos

En el artículo científico de iagua.es escrito por Xavi Durán Ramírez describe cómo el gobierno australiano se comprometió a reducir las pérdidas de agua que registraban 2,750MMC al año. La distribución en ese país era por gravedad y tenían una eficiencia de 70% es decir el 30% restante se perdía, una realidad que no dista mucho del Perú. Se intentó compensar con plantas de desalinización, pero el costo era elevado en comparación a la modernización del riego. Se demostró que la principal causa de pérdidas de agua era la incapacidad de los operadores para llevar un control adecuado del suministro utilizando estructuras manuales de control en los canales. El gobierno automatizó 700 Km de canales en la localidad de Shepparton bajo el proyecto llamado Total Channel Control (TCC). La eficiencia pasó del 70% al 90% con la automatización, llegando a ahorrar 40MMC (millones de metros cúbicos). Actualmente el mismo sistema está siendo replicado en el distrito de Goulburn-Murray (Australia) donde se espera ahorrar 429MMC anuales que significa el consumo anual equivalente al de una ciudad de cuatro millones de personas (Durán, 2018).

El artículo escrito por Alejandro Royo “Abrir la tajadera desde casa” para el suplemento del Heraldo de Aragón de España describe como la empresa Riegosalz ha realizado un piloto para mejorar el sistema de riego tradicional por uno automatizado en la comunidad de regantes de Huerta de Pina. Este piloto consistió en instalar compuertas con control autónomo de apertura y cierre a través desde un centro remoto de control con comunicación GPRS y radio LORA. El piloto ha logrado reducir las pérdidas operacionales y disminución en los costos de agua, la mano de obra pasa ahora solamente a la función de supervisión. El avance de la tecnología no escapa a la agricultura y este es sólo un ejemplo más de cómo se está actuando en este sector que es el que más agua dulce utiliza (Royo, 2018, p. 6).

En el artículo de la Revista Electrónica “Cultura científica y tecnológica” llamado: “Estudio de tiempos: un análisis comparativo” se establece que el estudio de tiempos tiene un papel importante en cualquier organización de bienes o servicios que se ve

reflejado directamente en la productividad o rentabilidad de la empresa. Es así, que mediante esta técnica podemos establecer estándares de tiempos para el planeamiento, calcular costos, presupuestar, programar, contratar, evaluar la productividad, entre otras actividades. Es por ello que cualquier empresa que busca una alta competitividad debe de hacer uso de estas técnicas de estudios de tiempos eligiendo la adecuada para analizar una determinada actividad con el fin de proponer alternativas de mejora. Las técnicas más usadas por los expertos son: registros tomados en el pasado, estimaciones de tiempo realizadas, tiempos pre determinados, estudios de tiempo con cronómetro que es la más usada (De la Riva, Escobedo, Maldonado & Rico, 2015).

Proyectos de inversión

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) a través del área de estudios de proyectos hidráulicos multisectoriales realizó un proyecto de inversión pública: “Obras de control y medición de agua por bloques de riego en el valle Chancay Huaral” detectando que uno de los factores principales de la ineficiencia en el sistema de regadío es la falta de estructuras de control y medición de agua, ya que no son capaces de atender a todo el sistema, lo que da pie a un incremento de caudal mayor al asignado y por ende menor cobranza por concepto de tarifa de agua. Estos factores no contribuyen al manejo eficiente en la distribución del recurso hídrico. En el valle Chancay Huaral hubo un margen excedente del 12.64% equivalente a 33.07 millones de metros cúbicos de agua adicional. El proyecto en mención busca incrementar la eficiencia de distribución en un 9% obteniendo un ingreso económico anual a recuperar de 117,406.35 soles, controlando un volumen adicional de 15.013 millones de metros cúbicos (ANA, 2013, p. 2-3).

1.3 Teorías relacionadas con el tema

1.3.1 Gestión operativa

“Gestión operativa es un modelo de gestión compuesto por un conjunto de tareas enfocadas a la mejora de las organizaciones internas, con el fin de aumentar su capacidad para conseguir los propósitos de sus políticas y sus objetivos operativos” (Definición de gestión operativa, 2015, párr. 1).

“Dentro de la gestión operativa quedan englobadas también las diversas gestiones de producción, distribución, aprovisionamiento, recursos humanos y financieros” (Definición de gestión operativa, 2015, párr. 2).

1.3.1.1 Alcance de la gestión operativa

La gestión operativa abarca cambios no solamente en la estructura de la organización, sino también en el sistema de los roles y funciones lo cual tienen una notable influencia en cuestiones como la elección de personal directivo y mandos intermedios. Asimismo, la gestión operativa influye en los procesos de capacitación de personal, las relaciones entre los circuitos organizativos y la tecnología y la introducción de innovaciones técnicas y estratégicas acordes con los proyectos en curso (Isotools, Alcance y funciones de la gestión operativa, 2015, párr. 1).

1.3.1.2 Funciones de la gestión operativa

Las principales funciones de la gestión operativa son:

Análisis de los servicios. “[...] Concordancia entre los servicios ofrecidos o que se piensa ofrecer y los requerimientos de clientes y proveedores. También implica el cumplimiento de las especificaciones técnicas propias de cada producto o servicio y a las pruebas de su correcto funcionamiento” (Isotools, Alcance y funciones de la gestión operativa, 2015, párr. 2)

Análisis de los procesos. “Gestión de los procesos técnicos y administrativos de la organización y el estricto cumplimiento de leyes y normativas relacionadas con el

proceso de producción de artículos y prestación de servicios” (Isotools, Alcance y funciones de la gestión operativa, 2015, párr. 3).

Revisión de los modos de diseñar y dirigir. “[...] proceso continuo y permanente de los procedimientos más eficaces para la realización de proyectos y prestación de servicios, tratando de lograr los mejores resultados y la máxima productividad y rentabilidad con el fin de optimizar al máximo los recursos (Isotools, Alcance y funciones de la gestión operativa, 2015, párr. 4).

Podemos decir que la gestión operativa contribuye al ciclo operativo de la organización el cual se constituye de 3 pilares básicos: Finanzas, operaciones y marketing. Estos tres pilares están unidos por los recursos humanos y logística (Ver figura 1).

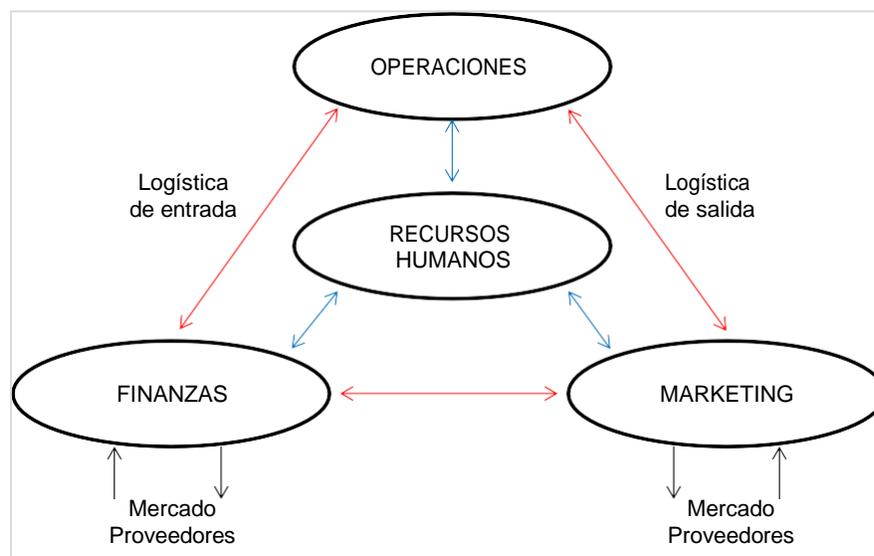


Figura 1. Ciclo operativo de una organización.

1.3.1.3 Operaciones productivas

Dado que la presente investigación involucra la operatividad, nos ocuparemos sólo de este pilar dentro de la empresa.

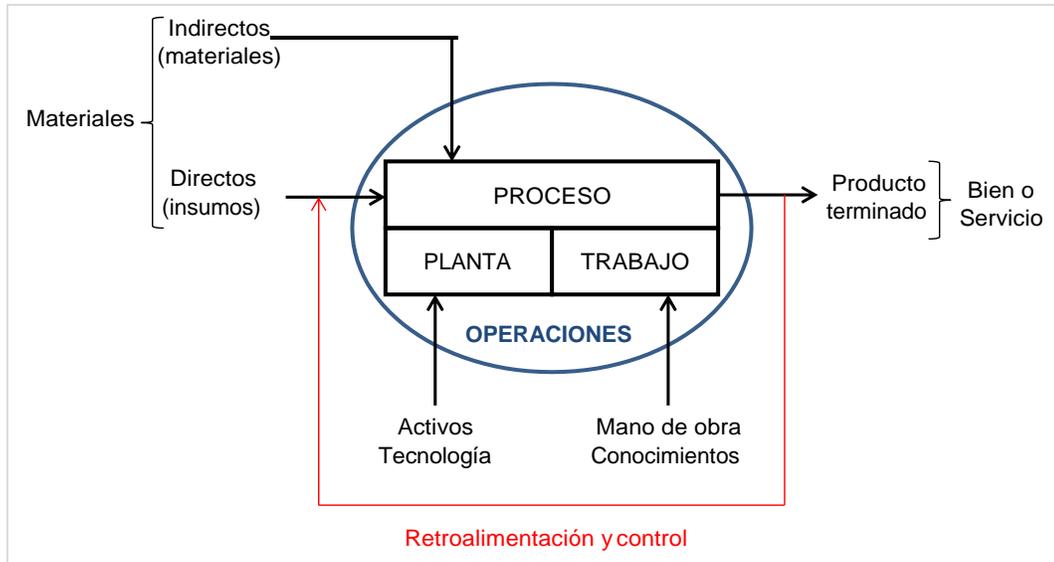


Figura 2. *Proceso productivo de las operaciones.*

Toda organización, ya sea de bienes o servicios, contempla el área de operaciones productivas, que es la responsable de transformar los materiales (directos e indirectos) en producto terminado (bien físico o servicio) a través de una ejecución de procesos. Todo proceso está conformado por un conjunto de actividades usando para ello una planta y trabajo. El proceso puede verse afectado justamente por la relación que existe entre la tecnología con que cuenta el activo y la capacitación del personal para operarlos y mantenerlos. (D'Alessio, 2012, pp. 9-11).

1.3.2 Herramientas de la gestión operativa

1.3.2.1 Diagrama Causa – Efecto

Conocido también como el diagrama Ishikawa (atribuido por el nombre de su creador Kaoru Ishikawa), esta herramienta permite identificar y clasificar las posibles causas de un problema o efecto específico convirtiéndola en una de las herramientas más usadas herramientas de gestión al momento de tomar decisiones. Su estructura es intuitiva: identificando primero el problema para después enumerar las posibles causas que lo originan. Una forma válida de realizar el diagrama Causa Efecto es haciendo la pregunta “¿por qué?” hasta tres veces después de identificar una causa con la finalidad de llegar a la raíz del

problema, facilitando así la decisión a tomar (GeoTutoriales, 2017, párr. 2-3). A continuación, se muestra el formato del diagrama Causa Efecto:

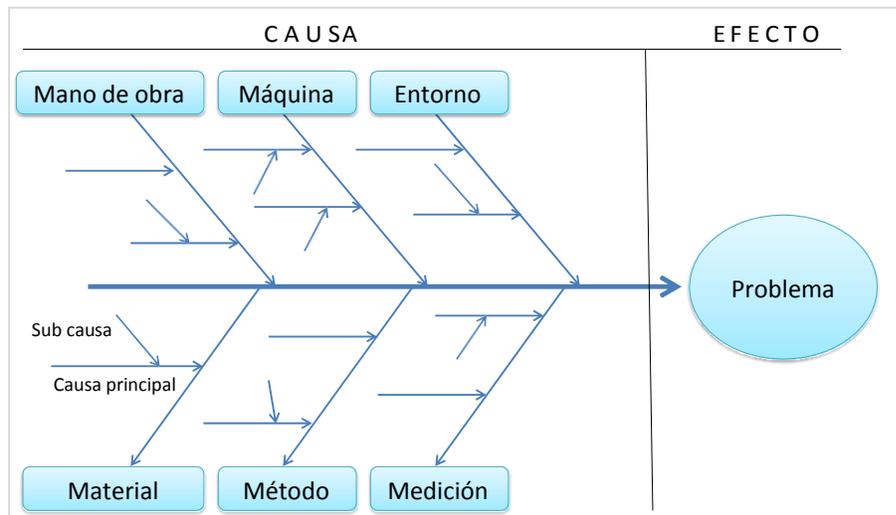


Figura 3. *Diagrama Causa Efecto*

1.3.2.2 Diagrama de flujo

“Es una representación gráfica que muestra todas las actividades de un proceso; permite ver la relación y la secuencia lógica entre los pasos (actividades) del proceso. Es una fotografía de un proceso en un momento dado” (D'Alessio, 2012, p. 529). La simbología que se emplea en procesos operativos es estandarizada, ver figura 4.

SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
○	Operación	Indica las principales fases del proceso. Agrega, modifica, etc.
□	Inspección	Verifica la calidad y/o cantidad. En general no agrega valor.
⇒	Transporte	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
D	Espera	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
▽	Almacenamiento	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén.
◻	Combinada	Indica varias actividades simultáneas.

Figura 4. Simbología del Diagrama Analítico del Proceso.

1.3.2.3 Hojas de verificación o de chequeo

Conocidas como fichas de inspección, se pueden usar como una lista de chequeo al momento de recolectar la información. Se emplean para ordenar los hechos de modo que se haga más fácil la recolección de datos útiles sobre un posible problema de calidad (Hojas de verificación, 2017, párr. 1).

Existen diferentes plantillas en función al procedimiento planteado, ya sea para ubicar defectos en un determinado producto o controlar un proceso. Estas plantillas resultan útiles al momento de construir un diagrama de Pareto o Histogramas.

HOJAS DE VERIFICACIÓN PARA FALLAS DE EQUIPOS			
Equipo	Tipo de falla	Total de fallas	Observaciones

Figura 5. Formato de Hoja de Verificación

1.3.2.4 Análisis FODA

Es una herramienta de análisis y planificación estratégica diseñada para identificar las fortalezas y debilidades internas de la empresa y las oportunidades y amenazas externas a la organización. Por consiguiente, cada inicio de letra con los conceptos descritos anteriormente forman la sigla FODA. En consecuencia, el análisis FODA proporciona a la empresa una serie de estrategias que se pueden aprovechar para afrontar diversos escenarios, cada uno de los cuales se puede planear y evaluar (Goodstein, Nolan y Pfeiffer, 1998, p. 370).

	Fortalezas	Debilidades
	1. 2. 3. HACER LISTA DE FORTALEZAS 4. 5.	1. 2. 3. HACER LISTA DE DEBILIDADES 4. 5.
Oportunidades	1. Estrategia FO	2. Estrategia DO
1. 2. 3. HACER LISTA DE OPORTUNIDADES 4. 5.	1. 2. USO DE FORTALEZAS PARA APROVECHAR OPORTUNIDADES 3. 4. 5.	1. 2. VENCER DEBILIDADES APROVECHANDO OPORTUNIDADES 3. 4. 5.
Amenazas	3. Estrategias FA	4. Estrategias DA
1. 2. 3. HACER LISTA DE AMENAZAS 4. 5.	1. 2. 3. USAR FORTALEZAS PARA EVITAR AMENAZAS 4. 5.	1. 2. REDUCIR A UN MÍNIMO LAS DEBILIDADES Y EVITAR AMENAZAS 3. 4. 5.

Figura 6. Formato del Análisis FODA.

1.3.2.5 Estudio de tiempos

Es una herramienta de la medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos del trabajo de los elementos involucrados en una tarea definida, realizada bajo determinadas condiciones con la finalidad de analizar los datos para averiguar el tiempo requerido que se necesita en la ejecución de dicha tarea según una norma de cumplimiento pre establecida. El objetivo es eliminar los tiempos improductivos el cual no genera valor agregado (Kanawaty, 1996, p. 273).

Para la Oficina Internacional del Trabajo, el estudio exige de tres materiales necesarios para llevarse a cabo, estos son: El cronómetro, el tablero de

observaciones y el formulario de estudio de tiempo. Implementos que servirán para registrar los datos obtenidos en campo y que podrán complementarse con una calculadora o computadora de oficina. Además, si el especialista lo cree necesario puede hacer uso de otros instrumentos de medición como una cintra métrica, una regla de metal, etcétera (Kanawaty, 1996, p. 274).

En los casos de ciclo muy breve y el cronómetro no tenga la precisión suficiente, el especialista podrá recurrir a una técnica diferente o en todo caso utilizar el registro fílmico contando el número de imágenes siempre y cuando la velocidad de proyección sea la misma con la velocidad que se tomaron las imágenes. También puede colocar el cronómetro delante del enfoque de la cámara, así se registra el tiempo y el trabajo ejecutado que puede ser visualizado luego en cámara lenta (Kanawaty, 1996, p. 281). A continuación se muestra el formato del estudio de tiempos:

ESTUDIO DE TIEMPOS													
Departamento:								Estudio N°: Hoja N°: de					
Operación:								Término: Comienzo: Tiempo transcurrido:					
Estudio de métodos N°				Instalación / Máquina:				Operario: Ficha N°:					
Herramienta y calibradores:								Observado por: Fecha: Comprobado:					
Método utilizado:				Piezas / Unidad:									
Producto / pieza:				Número:									
Plano N°:				Material:									
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TIEMPO OBSERVADO									FV	TB	S	TS
	1	2	3	4	5	6	TT	TP					
Elemento 1													
Elemento 2													
Elemento 3													
Elemento 4													
Elemento 5													
Nota: TT: Tiempo total. TP: Tiempo promedio. FV: Factor de valoración. TB: Tiempo base. S: Suplementos. TS: Tiempo estándar													

Figura 7. Formato del Estudio de Tiempos

1.3.3 Rentabilidad de las operaciones

1.3.3.1 Rentabilidad

“La rentabilidad es una tasa que se encuentra al dividir las ganancias (utilidades) entre el costo de inversión multiplicado por 100” (Arbaiza, 2015, p. 205.). La fórmula general de la rentabilidad se muestra a continuación:

$$\text{Rentabilidad} = \text{Ganancias} / \text{Costo de inversión} \times 100$$

La *rentabilidad operacional* está relacionada entre la utilidad y los ingresos por ventas y es el resultado de las *estrategias*, las *políticas* y las *decisiones* de los directivos de la administración *financiera y operativa* de la empresa. Para interés de esta investigación utilizaremos los márgenes más comunes que se desglosan de las operaciones (Álvares, 2016, p. 378).

Margen bruto (MB): Es una tasa que se encuentra al dividir la utilidad bruta (UB) entre los ingresos por ventas (Vn).

Margen neto (MN): Es una tasa que se encuentra al dividir la utilidad neta (UN) entre los ingresos por ventas (Vn).

1.3.3.2 Indicadores de rentabilidad

Estado de Ganancias y pérdidas

El estado de ganancias y pérdidas (EGP) es una de las documentaciones más importantes que tiene el plan de finanzas, muestra los ingresos y egresos operativos durante un tiempo determinado permitiendo conocer la rentabilidad de la empresa. Básicamente nos ayuda a saber cuánto dinero nos queda después de pagar todos los gastos. El EGP permite conocer las fortalezas y oportunidades de mejora al momento de tomar decisiones que busquen generar mayores ingresos (Arbaiza, 2015, pp. 206-205).

El valor actual neto

El valor actual neto (VAN) es el método más usado para estimar el valor actual de los ingresos proyectados. Como sabemos un sol en la actualidad no valdrá igual dentro de 2 años o más. Para hallar el VAN se resta al valor actualizado de los ingresos la cantidad del valor actualizado de los egresos incluida la inversión inicial. Si el VAN es positivo, el dinero por recuperar será mayor al invertido obteniendo rentabilidad. Como el dinero tiene un valor cambiante en el tiempo se debe aplicar el costo de oportunidad de capital (COK) (Arbaiza, 2015 p. 211).

Costo de oportunidad de capital (COK)

El COK es una tasa que evalúa las diferencias de valor según el tiempo. Para determinar el COK es recomendable que lo haga un financista, sin embargo, el programa Excel tiene una función para calcular el VAN pero se debe contar con la tasa de descuento que podrían ser: tasas de interés del mercado, tasa de rentabilidad de la empresa, tasa representativa del costo de oportunidad, etcétera (Arbaiza, 2015, p. 211).

Tasa interna de retorno

La Tasa interna de retorno (TIR) es otro mecanismo que nos permite conocer la rentabilidad de una empresa, negocio o inversión a lo largo del tiempo. Mantiene el mismo valor tanto para los ingresos como para los egresos. Para conocer la TIR es necesario saber la tasa de interés a largo plazo. La TIR deberá ser mayor que esta tasa. En resumen, la TIR es la tasa máxima que se puede pagar para realizar una inversión. Es posible también calcular la TIR en Excel. (Arbaiza, 2015, p. 212).

Relación costo beneficio

Es una herramienta financiera que evalúa la relación entre los costos y beneficios relacionados a un proyecto de inversión con la finalidad de saber si será rentable o no en el tiempo. La inversión no sólo está asociada a un nuevo negocio sino también a una inversión de un negocio ya encaminado como parte de la política de la

empresa de innovar o invertir en el desarrollo de nuevas propuestas o productos, o también obtención de nuevo equipamiento. Para que el negocio sea rentable el indicador del costo beneficio debe ser mayor a 1 (Crece Negocios, 2012, párr. 1). La fórmula para hallar el beneficio costo es la siguiente:

$$B/C = \Sigma \text{VAN de ingresos} / \Sigma \text{VAN de costos} + \text{inversión}$$

1.3.3.3 Productividad

La productividad es un indicador que mide el nivel de aprovechamiento de todos los componentes que influyen al momento de elaborar un producto; es por eso que se hace necesario el control de la productividad. Cuanto mayor sea la productividad de nuestra organización, menor serán los costos de producción y, por lo tanto, aumentará nuestra rentabilidad y competitividad dentro del mercado. (Cruelles, 2012, p. 10).

$$A: > \text{ PRODUCTIIDAD} < \text{ COSTOS DE PRODUCCIÓN}$$

1.3.4 Automatismo

Un sistema automatizado es aquel proceso con la capacidad de ejecutar una serie de acciones previamente programadas y con total autonomía (sin la intervención del ser humano) cumpliendo una determinada finalidad para lo que fue diseñado. Es básicamente un sistema de control que recibe señales de los sensores o actuadores del sistema y los procesa de manera eficiente para ejecutar órdenes de control (Ariño, Romero & Sanchis, 2010, p. 6). A continuación se muestra la estructura típica de un sistema automatizado.

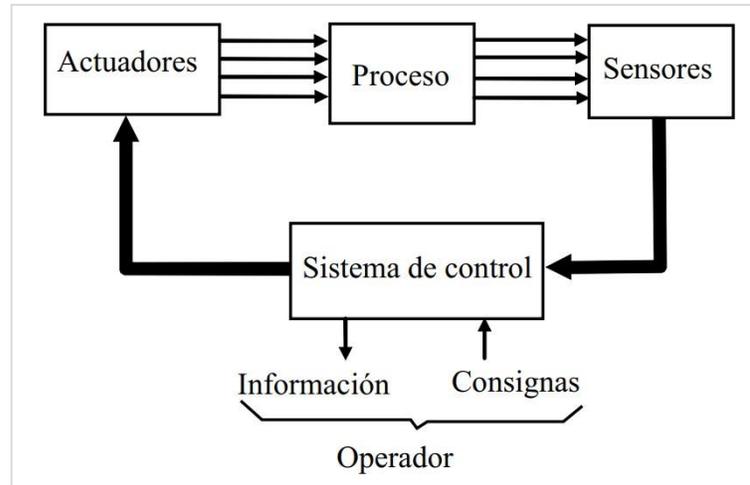


Figura 8. Estructura de un sistema automatizado.

1.3.5 Indicadores de riego

1.3.5.1 Eficiencia operativa

“Es la relación que existe entre la cantidad de agua utilizada por los cultivos y la cantidad de agua entregada o captada desde una fuente natural” (MINAGRI, 2015, p. 7). La fórmula aplicada es la siguiente:

$$E_f \text{ Operativa} = \frac{\text{Volumen neto del sistema}}{\text{Volumen bruto del sistema}}$$

1.3.5.2 Índice de Suministro Productivo (SDI)

Este indicador, que en por sus siglas en inglés SDI (Successful Delivery Index), es una métrica desarrollada por Rubicon Water y Southern Rural Water para medir la fiabilidad del suministro en sistemas automatizados de riego. El indicador es $\pm 10\%$. Según pruebas realizadas, la eficiencia de riego puede llegar al 90% y 95% (Rubicon Water, 2018, párr. 2).

1.4 Formulación del problema

¿De qué manera la optimización de la operatividad de la estructura hidráulica de captación y distribución incrementará la rentabilidad de la empresa recaudadora de tarifa de agua de riego?

1.5 Justificación del estudio

Justificación social

A nivel interno se busca el beneficio para los colaboradores generando un clima laboral tranquilo, escuchando sus sugerencias y reforzando sus capacidades, ya que un trabajador capacitado es un trabajador motivado y entrega el doble de su esfuerzo para beneficio del entorno. A nivel externo una eficiente distribución del agua permite un abastecimiento equitativo del recurso hídrico y mayor aprovechamiento en beneficio de los usuarios, además de generar conciencia en el uso adecuado del mismo.

Justificación económica

Se justifica debido a que la optimización de la operatividad busca disminuir el superávit de volumen de agua entregado, permitiendo con este ahorro ventas adicionales por concepto de tarifa de agua que se ve reflejado en un aumento de la rentabilidad de la empresa, del mismo modo esta agua adicional es aprovechada por los usuarios quienes podrán incrementar su productividad de siembra. Además, se espera que la inversión de la investigación sea financiada por estos recursos adicionales.

Justificación tecnológica

Se justifica porque con la disponibilidad de nuevas tecnologías se logra la modernización del proceso operativo repotenciando un sistema de más de 25 años de antigüedad. Esto va a permitir optimizar las labores de operación y control del caudal, logrando una mayor eficiencia en la distribución del recurso hídrico y a su vez garantizando su operatividad en el tiempo.

Justificación metodológica

Porque se aplican herramientas de ingeniería orientados a buscar los factores que originan un determinado problema, analizarlos y controlarlos tomando en cuenta la validez de los datos recogidos. Así mismo la presente investigación servirá como guía o instrumento de consulta para futuras investigaciones.

1.6 Hipótesis

La optimización de la operatividad de una estructura hidráulica de captación y distribución sí incrementará la rentabilidad de la empresa recaudadora de tarifa de agua de riego durante el año 2018.

1.7 Objetivos

Objetivo General:

Optimizar la operatividad de una estructura hidráulica de captación y distribución para incrementar la rentabilidad de la empresa recaudadora de tarifa de agua de riego.

Objetivos específicos:

- a) Analizar la gestión operativa actual de la estructura hidráulica de captación y distribución e identificar las causas que estarían afectando la rentabilidad de la empresa recaudadora de tarifa de agua de riego.
- b) Determinar el nivel de rentabilidad actual de la empresa recaudadora de tarifa de agua de riego.
- c) Proponer las mejoras necesarias que permitan incrementar el nivel de rentabilidad de la empresa recaudadora de tarifa de agua de riego.
- d) Evaluar el beneficio costo de la propuesta.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Para esta investigación se utilizó el diseño no experimental cuantitativo. El diseño no experimental conocido también como la investigación *ex post facto*, término en latín que se significa después de ocurrido el hecho, se da cuando no podemos controlar las variables para estudiar un comportamiento específico, como sí sucede en las investigaciones experimentales, teniendo que registrar los datos de acuerdo al contexto en que se presentaron las variables independientes y con los efectos ya ocurridos. En las investigaciones no experimentales cuantitativas se observan las situaciones ya existentes, sus características, sus efectos, etcétera, cuantificando los resultados obtenidos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 152).

Por el nivel de información y análisis empleado, el tipo de investigación fue transversal descriptivo. Es de tipo transversal porque los datos obtenidos de las variables ocurren en un tiempo único; es como decir “la fotografía del momento” de algo que sucede. Es descriptivo porque tiene como objetivo buscar la ocurrencia de los niveles de una o más variables de una determinada situación o fenómeno y proporcionar su descripción. Para ello se trabaja básicamente con dos elementos: muestra e instrumento (Hernández et al., 2014, pp. 154-155).

2.2 Variables, Operacionalización

Variable independiente

Operatividad de la estructura hidráulica de captación y distribución.

Variable dependiente

Rentabilidad

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE: OPERATIVIDAD DE LA ESTRUCTURA HIDRÁULICA DE CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN	Proceso	Actividades improductivas	Guía de observación y encuestas
		Tiempos improductivos	
	Equipos	Historial de fallas	Análisis de datos
		Cumplimiento del Plan de Mantenimiento actual	
	Control	Volumen de agua entregado	
		Volumen de agua solicitado	
VARIABLE INDEPENDIENTE: RENTABILIDAD	Rentabilidad operacional	$\frac{\text{Utilidad operacional}}{\text{Ingresos}}$	Análisis de datos y hoja de cálculo
	Utilidad Neta	Utilidad bruta - Gastos fijos - Gastos variables	
	Rentabilidad de la inversión	Utilidad neta/Inversión	
	Productividad	Ingresos/Costo de operación	

Figura 9. Operacionalización de variables

2.3 Población y muestra

Población:

La estructura hidráulica de captación y distribución.

Muestra:

Personal del área de operaciones

Documentos del área de operaciones

Procesos del área de operaciones.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas de recolección de datos

2.4.1.1 Observación directa

Metodología que consiste en la observación de un fenómeno u objeto en una determinada situación, mediante esta técnica se pudo observar cómo se desarrolla el proceso de distribución de agua, los tiempos improductivos de los operadores por el traslado a pie y la falta de una medición continua en el control del caudal.

2.4.1.2 Encuesta

La encuesta es una técnica que recoge datos a través de una relación de preguntas aplicadas a una determinada muestra de individuos (CIS, 2018). Mediante la encuesta pudimos conocer las fortalezas y debilidades de los operadores y técnicos del área de operación, así mismo sus necesidades laborales dentro de la organización.

2.4.1.3 Entrevista

Es un diálogo que entablan dos o más personas, en este caso se aplicó al jefe de operaciones y se pudo obtener una visión más técnica acerca de la problemática y

sus consecuencias, brindando de este modo un panorama más exacto de la situación actual.

2.4.1.4 Análisis de datos

Para llevar a cabo esta técnica se hace necesario recurrir a hojas de cálculo, o programas de computación que resumen y ordenan la información para luego emitir un juicio analítico de lo observado. En la presente investigación se analizó la información hidrológica de últimos ocho años, el historial de fallas de los equipos para saber cuáles son los más comunes, la rentabilidad actual de la empresa y sus indicadores económicos, se cuantificó las pérdidas por concepto de tarifa de agua.

2.4.2 Instrumentos de medición

Para la presente investigación se tomó en cuenta los siguientes instrumentos:

2.4.2.1 Guía de observación

Documento que permitió observar el desempeño de la variable operatividad de la estructura hidráulica de captación en el proceso de distribución de agua.

2.4.2.2 Cuestionario

Es el instrumento que más se usa para la recolección de datos, consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir. Debe estar relacionado con el planteamiento del problema e hipótesis (Hernández et al., 2014, p. 217).

2.4.2.3 Guía de entrevista

Se presentó una guía general de entrevista al jefe de área a manera de conversación acerca del proceso actual de operación de la estructura hidráulica y su problemática.

2.4.2.4 Fichas de recolección de datos

Se aplicaron formatos elaborados por el autor y directamente relacionados con la problemática de la presente investigación. Se pudo recoger importante información hidrológica que me permitió tener una mejor visión del problema.

2.4.3 Validez

Los diferentes instrumentos empleados en la presente investigación fueron validados por dos ingenieros expertos en procesos hidráulicos con más de 20 años de experiencia en presas mayores, así como también por un profesional en ingeniería industrial especialista en el tema de gestión operativa y procesos operacionales, todos ellos me brindaron gracias a su extensa experiencia la validez de los instrumentos antes mencionados.

2.4.4 Confiabilidad

La confiabilidad estuvo a cargo de un experto estadístico que aplicó en mis encuestas el coeficiente del Alpha de Cronbach y cuyos resultados se muestran en los anexos.

2.5 Métodos de análisis de datos

Luego de recoger información cualitativa y cuantitativa directamente relacionada con las actividades de operación y control de la bocatoma Talambo Zaña, éstos fueron procesados a través de Microsoft Office 2016 empleando para ello el Microsoft Word, y Excel. Así mismo para los datos estadísticos y encuestas se empleó el software SPSS V. 23. La información procesada fue resumida y expresada mediante tablas, cuadros, esquemas o gráficas que facilitaron una mejor visualización e interpretación de los resultados. Luego se procedió a realizar un comentario analítico que permitió entender los factores que ocasionaron la problemática vigente. Finalmente expresé las conclusiones del estudio que relacionaron la problemática actual, el marco teórico y los objetivos planteados que luego me llevaron a proponer una solución realista que se admitió con la hipótesis de la tesis.

2.6 Aspectos éticos

En esta investigación prevaleció la honestidad para lo cual todos los datos que se recolectaron fueron transparentes y veraces. Se mantuvo en reserva la identidad de la fuente informativa en el cumplimiento de la palabra empeñada. Hubo congruencia entre la realidad de la empresa y lo que se realizó en la presente investigación, demostrando la confiabilidad de la información recogida. Así mismo asumí el compromiso que generó la presente investigación.

III. RESULTADOS

3.1 Resultado de aplicación de instrumentos

3.1.1 Resultado de la entrevista

Se realizó una entrevista al jefe de operaciones quien dio alcances del funcionamiento, situación actual e inconvenientes de la operatividad de la estructura hidráulica de captación y distribución, los cuales se resumen a continuación.

El jefe de operaciones es un ingeniero agrícola especialista en infraestructura hidráulica con más de 20 años de experiencia en operaciones y presas mayores. Es el responsable de las operaciones en la bocatoma, estructura que tiene 26 años de antigüedad. Nos dio a conocer que la bocatoma entró en operación en el año 1992 y que desde esa fecha su sistema tecnológico no ha sido renovado, si bien se encuentra desfasado ello no significa que sea obsoleto. En la entrevista nos describió el proceso de entrega de agua que va desde la presa recorriendo luego un tramo de 17 kilómetros hasta la bocatoma y el procedimiento que debe seguir el operador una vez llegado el caudal. Primero debe embalsar el agua y luego operar las compuertas de acuerdo a las tablas de nivel y caudal que le fueron suministradas. Una vez entregada el agua solicitada por el valle se verifican los caudales en las estaciones hidrométricas. Manifestó que el principal factor que aqueja a la bocatoma son las operaciones manuales ya que no se dispone de un control automatizado por falta de recursos económicos, este inconveniente trae como consecuencia pérdidas de tiempo en las operaciones de regulación y control por la distancia de recorrido que existe entre la plataforma de operaciones y las estaciones de medición; así mismo los registros de control aún se mantienen con anotaciones en formatos de papel. Manifestó que se ha elaborado un estudio para mejorar las operaciones pero que no fue implementado por falta de recursos económicos. Manifiesta que la comunicación en su área es la adecuada y termina resaltando que una automatización sería de mucho apoyo pero el factor económico es el principal inconveniente.

3.1.2 Resultados de la encuesta

Se aplicaron cuestionarios al personal involucrado directamente con la operación de la estructura cuya población consta de siete operadores de infraestructura y dos técnicos de mantenimiento. Los instrumentos se llevaron a cabo con el objetivo de diagnosticar la situación actual de la operatividad de la bocatoma e identificar las causas que estarían afectando la rentabilidad de la empresa recaudadora de tarifa de agua. A continuación, se presentan las preguntas más relevantes con respecto a la investigación realizada.

3.1.2.1 Encuesta a operadores de infraestructura

Tabla 1. Ficha técnica de la encuesta a operadores de infraestructura

Ficha técnica	
Población	7
N° de elementos	13
<u>Confiabilidad</u>	<u>Alfa de Crombach 0.776</u>

Fuente: Elaboración propia

1. Experiencia laboral en el cargo que desempeña

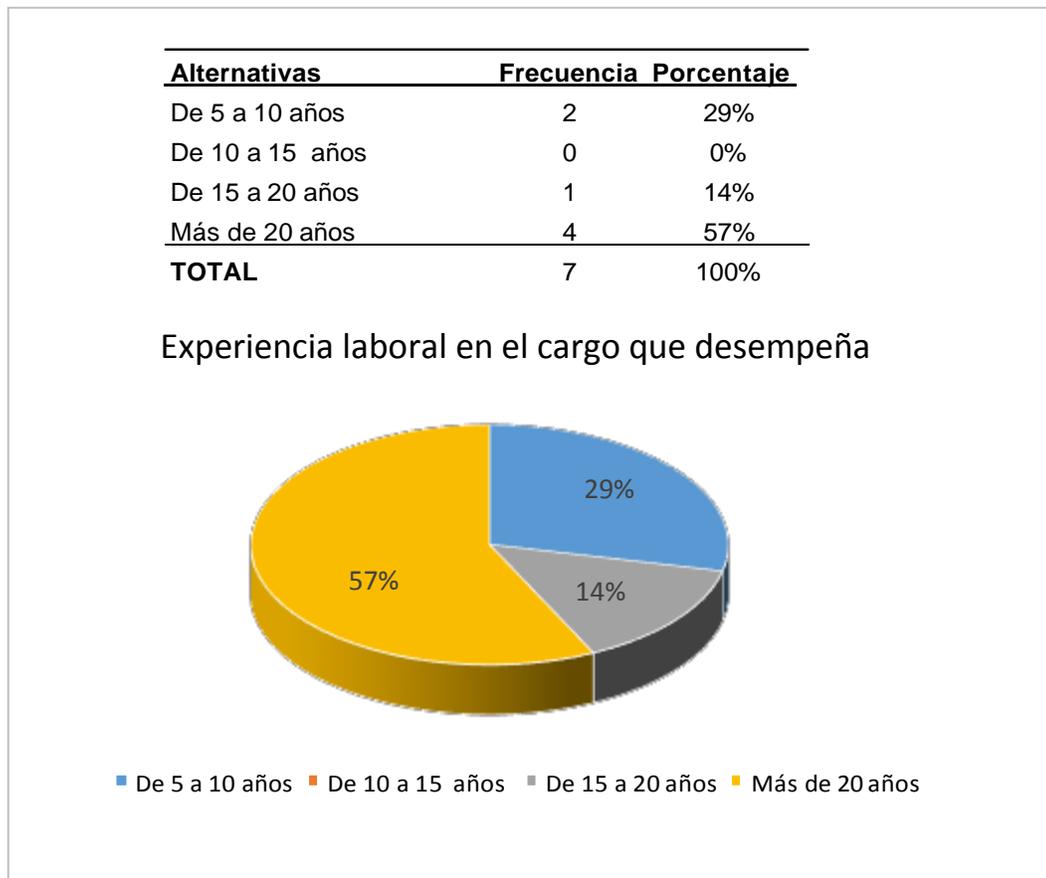


Figura 10. Experiencia laboral en el cargo que desempeña.

Análisis de interpretación: Podemos observar que la fortaleza principal del personal es su experiencia en el cargo, factor importante para cualquier organización ya que existe un pleno conocimiento de sus labores contando además con capacidad de decisión en determinadas situaciones. El resultado arroja que casi el 60% de ellos posee más de 20 años de experiencia desempeñando esa labor y el porcentaje restante entre 5 y 15 años respectivamente.

2. Sobre manuales de procedimientos en el área de trabajo

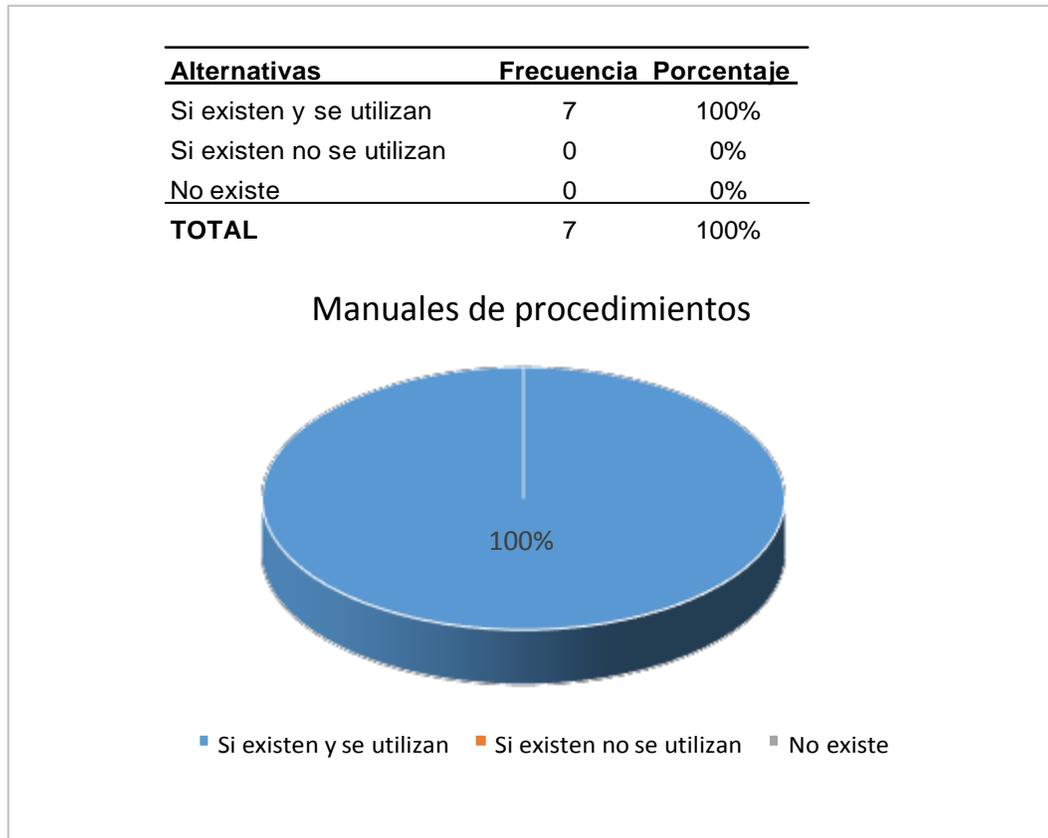


Figura 11. Encuesta sobre manuales de procedimientos

Análisis de interpretación: Es fundamental que el complemento de la experiencia sea el conocimiento. Aquí se aprecia que todo el personal utiliza los manuales dejados por los fabricantes para ejecutar una correcta operación de la infraestructura hidráulica. Estos manuales se encuentran ordenados y clasificados en la oficina o sala de operadores.

3. Recibimiento de requerimientos adicionales

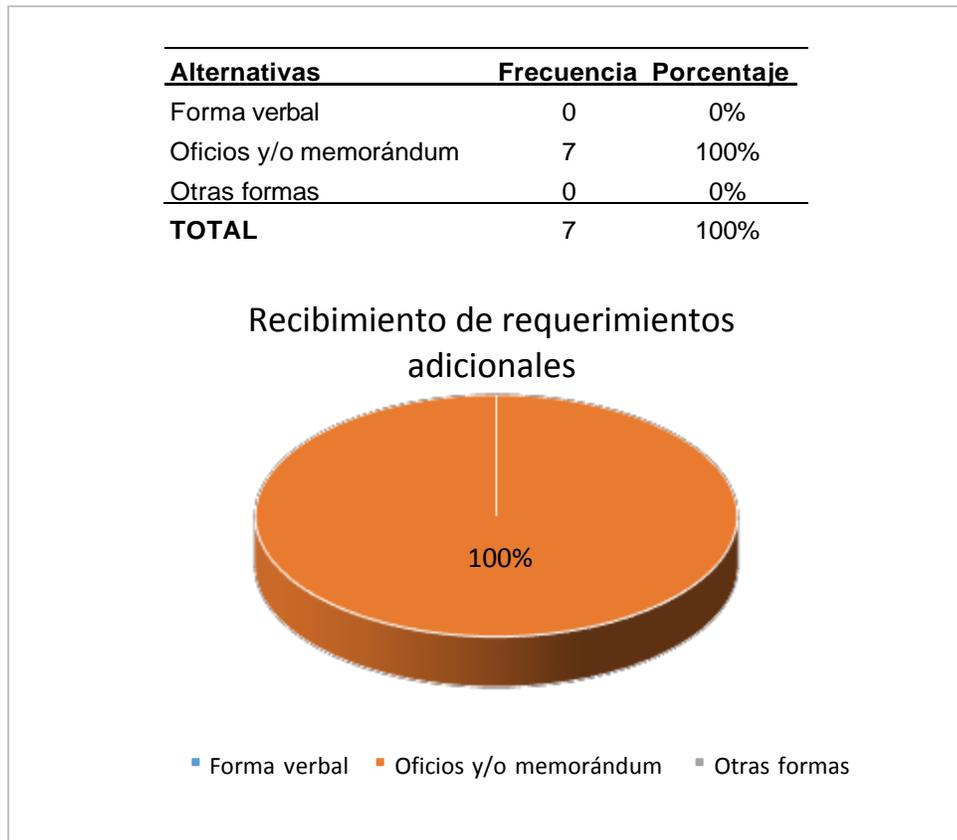


Figura 12. Encuesta sobre requerimientos hídricos adicionales

Análisis de interpretación: Así como los requerimientos hídricos son solicitados semanalmente mediante documentación escrita, del mismo modo cualquier incremento o disminución de caudal adicional corre por el mismo conducto regular garantizando ello que cualquier operación extra del personal de la bocatoma sea sustentada en su información hidrológica.

4. Frecuencia de las fluctuaciones anormales de caudal

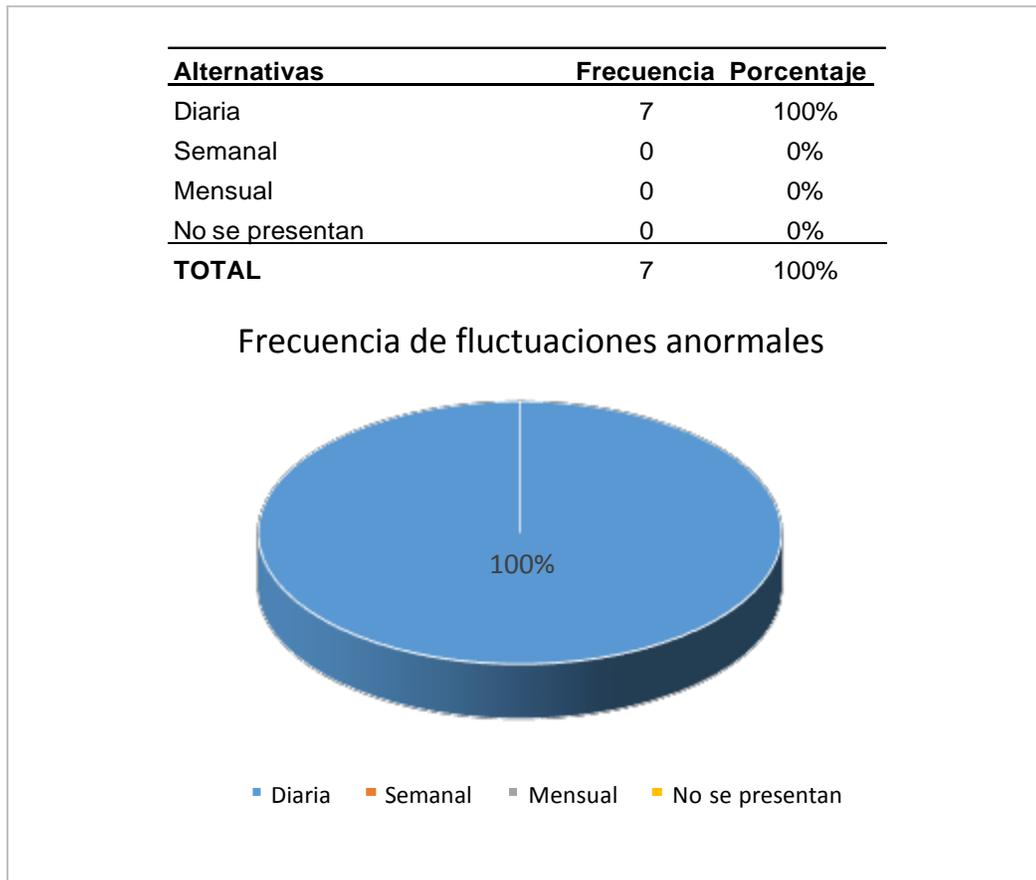


Figura 13. Encuesta sobre fluctuaciones anormales de caudal.

Análisis de interpretación: Este punto es importante, ya que justamente las fluctuaciones anormales son el origen de la sobre entrega de caudal, de acuerdo a la tabla se presentan generalmente de manera diaria y en cualquier momento de la jornada laboral lo cual demuestra que ante este fenómeno se evidencia un insuficiente control que influye en el proceso de manera tal que no permite tomar las acciones correctivas a tiempo.

5. Tiempo que lleva controlar una fluctuación anormal de caudal

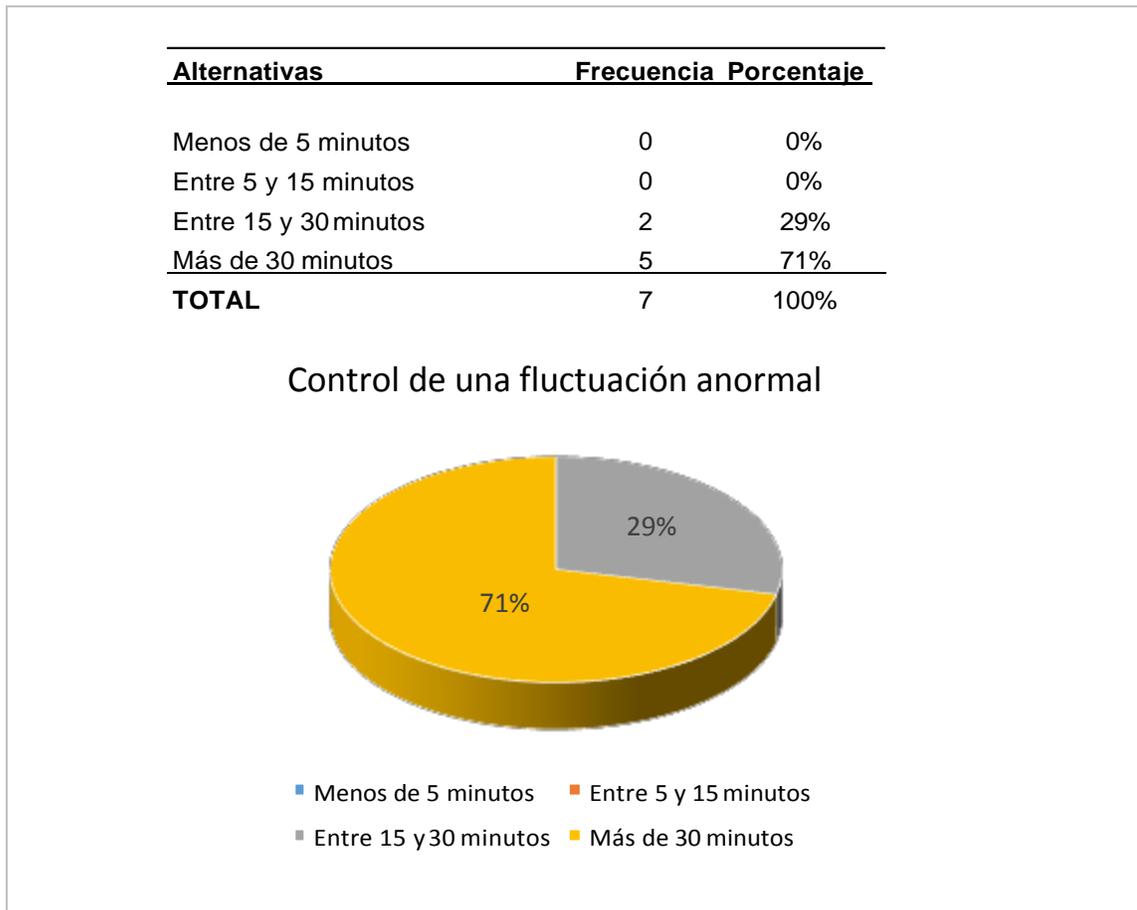


Figura 14. Encuesta del tiempo que lleva controlar una fluctuación anormal de caudal.

Análisis de interpretación: Vemos con preocupación que el 70% de los operadores le toma más de 30 minutos en controlar una fluctuación anormal de caudal mientras que al 30% restante le lleva entre 15 y 30 min. Es mucho tiempo si consideramos que el impacto del superávit de agua radica justamente en el tiempo de duración del mismo. Se analizó que el 70% representa a los operadores de más experiencia a quienes les lleva más tiempo debido a las condiciones físicas de la persona (fatiga) como resultado de la distancia entre los equipos de control y mando.

6. Factor que dificulta controlar una fluctuación anormal de caudal

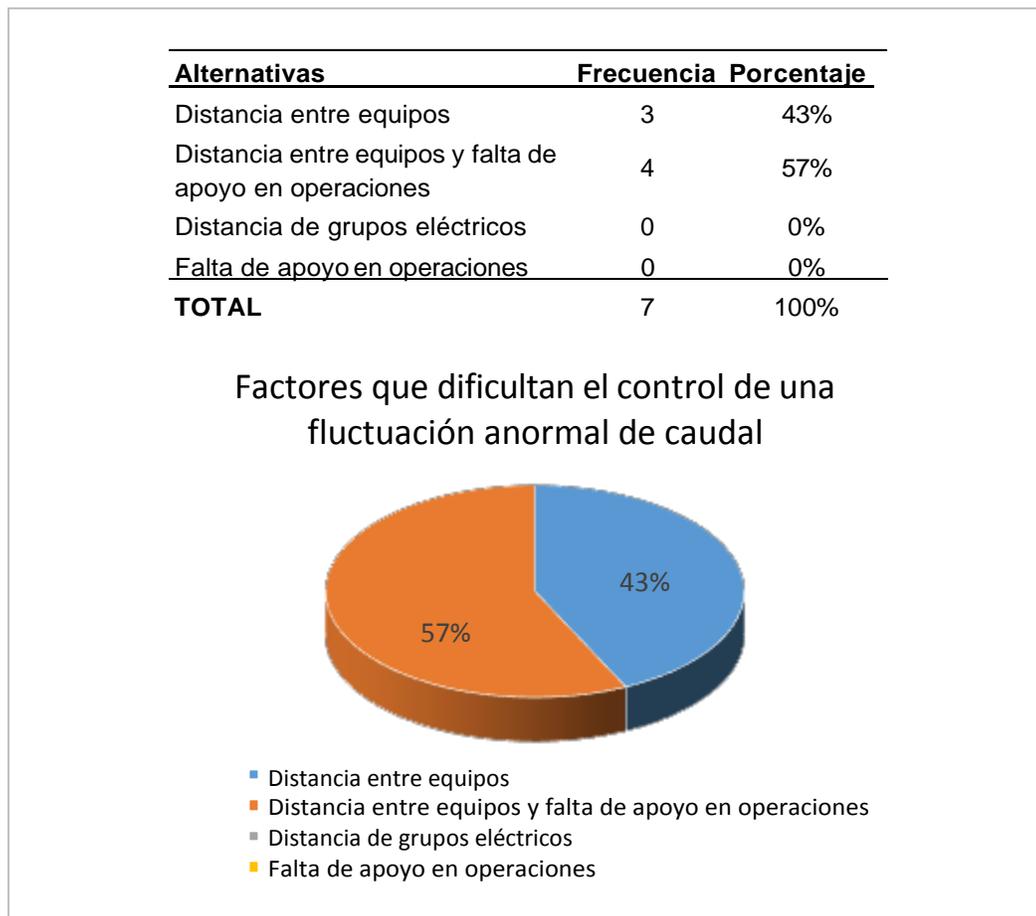


Figura 15. Encuesta sobre los factores que dificultan el control de una fluctuación anormal de caudal.

Análisis de interpretación: En este punto podemos definir que la principal causa que dificulta un control adecuado de caudal es la distancia que existe entre los equipos de control y mando, la cual llega a ser más de 300 metros desde la plataforma de operaciones hasta las estaciones hidrológicas de medición. El 60% conformado por los operadores de mayor experiencia atribuye además a esta dificultad la falta de apoyo en las operaciones lo que corrobora una fatiga en sus condiciones físicas producto de la distancia recorrida.

7. Frecuencia de las capacitaciones



Figura 16. Encuesta sobre la frecuencia de las capacitaciones técnicas

Análisis de interpretación: Otro punto preocupante en la empresa es la falta de capacitación que manifiesta el 100% de los operadores. Sabemos que el talento humano es la principal herramienta de una empresa, sin ella no funcionarían los equipos o máquinas por sí solas. Un trabajador que no cuenta con el fortalecimiento de sus capacidades es un trabajador desmotivado. Se necesita revertir este punto con urgencia y hacer notar que la capacitación no es un gasto por el contrario es una inversión que dará sus frutos para la organización y además generará una satisfacción laboral en todo el personal.

3.1.2.2 Encuesta a personal técnico de mantenimiento

Tabla 2. Ficha técnica de la encuesta de técnicos de mantenimiento.

Ficha técnica	
Población	2
Nº de elementos	11
Confiabilidad	Alfa deCrombach 0.756

Fuente: Elaboración propia

1. Experiencia laboral en el cargo que desempeña

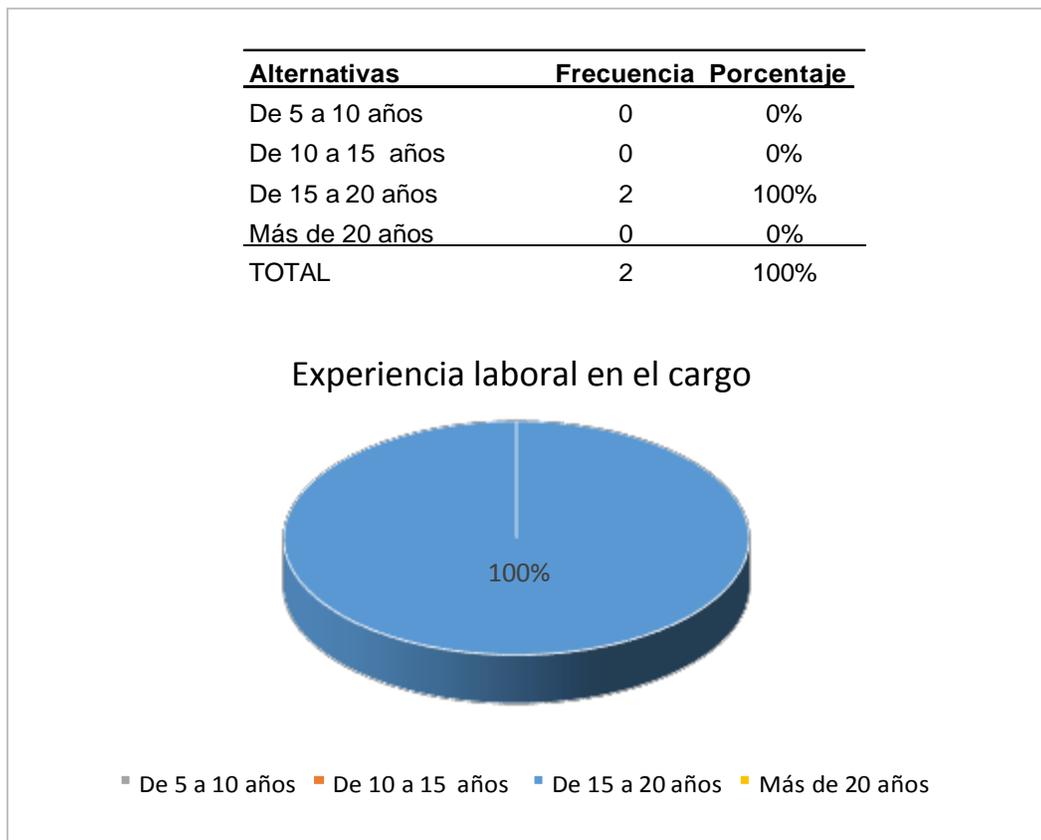


Figura 17. Encuesta sobre la experiencia del personal en el cargo que desempeña.

Análisis de interpretación: Al igual que los operadores de infraestructura la principal fortaleza del personal técnico es su experiencia, factor fundamental dentro de las actividades de mantenimiento pues hace que las coordinaciones con el jefe de área sean productivas para beneficio de la institución. La experiencia brinda ese respaldo para la resolución de problemas y trabajar de manera más eficiente. El personal técnico cuenta con más de 15 años desempeñando sus labores.

2. Sobre la existencia de una guía o plan de mantenimiento

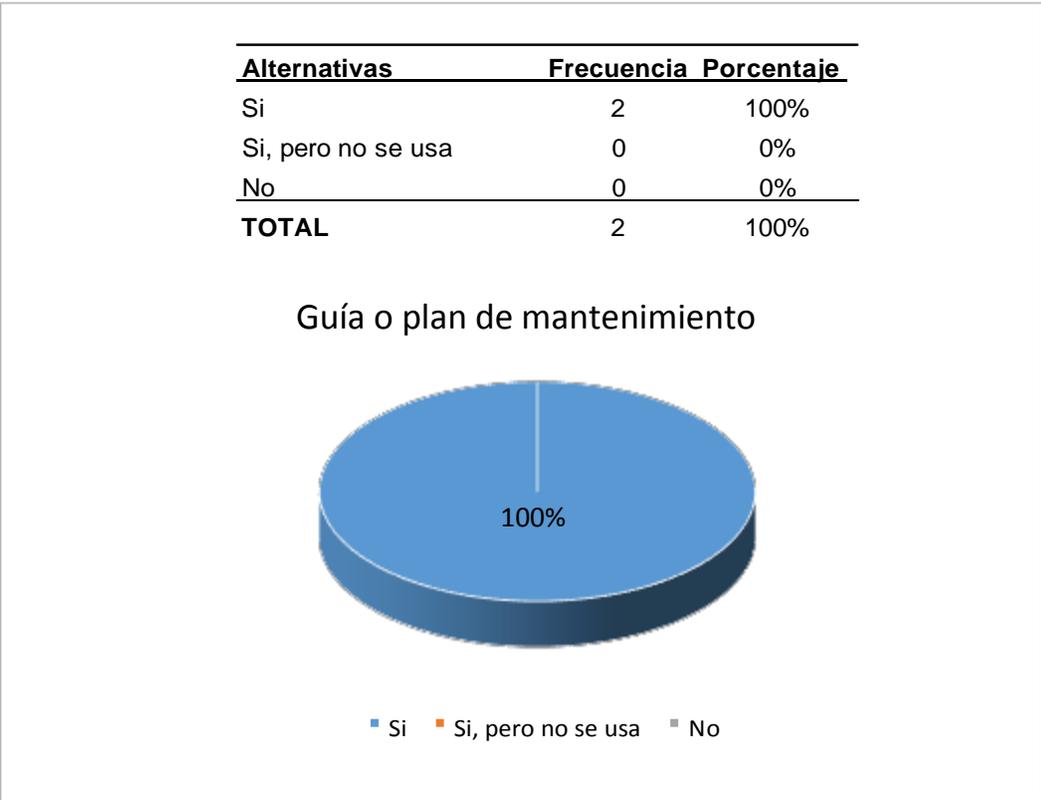


Figura 18. Encuesta sobre la existencia de una guía o plan de mantenimiento.

Análisis de interpretación: Es de vital importancia que una empresa del rubro de mantenimiento tenga una guía o plan de actividades a seguir debidamente identificadas, con una frecuencia de tiempo establecida y con el personal técnico adecuado. Es importante saber que los trabajadores tienen este plan y le dan el uso apropiado. Siguiendo la premisa que todo es perfectible, esta guía debería

actualizarse cada cierto tiempo, por ejemplo: reorganizar actividades, actualizar insumos o materiales de trabajo, etcétera.

3. Cuenta con las herramientas necesarias para desempeñar las labores

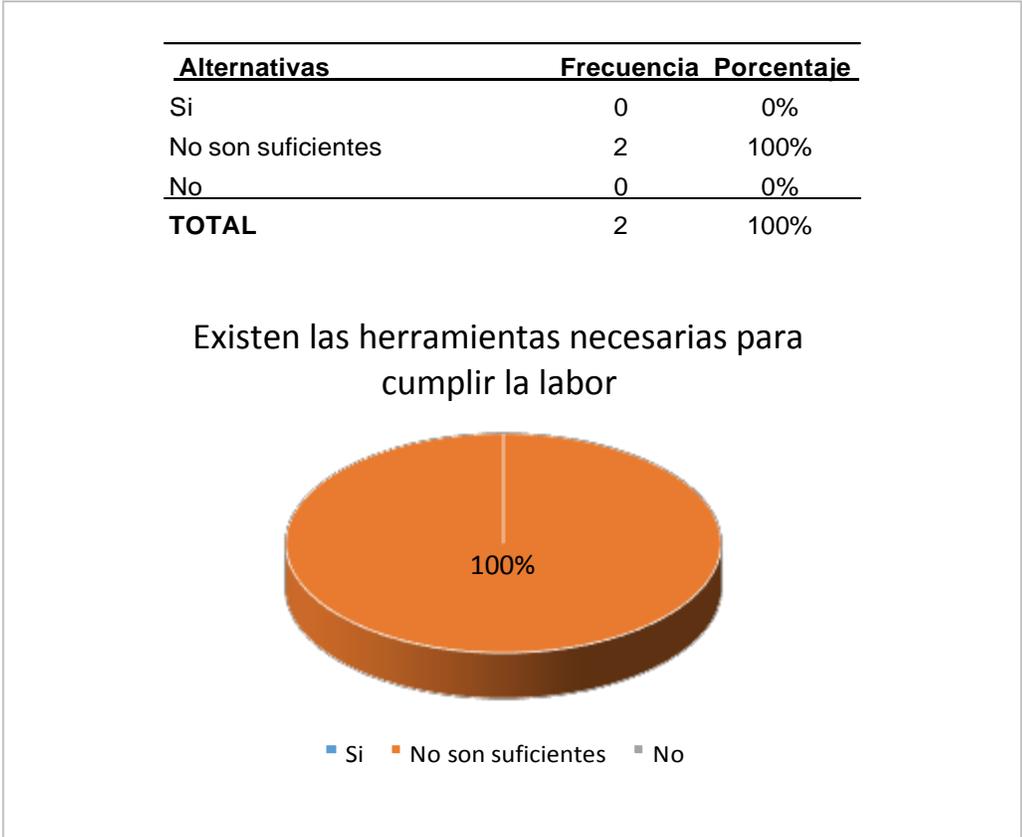


Figura 19. Encuesta sobre si se cuenta con las herramientas necesarias para sus labores.

Análisis de interpretación: Si existe un plan de mantenimiento adecuado y personal capacitado para realizarlo es conveniente que las herramientas y los materiales sean las suficientes para cumplir con las actividades encargadas. Podemos observar que el 100% del personal manifiesta que las herramientas y los materiales no son los suficientes para llevar a cabo las labores de mantenimiento. En este punto el jefe de área debería coordinar con el personal técnico y elaborar una lista de insumos necesarios para determinadas labores sustentando su requerimiento mediante un informe técnico.

4. Frecuencia de las capacitaciones



Figura 20. Encuesta sobre la frecuencia de las capacitaciones técnicas.

Análisis de interpretación: Al igual que los operadores un punto por fortalecer en el personal técnico es la capacitación en el cargo que desempeña. En la tabla anterior observamos que el 50% del personal manifiesta que recibe capacitación cada 2 años y el 50% restante declara no recibir capacitación alguna. Debemos tener cuidado en este punto ya que podría mal interpretarse como un asunto de discriminación el hecho de que el 50% de los trabajadores no reciba capacitación. La empresa debería organizar un cronograma de capacitaciones para todo el personal en alianza o convenio con alguna institución técnica reconocida.

3.1.3 Resultado de la lista de cotejo

Así mismo se realizó una lista de cotejo para analizar la operatividad de la estructura hidráulica de captación y distribución donde se aprecia que no se cumple en realizar el 35% de actividades sujetas a observación.

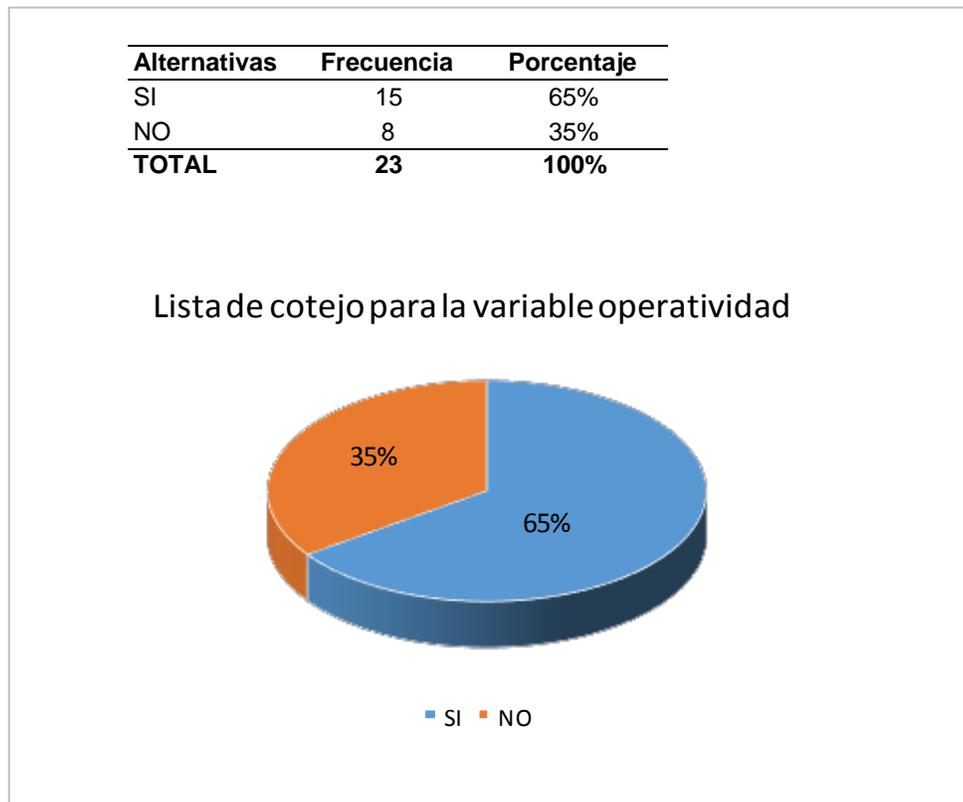


Figura 21. Lista de cotejo para la variable operatividad.

Análisis de interpretación: Del total de acciones evaluadas, se cumplen el 65%. Las actividades a reforzar son el control y registro de fallas, elaboración de estudios de tiempo, diagrama de actividades del proceso, así mismo no se cuantifica económicamente las pérdidas por sobre entrega de agua. Se resalta el cumplimiento del plan de mantenimiento, aunque los materiales y herramientas no sean los suficientes se llega a la meta, las anotaciones se realizan en cuadernos de mantenimiento, sin embargo, falta llevar un control de fallas comunes de manera independiente. Así mismo, se lleva un correcto registro de los datos hidrológicos.

3.2 Análisis de la situación actual

3.2.1 Generalidades

3.2.1.1 Breve descripción de la empresa

Registrada como una asociación por las comisiones de usuarios que integran el valle. Es una institución sin fines de lucro que se encarga de brindar el servicio de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica mayor y menor del valle. Así mismo la institución se encarga de recaudar y administrar los ingresos económicos por concepto tarifa de agua los cuales están destinados para las actividades de operación y mantenimiento de las estructuras hidráulicas; y para el desarrollo del valle de cultivo.

Esta institución ha sido reconocida a nivel nacional por el eficiente mantenimiento que le da a la infraestructura mayor.

Misión: Entregar el recurso hídrico de la presa en forma oportuna y equitativa a los usuarios de riego; promover el desarrollo agrario bajo un enfoque de corredor económico, territorial y preservando el medio ambiente y sus recursos naturales.

Visión: Seguir incrementando su capacidad operativa para atender al máximo las necesidades del valle y contribuir así con una producción agraria sostenible de alta rentabilidad.

Esta institución representa alrededor de trece mil usuarios de riego y más de treinta mil hectáreas de cultivo. A continuación, se muestra la ubicación geográfica de la estructura hidráulica de captación y el esquema de distribución de la infraestructura hidráulica mayor.

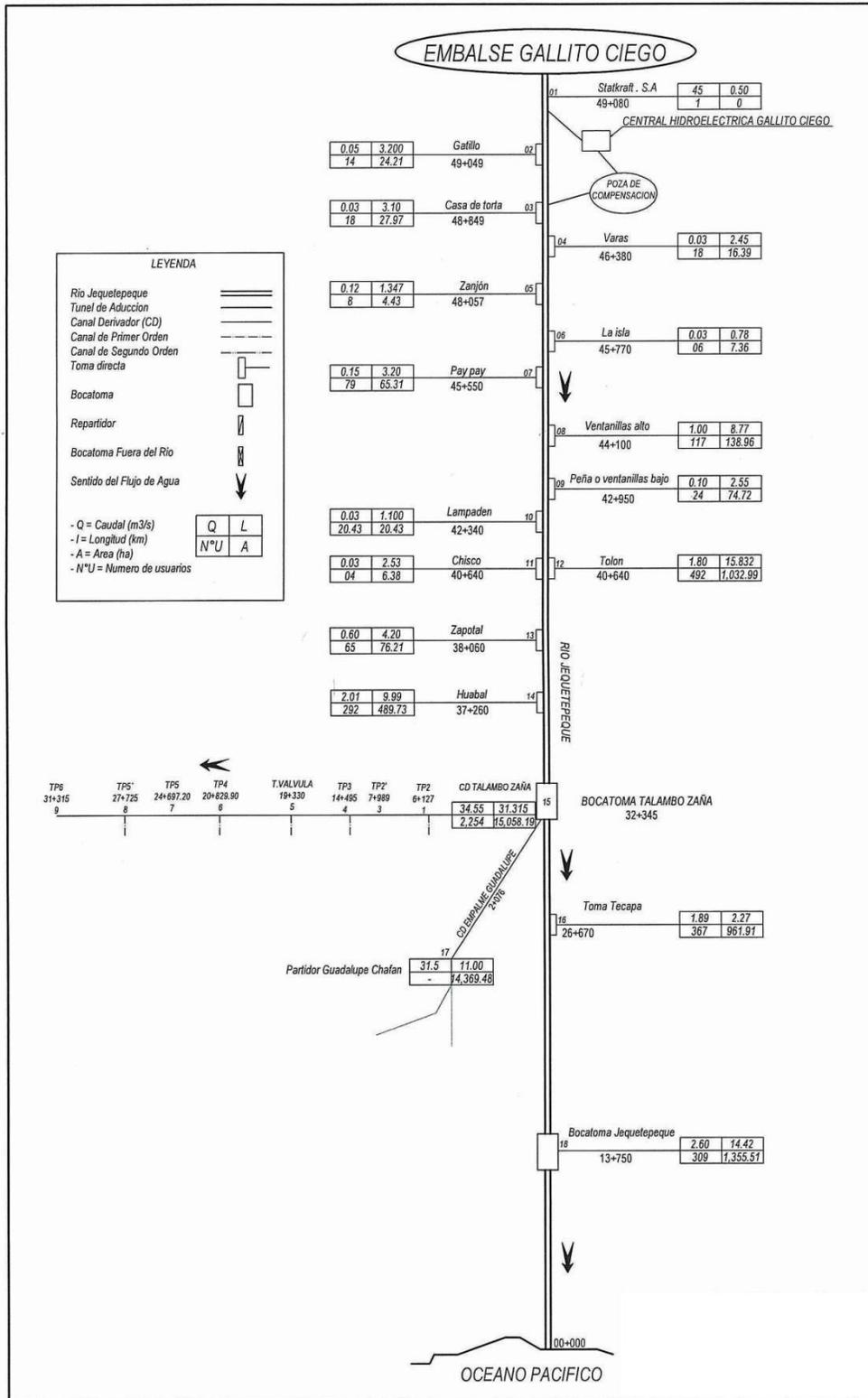


Figura 23. Esquema de la infraestructura hidráulica mayor.

3.2.1.2 Organización de la empresa

La organización de la empresa está constituida de la siguiente manera:

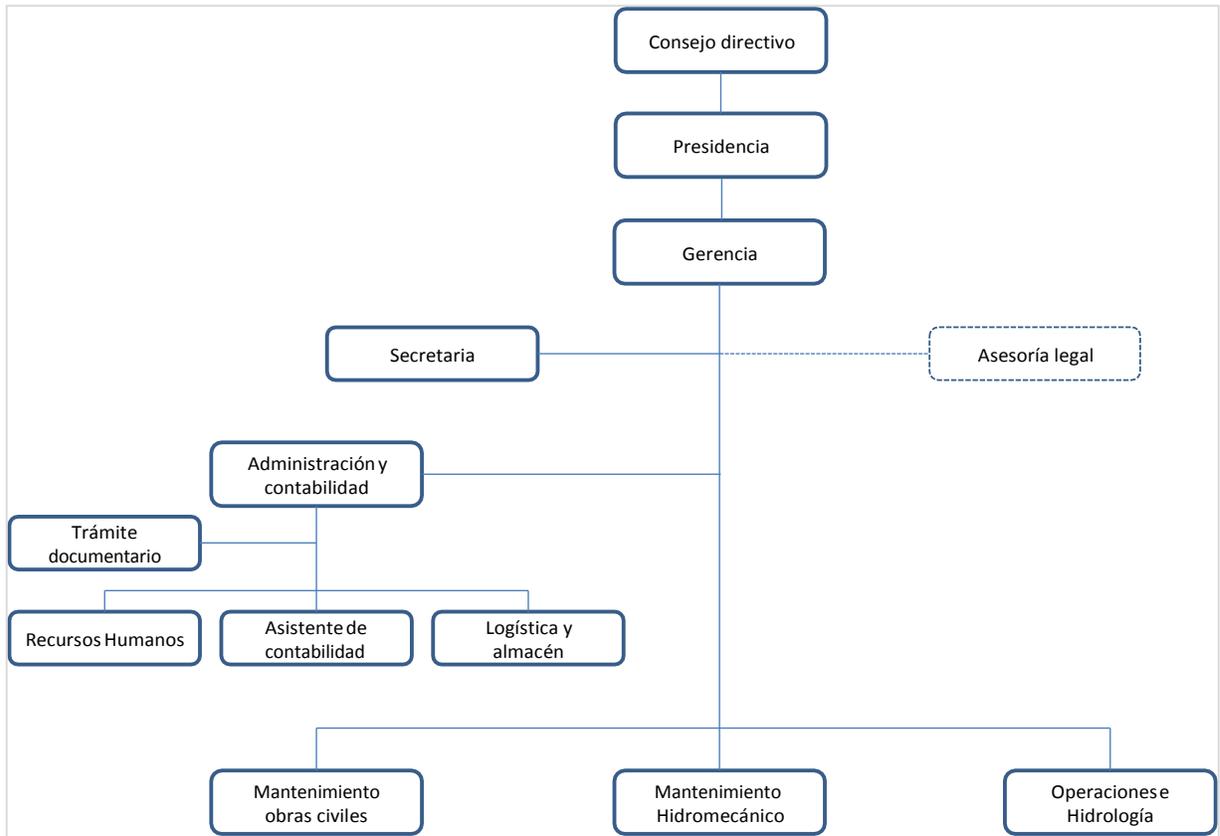


Figura 24. Organigrama de la empresa.

3.2.1.3 Análisis FODA

Fortalezas

1. 20 años de experiencia en servicios de operación y mantenimiento de infraestructura hidráulica mayor y menor.
2. Empresa reconocida a nivel nacional por su eficiente labor al frente de la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica.
3. Maneja costos operativos más bajos en comparación a empresas del mismo rubro.
4. Empleados fidelizados y comprometidos.
5. Buen respaldo crediticio por parte de las entidades bancarias.

Oportunidades

1. Ampliación de la frontera agrícola con la expansión de empresa agroindustriales y el revestimiento de canales de regadío.
2. Ingreso al mercado de nuevas empresas agroindustriales significa mayor recaudación económica por concepto de tarifa de agua.
3. Modernas metodologías de riego que ayudan optimizar el uso del recurso hídrico.
4. Nuevas tecnologías de medición que facilitan el control de caudal brindando información en tiempo real.
5. Reducción de la tasa de interés bancario para grandes empresas de 7.01% a 6.23% según ASBANC (RPP, 2018, párr. 4-5).

Debilidades

1. Deficiencia en el sistema de medición y control del caudal entregado.
2. Equipos no renovados y tecnológicamente desfasados.
3. Falta capacitación técnica al personal de operación.
4. Excedente de agua no cobrada.
5. Limitaciones económicas para invertir en proyectos de mejora.

Amenazas

1. Usuarios resistentes al cambio de modernas metodologías de riego
2. La invasión de tierras agrícolas cercanas a los canales hace que estos usuarios informales succionen el agua con motobombas para sus cultivos, esto obliga a entregar más agua para compensar la pérdida de caudal.
3. La sedimentación del embalse origina que haya una pérdida en la capacidad útil del reservorio, hay mayor concentración de sedimento en épocas del fenómeno del niño.
4. El aumento de la salinización de tierras agrícolas hace que la producción disminuya.
5. El artículo 26 del reglamento N°005-2015-MINAGRI de la Ley de Organizaciones de Usuarios de Agua impide a la empresa ser operador directo de Infraestructuras Mayores por tal motivo existe un convenio de servicio con el estado. Los directivos buscan la posibilidad de modificar esta ley.

ANÁLISIS FODA DE LA EMPRESA

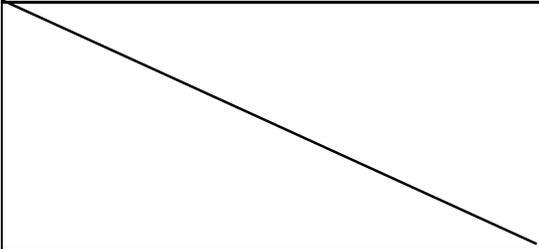
	Fortalezas	Debilidades
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Amplia experiencia en el rubro 2. Empresa reconocida a nivel nacional 3. Costos operativos bajos 4. Empleados fidelizados y comprometidos 5. Buen respaldo crediticio 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deficiencia en el sistema de control 2. Equipos tecnológicamente desfasados 3. Fata de capacitación técnica 4. Excedente de agua no cobrada 5. Limitaciones económicas para inversión
Oportunidades	1. Estrategia FO	2. Estrategia DO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ampliación de la frontera agrícola 2. Ingreso al mercado de nuevas empresas 3. Modernas metodologías de riego 4. Nuevas tecnologías de medición y control 5. Reducción de la tasa de interés bancario 	<p>FO1 F1;F2;F3;F4.O1 Programa de ampliación en operación y mantenimiento.</p> <p>FO2 F5.O4 Aprovechar las facilidades que brinda la banca para grandes empresas.</p>	<p>DO1 D1;D2;D4.O3 Aprovechar las nuevas tecnologías para implementar un sistema de automatización.</p> <p>DO2 D3;O2;O3 Programa de capacitación para el personal de operaciones.</p> <p>DO3 D5.O4 Aprovechar el sistema bancario para créditos de inversión en nuevos proyectos</p>
Amenazas	3. Estrategias FA	4. Estrategias DA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Usuarios resistentes al cambio de modernas metodologías de riego 2. Invasión de tierras agrícolas y robo de agua 3. Sedimentación del embalse 4. Salinización de tierras agrícolas 5. Vigencia de la Ley 30157 y su reglamento N°005-2015-MINAGRI. Art. 26 	<p>FA1 FA1.A1 Programa de sensibilización y capacitación sobre el uso óptimo del agua.</p> <p>FA2 FA1.A2 Empadronamiento de usuarios informales y explicación sobre los beneficios de la formalización.</p> <p>FA3 F1;F2.A5 Afianzar la imagen y el posicionamiento de la empresa con un programa de comunicación institucional.</p>	<p>DA1 D5.A3;A4 Establecer convenios de colaboración con empresas agroindustriales del valle que puedan aportar recursos económicos para alternativas e solución.</p>

Figura 25. *Análisis FODA de la empresa.*

3.2.2 Análisis del proceso

3.2.2.1 Descripción del proceso

La bocatoma es la estructura derivadora de las aguas del río Jequetepeque permitiendo conducir las hacia los canales principales y los sectores de riego de la margen izquierda que se encuentran aguas abajo a través del cauce del río. La bocatoma ha sido diseñada para captar un caudal máximo instantáneo de 86m³/s y en avenidas para evacuar un caudal máximo de 1080m³/s. Esta estructura regula aproximadamente el 70% del caudal total entregado desde la presa al valle.

1. Estructuras hidráulicas de la bocatoma

Compuertas de servicio

Son seis compuertas de servicio de 1.25m x 3m, que derivan las aguas a los 2 canales principales (tres compuertas por canal), uno está diseñado actualmente para un caudal de 31m³/s y el otro diseñado actualmente para 20m³/s. Las compuertas operan de acuerdo al caudal a distribuir y al nivel de embalse, así mismo la distribución es uniforme en toda la estructura cuidando que no tenga una abertura menor de 15cm (aproximadamente 1.85m³/s con un nivel de operación normal de 175.30m.s.n.m.). En caso de apertura de dos compuertas se recomiendan las laterales y si se tratara de una, se abrirá la central. A continuación, en la tabla 15 y 16 se describe las compuertas que pueden abrirse con relación a la variación de caudal (m³/s). Las curvas de descarga de las compuertas de servicio y de los canales principales se muestran en los anexos.

Tabla 3. Canal principal 1.

Variación del caudal captado (m ³ /s)	Compuerta lateral (1)	Compuerta central (2)	Compuerta lateral (3)
0-10 (una de las 3)	X (*)	X (*)	X (*)
0-10	X		X
Más de 15	X	X	X

Fuente. Elaboración propia

Tabla 4. Canal principal 2.

Variación del caudal captado (m ³ /s)	Compuerta lateral (1)	Compuerta central (2)	Compuerta lateral (3)
0-7 (una de las 3)	X (*)	X (*)	X (*)
7-14	X		X
Más de 14	X	X	X

Fuente. Elaboración propia

(*) De preferencia la central, pero si transcurre mucho tiempo alternar.

Compuertas de fondo

Son seis compuertas de fondo, cada una de 1.00m x 1.50m que derivan las aguas al río en 3 canales de distribución, estas compuertas operan para caudales de 2m³/s a 16m³/s; para caudales mayores el flujo se distribuye por la esclusa de limpia y por el barraje. La curva de descarga de las compuertas de fondo se muestra en los anexos.

Esclusa de limpia

La bocatoma tiene una esclusa de limpia que como su nombre lo dice sirve para la limpia hidráulica del material sólido flotante transportado a través de los canales de limpia. Sólo en caso de caudales de 16m³/s a 40m³/s se efectuará la entrega de agua por esta estructura cerrando para ello todas las compuertas de fondo, luego

levantar la compuerta vientre de pez a la posición más alta y luego levantar la compuerta vagón para descargar el caudal entre esos límites.

Barraje

Llamado también vertedero de crecidas, esta estructura entra en operación libre cuando existan caudales superiores a los 40m³/s, esta estructura está diseñada para evacuar un caudal máximo de 1230m³/s.

2. Pasos a seguir para el proceso de distribución y control de caudal.

- a) Una vez recibido el requerimiento hídrico semanal por parte de la Autoridad Nacional de Aguas (ANA) para el valle, se realiza la entrega de agua desde la presa hasta la estructura de captación recorriendo un tramo de 17 Km.
- b) El operador primero embalsa el agua que va llegando hasta un nivel determinado, teniendo como máximo la cota 175. 30m.s.n.m. nivel del mar.
- c) Luego se dirige a la sala de máquinas y enciende el grupo electrógeno de 20Kw 380V para operar las compuertas de fondo y servicio de acuerdo a las tablas de nivel y caudal que maneja, se apoya para esta actividad en la lectura de la mira ubicada al costado del tablero eléctrico de mando.
- d) Después de ejecutar las operaciones de compuertas, el operador se traslada a pie hasta las estaciones hidrométricas ubicadas a un costado de los canales principales para verificar si el nivel y caudal se encuentra conforme al requerimiento solicitado, si lo cree necesario el operador hará los ajustes en la operación de compuertas de acuerdo a la curva de descargas hasta que se regule la entrega.
- e) En el caso del río el caudal se calcula solamente con la altura de mira o abertura de compuertas ubicadas en la plataforma de operaciones.
- f) Concluida la regulación, el operador se traslada a la sala de máquinas para apagar el grupo electrógeno.
- g) Culminada la operación del grupo, el operador va hacia su oficina para anotar las ocurrencias y los datos hidrológicos recogidos.
- h) En adelante la medición y control de caudal se realizará cada dos horas.

- i) En caso se requiera ajustes en el control ya sea porque no hay una entrega conforme al requerimiento o exista un superávit de caudal, el operador repite el proceso desde el paso c).
- j) La operación de la esclusa de limpia sólo se ejecutará en caso de limpia hidráulica y caudales extraordinarios.

3. Diagramas de Flujo

Canal Principal 1

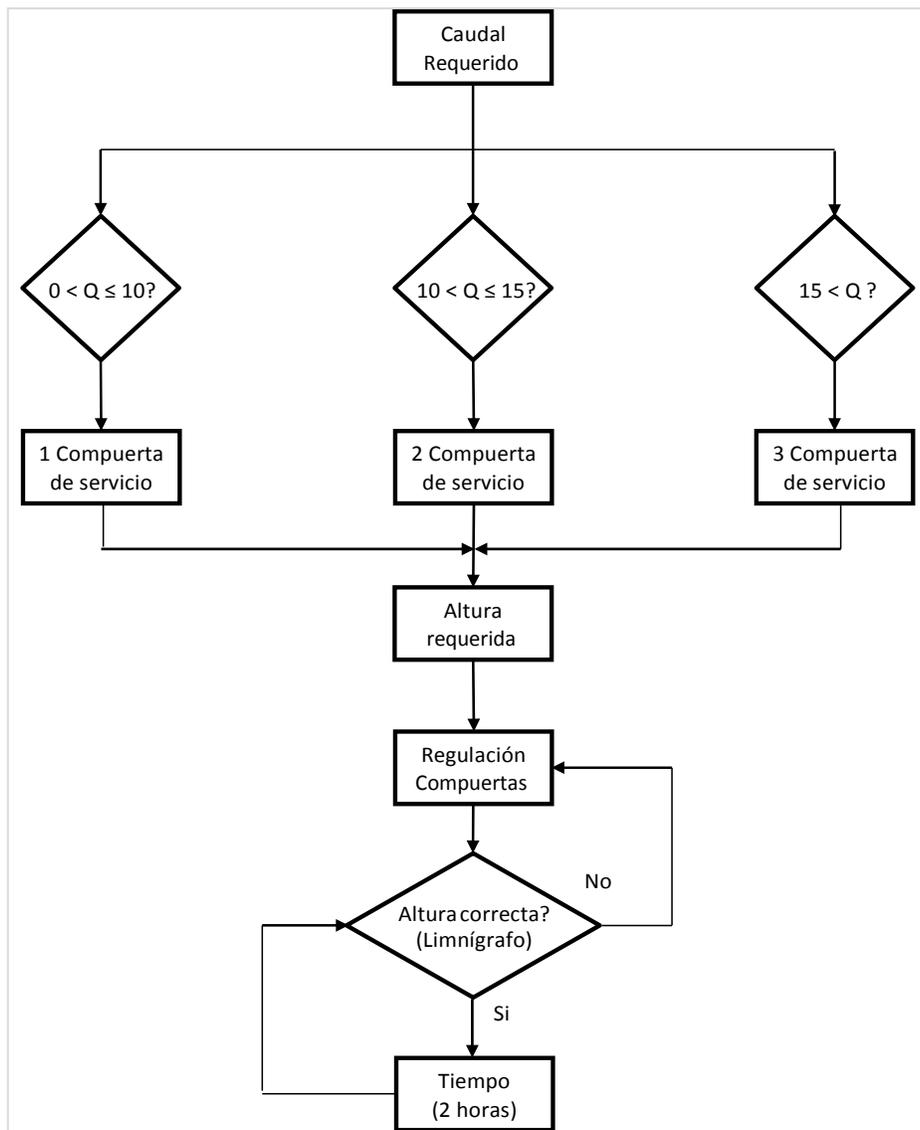


Figura 26. Diagrama de flujo del Canal Principal 1.

Canal Principal 2

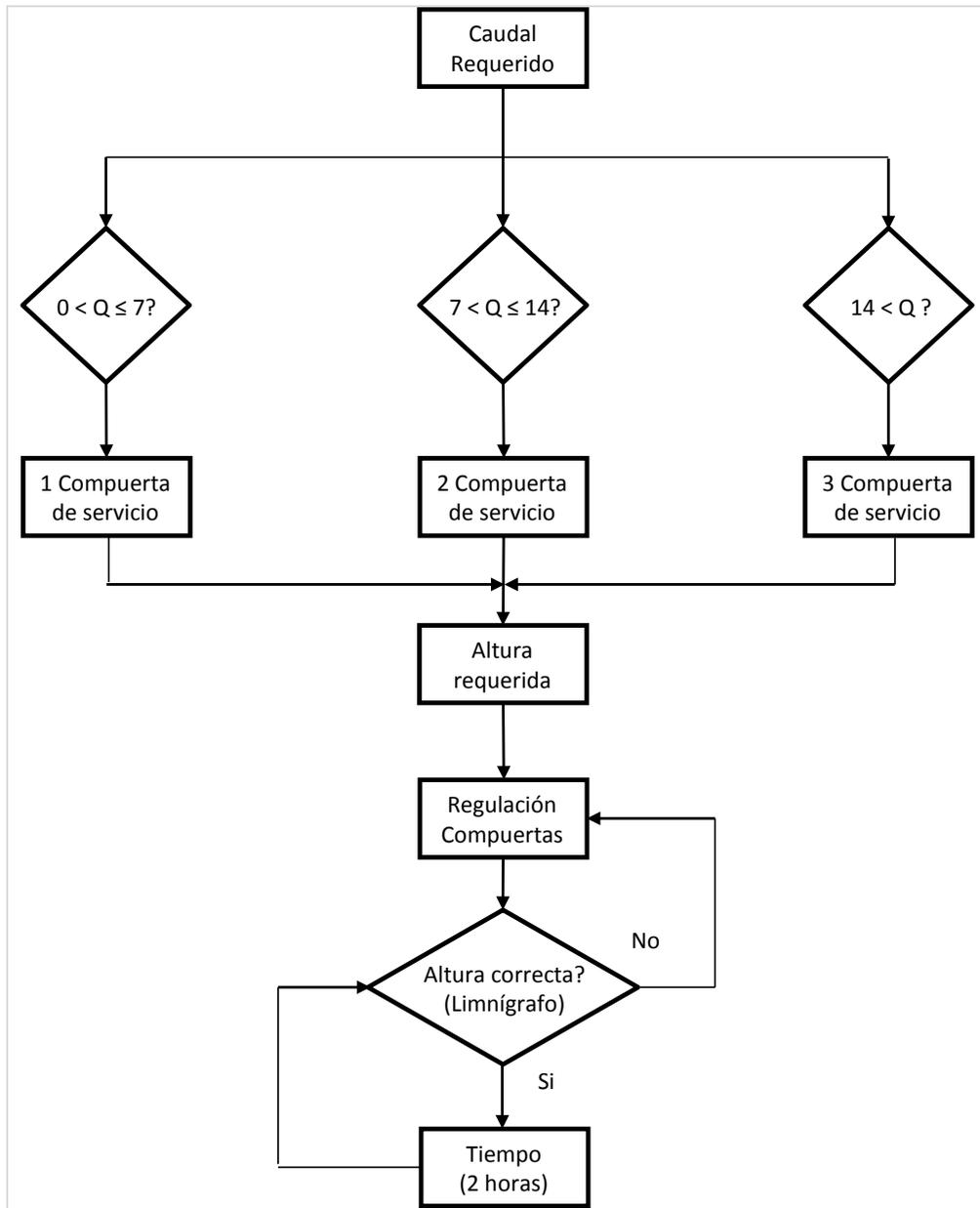


Figura 27. Diagrama de flujo del Canal Principal 2.

Cauce del río (margen izquierda)

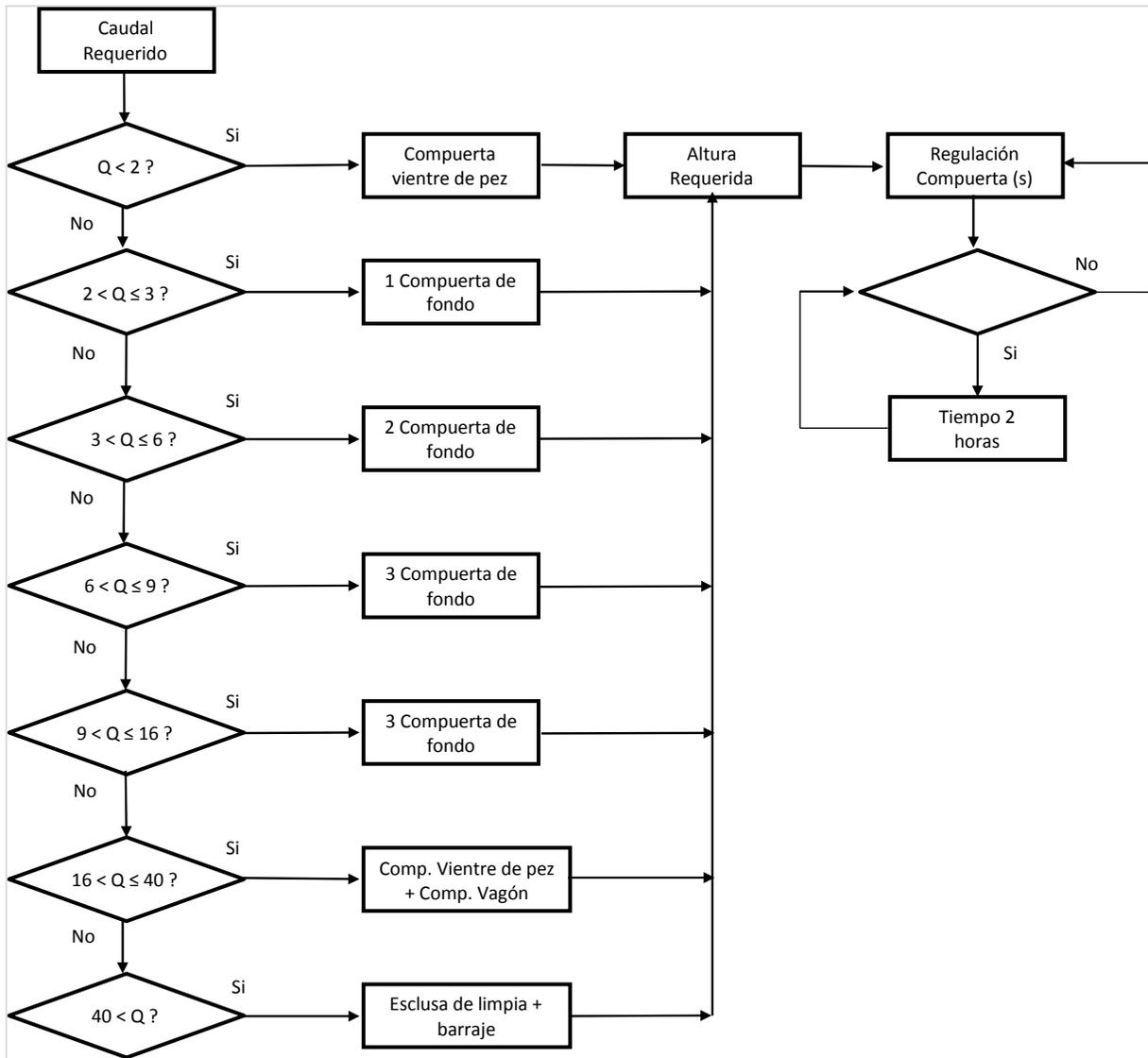


Figura 28. Diagrama de flujo del cauce del río.

4. Especificaciones técnicas del sistema

Características de compuertas de servicio

Dimensiones : 1395 x 3260mm

Sección de caudal : 1.25 x 3m

Peso aproximado : 1250Kg.

Columna de agua sobre el centro de la compuerta es de 4.3m.

Características de compuertas de fondo

Dimensiones : 1120 x 1734mm

Sección de caudal : 1.5 x 1.0m

Peso aproximado : 700Kg.

Columna de agua sobre el centro de la compuerta es de 7.0m.

Sistema de izaje de compuertas de servicio y fondo

Motor asíncrono trifásico DELCROSA de 1.8HP a 1710rpm, eficiencia del 77%, factor de potencia de 0.78. El reductor es de tipo corona sin fin diseñado para 2.4HP a 1710rpm de entrada. El avance del mecanismo es de 1/16" por cada vuelta de piñón. Capacidad de izaje del mecanismo es de 7549 lb. (3427 Kg.) con un vástago de 2" de diámetro.

Tableros de control

Interruptor general trifásico.

Llave giratoria de mando.

Interruptor de iluminación.

Tomacorriente.

Sistema de mando de arranque directo con inversión de giro.

Pulsador de prueba de lámparas.

Luces de señalización: Compuerta subiendo, bajando, abierta, cerrada y elevando.

Características de la compuerta esclusa de limpia

Compuerta vientre de pez

Dimensiones generales	: 1.2 x 3.0m
Espesor de hoja de compuerta	: 9.5mm
Radio de curvatura de la hoja	: 3.0m
Ángulo de giro total	: 44°
Desplazamiento	: Angular
Apertura máxima	: 1.08m
Peso	: 1108 Kg.

Compuerta Vagón

Dimensiones generales	: 3.8 x 5.42m
Espesor de hoja de compuerta	: 12.5mm
Desplazamiento	: Vertical
Apertura máxima	: 6.5m
Peso	: 9500Kg.

Sistema de izaje de compuertas de esclusa de limpia:

Motor asíncrono trifásico KEMMERICH de 12HP a 1730rpm, factor de potencia de 0.8, protección IP54. El reductor es de tipo corona sin fin con reducción de 5/1.

5. Cumplimiento del plan de mantenimiento actual

A continuación, se muestra la tabla donde se resume que el grado de cumplimiento del mantenimiento actual es del 77%. El 23% restante no se cumple debido a los retrasos con respecto a lo programado, principalmente en los cambios de aceite de los motores. El detalle del resumen se muestra en anexos.

Tabla 5. Resumen del cumplimiento del plan de mantenimiento actual.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
SI	17	77%
NO	5	23%
TOTAL	22	100%

Fuente: Elaboración propia

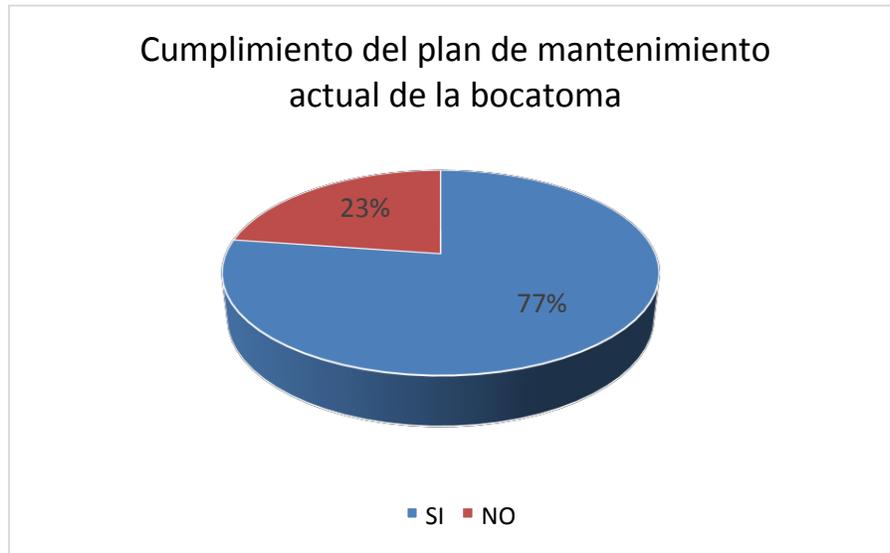


Figura 29. Cumplimiento del plan de mantenimiento actual.

6. Diagrama de distribución

Se muestra a continuación el esquema del proceso de distribución de la bocatoma y sus estructuras principales.

Estructura de captación y distribución

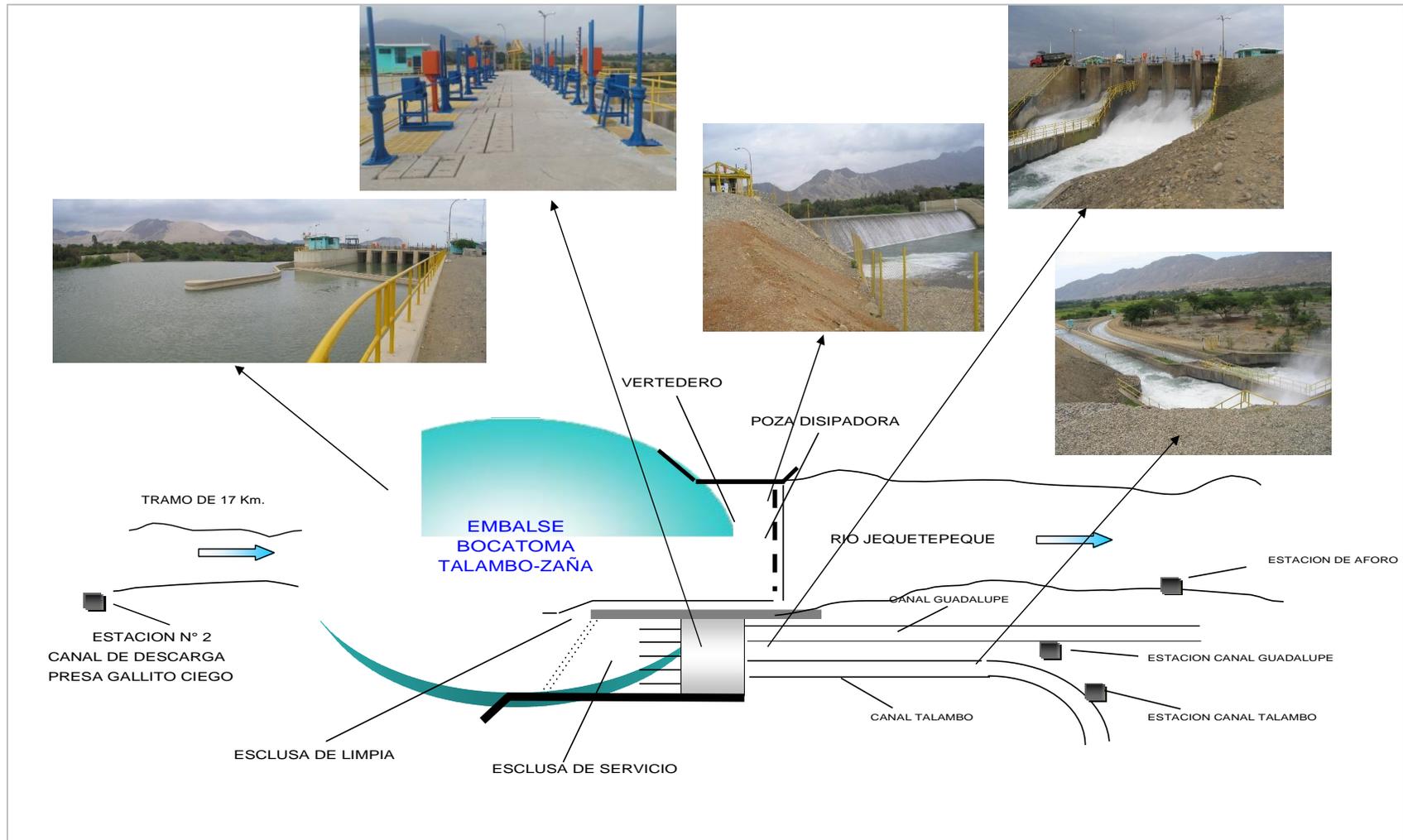


Figura 30. Diagrama esquemático del proceso de distribución de agua de la bocatoma.

3.2.2.2 Diagrama de recorrido

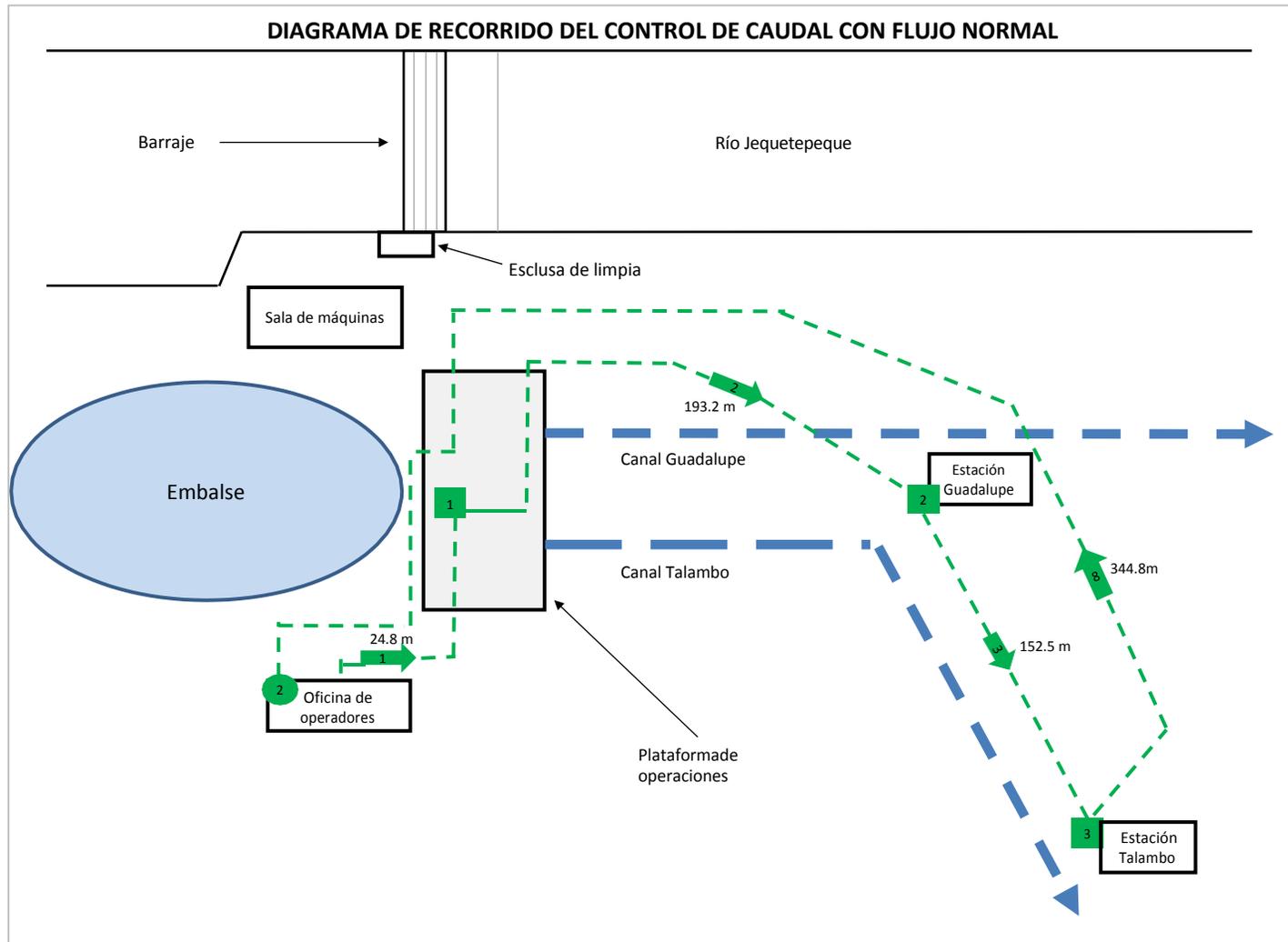


Figura 31. Diagrama de recorrido del control de caudal con flujo normal.

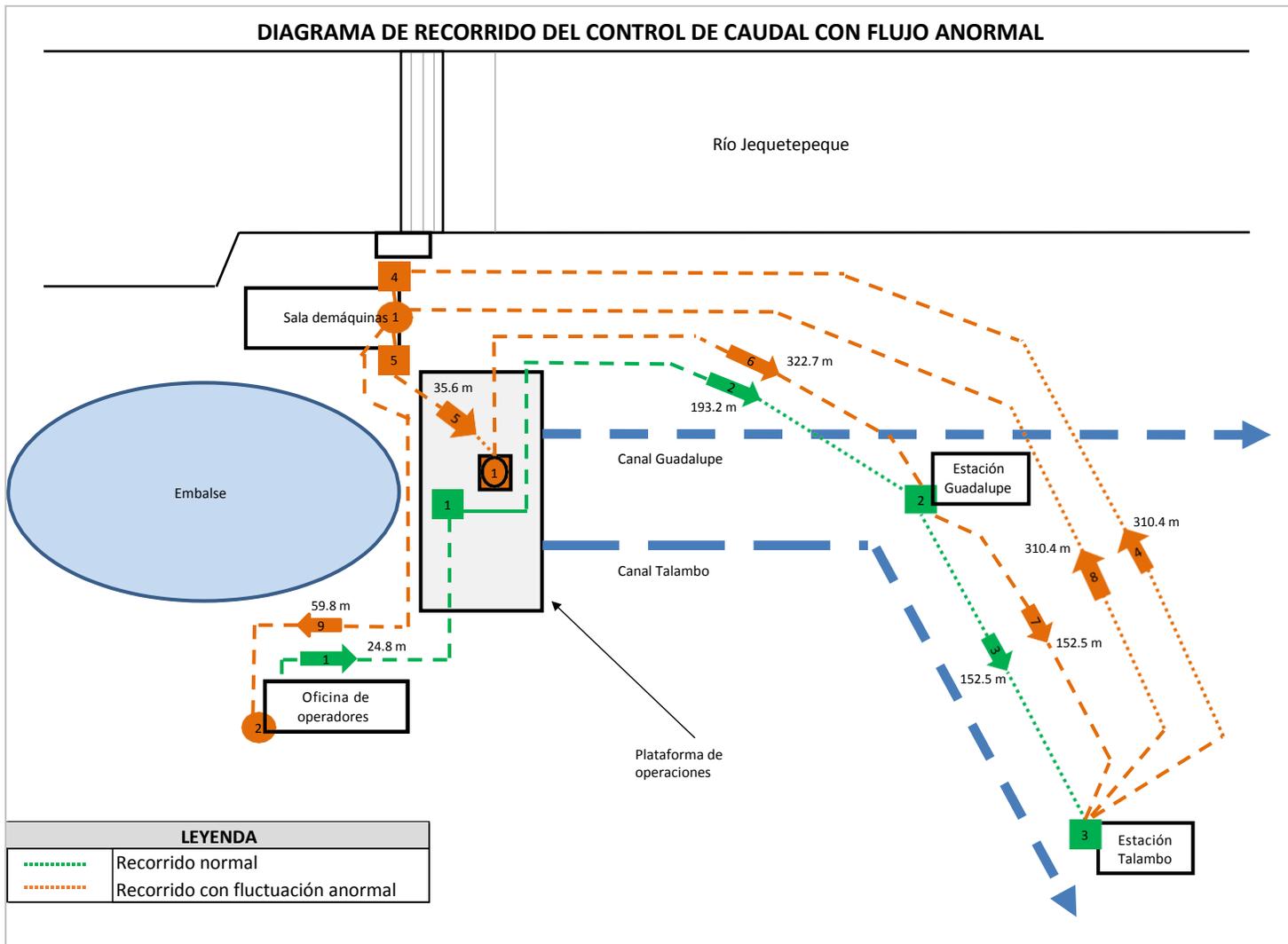


Figura 32. Diagrama de recorrido del control de caudal con flujo anormal.

El diagrama de recorrido nos permite observar el trayecto que recorre el operador tanto en una medición normal como en una medición con flujo anormal, se aprecia la distancia de traslado a pie, así como las actividades que realiza mediante la simbología empleada en el diagrama analítico, el cual está detallado más adelante.

3.2.2.3 Estudio de tiempos

Se realizaron dos estudios de tiempos al operador de infraestructura, uno en base al recorrido normal del control de caudal y el otro cuando se presenta un caudal con flujo anormal. El cronometraje de cada elemento se realizó con el procedimiento de vuelta a cero. El factor de valoración del ritmo y el porcentaje de suplementos se adecuó de acuerdo a la recomendación de la Oficina Internacional del Trabajo en su libro “Introducción al Estudio del Trabajo” capítulo 23 y capítulo 24, cuarta edición.

Cálculo de observaciones: Se realizó el cálculo aplicando el método estadístico para cada elemento de la tarea, el cual nos ofrece un nivel de confianza del 95.45% y un margen de error de $\pm 5\%$.

Cálculo para el elemento: “Lectura del nivel de embalse”

Observaciones preliminares	Tiempo observado	
	x	x ²
1	28	784
2	26	676
3	30	900
4	28	784
5	31	961
Total	143	4105

Aplicamos la fórmula del método estadístico.

$$n = \left(\frac{40 \cdot \sqrt{5(4105) - (143)^2}}{143} \right)^2$$

$$n = 5.95 \cong 6 \text{ observaciones}$$

El resultado nos arroja seis observaciones para el elemento “Lectura del nivel de embalse”. Sin embargo, se observó que para tiempos superiores al minuto la confiabilidad es mayor, aun así, se consideró 6 observaciones para todos los elementos de la tarea tomando como base éste que registró mayor número de observaciones. A continuación, el resumen de estudio de tiempos.

1. Estudio de tiempos con control de caudal normal

Tabla 6. Resumen de tiempos con control de caudal normal.

Descripción	Tiempo	Porcentaje
Tiempo productivo	3.77	28%
Tiempo improductivo	9.71	72%
Total tiempo observado	13.49	100%

Fuente: Elaboración propia

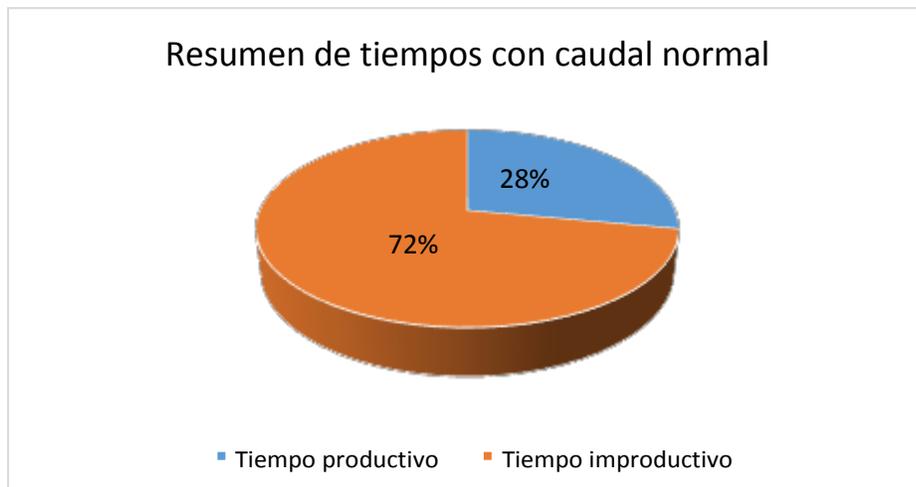


Figura 33. Resumen de tiempos con caudal normal.

2. Estudio de tiempos con caudal de flujo anormal

Tabla 7. Resumen de tiempos con caudal de flujo anormal.

Descripción	Tiempo	Porcentaje
Tiempo productivo	10.88	36%
Tiempo improductivo	19.36	64%
Total tiempo observado	30.23	100%

Fuente: Elaboración propia



Figura 34. *Resumen de tiempos con caudal anormal.*

El estudio de tiempos realizado nos arroja que el tiempo que le lleva al operador en realizar un control normal es de 13.49 minutos, así mismo se observa un 72% de tiempo improductivo. Con respecto al control de caudal con flujo anormal, el tiempo promedio en realizar esta tarea es de 30.23 minutos y presenta un 64% de tiempo improductivo. Por lo tanto, se confirma que el operador de la bocatoma realiza actividades que no generan valor a la tarea realizada como el desplazamiento a pie de una estación a otra, a esto le sumamos que las operaciones ejecutadas son manuales.

3.2.2.4 Diagrama analítico del proceso

Al igual que el estudio de tiempos, se realizó un diagrama analítico de operaciones (D.A.P.) al operador de infraestructura tanto en el proceso de control normal como en el proceso de control con flujo anormal el cual se detalla a continuación:

DIAGRAMA ANÁLITICO		Operario/Material/Equipo		
Diagrama N° 1 Hoja 1 de 1		Resumen		
Objeto: OPERADOR DE INFRAESTRUCTURA	Actividad	Actual	Propuesto	Economía
	Operación ○	1		
Inspección □	3			
Espera D				
Transporte ⇨	4			
Almacenamiento ▼				
Operación/Inspecc. ⊗				
Método: Actual	Distancia (m)	715.30		
Lugar: Bocatoma Talambo Zaña	Tiempo (min)	13.50		
Realizado por: Daniel Odar Torres Aprobado por: Ing. William Tarrillo				
Fecha: 24/05/2018 Fecha: 28/05/2018				
DESCRIPCIÓN	Distancia	Tiempo	Actividad	OBSERVACIONES
			○ □ D ⇨ ▼ ⊗	
Traslado de oficina a embalse	24.8	0.54	○	Traslado a pie
Lectura del nivel de embalse		0.29	○	
Traslado a estación Guadalupe	193.2	2.24	○	Traslado a pie
Lectura del canal Guadalupe		0.45	○	
Traslado a estación Talambo	152.5	2.09	○	Traslado a pie
Lectura del canal Talambo		0.46	○	
Traslado a oficina	344.8	4.85	○	Traslado a pie
Anotar datos hidrológicos		2.58	○	
TOTAL	715.30	13.50	1 3 4	

Figura 35. Diagrama Analítico del Proceso realizado al operador de infraestructura.

DIAGRAMA ANÁLITICO		Operario/Material/Equipo					
Diagrama N° 2	Hoja 1 de 1	Resumen					
Objeto:	OPERADOR DE INFRAESTRUCTURA	Actividad	Actual	Propuesto	Economía		
Actividad/Tarea		CONTROL DE CAUDAL CON FLUJO ANORMAL	Operación ○	3			
Método: Actual		Inspección □	7				
Lugar: Bocatoma Talambo Zaña		Espera ◐					
		Transporte →	9				
		Almacenamiento ▽					
		Operación/Inspecc. ⊗	1				
		Distancia (m)	1561.9				
		Tiempo (min)	30.23				
Realizado por: Daniel Odar Torres		Aprobado por: Ing. William Tarrillo					
Fecha: 03/06/2018		Fecha: 28/05/2018					
DESCRIPCIÓN	Distancia	Tiempo	Actividad				OBSERVACIONES
			○	□	◐	→	
Traslado de oficina a embalse	24.8	0.54					Traslado a pie
Lectura del nivel de embalse		0.29					
Traslado a estación Guadalupe	193.2	2.24					Traslado a pie
Lectura del canal Guadalupe		0.45					
Traslado a estación Talambo	152.5	2.09					Traslado a pie
Lectura del canal Talambo		0.46					
Traslado a sala de máquinas	310.4	4.21					Traslado a pie
Verificar niveles (aceite, agua, D2)		0.76					
Encender grupo electrógeno		0.71					
Verificar parámetros eléctricos		0.32					
Traslado a plataforma operaciones	35.6	0.63					Traslado a pie
Operar compuertas y lectura de mira		1.83					
Traslado a estación Guadalupe	322.7	2.225					Traslado a pie
Lectura del canal Guadalupe		0.45					
Traslado a estación Talambo	152.5	2.07					Traslado a pie
Lectura del canal Talambo		0.45					
Traslado a sala de máquinas	310.4	4.36					Traslado a pie
Apagar grupo electrógeno		0.52					
Traslado a oficina	59.8	0.97					Traslado a pie
Anotar datos hidrológicos		4.65					
TOTAL	1561.9	30.23	3	7	9	1	

Figura 36. Diagrama Analítico del control con flujo anormal.

El resultado del diagrama analítico del proceso nos dice que para el control de caudal normal, el operador realiza ocho actividades y recorre una distancia de 715.30 metros en 13.5 minutos. Para el control con flujo anormal realiza 20 actividades y la distancia recorrida es de 1561.9 metros en 30.23 minutos. Cabe resaltar que este recorrido lo hace cada 2 horas lo cual denota que el sistema no tiene un control continuo por parte del operador. Ellos solicitan apoyo en sus labores, de preferencia en la noche.

3.2.2.5 Historial de fallas

Se presenta a continuación un resumen del historial de fallas más relevantes del proceso acontecidas en los últimos 2 años.

Tabla 8. Resumen del historial de fallas de los años 2016 - 2017.

RESUMEN DEL HISTORIAL DE FALLAS PERIODO 2016 - 2017			
Equipo	Tipo de falla	Total de fallas	Observaciones
Tableros eléctricos de plataforma de operaciones	Fusibles quemados	5	Por cortocircuito
	Contactador quemado	3	
	Sobrecarga de relé	28	Motor sobrecargado
Motor eléctrico de plataforma de operaciones	Rotura de eje	12	Torque de arranque
	Rodaje con cabeceo	17	
Estructura mecánica de plataforma de operaciones	Vástago torcido	2	Mala operación
	Sellos rotos	3	
Grupos electrógenos	Generador quemado	2	Cortocircuito interno
	Fuga de petróleo	2	Cañería rota
	Alternador quemado	2	Cortocircuito interno
Limnógrafo de estaciones	Descalibración	7	
TOTAL		83	

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que la falla que tuvo más frecuencia fue la sobrecarga del relé térmico, esto se debe principalmente al arranque brusco del motor eléctrico porque no cuenta con arrancador de control electrónico, as u vez esta causa influye directamente en el

cabeceo de los rodajes y en la rotura del eje de transmisión. A continuación, ordenamos las fallas por mayor número de eventos:

Tabla 9. Relación de fallas por número de eventos ocurridos durante el periodo 2016 - 2017

Fallas	Eventos	%	Acumulado	% Acumulado
Sobrecarga de relé	28	33.73%	28	33.73%
Rodaje con cabeceo	17	20.48%	45	54.22%
Rotura de eje	12	14.46%	57	68.67%
Limnígrafo descalibrado	7	8.43%	64	77.11%
Fusibles quemados	5	6.02%	69	83.13%
Contactador quemado	3	3.61%	72	86.75%
Sellos rotos	3	3.61%	75	90.36%
Vátago torcido	2	2.41%	77	92.77%
Generador quemado	2	2.41%	79	95.18%
Fuga de petróleo	2	2.41%	81	97.59%
Alternador quemado	2	2.41%	83	100.00%
TOTAL	83			

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el diagrama de Pareto para identificar las fallas más comunes de manera gráfica.

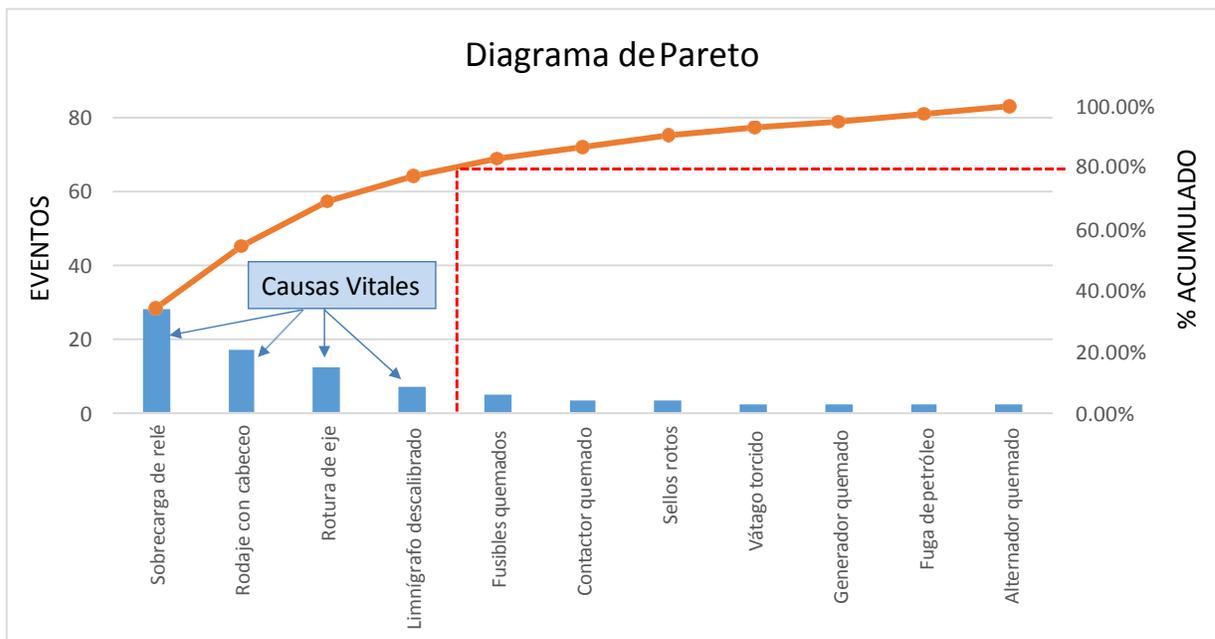


Figura 37. Diagrama de Pareto para el historial de fallas 2016 - 2017.

Observamos que las tres fallas más comunes se realizan en los motores eléctricos, esto se debe a la falta de un arrancador electrónico que le permita al motor un arranque suave y reduzca así su torque inicial. La cuarta falla es el limnógrafo lo cual demuestra que al momento de estar descalibrado no se realiza un control real de la altura del tirante de agua y por consiguiente tampoco se obtienen datos reales de caudal de distribución.

3.2.2.6 Comportamiento hídrico de la estructura de captación y distribución

Balance hídrico de la bocatoma

A continuación, se muestra el balance hídrico de los últimos 8 años donde se compara el volumen solicitado por la Autoridad Loca de Aguas y la cantidad real de volumen entregado por la bocatoma, se recurrió para ello a la data hidrológica registrada diariamente por la empresa clasificándola por canales de distribución y río. La finalidad es conocer si hubo o no sobre entrega de agua y en qué cantidad.

Tabla 10. Balance hídrico de la bocatoma periodo 2010 - 2017

AÑO	VOLÚMEN ANUAL EN MILLONES DE METROS CÚBICOS (MMC)				
	Solicitado	Recuperado	Total solicitado	Entregado	Pérdida
2010	430.74	21.38	452.12	473.52	21.40
2011 (*)	460.06	38.1	498.16	514.09	15.93
2012 (*)	410.61	23.7	434.31	443.88	9.57
2013	457.87	24.48	482.35	509.77	27.42
2014	484.07	27.5	511.57	534.81	23.24
2015 (*)	472.66	17.79	490.45	503.01	12.56
2016	420.29	35.52	455.81	478.09	22.28
2017 (*)	444.25	24.77	469.02	481.77	12.75
PROMEDIO	447.57	26.66	474.22	492.37	18.14

Fuente: Elaboración propia

(*): En estos años y para fines de estudio no se han tomado en cuenta los meses con caudal de crecidas como, por ejemplo: época del fenómeno del niño.

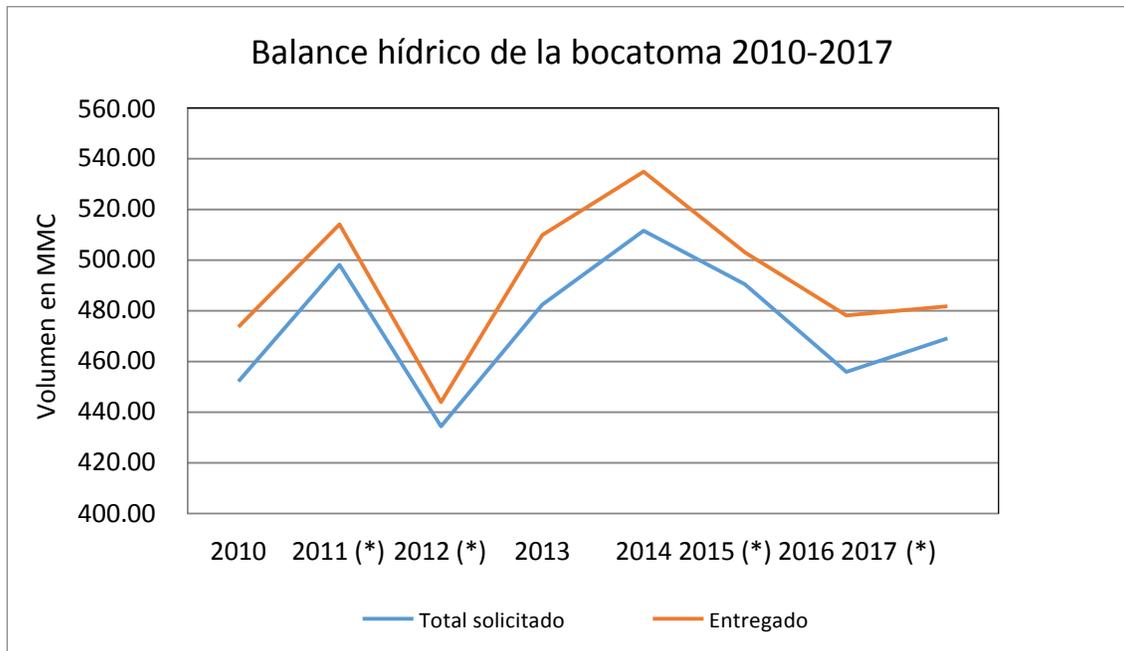


Figura 38. Balance hídrico de la bocatoma 2010 - 2017

De la tabla podemos deducir que en los últimos ocho años hubo un excedente promedio de 18.14 MMC en la distribución de agua. En lo que va del presente año el excedente llega a 5 MMC aguas abajo de la bocatoma (Ver anexo de balances hídricos 2018).

Costo del volumen excedente

En la siguiente tabla damos a conocer el costo del volumen excedente en los últimos 8 años de acuerdo a la tarifa hídrica del año analizado.

Tabla 11. Costo en soles del volumen excedente 2010 - 2017

AÑO	SUPERÁVIT EN MMC	COSTOS		TOTAL
		S/. X m3	S/. X MMC	
2010	21.40	0.01793251	17,932.51	383,755.71
2011	15.93	0.01815040	18,150.40	289,135.87
2012	9.57	0.01840392	18,403.92	176,125.51
2013	27.42	0.01927200	19,272.00	528,438.24
2014	23.24	0.01966784	19,667.84	457,080.60
2015	12.56	0.02024490	20,244.90	254,275.94
2016	22.28	0.02089700	20,897.00	465,585.16
2017	12.75	0.02089700	20,897.00	266,436.75
PROMEDIO	18.14			352,604.22

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que la tabla muestra el costo bruto del superávit hídrico. Vemos que el promedio de pérdida de agua de los últimos ocho años es de 18.14 MMC cuantificado económicamente en 352,604.22 soles

A diferencia del 2017 (no se consideró 4 meses de crecidas), el año 2016 no tuvo periodo húmedo por lo que se pudo calcular los excedentes de los 12 meses, es por ello que el superávit fue de 22.28 MMC que nos da un monto de 465,585.16 soles que no fue cobrado por concepto de tarifa de agua.

3.2.2.7 Pérdidas del sistema

La Junta de Usuarios maneja un porcentaje de pérdidas del sistema regulado por ineficiencias del proceso y caudal no uniforme del 5 - 8% de la demanda hídrica multisectorial. Para este año se proyectó 33.67MMC de pérdidas. (Ver anexo de demanda de agua).

Tabla 12. Demanda de agua del sector Jequetepeque regulado.

DEMANDA DE AGUA 2018	Volumen total (MMC)
CLASE	
Demanda total	710.76
Demanda multisectorial	673.94
Caudal ecológico	3.15
Pérdidas del sistema	33.67
Oferta de agua complementaria	86.19
Agua subterránea	
Agua de recuperación de río	48.81
Agua de recuperación en canales	37.38
Otras fuentes	
Demanda para atender por presa	624.57

Fuente: Junta de Usuarios Jequetepeque.

El cuadro histórico de pérdidas por superávit nos muestra que el promedio es de 18.14MMC, sin embargo, en años no húmedos donde se pudo medir los 12 meses sin crecidas se observa que las pérdidas están por encima de los 20MMC, es decir, este valor se acerca más a un promedio real.

Si tomamos las pérdidas proyectadas del sistema de 33.67MMC y le descontamos el porcentaje de participación de la bocatoma en la regulación (70%) obtendremos 23.57MMC, este valor se ubica dentro del promedio real de pérdidas por superávit en la bocatoma Talambo Zaña. La fórmula quedaría así:

$$\text{Superávit en bocatoma} = \text{Pérdida total del sistema} \times 0.7$$

3.2.2.8 Eficiencia operativa del sistema.

La eficiencia operativa promedio calculada por la empresa es de 67% para todo el sistema de riego del valle. Quiere decir que del 100% de agua ofertado sólo se

aprovecha el 67%. A continuación, la eficiencia operativa por cada comisión de usuarios y el promedio general.

Tabla 13. Eficiencia operativa del valle Jequetepeque.

Comisión de usuarios	Eficiencia operativa (%)
Pay pay	51.87
Ventanillas	55.85
Tolón	24.61
Huabal - Zapotal	58.70
Talambo	58.56
Talambo - presurizado	95.00
Areas nuevas	95.00
Chepén	64.81
Guadalupe	86.74
Pueblo Nuevo	76.40
Pacanga	65.85
Limoncarro	70.04
Tecapa	61.04
San Pedro	75.02
San José	60.03
Jequetepeque	75.80
PROMEDIO	67.21

Fuente: Junta de Usuarios Jequetepeque.

3.2.3 Cálculo de la rentabilidad actual

Para el cálculo de la rentabilidad y utilidad se recurrió al Estado de Gestión de Ganancias y Pérdidas de la empresa de los últimos dos años. Cabe resaltar que la empresa está exonerada de impuestos por ser Asociación Civil sin fines de lucro.

3.2.3.1 Estado de Gestión de Ganancias y Pérdidas

Tabla 14. Estado de ganancias y pérdidas de la empresa.

ESTADO DE GESTIÓN DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS		
	AL 31 DE DICIEMBRE DEL	
	2016	2017
INGRESOS		
Tarifa de Agua	10,022,048.22	10,159,134.11
INGRESOS NETOS	10,022,048.22	10,159,134.11
GASTOS		
Consumo de Suministros	- 869,132.55	- 898,344.46
Gastos de Personal, Directores y Gerentes	- 4,282,107.03	- 4,586,842.39
Gastos de Servicios Prestados por Terceros	- 3,154,180.88	- 3,448,529.41
Gastos por Tributos	- 21,168.39	- 29,251.65
Valuación y Deterioro de Activos y Provisiones	- 680,525.86	- 702,014.29
TOTAL DE GASTOS	- 9,007,114.71	- 9,664,982.20
RESULTADOS DE OPERACIÓN	1,014,933.51	494,151.91
OTROS INGRESOS Y GASTOS		
Otros Gastos de Gestión	- 998,058.24	- 846,014.46
Gastos Financieros	- 368,892.91	- 236,070.82
Otros Ingresos de Gestión	89,892.27	484,661.81
Ingresos Financieros	357,380.95	190,640.82
TOTAL OTROS INGRESOS Y GASTOS	- 919,677.93	406,782.65
RESULTADO DEL EJERCICIO (SUPERÁVIT O DÉFICIT)	95,255.58	87,369.26

Fuente: Empresa recaudadora de tarifa de agua.

Se observa que hay una caída en la utilidad neta con respecto al año anterior de 8.3% a pesar de haber registrado 1.37% de incremento en el ingreso por concepto

de tarifa de agua. Se observa que el rubro de gastos de personal y servicio prestados por terceros aumentó, lo cual explica uno de los factores en la caída de la utilidad.

3.2.3.2 Principales indicadores

A continuación, se presentan los principales indicadores de rentabilidad y utilidad obtenidos luego de analizar el estado de gestión de ganancias y pérdidas

Tabla 15. Principales indicadores de rentabilidad.

INDICADORES		2016	2017
Productividad operativa	Ingresos / costos de operación	1.113	1.051
Rentabilidad operacional	Utilidad operacional / Ingresos	0.101	0.049
Rentabilidad neta	Utilidad neta / Ingresos	0.010	0.009
Índice del ROI	Beneficio-inversión / inversión	0.113	0.051
Rentabilidad de inversión	Utilidad neta / inversión	0.011	0.009
Margen de utilidad operacional		10.1%	4.9%
Margen de utilidad neta		1.0%	0.9%

Fuente: Elaboración propia.

El análisis es el siguiente:

Productividad operativa: Por cada sol que se invierte en la operación y mantenimiento, se genera 1.11 soles de ingreso en 2016 y 1.05 soles en 2017.

Rentabilidad operacional: Por cada sol que ingresa, se genera 10.1 céntimos de sol en 2016 y 0.49 céntimos de sol en 2017 de utilidad operacional.

Rentabilidad neta: Por cada sol que ingresa, se genera 1 céntimo de sol en 2016 y 0.9 céntimos de sol en 2017 de utilidad neta.

Índice R.O.I.: Por cada sol invertido en la operación y mantenimiento, se genera 11.3 céntimos de sol en 2016 y 5.1 céntimos de sol en 2017 de ingreso por venta de agua.

Rentabilidad de la inversión: Por cada sol invertido, se genera 1.1 céntimos de sol en 2016 y 0.9 céntimos de sol en 2017 de utilidad neta.

Nota. Llamamos inversión al costo operativo generado directamente para el proceso de entrega de agua y recaudación por concepto de tarifa. Se podría llamar también como el costo por ingreso de recaudación de tarifa de agua.

3.2.5 Diagrama de Causa Efecto

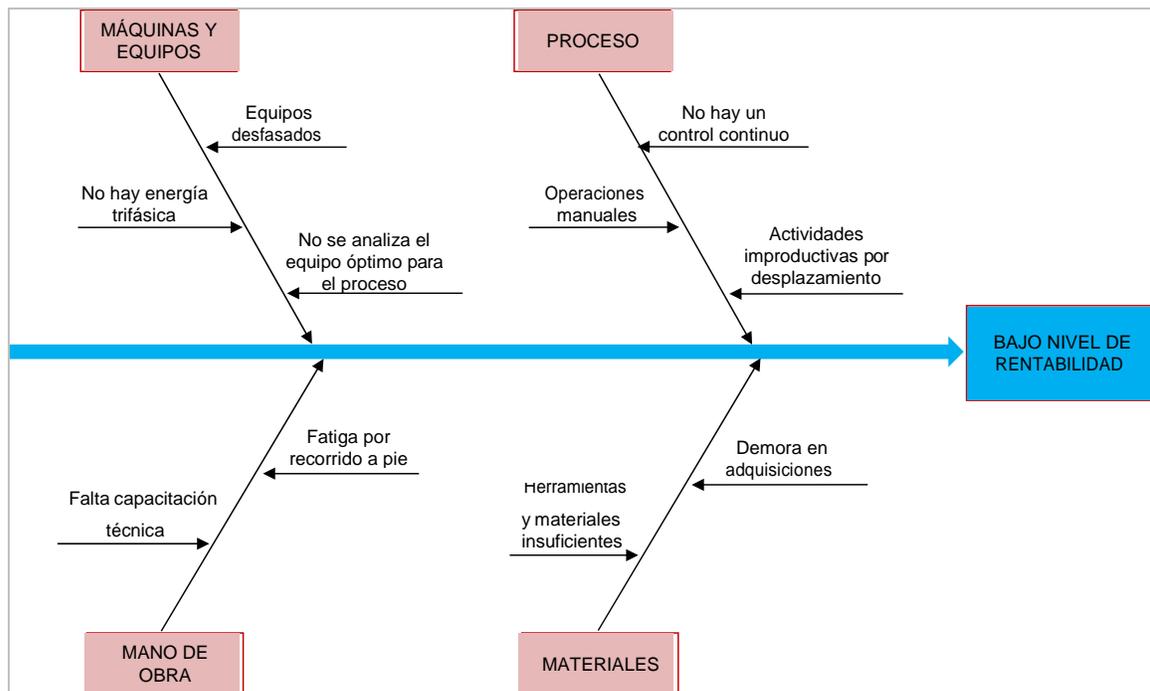


Figura 39. Diagrama Causa Efecto de la estructura de captación y distribución.

El diagrama causa efecto resume las causas que estaría afectando el bajo nivel de rentabilidad tomando como insumo los resultados de la aplicación de instrumentos y las herramientas de análisis.

Luego de realizar el Diagrama Causa Efecto se procede a analizarlo en una tabla de interpretación enumerando las posibles soluciones al problema, para ello establecemos algunos criterios de valoración y la escala de calificación correspondiente.

Criterios a evaluar:

1. ¿Factor que conlleva al problema?
2. Esto ¿Origina de manera directa el problema?
3. Si es eliminado ¿Es una solución directa al problema?
4. ¿Es una solución factible de plantear?
5. ¿La solución es medible si funciona?
6. ¿La solución es de bajo costo?

Escala de calificación

Tabla 16. Escalas de calificación para interpretar el Diagrama Causa Efecto.

Escalas de calificación	
Escalas	Puntaje
Muy alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy bajo	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla de valoración de causas

Tabla 17. Tabla de valoración de causas.

CAUSAS	SOLUCIONES	FACTOR	CRITERIOS				BAJO COSTO	TOTALES
			CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN DIRECTA	SOLUCIÓN FACTIBLE	MEDIBLE		
No hay un control continuo	Automatización del sistema	5	5	5	4	5	1	25
Operaciones manuales	Automatización del sistema	5	5	5	4	5	1	25
Actividades improductivas por desplazamiento	Evaluar compra de moto	3	3	2	3	3	3	17
MÁQUINAS Y EQUIPOS								
Equipos desfasados	Cambio de equipos	4	4	4	3	3	2	20
No hay energía trifásica	Elaborar proyecto eléctrico	1	1	1	2	2	1	8
No se analiza el equipo óptimo para el proceso	Capacitación en control operativo	1	1	1	1	1	3	8
MANO DE OBRA								
Falta de capacitación técnica	Plan de capacitación / Evaluación de desempeño	3	2	2	4	3	4	18
Fatiga por distancia de recorrido	Evaluar compra de moto	1	1	1	1	1	3	8
MATERIALES								
Herramientas y materiales insuficientes	Requerimiento de acuerdo a necesidades laborales	1	1	1	1	1	4	9
Demora en adquisiciones	Seguimiento de las compras	1	1	1	1	1	4	9

Fuente: Elaboración propia

Análisis de interpretación: Según la tabla una posible solución es realizar una automatización al sistema, si bien se aprecia que no es una solución de bajo costo, la decisión se toma en base al impacto directo que tiene sobre la solución del problema. Además, la implementación de un sistema automatizado abarca también la solución de otras causas como los equipos, la fatiga de los operadores o las actividades improductivas por desplazamiento. En el planteamiento de la propuesta analizaremos económicamente la inversión necesaria, el periodo de retorno de la inversión y la utilidad que generaría a futuro.

3.3 Propuesta / Plan

3.3.1 Matriz de planificación

Tabla 18. Matriz de planificación de la propuesta de mejora.

MATRIZ DE PLANIFICACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA							
Item	Problema	Solución	Responsable	Recursos requeridos	Costo	Tiempo	Observaciones
1.00	Proceso manual	Automatización del proceso	El investigador	Equipos	138,952.76	4 meses	Tiempo total de la propuesta de mejora
			El jefe de Operaciones	Materiales	74,630.03		
		Mano de obra	27,500.00				
		Capacitación	10,000.00				
		Gastos Generales	45,194.90				
	Falta de medición continua						
TOTAL					296,277.69		

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Cronograma de actividades para la matriz de planificación



Figura 40. Diagrama de Gant para las actividades de la propuesta de automatización.

3.3.3 Propuesta de automatización

3.3.3.1 Descripción de la propuesta

La bocatoma es una estructura necesaria para la regulación de los Canales principales y el río que sigue la margen izquierda. La regulación como se vio anteriormente se realiza manualmente, esto no permite al operador regular de manera rápida y óptima el caudal entregado en los canales y en el río, a esto se suma la distancia que el operador tiene que recorrer para realizar las mediciones en las estaciones limnigráficas donde puede ver la variación que se ha generado de acuerdo a la regulación que ha realizado. Esta falta de medición continua no permite controlar adecuadamente un superávit de agua, por lo tanto esta propuesta de automatización plantea una solución para mejorar el control del caudal basado en los diferentes tipos de operación que se realizan en la estructura hidráulica (Operación normal y operación con flujo anormal).

El proceso de automatización contempla utilizar un PLC (Controlador lógico Programable), el cual consta de entradas y salidas analógicas y digitales, los cuales sirven para recibir las señales que provienen de los sensores que se utilizarán para mejorar el control de caudal y que a su vez le permite al PLC enviar órdenes a los motores que regularán la apertura y cierre de las compuertas.

Los sensores ultrasónicos estarán ubicados en puntos estratégicos que nos permitirán medir los niveles de embalse, el nivel del río y los caudales de los canales principales respectivamente (ver figura 41). Así mismo se plantea instalar un sensor a 2 Km aguas arriba de la bocatoma, a la altura de puente Tolón, que nos permita conocer la cantidad de agua que se acerca a la bocatoma y compararlo con el nivel de embalse y el requerimiento asignado, con este sensor es factible ejecutar una medición del caudal de recuperación que regresa al río luego de su paso por las áreas de cultivo, hasta este momento el dato de recuperación es teórico. La medición del caudal de recuperación ayuda a reducir la entrega desde presa y por ende evitar excedentes.

Para el nivel de embalse y el río se instalará un sensor de ultrasonido que efectúe la lectura a pelo de agua y sea reportada a la mesa de control. En los canales de distribución estarán dos sensores de correlación y dos sensores de nivel ultrasónicos que medirán la altura del tirante de agua y la velocidad para conocer el caudal de distribución en tiempo real.

El accionamiento de los motores será controlado y supervisado desde la estación de control por los operadores a través de un software de visualización, ellos se apoyarán en las señales que envían las estaciones hidrológicas en tiempo real con respecto a la medición del caudal, luego el PLC emite una señal de mando hacia los tableros eléctricos los cuales efectuarán una orden de apertura o cierre de acuerdo al comportamiento del flujo de caudal, Cada regla ubicada en la compuerta tendrá un sensor óptico analógico que medirá la apertura o cierre (ver figura 42). Los tableros eléctricos estarán acondicionados para un arranque suave, con ello evitaremos el torque brusco de arranque. Estos equipos poseen además la capacidad de convertir la tensión monofásica en trifásica, con esto ya no se utilizaría los grupos electrógenos para la operación de compuertas quedando únicamente como respaldo ante el corte del fluido eléctrico. En la figura 43 se resume el diagrama general de control automatizado de la estructura hidráulica.

El sistema contará con una serie de alarmas para protección del sistema tal como se observa en la figura 44, cualquier falla será reportada al PLC y se activará una sirena de pánico. Las fallas a considerar son: falla de motor, nivel de entrada a la bocatoma (muy bajo o muy alto), error en los caudales de los canales y por último set point fuera de rango.

El sistema elimina el traslado del operador hacia la plataforma de operaciones, sala de máquinas o canales de distribución, ahora su labor pasará a ser un trabajo de monitoreo y control permanente del proceso. Sin embargo, debe estar atento a posibles atascos en las estructuras mecánicas (compuertas).

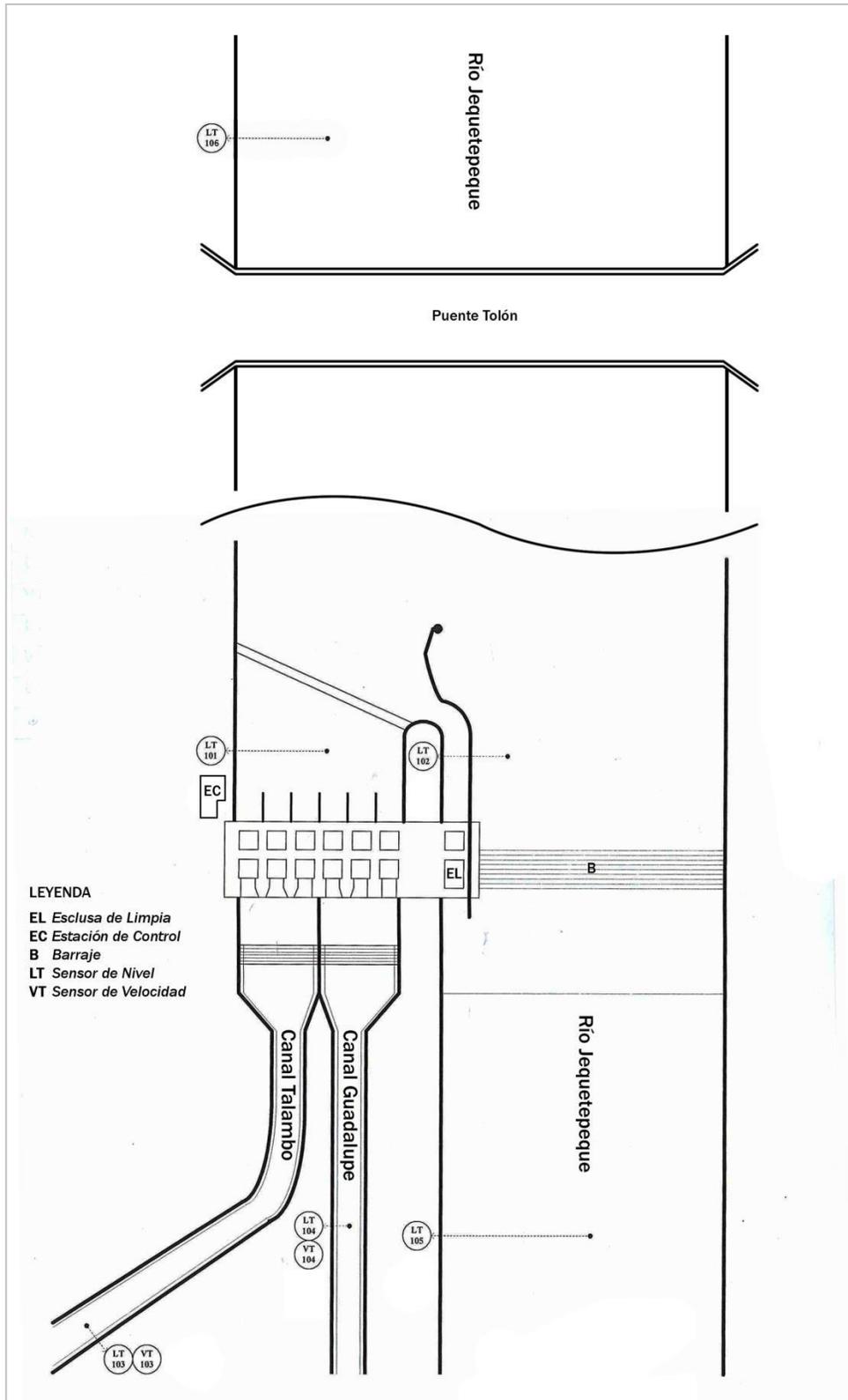


Figura 41. Plano de ubicación de sensores.

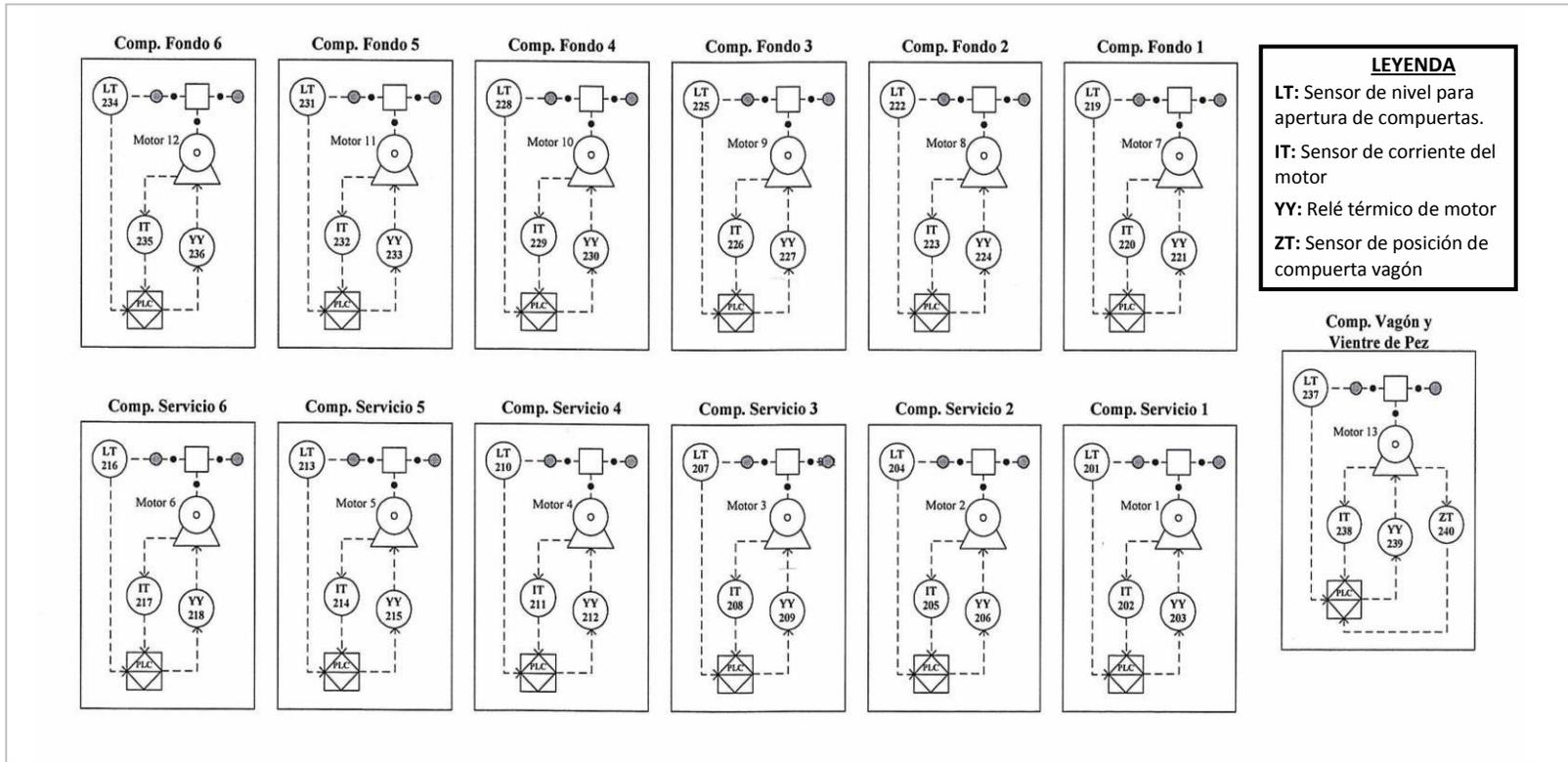


Figura 42. Diagrama de control de compuertas de fondo, servicio y vagón

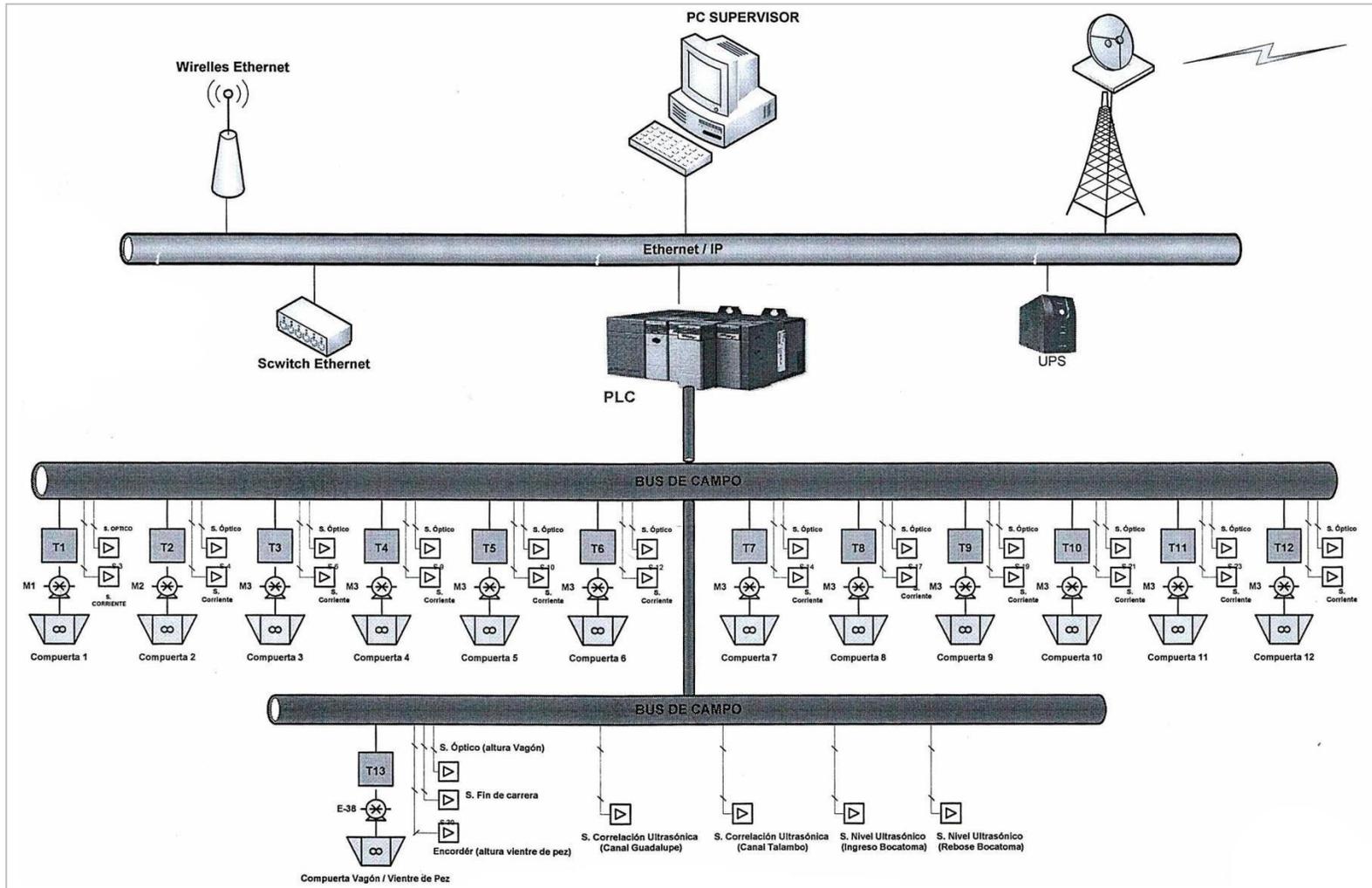


Figura 43. Diagrama general del sistema automatizado para la bocatoma.

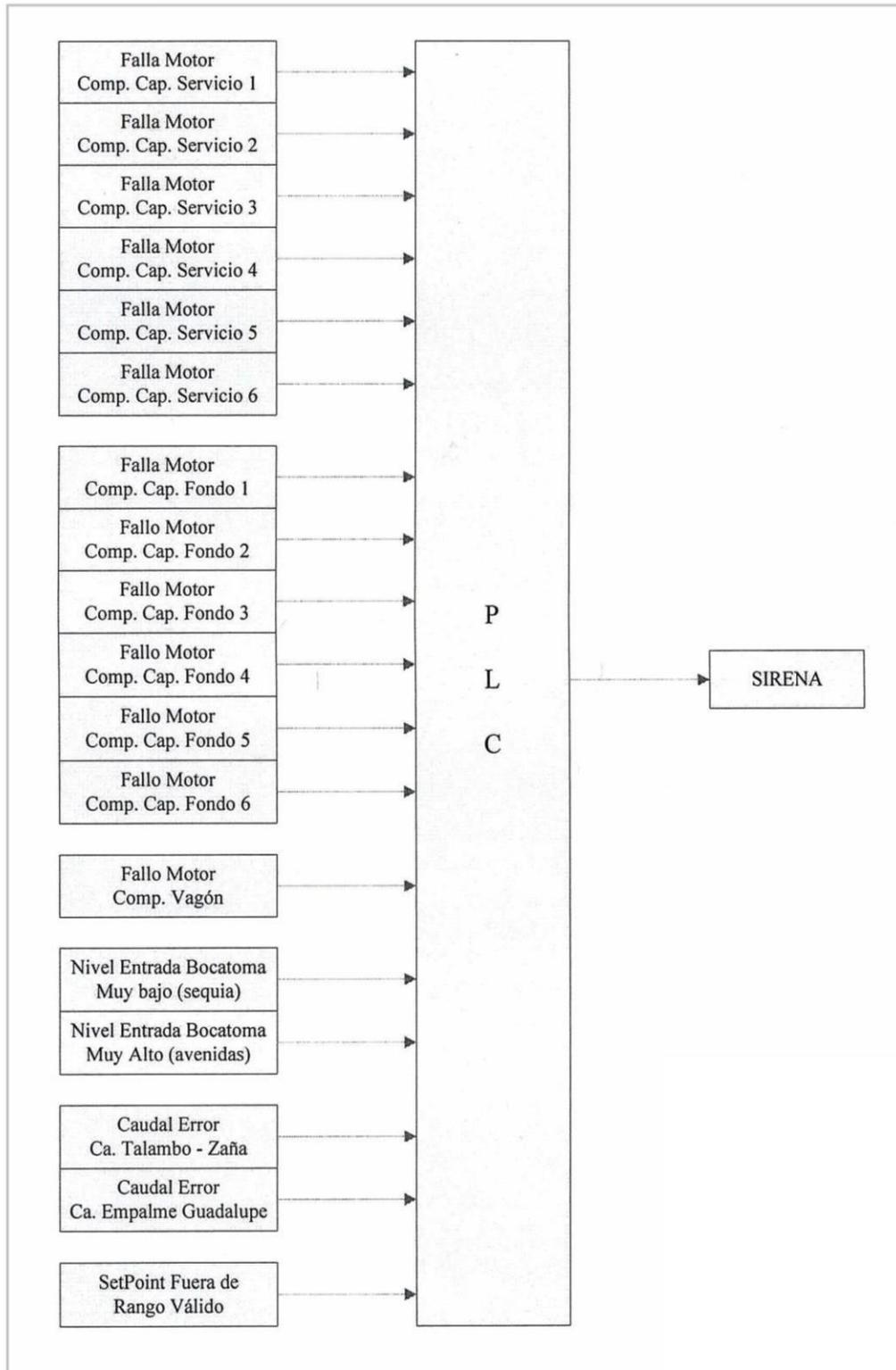


Figura 44. Alarmas del sistema automatizado.

3.3.3.2 Resumen de variables a emplear

Nivel de agua en el embalse (entrada a la bocatoma)

Señal necesaria para saber el nivel que se tiene en el embalse, la cual es necesario que se mantenga en el nivel óptimo de operación (175.3 – 175.4 msnm) para el correcto funcionamiento de la bocatoma y a su vez en el tiempo de avenidas se utiliza para activar la compuerta vientre de pez y la compuerta vagón con el fin de mantener el nivel óptimo de operación. Señal analógica.

Nivel y velocidad de agua en los canales principales

Señales necesarias para saber el caudal que se entrega en los canales, se calcula de manera indirecta para cada canal, estas señales sirven para realizar la regulación automática de las seis compuertas de servicio (tres por canal). Señal analógica.

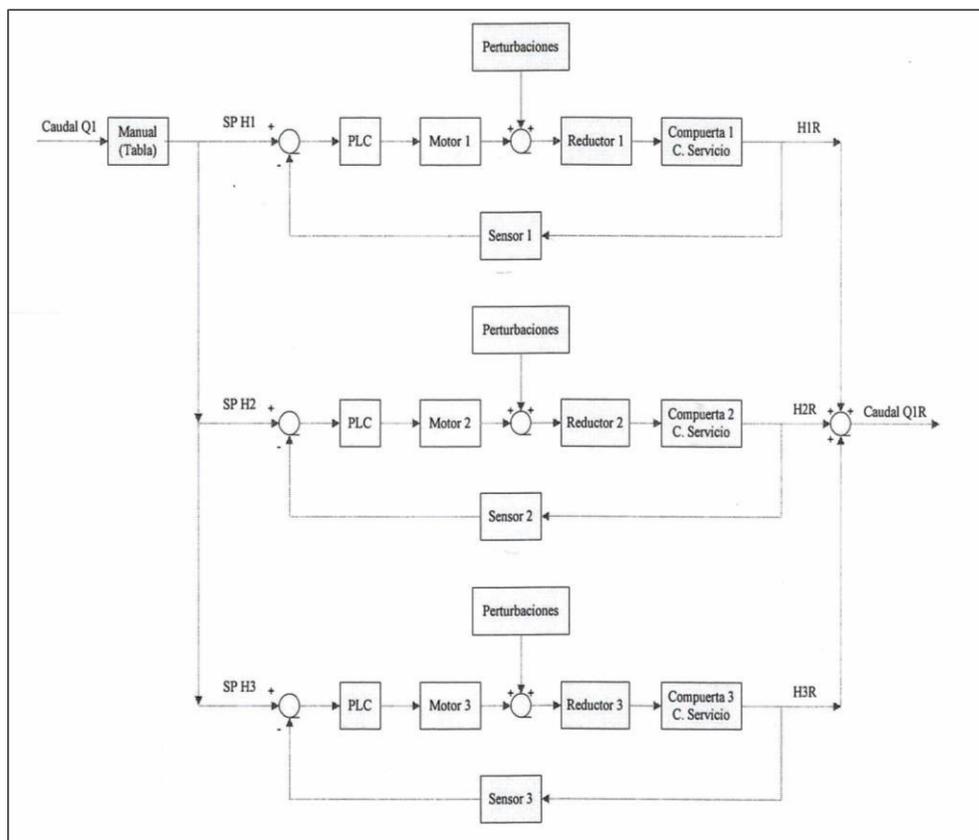


Figura 45. Lazo de control canal principal 1.

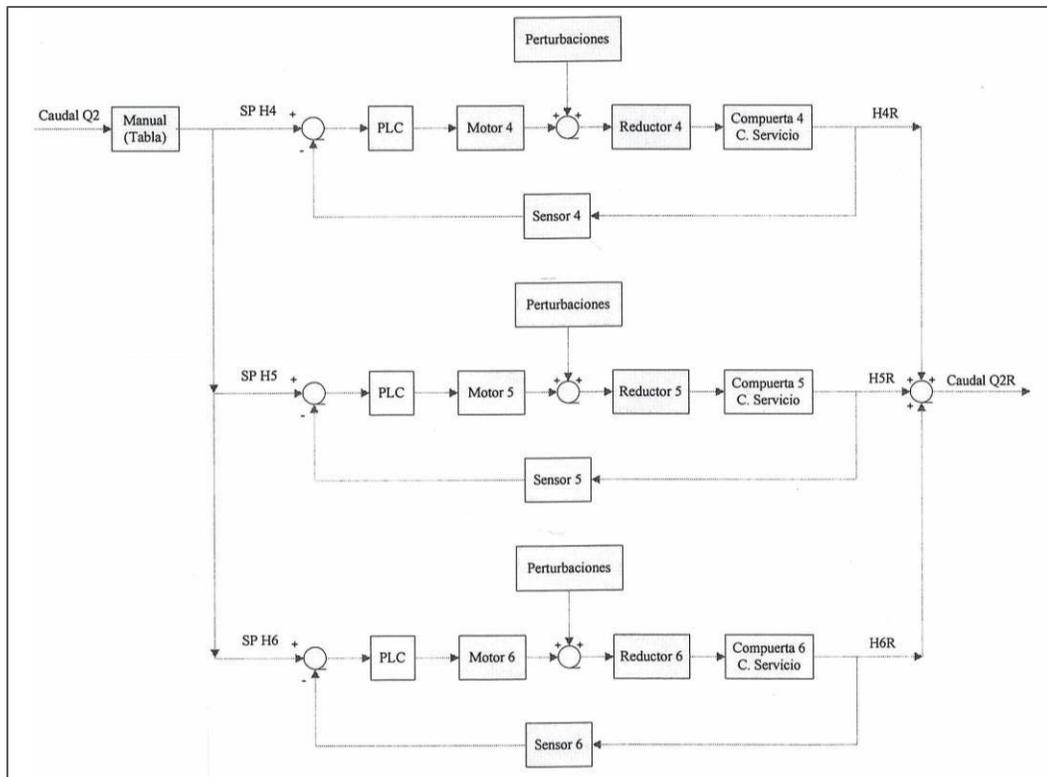


Figura 46. Lazo de control canal principal 2.

Nivel de agua en el vertedero

Señal necesaria para saber el caudal que se está pasando por el vertedero y para repartir el caudal en tiempo de avenidas junto con la esclusa de limpia.

Nivel de agua en la margen izquierda del río

Señal necesaria para saber el caudal que se entrega en la margen izquierda del río, se calcula de manera indirecta, estas señales sirven para realizar la regulación de las compuertas de fondo, compuerta vientre de pez y compuerta vagón. Señal analógica.

Porcentaje de apertura de compuertas de servicio

Señales necesarias para el control de compuertas de la captación de servicio (tres por canal), con las que se realiza la regulación de caudal que se entrega en los canales principales. Señal analógica.

Porcentaje de apertura de compuertas de fondo

Señales necesarias para el control de compuertas de captación de fondo, con las que se realiza la regulación del caudal de entrega a la margen izquierda del río. Señal analógica.

3.3.3.3 Tableros de control de motores de compuerta

Actualmente, poseen un sistema de arranque directo con inversión de giro. Estos tableros accionan a moto-reductores que brindan el movimiento a cada una de las compuertas del sistema a controlar.

Para poder afinar el sistema de apertura y cierre de las compuertas se recomienda utilizar variadores de velocidad para una apertura suave, el cual recibe la señal desde el controlador de apertura o cierre de la compuerta a través de una señal digital de encendido. El arranque será secuencial tipo rampa, pudiéndose controlar en modo manual y automático. Se muestra a continuación el diagrama eléctrico de arranque directo básico a emplear.

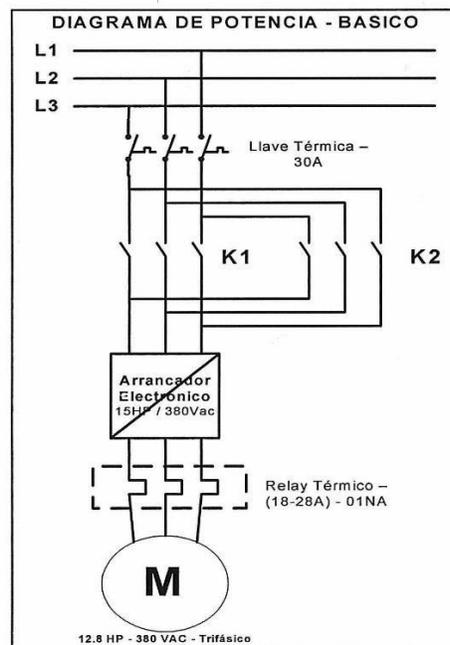


Figura 47. Diagrama eléctrico para arranque directo con arrancador electrónico.

3.3.3.4 Sistema de control

El sistema de supervisión central poseerá los recursos que permitan controlar en forma centralizada y operar:

Las funciones de mando de las compuertas.

Las funciones de mando de niveles y caudal del sistema.

Las funciones de almacenamiento y reporte de operación del sistema.

La estructura del sistema se basa en un equipo de procesamiento central instalado en el puesto central de operación (PCO) y equipos e instrumentos periféricos en las diversas estaciones que cuentan con aparatos de maniobra que procesan las informaciones de los equipos de señales para su envío y tratamiento por parte del equipo central. Este sistema posee un gabinete de control central (GCC) instalado en la sala de operaciones, dos monitores a color como apoyo al GCC, una consola de mandos, dos terminales de operación con teclado asociado (una de ellas supervisa la operación del sistema y la otra permite realizar reportes, base de datos y las estadísticas de control de eventos y fallas) y una impresora (impresión de acontecimientos del sistema, historia del tren y registros de estadísticas). El sistema está formado por tres sub sistemas:

Gabinete de control central (GCC):

Gobernado por un controlador lógico programable PLC, conectado a los puestos periféricos a través de conexión cableada y con los equipos de procesamiento por la red Ethernet/IP, con funciones distribuidas y con terminales e instrumentos de interface para operadores expandibles.

Puesto periférico:

Con una estructura de control entrada / salida para el accionamiento suave de las compuertas, capaz de comunicar fallas o alteraciones del sistema.

Red de transmisión de datos y control:

Red de comunicación a equipos que posean interface Ethernet / IP dedicada a la supervisión y control de Full Dúplex, permite obtener todas las combinaciones entre todos los apoyos físicos y tiempos de actualización (Gómez, 2015, p. 44). La parte de accionamiento a los puestos periféricos se realizará por conexión directa excepto el sensor de nivel ubicado a la altura del puente Tolón el cual será mediante señal remota.

Para el sistema de supervisión se plantea usar el software FACTORY TALK o como mínimo el RSVIEW, configurable de manera de supervisión y aplicación simple.



Figura 48. Sistema de supervisión FACTORY TALK

3.3.3.5 Características técnicas de los principales equipos e instrumentos

Sensor fotoeléctrico analógico (óptico tipo laser)

Dispositivo que trabaja con un haz de señal tipo laser y se activa cuando este es interrumpido (Gómez, 2015, p. 47). Este sensor se usará para medir la apertura y cierre de compuertas, su montaje se debe realizar en el vástago junto a la regleta de medición. Este sensor deberá tener un punto de haz pequeño para aplicaciones típicas para este rango de detección (hasta 6m). No requiere ningún control de dispositivos externos.

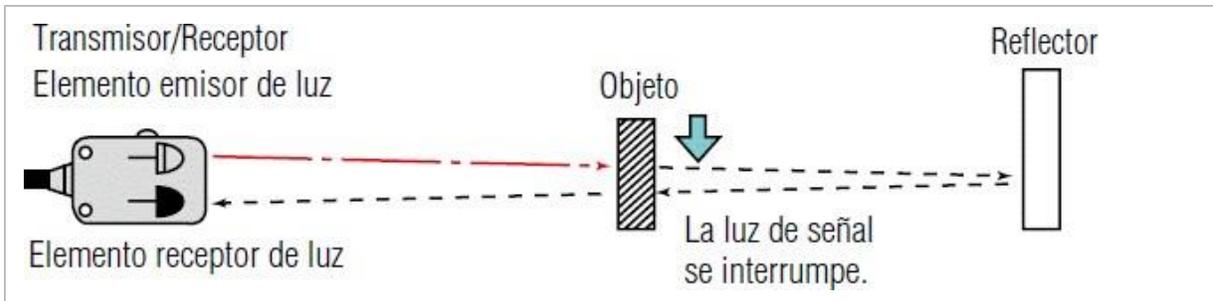


Figura 49. Esquema de un sensor fotoeléctrico.

Características técnicas	
Sensor Photo-eléctrico analógico tipo laser	
Variable	Descripción
Detección laser	Clase 1, IR 905mm
Alimentación del haz	Rojo visible clase 2
Tamaño	4mm x 12mm @ m2
Rango de detección	200...6000mm
Rango de medición	5800mm
Linealidad	± 40mm
Histéresis	30mm
Resolución	1mm
Deriva de la temperatura	1,2mm/°C
Alimentación	18...30V DC
Consumo de corriente	≤ 125mA @ 24VDC
Tipo de salida	2 discretos PNP 4-20mA
Tiempo de respuesta	13ms
Material de la carcasa	Plástico ABS
Tipos de conexión	5 polos Micro de CC
Protección	IP 67
Vibraciones	según norma IEC 60947-5-2
Temperatura de trabajo	-10...+50°C

Figura 50. Características del sensor fotoeléctrico.

Sensor de correlación ultrasónica

Dispositivo para medir velocidad de altura se pelo de agua en canales trapezoidales de distribución de agua (Automatismos Peruanos, 2014, p.47). Son equipos que permiten calcular el caudal entregado por cada canal. Un transductor transmite pulsos ultrasónicos cortos en el agua a medir. Las partículas o burbujas del medio reflejarán estos pulsos. Poco después de haber enviado el pulso recibe el eco del ultrasonido, éste es digitalizado y guardado como primer escaneado del perfil de ecos.

Características técnicas	
Sensor de correlación ultrasónico	
Variable	Descripción
Detección /Ultrasónica	Clase 1
Tamaño	4mm x 12mm 6m@
Rango de detección	200...2000mm
Rango de medición	180mm
Linealidad	± 40mm
Histéresis	30mm
Resolución	1mm
Deriva de la temperatura	1,2mm/°C
Alimentación	18...30V DC
Consumo de corriente	≤ 125mA @ 24 VDC
Tipo de salida	02 análogas 4...20mA
Tiempo de respuesta	13ms
Tipos de conexión	4 polos Micro CC
Protección	IP 67
Temperatura de trabajo	-10...+50°C

Figura 51. Características del sensor de correlación ultrasónico.

Sensor de nivel (ultrasónico)

Dispositivo para medir altura a pelo de agua del canal. Un transductor transmite pulsos ultrasónicos cortos en el agua a medir. Las partículas o burbujas del medio reflejarán estos pulsos. Poco después de haber enviado el pulso recibe el eco del

ultrasonido, éste es digitalizado y guardado como primer escaneado del perfil de ecos (Automatismos Peruanos 2014, p. 52). Teniendo las variables de altura y velocidad del agua se puede calcular el caudal. A continuación, en la figura 44 se muestra el funcionamiento de ambos sensores.

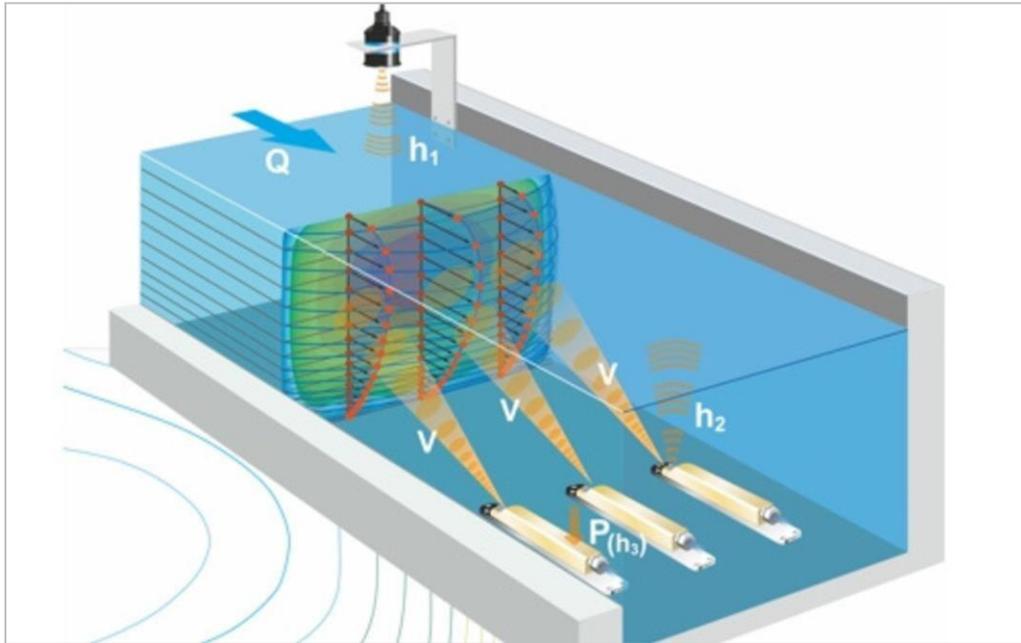


Figura 52. Sensores ultrasónicos de nivel y velocidad. Fuente: Nivus.es

Características técnicas	
Sensor de nivel ultrasónico	
Variable	Descripción
Rango de detección	200...2000mm
Rango de medición	1800mm
Alimentación	18...30V DC
Voltaje de ripple	± 10%
Implementación	transductor de espuma de poliuretano, resina epoxi con retenido de vidrio
Protección	IP 67
Norma	EN 60947-5-2
Tipos de conexión	5 pin PBT
Histéresis	3mm
Frecuencia	11Hz
Tiempo de respuesta	50ms
Tipo de salida	02 análogas 4...20mA
Consumo de corriente	≤ 125mA @ 24 VDC
Clasificación de salida	100mA max. para discretas; 500Ωmax.

Figura 53. Características técnicas del sensor de nivel ultrasónico.

Controlador Lógico Programable

Dispositivo electrónico capaz de procesar información recibida por la instrumentación de campo y ejecutar órdenes de acuerdo a la configuración y programación realizada (Automatismos Peruanos 2014, p. 49). Los detalles de sus características se aprecian en la figura 53. Las características de los módulos que lo acompañan se detallan en la figura 52. Este dispositivo debe tener los siguientes módulos de interfaz:

INPUT: 56 señales digitales
 18 señales analógicas

OUTPUT: 27 señales digitales

Resumen:

07 módulos de 08 entradas digitales

03 módulos de 08 entradas analógicas

04 módulos de 08 salidas digitales

Características técnicas de los módulos de control	
Variable	Descripción
Módulo digital	
Tipo de señal	Relay NA
Alimentación	24Vdc
Protección	IP 67
Norma	EN 6094-5-2
Tipos de conexión	Rack
Consumo de corriente	≤ 2500mA @ 24V DC
Clasificación de salida	500 mA máx.
Módulo analógico	
Tipo de señal	Analógica 4-20mA
Alimentación	24Vdc
Protección	IP 67
Norma	EN 6094-5-2
Tipos de conexión	Rack
Consumo de corriente	≤ 2500mA @ 24V DC
Clasificación de salida	500 mA máx.

Figura 54. *Características técnicas de los módulos de control*

Características técnicas del Controlador Lógico Programable	
Variable	Descripción
Memoria disponible	1.5MB
Tipo de memoria	No volpatil tipo CompctFlash
Opciones de conmutación	1 puertp Ethernet / IP 1 puerto serie RS - 232
Número de tasks soportado	08
Número de E / S soportado	30
Tipo de conexión	Directa en tiempo real, transmisión de datos entre controlador y módulo I/O
Tipo de montaje	Rack
Conexiones RED	100
Redundancia	Backup vía DeviceNet
Lenguaje de programación	Escalera, SFC, Bloques
Alimentación	120/240VAC módulo en 4A en 5VDC, 2A en 24VDC
Protección	IP 67
Norma	EN 60947-5-2

Figura 55. *Características técnicas del Controlador Lógico Programable*

A continuación, se muestra el diagrama de flujo del PLC.

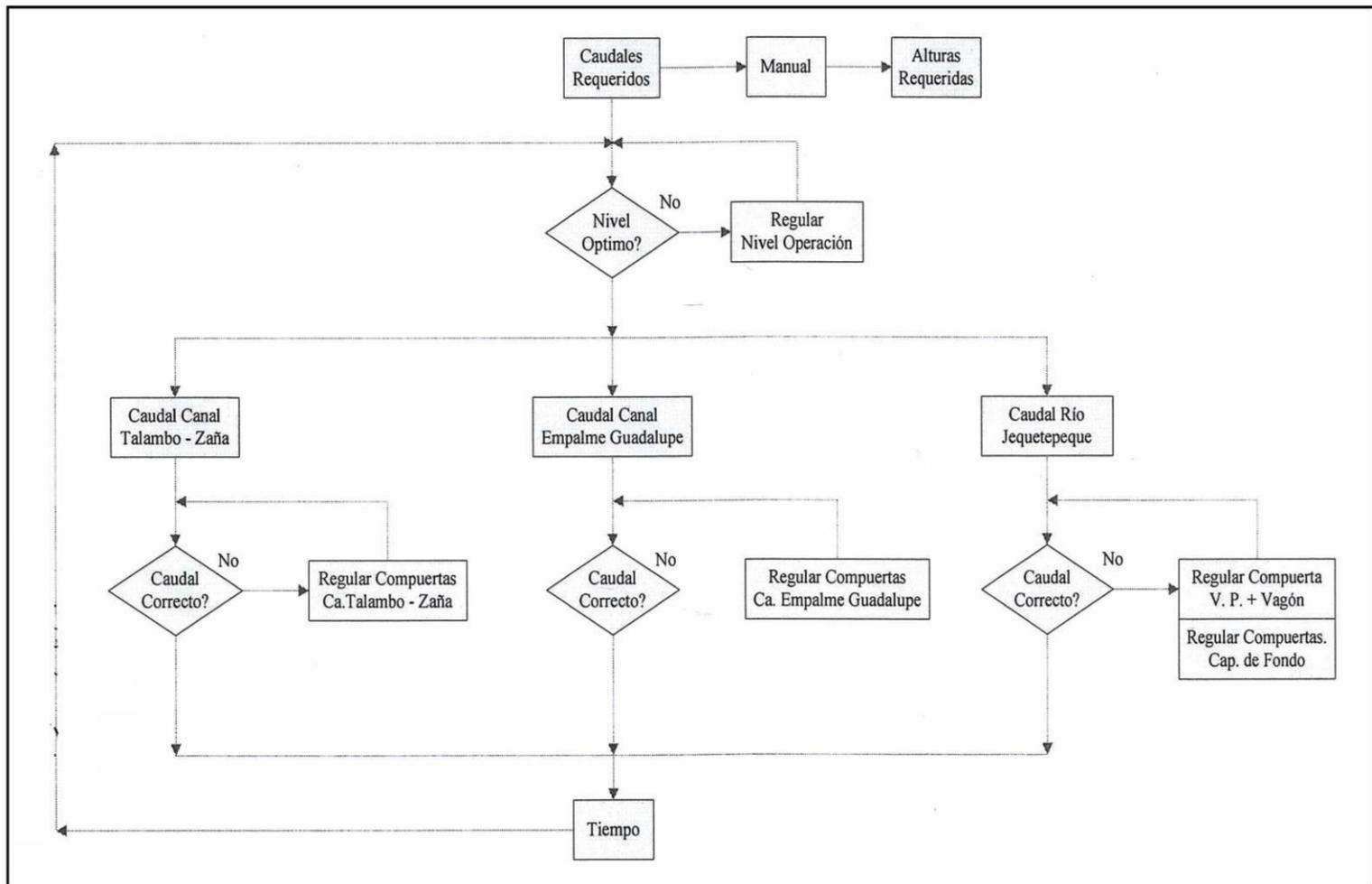


Figura 56. Diagrama de flujo del PLC para el sistema de automatización de la bocatoma.

Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS)

Dispositivo electrónico que incluye baterías, puede proporcionar energía eléctrica tras la falla de la misma. Posee una función de mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a los equipos de control. A continuación, las características necesarias del UPS:

Características técnicas del UPS	
Variable	Descripción
Entrada	
Factor de potencia	> 0.98 a full carga
THDi	< 5%
Voltaje nominal	220/230/240V
Rango de voltaje	120 - 276V
Rango de frecuencia	50/60Hz
Salida	
Eficiencia AC/AC	> 86.5%
Factor de potencia	0.8
Voltaje nominal	220/230/240V
Frecuencia	50/60Hz
Forma de onda	Sinoidal pura
THDi	< 3% a carga lineal
Factor cresta	3.1
Baterías	
Autonomía estándar	VRLA selladas, ISO 9001 5 minutos a full carga, 15 minutos a media carga
Autonomía adicional	Según requerimiento
Interface de comunicación	
	Puerto RS232 Puerto SNMP y USB opcionales
Panel de control	
Display LCD	Voltaje de entrada y salida, voltaje de batería, capacidad de carga, estado del UPS
OTROS	
Alarma	Voltaje de batería bajo, energía anormal, falla de UPS
Protección	Voltaje de batería bajo, sobrecarga, cortocircuito y sobretemperatura
Temperatura de trabajo	0 a 40°C (operación)

Figura 57. Características técnicas del UPS

Switch Ethernet I/P Industrial

Dispositivo electrónico inteligente capaz de enlazar paquetes de comunicación TCP / IP, permite desarrollar redes de comunicación con ordenadores a una mayor velocidad y seguridad en la comunicación de datos (Gómez, 2015. P.68). A continuación, se muestran sus características.

Características técnicas del Switch Ethernet/IP Industrial	
Variable	Descripción
Protocolo de comunicación	TCP/IP v4
Protección	IP 20
Alimentación	220VAC / 24V DC
Tensión de aislamiento	30V (continuos)
Potencia	4W
Comunicaciones conectores	
Conector	RJ45 según IEC 60603-7
Cable	Categoría 5e mínimo según TIA 568-B.1
Velocidad de comunicación	100 Mbps
Número de puertos	> 12

Figura 58. Características técnicas del Switch Ethernet.

Cable de instrumentación

Conjunto de cables para transmisión de señales eléctricas, debidamente protegidos o apantallados de acuerdo a lo requerido, estos se instalarán adecuadamente para recorrer las diversas señales del sistema de control. A continuación, sus características físicas:

Características de los cables de instrumentación	
Variable	Descripción
Tipo de cable	Para instrumentación, blindado.
Material del conductor	Cobre estañado
Diámetro del conductor	16 AWG
Construcción del conductor	19 x 0.287 mm
Material de aislamiento	FR - PVC - 55°C a 105°C
Espesor de aislamiento	0.4mm
Aislamiento O.D.	2.3mm
Par de identificación	Colores
Escudo de diseño	100% de cobertura
Escudo de material	Aluminio / lámina de poliéster
Lámina grueso	24 micras
Tamaño del cable	16 AWG
Espesor de chaqueta	0.9mm
Max. Resistencia eléctrica	15.8Ω / Km a 20°C
Fuerza dieléctrica	2000V / minuto
Min. Resistencia de aislamiento	1000V / minuto
Radio de curvatura	40mm
Temperatura de funcionamiento	-30°C a +90°C
Resistencia UV	Sí

Figura 59. *Características de los cables de instrumentación.*

3.3.3.6 Plan de mantenimiento de los nuevos equipos

A continuación, se muestra el cronograma de actividades para el mantenimiento preventivo de los equipos y estructuras de la bocatoma. Se ha tomado en cuenta un mantenimiento trimestral que realice pruebas de calibración y otros relacionados con el nuevo sistema, este mantenimiento estará a cargo de una empresa especializada. El resto del mantenimiento será con una frecuencia quincenal, mensual y trimestral de acuerdo al tipo de equipo.

ITEM	ACTIVIDADES	FRECUENCIA	CRONOGRAMA																													
			MES																													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1.00	ESTACIÓN DE CONTROL																															
1.01	Limpieza interna y externa del tablero	Quincenal	■														■															
1.02	Inspección de conexiones y equipos	Quincenal	■														■															
1.03	Pruebas de calibración y otros (externo)	Trimestral																														
1.04	Cambio de componentes y accesorios	Seg. Necesidad																														
2.00	CAPTACIÓN DE SERVICIO Y FONDO																															
2.01	Inspección, limpieza y engrase de moto-reductor	Quincenal	■	■	■													■	■	■												
2.02	Limpieza y engrase de compuerta y vástagos	Mensual			■	■	■																									
2.03	Limpieza interna y externa del tablero	Quincenal					■	■	■														■	■	■							
2.04	Inspección de conexiones y equipos	Quincenal					■	■	■														■	■	■							
2.05	Inspección y limpieza de sensores ópticos	Quincenal							■	■	■															■	■	■				
2.06	Pruebas de calibración y otros (externo)	Trimestral																														
2.07	Cambio de componentes y accesorios	Seg. Necesidad																														
3.00	EMBALSE DE CAPTACIÓN																															
3.01	Inspección y limpieza de sensores de nivel	Quincenal					■	■															■	■								
3.02	Pruebas de calibración y otros (externo)	Trimestral																														
3.03	Cambio de componentes y accesorios	Seg. Necesidad																														
4.00	ESCLUSA DE LIMPIA																															
4.01	Inspección, limpieza y engrase de moto-reductor	Quincenal					■	■															■	■								
4.02	Limpieza y engrase de compuerta vagon/V. Pez	Mensual							■	■	■																					
4.03	Limpieza y lubricación cadena de izaje	Trimestral																														
4.04	Limpieza interna y externa del tablero	Quincenal					■	■															■	■								
4.05	Inspección de conexiones y equipos	Quincenal					■	■															■	■								
4.06	Inspección y limpieza de sensores de nivel	Quincenal						■	■															■	■							
4.07	Pruebas de calibración y otros (externo)	Trimestral																														
4.08	Cambio de componentes y accesorios	Seg. Necesidad																														
5.00	ESTACIONES HIDROLÓGICAS																															
5.01	Inspección y limpieza de sensores de correlación	Quincenal											■	■															■	■		
5.02	Pruebas de calibración y otros (externo)	Trimestral																														
5.03	Cambio de componentes y accesorios	Seg. Necesidad																														

Figura 60. Cronograma de mantenimiento de la bocatoma con los nuevos equipos.

3.3.4 Plan financiero de la propuesta

3.3.4.1 Proyección de demanda de agua para el sector hidráulico del valle.

Para la proyección de la demanda total a entregar por presa se toma en cuenta la disponibilidad de agua sujeta a la data histórica (ver anexo volumen histórico entregado). A continuación, se presenta la tabla de proyección de la demanda hídrica tomando en cuenta la entrega de los últimos 30 años por presa.

Tabla 19. Proyección de la demanda de agua.

DESCRIPCIÓN	PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUA				
	VOLUMEN MMC				
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Demanda de agua	637.935	679.654	605.848	692.326	709.687

Fuente: Elaboración propia

3.3.4.2 Proyección de la disminución de pérdidas.

Se ha tomado como referencia el caso australiano donde la eficiencia de la automatización de compuertas llegó a ser más del 85%, lo que le permitió a este país ahorrar 425MMC anuales de agua. Este caso ha sido replicado en Chile, específicamente en la Junta de Vigilancia del río Elqui donde la automatización de compuertas le permite controlar y medir de manera más precisa el agua distribuida. (El Mercurio, 2012, párr. 6).

Para el cálculo de la proyección máxima de disminución de pérdidas de agua, tomaremos en cuenta la eficiencia operativa del sistema y la eficiencia de la automatización que serán descontados del superávit de agua que pasa por la bocatoma que es 23.57MMC. La fórmula queda de la siguiente manera:

$$\text{Superávit máximo a disminuir} = \text{Superávit de la bocatoma} \times \text{Eficiencia operativa} \times \text{Eficiencia de la automatización}$$

$$\text{Superávit máximo a disminuir} = 23.57 \times 0.65 \times 0.9 = \mathbf{13.79}$$

De acuerdo al índice de suministro productivo (SDI) asumimos que la eficiencia en un sistema automatizado es del 90%. Observamos que el superávit máximo a recuperar es de 13.79MMC. Entonces a partir de este umbral máximo se trabaja tres escenarios para disminución de excedentes: Cabe resaltar que se la proyección se ha calculado en base al 70% del total de pérdidas por ser el grado representativo de la bocatoma en el sistema regulado. La tabla 31 muestra las proyecciones máximas de disminución del superávit.

Disminución optimista:	85%
Disminución conservadora:	75%
Disminución pesimista:	60%.

Tabla 20. Proyección para la disminución de pérdidas.

DESCRIPCIÓN	PROYECCIÓN DE DISMINUCIÓN DE PÉRDIDAS				
	VOLUMEN MMC				
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Demanda de agua	637.935	679.654	605.848	692.326	709.687
Pérdidas del sistema	33.67	35.71	32.23	37.89	39.03
Pérdidas en la bocatoma	23.57	25.00	22.56	26.52	27.32
Eficiencia operativa	15.32	8.75	7.90	9.28	9.56
Eficiencia de automatización	13.79	1.62	1.47	1.72	1.78
Proyección de disminución optimista	11.58	12.28	11.09	13.03	13.43
Proyección de disminución conservadora	10.07	10.67	9.63	11.33	11.67
Proyección de disminución pesimista	8.07	8.55	7.72	9.08	9.35

Fuente: Elaboración propia

3.3.4.3 Proyección de ingresos

Se calcula en base a la proyección de demanda de agua y el costo de la tarifa, la cual puede tener un incremento anual no menor del 2% ni mayor del 5% por acuerdo de Asamblea de Usuarios.

Tabla 21. Proyección de ingresos por concepto de tarifa de agua.

PROYECCIÓN DE INGRESOS					
PROYECCIÓN OPTIMISTA					
PERIODO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
MMC	11.58	12.28	11.09	13.03	13.43
Costo x MMC	20,897.00	21,210.46	21,846.77	22,174.47	22,174.47
Ingresos anuales	242,025.01	260,539.17	242,203.66	289,008.79	297,725.47
PROYECCIÓN CONSERVADORA					
PERIODO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
MMC	10.07	10.67	9.63	11.33	11.67
Costo x MMC	20,897.00	21,210.46	21,846.77	22,174.47	22,174.47
Ingresos anuales	210,331.26	226,420.95	210,486.52	251,162.40	258,737.61
PROYECCIÓN PESIMISTA					
PERIODO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
MMC	8.07	8.55	7.72	9.08	9.35
Costo x MMC	20,897.00	21,210.46	21,846.77	22,174.47	22,174.47
Ingresos anuales	168,553.13	181,446.92	168,677.55	201,273.98	207,344.52

Fuente: Elaboración propia

3.3.4.4 Inversión de la propuesta

La inversión total de la propuesta se subdivide en inversión tangible e intangible.

Dentro de la inversión tangible se encuentran los equipos necesarios como: sensores, actuadores, equipos electrónicos de arranque, etcétera; y todo el material necesario para su instalación.

En la inversión intangible se ubican aquellos costos que no se pueden ver como la capacitación para el manejo de sistema y gastos generales. El detalle de la inversión se encuentra en el anexo de presupuesto.

Por último, está el capital de trabajo necesario. A continuación, el cuadro resumen:

Tabla 22. Inversión de la propuesta.

Inversiones	Rubro de inversiones	Inversión desagregada	Inversiones parciales	Total de inversiones
Inversión fija	Inversión Tangible	Máquinas y equipos	138,952.76	213,582.79
		Materiales	74,630.03	
	Inversión Intangible	Gastos de capacitación	10,000.00	55,194.90
		Gastos generales	45,194.90	
Capital de trabajo	Capital de trabajo	Gastos de mano de obra	27,500.00	27,500.00
Total de inversión (soles)				296,277.69

Fuente: Elaboración propia+

3.3.4.5 Depreciación de los equipos

Se realizó una depreciación de los equipos a una tasa del 20% y con un horizonte del proyecto de 5 años.

Tabla 23. Depreciación de los equipos de automatización.

Depreciación	Monto	Tasa	Depreciación anual	Valor residual
Equipos	138,952.76	20%	27,790.55	0.00

Fuente: Elaboración propia

3.3.4.5 Financiamiento de la propuesta

Para llevar a cabo la propuesta, el capital que asciende a 296,277.69 soles será otorgado íntegramente por crédito bancario a 48 cuotas mensuales, a una tasa efectiva anual de 6.13% y una tasa efectiva mensual de 0.50%, interés promedio para grandes empresas de acuerdo a la Superintendencia de Banca, Seguros y AFPs. Para realizar la simulación del cronograma de pagos, se empleó el método de financiamiento francés.

Tabla 24. Financiamiento de la propuesta basado en el método francés

Meses	Saldo Inicial (Soles)	Intereses (Soles)	Amortización (Soles)	Cuota Mensual (Soles)	Saldo Final (Soles)
1	296,277.69	1,472.50	5,480.70	6,953.20	290,796.99
2	290,796.99	1,445.26	5,507.94	6,953.20	285,289.05
3	285,289.05	1,417.89	5,535.31	6,953.20	279,753.74
4	279,753.74	1,390.38	5,562.83	6,953.20	274,190.91
5	274,190.91	1,362.73	5,590.47	6,953.20	268,600.44
6	268,600.44	1,334.94	5,618.26	6,953.20	262,982.18
7	262,982.18	1,307.02	5,646.18	6,953.20	257,336.00
8	257,336.00	1,278.96	5,674.24	6,953.20	251,661.76
9	251,661.76	1,250.76	5,702.44	6,953.20	245,959.32
10	245,959.32	1,222.42	5,730.78	6,953.20	240,228.54
11	240,228.54	1,193.94	5,759.27	6,953.20	234,469.27
12	234,469.27	1,165.31	5,787.89	6,953.20	228,681.38
13	228,681.38	1,136.55	5,816.65	6,953.20	222,864.73
14	222,864.73	1,107.64	5,845.56	6,953.20	217,019.16
15	217,019.16	1,078.59	5,874.62	6,953.20	211,144.55
16	211,144.55	1,049.39	5,903.81	6,953.20	205,240.74
17	205,240.74	1,020.05	5,933.15	6,953.20	199,307.58
18	199,307.58	990.56	5,962.64	6,953.20	193,344.94
19	193,344.94	960.92	5,992.28	6,953.20	187,352.66
20	187,352.66	931.14	6,022.06	6,953.20	181,330.60
21	181,330.60	901.21	6,051.99	6,953.20	175,278.61
22	175,278.61	871.13	6,082.07	6,953.20	169,196.55
23	169,196.55	840.91	6,112.29	6,953.20	163,084.25
24	163,084.25	810.53	6,142.67	6,953.20	156,941.58
25	156,941.58	780.00	6,173.20	6,953.20	150,768.38
26	150,768.38	749.32	6,203.88	6,953.20	144,564.50
27	144,564.50	718.49	6,234.72	6,953.20	138,329.78
28	138,329.78	687.50	6,265.70	6,953.20	132,064.08
29	132,064.08	656.36	6,296.84	6,953.20	125,767.24
30	125,767.24	625.06	6,328.14	6,953.20	119,439.10
31	119,439.10	593.61	6,359.59	6,953.20	113,079.51
32	113,079.51	562.01	6,391.20	6,953.20	106,688.31
33	106,688.31	530.24	6,422.96	6,953.20	100,265.35
34	100,265.35	498.32	6,454.88	6,953.20	93,810.47
35	93,810.47	466.24	6,486.96	6,953.20	87,323.51
36	87,323.51	434.00	6,519.20	6,953.20	80,804.31
37	80,804.31	401.60	6,551.60	6,953.20	74,252.70
38	74,252.70	369.04	6,584.17	6,953.20	67,668.54
39	67,668.54	336.31	6,616.89	6,953.20	61,051.65
40	61,051.65	303.43	6,649.77	6,953.20	54,401.87
41	54,401.87	270.38	6,682.82	6,953.20	47,719.05
42	47,719.05	237.16	6,716.04	6,953.20	41,003.01
43	41,003.01	203.78	6,749.42	6,953.20	34,253.60
44	34,253.60	170.24	6,782.96	6,953.20	27,470.64
45	27,470.64	136.53	6,816.67	6,953.20	20,653.96
46	20,653.96	102.65	6,850.55	6,953.20	13,803.41
47	13,803.41	68.60	6,884.60	6,953.20	6,918.81
48	6,918.81	34.39	6,918.81	6,953.20	0.00
Total Intereses		SI. 37,475.96	SI. 296,277.69		

Fuente: Elaboración propia

3.3.4.6 Gastos de operación

A continuación, se muestra el resumen de los costos de operación para el nuevo sistema. Se ha realizado los cálculos de consumo eléctrico promedio diario; así como los costes de mantenimiento que requiere la propuesta (ver detalle en el anexo gastos de operación).

Tabla 25. Gastos de operación.

Descripción	Costo	Gastos mensuales	Gastos de Operación				
			AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Gastos Generales							
Suministros		300.00	3,600.00	3,780.00	3,969.00	4,167.45	4,375.82
Materiales y herramientas	100.00						
Repuestos	200.00						
Gastos de personal		250.00	3,000.00	3,150.00	3,307.50	3,472.88	3,646.52
Personal de mantenimiento	250.00						
Serv. prestados terceros		1,557.92	18,695.04	19,629.79	20,611.28	21,641.85	22,723.94
Servicio de Internet	100.00						
Servicios eléctricos	457.92						
Mantenimiento de equipos	1,000.00						
Gastos administrativos		180.00	2,160.00	2,268.00	2,381.40	2,500.47	2,625.49
Útiles de oficina	20						
Artículos de limpieza	110						
Otros gastos	50						
Total Gastos de Operación (Soles)		2,287.92	27,455.04	28,827.79	30,269.18	31,782.64	33,371.77

Fuente: Elaboración propia

3.3.4.7 Estado de Ganancias y Pérdidas

Se presentan a continuación tres escenarios: Optimista, conservador y pesimista.

Tabla 26. Estado de ganancias y pérdidas optimista.

ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS OPTIMISTA					
PERIODO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS					
Tarifa de Agua	242,025.01	260,539.17	242,203.66	289,008.79	297,725.47
INGRESOS NETOS	242,025.01	260,539.17	242,203.66	289,008.79	297,725.47
GASTOS					
Consumo de Suministros	3,600.00	3,780.00	3,969.00	4,167.45	4,375.82
Gastos de Personal	3,000.00	3,150.00	3,307.50	3,472.88	3,646.52
Gastos de Servicios Prestados por Terceros	18,695.04	19,629.79	20,611.28	21,641.85	22,723.94
Gastos administrativos	2,160.00	2,268.00	2,381.40	2,500.47	2,625.49
Valuación y Deterioro de Activos y Provisiones	27,790.55	27,790.55	27,790.55	27,790.55	27,790.55
TOTAL DE GASTOS	55,245.59	56,618.34	58,059.73	59,573.19	61,162.32
RESULTADOS DE OPERACIÓN	186,779.42	203,920.83	184,143.93	229,435.60	236,563.14
OTROS INGRESOS Y GASTOS					
Otros Gastos de Gestión	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos Financieros	15,842.10	11,698.61	7,301.14	2,634.11	0.00
Amortización intangible	11,038.98	11,038.98	11,038.98	11,038.98	11,038.98
Otros Ingresos de Gestión	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL OTROS INGRESOS Y GASTOS	26,881.08	22,737.59	18,340.12	13,673.09	11,038.98
RESULTADO (SUPERÁVIT O DÉFICIT)	159,898.34	181,183.23	165,803.81	215,762.51	225,524.16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Estado de ganancias y pérdidas conservador

ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS CONSERVADOR					
PERIODO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS					
Tarifa de Agua	210,331.26	226,420.95	210,486.52	251,162.40	258,737.61
INGRESOS NETOS	210,331.26	226,420.95	210,486.52	251,162.40	258,737.61
GASTOS					
Consumo de Suministros	3,600.00	3,780.00	3,969.00	4,167.45	4,375.82
Gastos de Personal	3,000.00	3,150.00	3,307.50	3,472.88	3,646.52
Gastos de Servicios Prestados por Terceros	18,695.04	19,629.79	20,611.28	21,641.85	22,723.94
Gastos administrativos	2,160.00	2,268.00	2,381.40	2,500.47	2,625.49
Valuación y Deterioro de Activos y Provisiones	27,790.55	27,790.55	27,790.55	27,790.55	27,790.55
TOTAL DE GASTOS	55,245.59	56,618.34	58,059.73	59,573.19	61,162.32
RESULTADOS DE OPERACIÓN	155,085.67	169,802.60	152,426.78	191,589.21	197,575.28
OTROS INGRESOS Y GASTOS					
Otros Gastos de Gestión	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos Financieros	15,842.10	11,698.61	7,301.14	2,634.11	0.00
Amortización intangible	11,038.98	11,038.98	11,038.98	11,038.98	11,038.98
Otros Ingresos de Gestión	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL OTROS INGRESOS Y GASTOS	26,881.08	22,737.59	18,340.12	13,673.09	11,038.98
RESULTADO (SUPERÁVIT O DÉFICIT)	128,204.59	147,065.01	134,086.66	177,916.12	186,536.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Estado de ganancias y pérdidas pesimista.

ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS PESIMISTA					
PERIODO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS					
Tarifa de Agua	168,553.13	181,446.92	168,677.55	201,273.98	207,344.52
INGRESOS NETOS	168,553.13	181,446.92	168,677.55	201,273.98	207,344.52
GASTOS					
Consumo de Suministros	3,600.00	3,780.00	3,969.00	4,167.45	4,375.82
Gastos de Personal	3,000.00	3,150.00	3,307.50	3,472.88	3,646.52
Gastos de Servicios Prestados por Terceros	18,695.04	19,629.79	20,611.28	21,641.85	22,723.94
Gastos administrativos	2,160.00	2,268.00	2,381.40	2,500.47	2,625.49
Valuación y Deterioro de Activos y Provisiones	27,790.55	27,790.55	27,790.55	27,790.55	27,790.55
TOTAL DE GASTOS	55,245.59	56,618.34	58,059.73	59,573.19	61,162.32
RESULTADOS DE OPERACIÓN	113,307.54	124,828.58	110,617.82	141,700.78	146,182.20
OTROS INGRESOS Y GASTOS					
Otros Gastos de Gestión	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos Financieros	15,842.10	11,698.61	7,301.14	2,634.11	0.00
Amortización intangible	11,038.98	11,038.98	11,038.98	11,038.98	11,038.98
Otros Ingresos de Gestión	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL OTROS INGRESOS Y GASTOS	26,881.08	22,737.59	18,340.12	13,673.09	11,038.98
RESULTADO (SUPERÁVIT O DÉFICIT)	86,426.46	102,090.98	92,277.70	128,027.70	135,143.22

Fuente: Elaboración propia

3.3.4.7 Evaluación financiera de la propuesta

Se evalúan a continuación en un horizonte de 5 años los tres escenarios de la propuesta descritos anteriormente, cada uno con su flujo de caja, sus indicadores de evaluación y su relación beneficio costo a una tasa de descuento del 10%.

Evaluación financiera optimista

Tabla 29. Flujo de caja financiero optimista.

RUBRO	FLUJO DE CAJA FINANCIERO OPTIMISTA					
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos						
Tarifa de agua		242,025.01	260,539.17	242,203.66	289,008.79	297,725.47
Valor Rescate de Activo Fijo						
Valor Rescate de Capital Trabajo						
Total de Ingresos	0.00	242,025.01	260,539.17	242,203.66	289,008.79	297,725.47
Costo de producción			0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos de operación		27,455.04	28,827.79	30,269.18	31,782.64	33,371.77
Intereses		15,842.10	11,698.61	7,301.14	2,634.11	0.00
Amortización de Préstamo		67,596.31	71,739.80	76,137.28	80,804.31	0.00
Impuesto			0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión	296,277.69					
Total Egresos	296,277.69	110,893.45	112,266.21	113,707.60	115,221.05	33,371.77
Flujo Neto Financiero (Soles)	-296,277.69	131,131.56	148,272.97	128,496.07	173,787.73	264,353.69

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Indicadores de evaluación optimista.

INDICADORES DE EVALUACIÓN	
Indicadores Económicos	Valores
Valor Actual Neto	324,855.66
Tasa Interna de Retorno	42.56%
Periodo de Recuperación de Inversión (en años)	2.35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Relación beneficio costo optimista.

RELACIÓN BENEFICIO COSTO	
Indicadores Económicos	Valores
Σ Valor Actual Neto de Ingresos	999,576.55
Σ Valor Actual Neto de Costos	378,443.19
Σ Costos + Inversión	674,720.89
B / C	1.48

Fuente: Elaboración propia

Evaluación financiera conservadora

Tabla 32. Flujo de caja financiero conservador.

RUBRO	FLUJO DE CAJA FINANCIERO CONSERVADOR					
	PERIODO					
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos						
Tarifa de agua		210,331.26	226,420.95	210,486.52	251,162.40	258,737.61
Valor Rescate de Activo Fijo						
Valor Rescate de Capital Trabajo						
Préstamo						
Total de Ingresos	0.00	210,331.26	226,420.95	210,486.52	251,162.40	258,737.61
Costo de producción			0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos de operación		27,455.04	28,827.79	30,269.18	31,782.64	33,371.77
Intereses		15,842.10	11,698.61	7,301.14	2,634.11	0.00
Amortización de Préstamo		67,596.31	71,739.80	76,137.28	80,804.31	0.00
Impuesto			0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión	296,277.69					
Total Egresos	296,277.69	110,893.45	112,266.21	113,707.60	115,221.05	33,371.77
Flujo Neto Financiero (Soles)	-296,277.69	99,437.81	114,154.74	96,778.92	135,941.35	225,365.83

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Indicadores de evaluación conservadora.

INDICADORES DE EVALUACIÓN	
Indicadores Económicos	Valores
Valor Actual Neto	193,958.73
Tasa Interna de Retorno	30.02%
Periodo de Recuperación de Inversión (en años)	3.33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Relación costo beneficio conservador.

RELACIÓN BENEFICIO COSTO	
Indicadores Económicos	Valores
Σ Valor Actual Neto de Ingresos	868,679.62
Σ Valor Actual Neto de Costos	378,443.19
Σ Costos + Inversión	674,720.89
B / C	1.29

Fuente: Elaboración propia

Evaluación financiera pesimista

Tabla 35. Flujo de caja financiero pesimista.

RUBRO	FLUJO DE CAJA FINANCIERO PESIMISTA					
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos						
Tarifa de agua		168,553.13	181,446.92	168,677.55	201,273.98	207,344.52
Valor Rescate de Activo Fijo						
Valor Rescate de Capital Trabajo						
Préstamo						
Total de Ingresos	0.00	168,553.13	181,446.92	168,677.55	201,273.98	207,344.52
Costo de producción			0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos de operación		27,455.04	28,827.79	30,269.18	31,782.64	33,371.77
Intereses		15,842.10	11,698.61	7,301.14	2,634.11	0.00
Amortización de Préstamo		67,596.31	71,739.80	76,137.28	80,804.31	0.00
Impuesto			0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión	296,277.69					
Total Egresos	296,277.69	110,893.45	112,266.21	113,707.60	115,221.05	33,371.77
Flujo Neto Financiero (Soles)	-296,277.69	57,659.68	69,180.72	54,969.96	86,052.92	173,972.75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Indicadores de evaluación pesimista

INDICADORES DE EVALUACIÓN	
Indicadores Económicos	Valores
Valor Actual Neto	21,412.78
Tasa Interna de Retorno	12.33%
Periodo de Recuperación de Inversión (en años)	8.11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Relación beneficio costo pesimista.

RELACIÓN BENEFICIO COSTO	
Indicadores Económicos	Valores
Σ Valor Actual Neto de Ingresos	696,133.67
Σ Valor Actual Neto de Costos	378,443.19
Σ Costos + Inversión	674,720.89
B / C	1.03

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los indicadores de evaluación de los tres escenarios, el valor actual neto (VAN) es superior a cero, así mismo la tasa interna de retorno (TIR) generada por el proyecto es superior al interés mínimo aceptable del capital bancario (10%). También observamos que la relación beneficio costo es superior a uno en todos los casos. Por ende, en los tres escenarios, el proyecto es aceptable.

IV DISCUSIÓN

En su investigación (Córdova, 2017) determina un déficit de 8MMC en los meses de estiaje (agosto y setiembre), esto contrasta con la presente investigación ya que en ese mismo período se produce el mayor porcentaje de superávit pues coincide con el inicio de la campaña grande donde el control se hace más deficiente con caudales mayores. Así mismo para (Córdova, 2017) la solución que plantea para cubrir el déficit de agua es la construcción de un embalse que capte el superávit de agua en los meses de avenidas y usarlo en el período de estiaje, esta propuesta no coincide con la presente investigación en donde se propone automatizar las compuertas para disminuir las pérdidas de caudal. En el Proyecto de inversión del (ANA, 2013) en el valle Chancay Huaral se logró incrementar la eficiencia de distribución en un 9% logrando recuperar 15MMC anuales con estaciones de medición y control, aunque no son estructuras automatizadas se toman como referencia ya que en la presente investigación se espera recuperar 09MMC como mínimo, a nivel de bocatoma, en el primer año. En su artículo científico (Durán, 2018) nos dice que la eficiencia para canales de riego por gravedad es del 70% coincidiendo con el (MINAGRI, 2015) que también establece la eficiencia en riegos por gravedad entre el 60% y 70%, la eficiencia operativa mostrada en la presente investigación es del 67%, acercándose a lo estipulado anteriormente. Así mismo (Durán, 2018) sostiene que la eficiencia de la automatización logró mejorar la eficiencia de distribución de 70% a 90%, este valor fue relevante para fines de la investigación donde se asume que la eficiencia para un sistema de automatización de compuertas es del 90%. En su portal (Rubicon, 2018), los especialistas en automatización para canales abiertos manejan un índice de suministro productivo (SDI) de $\pm 10\%$ reforzando lo sostenido por (Durán, 2018). En su investigación (Solano, 2013) proyecta que con un sistema de control y monitoreo remoto de compuertas es factible revertir las operaciones manuales que generan problemas en el proceso, esta aseveración coincide con la presente investigación donde se busca eliminar las operaciones manuales con la automatización planteada, del mismo modo (Gavilánez, 2013) tiene el objetivo en su investigación de reducir los tiempos de operación manual una vez que entre en

funcionamiento la estación remota de control de compuertas. En su investigación (Solano, 2013) utiliza una comunicación de fibra óptica para operar las compuertas al contrario de la presente investigación donde se usará cableado electrónico apantallado. Así mismo, (Solano, 2013) concluye con la reducción del tiempo en la operación de compuertas debido a la fácil interpretación del panel de control por parte del operario, coincide con esta investigación pues con la automatización de la bocatoma el tiempo de operación se reducirá al máximo, del mismo modo el software de supervisión es de fácil acceso al operador. En esta investigación la causa principal de pérdidas de agua se debe a las operaciones manuales, distancia de recorrido y falta de control continuo, coincide con el artículo de (Durán, 2018) donde sostiene que la principal causa de pérdidas del recurso hídrico se debe a la incapacidad de los operadores para llevar a cabo un adecuado control del suministro originado por las operaciones manuales.

V. CONCLUSIONES

a). Se analizó el proceso operativo actual de la estructura hidráulica de captación y distribución a través de las herramientas de diagnóstico, las cuales permitieron identificar las causas de mayor impacto al problema de distribución de agua y superávit de caudal y cómo ello afecta el nivel de rentabilidad de la empresa. Estas causas son las operaciones manuales, la falta de una medición continua por parte del operador y los equipos desfasados tecnológicamente.

b). Se calculó la rentabilidad actual de la empresa determinando que los ingresos por tarifa de agua aumentaron en 1.37% con respecto al año anterior, sin embargo, la utilidad neta cayó 4.5% en comparación también al año anterior. La rentabilidad neta fue de 0.010 en el 2017. Se determinó el costo de las pérdidas de agua por superávit de caudal de los últimos 8 años, teniendo como promedio 18MMC, las pérdidas se cuantificaron económicamente en 352,604.22 soles anuales a la tarifa actual.

c). Luego de analizar la problemática del proceso de entrega de agua y sus excedentes en un diagrama causa efecto, se propuso emplear un sistema automatizado de compuertas que permita reducir el superávit anual de agua, para ello esta alternativa plantea reducir las causas de mayor impacto que atacan a la bocatoma y que se describen en la conclusión a). En un escenario pesimista se espera una recuperación del 30% en el superávit de caudal a nivel de bocatoma con un flujo de caja neto de más de 50 mil soles.

d). Se realizó una evaluación del beneficio costo bajo tres escenarios: Optimista, conservador y pesimista en un horizonte de 5 años, proyectando la máxima recuperación en 13.43MMC y la mínima en 7.72MMC. Para los tres escenarios el Valor Actual Neto (VAN) fue superior a cero, la Tasa Interna de Retorno (TIR) máxima fue de 42.56% y la mínima de 12.33% siendo superior al interés mínimo aceptable del capital bancario (10%). Por último, la relación beneficio costo máxima fue de 1.48 y la mínima de 1.03. Por consiguiente, bajo los tres escenarios, el proyecto es aceptable.

VI. RECOMENDACIONES

a). La empresa debería implementar herramientas de gestión operativa que faciliten el diagnóstico y evaluación del proceso cada cierto tiempo. Así mismo para un mejor control y seguimiento del caudal, se recomienda tener mínimo dos estaciones hidrométricas antes de llegar a la bocatoma con la finalidad de medir el aporte de recuperación y la eficiencia del sistema ya que actualmente el tramo de 17 Km desde la salida de presa hasta la bocatoma no está siendo controlado.

b). El cobro de tarifa de agua debería hacerse en relación al m³ consumido y no en base al área de cultivo, de esta forma se tendría un ingreso económico más real por consumo de agua y un control más consecuente en la distribución del recurso hídrico.

c). La automatización es una alternativa que se viene implementando en Europa y parte de Sudamérica con mucho éxito para el aprovechamiento del recurso hídrico, en ese sentido, es necesario también impulsar modernas formas de riego como el caso de las agroindustriales donde su eficiencia de riego llega al 95%.

d). Elaborar proyectos de inversión que busquen seguir implementando el proceso de automatización a fin de tener una autonomía total de la estructura hidráulica de captación y distribución. Ello contribuye a un mejor aprovechamiento del recurso hídrico para beneficio de los usuarios y de la empresa. Recordar que el agua es un recurso finito y vulnerable.

VII. REFERENCIAS

5 GRANDES empresas que quebraron por dejar de ser innovadoras [en línea]. *El Comercio.pe*. 06 de marzo de 2017. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/especial/zona-ejecutiva/actualidad/5-grandes-empresas-que-quebraron-dejar-innovadoras-noticia-1973092>

5 EMPRESAS ganadoras que se enfrentaron a grandes corporaciones [en línea]. *El Comercio.pe*. 15 de mayo de 2017. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/especial/zona-ejecutiva/actualidad/5-empresas-ganadoras-que-se-enfrentaron-grandes-corporaciones-noticia-1991144>

ÁLVAREZ, Iván. *Finanzas estratégicas y creación de valor*. 5.a ed. Bogotá: Ecoe ediciones, 2016. 479pp.
ISBN: 9789587713640.

ANA, Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos de La Autoridad Nacional del Agua. *Obras de control y medición de agua por bloques de riego en el valle Chancay Huaral*. Lima: Autoridad Nacional del Agua, 2013. 126pp.

ARBAIZA, Lydia. *Cómo elaborar un plan de negocio*. Lima: ESAN, 2015. 250pp.
ISBN: 9786124110429.

ARENAS, María y REYNOZO, Lizeth. *Optimización de la asignación y programación del despacho y control de mensajería interna y externa de una empresa productora y distribuidora de productos de consumo masivo*. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2013. 99pp.

ARIÑO, Carlos, ROMERO, Julio y SANCHIS, Roberto. *Automatización Industrial*. Castellón: Universitat Jaume I., 2010. 258pp.
ISBN 9788469309940.

AUTOMATIZAR compuertas permite ser 85% más eficiente con el agua de riego [en línea]. *El Mercurio*. 12 de abril de 2012. [Fecha de consulta: 17 de julio de 2018.].

Disponible en:
<http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2012/04/10/Automatizar-compuertas-permite-ser-85-mas-eficiente-con-el-agua-de-riego.aspx>.

BOZA, Jorge. *Mirando los negocios al revés*. Lima: ESAN ediciones, 2016. 286pp. ISBN: 9786124110535.

CENTRO de Investigaciones Sociológicas. *¿Qué es una encuesta?* [En línea]. CIS. 2017 [Fecha de consulta: 15 de junio de 2018.]. Disponible en: http://www.cis.es/cis/opencms/ES/1_encuestas/ComoSeHacen/queesunaencuesta.html

CHÁVEZ, Luz e INOÑAN, Ornella. *Propuesta de mejora de los procesos operativos de la empresa de confecciones Diankris*. Tesis (Licenciado en Administración de Empresas). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ciencias Empresariales, 2014. 219pp.

CÓRDOVA, Emily. *Propuesta de mejora de distribución de recursos hídricos del Proyecto Especial Chinecas de la cuenca del río Santa - Ancash*. Tesis (Ingeniero Civil). Nuevo Chimbote: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. 199pp.

CRECE Negocios. *El análisis costo beneficio* [En línea]. CRECENEGOCIOS. 2018 [Fecha de consulta: 25 de enero de 2018.]. Disponible en: <https://www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio/>

CRUELLES, José. *Productividad e incentivos: cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. Barcelona: Marcombo, 2012. 222pp. ISBN: 9788426717917.

D'ALESSIO, Fernando. *Administración de las operaciones productivas*. Lima: Pearson, 2012. ISBN: 9786073211864.

TÉCNICAS utilizadas para el estudio de tiempos: un análisis comparativo por Lázaro Rico [et al]. *Revista electrónica Cultura Científica y Tecnológica* [en línea]. Noviembre – diciembre 2005, n.º 11. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2018.] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Aide_Maldonado/publication/237755581_Tecnicas_Utilizadas_para_el_Estudio_de_Tiempos_un_Analisis_Comparativo/links/547fb8450cf2ccc7f8bb054a/Tecnicas-Utilizadas-para-el-Estudio-de-Tiempos-un-Analisis-Comparativo.pdf
ISSN: 2007-0411.

DURÁN, Xavi. *Proyecto pionero en automatización de canales permitirá reaprovechar cerca de 429 hm³ de agua* [En línea]. IAGUA. 29 de enero de 2018. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2018]. Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/xavi-duran-ramirez/proyecto-pionero-automatizacion-canales-permite-reaprovechar-cerca-429-hm3>

FALLAS, José, Gadea, Carlos y Gómez, Gabriel. Reingeniería de la gestión de operaciones del departamento de producción de una empresa litográfica nacional. Tesis (Ingeniero Industrial). San José: Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, 2013. 208pp.

GAVILÁNEZ, Marcelo. Sistema de Control y Supervisión de las Compuertas del Vertedero 1 de la Represa Agoyán por medio de un Panel HMI Local. Tesis (Ingeniero en electrónica y computación). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, 2013. 174pp.

GÓMEZ, Juan. Automatización industrial. Trujillo : [s.n.], 2015. 180pp.

HERDOCIO, Valentina. Innovación en países en vías de desarrollo. Seminario (Ingeniero Comercial, Mención en Administración). Santiago : Universidad de Chile, Facultad de Economía y Negocios, 2014. 38pp.

HERNÁNDEZ, Gehisy. 2017. *Las 7 herramientas básicas de la calidad* [en línea]. Calidad y ADR, 13 de marzo de 2017. [Fecha de consulta: 08 de noviembre de

2017.]. Disponible en: <https://aprendiendocalidadyadr.com/7-herramientas-basicas-calidad/>

HERNÁNDEZ, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. Metodología de la investigación. 6ta ed. México D.F.: Interamericana editores S.A., 2014. 634pp. ISBN 9781456223960.

ISOTOOLS. *¿Qué es la gestión operativa de una empresa y cómo mejorarla?* [en línea]. 26 de marzo de 2015. [Fecha de consulta: 07 de noviembre de 2017]. Disponible en: <https://www.isotools.org/2015/03/26/que-es-la-gestion-operativa-de-una-empresa-y-como-mejorarla/>

MINAGRI. Cuadernillo de cálculo de eficiencia para sistemas de riego. Lima : [s.n.], 2015. 266pp.

MORALES, Carlos. Propuesta de mejora en el proceso productivo de la empresa Industrias y Derivados SAC. para el incremento la productividad. Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Escuela de Ingeniería Industrial, 2016. 66pp.

NUÑEZ, Ana, Guitart, Laura y Xavier, Baraza. Dirección de Operaciones - Decisiones Tácticas y Estratégicas. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya UOC, 2014. 620pp. ISBN: 9788490646632.

CRECE Perú. Ventas de Mypes crecen pero su informalidad persiste [En línea]. 13 de junio de 2017. [Fecha de consulta: 26 de octubre de 2017]. Disponible en: http://creceperu.pe/noticia_descripcion/ventas-de-mypes-crecen-pero-su-informalidad-persiste

PINEDA, Franco. Gestión del agua y las estrategias de acceso al riego en la comunidad de Llañucancha, Abancay. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Abancay, Universidad Tecnológica de Los Andes, Facultad de Ingeniería, 2018. 151pp.

QUÉ es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto [en línea]. Geo Tutoriales (03 de marzo de 2017). [Fecha de consulta: 15 de enero de 2018]. Disponible en: <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>

ROMAJARO, Raúl. Toyota: La marca de coches más valiosa del mundo según Forbes [en línea]. 13 de mayo de 2017. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://motor.elpais.com/actualidad/toyota-la-marca-coches-mas-valiosa-del-mundo-forbes/>.

ROMERO, Daniela. 2016. Planificación y control de la producción para aumentar la productividad en la empresa de productos d limpieza Kryzzal. Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2016. 149pp.

ROYO, Alejandro. Abrir la tajadera desde casa [en línea]. *Heraldo.es*. 03 de mayo de 2018. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2018]. Disponible en: <https://www.heraldo.es/noticias/suplementos/heraldo-del-campo/2018/05/03/abrir-tajadera-desde-casa-1241329-1431024.html>

RPP noticias. ASBANC: Existe una competencia intensa en el mercado de créditos del sistema financiero [en línea]. 18 de febrero de 2018. [Fecha de consulta: 26 de junio de 2018]. Disponible en: <http://rpp.pe/economia/economia/asbanc-existe-una-competencia-intensa-en-el-mercado-de-creditos-del-sistema-financiero-noticia-1105103>

RUBICON. The successful irrigation [En línea] 2018. [Fecha de consulta: 15 de julio de 2018]. Disponible en: <https://www.rubiconwater.com/news/spain-modernisation-insights/the-successful-irrigation-index-spn>.

RUFINO Adrianzen, Wilder. Automatización del control de compuertas para mejorar el sistema de distribución de agua y sedimentos en el desarenador - Proyecto Chavimochic. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista). Chiclayo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2016.131pp.

SALAZAR, Bryan. 2016. Mantenimiento Productivo Total [En línea]. 2016. [Fecha de consulta: 06 de diciembre de 2017]. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>.

SALAZAR, Mariano y Plasencia, Ana. Propuesta de mejora de los procesos de producción y calidad para incrementar la rentabilidad de la empresa agropecuaria San Miguel S.R.L. Tesis (Ingeniería Industrial). Trujillo: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2016. 160pp.

SOLANO, Melvin. Diseño del control y monitorización de las compuertas de las tomas de agua de los ríos Pejibaye y Tapantí, centro producción Río Macho. Tesis (Ingeniero en Electrónica). Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Electrónica, 2013. 105pp

TORTAJADA, Cecilia. El agua y el medio ambiente en las conferencias mundiales de las Naciones Unidas [En línea]. Zaragoza: Agenda 21, [2006?]. [Fecha de consulta: 12 de Febrero de 2018.]

Disponible en:

<https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cda/Publicacion03.pdf>.

VERGARA, Marcelo. Modelo de costo basado en actividades para la gestión de operaciones de una mina subterránea explotada por Block Caving. Tesis (Magíster en Ciencias de la Ingeniería). Santiago: Pontificie Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería, 2015. 147pp.

ANEXOS

Resultado de aplicación de instrumentos

Encuesta a operadores

Anexo 1. Comunicación con el Jefe de Área

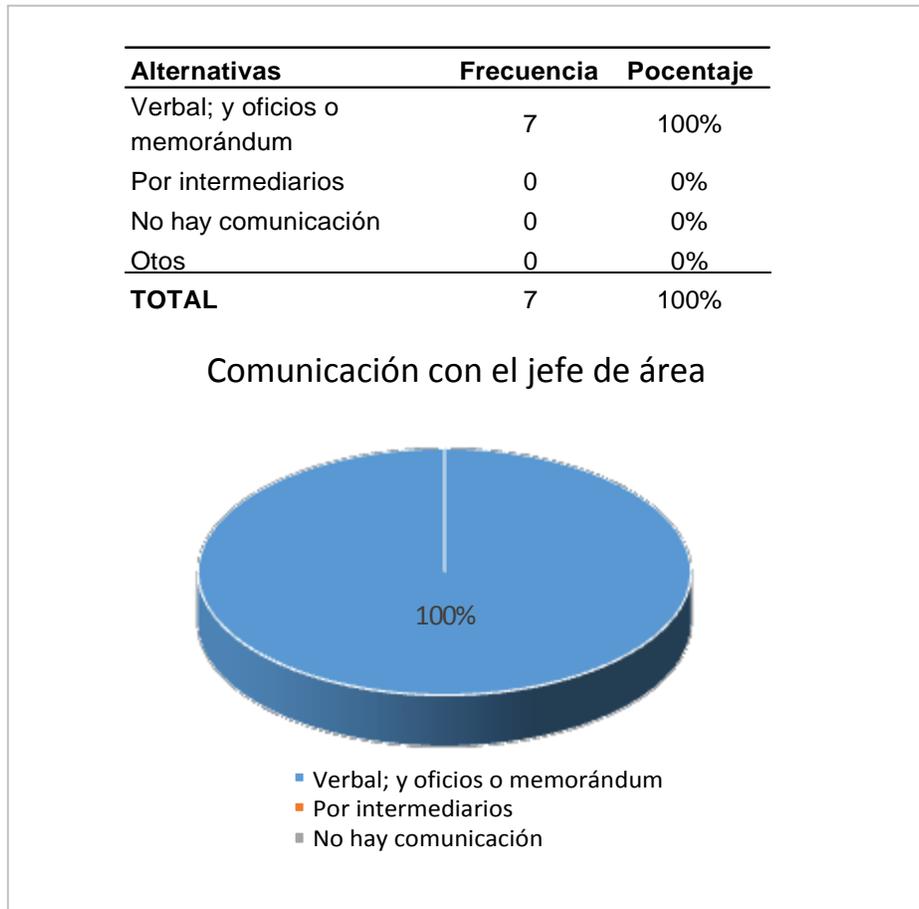


Figura 61. *Comunicación con el jefe de área.*

Análisis de interpretación: Podemos observar que la comunicación que existe entre jefatura y operadores es por escrito (oficios o memorándum); y vía verbal directa o indirecta (radio o línea telefónica) cumpliendo el conducto regular que debe seguir la comunicación.

Anexo 2. Comunicación entre los trabajadores del área



Figura 62. *Comunicación entre los trabajadores del área.*

Análisis de interpretación: Observamos que la única forma de comunicación entre los colaboradores del área es vía verbal. Se debe reforzar la comunicación escrita especialmente con las ocurrencias importantes del proceso.

Anexo 3. Recibimiento del requerimiento hídrico semanal

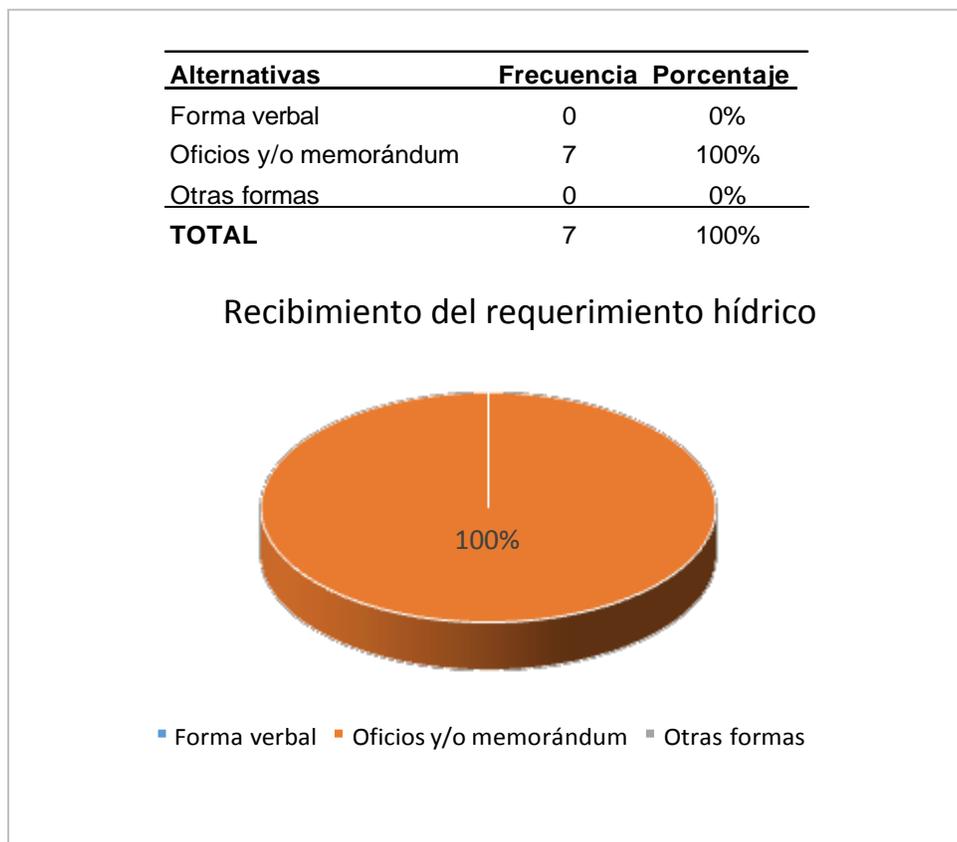


Figura 63. *Recibimiento del requerimiento hídrico semanal.*

Análisis de interpretación: Podemos deducir que los requerimientos hídricos semanales se reciben de manera formal y por escrito mediante oficios; siendo esta, la vía correcta de recepción de un documento.

Anexo 4. Frecuencia de mediciones de caudal o volumen

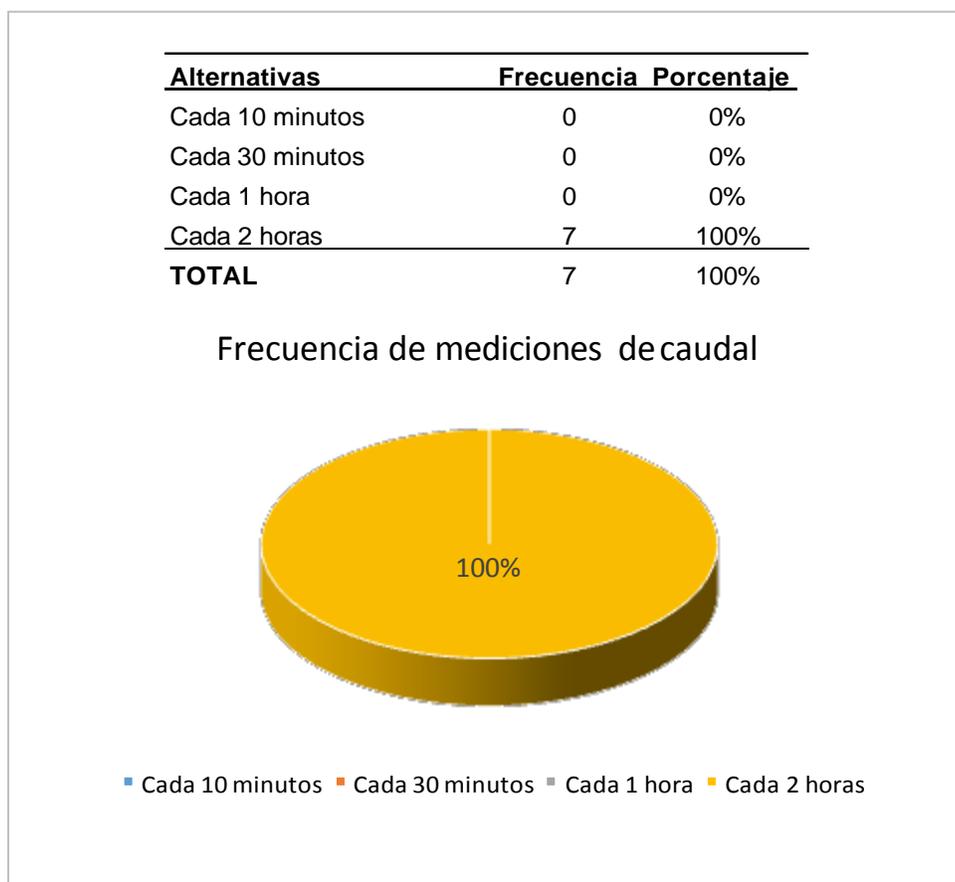


Figura 64. Frecuencia de mediciones de caudal

Análisis de interpretación: Podemos observar que por lo general las mediciones de caudal y/o volumen se realizan repetitivamente cada 2 horas. Esta rutina permite ser analizada mediante un estudio de tiempos.

Anexo 5. Aparición de las fluctuaciones anormales

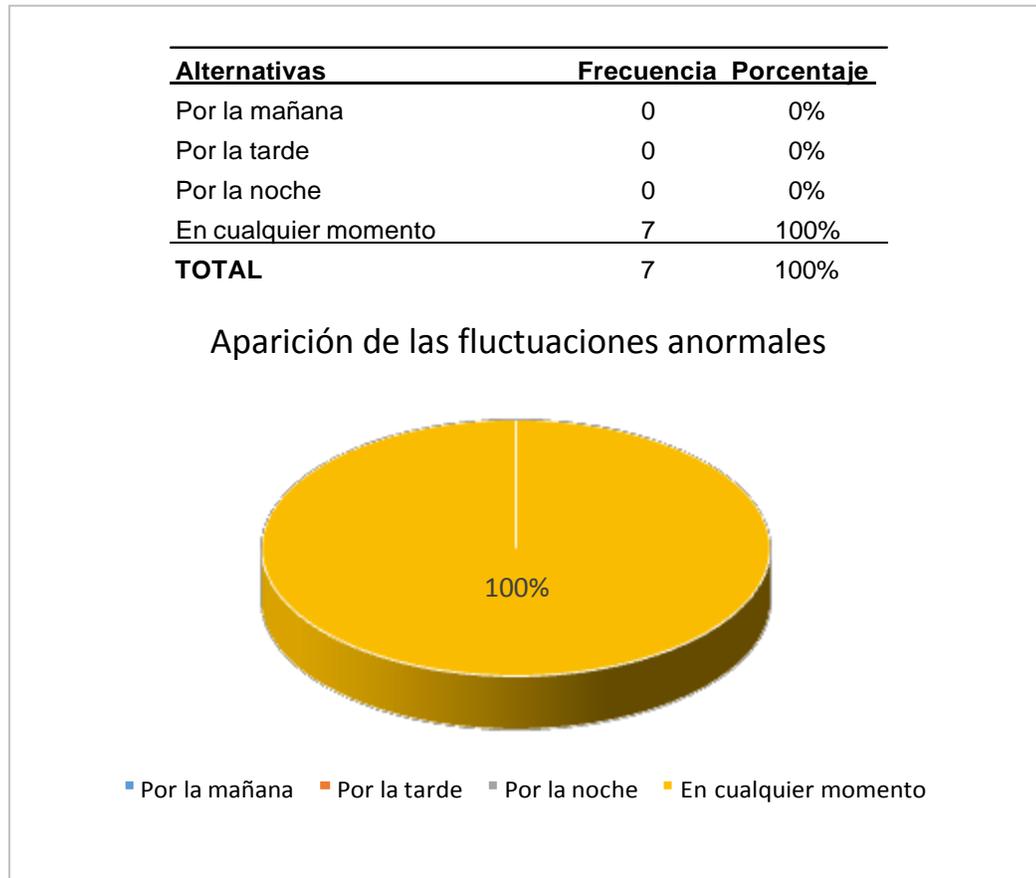


Figura 65. Aparición de las fluctuaciones anormales.

Análisis de interpretación: De la tabla anterior podemos observar que las fluctuaciones se presentan en cualquier momento de la jornada laboral. Esto demuestra que no hay un control continuo del proceso.

Anexo 6. Conocimiento de computación básica

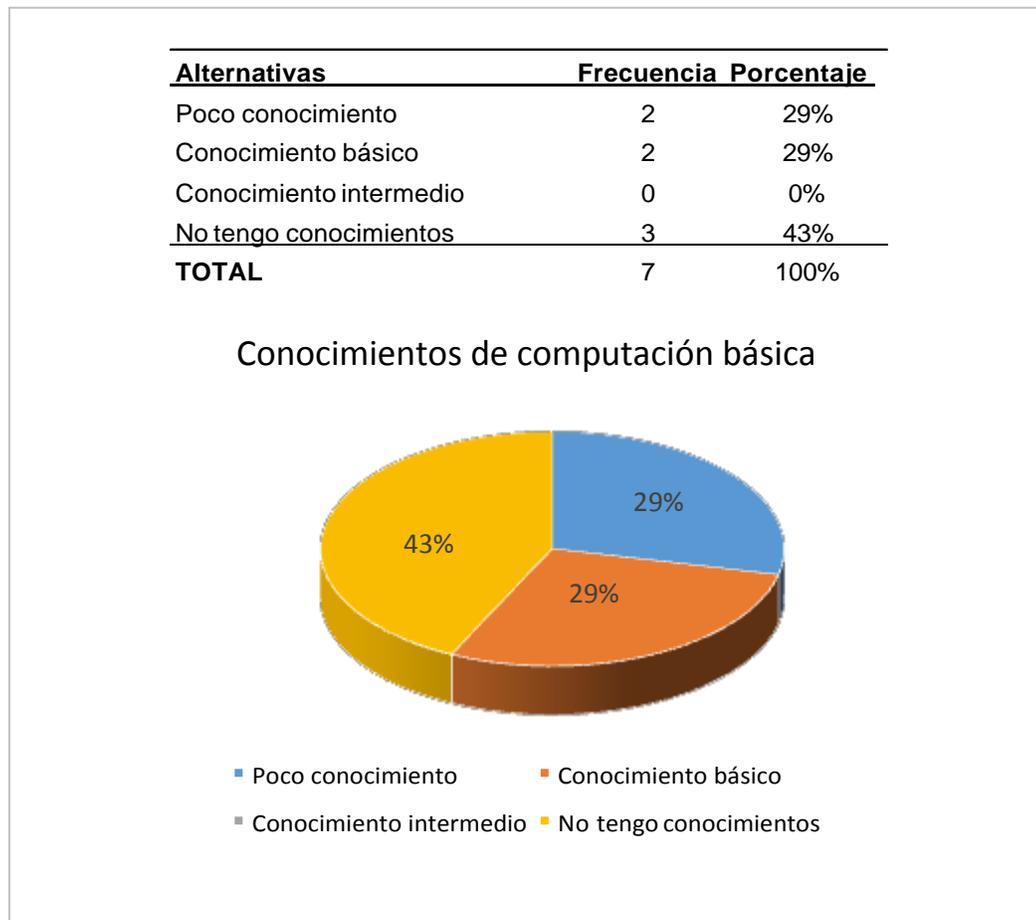


Figura 66. *Conocimiento de computación básica.*

Análisis de interpretación: Podemos observar que el 60% de operadores tiene poco o un básico conocimiento de computación (Excel o Word) mientras el 40% restante no tiene conocimiento alguno. Este 40% lo conforman los operadores de mayor experiencia en el cargo. Es necesario realizar un plan de capacitación técnica al personal.

Encuesta a técnicos

Anexo 7. Comunicación con el Jefe de Área



Figura 67. Comunicación con el jefe de área.

Análisis de interpretación: Podemos observar que la principal forma de comunicación que existe entre jefatura y personal técnico es por escrito (oficios o memorándum) y vía verbal ya sea directamente o mediante radio o línea telefónica, se deduce que existe comunicación fluida entre el jefe y los técnicos.

Anexo 8. Comunicación entre los trabajadores del área



Figura 68. *Comunicación entre el personal del área.*

Análisis de interpretación: Observamos que la principal forma de comunicación entre los colaboradores del área es vía verbal. De igual modo que los operadores se debe reforzar la comunicación por escrito para evitar descoordinaciones laborales.

Anexo 9. Frecuencia de las labores de mantenimiento en la bocatoma Talambo Zaña

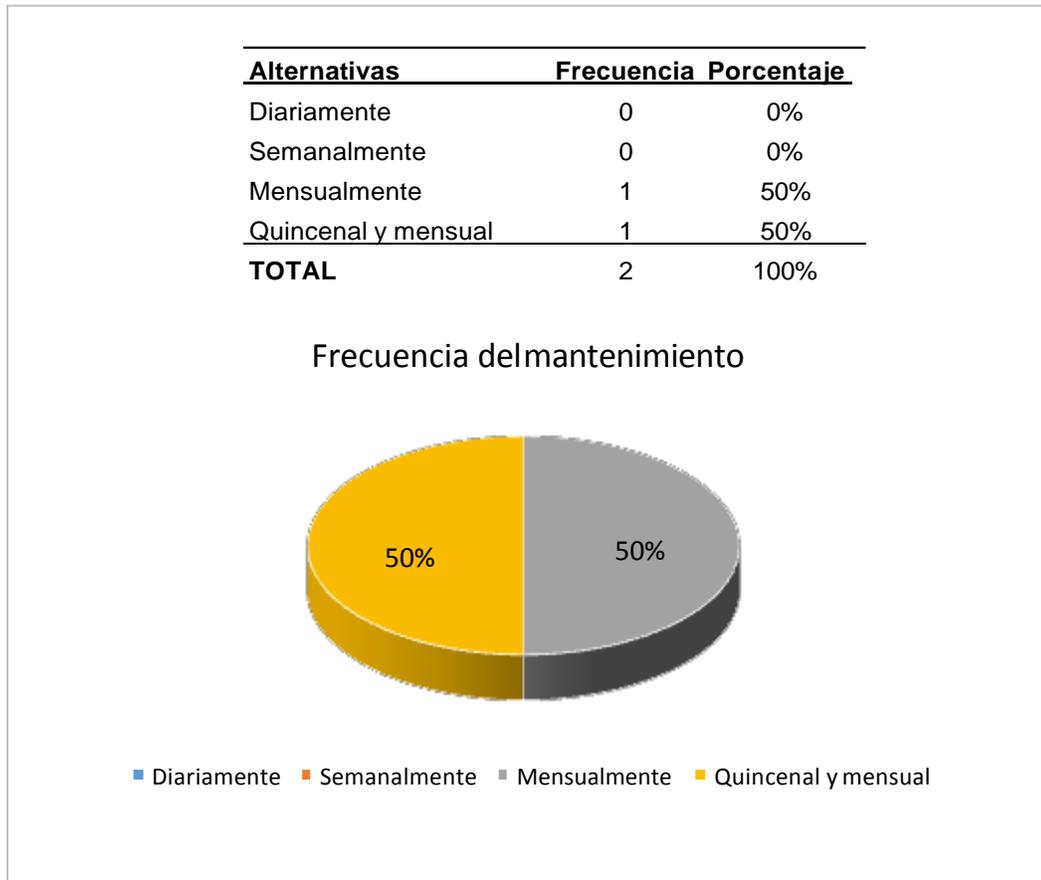


Figura 69. Frecuencia del mantenimiento.

Análisis de interpretación: Se puede observar que el 50% del personal técnico realiza sus labores con una frecuencia quincenal mientras el 50% restante realiza labores quincenales y mensuales de acuerdo a las características de los equipos y del plan de mantenimiento.

Anexo 10. Tiempo que lleva realizar las labores de mantenimiento

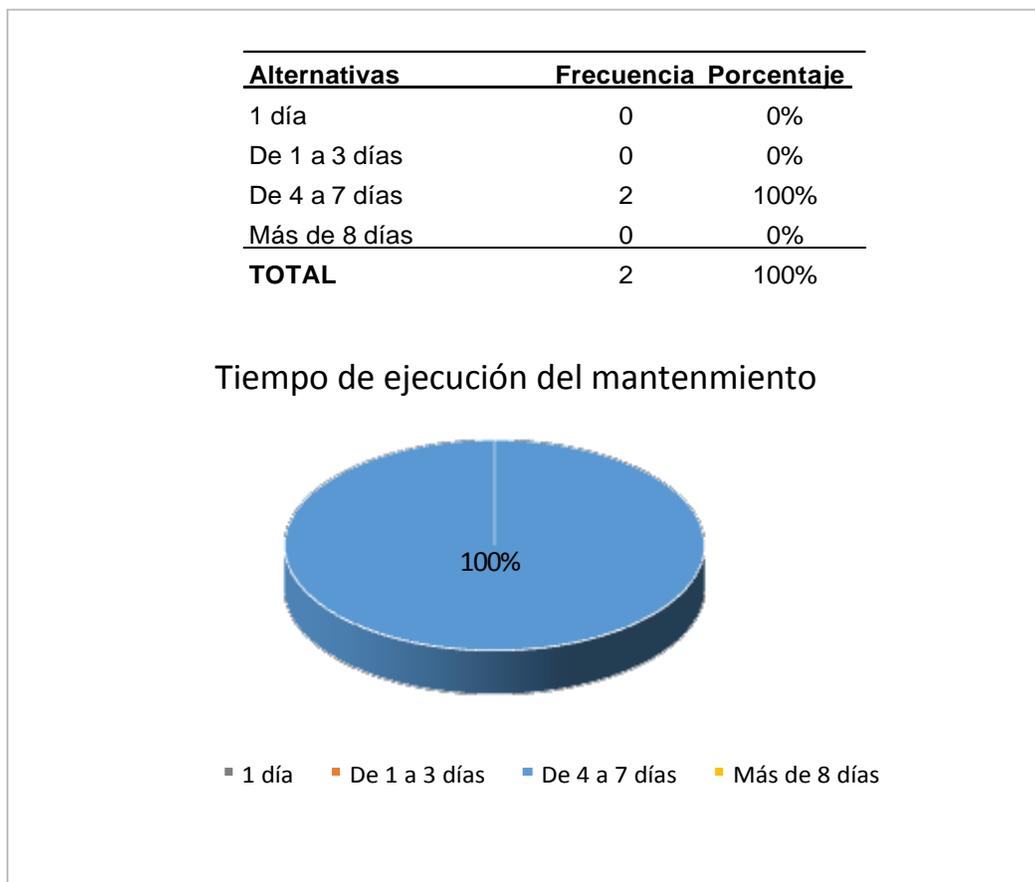


Figura 70. *Tiempo de ejecución del mantenimiento.*

Análisis de interpretación: Observamos que al 100% del personal le lleva de 4 a 7 días realizar las labores de mantenimiento, tiempo contemplado dentro del cronograma de actividades de la guía de mantenimiento.

Anexo 11. Cuenta con los materiales necesarios para desempeñar las labores



Figura 71. Cuenta con los materiales necesarios para el desempeño de las labores.

Análisis de interpretación: Podemos observar que el 100% del personal manifiesta que los materiales no son los suficientes para llevar a cabo las labores de mantenimiento, hay demoras en las adquisiciones, la jefatura y el área de logística deben coordinar para evitar retrasos en el mantenimiento.

Anexo 12. Factores que dificultan desempeñar las labores de mantenimiento

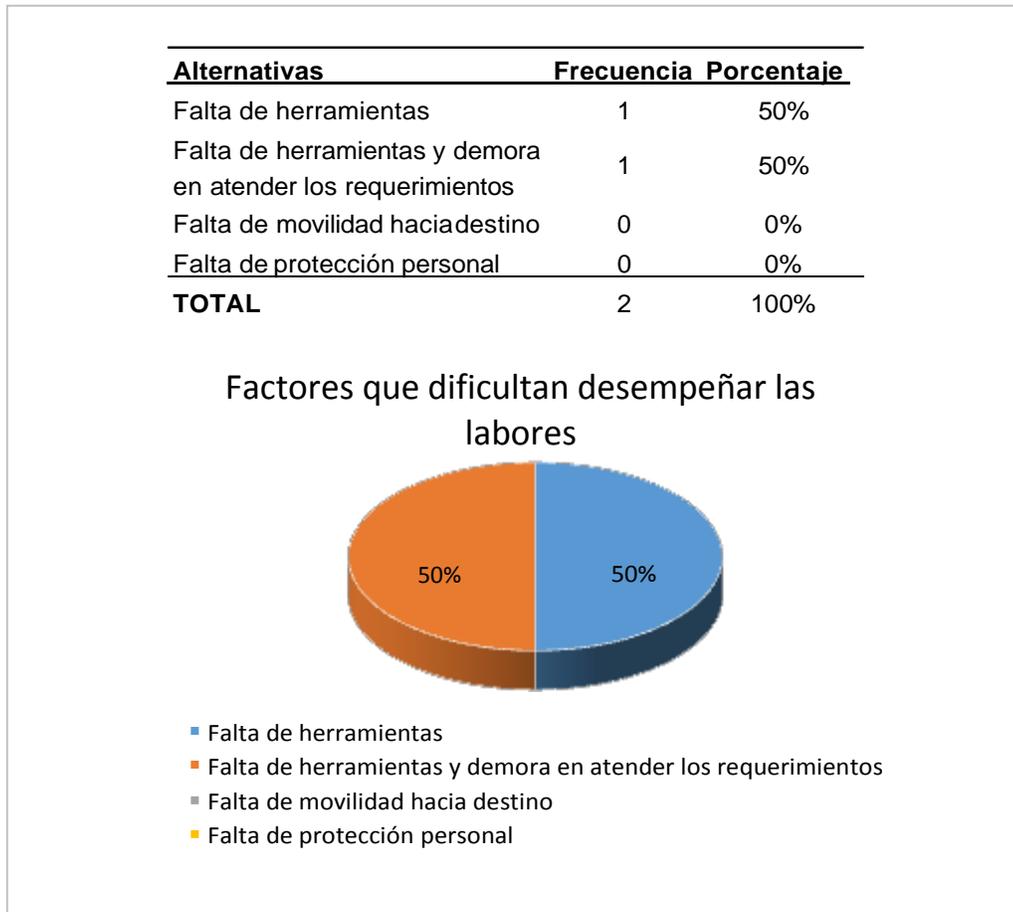


Figura 72. Factores que dificultan el desempeño de las labores.

Análisis de interpretación: Podemos observar que el 50% del personal manifiesta que la falta de herramientas es el factor principal que dificulta desempeñar las labores de mantenimiento mientras que el 50% restante le suma a esta dificultad la demora en la atención de los requerimientos. La jefatura debe hacer el seguimiento de los requerimientos y coordinar de manera permanente con el área de logística para evitar retrasos en las labores. Así mismo examinar el estado de las herramientas adquirir las necesarias para el cumplimiento de sus actividades.

Anexo 13. Conocimientos de computación básica



Figura 73. *Conocimientos de computación básica.*

Análisis de interpretación: En la tabla anterior observamos que el 50% del personal manifiesta que tiene conocimientos de computación básica y el 50% restante declara tener conocimiento intermedio. El personal técnico maneja Excel y Word básico.

Anexo 14. Lista de cotejo de la variable: Operatividad de la estructura hidráulica de captación y distribución.

Dimensión	Indicador	Criterios o acciones a verificar	Si	No	Observaciones
Control	Volumen de agua solicitado y entregado	Los requerimientos hídricos se hacen mediante documentación formal	X		
		Usan registros diarios que determinen la cantidad de agua solicitada y entregada	X		
		Procesan los datos mediante algún software o herramienta de cálculo (Excel)	X		En Excel
		Realizan un balance hídrico anual que determine el déficit o superávit (sobreentrega) de agua entregada	X		Sólo nivel general, no porestructuras
		Cuantifican económicamente el déficit o superávit de agua		X	
Equipos	Historial de fallas	Registran las fallas acontecidas en los equipos y/o maquinaria de la bocatoma	X		Libro de ocurrencia
		Cuentan con software o herramienta de registro de fallas		X	
		Analizan o llevan un control de las fallas más comunes		X	
		Se han repotenciado los equipos de control o mando		X	
	Plan de mantenimiento	Cuentan con un cronograma o guía de actividades de mantenimiento	X		
		Ejecutan las actividades de acuerdo al cronograma	X		
		Los técnicos de mantenimiento cuentan personal de apoyo	X		
		Cuentan con las herramientas necesarias	X		No son suficientes
		Cuentan con equipos necesarios	X		No son suficientes
		Cuentan con los materiales necesarios	X		No son suficientes
Proceso	Actividades improductivas	Cuentan con manual de operaciones	X		
		Ejecutan las actividades de acuerdo al manual	X		
		Examinan procedimientos para realizar acciones correctivas		X	
		Cuentan con diagramas de flujo		X	
		Cuentan con diagrama de actividades del proceso		X	
	Tiempos improductivos	Se realiza estudio de tiempos		X	
		El tiempo de recorrido entre los equipos de medición y mando dificulta las operaciones	X		
		Se pierde tiempo en activar el grupo electrógeno para el funcionamiento de compuertas	X		
TOTAL			15	8	

Figura 74. Lista de cotejo de la variable operatividad de la estructura hidráulica de captación y distribución.

Anexo 15. Lista de cotejo acerca del cumplimiento del plan de mantenimiento actual.

Tabla 38. Lista de cotejo acerca del cumplimiento del plan de mantenimiento actual.

MÁQUINAS O EQUIPOS	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	SE CUMPLE		OBSERVACIONES
			SI	NO	
GRUPOS ELECTRÓGENOS	Limpieza externa	Qincenal	X		
	Inspección general	Qincenal	X		
	Mant. Motor 200, 400, 2400 horas	Programado		X	Retraso
	Mant. Generador 200, 400, 2400 horas	Programado		X	Retraso
TABLEROS ELÉCTRICOS	Limpieza interna y externa	Mensual	X		
	Inspec. de componentes, conexiones	Mensual	X		
	Cambio de componentes dañados	Seg. Necesid.	X		
	Pintado general del tablero	Anual	X		
MOTOREDUCTOR Y MECANISMO DE IZAJE	Inspección y limpieza	Mensual	X		
	Engrase	Mensual	X		
	Cambio de aceite	Anual		X	Retraso
	Cambio de componentes dañados	Seg. Necesid.	X		
CUERPO DE COMPUERTAS	Pintado general del equipo	Anual	X		
	Inspección y limpieza	Mensual	X		
	Engrase	Mensual	X		
	Pintado general del equipo	Anual	X		
	Cambio de sellos	Seg. Necesid.	X		
ESCLUSA DE LIMPIA	Inspección y limpieza	Mensual	X		
	Engrase	Mensual	X		
	Pintado general	Anual		X	Retraso
	Lubricación de cadena	Bimensual	X		
	Cambio de aceite	Anual		X	Retraso
TOTAL			17	5	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Sistema de distribución de agua del valle Jequetepeque.

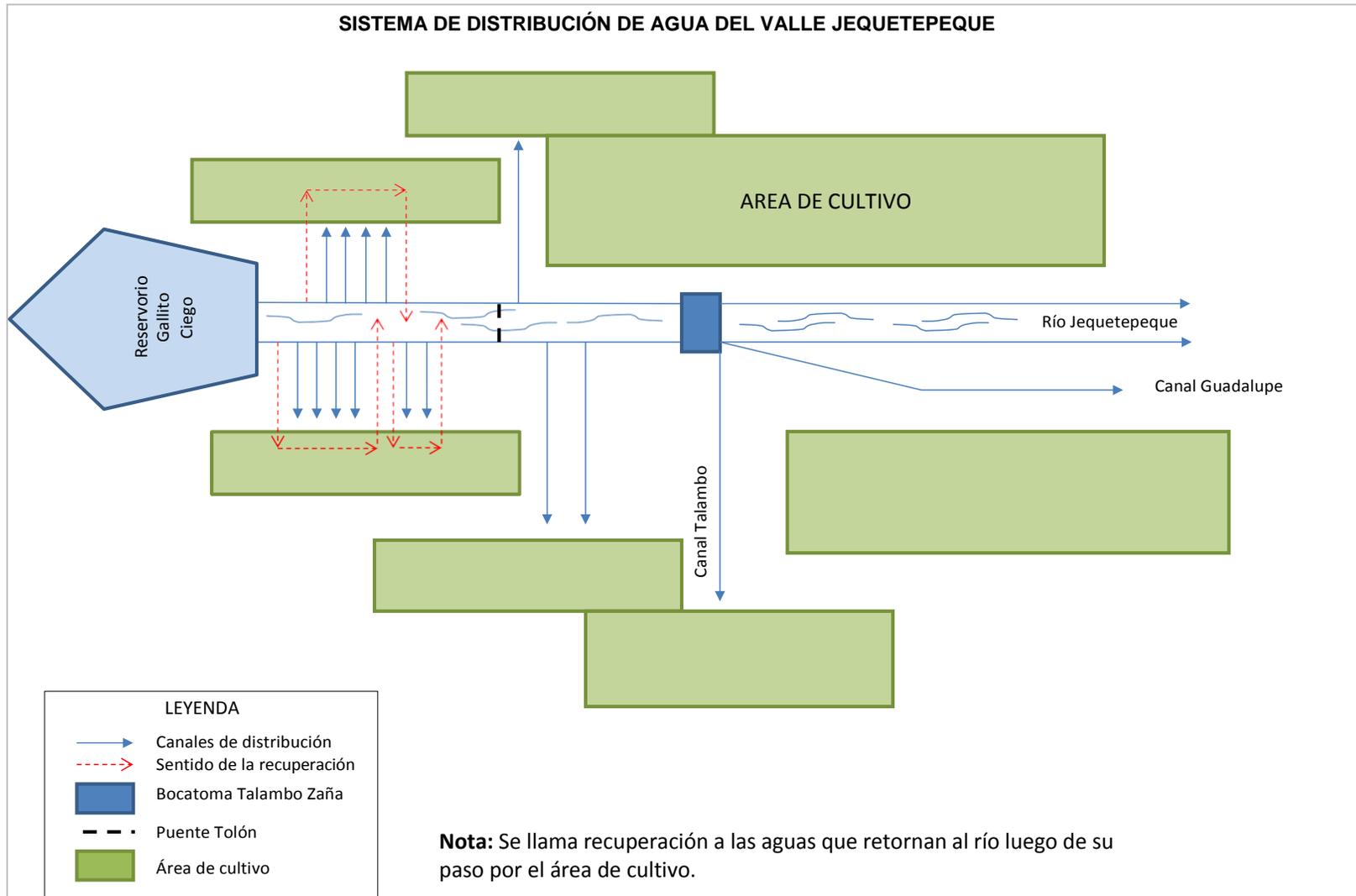


Figura 75. Sistema de distribución de agua del valle.

Anexo 17. Plano de la estructura hidráulica de captación y distribución – vista de planta.

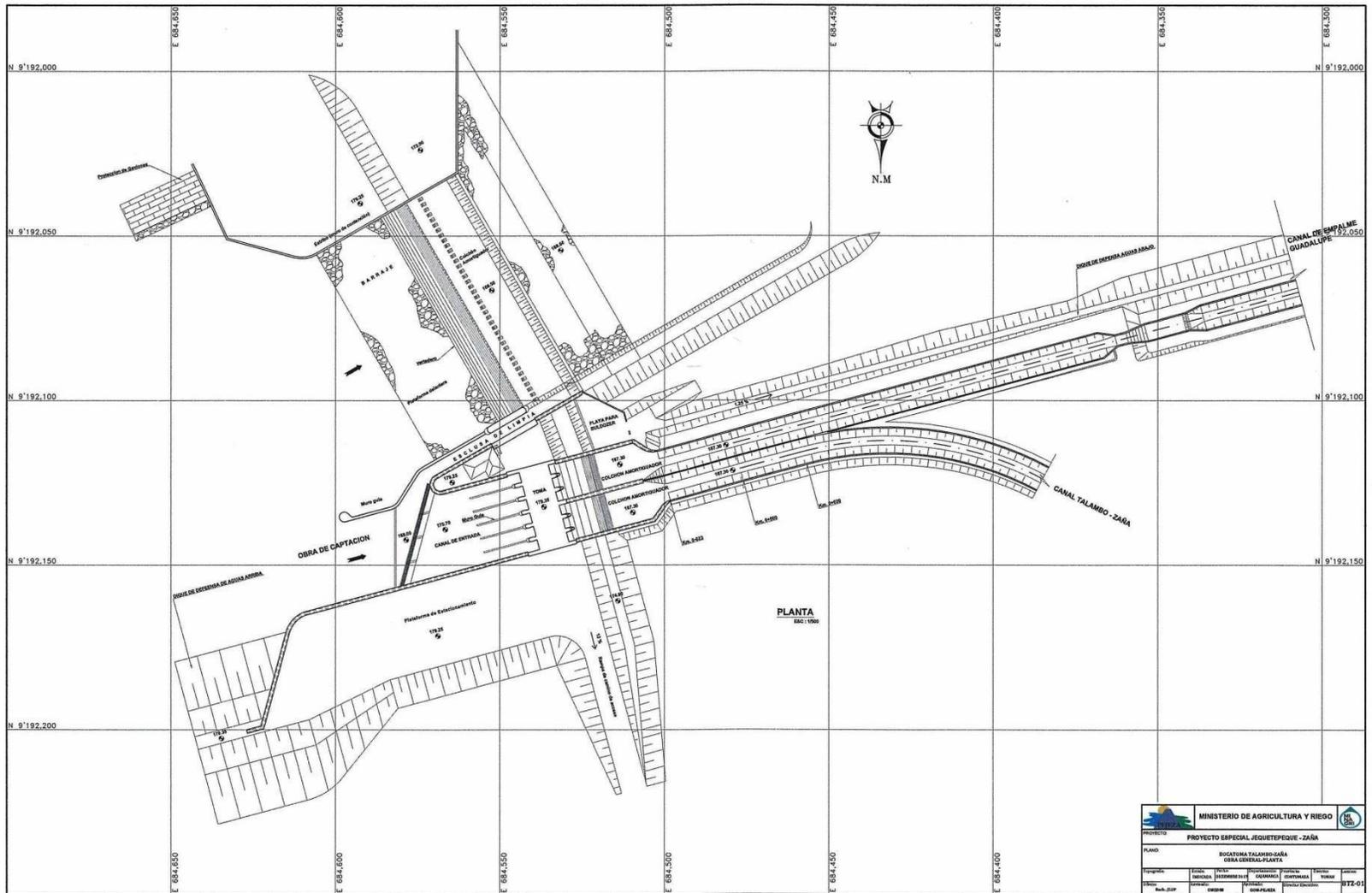


Figura 76. Plano de la estructura hidráulica de captación y distribución - vista de planta.

Anexo 18. Plano de esclusa de captación – Vista de corte lateral.

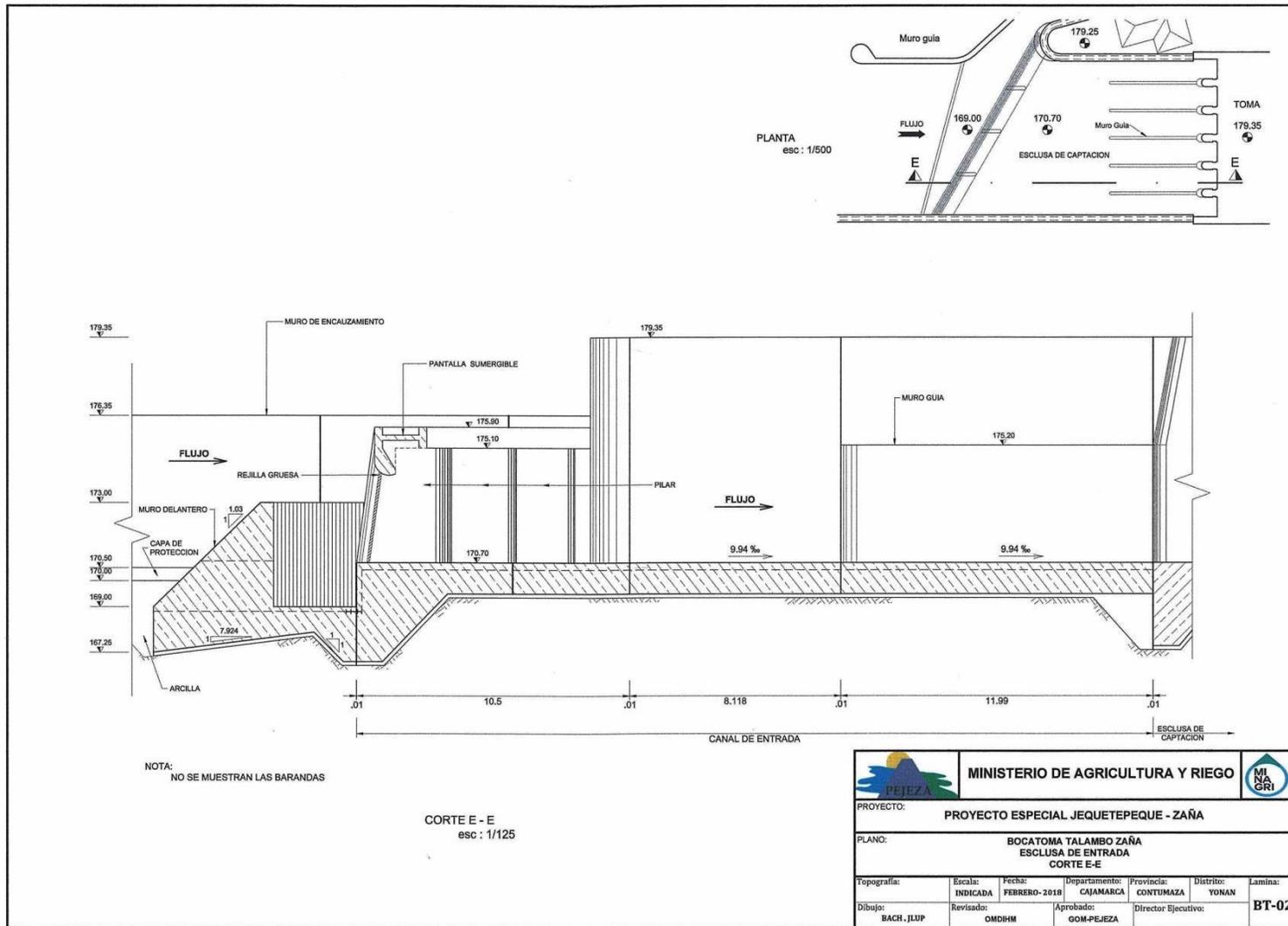


Figura 77. Plano esclusa de captación - vista corte lateral.

Anexo 19. Curva de descarga canal principal 1

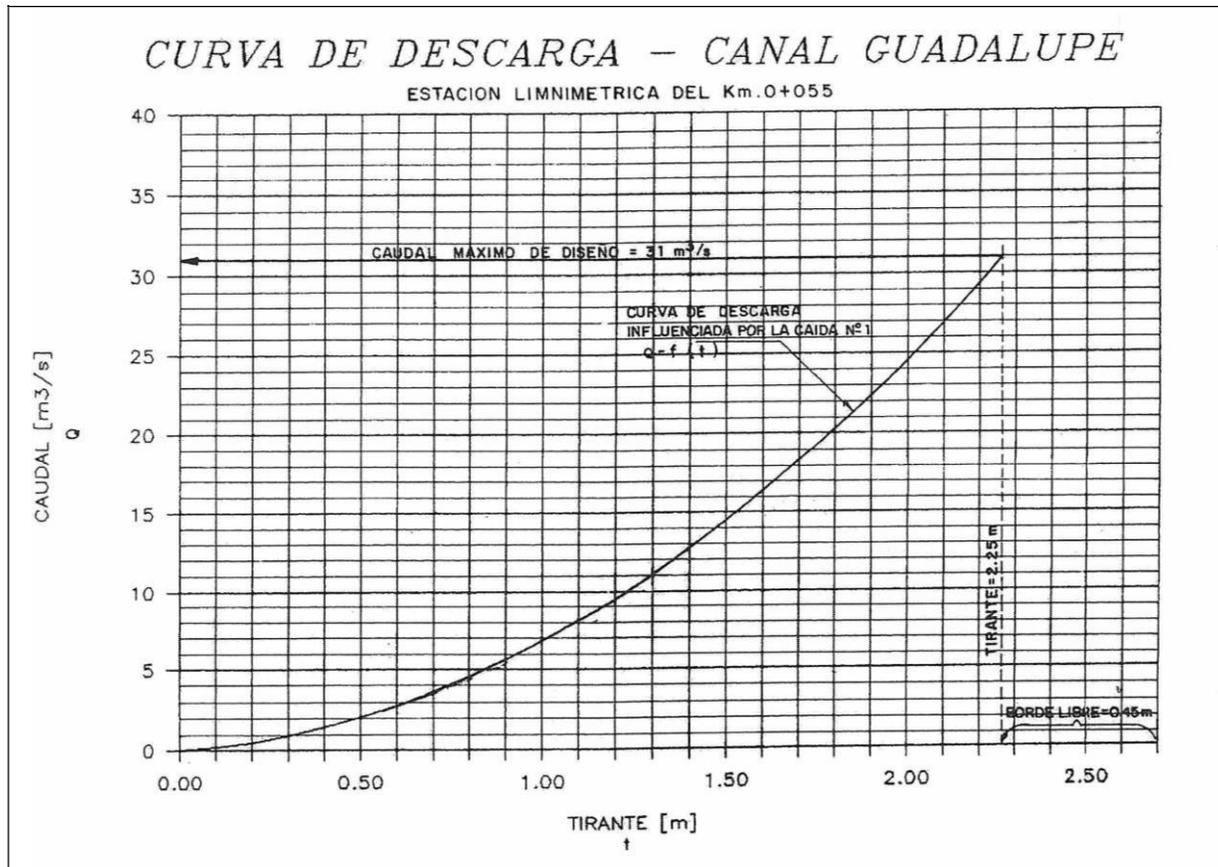


Figura 78. Curva de descarga canal principal 1.

Anexo 20. Curva de descarga del canal principal 2

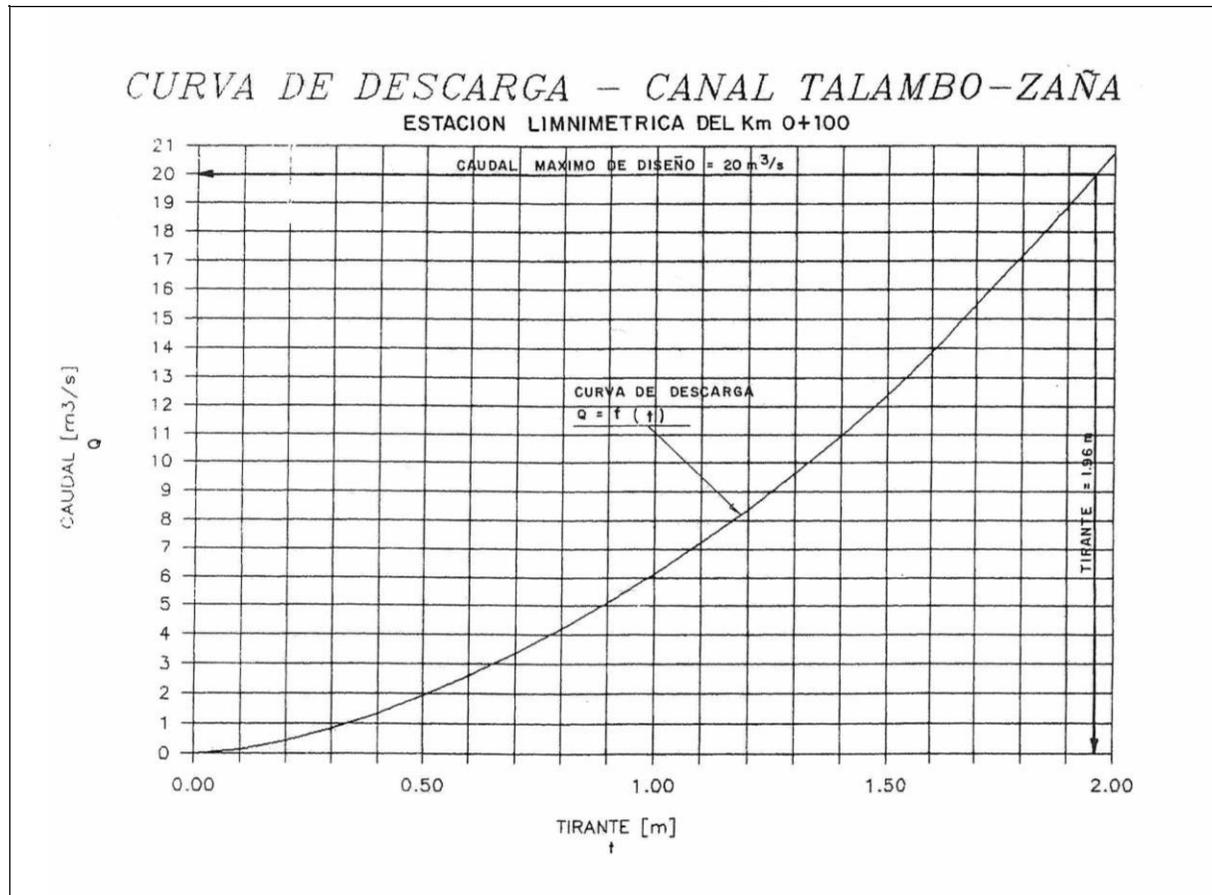


Figura 79. Curva de descarga del canal principal 2.

Anexo 21. Curvas de descarga de las compuertas de servicio

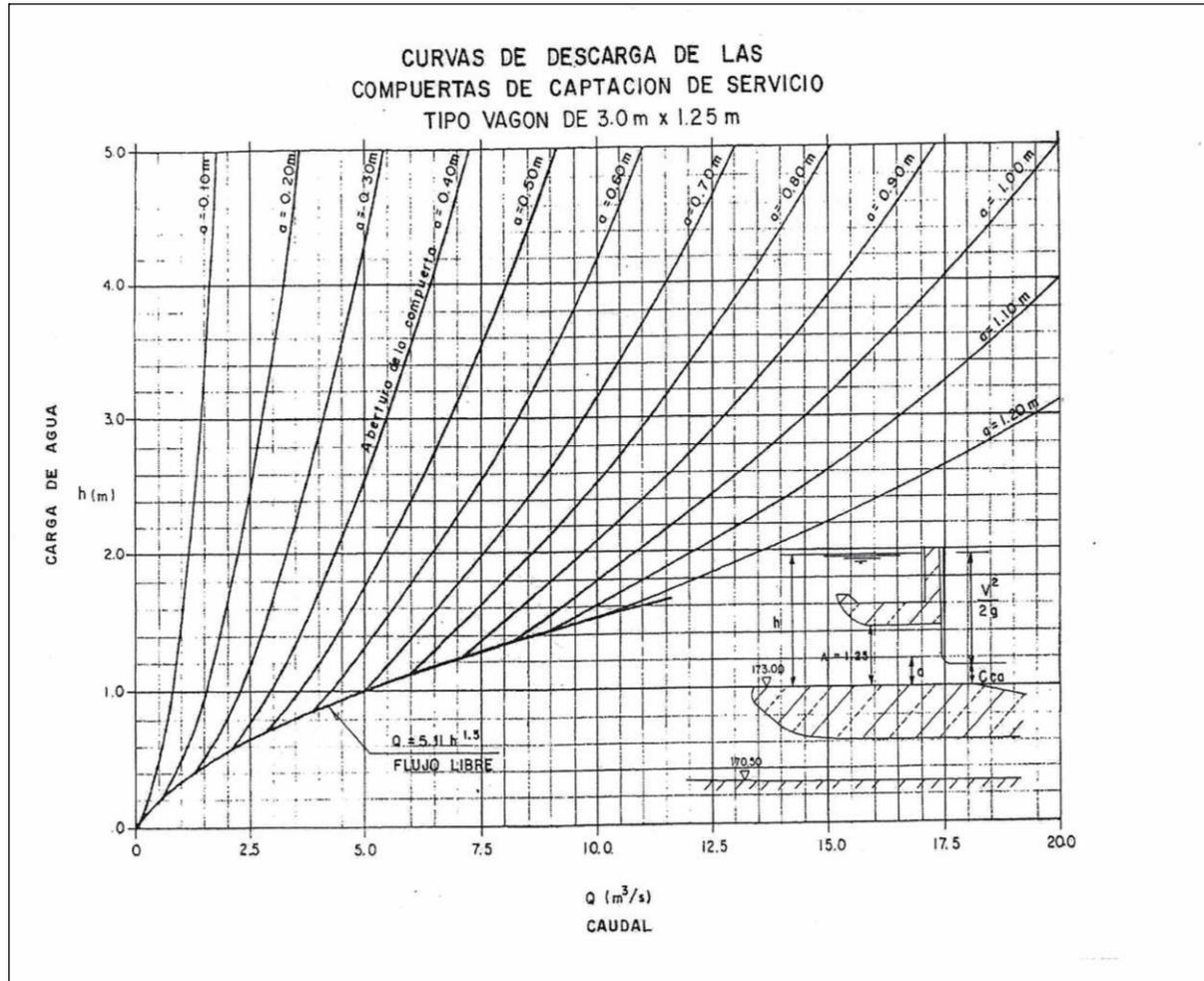


Figura 80. Curvas de descarga de la compuerta de servicio.

Anexo 22. Curvas de descarga de las compuertas de fondo

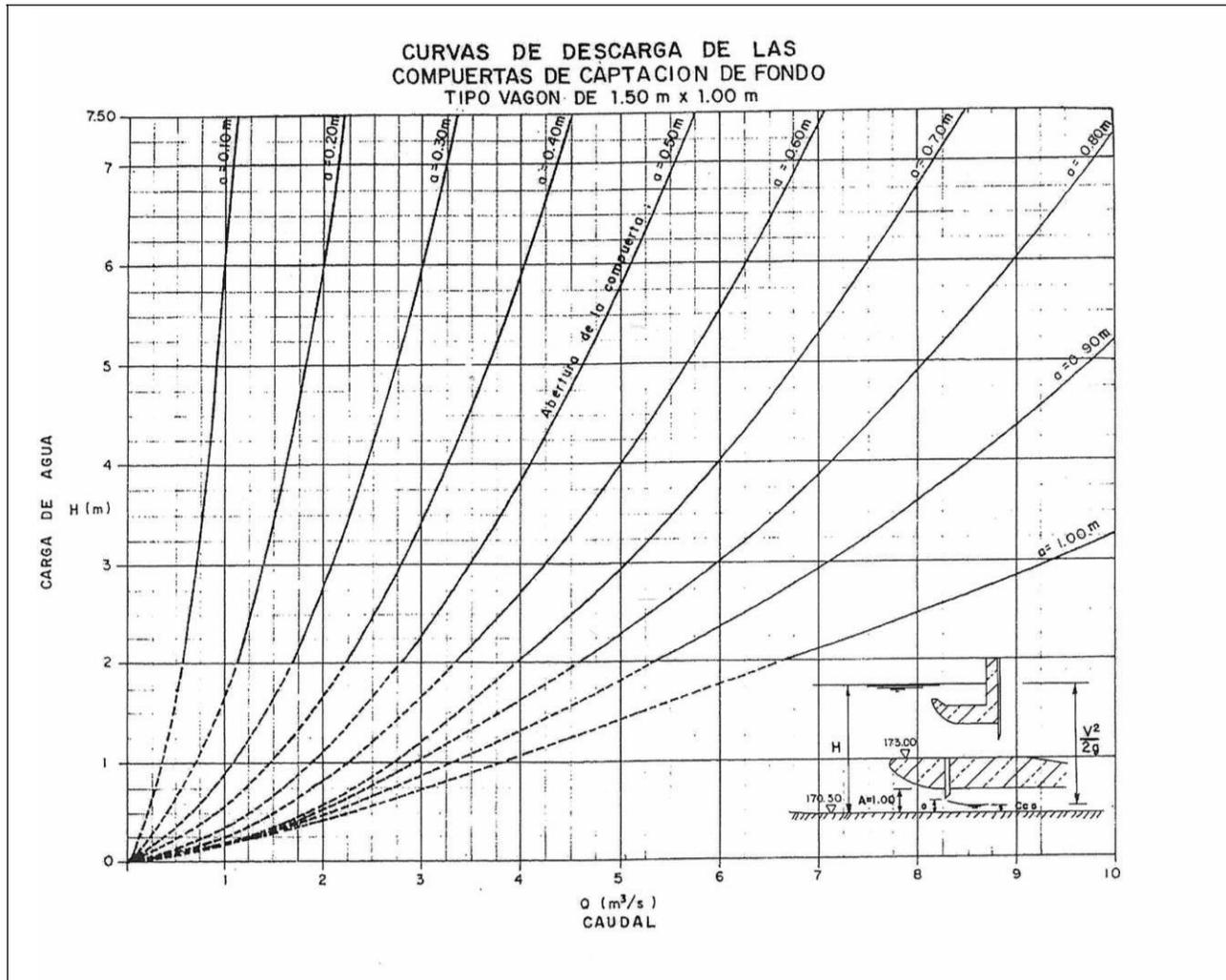


Figura 81. Curvas de descarga de las compuertas de fondo.

Anexo 23. Estudio de tiempos de medición de caudales con flujo normal

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TIEMPO OBSERVADO								FV	TB	S	TS	
	1	2	3	4	5	6	TT	TP					
ACTIVIDAD: Medición de nivel de embalse													
Caminar desde oficina de operadores a embalse	0.52	0.53	0.50	0.54	0.58	0.57	3.24	0.54	90	0.49	10%	0.53	
lectura del nivel de embalse	0.28	0.26	0.30	0.28	0.31	0.29	1.72	0.29	100	0.29	6%	0.30	
ACTIVIDAD: Medición deL canal Guadalupe													
Caminar desde embalse hasta estación Guadalupe	2.22	2.20	2.25	2.23	2.26	2.30	13.46	2.24	90	2.02	10%	2.22	
Lectura del canal Guadalupe	0.41	0.44	0.42	0.46	0.48	0.47	2.68	0.45	100	0.45	6%	0.47	
ACTIVIDAD: Medición canal Talambo													
Caminar desde estación Guadalupe hasta estación Talambo	2.08	2.05	2.09	2.10	2.07	2.12	12.51	2.09	90	1.88	10%	2.06	
Lectura del canal Talambo	0.42	0.47	0.43	0.45	0.49	0.48	2.74	0.46	100	0.46	6%	0.48	
ACTIVIDAD: Anotar datos hidrológicos													
Caminar desde canal Talambo hasta oficina de operadores	4.80	4.85	4.82	4.86	4.90	4.84	29.07	4.85	90	4.36	10%	4.80	
Anotar datos hidrológicos	2.52	2.60	2.65	2.50	2.68	2.54	15.49	2.58	90	2.32	6%	2.46	
TOTAL									13.49		12.26		13.34

Figura 82. Estudio de tiempos para la medición de caudal con flujo normal.

Anexo 24. Estudio de tiempos de medición de caudales con flujo anormal

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TIEMPO OBSERVADO								FV	TB	S	TS	
	1	2	3	4	5	6	TT	TP					
ACTIVIDAD: Medición de nivel de embalse													
Caminar desde oficina de operadores a embalse	0.52	0.53	0.50	0.55	0.59	0.57	3.26	0.54	90	0.49	10%	0.54	
lectura del nivel de embalse	0.28	0.26	0.30	0.28	0.31	0.29	1.72	0.29	100	0.29	6%	0.30	
ACTIVIDAD: Medición del canal Guadalupe													
Caminar desde embalse hasta estación Guadalupe	2.22	2.20	2.25	2.23	2.26	2.30	13.46	2.24	90	2.02	10%	2.22	
Lectura del canal Guadalupe	0.41	0.44	0.42	0.46	0.48	0.47	2.68	0.45	100	0.45	6%	0.47	
ACTIVIDAD: Medición canal Talambo													
Caminar desde estación Guadalupe hasta estación Talambo	2.08	2.05	2.09	2.10	2.07	2.12	12.51	2.09	90	1.88	10%	2.06	
Lectura del canal Talambo	0.42	0.47	0.43	0.45	0.49	0.48	2.74	0.46	100	0.46	6%	0.48	
ACTIVIDAD: Encendido del grupo electrógeno													
Caminar desde canal Talambo hasta sala de máquinas	4.17	4.20	4.18	4.22	4.28	4.22	25.27	4.21	90	3.79	10%	4.17	
Verificar nivel de agua, aceite, petróleo del grupo	0.75	0.70	0.76	0.78	0.74	0.80	4.53	0.76	100	0.76	6%	0.80	
Operar grupo electrógeno	0.72	0.68	0.75	0.71	0.67	0.70	4.23	0.71	100	0.71	6%	0.75	
Verificar parámetros eléctricos	0.30	0.28	0.33	0.32	0.33	0.34	1.90	0.32	100	0.32	4%	0.33	
ACTIVIDAD: Operación de compuertas													
Caminar de sala de máquinas a plataforma de operaciones	0.65	0.62	0.60	0.61	0.64	0.63	3.75	0.63	90	0.56	10%	0.62	
Operar compuertas y lectura de mira	1.83	1.80	1.78	1.84	1.89	1.85	10.99	1.83	90	1.65	10%	1.81	
ACTIVIDAD: Medición del canal Guadalupe													
Caminar de plataforma de operaciones a estación Guadalupe	2.25	2.30	2.24	2.26	2.22	2.20	13.47	2.25	90	2.02	10%	2.22	
Lectura del canal Guadalupe	0.42	0.45	0.46	0.48	0.42	0.47	2.70	0.45	100	0.45	6%	0.48	
ACTIVIDAD: Medición canal Talambo													
Caminar desde estación Guadalupe hasta estación Talambo	2.05	2.08	2.07	2.10	2.03	2.09	12.42	2.07	90	1.86	10%	2.05	
Lectura del canal Talambo	0.46	0.42	0.45	0.43	0.48	0.48	2.72	0.45	100	0.45	6%	0.48	
ACTIVIDAD: Apagado de grupo electrógeno													
Caminar de estación Talambo a sala de máquinas	4.34	4.40	4.32	4.30	4.39	4.42	26.17	4.36	90	3.93	10%	4.32	
Apagar grupo electrógeno	0.50	0.51	0.49	0.52	0.57	0.54	3.13	0.52	100	0.52	6%	0.55	
ACTIVIDAD: Anotar datos hidrológicos													
Caminar desde sala de máquinas a oficina de operadores	0.97	0.98	0.95	0.98	0.94	1.01	5.83	0.97	90	0.87	10%	0.96	
Anotar datos hidrológicos	4.54	4.68	4.70	4.67	4.60	4.72	27.91	4.65	90	4.19	6%	4.44	
TOTAL									30.23		27.65		30.06

Figura 83. Estudio de tiempos para la medición de caudal con flujo anormal.

Anexo 25. Escala de suplementos del estudio de tiempos

Tabla 39. Escala de suplementos del estudio de tiempos.

Suplementos	Porcentaje
Fijos	
Suplementos por fatiga	4%
Variables	
Trabajar de pie	2%
De pie andando sin carga	4%
Por postura incómoda	2%
Trabajo monótono	2%

Fuente: Oficina de la OIT.

Anexo 26. Suplementos para los elementos del control de caudal.

Tabla 40. Suplementos para los elementos del control de caudal.

Elementos de la tarea	S. Fijos	S. Variables	TOTAL
Traslado de un lugar a otro	4%	6%	10%
Lectura de niveles de caudal		6%	6%
Anotación de datos	4%	2%	6%
Operar compuertas	4%	6%	10%
Operar grupos electrógenos	4%	2%	6%
Verificar niveles del grupo		6%	6%
Verificar parámetros eléctricos		4%	4%

Fuente: Oficina de la OIT.

Anexo 27. Escalas de valoración del ritmo del estudio de tiempos.

Escala				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable ¹	
60-80	75-100	100-133	0-100 (norma británica)		(mi/h)	(km/h)
0	0	0	0	Actividad nula		
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	2	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	3	4,8
80	100	133	100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	4	6,4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio	5	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de «virtuoso», sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes	6	9,6

Figura 84. Escala de valoración del ritmo para el estudio de tiempos.

Anexo 28. Masa anual entregada periodo 1987 – 2017.

MASA MENSUAL ENTREGADA DEL RESERVOIRIO GALLITO CIEGO														
PERIODO : 1987 - 2017														
MASA MENSUAL (MMC) = MILLONES DE METROS CUBICOS														
N°	AÑO HIDROLOG	MES												MASA ANUAL
		AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	
1	1987-1988							84.67	73.66	61.69	55.98	20.48	13.93	310.41
2	1988-1989	12.32	11.40	6.16	7.18	19.82	61.87	98.22	181.33	169.52	61.60	22.03	32.68	684.13
3	1989-1990	24.11	22.55	23.03	41.47	73.92	113.30	86.61	72.58	53.40	16.07	6.48	12.05	545.57
4	1990-1991	12.05	2.33	2.14	12.44	36.43	76.33	52.50	69.64	61.69	34.28	9.59	28.12	397.54
5	1991-1992	25.18	13.22	2.41	13.48	29.19	43.12	22.81	57.32	61.69	32.94	22.55	16.61	340.52
6	1992-1993	17.68	20.22	4.55	3.11	18.75	13.66	60.48	77.67	254.02	99.64	45.62	43.39	658.79
7	1993-1994	37.23	19.18	31.61	49.25	74.19	154.54	276.27	253.11	286.16	88.92	35.72	38.57	1,344.75
8	1994-1995	34.74	23.85	33.96	47.39	74.54	92.81	78.77	89.62	59.30	22.98	17.63	14.87	590.46
9	1995-1996	23.70	13.27	14.20	28.93	66.69	103.95	88.28	206.75	150.80	50.01	24.34	29.17	800.09
10	1996-1997	11.92	31.29	44.88	76.67	101.67	84.74	73.16	69.95	21.75	21.75	15.24	22.74	575.76
11	1997-1998	19.93	8.14	12.08	5.67	32.21	147.90	500.40	863.58	466.20	167.89	50.18	32.02	2,306.19
12	1998-1999	17.65	17.56	27.43	59.36	100.65	108.53	189.25	287.09	163.77	125.50	52.74	37.16	1,186.68
13	1999-2000	27.47	7.44	40.58	50.15	100.78	114.71	91.21	379.96	231.57	167.87	57.14	30.20	1,299.09
14	2000-2001	32.34	21.79	41.96	70.06	109.17	113.06	138.87	643.33	392.81	96.69	48.37	35.37	1,743.81
15	2001-2002	17.37	37.35	57.20	93.39	122.04	116.14	87.51	202.13	250.03	69.29	33.42	33.35	1,119.22
16	2002-2003	25.81	30.25	41.50	70.45	110.73	123.20	93.73	93.10	47.24	21.61	25.81	28.72	712.15
17	2003-2004	30.96	19.61	43.56	46.77	89.36	92.45	67.80	79.52	33.08	17.85	10.42	16.28	547.66
18	2004-2005	19.72	14.40	9.21	1.22	8.59	81.00	89.48	94.50	98.02	52.81	16.55	23.50	509.00
19	2005-2006	18.66	11.91	25.18	64.28	95.33	95.68	82.28	369.48	304.69	56.49	30.45	36.64	1,191.05
20	2006-2007	40.20	27.63	27.86	53.86	101.67	114.81	94.81	95.26	245.56	74.13	37.63	39.12	952.55
21	2007-2008	43.13	32.54	44.86	52.20	94.14	113.59	113.84	366.21	332.37	112.54	39.60	36.89	1,381.90
22	2008-2009	30.44	35.30	47.83	65.59	108.22	112.24	275.09	366.44	251.81	105.13	40.82	36.27	1,475.18
23	2009-2010	35.45	30.91	50.52	72.00	113.09	118.78	88.56	87.56	132.94	103.79	35.78	43.66	913.04
24	2010-2011	34.53	34.52	44.83	43.98	81.06	101.64	80.00	84.31	46.48	33.31	30.12	35.39	650.17
25	2011-2012	34.66	38.18	29.84	29.67	64.60	112.46	253.40	200.68	193.20	106.84	37.47	31.82	1,132.82
26	2012-2013	38.61	36.07	47.80	53.87	100.23	116.45	94.12	189.69	150.70	72.61	49.29	33.13	982.57
27	2013-2014	36.27	46.53	45.14	47.44	87.28	108.41	74.18	96.81	56.34	25.49	15.58	17.97	657.43
28	2014-2015	21.51	17.82	13.31	25.09	69.53	114.47	102.76	200.24	214.19	75.33	35.85	32.65	922.75
29	2015-2016	36.81	34.01	44.79	61.23	102.49	93.85	99.45	80.92	42.31	19.83	15.08	19.49	650.26
30	2016-2017	22.78	21.56	17.61	20.74	38.55	83.35	103.39	556.48	367.95	136.11	45.47	26.16	1,440.15
MAXIMA		43.13	46.53	57.20	93.39	122.04	154.54	500.40	863.58	466.20	167.89	57.14	43.66	2,306.19
MEDIA		27.01	23.48	30.21	43.69	76.72	100.93	121.40	216.30	173.38	70.84	30.91	29.26	934.06
MINIMA		11.92	2.33	2.14	1.22	8.59	13.66	22.81	57.32	21.75	16.07	6.48	12.05	310.41

Figura 85. Volumen anual entregado periodo 1987 - 2017

Anexo 29. Balance hídrico de la estructura hidráulica de captación y distribución periodo 2017.

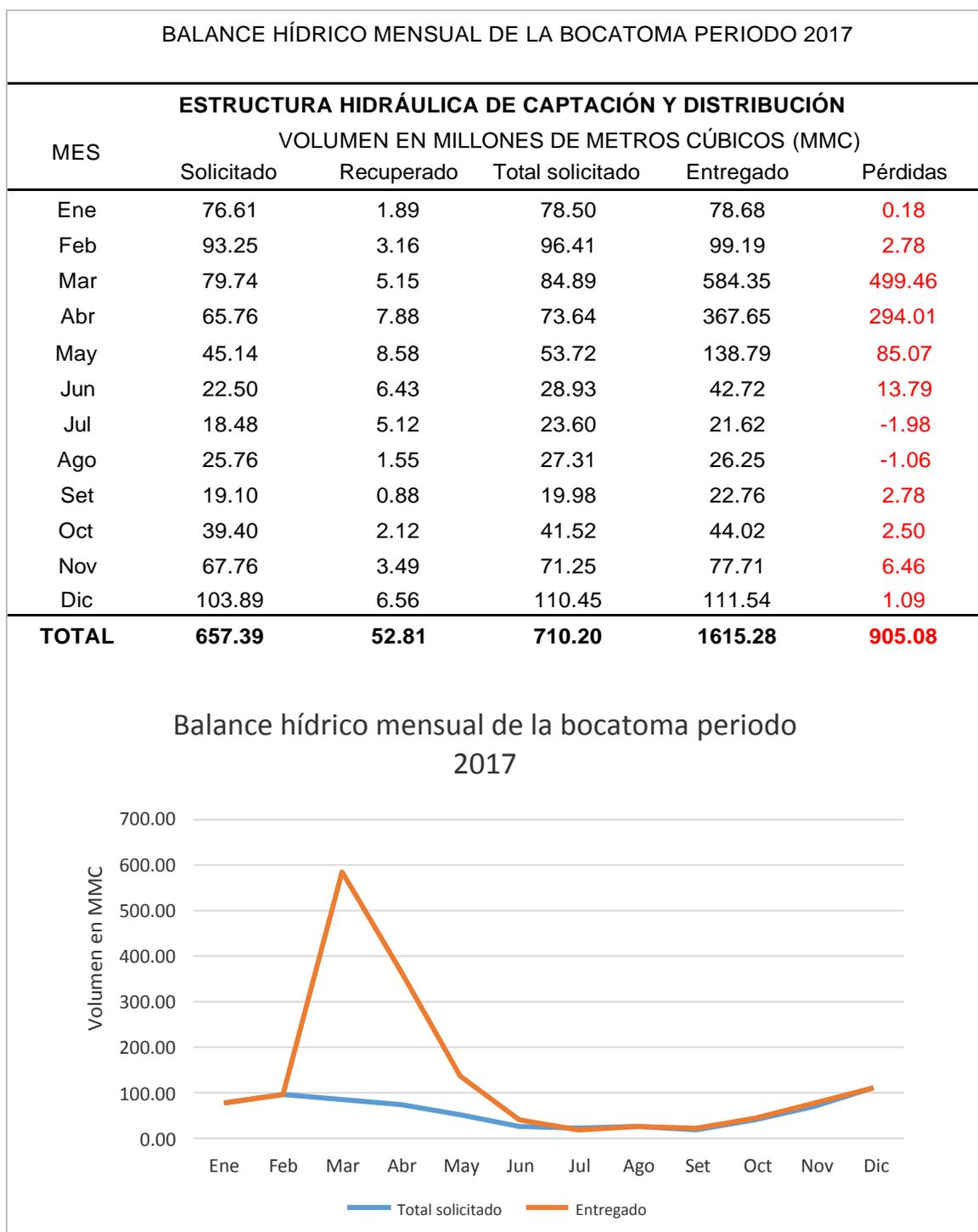


Figura 86. Balance hídrico de la estructura hidráulica de captación y distribución 2017.

Se aprecia que durante los meses de marzo a junio hubo avenidas extraordinarias de caudal, esto se debió a la presencia del fenómeno del niño costero.

Anexo 30. Resumen del balance hídrico por estructuras hidráulicas periodo 2017.

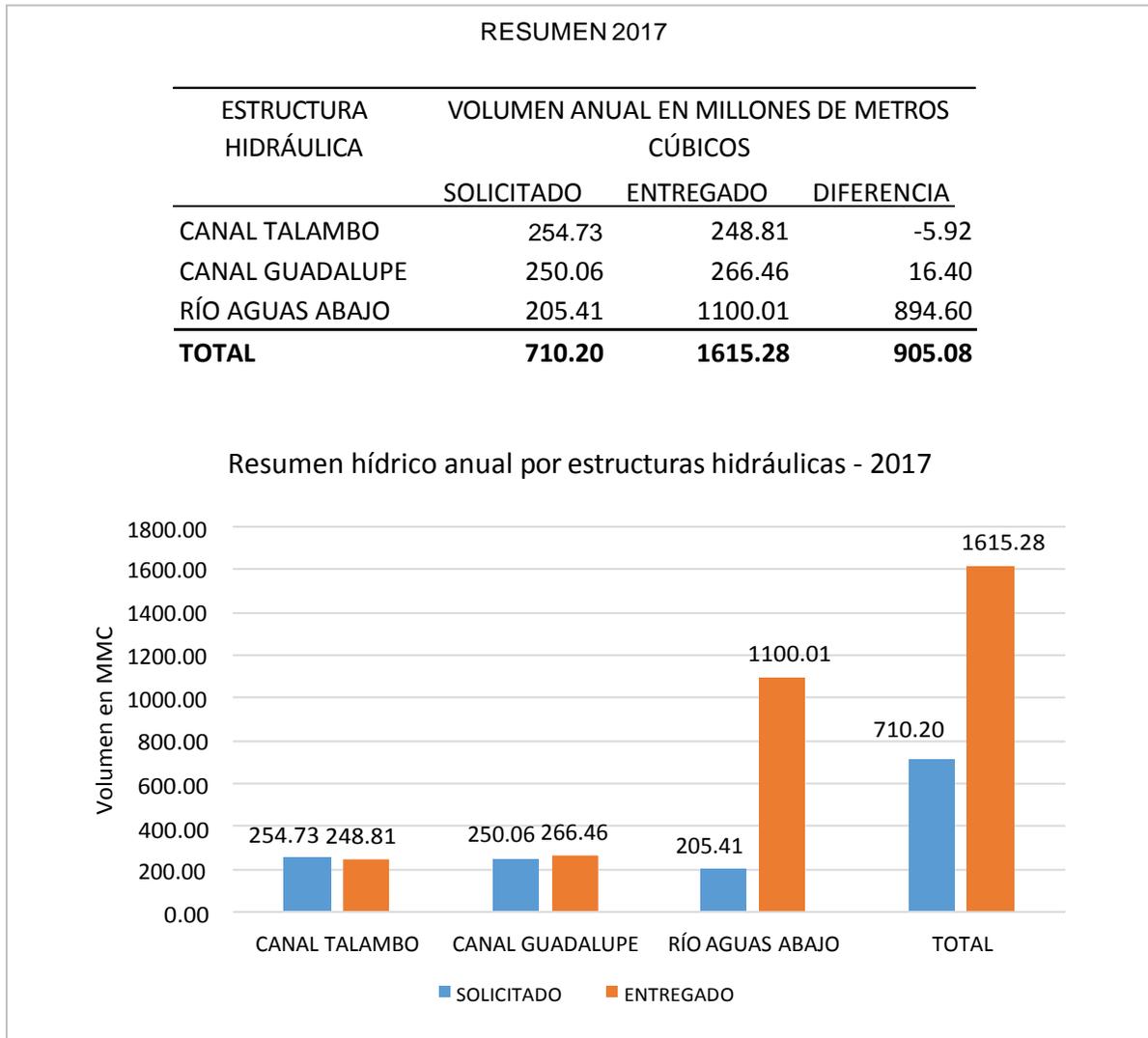


Figura 87. Resumen por estructuras hidráulicas del balance hídrico periodo 2017.

La gráfica muestra que todo el excedente de caudal se va al río, esto quiere decir que entró en funcionamiento el vertedero de crecidas.

Anexo 31. Requerimiento semanal de La Autoridad Nacional del Agua (ANA).

CUADRO N° 01.- REQUERIMIENTO DE RECURSO HIDRICO						
PERIODO: 14/05/2018 AL 20/05/2018						
SECTOR	Caudal descargado de la presa (m3/s)	Caudal de recuperacion en el rio (m3/s)	Caudal de recuperacion en canales de distribucion (m3/s)	Caudal bruto (m3/s)	Eficiencia (%)	Caudal neto (m3/s)
Pay Pay	0.25	0.05	-	0.30	35.00	0.11
Ventanillas	0.20	0.10	-	0.30	35.00	0.11
Tolón	1.40	0.10	-	1.50	30.00	0.45
Zapotál	0.05	0.10	-	0.15	45.00	0.07
Huabal	0.10	0.10	-	0.20	60.00	0.12
Talambo	6.60	0.10	-	6.70		5.59
* Talambo	2.50	0.10		2.60	65.00	1.69
* Riego Pres. Canal Pima.	2.50			2.50	95.00	2.38
* Bomb. Forma e Infor.	1.60			1.60	95.00	1.52
Chepen	0.70	0.20	-	0.90	60.00	0.54
Guadalupe	0.05	0.10	0.10	0.25	60.00	0.15
Pueblo Nuevo	0.50	0.10	0.10	0.70	85.00	0.60
Pacanga	0.95	0.10	0.45	1.50	70.00	1.05
Limoncarro	0.10	0.20	-	0.30	60.00	0.18
Tecapa	0.10	0.10	-	0.20	65.00	0.13
San Pedro	0.45	0.20	-	0.65	70.00	0.46
San José	0.20	0.20	-	0.40	65.00	0.26
San José-Uso Poblacional	0.20	-	-	0.20	75.00	0.15
San José-Dren Chopal	-	-	-	-	75.00	-
Jequetepeque	-	0.30	-	0.30	65.00	0.20
TOTAL	11.85	2.05	0.65	14.55		10.14

Figura 88. Requerimiento hídrico semanal de la Autoridad Nacional del Agua.

Anexo 32. Demanda de agua del valle periodo 2017 – 2018

DEMANDA DE AGUA DEL SUB SECTOR HIDRAULICO JEQUETEPEQUE REGULADO													
PERIODO AÑO 2017-2018													
AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		: JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA.											
ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA		: JEQUETEPEQUE.											
NOMBRE DEL OPERADOR		: JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRAULICO MENOR JEQUETEPEQUE - CLASE A.											
DEMANDA DE AGUA	VOLUMEN DE AGUA (MMC)												VOLUMEN TOTAL (MMC)
	2017					2018							
CLASE	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	
DEMANDA TOTAL	38.914	44.162	58.574	91.957	100.994	103.074	84.788	69.858	39.817	24.787	24.136	29.697	710.759
DEMANDA MULTISECTORIAL	35.432	40.793	55.092	89.106	98.315	100.395	82.369	67.179	36.966	21.305	20.766	26.215	673.935
CAUDAL ECOLOGICO	0.268	0.259	0.268	0.259	0.268	0.268	0.242	0.268	0.259	0.268	0.259	0.268	3.154
PERDIDAS EN EL SISTEMA	3.214	3.110	3.214	2.592	2.411	2.411	2.177	2.411	2.592	3.214	3.110	3.214	33.670
OFERTA DE AGUA COMPLEMENTARIA	2.739	3.645	4.617	4.542	6.054	10.931	12.352	13.272	11.215	6.905	5.869	4.053	86.194
AGUA SUB TERRANEA													
AGUA DE RECUPERACION DE RIO	1.519	2.435	2.868	2.509	3.738	6.368	6.442	7.568	6.059	3.698	3.589	2.018	48.811
AGUA DE RECUPERACION EN CANALES	1.220	1.210	1.750	2.033	2.317	4.563	5.911	5.704	5.156	3.207	2.280	2.035	37.383
OTRAS FUENTES													
DEMANDA PARA ATENDER POR LA PRESA	36.18	40.52	53.96	87.42	94.94	92.14	72.44	56.59	28.60	17.88	18.27	25.64	624.565

FUENTE: JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRAULICO MENOR JEQUETEPEQUE - CLASE A (JUSHMJ-CA) - PADH 2017-2018: FORMULARIO PADH - 03
(PADH 2017-2018): PLAN DE APROVECHAMIENTO DE LAS DISPONIBILIDADES HIDRICAS DE LA CUENCA JEQUETEPEQUE 2017-2018

Figura 89. Demanda de agua del valle 2017 - 2018.

Anexo 33. Cronograma detallado de actividades de la propuesta de mejora.

Tabla 41. Cronograma de actividades de la propuesta de mejora.

Actividades	Fecha de inicio	Duración	Fecha a terminar
Elaboración del proyecto de automatización	01/09/2018	15	16/09/2018
Aprobación del proyecto para ejecución	16/09/2018	5	21/09/2018
Compra de equipos y materiales	21/09/2018	10	01/10/2018
Recepción de equipos y materiales en obra	01/10/2018	4	05/10/2018
Montaje de equipos en canales, embalse y río	05/10/2018	10	15/10/2018
Instalación de tuberías para equipos	12/10/2018	10	22/10/2018
Conexión de equipos	19/10/2018	12	31/10/2018
Ensamblaje de tableros eléctricos	05/10/2018	39	13/11/2018
Montaje de tableros eléctricos	13/11/2018	6	19/11/2018
Instalación de tuberías para tableros	19/11/2018	6	25/11/2018
Conexión eléctrica de tableros	25/11/2018	13	08/12/2018
Montaje de equipos en compuertas	13/11/2018	6	19/11/2018
Instalación de tuberías para equipos	19/11/2018	6	25/11/2018
Conexión de equipos	25/11/2018	13	08/12/2018
Programación general de equipos	05/10/2018	30	04/11/2018
Prueba del sistema automatizado	08/12/2018	7	15/12/2018
Capacitación para manejo del sistema	15/12/2018	15	30/12/2018

Fuente: Elaboración propia

Anexo 34. Presupuesto de automatización.

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTOS	
		Medida	Cant.	Unitario	Total
1.00 SUMINISTRO EQUIPOS					
1.01	PLC compacto Logix L32 con Ethernet	Und.	1	8,560.75	8,560.75
1.02	Fuente de alimentatción 220v / 24vdc - 5A	Und.	1	1,570.63	1,570.63
1.03	Right End Cap	Und.	1	250.00	250.00
1.04	Módulo de 8 canales de entrada análogas 4-20mA	Und.	4	2,500.00	10,000.00
1.05	Módulo de 32 entradas 0-24vdc	Und.	2	1,500.00	3,000.00
1.06	Módulo de medición de salida 16 puntos 24vdc	Und.	1	1,400.00	1,400.00
1.07	Módulo de 8 salidas análogas 4-20mA	Und.	2	4,580.64	9,161.28
1.08	Switch de 5 puertos	Und.	1	820.40	820.40
1.09	Aplicativo de HMI RSLOGIX 5000	Lic.	1	10,329.56	10,329.56
1.10	Software de supervisión RSVIEW STUDIO	Lic.	1	16,789.45	16,789.45
1.11	Caja de conexiones IP65 120 borneras	Und.	1	890.35	890.35
1.12	Sensor de nivel analógico de ultrasonido 4-20mA alcance 1m a 8m para nivel de ingreso a la bocatoma y río	Und.	4	3,226.80	12,907.20
1.13	Sensor de correlación ultrasónico analógico 4-20mA alcance de 0.02m a 5m para canales de distribución	Und.	2	9,347.45	18,694.90
1.14	Sensor óptico analógico 4-20mA alcance 2 canales, externo (para medir apertura de compuertas)	Und.	13	2,432.87	31,627.31
1.15	Encoder protocolo TCP/IP 220vac externo (para medir apertura de compuerta vagón)	Und.	1	117.45	117.45
1.16	Switch Ethernet/IP industrial 24 puertos IP55	Und.	1	1,632.40	1,632.40
1.17	UPS comunicación RS232 / Ethernet	Und.	1	3,985.40	3,985.40
1.18	Acces point inalámbrico alcance 500m 2.4Ghz 200vac	Und.	1	895.46	895.46
1.19	Computadora de supervisión Core i7 RAM: 4Ghz, DDH: 500GB, pantalla 21"	Und.	1	6,320.22	6,320.22
					138,952.76

(*) Continuación del presupuesto.

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTOS	
		Medida	Cant.	Unitario	Total
2.00 SUMINISTRO DE MATERIALES					
2.01	Cable apantallado 2x18 AWG 600V	m	210	2.20	462.00
2.02	Cable apantallado 2x2x18 AWG 600V	m	285	6.18	1,761.30
2.03	Cable apantallado 4x2x18 AWG 600V	m	294	7.89	2,319.66
2.04	Cable apantallado 8x2x18 600V	m	250	7.47	1,867.50
2.05	Cable galvanizado 3x10 AWG 600V	m	420	6.84	2,872.80
2.06	Tablero de arranque electrónico 2HP 3fases 220V	Unid.	12	3,655.00	43,860.00
2.07	Tablero de arranque electrónico 15HP 3fases 220V	Unid.	1	5,890.00	5,890.00
2.08	Gabinete metálico IP55 2m x 1.8m x 0.65m	Unid.	1	5,370.00	5,370.00
2.09	TuboFo.Go 1" x 3m	Unid.	25	198.21	4,955.25
2.10	Codo Fo.Go 1" x 1" x 1"	Unid.	48	20.46	982.08
2.11	Te Fo.Go 1" x 1" x 1"	Unid.	22	19.52	429.44
2.12	Kit de puesta a tierra con cemento conductor	Unid.	1	1,360.00	1,360.00
2.13	Consumibles y otros	Glb.	1	2,500.00	2,500.00
					74,630.03
3.00 MANO DE OBRA POR MONTAJE E INSTALACIÓN					
3.01	Instalación de equipos	Cjto	1	10,000.00	10,000.00
3.02	Instalación de cables y tuberías	Cjto	1	8,500.00	8,500.00
3.03	Montaje del pozo a tierra	Cjto	1	1,500.00	1,500.00
3.04	Programación y pruebas del sistema	Cjto	1	7,500.00	7,500.00
					27,500.00
4.00 CAPACITACIÓN TÉCNICA A PERSONAL					
4.01	Capacitación técnica a personal de operaciones para el manejo del sistema automatizado después de la puesta en servicio (10 personas)	Cjto.	1	10,000.00	10,000.00
					10,000.00
TOTAL DEL PRESUPUESTO (soles)					296,277.69

Figura 90. Presupuesto de automatización.

Anexo 35. Costo adicional de los servicios eléctricos y costo de mantenimiento – Gastos de operación.

<u>Costos de servicios eléctricos</u>						
Descripción	Unidad	Cantidad	Consumo Kw-h	Operación h-día	Costo Kw-h	Total
Motor eléctrico	Kw	12	1.34	0.2	1.5	144.72
Equipos	Cjto	1	0.24	24	1.5	259.2
Otros	Cjto	1	0.05	24	1.5	54
Total mensual						457.92

<u>Costo de mantenimiento</u>	
Descripción	Costo mensual
Mantenimiento rutinario quincen	250.00
Servicio externo cada 3 meses	1000.00
Repuestos	200
Total	1450.00

Figura 91. Costo adicional de servicios eléctricos y mantenimiento de los equipos nuevos.

Anexo 36. Formato de encuesta a los operadores de infraestructura.

ENCUESTA A LOS OPERADORES DE INFRAESTRUCTURA	
<p>Buenos días/tardes, estamos realizando una encuesta con el objetivo de optimizar la operatividad de la bocatoma Talambo - Zaña e incrementar la rentabilidad en la Junta de Usuarios Jequetepeque, cabe aclarar que la información brindada en el presente cuestionario será totalmente confidencial y anónima y será utilizada únicamente para fines académicos. (Marque con X o + según corresponda la respuesta)</p>	
Institución:.....	Fecha:.....
Área:.....	Encuestador:.....
<p>1. ¿Cuántos años de experiencia laboral tiene Usted en el cargo que actualmente desempeña? (Puede contabilizar los años trabajados en otras empresas) (R.U.)</p> <p><input type="checkbox"/> De 5 a 10 años</p> <p><input type="checkbox"/> De 10 a 15 años</p> <p><input type="checkbox"/> De 15 a 20 años</p> <p><input type="checkbox"/> Más de 20 años</p>	<p>4. En general, ¿cuál es la principal forma de comunicación entre los trabajadores del área? (R.M.)</p> <p><input type="checkbox"/> En forma verbal directa</p> <p><input type="checkbox"/> Por medio de oficios y /o memorándum</p> <p><input type="checkbox"/> No hay comunicación</p> <p><input type="checkbox"/> Otras formas.</p> <p>Especifique:.....</p> <p>.....</p>
<p>2. ¿Cuenta usted con manuales de procedimientos en el área de trabajo? (R.U.)</p> <p><input type="checkbox"/> Sí existen y se utilizan</p> <p><input type="checkbox"/> Sí existen pero no se utilizan</p> <p><input type="checkbox"/> No existe</p>	<p>5. ¿Cómo recibe usted el requerimiento hídrico semanal? (R.U.)</p> <p><input type="checkbox"/> En forma verbal directa</p> <p><input type="checkbox"/> Por medio de oficios y /o memorándum</p> <p><input type="checkbox"/> Otras formas.</p> <p>Especifique:.....</p> <p>.....</p>
<p>3. En general, ¿cuál es la principal forma de comunicación con su jefe de área? (R.M.)</p> <p><input type="checkbox"/> En forma verbal directa</p> <p><input type="checkbox"/> Por medio de oficios y /o memorándum</p> <p><input type="checkbox"/> Por medio de algún supervisor</p> <p><input type="checkbox"/> No hay comunicación</p> <p><input type="checkbox"/> Otras formas. Especifique:.....</p> <p>.....</p>	<p>6. ¿De qué manera recibe usted los requerimientos adicionales o disminuciones de agua? (R.U.)</p> <p><input type="checkbox"/> De forma verbal directa</p> <p><input type="checkbox"/> Por medio de oficios y /o memorándum</p> <p><input type="checkbox"/> Otras formas.</p> <p>Especifique:.....</p> <p>.....</p>

<p>7. Por lo general, ¿cada qué tiempo realiza mediciones y/o controles de caudal y volumen? (R.U.)</p> <p><input type="checkbox"/> Cada 10 minutos</p> <p><input type="checkbox"/> Cada 30 minutos</p> <p><input type="checkbox"/> Cada 1 hora</p> <p><input type="checkbox"/> Cada 2 horas</p> <p>8. Por lo general, ¿con qué frecuencia se presentan fluctuaciones anormales de caudal? (R.U.)</p> <p><input type="checkbox"/> Diaria</p> <p><input type="checkbox"/> Semanal</p> <p><input type="checkbox"/> Mensual</p> <p><input type="checkbox"/> Trimestral</p> <p><input type="checkbox"/> No se presentan fluctuaciones anormales</p> <p>9. ¿Mayormente, en qué momento se presentan las fluctuaciones de caudal?</p> <p><input type="checkbox"/> Generalmente por la mañana</p> <p><input type="checkbox"/> Generalmente por la tarde</p> <p><input type="checkbox"/> Generalmente por la noche</p> <p><input type="checkbox"/> En cualquier momento de la jornada laboral</p> <p>10. ¿Cuánto tiempo le toma a usted controlar una fluctuación anormal de caudal? (R.U.)</p> <p><input type="checkbox"/> Menos de 5 minutos</p> <p><input type="checkbox"/> Entre 5 y 15 minutos</p> <p><input type="checkbox"/> Entre 15 y 30 minutos</p> <p><input type="checkbox"/> Más de 30 minutos</p>	<p>11. Mencione un factor que le dificulte controlar a usted una fluctuación de caudal</p> <p><input type="checkbox"/> Distancia entre los equipos de control</p> <p><input type="checkbox"/> Distancia entre las compuertas de accionamiento y sus tableros de mando</p> <p><input type="checkbox"/> Distancia entre los grupos electrógenos y las compuertas de accionamiento</p> <p><input type="checkbox"/> Falta de apoyo en las operaciones</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p>Especifique:.....</p> <p>.....</p> <p>12. ¿Con qué frecuencia recibe usted capacitación en el cargo que desempeña?</p> <p><input type="checkbox"/> Una vez al mes</p> <p><input type="checkbox"/> Una vez cada 6 meses</p> <p><input type="checkbox"/> Una vez al año</p> <p><input type="checkbox"/> Una vez cada 2 años</p> <p><input type="checkbox"/> No recibo capacitación</p> <p>13. ¿Tiene usted conocimientos de computación básica (Word, Excel)?</p> <p><input type="checkbox"/> Poco conocimiento</p> <p><input type="checkbox"/> Conocimiento básico</p> <p><input type="checkbox"/> Conocimiento intermedio</p> <p><input type="checkbox"/> No tengo conocimientos</p>	
 CESAR DANY SIALER DIAZ ING. MECANICO ELECTRICISTA REG. CIP. 70714	 WILLIAM HERIBERTO YARRILLO BUSTAMANTE INGENIERO AGRÍCOLA Reg. del Colegio de Ingenieros N° 78687	 Irid V. Urbina Idarraga ING. INDUSTRIAL R. CIP. N° 122619

Figura 92. Formato encuesta de operadores.

Anexo 37. Formato de encuesta a personal técnico de mantenimiento

ENCUESTA AL PERSONAL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO	
<p>Buenos días/tardes, estamos realizando una encuesta con el objetivo de optimizar la operatividad de la bocatoma Talambo – Zaña e incrementar la rentabilidad en la Junta de Usuarios Jequetepeque, cabe aclarar que la información brindada en el presente cuestionario será totalmente confidencial y anónima y será utilizada únicamente para fines académicos. (Marque con X o + según corresponda la respuesta)</p>	
Institución:.....	Fecha:.....
Área:.....	Encuestador:.....
<p>1. ¿Cuántos años de experiencia laboral tiene en el cargo que actualmente desempeña? (Puede contabilizar los años trabajados en otras empresas)</p> <p>() De 5 a 10 años</p> <p>() De 10 a 15 años</p> <p>() De 15 a 20 años</p> <p>() Más de 20 años</p> <p>2. En general, ¿cuál es la principal forma de comunicación con su jefe de área?</p> <p>() En forma verbal directa</p> <p>() Por medio de oficios y /o memorándum</p> <p>() Por medio de algún supervisor</p> <p>() No hay comunicación</p> <p>() Otras formas</p> <p>Especifique:.....</p> <p>.....</p> <p>3. En general, ¿cuál es la principal forma de comunicación entre los trabajadores del área?</p> <p>() En forma verbal directa</p> <p>() Por medio de oficios y /o memorándum</p> <p>() No hay comunicación</p> <p>() Otras formas</p> <p>Especifique:.....</p> <p>.....</p>	<p>4. ¿Cuenta usted con una guía o plan de mantenimiento de infraestructura?</p> <p>() Si</p> <p>() Si, pero no se usa</p> <p>() No</p> <p>5. ¿Cada qué tiempo realiza labores de mantenimiento en la bocatoma Talambo - Zaña?</p> <p>() Diariamente</p> <p>() Semanalmente</p> <p>() Quincenalmente</p> <p>() Mensualmente</p> <p>() Semestralmente</p> <p>6. ¿Cuánto tiempo le lleva a usted realizar las labores de mantenimiento?</p> <p>() 1 día</p> <p>() De 1 a 3 días</p> <p>() De 4 a 7 días</p> <p>() De 8 a 15 días</p> <p>() Más de 15 días</p> <p>7. ¿Cuenta usted con las herramientas necesarias para desempeñar su labor?</p> <p>() Si</p> <p>() No son suficientes</p> <p>() No</p>

<p>8. ¿Cuenta usted con los materiales necesarios para desempeñar su labor?</p> <p><input type="checkbox"/> Si</p> <p><input type="checkbox"/> No son suficientes</p> <p>9. Mencione usted un factor que le dificulte desempeñar correctamente su labor</p> <p><input type="checkbox"/> Falta de herramientas</p> <p><input type="checkbox"/> Demora en atender los requerimientos de materiales</p> <p><input type="checkbox"/> Falta de movilidad hacia el lugar de mantenimiento</p> <p><input type="checkbox"/> Falta de equipos de protección personal</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p>Especifique:.....</p> <p>.....</p>	<p>10. ¿Con qué frecuencia recibe usted capacitación en el cargo que desempeña?</p> <p><input type="checkbox"/> Una vez al mes</p> <p><input type="checkbox"/> Una vez cada 6 meses</p> <p><input type="checkbox"/> Una vez al año</p> <p><input type="checkbox"/> Una vez cada 2 años</p> <p><input type="checkbox"/> No recibo capacitación</p> <p>11. ¿Tiene usted conocimientos de computación básica (Word, Excel)?</p> <p><input type="checkbox"/> Poco conocimientos</p> <p><input type="checkbox"/> Conocimiento básico</p> <p><input type="checkbox"/> Conocimiento intermedio</p> <p><input type="checkbox"/> No tengo conocimientos</p>	
 <p>CESAR DANY SIALER DIAZ ING. MECANICO ELECTRICISTA REG. CIP. 70714</p>	  <p>WILLIAM HERIBERTO TARRILLO BUSTAMANTE INGENIERO AGRICOLA Reg. del Colegio de Ingenieros N° 78687</p>	 <p>Ingrid Y. Urbina Idarraga ING. INDUSTRIAL R. CIP. N° 122619</p>

Figura 93. Formato encuesta técnicos de mantenimiento.

Anexo 38. Formato de entrevista al jefe de área

ENTREVISTA AL JEFE O SUPERVISOR DEL ÁREA DE OPERACIONES	
<p>Buenos días/tardes, estamos realizando una entrevista con el objetivo de optimizar la operatividad de la bocatoma Talambo - Zaña e incrementar la rentabilidad en la Junta de Usuarios Jequetepeque, cabe aclarar que la información brindada en el presente cuestionario será totalmente confidencial y anónima y será utilizada únicamente para fines académicos. (Marque con X o + según corresponda la respuesta)</p>	
Institución:.....	Fecha:.....
Área:.....	Encuestador:.....
<p>1. ¿Cuántos años de experiencia laboral tiene en el cargo que actualmente desempeña? (Puede contabilizar los años trabajados en otras empresas)</p> <p><input type="checkbox"/> De 5 a 10 años</p> <p><input type="checkbox"/> De 10 a 15 años</p> <p><input type="checkbox"/> De 15 a 20 años</p> <p><input type="checkbox"/> Más de 20 años</p>	<p>2. ¿En el área de trabajo, usted cuenta con manuales de operación y/o procedimientos y por qué?</p> <p><input type="checkbox"/> Si</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p>Porque:</p> <p>.....</p>
<p>3. ¿En el área de trabajo que usted está a cargo, se realizan estudio de tiempos y movimientos; cada qué tiempo se realizan y por qué?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
<p>4. En general, ¿cuál es la principal forma de comunicación con el gerente o directivos?</p> <p><input type="checkbox"/> En forma verbal directa</p> <p><input type="checkbox"/> Por medio de oficios y /o memorándum</p> <p><input type="checkbox"/> Por medio de algún supervisor</p> <p><input type="checkbox"/> No hay comunicación</p> <p><input type="checkbox"/> Otras formas</p> <p>Especifique:.....</p> <p>.....</p>	<p>5. En general, ¿cuál es la principal forma de comunicación con los trabajadores a su cargo?</p> <p><input type="checkbox"/> En forma verbal directa</p> <p><input type="checkbox"/> Por medio de oficios y /o memorándum</p> <p><input type="checkbox"/> No hay comunicación</p> <p><input type="checkbox"/> Otras formas</p> <p>Especifique:.....</p> <p>.....</p>

6. ¿Cuenta su área con un plan de mantenimiento y/o actividades?

.....

.....

7. ¿Quién realiza las labores de mantenimiento en la bocatoma Talambo - Zaña?

() El mismo personal de operación

() Personal especializado de mantenimiento

() Ambos

() Otros, especifique:

8. ¿Cuál es la antigüedad de la bocatoma Talambo – Zaña; qué conoce de ella? Describa.

.....

.....

9. Describa usted el proceso de entrega de agua en la bocatoma Talambo Zaña

.....

.....

10. Describa usted el proceso que se debe seguir para una operación de compuertas

.....

.....

11. Según usted, ¿cuál es el principal inconveniente que afecta a la bocatoma Talambo Zaña?

.....

.....

12. ¿Qué causas le atribuye usted a este inconveniente?

.....

.....

13. ¿Qué consecuencias trae o traería esta problemática?

.....

.....

14. ¿Se han realizado estudios o planes de mejora para la operación de la bocatoma Talambo - Zaña?

.....

.....

15. De manera general, ¿cómo ve usted el entorno laboral de su área?

.....

.....

.....

16. ¿Cuenta usted con el apoyo de sus gerentes o directores de la empresa para el desempeño de su labor?

.....

.....

.....

17. ¿Existe algún factor que impida un mejoramiento en la operación de la bocatoma Talambo – Zaña?

.....

.....

.....

18. ¿Recibe usted capacitación para el desempeño de su labor, con qué frecuencia?

.....

.....

.....



CESAR DANY SIALER DIAZ
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 70714




WILLIAM HERIBERTO YARRILLO BUSTAMANTE
INGENIERO AGRÍCOLA
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 78687



Ingrid V. Urbina Idarraga
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 122619

Figura 94. Formato entrevista al jefe de área.

Anexo 39. Formato de lista de cotejo.

LISTA DE COTEJO PARA LA VARIABLE OPERATIVIDAD DE LA BOCATOMA TALAMBO ZAÑA					
Dimensión	Indicador	Criterios a evaluar	Si	No	Observaciones
Control	Volumen de agua solicitado y entregado	Los requerimientos hídricos se hacen mediante documentación formal			
		Usan registros diarios que determinen la cantidad de agua solicitada y entregada			
		Procesan los datos mediante algún software o herramienta de cálculo (Excel)			
		Realizan un balance hídrico anual que determine el déficit o superávit (sobre entrega) de agua entregada			
		Cuantifican económicamente el déficit o superávit de agua			
Equipos	Historial de fallas	Registran las fallas acontecidas en los equipos y/o maquinaria de la bocatoma			
		Cuentan con software o herramienta de registro de fallas			
		Analizan o llevan un control de las fallas más comunes			
		Se han repotenciado los equipos de control o mando			
	Plan de mantenimiento	Cuentan con un cronograma o guía de actividades de mantenimiento			
		Ejecutan las actividades de acuerdo al cronograma			
		Los técnicos de mantenimiento cuentan personal de apoyo			
		Se toma en cuenta a los operadores en el mantenimiento			
		Cuentan con las herramientas necesarias			
		Cuentan con equipos necesarios			
Proceso	Actividades improductivas	Cuentan con los materiales necesarios			
		Cuentan con manual de operaciones			
		Ejecutan las actividades de acuerdo al manual			
		Examinan procedimientos para realizar acciones correctivas			
		Cuentan con diagramas de flujo			
	Tiempos improductivos	Cuentan con diagrama de actividades del proceso			
		Se realiza estudio de tiempos			
		El tiempo de recorrido entre los equipos de medición y mando dificulta las operaciones			
		Se pierde tiempo en activar el grupo electrógeno para el funcionamiento de compuertas			

Fuente: Elaboración propia



CESAR DANY SIALER DIAZ
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 70714



WILLIAM HERIBERTO GARRILLO BUSTAMANTE
INGENIERO AGRICOLA
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 78687



Ingrid V. Urbina Idarraga
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 122619

Figura 95. Formato de lista de cotejo.

Anexo 40. Formatos hidrológicos canal Talambo y Guadalupe.

BALANCE HIDRICO MENSUAL DEL CANAL TALAMBO - PERIODO ANUAL

MES	CANAL TALAMBO			
	VOLUMEN EN MILLONES DE METROS CÚBICOS (MMC)			
	Solicitado	Recuperado	Total con excedente	Entregado
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril Mayo				
Junio Julio				
Agosto				
Setiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				
TOTAL				

BALANCE HÍDRICO MENSUAL DEL CANAL GUADALUPE - PERIODO ANUAL

MES	CANAL GUADALUPE			
	VOLUMEN EN MILLONES DE METROS CÚBICOS (MMC)			
	Solicitado	Recuperado	Total con excedente	Entregado
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril Mayo				
Junio Julio				
Agosto				
Setiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				
TOTAL				



CESAR DANY SIALER DIAZ
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 70714




WILLIAM HERIBERTO MARRILLO BUSTAMANTE
INGENIERO AGRICOLA
Reg. del Colegio de Ingenieros. N° 78687



Ingrid Y. Urbina Contreras
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 122619

Figura 96. Formatos hidrológicos canal Talambo y Guadalupe.

Anexo 41. Formatos hidrológicos del río y del balance hídrico anual de la bocatoma.

BALANCE HÍDRICO MENSUAL DEL RÍO AGUAS ABAJO - PERIODO ANUAL				
MES	RIO AGUAS ABAJO			
	VOLUMEN EN MILLONES DE METROS CÚBICOS (MMC)			
	Solicitado	Recuperado	Total con excedente	Entregado
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Setiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				
TOTAL				

BALANCE HÍDRICO MENSUAL DE LA BOCATOMA TALAMBO ZAÑA - PERIODO ANUAL					
MES	BOCATOMA TALAMBO ZAÑA				
	VOLUMEN EN MILLONES DE METROS CÚBICOS (MMC)				
	Solicitado	Recuperado	Total con excedente	Entregado	Diferencia
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					
Julio					
Agosto					
Setiembre					
Octubre					
Noviembre					
Diciembre					
TOTAL					



CESAR DANY SIALER DIAZ
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 70714




WILLIAM HERIBERTO PARRILLO BUSTAMANTE
INGENIERO AGRÍCOLA
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 78687



Mario Y. Urzúa Sarraga
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 122619

Figura 97. Formatos hidrológicos río y balance hídrico anual de la bocatoma Talambo Zaña.

Anexo 42. Formatos del resumen anual del balance hídrico y del balance histórico periodo 2010 – 2018 de la bocatoma Talambo Zaña.

BALANCE HÍDRICO DE LA BOCATOMA TALAMBO ZAÑA			
RESUMEN ANUAL			
BOCATOMA TALAMBO ZAÑA	VOLUMEN ANUAL EN MILLONES DE METROS CÚBICOS		
	SOLICITADO	ENTREGADO	DIFERENCIA
CANAL TALAMBO			
CANAL GUADALUPE			
RÍO AGUAS ABAJO			
TOTAL			

BALANCE HÍDRICO DE LA BOCATOMA TALAMBO ZAÑA PERIODO 2010 - 2017					
AÑO HIDROLÓGICO	VOLÚMEN ANUAL EN MILLONES DE METROS CÚBICOS (MMC)				
	Solicitado	Recuperado	Total con excedente	Entregado	Diferencia
2010					
2011					
2012					
2013					
2014					
2015					
2016					
2017					



CESAR DANY SIALER DIAZ
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 170714



WILLIAM HERIBERTO YARRILLO BUSTAMANTE
INGENIERO AGRICOLA
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 78687



Ildefonso V. Urbina Idarraga
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 122619

Figura 98. Formatos del resumen anual del balance hídrico y del balance histórico 2010 - 2018 de la bocatoma Talambo Zaña.

Anexo 43. Formato del historial de fallas.

HISTORIAL DE FALLAS					
Equipo			Código		
Ubicación					
Parada		Tipo de falla	Puesta en Servicio		Observaciones
Fecha	Hora		Fecha	Hora	

Fuente: Elaboración propia



Figura 99. Formato del historial de fallas.

Anexo 44. Análisis de confiabilidad para la encuesta a operadores.

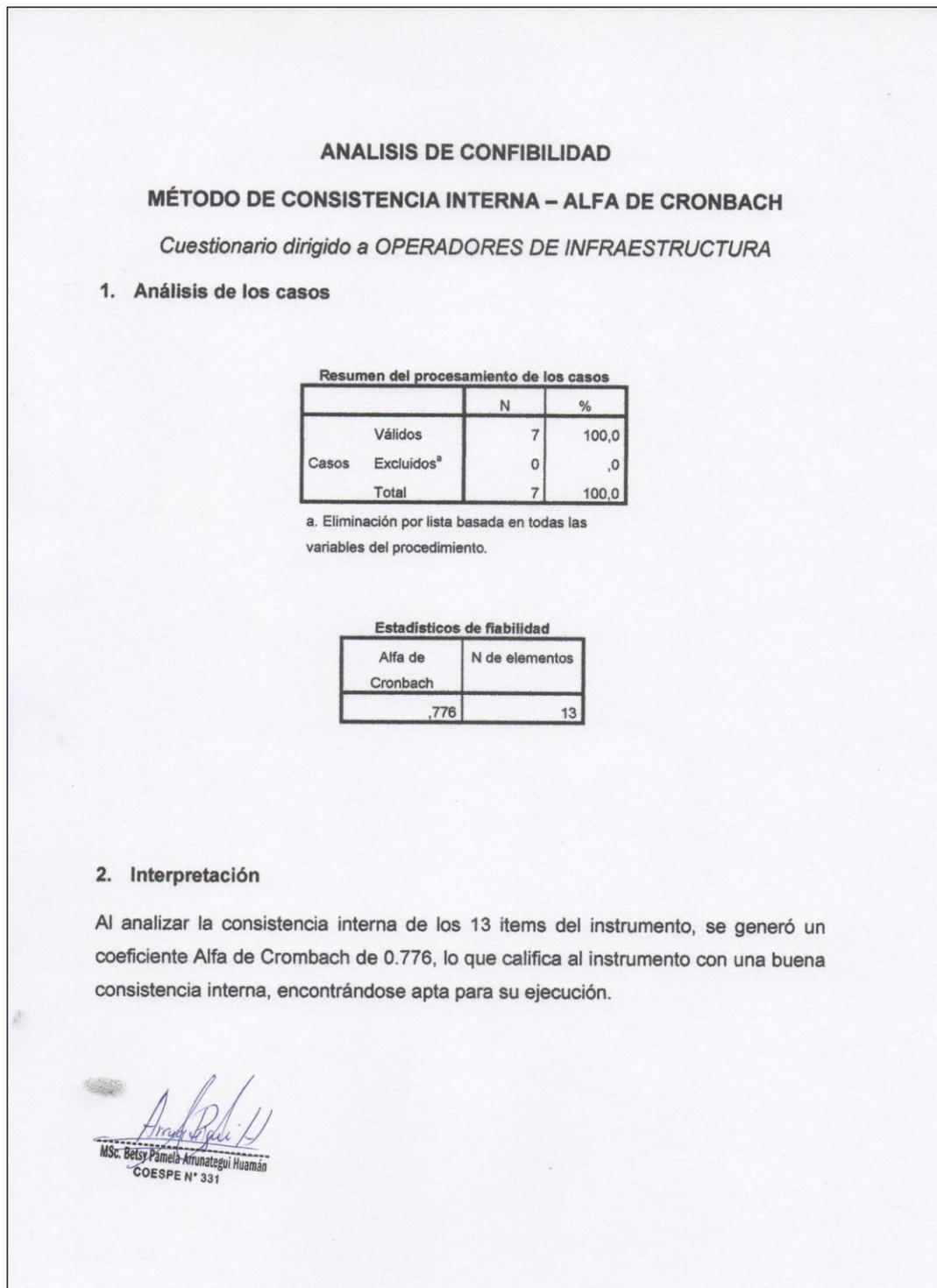


Figura 100. Análisis de confiabilidad para la encuesta a los operadores de infraestructura.

Anexo 45. Análisis de confiabilidad para la encuesta a los técnicos de mantenimiento.

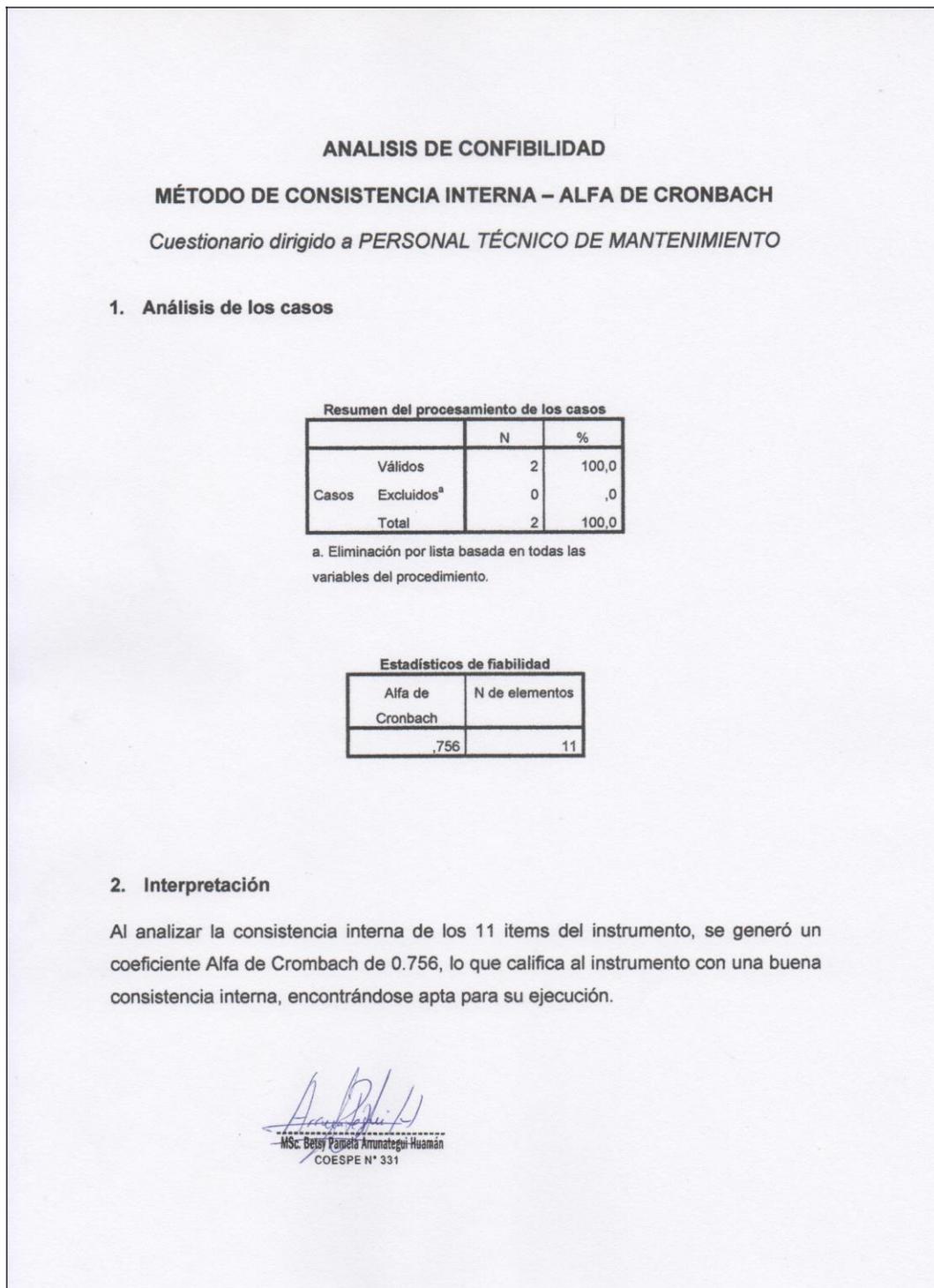


Figura 101. Análisis de confiabilidad para la encuesta a los técnicos de mantenimiento.

Anexo 46. Álbum fotográfico



Figura 102. *Esclusa de captación.*



Figura 103. *Compuertas de servicio.*



Figura 104. *Plataforma de operaciones.*



Figura 105. *Canales principales.*



Figura 106. Lectura de mira.



Figura 107. Lectura de limnógrafo.

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

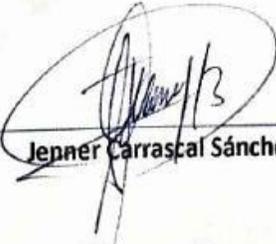
Yo, Jenner Carrascal Sánchez, Docente del curso de desarrollo de Tesis de la Escuela de Ing. Industrial y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado:

“Optimización de la operatividad de una estructura hidráulica de captación y distribución para incrementar la rentabilidad de una empresa recaudadora de tarifa de agua de riego, la Libertad 2018”, Del Bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Industrial:

ODAR TORRES, DANIEL ENRIQUE

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud 15 %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevantes que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 21 de setiembre del 2018



Jenner Carrascal Sánchez

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Daniel Enrique Odar Torres, identificado con DNI N° 40054129 egresado de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado: "Optimización de la operatividad de una estructura hidráulica de captación y distribución para incrementar la rentabilidad de una empresa recaudadora de tarifa de agua de riego, La Libertad 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

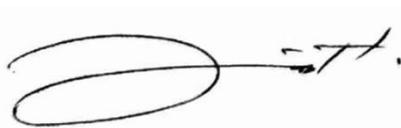
.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 40054129

FECHA: 12 de diciembre de 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ODAR TORRES DANIEL ENRIQUE

INFORME TÍTULADO:

OPTIMIZACIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE UNA ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE UNA EMPRESA RECAUDADORA DE TARIFA DE AGUA DE RIEGO, LA LIBERTAD 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 20/12/2018

NOTA O MENCIÓN: DIECISIETE (17)



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN