

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS ABASTECIDOS POR
LOS RESERVORIOS R-32 Y R-20 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”**

Tesis presentada por los bachilleres:

Thuollier Muñoz, Marcelo Kadel

Urday Benitez, Juan Manuel

Para optar por el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Mg. Ing. Arturo Arroyo Ambia

Arequipa – Perú

2021

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 21 de Julio del 2021

Dictamen: 002106-C-EPIC-2021

Visto el borrador del expediente 002106, presentado por:

2013204181 - THUOLLIER MUÑIZ MARCELO KADEL

2013601081 - URDAY BENTITEZ JUAN MANUEL

Titulado:

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS ABASTECIDOS POR LOS RESERVORIOS R-32
Y R-20 EN LA CIUDAD DE AREQUIPA**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1783 - HIDALGO VALDIVIA ALEJANDRO VICTOR
DICTAMINADOR**



**2592 - RENDON DAVILA VICTOR OSCAR
DICTAMINADOR**



**9260 - DE LA CRUZ MENDOZA FERNANDO ARON
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicada a mi familia, especialmente para mi Padre Henry, y abuelos

María e Isaac, que me cuidan desde el cielo.

*Y a todas las personas que me acompañaron durante esta etapa formativa, ayudándome a
crecer tanto en el ámbito profesional y como ser humano.*

Marcelo Kadel Thuollier Muñiz

*A Dios, quien es mi guía en todo camino que emprenda. A mis padres, Luis Urday Revilla y
Esther Benítez Montufar, ellos son mi todo; este logro lo comparto con ustedes y se los
dedico padres amados.*

Juan Manuel Urday Benítez

AGRADECIMIENTO

Me gustaría agradecer a muchas personas y compañeros que estuvieron conmigo durante toda mi etapa universitaria, en primer lugar, agradecer a mi mamá Milenka Muñiz que me apoyó desde que elegí mi carrera y durante toda mi etapa estudiantil, a mi papá Henry Thuollier, que siempre nos ha cuidado a mis hermanos y a mí desde el cielo. A mis hermanos, Camila y Matías, por siempre acompañarme y alegrar mis días, y a mis abuelos María, Melquiades, Luz e Isaac, por su amor incondicional y apoyo.

A mi amigo y compañero de tesis Juan Manuel Urday por el esfuerzo que puso en la elaboración de esta tesis, además de su comprensión, paciencia y apoyo, por el cuál estaré siempre muy agradecido.

A mis amigos y compañeros de la "U", que no sólo me acompañaron en esta etapa, sino también forman parte de muchas anécdotas que atesoraré por siempre.

Finalmente, a la Universidad Católica de Santa María y a todos los buenos docentes que me ayudaron a formarme como profesional y persona.

Marcelo Kadel Thuollier Muñiz

Quiero agradecer a Dios, por haberme permitido cumplir uno de mis principales objetivos en la vida.

A mis padres, por ser pilares fundamentales en la realización de esta investigación, por su ayuda en todo momento, por su sacrificio, por su ejemplo y por todo su apoyo invaluable.

A mi amigo y compañero de tesis Marcelo Thuollier, por su valiosa amistad, por el esfuerzo que le ha dado a este proyecto para sacarlo adelante, por su comprensión y paciencia.

A Luis Orlando, Annie Rimachi, Jhordan Vargas y todos mis amigos por sus buenas vibras, palabras de aliento y por su sincera amistad.

Un agradecimiento especial a: Ing. Vania Rodríguez, Ing. Fernando Díaz y al Ing. Zenón Romero por la ayuda prestada, para el desarrollo de esta investigación.

Juan Manuel Urday Benítez

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se hizo con la finalidad de plantear mejoras en el funcionamiento de los circuitos abastecidos por los reservorios R-20 y R-32 en los distritos de Sabandía y Socabaya, respectivamente, ambos abastecidos por el Manantial de Sabandía, Arequipa. Primero, era necesario analizar el uso del agua en esta zona y determinar el porcentaje de Agua No Facturada (%ANF), por lo que se hizo el Balance Hídrico para ambos circuitos, en base al modelo propuesto en el Manual M-36: Auditoria del Agua y Programa de Control de Perdidas de la American Water Works Association (AWWA).

Luego, a partir de la información obtenida de SEDAPAR se elaboraron Planos Esquemáticos de Red y Conexiones Domiciliarias, que en conjunto con la Topografía sirvieron como base para la elaboración de Modelos Hidráulicos calibrados para ambos circuitos, herramienta a partir de la cual se pudieron obtener datos de los circuitos como presión en los nodos y velocidades en las tuberías. Es a partir de los modelos hidráulicos que se pudo evidenciar la falta de sectorización en ambos circuitos y problemas con presiones altas en el Circuito del R-32.

Finalmente, a partir de toda la información antes generada y teniendo como base algunos casos aplicativos expuestos en la Guía para la Reducción de Pérdidas de Agua, se elaboró una propuesta de mejora que combina la Sectorización y la Gestión de Presiones, y dos propuestas enfocadas a una mejora en la gestión del Agua y administración de la información de los circuitos.

Palabras Clave: Agua No Facturada, Balance Hídrico, Sectorización.

ABSTRACT

The present research work was carried out in in to improve the operation of the circuits supplied by the R-20 and R-32 reservoirs in the districts of Sabandía and Socabaya, respectively, both supplied by the Manantial of Sabandía, Arequipa. First, it was necessary to analyze the use of water in this area and determine the percentage of Non-Revenue Water (% NRW), reason why Water Balance was made for both circuits, based on the model proposed in Manual M-36: Water Audit and Program. Loss Control Board of the American Water Works Association (AWWA).

Then, from the information obtained from SEDAPAR, Schematic Plans of the Network and Domestic Connections were elaborated, which together with the Topography served as the basis for the elaboration of Calibrated Hydraulic Models for both circuits, a tool which could be obtained data of the circuits as the pressure in the nodes and velocities in the pipes. It is from the hydraulic models that the lack of sectorization in both circuits and problems with high pressures in the R-32 Circuit could be evidenced.

Finally, from all the information previously generated and based on some application cases presented in the Guide for the Reduction of Water Losses, an improvement proposal that combines Sectorization and Pressure Management was prepared, and two proposals focused on an improvement in the management of water and administration of the circuit's information.

Key Words: Non-Revenue Water, Water Balance, Sectorization.

INTRODUCCIÓN

El agua es sinónimo de vida, salud, higiene y calidad de vida; siendo un pilar importante en nuestra sociedad. En la actualidad, debido a diversos factores, es un recurso que está empezando a escasear, siendo esto una problemática que afecta a toda la población mundial, haciendo aún más importante su correcto uso y conservación.

Ante este problema se ha creado el foro mundial del agua, este es un evento mundial organizado cada tres años, cuya Octava Edición se celebró en Brasil. El Periódico La Vanguardia (2018), comparte algunos de las conclusiones a las que se llegó en dicho encuentro:

- Unos 840 millones de personas carecen de acceso al agua potable y 2300 millones de habitantes del planeta no disponen de acceso a un inodoro. (párr. 2)
- Para el año 2025 la mitad de la población mundial vivirá en áreas de escasez de agua, a su vez existirán más sequías, inundaciones y otras crisis relacionadas con el agua. Un ejemplo es la ciudad de Sao Paulo, donde su principal suministro de agua procede del embalse de Cantareria, este se redujo a un 5%, comparable con el suministro de un mes. (párr. 9)
- Gran parte de las causas de muerte y enfermedad en el mundo se deben a niveles severamente bajos de cobertura de saneamiento, incluso en el 2016, el 8% de los menores de cinco años muere de diarrea, la cual es generalmente causada por agua contaminada. (párr. 13)

Esta situación nos lleva a tomar medidas inmediatas; tomando como referencia una entrevista del Diario el País al, en ese entonces, presidente del Consejo Mundial del Agua, Benedito Braga, él identifica 3 grandes necesidades para el agua (Alimentos, ciudades y energía) e indica que uno de los problemas de su escasez es la mala gestión del recurso, de

igual forma mencionó 3 países como ejemplo de su buena administración del recurso, los cuales son España, Francia y Brasil y se mostró optimista a un mejor panorama en el futuro. (Braga, 2015)

En consecuencia, nosotros como país, región y provincia, tenemos que comenzar a preguntarnos ¿estamos administrando bien el agua?, ¿somos conscientes del uso del agua?, y así podemos plantearnos muchas interrogantes, pero es hora de actuar.

Para esta investigación nos ubicamos en el país de Perú, región de Arequipa y provincia Arequipa, en la cual la empresa prestadora del servicio de agua potable y alcantarillado es SEDAPAR.

Esta EPS (Empresa Prestadora de Servicio) nos hizo llegar algunos datos sobre el sistema de agua potable: La ciudad de Arequipa cuenta con servicio de agua potable aproximado a las 24 horas, es abastecido por: Las 2 plantas de tratamiento existentes en la ciudad (La Tomilla y Miguel de la Cuba Ibarra) las cuales a su vez son abastecidas por el sistema de represas del cauce del río Chili (El Pañe, Dique los Españoles, Pillones, El Frayle, Bamputañe, Chalhuanca y Aguada Blanca.); Galerías Filtrantes (Sachaca, Charcani y Nueva Alborada Paucarpata), y manantiales naturales (La Bedoya, Tingo y Sabandía). Siendo este último la fuente de los circuitos en estudio.

El Manantial de Sabandía, el cual se encuentra en el distrito del mismo nombre, es el encargado de abastecer dos circuitos aislados de la ciudad, como son el circuito abastecido por el reservorio R-20, ubicado en Sabandía, y el circuito abastecido por el reservorio R-32, ubicado en Socabaya.

INDICE GENERAL

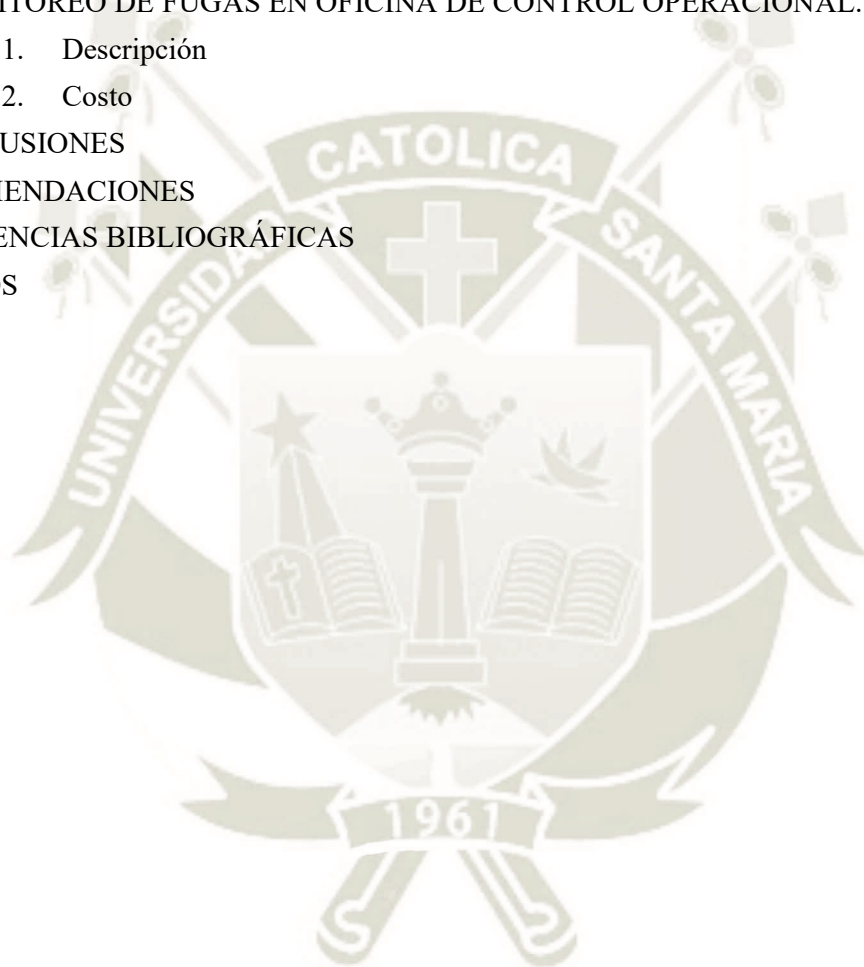
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	vii
INDICE GENERAL	ix
INDICE DE TABLAS	xiv
INDICE DE FIGURAS	xv
INDICE DE ECUACIONES	xvi
CAPITULO I	1
1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO – OPERACIONAL	2
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1.1. Descripción del problema.	2
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1 General	4
1.3.2 Específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	4
1.5. ANÁLISIS DE VARIABLES	5
1.5.1. Independiente.	5
1.5.2. Dependiente.	5
CAPITULO II	6
2. MARCO CONCEPTUAL	7
2.1. SISTEMAS DE AGUA POTABLE	7
2.1.1. Definición.	7
2.1.2. Componentes	7
2.2.3.2. Circuitos de distribución	7
2.2.3.2. Conexiones domiciliarias.	10
2.2. BALANCE HÍDRICO	10
2.2.1. Definición.	10
2.2.2. Manual de Prácticas de Suministro de Agua M36 – Auditorías de Agua y Programas de Control de Pérdidas.	11
2.2.2.1. Antecedentes	11
2.2.2.2. Definición.	11
2.2.3. Componentes	12

2.2.3.1	Volumen de entrada al circuito	12
2.2.3.2	Consumo autorizado	12
2.2.3.2.1.	Consumo autorizado facturado	13
2.2.3.2.1.1.	Consumo autorizado facturado medido	13
2.2.3.2.1.2.	Consumo autorizado facturado no medido	13
2.2.3.2.2.	Consumo autorizado no facturado	13
2.2.3.2.2.1.	Consumo autorizado no facturado medido	13
2.2.3.2.2.2.	Consumo autorizado no facturado no medido	13
2.2.3.3	Pérdidas de agua	13
2.2.3.3.1.	Pérdidas Aparentes	14
2.2.3.3.1.1.	Consumo no autorizado	14
2.2.3.3.1.2.	Errores de medición	14
2.2.3.3.2.	Pérdidas Reales	14
2.2.3.3.2.1.	Fugas en los circuitos	14
2.2.3.3.2.2.	Fuga y rebose en reservorios	14
2.2.3.3.2.3.	Fugas en conexiones domiciliarias	14
2.3.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	15
2.3.1.	Definición.	15
2.3.2.	Importancia.	15
2.4.	MODELACIÓN HIDRÁULICA	15
2.4.1.	Definición.	15
2.4.2.	Fundamentos Teóricos	16
2.4.2.1.	Ecuaciones Fundamentales	16
2.4.2.2.	Conceptos de Pérdida de Energía	17
2.4.3.	Software disponible	20
2.4.3.1.	WaterGEMS	21
2.4.3.2.	Epanet	21
2.4.3.3.	Hojas de Cálculo	22
2.5.	GESTIÓN DE PRESIONES	22
2.5.1.	Definición	22
2.6.	SECTORIZACIÓN	23
2.6.1.	Definiciones	23
2.6.2.	Principales beneficios de la Sectorización	24
2.6.3.	Etapas de la Sectorización	24

CAPITULO III	26
3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	27
3.1. UBICACIÓN POLÍTICA	27
3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	27
3.3. VÍAS DE ACCESO	28
3.3.1. Sabandía	28
3.3.2. Socabaya	28
3.4. DIMENSIONES DE LA ZONA DE ESTUDIO	29
3.5. CONDICIONES ACTUALES	30
3.5.1. Circuito Abastecido por el Reservoirio R-20	30
3.5.2. Circuito Abastecido por el Reservoirio R-32	31
3.6. CONEXIONES POR CATEGORÍA	32
3.6.1. Circuito Abastecido por el Reservoirio R-20	32
3.6.2. Circuito Abastecido por el Reservoirio R-32	33
CAPITULO IV	34
4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	35
4.1. COMPONENTES DEL SECTOR	35
4.1.1. Manantial	35
4.1.2. Reservorios	36
4.1.3. Línea de Impulsión	39
4.1.4. Líneas de Aducción	39
4.1.5. Redes de Distribución	39
4.2. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO DEL AGUA)	39
4.3. CONTINUIDAD DE SERVICIO	40
4.4. PRESIONES DE SERVICIO	42
CAPITULO V	43
5. BALANCE HÍDRICO	44
5.1. FUENTES DE INFORMACIÓN	44
5.1.1. Micromedición	44
5.1.2. Macromedición	47
5.1.3. Otros	49
5.2. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	50
5.2.1. Volumen de entrada al circuito	50
5.2.2. Consumo autorizado	51
5.2.2.1. Consumo autorizado facturado	51
5.2.2.1.1. Consumo autorizado facturado medido	51

5.2.2.1.2.	Consumo autorizado facturado no medido	53
5.2.2.2.	Consumo autorizado no facturado	54
5.2.2.2.1.	Consumo autorizado no facturado medido	54
5.2.2.2.2.	Consumo autorizado no facturado no medido	54
5.2.3.	Pérdidas de agua	55
5.2.3.1.	Pérdidas Aparentes	55
5.2.3.1.1.	Consumo no autorizado	55
5.2.3.1.2.	Errores de medición	57
5.2.3.2.	Pérdidas Reales	58
5.2.3.2.1.	Fugas en los circuitos	58
5.2.3.2.2.	Fuga y rebose en reservorios	59
5.2.3.2.3.	Fugas en conexiones domiciliarias	59
5.3.	RESULTADOS	60
CAPITULO VI		62
6.	SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN	63
6.1.	TOPOGRAFÍA	63
6.1.1.	Trabajo en Gabinete	63
6.1.1.1.	Fuentes de Información	63
6.1.2.	Trabajo en Campo	66
6.2.	CATASTRO DE REDES Y CONEXIONES DOMICILIARIAS	69
6.2.1.	Fuentes de Información	69
6.2.2.	Desarrollo	70
6.3.	MODELACIÓN HIDRÁULICA CON WATERGEMS	72
6.3.1.	Construcción Topológica	72
6.3.2.	Información de la estructura	73
6.3.2.1.	Tanque	73
6.3.2.2.	Válvulas	74
6.3.3.	Asignación de elevaciones	75
6.3.4.	Clasificación de Conexiones	76
6.3.5.	Estimación de demandas	77
6.3.6.	Calibración	78
6.3.7.	Ejecución de simulación	80
CAPITULO VII		81
7.	SECTORIZACIÓN	82
7.1.	CONSIDERACIONES PREVIAS	82
7.2.	SECTORIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS	83

7.3. RESULTADOS	87
CAPITULO VIII	91
8. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN	92
8.1. COMPONENTE A: SECTORIZACIÓN Y GESTIÓN DE PRESIONES.	92
8.1.1. Descripción	92
8.1.2. Costo	93
8.2. COMPONENTE B: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA GIS PARA MONITOREO DE FUGAS EN OFICINA DE CONTROL OPERACIONAL.	94
8.2.1. Descripción	94
8.2.2. Costo	94
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
ANEXOS	105



INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Definición y operacionalización de las variables</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 2. Dimensiones por Circuito.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 3. Densidad poblacional promedio en Distrito de Sabandía (Hab./Viv.)</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 4. Número de habitantes beneficiados por circuito de Reservorio R-20 (Hab.)</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 5. Densidad poblacional promedio en Distrito de Socabaya (Hab./Viv.).....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 6. Número de habitantes beneficiados por circuito de Reservorio R-32 (Hab.)</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 7. Total de Conexiones por Categoría del Circuito del R-20 para el año 2019</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 8. Total de Conexiones por Categoría del Circuito del R-32 para el año 2019</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 9. Datos de presiones mensuales en el 2019 por zona, para el circuito del R-20.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 10. Datos de presiones mensuales en el 2019 por zona, para el circuito del R-32.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 11. Volumen Mensual de los Macromedidores (m3) – 2019.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 12. Volumen Consumo para Periodo de Evaluación (m3) – 2019.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 13. Volumen Consumo por Ruta para Periodo de Evaluación (m3) – 2019.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 14. Volúmenes Corregidos Agua Consumida, Medida, Facturada y Autorizada. 2019</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 15. Volumen de Consumo Facturado no medido por circuito (m3) – 2019.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 16. Resumen de conexiones por categoría para Modelación del Circuito del R-20.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 17. Resumen de conexiones por categoría para Modelación del Circuito del R-32.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 18. Comparativa entre presiones modeladas y presiones encontradas en campo para el Circuito del R-20.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 19. Comparativa entre presiones modeladas y presiones encontradas en campo para el Circuito del R-32.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 20. Datos de Sectores Propuestos para el Circuito del R-20.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 21. Datos de Sectores Propuestos para el Circuito del R-32.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 22. Gestión de presiones en puntos críticos (m.c.a.)</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 23. Flujo de caja de Propuesta de Optimización: Componente A y B (S/.)</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 24. Indicadores de evaluación económica de la Propuesta.</i>	<i>98</i>

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de red abierta.....	9
Figura 2. Esquema de red cerrada.....	9
Figura 3. Cuadro de Balance Hídrico y sus componentes.....	12
Figura 4. Aplicación de ecuación de la energía en una tubería de sección variable.....	17
Figura 5. Caída en nivel de energía debido a una singularidad.....	19
Figura 6. Pérdidas de Carga Locales.....	20
Figura 7. Beneficios del manejo de la presión.....	22
Figura 8. Mapa del Distrito de Sabandía.....	28
Figura 9. Mapa del Distrito de Socabaya.....	29
Figura 10. Producción de Agua Potable por fuente en la Ciudad de Arequipa.....	36
Figura 11. Ficha técnica de Reservorio R-20.....	37
Figura 12. Ficha Técnica del Reservorio R-32.....	38
Figura 13. Aireador a la entrada del R-20.....	40
Figura 14. Aviso de Audiencia Pública en Diario La República.....	41
Figura 15. Continuidad del Servicio de Agua Potable en Arequipa.....	41
Figura 16. Base Catastral en Excel, y Leyenda.....	45
Figura 17. Consumos mensuales de Base Catastral y Leyenda.....	46
Figura 18. Lecturas de Macromedidores y Leyenda.....	48
Figura 19. Cuadro de Balance Hídrico del Circuito del R-20.....	60
Figura 20. Cuadro de Balance Hídrico del Circuito del R-32.....	61
Figura 21. RD-1: Red General de Desagüe Socabaya.....	63
Figura 22. CA-2: Conexiones Domiciliarias de Agua La Pampa.....	64
Figura 23. RA-05: Línea de Aducción La Pampa – Planta y Perfil.....	64
Figura 24. Configuración de georreferenciación.....	65
Figura 25. Verificación de Curvas de Nivel con Imagen satelital.....	66
Figura 26. Cálculo de nivelación para R-20.....	67
Figura 27. Cálculo de nivelación para R-32.....	68
Figura 28. Planos de Lotización de COFOPRI en formato CAD.....	69
Figura 29. Planos del PETT en formato CAD.....	69
Figura 30. Consolidado de lotización y zonas de cultivo.....	70
Figura 31. Mapa de Contratos de SEDAPARMAPS.....	71
Figura 32. Catastro de redes y conexiones acabado.....	71
Figura 33. Topología de Circuito en Formato .DXF.....	72
Figura 34. Importación de topología a WaterGEMS, con ModelBuilder.....	73
Figura 35. Cuadro de válvulas de circuitos de estudio.....	74
Figura 36. Vista de válvulas ingresadas a WaterGEMS.....	74
Figura 37. Curvas de Nivel en formato .DXF.....	75
Figura 38. Ejecución de Comando "TRex".....	75
Figura 39. Conexiones en formato .DXF.....	77
Figura 40. Asignación de Caudales a las conexiones en ArcMap.....	77
Figura 41. Asignación de Conexiones a Tuberías.....	78
Figura 42. Separación de tramo de tubería, para el Sector N°03.....	85
Figura 43. Separación de tramo de tubería, para el Sector N°04.....	85
Figura 44. Esquema de Sectorización Circuito del R-20.....	87
Figura 45. Esquema de Sectorización Circuito del R-32 (Pueblo).....	88
Figura 46. Esquema de Sectorización Circuito del R-32 (Pampa).....	89

INDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Ecuación de Conservación de la Masa.....</i>	<i>16</i>
<i>Ecuación 2. Ecuación de Conservación de la Energía.....</i>	<i>17</i>
<i>Ecuación 3. Ecuación de la energía en una tubería.....</i>	<i>17</i>
<i>Ecuación 4. Ecuación de la Pérdida de Carga por fricción de Darcy-Weisbach.....</i>	<i>18</i>
<i>Ecuación 5. Ecuación de la Pérdida de Carga por fricción de Hazen-Williams.....</i>	<i>18</i>
<i>Ecuación 6. Ecuación de la pérdida de carga local.....</i>	<i>19</i>



A large, faint watermark of the Universidad Católica de Santa María seal is centered in the background. The seal features a cross, a crown, and the year 1961.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO TEÓRICO – OPERACIONAL

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO – OPERACIONAL

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. Descripción del problema.

A fines del año 2017, habiéndose concluido el periodo de vigencia del Plan Estratégico Institucional 2013-2017, la Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Empresarial ha elaborado en coordinación con todas las áreas de la empresa el Plan Estratégico Institucional 2018-2022, este se aprobó en la Resolución N°924-2018/S-20001. Este plan tiene como uno de sus objetivos modernizar, racionalizar y optimizar la gestión empresarial, uno de los indicadores es el % ANF, teniendo como año base el 2017 con 30.38%, se propone como meta para el año 2019 reducir el porcentaje a 27%. Para el año 2019 se aprobó con Resolución N°31789-2019/S-30000 el Plan Operativo Institucional SEDAPAR S.A. 2019, el cual estipulaba llegar al IV trimestre del año con 27% de ANF. Al observar la Evaluación al IV Trimestre Plan Operativo Institucional SEDAPAR S.A. 2019 se obtuvo 29.96%, esto indica que no se llegó a la meta propuesta en el Plan Estratégico Institucional 2018-2022.

En el catastro virtual de SEDAPAR se muestra dos tipos de material de tubería en funcionamiento en el circuito R-20 de Sabandía, Policloruro de Vinilo (PVC) y Asbesto Cemento (AC), este último material perjudica a la salud humana, según Millette et al (1981) el asbesto cemento es un material cancerígeno que afecta el sistema digestivo. Así mismo, Aschilean et al (2017) afirman que el uso de este material para distribución de agua potable no es recomendado y es propenso a generar pérdidas de agua.

En la Rendición de Cuentas de la EPS al IV Trimestre del 2019, se dio a conocer que en el circuito del reservorio R-32 las horas de abastecimiento son 15.

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El Perú siendo miembro de la ONU (Organización de las Naciones Unidas), se ha comprometido junto con otros países a adoptar un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos, uno de estos objetivos es O.D. #6: Agua Limpia y Saneamiento, el cual consiste en garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua, así como el saneamiento para todos.

Pedro Arrojo, relator especial de la ONU para los Derechos Humanos al Agua Potable y al Saneamiento, en una entrevista para iAgua Magazine (2020) menciona que: *“Las Inversiones públicas en materia de Agua y Saneamiento deberían formar parte de la prioridad que debemos asignar a los presupuestos del Estado”* (págs. 40-41), esto se puede ver reflejado en el Perú, con la promulgación y aprobación del Decreto Supremo N°007-2017-Vivienda en el cual se aprueba la Política Nacional de Saneamiento, la cual tiene como objetivo principal dotar del acceso a los servicios de saneamiento a todos los habitantes de las zonas urbanas al año 2021 y lograr la universalización de estos servicios de forma sostenible antes del año 2030, para cumplir esto se requiere contar con agua potable en cantidad suficiente y calidad adecuada.

Los problemas que se detectaron en los circuitos R-20 y R-32, tienen mucho impacto en la calidad del servicio y gestión del recurso natural, es por ello que es necesario la intervención en estos circuitos para reducir o eliminar el daño que causa a la población y a la Empresa Prestadora del Servicio.

De acuerdo a lo mencionado surge la necesidad de evaluar estos dos circuitos, en primera instancia identificando como es el uso del agua en esta zona, luego proponiendo soluciones que ayuden a la optimización.

Estas medidas buscan mejorar la calidad del servicio y la gestión del recurso.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 General

Proponer la Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-20 y R-32.

1.3.2 Específicos

- Efectuar el Balance Hídrico de ambos circuitos.
- Validar Planos Topográficos existentes.
- Desarrollar el plano esquemático de red y conexiones domiciliarias para ambos circuitos.
- Elaborar la Modelación Hidráulica del estado actual de ambos circuitos.
- Efectuar Sectorización de ambos circuitos considerando sus zonas de presión.
- Plantear mejoras correspondientes.

1.4. HIPÓTESIS

Determinando el balance hídrico, planteando una sectorización y reduciendo las presiones en los lugares adecuados, es probable que, se pueda optimizar el funcionamiento de los circuitos abastecidos por los reservorios R-20 y R-32 y así mejorar la calidad del servicio.

1.5. ANÁLISIS DE VARIABLES

1.5.1. Independiente.

- Estado actual de los circuitos de los reservorios R-20 y R-32

1.5.2. Dependiente.

- Calidad del servicio de agua potable.

Tabla 1. Definición y operacionalización de las variables

Variable	Tipo de Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumentos
Estado actual de los circuitos de los reservorios R-20 y R-32	Independiente	Conocer el estado del funcionamiento del circuito para saber cómo trabaja.	Comparación entre facturación y medición del macromedidor	Porcentaje de agua no facturada del circuito	Recolección de información de los equipos de SEDAPAR	Lecturas de los Macromedidores , medidores de los clientes, etc.
Mejora en la calidad del servicio de agua potable	Dependiente	Un buen servicio consta de reducir a su mínimo los cortes de agua, buena presión en todo punto, información actualizada del sistema.	Proveer con buena presión a todos los usuarios, ofrecer continuidad del servicio	Sectorización, comparación de presiones en la modelación hidráulica con datos reales.	Visitas a la zona para identificar los sistemas y modelación mediante software	Laptop, software especializado, curvas y planos existentes, etc.

Fuente: Elaboración propia

A large, faint watermark of the Universidad Católica de Santa María seal is centered in the background. The seal features a shield with a cross, a book, and a lamp, surrounded by the university's name and the year 1961.

CAPITULO II

MARCO CONCEPTUAL

CAPITULO II

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. SISTEMAS DE AGUA POTABLE

2.1.1. Definición.

Se denomina sistema de agua potable al conjunto de estructuras que permiten el transporte de agua de una fuente natural (superficial o subterránea) hacia un asentamiento humano (urbano o rural); encargándose durante este proceso de la potabilización y mejoramiento del agua, volviéndola apta para el consumo humano y otras actividades secundarias.

2.1.2. Componentes

Las estructuras que comprenden un sistema de agua potable tomando como referencia al RNE, en el Título II de Habilitaciones Urbanas, en el subtítulo II.3 Obras de Saneamiento, son las siguientes (2006):

- Captación
- Línea de Conducción
- Planta de Tratamiento de Agua Potable
- Reservorios
- Línea de Aducción
- Circuitos de Distribución
- Conexiones domiciliarias

2.2.3.2. Circuitos de distribución

Son los encargados de distribuir el agua potable en las áreas urbanas o rurales, buscando asegurar el caudal y presión de agua adecuado para la población beneficiada. Las tuberías que conforman el circuito suelen ser instaladas en las bermas de las calles, o los costados más próximos a las veredas. Según su jerarquía y estructura, podemos clasificarlos de la siguiente manera.

POR JERARQUIA

- **Circuito Primario:** Son las tuberías que se encargan de distribuir el agua luego de la línea de aducción, el diámetro mínimo para estas, según Reglamento OS.050 es de 75mm, pudiendo ser de mayor diámetro si el diseño lo demanda, como su principal función es distribuir el agua, no suelen tener conexiones domiciliarias, pero se pueden realizar dependiendo de la necesidad.
- **Circuito Secundario:** También se les llaman ramales, las tuberías que las conforman distribuyen a lo largo de todas las calles, generalmente cerrando circuitos con las tuberías primarias. Según Reglamento OS.050 el diámetro mínimo para estas es de 63 mm, pudiendo ser de mayor diámetro si el diseño lo demanda. Estas son las tuberías a las que se le conectan las conexiones domiciliarias.

POR ESTRUCTURA

Según Arocha Ravelo (1977) la estructura depende de distintos factores como la topografía, la viabilidad, la ubicación de la fuente de abastecimiento y la distribución demográfica del lugar a abastecerse, pudiendo ser de dos tipos:

- **Circuito Abierto o Ramificado:** Se denomina circuito abierto a aquel que está constituido por un ramal troncal de los cuales se derivan pequeñas ramificaciones que decantan en puntos ciegos o constituyen pequeñas mallas. Es utilizado principalmente cuando debido a la topografía se dificulta la interconexión entre ramales. (Arocha Ravelo, 1977)

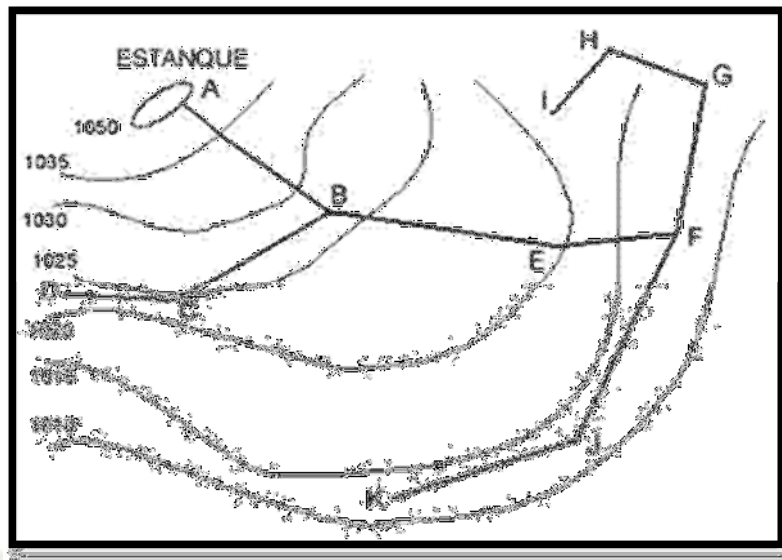


Figura 1. Esquema de red abierta.
Fuente: (Blog Ingeniería Civil, 2011).

- **Circuito Cerrado o Mallado:** Se denomina circuito cerrado a aquel que está constituido por tuberías interconectadas que forman mallas entre sí. Este sistema es el más conveniente, ya que permite un servicio más eficiente y permanente. Dependiendo de la proyección de desarrollo de la zona o ciudad a diseñarse, se pueden proyectar dos tipos de enmallados: Externos o Internos. (Arocha Ravelo, 1977)

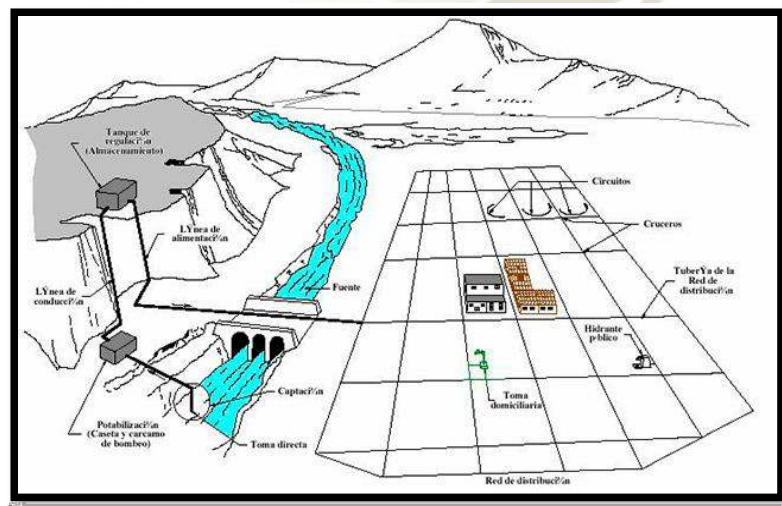


Figura 2. Esquema de red cerrada.
Fuente: (Iglesias, 2016).

2.2.3.2. *Conexiones domiciliarias.*

Este componente se encarga de transportar el agua potable desde los ramales hasta el medidor, ubicado dentro de la caja de control en la vereda, a partir de este punto la responsabilidad es de los propietarios del predio, ya que se les considera como conexiones internas.

Según Reglamento OS.050, el diámetro mínimo para estas es de 12.5mm (1/2 pulg.) siendo también el diámetro más utilizado; diámetros mayores sólo son empleados para abastecer hospitales, colegios, universidades y otras edificaciones con altas demandas de agua potable.

2.2. BALANCE HÍDRICO

2.2.1. Definición.

Como lo define Llangari Daquilema (2019) es una metodología para cuantificar, analizar y conocer la forma en que se distribuye el caudal dentro de un sistema de agua potable, desde que ingresa, hasta su destino final, diferenciando entre el agua facturada y agua no facturada. Tiene como fin mejorar la calidad y gestión del servicio.

En el II Taller Benchmarking: Enfoque 2018 “Gestión de Pérdidas de Agua” organizado por la SUNASS (2018c) se expuso el tema “Introducción a la gestión de pérdidas de agua” por el ingeniero Marion Vogel Asesora – GIZ, esta ponencia definió al balance hídrico como *“La suma de todos los volúmenes de agua que ingresan al sistema comparados con la suma de todos los volúmenes de agua que salen del sistema”* (pág. 20).

Otra definición hecha por Saavedra (2014b) dice que el balance hídrico es: *“El método para calcular los volúmenes de pérdidas de agua que se presentan tanto en los procesos técnicos como comerciales realizados en un sistema de abastecimiento de agua”* (pág. 6).

2.2.2. Manual de Prácticas de Suministro de Agua M36 – Auditorías de Agua y Programas de Control de Pérdidas.

2.2.2.1. Antecedentes

La primera edición de este manual fue publicada en 1991 y detallaba la metodología para hacer auditoria del agua, defendida por el Departamento de Recursos del Agua de California y adoptada por la sección California-Nevada del AWWA (American Water Works Association).

La segunda edición fue publicada en 1999, y provee relativamente pocas actualizaciones con respecto a la primera publicación.

En el periodo de 1997 al 2000, AWWA ha participado en “The Water Loss Task Force”, un grupo de trabajo enfocado en pérdidas de agua, técnicas de reducción de pérdidas de agua, detección de fugas y control hidráulico, organizado por IWA (International Water Association), para ayudar a obtener la mejor práctica de administración del uso racional del agua en todo el mundo,

En el 2003, el comité de Control de Perdidas del Agua del AWWA, publicó un reporte “Applying Worldwide Best Management Practices in Water Loss Control”, en este reporte se describe el uso del método IWA/AWWA e indicadores de comportamiento.

2.2.2.2. Definición.

En su Tercera Edición, del 2009, este manual, explica la metodología IWA/AWWA para una auditoria de agua, de una manera amigable y sencilla. Contiene un conjunto de herramientas y enfoques para fomentar la administración responsable y eficiente del suministro de agua, así como un adecuado control de pérdidas de agua por parte de las empresas prestadoras de servicio. Una de estas herramientas es el procedimiento paso a paso para realizar el Balance Hídrico, con el fin de evaluar la eficiencia del sistema de distribución de agua.

VOLUMEN DE ENTRADA AL CIRCUITO (m3)	CONSUMO AUTORIZADO (m3)	CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO (m3)	CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO MEDIDO (m3)	CONSUMOS MEDIDOS O ESTIMADOS
			CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO NO MEDIDO (m3)	
		CONSUMO AUTORIZADO NO FACTURADO (m3)	CONSUMO AUTORIZADO NO FACTURADO MEDIDO (m3)	AGUA NO FACTURADA
			CONSUMO AUTORIZADO NO FACTURADO NO MEDIDO (m3)	
	PERDIDAS DE AGUA (m3)	PERDIDAS APARENTES (m3)	CONSUMO NO AUTORIZADO (m3)	
			ERRORES DE MEDICION (m3)	
		PERDIDAS REALES (m3)	FUGAS EN LOS CIRCUITOS (m3)	
			FUGAS Y REBOSE EN RESERVORIOS (m3)	
			FUGAS EN CONEXIONES DOMICILIARIAS (m3)	

Figura 3. Cuadro de Balance Hídrico y sus componentes.
Fuente: Elaboración Propia.

2.2.3. Componentes

A continuación, se describen los componentes del Balance Hídrico, como se presenta en el Manual M36 del AWWA:

2.2.3.1 Volumen de entrada al circuito

Es la cantidad de agua suministrada por el reservorio al circuito, su unidad de medida es (m3).

2.2.3.2 Consumo autorizado

Es el volumen de agua autorizado por la EPS, puede ser facturado y no facturado.

2.2.3.2.1. Consumo autorizado facturado

Es el volumen de agua distribuido a la población que es facturado al usuario al finalizar un determinado periodo de tiempo (mes). Este tipo de consumo es el que genera ingresos económicos a la EPS.

2.2.3.2.1.1. Consumo autorizado facturado medido

Es el volumen de agua registrado por medidores. La medición de esta puede ser categorizada en doméstico, industrial, social, estatal y comercial.

2.2.3.2.1.2. Consumo autorizado facturado no medido

Es todo volumen de agua autorizado que no es registrado por medidores, pero que es facturado mediante consumos asignados o promedios.

2.2.3.2.2. Consumo autorizado no facturado

Es el volumen de agua autorizado por la EPS, medido y no medido por el que no se ha pagado ninguna factura.

2.2.3.2.2.1. Consumo autorizado no facturado medido

Es aquel volumen de agua que es medido, pero por el cual no se ha pagado ninguna factura. Ejemplo: Abastecimiento de camiones cisterna de agua.

2.2.3.2.2.2. Consumo autorizado no facturado no medido

Es aquel volumen de agua que no es medido, y por el cual no se ha pagado ninguna factura. Ejemplo: Agua utilizada en los hidrantes en caso de incendio.

2.2.3.3 Pérdidas de agua

Volumen de agua perdida entre el suministro y el medidor del cliente y que no se convierte en un ingreso monetario para la empresa de agua.

2.2.3.3.1. Pérdidas Aparentes

Toda pérdida que se cree que llevo exitosamente al cliente pero que no ha sido medida o registrada con exactitud.

2.2.3.3.1.1. Consumo no autorizado

Es aquel volumen de agua cuya extracción no está autorizada. Ejemplo: Robos de agua, conexiones clandestinas, mal uso de hidrantes.

2.2.3.3.1.2. Errores de medición

Volumen de agua perdido debido a la inexactitud de los medidores.

2.2.3.3.2. Pérdidas Reales

Volumen de agua perdido debido a fugas, estallidos y reboses.

2.2.3.3.2.1. Fugas en los circuitos

Pérdidas de agua originadas por grietas o roturas en las tuberías, uniones y válvulas.

2.2.3.3.2.2. Fuga y rebose en reservorios

Pérdidas de agua originadas por daños en la estructura del reservorio o por exceder el volumen máximo del mismo.

2.2.3.3.2.3. Fugas en conexiones domiciliarias

Pérdidas de agua originada por fallas en los accesorios o uniones de las conexiones domiciliarias.

2.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

2.3.1. Definición.

En el libro Topografía Plana, Casanova (2002) define un levantamiento topográfico como una herramienta de representación gráfica, que tiene por fin determinar la configuración de un terreno y la posición sobre la superficie de la Tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre.

2.3.2. Importancia.

El análisis del Levantamiento Topográfico permitirá definir de forma preliminar distintas condiciones de la modelación. Determinar si un sistema funcionará a gravedad, o por Bombeo, así como la altura mínima de un Reservorio, o la necesidad de Utilizar válvulas reguladoras de presión, son algunos parámetros que son determinados por la topografía de la zona.

En el caso de la modelación Hidráulica también es imprescindible contar con la información Topográfica del terreno para la colocación de las cotas en los nodos, información a partir de la cual, se obtendrán las presiones de servicio. Según el RNE en la NORMA OS.050 recomienda la elaboración del levantamiento, considerando como mínimo un metro de espaciamiento entre las curvas de nivel, esto con el fin de obtener datos que se asemejen más a lo encontrado en campo.

2.4. MODELACIÓN HIDRÁULICA

2.4.1. Definición.

Para la definición de este término citamos a García-Salas & Chocat (2009), quienes en una publicación de la Revista Agua – LAC, afirmaron que la modelación hidráulica es una herramienta indispensable de diseño, revisión y toma de decisiones, dentro de las prácticas

modernas de la ingeniería civil, además su uso adecuado permite optimizar recursos humanos, materiales y económicos (pág. 1).

2.4.2. Fundamentos Teóricos

2.4.2.1. Ecuaciones Fundamentales

2.4.2.1.1. Principio Conservación de la Masa

En su libro Mecánica de Fluidos: Fundamentos y aplicaciones, Cengel & Cimbala (2006) definen que un volumen de control se puede expresar como:

La transferencia neta de masa hacia dentro o hacia afuera de un volumen de control durante un intervalo Δt es igual al cambio neto (aumento o disminución) en la masa total que está dentro de ese volumen en el transcurso de Δt ; es decir:

(Masa total que entra al V.C. durante Δt) – (Masa total que sale del V.C. durante Δt) = (Cambio neto durante Δt en la masa que está dentro del V.C.)

o

$$m_{ent} - m_{sal} = \Delta m_{VC}$$

Ecuación 1. Ecuación de Conservación de la Masa.

Donde $\Delta m_{VC} = m_{final} - m_{inicial}$ es el cambio en la masa del volumen de control durante el proceso. (pág. 175)

2.4.2.1.2. Principio de la Conservación de la Cantidad de Movimiento

El principio de conservación de la cantidad de movimiento se da cuando la cantidad de movimiento de un sistema permanece constante cuando la fuerza neta que actúa sobre el mismo es cero y donde se conserva la cantidad de movimiento de esos sistemas.

(Cengel & Cimbala, 2006, pág. 172).

El producto de la masa y de la velocidad de un cuerpo se llama *momento lineal* o *cantidad de movimiento* del cuerpo, y la cantidad de movimiento de un cuerpo rígido de masa m que se mueve a una velocidad $\vec{V}$ es $m\vec{V}$.

2.4.2.1.3. Principio de la Conservación de la Energía

El principio de conservación de la energía, también conocido como balance de energía, se expresa como:

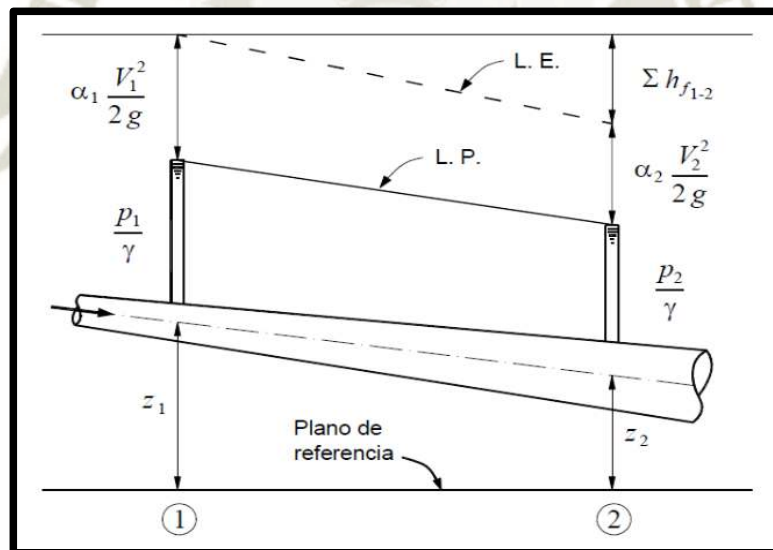
$$\dot{E}_{ent} - \dot{E}_{sal} = \frac{dE_{VC}}{dt}$$

*Ecuación 2. Ecuación de Conservación de la Energía.
Fuente: (Cengel & Cimbala, 2006)*

Donde $\dot{E}_{ent}$ y $\dot{E}_{sal}$ son las razones de transferencia de energía hacia dentro y hacia fuera del volumen de control.

2.4.2.2. Conceptos de Pérdida de Energía

Teniendo una tubería de sección variable, si aplicamos la ecuación de la energía entre los puntos 1 y 2 se tiene:



*Figura 4. Aplicación de ecuación de la energía en una tubería de sección variable.
Fuente: (Rocha Felices, 2007).*

$$\alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \sum h_{f1-2}$$

*Ecuación 3. Ecuación de la energía en una tubería.
Fuente: (Rocha Felices, 2007)*

Del punto 1 al 2 una parte de la energía “se pierde”, es decir no se transforma en presión, velocidad o elevación. Este faltante es la energía consumida en el recorrido del agua por la tubería debido a la fricción, que denominamos h_f , pérdida de energía o pérdida de carga. Esta pérdida puede ser calculada por medio de distintas fórmulas, las más utilizadas serán mencionadas a continuación:

2.4.2.2.1. Darcy – Weisbach

Una de las fórmulas más usadas para el cálculo de las pérdidas de fricción, válida para flujo laminar y para flujo turbulento en tuberías circulares y no-circulares:

$$h_f = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Ecuación 4. Ecuación de la Pérdida de Carga por fricción de Darcy-Weisbach.

Fuente: (Rocha Felices, 2007)

Donde:

h_f : Pérdida de carga por fricción (m)

f : Coeficiente de fricción (adimensional)

L : Longitud de la tubería (m)

D : Diámetro de la tubería (m)

g : Aceleración de la gravedad ($\frac{m}{s^2}$)

2.4.2.2.2. Hazen – Williams

Otra fórmula muy usada para hallar las pérdidas de fricción, su uso se limita al flujo del agua en tuberías con diámetros mayores de 2 pulgadas o 0.051 m y menores de 6 pies o 1.83 m. La velocidad del flujo no debe exceder los $3.05 \frac{m}{s}$.

$$h_f = \frac{10.67 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.8704}}$$

Ecuación 5. Ecuación de la Pérdida de Carga por fricción de Hazen-Williams.

Fuente: (Rocha Felices, 2007)

Donde:

h_f : Pérdida de carga por fricción (m)

C : Coeficiente de rugosidad de la tubería (adimensional)

L : Longitud de la tubería (m)

D : Diámetro de la tubería (m)

Q : Caudal ($\frac{m^3}{s}$)

En una tubería también hay pérdidas locales, estas ocurren en determinados puntos, se deben a la presencia de algo especial: un codo, una válvula, un estrechamiento, etc.

En la figura se muestra la línea de energía y la súbita caída que experimenta como consecuencia de la singularidad, la cual produce una pérdida de carga local a la cual nombramos como h_{loc} .

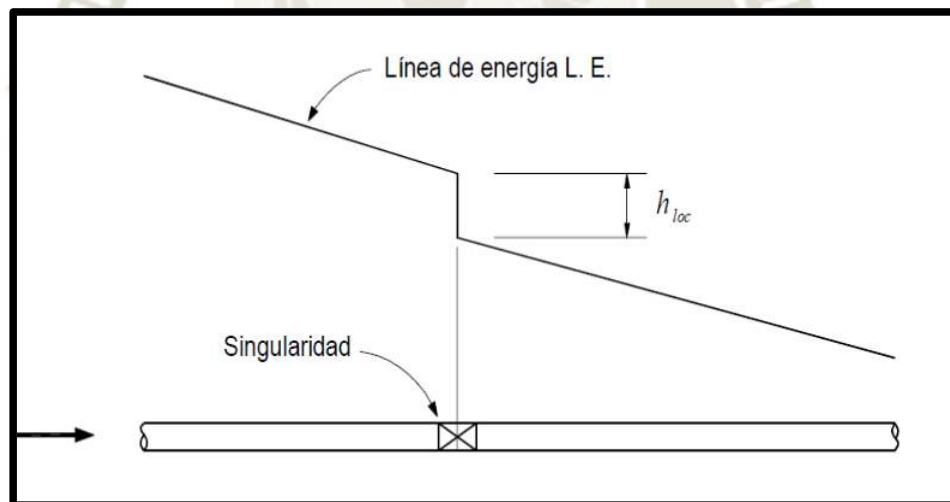


Figura 5. Caída en nivel de energía debido a una singularidad.
Fuente: (Rocha Felices, 2007).

Las pérdidas locales se expresan en función de la altura de la velocidad.

$$h_{loc} = k \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación 6. Ecuación de la pérdida de carga local.
Fuente: (Rocha Felices, 2007)

Expresión en la que h_{loc} es la pérdida local expresada en unidades de longitud, K es un coeficiente adimensional que depende de las características de la singularidad que produce la pérdida de carga. A continuación, se muestra una tabla con los valores.

ENTRADA $K \frac{V^2}{2g}$ (V : velocidad media de la tubería)	
Bordes Agudos	$K = 0,5$
Bordes ligeramente redondeados	$K = 0,26$
Bordes Acampanados	$K = 0,04$
Bordes Entrantes	$K = 1$
ENSANCHAMIENTO $K \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} = K \left(\frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2 \frac{V_2^2}{2g}$ (V_1 : velocidad aguas arriba; V_2 : velocidad aguas abajo)	
Brusco	$K = 1$
Gradual	Gráfico de Gibson
CONTRACCION $\left(\frac{1}{c_c} - 1 \right)^2 \frac{V_2^2}{2g} = K \frac{V_2^2}{2g}$ (V_2 : Velocidad aguas abajo)	
Brusca	Tabla de Weisbach
Gradual	$K = 0$
CAMBIO DE DIRECCION $K \frac{V^2}{2g}$ (V : velocidad media)	
Codo de 90°	$K = 0,90$
Codo de 45°	$K = 0,42$
Codo de curv. fuerte	$K = 0,75$
Codo de curv. suave	$K = 0,60$
VALVULAS (V : velocidad media)	
Válvulas de globo (totalmente abierta)	$K = 10,0$
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	$K = 0,19$
Válvula check (totalmente abierta)	$K = 2,5$

Figura 6. Pérdidas de Carga Locales.
Fuente: (Rocha Felices, 2007).

2.4.3. Software disponible

En la actualidad para el diseño y modelamiento de un sistema hidráulico se puede recurrir a distintas herramientas, siendo las más predominantes los softwares computacionales (*EPANET*, *WaterCAD*, *WaterGEMS*, *H2ONET* o *MIKE NET*), ya que brindan una mejor

perspectiva del modelo y permiten una correcta verificación de todos los componentes que son parte de una red de distribución de agua potable. Algunos de los programas más utilizados en la actualidad son:

2.4.3.1. WaterGEMS

En su Hoja de Datos de Producto, Bentley Systems (2017) , nos da la siguiente descripción:

WaterGEMS es una aplicación para el modelado hidráulico de sistemas de distribución agua que ofrece herramientas avanzadas de interoperabilidad, construcción de modelos geoespaciales, optimización y gestión de activos. Ya se trate de analizar los caudales de agua contraincendios o la concentración de constituyentes, gestionar el consumo de energía o los costos de gestión del capital, WaterGEMS proporciona a los ingenieros un entorno fácil de usar desde el cual pueden analizar, diseñar y optimizar los sistemas de distribución agua. (pág. 1)

2.4.3.2. Epanet

El Instituto de Ingeniería de Agua y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia (2021), nos da la siguiente descripción en su Portal Web:

EPANET es un programa de ordenador para Windows 95/98/NT/2000 que permite realizar simulaciones en periodos prolongados (uno o varios días) del comportamiento hidráulico y de la evolución de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación, discretizado en múltiples intervalos de tiempo. (párr. 1)

2.4.3.3. Hojas de Cálculo

La utilización de hojas de cálculo es una alternativa viable para el diseño de una red de distribución de agua potable, por las mismas características del programa, se permite el ingreso de fórmulas y ecuaciones y de igual forma realizar las comprobaciones de velocidades y presiones necesarias para el correcto funcionamiento de la red.

2.5. GESTIÓN DE PRESIONES

2.5.1. Definición

Gupta & Kulat (2018) afirman que la gestión de la presión es una de las herramientas más importantes para reducir fugas, la cual consiste en la reducción de la presión en las tuberías más adecuadas para así disminuir la posibilidad de roturas o fisuras de tuberías.

Vicente González (2017) En su tesis doctoral, asegura que las pérdidas reales de un circuito se encuentran estrechamente ligadas con la presión del sistema (exceptuando perdidas por reboses en reservorios) y concibe la reducción de presiones como una de las maniobras más efectivas para la disminución de fugas.

En la Guía para la reducción de las pérdidas de agua (2011), podemos encontrar la siguiente tabla sobre los beneficios del manejo de la presión:

Gestión de presión: reducción de presiones promedio y máximas en exceso						
Beneficios para la conservación		Beneficios para la empresa de agua			Beneficios para el cliente	
Fugas reducidas		Frecuencia reducida de estallidos y fugas				
Consumo reducido	Caudales reducidos de fugas y estallidos	Costos de reparación reducidos en las troncales y servicios	Renovaciones diferidas y mayor vida de activos	Costo reducido del control activo de fugas	Menos quejas de clientes	Menos problemas en las tuberías y aparatos de los clientes

Figura 7. Beneficios del manejo de la presión.

Fuente: Guía para la reducción de las pérdidas de agua. pág. 42

La Gestión de Presiones debe ser regulada por los parámetros de presión fijados por el RNE en la Norma OS.050 (2006), la cual expone que la presión mínima en una red de distribución debe ser de 10 m.c.a. y una presión máxima de 50 m.c.a., esto con el fin de asegurar la calidad del servicio.

2.6. SECTORIZACIÓN

2.6.1. Definiciones

En términos generales, la sectorización se puede definir, como la partición de un Circuito en subcircuitos más pequeños, con el fin de mejorar su operación, esto se puede lograr mediante la instalación de válvulas, cortes de tubería y/o instalación de nuevos tramos.

Algunas otras definiciones son:

La Sectorización puede considerarse como el procedimiento encaminado a establecer dentro de las mismas, subáreas con una alimentación controlada (que puede ser exclusiva del sector o compartida por varios sectores al mismo tiempo). Tal procedimiento puede perseguir objetivos que van desde el Control Activo de Fugas hasta el control de la Calidad del Agua. (Campbell Gonzales, 2013, pág. 23)

La sectorización de las Redes de Distribución de Agua Potable se puede describir como una técnica orientada a mejorar el control operativo de las mismas, incluyendo gestión de fugas, presiones, y monitoreo de la calidad del agua. La misma consiste en demarcar zonas que queden parcialmente aisladas del resto de la red. El aislamiento de las mismas se hace, ya sea, mediante la instalación de válvulas (cerradas), o mediante el corte de tuberías. (Delgado-Galván et al, 2015, pág. 384)

La sectorización consiste en dividir la red en sectores, áreas o distritos más pequeños, con entradas y salidas perfectamente controladas, donde se puede llevar a cabo el control y la operación de manera más rápida y fiable. En el proceso de dividir una red en sectores, es imperativo minimizar el número de caudalímetros y/o válvulas

de corte para reducir el impacto adverso del cierre de válvulas y mantener una homogeneidad interna en los distritos en términos de elevación y consumo. (Vegas et al, 2021, pág. 13)

2.6.2. Principales beneficios de la Sectorización

Algunos de los beneficios de la Sectorización mencionados por Campbell Gonzales (2017) en su tesis doctoral, son:

- *Seguimiento de evolución del comportamiento de las fugas.*
- *Aumento de la capacidad para aislar zonas en respuesta a anomalías.*
- *Reducción de fugas de fondo como efecto de reducir la presión en la red de distribución.*
- *Aumento de capacidad para monitorear de manera más focalizada parámetros de calidad de abastecimiento.*
- *Ejecución de actividades de mantenimiento siguiendo un calendario que minimice las molestias a los clientes.*
- *Facilidad para instalar dispositivos reguladores de presión. (pág. 43)*

2.6.3. Etapas de la Sectorización

Según Fragoso et al (2016) Las etapas que deben seguirse para la elaboración de una nueva sectorización de un circuito, son:

- *Catastro del circuito de distribución de agua potable*
- *Anteproyecto del sistema, definiendo puntos de alimentación y posibles interconexiones controladas para protección de eventualidades.*
- *Diseño e implementación de un sector piloto, incluyendo las válvulas de seccionamiento necesarias, los mecanismos para el control de las presiones, la medición de gastos de alimentación, así como la variación diaria de la demanda, ya sea que ésta sea supuesta o inferida por algunas mediciones.*

- *Calibración de un modelo de simulación hidráulica sobre la base de las mediciones citadas en el punto anterior.*
- *Con los resultados obtenidos, puede evaluarse el proyecto integral de sectorización, con una muy buena aproximación sobre los costos y los beneficios que pueden esperarse. (pág. 31)*



A large, faint watermark of the Universidad Católica de Santa María seal is centered in the background. The seal features a shield with a cross, a book, and a lamp, surrounded by the university's name and the year 1961.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

CAPITULO III

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1. UBICACIÓN POLÍTICA

El proyecto está ubicado en dos zonas distantes, una de ellas se encuentra en:

LOCALIDAD : Pueblo Tradicional y alrededores

DISTRITO : Sabandia

PROVINCIA : Arequipa

DEPARTAMENTO : Arequipa

REGION : Arequipa

La otra zona de estudio se encuentra en:

LOCALIDAD : Ampliación Socabaya, Alto Buena Vista, La Pampa

DISTRITO : Socabaya

PROVINCIA : Arequipa

DEPARTAMENTO : Arequipa

REGION : Arequipa

3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La zona del proyecto ubicado en Sabandia presenta las siguientes características:

COORDENADA NORTE : 8179684.173 m

COORDENADA ESTE : 233701.40 m

ALTURA PROMEDIO : 2435.946 m

La zona del proyecto ubicado en Socabaya presenta las siguientes características:

COORDENADA NORTE : 8177203.567 m

CORDENADA ESTE : 230502.939 m

ALTURA PROMEDIO : 2371.019 m

3.3. VÍAS DE ACCESO

3.3.1 Sabandía

Es un distrito netamente agrícola, que se encuentra articulado por una vía principal que inicia en el puente Sabandía (límite con el distrito de Paucarpata) hasta el Puente Cachimayo (límite con el distrito de Characato), entorno a esta vía principal se encuentra ubicada la zona urbana del distrito de Sabandía, de aproximadamente 3,000 ml de longitud. Se encuentra a una distancia aproximada de 13 Km. del Centro Histórico de Arequipa Metropolitana.

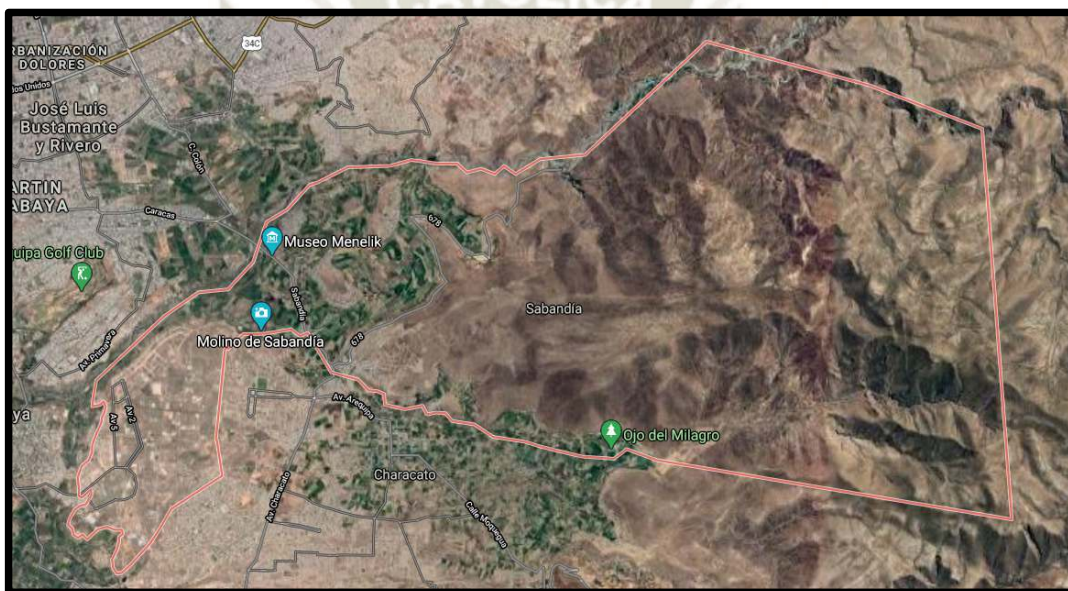


Figura 8. Mapa del Distrito de Sabandía.

Fuente: Google Maps.

3.3.2 Socabaya

El distrito de Socabaya, se encuentra en un pequeño valle circundado de cerros rocosos. Limita por el Norte con el distrito de José Luis Bustamante y Rivero, por el Este con los distritos de Characato y Mollebaya, por el Sur con los distritos de Yarabamba y La Joya y por el Oeste con los distritos de Uchumayo y Hunter. Está ubicada al Sur Oeste del Centro Histórico de Arequipa a una distancia aproximada de 12 km.

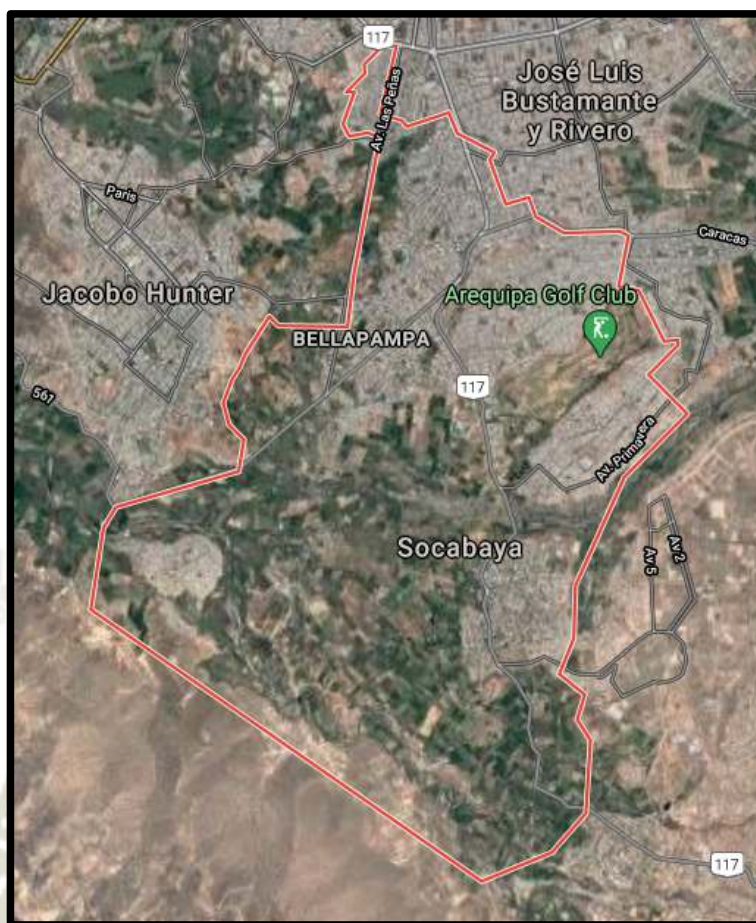


Figura 9. Mapa del Distrito de Socabaya.
Fuente: Google Maps.

3.4. DIMENSIONES DE LA ZONA DE ESTUDIO

Se presenta un cuadro resumen de áreas correspondientes a los dos circuitos:

Tabla 2. Dimensiones por Circuito

Circuito del Reservorio	Área		Perímetro
	(m ²)	(ha)	(m)
R-20	319,466.62	31.947	10963.98
R-32	1'300,244.93	130.0245	11854.32

Fuente: Elaboración Propia

3.5. CONDICIONES ACTUALES

3.5.1. Circuito Abastecido por el Reservorio R-20

La Ciudad de Arequipa, en el año 2017, tenía una población de 1 080 635 personas, y con una tasa de crecimiento promedio anual de 2.3% respecto al censo anterior (INEI, 2018). El circuito abastecido por el reservorio R-20, se encuentra en el distrito de Sabandía, para el año 2017, según datos del último censo, tenía una población de 4368 personas y 1349 viviendas ocupadas (total de predios: 1523).

Basándonos en estos datos es que calculamos la densidad poblacional del distrito de Sabandía.

Tabla 3. Densidad poblacional promedio en Distrito de Sabandía (Hab./Viv.)

NÚMERO DE HABITANTES (Hab.)	4368
NÚMERO DE VIVIENDAS OCUPADAS (Viv.)	1349
DENSIDAD	3.24

Fuente: Elaboración Propia

El circuito abastecido por el reservorio R-20, para el mes de Enero del 2020, cuenta con un total de 334 conexiones en su padrón, de las cuales 253 pertenecen a conexiones domiciliarias, junto con la densidad poblacional del distrito, obtenemos la siguiente población:

Tabla 4. Número de habitantes beneficiados por circuito de Reservorio R-20 (Hab.)

DENSIDAD POBLACIONAL EN SABANDÍA (Hab./Viv.)	3.24
NÚMERO DE VIVIENDAS CONSIDERADAS EN EL PROYECTO (Viv.)	253
POBLACIÓN	820

Fuente: Elaboración Propia

VIVIENDA: Para el distrito de Sabandía, los materiales predominantes en paredes son: ladrillo o bloques de cemento con un 88.73%, el Sillar y Adobe con un 7.91% y el 3.37% restante de Madera, Piedra con barro y otros (INEI, 2018).

EDUCACIÓN: En el distrito de Sabandía, el nivel educativo promedio es intermedio, un 70.79% de la población cuenta con al menos educación secundaria, de los cuales un 22.47% también ha culminado estudios superiores (INEI, 2018).

3.5.2. Circuito Abastecido por el Reservorio R-32

El circuito abastecido por el reservorio R-32, se encuentra en el distrito de Socabaya, para el año 2017, según datos del último censo, tenía una población de 75351 personas y 20071 viviendas ocupadas (total predios: 22848).

Basándonos en estos datos es que calculamos la densidad poblacional del distrito de Socabaya.

Tabla 5. Densidad poblacional promedio en Distrito de Socabaya (Hab./Viv.)

NÚMERO DE HABITANTES (Hab.)	75351
NÚMERO DE VIVIENDAS OCUPADAS (Viv.)	20071
DENSIDAD	3.75

Fuente: Elaboración Propia

El circuito abastecido por el reservorio R-32, para el mes de Enero del 2020, cuenta con un total de 1676 conexiones en su padrón, de las cuales 1494 pertenecen a conexiones domiciliarias, junto con la densidad poblacional del distrito, obtenemos la siguiente población:

Tabla 6. Número de habitantes beneficiados por circuito de Reservorio R-32 (Hab.)

DENSIDAD POBLACIONAL EN SABANDÍA (Hab./Viv.)	3.75
NÚMERO DE VIVIENDAS CONSIDERADAS EN EL PROYECTO (Viv.)	1494
POBLACIÓN	5609

Fuente: Elaboración Propia

VIVIENDA: Para el distrito de Socabaya, los materiales predominantes en paredes son: ladrillo o bloques de cemento con un 93.57%, el Sillar y Adobe con un 4.55% y el 1.88% restante de Madera, Piedra con barro, Triplay y otros (INEI, 2018).

EDUCACIÓN: En el distrito de Socabaya, el nivel educativo promedio es intermedio, un 74.07% de la población cuenta con al menos educación secundaria, de los cuales un 22.47% también ha culminado estudios superiores (INEI, 2018).

3.6. CONEXIONES POR CATEGORÍA

Se presenta un resumen de las conexiones identificadas en cada circuito, clasificadas por categoría, y estado (Activo e Inactivo).

3.6.1. Circuito Abastecido por el Reservorio R-20

Tabla 7. Total de Conexiones por Categoría del Circuito del R-20 para el año 2019

MESES/CATEGORIA	N° CONEXIONES ACTIVAS					N° CONEXIONES INACTIVAS					N° CONEXIONES TOTALES
	DOM.	COM.	IND.	EST.	SOC.	DOM.	COM.	IND.	EST.	SOC.	
ENERO	251	10	2	7	14	0	2	0	0	0	286
FEBRERO	249	10	2	5	14	2	1	0	2	0	285
MARZO	251	10	2	6	14	1	1	0	0	0	285
ABRIL	251	10	2	7	14	1	1	0	0	0	286
MAYO	250	10	2	7	14	4	1	0	0	0	288
JUNIO	252	10	2	7	14	2	1	0	0	0	288
JULIO	253	10	2	7	14	2	2	0	0	0	290
AGOSTO	253	11	2	7	14	1	1	0	0	0	289
SETIEMBRE	254	11	2	7	14	0	1	0	0	0	289
OCTUBRE	252	11	2	7	14	0	1	0	0	0	287
NOVIEMBRE	251	11	3	7	14	0	1	0	0	0	287
DICIEMBRE	249	10	2	7	14	3	1	1	0	0	287

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2. Circuito Abastecido por el Reservorio R-32

Tabla 8. Total de Conexiones por Categoría del Circuito del R-32 para el año 2019

MESES/CATEGORIA	N° CONEXIONES ACTIVAS					N° CONEXIONES INACTIVAS					N° CONEXIONES TOTALES
	DOM.	COM.	IND.	EST.	SOC.	DOM.	COM.	IND.	EST.	SOC.	
ENERO	1424	16	6	9	10	41	1	0	0	0	1507
FEBRERO	1432	16	4	9	10	37	1	0	0	0	1509
MARZO	1432	16	5	9	10	39	1	0	0	0	1512
ABRIL	1436	16	5	9	10	38	1	0	0	0	1515
MAYO	1437	16	8	9	10	39	1	1	0	0	1521
JUNIO	1450	16	8	9	10	37	1	0	0	0	1531
JULIO	1451	16	5	9	10	44	1	0	0	0	1536
AGOSTO	1460	18	4	9	10	35	1	1	0	0	1538
SETIEMBRE	1463	18	2	9	10	40	1	1	0	0	1544
OCTUBRE	1461	18	2	9	10	34	1	1	0	0	1536
NOVIEMBRE	1465	18	2	9	10	38	1	1	0	0	1544
DICIEMBRE	1471	17	4	9	9	28	1	2	0	0	1541

Fuente: Elaboración Propia



CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

CAPITULO IV

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

4.1. COMPONENTES DEL SECTOR

Para poder describir los componentes del sector con información acertada, se tuvo que hacer una visita a la zona de estudio, con el fin de obtener mayor detalle de estos componentes. Se solicitó permiso a la EPS para ingresar a las instalaciones de los Reservorios, con ayuda de los encargados se hizo un recorrido guiado, visitas de las cuales se obtuvieron fotografías. A continuación, se desarrolla cada uno de los componentes.

4.1.1. Manantial

En la visita al Reservorio R-20 se nos entregó documentación del sistema de abastecimiento ofrecido por el Manantial de Sabandía, esta fuente de agua potable abastece los Circuitos de los Reservorios R-20 y R-32, ubicados en Sabandía y Socabaya, respectivamente.

Uno de los documentos entregados fue el Manual de Procedimientos – Producción de Agua Potable Fuente Subterránea Sabandía el cual estipula los siguientes datos del proceso de captación son:

- Tipo de Estructura: Manantial
- Capacidad Máxima: 21.0 l/s
- Estado de Conservación: Buena

A fines del año pasado se culminó una obra muy importante para Arequipa, “Interconexión de Planta de Agua Potable N°2 y Planta de Agua Potable La Tomilla – Arequipa”, se pudo tener acceso al expediente técnico y al leer su contenido se extrajo la siguiente tabla con información relacionada a la investigación.

PRODUCCION DE AGUA POTABLE ANUAL (m3)		
FUENTE	TOTAL AÑO	% DE PRODUCCIÓN
PLANTA DE TRATAMIENTO LA TOMILLA	38 818 051	61.15%
PLANTA DE TRATAMIENTO MCI	16 540 108	26.06%
MANANTIAL BEDOYA	5 988 259	9.43%
MANANTIAL SABANDIA (a Sabandia)	130 705	0.21%
MANANTIAL SABANDIA (a Socabaya)	366 131	0.58%
MANANTIAL TINGO (a Congata)	275 832	0.43%
MANANTIAL TINGO (a Tiabaya)	586 835	0.92%
GALERIAS FILTRANTES SACHACA	421 087	0.66%
GALERIAS FILTRANTES CHARCANI	29 166	0.05%
GAL. FILTR. NUEVA ALBORADA PAUCARPATA	324 575	0.51%
TOTAL PRODUCCION AGUA POTABLE	63 480 748	100%

Figura 10. Producción de Agua Potable por fuente en la Ciudad de Arequipa.
Fuente SEDAPAR. S.A.

En esta tabla podemos apreciar todas las fuentes que aportan agua a la ciudad de Arequipa, junto con el volumen de su producción en m³ y el porcentaje de incidencia en la producción total del recurso. Es así que podemos afirmar que el Manantial de Sabandía produce al año 130705 m³ y tiene un 0.21 % de incidencia en la producción de agua. En el caso de la zona abastecida en Socabaya por el mismo manantial se tiene una producción anual de 366131 m³ y tiene un 0.58 % de incidencia.

4.1.2. Reservorios

En nuestro sistema existen dos Reservorios el R-20 y R-32; el primero abastece a Sabandía, el segundo a una zona de Socabaya.

El Reservorio R-20 tiene un volumen de 380.00 m³ y el R-32 de 750.00 m³ esta información la podemos corroborar con los planos catastrales de SEDAPAR.

La EPS se ha propuesto tener un catastral virtual de acceso libre, con información actualizada, de usuarios, conexiones, reservorios, líneas de conducción, etc. Las tablas informativas de cada uno de los reservorios, que se mostrarán a continuación, se pudieron extraer de esta plataforma.

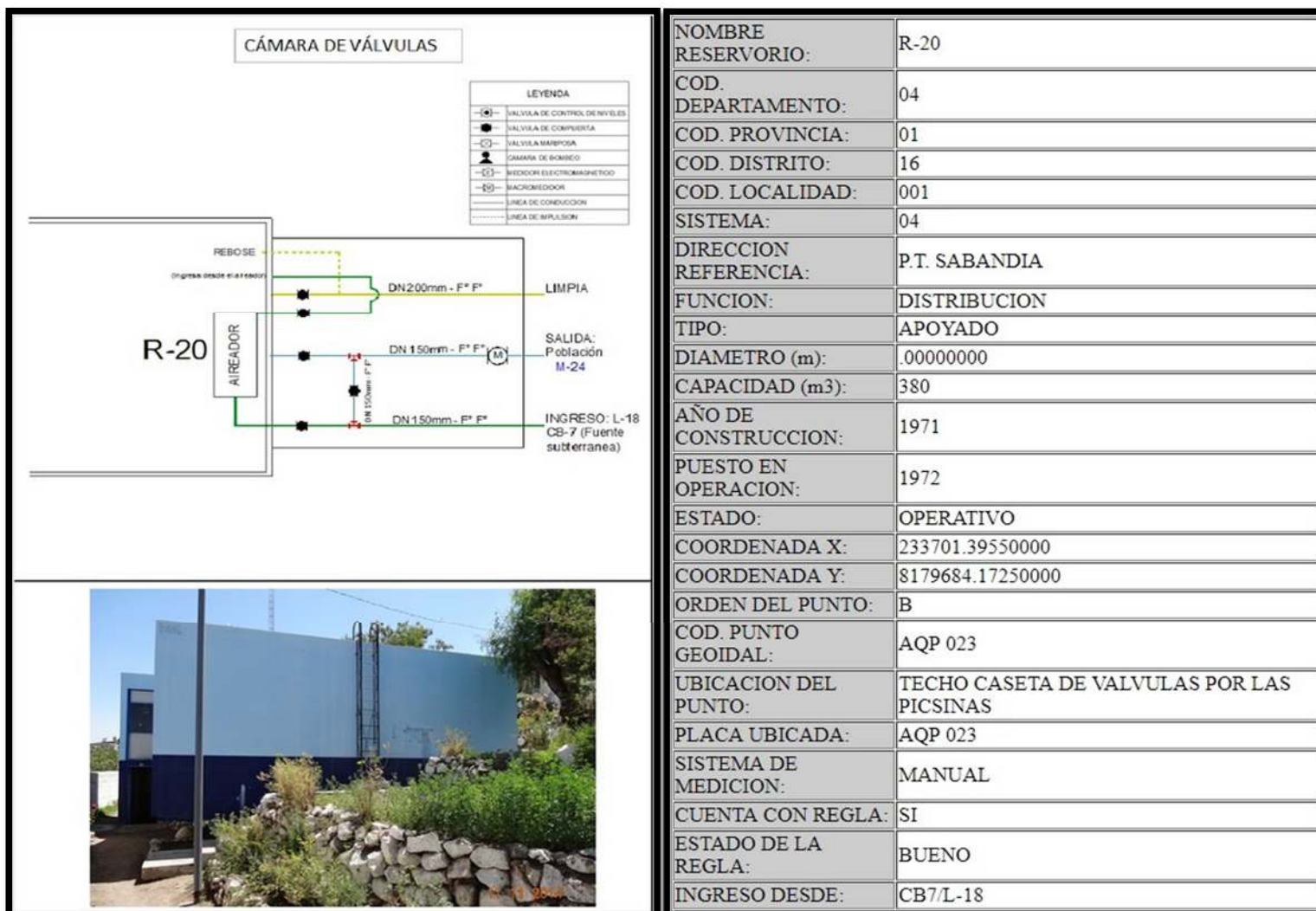


Figura 11. Ficha técnica de Reservorio R-20.
Fuente SEDAPAR, S.A.

4.1.3. Línea de Impulsión

La línea de impulsión es de Asbesto Cemento de un diámetro de 160 mm (6") de una longitud aproximada de 201.00 metros que permite la conexión entre la cámara de bombeo N°7 y el Reservorio R-20.

4.1.4. Líneas de Conducción

La línea de conducción es de PVC de un diámetro de 160 mm (6") de una longitud aproximada de 4594.00 metros. Esta línea comienza en el mismo manantial y finaliza en la entrada al reservorio R-32 de Socabaya.

4.1.5. Redes de Distribución

El circuito del reservorio R-20 es casi en su totalidad de PVC, excepto ciertas partes de Asbesto Cemento; esta red presenta los siguientes diámetros de tuberías 160 mm (6"), 110 mm (4"), 90 mm (3") y 75 mm (2.5").

En el caso del circuito del reservorio R-32, la totalidad de tuberías son de PVC. La red de distribución para el pueblo y para la pampa presenta los diámetros de tuberías siguientes: 110 mm (4") y 90 mm (3").

4.2. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO DEL AGUA)

La fuente principal de estos dos circuitos es el manantial de Sabandía. La cámara de bombeo CB-7 es la encargada de bombear el agua proveniente del manantial al Reservorio R-20 mediante la línea de impulsión L-18, al llegar al reservorio el agua pasa por un proceso de aireación en la parte superior de la unidad, luego se procede al proceso de cloración, este consiste en agregar una dosificación controlada de cloro líquido.



*Figura 13. Aireador a la entrada del R-20.
Fuente: Elaboración Propia*

Después de este proceso el agua es dirigida a la red de distribución del circuito, que abarca la mayoría del pueblo tradicional de Sabandía y algunos pueblos cercanos.

Para el caso del abastecimiento de la parte de Socabaya nos volvemos a ubicar en el manantial de Sabandía, mediante la línea de conducción L-27 el agua es transportada desde Sabandía a Socabaya, el punto final de esta línea es el reservorio R-32, en el cual se realiza el proceso de cloración y se procede a la distribución, este proceso se divide para dos sectores, uno es para “el pueblo” y el otro es “la pampa”, Para que el agua llegue al sector de la pampa, existe una Línea Matriz M-34 de diámetro 160 mm (6”), material PVC, esta línea conduce y luego llega a la distribución.

4.3. CONTINUIDAD DE SERVICIO

El día 05 de diciembre del 2019 en el Diario La República se publicó el aviso de la Audiencia Pública Informativa del año 2018 de SEDAPAR, a realizarse el lunes 23 de diciembre del 2019, a horas 09:00 de la mañana, en las instalaciones del Auditorio Santa María de la Universidad Católica de Santa María.



Figura 14. Aviso de Audiencia Pública en Diario La República.

En esta audiencia el Gerente de Planeamiento y Desarrollo Empresarial CPC. Danger Málaga Luna, expulsó y sostuvo que la continuidad del servicio de agua potable en el circuito R-20 es de 24 horas al día y para el circuito R-32 es de aproximadamente 15 horas. Esta información es actualizada al 31 de diciembre del 2018. (EPS SEDAPAR S.A. , 2019)

INDICADORES DE CALIDAD DEL SERVICIO

FORMATO N° 1

Continuidad del Servicio de Agua Potable

Al 31 de Diciembre 2018

Localidad/Circuito	Horas de Abastecimiento de Agua Potable	Delimitación Geográfica
Arequipa Metropolitana:		
N-09'	24,00	Paucarpata
N-12'	24,00	Paucarpata
R-20	24,00	Sabandía
N-2	24,00	Socabaya
R-32	14,97	Socabaya
R-34	17,00	Socabaya
R-35	17,00	Socabaya
R-36	24,00	Socabaya
R-28	24,00	Uchumayo

Figura 15. Continuidad del Servicio de Agua Potable en Arequipa.
Fuente: SEDAPAR S.A.

4.4. PRESIONES DE SERVICIO

Por medio del oficio N°020-2020/S-60100, se nos hizo llegar información de presiones tomadas en lugares estratégicos de baja, mediana y elevada altura desde enero del 2019 a diciembre del 2019 de ambos circuitos.

Tabla 9. Datos de presiones mensuales en el 2019 por zona, para el circuito del R-20.

Circuito del Reservoirio R-20			
2019	Z. ALTA	Z. MEDIA	Z. BAJA
M.C.A: metros columna de agua			
ENERO	31	30	35
FEBRERO	31	30	35
MARZO	31	30	35
ABRIL	31	30	35
MAYO	31	20	45
JUNIO	31	20	45
JULIO	31	20	45
AGOSTO	31	20	45
SETIEMBRE	31	20	45
OCTUBRE	31	35	44
NOVIEMBRE	31	35	44
DICIEMBRE	31	35	44

Fuente: SEDAPAR S.A.

Tabla 10. Datos de presiones mensuales en el 2019 por zona, para el circuito del R-32.

Circuito del Reservoirio R-32			
2019	Z. ALTA	Z. MEDIA	Z. BAJA
M.C.A: metros columna de agua			
ENERO	35	30	35
FEBRERO	35	30	35
MARZO	35	30	35
ABRIL	35	30	35
MAYO	31	40	57
JUNIO	31	40	57
JULIO	31	40	57
AGOSTO	31	40	57
SETIEMBRE	31	40	57
OCTUBRE	31	40	57
NOVIEMBRE	31	40	57
DICIEMBRE	31	40	57

Fuente: SEDAPAR S.A.

A large, faint watermark of the Universidad Católica de Santa María seal is centered in the background. The seal features a shield with a cross, a book, and a lamp, surrounded by the university's name and the year 1961.

CAPITULO V

BALANCE HÍDRICO

CAPITULO V

5. BALANCE HÍDRICO

5.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

5.1.1. Micromedición

En el año 2019 se mantuvo un contacto laboral con personal de la Gerencia Comercial de SEDAPAR S.A., gracias a este vínculo se pudo obtener toda la información sobre el catastro comercial de los dos circuitos del periodo que abarca la presente investigación. El catastro comercial fue entregado como un archivo en formato Excel, el cual contenía la siguiente información:

- Resumen del Tipo de facturación de ambos circuitos, para el periodo de diciembre 2018 a febrero 2020
- Base Catastral de usuarios beneficiarios del servicio de agua potable tanto para el circuito abastecido por el Reservorio R-20 como para el del R-32; la información contenida es código de conexión, nombre del cliente, dirección de predio, número de medidor, categoría del servicio y estado de conexión y circuito.
- Lecturas mensuales de los medidores de ambos circuitos para el periodo de diciembre 2018 a febrero 2020.

Figura 16. Base Catastral en Excel, y Leyenda.
Fuente: Elaboración Propia

5.1.2. Macromedición

En el mes de Mayo del 2019 se tuvo una conversación con el ingeniero encargado de la jefatura de control operacional, el Ing. Hugo Castelo, el cual nos proporcionó, la siguiente documentación en formato Excel, sobre los registros de los macromedidores ubicados a las salidas de los reservorios R-20 y R-32, que contenía la siguiente información:

- Información recolectada por el Macromedidor para los Reservorios R-20 y R-32, para cada día del mes, y para cada hora del día, considerando volúmenes acumulados, diferencia de lecturas, caudales, así como valores máximos, mínimos y promedio de cada mes entre los periodos de Enero 2019 a Diciembre 2019.

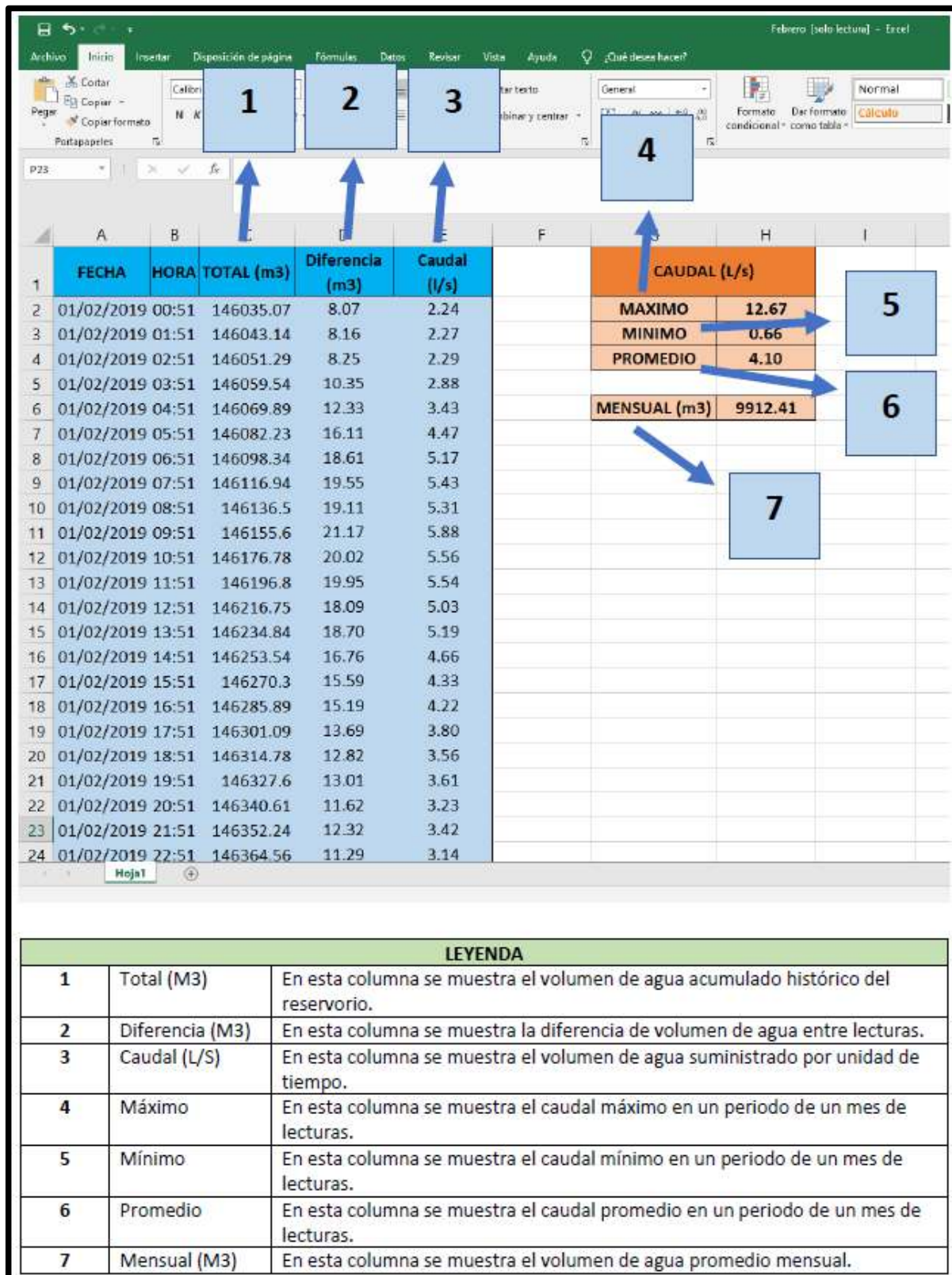


Figura 18. Lecturas de Macromedidores y Leyenda.
Fuente: Elaboración Propia.

5.1.3. Otros

Se presentaron dos solicitudes de acceso a la información pública según Ley N°27806, generándose los siguientes expedientes:

- Expediente N°404763 – 20
- Expediente N°404357 – 20
- Expediente N°412985 – 21
- Expediente N°413253 – 21
- Expediente N°414498 – 21

En los dos primeros documentos se solicitó información sobre pérdidas, balance hídrico, presiones y continuidad de servicio de los Circuitos R-20 y R-32, correspondientes al año 2019. La respuesta fue notificada con el Oficio N°020-2020/S-60100, con fecha 25 de Setiembre del 2020 en el cual se remitía la información Solicitada en formato digital, vía E-mail.

En el tercer documento se solicitó información sobre reportes de incidencias de los Circuitos R-20 y R-32, correspondientes al año 2019. La respuesta fue notificada con el Oficio N°023-2021/S-30200, con fecha 19 de Febrero del 2021 en el cual se remitía la información Solicitada en formato digital, vía E-mail.

En el cuarto documento se solicitó información sobre el error de lectura de los medidores y su mantenimiento. La respuesta a la solicitud fue hecha por llamada telefónica.

5.2. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

5.2.1. Volumen de entrada al circuito

Con la información de macromedición brindada por SEDAPAR S.A. para el periodo de enero 2019 a diciembre del 2019 se generó la siguiente tabla:

Tabla 11. Volumen Mensual de los Macromedidores (m³) – 2019

2019	R-20	R-32		Total de Fuentes Propias
		El Pueblo	La Pampa	
Enero	12743.21	32822.27	16481.02	62046.50
Febrero	9912.41	21246.50	8417.70	39576.61
Marzo	13587.65	25616.02	12043.10	51246.77
Abril	13540.43	28283.85	14248.08	56072.36
Mayo	12862.48	24211.00	13059.65	50133.13
Junio	12566.63	26485.73	12948.80	52001.16
Julio	13773.44	27273.39	13909.58	54956.41
Agosto	14533.06	30589.78	15405.15	60527.99
Septiembre	14673.17	32931.04	17412.47	65016.68
Octubre	13443.36	28373.85	14095.45	55912.66
Noviembre	14157.26	29880.62	14843.98	58881.85
Diciembre	13029.25	27499.82	13661.25	54190.32
Total Anual	158822.36	335213.87	166526.23	660562.45
		501740.09		

Fuente: Elaboración Propia

El volumen de entrada al circuito R-20 para el periodo de enero 2019 a diciembre del 2019 es:

$$Vol. Entr. R - 20 = 158822.36 m^3$$

El volumen de entrada al circuito R-32 para el periodo de enero 2019 a diciembre del 2019 es:

$$Vol. Entr. R - 32 Total = 501740.09 m^3$$

5.2.2. Consumo autorizado

5.2.2.1. Consumo autorizado facturado

5.2.2.1.1. Consumo autorizado facturado medido

Se ordenó y verificó los datos del catastro comercial, luego se clasificó los consumos por diferencia de lectura, para estimar el consumo autorizado facturado medido, se hizo la sumatoria de los volúmenes correspondientes y se obtuvo la tabla resumen siguiente:

Tabla 12. Volumen Consumo para Periodo de Evaluación (m3) – 2019

MES	R-20	R-32
Dic-18	9386	21567
Enero	9322	21943
Febrero	7423	18169
Marzo	6775	17559
Abril	8108	21483
Mayo	8120	21483
Junio	8494	20684
Julio	8415	20542
Agosto	8701	20502
Septiembre	9429	23724
Octubre	9664	21166
Noviembre	9385	22290
Diciembre	8196	20514
Ene-20	9492	20178
Total Anual	102032	250059

Fuente: Elaboración Propia

Ajuste por tiempo de retraso en lecturas de medidores.

Para el circuito R-20 se va a considerar una sola ruta de lectura (RUTA A), la medición se hace el día 10 de cada mes.

En el caso del circuito R-32 serán dos rutas (RUTA B – RUTA C), la medición se hace el día 15 y 20 de cada mes, respectivamente.

Tabla 13. Volumen Consumo por Ruta para Periodo de Evaluación (m³) – 2019

MES	R-20	R-32	
	Ruta A	Ruta B	Ruta C
Dic-18	9386	8626.80	12940.20
Enero	9322	8777.20	13165.80
Febrero	7423	7267.60	10901.40
Marzo	6775	7023.60	10535.40
Abril	8108	8593.20	12889.80
Mayo	8120	8593.20	12889.80
Junio	8494	8273.60	12410.40
Julio	8415	8216.80	12325.20
Agosto	8701	8200.80	12301.20
Septiembre	9429	9489.60	14234.40
Octubre	9664	8466.40	12699.60
Noviembre	9385	8916.00	13374.00
Diciembre	8196	8205.60	12308.40
Ene-20	9492	8071.20	12106.80

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se explicará el procedimiento a seguir, para aplicar la corrección por las fechas de ruta aplicada. Para el volumen de consumo del mes de Febrero del circuito R-20, el consumo del mes de Febrero lo obtendríamos el 10 de marzo, pero ese “consumo” no es desde el día 1 del mes, sino más bien desde el 10 de febrero, por ende los días netos contabilizados son 18 días.

Para proceder a la corrección, se extraerán los datos del volumen de consumo del mes de Enero pero en proporción a 10 días y del volumen de consumo del mes de Febrero en proporción a 18 días.

$$Febrero = \left\{ \left(\frac{10}{31} \right) * 9322 + \left(\frac{18}{28} \right) 7423 \right\}$$

$$Febrero = 7779.03 \text{ m}^3$$

Este proceso se repetirá para todos los meses, siempre considerando la cantidad de días de los meses. Generándose la siguiente tabla:

Tabla 14. Volúmenes Corregidos Agua Consumida, Medida, Facturada y Autorizada. 2019

MES	R-20	R-32	
	Ruta A	Ruta B	Ruta C
Enero	9342.65	8728.68	13093.03
Febrero	7779.03	7503.38	11255.08
Marzo	7240.59	7353.49	11030.24
Abril	7590.82	7994.48	11991.72
Mayo	8203.31	8685.60	13028.40
Junio	8282.02	8287.73	12431.60
Julio	8531.82	8324.09	12486.13
Agosto	8608.74	8205.96	12308.94
Septiembre	9092.77	8971.82	13457.73
Octubre	9689.58	8898.50	13347.75
Noviembre	9686.92	8972.30	13458.45
Diciembre	8680.46	8530.63	12795.95
Total	102728.70	251141.68	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2.1.2. Consumo autorizado facturado no medido

Se ordenaron y verificaron los datos del catastro comercial, y se clasificaron los consumos por: promedio y asignación, para estimar el consumo autorizado facturado no medido, se hizo la sumatoria de los volúmenes correspondientes y se obtuvo la tabla resumen siguiente:

Tabla 15. Volumen de Consumo Facturado no medido por circuito (m3) – 2019

MES	R-20	R-32
Dic-18	470	2641
Enero	283	2135
Febrero	283	1677
Marzo	350	1830
Abril	1000	2263
Mayo	999	2075
Junio	599	2213
Julio	358	1936
Agosto	531	2441
Septiembre	434	2301
Octubre	490	2383
Noviembre	436	2665
Diciembre	498	2553
Ene-20	424	2743
Total Anual	6261	26472

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2.2. Consumo autorizado no facturado

5.2.2.2.1. Consumo autorizado no facturado medido

Un posible consumo que pertenece a este acápite puede ser aquel hecho por instituciones cuyo pago esta exonerado, por algún convenio realizado. De la información entregada por SEDAPAR no se identificó ninguna Institución que aplique a la exoneración de consumo, razón por la cual se considerará un valor de 0 m³ para ambos circuitos.

Otro posible consumo es aquel utilizado para mantenimiento de instalaciones (purga de redes). Para este caso se hizo la consulta por medio del expediente N°404763, la respuesta de la Entidad fue nula. Por lo tanto, el volumen de consumo no facturado medido tendrá el valor de 0 m³ para ambos circuitos.

5.2.2.2.2. Consumo autorizado no facturado no medido

Este tipo de consumo pueden ser, aquellos usados para riego de parques o volumen de agua contra incendios.

AGUA PARA RIEGO DE PARQUES:

Se hizo una visita a todos los parques de ambos circuitos se identificó que la mayoría presentaba una conexión de agua potable, al hacerse un contraste entre el catastro virtual de SEDAMAPS y el catastro comercial, se corroboró su existencia, en consecuencia, esos volúmenes serán considerados en otro acápite. Para el caso de los parques donde no se encontraron conexiones, se hizo la consulta a trabajadores de la municipalidad, indicándose que en esos parques en específico el riego se realiza con cisternas que son abastecidas con agua proveniente de acequias o canales, estas fuentes de agua no están bajo la jurisdicción de la EPS.

VOLUMEN DE AGUA CONTRA INCENDIOS:

Se hizo llegar una solicitud a la VII Comandancia Departamental de Arequipa, para que nos pudieran dar información, la respuesta fue por medio de una llamada telefónica.

En esta llamada se nos informó que no hubo incidentes en las zonas de los circuitos en estudio.

Por lo tanto, el volumen de consumo autorizado no facturado no medido será 0 m³, para ambos circuitos.

5.2.3. Pérdidas de agua

Las pérdidas de agua se expresan como la diferencia entre el volumen de entrada al sistema y el consumo autorizado y consiste en pérdidas aparentes y reales.

$$Perdidas_{R-20} = Vol. Entr._{R-20} - Consum. Autorizado_{R-20}$$

$$Perdidas_{R-20} = 158822.36 - 108989.70$$

$$Perdidas_{R-20} = 49832.66 \text{ m}^3$$

$$Perdidas_{R-32} = Vol. Entr._{R-32} - Consum. Autorizado_{R-32}$$

$$Perdidas_{R-32} = 501740.09 - 277613.68$$

$$Perdidas_{R-32} = 224126.41 \text{ m}^3$$

5.2.3.1. Pérdidas Aparentes

5.2.3.1.1. Consumo no autorizado

Para la categoría de Consumo no Autorizado, se dividirán las conexiones como: Clandestinas e Indebidas.

Entenderemos como conexiones clandestinas a aquellas conexiones realizadas sin autorización de la EPS, y las conexiones indebidas a aquellas conexiones, que presentan

irregularidades como consumos activos de usuarios cortados, o lecturas anómalas de los micromedidores.

Según Alvarado Sánchez & Cauna Aguilar (2019) en su tesis aplicada a un sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la ciudad de Tacna-Perú, y basándose en la Guía de Reducción de Pérdidas de Agua (2011), se utilizará el valor de 5% de la micro medición para las conexiones clandestinas.

CONEXIONES CLANDESTINAS:

$$Clandestinos = 5\% * Volumen de consumo autorizado facturado$$

Para R-20:

$$Clandestinos = 5\% * 102728.70$$

$$Clandestinos = 5136.44 m^3$$

Para R-32:

$$Clandestinos = 5\% * 251141.68$$

$$Clandestinos = 12557.08 m^3$$

Las conexiones indebidas se obtienen de analizar el catastro comercial y obtener el porcentaje de número de conexiones con consumos de volumen igual a 0 por un periodo de 3 a más meses.

CONEXIONES INDEBIDAS:

$$Indebidas = \%Conexiones indebidas * Consumo autorizado facturado$$

Para R-20:

$$Indebidas_{(R-20)} = 13.94\% * 102728.70$$

$$V_{c.n.a.(R-20)} = 14320.38 m^3$$

Para R-32:

$$Indebidas_{(R-32)} = 14.33\% * 251141.68$$

$$V_{c.n.a.(R-32)} = 35988.60 \text{ m}^3$$

TOTALES:

Consumo no autorizado total por circuito:

En el R-20:

$$Consumo \text{ no autorizado}_{(R-20)} = 5136.44 + 14320.38$$

$$Consumo \text{ no autorizado}_{(R-20)} = 19456.82$$

En el R-32.

$$Consumo \text{ no autorizado}_{(R-32)} = 12557.08 + 35988.60$$

$$Consumo \text{ no autorizado}_{(R-32)} = 48545.68$$

5.2.3.1.2. Errores de medición

Se hizo la consulta al departamento de Comercialización de SEDAPAR mediante una solicitud de información, la cual fue respondida mediante llamada telefónica, indicando que no se considera este error en la toma de lecturas.

De todas formas, se considerará un valor del 5% para ser incluido en esta categoría para ambos circuitos.

Para el circuito del reservorio R-20:

$$V_{e.m.(R-20)} = 0.05 * 158822.36$$

$$V_{e.m.(R-20)} = 7941.12 \text{ m}^3$$

Para el circuito del reservorio R-32:

$$V_{e.m.(R-32)} = 0.05 * 501740.09$$

$$V_{e.m.(R-32)} = 25087.05 \text{ m}^3$$

Luego de determinar el consumo no autorizado y los errores de los medidores, se obtuvo como resultado de pérdidas aparentes.

$$Pérdidas\ aparentes_{R-20} = Consumo\ no\ autorizado + Errores\ de\ medicion$$

Para el R-20:

$$Pérdidas\ aparentes_{R-20} = 19456.82 + 7941.12$$

$$Pérdidas\ aparentes_{R-20} = 27397.94$$

Para el R-32.

$$Pérdidas\ aparentes_{R-32} = 48545.68 + 25087.05$$

$$Pérdidas\ aparentes_{R-32} = 73632.73$$

5.2.3.2. *Pérdidas Reales*

Las pérdidas reales son:

Para el R-20 son:

$$Pérdidas\ reales_{R-20} = Pérdidas_{R-20} - Pérdidas\ aparentes_{R-20}$$

$$Pérdidas\ reales_{R-20} = 49833.36 - 27397.94$$

$$Pérdidas\ reales_{R-20} = 22435.42\ m^3$$

Para el R-32 son:

$$Pérdidas\ reales_{R-32} = Pérdidas_{R-32} - Pérdidas\ aparentes_{R-32}$$

$$Pérdidas\ reales_{R-32} = 224126.41 - 73632.73$$

$$Pérdidas\ reales_{R-32} = 150493.68\ m^3$$

5.2.3.2.1. *Fugas en los circuitos*

SEDAPAR nos facilitó la información de incidencias de ambos circuitos de los reservorios en el año 2019, para este acápite se extrajo la siguiente información:

En el circuito del R-20 no hubo roturas de tuberías en el año 2019:

$$V_{f.c.(R-20)} = 0 \text{ m}^3$$

Para el caso del circuito R-32 se reportaron 38 roturas de tuberías en el año 2019. En base al tiempo promedio de respuesta entre el reporte de la incidencia a SEDAPAR hasta su reparación y tomando como referencia la entrevista telefónica que se tuvo con el jefe de Distribución, se asignará un volumen aproximado de 120 m³ por rotura. Por lo tanto, el volumen total en un año será:

$$V_{f.c.(R-32)} = 38 * 120$$

$$V_{f.c.(R-32)} = 4560 \text{ m}^3$$

5.2.3.2.2. Fuga y rebose en reservorios

Según el Informe N°041-2020/S-60400, se nos indicó que en el periodo de evaluación del año 2019 no se presentaron fugas ni reboses en los reservorios R-20 Y R-32.

Por lo tanto:

$$V_{f.r.r.(R-20)} = 0 \text{ m}^3$$

$$V_{f.r.r.(R-32)} = 0 \text{ m}^3$$

5.2.3.2.3. Fugas en conexiones domiciliarias

Al no existir reportes de roturas de tuberías de los circuitos ni de fugas en el reservorio para el periodo 2019, es que la pérdida real calculada en el punto 5.2.3.2 será asignada en su totalidad como fugas en conexiones domiciliarias, obteniendo el siguiente dato para el circuito del R-20:

$$V_{f.c.d.(R-20)} = 22435.42 \text{ m}^3$$

Para el caso del circuito R-32 se reportaron 798 incidentes en conexiones domiciliarias en el año 2019. Siguiendo el mismo criterio del cálculo de las fugas en los circuitos, pero

aplicado a conexiones domiciliarias es que se trabajará con un volumen aproximado de 182.87 m³ por incidente. Por lo tanto, el volumen total en un año será:

$$V_{f.c.d.(R-32)} = 798 * 182.87$$

$$V_{f.c.d.(R-32)} = 145933.68 \text{ m}^3$$

5.3. RESULTADOS

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-20:

VOLUMEN DE ENTRADA AL CIRCUITO (158,822.36 m ³)	CONSUMO AUTORIZADO (108,989.70 m ³)	CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO (108,989.70 m ³)	CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO MEDIDO (102,728.70 m ³)	CONSUMOS MEDIDOS O ESTIMADOS (108,989.70 m ³)
			CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO NO MEDIDO (6,261.00 m ³)	
		CONSUMO AUTORIZADO NO FACTURADO (0 m ³)	CONSUMO AUTORIZADO NO FACTURADO MEDIDO (0 m ³)	AGUA NO FACTURADA (49,832.66 m ³)
			CONSUMO AUTORIZADO NO FACTURADO NO MEDIDO (0 m ³)	
	PERDIDAS DE AGUA (49,832.66 m ³)	PERDIDAS APARENTES (27,397.94 m ³)	CONSUMO NO AUTORIZADO (19,456.82 m ³)	
			ERRORES DE MEDICION (7,941.12 m ³)	
		PERDIDAS REALES (22,434.72 m ³)	FUGAS EN LOS CIRCUITOS (0 m ³)	
			FUGAS Y REBOSE EN RESERVORIOS (0 m ³)	
			FUGAS EN CONEXIONES DOMICILIARIAS (22,434.72 m ³)	

Figura 19. Cuadro de Balance Hídrico del Circuito del R-20.
Fuente: Elaboración Propia

Del Balance Hídrico del Circuito del R-20 se puede concluir que:

- El Volumen de Entrada al Circuito es: 158,822.36 m³
- El Consumo Autorizado es: 108,989.70 m³
- Las pérdidas de Agua son: 49,832.66 m³

Con los valores antes detallados, se puede calcular el % de Agua no Facturada (ANF) para el Circuito del Reservoirio R-20 para el Año 2019, obteniéndose: 31.38%.

Para el caso de este circuito, se ha encontrado que el porcentaje de ANF coincide con el de perdidas, esto debido a que en este circuito no existen consumos autorizados no facturados.

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-32:

VOLUMEN DE ENTRADA AL CIRCUITO (501,740.09 m ³)	CONSUMO AUTORIZADO (277,613.68 m ³)	CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO (277,613.68 m ³)	CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO MEDIDO (251,141.68 m ³)	CONSUMOS MEDIDOS O ESTIMADOS (277,613.68 m ³)
			CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO NO MEDIDO (26,472.00 m ³)	
		CONSUMO AUTORIZADO NO FACTURADO (0 m ³)	CONSUMO AUTORIZADO NO FACTURADO MEDIDO (0 m ³)	AGUA NO FACTURADA (224,126.41 m ³)
			CONSUMO AUTORIZADO NO FACTURADO NO MEDIDO (0 m ³)	
	PERDIDAS DE AGUA (224,126.41 m ³)	PERDIDAS APARENTES (73,632.73 m ³)	CONSUMO NO AUTORIZADO (48,545.68 m ³)	
			ERRORES DE MEDICION (25,087.05 m ³)	
		PERDIDAS REALES (150,493.68 m ³)	FUGAS EN LOS CIRCUITOS (4,560.00 m ³)	
			FUGAS Y REBOSE EN RESERVORIOS (0 m ³)	
			FUGAS EN CONEXIONES DOMICILIARIAS (145,933.68 m ³)	

Figura 20. Cuadro de Balance Hídrico del Circuito del R-32.
Fuente: Elaboración Propia

Del Balance Hídrico del Circuito del R-32 se puede concluir que:

- El Volumen de Entrada al Circuito es: 501,740.09 m³
- El Consumo Autorizado es: 277,613.68 m³
- Las pérdidas de Agua son: 224,126.41 m³

Con los valores antes detallados, se puede calcular el % de Agua no Facturada (ANF) para el Circuito del Reservorio R-32 para el Año 2019, obteniéndose: 44.67%.

Para el caso de este circuito, el porcentaje de ANF también coincide con el de perdidas, ya que tampoco se encontraron consumos autorizados no facturados.



CAPITULO VI

SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

CAPITULO VI

6. SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

6.1. TOPOGRAFÍA

6.1.1. Trabajo en Gabinete

6.1.1.1. Fuentes de Información

Para la obtención de la topografía del circuito del reservorio R-20, se recurrió al plano 93-D: “Plano Básico de Arequipa – Zona Sabandía”.

Para el circuito del reservorio R-32 se utilizaron los siguientes planos del proyecto “Redes de Agua Potable y Alcantarillado Socabaya”:

- RD-1: Red General de Desagüe Socabaya
- CA-2: Conexiones Domiciliarias de Agua La Pampa
- RA-05: Línea de Aducción La Pampa – Planta y Perfil

Estos planos fueron entregados por SEDAPAR en formato PDF y JPG.

6.1.1.2. Desarrollo

1. Una vez fueron entregados los planos tanto en PDF como formato Imagen, fueron importados al Autocad, para así comenzar con el trazado de las curvas por encima de estos.



Figura 21. RD-1: Red General de Desagüe Socabaya

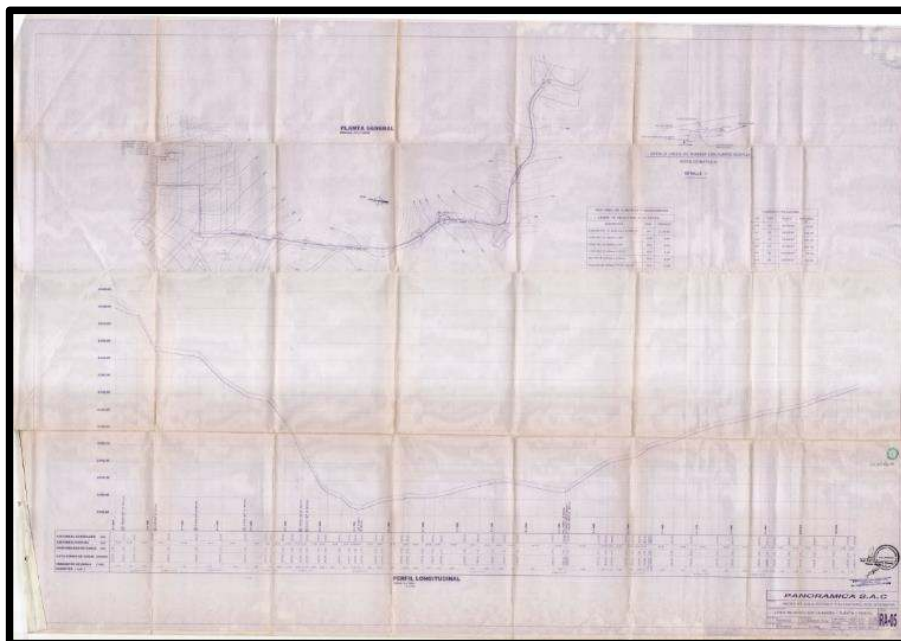


Figura 22. CA-2: Conexiones Domiciliarias de Agua La Pampa.

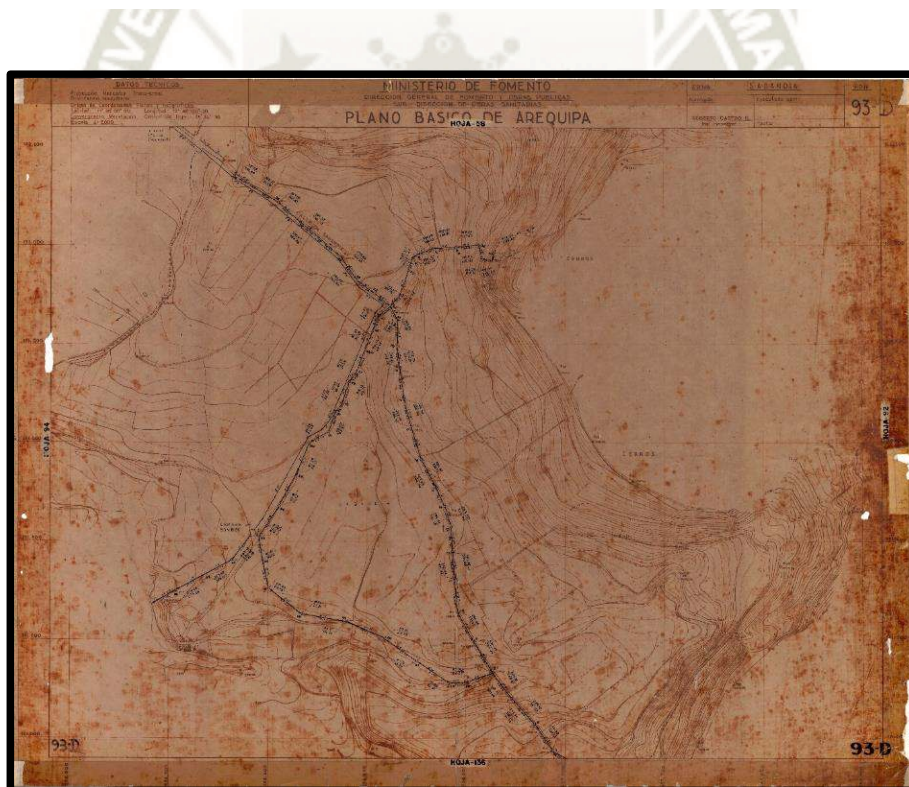


Figura 23. RA-05: Línea de Aducción La Pampa – Planta y Perfil.

2. Una vez trazadas las curvas de nivel, fueron llevadas al Civil3D, para que sean georreferenciadas y escaladas.
3. Para la georreferenciación, se abrió la paleta “*ToolSpace*” una vez ubicado el nombre del archivo, se ingresó a la opción “*Edit Drawing Settings*”, para configurar las unidades (Metros), el sistema de coordenadas (UTM, WGS84 DATUM), su zona (19-Sur) y la escala (1).

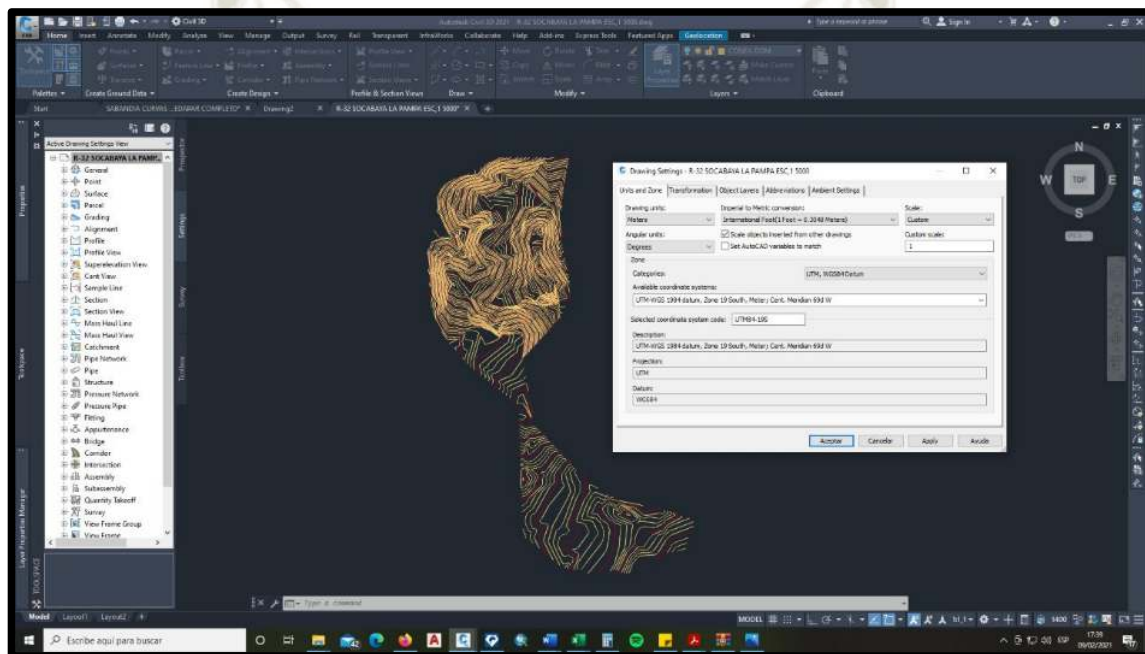


Figura 24. Configuración de georreferenciación.
Fuente: Elaboración Propia.

4. Finalmente, se activará la imagen satelital de fondo, para hacer la verificación de la correcta posición de las curvas de nivel.

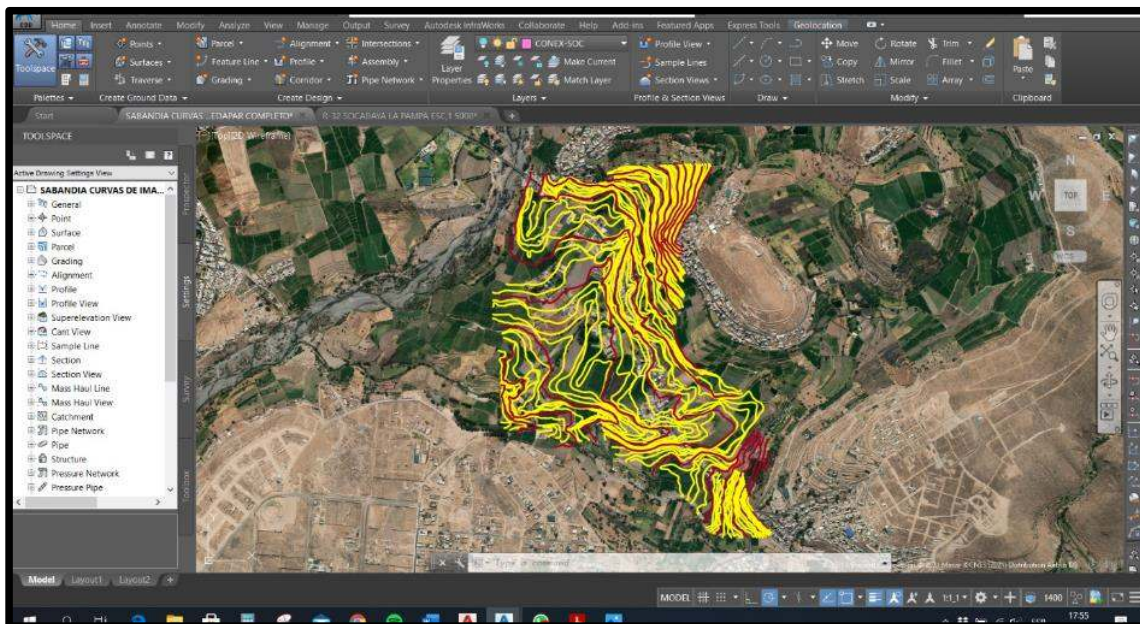


Figura 25. Verificación de Curvas de Nivel con Imagen satelital.
Fuente: Elaboración Propia.

6.1.2. Trabajo en Campo

Para hacer el ajuste de elevaciones, se tomó como base el BM AQP 023 que se encuentra en el techo de la caseta de válvulas del reservorio R-20, la marca de estación es un disco de bronce de 9 cm de diámetro, que esta incrustado en un bloque de concreto de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 30 cm de alto.

Características del BM:

NORTE (Y): 8179684.1725

ESTE (X): 233701.3955

ALTURA: 2435.946 m.s.n.m.

Para el R-32 se utilizó el BM AQP 019 ubicado en el techo del reservorio, la marca de estación es un disco de bronce de 9 cm de diámetro que esta incrustado en un bloque de concreto de las mismas medidas que en el R-20.

Características del BM

NORTE (Y): 8177203.567

ESTE (X): 230502.939

ALTURA: 2371.019 m.s.n.m.

AJUSTE DE CURVAS DE NIVEL

Para el circuito del R-20

Para hacer el ajuste de altura, se ubicó un buzón visible desde el reservorio R-20, primero se verificó en que curva de nivel se encontraba este buzón de la topografía dibujada, el valor es 2418 m.s.n.m., luego del cálculo proveniente del replanteo con nivel de ingeniero y regla realizado en campo, se obtuvo que la cota en el mismo buzón (Ver BZ 3 en ANEXO 2a) es 2418.716 m.s.n.m.

El plano altimétrico y planimetría de nivelación para el circuito del Reservorio R-20, se adjunta en el ANEXO 2a

Entonces como el trabajo hecho en campo es en base a un BM conocido ubicado en la parte superior del reservorio, será considerado como nuestro valor base. Al comparar ambas cotas para el mismo buzón, se obtiene una diferencia de 0.716 metros, para la corrección del modelo usaremos el valor de +1.00 m. A continuación, se muestra el cálculo de la nivelación:

R-20				
PUNTOS	ATRÁS	ESTACIÓN	ADELANTE	COTA
BM	1.042	2436.988		2435.946
PC	0.488	2433.514	3.962	2433.026
PC	0.368	2430.232	3.65	2429.864
BZ1			1.849	2428.383
PC	0.148	2426.472	3.908	2426.324
PC	0.448	2423.238	3.682	2422.79
BZ2			2.43	2420.808
PC	0.035	2420.211	3.062	2420.176
BZ3		2418.716	1.495	2418.716
BZ4		2418.269	1.942	2418.269

Figura 26. Cálculo de nivelación para R-20.
Fuente: Elaboración Propia

Para el circuito del R-32

Para el caso del R-32 se seguirá la misma metodología, del circuito del R-20 utilizaremos el BZ3, el cual, en el replanteo realizado en campo, nos dio una cota de 2350.949 m.s.n.m., mientras que en el plano con curvas tienes una cota de 2348.86 m.s.n.m., tenido una diferencia entre cotas de 2.089 m, para la corrección del modelo usaremos el valor redondeado de +2.00 m.

El plano altimétrico y planimetría de nivelación para el circuito del Reservorio R-32, se adjunta en el ANEXO 2b

R-32				
PUNTOS	ATRÁS	ESTACIÓN	ADELANTE	COTA
BM	0.556	2371.575		2371.019
PC	1.088	2369.82	2.843	2368.732
PC	1.108	2368.041	2.887	2366.933
PC	0.601	2364.693	3.949	2364.092
PC	1.67	2362.772	3.591	2361.102
BZ1			0.61	2362.162
PC	0.448	2359.449	3.771	2359.001
BZ2			1.449	2358
PC	0.352	2355.867	3.934	2355.515
PC	0.731	2353.261	3.337	2352.53
BZ3			2.312	2350.949

Figura 27. Cálculo de nivelación para R-32.
Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, una vez, definidas las correcciones, para las topografías de ambos circuitos, adicionaremos las alturas correspondientes a las curvas de nivel.

6.2. CATASTRO DE REDES Y CONEXIONES DOMICILIARIAS

6.2.1. Fuentes de Información

Para la elaboración del catastro se recurrió a diversos planos en formato digital:

- Planos de Lotización de COFOPRI (Organismo de Formalización de la Propiedad Informal).
- Planos del PETT (Proyecto Especial Titulación de Tierras y Catastro Rural).
- Catastro Virtual SEDAPARMAPS

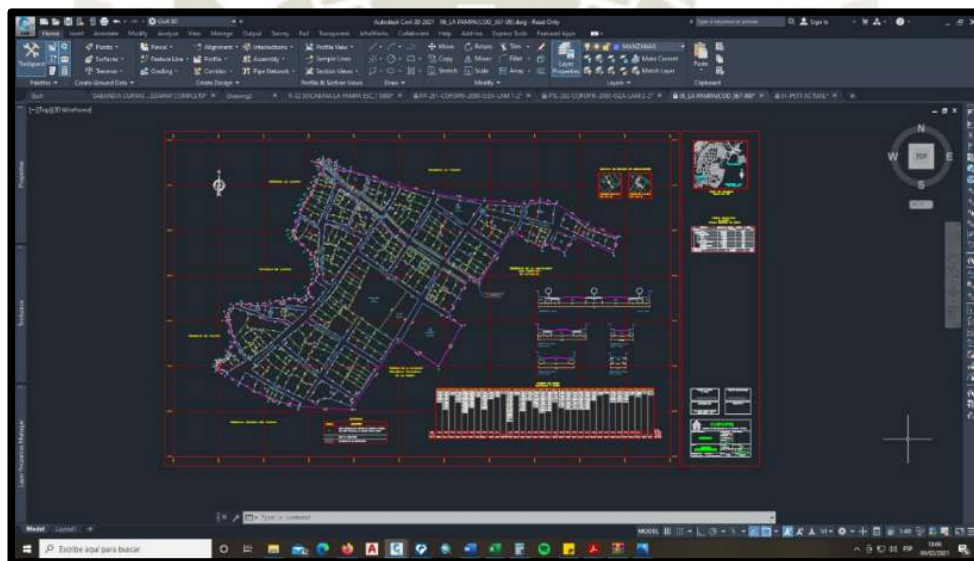


Figura 28. Planos de Lotización de COFOPRI en formato CAD.
Fuente: Elaboración Propia.

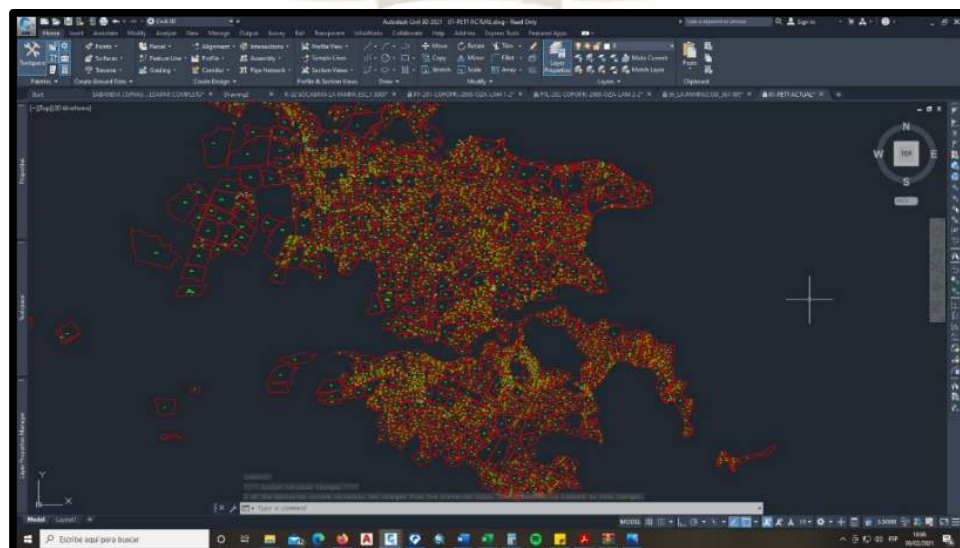


Figura 29. Planos del PETT en formato CAD.
Fuente: Elaboración Propia.

6.2.2. Desarrollo

1. Una vez teniendo los planos topográficos georreferenciados, se agregó la información de los planos de lotización de COFOPRI y planos del PETT para los circuitos de ambos reservorios
2. Una vez ubicadas las lotizaciones, y las zonas de cultivo, se consultó al Plano de Catastro de Agua Potable del 2018, para extraer la siguiente información:
 - Ubicación de tuberías
 - Ubicación de válvulas
 - Ubicación de grifos
 - Diámetro y material de tuberías
3. Se consolidó toda la información en un solo plano, tal como se muestra en la siguiente Figura:

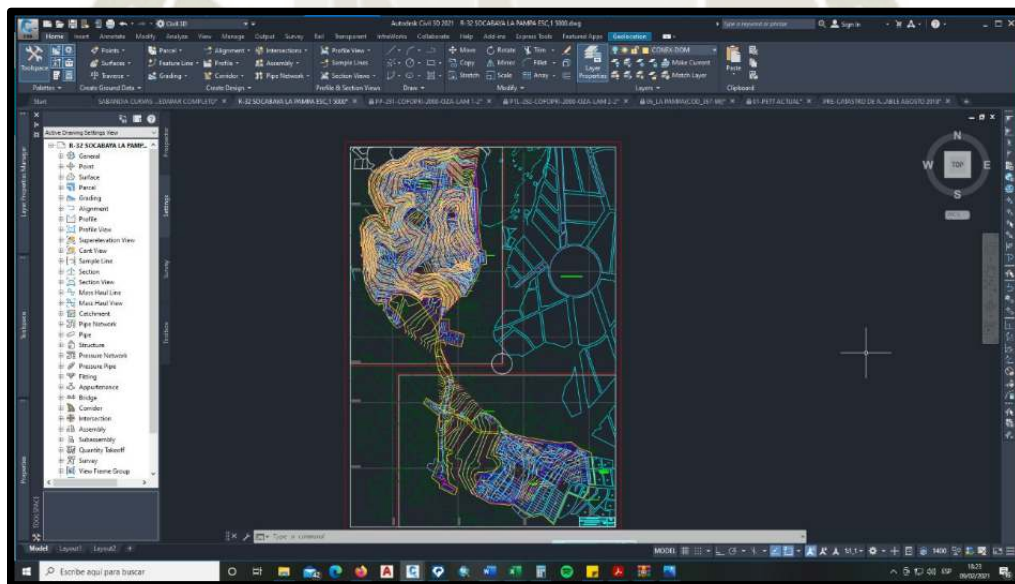


Figura 30. Consolidado de lotización y zonas de cultivo.
Fuente: Elaboración Propia.

4. Paso siguiente, se accedió al Catastro Virtual SEDAPARMAPS, y con ayuda del mapa de contratos y el catastro comercial, se inició con la búsqueda y asignación de cada conexión domiciliaria a sus respectivos lotes, para ambos circuitos de abastecimiento.

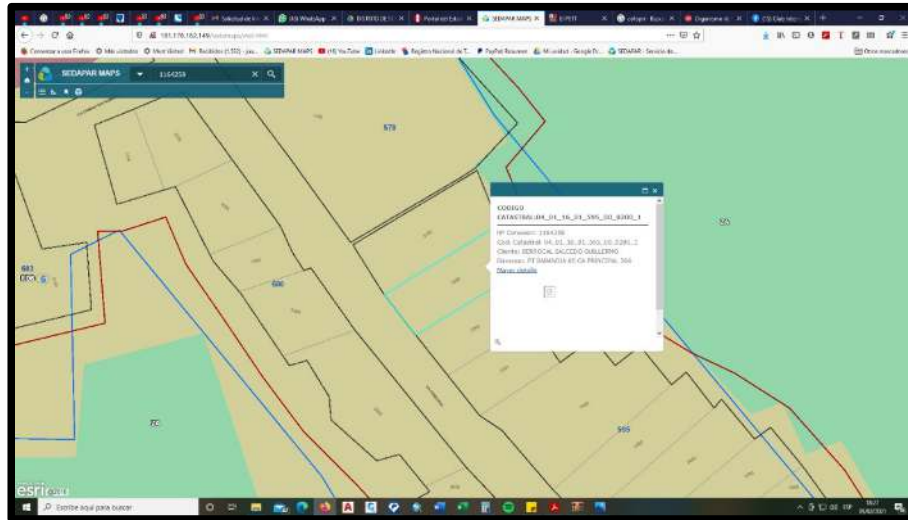


Figura 31. Mapa de Contratos de SEDAPARMAPS

5. Finalmente, se verificaron todas las conexiones existentes en el Catastro Comercial, y fueron trazadas en el plano, diferenciándolas por su Categoría, generándose los siguientes planos:

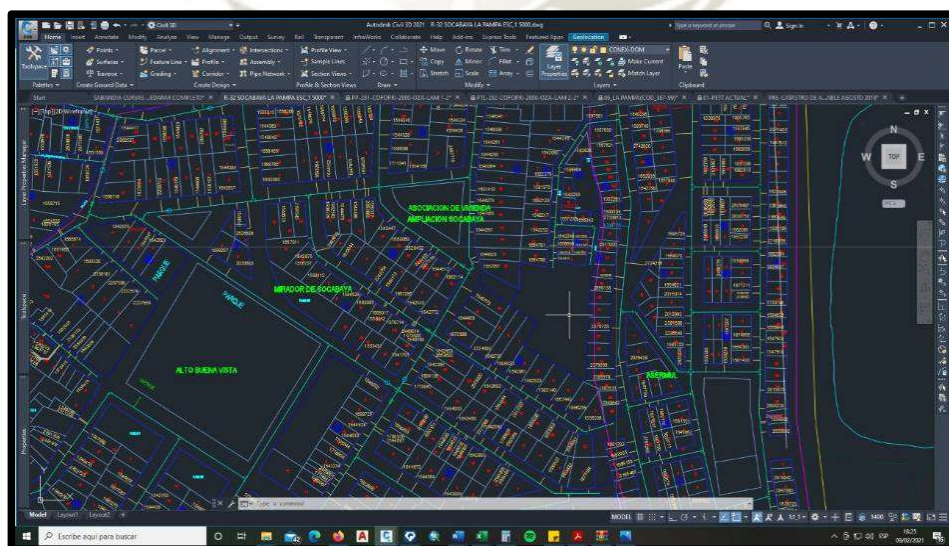


Figura 32. Catastro de redes y conexiones acabado.
Fuente: Elaboración Propia.

6.3. MODELACIÓN HIDRÁULICA CON WATERGEMS

6.3.1. Construcción Topológica

Una vez terminada la conformación del Catastro, se procedió a apagar las capas existentes, sólo dejando las polilíneas que corresponden a las redes, una vez culminado esto, es guardó la topología del circuito en formato .DXF. Es necesario verificar que los puntos iniciales y finales de estas queden unidas entre sí, con el fin de no generar algún error en *WaterGems*.

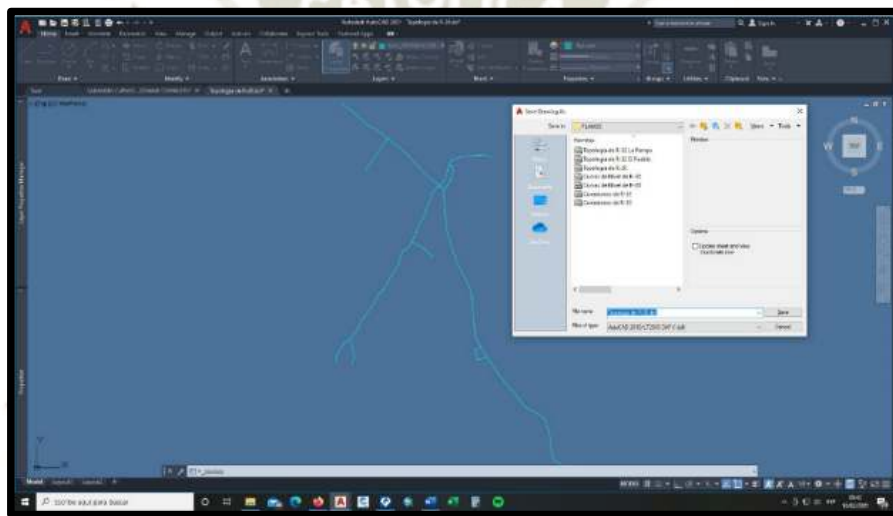


Figura 33. Topología de Circuito en Formato .DXF.

Fuente: Elaboración Propia.

Se abre el programa *WaterGEMS* y en la pestaña Home, sección “*Common Tools*”, se encontrará la opción “*Model Builder*”, se le da click y se ingresa una nueva entrada, se eligen las unidades apropiadas, se les da formato a las capas y se construye el modelo. Para asegurarse de tener una topología correcta se utilizó la opción “*Network Navigator*”, para verificar la existencia de nodos aislados y tuberías no conectadas.

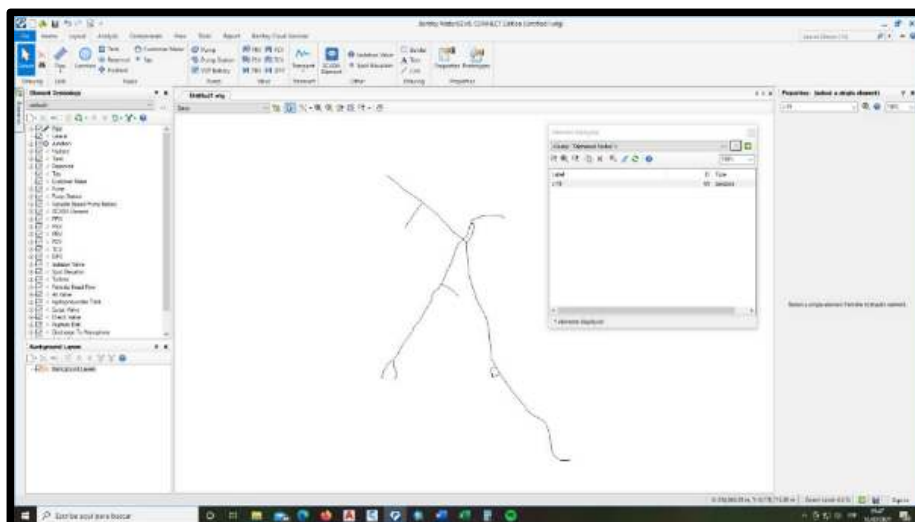


Figura 34. Importación de topología a WaterGEMS, con ModelBuilder.
Fuente. Elaboración Propia.

6.3.2. Información de la estructura

6.3.2.1. Tanque

Para la modelación, se utilizará el elemento “Tank”, para simular el reservorio en la vida real, para ello necesitamos la siguiente información.

Información obtenida en campo para el Reservorio R-20:

ELEVACIÓN BASE: 2431.00
ELEVACIÓN MÍNIMA: 2432.00
ELEVACIÓN INICIAL: 2434.50
ELEVACIÓN MÁXIMA: 2435.00

Información obtenida en campo para el Reservorio R-20:

ELEVACIÓN BASE: 2363.00
ELEVACIÓN MÍNIMA: 2364.00
ELEVACIÓN INICIAL: 2366.50
ELEVACIÓN MÁXIMA: 2367.00

6.3.2.2. Válvulas

Para la modelación, se utilizará el elemento “*Isolate Valve*”. Para la identificación y ubicación de las válvulas, será extraída del catastro virtual de SEDAPARMAPS, Obteniéndose lo siguiente:

R-20		R-32 PUEBLO		R-32 PAMPA	
Nº	CODIGO	Nº	CODIGO	Nº	CODIGO
1	V-5841	1	V-5891	1	V-5870
2	V-9528	2	V-5890	2	V-5869
3	V-5842	3	V-5888	3	V-5868
4	V-5845	4	V-5887	4	V-5867
5	V-5846	5	V-5886	5	V-5865
6	V-5847	6	V-5889	6	V-5866
7	V-5848	7	V-5884	7	V-5863
8	V-5849	8	V-5885	8	V-5864
9	V-5844	9	V-5883	9	V-1871
10	V-5843	10	V-5877	10	V-5862
11	V-5851	11	V-5876	11	V-5861
12	V-5850	12	V-5875	12	V-5860
13	V-5852	13	V-10471	13	V-5859
14	V-5853	14	V-5873	14	V-5858
15	V-5854	15	V-5874	15	V-5857
16	V-5855	16	V-5872		
		17	V-10472		
		18	V-5881		
		19	V-5880		
		20	V-5879		
		21	V-5882		
		22	V-5878		
		23	V-10483		
		24	V-11770		
		25	V-10482		
		26	V-10480		
		27	V-10481		
		28	V-10478		
		29	V-10479		
		30	V-10477		
		31	V-10476		
		32	V-9407		
		33	V-10474		
		34	V-10475		

Figura 35. Cuadro de válvulas de circuitos de estudio.
Fuente: Elaboración Propia

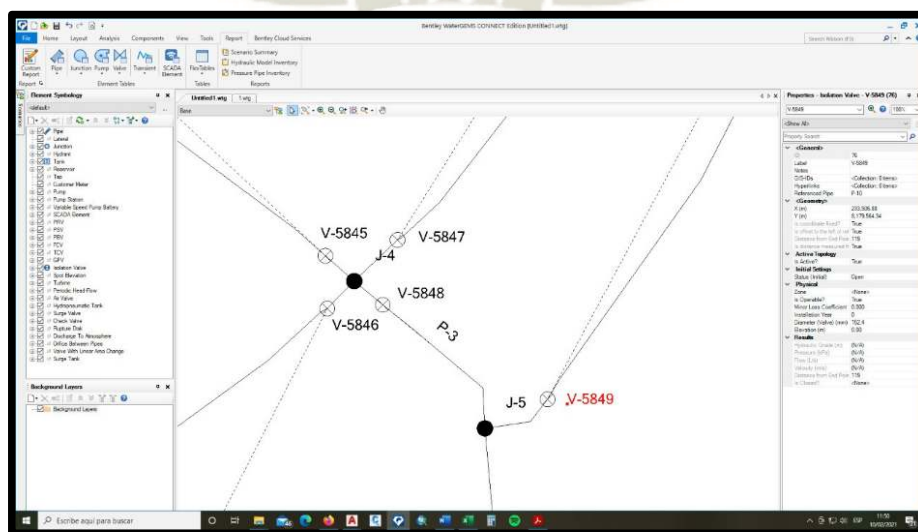


Figura 36. Vista de válvulas ingresadas a WaterGEMS.
Fuente: Elaboración Propia

6.3.3. Asignación de elevaciones

En un documento aparte, se separan sólo las curvas de nivel para ser guardadas en un archivo con formato .DXF, previo a esto, es importante asegurarse de que todos los puntos del circuito estén dentro de los límites de las curvas.

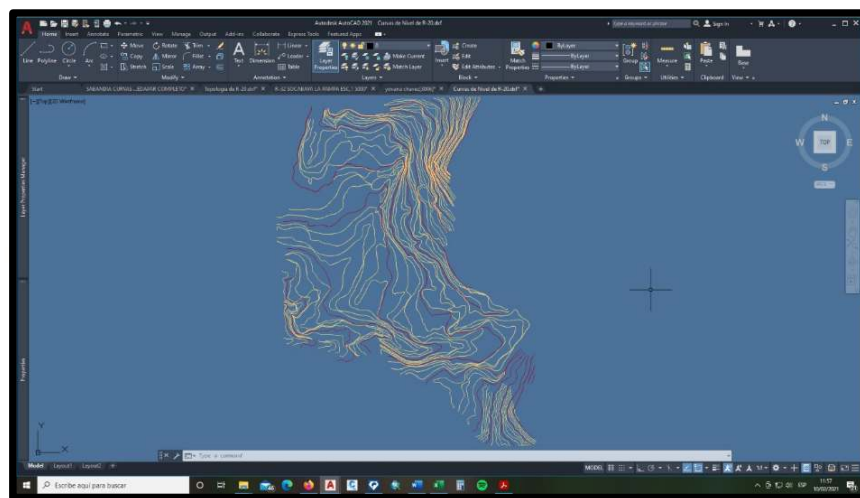


Figura 37. Curvas de Nivel en formato .DXF.

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez guardadas las curvas en formato .DXF, serán cargadas al software como un “Background” para que seguidamente se vaya a la pestaña “Tools”, donde se buscará la opción “TRex”, se identifica el documento, y se asigna la característica de elevación a los nodos y al finalizar se tendrá nodos con elevaciones asignadas.

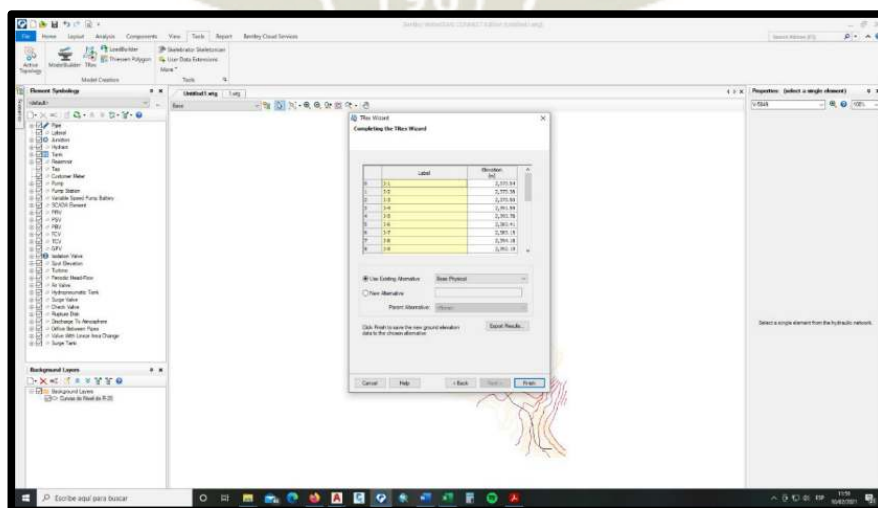


Figura 38. Ejecución de Comando "TRex".

Fuente: Elaboración Propia.

6.3.4. Clasificación de Conexiones

Previo a la asignación de las demandas, primero se identificó la cantidad de conexiones consignadas en el último mes de estudio (Diciembre-2019), y se clasificaron según su categoría.

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-20:

Tabla 16. Resumen de conexiones por categoría para Modelación del Circuito del R-20.

MESES/CATEGORIA	DOM.	COM.	IND.	EST.	SOC.	Nº CONEXIONES TOTALES
DICIEMBRE	252	11	3	7	2	275

Fuente: Elaboración Propia

NOTA: Para el caso de las Conexiones Sociales (14 en total), 1 ubicada dentro del sector, que no representó mayores problemas, y los 13 restantes correspondientes a Piletas ubicadas en los límites exteriores del circuito, pero aun así abastecidas por el Reservoirio, razón por la cual, la demanda de las mismas, fue asignada como una sola, al Junction J-12, considerándose finalmente, un total de 275 conexiones para el Circuito del Reservoirio R-20.

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-32:

Tabla 17. Resumen de conexiones por categoría para Modelación del Circuito del R-32.

MESES/CATEGORIA	DOM.	COM.	IND.	EST.	SOC.	Nº CONEXIONES TOTALES
DICIEMBRE	1495	18	4	9	9	1537

Fuente: Elaboración Propia

NOTA: Para el caso del Circuito del R-32, se hizo una verificación con la información de SEDAMAPS y el Catastro Comercial (1541 conexiones en total), encontrándose una incongruencia en 4 conexiones domiciliarias, que figuraban en uno, mas no el otro, razón por la cual no fueron consideradas para el modelamiento, trabajándose finalmente con un total de 1537 conexiones para el Circuito del Reservoirio R-32.

6.3.5. Estimación de demandas

Se separan las conexiones domiciliarias, su ubicación y su nomenclatura, y se guardan en un archivo con formato .DXF. Adicionalmente, se crea una hoja de Excel con los códigos de conexión y los caudales promedios diarios.

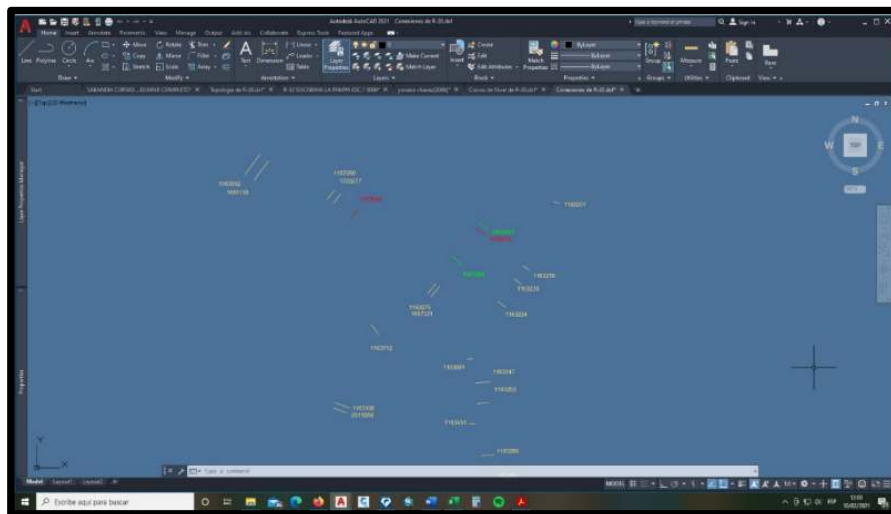


Figura 39. Conexiones en formato .DXF.

Fuente: Elaboración Propia.

Luego con ayuda del Software ArcMap, se convertirá la información del dibujo en puntos de conexión con su respectivo caudal, al finalizar esto, se guardará el archivo con formato *Shape File*.

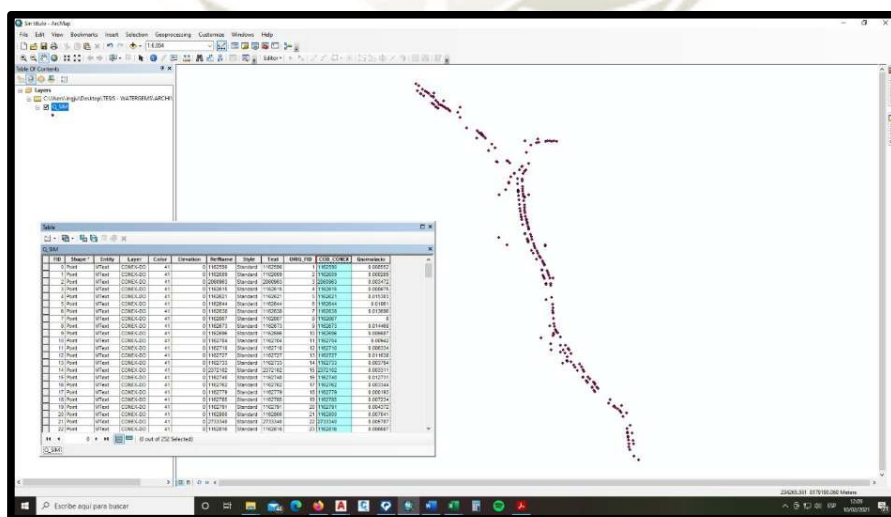


Figura 40. Asignación de Caudales a las conexiones en ArcMap.

Fuente: Elaboración Propia.

Después se abre WaterGEMS y en la pestaña “Home”, sección “Common Tools”, se encuentra la opción “Model Builder”, y se ingresa el archivo generado en ArcMap en formato *Shape File*, aquí se edita la información para que se lea el código de conexión correspondiente con su caudal, al finalizar aparecerá cada una de las conexiones en el modelo.

Finalmente, vamos a la pestaña “Tools”, opción “Load Builder”, en esta parte se configurará el modelo, para que las demandas de cada conexión sean dirigidas a las tuberías más cercanas, para que luego sean repartidas a los nodos.

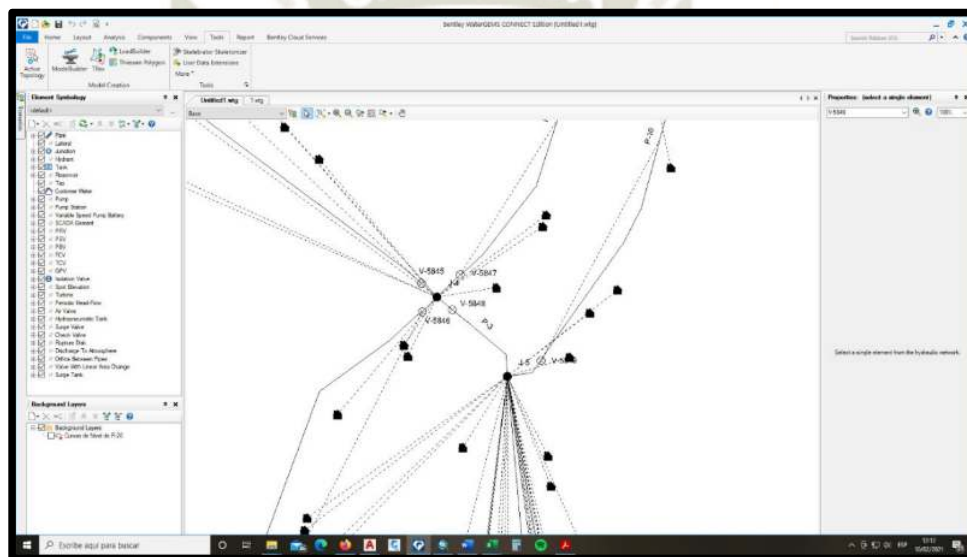


Figura 41. Asignación de Conexiones a Tuberías.

Fuente: Elaboración Propia

6.3.6. Calibración

Para saber con más certeza la ubicación de la toma de datos se tuvo una llamada con el jefe del Departamento de Distribución, en la cual nos indicó ubicaciones aproximadas.

Se tomará la presión máxima a lo largo de todo el año para la calibración, esto demostrará el estado funcional más crítico del circuito.

Al realizar la simulación, el software brinda la información de las presiones en los “Junctions”, centraremos nuestro análisis de calibración en los nudos más cercanos a las ubicaciones brindadas por SEDAPAR.

A continuación, se crearon dos alternativas en el software, una modificando el coeficiente de rugosidad tanto de las tuberías de PVC y las de Asbesto Cemento y el otro aplicando el %ANF (el cual se calculó en el capítulo de Balance Hídrico) para amplificar los caudales de ambos circuitos, simulando estas pérdidas en nuestro modelo.

Tomando en cuenta la edad promedio de las tuberías y el material instaladas en el circuito del Reservorio R-20, se propone una reducción en el coeficiente de Rugosidad de Hazen-Williams (C) equivalente a un 30% de la tubería nueva. Para el caso del circuito del Reservorio R-32 la reducción será equivalente al 10%.

Las presiones entregadas por SEDAPAR a utilizar en la calibración, fueron hechas en los siguientes puntos:

- La ubicación aproximada de medición para el circuito del Reservorio R-20: para la zona más baja, nos comentaron que es por la zona del mismo Molino de Sabandia, por lo tanto, tomaremos como nudo de referencia el J-8. Para la zona media, se nos indicó el sector de la Posta Medica de Sabandia, por ello se tomará la referencia el nodo J-4. Finalmente, para la zona alta se nos indicó el sector de entrada a la Quinta las Romañas, en consecuencia, se tomará la referencia el nodo J-18.
- Para el caso del circuito del Reservorio R-32, la medición en la zona alta la hicieron en la Urb. Villa Socabaya (ASERMUL) entre las manzanas “J” y “K”, se tomó en cuenta el nodo J-77. Para la zona media se hizo la medición en la Asociación Ampliación Socabaya entre las manzanas “P”, “T” y “W”, se tomó en cuenta el nodo J-84. Para la zona baja se hicieron las medidas en la Av. Daniel Alcides Carrión, referencia a la entrada del Pueblo Tradicional La Pampa, se tomó en cuenta el nodo J-318.

Una vez cargadas al modelo estas dos correcciones, hacemos la simulación, la cual nos muestra los siguientes resultados:

Tabla 18. Comparativa entre presiones modeladas y presiones encontradas en campo para el Circuito del R-20.

Zona	Nudo	Presión m.c.a. (Calibración)	Presión m.c.a. (SEDAPAR)	Error (%)
Alta	J-18	35	31	12.9
Media	J-4	39	35	11.4
Baja	J-8	48	45	0.6

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Comparativa entre presiones modeladas y presiones encontradas en campo para el Circuito del R-32.

Zona	Nudo	Presión m.c.a. (Calibración)	Presión m.c.a. (SEDAPAR)	Error (%)
Alta	J-77	30	35	14.3
Media	J-84	44	40	10
Baja	J-318	51	57	10.5

Fuente: Elaboración Propia

Según el M. Sc. Ing. Juan Carlos Gutiérrez Araujo (2020) estamos dentro del nivel aceptable de calibración para medidas de presión, ya que el error se encuentra en el rango de $\pm 15\%$ de la presión en los puntos de comparación.

6.3.7. Ejecución de simulación

Se aplicó el comando “*Compute*” ejecutando el análisis del programa, sin mostrar errores. Los resultados obtenidos como presiones y velocidades, para tuberías y nodos serán adjuntados en el ANEXO 3a y ANEXO 3b.

A large, faint watermark of the Universidad Católica de Santa María seal is centered in the background. The seal features a central cross, a book, and a lamp, with the university's name and the year 1961. The text "CAPITULO VII" and "SECTORIZACIÓN" is overlaid on the seal.

CAPITULO VII

SECTORIZACIÓN

CAPITULO VII

7. SECTORIZACIÓN

7.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-20:

- En el pre-catastro del circuito del Reservoirio R-20 entregado por SEDAPAR, se pudieron identificar un total de 16 válvulas de seccionamiento.
- Luego de la verificación en el modelo hidráulico, se comprobó que las presiones cumplían en todos los puntos del circuito, porque lo que no fue necesario la consideración de Válvulas Reductoras de Presión (VRP), en el sistema.

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-32 (PUEBLO):

- En el pre-catastro del circuito del Reservoirio R-32 entregado por SEDAPAR, se pudieron identificar un total de 34 válvulas de seccionamiento.
- Luego de la verificación en el modelo hidráulico, se comprobó que algunos puntos del circuito superaban las presiones permisibles establecidos en la Norma OS.050. Razón por la cual, será necesario la consideración de Válvulas Reductoras de Presión (VRP).

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-32 (PAMPA):

- En esta zona del circuito del Reservoirio R-32, se pudieron identificar un total de 15 válvulas.
- Al verificar las presiones de servicio, se comprobó que las presiones no superaban los límites permisibles establecidos en la Norma OS.050 en ninguno de los puntos del circuito, por lo que no se encontraron problemas.

7.2. SECTORIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-20:

- Se consideraron las siguientes válvulas: V-5845, V-5846, V-5847 y V-5848 como límites preliminares para la sectorización, al seguir este criterio, se identificaron 3 sectores.
- Luego de la verificación y de la delimitación de los sectores, se decidió considerar la válvula V-5849 como parte del seccionamiento, y que esta permanezca cerrada. Obteniéndose finalmente un total de 4 sectores.
- Adicionalmente, se propone la colocación de 2 Válvula de Sectorización adicionales a las ya existentes, con el fin de optimizar el funcionamiento del circuito, y reducir el número de usuarios afectados en caso de incidencias operacionales y/o mantenimientos, las cuales son las siguientes:
 - Para el Sector N°1: La Válvula VS1-10 que se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 233677.18; S: 8179704.37).
 - Para el Sector N°3: La válvula de Sectorización, la VS3-10 que se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 233348.85; S: 8179328.95).
- El resto de válvulas no fueron consideradas como parte del seccionamiento, estas seguirán cumpliendo su función operacional, como estaba previsto originalmente.

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-32 (PUEBLO):

- Luego de que se verificaran las presiones en el modelo calibrado del Circuito R-32, se propuso la consideración de dos VRP, distribuidas de la siguiente forma:
 - La VRP-01 ubicado aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 230166.90; S: 8177198.07).
 - La VRP-02 ubicado aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 230193.32; S: 8177611.90).

- Al ser un circuito cerrado, de mayor tamaño que el caso anterior, se tomó como consideración para la sectorización las 2 VRP como límites preliminares, obteniéndose dos sectores marcados. Una vez realizado esta primera prueba, aún se tenían sectores muy grandes, razón por la cual se decidieron agregar 3 Válvulas adicionales, que permanecerán cerradas con el fin de crear sectores más pequeños, estas válvulas son:

- La VP-01, se utilizará para separar los sectores 01 y 06, esta se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 230574.29; S: 8177137.56).
- La VP-02, se utilizará para separar los sectores 03 y 05, esta se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 230135.97; S: 8177514.52).
- La VP-03, se utilizará para separar los sectores 04 y 05, esta se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 230132.47; S: 8177116.75).

Una vez ubicadas las Válvulas antes mencionadas, y tratando de guardar relación entre longitud de tubería y número de conexiones domiciliarias por cada sector, se obtuvo finalmente un total de 6 sectores.

- Para el Sector N°01, se encuentra delimitado por las válvulas: V-5882, V-5889 y VP-01. (Las dos últimas que permanecerán cerradas).
- Para el Sector N°02, se encuentra delimitado por las válvulas: V-5889, V-5891; V-5890; V-5886 y V-5885 (todas permanecerán cerradas excepto la última) y finalmente VRP-2.
- Para el Sector N°03, se encuentra delimitado por las válvulas: VP-02, V-5886, V-5890, y V-5891 (Todas permanecerán cerradas) y finalmente VRP-2. En el extremo de la tubería P-2, donde conectaba con el Junction J-10, se realizó un cambio en la Topología de la red, reemplazando un tramo conectado por una Tee de 75mm, por un tapón de 75mm y un codo de 90° x 75mm.

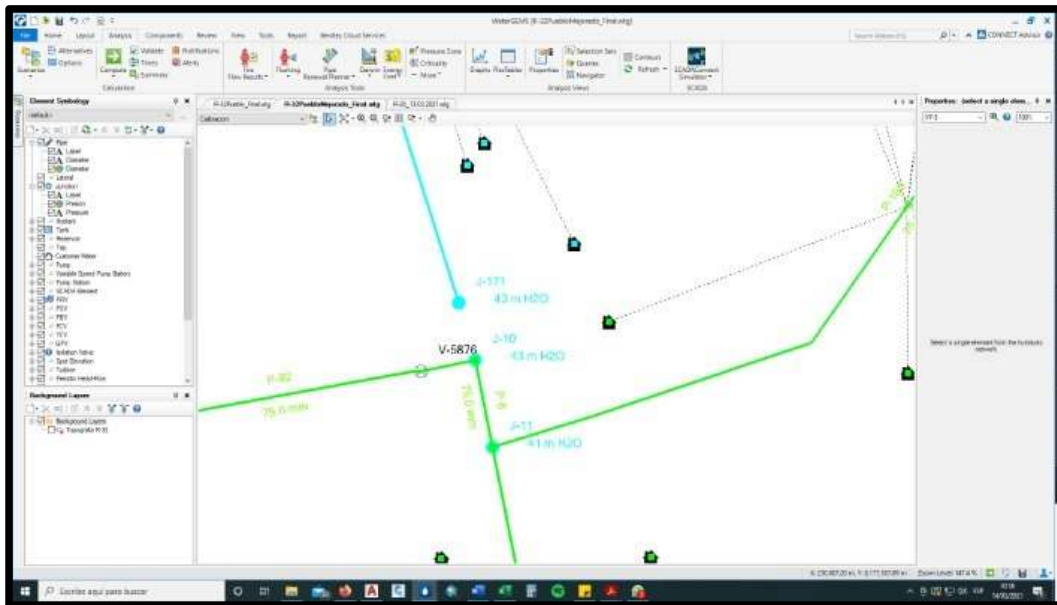


Figura 42. Separación de tramo de tubería, para el Sector N°03.
Fuente: Elaboración Propia.

- Para el Sector N°04, se encuentra delimitado por las válvulas: VP-03 la cual permanecerá cerrada, y la VRP-1. En el extremo de la tubería P-1, donde conectaba con el Junction J-131, se realizó un cambio en la Topología de la red, reemplazando un tramo conectado por una Tee de 75mm, por un tapón de 75mm y un codo de 90° x 75mm.

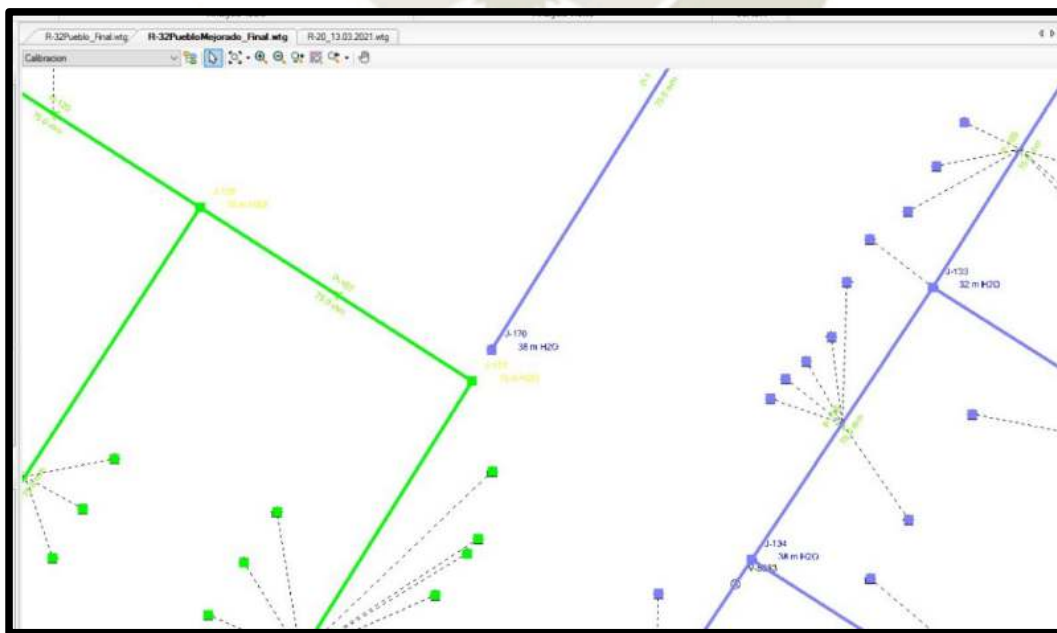


Figura 43. Separación de tramo de tubería, para el Sector N°04.
Fuente: Elaboración Propia

- Para el Sector N°05, se encuentra delimitado por las válvulas: VP-03, VP-02, V-5878, V-5881 y V-5885 (las dos primeras permanecerán cerradas) y finalmente VRP-1.
- Para el Sector N°06, se encuentra delimitado por las válvulas: V-5878 y VP-01 (la última permanecerá cerrada).
- Finalmente, se propone la colocación de 10 Válvula de Sectorización adicionales a las ya existentes, con el fin de optimizar el funcionamiento del circuito, y reducir el número de usuarios afectados en caso de incidencias operacionales y/o mantenimientos, las cuales son las siguientes:
 - Para el Sector N°01: VS1-01 que se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 230510.7931; S: 8177365.43); la VS1-02 que se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 230561.46; S: 8177377.93) y la VS1-03 que se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 230613.11; S: 8177393.87).
 - Para el Sector N°02: VS2-01 que se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 230395.19; S: 8177653.80).
 - Para el Sector N°03: VS3-01 que se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 229984.80; S: 8177710.07); la VS3-02 que se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 230034.83; S: 8177690.15) y la VS3-03 que se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 230174.89; S: 8177666.45).
 - Para el Sector N°04: VS4-01 que se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 229914.99; S: 8176946.57).
 - Para el Sector N°05: VS5-01 que se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 230410.34; S: 8177161.52) y la VS5-02 que se ubicará aproximadamente en: (Zona: 19 Sur; E: 230298.86; S: 8177096.13).

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-32 (PAMPA):

- Al considerar el tamaño de este sub - circuito, y considerando que tiene una línea de abastecimiento independiente que viene directo del reservorio, se consideró toda esta zona como un solo sector (Sector N°07), cuyo ingreso será controlado por la válvula V-5870.

7.3. RESULTADOS

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-20:

- En este circuito, podemos observar la creación de los 4 sectores propuestos, se puede observar que existen dos sectores más grandes (Sector N°03 y Sector N°04), esto es debido a que, dadas las características del Circuito, que es abierto, se consideró la distribución original como base para proponer la sectorización.

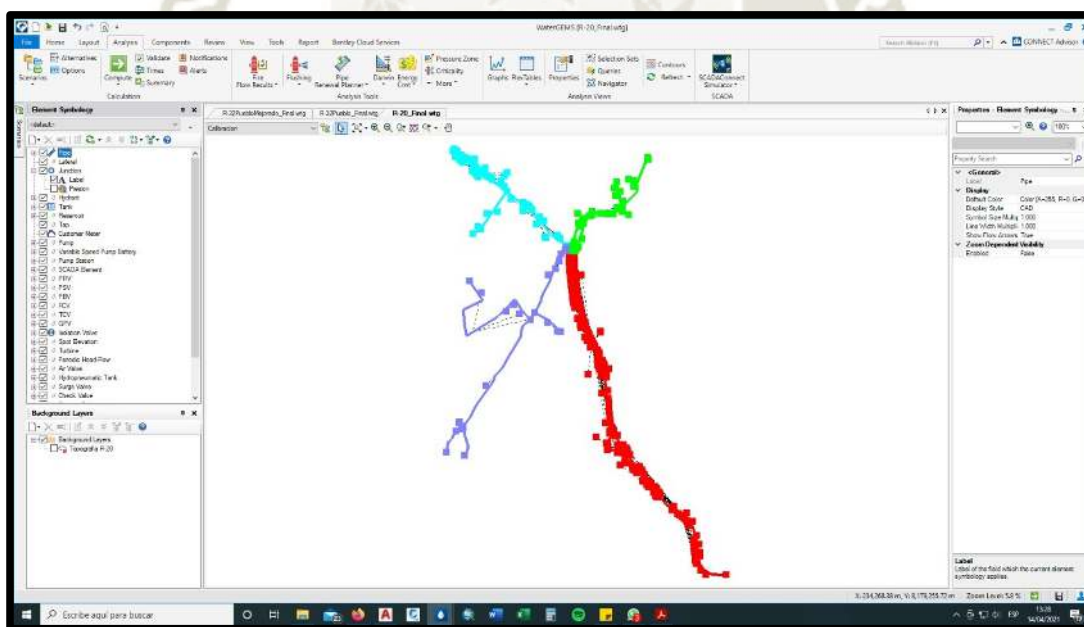


Figura 44. Esquema de Sectorización Circuito del R-20.

Fuente: Elaboración Propia.

- Una vez implementados todos los cambios en el modelo hidráulico, se procesó la información en el programa, y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 20. Datos de Sectores Propuestos para el Circuito del R-20.

NOMBRE DE SECTOR	LONGITUD (M)	# CONEXIONES
SECTOR 1	718	28
SECTOR 2	680	57
SECTOR 3	1627	19
SECTOR 4	1475	171

Fuente: Elaboración Propia

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-32 (PUEBLO Y PAMPA):

- Este circuito corresponde a una red cerrada, para el mismo se consideraron un total de 7 sectores (6 sectores ubicados en el Pueblo, 1 Sector ubicado en la Pampa), como se describió anteriormente, en este circuito se agregaron 10 nuevas válvulas con el fin de establecer límites entre los sectores propuestos.

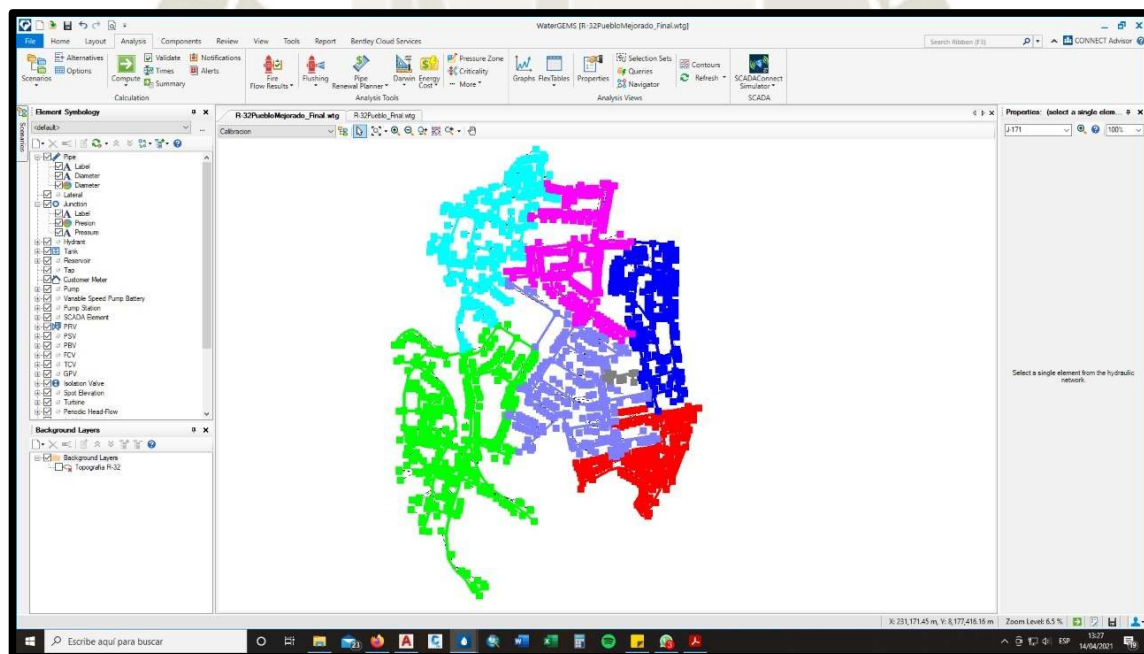


Figura 45. Esquema de Sectorización Circuito del R-32 (Pueblo).

Fuente: Elaboración Propia.

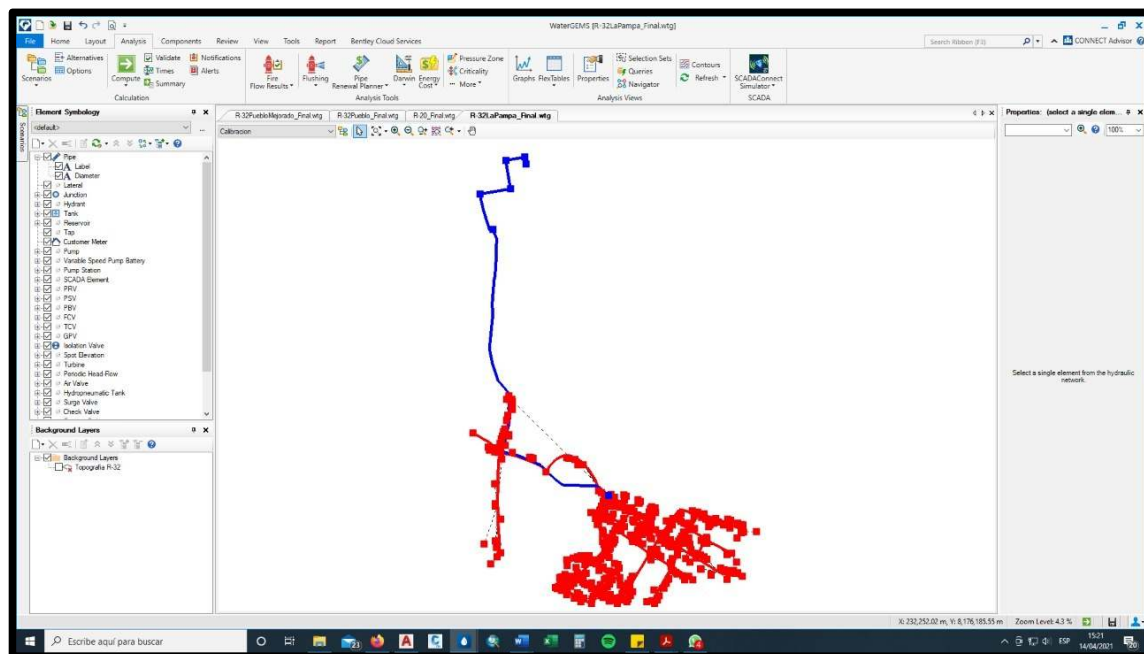


Figura 46. Esquema de Sectorización Circuito del R-32 (Pampa).

Fuente: Elaboración Propia.

- Una vez implementados todos los cambios en el modelo hidráulico, se procesó la información en, y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 21. Datos de Sectores Propuestos para el Circuito del R-32.

NOMBRE DE SECTOR	LONGITUD (M)	# CONEXIONES
SECTOR 1	2322	163
SECTOR 2	2005	194
SECTOR 3	2779	197
SECTOR 4	4267	284
SECTOR 5	2709	199
SECTOR 6	1898	162
SECTOR 7	6272	330

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Existen 8 conexiones domiciliarias conectadas a la línea de Aducción del sector de la Pampa (Sector N°07) están no están consideradas dentro del mismo.

Comparación de Puntos de Alta Presión Modelo Original vs Modelo Mejorado

Como se mencionó anteriormente, en el Circuito del R-32, existían 54s nodos con presiones superiores a 50 m.c.a.; aplicada la Sectorización y Gestión de Presiones, presentamos las nuevas presiones en estos puntos críticos:

Tabla 22. Gestión de presiones en puntos críticos (m.c.a.)

NODO	PRESIÓN ORIGINAL	PRESION MEJORADO	NODO	PRESIÓN ORIGINAL	PRESION MEJORADO
J-1	52	28	J-80	56	32
J-2	52	28	J-83	63	40
J-5	53	29	J-96	63	39
J-6	54	30	J-97	64	41
J-9	53	29	J-100	58	34
J-10	67	43	J-101	63	39
J-11	64	41	J-102	53	29
J-12	59	35	J-103	52	28
J-13	59	36	J-110	50	26
J-14	59	35	J-117	64	40
J-15	57	33	J-123	68	44
J-18	52	29	J-124	56	32
J-19	50	27	J-125	59	35
J-26	66	42	J-126	65	41
J-27	66	42	J-137	57	33
J-28	59	35	J-145	70	47
J-37	59	36	J-148	56	33
J-38	54	31	J-149	62	38
J-44	58	34	J-151	61	37
J-47	57	33	J-154	64	40
J-48	56	32	J-157	65	41
J-52	53	29	J-160	55	31
J-55	61	37	J-163	54	30
J-56	58	34	J-164	71	47
J-65	63	40	J-166	56	32
J-66	63	39	J-168	64	40
J-75	56	32	J-169	58	35

Fuente: Elaboración Propia

A large, faint watermark of the Universidad Católica de Santa María seal is centered in the background. The seal features a shield with a cross, a book, and a lamp, surrounded by the university's name and the year 1961.

CAPITULO VIII

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN

CAPITULO VIII

8. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN

8.1. COMPONENTE A: SECTORIZACIÓN Y GESTIÓN DE PRESIONES.

8.1.1. Descripción

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-20:

Para el R-20, se propone la aplicación de la sectorización, desarrollada en el capítulo anterior, para la implementación de la misma, es importante, en primer lugar, que se realice una verificación del estado actual de todas las válvulas del circuito, una vez verificado, se procedería a la instalación de 3 caudalímetros electromagnéticos, distribuidos de la siguiente forma:

- Para el Sector N°02: Se propone la colocación de un caudalímetro próximo a la Válvula V-5845, a la entrada del Sector.
- Para el Sector N°03: Se propone la colocación de un caudalímetro próximo a la Válvula V-5846, a la entrada del Sector.
- Para el Sector N°04: Se propone la colocación de un caudalímetro próximo a la Válvula V-5848, a la entrada del Sector.

CIRCUITO DEL RESERVORIO R-32:

Para el caso del R-32 (Pueblo y Pampa), se propone una solución similar con la instalación de caudalímetros a la entrada de cada sector, distribuyéndolos de la siguiente forma:

- Para el Sector N°01: Se propone la colocación de un caudalímetro próximo a la Válvula V-5882, a la entrada del Sector.
- Para el Sector N°02: Se propone la colocación de un caudalímetro próximo a la Válvula V-5885, a la entrada del Sector.
- Para el Sector N°03: Se propone la colocación de un caudalímetro próximo a la Válvula V-5888 y la VRP-2, a la entrada del Sector.

- Para el Sector N°04: Se propone la colocación de un caudalímetro próximo a la Válvula V-5877 y la VRP-1, a la entrada del Sector.
- Para el Sector N°05: Se propone la colocación de un caudalímetro próximo a la Válvula V-5881 a la entrada del Sector.
- Para el Sector N°06: Se propone la colocación de un caudalímetro próximo a la Válvula V-5878 a la entrada del Sector.
- Para el Sector N°07: Se propone la colocación de un caudalímetro próximo a la Válvula V-5870 a la entrada del Sector.

8.1.2. Costo

- El Componente A, tiene un monto total de S/. 360,988.13 (sin IGV)
- El Presupuesto, Análisis de Precios Unitarios, Relación de Insumos y Cronograma Gantt correspondientes a este componente, serán adjuntados en el Anexo N°6

8.2. COMPONENTE B: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA GIS PARA MONITOREO DE FUGAS EN OFICINA DE CONTROL OPERACIONAL.

8.2.1. Descripción

Este componente consiste en la recopilación permanente de la siguiente información: Coordenadas GPS, Dirección, Tipo de incidencia, Día y Hora de la incidencia, Diámetro y Material de Tubería, Número aproximado de Usuarios Afectados y otros.

Estos datos, serían implementados en un GIS, y consignando en una base de datos.

Una de las ventajas más resaltantes de la implementación de este sistema, sería que, al poder monitorear el estado de la red de manera continua con la información actualizada de las incidencias operacionales, esta serviría como punto de partida para la elaboración de mejores Balances Hídricos, que nos permitan tomar decisiones de intervención temprana en los casos donde sea necesario.

8.2.2. Costo

- El Componente B, tiene un monto total de S/. 8,290.00 (sin IGV)
- El Presupuesto, Análisis de Precios Unitarios y Relación de Insumos correspondientes a este componente, serán adjuntados en el Anexo N°7

CONCLUSIONES

- Del Balance Hídrico, se obtuvieron los porcentajes de ANF de 31.38% (49,832.66 m³) y 44.67% (224,126.41m³) para el Circuito del Reservorio R-20 y el Circuito del Reservorio R-32, respectivamente. Estos volúmenes de agua dejados sin cobrar, representan pérdidas que ascienden aproximadamente a S/. 341,079.04 para el año 2019 (considerando S/.1.245/m³ de cargo para el periodo 2015-2020 de la categoría Doméstica de 10-30 m³/mes).
- SEDAPAR en su Plan Estratégico Institucional 2018-2022 (Aprobado por Resolución N°924-2018/S-20001) tenía como meta para el año 2019 un porcentaje máximo de ANF del 27% a nivel Arequipa Metropolitana, basándonos en este dato, se evidencia que el funcionamiento del Circuito del R-32 no es eficiente, esto debido a que supera al porcentaje de ANF meta de SEDAPAR en un 17.67%, caso similar ocurre en el Circuito del R-20, que supera este porcentaje en un 4.38%. De los valores obtenidos, se demuestra la necesidad de mejora para ambos circuitos, justificando la toma de acciones (Sectorización y Gestión de Presiones) para lograrlo.
- La Topografía ha sido generada a partir de planos existentes de la zona, que una vez digitalizados, fueron calibradas, verificados en campo y referenciados a los BM de los reservorios. Respecto a la información de los usuarios y de las redes, esta ha sido obtenida de SEDAPAR, contrastada con su catastro comercial, y verificada en la zona. Ambos documentos fueron unificados para la elaboración de un Plano Esquemático de Red y Conexiones Domiciliarias con Elevaciones, el cuál fue utilizado para la elaboración del Modelo Hidráulico. Podemos concluir que la información generada es útil, y está actualizada al último mes del periodo de evaluación considerado en esta Tesis (Diciembre-2019) y puede servir como punto de partida para futuras mejoras y/o ampliaciones de estos circuitos.

- El Modelo Hidráulico generado, simula el estado actual de la red, ya que combina información como (conexiones domiciliarias, elevaciones, diámetros de tubería y ubicación de válvulas), es una fuente confiable para la obtención de información de los Circuitos del R-20 y R-32. Al ejecutar el análisis del Software pudimos identificar algunos problemas funcionales en los circuitos (Falta sectorización y presiones muy elevadas), es basándonos en este análisis, y con ayuda del programa, que se empezaron a formular las primeras propuestas de solución, una de ellas, el de la sectorización no sólo en busca de una mejora del funcionamiento, sino también el control de estos circuitos. Concluyendo que es un importante punto de partida para la toma de decisiones en la búsqueda de la optimización de un Circuito.
- De la Sectorización:
 - Para el Circuito del R-20 se propusieron 4 sectores, 2 válvulas de seccionamiento adicionales (Sector N°01 y N°03) y 3 caudalímetros (Sector N°02, N°03 y N°04) para el volumen del sector restante (Sector N°01) se calculará como la diferencia entre la suma de los volúmenes de los 3 caudalímetros de los otros sectores y el Macromedidor del Reservorio.
 - Para el Circuito del R-32, se propusieron 7 Sectores, 13 de válvulas de seccionamiento adicionales (4 en el Sector N°01, 1 en el Sector N°02, 4 en el Sector N°03, 2 en el Sector N°04 y 2 en el Sector N°05). 2 válvulas Reductoras de Presión (Sector N°03 y Sector N°04), 2 cortes de tubería (Sector N°03 y Sector N°04) y 7 caudalímetros.

- De la Propuesta de Optimización:
 - **Componente A:** Tomando como Referencia la Guía para la Reducción de la Pérdida del Agua, en dos de sus casos de estudio, el primero en Santo Amaro - Brasil y el segundo en Huaraz- Perú, donde luego de la aplicación de sectorización y Gestión de Presiones se pudieron recuperar volúmenes de Agua importantes para ambos, casos, creemos que estos modelos pueden ser replicados para los Circuitos de los Reservorios R-20 y R-32, planteando como meta, alcanzar un máximo de un 27% de ANF para ambos casos, en un periodo de 1 año. Al alcanzar estos porcentajes, se estarían recuperando volúmenes importantes de agua: aprox. 6,950 m³ para el Circuito del R-20 y aprox. 88,657 m³ para el Circuito del R-32.
 - **Componente B:** La implementación del sistema GIS para monitoreo de fugas tiene como finalidad una mejora en la administración del servicio de agua. Esta buena práctica se ha visto replicada en otras EPS a nivel Mundial (India, Brasil y Portugal), teniendo resultados positivos. A largo plazo representa una inversión que busca la modernización de la gestión del Recurso Hídrico.
 - Desde el enfoque económico, se determinará la viabilidad de la propuesta de optimización con la evaluación del VAN (Valor Actual Neto), el TIR (Tasa Interna de Retorno) y B/C (Beneficio/Costo).

Tabla 23. Flujo de caja de Propuesta de Optimización: Componente A y B (S/.)

COMPONENTE												
A	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	
Gastos	-360,988.13					-18,049.41						
Recupero		119,103.39	32,224.14	32,224.14	25,883.90	12,519.27	12,519.27	10,353.56	6,022.15	5,176.78	2,812.41	
COMPONENTE												
B												
Gastos	-8,290.00	-3,040.00	-3,040.00	-3,040.00	-3,040.00	-4,690.00	-3,040.00	-3,040.00	3,040.00	3,040.00	-4,690.00	
Recupero												
FLUJO	-369,278.13	116,063.39	29,184.14	29,184.14	22,843.90	-10,220.14	9,479.27	7,313.56	2,982.15	2,136.78	-1,877.59	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24. Indicadores de evaluación económica de la Propuesta.

Parámetros	Valores
COK	25%
VAN	-S/ 232,195.15
TIR	-21%
B/C	0.41

Fuente: Elaboración Propia

- A partir del análisis económico se evaluó la propuesta concluyendo que no es viable, ya que se obtiene un VAN de -S/. 232,195.15, además el análisis costo-beneficio dio como resultado 0.4, el cual es menor que uno, lo cual indica pérdida.
- Desde el enfoque social es necesaria la implementación de la propuesta debido a la problemática de la falta de continuidad de agua potable, problemas de presión, fugas y otros.
- Al realizar el balance de ambos enfoques, se debe priorizar el enfoque social, debido a que la finalidad de la propuesta ayudara a mejorar la calidad del servicio de agua potable, representando una inversión que no sólo busca mejorar la administración del recurso hídrico, sino también elevar la satisfacción de los beneficiarios de estos circuitos.
- Luego de hacer el Balance Hídrico, proponer una Sectorización y Reducir Presiones en los puntos críticos, se puede concluir que:
 - En el circuito del Reservoirio R-20: No se ha podido identificar mucha problemática en el funcionamiento del mismo, pero de igual forma, luego de aplicadas las propuestas planteadas, se pueden recuperar volúmenes importantes de agua, los cuales representarán un ahorro económico para la EPS.
 - En el circuito del Reservoirio R-32: Se ha identificado un alto volumen de agua no facturada, así como presiones altas en algunos puntos críticos. Con la

aplicación de las propuestas planteadas no sólo se solucionarán estos problemas, sino también, generarán un ahorro económico a la EPS, además, con los volúmenes recuperados de Agua, se podría aumentar la continuidad del servicio de Agua Potable pasando de 15 horas diarias a 20 horas diarias.



RECOMENDACIONES

- Es a partir del Balance Hídrico que se pueden tomar decisiones respecto a la optimización de un circuito o red, la precisión del Balance Hídrico depende de la calidad de la información generada, actualmente toda la información se encuentra muy dispersa, y no existe una sola base de datos que consolide toda la información necesaria para su elaboración. Consideramos que es importante realizar este análisis de forma anual y reiterativa para monitorear las redes constantemente.
- Se recomienda que SEDAPAR tenga información topográfica de la mayoría de los circuitos de Arequipa de una manera integrada, para así facilitar la Modelación Hidráulica de todos los sistemas, para ayudar a la implementación de propuestas de mejoras, y servir como base para futuras ampliaciones.
- Se recomienda tener periodos de mantenimiento y revisión más continuos para comprobar el estado físico de los micromedidores. Actualmente esta información no se realiza de forma adecuada por parte de la EPS.
- Para el caso del Circuito del R-20, se recomienda renovar las redes de material Asbesto Cemento en su totalidad, ya que este material puede representar un daño a la salud de los usuarios y su antigüedad puede afectar el funcionamiento del circuito.
- Para mantener la Sectorización operativa, se recomienda hacer un ejercicio de válvulas, de forma anual, para ambos circuitos.
- Al ser el agua un recurso que va a escasear en unos años, es necesario concientizar a la población y generar una adecuada cultura sanitaria y de cuidado del agua potable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado Sánchez, N., & Cauna Aguilar, H. (2019). Análisis del índice de Pérdidas para mejorar el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de Sector VI de la Ciudad de Tacna - Tacna. *[Tesis de Pre-grado] Universidad Privada de Tacna*. Tacna.
- Arocha Ravelo, S. (1977). *Abastecimientos De Agua (Teoría y Diseño)*. Caracas.
- Arrojo, P. (Diciembre de 2020). "Debemos entender y asumir que los servicios de agua y saneamiento son clave para garantizar la salud pública". (P. González-Cebrián, Entrevistador) *Revista iAgua Magazine* N°32 (pág. 40-41).
<https://www.iagua.es/magazine/32>
- Aschilean, I., Badea, G., Giurca, I., & Naghiu, G. S. (2017). *Determining priorities concernig water distribution network rehabilitation*. Bucharest: Energy Procedia.
- Bentley Hydraulics and Hydrology Modeling. (30 de Noviembre de 2020). Curso Fundamentos WaterCAD/WaterGEMS - Parte 8: Calibración de Modelos Hidráulicos. *[Video Youtube]*.
- Bentley Systems Inc. (2017). *WaterGEMS Connect Edition*. https://prod-bentleycdn.azureedge.net/-/media/files/documents/product-data-sheet/pds_watergems_ltr_es_lr.pdf?la=es-es&modified=20180116163226
- Blog Ingeniería Civil . (27 de Junio de 2011). *Ingeniería Civil*. Obtenido de Redes de distribución ramificadas - Diseño y asignación de caudales a nudos.: Redes de distribución ramificadas - Diseño y asignación de caudales a nudos.
- Braga, B. (20 de Marzo de 2015). El problema no es la falta de Agua, sino su mala gestión. (S. Blázquez, Entrevistador).
https://elpais.com/elpais/2015/03/20/planeta_futuro/1426855527_122774.html
- Campbell Gonzales, E. (Septiembre de 2013). Propuesta para una Metodología de Sectorización de Redes de Abastecimiento de Agua Potable. *[Tesis de máster de*

ingeniería hidráulica y medio ambiente - Universidad Politécnica de Valencia].

España.

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/39139/Tesina%20Master%20Ingenieria%20hidraulica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Campbell Gonzales, E. (2017). Sectorización de redes de abastecimiento de agua potable basada en detección de comunidades en redes sociales y optimización heurística.

[Tesis doctoral no publicada]. Universitat Politècnica de València. España.

<http://hdl.handle.net/10251/86206>

Casanova, L. (2002). *Topografía Plana*. Mérida.

Cengel, Y., & Cimbala, J. (2006). *Mecánica de Fluidos - Fundamentos y Aplicaciones*.

Obregon - Mexico: McGraw - Hill.

Delgado-Galván, X., Mora Rodríguez, J., & Ortiz Medel, J. (2015). *Los Servicios de Agua y Drenaje con una Visión Integral*. Guanajuato: Universidad de Guanajuato.

http://www.lenhs.ct.ufpb.br/wp-content/uploads/arquivos/SEREA_2015.pdf

EPS SEDAPAR S.A. . (2019). Rendición de Cuentas y Desempeño EPS al IV Trim. Año 2018. *Indicadores de Calidad de Servicio*, (pág. 16). Arequipa.

Fragoso, L., Ruiz y Zurvia Flores, J. R., & Toxky López, G. (2016). La Sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 29-43.

García-Salas, J.-C., & Chocat, B. (2009). La Modelación en el Campo de la Ingeniería Hidráulica: Reflexiones y Discusión sobre las Causas de Error y sus Consecuencias.

Revista Aqua-LAC, pág. 1. <http://aqua-lac.org/index.php/Aqua-LAC/article/view/30/15>

GIZ, IEC, FHNW, IWG Y KIT. (2011). GUIA PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA (Un enfoque en la gestión de la presión).

- Gupta , A., & Kulat, K. D. (2018). *A Selective Literature Review on Leak Management Techniques for Water Distribution System*. Nagpur: Springer Science Business Media B.V.
- Iglesias, M. S. (30 de Junio de 2016). *EADIC formación y consultoría*.
<https://www.eadic.com/caracteristicas-de-la-red-de-distribucion-de-agua-potable/>
- INEI. (2018). *Resultados Definitivos del departamento de Arequipa*. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Lima.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1551/
- Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (UPV). (2021). *IIAMA*. EPANET 2.00.12 ESP: <https://www.iiama.upv.es/iiama/es/transferencia/software/epanet-esp>
- Llangarí Daquilema, J. E. (2019). Modelado Hidráulico de la Red de Abastecimiento de Agua Potable al Cantón Alusí, Provincia de Chimborazzo - Ecuador. Diagnóstico de la situación actual y Propuestas de Mejoras. [Tesis de Maestría]. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia .
- Millette, J., Boone, R., Rosentilal, M., & McCabe, J. (1981). *The Need to Control Abestos Fibers in Potable Water Supply Systems*. Amsterdam : Elsevier Scientific Publishing Company.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. *OS.050 Redes de Distribución de Agua para consumo humano*. Lima, Perú.
- Periódico La Vanguardia . (03 de Marzo de 2018). El Foro Mundial del Agua debate en Brasil el futuro de un recurso cada vez más escaso. *La Vanguardia*.
<https://www.lavanguardia.com/natural/20180319/441698471583/celebracion-foro-mundial-del-agua-brasil.html>
- Rocha Felices, A. (2007). *Hidráulica de Tuberías y Canales*. Lima: UNI.

- Saavedra, J. (2014b). Determinación del Agua no Facturada en el Sistema de Agua Potable del Sector 165 de la Gerencia de Servicios Centro - SEDAPAL. *[Tesis para Título Profesional - Universidad Nacional de Ingeniería]*. Lima, Perú.
- SUNASS. (2018c). Introducción a la gestión de pérdidas del agua Ing. Marion Vogel Asesora / GIZ. *Aspectos Conceptuales de la Gestión de Pérdida de Agua - GIZ* (pág. 20). Lima: SUNASS.
- Vegas, O., Martínez, F., & Tzatchkov, V. (2021). iDistritos: Sectorización de modelos de redes hidráulicas de Epanet. *Revista Hidrolatinoamericana, Vol. 5*.
https://www.researchgate.net/publication/350736214_iDistritos_Sectorizacion_de_modelos_de_redes_hidraulicas_de_Epanet
- Vicente González, D. J. (2017). Diseño de maniobras de gestión de presiones en sectores de distribución de agua y análisis de su impacto. *[Tesis Doctoral Universidad Politécnica de Madrid]*. Madrid, España.

ANEXOS

- ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO.
- ANEXO 2a: PLANO ALTIMÉTRICO Y PLANIMETRICO DE NIVELACIÓN DE CIRCUITO DEL RESERVORIO R-20.
- ANEXO 2b: PLANO ALTIMÉTRICO Y PLANIMETRICO DE NIVELACIÓN DE CIRCUITO DEL RESERVORIO R-32.
- ANEXO 3a: RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-20.
- ANEXO 3b: RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PUEBLO.
- ANEXO 3c: RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PAMPA.
- ANEXO 4a: PLANO ESQUEMATICO Y CONEXIONES DOMICLIAIRIAS – CIRCUITO DE RESERVORIO R-20.
- ANEXO 4b: PLANO ESQUEMATICO Y CONEXIONES DOMICLIAIRIAS - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 (PUEBLO).
- ANEXO 4c: PLANO ESQUEMATICO Y CONEXIONES DOMICLIAIRIAS - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 (PAMPA).
- ANEXO 5a: PLANO SECTORIZACIÓN PROPUESTA – CIRCUITO DE RESERVORIO R-20.
- ANEXO 5b: PLANO SECTORIZACIÓN PROPUESTA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 (PUEBLO).
- ANEXO 5c: PLANO SECTORIZACIÓN PROPUESTA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 (PAMPA).
- ANEXO 6: PRESUPUESTO, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, RELACIÓN DE INSUMOS Y CRONOGRAMA GANTT: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN - COMPONENTE A.
- ANEXO 7: PRESUPUESTO, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y RELACIÓN DE INSUMOS: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN - COMPONENTE B.



ANEXO 1 : PANEL FOTOGRÁFICO

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

FOTOGRAFÍA N° 1



VISTA DE ENTRADA AL RESERVORIO R-20, SABANDÍA.

FOTOGRAFÍA N° 2



VISTA DE ENTRADA AL RESERVORIO R-32, SOCABAYA.

FOTOGRAFÍA N° 3



AIREADOR A LA ENTRADA DEL RESERVORIO R-20.

FOTOGRAFÍA N° 4



TUBERÍAS DE INGRESO Y REBOSE DE RESERVORIO R-32

FOTOGRAFÍA N° 5



REGLA PARA MEDIR NIVEL DE AGUA EN RESERVORIO R-20.

FOTOGRAFÍA N° 6



REGLA PARA MEDIR NIVEL DE AGUA EN RESERVORIO R-32.



ANEXO 1 : PANEL FOTOGRÁFICO

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

FOTOGRAFÍA N° 7



CÁMARA DE VÁLVULAS DE RESERVORIO R-20.

FOTOGRAFÍA N° 8



TUBERÍAS DE SALIDA DE RESERVORIO R-32 (PAMPA Y PUEBLO).

FOTOGRAFÍA N° 9



CÁMARA DE IMPULSIÓN DEL MANANTIAL DE SABANDÍA.

FOTOGRAFÍA N° 10



CÁMARA DE VÁLVULAS DE RESERVORIO R-32.

FOTOGRAFÍA N° 11



AJUSTE DE ELEVACIONES CON BM AQP 023 PARA CALIBRACIÓN DE TOPOGRAFÍA EN RESERVORIO R-20.

FOTOGRAFÍA N° 12



TRABAJOS REALIZADOS PARA CALIBRACIÓN CON NIVEL DE INGENIERO EN RESERVORIO R-32.



ANEXO 1 : PANEL FOTOGRÁFICO

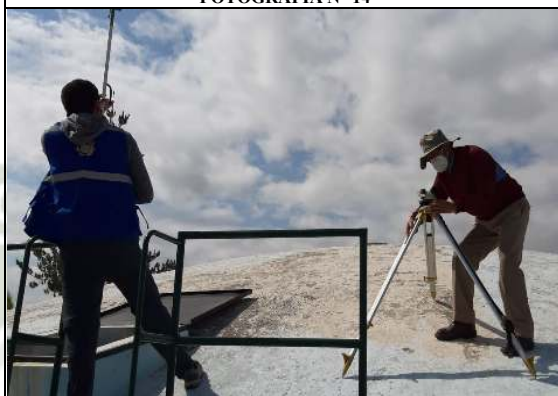
Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

FOTOGRAFÍA N° 13



TRABAJOS REALIZADOS PARA CALIBRACIÓN CON NIVEL DE INGENIERO EN RESERVORIO R-32.

FOTOGRAFÍA N° 14



TRABAJOS REALIZADOS PARA CALIBRACIÓN CON NIVEL DE INGENIERO EN RESERVORIO R-32.

FOTOGRAFÍA N° 15



AJUSTE DE ELEVACIONES CON BM AQP 019 PARA CALIBRACIÓN DE TOPOGRAFÍA EN RESERVORIO R-32.

FOTOGRAFÍA N° 16



TRABAJOS REALIZADOS PARA CALIBRACIÓN CON NIVEL DE INGENIERO EN RESERVORIO R-20.

FOTOGRAFÍA N° 17



BM AQP 019 MONUMENTADO EN PARTE SUPERIOR DEL RESERVORIO R-32.

FOTOGRAFÍA N° 18



VERIFICACIÓN DE CONEXIÓN DOMICILIARIA - SABANDÍA.



ANEXO 1 : PANEL FOTOGRÁFICO

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

FOTOGRAFÍA N° 19



CHARLA CON USUARIO DEL CIRCUITO DEL R-32.

FOTOGRAFÍA N° 20



VERIFICACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS CON CONSUMO 0 EN CATASTRO COMERCIAL - SOCABAYA.

FOTOGRAFÍA N° 21



VERIFICACIONES EN CAMPO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS - SABANDÍA.

FOTOGRAFÍA N° 22



VERIFICACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS CON CONSUMO 0 EN CATASTRO COMERCIAL - SOCABAYA.

FOTOGRAFÍA N° 23

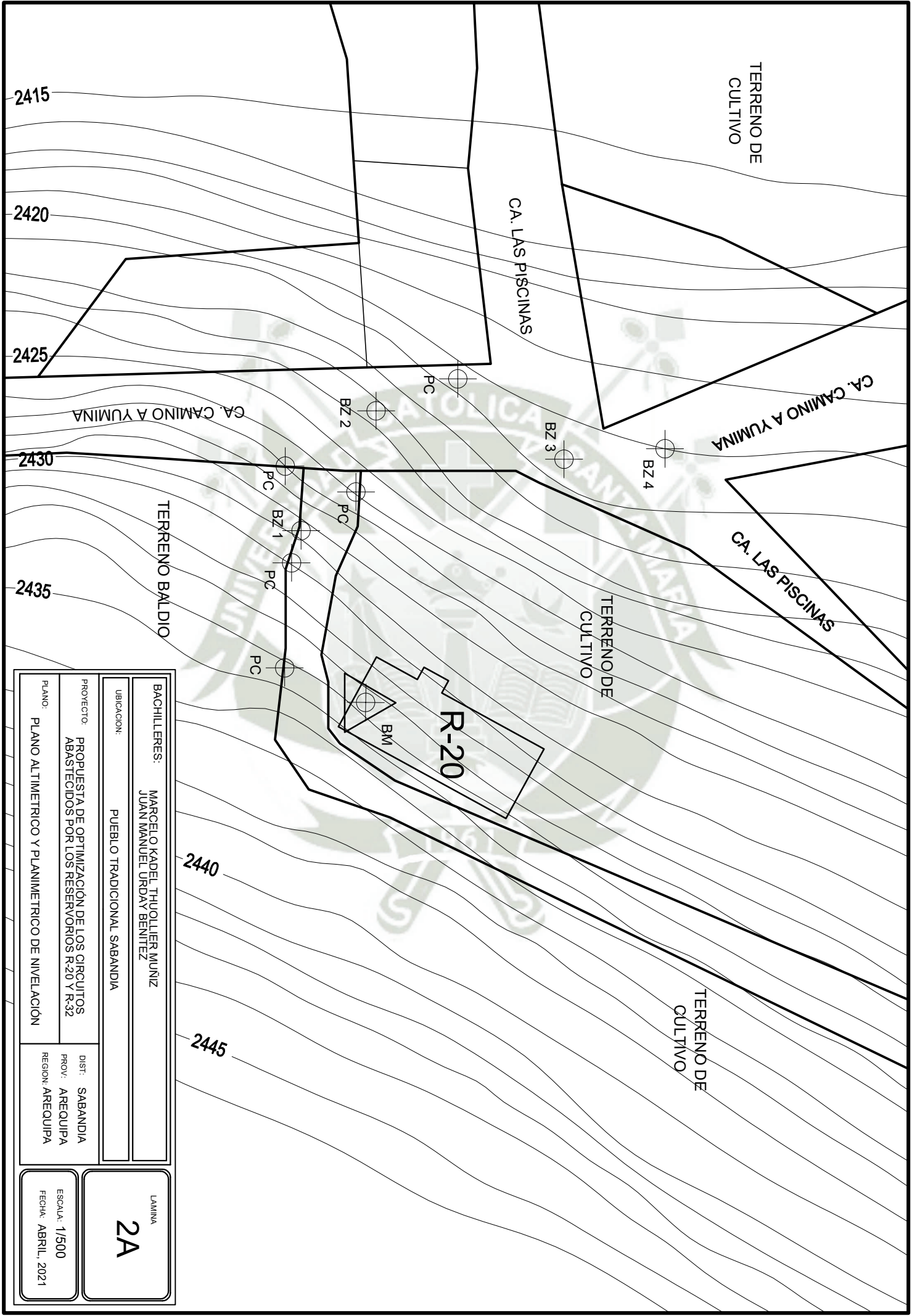


VERIFICACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS EN ZONAS DE ALTA PRESIÓN EN CIRCUITO DEL R-32.

FOTOGRAFÍA N° 24



VERIFICACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS EN ZONAS DE ALTA PRESIÓN EN CIRCUITO DEL R-32.



BACHILLERES:

MARCELO KADEL THUOLLIER MUÑOZ
JUAN MANUEL URDAY BENITEZ

UBICACIÓN:

PUEBLO TRADICIONAL SABANDIA

PROYECTO:

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS
ABASTECIDOS POR LOS RESERVORIOS R-20 Y R-32

DIST: SABANDIA

PROV: AREQUIPA

REGION: AREQUIPA

PLANO:

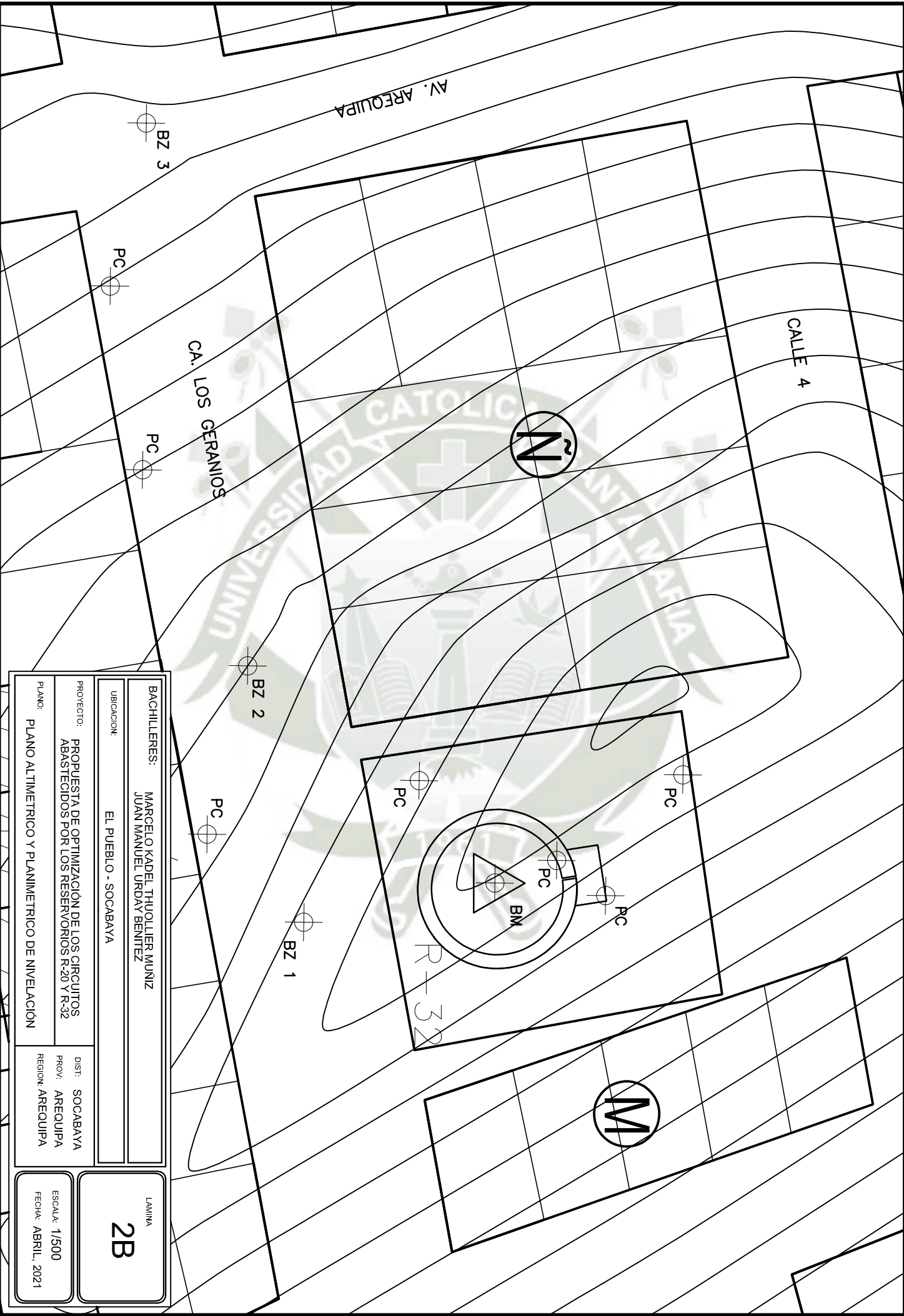
PLANO ALTIMETRICO Y PLANIMETRICO DE NIVELACIÓN

LÁMINA

2A

ESCALA: 1/500

FECHA: ABRIL, 2021



BACHILLERES:

MARCELO KADEL THUOLLIER MUNIZ
JUAN MANUEL URDAY BENITEZ

UBICACION:

EL PUEBLO - SOCABAYA

PROYECTO:

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS
ABASTECIDOS POR LOS RESERVOARIOS R-20 Y R-32

PLANO:

PLANO ALTIMETRICO Y PLANIMETRICO DE NIVELACIÓN

LAMINA

2B

ESCALA: 1/500

FECHA: ABRIL, 2021



ANEXO 3a : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-20

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

TUBERIAS						
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Material	Hazen- Williams (C)	Velocity (m/s)
P-1	19	110	0.073	PVC	105	0.01
P-2	24	160	1.304	PVC	105	0.07
P-3	111	160	0	PVC	105	0
P-3A	24	150	-3.369	Asbestos Cement	98	0.19
P-4	30	75	1.416	PVC	105	0.32
P-4A	18	160	-0.012	PVC	105	0
P-5	31	75	1.148	PVC	105	0.26
P-6	46	160	0.32	PVC	105	0.02
P-7	113	75	0.032	PVC	105	0.01
P-8	83	75	1.148	PVC	105	0.26
P-9	90	110	0.007	PVC	105	0
P-10	95	150	-3.174	Asbestos Cement	98	0.18
P-11	110	90	0	PVC	105	0
P-13	113	90	0.01	PVC	105	0
P-14	169	150	-3.254	Asbestos Cement	98	0.18
P-15	161	90	-0.017	PVC	105	0
P-16	203	110	0.054	PVC	105	0.01
P-17	237	110	0.125	PVC	105	0.01
P-18	556	90	0.015	PVC	105	0
P-19	262	75	1.426	PVC	105	0.32
P-20	288	110	-0.342	PVC	105	0.04
P-21	447	75	1.327	PVC	105	0.3
P-22	618	160	0.093	PVC	105	0.01
P-23	673	160	1.034	PVC	105	0.06



ANEXO 3a : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-20

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

NODOS-PRESIÓN				
Label	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
J-1	0.043	2,434.49	2,421.55	13
J-2	0.012	2,434.49	2,420.47	14
J-3	0.103	2,434.34	2,392.59	42
J-4	0.27	2,434.34	2,394.78	39
J-6	0	2,433.53	2,388.00	45
J-7	0.073	2,433.43	2,388.00	45
J-8	0.179	2,432.21	2,384.41	48
J-9	0	2,432.15	2,384.15	48
J-10	0.681	2,434.30	2,395.18	39
J-11	0.26	2,434.30	2,393.19	41
J-12	1.148	2,431.98	2,374.38	57
J-13	0.007	2,434.49	2,414.86	20
J-14	0.067	2,434.39	2,394.72	40
J-15	0	2,432.21	2,375.55	57
J-16	0.01	2,433.53	2,391.33	42
J-17	0.017	2,434.33	2,397.81	36
J-18	0.201	2,434.33	2,398.94	35
J-19	0.054	2,434.49	2,430.02	4
J-20	0.125	2,434.33	2,392.00	42
J-21	0.015	2,433.43	2,393.19	40
J-22	0.093	2,434.30	2,418.77	15
J-25	0.012	2,434.39	2,397.00	37



ANEXO 3b : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PUEBLO

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

TUBERIAS						
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Material	Hazen-Williams (C)	Velocity (m/s)
P-1	0	75	0.001	PVC	135	0
P-2	5	110	-0.13	PVC	135	0.01
P-3	6	75	0.102	PVC	135	0.02
P-4	6	110	-0.199	PVC	135	0.02
P-5	10	75	0.002	PVC	135	0
P-6	12	75	-0.279	PVC	135	0.06
P-7	14	75	0.289	PVC	135	0.07
P-8	13	75	-0.016	PVC	135	0
P-9	14	75	0.564	PVC	135	0.13
P-10	15	75	-0.759	PVC	135	0.17
P-11	20	110	0.588	PVC	135	0.06
P-12	17	75	-0.508	PVC	135	0.12
P-13	17	75	0.049	PVC	135	0.01
P-14	20	75	0.011	PVC	135	0
P-15	23	75	-0.15	PVC	135	0.03
P-16	23	110	1.799	PVC	135	0.19
P-17	25	110	0.175	PVC	135	0.02
P-18	24	110	0.002	PVC	135	0
P-19	25	75	-0.043	PVC	135	0.01
P-20	28	75	0.003	PVC	135	0
P-21	27	110	6.818	PVC	135	0.72
P-22	28	110	-1.801	PVC	135	0.19
P-23	30	75	0.012	PVC	135	0
P-24	34	75	0.005	PVC	135	0
P-25	30	110	0.238	PVC	135	0.03
P-26	31	75	-0.028	PVC	135	0.01
P-27	31	75	0.228	PVC	135	0.05
P-28	31	75	0.023	PVC	135	0.01
P-29	32	110	0.01	PVC	135	0
P-30	34	75	0.121	PVC	135	0.03
P-31	34	75	0.02	PVC	135	0
P-32	35	75	0.019	PVC	135	0
P-33	34	75	-0.108	PVC	135	0.02
P-34	34	75	0.011	PVC	135	0
P-35	35	75	0.145	PVC	135	0.03
P-36	35	110	1.052	PVC	135	0.11
P-37	36	110	-0.01	PVC	135	0
P-38	37	110	-0.09	PVC	135	0.01
P-39	38	75	0.082	PVC	135	0.02
P-40	212	110	0.021	PVC	135	0
P-41	38	110	-0.704	PVC	135	0.07
P-42	39	75	0.021	PVC	135	0
P-43	40	75	0.11	PVC	135	0.02
P-44	40	110	-0.116	PVC	135	0.01
P-45	40	75	-0.017	PVC	135	0
P-46	40	110	-0.22	PVC	135	0.02
P-47	41	110	-3.625	PVC	135	0.38
P-48	44	110	-0.719	PVC	135	0.08
P-49	42	75	0.202	PVC	135	0.05
P-50	43	110	-0.428	PVC	135	0.05
P-51	43	110	0.011	PVC	135	0
P-52	43	75	0.003	PVC	135	0
P-53	44	75	-0.318	PVC	135	0.07
P-54	44	75	0.148	PVC	135	0.03
P-55	44	110	-1.084	PVC	135	0.11
P-56	44	110	0.27	PVC	135	0.03
P-57	45	75	0.041	PVC	135	0.01



ANEXO 3b : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PUEBLO

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

TUBERIAS						
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Material	Hazen-Williams (C)	Velocity (m/s)
P-58	46	110	-1.152	PVC	135	0.12
P-59	46	75	-0.401	PVC	135	0.09
P-60	46	110	0.438	PVC	135	0.05
P-61	46	110	0.133	PVC	135	0.01
P-62	52	75	-0.015	PVC	135	0
P-63	47	75	-0.563	PVC	135	0.13
P-64	47	75	0.094	PVC	135	0.02
P-65	51	110	-1.217	PVC	135	0.13
P-66	48	75	-0.528	PVC	135	0.12
P-67	49	75	-0.247	PVC	135	0.06
P-68	49	75	0.001	PVC	135	0
P-69	50	75	-0.012	PVC	135	0
P-70	50	75	0.153	PVC	135	0.03
P-71	50	110	1.41	PVC	135	0.15
P-72	50	75	0.456	PVC	135	0.1
P-73	50	75	-0.282	PVC	135	0.06
P-74	51	75	0.019	PVC	135	0
P-75	51	75	0.157	PVC	135	0.04
P-76	51	75	0.182	PVC	135	0.04
P-77	51	110	-1.341	PVC	135	0.14
P-78	51	75	0.16	PVC	135	0.04
P-79	51	75	0.112	PVC	135	0.03
P-80	52	75	0.071	PVC	135	0.02
P-81	52	75	-0.229	PVC	135	0.05
P-82	52	110	-0.782	PVC	135	0.08
P-83	52	75	0.08	PVC	135	0.02
P-84	52	75	0.114	PVC	135	0.03
P-85	53	75	0.144	PVC	135	0.03
P-86	53	75	0.022	PVC	135	0
P-87	54	75	-0.067	PVC	135	0.02
P-88	54	75	-0.21	PVC	135	0.05
P-89	54	75	0	PVC	135	0
P-90	55	110	-0.008	PVC	135	0
P-91	55	75	-0.243	PVC	135	0.05
P-92	55	75	-0.409	PVC	135	0.09
P-93	56	75	-0.197	PVC	135	0.04
P-94	57	75	0.428	PVC	135	0.1
P-95	57	110	-0.367	PVC	135	0.04
P-96	58	110	-0.083	PVC	135	0.01
P-97	58	110	-0.006	PVC	135	0
P-98	59	110	1.478	PVC	135	0.16
P-99	61	75	0	PVC	135	0
P-100	60	75	-0.099	PVC	135	0.02
P-101	61	75	-0.036	PVC	135	0.01
P-102	61	110	-0.358	PVC	135	0.04
P-103	61	110	0.32	PVC	135	0.03
P-104	61	110	1.709	PVC	135	0.18
P-105	61	110	0.638	PVC	135	0.07
P-106	61	75	-0.035	PVC	135	0.01
P-107	61	75	0.378	PVC	135	0.09
P-108	62	75	-0.136	PVC	135	0.03
P-109	62	75	-0.682	PVC	135	0.15
P-110	62	110	-0.27	PVC	135	0.03
P-111	67	110	-1.078	PVC	135	0.11
P-112	63	75	0.018	PVC	135	0
P-113	67	75	0.114	PVC	135	0.03
P-114	65	75	-0.032	PVC	135	0.01



ANEXO 3b : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PUEBLO

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

TUBERIAS						
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Material	Hazen-Williams (C)	Velocity (m/s)
P-115	63	90	0.022	PVC	135	0
P-116	63	75	-0.497	PVC	135	0.11
P-117	64	110	0.63	PVC	135	0.07
P-118	65	110	-0.856	PVC	135	0.09
P-119	66	110	1.009	PVC	135	0.11
P-120	66	75	0.358	PVC	135	0.08
P-121	66	75	-0.229	PVC	135	0.05
P-122	68	75	-0.493	PVC	135	0.11
P-123	69	75	0.055	PVC	135	0.01
P-124	69	75	-0.424	PVC	135	0.1
P-125	69	75	0.017	PVC	135	0
P-126	69	75	0.012	PVC	135	0
P-127	71	75	-0.443	PVC	135	0.1
P-128	72	75	-0.203	PVC	135	0.05
P-129	79	75	0.25	PVC	135	0.06
P-130	74	75	0.261	PVC	135	0.06
P-131	91	110	0.062	PVC	135	0.01
P-132	74	75	-0.077	PVC	135	0.02
P-133	75	110	0.152	PVC	135	0.02
P-134	74	75	-0.168	PVC	135	0.04
P-135	75	75	-0.015	PVC	135	0
P-136	76	110	-1.005	PVC	135	0.11
P-137	80	75	0.435	PVC	135	0.1
P-138	78	75	0.045	PVC	135	0.01
P-139	79	75	0.14	PVC	135	0.03
P-140	79	110	-0.645	PVC	135	0.07
P-141	80	75	0.112	PVC	135	0.03
P-142	86	75	-0.077	PVC	135	0.02
P-143	81	75	0.087	PVC	135	0.02
P-144	81	75	0.088	PVC	135	0.02
P-145	81	75	0.184	PVC	135	0.04
P-146	81	110	-0.124	PVC	135	0.01
P-147	82	75	-0.04	PVC	135	0.01
P-148	81	75	-0.115	PVC	135	0.03
P-149	82	75	-0.129	PVC	135	0.03
P-150	83	75	0.21	PVC	135	0.05
P-151	84	75	0.121	PVC	135	0.03
P-152	84	75	0.366	PVC	135	0.08
P-153	84	75	0.079	PVC	135	0.02
P-154	85	75	0.006	PVC	135	0
P-155	86	75	0.001	PVC	135	0
P-156	86	110	3.181	PVC	135	0.33
P-157	99	75	-0.345	PVC	135	0.08
P-158	92	75	0.111	PVC	135	0.03
P-159	90	75	-0.22	PVC	135	0.05
P-160	90	110	-0.491	PVC	135	0.05
P-161	91	75	0.303	PVC	135	0.07
P-162	94	75	0.242	PVC	135	0.05
P-163	93	75	0.009	PVC	135	0
P-164	93	75	0.202	PVC	135	0.05
P-165	112	75	0.1	PVC	135	0.02
P-166	101	75	-0.178	PVC	135	0.04
P-167	98	75	-0.408	PVC	135	0.09
P-168	105	75	0.017	PVC	135	0
P-169	100	75	0.496	PVC	135	0.11
P-170	103	75	0.091	PVC	135	0.02
P-171	107	75	-0.115	PVC	135	0.03



ANEXO 3b : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PUEBLO

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

TUBERIAS						
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Material	Hazen-Williams (C)	Velocity (m/s)
P-172	106	110	-0.725	PVC	135	0.08
P-173	107	110	1.321	PVC	135	0.14
P-174	109	75	0.062	PVC	135	0.01
P-175	109	75	0.498	PVC	135	0.11
P-176	110	110	-0.695	PVC	135	0.07
P-177	111	110	0.039	PVC	135	0
P-178	111	75	0.144	PVC	135	0.03
P-179	142	75	0.041	PVC	135	0.01
P-180	116	75	0.052	PVC	135	0.01
P-181	122	110	0.595	PVC	135	0.06
P-182	138	75	-0.073	PVC	135	0.02
P-183	121	75	0.033	PVC	135	0.01
P-184	121	110	0.047	PVC	135	0
P-185	122	75	-0.061	PVC	135	0.01
P-186	122	75	-0.014	PVC	135	0
P-187	122	75	-0.274	PVC	135	0.06
P-188	122	75	-0.217	PVC	135	0.05
P-189	125	110	0.186	PVC	135	0.02
P-190	126	75	0.013	PVC	135	0
P-191	190	75	-0.149	PVC	135	0.03
P-192	134	110	-0.754	PVC	135	0.08
P-193	142	75	-0.214	PVC	135	0.05
P-194	145	75	0.037	PVC	135	0.01
P-195	147	75	0.31	PVC	135	0.07
P-196	195	110	-0.493	PVC	135	0.05
P-197	146	110	-0.833	PVC	135	0.09
P-198	159	75	0.203	PVC	135	0.05
P-199	151	75	0.051	PVC	135	0.01
P-200	152	110	-1.214	PVC	135	0.13
P-201	205	75	0.022	PVC	135	0
P-202	170	75	0.158	PVC	135	0.04
P-203	159	110	-1.026	PVC	135	0.11
P-204	165	110	0.069	PVC	135	0.01
P-205	172	75	0.398	PVC	135	0.09
P-206	177	110	-0.659	PVC	135	0.07
P-207	189	75	-0.027	PVC	135	0.01
P-208	202	110	0.13	PVC	135	0.01
P-209	193	75	0.205	PVC	135	0.05
P-210	221	75	0.309	PVC	135	0.07
P-211	230	110	0.049	PVC	135	0.01
P-212	301	75	0.031	PVC	135	0.01
P-213	257	75	0.047	PVC	135	0.01



ANEXO 3b : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PUEBLO

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

NODOS-PRESIÓN				
Label	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
J-1	0.026	2,366.14	2,314.08	52
J-2	0	2,366.14	2,314.08	52
J-3	0.004	2,366.23	2,325.52	41
J-4	0	2,366.23	2,324.88	41
J-5	0.014	2,366.14	2,313.27	53
J-6	0.008	2,366.14	2,312.23	54
J-7	0.048	2,366.23	2,339.66	27
J-8	0.013	2,366.23	2,339.95	26
J-9	0.034	2,366.14	2,313.14	53
J-10	0.028	2,366.13	2,299.42	67
J-11	0.035	2,366.13	2,301.52	64
J-12	0.002	2,366.15	2,306.93	59
J-13	0.046	2,366.14	2,306.57	59
J-14	0.016	2,366.14	2,306.86	59
J-15	0.09	2,366.14	2,309.17	57
J-16	0.065	2,366.12	2,318.61	47
J-17	0.031	2,366.12	2,317.59	48
J-18	0.045	2,366.17	2,313.67	52
J-19	0.022	2,366.18	2,315.74	50
J-20	0.057	2,366.24	2,357.86	8
J-21	0.029	2,366.23	2,355.73	10
J-22	0.015	2,366.24	2,340.40	26
J-23	0.006	2,366.24	2,340.26	26
J-24	0.03	2,366.14	2,317.44	49
J-25	0.033	2,366.14	2,317.95	48
J-26	0.066	2,366.09	2,300.06	66
J-27	0.011	2,366.09	2,299.90	66
J-28	0.03	2,366.14	2,307.42	59
J-29	0.025	2,366.28	2,353.25	13
J-30	0.024	2,366.27	2,354.28	12
J-31	0.021	2,366.23	2,344.35	22
J-32	0.008	2,366.23	2,344.47	22
J-33	0.05	2,366.20	2,356.01	10
J-34	0.002	2,366.20	2,355.72	10
J-35	0.043	2,366.23	2,344.94	21
J-36	0.037	2,366.23	2,346.00	20
J-37	0.034	2,366.14	2,306.67	59
J-38	0.003	2,366.14	2,311.69	54
J-40	0.012	2,366.35	2,360.40	6
J-41	0.004	2,366.27	2,351.48	15
J-42	0.01	2,366.20	2,351.55	15
J-43	0.012	2,366.20	2,356.91	9
J-44	0.005	2,366.14	2,308.50	58
J-45	0.015	2,366.23	2,349.78	16
J-46	0.022	2,366.23	2,345.49	21
J-47	0.026	2,366.09	2,309.00	57
J-48	0.049	2,366.09	2,310.17	56
J-49	0.009	2,366.23	2,343.01	23
J-50	0.057	2,366.20	2,348.58	18
J-51	0.01	2,366.23	2,319.52	47
J-52	0.005	2,366.09	2,312.71	53



ANEXO 3b : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PUEBLO

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

NODOS-PRESIÓN				
Label	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
J-53	0.045	2,366.09	2,318.14	48
J-54	0.02	2,366.20	2,353.14	13
J-55	0.019	2,366.09	2,304.97	61
J-56	0.019	2,366.14	2,307.75	58
J-57	0.024	2,366.26	2,343.65	23
J-58	0.011	2,366.26	2,346.04	20
J-59	0.051	2,366.14	2,317.59	48
J-60	0.062	2,366.20	2,337.51	29
J-61	0.051	2,366.19	2,333.57	33
J-62	0.01	2,366.23	2,327.53	39
J-63	0.056	2,366.23	2,331.73	34
J-64	0.049	2,366.14	2,320.59	45
J-65	0.019	2,366.09	2,302.63	63
J-66	0.032	2,366.09	2,303.33	63
J-67	0.021	2,366.23	2,336.04	30
J-68	0.085	2,366.15	2,322.57	43
J-69	0.132	2,366.15	2,322.04	44
J-70	0.021	2,366.09	2,319.32	47
J-71	0.036	2,366.14	2,324.30	42
J-72	0.058	2,366.14	2,323.40	43
J-73	0.036	2,366.09	2,319.23	47
J-74	0.056	2,366.09	2,316.60	49
J-75	0.051	2,366.15	2,309.91	56
J-76	0.007	2,366.25	2,341.64	25
J-77	0.024	2,366.25	2,336.36	30
J-78	0.086	2,366.21	2,346.41	20
J-79	0.011	2,366.21	2,339.12	27
J-80	0.003	2,366.14	2,310.39	56
J-81	0.066	2,366.15	2,319.61	46
J-82	0.083	2,366.16	2,322.56	44
J-83	0.009	2,366.09	2,302.61	63
J-84	0.069	2,366.19	2,321.82	44
J-85	0.122	2,366.23	2,352.45	14
J-86	0.015	2,366.23	2,346.20	20
J-87	0.033	2,366.24	2,348.97	17
J-88	0.029	2,366.25	2,348.32	18
J-89	0.005	2,366.25	2,340.10	26
J-90	0.015	2,366.14	2,321.31	45
J-91	0.035	2,366.22	2,330.75	35
J-92	0.088	2,366.23	2,332.93	33
J-93	0.049	2,366.19	2,333.88	32
J-94	0.03	2,366.21	2,337.69	28
J-95	0.036	2,366.20	2,330.00	36
J-96	0.001	2,366.14	2,302.71	63
J-97	0.012	2,366.14	2,301.68	64
J-98	0.008	2,366.25	2,356.19	10
J-99	0.031	2,366.20	2,329.00	37
J-100	0.034	2,366.14	2,308.19	58
J-101	0.019	2,366.14	2,303.42	63
J-102	0.059	2,366.14	2,313.43	53
J-103	0.289	2,366.14	2,314.40	52



ANEXO 3b : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PUEBLO

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

NODOS-PRESIÓN				
Label	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
J-104	0.02	2,366.20	2,339.89	26
J-105	0.039	2,366.20	2,338.88	27
J-106	0.024	2,366.26	2,339.64	27
J-107	0.027	2,366.23	2,347.29	19
J-108	0.143	2,366.16	2,343.16	23
J-109	0.07	2,366.17	2,338.56	28
J-110	0.043	2,366.14	2,315.94	50
J-111	0.04	2,366.19	2,328.71	37
J-112	0.034	2,366.19	2,333.65	32
J-113	0.053	2,366.14	2,323.95	42
J-114	0.022	2,366.14	2,328.82	37
J-115	0	2,366.22	2,340.76	25
J-116	0.008	2,366.23	2,338.54	28
J-117	0.042	2,366.12	2,302.35	64
J-118	0.071	2,366.16	2,327.19	39
J-119	0.111	2,366.20	2,323.55	43
J-120	0.037	2,366.16	2,344.46	22
J-121	0.014	2,366.23	2,343.02	23
J-122	0.006	2,366.23	2,337.82	28
J-123	0	2,366.11	2,298.42	68
J-124	0.035	2,366.11	2,309.95	56
J-125	0.131	2,366.13	2,306.94	59
J-126	0.076	2,366.09	2,301.02	65
J-127	0.066	2,366.23	2,351.41	15
J-128	0.036	2,366.21	2,347.62	19
J-129	0.071	2,366.22	2,348.78	17
J-130	0.039	2,366.14	2,323.16	43
J-131	0.025	2,366.16	2,326.99	39
J-132	0.005	2,366.15	2,326.30	40
J-133	0.049	2,366.20	2,332.88	33
J-134	0.033	2,366.20	2,326.81	39
J-135	0.06	2,366.09	2,318.31	48
J-136	0.022	2,366.09	2,317.76	48
J-137	0.076	2,366.15	2,309.44	57
J-138	0.057	2,366.22	2,350.13	16
J-139	0.012	2,366.16	2,330.91	35
J-140	0.144	2,366.14	2,322.84	43
J-141	0.142	2,366.14	2,329.47	37
J-142	0.058	2,366.16	2,329.23	37
J-143	0.152	2,366.18	2,334.04	32
J-144	0.017	2,366.18	2,332.07	34
J-145	0.012	2,366.09	2,295.57	70
J-146	0.073	2,366.16	2,335.09	31
J-147	0.041	2,366.23	2,352.76	13
J-148	0.137	2,366.09	2,309.51	56
J-149	0.015	2,366.14	2,303.75	62
J-150	0.062	2,366.16	2,325.17	41
J-151	0.095	2,366.13	2,305.00	61
J-152	0.099	2,366.14	2,323.70	42
J-153	0.062	2,366.14	2,325.94	40
J-154	0.006	2,366.14	2,302.30	64



ANEXO 3b : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PUEBLO

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

NODOS-PRESIÓN				
Label	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
J-155	0.001	2,366.14	2,321.69	44
J-156	0.079	2,366.17	2,320.43	46
J-157	0.045	2,366.14	2,301.14	65
J-158	0.009	2,366.20	2,340.40	26
J-159	0.039	2,366.14	2,322.26	44
J-160	0.073	2,366.13	2,310.94	55
J-161	0.047	2,366.21	2,355.69	11
J-162	0.013	2,366.22	2,358.04	8
J-163	0.037	2,366.12	2,312.23	54
J-164	0.022	2,366.12	2,295.30	71
J-165	0.069	2,366.16	2,351.26	15
J-166	0.027	2,366.09	2,309.67	56
J-167	0.049	2,366.23	2,347.96	18
J-168	0.031	2,366.09	2,301.83	64
J-169	0.047	2,366.09	2,307.51	58



ANEXO 3c : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PAMPA

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

TUBERIAS						
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Material	Hazen-Williams (C)	Velocity (m/s)
P-1	4	90	0.091	PVC	135	0.01
P-2	5	75	-0.091	PVC	135	0.02
P-3	10	90	0.04	PVC	135	0.01
P-4	11	90	0	PVC	135	0
P-5	11	90	0.066	PVC	135	0.01
P-6	16	90	0	PVC	135	0
P-7	16	90	-0.874	PVC	135	0.14
P-8	17	90	-0.351	PVC	135	0.06
P-9	22	90	-0.027	PVC	135	0
P-10	36	90	0.031	PVC	135	0
P-11	36	90	0.012	PVC	135	0
P-12	36	90	0.461	PVC	135	0.07
P-13	43	90	0.007	PVC	135	0
P-14	51	90	-0.005	PVC	135	0
P-15	55	110	1.138	PVC	135	0.12
P-16	57	90	0.004	PVC	135	0
P-17	58	90	0.013	PVC	135	0
P-18	60	110	1.107	PVC	135	0.12
P-19	64	90	0.006	PVC	135	0



ANEXO 3c : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PAMPA

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

TUBERIAS						
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Material	Hazen- Williams (C)	Velocity (m/s)
P-20	66	90	0.198	PVC	135	0.03
P-21	68	90	0.041	PVC	135	0.01
P-22	71	90	0.329	PVC	135	0.05
P-23	77	90	0.659	PVC	135	0.1
P-24	80	90	0.144	PVC	135	0.02
P-25	81	90	0.031	PVC	135	0
P-26	80	90	0.111	PVC	135	0.02
P-27	83	90	0.161	PVC	135	0.03
P-28	84	110	0.846	PVC	135	0.09
P-29	86	90	0.012	PVC	135	0
P-30	87	90	0.347	PVC	135	0.05
P-31	89	90	0	PVC	135	0
P-32	89	110	0.652	PVC	135	0.07
P-33	89	90	0.052	PVC	135	0.01
P-34	90	110	0.15	PVC	135	0.02
P-35	90	90	0.008	PVC	135	0
P-36	90	90	0.043	PVC	135	0.01
P-37	91	90	0.094	PVC	135	0.01
P-38	92	90	0.388	PVC	135	0.06
P-39	92	90	0.094	PVC	135	0.01
P-40	92	90	0.028	PVC	135	0
P-41	93	90	0.19	PVC	135	0.03
P-42	93	90	0.122	PVC	135	0.02
P-43	96	90	0.063	PVC	135	0.01
P-44	96	90	-0.026	PVC	135	0
P-45	109	90	-0.092	PVC	135	0.01
P-46	96	110	0.282	PVC	135	0.03
P-47	97	90	-0.262	PVC	135	0.04



ANEXO 3c : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PAMPA

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

TUBERIAS						
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Material	Hazen- Williams (C)	Velocity (m/s)
P-48	99	90	0.281	PVC	135	0.04
P-49	104	90	-0.011	PVC	135	0
P-50	111	90	0.1	PVC	135	0.02
P-51	138	90	0.095	PVC	135	0.01
P-52	125	90	0.042	PVC	135	0.01
P-53	135	90	0.107	PVC	135	0.02
P-54	131	90	0.014	PVC	135	0
P-55	140	90	-0.313	PVC	135	0.05
P-56	143	90	0.026	PVC	135	0
P-57	150	75	0	PVC	135	0
P-58	173	90	0.213	PVC	135	0.03
P-59	174	90	0.035	PVC	135	0.01
P-60	226	75	0.117	PVC	135	0.03
P-61	227	110	0.038	PVC	135	0
P-62	252	75	0.014	PVC	135	0
P-63	410	75	0.138	PVC	135	0.03
P-64	470	75	0.015	PVC	135	0
P-65	32	160	2.016	PVC	135	0.1
P-66	86	160	2.016	PVC	135	0.1
P-67	129	160	2.016	PVC	135	0.1
P-68	139	160	2.016	PVC	135	0.1
P-69	186	160	2.016	PVC	135	0.1
P-70	1,567	160	-2.016	PVC	135	0.1



ANEXO 3c : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PAMPA

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

NODOS-PRESIÓN				
Label	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
J-261	0.006	2,365.26	2,348.03	17
J-262	0.044	2,365.26	2,348.21	17
J-263	0.076	2,365.28	2,324.63	41
J-264	0.01	2,365.28	2,324.12	41
J-265	0.038	2,365.27	2,335.50	30
J-266	0.013	2,365.27	2,335.22	30
J-267	0.014	2,365.26	2,349.01	16
J-268	0	2,365.26	2,348.80	16
J-269	0.023	2,365.27	2,335.55	30
J-270	0	2,365.27	2,334.92	30
J-271	0.078	2,365.30	2,340.56	25
J-272	0.003	2,365.30	2,339.92	25
J-273	0.032	2,365.28	2,340.97	24
J-274	0.027	2,365.28	2,341.63	24
J-275	0.027	2,365.26	2,346.25	19
J-276	0.028	2,365.26	2,346.20	19
J-277	0.031	2,365.27	2,336.20	29



ANEXO 3c : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PAMPA

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

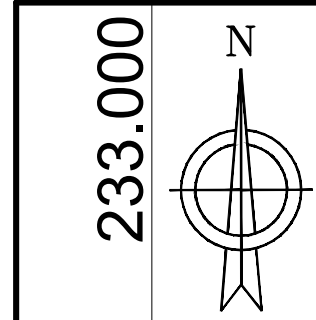
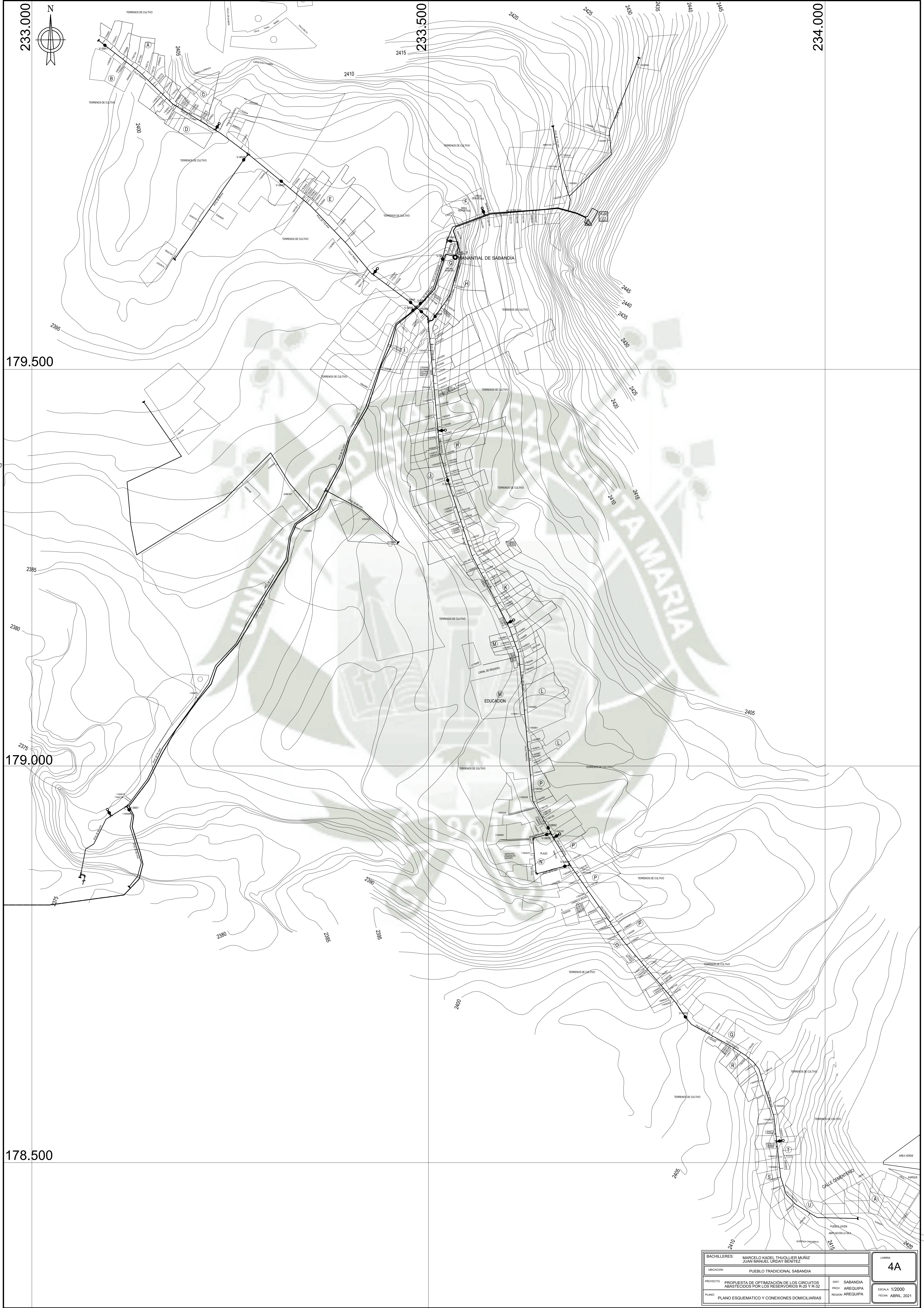
NODOS-PRESIÓN				
Label	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
J-278	0.012	2,365.27	2,335.19	30
J-279	0.018	2,365.28	2,343.54	22
J-280	0.051	2,365.27	2,341.38	24
J-281	0.025	2,365.29	2,343.23	22
J-282	0.007	2,365.29	2,339.94	25
J-283	0.005	2,365.28	2,339.94	25
J-284	0.004	2,365.26	2,347.82	17
J-285	0.042	2,365.26	2,340.82	24
J-286	0.013	2,365.26	2,340.98	24
J-287	0.057	2,365.28	2,344.66	21
J-288	0.006	2,365.28	2,340.74	24
J-289	0.08	2,365.26	2,342.95	22
J-290	0.041	2,365.26	2,342.82	22
J-291	0.047	2,365.27	2,339.02	26
J-292	0.036	2,365.27	2,338.88	26
J-293	0.076	2,365.27	2,338.49	27
J-294	0.031	2,365.27	2,337.58	28
J-295	0.035	2,365.26	2,344.68	21
J-296	0.045	2,365.26	2,342.57	23
J-297	0.058	2,365.27	2,346.39	19
J-298	0.012	2,365.26	2,350.83	14
J-299	0.053	2,365.27	2,342.46	23
J-300	0	2,365.26	2,349.12	16
J-301	0.058	2,365.26	2,345.39	20



ANEXO 3c : RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA - CIRCUITO DE RESERVORIO R-32 - PAMPA

Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

NODOS-PRESIÓN				
Label	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Elevation (m)	Pressure (m H2O)
J-302	0.043	2,365.26	2,342.70	23
J-303	0.038	2,365.26	2,347.31	18
J-304	0.084	2,365.26	2,350.06	15
J-305	0.034	2,365.27	2,340.97	24
J-306	0.008	2,365.27	2,342.70	23
J-307	0.043	2,365.27	2,342.71	23
J-308	0.197	2,365.26	2,344.60	21
J-309	0.026	2,365.26	2,340.98	24
J-310	0.011	2,365.26	2,338.82	26
J-311	0.107	2,365.26	2,350.24	15
J-312	0.014	2,365.26	2,352.77	12
J-313	0.026	2,365.27	2,341.04	24
J-314	0	2,365.28	2,324.00	41
J-315	0.035	2,365.26	2,351.03	14
J-316	0.022	2,365.29	2,332.03	33
J-317	0.038	2,365.26	2,355.00	10
J-318	0.014	2,365.28	2,314.15	51
J-319	0.015	2,365.28	2,329.00	36
J-321	0	2,365.50	2,359.61	6
J-322	0	2,365.49	2,352.11	13
J-323	0	2,365.48	2,349.09	16
J-324	0	2,365.46	2,337.63	28
J-325	0	2,365.45	2,321.32	44



233.000

179.500

179.000

178.500

BACHILLERES: MARCELO KADEL THUOLLIER MURIZ JUAN MANUEL URDAY BENITEZ		LÁMINA 4A	
UBICACIÓN: PUEBLO TRADICIONAL SABANDIA		ESCALA: 1/2000	
PROYECTO: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS ABASTECIDOS POR LOS RESERVORIOS R-20 Y R-32		FECHA: ABRIL, 2021	
PLANO: PLANO ESQUEMATICO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS		DISTRITO: SABANDIA PROVINCIA: AREQUIPA REGION: AREQUIPA	

8175.500

8177.000

8176.500

230.000

230.500

BACHILLERES: MARCELO KADEL THUILLIER MURIZ JUAN MANUEL URDAY BENITEZ		LABORIA	
UBICACION: EL PUEBLO		4B	
PROYECTO: PROPUESTA DE OPTIMIZACION DE LOS CIRCUITOS ABASTECIDOS POR LOS RESERVORIOS R-20 Y R-32	DIST: SOCABAYA PROV: AREQUIPA REGION: AREQUIPA	ESCALA: 1/2000 FECHA: ABRIL, 2021	
PLANO: PLANO ESQUEMATICO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS			

8176.000

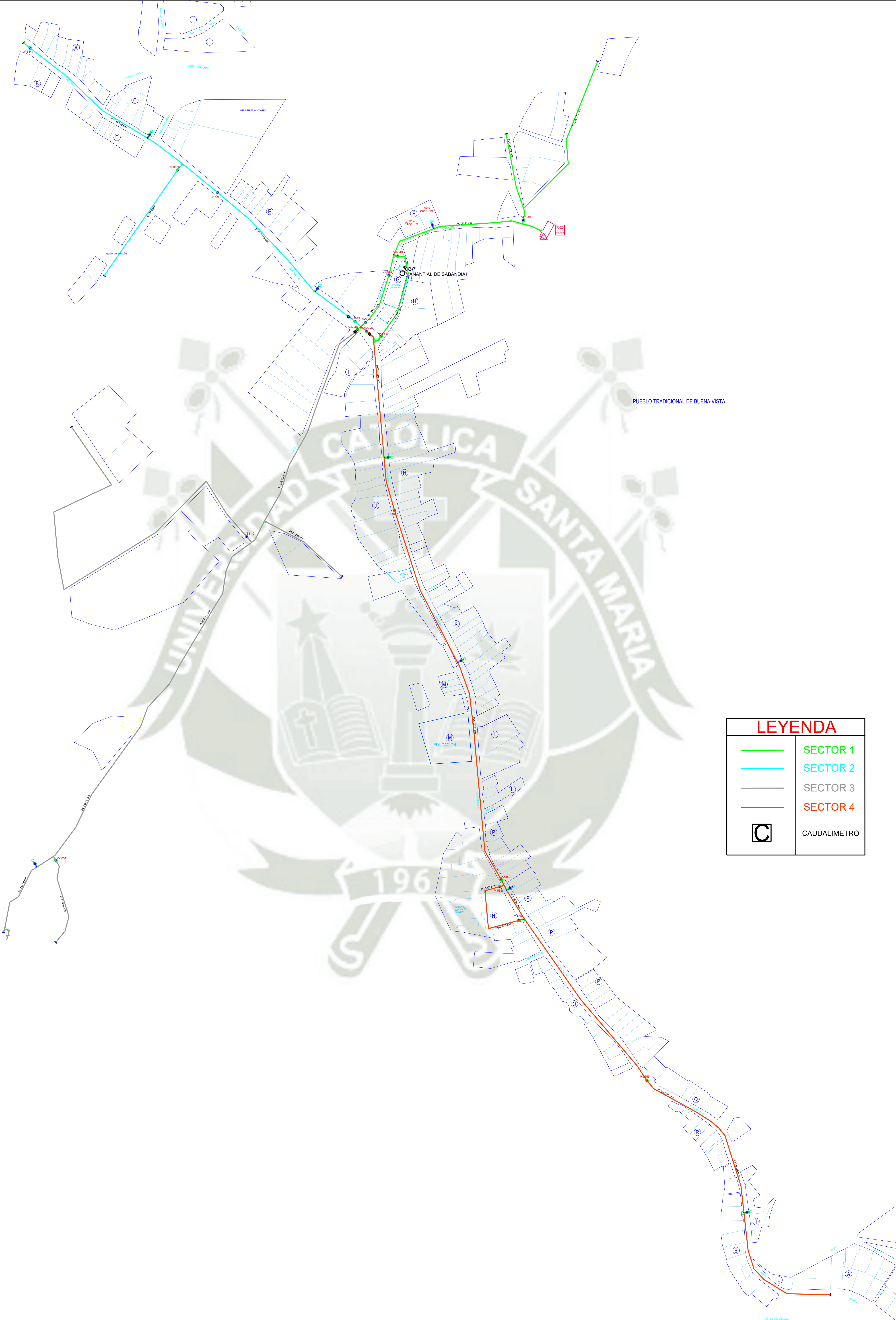
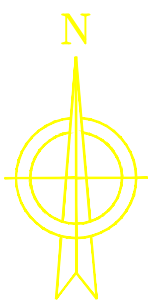
8175.500

230.500

231.000

231.500





LEYENDA	
	SECTOR 1
	SECTOR 2
	SECTOR 3
	SECTOR 4
	CAUDALIMETRO

BACHILLERES: MARCELO KADEL THUOLLIER MURIZ JUAN MANUEL URDAY BENITEZ		LÁMINA 5A	
UBICACIÓN: PUEBLO TRADICIONAL SABANDIA		DISTRITO: SABANDIA PROVINCIA: AREQUIPA REGION: AREQUIPA	
PROYECTO: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS ABASTECIDOS POR LOS RESERVORIOS R-20 Y R-32		ESCALA: 1/2000 FECHA: ABRIL, 2021	
PLANO: PLANO DE SECTORIZACION DEL CIRCUITO DEL R-20			

LEYENDA

SECTOR 1

SECTOR 2

SECTOR 3

SECTOR 4

SECTOR 5

SECTOR 6

SECTOR 7

C

CAUDALIMETRO

BACHILLERES: MARCELO KADEL THUILLIER MUÑOZ JUAN MANUEL URDAY BENÍTEZ		LÁMINA 5B	
UBICACIÓN: EL PUEBLO			
PROYECTO: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS ABASTECIDOS POR LOS RESERVORIOS R-20 Y R-32	DIST: SOCABAYA PROV: AREQUIPA REGION: AREQUIPA	ESCALA: 1/2000 FECHA: ABRIL, 2021	
PLANO: PLANO DE SECTORIZACION DEL CIRCUITO R-32 PUEBLO			

LEYENDA

SECTOR 1

SECTOR 2

SECTOR 3

SECTOR 4

SECTOR 5

SECTOR 6

SECTOR 7

C

CAUDALIMETRO

Presupuesto

Presupuesto 1201001 Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
 Subpresupuesto 002 COMPONENTE B
 Cliente UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA Costo al 20/04/2021
 Lugar AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02	COMPONENTE B: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA GIS PARA MONITOREO DE FUGAS EN OFICINA DE CONTROL OPERACIONAL				8,290.00
02.01	SOFTWARE				3,040.00
02.01.01	LICENCIA DE SOFTWARE ARCGIS DESKTOP BASIC	glb	1.00	3,040.00	3,040.00
02.02	CAPACITACIÓN DE PERSONAL				1,650.00
02.02.01	CAPACITACIÓN DE PERSONAL POR PERSONA	und	3.00	550.00	1,650.00
02.03	EQUIPOS				3,600.00
02.03.01	EQUIPOS DE GEOLOCALIZACIÓN	und	2.00	1,800.00	3,600.00
	Costo Directo				8,290.00

SON : OCHO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y 00/100 NUEVOS SOLES



Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa					
Subpresupuesto	002	COMPONENTE B					Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	02.01.01	LICENCIA DE SOFTWARE ARCGIS DESKTOP BASIC					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : glb			3,040.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0294010004	LICENCIA ARCGIS DESKTOP BASIC - ANUAL	glb		1.0000	3,040.00	3,040.00	
						3,040.00	
	Costo Directo					3,040.00	
Partida	02.02.01	CAPACITACIÓN DE PERSONAL POR PERSONA					
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und			550.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0294010005	CAPACITACIÓN DE PERSONAL POR CAPACITADORA AUTORIZADA POR ESRI	und		1.0000	550.00	550.00	
						550.00	
	Costo Directo					550.00	
Partida	02.03.01	EQUIPOS DE GEOLOCALIZACIÓN					
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und			1,800.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0294010006	GPS PORTATIL DE ALTA SENSIBILIDAD	und		1.0000	1,800.00	1,800.00	
						1,800.00	
	Costo Directo					1,800.00	

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra 1201001 Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20
 en la ciudad de Arequipa
 Subpresupuesto 002 COMPONENTE B
 Fecha 01/04/2021
 Lugar 040101 AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MATERIALES					
0294010004	LICENCIA ARCGIS DESKTOP BASIC - ANUAL	glb	1.0000	3,040.00	3,040.00
0294010005	CAPACITACIÓN DE PERSONAL POR CAPACITADORA AUTORIZADA POR ESRI	und	3.0000	550.00	1,650.00
0294010006	GPS PORTATIL DE ALTA SENSIBILIDAD	und	2.0000	1,800.00	3,600.00
					8,290.00
Total				S/.	8,290.00



Presupuesto

Presupuesto 1201001 Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
 Subpresupuesto 001 COMPONENTE A
 Cliente UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA Costo al 20/04/2021
 Lugar AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	COMPONENTE A: SECTORIZACIÓN Y GESTIÓN DE PRESIONES.				360,988.13
01.01	CIRCUITO DEL RESERVORIO R-20				101,612.63
01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES Y SEÑALIZACIÓN DE TRANSITO				1,926.84
01.01.01.01	Trazo y replanteo inicial del proyecto	m2	51.90	8.97	465.54
01.01.01.02	Cerco de Malla y Cinta plástica señalizadora para límite de seguridad de obra	m	54.40	6.60	359.04
01.01.01.03	Tranquera tipo tijera de 2,40 x 1,20 m. para desvío de tránsito.	und	6.00	159.40	956.40
01.01.01.04	Cono de PVC fosforescente p/señalización	und	6.00	24.31	145.86
01.01.02	CÁMARA DE CAUDALIMETRO				97,043.83
01.01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				9,839.72
01.01.02.01.01	Corte+rotura y reposic. de pavimento flexible asfalto frío de e= 2"	m2	49.50	86.49	4,281.26
01.01.02.01.02	Excavación de zanja terreno natural c/maquinaria	m3	108.90	15.93	1,734.78
01.01.02.01.03	Refine, nivelación y compactación en terreno normal a pulso	m2	159.06	2.13	338.80
01.01.02.01.04	Relleno Comp. con Material Propio a Pulso	m3	55.31	33.29	1,841.27
01.01.02.01.05	Eliminación de Material Excedente en carretilla (D=30m)	m3	61.26	26.83	1,643.61
01.01.02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				2,389.67
01.01.02.02.01	Concreto f'c 140 kg/cm2 para Solados	m2	26.70	37.54	1,002.32
01.01.02.02.02	Concreto f'c 140 kg/cm2 para anclajes y/o dados	und	15.00	92.49	1,387.35
01.01.02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				21,712.38
01.01.02.03.01	Concreto f'c 210 kg/cm2 para Muros, Pisos y Techo de Cámara	m3	20.82	505.95	10,533.88
01.01.02.03.02	Encofrado y Desencofrado para Muros, Pisos y Techo de Cámara	m2	150.06	35.27	5,292.62
01.01.02.03.03	Acero Corrugado fy=4200 kg/cm2 para Muros, Pisos y Techo de Cámara	kg	1,070.16	5.50	5,885.88
01.01.02.04	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				63,102.06
01.01.02.04.01	Suministro instalación hidráulica y Caudalímetro	und	3.00	16,878.94	50,636.82
01.01.02.04.02	Montaje de instalación hidráulica y Caudalímetro	und	3.00	2,109.29	6,327.87
01.01.02.04.03	Otros componentes - cámara de caudalímetro	und	3.00	2,045.79	6,137.37
01.01.03	VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO				2,641.96
01.01.03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				529.06
01.01.03.01.01	Corte+rotura y reposic. de pavimento flexible asfalto frío de e= 2"	m2	2.40	86.49	207.58
01.01.03.01.02	Excavación de zanja terreno natural	m3	3.12	46.00	143.52
01.01.03.01.03	Refine, nivelación y compactación en terreno normal a pulso	m2	2.40	2.13	5.11
01.01.03.01.04	Relleno Comp. con Material Propio a Pulso	m3	1.92	33.29	63.92
01.01.03.01.05	Eliminación de Material Excedente en carretilla (D=30m)	m3	4.06	26.83	108.93
01.01.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULAS				2,112.90
01.01.03.02.01	Suministro Válvula cpta.CC, ho.dúctil cierre elást. vástago acero inoxidable DN 110 mm.	und	2.00	600.26	1,200.52
01.01.03.02.02	Instalación de válvula compuerta DN 110mm.	und	2.00	456.19	912.38
01.02	CIRCUITO DEL RESERVORIO R-32				259,375.50
01.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES Y SEÑALIZACIÓN DE TRANSITO				4,796.87
01.02.01.01	Trazo y replanteo inicial del proyecto	m2	137.60	8.97	1,234.27
01.02.01.02	Cerco de Malla y Cinta plástica señalizadora para límite de seguridad de obra	m	150.10	6.60	990.66
01.02.01.03	Tranquera tipo tijera de 2,40 x 1,20 m. para desvío de tránsito.	und	14.00	159.40	2,231.60
01.02.01.04	Cono de PVC fosforescente p/señalización	und	14.00	24.31	340.34
01.02.02	CÁMARA DE VÁLVULA REDUCTORA Y CAUDALIMETRO				77,480.00
01.02.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				8,042.32
01.02.02.01.01	Corte+rotura y reposic. de pavimento flexible asfalto frío de e= 2"	m2	39.60	86.49	3,425.00
01.02.02.01.02	Excavación de zanja terreno natural c/maquinaria	m3	87.12	15.93	1,387.82
01.02.02.01.03	Refine, nivelación y compactación en terreno normal a pulso	m2	121.44	2.13	258.67
01.02.02.01.04	Relleno Comp. con Material Propio a Pulso	m3	42.77	33.29	1,423.81
01.02.02.01.05	Eliminación de Material Excedente en carretilla (D=30m)	m3	57.66	26.83	1,547.02
01.02.02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				1,681.71
01.02.02.02.01	Concreto f'c 140 kg/cm2 para Solados	m2	20.16	37.54	756.81
01.02.02.02.02	Concreto f'c 140 kg/cm2 para anclajes y/o dados	und	10.00	92.49	924.90

Presupuesto

Presupuesto 1201001 Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
 Subpresupuesto 001 COMPONENTE A
 Cliente UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA Costo al 20/04/2021
 Lugar AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.02.02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				17,372.03
01.02.02.03.01	Concreto fc 210 kg/cm2 para Muros, Pisos y Techo de Cámara	m3	17.07	505.95	8,636.57
01.02.02.03.02	Encofrado y Desencofrado para Muros, Pisos y Techo de Cámara	m2	118.64	35.27	4,184.43
01.02.02.03.03	Acero Corrugado fy=4200 kg/cm2 para Muros, Pisos y Techo de Cámara	kg	827.46	5.50	4,551.03
01.02.02.04	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				50,383.94
01.02.02.04.01	Suministro instalación hidráulica, Válvula Reductora y Caudalímetro	und	2.00	20,760.08	41,520.16
01.02.02.04.02	Montaje de instalación hidráulica, Válvula Reductora y Caudalímetro	und	2.00	2,343.65	4,687.30
01.02.02.04.03	Otros componentes - cámara de válvula reductora y caudalímetro	und	2.00	2,088.24	4,176.48
01.02.03	CÁMARA DE CAUDALÍMETRO				161,409.23
01.02.03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				16,399.40
01.02.03.01.01	Corte+rotura y reposic. de pavimento flexible asfalto frío de e= 2"	m2	82.50	86.49	7,135.43
01.02.03.01.02	Excavacion de zanja terreno natural c/maquinaria	m3	181.50	15.93	2,891.30
01.02.03.01.03	Refine, nivelación y compactación en terreno normal a pulso	m2	265.10	2.13	564.66
01.02.03.01.04	Relleno Comp. con Material Propio a Pulso	m3	92.18	33.29	3,068.67
01.02.03.01.05	Eliminación de Material Excedente en carretilla (D=30m)	m3	102.10	26.83	2,739.34
01.02.03.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				3,652.43
01.02.03.02.01	Concreto fc 140 kg/cm2 para Solados	m2	35.70	37.54	1,340.18
01.02.03.02.02	Concreto fc 140 kg/cm2 para anclajes y/o dados	und	25.00	92.49	2,312.25
01.02.03.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				36,187.30
01.02.03.03.01	Concreto fc 210 kg/cm2 para Muros, Pisos y Techo de Cámara	m3	34.70	505.95	17,556.47
01.02.03.03.02	Encofrado y Desencofrado para Muros, Pisos y Techo de Cámara	m2	250.10	35.27	8,821.03
01.02.03.03.03	Acero Corrugado fy=4200 kg/cm2 para Muros, Pisos y Techo de Cámara	kg	1,783.60	5.50	9,809.80
01.02.03.04	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				105,170.10
01.02.03.04.01	Suministro instalación hidráulica y Caudalímetro	und	5.00	16,878.94	84,394.70
01.02.03.04.02	Montaje de instalación hidráulica y Caudalímetro	und	5.00	2,109.29	10,546.45
01.02.03.04.03	Otros componentes - cámara de caudalímetro	und	5.00	2,045.79	10,228.95
01.02.04	VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO				14,162.38
01.02.04.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,438.85
01.02.04.01.01	Corte+rotura y reposic. de pavimento flexible asfalto frío de e= 2"	m2	15.60	86.49	1,349.24
01.02.04.01.02	Excavacion de zanja terreno natural	m3	20.28	46.00	932.88
01.02.04.01.03	Refine, nivelación y compactación en terreno normal a pulso	m2	15.60	2.13	33.23
01.02.04.01.04	Relleno Comp. con Material Propio a Pulso	m3	12.48	33.29	415.46
01.02.04.01.05	Eliminación de Material Excedente en carretilla (D=30m)	m3	26.39	26.83	708.04
01.02.04.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULAS				10,723.53
01.02.04.02.01	Suministro Válvula cpta.CC, ho.dúctil cierre elást. vástago acero inoxidable DN 90	und	8.00	265.57	2,124.56
01.02.04.02.02	Suministro Válvula cpta.CC, ho.dúctil cierre elást. vástago acero inoxidable DN 110	und	5.00	600.26	3,001.30
01.02.04.02.03	Instalación de válvula compuerta DN 90mm.	und	8.00	414.59	3,316.72
01.02.04.02.04	Instalación de válvula compuerta DN 110mm.	und	5.00	456.19	2,280.95
01.02.05	CORTES DE TUBERÍA				1,527.02
01.02.05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				793.58
01.02.05.01.01	Corte+rotura y reposic. de pavimento flexible asfalto frío de e= 2"	m2	3.60	86.49	311.36
01.02.05.01.02	Excavacion de zanja terreno natural	m3	4.68	46.00	215.28
01.02.05.01.03	Refine, nivelación y compactación en terreno normal a pulso	m2	3.60	2.13	7.67
01.02.05.01.04	Relleno Comp. con Material Propio a Pulso	m3	2.88	33.29	95.88
01.02.05.01.05	Eliminación de Material Excedente en carretilla (D=30m)	m3	6.09	26.83	163.39
01.02.05.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS				733.44
01.02.05.02.01	Suministro de accesorios para Cortes de Tubería	gib	1.00	527.00	527.00
01.02.05.02.02	Instalacion de accesorios para Cortes de Tubería	und	2.00	103.22	206.44

Costo Directo

360,988.13

SON : TRESCIENTOS SESENTA MIL NOVECIENTOS OCHENTIOCHO Y 13/100 NUEVOS SOLES

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa	
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A	Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.01.01.01	Trazo y replanteo inicial del proyecto	

Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2	8.97
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.3000	0.0120	28.08	0.34
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	16.73	0.67
0101030000	TOPOGRAFO	hh	0.3000	0.0120	24.30	0.29
						1.30
Materiales						
02130300010003	Yeso bolsa de 25 kgs.	bol		0.2500	16.00	4.00
0240020018	Pintura Esmalte Sintético	gal		0.1000	33.05	3.31
						7.31
Equipos						
0301000027	Equipo de estación total	hm	0.3000	0.0120	26.70	0.32
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	1.30	0.04
						0.36
	Costo Directo					8.97

Partida	01.01.01.02	Cerco de Malla y Cinta plástica señalizadora para límite de seguridad de obra	
---------	-------------	---	--

Rendimiento	m/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m	6.60
-------------	-------	--------------	--------------	--------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	28.08	0.06
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0229	16.73	0.38
						0.44
Materiales						
0204150003	Malla HDP co/naranja de 1m altura p/cerco	m		1.0500	1.00	1.05
02061300010005	Soldado de concreto p/cinta plast.	und		0.2500	20.00	5.00
0210050010	Cinta plástica para señal de seguridad de obra	m		1.2500	0.08	0.10
						6.15
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	0.44	0.01
						0.01
	Costo Directo					6.60

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa			Fecha presupuesto	20/04/2021
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A				
Partida	01.01.01.03	Tranquera tipo tijera de 2,40 x 1,20 m. para desvío de tránsito.				

Rendimiento	und/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : und		159.40
-------------	---------	------------	------------	----------------------------------	--	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2000	28.08	5.62
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	23.40	46.80
0101010005	PEON	hh	0.5000	1.0000	16.73	16.73
						69.15
Materiales						
02041200010012	Clavo c/cabeza para madera (promedio 2")	kg		0.1000	4.00	0.40
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		9.8000	5.61	54.98
02310500010009	Triplay de 4'x8'x 6 mm	pln		0.7000	45.00	31.50
0240020019	Pintura esmalte para tráfico	gal		0.0200	65.00	1.30
						88.18
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	69.15	2.07
						2.07
Costo Directo						159.40

Partida	01.01.01.04	Cono de PVC fosforescente p/señalización				
---------	-------------	--	--	--	--	--

Rendimiento	und/DIA	MO. 260.0000	EQ. 260.0000	Costo unitario directo por : und		24.31
-------------	---------	--------------	--------------	----------------------------------	--	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0267110026	Cono D/Fibra D/Vidrio Fosfor. de D=0.31m, H=0.67m C/Base F°	und		1.0000	24.31	24.31
						24.31
Costo Directo						24.31

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A
Partida	01.01.02.01.01	Corte+rotura y reposic. de pavimento flexible asfalto frio de e= 2"
		Fecha presupuesto 20/04/2021

Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2	86.49
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	28.08	0.19
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.40	1.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	18.50	2.47
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	16.73	4.46
						8.68
Materiales						
0207040002	AFIRMADO	m3		0.2000	65.30	13.06
0207070002	AGUA	m3		0.1000	8.00	0.80
0231220004	Regla de madera	und		0.1070	5.20	0.56
						14.42
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	8.68	0.26
03011400020006	Martillo neumático 25 - 29 kg	hm	2.0000	0.1333	5.52	0.74
03011400060006	Compresora neumática 76 HP 125 - 175 pcm.	hm	1.0000	0.0667	66.35	4.43
0301140011	Martillo cincel para corte-demolición	hm	2.0000	0.1333	3.28	0.44
03011600020006	Mini Rodillo liso vibrat. 33.1HP - 2.6 tn.	hm	1.0000	0.0667	65.00	4.34
03012900010005	Vibroapisonador de 4 HP	hm	1.0000	0.0667	22.50	1.50
03013300030009	Cortadora de pavimento C35-35HP i/combus	hm	1.0000	0.0667	19.70	1.31
						13.02
Subpartidas						
010304020203	Imprimación asfáltica a pulso	m2		1.0000	11.27	11.27
010706080001	Carpeta Asfáltica en Frio pulso de 2" espesor	m2		1.0800	36.20	39.10
						50.37
Costo Directo						86.49

Partida	01.01.02.01.02	Excavacion de zanja terreno natural c/maquinaria
---------	----------------	--

Rendimiento	m3/DIA	MO. 90.0000	EQ. 90.0000	Costo unitario directo por : m3	15.93
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0089	28.08	0.25
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0889	23.40	2.08
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0889	16.73	1.49
						3.82
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	3.82	0.11
0301160005	Cargador retroexcavador 0,5-0,75Yd3 62HP	hm	1.0000	0.0889	135.00	12.00
						12.11
Costo Directo						15.93

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa					
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A					Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.01.02.01.03	Refine, nivelación y compactación en terreno normal a pulso					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	140.0000	EQ.	140.0000	Costo unitario directo por : m2	2.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0057	28.08	0.16	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1143	16.73	1.91	
						2.07	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	2.07	0.06	
						0.06	
	Costo Directo					2.13	
Partida	01.01.02.01.04	Relleno Comp. con Material Propio a Pulso					
Rendimiento	m3/DIA	MO.	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m3	33.29
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	28.08	1.50	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	18.50	9.87	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	16.73	8.92	
						20.29	
	Materiales						
0207070002	AGUA	m3		0.0490	8.00	0.39	
						0.39	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	20.29	0.61	
03012900010005	Vibroapisonador de 4 HP	hm	1.0000	0.5333	22.50	12.00	
						12.61	
	Costo Directo					33.29	
Partida	01.01.02.01.05	Eliminación de Material Excedente en carretilla (D=30m)					
Rendimiento	m3/DIA	MO.	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : m3	26.83
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1333	28.08	3.74	
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.3333	16.73	22.31	
						26.05	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	26.05	0.78	
						0.78	
	Costo Directo					26.83	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa					
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A					
Partida	01.01.02.02.01	Concreto f'c 140 kg/cm2 para Solados					Fecha presupuesto 20/04/2021
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2			37.54
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	28.08	0.19	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.40	1.56	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	18.50	2.47	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	16.73	4.46	
						8.68	
	Materiales						
0207030001	HORMIGON	m3		0.1250	65.00	8.13	
0207070002	AGUA	m3		0.0184	8.00	0.15	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.7100	24.26	17.22	
0231220004	Regla de madera	und		0.3600	5.20	1.87	
						27.37	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	8.68	0.26	
03012900030005	Mezcladora concreto Tipo Trompo 9-11 P2 18HP	hm	1.0000	0.0667	18.50	1.23	
						1.49	
	Costo Directo						37.54
Partida	01.01.02.02.02	Concreto f'c 140 kg/cm2 para anclajes y/o dados					
Rendimiento	und/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : und			92.49
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	28.08	2.25	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	23.40	18.72	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.50	14.80	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	16.73	13.38	
						49.15	
	Materiales						
02041200010012	Clavo c/cabeza para madera (promedio 2")	kg		0.1000	4.00	0.40	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		2.0000	5.61	11.22	
						11.62	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	49.15	1.47	
						1.47	
	Subpartidas						
010713000106	Concreto f'c 140 kg/cm2	m3		0.0640	472.68	30.25	
						30.25	
	Costo Directo						92.49

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A
Partida	01.01.02.03.01	Concreto f'c 210 kg/cm2 para Muros, Pisos y Techo de Cámara
		Fecha presupuesto 20/04/2021

Rendimiento	m3/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m3	505.95
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	28.08	1.60
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	23.40	13.37
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.1429	18.50	21.14
0101010005	PEON	hh	9.0000	5.1429	16.73	86.04
						122.15
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6000	92.00	55.20
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4760	170.00	80.92
0207070002	AGUA	m3		0.2410	8.00	1.93
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.1000	24.26	220.77
0222180001	ADITIVO CURADOR	gal		0.3000	22.12	6.64
						365.46
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	122.15	3.66
03012900010006	Vibrador Concreto 1.5"-2.5", 4 HP	hm	1.0000	0.5714	7.20	4.11
03012900030005	Mezcladora concreto Tipo Trompo 9-11 P2 18HP	hm	1.0000	0.5714	18.50	10.57
						18.34
Costo Directo						505.95

Partida	01.01.02.03.02	Encofrado y Desencofrado para Muros, Pisos y Techo de Cámara
---------	----------------	--

Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2	35.27
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	28.08	1.12
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	23.40	9.36
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	18.50	7.40
						17.88
Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1000	4.57	0.46
02041200010012	Clavo c/cabeza para madera (promedio 2")	kg		0.1000	4.00	0.40
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		2.8500	5.61	15.99
						16.85
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	17.88	0.54
						0.54
Costo Directo						35.27

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa	
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A	Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.01.02.03.03	Acero Corrugado f'y=4200 kg/cm2 para Muros, Pisos y Techo de Cámara	

Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg	5.50
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	28.08	0.09
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	23.40	0.75
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.50	0.59
						1.43
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.59	0.28
0204030005	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2	kg		1.0500	3.57	3.75
						4.03
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	1.43	0.04
						0.04
	Costo Directo					5.50

Partida	01.01.02.04.01	Suministro instalación hidráulica y Caudalímetro	
---------	----------------	--	--

Rendimiento	und/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : und	16,878.94
-------------	---------	-------------	-------------	----------------------------------	-----------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0204210010	Tee DN 100 mm. HFD	und		2.0000	202.22	404.44
02050900010081	Codo 90° - DN 100 mm. HFD	und		2.0000	146.12	292.24
02090100010008	Marco y tapa Fo.Fdo. de 0.60x0.60, p/Inspeccion	und		1.0000	165.25	165.25
0240020018	Pintura Esmalte Sintético	gal		0.0540	33.05	1.78
0240070004	Pintura anticorrosiva-epóxica naval	gal		0.0540	137.00	7.40
0253010031	Válvula de Compuerta DN 100 mm. HD	und		1.0000	367.22	367.22
0253040008	Válvula mariposa BB DN 100 mm.	und		2.0000	1,820.00	3,640.00
0253050007	Empaquetadura jebe enlonada DN 100 mm	und		20.0000	5.05	101.00
0253190025	Válvula de aire DN 1"	und		1.0000	485.74	485.74
0255080016	SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"	kg		2.2000	12.18	26.80
0258080034	Manómetro de Presion diametro 1"	und		2.0000	88.00	176.00
0267040016	Filtro Yee DN 100 HD PN16	und		1.0000	830.51	830.51
0270140021	Manguito Brida DN 100 mm. L= 1.85 m.	und		1.0000	379.75	379.75
0270140022	Manguito Brida/Brida c/anclaje DN 100 mm. L=1.35m.	und		2.0000	322.12	644.24
0270140023	Manguito Brida/Brida DN 100 mm. L= 0.35 m.	und		4.0000	175.00	700.00
0271050155	Perno incluye tuerca p/brida DN 100 mm	und		160.0000	3.20	512.00
0272010163	Unión Autoportante DN 100 mm.	und		3.0000	89.20	267.60
02902300040014	Acople maxifit DN 100 mm.	und		2.0000	114.49	228.98
0294010002	MEDIDOR DE CAUDAL ELECTROMAGNETICO BRIDADO DN 100 MM	und		1.0000	7,647.99	7,647.99
						16,878.94
	Costo Directo					16,878.94

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A
Partida	01.01.02.04.02	Montaje de instalación hidráulica y Caudalímetro
		Fecha presupuesto 20/04/2021

Rendimiento	und/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : und	2,109.29
-------------	---------	------------	------------	----------------------------------	-----------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	3.2000	28.08	89.86
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	32.0000	23.40	748.80
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	32.0000	18.50	592.00
0101010005	PEON	hh	1.0000	16.0000	16.73	267.68
						1,698.34
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	1,698.34	50.95
0301270005	MOTOSOLDADORA DE 250 A	hm	1.0000	16.0000	22.50	360.00
						410.95
Costo Directo						2,109.29

Partida	01.01.02.04.03	Otros componentes - cámara de caudalímetro
---------	----------------	--

Rendimiento	und/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : und	2,045.79
-------------	---------	------------	------------	----------------------------------	-----------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
010105010207	Marco y tapa de hierro dúctil DI=0,60 m con mecanismo de seguridad según especificación	und		1.0000	237.76	237.76
010105010214	Escalera de tubo fo. galv. c/parantes de 1" por peldaños 3/4" p/cámaras válvulas	m		1.8000	157.07	282.73
010110090506	Cielo rasos con mortero de 1:5 x 1,5 cm para cámaras de válvulas	m2		8.2000	53.06	435.09
010113020213	Ventilación con tubería de acero según diseño DN 150 mm	und		1.0000	453.50	453.50
010118020611	Acabado pulido de piso con mortero 1:2 x 1,5 cm de espesor	m2		7.7000	18.39	141.60
010119000107	Replanteo final de la obra para cámara	und		1.0000	56.33	56.33
010307010103	Prueba de compactación de suelos (procto modif densidad campo)	und		2.0000	120.00	240.00
010501020702	Prueba de calidad del concreto (prueba a la compresión)	und		2.0000	59.36	118.72
010601080434	Relleno con material de préstamo grava (incluye provisión) a pulso	m3		0.2500	143.69	35.92
010713000117	Concreto f'c 210 kg/cm2 p/colocación de marco y tapa (cemento PI)	m3		0.0800	551.77	44.14
						2,045.79
Costo Directo						2,045.79

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A
Partida	01.01.03.01.01	Corte+rotura y reposic. de pavimento flexible asfalto frio de e= 2"
		Fecha presupuesto 20/04/2021

Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2	86.49
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	28.08	0.19
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.40	1.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	18.50	2.47
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	16.73	4.46
						8.68
Materiales						
0207040002	AFIRMADO	m3		0.2000	65.30	13.06
0207070002	AGUA	m3		0.1000	8.00	0.80
0231220004	Regla de madera	und		0.1070	5.20	0.56
						14.42
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	8.68	0.26
03011400020006	Martillo neumático 25 - 29 kg	hm	2.0000	0.1333	5.52	0.74
03011400060006	Compresora neumática 76 HP 125 - 175 pcm.	hm	1.0000	0.0667	66.35	4.43
0301140011	Martillo cincel para corte-demolición	hm	2.0000	0.1333	3.28	0.44
03011600020006	Mini Rodillo liso vibrat. 33.1HP - 2.6 tn.	hm	1.0000	0.0667	65.00	4.34
03012900010005	Vibroapisonador de 4 HP	hm	1.0000	0.0667	22.50	1.50
03013300030009	Cortadora de pavimento C35-35HP i/combus	hm	1.0000	0.0667	19.70	1.31
						13.02
Subpartidas						
010304020203	Imprimación asfáltica a pulso	m2		1.0000	11.27	11.27
010706080001	Carpeta Asfáltica en Frio pulso de 2" espesor	m2		1.0800	36.20	39.10
						50.37
Costo Directo						86.49

Partida	01.01.03.01.02	Excavacion de zanja terreno natural
---------	----------------	-------------------------------------

Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.5000	EQ. 3.5000	Costo unitario directo por : m3	46.00
-------------	--------	------------	------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	28.08	6.42
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	16.73	38.24
						44.66
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	44.66	1.34
						1.34
Costo Directo						46.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa					
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A					Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.01.03.01.03	Refine, nivelación y compactación en terreno normal a pulso					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	140.0000	EQ.	140.0000	Costo unitario directo por : m2	2.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0057	28.08	0.16	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1143	16.73	1.91	
						2.07	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	2.07	0.06	
						0.06	
	Costo Directo					2.13	
Partida	01.01.03.01.04	Relleno Comp. con Material Propio a Pulso					
Rendimiento	m3/DIA	MO.	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m3	33.29
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	28.08	1.50	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	18.50	9.87	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	16.73	8.92	
						20.29	
	Materiales						
0207070002	AGUA	m3		0.0490	8.00	0.39	
						0.39	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	20.29	0.61	
03012900010005	Vibroapisonador de 4 HP	hm	1.0000	0.5333	22.50	12.00	
						12.61	
	Costo Directo					33.29	
Partida	01.01.03.01.05	Eliminación de Material Excedente en carretilla (D=30m)					
Rendimiento	m3/DIA	MO.	6.0000	EQ.	6.0000	Costo unitario directo por : m3	26.83
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1333	28.08	3.74	
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.3333	16.73	22.31	
						26.05	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	26.05	0.78	
						0.78	
	Costo Directo					26.83	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001 Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa					
Subpresupuesto	001 COMPONENTE A					
	Fecha presupuesto 20/04/2021					
Partida	01.01.03.02.01 Suministro Válvula cpta.CC, ho.dúctil cierre elást. vástago acero inoxidable DN 110 mm.					
Rendimiento	und/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : und		600.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0253190022	Válvula cpta h.dúct. CC junta elastomé. vástago de acero DN 110mm	und		2.0000	300.13	600.26
						600.26
	Costo Directo					600.26
Partida	01.01.03.02.02 Instalación de válvula compuerta DN 110mm.					
Rendimiento	und/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : und		456.19
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	28.08	2.81
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	23.40	23.40
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	18.50	18.50
0101010005	PEON	hh	2.0000	2.0000	16.73	33.46
						78.17
	Materiales					
02041200010012	Clavo c/cabeza para madera (promedio 2")	kg		0.0020	4.00	0.01
02050700010044	Tubo de PVC UF NTP ISO 1452 PN 10 DN 110 mm	m		2.0000	23.97	47.94
02050700010048	Tubo de PVC UF norma ISO 4435 SN 2 DN 200 mm	m		1.5000	32.83	49.25
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0390	92.00	3.59
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0220	170.00	3.74
0207070002	AGUA	m3		0.0090	8.00	0.07
02090100010009	Marco+tapa fo. fdo. p/registro válvula	und		1.0000	25.42	25.42
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2920	24.26	7.08
0222120002	Lubricante para tubería PVC	gal		0.0018	32.20	0.06
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0440	5.61	0.25
0246140009	Anillo de jebe p/tuber. PVC UF DN 110 mm	und		0.1700	1.52	0.26
0294010001	UNIÓN DE REPARACIÓN PVC 110mm	und		2.0000	119.00	238.00
						375.67
	Equipos					
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	78.17	2.35
						2.35
	Costo Directo					456.19

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa	
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A	Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.02.01.01	Trazo y replanteo inicial del proyecto	

Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2	8.97
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.3000	0.0120	28.08	0.34
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	16.73	0.67
0101030000	TOPOGRAFO	hh	0.3000	0.0120	24.30	0.29
						1.30
Materiales						
02130300010003	Yeso bolsa de 25 kgs.	bol		0.2500	16.00	4.00
0240020018	Pintura Esmalte Sintético	gal		0.1000	33.05	3.31
						7.31
Equipos						
0301000027	Equipo de estación total	hm	0.3000	0.0120	26.70	0.32
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	1.30	0.04
						0.36
	Costo Directo					8.97

Partida	01.02.01.02	Cerco de Malla y Cinta plástica señalizadora para límite de seguridad de obra	
---------	-------------	---	--

Rendimiento	m/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m	6.60
-------------	-------	--------------	--------------	--------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0023	28.08	0.06
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0229	16.73	0.38
						0.44
Materiales						
0204150003	Malla HDP co/naranja de 1m altura p/cerco	m		1.0500	1.00	1.05
02061300010005	Soldado de concreto p/cinta plast.	und		0.2500	20.00	5.00
0210050010	Cinta plástica para señal de seguridad de obra	m		1.2500	0.08	0.10
						6.15
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	0.44	0.01
						0.01
	Costo Directo					6.60

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa	
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A	Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.02.01.03	Tranquera tipo tijera de 2,40 x 1,20 m. para desvío de tránsito.	

Rendimiento	und/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : und	159.40
-------------	---------	------------	------------	----------------------------------	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2000	28.08	5.62
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	23.40	46.80
0101010005	PEON	hh	0.5000	1.0000	16.73	16.73
						69.15
	Materiales					
02041200010012	Clavo c/cabeza para madera (promedio 2")	kg		0.1000	4.00	0.40
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		9.8000	5.61	54.98
02310500010009	Triplay de 4'x8'x 6 mm	pln		0.7000	45.00	31.50
0240020019	Pintura esmalte para tráfico	gal		0.0200	65.00	1.30
						88.18
	Equipos					
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	69.15	2.07
						2.07
	Costo Directo					159.40

Partida	01.02.01.04	Cono de PVC fosforescente p/señalización	
---------	-------------	--	--

Rendimiento	und/DIA	MO. 260.0000	EQ. 260.0000	Costo unitario directo por : und	24.31
-------------	---------	--------------	--------------	----------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0267110026	Cono D/Fibra D/Vidrio Fosfor. de D=0.31m, H=0.67m C/Base F°	und		1.0000	24.31	24.31
						24.31
	Costo Directo					24.31

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A
Partida	01.02.02.01.01	Corte+rotura y reposic. de pavimento flexible asfalto frio de e= 2"
		Fecha presupuesto 20/04/2021

Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2	86.49
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	28.08	0.19
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.40	1.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	18.50	2.47
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	16.73	4.46
						8.68
Materiales						
0207040002	AFIRMADO	m3		0.2000	65.30	13.06
0207070002	AGUA	m3		0.1000	8.00	0.80
0231220004	Regla de madera	und		0.1070	5.20	0.56
						14.42
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	8.68	0.26
03011400020006	Martillo neumático 25 - 29 kg	hm	2.0000	0.1333	5.52	0.74
03011400060006	Compresora neumática 76 HP 125 - 175 pcm.	hm	1.0000	0.0667	66.35	4.43
0301140011	Martillo cincel para corte-demolición	hm	2.0000	0.1333	3.28	0.44
03011600020006	Mini Rodillo liso vibrat. 33.1HP - 2.6 tn.	hm	1.0000	0.0667	65.00	4.34
03012900010005	Vibroapisonador de 4 HP	hm	1.0000	0.0667	22.50	1.50
03013300030009	Cortadora de pavimento C35-35HP i/combus	hm	1.0000	0.0667	19.70	1.31
						13.02
Subpartidas						
010304020203	Imprimación asfáltica a pulso	m2		1.0000	11.27	11.27
010706080001	Carpeta Asfáltica en Frio pulso de 2" espesor	m2		1.0800	36.20	39.10
						50.37
Costo Directo						86.49

Partida	01.02.02.01.02	Excavacion de zanja terreno natural c/maquinaria
---------	----------------	--

Rendimiento	m3/DIA	MO. 90.0000	EQ. 90.0000	Costo unitario directo por : m3	15.93
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0089	28.08	0.25
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0889	23.40	2.08
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0889	16.73	1.49
						3.82
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	3.82	0.11
0301160005	Cargador retroexcavador 0,5-0,75Yd3 62HP	hm	1.0000	0.0889	135.00	12.00
						12.11
Costo Directo						15.93

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa					
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A					Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.02.02.01.03	Refine, nivelación y compactación en terreno normal a pulso					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 140.0000	EQ. 140.0000	Costo unitario directo por : m2			2.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0057	28.08	0.16	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1143	16.73	1.91	
						2.07	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	2.07	0.06	
						0.06	
	Costo Directo						2.13
Partida	01.02.02.01.04	Relleno Comp. con Material Propio a Pulso					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3			33.29
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	28.08	1.50	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	18.50	9.87	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	16.73	8.92	
						20.29	
	Materiales						
0207070002	AGUA	m3		0.0490	8.00	0.39	
						0.39	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	20.29	0.61	
03012900010005	Vibroapisonador de 4 HP	hm	1.0000	0.5333	22.50	12.00	
						12.61	
	Costo Directo						33.29
Partida	01.02.02.01.05	Eliminación de Material Excedente en carretilla (D=30m)					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : m3			26.83
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1333	28.08	3.74	
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.3333	16.73	22.31	
						26.05	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	26.05	0.78	
						0.78	
	Costo Directo						26.83

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A
Partida	01.02.02.02.01	Concreto f'c 140 kg/cm2 para Solados
		Fecha presupuesto 20/04/2021

Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2	37.54
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	28.08	0.19
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.40	1.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	18.50	2.47
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	16.73	4.46
						8.68
Materiales						
0207030001	HORMIGON	m3		0.1250	65.00	8.13
0207070002	AGUA	m3		0.0184	8.00	0.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.7100	24.26	17.22
0231220004	Regla de madera	und		0.3600	5.20	1.87
						27.37
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	8.68	0.26
03012900030005	Mezcladora concreto Tipo Trompo 9-11 P2 18HP	hm	1.0000	0.0667	18.50	1.23
						1.49
Costo Directo						37.54

Partida	01.02.02.02.02	Concreto f'c 140 kg/cm2 para anclajes y/o dados
---------	----------------	---

Rendimiento	und/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : und	92.49
-------------	---------	-------------	-------------	----------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	28.08	2.25
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	23.40	18.72
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.50	14.80
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	16.73	13.38
						49.15
Materiales						
02041200010012	Clavo c/cabeza para madera (promedio 2")	kg		0.1000	4.00	0.40
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		2.0000	5.61	11.22
						11.62
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	49.15	1.47
						1.47
Subpartidas						
010713000106	Concreto f'c 140 kg/cm2	m3		0.0640	472.68	30.25
						30.25
Costo Directo						92.49

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A
Partida	01.02.02.03.01	Concreto f'c 210 kg/cm2 para Muros, Pisos y Techo de Cámara
		Fecha presupuesto 20/04/2021

Rendimiento	m3/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m3	505.95
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	28.08	1.60
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	23.40	13.37
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.1429	18.50	21.14
0101010005	PEON	hh	9.0000	5.1429	16.73	86.04
						122.15
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6000	92.00	55.20
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4760	170.00	80.92
0207070002	AGUA	m3		0.2410	8.00	1.93
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.1000	24.26	220.77
0222180001	ADITIVO CURADOR	gal		0.3000	22.12	6.64
						365.46
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	122.15	3.66
03012900010006	Vibrador Concreto 1.5"-2.5", 4 HP	hm	1.0000	0.5714	7.20	4.11
03012900030005	Mezcladora concreto Tipo Trompo 9-11 P2 18HP	hm	1.0000	0.5714	18.50	10.57
						18.34
Costo Directo						505.95

Partida	01.02.02.03.02	Encofrado y Desencofrado para Muros, Pisos y Techo de Cámara
---------	----------------	--

Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2	35.27
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	28.08	1.12
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	23.40	9.36
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	18.50	7.40
						17.88
Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1000	4.57	0.46
02041200010012	Clavo c/cabeza para madera (promedio 2")	kg		0.1000	4.00	0.40
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		2.8500	5.61	15.99
						16.85
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	17.88	0.54
						0.54
Costo Directo						35.27

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa	
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A	Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.02.02.03.03	Acero Corrugado f'y=4200 kg/cm2 para Muros, Pisos y Techo de Cámara	

Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg	5.50
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	28.08	0.09
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	23.40	0.75
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.50	0.59
						1.43
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.59	0.28
0204030005	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2	kg		1.0500	3.57	3.75
						4.03
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	1.43	0.04
						0.04
	Costo Directo					5.50

Partida	01.02.02.04.01	Suministro instalación hidráulica, Válvula Reductora y Caudalímetro			
Rendimiento	und/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : und	20.760.08

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0204210010	Tee DN 100 mm. HFD	und		2.0000	202.22	404.44
02050900010081	Codo 90° - DN 100 mm. HFD	und		2.0000	146.12	292.24
02090100010008	Marco y tapa Fo.Fdo. de 0.60x0.60, p/Inspeccion	und		1.0000	165.25	165.25
0240020018	Pintura Esmalte Sintético	gal		0.0540	33.05	1.78
0240070004	Pintura anticorrosiva-epóxica naval	gal		0.0540	137.00	7.40
0253010031	Válvula de Compuerta DN 100 mm. HD	und		1.0000	367.22	367.22
0253040008	Válvula mariposa BB DN 100 mm.	und		2.0000	1,820.00	3,640.00
0253050007	Empaquetadura jebe enlonada DN 100 mm	und		20.0000	5.05	101.00
0253140006	Válvula reductora de presión DN 100 mm control piloto	und		1.0000	3,881.14	3,881.14
0253190025	Válvula de aire DN 1"	und		1.0000	485.74	485.74
0255080016	SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"	kg		2.2000	12.18	26.80
0258080034	Manómetro de Presion diametro 1"	und		2.0000	88.00	176.00
0267040016	Filtro Yee DN 100 HD PN16	und		1.0000	830.51	830.51
0270140021	Manguito Brida DN 100 mm. L= 1.85 m.	und		1.0000	379.75	379.75
0270140022	Manguito Brida/Brida c/anclaje DN 100 mm. L=1.35m.	und		2.0000	322.12	644.24
0270140023	Manguito Brida/Brida DN 100 mm. L= 0.35 m.	und		4.0000	175.00	700.00
0271050155	Perno incluye tuerca p/brida DN 100 mm	und		160.0000	3.20	512.00
0272010163	Unión Autoportante DN 100 mm.	und		3.0000	89.20	267.60
02902300040014	Acople maxifit DN 100 mm.	und		2.0000	114.49	228.98
0294010002	MEDIDOR DE CAUDAL ELECTROMAGNETICO BRIDADO DN 100 MM	und		1.0000	7,647.99	7,647.99
						20,760.08
	Costo Directo					20,760.08

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa	
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A	Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.02.02.04.02	Montaje de instalación hidráulica, Válvula Reductora y Caudalímetro	

Rendimiento	und/DIA	MO. 0.4500	EQ. 0.4500	Costo unitario directo por : und	2,343.65
-------------	---------	------------	------------	----------------------------------	----------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	3.5556	28.08	99.84
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	35.5556	23.40	832.00
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	35.5556	18.50	657.78
0101010005	PEON	hh	1.0000	17.7778	16.73	297.42
						1,887.04
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	1,887.04	56.61
0301270005	MOTOSOLDADORA DE 250 A	hm	1.0000	17.7778	22.50	400.00
						456.61
	Costo Directo					2,343.65

Partida	01.02.02.04.03	Otros componentes - cámara de válvula reductora y caudalímetro	
---------	----------------	--	--

Rendimiento	und/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : und	2,088.24
-------------	---------	------------	------------	----------------------------------	----------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
010105010207	Marco y tapa de hierro dúctil DI=0,60 m con mecanismo de seguridad según especificación	und		1.0000	237.76	237.76
010105010214	Escalera de tubo fo. galv. c/parantes de 1" por peldaños 3/4" p/cámaras válvulas	m		1.8000	157.07	282.73
010110090506	Cielo rasos con mortero de 1:5 x 1,5 cm para cámaras de válvulas	m2		9.0000	53.06	477.54
010113020213	Ventilación con tubería de acero según diseño DN 150 mm	und		1.0000	453.50	453.50
010118020611	Acabado pulido de piso con mortero 1:2 x 1,5 cm de espesor	m2		7.7000	18.39	141.60
010119000107	Replanteo final de la obra para cámara	und		1.0000	56.33	56.33
010307010103	Prueba de compactación de suelos (procto modif densidad campo)	und		2.0000	120.00	240.00
010501020702	Prueba de calidad del concreto (prueba a la compresión)	und		2.0000	59.36	118.72
010601080434	Relleno con material de préstamo grava (incluye provisión) a pulso	m3		0.2500	143.69	35.92
010713000117	Concreto f'c 210 kg/cm2 p/colocación de marco y tapa (cemento PI)	m3		0.0800	551.77	44.14
						2,088.24
	Costo Directo					2,088.24

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A
Partida	01.02.03.01.01	Corte+rotura y reposic. de pavimento flexible asfalto frio de e= 2"
		Fecha presupuesto 20/04/2021

Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2	86.49
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	28.08	0.19
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.40	1.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	18.50	2.47
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	16.73	4.46
						8.68
Materiales						
0207040002	AFIRMADO	m3		0.2000	65.30	13.06
0207070002	AGUA	m3		0.1000	8.00	0.80
0231220004	Regla de madera	und		0.1070	5.20	0.56
						14.42
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	8.68	0.26
03011400020006	Martillo neumático 25 - 29 kg	hm	2.0000	0.1333	5.52	0.74
03011400060006	Compresora neumática 76 HP 125 - 175 pcm.	hm	1.0000	0.0667	66.35	4.43
0301140011	Martillo cincel para corte-demolición	hm	2.0000	0.1333	3.28	0.44
03011600020006	Mini Rodillo liso vibrat. 33.1HP - 2.6 tn.	hm	1.0000	0.0667	65.00	4.34
03012900010005	Vibroapisonador de 4 HP	hm	1.0000	0.0667	22.50	1.50
03013300030009	Cortadora de pavimento C35-35HP i/combus	hm	1.0000	0.0667	19.70	1.31
						13.02
Subpartidas						
010304020203	Imprimación asfáltica a pulso	m2		1.0000	11.27	11.27
010706080001	Carpeta Asfáltica en Frio pulso de 2" espesor	m2		1.0800	36.20	39.10
						50.37
Costo Directo						86.49

Partida	01.02.03.01.02	Excavacion de zanja terreno natural c/maquinaria
---------	----------------	--

Rendimiento	m3/DIA	MO. 90.0000	EQ. 90.0000	Costo unitario directo por : m3	15.93
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0089	28.08	0.25
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0889	23.40	2.08
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0889	16.73	1.49
						3.82
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	3.82	0.11
0301160005	Cargador retroexcavador 0,5-0,75Yd3 62HP	hm	1.0000	0.0889	135.00	12.00
						12.11
Costo Directo						15.93

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa					
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A					Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.02.03.01.03	Refine, nivelación y compactación en terreno normal a pulso					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 140.0000	EQ. 140.0000	Costo unitario directo por : m2			2.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0057	28.08	0.16	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1143	16.73	1.91	
						2.07	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	2.07	0.06	
						0.06	
	Costo Directo						2.13
Partida	01.02.03.01.04	Relleno Comp. con Material Propio a Pulso					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3			33.29
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	28.08	1.50	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	18.50	9.87	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	16.73	8.92	
						20.29	
	Materiales						
0207070002	AGUA	m3		0.0490	8.00	0.39	
						0.39	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	20.29	0.61	
03012900010005	Vibroapisonador de 4 HP	hm	1.0000	0.5333	22.50	12.00	
						12.61	
	Costo Directo						33.29
Partida	01.02.03.01.05	Eliminación de Material Excedente en carretilla (D=30m)					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : m3			26.83
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1333	28.08	3.74	
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.3333	16.73	22.31	
						26.05	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	26.05	0.78	
						0.78	
	Costo Directo						26.83

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A
Partida	01.02.03.02.01	Concreto f'c 140 kg/cm2 para Solados
		Fecha presupuesto 20/04/2021

Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2	37.54
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	28.08	0.19
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.40	1.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	18.50	2.47
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	16.73	4.46
						8.68
Materiales						
0207030001	HORMIGON	m3		0.1250	65.00	8.13
0207070002	AGUA	m3		0.0184	8.00	0.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.7100	24.26	17.22
0231220004	Regla de madera	und		0.3600	5.20	1.87
						27.37
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	8.68	0.26
03012900030005	Mezcladora concreto Tipo Trompo 9-11 P2 18HP	hm	1.0000	0.0667	18.50	1.23
						1.49
Costo Directo						37.54

Partida	01.02.03.02.02	Concreto f'c 140 kg/cm2 para anclajes y/o dados
---------	----------------	---

Rendimiento	und/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : und	92.49
-------------	---------	-------------	-------------	----------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	28.08	2.25
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	23.40	18.72
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.50	14.80
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	16.73	13.38
						49.15
Materiales						
02041200010012	Clavo c/cabeza para madera (promedio 2")	kg		0.1000	4.00	0.40
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		2.0000	5.61	11.22
						11.62
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	49.15	1.47
						1.47
Subpartidas						
010713000106	Concreto f'c 140 kg/cm2	m3		0.0640	472.68	30.25
						30.25
Costo Directo						92.49

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A
Partida	01.02.03.03.01	Concreto f'c 210 kg/cm2 para Muros, Pisos y Techo de Cámara
		Fecha presupuesto 20/04/2021

Rendimiento	m3/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m3	505.95
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	28.08	1.60
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	23.40	13.37
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.1429	18.50	21.14
0101010005	PEON	hh	9.0000	5.1429	16.73	86.04
						122.15
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.6000	92.00	55.20
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.4760	170.00	80.92
0207070002	AGUA	m3		0.2410	8.00	1.93
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.1000	24.26	220.77
0222180001	ADITIVO CURADOR	gal		0.3000	22.12	6.64
						365.46
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	122.15	3.66
03012900010006	Vibrador Concreto 1.5"-2.5", 4 HP	hm	1.0000	0.5714	7.20	4.11
03012900030005	Mezcladora concreto Tipo Trompo 9-11 P2 18HP	hm	1.0000	0.5714	18.50	10.57
						18.34
Costo Directo						505.95

Partida	01.02.03.03.02	Encofrado y Desencofrado para Muros, Pisos y Techo de Cámara
---------	----------------	--

Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2	35.27
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	28.08	1.12
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	23.40	9.36
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	18.50	7.40
						17.88
Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1000	4.57	0.46
02041200010012	Clavo c/cabeza para madera (promedio 2")	kg		0.1000	4.00	0.40
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		2.8500	5.61	15.99
						16.85
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	17.88	0.54
						0.54
Costo Directo						35.27

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa	
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A	Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.02.03.03.03	Acero Corrugado f'y=4200 kg/cm2 para Muros, Pisos y Techo de Cámara	

Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg	5.50
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	28.08	0.09
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	23.40	0.75
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.50	0.59
						1.43
Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	4.59	0.28
0204030005	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2	kg		1.0500	3.57	3.75
						4.03
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	1.43	0.04
						0.04
	Costo Directo					5.50

Partida	01.02.03.04.01	Suministro instalación hidráulica y Caudalímetro			
Rendimiento	und/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : und	16,878.94

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0204210010	Tee DN 100 mm. HFD	und		2.0000	202.22	404.44
02050900010081	Codo 90° - DN 100 mm. HFD	und		2.0000	146.12	292.24
02090100010008	Marco y tapa Fo.Fdo. de 0.60x0.60, p/Inspeccion	und		1.0000	165.25	165.25
0240020018	Pintura Esmalte Sintético	gal		0.0540	33.05	1.78
0240070004	Pintura anticorrosiva-epóxica naval	gal		0.0540	137.00	7.40
0253010031	Válvula de Compuerta DN 100 mm. HD	und		1.0000	367.22	367.22
0253040008	Válvula mariposa BB DN 100 mm.	und		2.0000	1,820.00	3,640.00
0253050007	Empaquetadura jebe enlonada DN 100 mm	und		20.0000	5.05	101.00
0253190025	Válvula de aire DN 1"	und		1.0000	485.74	485.74
0255080016	SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"	kg		2.2000	12.18	26.80
0258080034	Manómetro de Presion diametro 1"	und		2.0000	88.00	176.00
0267040016	Filtro Yee DN 100 HD PN16	und		1.0000	830.51	830.51
0270140021	Manguito Brida DN 100 mm. L= 1.85 m.	und		1.0000	379.75	379.75
0270140022	Manguito Brida/Brida c/anclaje DN 100 mm. L=1.35m.	und		2.0000	322.12	644.24
0270140023	Manguito Brida/Brida DN 100 mm. L= 0.35 m.	und		4.0000	175.00	700.00
0271050155	Perno incluye tuerca p/brida DN 100 mm	und		160.0000	3.20	512.00
0272010163	Unión Autoportante DN 100 mm.	und		3.0000	89.20	267.60
02902300040014	Acople maxifit DN 100 mm.	und		2.0000	114.49	228.98
0294010002	MEDIDOR DE CAUDAL ELECTROMAGNETICO BRIDADO DN 100 MM	und		1.0000	7,647.99	7,647.99
						16,878.94
	Costo Directo					16,878.94

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa	
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A	Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.02.03.04.02	Montaje de instalación hidráulica y Caudalímetro	

Rendimiento	und/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : und	2,109.29
-------------	---------	------------	------------	----------------------------------	----------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	3.2000	28.08	89.86
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	32.0000	23.40	748.80
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	32.0000	18.50	592.00
0101010005	PEON	hh	1.0000	16.0000	16.73	267.68
						1,698.34
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	1,698.34	50.95
0301270005	MOTOSOLDADORA DE 250 A	hm	1.0000	16.0000	22.50	360.00
						410.95
	Costo Directo					2,109.29

Partida	01.02.03.04.03	Otros componentes - cámara de caudalímetro	
---------	----------------	--	--

Rendimiento	und/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : und	2,045.79
-------------	---------	------------	------------	----------------------------------	----------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
010105010207	Marco y tapa de hierro dúctil DI=0,60 m con mecanismo de seguridad según especificación	und		1.0000	237.76	237.76
010105010214	Escalera de tubo fo. galv. c/parantes de 1" por peldaños 3/4" p/cámaras válvulas	m		1.8000	157.07	282.73
010110090506	Cielo rasos con mortero de 1:5 x 1,5 cm para cámaras de válvulas	m2		8.2000	53.06	435.09
010113020213	Ventilación con tubería de acero según diseño DN 150 mm	und		1.0000	453.50	453.50
010118020611	Acabado pulido de piso con mortero 1:2 x 1,5 cm de espesor	m2		7.7000	18.39	141.60
010119000107	Replanteo final de la obra para cámara	und		1.0000	56.33	56.33
010307010103	Prueba de compactación de suelos (procto modif densidad campo)	und		2.0000	120.00	240.00
010501020702	Prueba de calidad del concreto (prueba a la compresión)	und		2.0000	59.36	118.72
010601080434	Relleno con material de préstamo grava (incluye provisión) a pulso	m3		0.2500	143.69	35.92
010713000117	Concreto f'c 210 kg/cm2 p/colocación de marco y tapa (cemento PI)	m3		0.0800	551.77	44.14
						2,045.79
	Costo Directo					2,045.79

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A
Partida	01.02.04.01.01	Corte+rotura y reposic. de pavimento flexible asfalto frio de e= 2"
		Fecha presupuesto 20/04/2021

Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2	86.49
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	28.08	0.19
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.40	1.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	18.50	2.47
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	16.73	4.46
						8.68
Materiales						
0207040002	AFIRMADO	m3		0.2000	65.30	13.06
0207070002	AGUA	m3		0.1000	8.00	0.80
0231220004	Regla de madera	und		0.1070	5.20	0.56
						14.42
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	8.68	0.26
03011400020006	Martillo neumático 25 - 29 kg	hm	2.0000	0.1333	5.52	0.74
03011400060006	Compresora neumática 76 HP 125 - 175 pcm.	hm	1.0000	0.0667	66.35	4.43
0301140011	Martillo cincel para corte-demolición	hm	2.0000	0.1333	3.28	0.44
03011600020006	Mini Rodillo liso vibrat. 33.1HP - 2.6 tn.	hm	1.0000	0.0667	65.00	4.34
03012900010005	Vibroapisonador de 4 HP	hm	1.0000	0.0667	22.50	1.50
03013300030009	Cortadora de pavimento C35-35HP i/combus	hm	1.0000	0.0667	19.70	1.31
						13.02
Subpartidas						
010304020203	Imprimación asfáltica a pulso	m2		1.0000	11.27	11.27
010706080001	Carpeta Asfáltica en Frio pulso de 2" espesor	m2		1.0800	36.20	39.10
						50.37
Costo Directo						86.49

Partida	01.02.04.01.02	Excavacion de zanja terreno natural
---------	----------------	-------------------------------------

Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.5000	EQ. 3.5000	Costo unitario directo por : m3	46.00
-------------	--------	------------	------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	28.08	6.42
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	16.73	38.24
						44.66
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	44.66	1.34
						1.34
Costo Directo						46.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa					
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A					Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.02.04.01.03	Refine, nivelación y compactación en terreno normal a pulso					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 140.0000	EQ. 140.0000	Costo unitario directo por : m2			2.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0057	28.08	0.16	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1143	16.73	1.91	
						2.07	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	2.07	0.06	
						0.06	
	Costo Directo						2.13
Partida	01.02.04.01.04	Relleno Comp. con Material Propio a Pulso					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3			33.29
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	28.08	1.50	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	18.50	9.87	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	16.73	8.92	
						20.29	
	Materiales						
0207070002	AGUA	m3		0.0490	8.00	0.39	
						0.39	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	20.29	0.61	
03012900010005	Vibroapisonador de 4 HP	hm	1.0000	0.5333	22.50	12.00	
						12.61	
	Costo Directo						33.29
Partida	01.02.04.01.05	Eliminación de Material Excedente en carretilla (D=30m)					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : m3			26.83
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1333	28.08	3.74	
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.3333	16.73	22.31	
						26.05	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	26.05	0.78	
						0.78	
	Costo Directo						26.83

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa					Fecha presupuesto	20/04/2021
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A						
Partida	01.02.04.02.01	Suministro Válvula cpta.CC, ho.dúctil cierre elást. vástago acero inoxidable DN 90 mm.						
Rendimiento	und/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : und				265.57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Materiales							
0253190021	Válvula cpta h.dúct. CC junta elastoméri. vástago de acero DN 90mm und			1.0000	265.57	265.57		
						265.57		
	Costo Directo					265.57		
Partida	01.02.04.02.02	Suministro Válvula cpta.CC, ho.dúctil cierre elást. vástago acero inoxidable DN 110 mm.						
Rendimiento	und/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : und				600.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Materiales							
0253190022	Válvula cpta h.dúct. CC junta elastoméri. vástago de acero DN 110mm und	und		2.0000	300.13	600.26		
						600.26		
	Costo Directo					600.26		
Partida	01.02.04.02.03	Instalación de válvula compuerta DN 90mm.						
Rendimiento	und/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : und				414.59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	28.08	2.81		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	23.40	23.40		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	18.50	18.50		
0101010005	PEON	hh	2.0000	2.0000	16.73	33.46		
						78.17		
	Materiales							
02041200010012	Clavo c/cabeza para madera (promedio 2")	kg		0.0020	4.00	0.01		
02050700010043	Tubo de PVC UF NTP ISO 1452 PN 10 DN 90 mm	m		2.0000	16.17	32.34		
02050700010048	Tubo de PVC UF norma ISO 4435 SN 2 DN 200 mm	m		1.5000	32.83	49.25		
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0390	92.00	3.59		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0220	170.00	3.74		
0207070002	AGUA	m3		0.0090	8.00	0.07		
02090100010009	Marco+tapa fo. fdo. p/registro válvula	und		1.0000	25.42	25.42		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2920	24.26	7.08		
0222120002	Lubricante para tubería PVC	gal		0.0018	32.20	0.06		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0440	5.61	0.25		
0246140013	Anillo de jebe p/tuber. PVC UF DN 90 mm.	und		0.1700	1.52	0.26		
0294010003	UNIÓN DE REPARACIÓN PVC 90mm	und		2.0000	106.00	212.00		
						334.07		
	Equipos							
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	78.17	2.35		
						2.35		
	Costo Directo					414.59		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa	
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A	Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.02.04.02.04	Instalación de válvula compuerta DN 110mm.	

Rendimiento	und/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : und	456.19
-------------	---------	------------	------------	----------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	28.08	2.81
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	23.40	23.40
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	18.50	18.50
0101010005	PEON	hh	2.0000	2.0000	16.73	33.46
						78.17
Materiales						
02041200010012	Clavo c/cabeza para madera (promedio 2")	kg		0.0020	4.00	0.01
02050700010044	Tubo de PVC UF NTP ISO 1452 PN 10 DN 110 mm	m		2.0000	23.97	47.94
02050700010048	Tubo de PVC UF norma ISO 4435 SN 2 DN 200 mm	m		1.5000	32.83	49.25
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0390	92.00	3.59
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0220	170.00	3.74
0207070002	AGUA	m3		0.0090	8.00	0.07
02090100010009	Marco+tap a fo. p/registro válvula	und		1.0000	25.42	25.42
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2920	24.26	7.08
0222120002	Lubricante para tubería PVC	gal		0.0018	32.20	0.06
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0440	5.61	0.25
0246140009	Anillo de jebe p/tuber. PVC UF DN 110 mm	und		0.1700	1.52	0.26
0294010001	UNIÓN DE REPARACIÓN PVC 110mm	und		2.0000	119.00	238.00
						375.67
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	78.17	2.35
						2.35
Costo Directo						456.19

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A
Partida	01.02.05.01.01	Corte+rotura y reposic. de pavimento flexible asfalto frio de e= 2"
		Fecha presupuesto 20/04/2021

Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2	86.49
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	28.08	0.19
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.40	1.56
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	18.50	2.47
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	16.73	4.46
						8.68
Materiales						
0207040002	AFIRMADO	m3		0.2000	65.30	13.06
0207070002	AGUA	m3		0.1000	8.00	0.80
0231220004	Regla de madera	und		0.1070	5.20	0.56
						14.42
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	8.68	0.26
03011400020006	Martillo neumático 25 - 29 kg	hm	2.0000	0.1333	5.52	0.74
03011400060006	Compresora neumática 76 HP 125 - 175 pcm.	hm	1.0000	0.0667	66.35	4.43
0301140011	Martillo cincel para corte-demolición	hm	2.0000	0.1333	3.28	0.44
03011600020006	Mini Rodillo liso vibrat. 33.1HP - 2.6 tn.	hm	1.0000	0.0667	65.00	4.34
03012900010005	Vibroapisonador de 4 HP	hm	1.0000	0.0667	22.50	1.50
03013300030009	Cortadora de pavimento C35-35HP i/combus	hm	1.0000	0.0667	19.70	1.31
						13.02
Subpartidas						
010304020203	Imprimación asfáltica a pulso	m2		1.0000	11.27	11.27
010706080001	Carpeta Asfáltica en Frio pulso de 2" espesor	m2		1.0800	36.20	39.10
						50.37
Costo Directo						86.49

Partida	01.02.05.01.02	Excavacion de zanja terreno natural
---------	----------------	-------------------------------------

Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.5000	EQ. 3.5000	Costo unitario directo por : m3	46.00
-------------	--------	------------	------------	---------------------------------	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	28.08	6.42
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	16.73	38.24
						44.66
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	44.66	1.34
						1.34
Costo Directo						46.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa					
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A					Fecha presupuesto 20/04/2021
Partida	01.02.05.01.03	Refine, nivelación y compactación en terreno normal a pulso					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 140.0000	EQ. 140.0000	Costo unitario directo por : m2			2.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0057	28.08	0.16	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1143	16.73	1.91	
						2.07	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	2.07	0.06	
						0.06	
	Costo Directo						2.13
Partida	01.02.05.01.04	Relleno Comp. con Material Propio a Pulso					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3			33.29
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	28.08	1.50	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	18.50	9.87	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	16.73	8.92	
						20.29	
	Materiales						
0207070002	AGUA	m3		0.0490	8.00	0.39	
						0.39	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	20.29	0.61	
03012900010005	Vibroapisonador de 4 HP	hm	1.0000	0.5333	22.50	12.00	
						12.61	
	Costo Directo						33.29
Partida	01.02.05.01.05	Eliminación de Material Excedente en carretilla (D=30m)					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : m3			26.83
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1333	28.08	3.74	
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.3333	16.73	22.31	
						26.05	
	Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		3.0000	26.05	0.78	
						0.78	
	Costo Directo						26.83

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1201001	Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa
Subpresupuesto	001	COMPONENTE A
Partida	01.02.05.02.01	Suministro de accesorios para Cortes de Tubería
		Fecha presupuesto 20/04/2021

Rendimiento	glb/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : glb	527.00
-------------	---------	--------------	--------------	----------------------------------	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0210050014	Tapón de PVC UF DN 110 mm	und		1.0000	32.00	32.00
0210050015	Tapón de PVC UF DN 90 mm	und		1.0000	15.00	15.00
0212030034	Codo de PVC UF 90° DN 90 mm	und		1.0000	11.00	11.00
0212030042	Codo de PVC UF 90° DN 110 mm	und		1.0000	19.00	19.00
0294010001	UNIÓN DE REPARACIÓN PVC 110mm	und		2.0000	119.00	238.00
0294010003	UNIÓN DE REPARACIÓN PVC 90mm	und		2.0000	106.00	212.00
						527.00
Costo Directo						527.00

Partida	01.02.05.02.02	Instalacion de accesorios para Cortes de Tubería
---------	----------------	--

Rendimiento	und/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : und	103.22
-------------	---------	------------	------------	----------------------------------	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1600	28.08	4.49
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	23.40	37.44
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.6000	18.50	29.60
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	16.73	26.77
						98.30
Equipos						
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo		5.0000	98.30	4.92
						4.92
Costo Directo						103.22

Precios y cantidades de recursos requeridos

Obra **1201001** Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa

Fecha **01/04/2021**

Lugar **040101 AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA**

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	161.6400	28.08	4,538.75
0101010003	OPERARIO	hh	1,034.4300	23.40	24,205.67
0101010004	OFICIAL	hh	983.7200	18.50	18,198.86
0101010005	PEON	hh	1,530.8100	16.73	25,610.41
0101030000	TOPOGRAFO	hh	2.2700	24.30	55.25
					72,608.94
MATERIALES					
02010500010001	ASFALTO RC-250	qal	375.5800	11.00	4,131.39
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	ka	220.8700	4.59	1,013.80
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	ka	51.8800	4.57	237.10
0204030005	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2	ka	3,865.2800	3.57	13,799.04
02041200010012	Clavo c/cabeza para madera (promedio 2")	ka	58.9100	4.00	235.64
02041200020035	Ventilación con tubería de hierro pintada DN 150 mm	und	15.0000	258.00	3,870.00
0204150003	Malla HDP co/naranja de 1m altura p/cerco	m	214.7300	1.00	214.73
02041600010007	Platina de hierro de 4" x 1/2"	m	0.3600	25.26	9.10
0204210010	Tee DN 100 mm. HFD	und	20.0000	202.22	4,044.40
02050700010043	Tubo de PVC UF NTP ISO 1452 PN 10 DN 90 mm	m	16.0000	16.17	258.72
02050700010044	Tubo de PVC UF NTP ISO 1452 PN 10 DN 110 mm	m	14.0000	23.97	335.58
02050700010048	Tubo de PVC UF norma ISO 4435 SN 2 DN 200 mm	m	22.5000	32.83	738.68
02050900010081	Codo 90° - DN 100 mm. HFD	und	20.0000	146.12	2,922.40
02061300010005	Soldado de concreto p/cinta plast.	und	51.1300	20.00	1,022.50
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	50.8300	92.00	4,676.56
0207010019	Piedra canto rodado seleccionado	m3	2.8800	90.00	258.76
02070200010001	ARENA FINA	m3	2.7200	170.00	463.01
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	43.2000	170.00	7,344.41
0207030001	HORMIGON	m3	10.3200	65.00	670.80
0207040002	AFIRMADO	m3	38.6400	65.30	2,523.20
0207070002	AGUA	m3	50.3300	8.00	402.67
02090100010005	Marco y tapa ho. dúctil DI=0,60 m con mecanismo de seguridad	und	10.0000	225.25	2,252.50
02090100010008	Marco y tapa Fo.Fdo. de 0.60x0.60, p/Inspeccion	und	10.0000	165.25	1,652.50
02090100010009	Marco+tapa fo. fdo. p/registro válvula	und	15.0000	25.42	381.30
0210050010	Cinta plástica para señal de seguridad de obra	m	255.6300	0.08	20.45
0210050014	Tapón de PVC UF DN 110 mm	und	1.0000	32.00	32.00
0210050015	Tapón de PVC UF DN 90 mm	und	1.0000	15.00	15.00
0212030034	Codo de PVC UF 90° DN 90 mm	und	1.0000	11.00	11.00
0212030042	Codo de PVC UF 90° DN 110 mm	und	1.0000	19.00	19.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	783.1100	24.26	18,998.29
02130300010003	Yeso bolsa de 25 kgs.	bol	47.3800	16.00	758.00
0222120002	Lubricante para tubería PVC	qal	0.0300	32.20	0.87
0222180001	ADITIVO CURADOR	qal	21.7800	22.12	481.71
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	1,777.3200	5.61	9,970.76
02310500010009	Triplay de 4'x8'x 6 mm	pln	14.0000	45.00	630.00
0231220004	Regla de madera	und	50.3900	5.20	262.04
02340600010007	Segundo original de plano	m2	7.5000	12.71	95.33
02340600010008	Copias ozalid	m2	37.5000	4.35	163.13
0240020018	Pintura Esmalte Sintético	qal	20.3300	33.05	671.90
0240020019	Pintura esmalte para tráfico	qal	0.4000	65.00	26.00
0240070004	Pintura anticorrosiva-epóxica naval	qal	1.3800	137.00	189.06
02400800110006	Disolvente	qal	14.6100	5.90	86.18
02400800110007	Asfalto líquido MC-30	l	227.9800	1.89	430.87
0246140009	Anillo de jebe p/tuber. PVC UF DN 110 mm	und	1.1900	1.52	1.81
0246140013	Anillo de jebe p/tuber. PVC UF DN 90 mm.	und	1.3600	1.52	2.07
0253010031	Válvula de Compuerta DN 100 mm. HD	und	10.0000	367.22	3,672.20
0253040008	Válvula mariposa BB DN 100 mm.	und	20.0000	1,820.00	36,400.00
0253050007	Empaquetadura jebe enlonada DN 100 mm	und	200.0000	5.05	1,010.00
0253140006	Válvula reductora de presión DN 100 mm control piloto	und	2.0000	3,881.14	7,762.28
0253190021	Válvula cpta h.dúct. CC junta elastoméri. vástago de acero DN 90mm	und	8.0000	265.57	2,124.56

Precios y cantidades de recursos requeridos

Obra **1201001** **Propuesta de Optimización de los circuitos abastecidos por los reservorios R-32 y R-20 en la ciudad de Arequipa**

Fecha **01/04/2021**

Lugar **040101 AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA**

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0253190022	Válvula cpta h.dúct. CC junta elastoméri. vástago de acero DN 110mm	und	14.0000	300.13	4,201.82
0253190025	Válvula de aire DN 1"	und	10.0000	485.74	4,857.40
0255080016	SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"	kq	22.9000	12.18	278.92
0258080034	Manómetro de Presion diametro 1"	und	20.0000	88.00	1,760.00
0267040016	Filtro Yee DN 100 HD PN16	und	10.0000	830.51	8,305.10
0267110026	Cono D/Fibra D/Vidrio Fosfor. de D=0.31m, H=0.67m C/Base F°	und	20.0000	24.31	486.20
0270140021	Manguito Brida DN 100 mm. L= 1.85 m.	und	10.0000	379.75	3,797.50
0270140022	Manguito Brida/Brida c/anclaje DN 100 mm. L=1.35m.	und	20.0000	322.12	6,442.40
0270140023	Manguito Brida/Brida DN 100 mm. L= 0.35 m.	und	40.0000	175.00	7,000.00
0271050155	Perno incluye tuerca p/brida DN 100 mm	und	1,600.0000	3.20	5,120.00
0272010130	Tubo de fierro galv. estándar ISO I de DN 25 mm	mm	37.8000	2.54	96.01
0272010131	Tubo de fierro galv. estándar ISO I de DN 20 mm	mm	34.2000	40.26	1,376.90
0272010163	Unión Autoportante DN 100 mm.	und	30.0000	89.20	2,676.00
02902300040014	Acople maxifit DN 100 mm.	und	20.0000	114.49	2,289.80
0294010001	UNIÓN DE REPARACIÓN PVC 110mm	und	16.0000	119.00	1,904.00
0294010002	MEDIDOR DE CAUDAL ELECTROMAGNETICO BRIDADO DN 100 MM	und	10.0000	7,647.99	76,479.90
0294010003	UNIÓN DE REPARACIÓN PVC 90mm	und	18.0000	106.00	1,908.00
0294010004	LICENCIA ARCGIS DESKTOP BASIC - ANUAL	qlb	1.0000	3,040.00	3,040.00
0294010005	CAPACITACIÓN DE PERSONAL POR CAPACITADORA AUTORIZADA POR ESRI	und	3.0000	550.00	1,650.00
0294010006	GPS PORTATIL DE ALTA SENSIBILIDAD	und	2.0000	1,800.00	3,600.00
					274,563.25
EQUIPOS					
0301000027	Equipo de estación total	hm	2.2700	26.70	60.72
0301010043	Herramientas Manuales (% MO)	%mo			2,176.23
03011400020006	Martillo neumático 25 - 29 kg	hm	25.7500	5.52	142.16
03011400060006	Compresora neumática 76 HP 125 - 175 pcm.	hm	12.8900	66.35	855.00
03011400060007	Compresora neumática 76 HP 125 - 175 pcm.	hm	7.7300	55.00	425.04
0301140011	Martillo cincel para corte-demolición	hm	25.7500	3.28	84.46
03011600010005	Cargador sob. llantas 125-155 HP 3Yd3	hm	1.6600	181.10	300.90
03011600020006	Mini Rodillo liso vibrat. 33.1HP - 2.6 tn.	hm	12.8900	65.00	837.61
0301160005	Cargador retroexcavador 0,5-0,75Yd3 62HP	hm	33.5600	135.00	4,530.82
03011900020003	Rodillo Vibratorio Autoprop. 101-135 HP, 10-12 Tn.	hm	3.3400	152.94	511.20
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	4.5000	9.20	41.40
0301220014	Camión volquete 4x2 210 - 280 HP 8m3	hm	3.3400	110.00	367.66
0301270005	MOTOSOLDADORA DE 250 A	hm	181.5600	22.50	4,085.00
03012900010005	Vibroapisonador de 4 HP	hm	124.2600	22.50	2,795.91
03012900010006	Vibrador Concreto 1.5"-2.5", 4 HP	hm	43.7700	7.20	315.12
03012900030005	Mezcladora concreto Tipo Trompo 9-11 P2 18HP	hm	49.2700	18.50	911.55
03013300030009	Cortadora de pavimento C35-35HP i/combushm	hm	12.8900	19.70	253.85
					18,694.63
SUBCONTRATOS					
0416030031	Prueba: procto modificado de campo	und	20.0000	120.00	2,400.00
0416030033	Prueba: rotura de probeta	und	20.0000	50.00	1,000.00
					3,400.00
TOTAL				S/.	369,266.82

