



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TITULACIÓN DE INGENIERO CIVIL

**“Análisis de la sensibilidad de la calidad operacional en sistemas
de riego colectivo”**

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTOR: Granda Guachizaca, Israel Vinicio

DIRECTOR: Lapo Pauta, Carmen Mireya, MSc.

LOJA – ECUADOR

2015

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

Magister

Carmen Mireya Lapo Pauta.

DOCENTE DE TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de fin de titulación: **“Análisis de la sensibilidad de la calidad operacional en sistemas de riego colectivo”** realizado por Israel Vinicio Granda Guachizaca, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Enero de 2015

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Israel Vinicio Granda Guachizaca declaro ser autor del presente trabajo de fin de titulación: “**Análisis de la sensibilidad de la calidad operacional en sistemas de riego colectivo**”, de la Titulación de Ingeniero Civil, siendo Carmen Mireya Lapo Pauta directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

F:

Israel Vinicio Granda Guachizaca

1104722739

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios y a mi madre que ha sido fuente de inspiración y ejemplo de constante lucha y esfuerzo, me ha demostrado que siempre hay que salir adelante a pesar de las adversidades que la vida pueda presentarnos. A mi familia y amigos que siempre han estado brindándome su ayuda en los momentos buenos y adversos.

Israel Vinicio Granda Guachizaca

AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento por el apoyo brindado:

A la Universidad Técnica Particular de Loja, de manera específica a la titulación de Ingeniería Civil, por haberme brindado la oportunidad de poder cursar mis estudios superiores adquiriendo los conocimientos necesarios que hacen posible el cumplimiento de este importante objetivo.

A la Ing. Mireya Lapo, por haberme brindado su colaboración con conocimientos técnicos que ayudaron a que el presente trabajo se culmine de la mejor manera posible.

A mis familiares y amigos que de alguna ayudaron para el desarrollo del presente trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	I
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
RESUMEN EJECUTIVO.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y ESTADO DEL ARTE.....	5
1.1. Introducción.....	6
1.2. Objetivos.....	7
1.2.1. Objetivo general.....	7
1.2.2. Objetivos específicos.....	7
1.3. Estado del arte.....	7
1.3.1. Cálculo probabilísticos de caudales.....	7
1.3.2. Tendencias actuales.....	13
1.4. Aporte.....	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Definición de los parámetros de riego.....	18
2.1.1. Caudal Ficticio Continuo (qfc).....	18
2.1.2. Rendimiento de la red (r).....	18
2.1.3. Superficie Neta (S).....	19
2.1.4. Grado de libertad (GL).....	19
2.1.5. Garantía de suministro (GS).....	20
2.1.6. Dotación de riego (d).....	20
2.1.7. Probabilidad de funcionamiento (p).....	20
2.2. Cálculos hidráulicos.....	21
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	27
3.1. Caudal ficticio continuo.....	28
3.1.1. Caracterización del área de estudio y de su población.....	28
3.1.2. Determinación de caudal ficticio continuo.....	29
3.2. Trazado de la red y distribución de hidrantes.....	29
3.3. Escenarios de garantía de suministro.....	29

3.4.	Caudales de diseño.....	29
3.5.	Cálculo hidráulico	30
3.6.	Uso de software.....	30
CAPÍTULO IV: CASOS DE ESTUDIO		32
4.1.	Sistema de riego de la comunidad “San Rafael de Chuquipogyo” – RED 1.....	33
4.1.1.	Ubicación.....	33
4.1.2.	Beneficiarios.....	34
4.1.3.	Características generales.....	34
4.1.4.	Parámetros de riego.....	35
4.1.5.	Descripción del sistema parcelario.....	36
4.1.6.	Descripción del sistema existente.....	36
4.2.	Sistema de riego “san José de Ceibopamba” – RED 2.	37
4.2.1.	Ubicación del proyecto.	37
4.2.2.	Beneficiarios.....	37
4.2.3.	Características generales.....	38
4.2.4.	Cultivos.....	38
4.2.5.	Parámetros de riego.....	39
4.2.6.	Descripción del sistema parcelario.....	39
4.2.7.	Descripción del sistema existente.....	39
4.3.	Sistema de riego Tuncarta – RED 3.....	40
4.3.1.	Ubicación del proyecto.	40
4.3.2.	Beneficiarios.....	40
4.3.3.	Características generales.....	40
4.3.4.	Descripción del sistema hidráulico.....	41
4.3.5.	Descripción del sistema parcelario.....	42
CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN		43
5.1.	Cálculo caudal ficticio continuo (CROPWAT).	44
5.1.1.	Datos de clima, determinación de clima/ET _o (evapotranspiración).....	44
5.1.2.	Precipitación efectiva.....	45
5.1.3.	Cultivos.....	47
5.1.4.	Suelos.....	49
5.1.5.	Resultados.....	50
5.2.	Trazado de red y distribución de hidrantes.....	52
5.3.	Escenarios de garantía de suministro.....	54
5.4.	Caudales de diseño.....	55
5.5.	Cálculo hidráulico.....	58
5.6.	Uso de software.....	59
5.6.1.	EPANET.....	60
5.6.2.	GESTAR.....	65

5.6.3. DIOPRAM.....	75
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	80
6.1. Caudales de diseño.....	81
6.1.1. Resultados.....	81
6.1.2. Análisis	85
6.2. Diseño hidráulico y sus costes	86
6.2.1. Resultados RED 1	86
6.2.1. Resultados RED 2	87
6.2.2. Resultados RED 3	89
6.2.3. Análisis	90
6.3. Resultados del análisis en el tiempo.....	92
6.3.1. Patrones de demanda	92
6.3.2. Simulación en el tiempo	97
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES.....	112
BIBLIOGRAFÍA.....	113
ANEXOS.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Función de probabilidad para una distribución normal	12
Figura 2. Curvas aleatorias de demanda diaria (derecha) y curvas de demanda máxima (H_{max}) y mínima (H_{min}) (izquierda).....	14
Figura 3. Esquema Pendiente Uniforme	21
Figura 4. Ubicación del proyecto de San Rafael Chuquipogyo.....	34
Figura 5. Ubicación del proyecto de Ceibopamba.....	37
Figura 6. Datos de Clima/ETo, RED 1	44
Figura 7. Datos de Clima/ETo, RED 2	45
Figura 8. Datos de precipitación, RED 1	46
Figura 9. Gráfica de precipitaciones, RED 1.	46
Figura 10. Datos de Precipitaciones, RED 2.	47
Figura 11. Gráfico de precipitaciones, RED 2	47
Figura 12. Patrón de cultivos de riego “San Rafael de Chuquipogyo”	48
Figura 13. Cultivo de pastos permanentes, RED 1.	48
Figura 14. Patrón de cultivos de riego “San José de Ceibopamba”.....	49
Figura 15. Cultivo de Caña de azúcar, RED 2	49
Figura 16. Datos de Suelo RED 1 y RED 2.....	50
Figura 17. Aproveccionamiento del sistema RED 1	50
Figura 18. Aproveccionamiento del sistema RED 2.	51
Figura 19. Topología de la RED 1, san Rafael.	52
Figura 20. Topología de la RED 2, Ceibopamba.....	53
Figura 21. Topología de la RED 3, Tuncarta.	54
Figura 22. Esquema para cálculo tipo, RED 1.....	56
Figura 23. Opciones de hidráulica, EPANET.	61
Figura 24. Ejemplo de datos ingresados embalse, (RED 1).	62
Figura 25. Ejemplo de datos ingresados conexión (RED 1).	62
Figura 26. Ejemplo de datos ingresados tubería (RED 1).	62
Figura 27. Ejemplo de datos ingresados válvula (RED 1).	62
Figura 28. Ejemplo de datos, patrón de consumo (RED 1).	63
Figura 29. Ejemplo de datos, Opciones de tiempo (RED 1).	64
Figura 30. Ejemplo de cálculo con EPANET, RED 1.....	64
Figura 31. Ejemplo de datos ingresados Nodo embalse (RED 2).....	66
Figura 32. Ejemplo de datos ingresados Nodo de presión regulada (RED 2).....	66
Figura 33. Ejemplo de datos ingresados unión (RED 2).....	66
Figura 34. Ejemplo de datos ingresados Nodo de demanda conocida (RED 2)	66

Figura 35. Ejemplo de datos ingresados tubería (RED 2)	67
Figura 36. Ejemplo de datos ingresados válvulas (RED 2)	67
Figura 37 Alarmas de GESTAR.	68
Figura 38. Caudales de diseño, garantía de suministro general (IZQUIERDA) y garantía de suministro selectiva (DERECHA).	69
Figura 39. Cálculo de caudales de Clément (RED 2).	69
Figura 40. Herramienta de escenarios aleatorios individual.	70
Figura 41. Herramienta de escenarios múltiples.	70
Figura 42. Resultados del análisis escenarios aleatorios múltiples (RED2).	71
Figura 43. Escenario aleatorios múltiples críticos, (RED 2).....	72
Figura 44. Herramienta de evolución temporal GESTAR	73
Figura 45. Herramienta de configuración de patrones de demanda.	74
Figura 46. Resultados de cálculo, análisis de evolución temporal, RED 2-1.	74
Figura 47. Datos generales (RED 1).	75
Figura 48. Datos generales (RED 1).	76
Figura 49. Gama de tuberías (RED 1).	76
Figura 50. Configuración física de la red (RED 1).	77
Figura 51. Ingreso de datos para cálculo de caudal de Clément (RED 1).	77
Figura 52. Resultados del cálculo de caudales Clément (RED 1).	78
Figura 53. Opciones de cálculo (RED 1).	79
Figura 54. Variación porcentual de caudales, RED 1.	82
Figura 55. Variación porcentual de caudales, RED 2.	83
Figura 56. Variación porcentual de caudales, RED 3.	84
Figura 57. Variación caudales de diseño (izquierda); ahorro caudales de diseño (derecha).	85
Figura 58. Variación de costos, RED 1.	87
Figura 59. Variación de costos, RED 2.	89
Figura 60. Variación de costos, RED 3.	90
Figura 61. Resultados de variación costos (Izquierda); ahorro de costos (Derecha).	91
Figura 62. Ahorro caudales vs. Ahorro costos.	92
Figura 63. Evolución de la Demanda en el tiempo, RED 1.	93
Figura 64. Evolución de la Demanda en el tiempo, RED 2.	94
Figura 65. Evolución de la Demanda en el tiempo, RED 3.	95
Figura 66. Funcionamiento de hidrantes.	96
Figura 67. Resultados de presión en nudos de unión, RED 1 – 99%.	97
Figura 68. Resultados de presión en nudos de unión, RED 1 – 90%.	98
Figura 69. Resultados de presión en nudos Hidrante, RED 1 - 99%.	99
Figura 70. Resultados de presión en nudos Hidrante, RED 1 - 90%.	99

Figura 71. Resultados de velocidades, RED 1 - 90% y RED 1 - 99%.	100
Figura 72. Resultados de presión en nudos Unión, RED 2 - 99%.	101
Figura 73. Resultados de presión en nudos hidrante, RED 2 - 95%.	101
Figura 74. Resultados de presión en nudos unión, RED 2 - 90%.	102
Figura 75. Resultados de presión en nudos hidrante, RED 2 - 99%.	103
Figura 76. Resultados de presión en nudos hidrante, RED 2 - 95%.	104
Figura 77. Resultados de presión en nudos hidrante, RED 2 - 90%.	105
Figura 78. Resultados de velocidades, RED 2 - 90%, RED 2 - 95% y RED 2 - 99%.	105
Figura 79. Presión en hidrantes, escenarios aleatorios validados con Gestar.	106
Figura 80. Presión en nudos de unión, escenarios aleatorios validados con Gestar.	107
Figura 81. Resultado de velocidades, escenarios aleatorios validados con Gestar.	107
Figura 82. Resultados de presión en nudos, RED 3 – 99 %	108
Figura 83. Resultados de presión en nudos, RED 3 – 90 %	109
Figura 84. Resultado de velocidades, RED 3 - 90%, y RED 3 - 99%.	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valor de $U_{(Pq)}$ (variable) en función de Pq (garantía de suministro-probabilidad)...	11
Tabla 2. Valores recomendados, grado de libertad.....	15
Tabla 3. Valores recomendados, garantía de suministro.	15
Tabla 4. Valores de U (variable) en función de GS (garantía de suministro - probabilidad)...	20
Tabla 5. Rugosidad absoluta (k_s) para diferentes materiales de tubería.....	23
Tabla 6. Coeficiente de pérdidas menores (k_m).....	24
Tabla 7. Distribución de tierra, San Rafael.....	35
Tabla 8. Cultivos, San Rafael.....	35
Tabla 9. Características físicas del suelo, San Rafael.....	36
Tabla 10. Distribución de tierra, Ceibopamba.	38
Tabla 11. Cultivos, Ceibopamba.	39
Tabla 12. Distribución de tierra, Ceibopamba.	41
Tabla 13. Garantía de suministro graduado en función del número de hidrantes.....	55
Tabla 14. Base de datos para tuberías	58
Tabla 15. Software utilizado.....	60
Tabla 16. Características de licencia Profesional.....	65
Tabla 17. Datos representativos según hidrantes acumulados, RED 1.....	81
Tabla 18. Datos representativos según hidrantes acumulados, RED 2.....	83
Tabla 19. Datos representativos según hidrantes acumulados, RED 3.....	84
Tabla 20. Variación porcentual y ahorro caudales de diseño.	85
Tabla 21. Resultado de costos, RED 1.	86
Tabla 22. Variación de costos, RED 1.	87
Tabla 23. Resultado de costos, RED 2.	88
Tabla 24. Variación de costos, RED 2.	89
Tabla 25. Resultado de costos, RED 3.	89
Tabla 26. Variación de costos, RED 3.	90
Tabla 27. Variación porcentual y ahorro de costos.	90
Tabla 28. Número de hidrantes en funcionamiento, RED 1.....	93
Tabla 29. Número de hidrantes en funcionamiento, RED 2.....	94
Tabla 30. Número de hidrantes en funcionamiento, RED 3.....	95
Tabla 31. Resultados, funcionamiento hidrantes.....	96
Tabla 32. Nodos críticos, resultado del análisis de escenario aleatorio.....	108

RESUMEN EJECUTIVO

La primera fórmula de Clément propuesta por el investigador René Clément para el cálculo de caudales circulantes en una línea (tubería) es un método que considera la probabilidad de apertura que tiene cada hidrante dentro de un sistema durante el periodo punta o de máximo consumo, lo que permite una reducción considerable de diámetros.

En este contexto se plantea el desarrollo de la presente investigación donde se realiza el **Análisis de sensibilidad de la calidad operacional en sistemas de riego colectivo**, que se aplica en cálculo de caudales (Clément) basado en distribuciones probabilísticas en función de la variación de la **garantía de suministro** obteniendo así diferentes escenarios de los sistemas de riego, los mismos que son validados mediante simulación utilizando software de donde se puede obtener resultados que deberán cumplir los requerimientos en velocidades así como en presiones. Concluyéndose con la verificación de costos de tuberías en función de los escenarios obtenidos.

PALABRAS CLAVES: Clément, red colectiva, sensibilidad, garantía de suministro, calidad de funcionamiento.

ABSTRACT

Clement formula proposed by the researcher René Clément for calculating circulating flows in a line (pipe) is a method that considers the probability that each hydrant opening within a system during peak or peak period consumption, allows a considerable reduction of diameters.

In this context the development of this research where Sensitivity analysis of operational quality systems of collective irrigation, which is applied in calculating flows (Clément) based on probability distributions based on the variation of the collateral is realized poses supply thereby obtaining different scenarios irrigation systems, they are validated by simulation using software where you can get results shall meet the requirements in speed as well as pressures. Verifying concluding with costs based on the pipe obtained scenarios.

KEYWORDS: Clément, Clément formula, sensitivity, collective irrigation demand, supply security, performance, demand irrigation.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de riego a presión en la actualidad representan un gran avance en la distribución y gestión en los procesos del transporte del agua hacia las parcelas de riego frente al riego a gravedad que ha sido tradicionalmente utilizado en nuestro país. El aprovechamiento del riego a presión o sistema de riego colectivo ha desarrollado diferentes criterios y metodologías para el dimensionamiento óptimo teniendo en cuenta el aspecto de funcionamiento y el aspecto económico. La ecuación de Clément propuesta por el investigador René Clément para el cálculo de caudales circulantes en una línea (tubería) es un método que considera la probabilidad de apertura que tiene cada hidrante dentro de un sistema durante el periodo de máximo consumo, lo que permite una reducción considerable de diámetros y por lo tanto el costo económico.

La importancia de este estudio es establecer las variaciones respecto al ahorro de los costes de tuberías respecto a la ***sensibilidad de la calidad operacional o garantía de suministro en sistemas de riego colectivo***. Estos sistemas consideran las redes de distribución desde el reservorio de agua hasta el hidrante a la entrada de cada parcela.

El proceso inicia con el cálculo de caudales de diseño con diferentes garantías de suministro, de estos resultados se establece de dos a tres escenarios representativos como mínimo y se procede con el diseño hidráulico de tuberías cumpliendo con velocidades y presiones permitidas, y se considera el control de fenómenos transitorios o golpe de ariete.

Finalmente la simulación permite validar los diseños bajo diferentes escenarios de aleatoriedad respecto al funcionamiento de hidrantes. Se utiliza el software GESTAR (2014) que posee un conjunto de herramientas, entre ellas destacamos: generación de escenarios aleatorios y evolución temporal, y para la simulación y obtención de resultados se utiliza EPANET (2010). Finalmente se verifica los costos de tuberías en función de los escenarios obtenidos.

Esta investigación se aplica en las siguientes comunidades:

- La red San Rafael de Chuquipogoyo, ubicada en la provincia de Riobamba;
- La red San José de Ceibopamba, ubicada en el cantón y provincia de Loja.
- La red Tuncarta, ubicada en el cantón Saraguro de la provincia de Loja.

Este trabajo se estructura en siete capítulos, los mismos que se describe a continuación:

En el capítulo uno se aborda una breve introducción al tema, el planteamiento de los objetivos que se busca con el desarrollo de la investigación, el planteamiento de la hipótesis y las tendencias investigativas que tiene relación al presente trabajo de investigación.

En el capítulo dos brevemente se resume el sustento teórico básico que utiliza se a lo largo del trabajo, se define los parámetros básicos del riego que intervienen en el diseño de caudales (Clément) y la formulación hidráulica en el diseño de diámetros de tuberías.

La metodología utilizada se presenta en el capítulo tres. La información acerca de los lugares de aplicación para la investigación que fueron proporcionadas se presenta en el capítulo cuatro. El desarrollo de la investigación presentado en el capítulo cinco. El análisis de resultados se presenta en el capítulo seis se desarrolla en tres partes como se indica continuación:

- Resultado de caudales de diseño, se indica los resultados de caudales respecto a la variación de la garantía de suministro y su análisis.
- Resultado en diseños de redes, se indica los resultados del diseño hidráulico con sus respectivos costes de tubería, posteriormente el análisis de la variación de costes respecto a la garantía de suministro.
- Resultados análisis en el tiempo, para validación de los diseños hidráulicos se analizan los resultados de presiones y velocidades respecto al funcionamiento de hidrantes en condiciones de aleatoriedad. Para ello se analiza los resultados de obtienen de la simulación en el tiempo.

Las conclusiones y recomendaciones se presentan en el capítulo siete.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y ESTADO DEL ARTE

1.1. Introducción.

“La agricultura es el sector económico en el que la escasez de agua tiene más relevancia. En la actualidad, la agricultura es responsable del 70% de las extracciones de agua dulce y de más del 90% de su uso consuntivo. Bajo la presión conjunta del crecimiento de la población y de los cambios en la dieta, el consumo de alimentos está aumentando en casi todas las regiones del mundo” (FAO¹, 2013). Si la producción y demanda de alimentos a nivel mundial crece, aumenta la tendencia a utilizar mayores cantidades de agua en la producción de alimentos. Este aumento de consumo de agua hace resaltar la importancia de buscar maneras eficaces y eficientes en el uso del líquido vital. Al contrario del consumo del agua que va en aumento de acuerdo al ritmo del crecimiento poblacional, la disponibilidad, cantidad y calidad del agua que se necesita no aumenta.

Como dato oficial en nuestro Ecuador “... la mayor parte del agua utilizada proviene de los recursos superficiales. Sus principales usos son: riego (82%), uso doméstico (12%) y uso industrial (6%), (CNRH², 2006)”, citado por (MAGAP³, 2013) en el Plan Nacional de Riego y Drenaje 2012 – 2027, p.30. Siendo así el riego el sector de importancia donde se consume las mayores cantidades de agua.

Respecto a la zona andina el 95% de las comunidades, aproximadamente, utiliza el método por inundación o surcos. La escasez de agua ha disparado la demanda de riego presurizado, como un método alternativo para mejorar la eficiencia de aplicación, entre otros beneficios. Son métodos que, aunque sean relativamente nuevos y ahorrrativos del recurso hídrico, requieren de una inversión apreciable, un manejo más intensivo y especializado, por lo que su masificación es todavía lenta. (MAGAP, 2013)

Entre las metodologías desarrolladas que optimiza el uso de riego a presión tenemos la propuesta por el investigador René Clément, propone el cálculo de caudales considerando la probabilidad de apertura que tiene cada hidrante dentro de un sistema durante el periodo de máximo consumo, lo que permite una reducción considerable de diámetros, y por lo tanto, el costo económico. Este método probabilístico trabaja en función de varios parámetros, uno de estos parámetros es la **garantía de suministro o calidad de funcionamiento**, y consiste en la probabilidad en que los caudales demandados están en función de los hidrantes probables abiertos por los usuarios de la red durante un periodo de máximo consumo.

¹ FAO, por sus siglas en ingles. (Food and Agriculture Organization of the United).

² CNRH (Consejo Nacional de Recursos Hídricos)

³ MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca)

Teniendo en cuenta el aumento del uso de agua en la producción de alimentos para satisfacer a una mayor demanda de la población, el creciente aumento en el uso de redes de riego a presión y la aplicación del método de Clement en el diseño de caudales; surge: ***¿Cómo varía los costos en función de la sensibilidad de la calidad operacional o garantía de suministro en sistemas de riego colectivo?***

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Analizar y simular diversos escenarios de la calidad operacional de sistemas de riego colectivos.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Proponer y diseñar sistemas de riego bajo diversos escenarios de probabilidad operacional.
- Realizar presupuestos de las redes de estudio con varios escenarios de probabilidad.
- Modelar, simular y comparar los escenarios con software.
- Analizar y comparar los resultados garantía de suministro vs. costo.

1.3. Estado del arte.

1.3.1. Cálculo probabilísticos de caudales.

Como lo explica el investigador Alfredo Granados (2013), el cálculo de los caudales circulantes es muy importante debido que si no se asigna adecuadamente pueden ocurrir dos escenarios;

- El primer escenario, si se sub dimensiona el sistema no se podrá abastecer los cultivos y estos no se desarrollaran lo que implica menor producción y problemas entre los usuarios
- El segundo escenario, si se sobredimensiona implica un aumento del coste del sistema e inclusive a la inviabilidad del proyecto.

Entre las primeras formulaciones del cálculo de caudales se destacó la propuesta por René Clément en el año de 1955, y fue perfeccionada en 1966 como la primera fórmula generalizada de Clément. A partir de la primera formulación propuesta por Clément, valgan las palabras de Granados (2013, p.50) para hacer referencia histórica acerca del desarrollo

de otras metodologías con las que fueron comparados los resultados del método de Clément, a continuación se resumen brevemente:

En el auge de la transformación del regadío en Francia, en los años sesenta, otros especialistas (Boissezon y Hait en 1965) y el propio Clément (segunda fórmula generalizada en 1966) propusieron otros métodos introduciendo modificaciones en las bases estadísticas de cálculo, que perseguían un ajuste más preciso al comportamiento de los usuarios, pero no supusieron un gran avance ni fueron adoptados en la práctica general.

La publicación de la primera fórmula de Clément (básica y generalizada) se puede considerar como un salto definitivo en la definición del procedimiento de cálculo de caudales que ha permanecido vigente hasta la actualidad. Con esta fórmula se dimensionaron la mayor parte de las zonas regables de Europa. Hasta los años noventa en los que se retoma el tema con zonas regables maduras y datos reales de explotación, que permiten el análisis y ajuste a nuevas leyes estadísticas como la fórmula de Mavropoulos, de 1997. Se efectúan análisis comparativos sobre los resultados de la fórmula de Clément y se proponen variaciones con objeto de tener en cuenta cambios en la conducta de los regantes, como los debidos a la discriminación horaria de las tarifas eléctricas (Pulido et al. 1998) o a la aplicación del riego en cultivos intensivos (Reca et al. 1999).

*Varios autores (Granados 1986) (Labye et al. 1988) (Lamaddalena y Sagardoy 2000) (Montserrat et al. 2004) (Martínez Alonso 2004) (Rodríguez Díaz et al. 2007) indican las razones de que el escaso avance que se ha tenido en este tema se deba posiblemente a que **el algoritmo de cálculo ideado por Clément era muy bueno, fácil de manejar y con buen ajuste a la realidad.***

Lo expuesto anteriormente la formulación de Clément ha mostrado ser como el mejor modelo en la relación calidad de resultados/sencillez.

1.3.1.1. Definición primer modelo de Clément

De la publicación realizada por la FAO (Lamaddalena & Sagardoy, 2000) se describe la definición del primer modelo de Clément de la siguiente manera.

Ecuaciones de fondo

La dotación que se estima para cada hidrante (d), es más elevada respecto a la requerida.

$$d = q_{fc} \cdot S$$

Ec. 1

Siendo:

d	caudal basado en el requerimiento máximo de agua en un periodo de 24 horas (l/s)
q_{fc}	caudal ficticio continuo (l/s/ha.)
S	área regada por hidrante

Considerando que en los sistemas de riego los agricultores utilizan el agua en un periodo con una duración inferior a 24 horas y la escasa probabilidad de encontrar todos los hidrantes funcionando simultáneamente, los diseños se basan en métodos probabilísticos para el cálculo de los caudales circulantes por las tuberías de una red colectiva, siendo el más utilizado el método probabilístico propuesto por Clément (1966).

El método probabilístico propuesto por Clément (Lamaddalena y Sagardoy 2000) supone:

- Que cada hidrante (d) tiene una cierta probabilidad de apertura, (p) constante en el periodo de riego considerado.
- (p) es independiente de la probabilidad de apertura de cualquier otro hidrante (j). En consecuencia, el evento aleatorio "caudal circulante por una conducción" en función del número de hidrantes abiertos aguas abajo, conforma una variable aleatoria de tipo binomial.

$$t' = \left(\frac{q_{fc} \cdot S \cdot T}{R} \right) / d$$

Ec. 2

Siendo:

t'	tiempo de operación promedio por hidrante durante periodo pico (h).
q_{fc}	caudal ficticio continuo (l/s/ha.)
S	área bajo riego.
T	duración del periodo pico (h).
R	número total de bocas de riego.
d	descarga nominal de cada hidrante (l/s).

La probabilidad elemental, p, de la operación o que cada hidrante funcione se define como

$$P = \frac{t'}{T'} = \frac{t'}{r \cdot T} = \frac{q_{fc} \cdot S \cdot T}{R \cdot d \cdot r \cdot T}$$

Ec. 3

Siendo:

p	probabilidad de funcionamiento
t'	tiempo de operación promedio por hidrante durante periodo pico (h).
T'	tiempo de operación promedio de cada hidrante en tiempo pico (h).
r	coeficiente de uso de la red (definido por la relación T'/T), o rendimiento.

T	<i>duración del periodo pico (h).</i>
q_{fc}	<i>caudal ficticio continuo (l/s/ha.)</i>
S	<i>área bajo riego.</i>
R	<i>número total de bocas de riego.</i>
d	<i>descarga nominal de cada hidrante (l/s).</i>

Entonces

$$P = \frac{q_{fc} \cdot S}{R \cdot d \cdot r}$$

Ec. 4

Siendo:

p	<i>probabilidad de funcionamiento</i>
q_{fc}	<i>caudal ficticio continuo (l/s/ha.)</i>
S	<i>área bajo riego.</i>
R	<i>número total de bocas de riego.</i>
d	<i>descarga nominal de cada hidrante o dotación (l/s).</i>
r	<i>coeficiente de uso de la red (definido por la relación T'/T), o rendimiento.</i>

Por lo tanto, para una población de hidrantes homogénea R, la probabilidad de encontrar una boca de riego abierta es p, mientras que (1 - p) es la probabilidad de encontrarlo cerrado.

El número de hidrantes en funcionamiento se considera una variable aleatoria que tiene una distribución binomial con media:

$$\mu = Rp$$

Ec. 5

Siendo:

μ	<i>media</i>
p	<i>probabilidad de funcionamiento</i>
R	<i>número total de bocas de riego.</i>

Y la varianza se define por:

$$\sigma^2 = Rp(1 - p)$$

Ec. 6

Siendo:

σ	<i>varianza</i>
p	<i>probabilidad de funcionamiento</i>

- (1-p)** probabilidad de que el hidrante no esté funcionando.
R número total de bocas de riego.

Por lo tanto, la probabilidad acumulada P_q de que entre los hidrantes R , exista un máximo de hidrantes N funcionamiento al mismo tiempo es:

$$P_q = \sum_{k=0}^N C_R^k \cdot p^k \cdot (1-p)^{(R-k)}$$

Ec. 7

Siendo:

$$C_R^k = \frac{R!}{k!(R-k)!}$$

Ec. 8

El número de combinaciones de los hidrantes R en un tiempo K .

Cuando R es suficientemente grande ($R > 10$) y $p > 0.2-0.3$, la distribución binomial se aproxima a la distribución normal de Laplace-Gauss cuya probabilidad acumulada (P_q) para obtener un máximo de x bocas de riego funcionando al mismo tiempo (con $-\infty < x < N$) es la siguiente:

$$P_q = \frac{1}{\sqrt{2p}} \int_{-\infty}^{U(p_q)} e^{-\left(\frac{u^2}{2}\right)} du$$

Ec. 9

Donde $U(P_q)$ es la variable normal estandarizada que corresponde a la probabilidad P_q , y u es la desviación normal estándar dada por:

$$u = \frac{x - Rp}{\sqrt{Rp(1-p)}}$$

Ec. 10

La integral [Ec. 9] se resuelve con el desarrollo en serie de la función exponencial $e^{-\left(\frac{u^2}{2}\right)}$. Las soluciones de esta integral se encuentran en la Tabla 1 de acuerdo a un valor prefijado P_q que sería la Garantía de suministro, es posible determinar el valor que le corresponde a $U(P_q)$.

Tabla 1. Valor de $U_{(P_q)}$ (variable) en función de P_q (garantía de suministro-probabilidad).

P_q	0.9	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99
$U(P_q)$	1.285	1.345	1.405	1.475	1.555	1.645	1.755	1.885	2.055	2.324

Fuente: tomado de (Lamaddalena & Sagardoy, 2000)

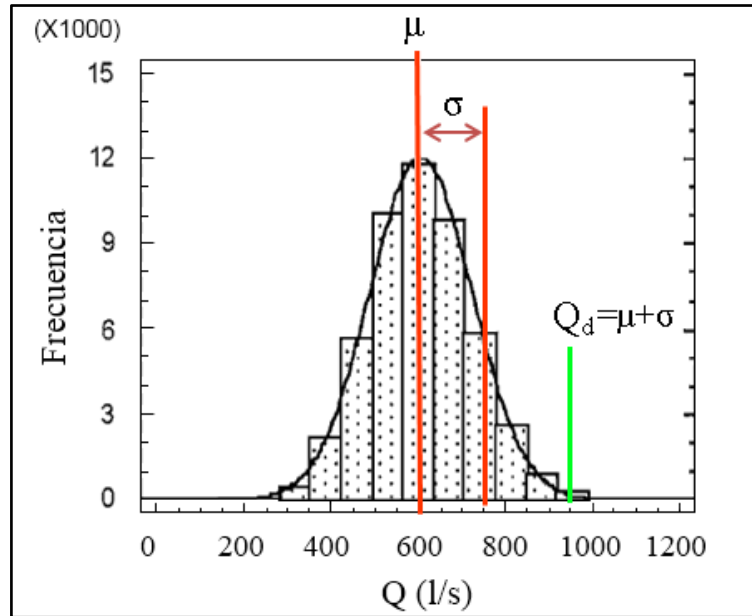


Figura 1. Función de probabilidad para una distribución normal

Fuente: tomado de (Aliod, 2010).

Conociendo $U(P_q)$ es posible calcular el número de hidrantes (N) que operan simultáneamente relacionándola con la ecuación [Ec. 11].

$$N = R \cdot p + U(P_q) \cdot \sqrt{R \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Ec. 11

Siendo:

N número de hidrantes que funcionan simultáneamente.

R número de hidrantes acumulados

P probabilidad de funcionamiento.

U(p) percentiles de la función de distribución binomial.

Cuando se consideran hidrantes con la misma descarga, la descarga total de aguas abajo en una sección genérica k viene dada por:

$$Q = Rpd + U(P_q) \sqrt{R p (1 - p) d^2}$$

Ec. 12

La Ecuación de Clément generalizada (Clément y Galand, 1986) para n hidrantes diferentes, será:

$$Q = \sum_{i=1}^n p_i d_i + U(P_q) \sqrt{\sum_{i=1}^n p_i (1 - p_i) d_i^2}$$

Ec. 13

“El caudal que puede circular por una línea es una variable aleatoria, obtenida como suma de las variables aleatorias binomiales asociadas a cada uno de los hidrantes aguas abajo de la línea en cuestión. Si este número de hidrantes es elevado, se puede considerar que el caudal que circula por la línea sigue una distribución Normal” (Tarjuelo, Moreno, Planells, & Ortega, 2006), donde la media para n hidrantes diferentes, será:

$$\mu = \sum_{i=1}^n p_i d_i$$

Ec. 14

Y la varianza por:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n p_i (1 - p_i) d_i^2$$

Ec. 15

Siendo:

- d_i*** dotación correspondiente a la boca *i*
- p_i*** probabilidad de funcionamiento de la boca *i*.
- n*** número de hidrantes existentes aguas debajo de la línea en cuestión
- (1 - p_i)*** probabilidad de que el hidrante no esté funcionando.

1.3.2. Tendencias actuales.

A continuación se hace referencia a trabajos investigativos de varios autores relacionados al uso de Clément en redes colectivas de riego y sus respectivos aportes.

PRESIÓN Y CAUDAL NECESARIOS EN CABECERA DE REDES DE RIEGO A LA DEMANDA SEGÚN LA CALIDAD DE SERVICIO DESEADA (Tarjuelo J. M., Moreno M. A., Planells P. y Ortega J. F.)

Los autores de este trabajo han realizado este estudio y según sus palabras se resume y se describe su importancia a continuación:

Los diseños a la demanda a partir de la formulación de Clément para la determinación del caudal circulante en las líneas, a pesar de ser un método que presenta buenos resultados y de fácil aplicación, implica que la probabilidad de fallos en el suministro de la presión y el caudal en los hidrantes debe ser pequeña, para un adecuado dimensionamiento de la red y también el adecuado dimensionamiento en la cabecera al condicionar el diseño y regulación en una estación de bombeo, a partir de este estudio se ha demostrado que el método

subestima un 35-40% el caudal en cabecera contra el método que propone en función del método de CURVAS ALEATORIAS DE DEMANDA DIARIA (CADD).

Este trabajo asigna aleatoriamente patrones de cultivo a cada parcela según las alternativas de diseño propuestas y considera la apertura aleatoria de hidrantes prestando atención en el caudal de cabecera resultante. Con los resultados se establece los caudales por línea en el periodo de máximas necesidades, lo cual se compara el resultado obtenido por el método de Clément comparado con los valores medidos en la red. El conjunto de hidrantes abiertos según su uso genera distribuciones de caudal en la red y a su vez genera un caudal y altura piezométricas en la cabecera y en función de estas curvas se determina la envolvente de estas curvas que permite estimar el caudal máximo en cabecera, esto es la esencia de la curva de demanda diaria (CADD). Esto implica un adecuado diseño de las estaciones de bombeo y la reducción al mínimo de los fallos en el suministro de la red.

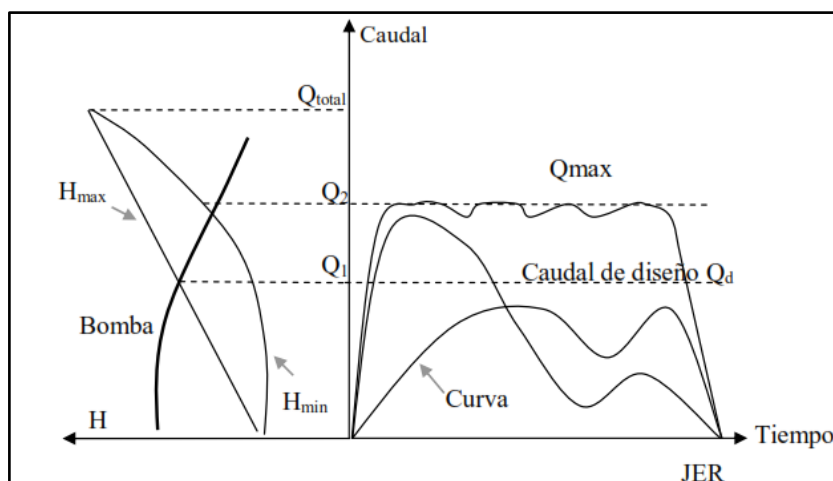


Figura 2. Curvas aleatorias de demanda diaria (derecha) y curvas de demanda máxima (H_{max}) y mínima (H_{min}) (izquierda).

Fuente: (Tarjuelo J. M., Moreno M. A., Planells P. y Ortega J. F.)

CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE REDES DE RIEGO ROBUSTAS FRENTE A CAMBIOS EN LA ALTERNATIVA DE CULTIVOS (Granados, 2013)

El investigador Alfredo Granados, establece un procedimiento de actuación que optimiza el dimensionamiento de la red colectiva para que este sea robusto frente a incrementos potenciales de consumo de agua sobre las previsiones de base del proyecto, haciendo una serie de recomendaciones a partir de sus observaciones. En resumen los criterios, rangos, y combinaciones de parámetros que permiten dotar a la red de la fortaleza necesaria de la manera más eficiente posible se resumen a continuación:

*Recomendaciones para fijar el valor del **caudal continuo ficticio unitario**:*

- El caudal continuo ficticio no debe contener ningún margen de seguridad y es consecuencia del estudio agronómico del proyecto.
- Se debe suponer que se riega las 24 horas todos los días de la semana sin distinción de horarios.

Criterios para el asignar el **grado de libertad**:

Tabla 2. Valores recomendados, grado de libertad.

CRITERIO	GRADO DE LIBERTAD	CONSIDERACIÓN
Valor mínimo	$GL \geq 24/16 = 1.50$	Para el consumo de la alternativa media de cultivos
Valor mínimo	$GL \geq 24/20 = 1.20$	Para el cultivo, de entre los previstos en los estudios agronómicos, de mayor consumo de agua en punta
Valor recomendable	$GL = 2$	Este valor asegura repartos de los intervalos de riego de los usuarios suficientemente uniforme a lo largo del día, ajustándose a la distribución normal.
Valor recomendable	$GL = 3$	Parcelas en torno a 5 ha. Debe acompañarse con valores de $GS \sim 99\%$.
Valor recomendable	$GL = 3$	Parcelas pequeñas, de debe considerar coeficientes de seguridad

Fuente: "Criterios para el dimensionamiento de redes de riego robustas frente a cambios en la alternativa de cultivos" (Granados, 2013).

Elaboración: Granda, I.

Criterios para el asignar la **garantía de suministro**:

Tabla 3. Valores recomendados, garantía de suministro.

ÁREA PARCELA	GRADO LIBERTAD	GARANTÍA SUMINISTRO
$S > 10$ (ha)	2	99%
$S > 15$ (ha)	1,5	97-99%

Fuente: "Criterios para el dimensionamiento de redes de riego robustas frente a cambios en la alternativa de cultivos" (Granados, 2013)

Elaboración: El Autor

Recomendaciones para la adopción del **coeficiente de seguridad de la red**

- El rendimiento de la red r es un coeficiente de seguridad, actúa de una forma muy singular, ya que obliga a la red a que esté capacitada para dar el consumo de punta de campaña en menos horas de las 24 h disponibles del día.
- En resumen, en la ley de distribución normal, base de la fórmula de Clément, la introducción del parámetro r mayor a la media y reduce progresivamente la varianza.
- El campo de valores habituales del parámetro r se mueve entre 22/24 (que es el más estricto) y 20/24 (situado ya entre los valores conservadores). En una red robusta frente a los cambios de demanda el parámetro r debe tener un valor próximo a 20/24.

*Recomendaciones para disponer de una **red robusta frente incrementos** del consumo de agua.*

- *La dotación asignada en hidrante y es inamovible (es el de la obra construida).*
- *La mayor demanda de caudal la transmiten a las arterias colectoras. Para que éstas dispongan de fortaleza suficiente para hacer frente a este incremento de caudal, deben haber sido dimensionadas con el coeficiente de seguridad adecuado.*
- *La velocidad máxima de circulación del agua por los ramales terminales de la red no puede ser superior a la de diseño pero sí sucederá en las arterias colectoras.*

1.4. Aporte.

Mediante la ecuación de Clément para el cálculo de caudales basado en la probabilidad de apertura que tiene cada hidrante dentro de un sistema en el periodo de máximo consumo, se aprecia una reducción considerable en la demanda de caudal y por lo tanto existe una reducción de diámetros y del costo económico. La importancia de esta investigación está en establecer relaciones respecto a la garantía de suministro y el ahorro de los costes de tuberías aplicado en las siguientes comunidades:

- La red San Rafael de Chuquipogyo, ubicada en la provincia de Riobamba;
- La red San José de Ceibopamba, ubicada en el cantón y provincia de Loja.
- La red Tuncarta, ubicada en el cantón Saraguro de la provincia de Loja.

Para ello se realiza el cálculo de caudales inicia fijando los parámetros para cada red, a excepción de la garantía de suministro, a partir de esta variable se establece diferentes escenarios en el cálculo de caudales. De estos resultados se establece la tendencia y se escoge dos o tres escenarios representativos como mínimo para cada red. A continuación se procede con el diseño hidráulico de tuberías, el mismo que debe cumplir con rangos de velocidades y presiones permitidas y que considere el control de fenómenos transitorios o golpe de ariete.

Para simular y validar los diseños se utiliza el software especializado GESTAR, permite el análisis y diseño de redes de riego, para ello posee un conjunto de herramientas, entre ellas tenemos: el diseño de cálculo de caudales, optimización para redes ramificadas, avisos mediante alarmas, generación de escenarios aleatorios, evolución temporal, entre otras. Sin embargo, debido limitaciones de acuerdo al número de elementos se complementa con la simulación con uso del EPANET. Finalmente se verifica los costos de tuberías en función de los escenarios obtenidos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

A continuación se describe las definiciones y formulaciones utilizadas para el desarrollo de esta investigación.

2.1. Definición de los parámetros de riego.

A continuación de los autores (Lapo, 2012) (Aliod, García, & Seral, 2010) (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO) se define los parámetros de riego de la siguiente manera:

2.1.1. Caudal Ficticio Continuo (qfc).

El caudal ficticio continuo puede definirse como el caudal estricto que habría que suministrarse por hectárea de terreno para hacer frente a las necesidades hídricas de las plantas, si se regase de manera continua durante un periodo punta, se expresa generalmente en (l/s/ha).

Previo a su obtención se debe establecer una serie de parámetros y así determinar las necesidades hídricas de la alternativa de riego a partir de un cálculo agronómico, entre estos parámetros tenemos:

- Datos meteorológicos y de clima del sector, son factores ambientales y se obtienen a partir de un análisis de estadístico con datos mensuales de varios años atrás, así tenemos: la precipitación media mensual, humedad relativa, datos de viento, radiación solar, temperatura, horas de insolación.
- Datos de suelos, es un factor ambiental constante.
- Patrón de cultivos, para el cual se selecciona el cultivo que requiere mayor demanda de agua a lo largo del año. Una alternativa al cultivo de mayor demanda hídrica es hacer una ponderación de los cultivos respecto al área de riego.

2.1.2. Rendimiento de la red (r).

Este parámetro es un coeficiente de seguridad, se define como la relación entre el tiempo de disponibilidad efectiva de la red en el periodo de máxima demanda, y el tiempo de duración del periodo referido.

$$JER = r \times 24$$

Ec. 16

Siendo:

JER jornada efectiva de riego, es decir el tiempo de disponibilidad efectiva de la red respecto a las 24 horas del día expresada en horas (h)

r rendimiento de la red

El rendimiento de la red se expresa de la siguiente forma:

$$r = \frac{t''}{t}$$

Ec. 17

Siendo

t'' número de horas que la red transporta la dotación diaria, donde t''=JER;

t número de horas disponibles, este parámetro es de 24 horas.

“El rendimiento es un parámetro que delimita la seguridad de la red colectiva para responder a las demandas superiores a la prevista en el cálculo (Granados 1986)... e indica que los valores habituales del coeficiente (r) varían entre 0,67 (16/24) y 0.93 (22/24), y que para establecerlo es conveniente tener en cuenta el estudio del funcionamiento de redes existentes, atendiendo principalmente a las características y evolución en el tiempo de la explotación y los cultivos”. (Granados, 2013).

2.1.3. Superficie Neta (S).

Es la superficie que debe ser regada por cada hidrante, se encuentra expresada en (ha).

2.1.4. Grado de libertad (GL).

“Este parámetro representa el nivel de confort que se da al regante. Se puede decir que es el coeficiente de seguridad del caudal concedido al agricultor para que pueda regar su parcela” (Granados 1986). Además granados (1986) establece un valor mínimo de 1.5, y el máximo entre 4 y 6. “El valor de 8 se considera un valor límite superior...” (Labye et al. 1988) (Lamaddalena & Sagardoy 2000) (Granados 2013).

$$GL = \frac{t}{t'}$$

Ec. 18

Siendo:

t número de horas disponibles, este parámetro es de 24 horas;

t' número de horas que el regante tendría abierta su hidrante por día durante el período de máximo consumo del cultivo.

2.1.5. **Garantía de suministro (GS).**

En la definición que propone Tarjuelo (2006) define a la garantía de suministro o calidad operacional (GS) es el valor en tanto por ciento de la probabilidad de los caudales demandados durante el periodo punta de consumo, no sean mayor a los diseñados. Los valores de la función de distribución normal (U_i) se encuentra en función del porcentaje que se asigne a la garantía de suministro como se muestra a continuación:

Tabla 4. Valores de U(variable) en función de GS (garantía de suministro - probabilidad).

GS	0.9	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99
U_i	1.285	1.345	1.405	1.475	1.555	1.645	1.755	1.885	2.055	2.324

Fuente: tomado de (Lamaddalena & Sagardoy, 2000)

2.1.6. **Dotación de riego (d).**

Es el caudal máximo que puede extraer cada hidrante, y el tiempo que el hidrante debe estar abierto, durante el periodo de máxima demanda.

$$d = \frac{q_{fc} \times S}{r} \times GL$$

Ec. 19

Siendo:

- d** dotación (l/s)
- q_{fc}** caudal ficticio Continuo (l/s/ha)
- S** superficie (ha)
- GL** grado de libertad
- r** rendimiento

2.1.7. **Probabilidad de funcionamiento (p).**

La probabilidad de funcionamiento es el cociente entre el caudal ficticio continuo y el caudal instantáneo unitario por hectárea disponible en el hidrante, se expresa:

$$p = \frac{1}{GL} = \frac{q_{fc} \times S}{d \times r}$$

Ec. 20

Siendo:

- p** probabilidad de funcionamiento
- q_{fc}** caudal ficticio Continuo en (l/s/ha.)

S superficie (ha)
d dotación (l/s)
r rendimiento

2.2. Cálculos hidráulicos.

A continuación se describe las ecuaciones utilizadas para el dimensionamiento de tuberías en el diseño de redes ramificadas por el método pendiente uniforme, este método consiste en conseguir que todas las tuberías tengan igual pendiente hidráulica. Tomado de apuntes de clases (Benavides, 2011)

$$J = \frac{H_f}{L}$$

Ec. 21

Siendo:

J gradiente hidráulico.
H_f pérdidas de carga.
L longitud desde el nudo de cabecera hasta el nudo crítico.

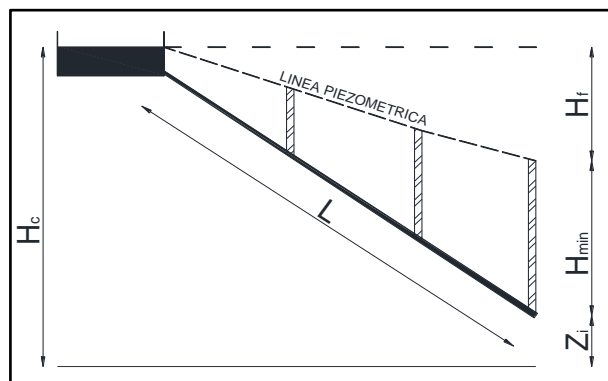


Figura 3. Esquema Pendiente Uniforme

Fuente y Elaboración: Granda, I.

El procedimiento se resume a continuación:

a) Se identifica el nudo crítico de la red, este puede ser el más lejano con respecto al nudo cabecera o es el que necesitaría mayor requerimiento de presión.

El método de la pendiente uniforme se basa en la siguiente expresión:

$$J_{\text{disponible}} = \frac{H_c - (Z_i + P_{\text{min}})}{\sum L}$$

Ec. 22

Siendo:

- J_{disponible}** gradiente hidráulico disponible (m/m).
- H_c** carga del nudo fuente o cabecera (m.c.a)
- Z_i** cota del nudo i, (m).
- ∑L** longitud acumulada hasta el nudo i, (m).
- P_{min}** altura de carga o presión requerida en el nudo i, (m.c.a).

b) Una vez identificado el nudo crítico se calcula el diámetro teórico para todos los tramos que vayan desde el nudo de abastecimiento hasta el nudo crítico.

Las pérdidas de carga (H_f) se determina con la fórmula de Darcy - Weisback. Expresada en la siguiente ecuación:

$$H_f = \left(\frac{8 \times f \times L}{\pi^2 \times g \times D^5} \right) \times Q^2$$

Ec. 23

Siendo:

- h_f** pérdidas de carga (m.c.a).
- f** factor de fricción.
- L** longitud del tramo (m).
- g** valor de la gravedad (9.81 m/s²)
- D** diámetro (m).
- Q** caudal en el tramo (m³/s)

En función de los parámetros antes descritos el diámetro se determina con la siguiente expresión:

$$D_{i \text{ (teórico)}} = \sqrt[5]{\frac{8 \times f \times Q^2}{\pi^2 \times g \times J^*}}$$

Ec. 24

Siendo:

- D_{i (teórico)}** diámetro (m).

- f** factor de fricción.
- g** valor de la gravedad (9.81 m/s²)
- J*** gradiente hidráulico disponible en el nudo crítico (m/m).
- Q** caudal en el tramo (m³/s)

El caudal se determina desde los nudos más alejados hacia el nudo cabecera, basados en la ley de Kirchhoff, esta ley establece que la suma neta de todos los caudales que confluyen en un nudo debe ser nula, dicho de otra manera la sumatoria de los caudales entrantes en un nudo debe ser igual a la sumatoria de los nudos salientes.

El coeficiente de fricción se calcula con la expresión de Colebrock-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10} \left(\frac{k_s}{3.7 D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Ec. 25

Siendo:

- f** factor de fricción.
- k_s** rugosidad relativa (m).
- D** diámetro (m).
- Re** número de Reynolds.

Tabla 5. Rugosidad absoluta (k_s) para diferentes materiales de tubería.

MATERIAL	K _s (mm)
Vidrio	0.0003
PVC, CPVC	0.0015
Asbesto cemento	0.03
Acero	0.046
GRP	0.03
Hierro forjado	0.06
CCP	0.12
Hierro fundido asfaltado	0.12
Hierro galvanizado	0.15
Arcilla vitrificada	0.15
Hierro fundido	0.15
Hierro dúctil	0.25
Concreto	0.3-3.0
Acero bridado	0.9-9

Fuente: "Hidráulica de tuberías, Abastecimiento de agua, redes, riegos" (Saldarriaga, 2007)

El número de Reynolds se determina con la siguiente expresión:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

Ec. 26

Siendo:

- Re** número de Reynolds.
- V** velocidad (m/s).
- ν** viscosidad cinemática (m²/s).
- D** diámetro (m).

Las pérdidas menores se determinan utilizando la siguiente expresión:

$$H_m = k_m \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Ec. 27

Siendo:

- h_m** pérdida de carga menores (m.c.a).
- k_m** coeficiente de perdidas menores.
- g** valor de la gravedad (9.81 m/s²)
- V^2** velocidad en el tramo (m/s).

Tabla 6. Coeficiente de pérdidas menores (k_m).

ACCESORIO	K_m
Válvula de globo, completamente abierta	10.0
Válvula en ángulo, completamente abierta	5.0
Válvula de cheque, completamente abierta	2.5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0.2
Codo de radio corto ($r/d \pm 5 \ 6 \ 1$)	0.9
Codo de radio mediano	0.75-0.80
Codo de gran radio ($r/d \pm 5 \ 6 \ 1.5$)	0.6
Codo de 45°	0.4-0.42
Tee en sentido recto	0.3
Tee a través de la salida lateral	1.8
Unión	0.3
Ye de 45°, en sentido recto	0.3
Ye de 45°, salida lateral	0.8

Fuente: "Hidráulica de tuberías, Abastecimiento de agua, redes, riegos" (Saldarriaga, 2007)

Las pérdidas totales se definen por la ecuación:

$$H_{\text{totales}} = h_f + h_m$$

Ec. 28

Siendo:

H_{totales} pérdida de carga Total (m.c.a).

h_f pérdida de carga por longitud (m.c.a).

h_m pérdida de carga menores (m.c.a).

La velocidad se determina a partir de la ecuación de continuidad.

$$V = Q/A$$

Ec. 29

Siendo:

V velocidad (m/s).

Q caudal (m³/s).

A sección de tubería comercial elegida, (m²)

c) En función del diámetro calculado se elige diámetros internos de tuberías según catálogos de casas comerciales. El diámetro teórico nos sirve simplemente como indicador del diámetro aproximado que se debe escoger.

d) Se determina las alturas piezométricas y presiones a lo largo del trayecto.

e) Se verifica que cumpla con las condiciones iniciales de presión y velocidad.

f) Además se debe prevenir el fenómeno del golpe de ariete. Se determina a partir de las siguientes expresiones:

$$T = 2L/C$$

Ec. 30

Siendo:

T fase o periodo de la tubería (s).

L longitud (m).

C celeridad o velocidad de propagación de onda (m/s)

La celeridad se calcula con la fórmula de Allievi.

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \frac{D}{e}}}$$

Ec. 31

Siendo:

- C** celeridad o velocidad de propagación de onda (m/s)
- k** relación entre módulos de elasticidad de agua y el material de tubería
- D** diámetro interno de tubería (m).
- e** espesor de pared de tubería (m).

Además de la sobrepresión que se genera dentro de la tubería

$$h_a \frac{C \times V}{g}$$

Ec. 32

Siendo:

- h_a** sobrepresión (m.c.a).
- C** celeridad o velocidad de propagación de onda (m/s)
- V** velocidad (m/s).
- g** valor de la gravedad, 9.81 (m/s²)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

Esta investigación se realiza a partir de datos proporcionados de los estudios para las redes de riego de cada una de las comunidades, estos datos se describen en el capítulo cuatro. En función de estos datos se propone diferentes diseños en función de la calidad de suministro o garantía de suministro. Para llevar a cabo cualquier investigación es necesario seguir una secuencia que conducirá a la realización del proyecto; en esta investigación se ha establecido de la siguiente manera:

- Se determina el caudal ficticio continuo en función de los datos obtenidos de la caracterización del área de estudio (disponibilidad del agua, meteorología de clima, de suelos...) y de su población.
- Proceso de trazado de la red y distribución de hidrantes.
- Se define diferentes propuestas de escenarios de garantía de suministro
- Cálculo de caudales de diseño, por el método de Clément.
- Cálculo hidráulico y sus respectivos costes, para cada escenario establecido.
- Uso de software para modelación, simulación y validación de los diseños y resultados.

3.1. Caudal ficticio continuo.

3.1.1. *Caracterización del área de estudio y de su población.*

Entre los criterios que se debe conocer para diseñar una red colectiva de riego (Lamaddalena & Sagardoy, 2000) hace mención a dos tipos de parámetros:

- Parámetros ambientales, son datos que condicionan el área de diseño. Entre estos tenemos las condiciones climáticas, características del suelo, estructura agraria y tenencia de terrenos, condiciones socio-económicas de los agricultores, disponibilidad y cantidad del agua.
- Parámetros de decisión, dependen del diseñador, entre los que se mencionan: patrón de cultivo, grado de manejo y satisfacción de la red, método de riego, dotación de cada hidrante, programación de entrega.

De la información de parámetros ambientales proporcionados en los estudios se tiene:

- Topografía.
- Cantidad y disponibilidad de agua.
- Condiciones y características del suelo.
- Estructura agraria y tenencia de terrenos.

- Condiciones climáticas, estos datos son resultado de datos que se obtuvieron en de los anuarios meteorológicos del INAMHI (No. 39 al 51, año 1999 al 2011) de la región cercana a cada área de estudio.

3.1.2. Determinación de caudal ficticio continuo

El caudal ficticio continuo se calcula con variables agronómicas y climáticas usando el software CROPWAT⁴ 8.0 (2009), proporcionado por la FAO en su sitio web. Este software es capaz de realizar la estimación de los requerimientos de agua de los cultivos y de riego en función de parámetros de clima, datos de precipitación, información de cultivos y características suelos a través de sus diferentes módulos, además de funciones enfocadas a la programación del riego.

3.2. Trazado de la red y distribución de hidrantes.

Para los sistemas de riego colectivo se recomienda presentar una tipología ramificada, esto se debe a que así se reduce costes en comparación a la tipología mallada. El inconveniente de las redes ramificadas es la vulnerabilidad a la interrupción del suministro (por ruptura o mantenimiento) sin embargo debido a que los cultivos pueden tolerar un relativo desabastecimiento se justifica el uso de este tipo de redes. (Aliod et al. 2010). Las redes son ramificadas y se ha mantenido apegado al diseño original según los datos proporcionados.

3.3. Escenarios de garantía de suministro.

La garantía de suministro es el parámetro que condiciona la probabilidad estadística, donde el caudal de diseño de la red no será superado durante el periodo de punta de la campaña de riego.

3.4. Caudales de diseño

Se determinan los parámetros y fórmulas según se describe en el apartado del numeral 2.1, en la página 18, en función de los escenarios establecidos, el caudal de diseño se determina con la ecuación de Clément:

$$Q = \sum_{i=1}^n p_i d_i + U(P_q) \sqrt{\sum_{i=1}^n p_i (1 - p_i) d_i^2}$$

⁴ CROPWAT 8.0 es un programa que puede ser usado para el cálculo de los requerimientos de agua de los cultivos y de riego en base a datos climáticos y de cultivo ya sean existentes o nuevos. Disponible en su sitio web: http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html

En donde el caudal medio:

$$\mu = \sum_{i=1}^n p_i d_i$$

Y la varianza del caudal:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n p_i (1 - p_i) d_i^2$$

Siendo:

d_i dotación correspondiente a la boca i

p_i probabilidad de funcionamiento de la boca i.

n número de hidrantes existentes aguas debajo de la línea en cuestión

(1-p_i) probabilidad de que el hidrante no esté funcionando.

3.5. Cálculo hidráulico

Determinado los caudales en línea de cada escenario de garantía de suministro se realizó el cálculo hidráulico a partir del método de la pendiente uniforme. Las formulas a utilizar en este método se describe en el apartado del numeral 2.2, en la página 21.

El diseño hidráulico de la red de riego debe ser apropiadamente dimensionado, siendo el objetivo determinar el diámetro en redes de conducción y distribución, así como las laterales. Además deben cumplir las siguientes condiciones:

- Presión mínima para el óptimo funcionamiento depende de las características requeridas para cada hidrante.
- Velocidades entre 0.5 m/s y 2.5 m/s.

El costo resulta de tubería empleada para redes de distribución y conducción, así como laterales estarán en función de los diámetros de tuberías, para los cual se adoptó de la revista de cámara de construcción de Loja del año 2012.

3.6. Uso de software.

Para cumplir el objetivo de modelar, simular y validar los resultados, se utilizó: DIOPRAM, EPANET y GESTAR.

DIOPRAM 3.0.

Diseño óptimo de redes ramificadas (DIOPRAM). Desarrollado por la unidad docente de Fluidos 1992. E.T.S.I. Industriales de la U.P. de Valencia. Se utilizará este software en su versión PREMIUM⁵.

Este programa es capaz de calcular redes ramificadas con varios cientos de nudos, además de diseñar y rediseñar las tuberías de las redes en función del criterio económico a partir de una base de datos de tuberías y sus respectivos costes que el usuario es capaz de ingresar.

EPANET 2.0.

Es un programa de ordenador, desarrollado por la U.S. EPA, que realiza simulaciones en período estático y extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión. El programa permite realizar análisis hidráulicos de redes de tuberías a partir de las características físicas de las tuberías y dinámicas de los nudos (consumos) para obtener la presión y los caudales en nodos y tuberías respectivamente. Entre los elementos que puede simular el programa se encuentran fundamentalmente tubos, nodos, depósitos y embalses (referencias de carga constante) y adicionalmente permite utilizar elementos más complejos como bombas y válvulas.

GESTAR.

Según definición en su página web, es un paquete informático para la ingeniería hidráulica de sistemas de riego a presión (redes de distribución colectivas y sistemas de aplicación del riego en parcela), enfocada a mejorar el diseño, ejecución y gestión de grandes y pequeños sistemas (GESTAR, 2013).

GESTAR es un software especializado en sistemas de riego a presión, posee diversos módulos cuyas características más relevantes son: los módulos de optimización, análisis hidráulico y energético en un mismo entorno. Además posee herramientas como generación de escenarios, alarmas, filtros, evoluciones temporales, entre otras varias. GESTAR posee tres tipos de licencia (Educativa, profesional, Premium). La versión que se utilizó es la PROFESIONAL y para su uso se debe registrarse en su sitio web www.acquanalyst.com.

⁵ La licencia de DIOPRAM PREMIUM pertenece a la Universidad Técnica Particular de Loja.

CAPÍTULO IV: CASOS DE ESTUDIO

Las áreas de estudio en la presente investigación son los siguientes:

- Sistema de riego de la comunidad San Rafael de Chuquipogyo, ubicado en la provincia de Riobamba. Que en adelante se denominará **RED 1**.
- Sistema de riego de la comunidad Ceibopamba ubicado en la parroquia Malacatos, del cantón y provincia de Loja. Se mencionará en adelante como **RED 2**.
- Sistema de riego Tuncarta, ubicado en el cantón Saraguro, provincia de Loja. Se mencionará en adelante como **RED 3**.

4.1. Sistema de riego de la comunidad “San Rafael de Chuquipogyo” – RED 1

La información que se describe a lo largo de la descripción de la RED 1 fue proporcionada por el CONSEJO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO (CPCH).

4.1.1. Ubicación.

Se encuentra localizado en la parroquia San Andrés, cantón Guano, provincia de Chimborazo, a 20km de Riobamba “cabecera provincial” y a 12 km de San Andrés “cabecera parroquial”, para el acceso a la localidad, se dispone de la carretera panamericana Riobamba-Quito.

La zona de influencia directa del proyecto corresponde al sector norte de la parroquia San Andrés, cantón Guano. Los linderos de la comunidad cubren aproximadamente 617 Ha, las comunidades colindantes a la zona del proyecto son: Santa Rosa al este, Sur este El Progreso.

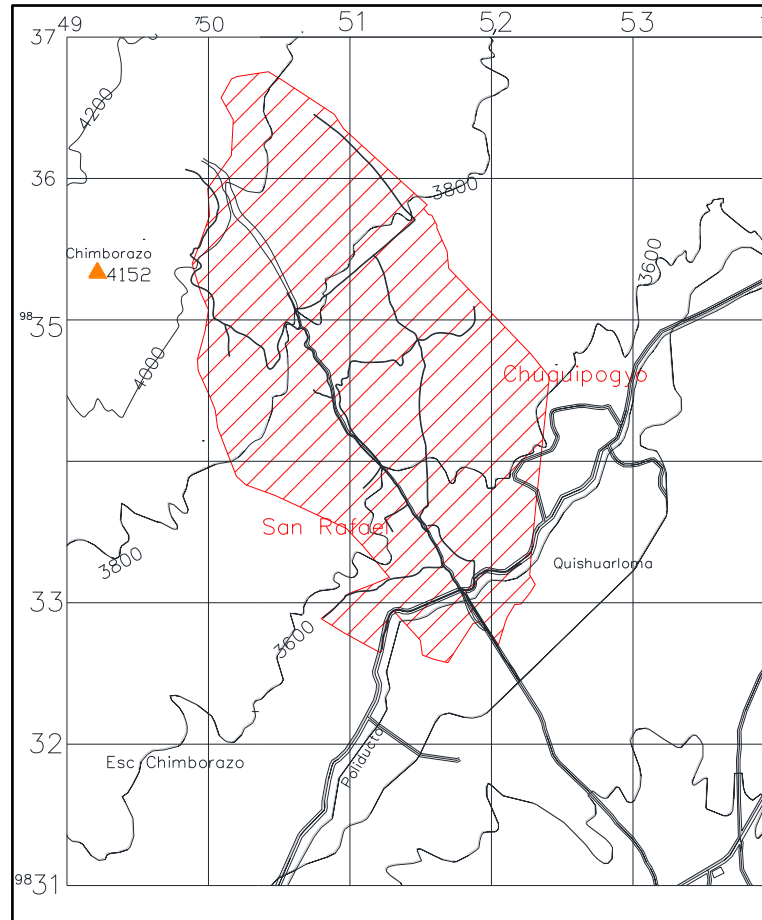


Figura 4. Ubicación del proyecto de San Rafael Chuquipogyo

Fuente: Diseño definitivo para la comunidad de “San Rafael de Chuquipogyo”, Consejo Provincial de Chimborazo

4.1.2. Beneficiarios.

Este sistema tiene 125 usuarios.

4.1.3. Características generales.

Topografía

De los datos proporcionados del levantamiento topográfico de detalle de aproximadamente 617 Ha del área total de la comuna, el área de riego, con catastro, curvas de nivel y detalles.

Clima

El clima del sector donde está ubicado el proyecto corresponde al páramo Andino, con temperaturas medias anuales entre 8°C y 10°C y una precipitación pluvial promedio en el año de 696 mm

Cuenca de aprovechamiento

El diseño de las obras de captación y conducción se realizó para el caudal de adjudicación 21.64 l/s, con un aporte de cada una de las vertientes: Quillumachay Grande 15.50 l/s (72%) y Quillumachay Chico 6.14 l/s (28%)

Distribución de la tierra

La tenencia de la tierra se determinó por parcelas distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 7. Distribución de tierra, San Rafael.

ÁREA (HA)	No. PARCELAS	%
Hasta 1 Ha	44	36
De 1 a 5 Ha	66	54
Más de 5Ha	13	10
TOTAL	125	100

Fuente: Diseño definitivo para la comunidad de "San Rafael de Chuquipogyo", Consejo Provincial de Chimborazo
Elaboración: Granda, I.

El terreno apto para el riego suma la totalidad de 273.72 Ha con un promedio de 2.18 Ha por usuario. Es importante destacar que la parcela más pequeña tiene un área de 0.24 Ha, y la más grande corresponde a 18.02 Ha.

Cultivos

De los datos proporcionados de tienen los siguientes datos:

Tabla 8. Cultivos, San Rafael.

CULTIVO	ÁREA (Ha)	%
Pastos	239	70
Papa	34	10
Haba	17	5
Cebolla	17	5
Zanahoria	17	5
Alfalfa	17	5
TOTAL SUPERFICIE DE RIEGO	341	100

Fuente: Diseño definitivo para la comunidad de "San Rafael de Chuquipogyo", Consejo Provincial de Chimborazo

4.1.4. *Parámetros de riego.*

Suelos

Los suelos donde se implantará el proyecto presentan un relieve ondulado, se distingue el predominio de texturas franco-arenosas.

Tabla 9. Características físicas del suelo, San Rafael.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	INTERPRETACIÓN
Textura	Franco arenoso
Estructura	Suelta
Drenaje	Bien drenado
Topografía	Ondulado 12%
Densidad aparente (da)	1.29 gr/cc
Capacidad de campo (cc)	30.15%
Punto de marchitez (Pm)	16.77%
Infiltración	32 mm/h

Fuente: Diseño definitivo para la comunidad de “San Rafael de Chuquipogyo”, Consejo Provincial de Chimborazo

4.1.5. Descripción del sistema parcelario.

El sistema parcelario de riego se realiza por **aspersión**. La dotación de riego es 0.31 l/s/ha.

4.1.6. Descripción del sistema existente.

Captación

Se capta el agua de las siguientes fuentes:

- Quillumachay Grande (9'839 449m N; 747 732m E; 4 343.96m), Q= 15.50 l/s (72 %).
- Quillumachay Chico (9'839 193m N; 749 212m E; 4 175.91m), Q= 6.14 l/s (28 %).

Conducción

La red de conducción transporta un caudal máximo de 21.64 l/s y posee una longitud de 2 789 m.

Reservorio

El reservorio permite regular el caudal, contempla un volumen útil de 779 m³.

Red de Distribución de riego

Consta de tuberías primarias y secundarias. Las redes de distribución primaria y secundaria en tubería PVC PRESIÓN espiga-campana con diámetros de 32 mm a 75 mm; y unión elastomérica para diámetros iguales o mayores de 90 mm.

Hidrante de riego 1”

El hidrante de riego procura dar facilidades al usuario al interior de su parcela, está constituido por accesorios roscables y una válvula de cierre en 1”, esta disposición permitirá

al usuario realizar el riego de forma adecuada al interior de su parcela con una presión dinámica a nivel de hidrante de 25 a 50 m.c.a.

4.2. Sistema de riego “san José de Ceibopamba” – RED 2.

La información que se describe a lo largo de la descripción de la RED 2 fue proporcionada por el GOBIERNO PROVINCIAL DE LOJA (GPL).

4.2.1. *Ubicación del proyecto.*

El proyecto de riego San José de Ceibopamba se ubica en el barrio del mismo nombre en la parroquia Malacatos, cantón y Provincia de Loja. La zona del proyecto se encuentra a 6 km de la población de Malacatos a donde se accede por una vía de segundo orden; y la cabecera parroquial se encuentra a 35 km de la ciudad de Loja.

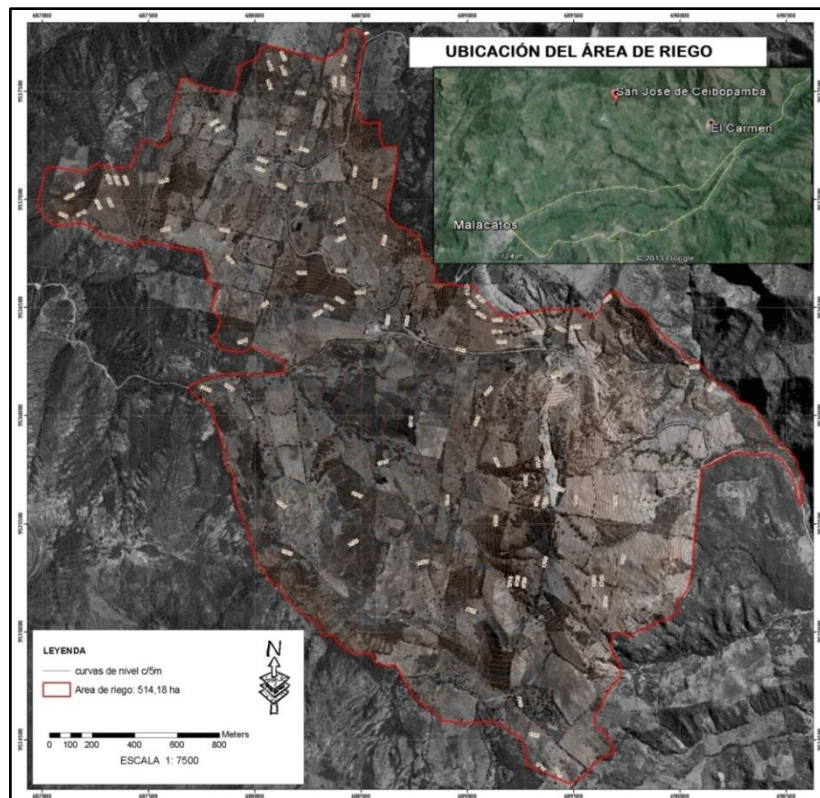


Figura 5. Ubicación del proyecto de Ceibopamba

Fuente: Diseño definitivo para la comunidad de Ceibopamba, Gobierno Provincial de Loja (GPL).

4.2.2. *Beneficiarios.*

Este sistema tiene 125 usuarios, pertenecientes a la parte alta y baja del barrio San José de Ceibopamba.

4.2.3. Características generales.

Topografía

Según los datos proporcionados por el levantamiento topográfico con catastro, curvas de nivel y detalles presenta que el sistema de riego cubre alrededor de 326 Ha regables, de un área total del sector de 544 Ha.

Clima

La zona San José de Ceibopamba posee un clima cálido con temperaturas medias anuales 20.2°, con precipitaciones concentradas en la temporada invernal entre los meses de febrero a mayo y con un largo período veraniego en el resto del año.

Cuenca de aprovechamiento

El proyecto aprovecha un caudal de 177.67 l/s concedido a la comunidad mediante sentencia del Consejo Nacional de Recursos hídricos, de la Quebrada la Chonta a una distancia aproximada de 14 Km, desde la obra de captación hasta el área de riego.

Distribución de tierras

De los datos proporcionados se conoce que de 535.65 ha disponibles, 325.77 ha son aptas para riego que equivale al 60.81 % y 209.88 ha (39.18 %) no son aptas para riego.

Tabla 10. Distribución de tierra, Ceibopamba.

ÁREA (Ha)	No. PARCELAS	%
Hasta 1 Ha	51	40.8
De 1 a 5 Ha	57	45.6
Más de 5 Ha	17	13.6
TOTAL	125	100

Fuente: Diseño definitivo para la comunidad de Ceibopamba, Gobierno Provincial de Loja (GPL).

Elaboración: Granda, I.

El terreno apto para el riego suma 325.77 Ha con un promedio de 2.61 Ha por usuario. Es importante destacar que la parcela más pequeña tiene un área de 0.07 Ha, y la más grande corresponde a 20 Ha.

4.2.4. Cultivos.

De los datos proporcionados de tienen los siguientes datos:

Tabla 11. Cultivos, Ceibopamba.

CULTIVO	ÁREA (Ha)	%
CAÑA DE AZÚCAR	120	36.78
FRUTALES	20.22	6.20
FORRAJE HIDROPÓNICO	10	3.07
YUCA	10	3.07
MAÍZ-FREJOL-MAÍZ	40	12.26
HORTALIZAS-PEPINO-FREJOL	46	14.10
HORTALIZAS PIMIENTO-FREJOL	40	12.26
HORTALIZAS TOMATE-FREJOL	40	12.26
TOTAL SUPERFICIE DE RIEGO	326.22	100

Fuente: Diseño definitivo para la comunidad de Ceibopamba, Gobierno Provincial de Loja (GPL).

4.2.5. Parámetros de riego.

Respecto a los suelos, se describe las siguientes características:

- La textura del suelo es franco arenoso, con contenidos de arena del 40 al 80 %. Los suelos presentes tienen contenidos de arcilla bajo (oscila del 2 al 20 %).
- La velocidad de infiltración básica o facilidad del agua para penetrar verticalmente así como la conductividad hidráulica presentan valores altos. La pendiente promedio aproximada es del 40 %

4.2.6. Descripción del sistema parcelario.

El riego se realiza por **goteo**, el equipo de riego parcelario consta de un cabezal de entrada, una tubería porta laterales, y la manguera de goteo

4.2.7. Descripción del sistema existente.

Captación

Se captará el agua de la quebrada La Chonta, cuyo caudal es de 177.67 l/s, y un caudal mínimo de estiaje estimado en 80 l/s.

Conducción

La red de conducción transporta un caudal máximo de 177.67 l/s y posee una longitud de 13 029.80 m.

Caja de control de caudales

El área de riego se divide en cuatro zonas, la caja de control de caudales distribuye el caudal que llega desde la conducción a cuatro líneas de transmisión los reservorios de cada zona.

Líneas de transmisión

Desde la caja de control de caudales salen cuatro líneas de transmisión independientes, que garantizan que las cuatro zonas de riego serán correcta e independientemente.

Reservorios

El volumen total de almacenamiento es 65 916 m³ y está repartido en cuatro reservorios:

- Reservorio uno 27 944 m³.
- Reservorio dos 15 040 m³.
- Reservorio tres 16 168 m³.
- Reservorio cuatro 6 764 m³.

4.3. Sistema de riego Tuncarta – RED 3.

La información que se describe a lo largo de la descripción de la RED 3 fue proporcionada por el departamento de Recursos Hídricos del Concejo Provincial de Loja,

4.3.1. Ubicación del proyecto.

La comunidad de Tuncarta, está ubicado en la provincia de Loja, cantón Saraguro, parroquia Saraguro. Con una altura que va desde los 2.503 a 2.344 m.s.n.m. El centro de la comunidad se encuentra en las coordenadas 699200 E y 9567600 N (WGS84).

4.3.2. Beneficiarios.

Este sistema fue diseñado para el servicio de 150 usuarios aproximadamente y cuentan con 790 parcelas que están dentro del proyecto y serán distribuidos desde 217 hidrantes.

4.3.3. Características generales.

El área del proyecto está alrededor de 217 ha.

Topografía

Se realizó el levantamiento topográfico de detalle de aproximadamente 217 Ha del área de riego, con catastro, curvas de nivel y detalles.

Clima

La zona tiene un clima ecuatorial, con presencia de lluvias en los meses de: enero - mayo. Las temperaturas medias fluctúan entre las mínimas de 5 y 10°C, y máximas que van desde 10 y 17°C.

Datos de aprovechamiento

De acuerdo a los datos proporcionados se dispone de 14 l/s provenientes de la quebrada la Sillada, y 20 l/s, provenientes de la quebrada Fishala.

Distribución de tierras

La tenencia de la tierra está dispuesta en 791 parcelas de riego. Estas se agrupan en 217 hidrantes.

Tabla 12. Distribución de tierra, Ceibopamba.

ÁREA (Ha)	No. PARCELAS	%
Hasta 1 Ha	156	71.9
De 1 a 5 Ha	57	26.3
Más de 5Ha	4	1.8
TOTAL	217	100

Fuente: Diseño definitivo para la comunidad de Ceibopamba, Gobierno Provincial de Loja (GPL).

Elaboración: Granda, I.

El terreno apto para el riego suma la totalidad de 215.27 Ha con un promedio de 0.99 Ha por hidrante. Es importante destacar el conjunto de parcelas a regar por los hidrantes la superficie más pequeña tiene un área de 0.04 Ha, y la más grande corresponde a 9.8 Ha.

4.3.4. Descripción del sistema hidráulico.

Captación

El caudal con el que se cuenta se obtiene de las siguientes fuentes:

- Captación Sillada 14 l/s
- Captación Fishala 20 l/s.

Conducción

El transporte del caudal necesario desde cada una de las captaciones se utiliza la infraestructura existente que se utiliza para el llenado del reservorio de 5000 m³.

4.3.5. Descripción del sistema parcelario.

El sistema a nivel parcelario de riego se realiza por **aspersión**. Entre las consideraciones del caudal ficticio para este sistema se considera los datos de partida en los trabajos de Katherine Ramón (2012). Siendo este valor de 0.4 (l/s.ha).

CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Cálculo caudal ficticio continuo (CROPWAT).

5.1.1. Datos de clima, determinación de clima/ETo (evapotranspiración).

Los datos de clima se tomaron de las estaciones meteorológicas más cercanas a cada área de estudio. En este apartado se muestra la determinación del caudal ficticio para la **RED 1** y la **RED 2**.

Para la **RED 1** los datos de los anuarios del INAMHI, la media mensual de los valores desde 1999 – 2011 de la estación Cotopaxi, en el cuadro a continuación se presenta los datos de la estación el cálculo del ETo.

País		Ecuador		Estación		COTOPAXI	
Altitud	3590 m.	Latitud	0.70 °S	Longitud	78.55 °W		
Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m ² /día	mm/día
Enero	3.0	13.8	88	588	4.1	15.3	2.25
Febrero	3.2	13.6	88	553	4.1	15.8	2.26
Marzo	3.5	13.4	88	544	3.7	15.3	2.22
Abril	3.5	13.8	90	527	3.5	14.5	2.09
Mayo	3.4	13.5	88	553	3.7	14.0	2.09
Junio	2.8	13.6	89	631	3.8	13.6	2.01
Julio	2.4	13.5	86	683	4.3	14.5	2.21
Agosto	2.2	13.7	84	683	4.1	15.0	2.37
Septiembre	2.4	14.0	84	613	3.5	14.7	2.40
Octubre	2.8	13.9	86	570	4.2	15.9	2.41
Noviembre	2.8	14.1	86	579	4.7	16.3	2.42
Diciembre	3.0	14.2	89	596	4.5	15.7	2.25
Promedio	2.9	13.8	87	593	4.0	15.0	2.25

Figura 6. Datos de Clima/ETo, RED 1

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), ANUARIO METEOROLÓGICO No.39 – 51, (1999 – 2011).

Elaboración: Granda, I.

Para la **RED 2** se tomaron datos de los anuarios del INAMHI, la media mensual de los valores desde 1999 – 2011, en el cuadro a continuación se presenta el cálculo del ETo en función de los datos ingresados de temperatura, humedad, velocidad del viento.

País	ECUADOR		Estación	MALACATOS			
Altitud	1453	m.	Latitud	4.21	°S	Longitud	79.27 °W
Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m ² /día	mm/día
Enero	8.2	28.6	82	1.4	12.9	29.4	5.28
Febrero	7.8	28.3	83	1.1	12.8	29.8	5.28
Marzo	7.7	28.5	83	1.4	12.9	29.8	5.31
Abril	7.7	28.3	83	1.4	12.5	27.8	4.92
Mayo	7.9	28.4	84	1.3	12.4	25.8	4.50
Junio	7.8	27.9	85	1.5	12.1	24.3	4.20
Julio	7.8	28.2	84	1.7	12.3	25.0	4.39
Agosto	7.8	28.3	84	1.7	12.3	26.6	4.72
Septiembre	7.8	28.7	83	1.6	12.5	28.5	5.13
Octubre	8.0	29.3	81	1.2	12.8	29.5	5.36
Noviembre	8.0	29.3	81	1.1	12.9	29.3	5.31
Diciembre	8.0	29.1	82	1.1	13.1	29.3	5.26
Promedio	7.9	28.6	83	1.4	12.6	27.9	4.97

Figura 7. Datos de Clima/ETo, RED 2

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), ANUARIO METEOROLÓGICO No.39 – 51, (1999 – 2011).

Elaboración: Granda, I.

5.1.2. *Precipitación efectiva.*

CROPWAT realiza el cálculo de la precipitación efectiva mediante varios métodos entre ellos tenemos:

- Porcentaje fijo,
- Precipitación confiable (ecuación FAO/AGLW),
- Fórmulas empíricas, ecuación de USDA Soil Conservation Service, y
- Opción de precipitación no considerada.

Para la **RED 2** se utilizó el promedio datos mensuales de los anuarios del INAMHI desde el año 1999 al 2011 de la estación san Juan – Chimborazo.

Estación		Método Prec. Ef	
SAN JUAN-CHIMBORAZO		Fórmula FAO/AGLW	
	Precipit.	Prec. efec	
	mm	mm	
Enero	43.0	15.8	
Febrero	73.2	34.6	
Marzo	75.1	36.1	
Abril	107.3	61.8	
Mayo	63.7	28.2	
Junio	61.6	27.0	
Julio	12.9	0.0	
Agosto	16.5	0.0	
Septiembre	41.7	15.0	
Octubre	54.6	22.8	
Noviembre	73.4	34.7	
Diciembre	76.8	37.4	
Total	699.8	313.4	

Figura 8. Datos de precipitación, RED 1

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), ANUARIO METEOROLÓGICO No.39 – 51, (1999 – 2011).

Elaboración: Granda, I.

A partir de la precipitación efectiva calculada con CROPWAT se identifica el periodo de mayores precipitaciones entre los meses de febrero a mayo.

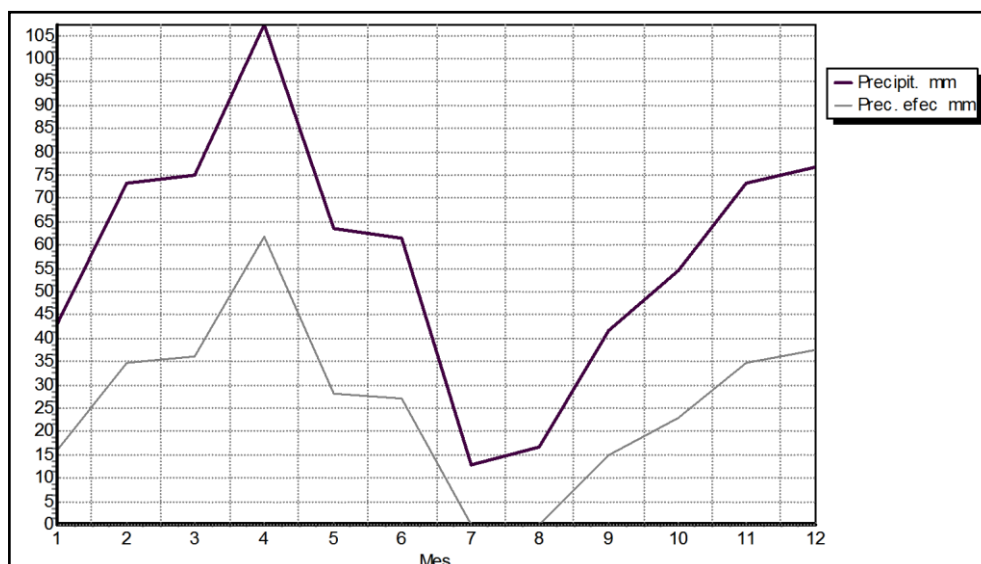


Figura 9. Gráfica de precipitaciones, RED 1.

Elaboración: Granda, I.

Para la **RED 2** se utilizó el promedio datos mensuales de los anuarios del INAMHI desde el año 1999 al 2011 de la estación Malacatos.

Estación		Método Prec. Ef	
MALACATOS		Fórmula FAO/AGLW	
	Precipit.	Prec. efec	
	mm	mm	
Enero	53.4	22.0	
Febrero	118.0	70.4	
Marzo	129.2	79.4	
Abril	99.9	55.9	
Mayo	37.5	12.5	
Junio	16.1	0.0	
Julio	8.2	0.0	
Agosto	7.8	0.0	
Septiembre	13.2	0.0	
Octubre	97.5	54.0	
Noviembre	70.2	32.2	
Diciembre	100.8	56.6	
Total	751.8	383.0	

Figura 10. Datos de Precipitaciones, RED 2.

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), ANUARIO METEOROLÓGICO No.39 – 51, (1999 – 2011).

Elaboración: Granda, I.

A partir de la precipitación efectiva calculada con CROPWAT se identifica el periodo de mayores precipitaciones entre los meses de enero a mayo.

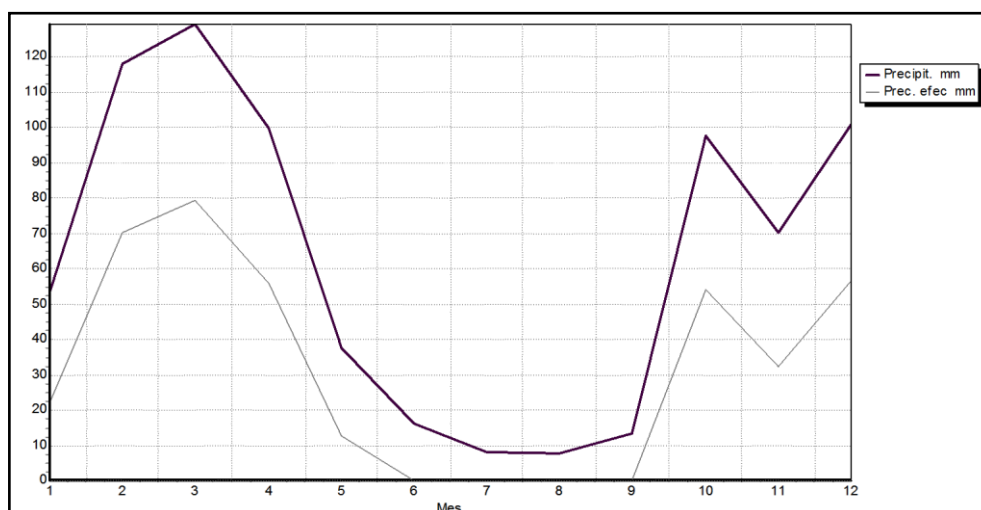


Figura 11. Gráfico de precipitaciones, RED 2

Elaboración: El Autor

5.1.3. Cultivos.

Los patrones de cultivo son definidos según los cultivos que se van a producir a lo largo del año. Cada cultivo mantiene sus propias características y con sus propios coeficientes, etapas y parámetros.

CULTIVO	SUPERFICIE			MESES											
	Ha	%	% ACUM	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CAÑA DE AZUCAR	120.00	36.78	36.78	[Barra azul]											
FRUTALES	20.22	6.20	42.98	[Barra azul]											
FORRAJE HIDROPÓNICO	10.00	3.07	46.05	[Barra azul]											
YUCA	10.00	3.07	49.11	[Barra azul]											
MAIZ-FRÉJOL-MAIZ	40.00	12.26	61.38	[Barra azul]											
HORTALIZAS-PEPINO-FREJOL	46.00	14.10	75.48	[Barra azul]											
HORTALIZAS-PIMIENTO-FREJOL	40.00	12.26	87.74	[Barra azul]											
HORTALIZAS-TOMATE-FREJOL	40.00	12.26	100.00	[Barra azul]											
TOTAL SUPERFICIE CON RIEGO	326.22	100.00													

Figura 14. Patrón de cultivos de riego “San José de Ceibopamba”

Fuente: Diseño definitivo para la comunidad de Ceibopamba, Gobierno Provincial de Loja (GPL).

Así por ejemplo tenemos el cultivo de caña de azúcar y sus diferentes parámetros que utiliza el software CROPWAT.

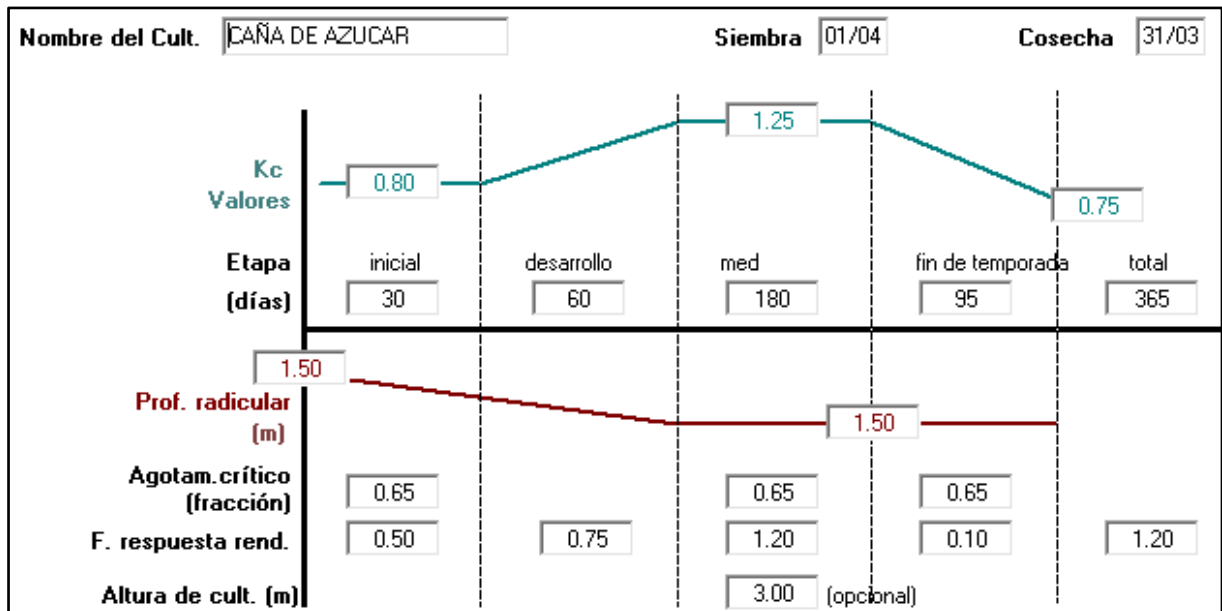


Figura 15. Cultivo de Caña de azúcar, RED 2

Elaboración: El Autor

5.1.4. Suelos.

Los datos de suelo que se ingresaron al software CROPWAT para las dos redes usa fueron del tipo franco – arenoso.

Nombre del suelo		FRANCO ARENOSO	
Datos generales de suelo			
Humedad de suelo disponible total (CC-PMP)	130.0	mm/metro	
Tasa maxima de infiltración de la precipitación	32	mm/día	
Profundidad radicular máxima	50	centímetros	
Agotamiento inicial de hum. de suelo (como % de ADT)	0	%	
Humedad de suelo inicialmente disponible	130.0	mm/metro	

Figura 16. Datos de Suelo RED 1 y RED 2

Elaboración: El Autor

5.1.5. Resultados.

Para el uso del Módulo de abastecimiento del software CROPWAT se ingresa los siguientes datos:

- Requerimientos de riego para cada cultivo del sistema.
- Requerimientos netos de riego del esquema.
- Superficie irrigada como porcentaje de la superficie total
- Requerimiento de riego para el área real.

Para la **RED 1** el software CROPWAT presentó los siguientes resultados:

Eto estación	COTOPAXI											
Est. lluvia	SAN JUAN-CHIMBO											
Patrón Cultivo	1											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Déficit de Precipitación												
1. PASTO	53.8	29.6	35.4	7.1	42.1	39.9	74.4	79.2	62.9	49.1	37.3	32.9
Req. Netos sistema												
en mm/día	1.7	1.1	1.1	0.2	1.4	1.3	2.4	2.6	2.1	1.6	1.2	1.1
en mm/mes	53.8	29.6	35.4	7.1	42.1	39.9	74.4	79.2	62.9	49.1	37.3	32.9
en l/s/h	0.2	0.12	0.13	0.03	0.16	0.15	0.28	0.3	0.24	0.18	0.14	0.12
Area Irrigada	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(% del area total)												
Req.de riego area real	0.2	0.12	0.13	0.03	0.16	0.15	0.28	0.3	0.24	0.18	0.14	0.12
(l/s/h)												

Figura 17. Aprovisionamiento del sistema RED 1

Elaboración: El Autor

Considerando los cultivos a desarrollarse, el porcentaje de área de cada uno de ellos y el método de riego a implementarse (aspersión), se obtiene la dotación de riego máxima para el mes de agosto:

Riego por aspersión = 0.3 l/s/ha

Para la **RED 2** el software CROPWAT presentó los siguientes resultados:

Eto estación	MALACATOS											
	Patrón Cultivo 1											
Est. lluvia	MALACATOS											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Déficit de Precipitación												
1. CAÑA DE AZUCAR	108.7	67	112.1	135.7	169.1	165.6	177.5	190.5	198.8	144	132.5	85.9
2. YUCA	51.4	4.4	0.8	10.5	50.5	93.2	152.2	166.2	173.6	132.9	122.3	52.9
3. CITRUS 70%	59.6	8.1	6.4	28.9	74.9	82.6	88.6	95.1	99.3	51.5	66.6	42.2
4. FORRAJE HIDROPONIC	116.9	55.3	59.4	69.9	107.5	110.2	118.6	127.3	132.9	89.7	106	85.3
5. MAIZ	0	20.8	67.2	97.8	121.6	17.5	0	0	0	0	0	0
6. FREJOL	0	0	0	0	0	88.5	119.6	121.4	0	0	0	0
7. MAIZ	8.5	0	0	0	0	0	0	0	95.5	98.2	133.6	97.6
8. HORATALIZAS PEQUE.	96.7	77.1	93.9	14	0	0	0	0	0	0	0	0
9. PEPINO	0	0	0	0	71.4	99.1	139.3	151.3	125.3	0	0	0
10. FREJOL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.4	107.5	79
11. HORATALIZAS PEQUE.	0	0	0	0	89	127.7	144.3	13.6	0	0	0	0
12. PIMIENTO	146.4	78.7	11.4	0	0	0	0	0	0	0	63.2	73.7
13. FREJOL	0	0	0	0	0	0	0	102.4	134.7	83.2	0	0
14. TOMATE	170.4	81.6	8.3	0	0	0	0	0	0	0	79.1	93.6
15. HORATALIZAS PEQUE.	0	0	0	50.7	126.6	134.9	17	0	0	0	0	0
16. FREJOL	0	0	0	0	31.1	94.6	125.1	72.4	0	0	0	0
Req. Netos sistema												
en mm/día	2.2	1.4	1.7	2	2.9	3.2	3.3	3.4	3.5	2.4	2.5	1.7
en mm/mes	67.2	38.2	51.9	61.1	90.6	96.7	103.8	106.6	105.9	74.1	76.4	52.7
en l/s/h	0.25	0.16	0.19	0.24	0.34	0.37	0.39	0.4	0.41	0.28	0.29	0.2
Area Irrigada	67	67	67	63	71	75	71	71	63	62	66	66
(% del area total)												
Req.de riego area real	0.37	0.24	0.29	0.37	0.48	0.5	0.55	0.56	0.65	0.45	0.45	0.3
(l/s/h)												

Figura 18. Aprovechamiento del sistema RED 2.

Elaboración: El Autor

Considerando los cultivos a desarrollarse, el porcentaje de área de cada uno de ellos y el método de riego a implementarse (goteo), se obtiene la dotación de riego máxima para el mes de septiembre:

Riego por goteo = 0.65 l/s/ha

Para la **RED 3** tenemos:

Riego aspersión = 0.4 l/s/ha

Los datos y archivos utilizados para el cálculo con CROPWAT se muestran en el anexo 4-4.

5.2. Trazado de red y distribución de hidrantes.

El trazado de red y distribución de hidrantes se mantiene igual a los datos fuente.

RED 1, está conformada por un reservorio, del que nacen dos ramales con 48 y 77 hidrantes acumulados respectivamente. El número total de hidrantes es 125.

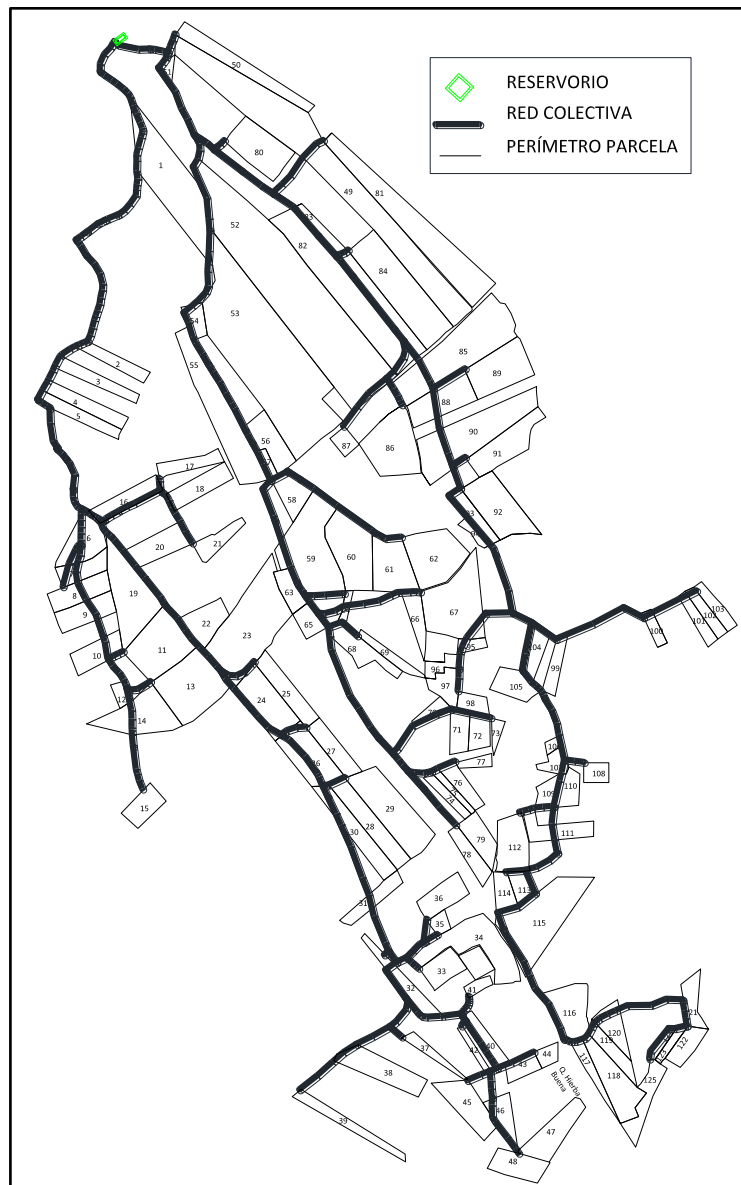


Figura 19. Topología de la RED 1, san Rafael.

Elaboración: El Autor

RED 2, está formado por cuatro reservorios. Estos reservorios están relacionados entre sí por su abasteciendo a través de líneas de transmisión que inicia en la caja de distribución de caudales hacia los reservorios. (Ver descripción de la página 39). Se considera los diseños desde los reservorios hasta cada nudo cabecera de cada parcela. Cada subsistema posee 28, 37, 25, y 35 hidrantes acumulados respectivamente. El número total de hidrantes es 125.

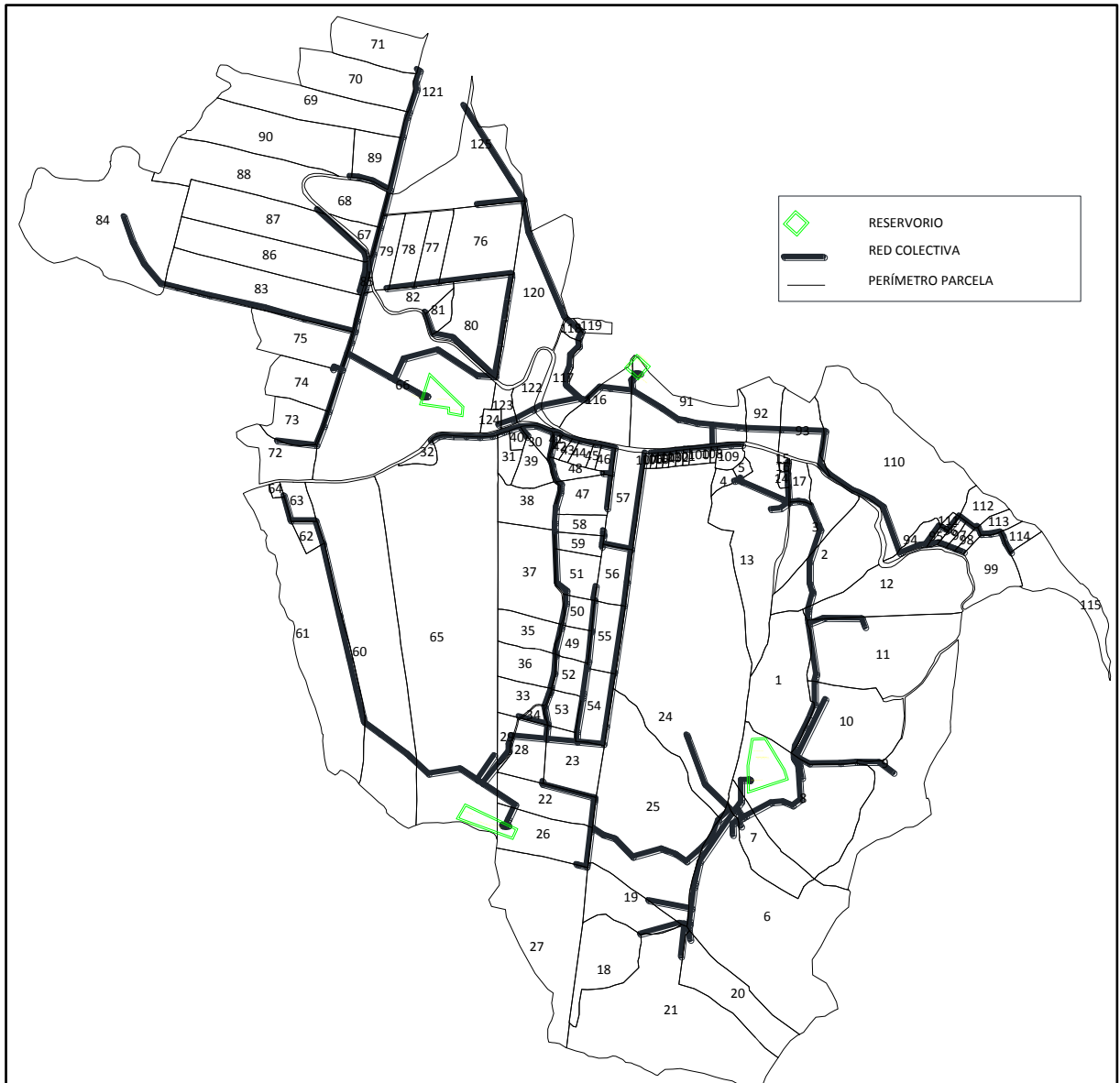


Figura 20. Topología de la RED 2, Ceibopamba.

Elaboración: El Autor

RED 3, está conformada por un reservorio del que nace una línea con 217 hidrantes y posteriormente se divide en dos ramales con 133 y 84 hidrantes. El sistema de estos 217 hidrantes suministra agua de riego a 791 parcelas.

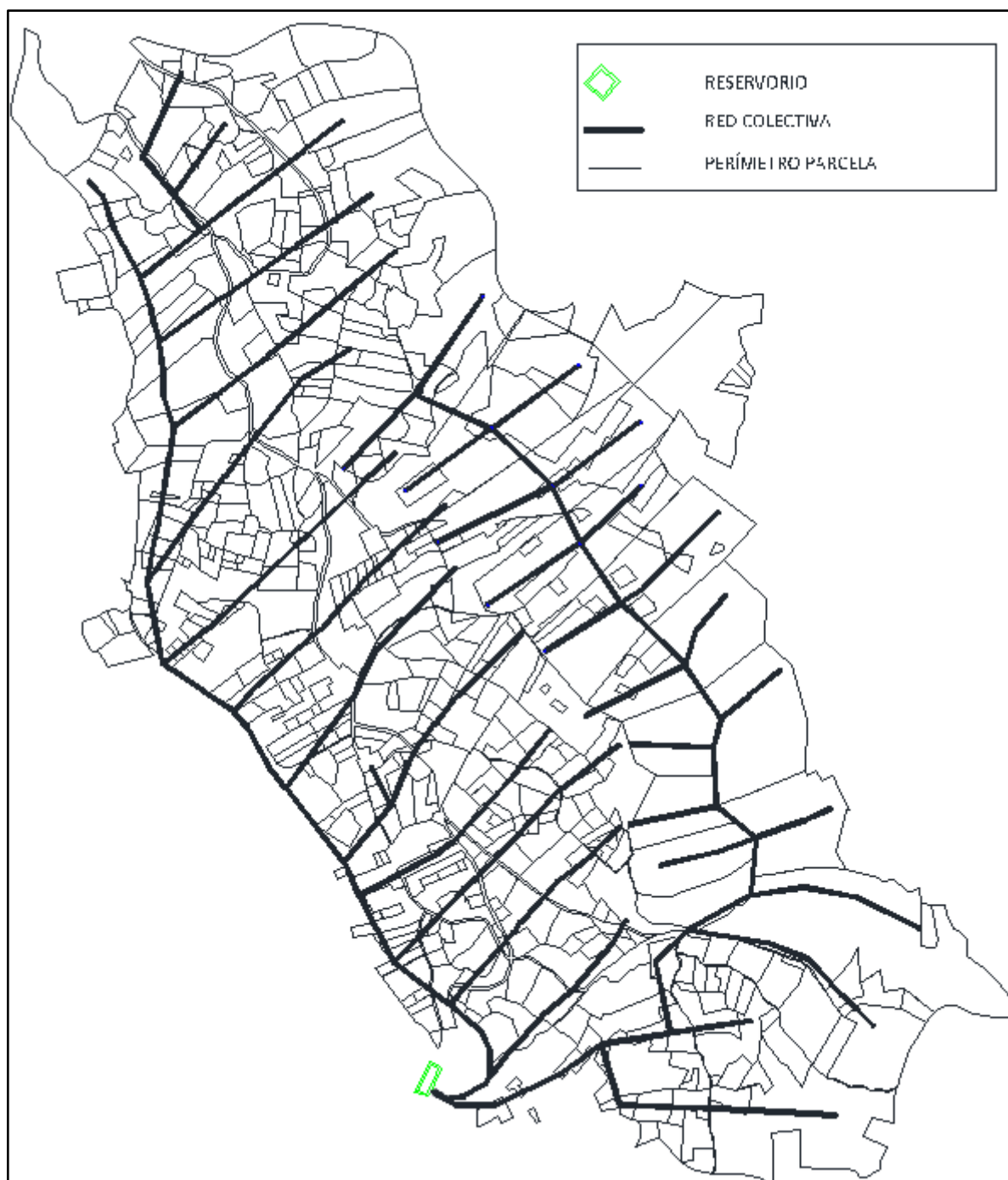


Figura 21. Topología de la RED 3, Tuncarta.

Elaboración: El Autor

5.3. Escenarios de garantía de suministro.

La garantía de suministro es un parámetro de riego fundamental, ya que con él se regula la posibilidad de coincidencia de los usuarios aumentando el caudal de los ramales en mayor proporción que el de las grandes arterias de distribución. Para todos los sistemas de riego se establece escenarios con garantía general desde el 90% - 99%; adicionalmente en la se

puede establecer escenarios con garantía de suministro graduable en función del número de hidrantes. Finalmente para hacer comparación se establece el escenario al 100%. A continuación se describe como se establece estos escenarios para cada sistema de riego.

En la **RED 1** se adoptó los siguientes escenarios:

- Estableciendo escenarios con una garantía de suministro general con los valores desde 90% al 99%.

En la **RED 2** se adoptó los siguientes escenarios:

- Estableciendo escenarios con una garantía de suministro general con valores desde el 90% al 99 %.

En la **RED 3** se adoptó los siguientes escenarios:

- Estableciendo escenarios con una garantía de suministro general en cada red, tomando valores de 90 %, 95% 99 %.

Los escenarios con una garantía de suministro graduado en función del número de hidrantes se establecieron en la RED 1 y RED 3, a partir de los criterios planteados por IRYDA (1985) y respecto a la RED 2 no es posible aplicar este criterio debido al bajo número de hidrantes. Este criterio establece que:

- Las líneas que alimentan hasta 10 hidrantes, se aplica una GS(garantía de suministro) = 100%
- Las líneas que alimentan entre 11 hasta 50 hidrantes, se aplica una GS = 99%.
- Las líneas que alimentan más de 50 hidrantes: se aplica una GS = 96%.

Tabla 13. Garantía de suministro graduado en función del número de hidrantes.

NUMERO DE HIDRANTES	GARANTÍA SUMINISTRO (GS)	U(GS)
< 10	100.0%	-
11 – 50	99.0%	2.324
> 50	96.0%	1.755

Elaboración: El Autor

5.4. Caudales de diseño.

Brevemente se describe los cálculos tipo de la **RED 1**, con el escenario 1. Para este ejemplo tipo se ha considerado la línea 2 para el hidrante H-1, para mejor apreciación ver Figura 22.

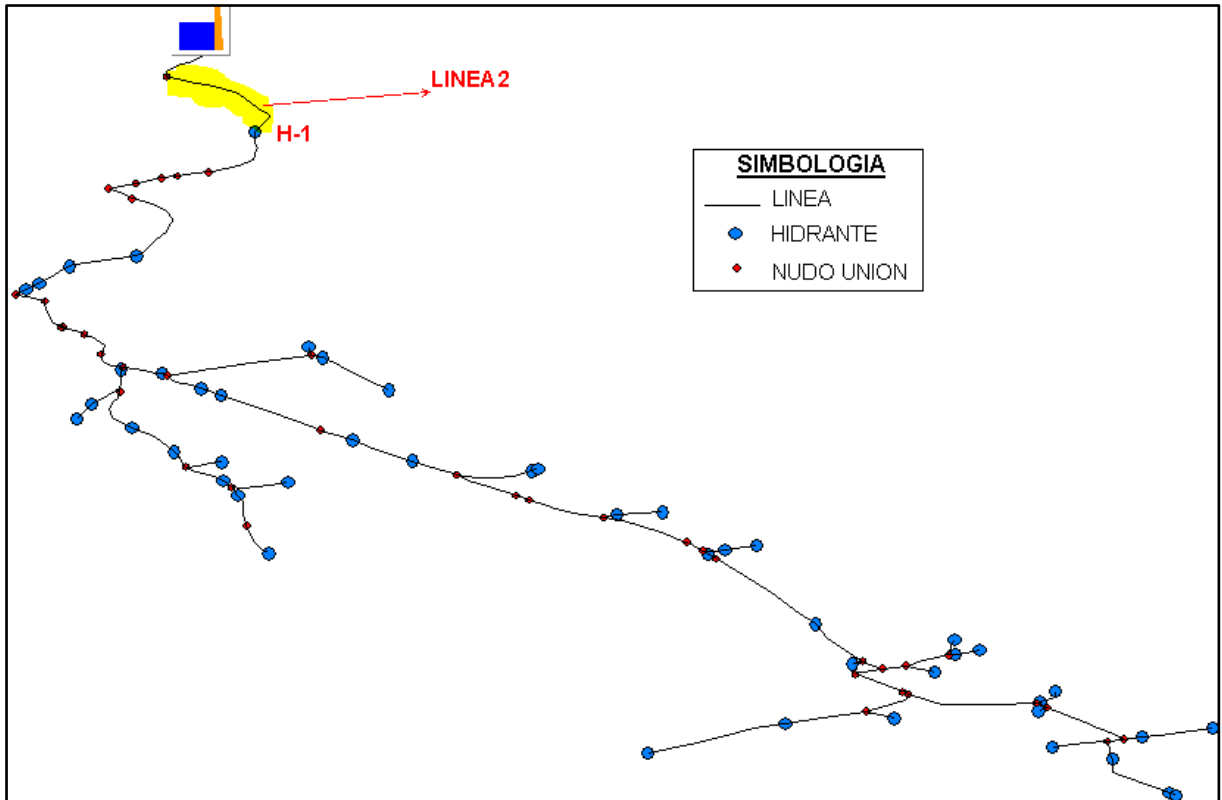


Figura 22. Esquema para cálculo tipo, RED 1.

Elaboración: El Autor

[1] Número total de hidrantes (R)

El número total de hidrantes es de 125

[2] Superficie de riego Total (S)

$$S_{(H-1)} = 272.57 \text{ (Ha)}$$

[3] Caudal ficticio continuo (q_{fc})

$$q_{fc} = 0.30 \text{ (l/s/Ha.)}$$

[4] Horas de riego efectivo (JER)

$$JER = 14 \text{ (Horas)}$$

[5] Tiempo disponible de riego (t)

$$t = 24 \text{ (Horas)}$$

[6] Tiempo apertura hidrante (t')

$$t' = 10 \text{ (Horas)}$$

[7] Rendimiento de la red (r)

$$r = \frac{t''}{t} = \frac{\text{JER}}{t} = \frac{14}{24} = 0.58$$

[8] Grado de libertad (GL)

$$\text{GL} = \frac{t}{t'} = \frac{24}{10} = 2.4$$

[9] Dotación de riego (d)

$$d_{(H-1)} = \frac{q_{fc} \times S}{r} \times \text{GL} = \frac{0.3 \times 1.15}{0.58} \times 2.4 = 1.419 \left(\frac{l}{s}\right)$$

[10] Probabilidad de funcionamiento (p)

$$P_{(H-1)} = \frac{q_{fc} \times S}{d \times r} = \frac{0.3 \times 1.15}{1.419 \times 0.58} = 0.41$$

[11] Número de hidrantes acumulados (R)

Hasta la línea en la que se encuentra el hidrante (H-1), aguas abajo es de 48.

[12] Varianza de caudal

$$\sum_{i=1}^n p_i(1 - p_i)d_i^2 = 81.47$$

[13] Caudal Medio

$$\sum_{i=1}^n p_i d_i = 43.44$$

[14] Caudal acumulado

$$\sum_{i=1}^n d_i = 104.26$$

[15] Garantía de suministro (Ui)

En la línea 2 el número de hidrantes acumulados es 48, la garantía de suministro según los valores de la Tabla 13 de la página 55, es del 99% y que corresponde a un valor de 2.324.

[16] Caudal de Clément en el tramo

$$Q = \sum_{i=1}^n p_i d_i + U(P_q) \sqrt{\sum_{i=1}^n p_i(1 - p_i)d_i^2} = 43.417 + (1.755)\sqrt{81.31} = 64.42 \left(\frac{l}{s}\right)$$

Para comprobar el cálculo de caudales para cada escenario de garantía de suministro de cada línea se utilizó GESTAR (ver página 68) y DIOPRAM (ver página 75).

El cálculo de caudales en línea para cada sistema y sus respectivos resultados se presentan en los anexos 1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2.

5.5. Cálculo hidráulico.

Del cálculo de caudales de diseño debido a la cantidad de resultados, para el cálculo hidráulico se escoge los resultados con la garantía de suministro 90%, 95% y 99% siendo estos escenarios los más representativos.

Las consideraciones para el diseño en la RED 1, RED 2 y RED 3, se realiza desde el reservorio hasta el hidrante en cada parcela. El procedimiento y las expresiones utilizadas en el cálculo hidráulico se describen en el enunciado 2.2 de la página 21 usando la siguiente base de datos de tuberías.

Tabla 14. Base de datos para tuberías

D. INTERNO (mm)	D. EXTERNO (mm)	PRESIÓN (MPa)	ESPESOR e (mm)	CELERIDAD C (m/s)	PRECIO (ML)
17.00	20	2.00	1.50	479.83	0.63
22.00	25	1.60	1.50	427.34	0.72
29.00	32	1.25	1.50	376.31	1.12
37.00	40	1.00	1.50	335.70	1.35
36.00	40	1.25	1.90	379.86	1.75
47.00	50	0.80	1.50	299.63	1.88
46.20	50	1.00	1.90	337.98	2.17
45.20	50	1.25	2.40	380.92	2.87
59.00	63	0.80	2.00	308.38	2.75
58.20	63	1.00	2.40	338.41	3.15
57.00	63	1.25	3.00	379.37	3.83
55.40	63	1.60	3.80	428.50	4.00
71.40	75	0.63	1.80	267.55	2.92
70.40	75	0.80	2.30	303.00	3.65
69.20	75	1.00	2.90	340.99	4.48
67.80	75	1.25	3.60	380.92	5.67
85.60	90	0.63	2.20	270.05	4.00
84.40	90	0.80	2.80	305.22	4.85
83.00	90	1.00	3.50	341.99	6.17
81.40	90	1.25	4.30	380.02	7.25
79.20	90	1.60	5.40	427.34	8.57
104.60	110	0.63	2.70	270.61	5.70
103.20	110	0.80	3.40	304.21	6.95
101.60	110	1.00	4.20	338.80	8.87
99.60	110	1.25	5.20	377.95	10.30
96.80	110	1.60	6.60	427.34	13.43
152.20	160	0.63	3.90	269.66	12.00
150.00	160	0.80	5.00	305.91	15.25

D. INTERNO (mm)	D. EXTERNO (mm)	PRESIÓN (MPa)	ESPESOR e (mm)	CELERIDAD C (m/s)	PRECIO (ML)
147.60	160	1.00	6.20	341.37	20.55
144.80	160	1.25	7.60	378.88	24.17
140.80	160	1.60	9.60	427.34	29.08
190.20	200	0.63	4.90	270.36	18.23
187.60	200	0.80	6.20	304.67	23.67
184.60	200	1.00	7.70	340.24	29.17
181.00	200	1.25	9.50	378.88	37.50
176.00	200	1.60	12.00	427.34	47.67
237.80	250	0.63	6.10	269.80	29.94
234.40	250	0.80	7.80	305.67	37.99
230.80	250	1.00	9.60	339.79	47.04
226.20	250	1.25	11.90	379.29	59.91
220.00	250	1.60	15.00	427.34	69.53
299.60	315	0.63	7.70	270.05	47.81
295.40	315	0.80	9.80	305.22	62.09
290.80	315	1.00	12.10	339.85	77.29
285.00	315	1.25	15.00	379.37	90.30
277.20	315	1.60	18.90	427.34	130.64
337.60	355	0.63	8.70	270.40	66.09
333.00	355	0.80	11.00	304.60	90.47
327.60	355	1.00	13.70	340.65	107.46
321.20	355	1.25	16.90	379.31	143.34
312.20	355	1.60	21.40	428.37	164.97
380.40	400	0.63	9.80	270.36	78.66
375.20	400	0.80	12.40	304.67	113.94
369.20	400	1.00	15.40	340.24	150.21
362.00	400	1.25	19.00	378.88	170.81
351.80	400	1.60	24.10	428.26	195.70
475.40	500	0.63	12.30	270.92	151.58
469.00	500	0.80	15.50	304.67	163.94
461.60	500	1.00	19.20	339.79	201.71

*Los diámetros resaltados son tubería unión espigo campana (EC), el resto de diámetros son tubería de unión elastomérica (UZ). Tomado del catálogo de tuberías PVC de plastigama,

Elaboración: Granda, I.

El diseño se realizó cumpliendo requerimientos de presión, velocidad y presiones de trabajo en tuberías. (Ver anexos 1-4, 1-5, 1-6, 1-7, 2-4, 2-5, 2-6, 2-7, 2-8, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7).

5.6. Uso de software.

Una vez determinado los diseños, se realizó el análisis del comportamiento de variables hidráulicas como presiones y velocidades en la redes bajo diferentes escenarios de garantía de suministro descritos anteriormente. A través del análisis con software nos permitirá identificar puntos críticos para adoptar medidas de seguridad en los diseños.

Las herramientas ofimáticas empleadas para este propósito son:

- **EPANET** se utiliza en la simulación de las redes, sin embargo para la generación de los patrones de consumo se complementa con GESTAR.
- **GESTAR** posee varias herramientas que nos permitió realizar los siguientes acciones:
 - El cálculo de caudales en la RED 1, y RED 2, sin embargo la RED 3 por limitaciones de número de elementos no fue posible realizar este proceso.
 - La simulación con escenarios aleatorios y evolución en el tiempo de los consumos de hidrantes se utilizó satisfactoriamente en la RED 2, sin embargo, debido a la limitación de la licencia en la RED 1 Y RED 3 no se pudo realizar. Para solucionar este inconveniente con GESTAR se hizo la confección de curvas aleatorias de demanda con las herramientas de evolución en el tiempo y con estos datos se complementa la simulación en EPANET.
- DIOPRAM se utilizó para el de determinar los caudales de diseño.

A continuación se muestra el resumen del uso de software:

Tabla 15. Software utilizado

RED	SUB-RED	EPANET ***	GESTAR		DIOPRAM
RED 1	RED 1-1	OK	*		**
	RED 1-2	OK	*		**
RED 2	RED 2-1	OK	*	OK	**
	RED 2-2	OK	*	OK	**
	RED 2-3	OK	*	OK	**
	RED 2-4	OK	*	OK	**
RED 3	RED 3-1	OK	*		**
	RED 3-1	OK	*		**

OK Software utilizado para simulación.

* Software utilizado para generar patrones de consumo

** Software utilizado únicamente cálculo de caudales de diseño.

*** El uso de EPANET se complementa con la generación de patrones de consumo de GESTAR.

Elaboración: El Autor

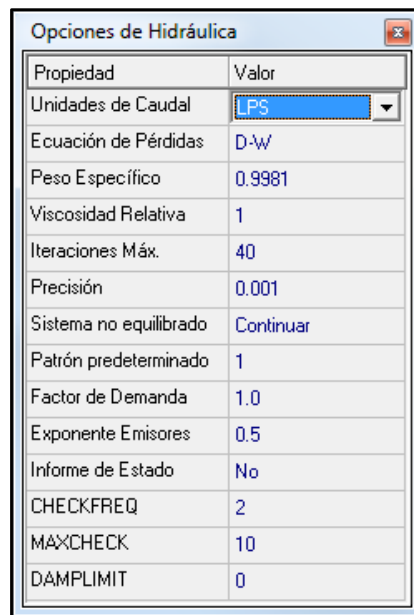
Se describe el uso de cada software y sus principales características y funciones aplicadas en las redes colectivas de riego.

5.6.1. **EPANET.**

El uso del EPANET debido a su naturaleza de libre acceso no presenta problema alguno para su propósito. Para la simulación se utiliza los resultados del el cálculo hidráulico manual que se realizó previamente.

5.6.1.1. Configuración de unidades.

Se trabaja con la configuración de unidades de caudal en LPS con la siguiente configuración: caudal y demanda en litros por segundo (l/s), diámetro en milímetros (mm), velocidad en metros por segundo (m/s), longitud en metros (m), el coeficiente de pérdidas es adimensional. La altura hidráulica, presión y altura geométrica en metros (m). Además la ecuación de pérdidas se configura en D-W (Darcy-Weisback) por lo tanto la rugosidad absoluta en milímetros (mm). El resto de parámetros se mantiene por defecto.



Propiedad	Valor
Unidades de Caudal	LPS
Ecuación de Pérdidas	D-W
Peso Específico	0.9981
Viscosidad Relativa	1
Iteraciones Máx.	40
Precisión	0.001
Sistema no equilibrado	Continuar
Patrón predeterminado	1
Factor de Demanda	1.0
Exponente Emisores	0.5
Informe de Estado	No
CHECKFREQ	2
MAXCHECK	10
DAMPLIMIT	0

Figura 23. Opciones de hidráulica, EPANET.

Elaboración: Granda, I.

5.6.1.2. Elementos básicos del EPANET.

Entre los elementos necesarios para utilizar EPANET tenemos: embalse, conexiones, tuberías y válvulas.

Los datos en el elemento embalse son: ID, coordenadas (X, Y), Altura total. En conexiones (nudos) tenemos: ID, las coordenadas (X, Y), Cota, demanda Base si el nudo es de consumo, patrón de demanda si se realiza un análisis en el tiempo.

Propiedad	Valor
*ID Embalse	0
Coordenada-X	698232.57
Coordenada-Y	9598411.24
Descripción	
Etiqueta	
*Altura Total	1525
Patrón de Altura	
Calidad Inicial	
Fuente de Calidad	
Caudal Neto Entrante	No Disponible
Cota	No Disponible
Presión	No Disponible
Calidad	No Disponible

Figura 24. Ejemplo de datos ingresados embalse, (RED 1).

Elaboración: El Autor

Propiedad	Valor
*ID Conexión	1
Coordenada-X	698261.60
Coordenada-Y	9598405.89
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	1493
Demanda Base	0
Patrón de Demanda	
Categoría de Demand	1
Coef. Emisor	
Calidad Inicial	
Fuente de Calidad	
Demanda Actual	No Disponible

Figura 25. Ejemplo de datos ingresados conexión (RED 1).

Elaboración: El Autor

Los datos en tuberías son: ID, Nudo inicial y final, Longitud, diámetro, rugosidad, coeficiente de pérdidas, y estado inicial. Los datos de válvulas son: ID, nudo inicio, nudo final, Diámetro tipo, consigna, estado fijo.

Propiedad	Valor
*ID Tubería	0
*Nudo Inicial	0
*Nudo Final	1
Descripción	
Etiqueta	
*Longitud	29.52
*Diámetro	375.2
*Rugosidad	0.0015
Coef. de Pérdidas	0.10
Estado Inicial	Abierto
Coef. Flujo	
Coef. Pared	
Caudal	No Disponible

Figura 26. Ejemplo de datos ingresados tubería (RED 1).

Elaboración: El Autor

Propiedad	Valor
*ID Válvula	V1
*Nudo Inicial	7
*Nudo Final	V1
Descripción	
Etiqueta	
*Diámetro	85.6
*Tipo	Reductora
*Consigna	9
Coef. Pérdidas	0
Estado Fijo	Ninguno
Caudal	No Disponible
Velocidad	No Disponible
Pérdidas	No Disponible

Figura 27 Ejemplo de datos ingresados válvula (RED 1).

Elaboración: El Autor

5.6.1.3. Modelos y simulación con EPANET.

El funcionamiento de este software consiste en determinar los resultados con su motor de cálculo y presentarlos de forma gráfica, además permite realizar un análisis estático y cuasi-estático o en el tiempo y la facilidad de extraer dichos resultados y exportarlos a una hoja de cálculo Microsoft Excel.

Para simular a través del tiempo se utilizó patrones de consumo que fueron generados con la ayuda de GESTAR como se indica en el numeral 5.6.2.3 de la página 72, estos datos se generaron de forma aleatoria para cada nudo de consumo.

En la Figura 28 se presenta un ejemplo de patrón de consumo donde las barras de color anaranjado indica las horas en que los consumos se encuentran en funcionamiento, siendo el tiempo de simulación de 120 horas o cinco días.

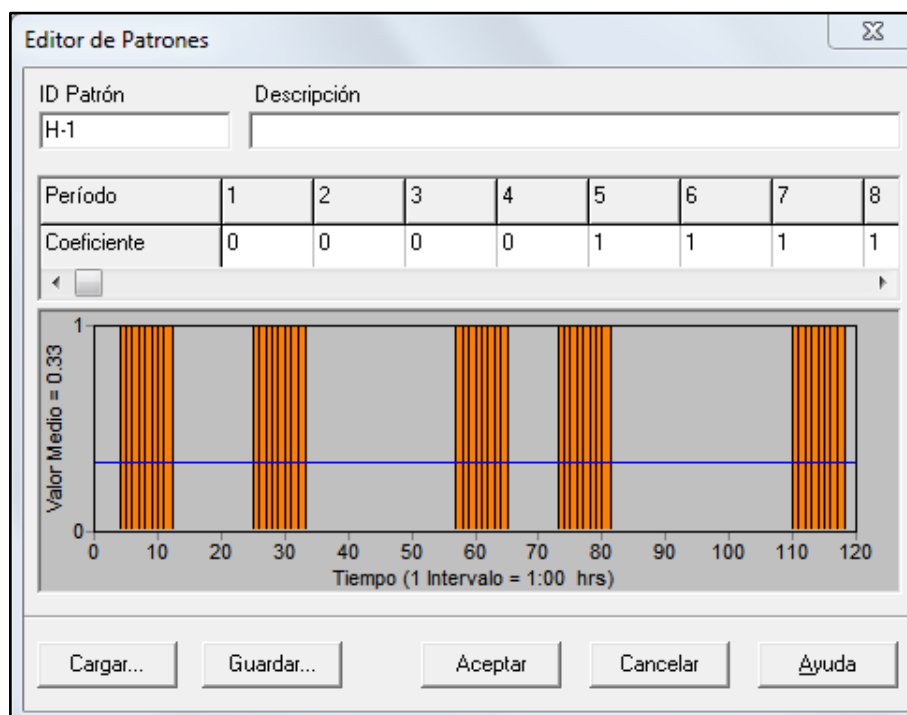


Figura 28. Ejemplo de datos, patrón de consumo (RED 1).

Elaboración: Granda, I.

Después se configura las opciones de EPANET para que simule en periodo extendido. En las opciones de tiempo se ingresa la duración total, intervalo cálculo hidráulico, intervalo de patrones, intervalo informe, el resto de valores se mantiene por defecto.

Propiedad	Hrs:Min
Duración Total	120:00
Intervalo Cálculo Hidráulico	1:00
Intervalo Cálculo Calidad	0:00
Intervalo Patrones	1:00
Tiempo Inicio Patrón	0:00
Intervalo Informe	1:00
Tiempo Inicio Informe	0:00
Tiempo Inicio Reloj	12 am
Estadística	NONE

Figura 29. Ejemplo de datos, Opciones de tiempo (RED 1).

Elaboración: Granda, I.

Los resultados de la simulación se muestran en tablas, en forma gráfica, y en la interfaz del software como se indica en la figura siguiente.

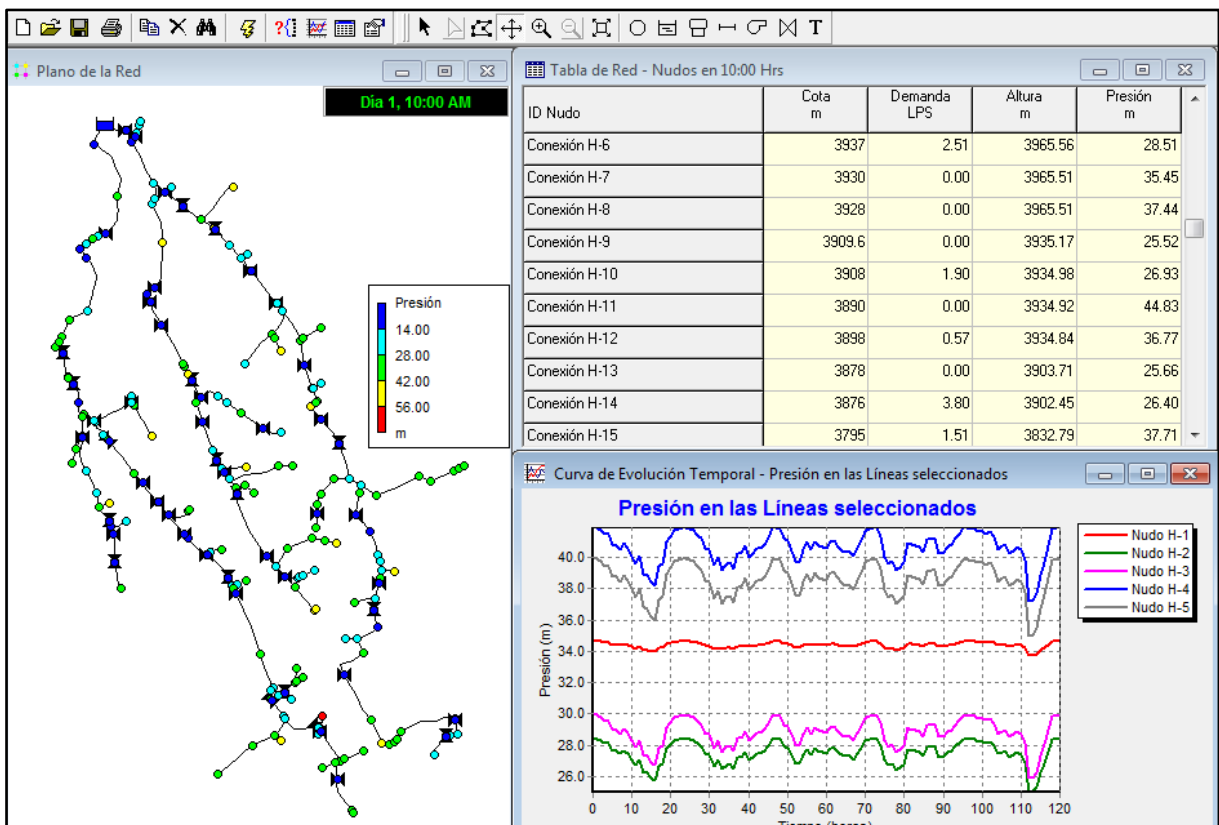


Figura 30. Ejemplo de cálculo con EPANET, RED 1.

Elaboración: Granda, I.

Finalmente se ejecuta la opción de informe completo, en el cual está la información de la red, su configuración y resultados en el tiempo. En el Anexo 4-1 se presentan los archivos digitales de EPANET.

5.6.2. **GESTAR.**

GESTAR es una herramienta de simulación, diseño y análisis. El uso de GESTAR utilizando la licencia profesional posee limitaciones por lo tanto nos apoyaremos en el uso de EPANET.

Las limitaciones respecto al número de elementos a utilizar son:

Tabla 16. Características de licencia Profesional

ELEMENTO	No
Nodos Unión	100
Demanda Conocida	100
Hidrantes Reguladores	7
Embalses	10
Balsas	10
Presión Conocida	10
Emisores	20
Nodos Libres	5
Nodos Doble Condición	5
Tuberías	125
Líneas de Emisores	20
Válvulas	7
Bombas(análisis/regulación)	5/3
Elementos Libres	5
Vértice Polilíneas	300

Fuente: Manual de GESTAR.

5.6.2.1. **Configuración inicial.**

Para la configuración inicial se mantuvo la que se proporciona por defecto del software, se actualizo la base de datos de tuberías con la base de datos de la Tabla 14.

5.6.2.2. **Elementos básicos de GESTAR.**

Entre los elementos necesarios para utilizar GESTAR tenemos: Nodo embalse, Nodo de presión regulada, además de los nodos de unión hace una distinción con los nodos de demanda conocido, tuberías y válvulas. GESTAR nos permite exportar los datos a un archivo en Access y editarlos, para importarlos nuevamente.

Los datos en nodo embalse son: ID, coordenadas (X, Y), Altura total, altura de presión (solo en nodo de presión regulada) como se aprecia en las figuras siguientes:

Nodo Embalse

Id. T2 Comentario 3

Tipo
Embalse

Posición
X = (m) 688595,25
Y = (m) 9535047
Lámina = (m) 1702

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 31. Ejemplo de datos ingresados Nodo embalse (RED 2)

Elaboración: El Autor

Nodo de Presión Regulada

Id. T2 Comentario 3

Tipo
Presión Regulada

Altura de Presión 3 (m)

Posición
X = (m) 688595,25
Y = (m) 9535047
Cota Z = (m) 1702

Entrada Sector Parcela
Q Sector
Presión Entrada Requerida
Turno

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 32. Ejemplo de datos ingresados Nodo de presión regulada (RED 2)

Elaboración: El Autor

Los datos en nudos de unión son: ID, las coordenadas (X, Y), Cota. Los datos en los nudos de consumo conocido son: ID, las coordenadas (X, Y), Cota, dotación, demanda, Área regada, caudal ficticio continuo, rendimiento, presión de consigna; estos datos observan en las siguientes figuras:

Unión

Id. 125 Comentario Unión

Tipo
Unión

Posición
X = (m) 689010,88
Y = (m) 9535960
Cota Z = (m) 1655,1

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 33. Ejemplo de datos ingresados unión (RED 2)

Elaboración: El Autor

Nodo de Demanda Conocida

Id. H-65 Comentario 1

Tipo
Demanda Conocida

Apertura
 Turno: []

Posición
X = (m) 688558,31
Y = (m) 9535279
Cota Z = (m) 1677,6

Área Regada (ha) 20
Q Ficticio Cont. (l/sha) 0,65
Rendimiento 0,75
Probabilidad = 0,416666/

Consumo
 Dotación L/s 41,6
Demanda (L/s) 41,6
 Grado Libertad 2,4
Calcular GL=1/p

Regulación
P. de Consigna 14,5
Diámetro Hidrante
Diám: 25,4

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 34. Ejemplo de datos ingresados Nodo de demanda conocida (RED 2)

Elaboración: El Autor

Los datos en tuberías son: ID, Nudo inicial y final, Longitud, caudal de diseño, tubería (previamente se ingresa base de datos de tubería que incluye las características de la tubería como diámetro, material, timbraje, rugosidad), coeficiente de pérdidas. Los datos para modelar las válvulas son: ID, nudo inicio, nudo final, Diámetro, tipo, consigna, como se muestra en las figuras siguientes:

Figura 35. Ejemplo de datos ingresados tubería (RED 2)

Elaboración: El Autor

Figura 36. Ejemplo de datos ingresados válvulas (RED 2)

Elaboración: El Autor

Para la descripción de los modelos y herramientas que se describe a continuación se toman algunas definiciones del manual de GESTAR.

5.6.2.2.1. Módulos y Herramientas para simulación con GESTAR

Las capacidades de este software, primeramente al igual que EPANET nos permiten con su motor de cálculo determinar los resultados y presentarlos de manera gráfica y facilidad de exportar estos resultados a un archivo de Excel.

GESTAR es un conjunto de herramientas que facilitan la simulación y el análisis de datos en redes de riego, de las cuales se describe a continuación las herramientas más destacadas y utilizadas para el desarrollo de la investigación.

5.6.2.2.2. Alarmas.

Del manual de Gestar la configuración de alarmas, es una herramienta que nos permite fijar un rango de valores admisibles para las variables: velocidad en tuberías, en aspiración de

bombas, en válvulas, en líneas de emisores, pérdidas de carga por unidad de longitud, presión en nodos de demanda, en nodos de unión, y caudal en hidrantes; que tienen la función de alertar al usuario al momento que el cálculo hidráulico esté fuera de estos rangos definidos de manera gráfica. (GESTAR, 2013)

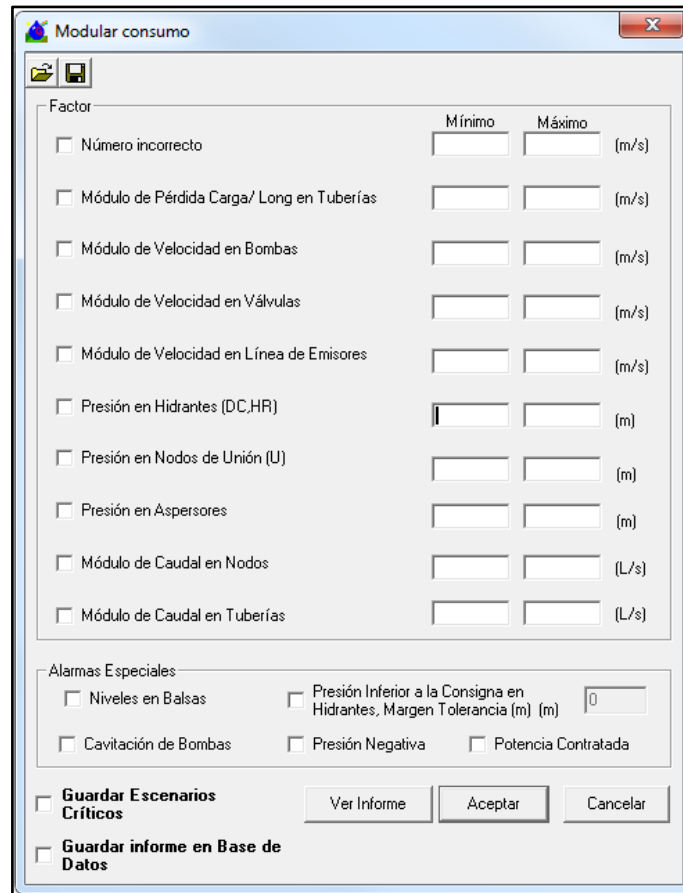


Figura 37 Alarmas de GESTAR.

Elaboración: El Autor

5.6.2.2.3. Caudales de diseño.

Permite calcular los caudales circulantes a la demanda al 100 % como caudales de Clément con garantía de suministro general o graduable (selectiva) en función del número de hidrantes, se muestra las siguientes opciones:

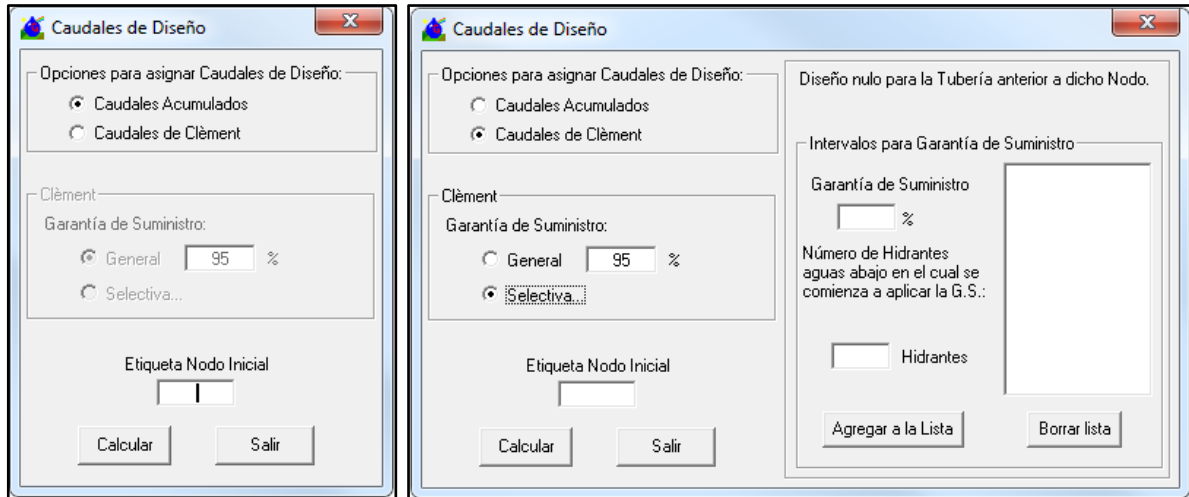


Figura 38. Caudales de diseño, garantía de suministro general (IZQUIERDA) y garantía de suministro selectiva (DERECHA).

Elaboración: El Autor

Una vez ingresado las condiciones de garantía de suministro y calculado los caudales de diseño estos se muestran en una nueva ventana con los resultados que se guardan en archivo formato Excel y es posible asignar directamente a la red en GESTAR para un posterior diseño con el módulo de optimización red a la demanda.

Tubería	Q Acumula m3/s	Q Clément m3/s	Q Línea m3/s	Hid AA	Área AA (h Ha
1	105.4	58.4	0.0584	48	84,421
2	105.4	58.4	0.0584	48	84,421
3	104.4	57.7	0.0577	47	83,271
4	104.4	57.7	0.0577	47	83,271
5	104.4	57.7	0.0577	47	83,271
6	104.4	57.7	0.0577	47	83,271
7	104.4	57.7	0.0577	47	83,271
8	104.4	57.7	0.0577	47	83,271
9	104.4	57.7	0.0577	47	83,271
10	103.1	57.1	0.0571	46	82,177
11	101.5	56.4	0.0564	45	80,897
12	99.7	55.6	0.0556	44	79,414
13	97.7	54.8	0.0548	43	78,107
14	97.7	54.8	0.0548	43	78,107
15	97.7	54.8	0.0548	43	78,107
16	97.7	54.8	0.0548	43	78,107

Figura 39. Cálculo de caudales de Clément (RED 2).

Elaboración: El Autor

Los resultados de los caudales de diseño se observan en los anexos 1-3, 2-3, 3-3.

5.6.2.2.4. Simulación escenarios aleatorios.

GESTAR presenta la opción de analizar escenarios bajo diferentes condiciones de simultaneidad y de forma aleatoria. Este análisis permite abrir y cerrar hidrantes en forma aleatoria, y a su vez se presenta la opción de aleatoriedad para probabilidades homogéneas y calculadas.

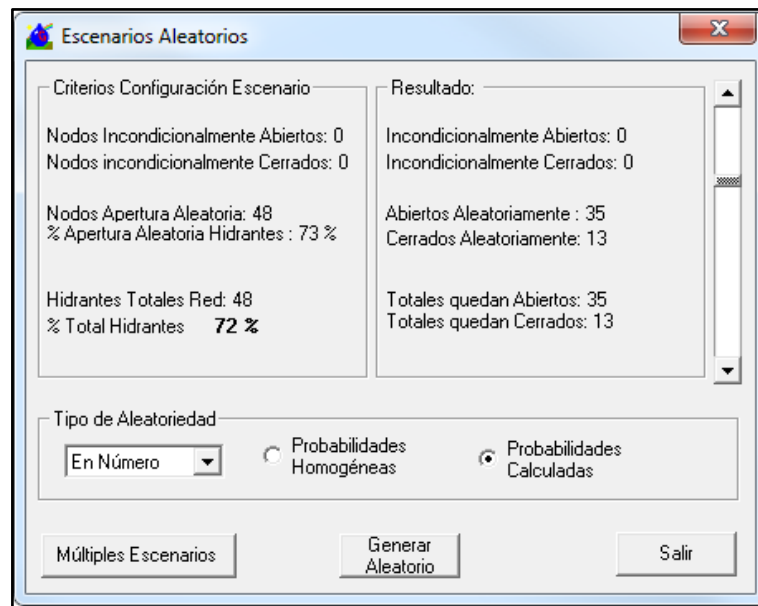


Figura 40. Herramienta de escenarios aleatorios individual.

Elaboración: El Autor

Además presenta la herramienta de múltiples escenarios, permite realizar un análisis automático de escenarios aleatorios permitiendo configurar el número de análisis a realizar y el porcentaje de apertura de hidrantes, en el presente trabajo se analizó un total de 800. De lo anteriormente descrito se puede observar en la siguiente figura.

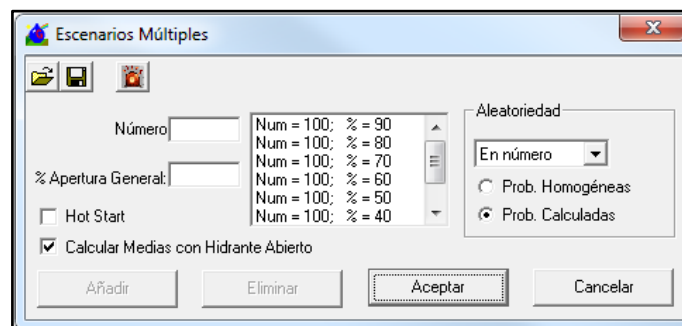




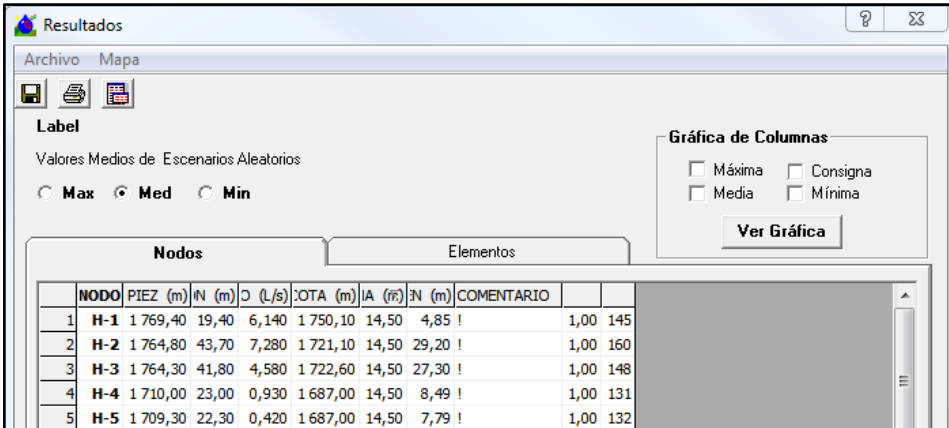
Figura 41. Herramienta de escenarios múltiples.

Elaboración: El Autor

Después de ejecutar la herramienta de escenarios múltiples, en función del porcentaje de apertura de hidrantes, la aplicación presenta los resultados en dos formas:

- Escenarios válidos 
- Escenarios críticos .

Al escoger la opción de escenarios válidos, automáticamente se filtra todos los resultados que se encuentran dentro del rango configurado en la herramienta de alarmas y estos resultados se sintetizan en valores máximos, mínimos, y medios; los resultados se presentan en tablas y de forma gráfica en la interfaz del software. GESTAR nos permite guardar estos resultados en una hoja de Microsoft Excel.



The screenshot shows a software window titled 'Resultados' with a menu bar (Archivo, Mapa) and a toolbar. Below the toolbar, there is a 'Label' section with 'Valores Medios de Escenarios Aleatorios' and radio buttons for 'Max', 'Med' (selected), and 'Min'. To the right is a 'Gráfica de Columnas' panel with checkboxes for 'Máxima', 'Consigna', 'Media', and 'Mínima', and a 'Ver Gráfica' button. The main area contains a table with two tabs: 'Nodos' (selected) and 'Elementos'. The table has the following data:

	NODO	PIEZ (m)	N (m)	D (L/s)	OTA (m)	IA (m)	N (m)	COMENTARIO		
1	H-1	1 769,40	19,40	6,140	1 750,10	14,50	4,85	!	1,00	145
2	H-2	1 764,80	43,70	7,280	1 721,10	14,50	29,20	!	1,00	160
3	H-3	1 764,30	41,80	4,580	1 722,60	14,50	27,30	!	1,00	148
4	H-4	1 710,00	23,00	0,930	1 687,00	14,50	8,49	!	1,00	131
5	H-5	1 709,30	22,30	0,420	1 687,00	14,50	7,79	!	1,00	132

Figura 42. Resultados del análisis escenarios aleatorios múltiples (RED2).

Elaboración: El Autor

Los escenarios críticos se presentan a manera de consulta individual, permitiendo así visualizar los resultados de cada escenario crítico por separado a través de tablas y en su interfaz mostrando círculos rojos en los nudos críticos.

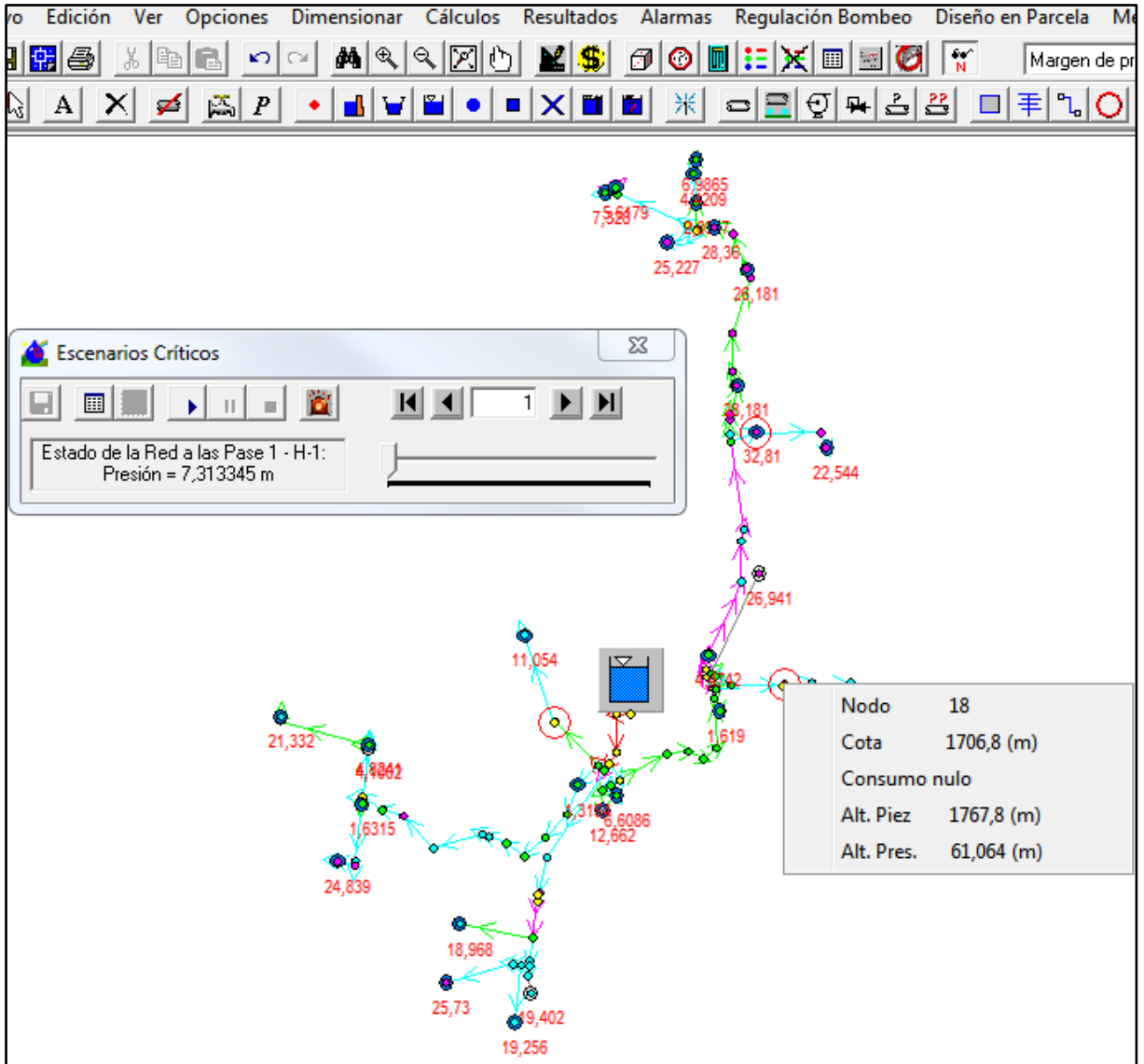


Figura 43. Escenario aleatorios múltiples críticos, (RED 2)

Elaboración: El Autor

5.6.2.3. Análisis en el tiempo

El análisis en periodo extendido o análisis en el tiempo permite hacer una simulación donde se puede evaluar bajo diferentes condiciones de funcionamiento. Se realizó este análisis estableciendo a cada hidrante diferentes patrones de demanda utilizando la herramienta de evolución temporal. Inicialmente se configura el tiempo del análisis, inicio del análisis, amplitud del intervalo, e intervalo de la simulación.

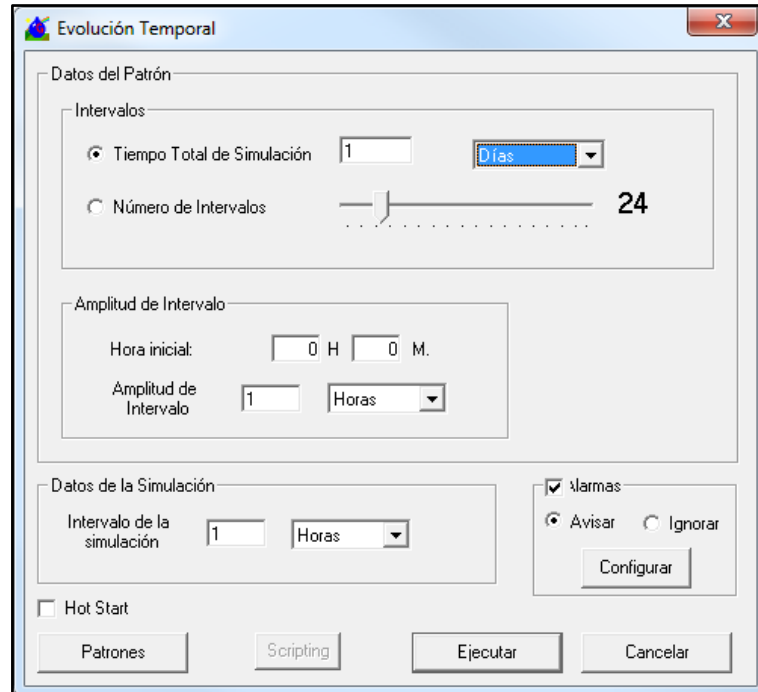


Figura 44. Herramienta de evolución temporal GESTAR

Elaboración: El Autor

En la opción de patrones se presenta la herramienta para la creación y/o programación de los patrones de demanda, los valores por defecto indican que un hidrante está abierto cuando es igual a uno o cerrado cuando es igual a cero. Si la opción de modular se activa permite cambiar los valores por defecto a valores entre 0 y 9999999, esto significa que se puede reproducir condiciones de explotación de hidrantes compartidos con varias demandas a lo largo del tiempo y representar los cambios de demanda al regar diferentes sectores desde un mismo hidrante. Para la investigación se mantuvo los valores por defecto de cero (0) y uno (1). (GESTAR, 2013).

Las opciones para generar escenarios son:

- GENERAR ESCENARIO, presenta escenarios aleatorios, pudiendo existir intervalos en los cuales los hidrantes se encuentren cerrados.
- GENERAR ESCENARIO ININTERRUMPIDO, permite generar patrones aleatorios sin perder continuidad en el tiempo.

En la Figura 45 se puede observar lo descrito anteriormente sobre la herramienta a de evolución temporal en la generación de patrones de demanda.

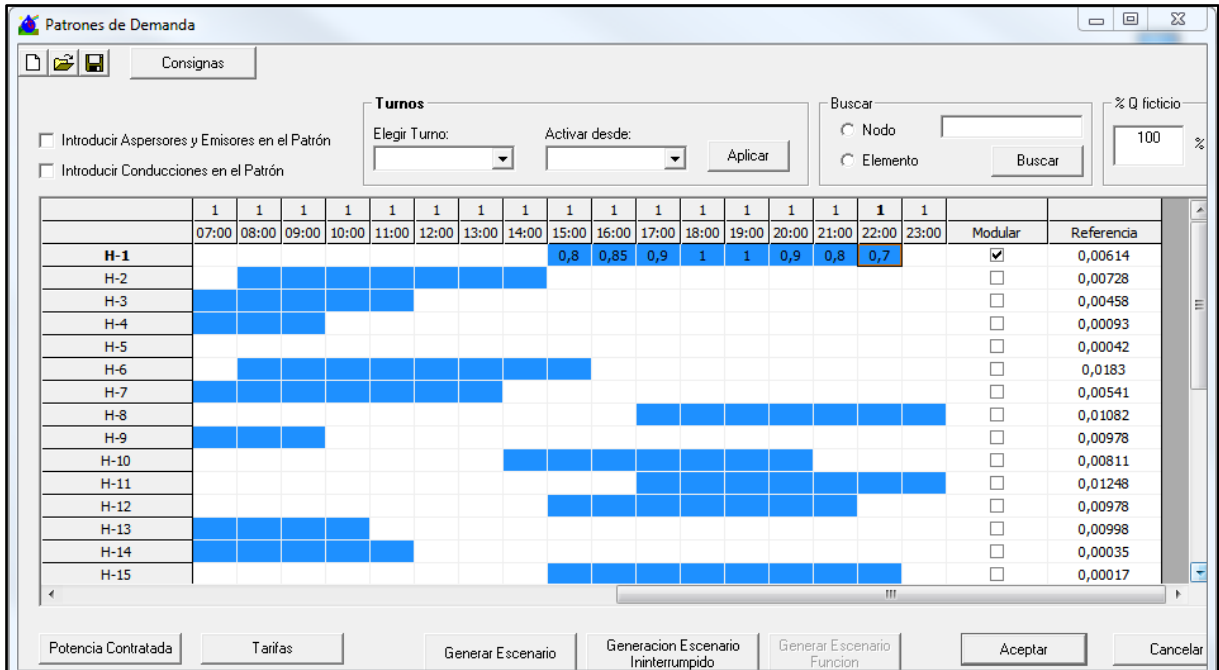


Figura 45. Herramienta de configuración de patrones de demanda.

Elaboración: El Autor

Finalmente se ejecuta la evolución temporal como se indica en la Figura 46, los resultados se presentan de varias formas: tablas, gráficos, y en la misma interfaz gráfica del software.

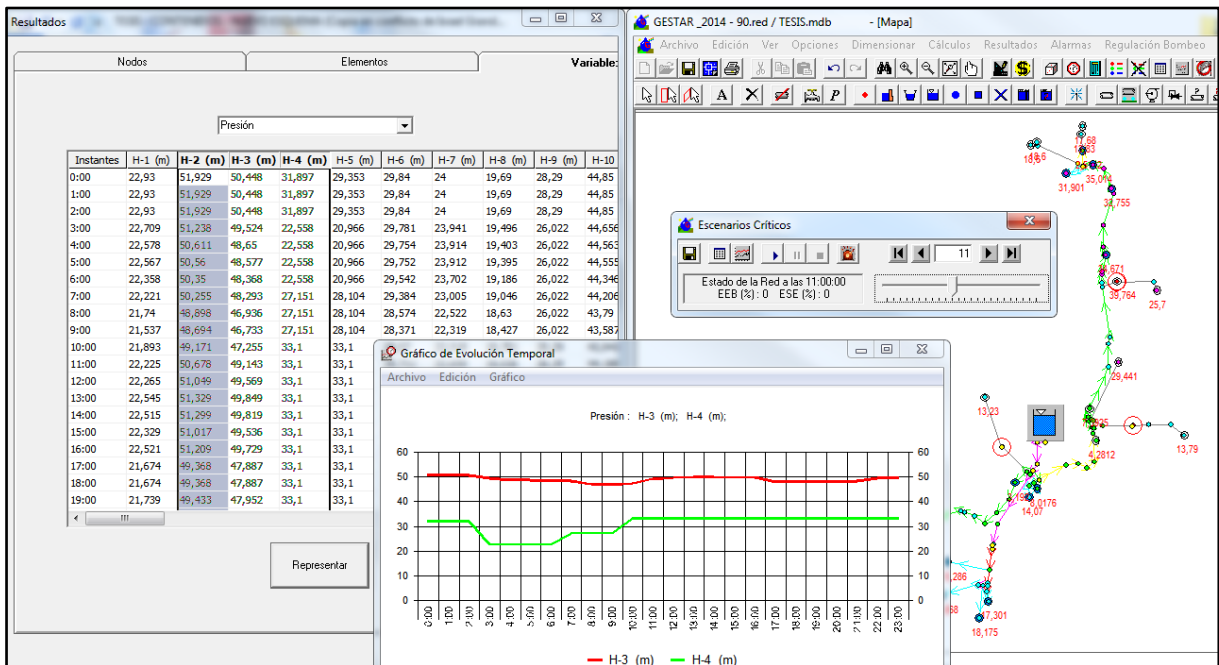


Figura 46. Resultados de cálculo, análisis de evolución temporal, RED 2-1.

Elaboración: El Autor

Los archivos generados por GESTAR para cada red de riego se presentan en el anexo 4-2.

5.6.3. DIOPRAM.

DIOPRAM es un programa de cálculo para diseño óptimo de redes de distribución de agua, de topología ramificada con un punto de alimentación. A continuación se hace una breve descripción de su uso en esta investigación.

5.6.3.1. Configuración inicial

El formulario de edición de **Datos Generales** contiene la información principal para completar la introducción de datos de la red. Este menú presenta las siguientes opciones:

- **Definición**, contiene toda la información relacionada con la cabecera de la red además de datos económicos. Permite no solo establecer si el problema de diseño es de altura conocida o no, sino también definir valores como cota, presión, coordenadas o identificativo del nudo de cabecera.

Figura 47. Datos generales (RED 1).

Elaboración: El Autor

- **Caudales**, contiene todas las opciones relacionadas con la definición de los caudales en el sistema y son:
 - **Caudales en nudos** permite el ingreso de caudales en nudos, se utiliza para sistemas de riego proyectados a la modalidad de demanda al 100 %.
 - **Caudales en líneas** admite el ingreso de caudales en líneas.
 - **Caudales de Clément**, el ingreso de caudales de Clément, que se configura en función del caudal ficticio continuo y jornada de riego, y considerando la garantía de suministro global o con discriminación.

Datos Generales

Título: SAN RAFAEL
SubTítulo: RED 1.1

Definición | **Caudales** | Datos de la Bomba | Zanjas

Opciones Análisis de Caudales:

- Caudales en los Nudos
- Caudales en las Líneas
- Caudales de Clement**

Parámetros de Clement:

Caudal ficticio continuo: 0,3 (l/seg)/(Ha)
Jornada de Riego: 14,0 h

Opciones de Cálculo Caudales de Clement:

- Con garantía de Suministro Global
- Con discriminación**

Garantía de Suministro: 95,0 %
Nº Máximo de Hidrantes: 10

Aceptar Cancelar

Figura 48. Datos generales (RED 1).

Elaboración: El Autor

- **Datos de bomba**, contiene toda la información que es necesario emplear acerca de la bomba y la estación de bombeo En nuestro caso no se utiliza esta opción.
- **Zanjas**, contiene la información del coste, relacionada con el movimiento de tierras de las zanjas para diferentes tipos de terreno. En nuestro caso no consideramos dicha opción.

Se configura la gama de tuberías, que es la base de datos para el diseño en DIOPRAM.

Gama de Tuberías											
Archivo Editar Herramientas											
	Descripción	DN	D (mm)	Coste (Pta./m)	r (mm)	D.Ext. (mm)	Esp. (mm)	P.T. (mca)	P.Max. (mca)	Peso (Kg)	Observacio
1	75 mm (0,63 MPa) UZ	75	71,4	2,92	0,002	75,0	1,8	64,244			
2	90 mm (0,63 MPa) UZ	90	85,6	4,0	0,002	90,0	2,2	64,244			
3	110 mm (0,63 MPa) UZ	110	104,6	5,7	0,002	110,0	2,7	64,244			
4	160 mm (0,63 MPa) UZ	160	152,2	12,0	0,002	160,0	3,9	64,244			
5	200 mm (0,63 MPa) UZ	200	190,2	18,23	0,002	200,0	4,9	64,244			
6	250 mm (0,63 MPa) UZ	250	237,8	29,94	0,002	250,0	6,1	64,244			
7	315 mm (0,63 MPa) UZ	315	299,6	47,81	0,002	315,0	7,7	64,244			
8	355 mm (0,63 MPa) UZ	355	337,6	66,09	0,002	355,0	8,7	64,244			
9	400 mm (0,63 MPa) UZ	400	380,4	78,66	0,002	400,0	9,8	64,244			
10	500 mm (0,63 MPa)	500	475,4	151,58	0,002	500,0	12,3	64,244			
11	50 mm (0,8 MPa) UZ	50	47,0	1,88	0,002	50,0	1,5	81,58			
12	63 mm (0,8 MPa) UZ	63	59,0	2,75	0,002	63,0	2,0	81,58			
13	75 mm (0,8 MPa) UZ	75	70,4	3,65	0,002	75,0	2,3	81,58			
14	90 mm (0,8 MPa) UZ	90	84,4	4,85	0,002	90,0	2,8	81,58			
15	110 mm (0,8 MPa) UZ	110	103,2	6,95	0,002	110,0	3,4	81,58			
16	160 mm (0,8 MPa) UZ	160	150,0	15,25	0,002	160,0	5,0	81,58			
17	200 mm (0,8 MPa) UZ	200	187,6	23,67	0,002	200,0	6,2	81,58			

Aceptar Cancelar

Figura 49. Gama de tuberías (RED 1).

Elaboración: El Autor

5.6.3.2. Elementos básicos de DIOPRAM

En el menú de visualización se debe realizar el ingreso de datos, consiste en la configuración física de la red, que incluye la ID de la línea, nudo de inicio, nudo final, cota y presión mínima del nudo aguas abajo o nudo final de la línea, y la longitud de cada tramo.

	Id Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Z (m)	PMin (mca)	QI (l/seg)	L (m)	DN	D (mm)
1	1	1	2	4085,0			125,37		
2	2	2	H-1	4052,0	25,0		361,26		
3	3	H-1	3	4050,0			246,68		
4	4	3	4	4028,0			49,8		
5	5	4	5	4021,0			27,44		
6	6	5	6	4028,0			48,22		
7	7	6	7	4043,0			49,65		
8	8	7	8	4042,0			64,66		
9	9	8	H-2	4027,5	25,0		336,55		
10	10	H-2	H-3	4026,0	25,0		115,03		
11	11	H-3	H-4	4014,0	25,0		102,64		
12	12	H-4	H-5	4016,0	25,0		39,43		
13	13	H-5	9	4019,5			32,39		
14	14	9	10	4005,0			56,5		
15	15	10	11	3968,0			144,2		
16	16	11	12	3970,0			5,07		
17	17	12	13	3965,0			50,63		
18	18	13	14	3952,0			116,7		
19	19	14	15	3936,5			86,35		
20	20	15	H-6	3937,0	25,0		13,35		
21	21	H-6	16	3930,0			113,96		
22	22	16	H-7	3930,0	25,0		83,3		
23	23	H-7	H-8	3928,0	25,0		86,48		
24	24	16	17	3930,0			4,72		
25	25	17	H-9	3909,6	25,0		203,57		
26	26	H-9	H-10	3908,0	25,0		147,41		

Figura 50. Configuración física de la red (RED 1).

Elaboración: El Autor

El ingreso directo de valores de caudales estará en función de la configuración física inicial. Se utiliza la opción de caudales de Clément, posteriormente ingresar datos de área y dotación por hidrante.

	Qh (l/seg)	Ah (Ha)
1	1,4202	1,15
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

NHidrantes:

Caudal Acumulado: l/seg

Area Total: Ha

Caudal Medio: l/seg

Varianza Caudales: (l/seg)²

Figura 51. Ingreso de datos para cálculo de caudal de Clément (RED 1).

Elaboración: El Autor

5.6.3.3. Cálculo de caudales

Se procede a calcular caudales en toda la red, y se obtiene una tabla nueva mostrando los resultados donde consta : datos de línea, nudo inicial y final, caudal en línea, caudal de clemente, caudal medio, caudal acumulado al muestra los datos de línea, nudo inicial, nudo final, después el caudal en línea, caudal de Clément, caudal acumulado al 100%, caudales medio, varianza de caudal, la acumulación de hidrantes, y la acumulación de áreas, los archivos se presentan en el anexo 4-3.

	Id Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Z (m)	PMin (mca)	QI (l/seg)	L (m)	DN	D (mm)	N° Hidr.	QAc (l/seg)	Qm (l/seg)	Vc (l/seg) ²	Area (Ha)
1	1	1	2	4085,0			125,37				0,0	0,0	0,0	0,0
2	2	2	H-1	4052,0	25,0		361,26			1	1,42	0,59	0,49	1,15
3	3	H-1	3	4050,0			246,68				0,0	0,0	0,0	0,0
4	4	3	4	4028,0			49,8				0,0	0,0	0,0	0,0
5	5	4	5	4021,0			27,44				0,0	0,0	0,0	0,0
6	6	5	6	4028,0			48,22				0,0	0,0	0,0	0,0
7	7	6	7	4043,0			49,65				0,0	0,0	0,0	0,0
8	8	7	8	4042,0			64,66				0,0	0,0	0,0	0,0
9	9	8	H-2	4027,5	25,0		336,55			1	1,35	0,56	0,44	1,09
10	10	H-2	H-3	4026,0	25,0		115,03			1	1,58	0,66	0,61	1,28
11	11	H-3	H-4	4014,0	25,0		102,64			1	1,83	0,76	0,81	1,48
12	12	H-4	H-5	4016,0	25,0		39,43			1	1,61	0,67	0,63	1,31
13	13	H-5	9	4019,5			32,39				0,0	0,0	0,0	0,0
14	14	9	10	4005,0			58,5				0,0	0,0	0,0	0,0

	Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	QI (l/seg)	Qc (l/seg)	QAc (l/seg)	QMe (l/seg)	Vc (l/seg) ²	N° Hidr.	Area (Ha)
1	1	1	2	64,412	64,412	104,259	43,417	81,454	48,0	84,421
2	2	2	H-1	64,412	64,412	104,259	43,417	81,454	48,0	84,421
3	3	H-1	3	63,757	63,757	102,839	42,825	80,964	47,0	83,271
4	4	3	4	63,757	63,757	102,839	42,825	80,964	47,0	83,271
5	5	4	5	63,757	63,757	102,839	42,825	80,964	47,0	83,271
6	6	5	6	63,757	63,757	102,839	42,825	80,964	47,0	83,271
7	7	6	7	63,757	63,757	102,839	42,825	80,964	47,0	83,271
8	8	7	8	63,757	63,757	102,839	42,825	80,964	47,0	83,271
9	9	8	H-2	63,757	63,757	102,839	42,825	80,964	47,0	83,271
10	10	H-2	H-3	63,137	63,137	101,488	42,262	80,52	46,0	82,177
11	11	H-3	H-4	62,4	62,4	99,907	41,604	79,913	45,0	80,897
12	12	H-4	H-5	61,531	61,531	98,076	40,841	79,098	44,0	79,414
13	13	H-5	9	60,776	60,776	96,462	40,169	78,465	43,0	78,107
14	14	9	10	60,776	60,776	96,462	40,169	78,465	43,0	78,107

Figura 52. Resultados del cálculo de caudales Clément (RED 1).

Elaboración: El Autor

5.6.3.4. Diseño

Esta opción diseña la red, previamente se debe configurar las opciones de cálculo.

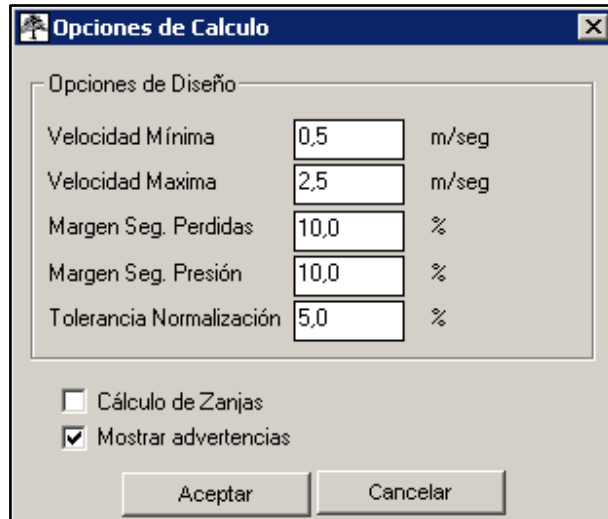


Figura 53. Opciones de cálculo (RED 1).

Elaboración: El Autor

Sin embargo este software a pesar de no tener limitaciones en el número de elementos a dimensionar, no es posible usar válvulas para el control de sobrepresiones. Por lo que el módulo de diseño no se utilizó.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este capítulo presenta los resultados obtenidos y sus respectivos análisis, estructurándose del siguiente modo:

- Caudales de diseño.
- Resultados del diseño hidráulico y sus costes.
- Resultados de análisis en el tiempo.

6.1. Caudales de diseño.

Se propone encontrar la tendencia de variación porcentual respecto al número acumulado de hidrantes en calidad operacional. Partimos con las premisas de considerar las líneas con la mayor cantidad de hidrantes acumulados y no tomar en cuenta líneas con diez o menos hidrantes acumulados aguas abajo.

6.1.1. Resultados

RED 1

La RED 1, conformada por 125 hidrantes, se subdivide en dos subsistemas:

- Red 1-1, máximo acumulado es de 48 hidrantes en la línea 1 y 2.
- Red 1-2, máximo acumulado es de 77 hidrantes en la línea 91, y 75 hidrantes en la línea 94.

Se aplica una garantía de suministro general y un escenario graduable en función del número de hidrantes. Para facilitar el análisis se considera las líneas con el mayor número de hidrantes acumulados en la siguiente tabla:

Tabla 17. Datos representativos según hidrantes acumulados, RED 1.

TUBERÍA	HIDRANTE ACUM.	ÁREA ACUM. (Ha)	ESCENARIO 100%	ESCENARIO 1	ESCENARIO 99%	ESCENARIO 97%	ESCENARIO 95%	ESCENARIO 93%	ESCENARIO 91%	ESCENARIO 90%
1	48	84.421	100.0	62.1	62.1	58.2	56.1	54.6	53.5	53.0
2	48	84.421	100.0	62.1	62.1	58.2	56.1	54.6	53.5	53.0
91	77	189.3	100.0	58.1	63.6	59.3	57.1	55.6	54.2	53.7
94	75	173.15	100.0	58.3	63.8	59.5	57.3	55.7	54.4	53.8

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 54 se representa la variación porcentual de las garantías de suministro establecidas respecto al 100%.

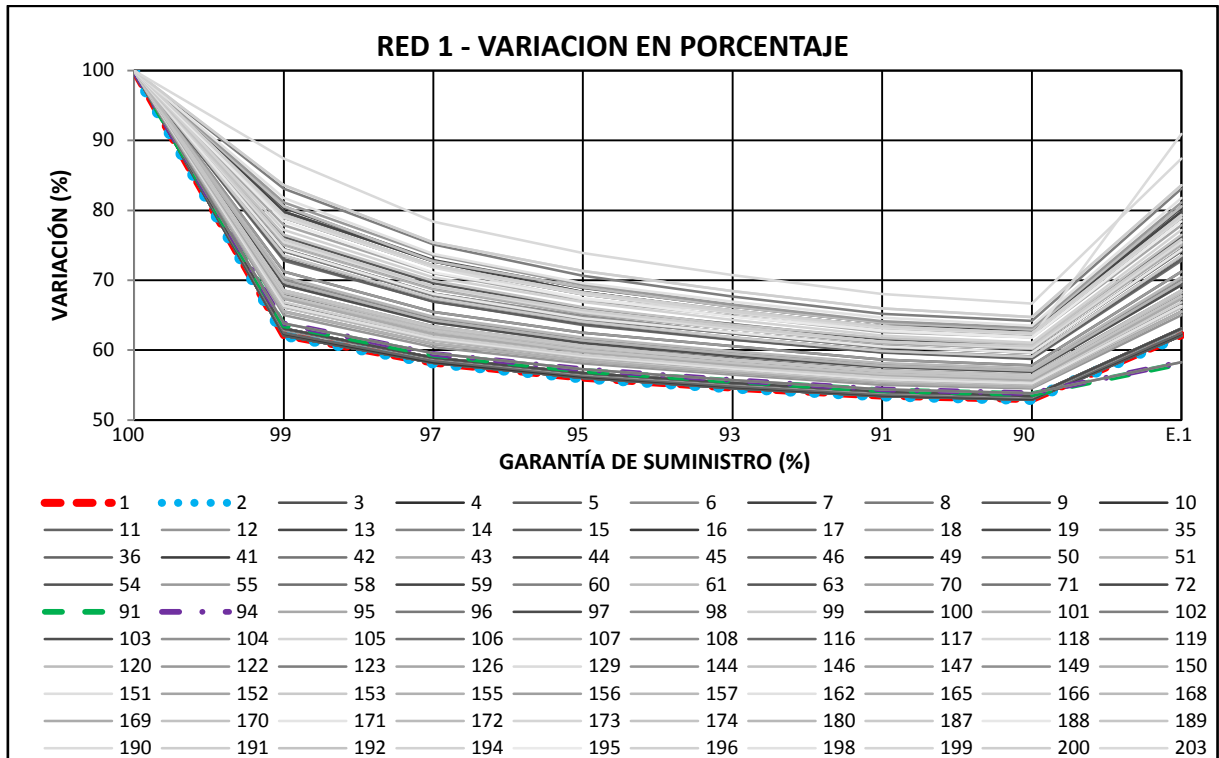


Figura 54. Variación porcentual de caudales, RED 1.

Elaboración: Granda, I.

La reducción de caudal en las líneas con los mayores números de hidrantes acumulados presentan un rango entre el 62.1 % (escenario 99%) al 53% (escenario 90%). Respecto a las recomendaciones para los criterios en el escenario E1 es comparable la garantía de suministro global entre el 99 al 97 %.

RED 2

La red 2, conformada por 125 hidrantes, se subdivide en cuatro subsistemas:

- Red 2-1, máximo acumulado es de 28 hidrantes en la línea 1
- Red 2-2, máximo acumulado es de 37 hidrantes en la línea 95
- Red 2-3, máximo acumulado es de 25 hidrantes en la línea 193
- Red 2-4, máximo acumulado es de 35 hidrantes en la línea 250

Se aplica una garantía de suministro general. Para facilitar el análisis se considera las líneas con el mayor número de hidrantes acumulados como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 18. Datos representativos según hidrantes acumulados, RED 2.

TUBERÍA	HIDRANTE ACUM.	ÁREA ACUM. (Ha)	ESCENARIO 100%	ESCENARIO 99%	ESCENARIO 98%	ESCENARIO 97%	ESCENARIO 96%	ESCENARIO 95%	ESCENARIO 94%	ESCENARIO 93%	ESCENARIO 92%	ESCENARIO 91%	ESCENARIO 90%
1	28	102.19	100.0	70.1	66.7	64.6	63.0	61.7	60.7	59.7	58.8	58.0	57.3
95	37	82.02	100.0	79.3	74.8	72.0	69.9	68.2	66.9	65.6	64.5	63.3	62.4
193	25	83.09	100.0	70.8	67.3	65.2	63.5	62.2	61.2	60.1	59.3	58.4	57.6
250	35	58.46	100.0	74.8	70.9	68.4	66.6	65.1	63.9	62.8	61.8	60.8	59.9

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 55 se representa la variación porcentual de las garantías de suministro establecidas respecto al 100%.

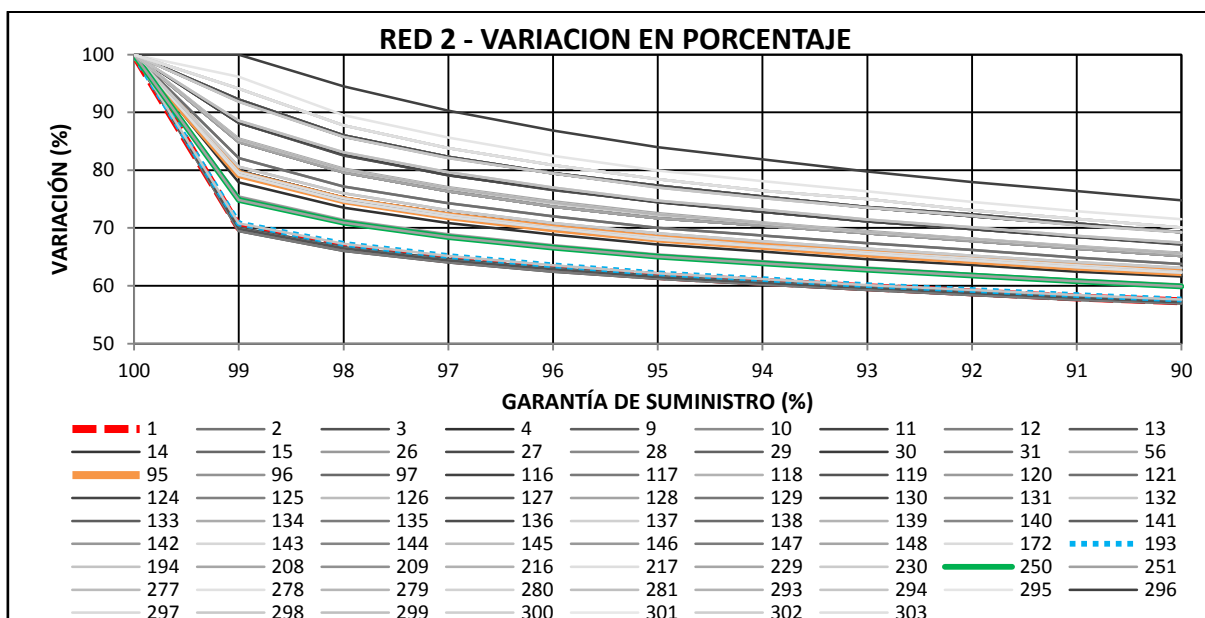


Figura 55. Variación porcentual de caudales, RED 2.

Elaboración: Granda, I.

De la Figura 55 se muestra los siguientes resultados:

- Red 2-1, con 28 hidrantes en línea 1, tiene variación de caudal entre 70% hasta 57%.
- Red 2-2, con 37 hidrantes en línea 95, tiene variación de caudal entre 79% hasta 62%.
- Red 2-3, con 25 hidrantes en línea 193, tiene variación de caudal entre 70% hasta 57%.
- Red 2-4, con 35 hidrantes en la línea 250, tiene variación de caudal entre 75% hasta 59.9%

La reducción de caudal en las líneas con los mayores números de hidrantes acumulados presentan un rango entre el 79.3 % (escenario 99%) al 62% (escenario 90%).

RED 3

La red 3, conformada por 217 hidrantes, se subdivide en dos subsistemas:

- Red 3-1, donde el máximo acumulado es de 133 hidrantes en la línea 1
- Red 3-2, donde el máximo acumulado es de 84 hidrantes en la línea 96
- El total acumulado es de 217 hidrantes en la línea 0.

Se aplica una garantía de suministro general y un escenario graduable en función del número de hidrantes. Para facilitar el análisis se considera las líneas con el mayor número de hidrantes acumulados como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 19. Datos representativos según hidrantes acumulados, RED 3.

TUBERÍA	HIDRANTE ACUM.	ÁREA ACUM. (Ha)	ESCENARIO 100%	ESCENARIO 99%	ESCENARIO 95%	ESCENARIO 90%	E. 1
0	217	215.46	100.00	35.18	32.16	30.55	32.16
1	133	101.23	100.00	35.81	32.61	30.90	32.61
96	84	114.23	100.00	41.73	36.79	34.16	36.79

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 56 se representa la variación porcentual de las garantías de suministro establecidas respecto al 100%.

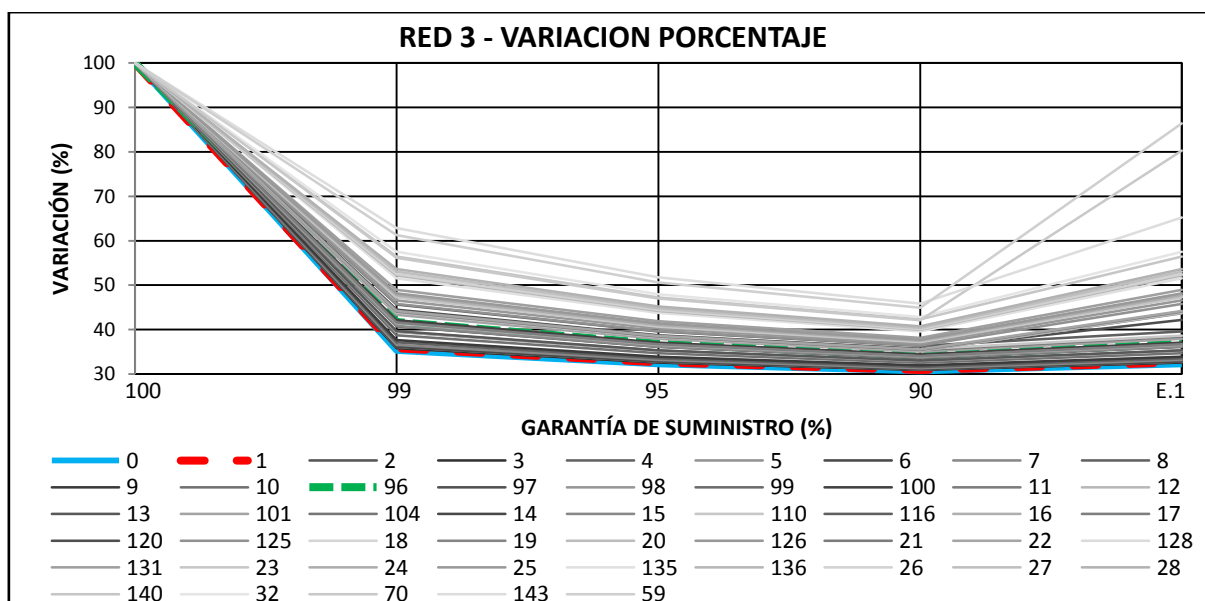


Figura 56. Variación porcentual de caudales, RED 3.

Elaboración: Granda, I.

La reducción de caudal en las líneas con los mayores números de hidrantes acumulados presentan un rango entre el 41.73 % (escenario 99%) al 30.55% (escenario 90%). Respecto a las recomendaciones para los criterios en el escenario E.1 es comparable la garantía de suministro global de 95 %.

6.1.2. Análisis

Las variaciones porcentuales máximas (garantía de suministro 99%) y mínimas (garantía de suministro 90%) de las líneas con el mayor número de hidrantes acumulados de cada red se promedian y se relaciona en función del número de hidrantes máximo de hidrantes acumulados como se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20. Variación porcentual y ahorro caudales de diseño.

	VARIACIÓN PORCENTUAL			AHORRO			HIDRANTES ACUMULADO
	MÁXIMA (99%)	MÍNIMA (90%)	PROMEDIO (%)	MÁXIMA (99%)	MÍNIMA (90%)	PROMEDIO (%)	
RED 2	79.3	57.3	68.3	20.7	42.7	31.7	37
RED 1	62.1	53.0	57.6	37.9	47.0	42.5	77
RED 3	41.7	30.6	36.1	58.3	69.5	63.9	217

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 58 se representa los valores de la Tabla 20.

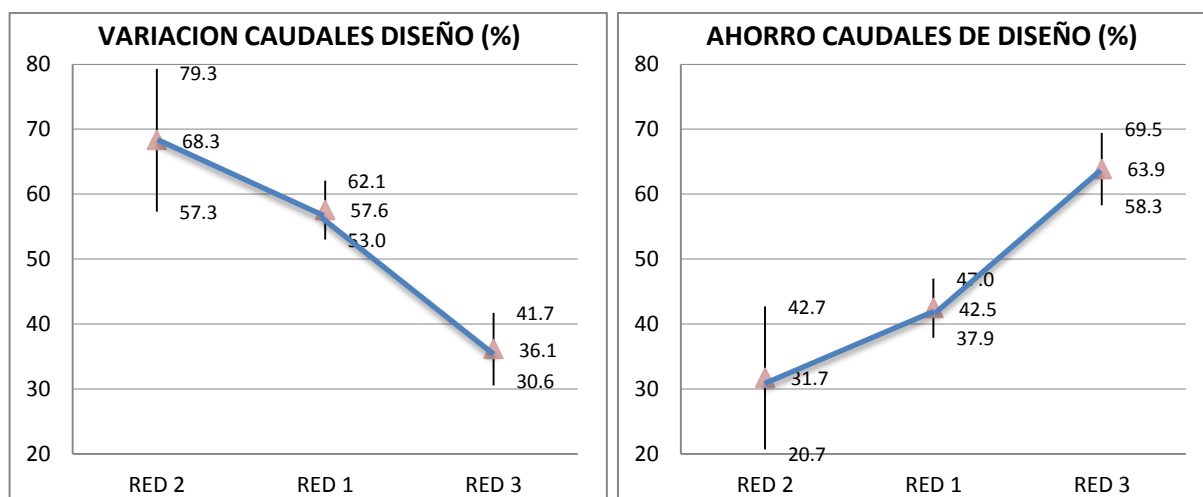


Figura 57. Variación caudales de diseño (izquierda); ahorro caudales de diseño (derecha).

Elaboración: Granda, I.

De lo cual se deduce que la diferencia en la variación porcentual aumenta si es grande el número de hidrantes acumulados, por lo tanto, la demanda de caudal disminuye y aumenta el ahorro en los caudales. Se tiene así los siguientes resultados:

- RED 2, número máximo de 37 hidrantes, el ahorro está entre 20.7% al 42.7%.
- RED 1, número máximo de 77 hidrantes, el ahorro está entre 37.9% al 47%.
- RED 3, número máximo de 217 hidrantes, el ahorro está entre 58.3% al 69.5%.

6.2. Diseño hidráulico y sus costes

Con este análisis se propone encontrar la tendencia de variación porcentual del costo de los diseños. Para lo cual se ha propuesto diseños y sus costes con garantías de suministro al 90%, 95%, 99% y se compara con el 100%.

6.2.1. Resultados RED 1

Del cálculo hidráulico, los diseños en la RED 1:

Tabla 21. Resultado de costos, RED 1.

DESCRIPCIÓN	PRECIO \$/ML	90%		99%		100%	
		ML	TOTAL		TOTAL	ML	TOTAL
TUB32mm-1.25MPa-EC	1.12	583.90	653.96	467.35	523.44	467.35	523.44
TUB40mm-1MPa-EC	1.35	563.58	760.84	680.13	918.17	680.13	918.17
TUB50mm-0.8MPa-UZ	1.88	351.62	661.04	322.89	607.03	686.29	1290.22
TUB50mm-1MPa-UZ	2.17	228.96	496.84	228.96	496.84	73.03	158.47
TUB50mm-1.25MPa-UZ	2.87	5.61	16.09	5.61	16.09		
TUB63mm-0.8MPa-UZ	2.75	1305.24	3589.41	998.65	2746.28	685.82	1886.00
TUB63mm-1MPa-UZ	3.15	185.13	583.17				
TUB75mm-0.63MPa-UZ	2.92	869.74	2539.64	268.49	783.99	445.88	1301.98
TUB75mm-0.8MPa-UZ	3.65	1007.54	3677.54	957.45	3494.68	841.12	3070.09
TUB75mm-1MPa-UZ	4.48			173.91	779.14	307.12	1375.89
TUB90mm-0.63MPa-UZ	4.00	349.68	1398.70	867.00	3467.99	1218.54	4874.17
TUB90mm-0.8MPa-UZ	4.85	899.46	4362.37	617.74	2996.05	617.74	2996.05
TUB90mm-1MPa-UZ	6.17	243.05	1499.60				
TUB110mm-0.63MPa-UZ	5.70	154.60	881.23	258.90	1475.70	766.42	4368.58
TUB110mm-0.8MPa-UZ	6.95	1709.53	11881.20	1874.41	13027.17	1273.73	8852.44
TUB110mm-1MPa-UZ	8.87	556.29	4934.33	1007.27	8934.50	651.36	5777.53
TUB110mm-1.25MPa-UZ	10.30					95.59	984.62
TUB160mm-0.63MPa-UZ	12.00	1517.75	18212.99	833.71	10004.49	1221.81	14661.69
TUB160mm-0.8MPa-UZ	15.25	1104.65	16845.93	885.21	13499.42	570.05	8693.26
TUB160mm-1MPa-UZ	20.55			977.48	20087.21	451.41	9276.49
TUB160mm-1.25MPa-UZ	24.17	218.34	5277.31	218.34	5277.31	1238.15	29926.06
TUB200mm-0.63MPa-UZ	18.23	156.77	2857.94	203.58	3711.28	298.40	5439.77
TUB200mm-0.8MPa-UZ	23.67	1494.24	35368.73	270.52	6403.21	178.64	4228.33
TUB200mm-1MPa-UZ	29.17	1185.48	34580.40	1116.22	32560.01		
TUB200mm-1.25MPa-UZ	37.50			1343.30	50373.85	1811.47	67930.13
TUB250mm-0.63MPa-UZ	29.94	375.77	11250.63	128.13	3836.06	16.10	481.88
TUB250mm-0.8MPa-UZ	37.99	1611.84	61233.88	694.19	26372.35	203.98	7749.24
TUB250mm-1MPa-UZ	47.04	1877.46	88315.64	1055.24	49638.38	258.57	12163.09

DESCRIPCIÓN	PRECIO \$/ML	90%		99%		100%	
		ML	TOTAL		TOTAL	ML	TOTAL
TUB250mm-1.25MPa-UZ	59.91			1376.00	82436.11	1202.71	72054.65
TUB315mm-0.63MPa-UZ	47.81	800.41	38267.83	1480.31	70773.52	521.34	24925.04
TUB315mm-0.8MPa-UZ	62.09	1476.00	91644.59	776.18	48193.18	451.58	28038.54
TUB315mm-1MPa-UZ	77.29			94.92	7336.63	174.46	13484.20
TUB315mm-1.25MPa-UZ	90.30					1116.93	100858.47
TUB355mm-0.63MPa-UZ	66.09			519.98	34365.25	677.27	44760.71
TUB355mm-0.8MPa-UZ	90.47			130.59	11814.49	788.99	71380.21
TUB355mm-1MPa-UZ	107.46					320.70	34462.43
TUB400mm-0.63MPa-UZ	78.66	200.46	15768.04				
TUB400mm-0.8MPa-UZ	113.94			200.46	22840.21	133.03	15156.98
TUB400mm-1MPa-UZ	150.21					85.91	12904.43
TUB400mm-1.25MPa-UZ	170.81					501.50	85661.12
TOTAL		\$ 457 559.87		\$ 539 790.03		\$ 702 614.37	
AHORRO		245054.5		\$ 162 824.34			
VARIACIÓN		65.1%		76.8%		100.0%	

Elaboración: Granda, I.

A continuación gráficamente se muestra la variación porcentual de los costos para los diseños con diferentes garantías de suministro.

Tabla 22. Variación de costos, RED 1.

	90%	99%	100%
RED 1	65.1	76.8	100
RED 1-1	66.4	77.4	100
RED 1-2	69.5	82.7	100
PROMEDIO	67.0	79.0	100

Elaboración: Granda, I.

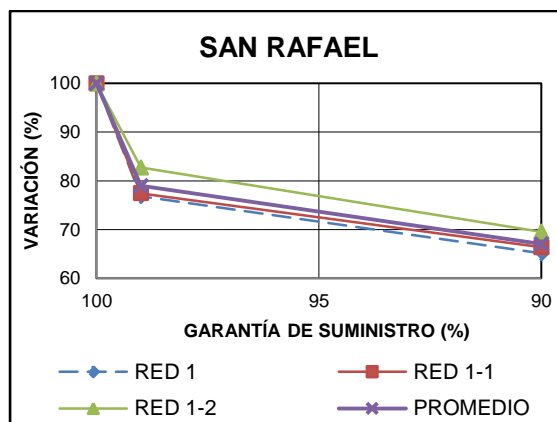


Figura 58. Variación de costos, RED 1.

Elaboración: Granda, I.

La variación porcentual referente al costo se establece en valores promedios de 67% y 79%, presentando un ahorro en costos entre el 37% y 21%.

6.2.1. Resultados RED 2

Del cálculo hidráulico los diseños en la RED 2:

Tabla 23. Resultado de costos, RED 2.

DESCRIPCIÓN	PRECIO \$/ML	90%		95%		99%		100%	
		ML	TOTAL	ML	TOTAL		TOTAL	ML	TOTAL
TUB20mm-2MPa-EC	0.63	92.37	58.19	280.74	176.86	178.17	112.25	259.93	163.76
TUB25mm-1.6MPa-EC	0.72	188.37	135.62	50.62	36.45	213.96	154.05	20.81	14.98
TUB32mm-1.25MPa-EC	1.12	66.96	75.00	144.65	162.00	157.35	176.23	200.74	224.82
TUB40mm-1MPa-EC	1.35	531.44	717.44	531.44	717.44	550.99	743.83	620.27	837.37
TUB40mm-1.25MPa-EC	1.75					19.17	33.55		
TUB50mm-0.8MPa-UZ	1.88	392.79	738.45	229.46	431.39	7.35	13.82	121.95	229.26
TUB50mm-1MPa-UZ	2.17					77.68	168.58		
TUB63mm-0.8MPa-UZ	2.75	396.15	1089.41	520.09	1430.26	743.82	2045.50	512.88	1410.42
TUB75mm-0.63MPa-UZ	2.92	875.40	2556.17	590.59	1724.53	399.10	1165.38	157.19	458.99
TUB75mm-0.8MPa-UZ	3.65	251.20	916.88	391.71	1429.74	492.76	1798.57	312.90	1142.07
TUB75mm-1MPa-UZ	4.48	135.56	607.30	395.27	1770.79	279.03	1250.07	135.56	607.30
TUB90mm-0.63MPa-UZ	4	925.83	3703.30	379.92	1519.69	122.49	489.95	894.60	3578.41
TUB90mm-0.8MPa-UZ	4.85	349.72	1696.14	784.28	3803.78	516.08	2503.01	471.99	2289.15
TUB110mm-0.63MPa-UZ	5.7	605.79	3453.03	377.67	2152.73	714.22	4071.03	687.91	3921.07
TUB110mm-0.8MPa-UZ	6.95	1541.36	10712.46	1559.30	10837.16	896.51	6230.73	1088.03	7561.81
TUB110mm-1MPa-UZ	8.87	375.05	3326.72	513.97	4558.94	783.39	6948.64	411.68	3651.56
TUB110mm-1.25MPa-UZ	10.3			151.73	1562.86	7.38	75.97	153.37	1579.69
TUB110mm-1.6MPa-UZ	13.43	153.37	2059.73					292.49	3928.09
TUB160mm-0.63MPa-UZ	12	2162.43	25949.17	1289.74	15476.90	1174.89	14098.72	1502.10	18025.19
TUB160mm-0.8MPa-UZ	15.25	2040.32	31114.90	2561.22	39058.67	2602.12	39682.37	1278.43	19496.07
TUB160mm-1MPa-UZ	20.55	1502.60	30878.45	1190.33	24461.27	246.16	5058.58	1587.75	32628.21
TUB160mm-1.25MPa-UZ	24.17	292.49	7069.39	328.49	7939.64	346.18	8367.18	53.69	1297.78
TUB160mm-1.6MPa-UZ	29.08			17.69	514.38				
TUB200mm-0.63MPa-UZ	18.23	1091.64	19900.53	374.06	6819.04	1499.66	27338.81	697.05	12707.28
TUB200mm-0.8MPa-UZ	23.67	1977.55	46808.51	2156.09	51034.76	1556.06	36832.01	1985.61	46999.50
TUB200mm-1MPa-UZ	29.17	1144.11	33373.57	977.19	28504.63	1289.18	37605.32	494.66	14429.13
TUB200mm-1.25MPa-UZ	37.5	192.58	7221.59	788.28	29560.54			879.78	32991.83
TUB250mm-0.63MPa-UZ	29.94	143.59	4299.02	622.78	18646.09	1177.17	35244.58	606.51	18158.81
TUB250mm-0.8MPa-UZ	37.99	488.62	18562.82	615.38	23378.39	1433.26	54449.36	1026.50	38996.69
TUB250mm-1MPa-UZ	47.04	112.07	5271.60	38.20	1796.79	282.54	13290.69		
TUB250mm-1.25MPa-UZ	59.91			38.10	2282.40				
TUB315mm-0.63MPa-UZ	47.81	1054.21	50401.96	1042.26	49830.44	730.69	34934.35	1111.19	53125.81
TUB315mm-0.8MPa-UZ	62.09	159.41	9897.84	159.41	9897.84	73.97	4592.75	511.51	31759.59
TUB315mm-1MPa-UZ	77.29					38.10	2944.53		
TUB355mm-0.63MPa-UZ	66.09	267.93	17707.53	443.56	29315.01	497.24	32862.40	225.54	14905.80
TUB355mm-0.8MPa-UZ	90.47					159.41	14421.92		
TUB355mm-1MPa-UZ	107.46							253.57	27248.46
TUB400mm-0.63MPa-UZ	78.66					205.05	16129.32	694.64	54640.48
TUB400mm-0.8MPa-UZ	113.94							25.52	2907.88
TUB500mm-0.63MPa-UZ	151.58							267.93	40612.92
TOTAL		\$ 340 508.53		\$ 370 831.41		\$ 406 285.19		\$ 492 530.18	
AHORRO		\$ 152 021.65		\$ 121 698.77		\$ 86 244.99			
VARIACIÓN		69.1%		75.3%		82.5%		100.0%	

Elaboración: Granda, I.

A continuación gráficamente se muestra la variación porcentual de los costos para los diseños con diferentes garantías de suministro.

Tabla 24. Variación de costos, RED 2.

	90%	95%	99%	100%
RED 2	69.1	75.3	82.5	100
RED 2-1	80.5	89.2	96.0	100
RED 2-2	64.3	70.8	77.8	100
RED 2-3	66.3	70.5	80.9	100
RED 2-4	68.3	73.6	77.8	100
PROMEDIO	69.7	75.9	83.0	100

Elaboración: Granda, I.

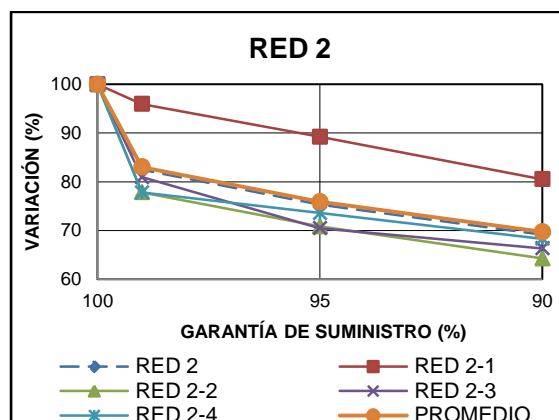


Figura 59. Variación de costos, RED 2.

Elaboración: Granda, I.

La variación porcentual referente a costos se establece en promedio entre 70% y 83%, presentando un ahorro de costos entre el 30% y 17%.

6.2.2. Resultados RED 3

Del cálculo hidráulico los diseños en la RED 3:

Tabla 25. Resultado de costos, RED 3.

DESCRIPCIÓN	PRECIO \$/ML	90%		99%		100%	
		ML	TOTAL	ML	TOTAL	ML	TOTAL
TUB32mm-1.25MPa-EC	1.12	77.46	86.75	77.46	86.75	77.46	86.75
TUB40mm-1MPa-EC	1.35	448.34	605.26	77.17	104.18	77.17	104.18
TUB50mm-0.8MPa-UZ	1.88	943.05	1772.93	35.98	67.65	35.98	67.65
TUB63mm-0.8MPa-UZ	2.75	961.10	2643.03	775.42	2132.40	775.42	2132.40
TUB75mm-0.63MPa-UZ	2.92	178.64	521.64	124.33	363.05	221.81	647.69
TUB75mm-0.8MPa-UZ	3.65	1411.34	5151.39	751.18	2741.80	366.18	1336.56
TUB75mm-1MPa-UZ	4.48	324.27	1452.73			0.00	
TUB90mm-0.63MPa-UZ	4.00	1598.38	6393.51	633.81	2535.24	285.19	1140.75
TUB90mm-0.8MPa-UZ	4.85	640.87	3108.20	1775.36	8610.48	1610.55	7811.19
TUB90mm-1MPa-UZ	6.17					394.41	2433.53
TUB110mm-0.63MPa-UZ	5.70	721.40	4112.00	1524.45	8689.38	604.86	3447.69
TUB110mm-0.8MPa-UZ	6.95	1849.24	12852.21	1002.53	6967.61	1790.83	12446.29
TUB110mm-1MPa-UZ	8.87	274.07	2430.96	403.87	3582.29	278.46	2469.92
TUB110mm-1.25MPa-UZ	10.30	212.89	2192.76			0.00	
TUB160mm-0.63MPa-UZ	12.00	315.74	3788.92	1404.30	16851.55	1873.63	22483.57
TUB160mm-0.8MPa-UZ	15.25	804.45	12267.92	1968.52	30019.89	1060.66	16175.11
TUB160mm-1MPa-UZ	20.55	501.10	10297.63			545.06	11201.02
TUB200mm-0.63MPa-UZ	18.23			186.81	3405.57	331.47	6042.66
TUB200mm-0.8MPa-UZ	23.67	1267.01	29990.04	998.11	23625.20	399.06	9445.80
TUB200mm-1MPa-UZ	29.17					317.12	9250.27
TUB200mm-1.25MPa-UZ	37.50					135.43	5078.56
TUB250mm-0.63MPa-UZ	29.94			436.52	13069.52	0.00	
TUB250mm-0.8MPa-UZ	37.99	969.34	36825.05	353.53	13430.63	359.93	13673.79
TUB250mm-1MPa-UZ	47.04	116.24	5467.74			0.00	

DESCRIPCIÓN	PRECIO \$/ML	90%		99%		100%	
		ML	TOTAL	ML	TOTAL	ML	TOTAL
TUB315mm-0.63MPa-UZ	47.81	460.91	22036.09	63.13	3018.02	158.88	7596.18
TUB315mm-0.8MPa-UZ	62.09	200.66	12459.05	1603.16	99540.10	286.80	17807.50
TUB355mm-0.63MPa-UZ	66.09	95.81	6332.26	80.86	5343.91	0.00	
TUB355mm-0.8MPa-UZ	90.47	471.47	42653.61	256.43	23198.85	812.88	73541.14
TUB355mm-1MPa-UZ	107.46			310.85	33404.34	0.00	
TUB400mm-0.8MPa-UZ	113.94	29.52	3363.51	29.52	3363.51	691.03	78735.88
TUB500mm-0.8MPa-UZ	163.94					882.02	144598.99
TUB500mm-1MPa-UZ	201.71					500.99	101054.06
TOTAL		\$ 228 805.19		\$ 304 151.92		\$ 550 809.13	
AHORRO		322003.94		\$ 246 657.21			
VARIACIÓN		41.5%		55.2%		100.0%	

Elaboración: Granda, I.

A continuación gráficamente se muestra la variación porcentual de los costos para los diseños con diferentes garantías de suministro.

Tabla 26. Variación de costos, RED 3.

	90%	99%	100%
RED 3	41.5	55.2	100
RED 3-1	19.0	25.1	100
RED 3-2	22.6	30.1	100
PROMEDIO	27.7	36.8	100

Elaboración: Granda, I.

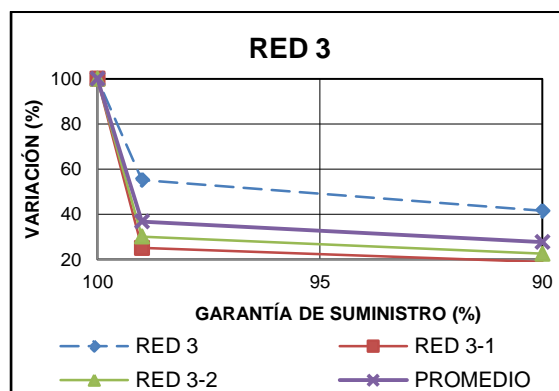


Figura 60. Variación de costos, RED 3.

Elaboración: Granda, I.

La variación porcentual referente a costos se establece en promedio entre 28% y 36.8 %, presentando un ahorro de costos entre el 63.2% y 72%.

6.2.3. Análisis

Con los datos de variaciones porcentuales máximas y mínimas del diseño de cada red se promedia y relaciona en función del número de hidrantes acumulados, ver Tabla 27.

Tabla 27. Variación porcentual y ahorro de costos.

	VARIACIÓN PORCENTUAL			AHORRO			HIDRANTES ACUMULADO
	MÁXIMA (99%)	MÍNIMA (90%)	PROMEDIO (%)	MÁXIMA (99%)	MÍNIMA (90%)	PROMEDIO (%)	
RED 2	83.0	70.0	76.5	17.0	30.0	23.5	37
RED 1	79.0	67.0	73.0	21.0	33.0	27.0	77
RED 3	36.8	28.0	32.4	63.2	72.0	67.6	217

Elaboración: Granda, I.

En Figura 61 se representa el rango de variación y ahorro porcentual en costos, en donde la tendencia de los valores promedio de estos rangos representada por la línea azul indica que si el número de hidrantes acumulados es grande, el costo disminuye.

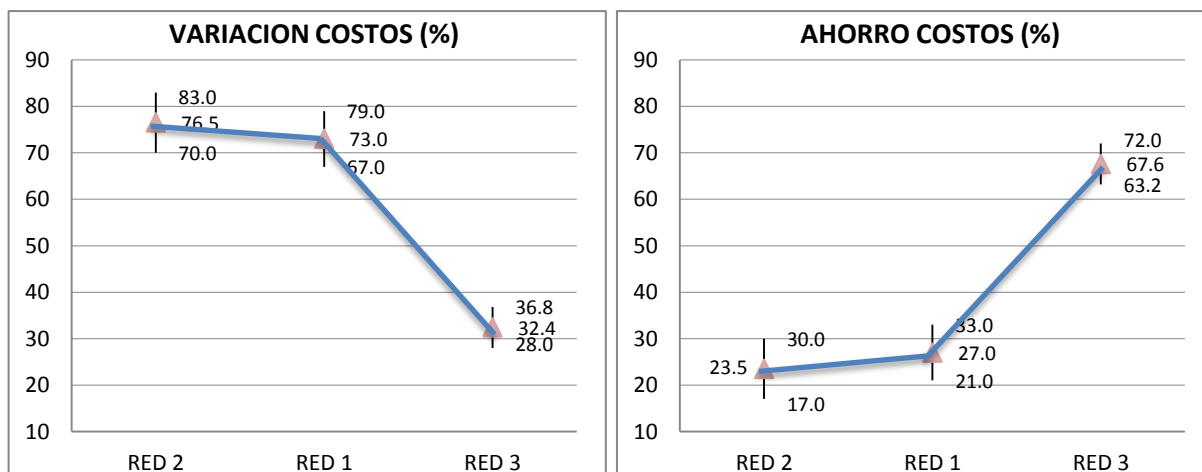


Figura 61. Resultados de variación costos (Izquierda); ahorro de costos (Derecha).

Elaboración: Granda, I.

A partir de los gráficos anteriores la variación de costos según los datos se tiene:

- RED 2, número máximo de 37 hidrantes acumulados, el ahorro de costos está entre 17.0% al 30.0%.
- RED 1, número máximo de 77 hidrantes acumulados, el ahorro de costos está entre 21.0% al 33.0%.
- RED 3, número máximo de 217 hidrantes acumulados, el ahorro de costos está entre 63.2% al 72.0%.

Los valores de ahorro de caudales (Figura 57) y de ahorro de costos (Figura 61) se relacionan a continuación:

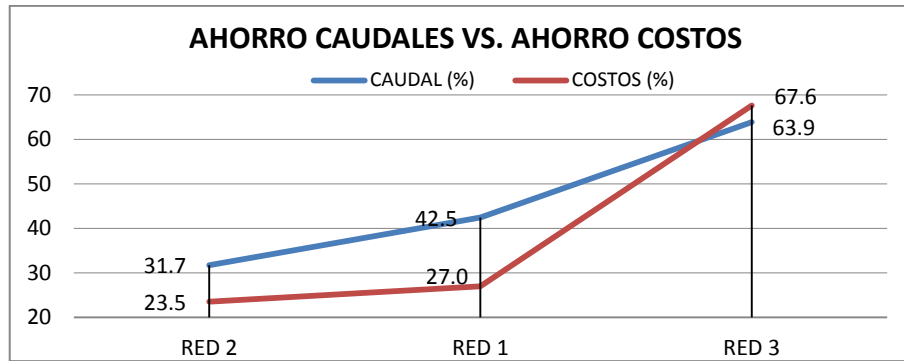


Figura 62. Ahorro caudales vs. Ahorro costos

Elaboración: El Autor

La tendencia del ahorro de caudales de diseño y de costos aumenta si el número de hidrantes acumulados es grande.

6.3. Resultados del análisis en el tiempo.

Para validar los diseños y su funcionamiento, se presenta en dos partes: patrones de demanda y resultados del análisis en el tiempo.

6.3.1. Patrones de demanda

6.3.1.1. Datos

Los diseños de las redes fueron evaluados a partir de la generación de patrones de consumo aleatorios obtenidos previamente con GESTAR. Para lo cual se estableció un periodo de simulación de ciento veinte horas o cinco días.

RED 1

Los patrones de demanda se resumen en la siguiente figura:

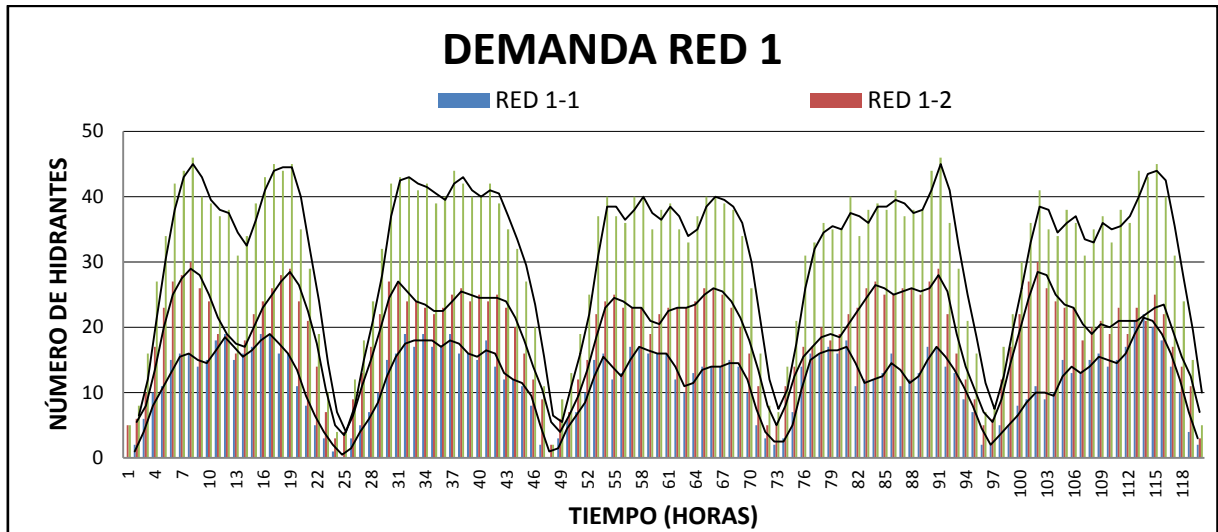


Figura 63. Evolución de la Demanda en el tiempo, RED 1.

Elaboración: El Autor

Del conjunto de datos presentados en la Figura 63, el número máximo de hidrantes es de 46, equivale al 37% de funcionamiento respecto a los 125 hidrantes del sistema. Se resume los datos más representativos de cada día de simulación en la Tabla 28:

Tabla 28. Número de hidrantes en funcionamiento, RED 1.

DATOS			NUMERO DE HIDRANTES EN FUNCIONAMIENTO			PORCENTAJE DE HIDRANTES EN FUNCIONAMIENTO		
RED	DÍA	TOT. HID	MAX	PROM	MIN	MAX %	PROM %	MIN %
RED 1	DÍA 1	125	46	36	4	37	29	3
	DÍA 2	125	44	39	2	35	31	2
	DÍA 3	125	40	37	8	32	30	6
	DÍA 4	125	46	36	7	37	29	6
	DÍA 5	125	45	35	5	36	28	4
PROMEDIO			44	37	5	35	29	4

Elaboración: El Autor

En la Tabla 28, de un total de 125 hidrantes a lo largo de la simulación, se observa:

- El promedio de hidrantes abiertos máximo es 44 representa un 35% de hidrantes.
- El promedio de hidrantes abiertos medio es 37 representa un 29% de hidrantes.
- El promedio de hidrantes abiertos mínimo es 5 representa un 4% de hidrantes.

Datos RED 2

Los patrones de demanda se resumen en la siguiente figura:

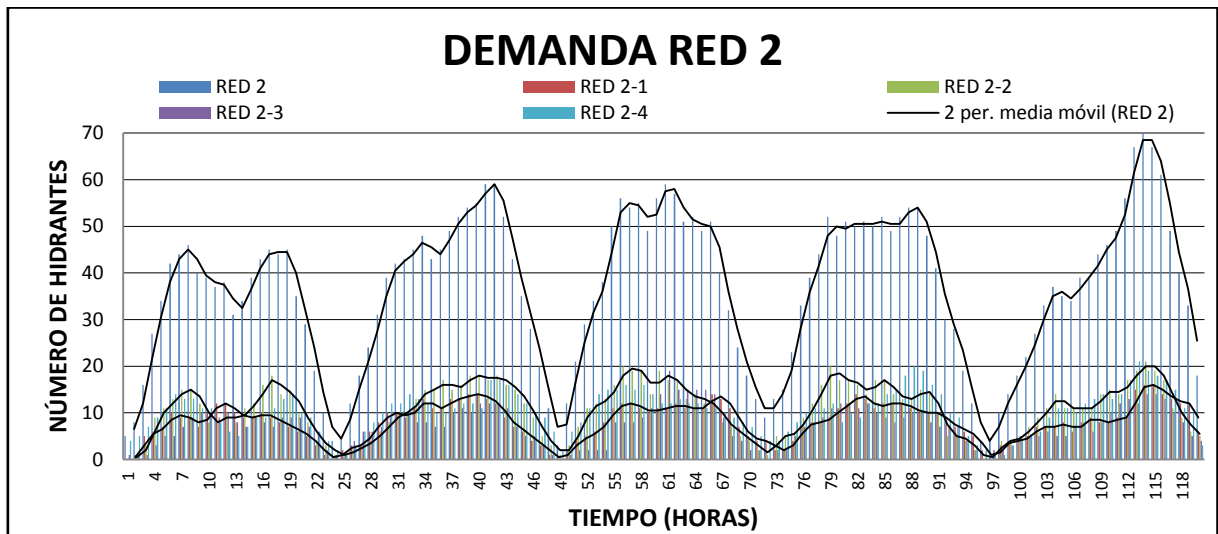


Figura 64. Evolución de la Demanda en el tiempo, RED 2.

Elaboración: El Autor

Del conjunto de datos presentados en la Figura 64, el número máximo de hidrantes es de 70, equivale al 56% de funcionamiento respecto a los 125 hidrantes del sistema. Se resume los datos más representativos de cada día de simulación en la Tabla 29:

Tabla 29. Número de hidrantes en funcionamiento, RED 2.

DATOS			NUMERO DE HIDRANTES EN FUNCIONAMIENTO			PORCENTAJE DE HIDRANTES EN FUNCIONAMIENTO		
RED	DÍA	TOT HID	MAX	PROM	MIN	MAX	PROM	MIN
RED 2	DÍA 1	125	46	36	4	37	29	3
	DÍA 2	125	59	43	5	47	34	4
	DÍA 3	125	59	45	3	47	36	2
	DÍA 4	125	54	46	4	43	37	3
	DÍA 5	125	70	38	4	56	31	3
PROMEDIO			58	42	4	46	33	3

Elaboración: El Autor

En la Tabla 29, de un total de 125 hidrantes a lo largo de la simulación, se observa:

- El promedio de hidrantes abiertos máximo es 58 representa un 46% de hidrantes.
- El promedio de hidrantes abiertos medio es 42 representa un 33% de hidrantes.
- El promedio de hidrantes abiertos mínimo es 4 representa un 3% de hidrantes.

Datos RED 3

Los patrones de demanda se resumen en la siguiente figura:

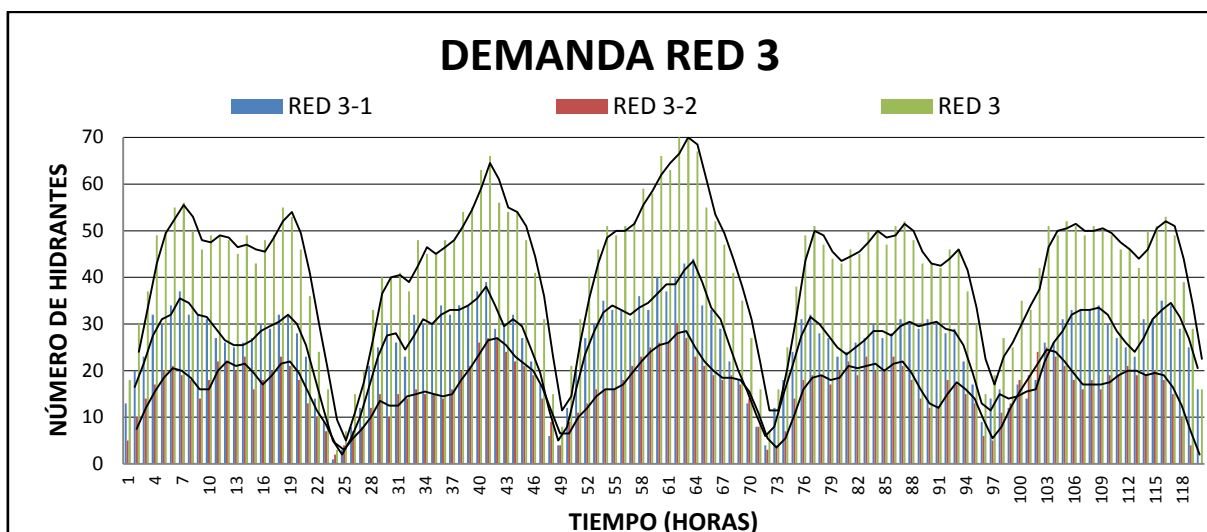


Figura 65. Evolución de la Demanda en el tiempo, RED 3.

Elaboración: Granda, I.

Del conjunto de datos presentados en la Figura 65, el número máximo de hidrantes es de 70, equivale al 32% de funcionamiento respecto a los 217 hidrantes del sistema. Se resume los datos más representativos de cada día de simulación en la Tabla 30:

Tabla 30. Número de hidrantes en funcionamiento, RED 3.

DATOS			NUMERO DE HIDRANTES EN FUNCIONAMIENTO			PORCENTAJE DE HIDRANTES EN FUNCIONAMIENTO		
RED	DÍA	TOT HID	MAX	PROM	MIN	MAX %	PROM %	MIN %
RED 3	DÍA 1	217	56	48	3	26	22	1
	DÍA 2	217	66	45	7	30	21	3
	DÍA 3	217	70	50	7	32	24	3
	DÍA 4	217	52	46	15	24	21	7
	DÍA 5	217	53	48	16	24	22	7
PROMEDIO			59	47	10	27	22	4

Elaboración: El Autor

En la Tabla 30, de un total de 217 hidrantes a lo largo de la simulación, se observa:

- El promedio de hidrantes abiertos máximo es 59 representa un 27% de hidrantes.
- El promedio de hidrantes abiertos medio es 47 representa un 22% de hidrantes.
- El promedio de hidrantes abiertos mínimo es 10 representa un 4% de hidrantes.

6.3.1.1. Análisis

Relacionando los datos del funcionamiento de hidrantes se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 31. Resultados, funcionamiento hidrantes.

	EN PORCENTAJE			TOTAL HIDRANTES	RAMAL CON MAYORES HIDRANTE	
	MAX %	PROM %	MIN %			
RED 2	46	33	3	125	RED 2-2	37
RED 1	35	29	4	125	RED 1-2	77
RED 3	27	22	4	217	RED 3-1	217

Elaboración: Granda, I.

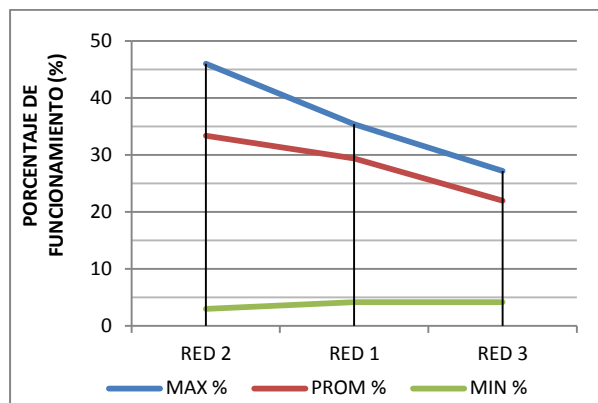


Figura 66. Funcionamiento de hidrantes.

Elaboración: El Autor

De los resultados expuestos la tendencia que se observa es que el porcentaje de funcionamiento de hidrantes disminuye a medida que crece el número total de hidrantes en la red.

6.3.2. Simulación en el tiempo

Para la validación de los resultados, se realiza la simulación con escenarios aleatorios cuyos resultados deben cumplir con requerimientos de presión y velocidad en cada diseño.

6.3.2.1. Resultados

Los resultados presentados a continuación fueron resultado del uso en EPANET para cada red y se divide en:

- Resultados presión en nudos de unión
- Resultados de presión en hidrantes
- Resultado de velocidades en líneas.

6.3.2.1.1. RED 1

Los diseños en función de la garantía de suministro son: RED 1 – 99% y RED 1 – 90%.

Resultados presión en nudos de unión

La presión mínima en nudos de unión es de 1 m.c.a y máxima de 50 m.c.a. Seguidamente se presenta los resultados de la RED 1 – 99%.

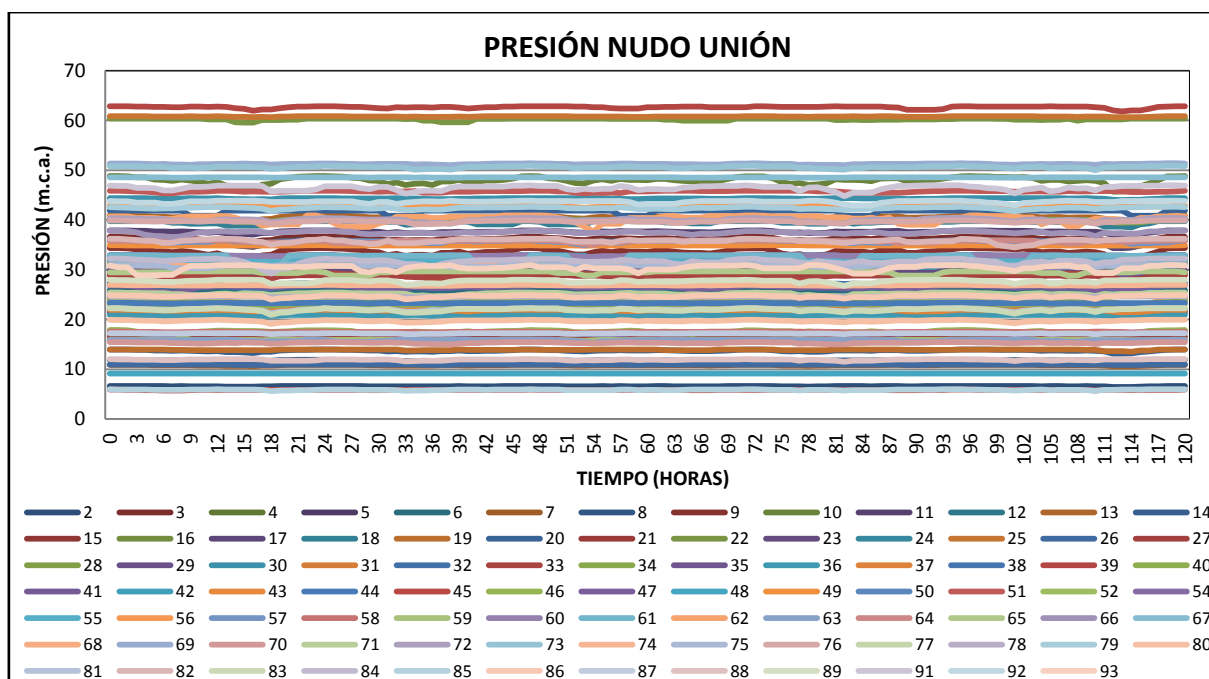


Figura 67. Resultados de presión en nudos de unión, RED 1 – 99%.

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 67, de los resultados del análisis en el tiempo los nudos 22, 25, 39, la presión supera los 50 m.c.a.

A continuación se muestran los resultados de la RED 1 – 90%.

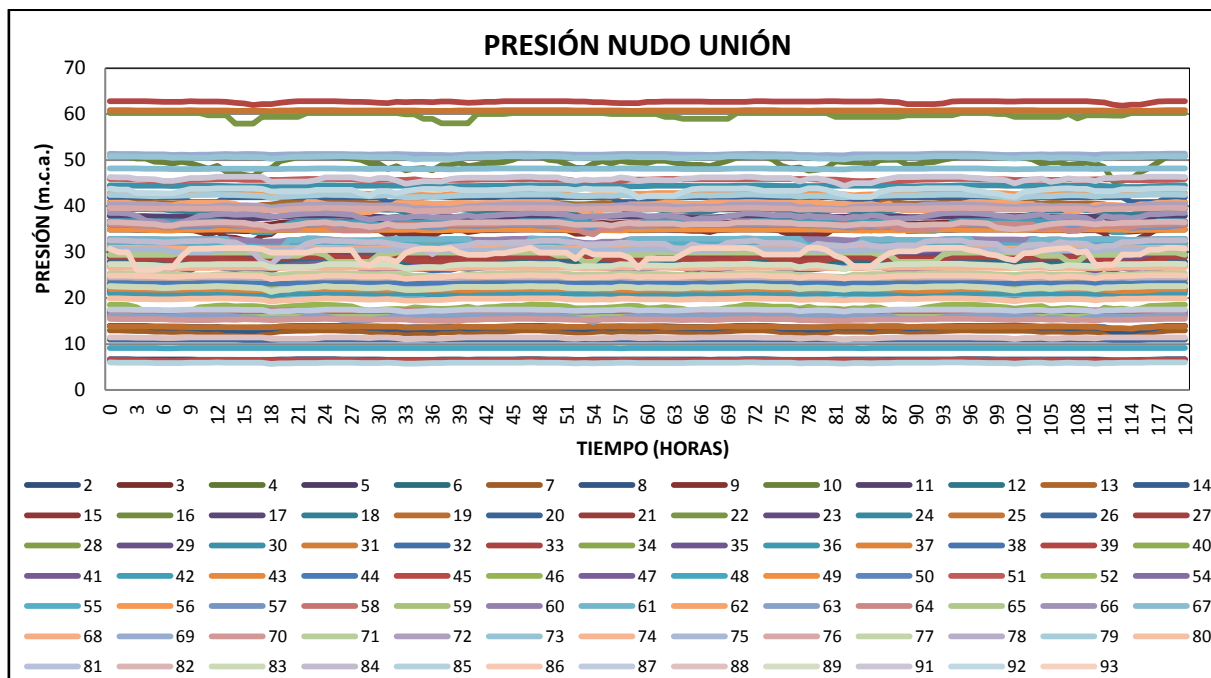


Figura 68. Resultados de presión en nudos de unión, RED 1 – 90%.

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 68, de los resultados del análisis en el tiempo los nudos 22, 25, 39, la presión supera los 50 m.c.a.

Resultados presión en hidrantes

La presión mínima en hidrantes es de 25 m.c.a y máxima de 50 m.c.a. Se presenta los resultados de la RED 1 – 99%.

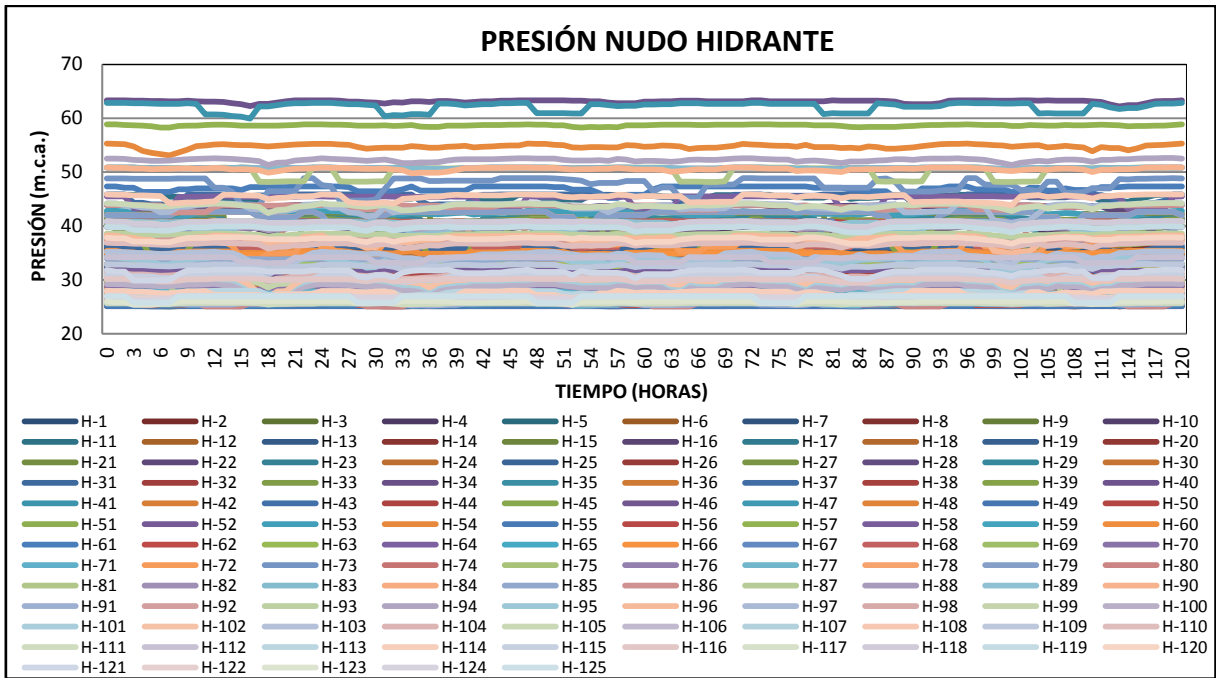


Figura 69. Resultados de presión en nudos Hidrante, RED 1 - 99%.

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 69, de los resultados del análisis en el tiempo los nudos H-40, H-41, H-57, la presión superan los 50 m.c.a.

A continuación se presentan los resultados de la RED 1 – 90%.

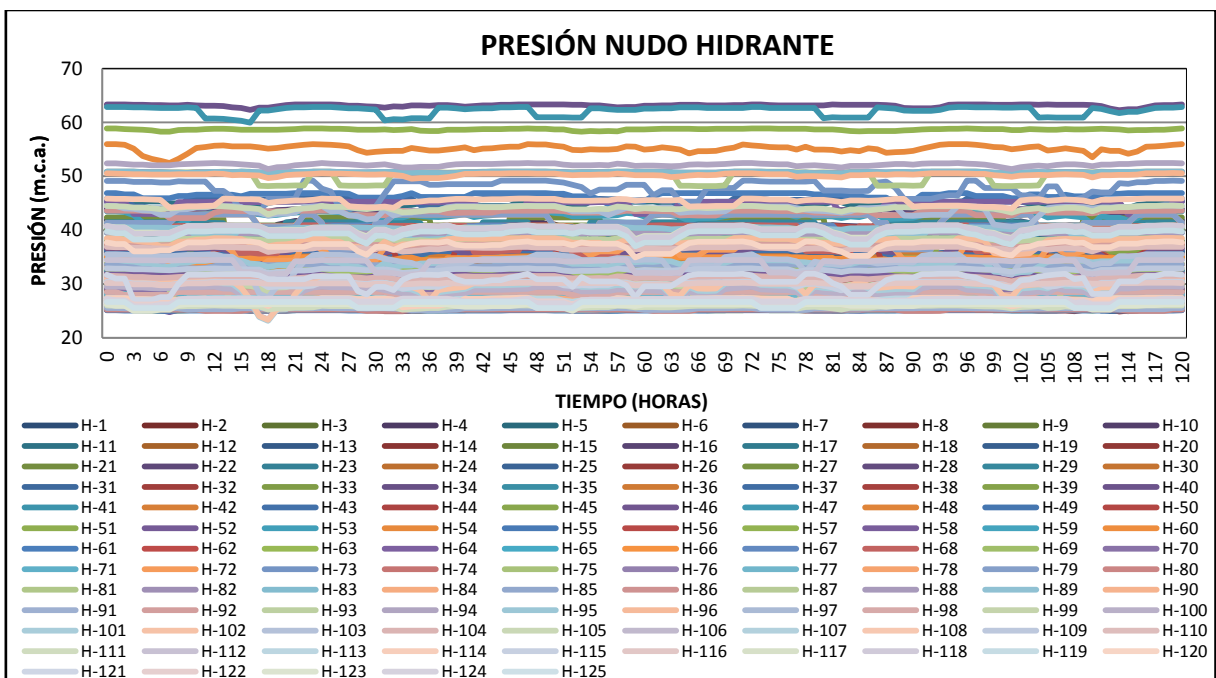


Figura 70. Resultados de presión en nudos Hidrante, RED 1 - 90%.

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 70, de los resultados del análisis en el tiempo los nudos H-40, H-41, H-57, H-54, la presión superan los 50 m.c.a. Además en el nudo H-102, la presión es de 24 en la hora 17 del análisis.

Resultados velocidades en líneas

Se presenta los resultados de velocidades de RED 1 – 99% y RED 1 – 90%.

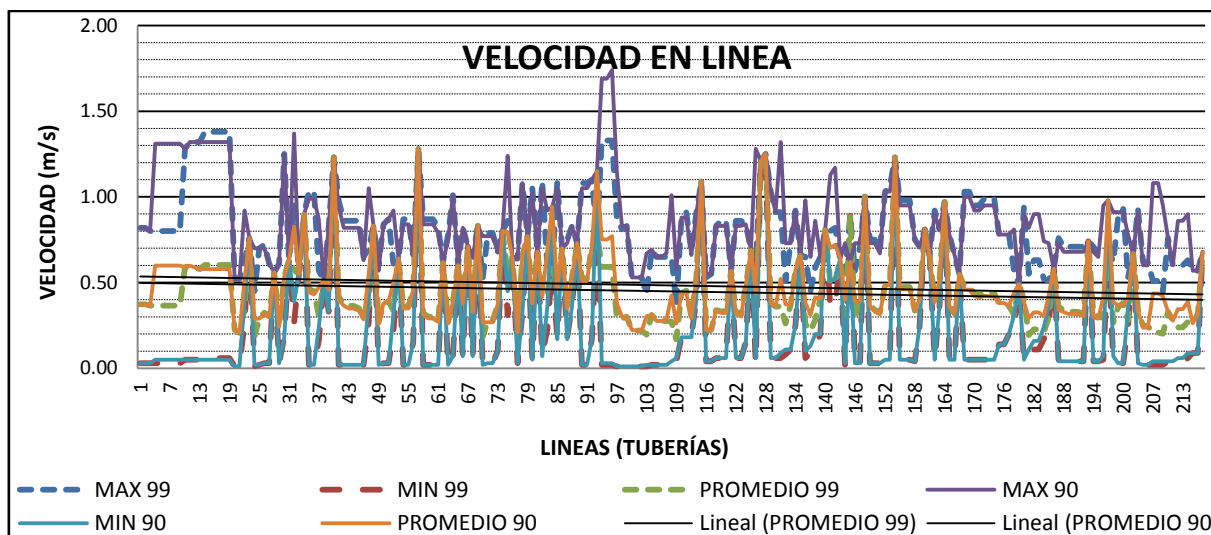


Figura 71. Resultados de velocidades, RED 1 - 90% y RED 1 - 99%.

Elaboración: Granda, I.

De la Figura 71 las velocidades admisibles promedio están en el rango de 0.4 – 2.5 m/s, la tendencia de los valores promedios se encuentran entre 0.4 - 0.50 m/s.

6.3.2.1.2. RED 2

Los diseños en función de la garantía de suministro son: RED 2 – 99%, RED 2 – 95% y RED 2 – 90%.

Resultados presión en nudos de unión

La presión mínima en nudos de unión es de 1 m.c.a y máxima de 55 m.c.a. Se presenta los resultados de la RED 2 – 99%.

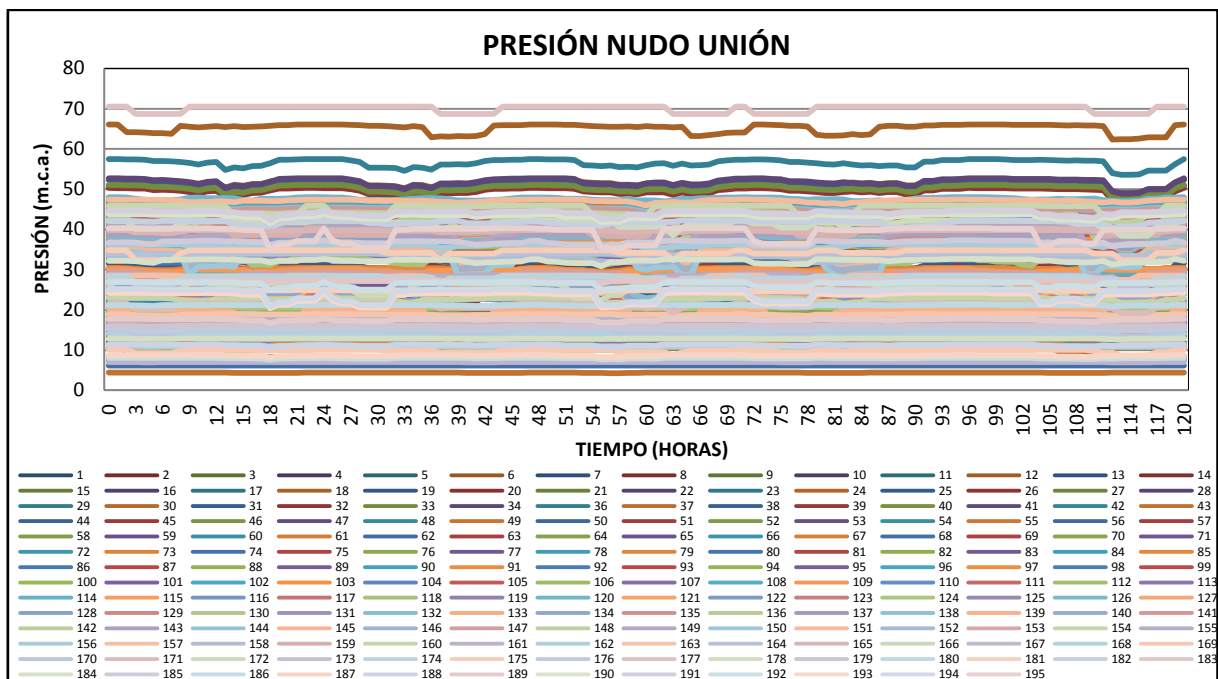


Figura 72. Resultados de presión en nudos Unión, RED 2 - 99%.

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 72, de los resultados del análisis en el tiempo los nudos 18, 36 y 177, están sobre el límite de presión máxima requerida.

Se presenta los resultados de la RED 2 – 95%.

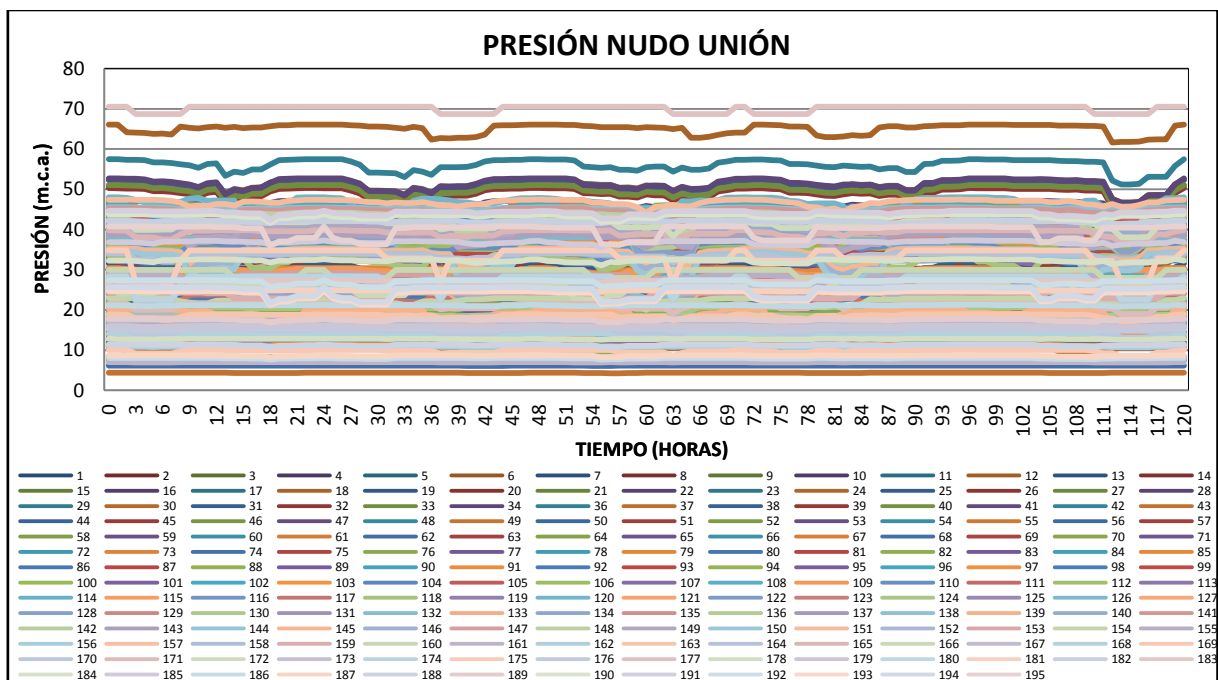


Figura 73. Resultados de presión en nudos hidrante, RED 2 - 95%.

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 73, de los resultados del análisis en el tiempo los nudos 18, 36 y 177, están sobre el límite de presión máxima requerida.

Se presenta los resultados de la RED 2 – 90%.

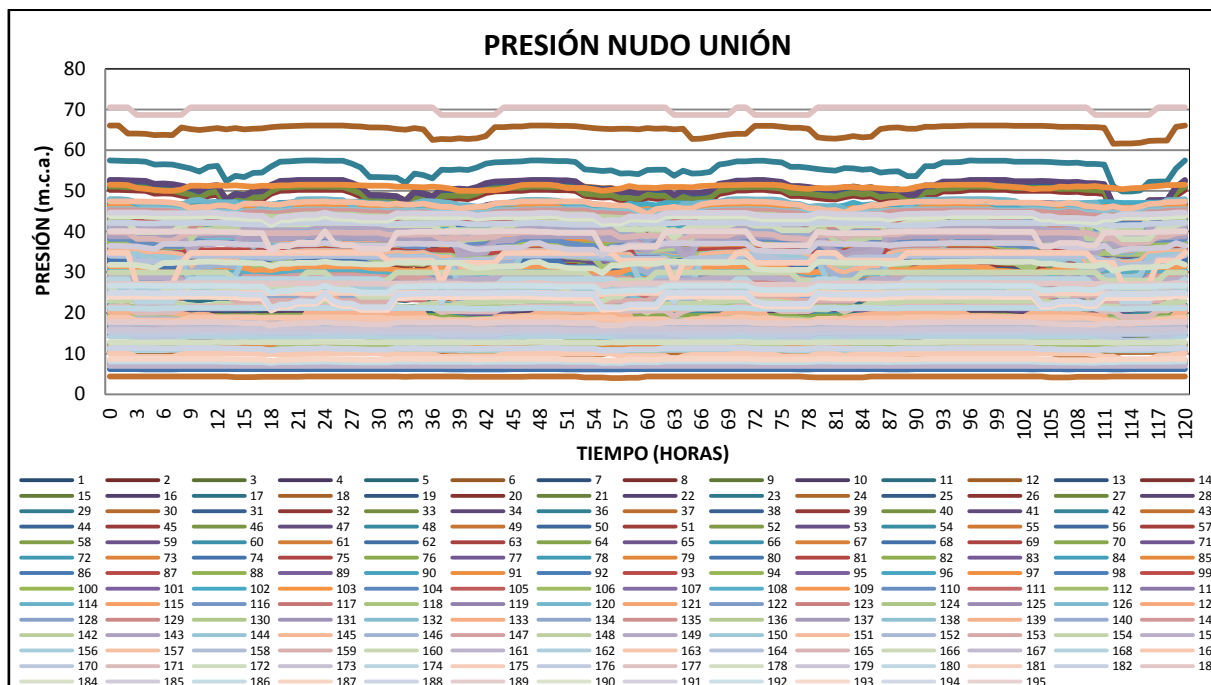


Figura 74. Resultados de presión en nudos unión, RED 2 - 90%.

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 74, de los resultados del análisis en el tiempo los nudos 18, 36 y 177, están sobre el límite de presión máxima requerida.

Resultados presión en hidrantes

La presión mínima en hidrantes es de 14.5 m.c.a y máxima de 55 m.c.a. están sobre el límite de presión máxima requerida. A continuación se presenta resultados de la RED 2 – 99%.

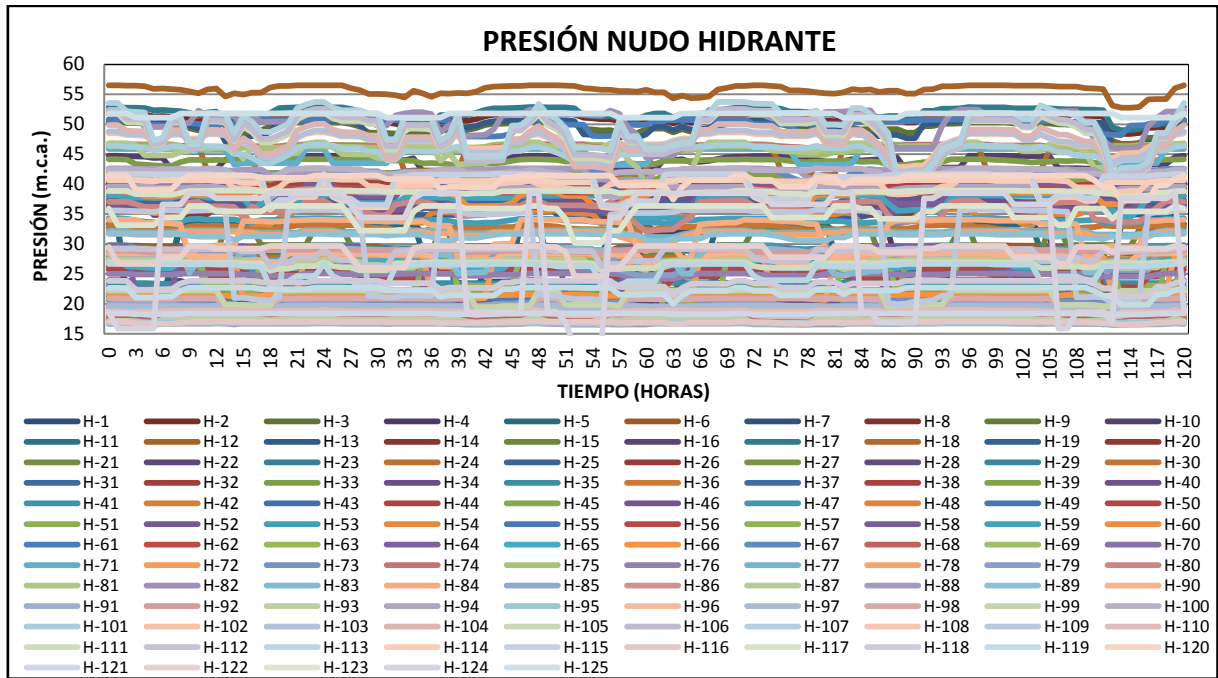


Figura 75. Resultados de presión en nudos hidrante, RED 2 - 99%.

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 75, de los resultados del análisis en el tiempo el nudo H-12, no cumple no se cumple con los requerimientos de presión máxima. El nudo H-124 se presenta una presión mínima de 12.9 m.c.a. a la hora 52 se debe considerar este nudo como crítico.

Se presenta los resultados de la RED 2 – 95%.

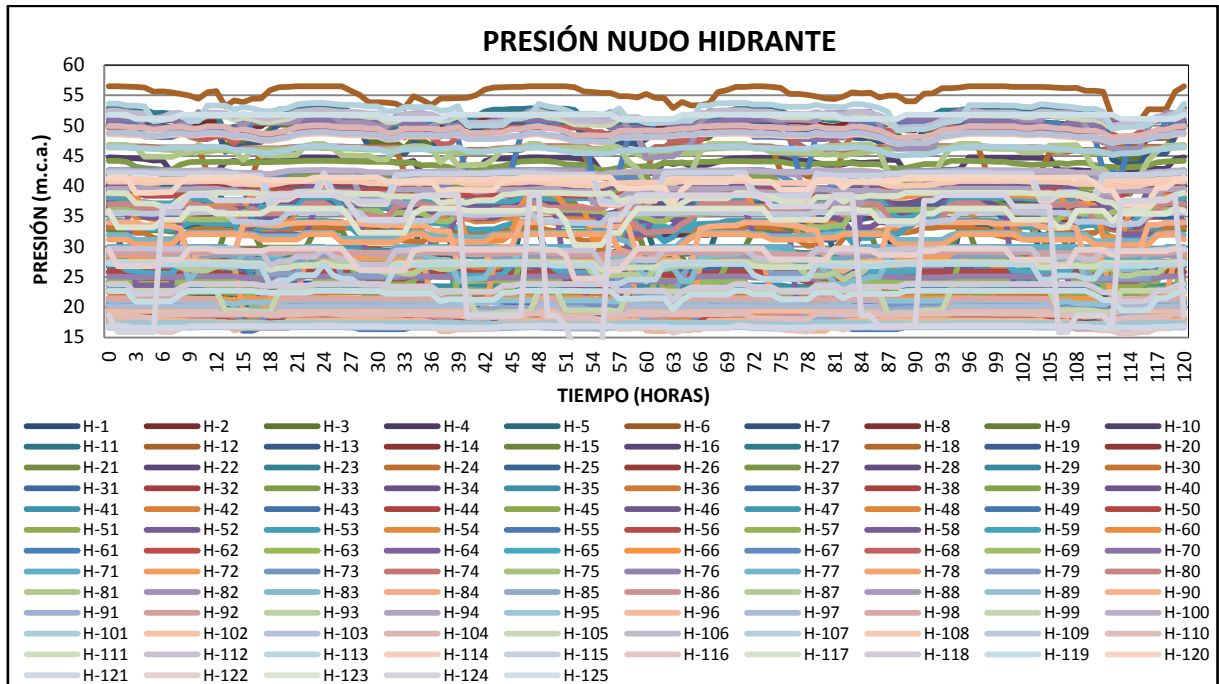


Figura 76. Resultados de presión en nudos hidrante, RED 2 - 95%.

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 76, de los resultados del análisis en el tiempo el nudo H-12 tiene una variación alrededor de la presión máxima de 55 m.c.a. El nudo H-124 se presenta una presión menor a la mínima de 12.95 m.c.a. a la hora 52 se debe considerar este nudo como crítico.

Se presenta los resultados de la RED 2 – 90%.

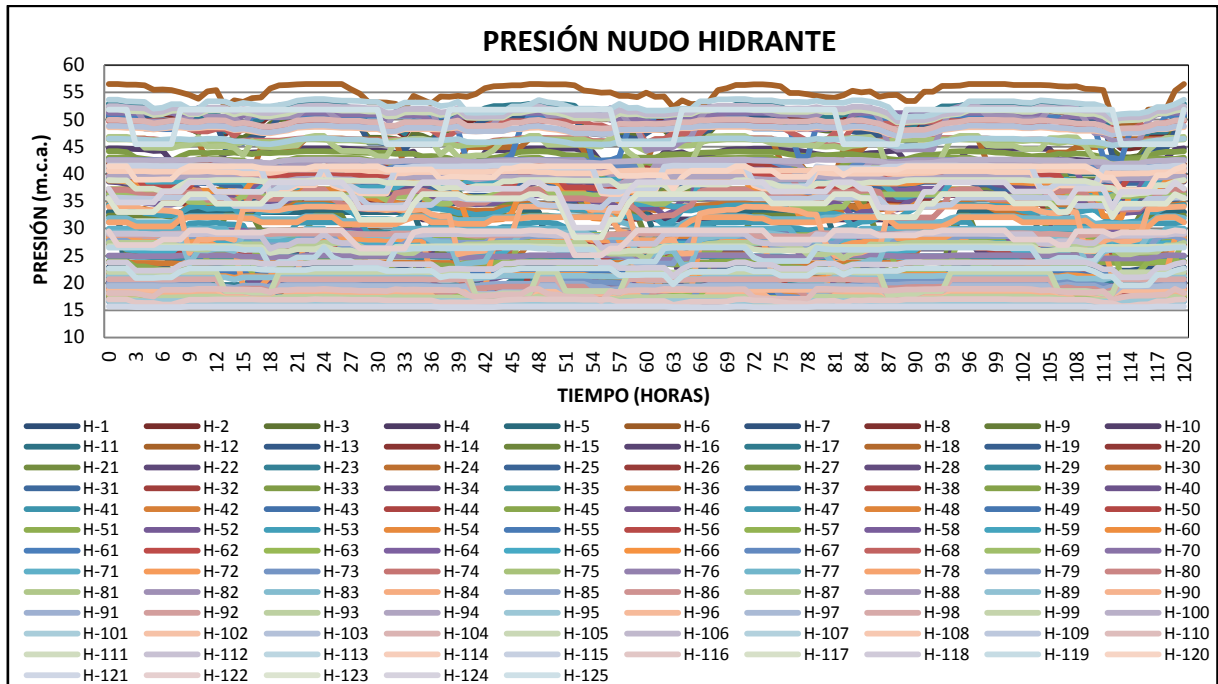


Figura 77. Resultados de presión en nudos hidrante, RED 2 - 90%.

Elaboración: Granda, I.

En la Figura 77, de los resultados del análisis en el tiempo el nudo H-12 tiene una variación alrededor de la presión máxima de 55 m.c.a.

Resultados velocidades en líneas

Se presenta los resultados de velocidades RED 2 – 99%, RED 2 – 95% y RED 2 – 90%.

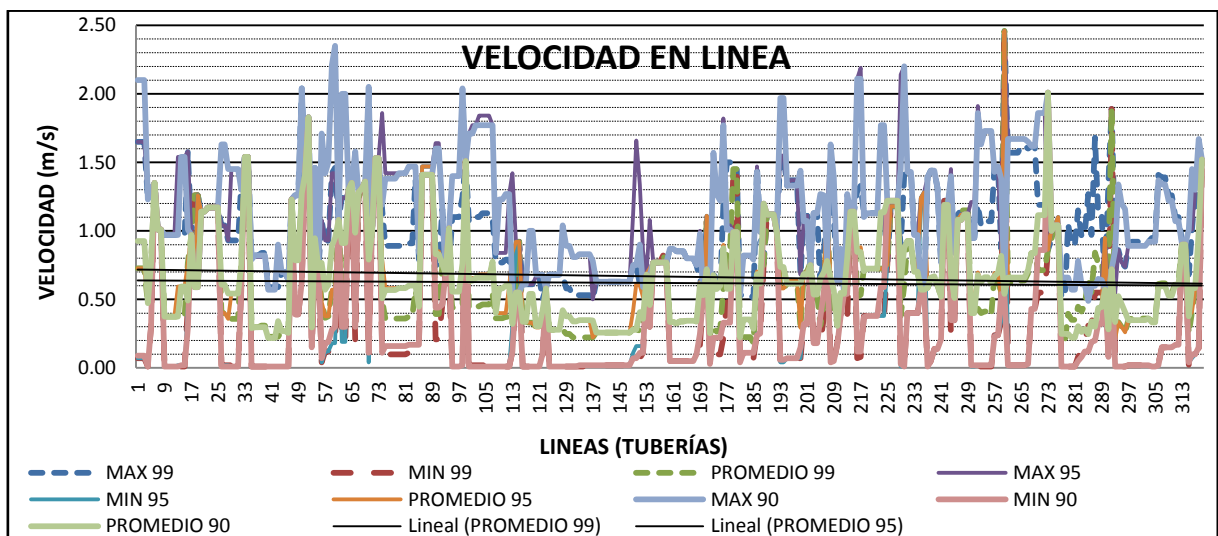


Figura 78. Resultados de velocidades, RED 2 - 90%, RED 2 - 95% y RED 2 - 99%.

Elaboración: Granda, I.

De la Figura 78 las velocidades admisibles promedio están en el rango de 0.5 – 2.5 m/s, la tendencia de los valores promedios se encuentran entre 0.6 - 0.7 m/s.

Análisis en GESTAR

Los resultados presentados en EPANET anteriormente son los resultados que se obtendrían en GESTAR. Sin embargo, GESTAR permite hacer un análisis de escenarios aleatorios (ver la descripción 5.6.2.2.4 en la página 70) siendo evaluado con 800 escenarios aleatorios. Del conjunto de resultados validados gestar los agrupa y promedia en: máximos, mínimos y promedios. Los resultados de presión en hidrantes se muestran en la Figura 79.

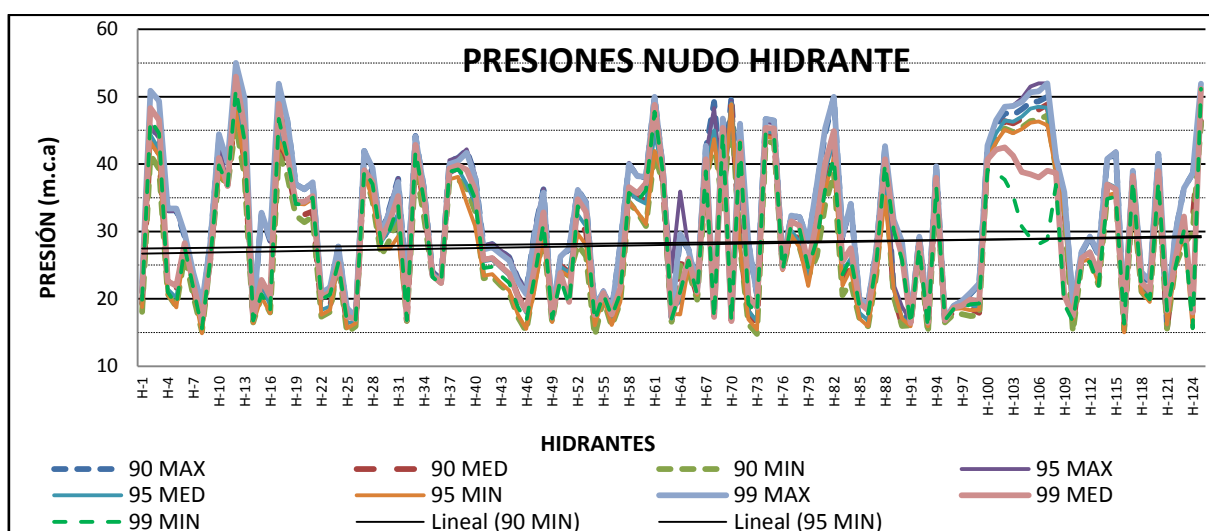


Figura 79. Presión en hidrantes, escenarios aleatorios validados con Gestar.

Elaboración: Granda, I.

El rango de presiones se establece en el entre 15 – 55 m.c.a. donde la presión promedio del sistema está entre 25 - 30 m.c.a.

Los resultados de presión en nudos de unión se muestran en la Figura 80.

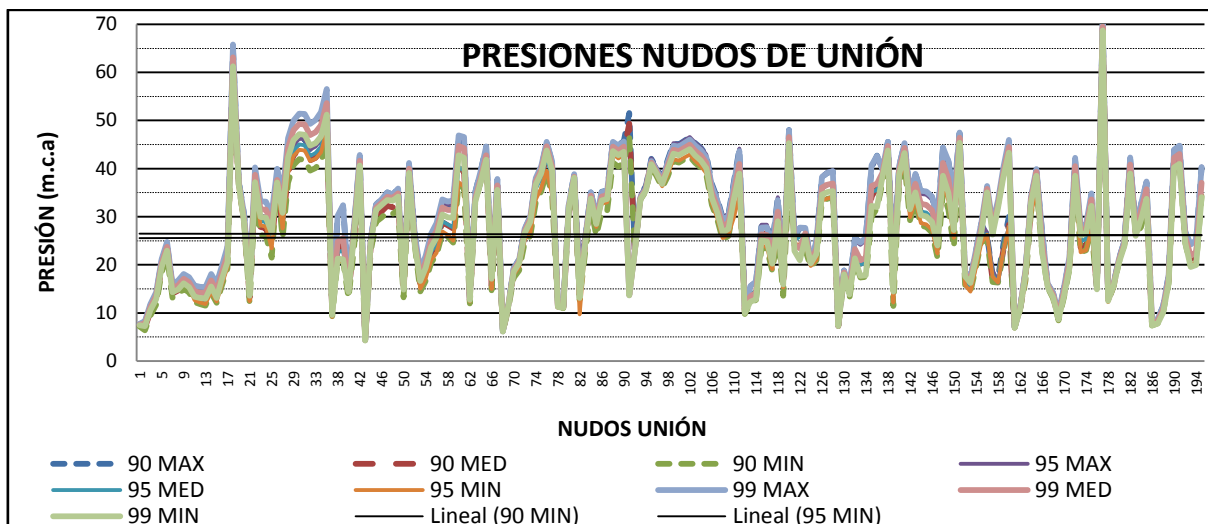


Figura 80. Presión en nudos de unión, escenarios aleatorios validados con Gestar.

Elaboración: Granda, I.

El rango de presiones se establece entre 15 – 55 m.c.a. donde la presión promedio del sistema está entre 25 - 30 m.c.a. Los resultados de velocidades en líneas se muestran en la Figura 81.

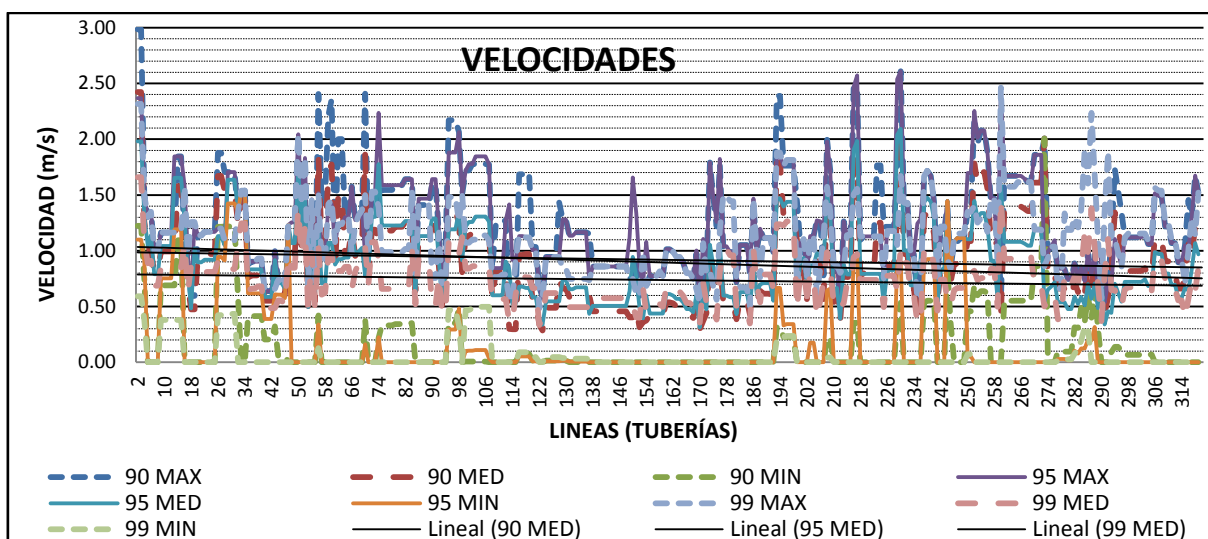


Figura 81. Resultado de velocidades, escenarios aleatorios validados con Gestar.

Elaboración: Granda, I.

De la Figura 81 las velocidades admisibles promedio están en el rango de 0.7 – 2.5 m/s, la tendencia de los valores promedio de todos los escenarios de garantía de suministro se encuentran entre 0.7 - 1.0 m/s.

Además GESTAR nos presenta escenarios críticos y muestran los resultados fuera del rango en los nudos de demanda conocido, los cuales están bajo la presión mínima.

Tabla 32. Nudos críticos, resultado del análisis de escenario aleatorio.

- Demanda Conocida H-2: 235Alarmas
- Demanda Conocida H-3: 57Alarmas
- Demanda Conocida H-12: 299Alarmas
- Demanda Conocida H-13: 107Alarmas
- Demanda Conocida H-17: 311Alarmas

Elaboración: Granda, I.

Por lo tanto estos nudos se consideran como críticos, debido a que no cumplen con las presiones requeridas.

6.3.2.1.3. RED 3

Los diseños en función de la garantía de suministro son: RED 3 – 99% y RED 3 – 90%.

Resultados presión en nudos

Los nudos de unión y nudos hidrantes no diferencian, el rango de presiones esta entre 25 y 55 m.c.a.

Se presenta los resultados de presión en la RED 3 – 99%.

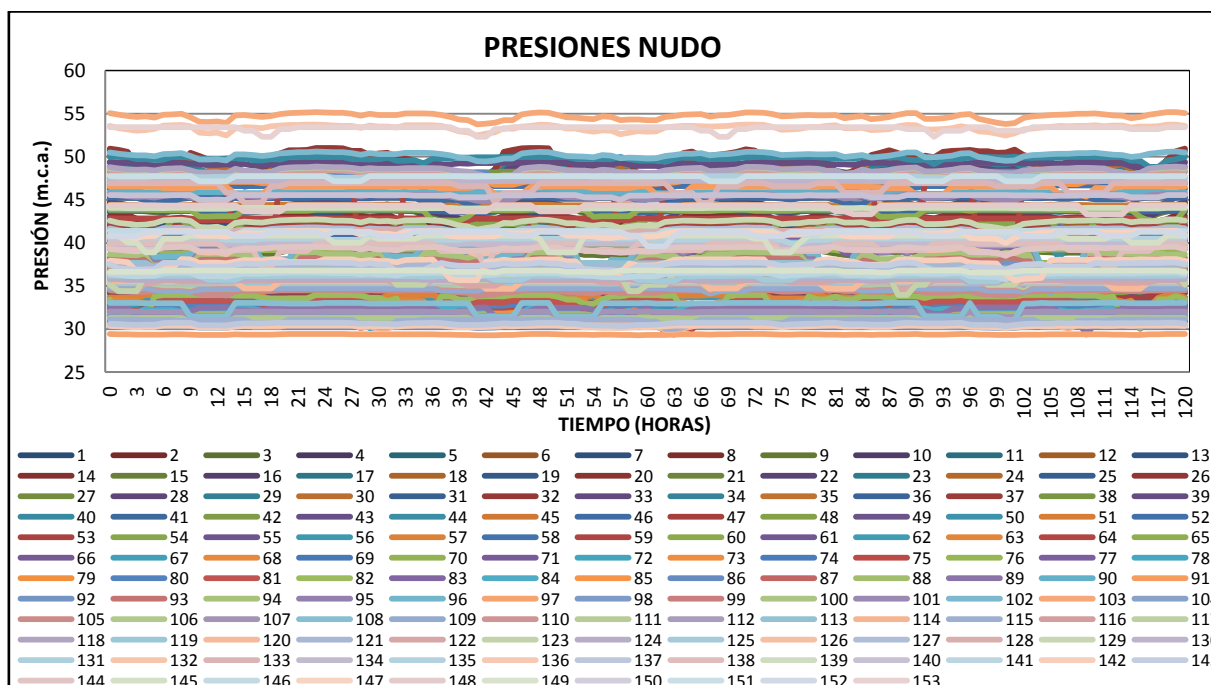


Figura 82. Resultados de presión en nudos, RED 3 – 99 %.

Elaboración: Granda, I.

En el Figura 82 los resultados se encuentran dentro del rango de presiones admisibles.

Se presenta los resultados de presión en la RED 3 – 90%.

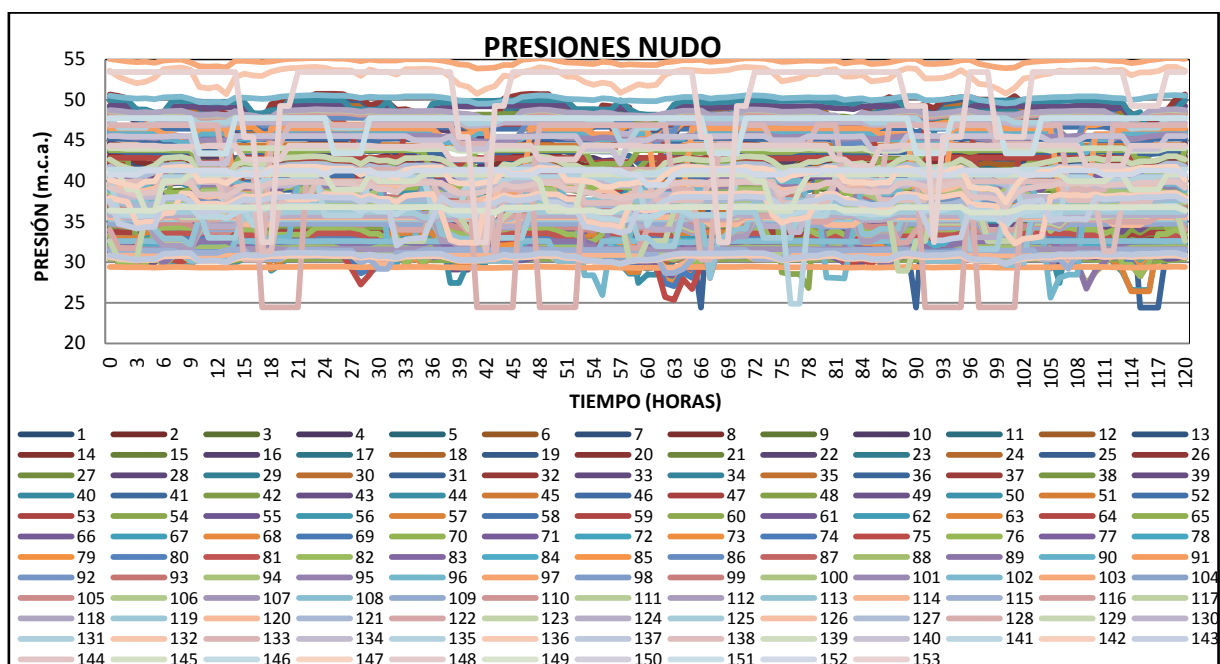


Figura 83. Resultados de presión en nudos, RED 3 – 90 %.

Elaboración: Granda, I.

En el Figura 83 los nudos 128, 135, 36 se consideran nudos críticos, debido a que se encuentra debajo de la presión mínima requerida.

Resultados velocidades en líneas

Se presenta los resultados de velocidades en RED 3 – 99% y RED 3 – 90%.

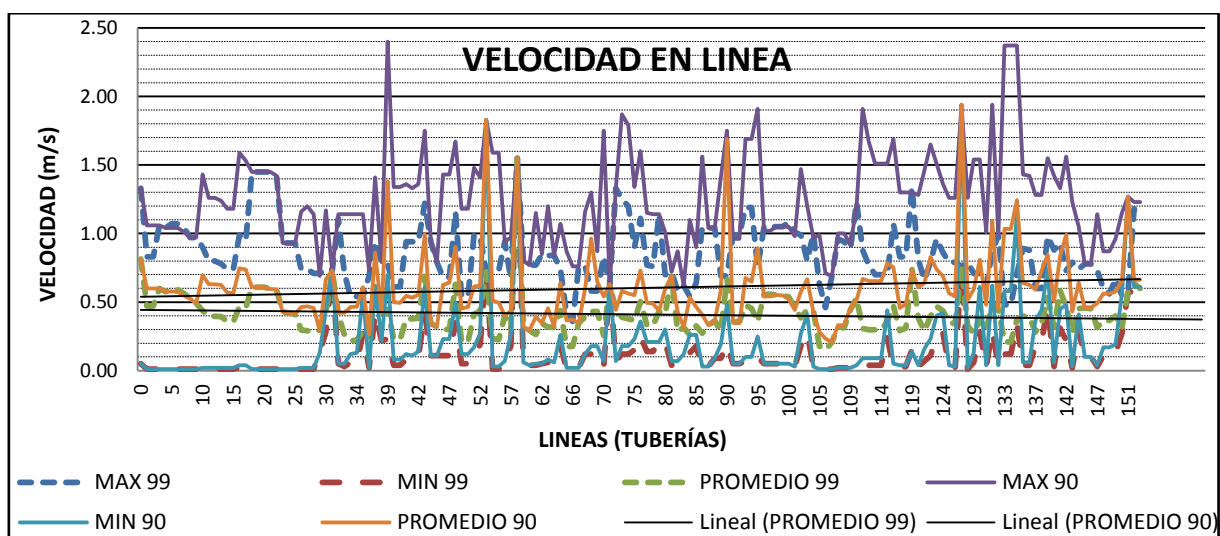


Figura 84. Resultado de velocidades, RED 3 - 90%, y RED 3 - 99%.

Elaboración: Granda, I.

De la Figura 84 las velocidades admisibles promedio están en el rango de 0.45 – 2.5 m/s, la tendencia de los valores promedios se encuentran entre 0.45 - 0.7 m/s.

6.3.2.2. Análisis

Respecto a los resultados de presiones en nudos de unión y nudos hidrantes con presiones mayores a las máximas permitidas, en cada diseño se consideró los diámetros de tuberías adecuadas para hacer frente a estas sobrepresiones y el control del golpe de ariete, además el número de nudos donde existe este exceso de presión es reducido y se encuentran en tramos finales. De los resultados con presiones menores a las requeridas o nudos críticos, el número de nudos en estas condiciones son pocas y las condiciones en las que se produce son poco frecuentes, por lo que no representa un evento mayor. La tendencia de velocidades promedio en todas las redes son cercanas a 0.5 m/s sin sobrepasar el límite de 2.5 m/s. Por lo tanto el funcionamiento de las redes en la simulación en el tiempo es satisfactorio en el cumplimiento de presiones y velocidades.

CONCLUSIONES

- La simulación con software con diferentes escenarios de funcionamiento aleatorio de hidrantes, permite identificar puntos críticos en la red, realizar un análisis exhaustivo bajo diferentes condiciones, y proporcionar seguridad en el diseño de redes colectivas de riego.
- La tendencia del ahorro potencial de caudales de diseño y costos de tuberías aumenta si el número de hidrantes acumulados aumenta, esta tendencia es exponencial.
- En los sistemas de riego dispuestos en el desarrollo de este trabajo, en función de la garantía de suministro global que va desde el 90% al 99%, se establece los siguientes rangos en costos en función de la variaciones porcentuales respecto a diseño al 100% tenemos: Red San Rafael 67-79%; Red de Ceibopamba 70-83%; Red de Tuncarta de 28-36.8%.
- La evaluación de los sistemas de riego colectivas utilizando la generación de patrones de demanda aleatorias con las herramientas de GESTAR, y complementando la simulación con EPANET, ha logrado establecer un procedimiento para analizar y apreciar el comportamiento y desempeño bajo condiciones aleatorias de funcionamiento de sus hidrantes.
- Los resultados de presiones y velocidades obtenidos de la simulación permite validar y corroborar el diseño de las redes, para obtener sistemas funcionales y económicos.

RECOMENDACIONES

- El uso de la simulación en el tiempo y la generación de curvas de evolución de demanda, permite establecer un conjunto de curvas de demanda, seguidamente así se establece la envolvente de este conjunto, todo este proceso tiene como fin determinar la demanda real de caudal y presión en el nudo cabecera especialmente en el diseño de las estaciones de bombeo. Dentro de esta línea investigativa se establece en el trabajo PRESIÓN Y CAUDAL NECESARIOS EN CABECERA DE REDES DE RIEGO A LA DEMANDA SEGÚN LA CALIDAD DE SERVICIO DESEADA (Tarjuelo J. M., Moreno M. A., Planells P. y Ortega J. F.).
- Las recomendaciones establecidas en CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE REDES DE RIEGO ROBUSTAS FRENTE A CAMBIOS EN LA ALTERNATIVA DE CULTIVOS (Granados Alfredo García, 2013), son criterios para hacer diseños más robustos frente a varios cambios que una red puede sufrir debido a varias posibilidades entre ellas el cambio de cultivos o el aumentado la demanda en los hidrantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Aliod, R., García, S., & Seral, P. (2010). *"Criterios Generales de diseño de redes a presión"*. (G. Gestar, Ed.) Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza.
- Benavides, H. (2011). Apuntes de clases. *"Diseño de redes ramificadas por pendiente uniforme"*. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.
- FAO. (1999). *"La Caja de Herramientas: Agotamiento de los Recursos de Agua Dulce"*.
Obtenido de <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/indust/dfrewat.htm>
- FAO. (2013). *"Afrontar la escasez de agua - un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria"*. Roma: Organización de naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>
- GESTAR. (2013). *"Manual GESTAR 2014"*. Zaragoza.
- Granados, A. (2013). (Tesis Doctoral). *"Criterios para el dimensionamiento de redes de riego robustas frente a cambios en la alternativa de cultivos"*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- IRYDA. (1985). *"NORMAS PARA PROYECTOS DE RIEGO POR ASPERSIÓN, Manual Técnico No 3."*
- Lamaddalena, N., & Sagardoy, J. (2000). *"Performance Analysis of on-demand pressurized irrigation system"*, *Irrigation and Drainage Paper 59*. Roma: Resources.Paper.59.Developmet and Management Service FAO Land and of Water Developmet Division.
- Lapo, C. M. (2012). (tesis de maestría). *"Diseño óptimo de sistemas de riego a presión y su eficiencia Hidro-energetica. Aplicacion en el caso de Loja (Ecuador)"*. Loja: Universidad Politécnica de Valencia.
- MAGAP. (2013). *"Plan Nacional de Riego y Drenaje, Subsecretaría de Riego y Drenaje"*. Quito-Ecuador, Ecuador.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. (s.f.). *ANEXO 6. CÁLCULOS HIDRAULICOS*. Obtenido de Mejora del Riego para la utilización de

aguas residuales en la zona de Torrents de Valls (Tarragona):
http://www.magrama.gob.es/eu/agua/participacion-publica/anejo_6_tcm9-9895.pdf

Planells, F., Ortega, J. F., Valiente, M., Montero, J., & Tarjuelo, J. M. (2005). *"Criteríos para el diseño de redes colectivas de riego"*.

Saldarriaga, J. (2007). *"Abastecimiento de agua, redes, riegos"*. Bogotá. Alfaomega.

SEIASA DEL NORDESTE. (s.f.). Mejora del riego para la reutilización de aguas residuales en la zona de Torrents de Valls (Tarragona). *"Cálculo de las redes de riego e impulsión"*. España.

Tarjuelo, J. M., Moreno, M. A., Planells, P., & Ortega, J. (2006). *RED IBEROAMERICANA DE RIEGOS*. Recuperado el Febrero de 2014, de "Presión y caudal necesarios en cabecera de redes de riego a la demanda según la calidad de servicio deseada":
http://ceer.isa.utl.pt/cyted/mexico2006/tema%203/20_JMTarjuelo_Espana.pdf

ANEXOS

- Anexo 1. Cálculos RED 1
 - Anexo 1-1. Datos generales.
 - Anexo 1-2. Cálculo de caudales en línea.
 - Anexo 1-3. Resultados de caudales en línea.
 - Anexo 1-4. Diseño a la demanda al 100%
 - Anexo 1-5. Diseño a la demanda al 99%
 - Anexo 1-6. Diseño a la demanda al 90%
 - Anexo 1-7. Resultados de diseños
- Anexo 2. Cálculos RED 2
 - Anexo 2-1. Datos generales.
 - Anexo 2-2. Cálculo de caudales en línea.
 - Anexo 2-3. Resultados de caudales en línea.
 - Anexo 1-4. Diseño a la demanda al 100%
 - Anexo 1-5. Diseño a la demanda al 99%
 - Anexo 1-6. Diseño a la demanda al 95%
 - Anexo 1-7. Diseño a la demanda al 90%
 - Anexo 1-8. Resultados de diseños
- Anexo 3. Cálculos RED 3
 - Anexo 3-1. Datos generales.
 - Anexo 3-2. Cálculo de caudales en línea.
 - Anexo 3-3. Resultados de caudales en línea.
 - Anexo 3-4. Diseño a la demanda al 100%
 - Anexo 3-5. Diseño a la demanda al 99%
 - Anexo 3-6. Diseño a la demanda al 90%
 - Anexo 3-7. Resultados de diseños

ANEXO 1

ANEXO 1 - 1

DATOS GENERALES DEL SISTEMA - RED 1

RED 1 - SAN RAFAEL

NUMERO DE NUDOS	216
NUMERO DE LINEAS	217
SUBSISTEMAS	RED 1-1 RED 1-2
COTA NUDO CABECERA	4086 m
OBSERVACIONES	AMBOS SUBSISTEMAS INICIAN EN UN MISMO NUDO CABECERA

DATOS PARA CALCULO DE DOTACIÓN

NUMERO DE HIDRANTES	125	[1]
SUPERFICIE TOTAL DE RIEGO (S)	273.72 (Ha)	[2]
CAUDAL FICTICIO CONTINUO (qfc)	0.3 (l/s/Ha)	[3]
HORAS DE RIEGO EFECTIVA (t' = JER)	14 (Horas)	[4]
HORAS DE RIEGO DISPONIBLE (t)	24 (Horas)	[5]
TIEMPO APERTURA HIDRANTE (t')	10 (Horas)	[6]
RENDIMIENTO (r)	0.58	[7]
GRADO DE LIBERTAD DEL SISTEMA (GL)	2.40	[8]

FÓRMULAS PARA DOTACIÓN

$d \times t' \times 10^3 = q_{fc} \times t \times S$	
<p>d = caudal maximo para cada hidrante t' = tiempo que debe estar hidrante abierto q_fc = caudal ficticio continuo t = periodo maxima demanda S = superficie r = rendimiento de la red GL = Grado de libertad</p>	
$d = \frac{q_{fc} \times S}{r} \times GL$	9
$p = \frac{q_{fc} \times S}{d \times r}$	10

GARANTIA DE SUMINISTRO

Pq	U(Pq)
0.9	1.285
0.91	1.345
0.92	1.405
0.93	1.475
0.94	1.555
0.95	1.645
0.96	1.755
0.97	1.885
0.98	2.055
0.99	2.324
0.995	2.58
1	-

FÓRMULAS PARA CAUDALES EN LINEA (PRIMERA FORMULA DE CLÉMENT)

PRIMERA FÓRMULA DE CLÉMENT (DESCARGAS NO HOMOGÉNEAS)		
$Q_k = \sqrt{\sum_i R_i R_{p_i} \times p_i \times d_i + U(P_q) \times \sum_i R_i R_{p_i} \times p_i \times (1 - p_i) \times d_i^2}$		16
VARIANZA DE CAUDAL EN NUDO		
$\sum_i p_i p_i - 1 - p_i) d_i^2$		12
CAUDAL MEDIO		
$\sum_i p_i d_i$		13
CAUDAL MEDIO		
$\sum_i d_i$		14

DATOS DEL ASPERSOR

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CODIGO ASPERSORES	PRESIÓN EN LA BOQUILLA (bar)					
	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
3023 -2 -3/4" M (Boq # 8 x 6)						
Caudal L/S	0.22	0.25	0.27	0.29	0.31	
Díámetro a 0.50 m	25.1	26.0	26.7	27.4	28.0	
Díámetro a 2.0 m	26.0	26.6	27.1	27.5	27.9	

	L/S , BAR			GPM , PSI		
Caudal	%22.00	0.27	0.31	%348.71	4.2795864	4.9135992
Presión	%250.00	3.5	4.5	%3626.00	50.764	65.268

$$Q = k \cdot (P)^{0.5}$$

$$k = \frac{Q^2}{P}$$

Donde:

Q = caudal

k = coeficiente de velocidad

P = presión

k_MIN	0.579091
k_MED	0.600653319
k_MAX	0.608204426

ANEXO 1 - 2

CALCULO DE DOTACION Y DE CAUDALES EN LINEA*

NUMERO DE HIDRANTES	125	1
SUPERFICIE TOTAL DE RIEGO (S)	273.72 (Ha)	2
CAUDAL FICTICIO CONTINUO (qfc)	0.3 (l/s/Ha)	3
HORAS DE RIEGO EFECTIVA (t" = JER)	14 (Horas)	4
HORAS DE RIEGO DISPONIBLE (t)	24 (Horas)	5
TIEMPO APERTURA HIDRANTE (t')	10 (Horas)	6
RENDIMIENTO (r)	0.58	7
GRADO DE LIBERTAD DEL SISTEMA (GL)	2.40	8

CALIDAD OPERACIONAL (GS)

RED 1 - SAN RAFAEL

N Hidrantes		Garantía suminist	Calida d
0	10	1	-
11	50	0.99	2.324
51		0.96	1.755

* EL CALCULO EN LINEA QUE SE MUESTRA, SE REALIZA EN LA LINEA DONDE SE CONECTA EL HIDRANTE

DATOS DE LOS NUDOS		CÁLCULO DE DOTACIÓN						CÁLCULO DE CAUDALES DE CLÉMENT EN LINEA							
#	2	2	9	9	[10]	[8]	11	12		13		14	15	16	
	AREA (m2)	AREA (ha)	DOTACION HIDRANTE (l/s)	DOTACION HIDRANTE (m3/s)	PROB. DE FUN. (p)	GRADO DE LIBERTAD (GL)	HID AGUAS ABAJO	Var qi (nudo)	Var qi (nudo)	Med qi (nudo)	Med qi (nudo)	Acum qi	Ui linea	Q clement (l/s)	Q linea (l/s)
RED 1-1															
H-1	11500	1.15	1.42024	0.00142	0.416667	2.4	48	0.49026	81.4651	0.59177	43.4413	104.3	2.324	64.417	64.417
H-2	10940	1.094	1.351081	0.001351	0.416667	2.4	47	0.44368	80.9748	0.56295	42.8496	102.8	2.324	63.762	63.762
H-3	12800	1.28	1.580789	0.001581	0.416667	2.4	46	0.60737	80.5312	0.65866	42.2866	101.5	2.324	63.142	63.142
H-4	14830	1.483	1.831492	0.001831	0.416667	2.4	45	0.8153	79.9238	0.76312	41.628	99.91	2.324	62.405	62.405
H-5	13070	1.307	1.614134	0.001614	0.416667	2.4	44	0.63326	79.1085	0.67256	40.8648	98.08	2.324	61.535	61.535
H-6	20330	2.033	2.510738	0.002511	0.416667	2.4	10	1.53217	20.7121	1.04614	10.1249	24.3	-	-	24.3
H-7	12200	1.22	1.50669	0.001507	0.416667	2.4	2	0.55176	1.59556	0.62779	1.49125	3.579	-	-	3.579
H-8	16780	1.678	2.072316	0.002072	0.416667	2.4	1	1.0438	1.0438	0.86346	0.86346	2.072	-	-	2.0723
H-9	2360	0.236	0.291458	0.000291	0.416667	2.4	7	0.02065	17.5843	0.12144	7.58748	18.21	-	-	18.21
H-10	15400	1.54	1.901887	0.001902	0.416667	2.4	6	0.87917	17.5637	0.79245	7.46604	17.92	-	-	17.918
H-11	38120	3.812	4.707787	0.004708	0.416667	2.4	1	5.3869	5.3869	1.96158	1.96158	4.708	-	-	4.7078
H-12	4600	0.46	0.568096	0.000568	0.416667	2.4	4	0.07844	11.2976	0.23671	4.71201	11.31	-	-	11.309
H-13	43900	4.39	5.421612	0.005422	0.416667	2.4	1	7.14435	7.14435	2.25901	2.25901	5.422	-	-	5.4216
H-14	30800	3.08	3.803774	0.003804	0.416667	2.4	2	3.5167	4.07481	1.58491	2.2163	5.319	-	-	5.3191
H-15	12270	1.227	1.515334	0.001515	0.416667	2.4	1	0.55811	0.55811	0.63139	0.63139	1.515	-	-	1.5153
H-16	16100	1.61	1.988336	0.001988	0.416667	2.4	33	0.96092	57.7632	0.82847	30.0674	72.16	2.324	47.73	47.73
H-17	11250	1.125	1.389365	0.001389	0.416667	2.4	1	0.46918	0.46918	0.5789	0.5789	1.389	-	-	1.3894
H-18	16380	1.638	2.022916	0.002023	0.416667	2.4	2	0.99463	1.41747	0.84288	1.39245	3.342	-	-	3.3419
H-19	41000	4.1	5.063465	0.005063	0.416667	2.4	29	6.23162	54.9156	2.10978	27.2676	65.44	2.324	44.49	44.49
H-20	19300	1.93	2.383533	0.002384	0.416667	2.4	28	1.38085	48.684	0.99314	25.1578	60.38	2.324	41.373	41.373
H-21	10680	1.068	1.318971	0.001319	0.416667	2.4	1	0.42284	0.42284	0.54957	0.54957	1.319	-	-	1.319
H-22	17250	1.725	2.13036	0.00213	0.416667	2.4	27	1.10309	47.3031	0.88765	24.1647	58	2.324	40.149	40.149
H-23	66760	6.676	8.244803	0.008245	0.416667	2.4	26	16.5221	46.2	3.43533	23.277	55.86	2.324	39.073	39.073
H-24	29280	2.928	3.616055	0.003616	0.416667	2.4	2	3.17816	4.41827	1.50669	2.44786	5.875	-	-	5.8749
H-25	18290	1.829	2.258799	0.002259	0.416667	2.4	1	1.24011	1.24011	0.94117	0.94117	2.259	-	-	2.2588
H-26	28400	2.84	3.507376	0.003507	0.416667	2.4	2	2.98999	3.74488	1.46141	2.19571	5.27	-	-	5.2697
H-27	14270	1.427	1.762333	0.001762	0.416667	2.4	1	0.75489	0.75489	0.73431	0.73431	1.762	-	-	1.7623
H-28	23730	2.373	2.930635	0.002931	0.416667	2.4	2	2.08751	2.26095	1.2211	1.57307	3.775	-	-	3.7754
H-29	6840	0.684	0.844734	0.000845	0.416667	2.4	1	0.17344	0.17344	0.35197	0.35197	0.845	-	-	0.8447
H-30	23100	2.31	2.85283	0.002853	0.416667	2.4	19	1.97814	19.2538	1.18868	13.625	32.7	2.324	23.823	23.823
H-31	11995	1.2	1.48199	0.001482	0.416667	2.4	18	0.53382	17.2757	0.6175	12.4364	29.85	2.324	22.096	22.096
H-32	8770	0.877	1.083087	0.001083	0.416667	2.4	1	0.28512	0.28512	0.45129	0.45129	1.083	-	-	1.0831
H-33	13280	1.328	1.640069	0.00164	0.416667	2.4	1	0.65378	0.65378	0.68336	0.68336	1.64	-	-	1.6401
H-34	39600	3.96	4.890566	0.004891	0.416667	2.4	2	5.81331	5.88705	2.03774	2.26724	5.441	-	-	5.4414
H-35	4460	0.446	0.550806	0.000551	0.416667	2.4	1	0.07374	0.07374	0.2295	0.2295	0.551	-	-	0.5508
H-36	15640	1.564	1.931527	0.001932	0.416667	2.4	1	0.90679	0.90679	0.8048	0.8048	1.932	-	-	1.9315
H-37	6940	0.694	0.857084	0.000857	0.416667	2.4	1	0.17855	0.17855	0.35712	0.35712	0.857	-	-	0.8571
H-38	24950	2.495	3.081304	0.003081	0.416667	2.4	2	2.30767	3.05517	1.28388	2.01458	4.835	-	-	4.835
H-39	14200	1.42	1.753688	0.001754	0.416667	2.4	1	0.7475	0.7475	0.7307	0.7307	1.754	-	-	1.7537
H-40	9890	0.989	1.221407	0.001221	0.416667	2.4	2	0.3626	0.42491	0.50892	0.7199	1.728	-	-	1.7278
H-41	4100	0.41	0.506346	0.000506	0.416667	2.4	1	0.06232	0.06232	0.21098	0.21098	0.506	-	-	0.5063
H-42	3660	0.366	0.452007	0.000452	0.416667	2.4	1	0.04966	0.04966	0.18834	0.18834	0.452	-	-	0.452
H-43	7940	0.794	0.980583	0.000981	0.416667	2.4	2	0.23371	0.32713	0.40858	0.6669	1.601	-	-	1.6005
H-44	5020	0.502	0.619966	0.00062	0.416667	2.4	1	0.09342	0.09342	0.25832	0.25832	0.62	-	-	0.62
H-45	21960	2.196	2.712041	0.002712	0.416667	2.4	1	1.78771	1.78771	1.13002	1.13002	2.712	-	-	2.712
H-46	11500	1.15	1.42024	0.00142	0.416667	2.4	3	0.49026	3.18596	0.59177	2.53533	6.085	-	-	6.0848
H-47	21520	2.152	2.657702	0.002658	0.416667	2.4	2	1.71679	2.6957	1.10738	1.94357	4.665	-	-	4.6646
H-48	16250	1.625	2.006861	0.002007	0.416667	2.4	1	0.9789	0.9789	0.83619	0.83619	2.007	-	-	2.0069
RED 1-2															
H-49	136000	13.6	16.796	0.016796	0.416664	2.400015	2	68.5672	70.9896	6.9983	8.3136	19.95	-	-	19.953
H-50	25560	2.556	3.157	0.003157	0.416619	2.400275	1	2.4224	2.4224	1.3153	1.3153	3.157	-	-	3.157
H-51	3360	0.336	0.415	0.000415	0.416624	2.400246	75	0.0419	411.351	0.1729	89.0975	213.8	1.755	124.69	124.69
H-52	180200	18.02	22.255	0.022255	0.416658	2.40005	28	120.381	287.687	9.2727	42.5792	102.2	2.324	82	81.997
H-53	167200	16.72	20.649	0.020649	0.416668	2.399992	27	103.634	167.306	8.6038	33.3065	79.94	2.324	63.37	63.367
H-54	7500	0.75	0.926	0.000926	0.416776	2.39937	26	0.2084	63.6715	0.3859	24.7027	59.29	2.324	43.25	43.247
H-55	51530	5.153	6.364	0.006364	0.416661	2.400033	25	9.8438	63.4631	2.6516	24.3168	58.36	2.324	42.83	42.831
H-56	54740	5.474	6.76	0.00676	0.416688	2.399877	24	11.1072	53.6193	2.8168	21.6652	52	2.324	38.68	38.683

DATOS DE LOS NUDOS			CÁLCULO DE DOTACIÓN					CÁLCULO DE CAUDALES DE CLEMENT EN LÍNEA							
#	2	2	9	9	[10]	[8]	11	12		13		14	15	16	
	AREA (m2)	AREA (ha)	DOTACION HIDRANTE (l/s)	DOTACION HIDRANTE (m3/s)	PROB. DE FUN. (p)	GRADO DE LIBERTAD (GL)	HID AGUAS ABAJO	Var qi (nudo)	Var qi (nudo)	Med qi (nudo)	Med qi (nudo)	Acum qi	Ui linea	Q clement (l/s)	Q linea (l/s)
H-57	3560	0.356	0.44	0.00044	0.416342	2.401872	23	0.047	42.5121	0.1832	18.8484	45.24	2.324	34	34.001
H-58	13600	1.36	1.68	0.00168	0.416565	2.400586	5	0.686	29.1518	0.6998	9.1523	21.97	-	-	21.966
H-59	66770	6.677	8.246	0.008246	0.416669	2.399987	4	16.527	28.4658	3.4359	8.4525	20.29	-	-	20.286
H-60	36440	3.644	4.5	0.0045	0.416695	2.399837	3	4.922	11.9388	1.8751	5.0166	12.04	-	-	12.04
H-61	26710	2.671	3.299	0.003299	0.416624	2.400246	2	2.6452	7.0168	1.3744	3.1415	7.54	-	-	7.54
H-62	34340	3.434	4.241	0.004241	0.416663	2.400021	1	4.3716	4.3716	1.7671	1.7671	4.241	-	-	4.241
H-63	10340	1.034	1.277	0.001277	0.416661	2.400033	17	0.3964	13.3133	0.5321	9.5129	22.83	2.324	17.99	17.993
H-64	3050	0.305	0.377	0.000377	0.416305	2.402085	1	0.0345	0.0345	0.1569	0.1569	0.377	-	-	0.377
H-65	8530	0.853	1.053	0.001053	0.416844	2.398979	15	0.2695	12.8824	0.4389	8.8239	21.18	2.324	17.17	17.165
H-66	10360	1.036	1.279	0.001279	0.416814	2.399152	2	0.3976	8.4674	0.5331	2.9341	7.041	-	-	7.041
H-67	46660	4.666	5.762	0.005762	0.416701	2.399802	1	8.0698	8.0698	2.401	2.401	5.762	-	-	5.762
H-68	17020	1.702	2.102	0.002102	0.416658	2.40005	1	1.0739	1.0739	0.8758	0.8758	2.102	-	-	2.102
H-69	8210	0.821	1.014	0.001014	0.416637	2.400171	11	0.2499	3.0716	0.4225	4.5751	10.98	2.324	8.65	8.6481
H-70	6300	0.63	0.778	0.000778	0.416691	2.39986	4	0.1471	0.9538	0.3242	1.5452	3.709	-	-	3.709
H-71	10800	1.08	1.334	0.001334	0.416601	2.400378	3	0.4325	0.8067	0.5557	1.221	2.931	-	-	2.931
H-72	9410	0.941	1.162	0.001162	0.416712	2.399739	2	0.3282	0.3742	0.4842	0.6653	1.597	-	-	1.597
H-73	3520	0.352	0.435	0.000435	0.416396	2.40156	1	0.046	0.046	0.1811	0.1811	0.435	-	-	0.435
H-74	6480	0.648	0.8	0.0008	0.41681	2.399175	4	0.1556	0.6861	0.3334	1.3152	3.157	-	-	3.157
H-75	4600	0.46	0.568	0.000568	0.416737	2.399595	3	0.0784	0.5305	0.2367	0.9818	2.357	-	-	2.357
H-76	10160	1.016	1.255	0.001255	0.416584	2.400476	2	0.3828	0.4521	0.5228	0.7451	1.789	-	-	1.789
H-77	4320	0.432	0.534	0.000534	0.416289	2.402177	1	0.0693	0.0693	0.2223	0.2223	0.534	-	-	0.534
H-78	11220	1.122	1.386	0.001386	0.416565	2.400586	2	0.4669	1.1818	0.5774	1.2922	3.101	-	-	3.101
H-79	13890	1.389	1.715	0.001715	0.416765	2.399434	1	0.7149	0.7149	0.7148	0.7148	1.715	-	-	1.715
H-80	28700	2.87	3.544	0.003544	0.416717	2.39971	1	3.0529	3.0529	1.4768	1.4768	3.544	-	-	3.544
H-81	65650	6.565	8.108	0.008108	0.416652	2.400084	1	15.9782	15.9782	3.3782	3.3782	8.108	-	-	8.108
H-82	68560	6.856	8.467	0.008467	0.416672	2.399969	44	17.4247	104.591	3.528	41.4904	99.58	2.324	65.26	65.258
H-83	31080	3.108	3.838	0.003838	0.416705	2.399779	43	3.5804	87.1662	1.5993	37.9624	91.11	2.324	59.66	59.66
H-84	55800	5.58	6.891	0.006891	0.416682	2.399912	1	11.5418	11.5418	2.8714	2.8714	6.891	-	-	6.891
H-85	67180	6.718	8.297	0.008297	0.41665	2.400096	2	16.7318	21.7681	3.4569	5.3536	12.85	-	-	12.849
H-86	36860	3.686	4.552	0.004552	0.416683	2.399906	1	5.0363	5.0363	1.8967	1.8967	4.552	-	-	4.552
H-87	5730	0.573	0.708	0.000708	0.416461	2.401185	1	0.1218	0.1218	0.2949	0.2949	0.708	-	-	0.708
H-88	24580	2.458	3.036	0.003036	0.416613	2.400309	2	2.2402	5.6728	1.2648	2.8307	6.794	-	-	6.794
H-89	30430	3.043	3.758	0.003758	0.416675	2.399952	1	3.4326	3.4326	1.5659	1.5659	3.758	-	-	3.758
H-90	56170	5.617	6.937	0.006937	0.416663	2.400021	36	11.6963	44.4813	2.8904	25.0125	60.03	2.324	40.51	40.512
H-91	25770	2.577	3.183	0.003183	0.416611	2.400321	1	2.4624	2.4624	1.3261	1.3261	3.183	-	-	3.183
H-92	32590	3.259	4.025	0.004025	0.41665	2.400096	34	3.9376	30.3226	1.677	20.796	49.91	2.324	33.59	33.593
H-93	9430	0.943	1.165	0.001165	0.416523	2.400828	33	0.3298	26.385	0.4852	19.119	45.89	2.324	31.06	31.057
H-94	4550	0.455	0.562	0.000562	0.416608	2.400338	32	0.0768	26.0552	0.2341	18.6338	44.72	2.324	30.5	30.496
H-95	4440	0.444	0.548	0.000548	0.416922	2.39853	4	0.073	0.86	0.2285	1.4856	3.565	-	-	3.565
H-96	6420	0.642	0.793	0.000793	0.416595	2.400413	3	0.1528	0.787	0.3304	1.2571	3.017	-	-	3.017
H-97	11120	1.112	1.373	0.001373	0.416761	2.399457	2	0.4582	0.6342	0.5722	0.9267	2.224	-	-	2.224
H-98	6890	0.689	0.851	0.000851	0.416622	2.400257	1	0.176	0.176	0.3545	0.3545	0.851	-	-	0.851
H-99	8920	0.892	1.102	0.001102	0.41652	2.400845	5	0.2951	1.1094	0.459	1.9626	4.711	-	-	4.711
H-100	5160	0.516	0.637	0.000637	0.416834	2.399037	4	0.0986	0.8143	0.2655	1.5036	3.609	-	-	3.609
H-101	7950	0.795	0.982	0.000982	0.41659	2.400442	3	0.2344	0.7157	0.4091	1.2381	2.972	-	-	2.972
H-102	7940	0.794	0.981	0.000981	0.41649	2.401018	2	0.2339	0.4813	0.4086	0.829	1.99	-	-	1.99
H-103	8170	0.817	1.009	0.001009	0.416662	2.400027	1	0.2474	0.2474	0.4204	0.4204	1.009	-	-	1.009
H-104	9440	0.944	1.166	0.001166	0.416607	2.400344	22	0.3304	24.009	0.4858	14.9515	35.89	2.324	26.34	26.339
H-105	13880	1.388	1.714	0.001714	0.416708	2.399762	21	0.7141	23.6786	0.7142	14.4657	34.72	2.324	25.77	25.774
H-106	2370	0.237	0.293	0.000293	0.41623	2.402518	20	0.0209	22.9645	0.122	13.7515	33.01	2.324	24.89	24.888
H-107	6760	0.676	0.835	0.000835	0.416594	2.400419	19	0.1695	22.9436	0.3479	13.6295	32.71	2.324	24.76	24.761
H-108	6433	0.643	0.794	0.000794	0.416719	2.399699	1	0.1532	0.1532	0.3309	0.3309	0.794	-	-	0.794
H-109	8030	0.803	0.992	0.000992	0.41654	2.40073	17	0.2392	22.6209	0.4132	12.9507	31.08	2.324	24	24.004
H-110	9070	0.907	1.12	0.00112	0.416718	2.399704	16	0.3049	22.3817	0.4667	12.5375	30.09	2.324	23.53	23.532
H-111	15640	1.564	1.932	0.001932	0.416565	2.400586	14	0.9072	20.3311	0.8048	10.9542	26.29	2.324	21.43	21.433
H-112	21700	2.17	2.68	0.00268	0.416656	2.400061	1	1.7457	1.7457	1.1166	1.1166	2.68	-	-	2.68
H-113	7840	0.784	0.968	0.000968	0.416767	2.399422	2	0.2278	0.552	0.4034	0.8845	2.123	-	-	2.123
H-114	9350	0.935	1.155	0.001155	0.416565	2.400586	1	0.3242	0.3242	0.4811	0.4811	1.155	-	-	1.155
H-115	54740	5.474	6.76	0.00676	0.416688	2.399877	11	11.1072	18.8719	2.8168	9.2649	22.24	2.324	19.36	19.361
H-116	24348	2.435	3.007	0.003007	0.416695	2.399837	10	2.1978	7.7647	1.253	6.4481	15.48	-	-	15.476
H-117	8310	0.831	1.026	0.001026	0.41678	2.399347	9	0.2559	5.5669	0.4276	5.1951	12.47	-	-	12.469
H-118	26200	2.62	3.236	0.003236	0.416625	2.40024	8	2.5451	5.311	1.3482	4.7675	11.44	-	-	11.443
H-119	10800	1.08	1.334	0.001334	0.416601	2.400378	7	0.4325	2.7659	0.5557	3.4193	8.207	-	-	8.207
H-120	12400	1.24	1.531	0.001531	0.416773	2.399388	6	0.5698	2.3334	0.6381	2.8636	6.873	-	-	6.873
H-121	10580	1.058	1.307	0.001307	0.416546	2.400695	5	0.4152	1.7636	0.5444	2.2255	5.342	-	-	5.342
H-122	10650	1.065	1.315	0.001315	0.416751	2.399514	4	0.4203	1.3484	0.548	1.6811	4.035	-	-	4.035
H-123	4200	0.42	0.519	0.000519	0.416423	2.401404	3	0.0655	0.9281	0.2161	1.1331	2.72	-	-	2.72
H-124	2830	0.283	0.35	0.00035	0.416074	2.403419	2	0.0298	0.8626	0.1456	0.917	2.201	-	-	2.201
H-125	14990	1.499	1.851	0.001851	0.416723	2.399676	1	0.8328	0.8328	0.7714	0.7714	1.851	-	-	1.851

ANEXO 1 - 3

RESULTADO DE CAUDALES EN LINEA - RED 1

RED 1 - SAN RAFAEL

DATOS			CAUDALES EN LINEA								VARIACION EN PORCENTAJES								TENDENCIAS
Tubería	Hid Acum	Área Acum (ha)	100	99	97	95	93	91	90	E.1	100	99	97	95	93	91	90	E.1	
			Q Acum (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	%	%	%	%	%	%	%	
RED 1-1																			
1	48	84.42	0.1038	0.0645	0.0604	0.0582	0.0567	0.0555	0.055	0.0645	100	62.1	58.2	56.1	54.6	53.5	53	62.1	
2	48	84.42	0.1038	0.0645	0.0604	0.0582	0.0567	0.0555	0.055	0.0645	100	62.1	58.2	56.1	54.6	53.5	53	62.1	
3	47	83.27	0.1028	0.0638	0.0598	0.0576	0.0561	0.0549	0.0544	0.0638	100	62.1	58.2	56	54.6	53.4	52.9	62.1	
4	47	83.27	0.1028	0.0638	0.0598	0.0576	0.0561	0.0549	0.0544	0.0638	100	62.1	58.2	56	54.6	53.4	52.9	62.1	
5	47	83.27	0.1028	0.0638	0.0598	0.0576	0.0561	0.0549	0.0544	0.0638	100	62.1	58.2	56	54.6	53.4	52.9	62.1	
6	47	83.27	0.1028	0.0638	0.0598	0.0576	0.0561	0.0549	0.0544	0.0638	100	62.1	58.2	56	54.6	53.4	52.9	62.1	
7	47	83.27	0.1028	0.0638	0.0598	0.0576	0.0561	0.0549	0.0544	0.0638	100	62.1	58.2	56	54.6	53.4	52.9	62.1	
8	47	83.27	0.1028	0.0638	0.0598	0.0576	0.0561	0.0549	0.0544	0.0638	100	62.1	58.2	56	54.6	53.4	52.9	62.1	
9	47	83.27	0.1028	0.0638	0.0598	0.0576	0.0561	0.0549	0.0544	0.0638	100	62.1	58.2	56	54.6	53.4	52.9	62.1	
10	46	82.18	0.1014	0.0632	0.0591	0.057	0.0555	0.0543	0.0538	0.0632	100	62.3	58.3	56.2	54.7	53.6	53.1	62.3	
11	45	80.9	0.0999	0.0624	0.0584	0.0563	0.0548	0.0536	0.0531	0.0624	100	62.5	58.5	56.4	54.9	53.7	53.2	62.5	
12	44	79.41	0.098	0.0616	0.0576	0.0554	0.054	0.0528	0.0522	0.0616	100	62.9	58.8	56.5	55.1	53.9	53.3	62.9	
13	43	78.11	0.0964	0.0608	0.0568	0.0547	0.0533	0.0521	0.0515	0.0608	100	63.1	58.9	56.7	55.3	54.1	53.4	63.1	
14	43	78.11	0.0964	0.0608	0.0568	0.0547	0.0533	0.0521	0.0515	0.0608	100	63.1	58.9	56.7	55.3	54.1	53.4	63.1	
15	43	78.11	0.0964	0.0608	0.0568	0.0547	0.0533	0.0521	0.0515	0.0608	100	63.1	58.9	56.7	55.3	54.1	53.4	63.1	
16	43	78.11	0.0964	0.0608	0.0568	0.0547	0.0533	0.0521	0.0515	0.0608	100	63.1	58.9	56.7	55.3	54.1	53.4	63.1	
17	43	78.11	0.0964	0.0608	0.0568	0.0547	0.0533	0.0521	0.0515	0.0608	100	63.1	58.9	56.7	55.3	54.1	53.4	63.1	
18	43	78.11	0.0964	0.0608	0.0568	0.0547	0.0533	0.0521	0.0515	0.0608	100	63.1	58.9	56.7	55.3	54.1	53.4	63.1	
19	43	78.11	0.0964	0.0608	0.0568	0.0547	0.0533	0.0521	0.0515	0.0608	100	63.1	58.9	56.7	55.3	54.1	53.4	63.1	
20	10	19.68	0.0243	0.0207	0.0187	0.0176	0.0169	0.0162	0.0159	0.0243	100	85.2	77	72.4	69.6	66.7	65.4	100	
21	9	17.64	0.0218	0.0193	0.0173	0.0163	0.0156	0.0149	0.0147	0.0218	100	88.5	79.4	74.8	71.6	68.4	67.4	100	
22	2	2.898	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0034	0.0032	0.0031	0.0036	100	100	100	100	94.4	88.9	86.1	100	
23	1	1.678	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	100	100	100	100	100	100	100	100	
24	7	14.74	0.0182	0.0174	0.0155	0.0145	0.0138	0.0132	0.013	0.0182	100	95.6	85.2	79.7	75.8	72.5	71.4	100	
25	7	14.74	0.0182	0.0174	0.0155	0.0145	0.0138	0.0132	0.013	0.0182	100	95.6	85.2	79.7	75.8	72.5	71.4	100	
26	6	14.51	0.0179	0.0172	0.0153	0.0143	0.0137	0.0131	0.0128	0.0179	100	96.1	85.5	79.9	76.5	73.2	71.5	100	
27	5	12.97	0.016	0.016	0.0143	0.0134	0.0127	0.0121	0.0119	0.016	100	100	89.4	83.8	79.4	75.6	74.4	100	
28	1	3.812	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	100	100	100	100	100	100	100	100	
29	4	9.157	0.0113	0.0113	0.011	0.0102	0.0097	0.0092	0.009	0.0113	100	100	97.4	90.3	85.8	81.4	79.7	100	
30	3	8.697	0.0107	0.0107	0.0107	0.01	0.0094	0.009	0.0088	0.0107	100	100	100	93.5	87.9	84.1	82.2	100	
31	1	4.39	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	100	100	100	100	100	100	100	100	
32	2	4.307	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0052	0.0049	0.0048	0.0053	100	100	100	100	98.1	92.5	90.6	100	
33	1	1.227	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	100	100	100	100	100	100	100	100	
34	1	1.227	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	100	100	100	100	100	100	100	100	
35	33	58.43	0.0721	0.0478	0.0443	0.0425	0.0413	0.0402	0.0398	0.0478	100	66.3	61.4	59	57.3	55.8	55.2	66.3	
36	32	56.82	0.0701	0.0468	0.0434	0.0416	0.0404	0.0393	0.0389	0.0468	100	66.8	61.9	59.3	57.6	56.1	55.5	66.8	
37	3	3.831	0.0047	0.0047	0.0046	0.0042	0.004	0.0038	0.0037	0.0047	100	100	97.9	89.4	85.1	80.9	78.7	100	
38	1	1.125	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	100	100	100	100	100	100	100	100	
39	2	2.706	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0032	0.003	0.0029	0.0033	100	100	100	100	97	90.9	87.9	100	
40	1	1.068	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	100	100	100	100	100	100	100	100	
41	29	52.99	0.0654	0.0445	0.0412	0.0394	0.0382	0.0372	0.0367	0.0445	100	68	63	60.2	58.4	56.9	56.1	68	
42	28	48.89	0.0604	0.0414	0.0383	0.0366	0.0355	0.0345	0.0341	0.0414	100	68.5	63.4	60.6	58.8	57.1	56.5	68.5	
43	27	46.96	0.058	0.0402	0.0371	0.0354	0.0343	0.0334	0.033	0.0402	100	69.3	64	61	59.1	57.6	56.9	69.3	
44	27	46.96	0.058	0.0402	0.0371	0.0354	0.0343	0.0334	0.033	0.0402	100	69.3	64	61	59.1	57.6	56.9	69.3	
45	26	45.24	0.0558	0.0391	0.036	0.0344	0.0333	0.0324	0.032	0.0391	100	70.1	64.5	61.7	59.7	58.1	57.4	70.1	
46	25	38.56	0.0476	0.0325	0.0301	0.0288	0.0279	0.0271	0.0268	0.0325	100	68.3	63.2	60.5	58.6	56.9	56.3	68.3	
47	2	4.757	0.0059	0.0059	0.0059	0.0059	0.0056	0.0053	0.0051	0.0059	100	100	100	100	94.9	89.8	86.4	100	
48	1	1.829	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023	100	100	100	100	100	100	100	100	
49	23	33.8	0.0417	0.0291	0.0268	0.0256	0.0248	0.0241	0.0238	0.0417	100	69.8	64.3	61.4	59.5	57.8	57.1	69.8	
50	23	33.8	0.0417	0.0291	0.0268	0.0256	0.0248	0.0241	0.0238	0.0417	100	69.8	64.3	61.4	59.5	57.8	57.1	69.8	
51	23	33.8	0.0417	0.0291	0.0268	0.0256	0.0248	0.0241	0.0238	0.0417	100	69.8	64.3	61.4	59.5	57.8	57.1	69.8	
52	2	4.267	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0051	0.0048	0.0047	0.0053	100	100	100	100	96.2	90.6	88.7	100	
53	1	1.427	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	100	100	100	100	100	100	100	100	
54	21	29.53	0.0365	0.026	0.0239	0.0228	0.0221	0.0214	0.0211	0.026	100	71.2	65.5	62.5	60.6	58.6	57.8	71.2	
55	21	29.53	0.0365	0.026	0.0239	0.0228	0.0221	0.0214	0.0211	0.026	100	71.2	65.5	62.5	60.6	58.6	57.8	71.2	
56	2	3.057	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0036	0.0035	0.0038	100	100	100	100	100	94.7	92.1	100	
57	1	0.684	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	100	100	100	100	100	100	100	100	
58	19	26.48	0.0327	0.0238	0.0219	0.0208	0.0201	0.0195	0.0192	0.0327	100	72.8	67	63.6	61.5	59.6	58.7	72.8	
59	18	24.17	0.0298	0.0221	0.0202	0.0192	0.0186	0.018	0.0178	0.0221	100	74.2	67.8	64.4	62.4	60.4	59.7	74.2	
60	18	24.17	0.0298	0.0221	0.0202	0.0192	0.0186	0.018	0.0178	0.0221	100	74.2	67.8	64.4	62.4	60.4	59.7	74.2	
61	17	22.97	0.0284	0.0213	0.0195	0.0185	0.0179	0.0173	0.0171	0.0213	100	75	68.7	65.1	63	60.9	60.2	75	
62	1	0.877	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	100	100	100	100	100	100	100	100	
63	16	22.09	0.0273	0.0208	0.019	0.018	0.0174	0.0168	0.0166	0.0208	100	76.2	69.6	65.9	63.7	61.5	60.8	76.2	
64	4	7.298	0.009	0.009	0.0089	0.0082	0.0078	0.0074	0.0072	0.009	100	100	98.9	91.1	86.7	82.2	80	100	
65	1	1.328																	

			100	99	97	95	93	91	90	E.1	100	99	97	95	93	90	RED	90	SAN	RAFAEL
72	12	14.79	0.0183	0.0146	0.0133	0.0125	0.012	0.0116	0.0115	0.0146	100	79.8	72.7	68.3	65.6	63.4	62.8	79.8		
73	3	4.609	0.0057	0.0057	0.0057	0.0053	0.005	0.0048	0.0047	0.0057	100	100	100	93	87.7	84.2	82.5	100		
74	1	0.694	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	100	100	100	100	100	100	100	100		
75	2	3.915	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0046	0.0044	0.0043	0.0048	100	100	100	100	95.8	91.7	89.6	100		
76	1	1.42	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	100	100	100	100	100	100	100	100		
77	9	10.18	0.0126	0.0108	0.0098	0.0092	0.0088	0.0085	0.0083	0.0126	100	85.7	77.8	73	69.8	67.5	65.9	100		
78	2	1.399	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0017	100	100	100	100	100	94.1	94.1	100		
79	1	0.41	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	100	100	100	100	100	100	100	100		
80	7	8.785	0.0109	0.0099	0.0089	0.0083	0.0079	0.0076	0.0075	0.0108	100	90.8	81.7	76.2	72.5	69.7	68.8	99.1		
81	1	0.366	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	100	100	100	100	100	100	100	100		
82	6	8.419	0.0104	0.0097	0.0087	0.0081	0.0077	0.0074	0.0073	0.0104	100	93.3	83.7	77.9	74	71.2	70.2	100		
83	2	1.296	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0015	0.0014	0.0014	0.0016	100	100	100	100	93.8	87.5	87.5	100		
84	1	0.502	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	100	100	100	100	100	100	100	100		
85	4	7.123	0.0088	0.0088	0.0079	0.0073	0.007	0.0067	0.0065	0.0088	100	100	89.8	83	79.6	76.1	73.9	100		
86	1	2.196	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	100	100	100	100	100	100	100	100		
87	3	4.927	0.0061	0.0061	0.0059	0.0055	0.0052	0.0049	0.0048	0.0061	100	100	96.7	90.2	85.3	80.3	78.7	100		
88	2	3.777	0.0047	0.0047	0.0047	0.0046	0.0044	0.0041	0.004	0.0047	100	100	100	97.9	93.6	87.2	85.1	100		
89	1	1.625	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	100	100	100	100	100	100	100	100		
RED 1-2																				
91	77	189.3	0.2338	0.1486	0.1387	0.1334	0.1299	0.1268	0.1255	0.1358	100	63.6	59.3	57.1	55.6	54.2	53.7	58.1		
92	2	16.16	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0196	0.0191	0.0199	100	100	100	100	100	98.5	96	100		
93	1	2.556	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	100	100	100	100	100	100	100	100		
94	75	173.1	0.2138	0.1364	0.1272	0.1224	0.1191	0.1163	0.1151	0.1246	100	63.8	59.5	57.3	55.7	54.4	53.8	58.3		
95	74	172.8	0.2134	0.1362	0.1271	0.1222	0.1189	0.1161	0.1149	0.1244	100	63.8	59.6	57.3	55.7	54.4	53.8	58.3		
96	74	172.8	0.2134	0.1362	0.1271	0.1222	0.1189	0.1161	0.1149	0.1244	100	63.8	59.6	57.3	55.7	54.4	53.8	58.3		
97	28	82.75	0.1022	0.0821	0.0745	0.0704	0.0677	0.0653	0.0643	0.0821	100	80.3	72.9	68.9	66.2	63.9	62.9	80.3		
98	27	64.73	0.0799	0.0634	0.0576	0.0545	0.0525	0.0506	0.0499	0.0634	100	79.4	72.1	68.2	65.7	63.3	62.5	79.4		
99	27	64.73	0.0799	0.0634	0.0576	0.0545	0.0525	0.0506	0.0499	0.0634	100	79.4	72.1	68.2	65.7	63.3	62.5	79.4		
100	26	48.01	0.0593	0.0433	0.0397	0.0378	0.0365	0.0354	0.0349	0.0433	100	73	67	63.7	61.6	59.7	58.9	73		
101	25	47.26	0.0584	0.0429	0.0393	0.0374	0.0361	0.035	0.0345	0.0429	100	73.5	67.3	64	61.8	59.9	59.1	73.5		
102	25	47.26	0.0584	0.0429	0.0393	0.0374	0.0361	0.035	0.0345	0.0429	100	73.5	67.3	64	61.8	59.9	59.1	73.5		
103	24	42.1	0.052	0.0387	0.0354	0.0337	0.0325	0.0315	0.031	0.0387	100	74.4	68.1	64.8	62.5	60.6	59.6	74.4		
104	24	42.1	0.052	0.0387	0.0354	0.0337	0.0325	0.0315	0.031	0.0387	100	74.4	68.1	64.8	62.5	60.6	59.6	74.4		
105	23	36.63	0.0452	0.034	0.0311	0.0295	0.0285	0.0276	0.0272	0.034	100	75.2	68.8	65.3	63.1	61.1	60.2	75.2		
106	23	36.63	0.0452	0.034	0.0311	0.0295	0.0285	0.0276	0.0272	0.034	100	75.2	68.8	65.3	63.1	61.1	60.2	75.2		
107	23	36.63	0.0452	0.034	0.0311	0.0295	0.0285	0.0276	0.0272	0.034	100	75.2	68.8	65.3	63.1	61.1	60.2	75.2		
108	22	36.27	0.0448	0.0338	0.0309	0.0294	0.0283	0.0274	0.027	0.0338	100	75.5	69	65.6	63.2	61.2	60.3	75.5		
109	5	17.79	0.022	0.0217	0.0193	0.018	0.0171	0.0164	0.0161	0.022	100	98.6	87.7	81.8	77.7	74.6	73.2	100		
110	4	16.43	0.0203	0.0203	0.0185	0.0172	0.0163	0.0156	0.0153	0.0203	100	100	91.1	84.7	80.3	76.9	75.4	100		
112	4	16.43	0.0203	0.0203	0.0185	0.0172	0.0163	0.0156	0.0153	0.0203	100	100	91.1	84.7	80.3	76.9	75.4	100		
113	3	9.749	0.012	0.012	0.0115	0.0107	0.0101	0.0096	0.0094	0.012	100	100	95.8	89.2	84.2	80	78.3	100		
114	2	6.105	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0071	0.0067	0.0065	0.0075	100	100	100	100	94.7	89.3	86.7	100		
115	1	3.434	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	100	100	100	100	100	100	100	100		
116	17	18.49	0.0228	0.018	0.0164	0.0155	0.0149	0.0144	0.0142	0.018	100	79	71.9	68	65.4	63.2	62.3	79		
117	17	18.49	0.0228	0.018	0.0164	0.0155	0.0149	0.0144	0.0142	0.018	100	79	71.9	68	65.4	63.2	62.3	79		
118	17	18.49	0.0228	0.018	0.0164	0.0155	0.0149	0.0144	0.0142	0.018	100	79	71.9	68	65.4	63.2	62.3	79		
119	16	17.45	0.0216	0.0174	0.0157	0.0149	0.0143	0.0138	0.0136	0.0174	100	80.6	72.7	69	66.2	63.9	63	80.6		
120	16	17.45	0.0216	0.0174	0.0157	0.0149	0.0143	0.0138	0.0136	0.0174	100	80.6	72.7	69	66.2	63.9	63	80.6		
121	1	0.305	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	100	100	100	100	100	100	100	100		
122	15	17.15	0.0212	0.0172	0.0156	0.0147	0.0141	0.0136	0.0134	0.0172	100	81.1	73.6	69.3	66.5	64.2	63.2	81.1		
123	14	16.3	0.0201	0.0167	0.0151	0.0142	0.0136	0.0131	0.0129	0.0167	100	83.1	75.1	70.7	67.7	65.2	64.2	83.1		
124	2	5.702	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.0068	0.0067	0.007	100	100	100	100	100	97.1	95.7	100		
125	1	4.666	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	100	100	100	100	100	100	100	100		
126	12	10.59	0.0131	0.0102	0.0093	0.0088	0.0085	0.0082	0.0081	0.0102	100	77.9	71	67.2	64.9	62.6	61.8	77.9		
127	1	1.702	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	100	100	100	100	100	100	100	100		
128	1	1.702	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	100	100	100	100	100	100	100	100		
129	11	8.891	0.011	0.0087	0.0079	0.0074	0.0072	0.0069	0.0068	0.011	100	79.1	71.8	67.3	65.5	62.7	61.8	90.9		
130	10	8.07	0.01	0.0081	0.0073	0.0069	0.0066	0.0064	0.0063	0.01	100	81	73	69	66	64	63	100		
131	10	8.07	0.01	0.0081	0.0073	0.0069	0.0066	0.0064	0.0063	0.01	100	81	73	69	66	64	63	100		
132	4	3.003	0.0037	0.0037	0.0034	0.0031	0.003	0.0029	0.0028	0.0037	100	100	91.9	83.8	81.1	78.4	75.7	100		
133	3	2.373	0.0029	0.0029	0.0029	0.0027	0.0026	0.0024	0.0024	0.0029	100	100	100	93.1	89.7	82.8	82.8	100		
134	2	1.293	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0015	0.0014	0.0016	100	100	100	100	100	93.8	87.5	100		
135	1	0.352	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	100	100	100	100	100	100	100	100		
136	6	5.067	0.0063	0.0058	0.0052	0.0048	0.0046	0.0044	0.0044	0.0063	100	92.1	82.5	76.2	73	69.8	6			

			100	99	97	95	93	91	90	E.1	100	99	97	95	93	RED	90	SAN	RAFAEL
151	42	70.67	0.0873	0.0577	0.0536	0.0514	0.0499	0.0486	0.0481	0.0577	100	66.1	61.4	58.9	57.2	55.7	55.1	66.1	
152	42	70.67	0.0873	0.0577	0.0536	0.0514	0.0499	0.0486	0.0481	0.0577	100	66.1	61.4	58.9	57.2	55.7	55.1	66.1	
153	42	70.67	0.0873	0.0577	0.0536	0.0514	0.0499	0.0486	0.0481	0.0577	100	66.1	61.4	58.9	57.2	55.7	55.1	66.1	
154	1	5.58	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	100	100	100	100	100	100	100	100	
155	41	65.09	0.0804	0.0533	0.0494	0.0474	0.0461	0.0449	0.0444	0.0533	100	66.3	61.4	59	57.3	55.9	55.2	66.3	
156	41	65.09	0.0804	0.0533	0.0494	0.0474	0.0461	0.0449	0.0444	0.0533	100	66.3	61.4	59	57.3	55.9	55.2	66.3	
157	41	65.09	0.0804	0.0533	0.0494	0.0474	0.0461	0.0449	0.0444	0.0533	100	66.3	61.4	59	57.3	55.9	55.2	66.3	
158	3	10.98	0.0136	0.0136	0.0136	0.0133	0.0126	0.0119	0.0116	0.0136	100	100	100	97.8	92.7	87.5	85.3	100	
159	2	10.4	0.0128	0.0128	0.0128	0.0128	0.0123	0.0116	0.0113	0.0128	100	100	100	100	96.1	90.6	88.3	100	
160	1	3.686	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	100	100	100	100	100	100	100	100	
161	1	0.573	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	100	100	100	100	100	100	100	100	
162	38	54.11	0.0668	0.0443	0.0412	0.0395	0.0383	0.0373	0.0369	0.0443	100	66.3	61.7	59.1	57.3	55.8	55.2	66.3	
163	2	5.01	0.0068	0.0068	0.0068	0.0067	0.0064	0.006	0.0059	0.0068	100	100	100	98.5	94.1	88.2	86.8	100	
164	1	3.043	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	0.0038	100	100	100	100	100	100	100	100	
165	36	48.61	0.06	0.0406	0.0376	0.036	0.0349	0.0339	0.0335	0.0406	100	67.7	62.7	60	58.2	56.5	55.8	67.7	
166	35	42.99	0.0531	0.0355	0.0329	0.0315	0.0306	0.0298	0.0295	0.0355	100	66.9	62	59.3	57.6	56.1	55.6	66.9	
167	1	2.577	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	100	100	100	100	100	100	100	100	
168	34	40.41	0.0499	0.0336	0.0311	0.0298	0.0289	0.0282	0.0278	0.0336	100	67.3	62.3	59.7	57.9	56.5	55.7	67.3	
169	34	40.41	0.0499	0.0336	0.0311	0.0298	0.0289	0.0282	0.0278	0.0336	100	67.3	62.3	59.7	57.9	56.5	55.7	67.3	
170	33	37.15	0.0459	0.0311	0.0288	0.0275	0.0267	0.026	0.0257	0.0311	100	67.8	62.8	59.9	58.2	56.6	56	67.8	
171	32	36.21	0.0447	0.0305	0.0282	0.027	0.0262	0.0255	0.0252	0.0305	100	68.2	63.1	60.4	58.6	57.1	56.4	68.2	
172	32	36.21	0.0447	0.0305	0.0282	0.027	0.0262	0.0255	0.0252	0.0305	100	68.2	63.1	60.4	58.6	57.1	56.4	68.2	
173	31	35.76	0.0442	0.0303	0.028	0.0268	0.0259	0.0252	0.0249	0.0303	100	68.6	63.4	60.6	58.6	57	56.3	68.6	
174	31	35.76	0.0442	0.0303	0.028	0.0268	0.0259	0.0252	0.0249	0.0303	100	68.6	63.4	60.6	58.6	57	56.3	68.6	
175	4	2.887	0.0036	0.0036	0.0032	0.003	0.0029	0.0027	0.0027	0.0036	100	100	88.9	83.3	80.6	75	75	100	
176	4	2.887	0.0036	0.0036	0.0032	0.003	0.0029	0.0027	0.0027	0.0036	100	100	88.9	83.3	80.6	75	75	100	
177	3	2.443	0.003	0.003	0.0029	0.0027	0.0026	0.0024	0.0024	0.003	100	100	96.7	90	86.7	80	80	100	
178	2	1.801	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0021	0.002	0.0019	0.0022	100	100	100	100	95.5	90.9	86.4	100	
179	1	0.689	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	100	100	100	100	100	100	100	100	
180	27	32.87	0.0406	0.0286	0.0263	0.0251	0.0243	0.0236	0.0233	0.0286	100	70.4	64.8	61.8	59.9	58.1	57.4	70.4	
181	5	3.814	0.0047	0.0044	0.0039	0.0037	0.0035	0.0034	0.0033	0.0047	100	93.6	83	78.7	74.5	72.3	70.2	100	
182	4	2.922	0.0036	0.0036	0.0032	0.003	0.0028	0.0027	0.0027	0.0036	100	100	88.9	83.3	77.8	75	75	100	
183	4	2.922	0.0036	0.0036	0.0032	0.003	0.0028	0.0027	0.0027	0.0036	100	100	88.9	83.3	77.8	75	75	100	
184	3	2.406	0.003	0.003	0.0028	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.003	100	100	93.3	86.7	83.3	80	76.7	100	
185	2	1.611	0.002	0.002	0.002	0.002	0.0019	0.0018	0.0017	0.002	100	100	100	100	95	90	85	100	
186	1	0.817	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	100	100	100	100	100	100	100	100	
187	22	29.06	0.0359	0.0264	0.0242	0.023	0.0222	0.0215	0.0212	0.0264	100	73.5	67.4	64.1	61.8	59.9	59.1	73.5	
188	21	28.11	0.0347	0.0258	0.0236	0.0224	0.0217	0.021	0.0207	0.0258	100	74.4	68	64.6	62.5	60.5	59.7	74.4	
189	20	26.72	0.033	0.0249	0.0228	0.0216	0.0208	0.0202	0.0199	0.0249	100	75.5	69.1	65.5	63	61.2	60.3	75.5	
190	20	26.72	0.033	0.0249	0.0228	0.0216	0.0208	0.0202	0.0199	0.0249	100	75.5	69.1	65.5	63	61.2	60.3	75.5	
191	19	26.49	0.0327	0.0248	0.0226	0.0215	0.0207	0.02	0.0198	0.0248	100	75.8	69.1	65.8	63.3	61.2	60.6	75.8	
192	18	25.81	0.0319	0.0244	0.0223	0.0211	0.0203	0.0197	0.0194	0.0244	100	76.5	69.9	66.1	63.6	61.8	60.8	76.5	
193	1	0.643	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	100	100	100	100	100	100	100	100	
194	17	25.17	0.0311	0.024	0.0219	0.0208	0.02	0.0193	0.019	0.024	100	77.2	70.4	66.9	64.3	62.1	61.1	77.2	
195	16	24.36	0.0301	0.0236	0.0214	0.0203	0.0195	0.0189	0.0186	0.0236	100	78.4	71.1	67.4	64.8	62.8	61.8	78.4	
196	15	23.46	0.029	0.023	0.0209	0.0198	0.019	0.0184	0.0181	0.023	100	79.3	72.1	68.3	65.5	63.5	62.4	79.3	
197	1	2.17	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	100	100	100	100	100	100	100	100	
198	14	21.29	0.0263	0.0215	0.0194	0.0183	0.0176	0.017	0.0167	0.0215	100	81.8	73.8	69.6	66.9	64.6	63.5	81.8	
199	13	19.72	0.0244	0.0204	0.0184	0.0174	0.0167	0.0161	0.0158	0.0244	100	83.6	75.4	71.3	68.4	66	64.8	83.6	
200	13	19.72	0.0244	0.0204	0.0184	0.0174	0.0167	0.0161	0.0158	0.0244	100	83.6	75.4	71.3	68.4	66	64.8	83.6	
201	2	1.719	0.0021	0.0021	0.0021	0.0021	0.002	0.0019	0.0018	0.0021	100	100	100	100	95.2	90.5	85.7	100	
202	1	0.935	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	100	100	100	100	100	100	100	100	
203	11	18	0.0222	0.0194	0.0174	0.0164	0.0157	0.0151	0.0148	0.0194	100	87.4	78.4	73.9	70.7	68	66.7	87.4	
204	10	12.53	0.0155	0.0129	0.0117	0.011	0.0106	0.0102	0.01	0.0155	100	83.2	75.5	71	68.4	65.8	64.5	100	
206	10	12.53	0.0155	0.0129	0.0117	0.011	0.0106	0.0102	0.01	0.0155	100	83.2	75.5	71	68.4	65.8	64.5	100	
207	9	10.1	0.0125	0.0107	0.0096	0.0091	0.0087	0.0084	0.0082	0.0125	100	85.6	76.8	72.8	69.6	67.2	65.6	100	
208	9	10.1	0.0125	0.0107	0.0096	0.0091	0.0087	0.0084	0.0082	0.0125	100	85.6	76.8	72.8	69.6	67.2	65.6	100	
209	8	9.265	0.0114	0.0101	0.0091	0.0085	0.0082	0.0079	0.0077	0.0114	100	88.6	79.8	74.6	71.9	69.3	67.5	100	
210	7	6.645	0.0082	0.0073	0.0065	0.0061	0.0059	0.0056	0.0055	0.0082	100	89	79.3	74.4	72	68.3	67.1	100	
211	6	5.565	0.0069	0.0064	0.0057	0.0054	0.0051	0.0049	0.0048	0.0069	100	92.8	82.6	78.3	73.9	71	69.6	100	
212	5	4.325	0.0053	0.0053	0.0047	0.0044	0.0042	0.004	0.0039	0.0053	100	100	88.7	83	79.3	75.5	73.6	100	
213	5	4.325	0.0053	0.0053	0.0047	0.0044	0.0042	0.004	0.0039	0.0053	100	100	88.7	83	79.3	75.5	73.6	100	
214	4	3.267	0.004	0.004	0.0039	0.0036</													

ANEXO 1 - 4

DATOS DE NUDO CABECERA

COTA (m)	4085
ALTURA (m)	1.7
J min	0.01644

SIMBOLOGIA TUBERIA

	PRINCIPAL
	SECUNDARIO
	TERCIARIO

DATOS FLUIDO

temperatura	10 °C
	1E-06 m ² /s

DATOS DE TUBERIA Y PARA PERDIDAS

ks	0.0015 mm
f	0.02
% Hmf	10 %

REQUERIMIENTO DE VELOCIDAD

Vmin	0.5 m/s
Vmax	2.5 m/s

REQUERIMIENTO DE PRESION

P MIN NUDO	1 m.c.a
P MAX NUDO	50 m.c.a
P MIN HID	25 m.c.a
P MAX HID	50 m.c.a

DATOS DE MATERIALES

PVC	31400
POLIETILENO	5200
AGUA	20670

E (kg/cm ²)	0.858280255
	3.975

DATOS NUDOS				DATOS LINEA				BASE DE DATOS				PERDIDAS DE CARGA				V.R.P				COMPROBACION				GOLPE DE ARRIETE										
ID TUB.	NUDO INI	NUDO FIN	COTA Z (m)	PRESION MIN (m.c.a)	J (m ³ /s)	D (mm) teorica	D (mm) comercial	MPa	V (m/s)	REYNOLDS	f	Hf (m)	H _{res} (m)	H _{man} (m)	Perdidas al nudo #	Z + H _{man} al nudo #	CONSIGNA (m.c.a)	COTA piezometrica	PRESION ESTATICA	PRESION DINAMICA	PRESION MIN	PRESION MAX	VELOCIDAD MIN	VELOCIDAD MAX	espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE T (s)	GOLPE DE ARRIETE (m.c.a)	SOBREPRESION (m.c.a)	P. TRABAJO (m.c.a)	CUMPLE P. TRABAJO			
1	2	H-1	4080	25	125.37	0.104	0.03191	255.2	355	0.63	337.6	1.2	299632	0.015	0.369	0.0369	0.4059	4080.4	4086.7	6.7	6.294	OK	OK	OK	OK	8.7	270.3976	0.9273	31.9622	40.3621869	64.24387	OK		
2	3	H-1	4052	25	361.26	0.104	0.01644	255.2	355	0.8	333	1.2	303771	0.014	1.137	0.1137	1.2507	4053.7	4086.7	6.7	34.043	OK	OK	OK	OK	11	304.5964	2.3721	37.0062	73.4062202	81.57952	OK		
3	4	H-1	4050	25	246.68	0.103	0.04636	254.2	355	0.8	333	1.2	300844	0.015	0.763	0.0763	0.8393	4050.8	4056.5	6.5	35.861	OK	OK	OK	OK	11	304.5964	1.6197	36.6497	44.8497048	81.57952	OK		
4	5	H-1	4028	25	49.797	0.103	0.07151	254.2	355	0.8	333	1.2	300844	0.015	0.154	0.0154	0.1694	4029	4056.5	28.5	27.491	OK	OK	OK	OK	11	304.5964	0.327	36.6497	66.8497048	81.57952	OK		
5	6	H-1	4021	25	27.437	0.103	0.07773	254.2	355	0.8	333	1.2	300844	0.015	0.085	0.0085	0.0935	4022.1	4056.5	35.5	34.398	OK	OK	OK	OK	11	304.5964	0.1802	36.6497	67.8497048	81.57952	OK		
6	7	H-1	4028	25	48.218	0.103	0.06521	254.2	355	0.8	333	1.2	300844	0.015	0.149	0.0149	0.1639	4029.3	4056.5	28.5	27.234	OK	OK	OK	OK	11	304.5964	0.3166	36.6497	66.8497048	81.57952	OK		
7	8	H-1	4043	25	49.646	0.103	0.04513	254.2	315	0.63	299.6	1.5	334383	0.014	0.256	0.0256	0.2816	4044.5	4056.5	13.5	11.922	OK	OK	OK	OK	7.7	270.0474	0.3677	40.1412	55.3412194	64.24387	OK		
8	9	H-2	4042	25	64.659	0.103	0.04316	254.2	315	0.63	299.6	1.5	334383	0.014	0.333	0.0333	0.3663	4043.9	4056.5	14.5	12.586	OK	OK	OK	OK	7.7	270.0474	0.4789	40.1412	56.3412194	64.24387	OK		
9	10	H-2	4027.5	25	336.55	0.103	0.02482	254.2	315	0.8	295.4	1.5	339137	0.014	1.854	0.1854	2.0394	3.9534	4031.5	4056.5	29	25.047	OK	OK	OK	OK	9.8	305.2218	2.2053	46.669	77.3690285	81.57952	OK	
10	11	H-2	4026	25	115.03	0.101	0.03287	252.9	315	0.8	295.4	1.5	334519	0.014	0.618	0.0618	0.6798	4.6332	4030.6	4056.5	30.5	25.867	OK	OK	OK	OK	9.8	305.2218	0.7537	46.0335	78.2334608	81.57952	OK	
11	12	H-3	4014	25	102.64	0.11	0.03812	251.3	315	1	290.8	1.5	334783	0.014	0.579	0.0579	0.6369	5.2701	4031.8	4056.5	40.5	37.23	OK	OK	OK	OK	12.1	339.8407	0.6041	52.1076	96.3076232	101.9744	OK	
12	13	H-4	4016	25	39.432	0.098	0.02808	249.4	315	1	290.8	1.5	328416	0.014	0.215	0.0215	0.2365	5.5066	4021.5	4056.5	40.5	34.993	OK	OK	OK	OK	12.1	339.8407	0.2321	51.1166	93.316588	101.9744	OK	
13	14	H-5	4019.5	25	32.387	0.096	0.04031	247.8	315	1	290.8	1.5	320544	0.014	0.171	0.0171	0.1891	5.9842	4025.4	4056.5	37	31.905	OK	OK	OK	OK	12.1	339.8407	0.1924	48.7962	84.3820309	101.9744	OK	
14	15	H-9	4005	25	56.504	0.096	0.04772	247.8	315	1.25	285	1.5	329629	0.014	0.329	0.0329	0.3619	3.9619	4004.5	4006.36	1.36	51.138	OK	FALSO	OK	OK	15	379.3688	0.2979	58.4373	67.4972896	127.468	OK	
15	16	H-10	3968	25	144.2	0.096	0.06445	247.8	315	1.25	285	1.5	329629	0.014	0.84	0.084	0.924	1.2859	3969.3	4006.36	38.36	37.074	OK	OK	OK	OK	15	379.3688	0.7602	58.4373	98.4972896	127.468	OK	
16	17	H-11	3970	25	5.0687	0.096	0.06316	247.8	315	1.25	285	1.5	329629	0.014	0.03	0.003	0.033	1.3189	3971.3	4006.36	36.36	35.041	OK	OK	OK	OK	15	379.3688	0.0267	58.4373	96.4972896	127.468	OK	
17	18	H-12	3965	25	50.627	0.096	0.06413	247.8	315	1.25	285	1.5	329629	0.014	0.295	0.0295	0.3245	3.245	3965.3	1	3966.32	1.32	41.036	OK	OK	OK	OK	15	379.3688	0.2669	58.4373	61.4572896	127.468	OK
18	19	H-13	3952	25	116.7	0.096	0.06693	247.8	315	1.25	285	1.5	329629	0.014	0.68	0.068	0.748	1.0725	3953.1	3966.32	14.32	13.247	OK	OK	OK	OK	15	379.3688	0.6152	58.4373	74.4572896	127.468	OK	
19	20	H-14	3936.5	25	86.348	0.096	0.07165	247.8	315	1.25	285	1.5	329629	0.014	0.503	0.0503	0.5533	1.6258	3938.1	3966.32	29.82	28.194	OK	OK	OK	OK	15	379.3688	0.4552	58.4373	89.9572896	127.468	OK	
20	21	H-6	3937	25	13.347	0.024	0.05937	142.8	200	0.63	190.2	0.9	124505	0.017	0.045	0.0045	0.0495	1.6753	3938.7	3966.32	29.32	27.644	OK	OK	OK	OK	4.9	270.3583	0.0987	23.5703	54.5903482	64.24387	OK	
21	22	H-6	3930	25	113.96	0.022	0.07045	136.7	200	0.63	190.2	0.8	111696	0.018	0.317	0.0317	0.3487	2.024	3932	3966.32	36.32	34.296	OK	OK	OK	OK	4.9	270.3583	0.843	21.1454	59.1654157	64.24387	OK	
22	23	H-7	3930	25	83.304	0.004	0.05729	66.5	75	0.63	71.4	0.9	491357	0.021	1.012	0.1012	1.1132	3.1372	3933.1	3966.32	36.32	32.983	OK	OK	OK	OK	1.8	267.546	0.6227	24.5216	62.5416071	64.24387	OK	
23	24	H-7	3928	25	86.483	0.002	0.05604	53.6	50	0.8	47	1.2	43542.6	0.022	2.076	0.2076	2.2736	6.4108	3934.4	3966.32	38.32	31.909	OK	OK	OK	OK	1.5	299.6288	0.5773	36.9699	76.9898947	81.57952	OK	
24	25	H-17	3930	25	4.7159	0.018	0.0703	127.2	200	0.63	190.2	0.6	93251	0.018	0.909	0.0909	0.0999	0.0999	3930	3936	6	36.31	OK	OK	OK	OK	4.9	270.3583	0.0349	17.6535	25.3535127	64.24387	OK	
25	26	H-9	3909.6	25	203.57	0.018	0.06282	127.2	180	0.63	152.2	1.2	116533	0.017	1.193	0.1193	1.3123	3.222	3910.9	3936	26.4	25.078	OK	OK	OK	OK	3.9	269.6583	1.5099	27.4945	55.5977403	64.24387	OK	
26	27	H-10	3908	25	147.41	0.018	0.05981	122.6	180	0.63	152.2	1.2	114612	0.018	0.838	0.0838	0.9218	2.244	3912.0	3936	28	25.756	OK	OK	OK	OK	3.9	269.6583	1.0933	27.0477	56.7444788	64.24387	OK	
27	28	H-18	3896	25	83.274	0.016	0.07162	120.8	160	0.8	150	0.9	103949	0.018	0.415	0.0415	0.4565	2.7005	3898.7	3936	40	37.3	OK	OK	OK	OK	5	305.9142	0.5444	28.2344	69.9343789	81.57952	OK	
28	29	H-18	3890	25	59.636	0.005	0.06333	74	110	0.63	104.6	0.5	43788.4	0.022	0.188	0.0188	0.2068	2.9073	3892.9	3936	46	43.993	OK	OK	OK	OK	2.7	270.8124	0.4007	15.9077	62.7877067	64.24387	OK	
29	30	H-12	3898	25	95.19	0.011	0.05956	105.1	110	0.63	104.6	0.6	73414.2	0.019	0.254	0.0254	0.2794	3.8983	3914.7	3914.7	16.7	37.721	OK	OK	OK	OK	5	305.9142	0.6219	19.9405	64.3305298	81.57952	OK	
30	31	H-12	3890	25	144.4	0.005	0.07045	102.9	110	0.63	1																							

DATOS NUDOS				BASE DE DATOS										V.R.P				COMPROBACION				GOLPE DE ARRIETE												
ID TUB.	NUDO INI	NUDO FIN	COTA Z (m)	PREISION (MN)	L (m)	Q (m ³ /s)	J (mm)	D (mm) (teorico)	D (mm) (comercial)	MPa	D (mm) (interio)	V (m/s)	REYNOLDS	f	Hf (m)	Hmf (m)	H _{resaca} (m)	Perdidas al nudo 8	Z + H _{resaca} al nudo	CONSIGNA (m.c.a.)	COTA piezometrica	PREISION ESTATICA	PREISION DINAMICA	PREISION MIN	PREISION MAX	VELOCIDAD	espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE	GOLPE DE ARRIETE	SORPRESSION (m.c.a.)	P. TRABAJO (m.c.a.)	CUMPLE P. TRABAJO	
81	40	H-42	3571	25	203.98	5E-04	0.10776	30.2	32	1.25	29	0.8	16802.1	0.027	0.651	0.0651	0.7161	1.1737	3572.2	3572.2	3597.2	26.2	25.026	OK	OK	OK	1.5	376.314	0.1266	29.0379	56.9379417	127.468	OK	
82	40	41	3542	1	207.98	0.01	0.11478	10.7	110	1	101.6	1.3	99754.0	0.018	3.104	0.3104	3.1444	3.872	3545.9	3597.2	3597.2	55.2	51.328	OK	FALSO	OK	4.2	338.8022	1.2277	44.3003	101.203012	101.9744	OK	
83	41	H-43	3542.5	25	28.727	0.002	0.10893	48.1	63	0.8	59	0.6	26427.8	0.024	0.206	0.2026	0.2266	4.0986	3546.6	3597.2	3597.2	54.7	50.601	OK	FALSO	OK	2	308.3753	0.1863	18.3966	74.7965612	81.57952	OK	
84	H-43	H-44	3542	25	116.57	6E-04	0.10642	32.5	40	1	37	0.6	15803.1	0.028	1.376	0.1376	1.5136	5.6122	3547.6	3597.2	3597.2	55.2	49.588	OK	OK	OK	1.5	335.6993	0.6943	19.0959	75.9358675	101.9744	OK	
85	41	42	3542	1	27.317	0.009	0.11412	95.1	110	1	101.6	1.1	84407.6	0.019	0.3	0.03	0.33	4.202	3546.2	3597.2	3597.2	55.2	50.998	OK	FALSO	OK	4.2	338.8022	0.1602	37.4872	94.3871639	101.9744	OK	
86	42	H-45	3545	25	87.789	0.003	0.10647	59.3	75	0.8	70.4	0.7	37375.2	0.022	0.684	0.0684	0.7524	4.9544	3550	3597.2	3597.2	52.2	47.246	OK	OK	OK	2.3	302.9661	0.5795	21.4238	75.3238082	81.57952	OK	
87	42	H-46	3542	25	95.594	0.006	0.10692	82.1	110	1.25	99.6	0.8	59684.7	0.02	0.604	0.0604	0.6644	4.6644	3542.7	3570.15	3570.15	28.15	54.536	OK	FALSO	OK	5.2	377.9499	0.5059	30.1638	60.0138271	127.468	OK	
88	H-46	H-47	3520	25	212.12	0.005	0.10678	74	90	0.8	84.4	0.8	54268.5	0.021	1.861	0.1861	2.0471	2.7115	3522.7	3570.15	3570.15	50.15	47.439	OK	OK	OK	2.8	305.2218	1.3899	26.1378	77.9878343	81.57952	OK	
89	H-47	H-48	3519	25	17.891	0.002	0.1066	52.6	63	0.8	59	0.7	33034.7	0.023	0.191	0.0191	0.2101	2.9216	3521.9	3570.15	3570.15	51.15	48.228	OK	OK	OK	2	308.3753	0.116	22.9957	75.8457032	81.57952	OK	
90	1	43	4055	1	133.03	0.234	0.218	353.2	400	0.8	375.2	2.1	60726.0	0.013	1.032	0.1032	1.1352	1.1352	4056.1	3.96	4060.1	4060.1	5.1	3.965	OK	OK	OK	12.4	304.6668	0.8733	65.6727	72.4727331	81.57952	OK
91	43	44	4035	1	67.432	0.234	0.24444	353.2	400	1.25	362	2.3	62940.3	0.013	0.622	0.0622	0.6842	1.8194	4036.8	4060.1	4060.1	25.1	23.281	OK	OK	OK	19	378.8816	0.356	87.7348	114.534819	127.468	OK	
92	44	H-49	4031.7	25	48.313	0.02	0.11376	131.8	160	0.63	152.2	1.1	127418	0.017	0.332	0.0332	0.3652	2.1846	4033.9	4060.1	4060.1	28.4	26.215	OK	OK	OK	3.9	269.6583	0.3583	30.0662	60.11662087	64.24387	OK	
93	H-49	H-50	4032	25	21.953	0.003	0.10343	63.5	75	0.63	71.4	0.8	43676.2	0.022	0.216	0.0216	0.2376	2.4222	4034.4	4060.1	4060.1	28.1	25.678	OK	OK	OK	1.8	267.548	0.1641	21.797	51.5969848	64.24387	OK	
94	44	H-51	4033	25	24.739	0.214	0.11989	340.5	400	1.25	362	2.1	57562.0	0.013	0.194	0.0194	0.2134	2.0328	4035	4060.1	4060.1	27.1	25.076	OK	OK	OK	19	378.8816	0.1306	80.2297	109.879292	127.468	OK	
95	H-51	45	4032	1	42.362	0.213	0.19435	340.5	400	1.25	362	2.1	57448.5	0.013	0.331	0.0331	0.3641	2.3969	4034.4	4060.1	4060.1	28.1	25.703	OK	OK	OK	19	378.8816	0.2236	80.0796	109.879596	127.468	OK	
96	45	46	4020	1	27.446	0.213	0.11938	340.5	400	1.25	362	2.1	57488.5	0.013	0.189	0.0189	0.2079	2.079	4011.2	9.59	4020.8	4020.8	9.8	48.892	OK	OK	OK	19	378.8816	0.4883	38.3511	49.8511469	127.468	OK
97	46	H-52	4011	25	92.502	0.102	0.07726	253.6	400	1.25	362	1	275128	0.015	0.063	0.0063	0.0693	0.2772	4011.3	4020.8	4020.8	9.8	9.523	OK	OK	OK	8.7	270.3976	0.2527	24.6029	36.1028787	64.24387	OK	
98	H-52	47	4011	1	34.767	0.08	0.10917	229.9	355	0.63	337.6	0.9	230641	0.015	0.063	0.0063	0.0693	0.2772	4011.3	4020.8	4020.8	9.8	9.523	OK	OK	OK	8.7	270.3976	0.2527	24.6029	36.1028787	64.24387	OK	
99	47	H-53	3995	25	237.58	0.08	0.07122	229.9	355	0.63	337.6	0.9	230641	0.015	0.436	0.0436	0.4796	0.7568	3995.8	4020.8	4020.8	25.8	25.043	OK	OK	OK	8.7	270.3976	1.7573	24.6029	52.1028787	64.24387	OK	
100	H-53	H-54	3982.5	25	280.15	0.059	0.06532	204	355	0.63	337.6	0.7	171177	0.016	0.3	0.03	0.33	1.0868	3983.6	4020.8	4020.8	38.3	37.213	OK	OK	OK	8.7	270.3976	0.2722	18.2597	58.2597079	64.24387	OK	
101	H-54	48	3975	1	55.957	0.058	0.08776	202.8	355	0.8	333	0.7	170908	0.016	0.062	0.0062	0.0682	1.155	3976.2	4020.8	4020.8	45.8	44.645	OK	OK	OK	11	304.5964	0.3651	20.8205	68.3204561	81.57952	OK	
102	48	H-55	3959	25	53.592	0.058	0.07796	202.8	355	1	327.6	0.7	173725	0.016	0.064	0.0064	0.0704	0.7074	3959.1	1	3960.07	1.07	61.73	OK	FALSO	OK	13.7	304.6544	0.3146	24.0591	26.8291431	101.9744	OK	
103	H-55	49	3925	1	149.26	0.052	0.11004	193.6	315	0.63	299.6	0.7	169143	0.016	0.224	0.0224	0.2464	0.2464	3925.2	1	3926.25	1.25	34.824	OK	OK	OK	7.7	270.0474	1.1054	20.3049	23.2548976	64.24387	OK	
104	49	H-56	3885	25	257.77	0.052	0.10278	193.6	315	0.63	299.6	0.7	169143	0.016	0.387	0.0387	0.4257	0.6721	3885.7	3926.25	3926.25	41.25	30.578	OK	OK	OK	7.7	270.0474	1.9091	20.3049	63.2548976	64.24387	OK	
105	H-56	50	3895	1	16.095	0.045	0.10996	183	250	0.63	237.8	1	185233	0.016	0.057	0.0057	0.0738	3895.7	3926.25	3926.25	61.25	40.751	OK	OK	OK	6.1	269.7984	0.1193	27.9895	60.9395084	64.24387	OK		
106	50	51	3880	1	52.026	0.045	0.1152	183	250	0.8	234.4	1	187920	0.016	0.197	0.0197	0.2167	0.9515	3881	3926.25	3926.25	46.25	45.298	OK	OK	OK	7.8	305.6651	0.3404	32.637	80.5869974	81.57952	OK	
107	51	H-57	3867	25	40.837	0.045	0.10654	183	250	0.8	234.4	1	187920	0.016	0.155	0.0155	0.1705	0.1705	3867.2	1	3868.17	1.17	59.079	OK	FALSO	OK	7.8	305.6651	0.2672	32.637	30.569974	81.57952	OK	
108	52	53	3836	1	111.12	0.045	0.12898	182.4	250	0.8	234.4	1	186257	0.016	0.414	0.0414	0.4554	0.6259	3836.6	3868.17	3868.17	32.17	31.644	OK	OK	OK	7.8	305.6651	0.7271	32.3482	66.2181733	81.57952	OK	
109	H-57	H-58	3836	25	2.9325	0.022	0.11632	137.2	200	0.63	190.2	0.8	112721	0.018	0.008	0.0008	0.0088	0.0088	3836	6.44	3848.45	6.45	32.161	OK	OK	OK	4.9	270.3583	0.0217	21.3394	29.4894101	64.24387	OK	
110	H-58	54	3825	1	117.62	0.02	0.12676	132.9	160	0.63	152.2	1.1	129979	0.017	0.839	0.0839	0.9229	0.9317	3825.9	3848.45	3848.45	17.45	16.518	OK	OK	OK	3.9	269.6583	0.8724	30.6706	49.8205541	64.24387	OK	
111	54	H-59	3816	25	62.412	0.02	0.11588	132.9	160	0.63	152.2	1.1	129979	0.017	0.445	0.0445	0.4895	1.4212	3817.9	3848.45	3848.45	26.45	25.029	OK	OK	OK	3.9	269.6583	0.4629	30.6706	58.8205541	64.24387	OK	
112	H-59	H-60	3807	25	102.1	0.012	0.11459	107.7	160	0.63	152.2	0.7	76835	0.019	0.284	0.0284	0.3124	1.7336	3808.7	3848.45	3848.45	35.45	33.716	OK	OK	OK	3.9	269.6583	0.7573	18.1304	55.280374	64.24387	OK	
114	H-60	H-61	3795	25	153.69	0.008	0.11222	89.2	1																									

DATOS NUDOS				DATOS LINEA				BASE DE DATOS				PERDIDAS DE CARGA							V.R.P		COMPROBACION				GOLPE DE ARIETE								
ID TUB.	NUDO INI	NUDO FIN	COTA Z (m)	PRESSION MIN (kg/cm²)	L (m)	Q (m³/s)	J (mm)	D (mm) tecnico	D (mm) comercial	MPa	D (mm) interno	V (m/s)	REYNOLDS	f	Hf (m)	Hmf (m)	H _{resaca} (m)	Perdidas al nudo 8	Z + H _{resaca} al nudo 8	CONSIGNA (m.c.a.)	COTA piezometrica	PRESSION ESTATICA	PRESSION DINAMICA	PRESSION MIN	PRESSION MAX	VELOCIDAD	espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE	GOLPE DE ARIETE	SOBRREPRESION (m.c.a.)	P. TRABAJO (m.c.a.)	CUMPLE P. TRABAJO
167	77	H-91	3776	25	55.213	0.003	0.13194	63.5	90	0.63	85.6	0.6	36430.8	0.022	0.229	0.0229	0.2519	2.3826	3778.4		3804	28	25.6177	OK	OK	OK	2.2	270.0474	0.4089	15.3068	45.0067692	64.24387	OK
168	77	78	3777	1	4.3351	0.05	0.14608	190.4	200	1.25	181	1.9	268667	0.015	0.068	0.0068	0.0748	2.2055	3779.2		3804	27	24.795	OK	OK	OK	9.5	378.8816	0.0229	74.9011	103.60107	127.468	OK
169	78	H-92	3764	25	82.259	0.05	0.13554	190.4	200	1.25	181	1.9	268667	0.015	1.294	0.1294	1.4234	3.6289	3767.6		3804	40	36.371	OK	OK	OK	9.5	378.8816	0.4342	74.9011	116.60107	127.468	OK
170	H-92	H-93	3763	25	9.7162	0.046	0.1354	184.2	200	1.25	181	1.8	247131	0.015	0.131	0.0131	0.1441	3.773	3766.8		3804	41	37.227	OK	OK	OK	9.5	378.8816	0.0513	68.897	111.596977	127.468	OK
171	H-93	79	3759	1	40.81	0.045	0.1455	182.2	200	1.25	181	1.7	240670	0.015	0.518	0.0518	0.5698	4.3428	3763.3		3804	45	40.657	OK	OK	OK	9.5	378.8816	0.2126	67.0957	113.795747	127.468	OK
172	79	H-94	3749	25	97.297	0.045	0.13342	182.2	200	1.25	181	1.7	240670	0.015	1.254	0.1254	1.3794	3.7504	3750.4		3751.38	2.38	53.621	OK	FALSO	OK	9.5	378.8816	0.5136	67.0957	71.1754774	127.468	OK
173	H-94	80	3730	1	174.54	0.044	0.14128	181.4	200	1.25	181	1.7	237978	0.015	2.204	0.2204	2.4244	3.8038	3733.8		3751.38	21.38	17.576	OK	OK	OK	9.5	378.8816	0.9214	66.3452	89.4252357	127.468	OK
174	80	81	3717	1	217.74	0.044	0.13476	181.4	200	1.25	181	1.7	237978	0.015	2.749	0.2749	3.0239	6.8277	3723.8		3751.38	46.38	36.595	OK	OK	OK	9.5	378.8816	1.1494	66.3452	102.425236	127.468	OK
175	81	82	3703	1	94.652	0.004	0.1352	66.5	75	0.8	70.4	0.9	49833.6	0.021	1.23	0.123	1.353	8.1807	3711.2		3751.38	48.38	40.199	OK	OK	OK	2.3	302.9961	0.6248	28.5651	78.6450761	81.57952	OK
176	82	H-95	3705	25	112.2	0.004	0.12115	66.5	75	0.8	70.4	0.9	49833.6	0.021	1.458	0.1458	1.6038	9.7845	3714.8		3751.38	46.38	36.595	OK	OK	OK	2.3	302.9961	0.7406	28.5651	75.86450761	81.57952	OK
177	H-95	H-96	3701	25	60.416	0.003	0.12004	61.8	75	0.8	70.4	0.8	41528	0.022	0.568	0.0568	0.6248	10.409	3711.4		3751.38	50.38	39.971	OK	OK	OK	2.3	302.9961	0.3988	23.8042	75.86450761	81.57952	OK
178	H-96	H-97	3695	25	56.079	0.002	0.1198	54.6	75	0.8	70.4	0.6	30453.9	0.023	0.304	0.0304	0.3344	10.3344	3695.3		3706	11	56.046	OK	FALSO	OK	2.3	302.9961	0.3702	17.4564	30.1564362	81.57952	OK
179	H-97	H-98	3679	25	79.378	9E-04	0.12188	38.2	50	0.8	47	0.5	18661.1	0.026	0.611	0.0611	0.6721	1.0065	3680		3706	27	25.994	OK	OK	OK	1.5	299.6288	0.5298	15.8442	44.5442407	81.57952	OK
180	81	83	3717	1	77.912	0.041	0.13101	175.3	200	1.25	181	1.6	218595	0.015	0.843	0.0843	0.9273	7.755	3724.8		3751.38	34.38	26.625	OK	OK	OK	9.5	378.8816	0.4113	60.9415	97.021548	127.468	OK
181	83	H-99	3709	25	106.89	0.005	0.1207	74	110	0.63	104.6	0.5	43788.4	0.022	0.336	0.0336	0.3696	8.1246	3717.1		3751.38	42.38	34.255	OK	OK	OK	2.7	270.6124	0.79	15.0877	59.1677063	64.24387	OK
182	H-99	84	3707	1	270.63	0.004	0.1186	66.5	90	0.63	85.6	0.6	40984.7	0.022	1.381	0.1381	1.5191	9.6437	3716.6		3751.38	44.38	34.736	OK	OK	OK	2.2	270.0474	2.0043	17.2201	63.3001146	64.24387	OK
183	84	H-100	3710	25	78.718	0.004	0.10745	66.5	90	0.63	85.6	0.5	40984.7	0.022	0.402	0.0402	0.4422	10.086	3720.1		3751.38	41.38	31.294	OK	OK	OK	2.2	270.0474	0.583	17.2201	60.3001146	64.24387	OK
184	H-100	H-101	3709	25	147.52	0.003	0.10308	61.8	90	0.63	85.6	0.5	34153.9	0.023	0.545	0.0545	0.5995	10.685	3719.7		3751.38	42.38	31.693	OK	OK	OK	2.2	270.0474	1.0925	14.3501	58.4300959	64.24387	OK
185	H-101	H-102	3708.5	25	32.728	0.002	0.10225	62.6	75	0.8	70.4	0.5	27685.4	0.024	0.15	0.015	0.165	10.85	3719.4		3751.38	42.88	32.033	OK	OK	OK	2.3	302.9961	0.216	15.8695	60.4494871	81.57952	OK
186	H-102	H-103	3704	25	33.648	0.001	0.10255	39.9	50	0.8	47	0.6	20734.6	0.026	0.312	0.0312	0.3432	11.194	3715.2		3751.38	47.38	36.186	OK	OK	OK	1.5	299.6288	0.2246	17.6047	66.6847124	81.57952	OK
187	83	H-104	3708	25	46.937	0.036	0.12359	166.9	200	1.25	181	1.4	193290	0.016	0.407	0.0407	0.4477	8.2027	3716.2		3751.38	43.38	35.177	OK	OK	OK	9.5	378.8816	0.2478	53.8867	98.9667426	127.468	OK
188	H-104	H-105	3695	25	129.46	0.035	0.12258	164.7	200	1.25	181	1.3	186829	0.016	1.055	0.1055	1.1605	1.1605	3696.2		3702	7	55.22	OK	FALSO	OK	9.5	378.8816	0.6834	52.0855	60.7855134	127.468	OK
189	H-105	85	3690	1	131.43	0.033	0.12673	161.4	160	0.8	150	1.9	214395	0.016	2.416	0.2416	2.6576	3.8181	3693.8		3702	12	8.182	OK	OK	OK	5	305.9142	0.8593	58.2334	71.9334038	81.57952	OK
190	85	H-106	3669	25	139.54	0.033	0.12036	161.4	160	1	147.6	1.9	217881	0.015	2.772	0.2772	3.0492	6.8673	3675.9		3702	33	26.133	OK	OK	OK	6.2	341.3682	0.8175	67.1128	101.812802	101.9744	OK
191	H-106	H-107	3669	25	40.436	0.033	0.11888	160.8	160	1	147.6	1.9	215691	0.015	0.79	0.079	0.869	7.7363	3676.7		3702	33	25.264	OK	OK	OK	6.2	341.3682	0.2369	66.5027	101.202688	101.9744	OK
192	H-107	86	3671	1	53.097	0.032	0.12357	159.2	160	1	147.6	1.9	210619	0.016	0.992	0.0992	1.0912	8.8275	3679.8		3702	31	22.173	OK	OK	OK	6.2	341.3682	0.3111	64.8757	97.5757082	101.9744	OK
193	86	H-108	3650	25	71.574	8E-04	0.1201	36.4	40	1	37	0.7	21070.8	0.026	1.4	0.14	1.54	10.368	3660.4		3702	52	41.633	OK	OK	OK	1.5	335.6993	0.4264	25.4612	79.1611559	101.9744	OK
194	86	H-109	3663	25	48.152	0.031	0.24466	157.6	160	1.25	144.8	1.9	209307	0.016	0.942	0.0942	1.0362	9.8637	3672.9		3702	39	29.136	OK	OK	OK	7.6	378.8816	0.2542	72.9404	113.640357	127.468	OK
195	H-109	H-110	3659	25	28.937	0.03	5.20179	155.6	160	1.25	144.8	1.8	202577	0.016	0.534	0.0534	0.5874	9.8637	3659.6		3664	5	42.413	OK	OK	OK	7.6	378.8816	0.1527	70.595	77.295008	127.468	OK
196	H-110	87	3644	1	94.759	0.029	2.5604	153.3	160	1.25	144.8	1.8	195174	0.016	1.634	0.1634	1.7974	2.3848	3646.4		3664	20	17.615	OK	OK	OK	7.6	378.8816	0.5002	68.0151	89.7151231	127.468	OK
197	87	H-112	3627	25	126.04	0.003	1.45356	59.3	75	0.8	70.4	0.7	37375.2	0.022	0.983	0.0983	1.0813	3.4651	3630.5		3664	37	33.534	OK	OK	OK	2.3	302.9961	0.832	21.4238	60.123808	81.57952	OK
198	87	H-111	3635.5	25	63.065	0.026	1.80705	147.4	160	1.25	144.8	1.6	177003	0.016	0.911	0.0911	1.0021	1.0021	3636.5		3639.5	4	27.498	OK	OK	OK	7.6	378.8816	0.3329	61.6827	67.3826788	127.468	OK
199	H-111	88	3625	1	107.12	0.024	1.34196	143	160	1.25	144.8	1.5	164215	0.016	1.352	0.1352	1.4872	2.4893	3627.5		3639.5	14.5	12.011	OK	OK	OK	7.6	378.8816	0.5655	57.2265	73.4265165	127.468	OK
200	88	89	3609	1	133.61	0.024	0.99865	143	160	1.25	144.8	1.5	164215	0.016	1.687	0.1687	1.8557	4.345	3613.3		3639.5	30.5	26.155	OK	OK	OK	7.6	378.8816	0.7053	57.2265	89.4265165	127.468	OK
201	89	H-113	3609	25	7.0082	0.002	0.93442	53.6	75	0.63	71.4	0.5	28662.5	0.024	0.033	0.0033	0.0363	4.3813	3613.4		3639.5	30.5	26.119	OK	OK	OK	1.8	267.548	0.0524	14.3043	46.5042704	64.24387	OK
202	H-113	H-114	3609	25	63.577	0.001	0.82566	42.9	50	0.8	47	0.7	24881.5	0.025	0.812	0.0812	0.8932	5.2745	3614.3		3639.5	30.5	25.226	OK	OK	OK	1.5	299.6288	0.4244	21.1257	53.3256557	81.57952	OK
203	89	H-115	3606	25	89.956	0.022	0.80269	137.7	160	1.25	144.8	1.3	194909	0.017	0.958	0.0958	1.0538	5.3															

ANEXO 1 - 5

DATOS DE NUDO CABECERA				SIMBOLOGIA TUBERIA			DATOS FLUIDO			DATOS DE TUBERIA Y PARA PERDIDAS				REQUERIMIENTO DE VELOCIDAD		REQUERIMIENTO DE PRESION		DATOS DE MATERIALES																
COTA (m)				PRINCIPAL			temperatura (°C)			Ks				Vmin		P-MIN NUDO		E (kg/cm ²)																
ALTURA (m)				SECUNDARIO			1E-06 m ² /s			% Hmf				Vmax		P-MIN HID		PVC																
Jmin				TERCIARIO																														
COTA (m)				PRINCIPAL			temperatura (°C)			Ks				Vmin		P-MIN NUDO		E (kg/cm ²)																
ALTURA (m)				SECUNDARIO			1E-06 m ² /s			% Hmf				Vmax		P-MIN HID		PVC																
Jmin				TERCIARIO																														
ID TUB.	NUDO INI	NUDO FIN	COTA 2	PRESION MIN (m)	L (m)	Q (m ³ /s)	J (m/m)	D (mm) teorico	D (mm) comercial	MPA	D (mm) interno	V (m/s)	REYNOLDS	f	Hf (m)	Hmf (m)	H _{manca} (m)	Perdidas al nudo 0	Z + H _{manca}	CONSIGNA (m.c.a.)	COTA piezometrica	PRESION ESTATICA	PRESION DINAMICA	COMPROBACION		VELOCIDAD		espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE	GOLPE DE ARRIETE	SOBREPRESION (m.c.a.)	P. TRABAJO (m.c.a.)	CUMPLE P. TRABAJO
1	1	2	4080	1	125.37	125.37	0.0645	0.03191	211	315	0.63	299.6	0.9	209802	0.016	0.277	0.0277	0.3047	0.3047	4080.3	4086.7	6.7	6.395	OK	OK	OK	OK	7.7	27.047	0.9285	25.1859	63.585881	64.24387	OK
2	2	H-1	4052	25	361.26	486.63	0.0645	0.016444	211	315	0.63	299.6	0.9	209802	0.016	0.799	0.0799	0.8789	1.1836	4053.2	4086.7	5.7	33.516	OK	OK	OK	OK	7.7	27.047	2.6755	25.1859	61.585881	64.24387	OK
3	H-1	3	4050	1	246.68	733.31	0.0638	0.04636	210.1	315	0.63	299.6	0.9	207526	0.016	0.535	0.0535	0.5789	1.7721	4051.8	4055.7	34.7	34.928	OK	OK	OK	OK	7.7	27.047	1.827	24.9125	32.312547	64.24387	OK
4	3	4	4028	1	49.797	733.11	0.0638	0.07751	210.1	315	0.63	299.6	0.9	207526	0.016	0.108	0.1008	0.1188	0.4029.9	4055.7	4055.7	27.7	25.809	OK	OK	OK	OK	7.7	27.047	0.3688	54.312547	64.24387	OK	
5	4	5	4021	1	27.437	810.55	0.0638	0.07773	210.1	315	0.63	299.6	0.9	207526	0.016	0.06	0.006	0.066	1.9569	4023	4055.7	34.7	32.743	OK	OK	OK	OK	7.7	27.047	0.2032	24.9125	61.312547	64.24387	OK
6	5	6	4028	1	48.218	858.76	0.0638	0.06521	210.1	315	0.63	299.6	0.9	207526	0.016	0.105	0.105	0.1155	0.2724	4030.1	4055.7	27.7	25.828	OK	OK	OK	OK	7.7	27.047	0.3571	24.9125	54.312547	64.24387	OK
7	6	7	4043	1	49.646	908.41	0.0638	0.04513	210.1	315	0.63	299.6	0.9	207526	0.016	0.108	0.1008	0.1188	2.1912	4045.2	4055.7	12.7	10.509	OK	OK	OK	OK	7.7	27.047	0.3677	24.9125	39.312547	64.24387	OK
8	7	8	4042	1	64.659	973.07	0.0638	0.04316	210.1	315	0.63	299.6	0.9	207526	0.016	0.14	0.014	0.154	2.3452	4044.3	4055.7	13.7	11.355	OK	OK	OK	OK	7.7	27.047	0.4789	24.9125	40.312547	64.24387	OK
9	8	H-2	4027.5	25	336.55	1309.6	0.0638	0.02482	210.1	315	0.63	299.6	0.9	207526	0.016	0.73	0.073	0.803	3.1482	4030.6	4055.7	28.2	25.052	OK	OK	OK	OK	7.7	27.047	2.4926	24.9125	54.812547	64.24387	OK
10	H-2	H-3	4026	25	115.03	1424.6	0.0632	0.02387	209.3	250	0.6	234.4	1.5	262756	0.015	0.799	0.0799	0.8789	4.0271	4030	4055.7	29.7	25.673	OK	OK	OK	OK	7.8	305.665	0.7526	45.634	77.034029	81.57952	OK
11	H-3	H-4	4014	25	102.64	1527.3	0.0624	0.03012	208.2	250	1	230.8	1.5	263476	0.015	0.751	0.0751	0.8261	4.8532	4018.9	4055.7	41.7	36.847	OK	OK	OK	OK	9.6	339.79	0.6042	51.6612	95.061166	101.9744	OK
12	H-4	H-5	4016	25	39.432	1566.7	0.0616	0.02808	207.1	250	1	230.8	1.5	260098	0.015	0.282	0.0282	0.31262	5.1634	4021.2	4055.7	39.7	34.537	OK	OK	OK	OK	9.6	339.79	0.2321	50.9988	92.398845	101.9744	OK
14	H-5	9	4019.5	1	32.387	1599.1	0.0608	0.04403	206.1	250	1	230.8	1.5	256720	0.015	0.226	0.0226	0.2486	5.412	4024.9	4055.7	36.2	30.788	OK	OK	OK	OK	9.6	339.79	0.1906	50.3365	88.236523	101.9744	OK
15	9	10	4005	1	56.504	1655.6	0.0608	0.04479	206.1	250	1.25	226.2	1.5	261941	0.015	0.109	0.009	0.099	9.625	3939.6	4055.7	41.1	401.889	OK	OK	OK	OK	11.9	379.259	0.0349	16.8745	35.44875	127.468	OK
16	10	11	3968	1	144.2	1789.8	0.0608	0.04455	206.1	250	1.25	226.2	1.5	261941	0.015	1.226	0.1226	1.2199	7.1093	3975.1	4011.89	43.89	36.781	OK	OK	OK	OK	11.9	379.291	0.7604	58.4968	104.08678	127.468	OK
17	11	12	3970	1	5.0687	1804.9	0.0608	0.06316	206.1	250	1.25	226.2	1.5	261941	0.015	0.309	0.0309	0.0429	7.1522	3972.2	4011.89	41.89	34.738	OK	OK	OK	OK	11.9	379.291	0.0267	58.4968	102.08678	127.468	OK
18	12	13	3965	1	50.627	1855.5	0.0608	0.06413	206.1	250	1.25	226.2	1.5	261941	0.015	0.389	0.0389	0.4279	7.5801	3972.6	4011.89	41.89	34.738	OK	OK	OK	OK	11.9	379.291	0.0267	58.4968	102.08678	127.468	OK
19	13	14	3952	1	116.7	1972.2	0.0608	0.06693	206.1	250	1.25	226.2	1.5	261941	0.015	0.897	0.0897	0.9867	8.5668	3960.6	3973.58	21.58	13.013	OK	OK	OK	OK	11.9	379.291	0.6153	58.4968	81.77675	127.468	OK
20	14	15	3936.5	1	86.348	2058.6	0.0608	0.07165	206.1	250	1.25	226.2	1.5	261941	0.015	0.664	0.0664	0.7304	9.2972	3945.8	3973.58	37.08	27.783	OK	OK	OK	OK	11.9	379.291	0.4553	58.4968	97.27675	127.468	OK
21	H-6	16	3937	25	13.347	2071.9	0.0207	0.05937	133.9	200	0.63	190.2	0.7	106060	0.018	0.304	0.0304	0.3346	9.3346	3946.3	3973.58	36.58	27.245	OK	OK	OK	OK	4.9	270.358	0.0887	20.0784	58.358445	64.24387	OK
22	H-6	17	3930	1	113.96	2185.9	0.0193	0.07045	130.2	200	0.63	190.2	0.7	98887.1	0.018	0.255	0.0255	0.2805	9.6151	3936.6	3973.58	43.58	33.965	OK	OK	OK	OK	4.9	270.358	0.0947	18.7205	64.000483	64.24387	OK
23	H-7	17	3930	25	83.304	2269.2	0.0036	0.05729	66.5	90	0.63	85.6	0.6	40984.7	0.022	0.425	0.0425	0.4074	10.083	3940.1	3973.58	43.58	33.497	OK	OK	OK	OK	2.2	270.047	0.617	17.2201	62.500115	64.24387	OK
24	H-7	18	3928	25	86.483	2355.6	0.0021	0.05604	53.6	63	0.8	59	0.8	34686.5	0.023	0.404	0.0404	0.1464	11.187	3939.2	3973.58	45.58	34.393	OK	OK	OK	OK	2	308.375	0.5609	24.1455	71.425486	81.57952	OK
25	H-7	19	3930	25	4.7159	2190.6	0.0174	0.0703	124.9	200	0.63	190.2	0.6	89152.1	0.018	0.009	0.009	0.099	9.625	3939.6	3973.58	45.58	33.955	OK	OK	OK	OK	4.9	270.358	0.0349	16.8745	35.44875	127.468	OK
26	H-9	10	3909.6	25	203.57	2394.2	0.0174	0.06282	124.9	160	0.63	152.2	1	111411	0.018	0.11	0.011	0.122	10.835	3920.4	3945.5	35.9	25.055	OK	OK	OK	OK	3.9	689.658	1.5099	26.289	63.889048	64.24387	OK
27	H-9	11	3908	25	147.51	2541.6	0.0172	0.05981	124.4	160	0.8	150	1	111475	0.018	0.837	0.0837	0.9207	11.756	3919.8	3945.5	35.9	25.744	OK	OK	OK	OK	5	305.914	0.9637	30.252	63.859519	81.57952	OK
28	H-10	18	3896	1	83.274	2624.8	0.016	0.07162	120.8	160	0.8	150	0.9	103949	0.018	0.415	0.0415	0.4565	12.212	3908.2	3945.5	45.5	37.288	OK	OK	OK	OK	5	305.914	0.5444	28.2344	79.434379	81.57952	OK
29	H-10	19	3890	25	59.636	2684.5	0.0047	0.06333	74	110	0.8	103.2	0.6	44382.4	0.022	0.2	0.02	0.22	12.432	3902.4	3945.5	59.5	43.068	OK	OK	OK	OK	3.4	304.212	0.3921	17.4243	74.624324	81.57952	OK
30	H-12	19	3898	25	95.13	2720	0.0113	0.05956	105.1	160	0.8	150	0.6	73414.2	0.019	0.254	0.0254	0.2794	12.492	3910.5	3916.5	18.5	35.008	OK	OK	OK	OK	5	305.914	0.6219	19.9405	60.14053	81.57952	OK
31	H-12	20	3890	1	33.829	2753.8	0.0107	0.07045	102.9	110	0.63	104.6	1.2	99688.4	0.018	0.462	0.0462	0.5082	13	3903	3916.5	26.5	13.5	OK	OK	OK	OK	2.7	270.612	0.25	34.3486	62.548611	64.24387	OK
32	H-13	13	3878	25	93.159	2847	0.0054	0.06393	78.2	110	0.63	104.																						

DATOS NUDOS				DATOS LINEA				BASE DE DATOS										PERDIDAS DE CARGA				V.R.P		COMPROBACION				GOLPE DE ARRIETE						
ID TUB.	NUDO INI	NUDO FIN	COTA Z	PRESSION MIN	L (m)	L (m)	Q (m³/s)	J (m/m)	D (mm)	D (mm) comercial	MFA	D (mm) interior	V (m/s)	REYNOLDS	f	Hf (m)	Hf (m) comercial	H _{resaca} (m)	Perdidas (m)	Z + H _{resaca} (m)	CONSIGNA (m.c.a.)	COTA ALTERNATIVA	PRESSION ESTATICA	PRESSION DINAMICA	PRESSION MIN	PRESSION MAX	VELOCIDAD (m/s)	espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE	GOLPE DE ARRIETE (m.c.a.)	SOBREPRESION (m.c.a.)	P. TRABAJO (m.c.a.)	CUMPLE P. TRABAJO
85	41	42	3542	25	27.137	4749.2	0.0088	0.11412	95.1	110	1	101.6	1.1	8440.67	0.019	0.3	0.03	0.33	23.266	3564.5	3594.12	52.12	29.654	OK	OK	OK	OK	4.2	338.802	0.1602	37.4872	91.307164	101.9744	OK
86	42	H-45	3545	25	87.789	4837	0.0067	0.10647	59.3	75	0.8	70.4	0.7	37375.2	0.022	0.684	0.0684	0.7523	24.616	3568.2	3594.12	49.12	25.901	OK	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.5795	21.4238	72.243988	81.57952	OK
87	42	H-46	3542	25	95.954	4844.8	0.0061	0.10692	82.1	110	1	101.6	0.8	5809.8	0.02	0.549	0.0549	0.6039	23.07	3565.1	3570.15	28.15	29.05	OK	OK	OK	OK	4.2	338.802	0.5843	25.9854	55.83542	101.9744	OK
88	H-46	H-47	3520	25	212.12	5056.9	0.0047	0.10678	74	90	0.8	84.6	0.8	54268.5	0.021	1.861	0.1861	0.20471	25.117	3565.1	3570.15	50.15	25.033	OK	OK	OK	OK	2.8	305.222	1.3669	26.1378	77.987834	81.57952	OK
89	H-47	H-48	3519	25	17.891	5074.8	0.0062	0.10666	52.6	63	0.8	59	0.7	33034.7	0.023	0.191	0.0191	0.2101	25.328	3564.5	3570.15	51.15	25.823	OK	OK	OK	OK	2	308.375	0.113	22.9957	75.845703	81.57952	OK
90	41	43	4055	1	133.03	133.03	0.1486	0.218	294.6	400	0.8	375.2	1.3	385966	0.014	0.452	0.0452	0.4972	45.424	3564.5	3458.9	3.9	3.403	OK	OK	OK	OK	12.4	304.667	0.8736	41.7407	47.340666	81.57952	OK
91	43	44	4035	1	67.432	200.46	0.1486	0.24444	294.6	400	0.8	375.2	1.3	385966	0.014	0.229	0.0229	0.2519	0.7491	4035.7	4058.9	23.9	23.151	OK	OK	OK	OK	12.4	304.667	0.4427	41.7407	67.340666	81.57952	OK
92	44	H-49	4031.7	25	48.313	248.77	0.0199	0.13768	131.8	160	0.63	152.2	1.1	127418	0.017	0.332	0.0332	0.3652	1.1	4032.8	4058.9	27.2	26.086	OK	OK	OK	OK	1.8	269.658	0.3583	30.0662	58.966209	64.24387	OK
93	H-49	H-50	4032	25	21.953	270.72	0.0032	0.10343	63.5	75	0.63	71.4	0.8	43676.2	0.022	0.166	0.0166	0.2376	1.3519	4033.4	4058.9	26.9	25.548	OK	OK	OK	OK	1.8	267.548	0.1641	21.937	50.386984	64.24387	OK
94	44	H-51	4033	25	24.739	225.2	0.1364	0.11989	284.7	355	0.63	337.6	1.5	39373.6	0.014	0.12	0.012	0.132	0.8811	4033.9	4038.8	5.8	25.019	OK	OK	OK	OK	8.7	270.398	0.183	42.0004	49.500408	64.24387	OK
95	H-51	45	4032	1	42.362	267.56	0.1362	0.19435	284.5	355	0.63	337.6	1.5	39315.8	0.014	0.204	0.0204	0.2244	1.1055	4033.1	4038.8	6.8	5.895	OK	OK	OK	OK	8.7	270.398	0.3133	41.9388	50.438822	64.24387	OK
96	45	46	4020	1	274.46	542.02	0.1362	0.11808	284.4	355	0.63	337.6	1.5	39315.8	0.014	0.1324	0.1324	1.4564	2.5619	4022.6	4038.8	18.8	16.238	OK	OK	OK	OK	8.7	270.398	0.2001	41.9388	62.438822	64.24387	OK
97	46	H-52	4011	25	92.502	634.53	0.0821	0.07722	234.5	355	0.63	337.6	1.5	23699.2	0.014	0.178	0.0178	0.1958	2.7577	4013.8	4038.8	27.8	25.042	OK	OK	OK	OK	8.7	270.398	0.6842	25.2803	54.780303	64.24387	OK
98	H-52	47	4011	1	34.167	668.69	0.0634	0.10917	209.5	315	0.63	299.6	0.9	20622.4	0.016	0.073	0.0073	0.0803	2.838	4013.8	4038.8	27.8	24.962	OK	OK	OK	OK	7.7	270.47	0.253	24.7664	54.256356	64.24387	OK
99	47	H-53	3995	25	237.58	906.27	0.0634	0.07172	209.5	315	0.8	295.4	0.9	20915.7	0.016	0.545	0.0545	0.5995	3.4375	3998.4	4038.8	43.8	40.363	OK	OK	OK	OK	8.7	205.222	1.5568	28.7823	74.282262	81.57952	OK
100	H-53	H-54	3982.5	25	280.15	1186.4	0.0433	0.06532	179.9	315	0.8	295.4	0.6	14284.7	0.017	0.323	0.0323	0.3583	3.7928	3986.3	3988	5.5	52.807	OK	OK	OK	OK	9.8	305.222	1.8357	19.6573	26.857286	81.57952	OK
101	H-54	48	3975	1	55.597	1242	0.0429	0.08776	179.2	315	0.8	295.4	0.6	14152.7	0.017	0.061	0.0061	0.0671	3.9232	3962.9	3988	4.9	19.138	OK	OK	OK	OK	9.8	305.222	0.3512	19.4757	26.105694	81.57952	OK
102	48	H-55	3959	25	53.592	1295.6	0.0429	0.07796	179.2	315	0.8	295.4	0.6	14152.7	0.017	0.141	0.0141	0.1551	4.0843	3929.1	3988	5.08	34.846	OK	OK	OK	OK	9.8	305.222	0.978	17.569	24.348983	81.57952	OK
103	H-55	49	3925	1	149.26	1444.9	0.0387	0.11004	172	315	0.8	295.4	0.6	12767.1	0.017	0.141	0.0141	0.1551	4.0843	3929.1	3930.08	5.08	40.184	OK	OK	OK	OK	7.8	305.665	1.6866	27.9436	74.723627	81.57952	OK
104	49	H-56	3885	25	257.77	1702.6	0.0387	0.10278	172	250	0.8	234.4	0.9	16089.6	0.016	0.738	0.0738	0.8118	4.981	3899.9	3930.08	35.08	35.104	OK	OK	OK	OK	7.8	305.665	0.1053	24.55	61.329955	81.57952	OK
105	H-56	50	3895	1	16.095	1718.7	0.034	0.10996	163.3	250	0.8	234.4	0.8	14135.6	0.017	0.036	0.0036	0.0396	4.9357	3899.9	3930.08	35.08	40.144	OK	OK	OK	OK	7.8	305.665	0.3404	24.55	76.329955	81.57952	OK
106	50	51	3880	1	52.026	1770.8	0.034	0.1152	163.3	250	0.8	234.4	0.8	14135.6	0.017	0.118	0.0118	0.1298	5.0655	3885.1	3930.08	35.08	40.144	OK	OK	OK	OK	7.8	305.665	0.2672	24.55	32.419955	81.57952	OK
107	51	H-57	3867	25	40.837	1811.6	0.034	0.10654	163.3	250	0.8	234.4	0.8	14135.6	0.017	0.093	0.0093	0.1023	5.1678	3872.2	3873.17	37.17	37.1728	OK	OK	OK	OK	7.8	305.665	0.2721	24.4055	63.275451	81.57952	OK
108	H-57	52	3836	1	111.12	1922.7	0.0338	0.12898	162.9	250	0.8	234.4	0.8	14052.4	0.017	0.249	0.0249	0.2739	5.4417	3841.4	3847.9	37.17	31.728	OK	OK	OK	OK	7.8	305.665	0.1822	15.6866	29.268647	81.57952	OK
109	52	H-58	3836	25	2.9325	1925.7	0.0217	0.1632	136.5	250	0.8	234.4	0.5	90218.3	0.018	0.003	0.0003	0.0033	5.445	3841.4	3847.9	11.9	31.725	OK	OK	OK	OK	7.8	305.665	0.0924	15.6866	29.268647	81.57952	OK
110	H-58	54	3825	25	117.62	2043.3	0.0203	0.12676	132.9	160	0.63	152.2	1.1	12997.9	0.017	0.839	0.0839	0.9229	6.3679	3831.4	3847.9	22.9	16.532	OK	OK	OK	OK	3.9	269.658	0.1872	30.6706	55.270557	64.24387	OK
111	54	H-59	3816	25	63.112	2105.7	0.0203	0.11588	132.9	160	0.8	150	1.1	13188.6	0.017	0.477	0.0477	0.5247	6.8926	3822.9	3847.9	31.9	25.007	OK	OK	OK	OK	5	305.914	0.1048	35.8224	69.422368	81.57952	OK
112	H-59	60	3807	25	102.1	2207.8	0.0203	0.11459	107.7	160	0.8	157	0.7	77961.3	0.019	0.304	0.0304	0.3344	7.227	3814.2	3847.9	40.8	33.573	OK	OK	OK	OK	3.4	304.212	0.1017	27.8048	42.404777	81.57952	OK
113	H-60	61	3795	25	153.69	2361.5	0.0075	0.11222	89.2	110	0.8	103.2	0.9	70823	0.019	1.875	0.1875	0.3035	8.5005	3803.5	3807.9	32.9	44.37	OK	OK	OK	OK	3.4	304.212	0.1017	27.8048	42.404777	81.57952	OK
114	H-61	62	3772	25	116.33	2477.8	0.0042	0.11623	70.8	75	0.8	70.4	1.1	58139.2	0.02	0.989	0.0989	1.1879	10.718	3782.7	3807.9	35.9	25.182	OK	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.7678	33.3259	70.925222	81.57952	OK
115	62	55	3836	1	42.093	1964.8	0.018	0.12622	126.6	200	0.63	190.2	0.6	92226.3	0.018	0.083	0.0083	0.0913	5.533	3841.5	3873.17	37.17	31.637	OK	OK	OK	OK	4.9	270.358	0.3114	17.9994	56.329517	64.24387	OK
116	55	56	3825	1	121.35	2086.2	0.018	0.12415	126.6	200	0.8	187.6	0.7	93504.5	0.018	0.256	0.0256	0.2816	5.8146	38														

DATOS NUDOS				DATOS LINEA			BASE DE DATOS				PERDIDAS DE CARGA						V.R.P		COMPROBACION				GOLPE DE ARIETE											
ID TUB.	NUDO INI	NUDO FIN	COTA Z (m)	PRESSION MIN (kg)	L (m)	G (m³/s)	J (m)	D (mm) teórica	D (mm) comercial	MPS	D (mm) intrínseca	V (m/s)	REYNOLDS	f	Hf (m)	Hmf (m)	H _{resaca} (m)	Perdidas al nudo 0	Z + H _{resaca} al nudo 0	CONSIGNA (m.e.s.)	COTA altimétrica	PRESSION ESTÁTICA	PRESSION DINÁMICA	PRESSION MIN	PRESSION MAX	VELOCIDAD (m/s)	espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE T	GOLPE DE ARIETE	SOBREPRESION (m.e.s.)	P. TRABAJO (m.e.s.)	CUMPLE P. TRABAJO	
175	81	82	3703	1	94.652	2818	0.0036	0.1352	66.5	75	0.8	70.4	0.9	49833.6	0.021	1.23	0.123	1.353	14.979	3718		3751.43	48.43	33.451	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.6248	28.5651	78.695076	81.57952	OK
176	82	H-95	3705	25	112.2	2930.2	0.0036	0.12115	66.5	75	0.8	70.4	0.9	49833.6	0.021	1.458	0.1458	1.6038	16.583	3721.6		3751.43	46.43	29.847	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.7406	28.5651	76.695076	81.57952	OK
177	H-95	H-96	3701	25	60.416	2990.6	0.0023	0.12004	61.8	75	0.8	70.4	0.8	41528	0.022	0.568	0.0568	0.6248	17.207	3718.2		3751.43	50.43	33.223	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.3988	23.8042	75.934231	81.57952	OK
178	H-96	H-97	3695	25	56.079	3046.7	0.0032	0.1198	54.6	75	0.8	70.4	0.6	30453.9	0.023	0.304	0.0304	0.3344	17.542	3712.5		3722.99	27.99	38.888	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.3702	17.4564	47.146436	81.57952	OK
179	H-97	H-98	3679	25	79.378	3126.1	0.0009	0.12188	38.2	50	0.8	47	0.5	18661.1	0.026	0.611	0.0611	0.6721	18.214	3697.2		3722.99	43.99	25.776	OK	OK	OK	1.5	299.629	0.5298	15.8442	61.534241	81.57952	OK
180	81	83	3717	1	77.912	2801.2	0.0286	0.13101	152.4	200	1.25	181	1.1	153986	0.017	0.448	0.0448	0.4928	14.119	3731.1		3751.43	34.43	20.311	OK	OK	OK	9.5	378.882	0.4113	42.9293	79.059269	127.468	OK
181	83	H-99	3709	25	106.89	2908.1	0.0044	0.1207	72.1	110	0.63	104.6	0.5	40993.4	0.022	0.299	0.0299	0.3289	14.447	3723.4		3751.43	42.43	27.983	OK	OK	OK	2.7	270.612	0.79	14.1247	58.254662	64.24387	OK
182	H-99	84	3707	1	270.63	3178.8	0.0036	0.1196	66.5	90	0.63	85.6	0.6	40984.7	0.022	1.381	0.1381	1.5191	15.987	3723		3751.43	44.43	28.463	OK	OK	OK	2.2	270.047	2.0043	17.2201	63.350115	64.24387	OK
183	84	H-100	3710	25	78.718	3257.5	0.0036	0.10745	66.5	90	0.63	85.6	0.6	40984.7	0.022	0.402	0.0402	0.4422	18.409	3726.4		3751.43	41.43	25.021	OK	OK	OK	2.2	270.047	0.583	17.2201	60.350115	64.24387	OK
184	H-100	H-101	3709	25	147.52	3405	0.003	0.10308	61.8	90	0.63	85.6	0.5	34153.9	0.023	0.545	0.0545	0.5995	17.008	3726		3751.43	42.43	25.422	OK	OK	OK	2.2	270.047	1.0925	14.3501	58.480096	64.24387	OK
185	H-101	H-102	3708.5	25	32.728	3437.7	0.002	0.10225	52.6	75	0.8	70.4	0.5	27685.4	0.024	0.15	0.015	0.165	17.173	3725.7		3751.43	42.93	25.757	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.216	15.8695	60.499488	81.57952	OK
186	H-102	H-103	3704	25	33.648	3471.4	0.001	0.10255	39.9	50	0.8	47	0.6	20734.6	0.026	0.312	0.0312	0.3432	17.516	3721.5		3751.43	47.43	29.914	OK	OK	OK	1.5	299.629	0.216	17.6047	66.734713	81.57952	OK
187	83	H-104	3708	25	46.937	2848.2	0.0264	0.12359	147.6	200	1.25	181	1	142141	0.017	0.234	0.0234	0.2574	14.376	3722.4		3751.43	43.43	29.054	OK	OK	OK	9.5	378.882	0.2478	39.627	84.757018	127.468	OK
188	H-104	H-105	3695	25	129.46	2977.6	0.0258	0.12258	146.3	200	1.25	181	1	138910	0.017	0.618	0.0618	0.6798	15.056	3710.1		3711.06	16.06	41.374	OK	OK	OK	9.5	378.882	0.6834	38.7264	56.486405	127.468	OK
189	H-105	85	3690	1	131.43	3109.1	0.0249	0.12673	144.2	200	1.25	181	1	134064	0.017	0.589	0.0589	0.6479	15.704	3705.7		3711.06	21.06	5.356	OK	OK	OK	9.5	378.882	0.6938	37.3755	60.135484	127.468	OK
190	85	H-106	3689	25	139.54	3248.6	0.0249	0.12036	144.2	200	1.25	181	1	134064	0.017	0.625	0.0625	0.6875	16.391	3685.4		3711.06	42.06	25.669	OK	OK	OK	9.5	378.882	0.7366	37.3755	81.135484	127.468	OK
191	H-106	H-107	3689	25	40.436	3289	0.0248	0.11888	144	200	1.25	181	1	133526	0.017	0.18	0.018	0.198	18.589	3685.6		3711.06	42.06	25.471	OK	OK	OK	9.5	378.882	0.2135	37.2254	80.985382	127.468	OK
192	H-107	86	3671	1	53.097	3342.1	0.0244	0.12357	143	200	1.25	181	0.9	131372	0.017	0.229	0.0229	0.2519	18.841	3687.8		3711.06	40.06	23.219	OK	OK	OK	9.5	378.882	0.2803	36.825	78.38497	127.468	OK
193	86	H-108	3650	25	71.574	3413.7	0.0008	0.1201	36.4	40	1	37	0.7	21070.8	0.026	1.4	0.14	1.54	18.381	3668.4		3711.06	61.06	42.679	OK	OK	OK	1.5	335.699	0.4264	25.4612	88.221155	101.9744	OK
194	86	H-109	3663	25	48.152	48.152	0.024	8.24466	142.1	200	1.25	181	0.9	129219	0.017	0.202	0.0202	0.2222	17.063	3680.1		3711.06	48.06	30.997	OK	OK	OK	9.5	378.882	0.2542	38.0246	85.784562	127.468	OK
195	H-109	H-110	3659	25	28.937	77.089	0.0236	5.20179	141.1	200	1.25	181	0.9	127065	0.017	0.118	0.0118	0.1298	17.193	3676.2	2.31	3678.5	19.5	34.867	OK	OK	OK	9.5	378.882	0.1527	35.4242	56.624154	127.468	OK
196	H-110	87	3644	1	94.759	171.85	0.023	2.5604	139.7	200	1.25	181	0.9	123835	0.017	0.368	0.0368	0.4048	17.598	3661.6		3678.5	34.5	16.802	OK	OK	OK	9.5	378.882	0.5002	34.5235	70.723538	127.468	OK
197	87	H-112	3627	25	126.04	297.89	0.0027	1.45356	59.3	75	0.8	70.4	0.7	37375.2	0.022	0.983	0.0983	1.0813	18.679	3645.7		3678.5	51.5	32.821	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.8032	21.4238	74.623808	81.57952	OK
198	87	H-111	3635.5	25	63.065	234.91	0.0215	1.80705	136	200	1.25	181	0.8	115758	0.018	0.217	0.0217	0.2387	17.837	3653.3	1.56	3654.9	19.4	25.164	OK	OK	OK	9.5	378.882	0.3329	32.272	53.372004	127.468	OK
199	H-111	88	3625	1	107.12	342.04	0.0204	1.34196	133.1	160	0.63	152.2	1.1	130620	0.017	0.771	0.0771	0.8481	18.685	3643.7		3654.9	29.9	11.215	OK	OK	OK	3.9	269.658	0.7945	30.8216	62.421643	64.24387	OK
200	88	89	3609	1	133.61	475.64	0.0204	0.99865	133.1	160	1	147.6	1.2	134690	0.017	1.114	0.1114	1.2254	19.91	3628.9		3654.9	45.9	25.99	OK	OK	OK	6.2	341.368	0.7828	41.4879	89.087916	101.9744	OK
201	89	H-113	3609	25	7.0082	482.65	0.0021	0.93442	53.6	75	0.63	71.4	0.5	28662.5	0.024	0.033	0.0033	0.0363	19.946	3628.9		3654.9	45.9	25.954	OK	OK	OK	1.8	267.548	0.0524	14.3043	61.904271	64.24387	OK
202	H-113	H-114	3609	25	63.577	545.23	0.0012	0.82566	42.9	50	0.8	47	0.7	24881.5	0.025	0.812	0.0812	0.8932	20.84	3629.8		3654.9	45.9	25.061	OK	OK	OK	1.5	299.629	0.4244	21.1257	63.725556	81.57952	OK
203	89	H-115	3606	25	89.956	565.6	0.0194	0.80269	130.5	160	1	147.6	1.1	128088	0.017	0.685	0.0685	0.7535	20.664	3626.7		3654.9	48.9	28.237	OK	OK	OK	6.2	341.368	0.527	39.4542	90.054194	101.9744	OK
204	H-115	91	3590	1	215.52	781.12	0.0129	0.63243	110.8	160	1	147.6	0.8	85171.8	0.019	0.789	0.0789	0.8679	21.531	3611.5	1	3612.53	22.53	43.369	OK	OK	OK	6.2	341.368	1.2627	26.235	50.465005	101.9744	OK
206	91	H-116	3560.7	25	316.98	1098.1	0.0129	0.4547	110.8	160	1	147.6	0.8	85171.8	0.019	1.161	0.1161	1.2771	22.809	3583.5		3612.53	51.83	29.022	OK	OK	OK	6.2	341.368	1.8571	26.235	79.765005	101.9744	OK
207	H-116	92	3547	1	140.05	1238.1	0.0107	0.43371	102.9	160	1	147.6	0.6	70646.4	0.019	0.367	0.0367	0.4037	23.212	3570.2		3612.53	65.53	42.318	OK	OK	OK	6.2	341.368	0.8205	21.7608	88.990819	101.9744	OK
208	92	H-117	3550	25	47.998	1286.1	0.0107	0.39653	102.9	160	1	147.6	0.6	70646.4	0.019	0.126	0.0126	0.1386	23.351	3573.4		3612.53	62.53	39.179	OK	OK	OK	6.2	341.368	0.2812	21.7608	85.990819	101.9744	OK
209	H-117	H-118	3550	25	33.37	1319.5	0.0101	0.38651	100.5	160	1	147.6	0.6	66684.9	0.02	0.079	0.0079	0.0869	23.438	3573.4		3612.53	62.53	39.092	OK	OK	OK	6.2	341.368	0.1955	20.5406	84.770584	101.9744	OK
210	H-118	H-119	3551	25	18.789	1338.3	0.0073	0.38033	88.3	110	1	101.6	0.9	70020	0.019	0.149	0.0149	0.1639	23.602	3574.6		3612.53	61.53	37.928	OK	OK	OK	4.2	338.802	0.1109	31.0973	94.327307	101.9744	OK
211	H-119	H-120	3553	25	50.331																													

ANEXO 1 - 6

RED T - SAN RAFAEL

DATOS DE NUDO CABECERA		SIMBOLOGIA TUBERIA		DATOS FLUIDO		DATOS DE TUBERIA Y PARA PERDIDAS		REQUERIMIENTO DE VELOCIDAD		REQUERIMIENTO DE CARGA		DATOS DE MATERIALES	
COTA (m)		PRINCIPAL		temperatura		ks		Vmin		P MIN NUDO		E (kg/cm2)k	
ALTURA (m)		SECUNDARIO		10 °C		0.0015 mm		0.5 m/s		P MAX NUDO		31400	
J min		TERCIARIO		1E-06 m2/s		0.02		2.5 m/s		P MIN HID		50 m.c.a	
0.01644						10 %				P MAX HID		25 m.c.a	
										50 m.c.a		5000	
										25 m.c.a		20670	
										50 m.c.a		3.975	

ID TUB.	NUDO INI	NUDO FIN	COTA Z (m)	PRESION MN (mca)	DATOS LINEA		BASE DE DATOS		PERDIDAS DE CARGA		V.R.P.		COMPROBACION		GOLPE DE ARRIETE		P. TRABAJO (m.c.a)	CUMPLE P. TRABAJO														
					L (m)	D (mm) comercial	J (m/m)	D (mm) interior	REYNOLDS	f	Hmf (m)	Hm (m)	Perdidas (m.c.a)	Z + Hm (m.c.a)	CONSIGNA (m.c.a)	COTA piezometrica			PRESION ESTATICA	PRESION DINAMICA	VELOCIDAD (m/s)	espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE T	GOLPE DE ARRIETE (m.c.a)	SOBREPRESION (m.c.a)						
1	1	2	4080	1	125.37	0.055	0.03191	198	315	0.63	299.6	0.8	17890.1	0.016	0.208	0.2028	0.2288	4080.2	4086.7	6.7	6.471	OK	OK	OK	7.7	270.0474	0.9285	21.4763	29.8763339	64.24387	OK	
2	1	2	4052	25	361.26	0.055	0.01644	198	315	0.63	299.6	0.8	17890.1	0.016	0.599	0.0599	0.6589	4052.9	4086.7	3.7	33.812	OK	OK	OK	7.7	270.0474	2.6755	21.4763	57.8763339	64.24387	OK	
3	H-1	3	4050	1	246.68	0.054	0.04636	197.1	315	0.63	299.6	0.8	17890.1	0.016	0.401	0.4011	1.3288	4051.3	4057.3	7.4	35.371	OK	OK	OK	7.7	270.0474	1.827	21.242	30.242047	64.24387	OK	
4	3	4	4028	1	49.797	0.054	0.07151	197.1	250	0.8	234.4	1.3	226169	0.015	0.264	0.264	2.904	4029.6	4057.3	29.3	27.681	OK	OK	OK	7.8	305.6651	0.3258	39.2799	70.2799259	81.57952	OK	
5	4	5	4021	1	27.437	0.054	0.07773	197.1	250	0.8	234.4	1.3	226169	0.015	0.145	0.145	1.595	4022.8	4057.3	36.3	34.621	OK	OK	OK	7.8	305.6651	0.1795	39.2799	77.2799259	81.57952	OK	
6	5	6	4028	1	48.218	0.054	0.06521	197.1	250	0.8	234.4	1.3	226169	0.015	0.255	0.255	2.805	4030.1	4057.3	29.3	27.241	OK	OK	OK	7.8	305.6651	0.3155	39.2799	70.2799259	81.57952	OK	
7	6	7	4043	1	49.646	0.054	0.04513	197.1	250	0.8	234.4	1.3	226169	0.015	0.263	0.263	2.893	4040.3	4057.3	14.3	11.952	OK	OK	OK	7.8	305.6651	0.3248	39.2799	55.2799259	81.57952	OK	
8	7	8	4042	1	64.659	0.054	0.04316	197.1	250	0.8	234.4	1.3	226169	0.015	0.342	0.342	3.762	4044.7	4057.3	15.3	12.575	OK	OK	OK	7.8	305.6651	0.4231	39.2799	56.2799259	81.57952	OK	
9	8	H-2	4027.5	25	336.55	0.054	0.02482	197.1	250	0.8	234.4	1.3	226169	0.015	1.782	1.782	1.9602	4032.2	4057.3	29.8	25.115	OK	OK	OK	7.8	305.6651	2.2021	39.2799	70.7799259	81.57952	OK	
10	H-2	H-3	4026	25	115.03	0.054	0.02387	196.2	250	0.8	234.4	1.3	223675	0.015	0.597	0.597	0.6567	4031.3	4057.3	31.3	25.958	OK	OK	OK	7.8	305.6651	0.7526	38.8467	71.8466922	81.57952	OK	
11	H-3	H-4	4014	25	102.64	0.053	0.03012	195.2	250	1	230.8	1.2	217452	0.015	0.561	0.561	0.6171	4020.2	4057.3	41.3	37.341	OK	OK	OK	9.6	339.7896	0.6042	38.8467	88.9616675	101.9744	OK	
12	H-4	H-5	4016	25	39.432	0.052	0.02808	193.9	250	1	230.8	1.2	217452	0.015	0.209	0.209	0.2299	4026.9	4057.3	41.3	35.111	OK	OK	OK	9.6	339.7896	0.2321	43.2166	86.2165543	101.9744	OK	
13	H-5	9	4019.5	1	32.387	0.052	0.02808	192.8	250	1	230.8	1.2	217452	0.015	0.183	0.183	0.2023	4026.9	4057.3	37.8	31.422	OK	OK	OK	9.6	339.7896	0.1936	42.637	82.1370214	101.9744	OK	
14	9	10	4005	1	56.504	0.052	0.04772	192.8	250	1	230.8	1.2	217452	0.015	0.292	0.292	0.3212	4011.7	4012.69	71.9	45.607	OK	OK	OK	9.6	339.7896	0.3326	42.637	82.0270214	101.9744	OK	
15	10	11	3968	1	144.2	0.052	0.06445	192.8	250	1	230.8	1.2	217452	0.015	0.745	0.745	0.8195	3975.5	4012.69	44.69	37.177	OK	OK	OK	9.6	339.7896	0.8488	42.637	89.0270214	101.9744	OK	
16	11	12	3970	1	5.0687	0.052	0.06316	192.8	250	1	230.8	1.2	217452	0.015	0.026	0.026	0.0286	3977.5	4012.69	42.69	35.148	OK	OK	OK	9.6	339.7896	0.0298	42.637	87.0270214	101.9744	OK	
17	12	13	3965	1	50.627	0.052	0.06413	192.8	250	1	230.8	1.2	217452	0.015	0.262	0.262	0.2882	3972.8	3973.83	8.83	39.86	OK	OK	OK	9.6	339.7896	0.298	42.637	53.1670214	101.9744	OK	
18	13	14	3952	1	116.7	0.052	0.06693	192.8	250	1	230.8	1.2	217452	0.015	0.603	0.603	0.6633	3960.5	3973.83	21.83	13.337	OK	OK	OK	9.6	339.7896	0.6869	42.637	66.1670214	101.9744	OK	
19	14	15	3936.5	1	86.348	0.052	0.07165	192.8	250	1	230.8	1.2	217452	0.015	0.446	0.446	0.4906	3945.5	3973.83	37.33	28.346	OK	OK	OK	9.6	339.7896	0.5082	42.637	81.6670214	101.9744	OK	
20	H-6	16	3937	25	13.347	0.016	0.05937	120.5	200	0.63	190.2	0.6	81466.5	0.019	0.021	0.021	0.0231	90068	3946	3973.83	36.83	27.823	OK	OK	OK	4.9	270.3583	0.0987	15.4226	53.9525746	64.24387	OK
21	H-6	16	3930	1	113.96	0.015	0.07045	116.8	200	0.63	190.2	0.6	75318.1	0.019	0.156	0.156	0.1716	91784	3939.2	3973.83	43.83	34.652	OK	OK	OK	4.9	270.3583	0.843	14.2586	59.788606	64.24387	OK
22	H-7	17	3920	25	83.304	0.003	0.05729	62.7	75	0.8	70.4	0.8	42913.2	0.022	0.83	0.83	0.91	3940.1	3940.1	302.9961	0.5499	24.5977	OK	OK	OK	2.3	302.9961	0.5499	70.1277057	81.57952	OK	
23	H-7	17	3928	25	86.483	0.002	0.05604	53.6	63	0.8	59	0.8	34686.5	0.023	1.004	1.004	1.1044	3939.2	3973.83	45.83	34.634	OK	OK	OK	2	308.3753	0.5609	24.1455	71.6754864	81.57952	OK	
24	H-7	17	3930	25	4.7159	0.013	0.0703	111.2	160	0.63	152.2	0.7	83238	0.019	0.015	0.015	0.0165	91949	3939.2	3944.6	14.6	34.635	OK	OK	OK	3.9	269.6583	0.035	19.6412	35.9412427	64.24387	OK
25	H-9	H-9	3909.6	25	203.57	0.013	0.06282	111.2	160	0.63	152.2	0.7	83238	0.019	0.653	0.653	0.7183	91312	3944.6	35	25.087	OK	OK	OK	3.9	269.6583	1.5099	19.6412	56.3412427	64.24387	OK	
26	H-9	H-10	3908	25	147.41	0.013	0.05981	110.5	160	0.63	152.2	0.7	81957.4	0.019	0.46	0.46	0.506	91919	3944.6	36.6	26.181	OK	OK	OK	3.9	269.6583	1.0933	19.3391	57.639868	64.24387	OK	
27	H-10	18	3896	25	63.274	0.012	0.07362	107.3	160	0.8	150	0.7	77312.3	0.019	0.244	0.244	0.2684	90688	3906.7	3944.6	48.6	37.912	OK	OK	OK	5	305.9142	0.5444	20.9993	71.2993188	81.57952	OK
28	H-11	18	3890	25	59.633	0.005	0.06333	74	110	0.8	103.2	0.6	44382.4	0.022	0.2	0.2	0.22	9098	3944.6	54.6	43.692	OK	OK	OK	3.4	304.212	0.3921	17.4243	73.7243236	81.57952	OK	
29	H-11	18	3898	25	95.13	0.009	0.05956	96	160	0.8	150	0.5	58471.5	0.021	0.17	0.17	0.187	90875	3908.9	3914.7	16.7	35.725	OK	OK	OK	5.83	3914.7	0.6219	15.8818	34.2818367	81.57952	OK
30	H-12	19	3890	1	33.829	0.009	0.07045	95.1	110	0.63	104.6	1	8160.9	0.019	0.326	0.326	0.3586	3901.2	3914.7	24.7	13.467	OK	OK	OK	2.7	270.6124	0.25	18.1371	54.5370656	64.24387	OK	
31	H-12	19	3878	25	93.159	0.005	0.06393	78.2	110	0.63	104.6	1	8650.1	0.02	0.375	0.375	0.4125	3988.6	3914.7	36.7	25.054	OK	OK	OK	2.7	270.6124	0.6885	17.3348	55.7348126	64.24387	OK	
32	H-14	20	3875	25	46.937	0.005	0.0657	74.6	75	0.8	70.4	1.2	66444.8	0.02	1.019	1.019	1.1209	32354	3888.4	1	3889.35	13.35	26.346	OK	OK	2.3	302.9961	0.3098	38.0868	53.1367709	81.57952	OK
33	H-14	20	3835	1	164.21	0.002	0.08398	46.9	63	0.8	59	0.5	24776	0.025	1.052	1.																

DATOS LINDA				BASE DE DATOS										PERDIDAS DE CARGA										V.R.P										COMPROBACION				GOLPE DE ARIETE			
ID TUB.	NUDO INI	NUDO FIN	COTA Z (m)	PRESION MIN (MPa)	L (m)	Q (m³/s)	J (mm/s)	D (mm) comercial	D (mm) MPa	D (mm) interna	V (m/s)	REYNOLDS	f	Hf (m)	Hmf (m)	H _{roscas} (m)	Perdidas al nudo 9	Z + H _{roscas} (m)	CONSIGNA (m.c.a.)	COTA piezométrica	PRESION ESTÁTICA	PRESION DINÁMICA	PRESION MIN	PRESION MAX	VELOCIDAD (m/s)	espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE	GOLPE DE ARIETE	SOBREPRESION (m.c.a.)	P. TRABAJO (m.c.a.)	CUMPLE P. TRABAJO									
81	40	H-42	3571	25	23.818	5E-04	0.10776	30.2	32	1.25	29	0.8	16802.1	0.027	0.651	0.0651	0.7161	16.929	3587		3612.2	41.2	25.171	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK						
82	40	41	3542	25	207.98	0.007	0.11478	88.3	110	0.8	103.2	0.9	68934.4	0.027	1.528	0.1528	1.6808	16.994	3559		3594.12	52.12	35.126	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK							
83	41	H-43	3542.5	25	28.727	0.001	0.10893	45.6	50	0.8	47	0.8	29028.4	0.024	0.482	0.0482	0.5302	17.524	3560		3594.12	51.62	34.096	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK						
84	H-43	H-44	3542	25	116.54	6E-04	0.10642	32.5	32	1.25	29	0.9	20162.6	0.026	4.385	0.4385	4.8235	22.348	3564.3		3594.12	52.12	29.772	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK						
85	41	42	3542	1	27.137	0.007	0.11412	84.3	110	0.8	103.2	0.8	61379.9	0.02	0.162	0.0162	0.1782	17.172	3559.2		3594.12	52.12	34.948	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK					
86	42	H-45	3545	25	87.789	0.003	0.10647	59.3	75	0.8	70.4	0.7	37375.2	0.022	0.684	0.0684	0.7524	19.925	3562.9		3594.12	49.12	31.195	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK					
87	42	H-46	3542	25	95.594	0.005	0.10692	74.6	110	0.8	103.2	0.6	45326.7	0.021	0.333	0.0333	0.3663	17.538	3559.5	10.61	3570.15	28.15	34.582	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK					
88	H-46	H-47	3520	25	212.12	0.004	0.10678	69.4	90	0.8	84.4	0.7	46186	0.021	1.397	0.1397	1.5367	19.075	3539.1		3570.15	50.15	31.075	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK					
89	H-47	H-48	3519	25	17.891	0.002	0.10666	52.6	63	0.8	59	0.7	33034.7	0.023	0.191	0.0191	0.2101	19.285	3538.3		3570.15	51.15	31.865	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK					
90	1	43	4055	1	133.03	0.125	0.218	275.4	400	0.63	380.4	1.1	321511	0.014	0.311	0.0311	0.3421	24.055	33.6	3.358	4058.7	3.7	3.358	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK					
91	43	44	4035	1	67.432	0.125	0.24444	175.4	400	0.63	380.4	1.1	321511	0.014	0.158	0.0158	0.1738	0.5159	4035.5		4058.7	23.7	23.184	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK					
92	44	H-49	4031.7	25	48.313	0.019	0.11376	129.7	160	0.63	152.2	1	122296	0.017	0.309	0.0309	0.3399	0.8558	4032.6		4058.7	27	26.144	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				
93	H-49	H-50	4032	25	21.953	0.003	0.10343	63.5	63	0.8	59	1.2	52865.6	0.021	0.539	0.0539	0.5929	1.4487	4033.4		4058.7	26.7	25.251	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				
94	44	H-51	4033	25	24.739	0.115	0.11989	26.6	315	0.63	299.6	1.6	37439.2	0.014	0.156	0.0156	0.1716	0.6875	4033.7	5.61	4039.3	6.3	25.012	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				
95	H-51	45	4032	1	42.362	0.115	0.19435	265.8	315	0.63	299.6	1.6	37374.1	0.014	0.267	0.0267	0.2937	0.9812	4033		4039.3	7.3	6.319	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				
96	45	46	4020	1	27.446	0.115	0.11906	265.8	315	0.8	295.4	1.7	39495.5	0.014	1.851	0.1851	2.0361	3.0173	4023.3		4039.3	19.3	18.455	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				
97	46	H-52	4011	25	92.502	0.064	0.07722	210.7	315	0.8	295.4	0.9	212126	0.016	0.218	0.0218	0.2398	3.2571	4014.3		4039.3	28.3	25.043	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				
98	H-52	47	4011	1	34.167	0.05	0.10917	190.4	315	0.8	295.4	0.7	164620	0.016	0.051	0.0051	0.0561	3.3132	4014.3		4039.3	28.3	24.987	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				
99	47	H-53	3995	25	237.58	0.05	0.07172	190.4	315	0.8	295.4	0.7	164620	0.016	0.354	0.0354	0.3894	3.7026	3998.7		4039.3	44.3	40.597	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				
100	H-53	H-54	3982.5	25	280.15	0.035	0.06532	165	315	0.8	295.4	0.5	115135	0.018	0.219	0.0219	0.2409	3.9435	3986.4	1.66	3988.1	5.6	52.857	OK	FALSO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				
101	H-54	48	3975	1	55.597	0.034	0.08776	164.3	315	0.8	295.4	0.5	113815	0.018	0.043	0.0043	0.0473	3.9908	3979		3988.1	13.1	9.109	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				
102	48	H-55	3959	25	53.592	0.034	0.07796	164.3	315	0.8	295.4	0.5	113815	0.018	0.041	0.0041	0.0451	4.0359	3963		13964.04	5.04	25.064	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
103	H-55	49	3925	1	149.26	0.031	0.11004	157.4	250	0.63	237.8	0.7	127041	0.017	0.267	0.0267	0.2937	4.3296	3929.3		13930.33	5.33	34.71	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
104	49	H-56	3885	25	257.77	0.031	0.10278	157.4	250	0.8	234.4	0.7	128883	0.017	0.495	0.0495	0.5445	4.8741	3889.9		3930.33	45.33	40.456	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
105	H-56	50	3895	1	16.975	0.027	0.10996	149.4	250	0.8	234.4	0.6	113085	0.018	0.024	0.0024	0.0264	4.9005	3899.9		3930.33	35.33	30.429	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
106	50	51	3880	1	52.026	0.027	0.1152	149.4	250	0.8	234.4	0.6	113085	0.018	0.079	0.0079	0.0869	4.9874	3885		3930.33	50.33	45.343	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
107	51	H-57	3867	25	40.837	0.027	0.10654	149.4	250	1	230.8	0.7	114489	0.018	0.067	0.0067	0.0737	5.0611	3872.1	1	3873.06	6.06	58.269	OK	FALSO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
108	H-57	52	3836	1	111.12	0.027	0.12898	148.9	200	0.8	187.6	1	140257	0.017	0.485	0.0485	0.5335	5.5946	3841.6		3873.06	37.06	31.465	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				
109	52	H-58	3836	25	2.9225	0.016	0.11632	121.1	200	0.8	187.6	0.6	83634.6	0.019	0.005	0.0005	0.0055	5.6001	3841.6	6	3847.6	11.6	31.46	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
110	H-58	54	3825	1	117.62	0.015	0.12676	118.7	160	0.63	152.2	0.8	97964.7	0.018	0.505	0.0505	0.5555	6.1556	3831.2		3847.6	22.6	16.444	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				
112	54	H-59	3816	25	62.412	0.015	0.11588	118.7	160	0.63	152.2	0.8	97964.7	0.018	0.268	0.0268	0.2948	6.4504	3822.5		3847.6	31.6	25.15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
113	H-59	H-60	3807	25	102.1	0.009	0.11459	97.7	160	0.63	152.2	0.5	61987.4	0.02	0.183	0.0183	0.2013	6.5517	3813.7		3847.6	40.6	33.948	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
114	H-60	H-61	3795	25	153.69	0.007	0.11222	84.3	110	0.8	103.2	0.8	61379.9	0.02	0.918	0.0918	1.0098	7.6615	3802.7	4.34	3807	12	44.938	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK			
115	H-61	H-62	3772	25	116.33	0.004	0.11623	70.8	75	0.8	70.4	1.1	58139.2	0.02	1.989	0.1989																									

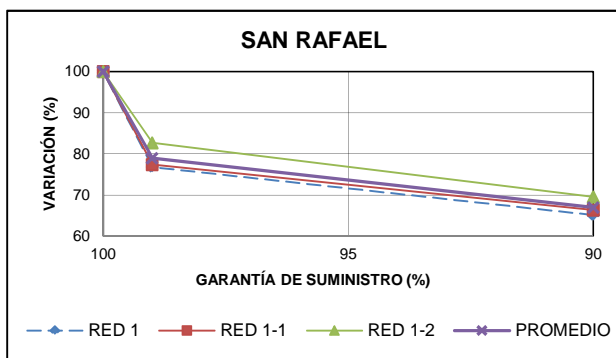
DATOS NUDOS		DATOS LINEA		BASE DE DATOS							PERDIDAS DE CARGA							V.R.P.		COMPROBACION				GOLPE DE ARIETE										
ID TUB.	NUDO INI	NUDO FIN	COTA Z (m)	PRESION MIN (kg)	L (m)	Q (m³/s)	J (mm/s)	D (mm) interior	D (mm) exterior	MPa	D (mm) interior	V (m/s)	REYNOLDS	f	Hf (m)	Hmf (m)	H _{resaca} (m)	Perdidas al nudo 9	Z + H _{resaca} al nudo 9	CONSIGNA (m.c.a.)	COTA piezometrica	PRESION ESTÁTICA	PRESION DINAMICA	PRESION MIN	PRESION MAX	VELOCIDAD MIN	VELOCIDAD MAX	espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE	GOLPE DE ARIETE	SOBREPRESION (m.c.a.)	P. TRABAJO (m.c.a.)	CUMPLE P. TRABAJO
167	77	H-91	3776	25	55.213	0.003	0.13194	63.5	90	0.63	85.6	0.6	36430.8	0.022	0.229	0.0229	0.2519	8.063	3784.1		3809.1	33.1	25.037	OK	OK	OK	OK	2.2	270.0474	0.4089	15.3068	50.1067686	64.24387	OK
168	77	H-91	3776	1	4.3351	0.028	0.14608	150.7	200	0.8	187.6	1	144412	0.017	0.02	0.002	0.022	7.8331	3784.8		3809.1	32.1	24.267	OK	OK	OK	OK	6.2	304.6668	0.0285	31.2353	65.0352765	81.57952	OK
169	78	H-92	3764	25	82.259	0.028	0.13554	150.7	200	0.8	187.6	1	144412	0.017	0.378	0.0378	0.4158	8.2489	3772.2		3809.1	45.1	36.851	OK	OK	OK	OK	6.2	304.6668	0.54	31.2353	78.0352765	81.57952	OK
170	H-92	H-93	3763	25	9.7162	0.026	0.1354	146	200	0.8	187.6	0.9	133504	0.017	0.039	0.0039	0.0429	8.2918	3771.3		3809.1	46.1	37.808	OK	OK	OK	OK	6.2	304.6668	0.0638	28.8758	76.6757777	81.57952	OK
171	H-93	H-94	3759	1	40.181	0.025	0.1455	144.9	200	0.8	187.6	0.9	130906	0.017	0.155	0.0155	0.1705	8.4623	3767.5		3809.1	50.1	41.638	OK	OK	OK	OK	6.2	304.6668	0.2638	28.314	80.1139924	81.57952	OK
172	79	H-94	3749	25	97.297	0.025	0.13342	144.9	200	1	184.6	0.9	133034	0.017	0.405	0.0405	0.4455	8.9078	3757.9	1	3758.91	9.91	61.192	OK	OK	OK	OK	7.7	340.2413	1.2799	32.6562	44.266176	101.9744	OK
173	H-94	H-95	3730	1	174.54	0.025	0.14128	144.2	200	1	184.6	0.9	131450	0.017	0.711	0.0711	0.7821	9.6899	3739.7	9.61	3749.3	19.3	19.22	OK	OK	OK	OK	7.7	340.2413	1.026	32.2674	53.2674127	101.9744	OK
174	80	H-95	3717	1	217.74	0.025	0.13476	144.2	200	1	184.6	0.9	131450	0.017	0.887	0.0887	0.9757	10.666	3727.7		3749.3	32.3	21.634	OK	OK	OK	OK	7.7	340.2413	1.2799	32.2674	66.2674127	101.9744	OK
175	81	H-96	3703	1	94.652	0.003	0.1352	59.3	75	0.8	70.4	0.7	37375.2	0.022	0.738	0.0738	0.8118	11.477	3714.5		3749.3	46.3	34.823	OK	OK	OK	OK	2.3	302.9961	0.6248	21.4238	69.4238082	81.57952	OK
176	82	H-96	3705	25	112.2	0.003	0.12115	59.3	75	0.8	70.4	0.7	37375.2	0.022	0.875	0.0875	0.9625	12.44	3717.4		3749.3	44.3	31.86	OK	OK	OK	OK	2.3	302.9961	0.7406	21.4238	67.4238082	81.57952	OK
177	H-95	H-96	3701	25	60.416	0.002	0.12004	56.6	75	0.8	70.4	0.6	33222.4	0.023	0.382	0.0382	0.4202	12.86	3713.9		3749.3	48.3	35.44	OK	OK	OK	OK	2.3	302.9961	0.3988	19.0434	69.0433854	81.57952	OK
178	H-96	H-97	3695	25	56.079	0.002	0.1198	51.5	63	0.8	59	0.7	31383	0.023	0.545	0.0545	0.5995	13.46	3708.5	12.54	3721	26	40.84	OK	OK	OK	OK	2	308.3753	0.3637	21.8459	49.5459174	81.57952	OK
179	H-97	H-98	3679	25	79.378	0.023	0.12188	38.2	50	0.8	47	0.5	18661.1	0.026	0.611	0.0611	0.6721	14.132	3693.1		3721	42	27.868	OK	OK	OK	OK	1.5	299.6288	0.5298	15.8442	59.5442409	81.57952	OK
180	81	H-98	3717	1	73.912	0.023	0.13101	140.4	200	1	184.6	0.9	123003	0.017	0.282	0.0282	0.3102	10.976	3728		3749.3	32.3	21.324	OK	OK	OK	OK	7.7	340.2413	1.458	30.194	64.1940034	101.9744	OK
181	83	H-99	3709	25	106.89	0.003	0.1207	64.2	90	0.63	85.6	0.6	37599.3	0.022	0.468	0.0468	0.5148	11.491	3720.5		3749.3	40.3	28.009	OK	OK	OK	OK	2.2	270.0474	0.7916	15.7851	57.7851054	64.24387	OK
182	H-99	H-100	3707	1	270.63	0.003	0.1186	59.3	75	0.63	71.4	0.7	36851.8	0.022	1.972	0.1972	2.1692	13.66	3720.7		3749.3	42.3	28.64	OK	OK	OK	OK	1.8	267.548	2.023	18.3912	62.3912061	64.24387	OK
183	84	H-100	3710	25	78.718	0.003	0.10745	59.3	75	0.63	71.4	0.7	36851.8	0.022	0.574	0.0574	0.6314	14.291	3724.3		3749.3	39.3	25.009	OK	OK	OK	OK	1.8	267.548	0.5884	18.3912	59.3912061	64.24387	OK
184	H-100	H-101	3709	25	147.52	0.002	0.10308	55.6	75	0.63	71.4	0.6	31392.2	0.023	0.809	0.0809	0.8899	15.181	3724.2		3749.3	40.3	25.119	OK	OK	OK	OK	1.8	267.548	1.1027	15.6666	57.666683	64.24387	OK
185	H-101	H-102	3708.5	25	32.728	0.002	0.10225	49.3	63	0.8	59	0.6	28079.5	0.024	0.261	0.0261	0.2871	15.468	3724		3749.3	40.8	25.332	OK	OK	OK	OK	2	308.3753	0.2123	19.5463	62.0463471	81.57952	OK
186	H-102	H-103	3704	25	33.648	0.001	0.10255	39.9	50	0.8	47	0.6	20734.6	0.026	0.312	0.0312	0.3432	15.811	3719.8		3749.3	45.3	29.489	OK	OK	OK	OK	1.5	299.6288	0.2246	17.6047	64.6047132	81.57952	OK
187	83	H-104	3708	25	46.937	0.021	0.12359	135.2	200	1	184.6	0.8	11917	0.018	0.143	0.0143	0.1573	11.133	3719.1		3749.3	41.3	30.167	OK	OK	OK	OK	7.7	340.2413	0.2759	27.4727	70.4726552	101.9744	OK
188	H-104	H-105	3695	25	129.46	0.021	0.12258	133.9	200	1	184.6	0.8	109278	0.018	0.379	0.0379	0.4169	11.55	3706.6	1	3707.55	12.55	42.75	OK	OK	OK	OK	7.7	340.2413	0.761	26.8247	41.0747163	101.9744	OK
189	H-105	H-106	3690	1	131.43	0.02	0.12673	131.8	200	1	184.6	0.7	105054	0.018	0.358	0.0358	0.3938	11.944	3701.9		3707.55	17.55	5.606	OK	OK	OK	OK	7.7	340.2413	0.7726	25.788	45.0380116	101.9744	OK
190	85	H-106	3669	25	139.54	0.02	0.12036	131.8	200	1	184.6	0.7	105054	0.018	0.38	0.038	0.418	12.362	3681.4		3707.55	38.55	26.188	OK	OK	OK	OK	7.7	340.2413	0.8207	26.188	66.0380116	101.9744	OK
191	H-106	H-107	3669	25	40.436	0.02	0.11888	131.6	200	1	184.6	0.7	104526	0.018	0.109	0.0109	0.1199	12.482	3681.5		3707.55	38.55	26.068	OK	OK	OK	OK	7.7	340.2413	0.2377	25.6584	65.9084238	101.9744	OK
192	H-107	H-108	3671	1	53.097	0.019	0.12357	130.5	200	1	184.6	0.7	102415	0.018	0.138	0.0138	0.1518	12.634	3683.6		3707.55	36.55	23.917	OK	OK	OK	OK	7.7	340.2413	0.3121	25.1401	63.3900727	101.9744	OK
193	86	H-108	3650	25	71.574	8E-04	0.1201	36.4	40	1	37	0.7	21070.8	0.026	1.4	0.14	1.54	14.174	3664.2		3707.55	57.55	43.377	OK	OK	OK	OK	1.5	335.6993	0.4264	25.4612	84.7111549	101.9744	OK
194	86	H-109	3663	25	48.152	0.019	0.12466	129.4	200	1	184.6	0.7	100303	0.018	0.121	0.0121	0.1331	12.767	3675.8		3707.55	44.55	31.783	OK	OK	OK	OK	7.7	340.2413	0.283	24.6217	70.8717192	101.9744	OK
195	H-109	H-110	3659	25	28.937	0.019	0.120179	128.3	200	1	184.6	0.7	98191.5	0.018	0.07	0.007	0.077	12.844	3671.8	2.56	3674.4	15.4	35.706	OK	OK	OK	OK	7.7	340.2413	0.1701	24.1034	41.2033681	101.9744	OK
196	H-110	H-111	3644	1	94.759	0.018	0.15356	126.9	160	0.63	152.2	1	115993	0.018	0.55	0.055	0.605	13.449	3657.4		3674.4	30.4	16.951	OK	OK	OK	OK	3.9	269.6583	0.7028	27.3467	59.4466541	64.24387	OK
197	87	H-112	3627	25	126.04	0.003	0.145356	59.3	63	0.8	59	1	44596.9	0.022	2.285	0.2285	2.5135	15.962	3643		3674.4	47.4	31.438	OK	OK	OK	OK	2	308.3753	0.8175	31.0442	80.1441987	81.57952	OK
198	87	H-111	3635.5	25	63.065	0.017	0.180705	122.9	160	0.8	150	0.9	108497	0.018	0.34	0.034	0.374	13.823	3649.3	1	3650.32	14.82	25.077	OK	OK	OK	OK	5	305.9142	0.4123	29.4696	45.3896309	81.57952	OK
199	H-111	H-112	3625	1	107.12	0.016	0.134196	120.2	160	0.8	150	0.9	102650	0.018	0.522	0.0522	0.5742	14.397	3639.4		3650.32	25.32	10.923	OK	OK	OK	OK	5	305.9142	0.7004	27.8814	54.9014465	81.57952	OK
200	88	H-112	3609	1	133.61	0.016	0.99865	120.2	160	0.8	150	0.9	102650	0.018	0.651	0.0651	0.7161	15.113	3624.1		3650.32	41.32	26.207	OK	OK	OK	OK	5	305.9142	0.8735	27.8814	70.9014465	81.57952	OK
201	89	H-113	3609	25	7.0082	0.002	0.93442	50.4	63	0.8	59	0.7	29731.3	0.024	0.062	0.0062	0.0682	15.181	3624.2		3650.32	41.32	26.139	OK	OK	OK	OK	2	308.3753	0.0455	20.6961	63.7161316	81.57952	OK
202	H-113	H-114	3609	25	63.577	0.001	0.82566	42.9	50	0.8	47	0.7	24881.5	0.025	0.812	0.0812	0.8932	16.074	3625.1		3650.32	41.32	25.246											

ANEXO 1 - 7

RESUMEN DE DISEÑOS - RED 1

RED 1 - SAN RAFAEL

DESCRIPCION	PRECIO \$/ML	DISEÑO 90		DISEÑO 99		DISEÑO 100	
		ML	TOTAL	ML	TOTAL	ML	TOTAL
TUB 32 mm - 1.25MPa - EC	1.12	583.8970006	653.96	467.3536204	523.44	467.3536204	523.44
TUB 40 mm - 1MPa - EC	1.35	563.5826372	760.84	680.1260174	918.17	680.1260174	918.17
TUB 50 mm - 0.8MPa - UZ	1.88	351.617531	661.04	322.8905033	607.03	686.2883987	1290.22
TUB 50 mm - 1MPa - UZ	2.17	228.9577755	496.84	228.9577755	496.84	73.02704333	158.47
TUB 50 mm - 1.25MPa - UZ	2.87	5.605151426	16.09	5.605151426	16.09	0	
TUB 63 mm - 0.8MPa - UZ	2.75	1305.240002	3589.41	998.6471686	2746.28	685.8169239	1886
TUB 63 mm - 1MPa - UZ	3.15	185.1341987	583.17	0	0	0	
TUB 75 mm - 0.63MPa - UZ	2.92	869.7398783	2539.64	268.4881155	783.99	445.8835245	1301.98
TUB 75 mm - 0.8MPa - UZ	3.65	1007.544924	3677.54	957.4474079	3494.68	841.1212412	3070.09
TUB 75 mm - 1MPa - UZ	4.48	0	0	173.9148843	779.14	307.1181697	1375.89
TUB 90 mm - 0.63MPa - UZ	4.00	349.6756706	1398.7	866.9979449	3467.99	1218.542059	4874.17
TUB 90 mm - 0.8MPa - UZ	4.85	899.4577159	4362.37	617.7414767	2996.05	617.7414767	2996.05
TUB 90 mm - 1MPa - UZ	6.17	243.0466155	1499.6	0	0	0	
TUB 110 mm - 0.63MPa - UZ	5.70	154.6026223	881.23	258.8950045	1475.7	766.4168856	4368.58
TUB 110 mm - 0.8MPa - UZ	6.95	1709.525545	11881.2	1874.412893	13027.17	1273.731928	8852.44
TUB 110 mm - 1MPa - UZ	8.87	556.2940062	4934.33	1007.271141	8934.5	651.3557991	5777.53
TUB 110 mm - 1.25MPa - UZ	10.30	0	0	0	0	95.5943116	984.62
TUB 160 mm - 0.63MPa - UZ	12.00	1517.749397	18212.99	833.7075663	10004.49	1221.807873	14661.69
TUB 160 mm - 0.8MPa - UZ	15.25	1104.65112	16845.93	885.208148	13499.42	570.04958	8693.26
TUB 160 mm - 1MPa - UZ	20.55	0	0	977.4799601	20087.21	451.4106639	9276.49
TUB 160 mm - 1.25MPa - UZ	24.17	218.3412467	5277.31	218.3412467	5277.31	1238.148743	29926.06
TUB 200 mm - 0.63MPa - UZ	18.23	156.7714345	2857.94	203.5807616	3711.28	298.3966002	5439.77
TUB 200 mm - 0.8MPa - UZ	23.67	1494.243001	35368.73	270.5199318	6403.21	178.636614	4228.33
TUB 200 mm - 1MPa - UZ	29.17	1185.478312	34580.4	1116.215657	32560.01	0	
TUB 200 mm - 1.25MPa - UZ	37.50	0	0	1343.302721	50373.85	1811.470145	67930.13
TUB 250 mm - 0.63MPa - UZ	29.94	375.7724611	11250.63	128.1250544	3836.06	16.09502195	481.88
TUB 250 mm - 0.8MPa - UZ	37.99	1611.842049	61233.88	694.1919029	26372.35	203.9809393	7749.24
TUB 250 mm - 1MPa - UZ	47.04	1877.458365	88315.64	1055.237706	49638.38	258.5691302	12163.09
TUB 250 mm - 1.25MPa - UZ	59.91	0	0	1375.999136	82436.11	1202.714863	72054.65
TUB 315 mm - 0.63MPa - UZ	47.81	800.4148362	38267.83	1480.307925	70773.52	521.3353508	24925.04
TUB 315 mm - 0.8MPa - UZ	62.09	1475.996007	91644.59	776.1826644	48193.18	451.5790468	28038.54
TUB 315 mm - 1MPa - UZ	77.29	0	0	94.92342572	7336.63	174.4623663	13484.2
TUB 315 mm - 1.25MPa - UZ	90.30	0	0	0	0	1116.926561	100858.47
TUB 355 mm - 0.63MPa - UZ	66.09	0	0	519.976479	34365.25	677.2689593	44760.71
TUB 355 mm - 0.8MPa - UZ	90.47	0	0	130.5901128	11814.49	788.9931153	71380.21
TUB 355 mm - 1MPa - UZ	107.46	0	0	0	0	320.7000527	34462.43
TUB 400 mm - 0.63MPa - UZ	78.66	200.4582171	15768.04	0	0	0	
TUB 400 mm - 0.8MPa - UZ	113.94	0	0	200.4582171	22840.21	133.0259382	15156.98
TUB 400 mm - 1MPa - UZ	150.21	0	0	0	0	85.90928799	12904.43
TUB 400 mm - 1.25MPa - UZ	170.81	0	0	0	0	501.4994699	85661.12
TOTAL			\$ 457 559.87		\$ 539 790.03		\$ 702 614.37
AHORRO			245054.5		\$ 162 824.34		
VARIACION			65.1%		76.8%		100.0%



	90	99	100
RED 1	65.1	76.8	100
RED 1-1	66.4	77.4	100
RED 1-2	69.5	82.7	100
PROMEDIO	67.0	79.0	100

ANEXO 2

ANEXO 2 - 1

DATOS GENERALES DEL SISTEMA - RED 2

RED 2 - CEIBOPAMBA

NUMERO DE NUDOS	319.00
NUMERO DE LINEAS	319.00
SUBSISTEMAS:	COTA NUDO CABECERA:
RED 2-1	T1 = 1771.0 m
RED 2-2	T2 = 1702.0 m
RED 2-3	T3 = 1636.5 m
RED 2-4	T4 = 1705.0 m

DATOS PARA CALCULO DE DOTACIÓN

NUMERO DE HIDRANTES	125.00	1.00
SUPERFICIE TOTAL DE RIEGO (S)	325.77 (Ha)	[2]
CAUDAL FICTICIO CONTINUO (q _{fc})	0.65 (l/s/Ha)	[3]
HORAS DE RIEGO EFECTIVA (t" = JER)	18 (Horas)	[4]
HORAS DE RIEGO DISPONIBLE (t)	24 (Horas)	[5]
TIEMPO APERTURA HIDRANTE (t')	10.00	[6]
RENDIMIENTO (r)	0.75	[7]
GRADO DE LIBERTAD DEL SISTEMA (GL)	2.40	[8]

FÓRMULAS PARA DOTACIÓN

$$d \times t_a \times 10^3 = q_{fc} \times T \times S$$

d = caudal maximo para cada hidrante
 t_a = tiempo que debe estar hidrante abierto
 q_{fc} = caudal ficticio continuo
 T = periodo maxima demanda
 S = superficie
 r = rendimiento de la red
 GL = Grado de libertad

$$d = \frac{q_{fc} \times S}{r} \times GL \quad [9]$$

$$p = \frac{q_{fc} \times S}{d \times r} \quad [10]$$

GARANTIA DE SUMINISTRO

Pq	U(Pq)
0.90	1.285
0.91	1.345
0.92	1.405
0.93	1.475
0.94	1.555
0.95	1.645
0.96	1.755
0.97	1.885
0.98	2.055
0.99	2.324
0.995	2.58
1	-

FÓRMULAS DE CLÉMENT

PRIMERA FÓRMULA DE CLÉMENT (DESCARGAS NO HOMOGÉNEAS)

$$Q_k = \sqrt{\sum_i R_i R_i \times p_i \times d_i + U(P_0) \times \sum_i R_i R_i \times p_i \times (1 - p_i) \times d_i^2} \quad [16]$$

VARIANZA DE CAUDAL EN NUDO

$$\sum_i p_i p_i - 1 - p_i) d_i^2 \quad [12]$$

CAUDAL MEDIO

$$\sum_i p p_i d_i \quad [13]$$

CAUDAL MEDIO

$$\sum_i d_i \quad [14]$$

DATOS DEL GOTEROS

Especificaciones Técnicas

GOTERO	DIAMETRO	RANGO DE PRESIÓN	ESPACIO GOTERO	CAUDAL	PRESIÓN ENTRADA	LARGO MÁXIMO DE LATERAL
	mm	Bar	m	l/h	Bar	m
UNIRAM 16010 CNL	16	1.0 - 4.0	0.20	1.0	3.0	120
UNIRAM 16010 CNL	16	1.0 - 4.0	0.20	1.6	3.0	88
UNIRAM 16010 CNL	16	1.0 - 4.0	0.30	1.6	3.0	127
UNIRAM 16010 HCNL	16	1.5 - 4.0	0.20	1.25	3.0	94
UNIRAM 16010 HCNL	16	1.0 - 4.0	0.30	1.25	3.0	130
UNIRAM 16010 HCNL	16	1.5 - 4.0	0.25	2.00	3.0	

	L/S, BAR			GPM, PSI		
Caudal	1.60	1.60	1.60	25.36	25.36	25.36
Presión	1.00	3.00	4.00	14.50	43.51	58.02

$$Q = k \cdot (P)^{0.5}$$

Donde:

Q = caudal

k = coeficiente de velocidad

P = presión

$$k = \sqrt{\frac{Q^2}{P}}$$

k_MIN	6.6591
k_MED	3.8446
k_MAX	3.3295

ANEXO 2 - 2

CALCULO DE DOTACION Y DE CAUDALES EN LINEA*

RED 2 - CEIBOPAMBA

NUMERO DE HIDRANTES	125	1.00
SUPERFICIE TOTAL DE RIEGO (S)	325.77 (Ha)	[2]
CAUDAL FICTICIO CONTINUO (qfc)	0.7 (l/s/Ha)	[3]
HORAS DE RIEGO EFECTIVA (t* = JER)	18 (Horas)	[4]
HORAS DE RIEGO DISPONIBLE (t)	24 (Horas)	[5]
TIEMPO APERTURA HIDRANTE (t')	10 (Horas)	[6]
RENDIMIENTO (r)	0.75	7.00
GRADO DE LIBERTAD DEL SISTEMA (GL)	2.40	8.00

CALIDAD OPERACIONAL (GS)

99%

* EL CALCULO EN LINEA QUE SE MUESTRA, SE REALIZA EL LA LINEA DONDE SE CONECTA EL HIDRANTE

	DATOS DE LOS NUDOS		CALCULO DE DOTACION					CALCULO DE CAUDALES DE CLÉMENT EN LINEA							
	2	2	9	9	10	8	11	12		13		14	15	16	
	AREA (m2)	AREA (ha)	DOTACION N HIDRANTE E (l/s)	DOTACION HIDRANTE (m3/s)	PROB. DE FUN. (p)	GRADO DE LIBERTAD (GL)	HID AGUAS ABAJO	Var qi (nudo)	Var qi (nudo)	Med qi (nudo)	Med qi (nudo)	Acum qi	Ui línea	Q clement (l/s)	Q línea (l/s)
T1															
H-1	7.39	2.95	6.15	0.01	0.42	2.4	12.00	9.18	113.02	2.56	22.22	53.32	2.32	53.32	46.9226
H-2	6.49	3.50	7.28	0.01	0.42	2.4	9.00	12.88	42.76	3.03	10.38	24.92	2.32	24.92	25.5786
H-3	4.40	2.20	4.58	0.00	0.42	2.4	8.00	5.09	29.88	1.91	7.35	17.64	2.32	17.64	20.0517
H-4	0.45	0.45	0.93	0.00	0.42	2.4	1.00	0.21	0.21	0.39	0.39	0.93	2.32	0.93	1.45917
H-5	0.27	0.20	0.42	0.00	0.42	2.4	1.00	0.04	0.04	0.17	0.17	0.42	2.32	0.42	0.64996
H-6	19.93	8.80	18.30	0.02	0.42	2.4	1.00	81.43	81.43	7.63	7.63	18.30	2.32	18.30	28.5984
H-7	3.57	2.60	5.41	0.01	0.42	2.4	1.00	7.11	7.11	2.25	2.25	5.41	2.32	5.41	8.44954
H-8	13.07	5.20	10.82	0.01	0.42	2.4	1.00	28.43	28.43	4.51	4.51	10.82	2.32	10.82	16.8991
H-9	10.85	4.70	9.78	0.01	0.42	2.4	1.00	23.23	23.23	4.07	4.07	9.78	2.32	9.78	15.2742
H-10	7.57	3.90	8.11	0.01	0.42	2.4	1.00	15.99	15.99	3.38	3.38	8.11	2.32	8.11	12.6743
H-11	10.55	6.00	12.48	0.01	0.42	2.4	1.00	37.86	37.86	5.20	5.20	12.48	2.32	12.48	19.4989
H-12	7.99	4.70	9.78	0.01	0.42	2.4	2.00	23.23	61.08	4.07	9.27	22.26	2.32	22.26	27.437
H-13	9.80	4.80	9.98	0.01	0.42	2.4	1.00	24.23	24.23	4.16	4.16	9.98	2.32	9.98	15.5991
H-14	0.18	0.17	0.35	0.00	0.42	2.4	3.00	0.03	0.04	0.15	0.29	0.69	2.32	0.69	0.77265
H-15	0.09	0.08	0.17	0.00	0.42	2.4	1.00	0.01	0.01	0.07	0.07	0.17	2.32	0.17	0.25999
H-16	0.09	0.08	0.17	0.00	0.42	2.4	2.00	0.01	0.01	0.07	0.14	0.33	2.32	0.33	0.40829
H-17	0.86	0.50	1.04	0.00	0.42	2.4	7.00	0.26	24.79	0.43	5.44	13.06	2.32	1.04	17.0126
H-18	4.53	2.46	5.12	0.01	0.42	2.4	1.00	6.36	6.36	2.13	2.13	5.12	2.32	5.12	7.99456
H-19	3.69	2.90	6.03	0.01	0.42	2.4	1.00	8.84	8.84	2.51	2.51	6.03	2.32	6.03	9.42448
H-20	4.93	3.50	7.28	0.01	0.42	2.4	1.00	12.88	12.88	3.03	3.03	7.28	2.32	7.28	11.3744
H-21	18.23	10.50	21.84	0.02	0.42	2.4	1.00	115.93	115.93	9.10	9.10	21.84	2.32	21.84	34.1231
H-22	3.39	1.80	3.74	0.00	0.42	2.4	3.00	3.41	16.05	1.56	5.72	13.73	2.32	13.73	15.0296
H-23	3.37	2.90	6.03	0.01	0.42	2.4	2.00	8.84	12.64	2.51	4.16	9.98	2.32	6.03	12.4224
H-24	34.99	13.00	27.04	0.03	0.42	2.4	1.00	177.71	177.71	11.27	11.27	27.04	2.32	27.04	42.2477
H-25	18.53	5.50	11.44	0.01	0.42	2.4	5.00	31.81	81.73	4.77	16.47	39.52	2.32	11.44	37.4763
H-26	4.20	1.40	2.91	0.00	0.42	2.4	2.00	2.06	33.87	1.21	5.98	14.35	2.32	14.35	19.5053
H-27	11.25	5.50	11.44	0.01	0.42	2.4	1.00	31.81	31.81	4.77	4.77	11.44	2.32	11.44	17.874
H-28	2.25	1.90	3.95	0.00	0.42	2.4	1.00	3.80	3.80	1.65	1.65	3.95	2.32	3.95	6.17466
T2															
H-29	0.77	0.70	1.46	0.00	0.42	2.4	31.00	0.52	94.12	0.61	33.95	81.47	2.32	81.47	56.4939
H-30	0.64	0.60	1.25	0.00	0.42	2.4	5.00	0.38	2.68	0.52	2.69	6.45	2.32	6.45	6.49226
H-31	0.91	0.50	1.04	0.00	0.42	2.4	2.00	0.26	0.43	0.43	0.78	1.87	2.32	1.87	2.30596
H-32	0.46	0.40	0.83	0.00	0.42	2.4	1.00	0.17	0.17	0.35	0.35	0.83	2.32	0.83	1.29993
H-33	1.62	1.60	3.33	0.00	0.42	2.4	1.00	2.69	2.69	1.39	1.39	3.33	2.32	3.33	5.19971
H-34	0.30	0.28	0.58	0.00	0.42	2.4	2.00	0.08	2.77	0.24	1.63	3.91	2.32	3.91	5.50033
H-35	2.10	2.00	4.16	0.00	0.42	2.4	16.00	4.21	52.82	1.73	15.16	36.38	2.32	36.38	32.0478
H-36	2.18	2.10	4.37	0.00	0.42	2.4	17.00	4.64	57.45	1.82	16.98	40.75	2.32	40.75	34.5937
H-37	5.80	5.70	11.86	0.01	0.42	2.4	15.00	34.17	48.61	4.94	13.42	32.22	2.32	11.86	29.628
H-38	2.58	2.50	5.20	0.01	0.42	2.4	14.00	6.57	14.45	2.17	8.48	20.36	2.32	5.20	17.3178
H-39	1.39	1.30	2.70	0.00	0.42	2.4	1.00	1.78	1.78	1.13	1.13	2.70	2.32	2.70	4.22477
H-40	0.34	0.30	0.62	0.00	0.42	2.4	2.00	0.09	1.87	0.26	1.39	3.33	2.32	3.33	4.56619
H-41	0.09	0.09	0.19	0.00	0.42	2.4	8.00	0.01	5.19	0.08	3.63	8.72	2.32	8.72	8.92714
H-42	0.28	0.20	0.42	0.00	0.42	2.4	7.00	0.04	5.18	0.17	3.55	8.53	2.32	8.53	8.8448
H-43	0.22	0.20	0.42	0.00	0.42	2.4	6.00	0.04	5.14	0.17	3.38	8.11	2.32	8.11	8.64995
H-44	0.45	0.40	0.83	0.00	0.42	2.4	5.00	0.17	5.10	0.35	3.21	7.70	2.32	7.70	8.45502
H-45	0.23	0.20	0.42	0.00	0.42	2.4	4.00	0.04	4.93	0.17	2.86	6.86	2.32	6.86	8.02106
H-46	0.47	0.40	0.83	0.00	0.42	2.4	3.00	0.17	4.89	0.35	2.69	6.45	2.32	6.45	7.82567
H-47	2.11	2.00	4.16	0.00	0.42	2.4	1.00	4.21	4.21	1.73	1.73	4.16	2.32	4.16	6.49964
H-48	0.74	0.70	1.46	0.00	0.42	2.4	1.00	0.52	0.52	0.61	0.61	1.46	2.32	1.46	2.27487
H-49	2.23	2.10	4.37	0.00	0.42	2.4	3.00	4.64	9.29	1.82	4.25	10.19	2.32	10.19	11.3283
H-50	0.97	0.90	1.87	0.00	0.42	2.4	2.00	0.85	4.65	0.78	2.43	5.82	2.32	5.82	7.43696
H-51	2.00	1.90	3.95	0.00	0.42	2.4	1.00	3.80	3.80	1.65	1.65	3.95	2.32	3.95	6.17466
H-52	1.15	1.10	2.29	0.00	0.42	2.4	4.00	1.27	10.56	0.95	5.20	12.48	2.32	12.48	12.7513
H-53	1.25	1.20	2.50	0.00	0.42	2.4	5.00	1.51	12.07	1.04	6.24	14.98	2.32	2.50	14.3146
H-54	1.08	0.60	1.25	0.00	0.42	2.4	6.00	0.38	21.30	0.52	8.49	20.38	2.32	20.38	19.2202
H-55	2.37	2.30	4.78	0.00	0.42	2.4	5.00	5.56	20.93	1.99	7.97	19.14	2.32	19.14	18.6044
H-56	1.09	1.00	2.08	0.00	0.42	2.4	4.00	1.05	15.36	0.87	5.98	14.35	2.32	14.35	15.0891
H-57	1.91	1.90	3.95	0.00	0.42	2.4	1.00	3.80	3.80	1.65	1.65	3.95	2.32	3.95	6.17466
H-58	3.18	3.00	6.24	0.01	0.42	2.4	1.00	9.46	9.46	2.60	2.60	6.24	2.32	6.24	9.74946
H-59	1.06	1.00	2.08	0.00	0.42	2.4	1.00	1.05	1.05	0.87	0.87	2.08	2.32	2.08	3.24982
H-60	0.99	0.90	1.87	0.00	0.42	2.4	5.00	0.85	245.21	0.78	19.80	47.53	2.32	47.53	56.1956
H-61	20.27	11.50	23.92	0.02	0.42	2.4	4.00	139.07	244.36	9.97	19.02	45.66	2.32	45.66	55.3524
H-62	14.52	10.00	20.80	0.02	0.42	2.4	3.00	105.16	105.29	8.67	9.06	21.74	2.32	21.74	32.904

	2	2	9	9	10	8	11	12		13		14	REF 2 - CEIBO PAMBA		
	AREA (m2)	AREA (ha)	DOTACION HIDRANTE E (l/s)	DOTACION HIDRANTE (m3/s)	PROB. DE FUN. (p)	GRADO DE LIBERTAD (GL)	HID AGUAS ABAJO	Var qi (nudo)	Var qi (nudo)	Med qi (nudo)	Med qi (nudo)	Acum qi	Ui linea	Q clement (l/s)	Q linea (l/s)
H-63	0.71	0.35	0.73	0.00	0.42	2.4	2.00	0.13	0.14	0.30	0.39	0.94	2.32	0.94	1.25748
H-64	0.19	0.10	0.21	0.00	0.42	2.4	1.00	0.01	0.01	0.09	0.09	0.21	2.32	0.21	0.32498
H-65	40.20	20.00	41.60	0.04	0.42	2.4	1.00	420.62	420.62	17.33	17.33	41.60	2.32	41.60	64.9964
T3															
H-66	21.51	11.00	22.88	0.02	0.42	2.4	18.00	127.24	417.07	9.53	58.65	140.75	2.32	140.75	106.109
H-67	0.71	0.60	1.25	0.00	0.42	2.4	7.00	0.38	89.25	0.52	19.15	45.97	2.32	45.97	41.1081
H-68	3.04	2.90	6.03	0.01	0.42	2.4	6.00	8.84	88.87	2.51	18.63	44.72	2.32	44.72	40.5415
H-69	6.26	4.80	9.98	0.01	0.42	2.4	3.00	24.23	51.37	4.16	10.31	24.75	2.32	24.75	26.9699
H-70	4.92	4.10	8.53	0.01	0.42	2.4	2.00	17.68	27.14	3.55	6.15	14.77	2.32	14.77	18.2606
H-71	3.69	3.00	6.24	0.01	0.42	2.4	1.00	9.46	9.46	2.60	2.60	6.24	2.32	6.24	9.74946
H-72	2.83	1.50	3.12	0.00	0.42	2.4	1.00	2.37	2.37	1.30	1.30	3.12	2.32	3.12	4.87473
H-73	2.32	2.00	4.16	0.00	0.42	2.4	2.00	4.21	6.57	1.73	3.03	7.28	2.32	7.28	8.99122
H-74	2.99	1.50	3.12	0.00	0.42	2.4	1.00	2.37	2.37	1.30	1.30	3.12	2.32	3.12	4.87473
H-75	4.07	2.00	4.16	0.00	0.42	2.4	2.00	4.21	6.57	1.73	3.03	7.28	2.32	7.28	8.99122
H-76	5.71	4.50	9.36	0.01	0.42	2.4	4.00	21.29	30.57	3.90	8.34	20.01	2.32	20.01	21.1878
H-77	1.90	1.72	3.58	0.00	0.42	2.4	3.00	3.11	9.28	1.49	4.44	10.65	2.32	10.65	11.5166
H-78	2.06	1.90	3.95	0.00	0.42	2.4	2.00	3.80	6.17	1.65	2.95	7.07	2.32	7.07	8.71825
H-79	1.77	1.50	3.12	0.00	0.42	2.4	1.00	2.37	2.37	1.30	1.30	3.12	2.32	3.12	4.87831
H-80	5.16	3.80	7.90	0.01	0.42	2.4	3.00	15.18	17.62	3.29	5.03	12.06	2.32	12.06	14.7831
H-81	0.73	0.60	1.25	0.00	0.42	2.4	2.00	0.38	2.44	0.52	1.73	4.16	2.32	4.16	5.36325
H-82	1.62	1.40	2.91	0.00	0.42	2.4	1.00	2.06	2.06	1.21	1.21	2.91	2.32	2.91	4.54975
H-83	8.06	5.00	10.40	0.01	0.42	2.4	2.00	26.29	131.44	4.33	13.00	31.20	2.32	31.20	39.6445
H-84	16.59	10.00	20.80	0.02	0.42	2.4	1.00	105.16	105.16	8.67	8.67	20.80	2.32	20.80	32.4982
H-85	0.09	0.07	0.15	0.00	0.42	2.4	8.00	0.01	89.25	0.06	19.21	46.11	2.32	0.15	41.1694
H-86	6.96	4.00	8.32	0.01	0.42	2.4	3.00	16.82	56.00	3.47	10.83	26.00	2.32	26.00	28.2238
H-87	7.06	3.50	7.28	0.01	0.42	2.4	2.00	12.88	39.17	3.03	7.37	17.68	2.32	17.68	21.9117
H-88	6.70	5.00	10.40	0.01	0.42	2.4	1.00	26.29	26.29	4.33	4.33	10.40	2.32	10.40	16.2491
H-89	2.27	1.80	3.74	0.00	0.42	2.4	2.00	3.41	28.65	1.56	5.81	13.94	2.32	13.94	18.2471
H-90	7.68	4.90	10.19	0.01	0.42	2.4	1.00	25.25	25.25	4.25	4.25	10.19	2.32	10.19	15.9241
T4															
H-91	6.83	3.20	6.66	0.01	0.42	2.4	25.00	10.77	123.05	2.77	24.71	59.30	2.32	59.30	50.4895
H-92	2.52	2.50	5.20	0.01	0.42	2.4	14.00	6.57	111.72	2.17	20.45	49.09	2.32	49.09	45.0172
H-93	2.86	2.80	5.82	0.01	0.42	2.4	13.00	8.24	105.15	2.43	18.29	43.89	2.32	43.89	42.117
H-94	0.81	0.80	1.66	0.00	0.42	2.4	11.00	0.67	20.93	0.69	8.49	20.38	2.32	20.38	19.1244
H-95	0.19	0.10	0.21	0.00	0.42	2.4	5.00	0.01	4.45	0.09	2.51	6.03	2.32	6.03	7.41476
H-96	0.34	0.30	0.62	0.00	0.42	2.4	4.00	0.09	4.44	0.26	2.43	5.82	2.32	5.82	7.3223
H-97	0.32	0.30	0.62	0.00	0.42	2.4	3.00	0.09	4.34	0.26	2.17	5.20	2.32	5.20	7.00981
H-98	0.28	0.20	0.42	0.00	0.42	2.4	2.00	0.04	4.25	0.17	1.91	4.58	2.32	4.58	6.69675
H-99	2.86	2.00	4.16	0.00	0.42	2.4	1.00	4.21	4.21	1.73	1.73	4.16	2.32	4.16	6.49964
H-100	0.37	0.30	0.62	0.00	0.42	2.4	8.00	0.09	0.17	0.26	0.87	2.10	2.32	2.10	1.83315
H-101	0.11	0.10	0.21	0.00	0.42	2.4	7.00	0.01	0.08	0.09	0.61	1.47	2.32	1.47	1.25316
H-102	0.12	0.10	0.21	0.00	0.42	2.4	6.00	0.01	0.07	0.09	0.53	1.27	2.32	1.27	1.12036
H-103	0.11	0.10	0.21	0.00	0.42	2.4	5.00	0.01	0.05	0.09	0.44	1.06	2.32	1.06	0.98366
H-104	0.10	0.10	0.21	0.00	0.42	2.4	4.00	0.01	0.04	0.09	0.35	0.85	2.32	0.85	0.84185
H-105	0.10	0.10	0.21	0.00	0.42	2.4	3.00	0.01	0.03	0.09	0.27	0.64	2.32	0.64	0.6885
H-106	0.10	0.10	0.21	0.00	0.42	2.4	2.00	0.01	0.02	0.09	0.18	0.43	2.32	0.43	0.52316
H-107	0.10	0.10	0.22	0.00	0.42	2.4	1.00	0.01	0.01	0.09	0.09	0.22	2.32	0.22	0.33798
H-108	0.10	0.10	0.21	0.00	0.42	2.4	2.00	0.01	0.39	0.09	0.61	1.46	2.32	1.46	2.06008
H-109	0.66	0.60	1.25	0.00	0.42	2.4	1.00	0.38	0.38	0.52	0.52	1.25	2.32	1.25	1.94989
H-110	16.01	8.50	17.68	0.02	0.42	2.4	12.00	75.97	96.90	7.37	15.86	38.06	2.32	38.06	38.737
H-111	0.17	0.10	0.21	0.00	0.42	2.4	5.00	0.01	15.80	0.09	5.29	12.69	2.32	12.69	14.5258
H-112	1.17	1.10	2.29	0.00	0.42	2.4	4.00	1.27	15.79	0.95	5.20	12.48	2.32	12.48	14.4361
H-113	0.68	0.60	1.25	0.00	0.42	2.4	3.00	0.38	14.52	0.52	4.25	10.19	2.32	10.19	13.1029
H-114	0.73	0.70	1.46	0.00	0.42	2.4	2.00	0.52	14.14	0.61	3.73	8.94	2.32	8.94	12.4667
H-115	3.78	3.60	7.49	0.01	0.42	2.4	1.00	13.63	13.63	3.12	3.12	7.49	2.32	7.49	11.6994
H-116	3.75	3.20	6.66	0.01	0.42	2.4	10.00	10.77	176.55	2.77	25.96	62.30	2.32	62.30	56.836
H-117	2.55	2.50	5.20	0.01	0.42	2.4	9.00	6.57	165.78	2.17	23.18	55.64	2.32	55.64	53.1062
H-118	0.33	0.30	0.62	0.00	0.42	2.4	5.00	0.09	155.79	0.26	18.63	44.72	2.32	44.72	47.6403
H-119	0.47	0.40	0.83	0.00	0.42	2.4	4.00	0.17	155.69	0.35	18.37	44.10	2.32	44.10	47.3715
H-120	8.76	5.50	11.44	0.01	0.42	2.4	3.00	31.81	155.53	4.77	18.03	43.26	2.32	43.26	47.0092
H-121	9.38	8.20	17.06	0.02	0.42	2.4	1.00	70.71	70.71	7.11	7.11	17.06	2.32	17.06	26.6485
H-122	1.65	1.60	3.33	0.00	0.42	2.4	3.00	2.69	3.42	1.39	2.38	5.72	2.32	5.72	6.68128
H-123	0.72	0.70	1.46	0.00	0.42	2.4	2.00	0.52	0.73	0.61	1.00	2.39	2.32	2.39	2.97985
H-124	0.46	0.45	0.94	0.00	0.42	2.4	1.00	0.21	0.21	0.39	0.39	0.94	2.32	0.94	1.46242
H-125	7.74	7.10	14.77	0.01	0.42	2.4	1.00	53.01	53.01	6.15	6.15	14.77	2.32	14.77	23.0737

ANEXO 2 - 3

RESULTADO DE CAUDALES EN LINEA - RED 2

DATOS			CAUDALES EN LINEA										VARIACION EN PORCENTAJES										TENDENCIA	
			100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	100	99	98	97	96	95	94	93	92		91
Tubería	Hid Acum	Área Acum (ha)	Q Acum (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	Q Diseño (m3/s)	%	%	%	%	%	%	%	%	%
RED 2-1																								
1	28	102.2	0.2126	0.149	0.1417	0.1373	0.134	0.1311	0.129	0.127	0.1251	0.1233	0.1218	100	70.1	66.7	64.6	63	61.7	60.7	59.7	58.8	58	57.3
2	28	102.2	0.2126	0.149	0.1417	0.1373	0.134	0.1311	0.129	0.127	0.1251	0.1233	0.1218	100	70.1	66.7	64.6	63	61.7	60.7	59.7	58.8	58	57.3
3	28	102.2	0.2126	0.149	0.1417	0.1373	0.134	0.1311	0.129	0.127	0.1251	0.1233	0.1218	100	70.1	66.7	64.6	63	61.7	60.7	59.7	58.8	58	57.3
4	17	50.83	0.1057	0.0823	0.0777	0.0749	0.0728	0.071	0.0697	0.0683	0.0672	0.066	0.0651	100	77.9	73.5	70.9	68.9	67.2	65.9	64.6	63.6	62.4	61.6
5	2	11.4	0.0237	0.0237	0.0237	0.0237	0.0237	0.0237	0.0237	0.0237	0.0231	0.0225	0.0219	100	100	100	100	100	100	100	100	97.5	94.9	92.4
6	1	2.6	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7	1	8.8	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8	1	8.8	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	0.0183	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
9	15	39.43	0.082	0.0655	0.0617	0.0594	0.0577	0.0562	0.0551	0.0541	0.0531	0.0522	0.0514	100	79.9	75.2	72.4	70.4	68.5	67.2	66	64.8	63.7	62.7
10	15	39.43	0.082	0.0655	0.0617	0.0594	0.0577	0.0562	0.0551	0.0541	0.0531	0.0522	0.0514	100	79.9	75.2	72.4	70.4	68.5	67.2	66	64.8	63.7	62.7
11	15	39.43	0.082	0.0655	0.0617	0.0594	0.0577	0.0562	0.0551	0.0541	0.0531	0.0522	0.0514	100	79.9	75.2	72.4	70.4	68.5	67.2	66	64.8	63.7	62.7
12	15	39.43	0.082	0.0655	0.0617	0.0594	0.0577	0.0562	0.0551	0.0541	0.0531	0.0522	0.0514	100	79.9	75.2	72.4	70.4	68.5	67.2	66	64.8	63.7	62.7
13	15	39.43	0.082	0.0655	0.0617	0.0594	0.0577	0.0562	0.0551	0.0541	0.0531	0.0522	0.0514	100	79.9	75.2	72.4	70.4	68.5	67.2	66	64.8	63.7	62.7
14	15	39.43	0.082	0.0655	0.0617	0.0594	0.0577	0.0562	0.0551	0.0541	0.0531	0.0522	0.0514	100	79.9	75.2	72.4	70.4	68.5	67.2	66	64.8	63.7	62.7
15	15	39.43	0.082	0.0655	0.0617	0.0594	0.0577	0.0562	0.0551	0.0541	0.0531	0.0522	0.0514	100	79.9	75.2	72.4	70.4	68.5	67.2	66	64.8	63.7	62.7
16	3	13.8	0.0287	0.0287	0.0287	0.0274	0.0264	0.0254	0.0248	0.0241	0.0236	0.023	0.0225	100	100	100	95.5	92	88.5	86.4	84	82.2	80.1	78.4
17	1	3.9	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
18	1	5.2	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
19	1	5.2	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
20	1	4.7	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
21	1	4.7	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
22	1	4.7	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
23	1	4.7	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
24	1	4.7	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
25	1	4.7	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
26	12	25.63	0.0533	0.047	0.044	0.0422	0.0408	0.0397	0.0388	0.0379	0.0372	0.0365	0.0358	100	88.2	82.6	79.2	76.6	74.5	72.8	71.1	69.8	68.5	67.2
27	12	25.63	0.0533	0.047	0.044	0.0422	0.0408	0.0397	0.0388	0.0379	0.0372	0.0365	0.0358	100	88.2	82.6	79.2	76.6	74.5	72.8	71.1	69.8	68.5	67.2
28	11	22.68	0.0472	0.0434	0.0405	0.0388	0.0375	0.0364	0.0356	0.0347	0.034	0.0333	0.0327	100	92	85.8	82.2	79.5	77.1	75.4	73.5	72	70.6	69.3
29	11	22.68	0.0472	0.0434	0.0405	0.0388	0.0375	0.0364	0.0356	0.0347	0.034	0.0333	0.0327	100	92	85.8	82.2	79.5	77.1	75.4	73.5	72	70.6	69.3
30	11	22.68	0.0472	0.0434	0.0405	0.0388	0.0375	0.0364	0.0356	0.0347	0.034	0.0333	0.0327	100	92	85.8	82.2	79.5	77.1	75.4	73.5	72	70.6	69.3
31	2	10.7	0.0223	0.0223	0.0223	0.0223	0.0223	0.0221	0.0215	0.0208	0.0203	0.0197	0.0193	100	100	100	100	99.1	96.4	93.3	91	88.3	86.6	
32	1	6	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
33	1	6	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
34	1	6	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
35	9	11.98	0.0249	0.0249	0.0238	0.0227	0.0218	0.0211	0.0206	0.0201	0.0196	0.0191	0.0188	100	100	95.6	91.2	87.6	84.7	82.7	80.7	78.7	76.7	75.5
36	9	11.98	0.0249	0.0249	0.0238	0.0227	0.0218	0.0211	0.0206	0.0201	0.0196	0.0191	0.0188	100	100	95.6	91.2	87.6	84.7	82.7	80.7	78.7	76.7	75.5
37	9	11.98	0.0249	0.0249	0.0238	0.0227	0.0218	0.0211	0.0206	0.0201	0.0196	0.0191	0.0188	100	100	95.6	91.2	87.6	84.7	82.7	80.7	78.7	76.7	75.5
38	9	11.98	0.0249	0.0249	0.0238	0.0227	0.0218	0.0211	0.0206	0.0201	0.0196	0.0191	0.0188	100	100	95.6	91.2	87.6	84.7	82.7	80.7	78.7	76.7	75.5
39	9	11.98	0.0249	0.0249	0.0238	0.0227	0.0218	0.0211	0.0206	0.0201	0.0196	0.0191	0.0188	100	100	95.6	91.2	87.6	84.7	82.7	80.7	78.7	76.7	75.5
40	8	8.479	0.0176	0.0176	0.0176	0.0176	0.0169	0.0163	0.0159	0.0154	0.0151	0.0147	0.0143	100	100	100	100	96	92.6	90.3	87.5	85.8	83.5	81.3
41	8	8.479	0.0176	0.0176	0.0176	0.0176	0.0169	0.0163	0.0159	0.0154	0.0151	0.0147	0.0143	100	100	100	100	96	92.6	90.3	87.5	85.8	83.5	81.3
42	8	8.479	0.0176	0.0176	0.0176	0.0176	0.0169	0.0163	0.0159	0.0154	0.0151	0.0147	0.0143	100	100	100	100	96	92.6	90.3	87.5	85.8	83.5	81.3
43	8	8.479	0.0176	0.0176	0.0176	0.0176	0.0169	0.0163	0.0159	0.0154	0.0151	0.0147	0.0143	100	100	100	100	96	92.6	90.3	87.5	85.8	83.5	81.3
44	7	6.279	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0128	0.0125	0.0121	0.0118	100	100	100	100	100	100	97.7	95.4	92.4	90.1	87.9
45	7	6.279	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0128	0.0125	0.0121	0.0118	100	100	100	100	100	100	97.7	95.4	92.4	90.1	87.9
46	6	5.779	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.0116	0.0113	0.011	100	100	100	100	100	100	100	100	96.7	94.2	91.9
47	1	4.8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48	2	0.649	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	100	100	100	100	100	100	92.9	92.9	92.9	85.7	85.7
49	2	0.649	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	100	100	100	100	100</						

ANEXO 2 - 4

RED 2 - CEIBOPAMBA

Table with multiple columns: DATOS DE NUDO CABECERA (T1-T4), SIMBOLOGIA TUBERIA (PRINCIPAL, SECUNDARIO, TERCARIO), DATOS TUBERIA Y PARA PERDIDAS (temp, h, K, f), REQUERIMIENTO DE VELOCIDAD (Vmax, Vmin), REQUERIMIENTO DE PRESION (MIN NUDO, MAX NUDO, MAX HID), DATOS DE MATERIALES (PVC, POLIETILENO, AGUA), and a large data table with columns for ID, NUDO, LINEA, COTA Z, PRESION, L, D, REYNOLDS, PERDIDAS, V.P.R, COMPROBACION, VELOCIDAD, GOLPE DE ARRIETE, etc.

RED 2 - CEIBOPAMBA

DATOS NUDOS										DATOS LINEA Y CAUDAL										BASE DE DATOS										PERDIDAS DE CARGA										V.R.P.										COMPROBACION										GOLPE DE ARIETE									
ID	NUDO	NUDO	COTA Z	PRECION	L	Q	J	D	Mpa	D	V	REYNOLDO	f	Hf	Hmf	H _{max}	Perdidas	Z + H _{max}	CONSIGNA	COTA	PRECION	PRECION	VELOCIDAD	espesor	CELEBRIDAD	T. FASE	GOLPE ARIETE	SOBREPRESION	P. TRABAJO	CUMPLE P.																																							
TUB.	INI	FIN	(m)	(mm)	(m ³ /s)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m.c.a.)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(mm)	(m/s)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)																																						
216	137	H-72	1610.1	14.5	3.90	741.14	0.0031	0.9316	63	0.8	327.6	1.2	352218	0.014	0.126	0.0126	0.14	1.43	1580.4	638.50	28.38	39.47	OK	OK	OK	2.00	306.38	0.84	35.64	68.03	81.58	OK																																					
217	140	141	1593.7	1	38.2	328.55	0.1033	0.1143	266	355	1	327.6	1.2	352218	0.014	0.126	0.0126	0.14	1.43	1580.4	638.50	40.56	39.07	OK	OK	OK	13.70	340.65	0.22	42.56	85.12	101.97	OK																																				
218	141	142	1603.9	1	38.1	366.65	0.1033	0.1154	266	355	1	327.6	1.2	352218	0.014	0.126	0.0126	0.14	1.63	1594.8	638.50	45.32	43.69	OK	OK	OK	13.70	340.65	0.22	42.56	89.88	101.97	OK																																				
219	141	142	1603.9	1	172.9	539.57	0.0312	0.0586	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771	0.016	0.093	0.0953	1.05	2.68	1606.6	638.50	34.62	31.94	OK	OK	OK	6.20	304.67	1.14	35.06	71.68	81.58	OK																																				
218	142	143	1599.5	1	133.3	672.91	0.0312	0.0586	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771	0.016	0.093	0.0953	1.05	3.49	1603	638.50	38.97	35.48	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.88	35.06	75.03	81.58	OK																																				
220	143	144	1603.2	1	183.9	614.79	0.0312	0.0586	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771	0.016	0.093	0.0953	1.05	4.28	1607	638.50	42.36	38.97	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.88	35.06	78.49	81.58	OK																																				
221	144	145	1603.2	1	18.43	880.21	0.0312	0.0367	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771	0.016	0.102	0.1012	0.11	4.74	1608	638.50	35.26	30.52	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.12	35.06	72.32	81.58	OK																																				
222	145	146	1603.2	1	15.77	895.98	0.0312	0.0348	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771	0.016	0.087	0.0807	0.10	4.84	1609.2	638.50	34.19	29.35	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.10	35.06	71.25	81.58	OK																																				
223	146	147	1609.1	1	26.65	922.63	0.0312	0.0287	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771	0.016	0.147	0.1417	0.16	5.00	1614.1	638.50	29.44	24.44	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.17	35.06	66.50	81.58	OK																																				
224	147	147	1609.2	14.5	47.78	960.49	0.0312	0.0287	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771	0.016	0.263	0.2263	0.23	5.48	1614.7	638.50	22.35	21.36	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.17	35.06	66.41	81.58	OK																																				
225	H-83	148	1697.1	1	83.35	1028.53	0.0208	0.0403	140.1	160	0.8	150	1.2	154891	0.017	0.134	0.0134	0.17	5.46	1609.6	638.50	44.44	38.94	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.38	35.06	69.77	81.58	OK																																				
226	148	149	1596.9	1	78.12	1119.0	0.0208	0.0347	140.1	160	0.8	150	1.2	154891	0.017	0.648	0.0648	0.71	6.17	1603.1	638.50	41.57	35.40	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.54	36.70	80.27	81.58	OK																																				
227	149	150	1604	14.5	92.19	1282.2	0.0208	0.0265	140.1	160	0.8	150	1.2	154891	0.017	0.608	0.0608	0.67	6.84	1610.8	638.50	34.51	27.67	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.51	36.70	73.21	81.58	OK																																				
228	150	H-84	1604.4	14.5	35.77	402.42	0.0721	0.1106	230.4	315	0.8	295.4	1.1	272634	0.015	0.101	0.0101	0.11	1.11	1592.7	638.50	23.34	26.50	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.60	36.70	72.83	81.58	OK																																				
230	151	152	1573.4	1	97.61	500.03	0.0721	0.1241	240.1	315	0.8	295.4	1.1	272634	0.015	0.0275	0.0275	0.30	2.04	1575.5	638.50	22.50	20.50	OK	OK	OK	9.80	305.22	0.64	32.73	57.27	81.58	OK																																				
231	152	153	1574.7	1	14.07	514.11	0.026	0.1183	153.2	160	0.8	150	1.5	193614	0.016	0.164	0.0164	0.18	2.22	1576.9	638.50	21.31	19.09	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.09	45.88	69.19	81.58	OK																																				
232	153	H-86	1572.6	14.5	47.99	562.1	0.026	0.0878	153.2	160	0.8	150	1.5	193614	0.016	0.558	0.0558	0.61	2.84	1575.5	638.50	23.36	20.52	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.31	45.88	71.24	81.58	OK																																				
233	H-86	154	1569	1	22.18	584.28	0.0177	0.1139	131.3	160	0.8	150	1.1	131807	0.017	0.129	0.0129	0.14	2.98	1572	638.50	26.99	24.00	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.15	31.23	60.21	81.58	OK																																				
234	154	H-87	1564.9	14.5	42.37	626.65	0.0177	0.091	131.3	160	0.8	150	1.1	131807	0.017	0.246	0.0246	0.27	3.25	1567.4	638.50	31.47	28.22	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.28	31.23	62.41	81.58	OK																																				
235	H-87	155	1563.3	1	22.32	648.07	0.0104	0.1113	106.2	160	0.8	150	0.6	77445.7	0.019	0.005	0.0005	0.06	3.31	1566.6	638.50	32.73	29.43	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.15	18.35	53.08	81.58	OK																																				
236	155	H-88	1549.3	14.5	20.86	596.06	0.0104	0.0848	106.2	160	0.8	150	0.6	77445.7	0.019	0.0466	0.0466	0.51	3.82	1553.2	638.50	46.64	42.82	OK	OK	OK	5.00	305.91	1.36	18.35	66.99	81.58	OK																																				
237	152	H-85	1572	14.5	13.58	513.61	0.0461	0.0973	192.6	315	0.8	295.4	0.7	174319	0.016	0.017	0.017	0.02	2.06	1574.1	638.50	23.94	21.87	OK	OK	OK	9.80	305.22	0.09	20.93	46.87	81.58	OK																																				
238	H-85	156	1603.2	14.5	33.83	861.42	0.0461	0.0973	192.6	315	0.8	295.4	0.7	174319	0.016	0.126	0.126	0.13	2.51	1561	638.50	28.73	25.85	OK	OK	OK	9.80	305.22	0.09	20.93	49.60	81.58	OK																																				
239	H-67	H-68	1542.2	14.5	41.46	761.89	0.0447	0.1048	190.3	315	0.8	295.4	0.7	169026	0.016	0.049	0.0409	0.05	2.40	1544.6	638.50	11.20	51.42	OK	OK	OK	9.80	305.22	0.27	20.29	33.49	81.58	OK																																				
240	H-68	156	1523.4	1	86.36	848.25	0.0387	0.1322	179.6	250	0.8	234.9	0.4	184420	0.016	0.241	0.0241	0.27	2.67	1526	638.50	30.00	27.33	OK	OK	OK	7.80	305.67	0.57	27.94	59.94	81.58	OK																																				
241	156	H-89	1528	14.5	64.32	912.57	0.0387	0.103	119.2	160	0.63	152.2	0.8	102013	0.018	0.226	0.0226	0.25	2.92	1530.9	638.50	25.36	22.45	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.48	21.00	48.36	64.24	OK																																				
242	H-89	157	1531.2	14.5	47.98	960.55	0.0109	0.1086	105.4	160	0.63	152.2	0.8	74858.5	0.019	0.097	0.0097	0.07	3.02	1534.2	638.50	22.18	19.16	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.36	15.41	39.59	64.24	OK																																				
243	H-87	H-90	1531.3	14.5	28.44	884.69	0.0109	0.1324	105.4	160	0.63	152.2	0.6	74858.5	0.016	0.327	0.0327	0.37	6.95	1534.2	638.50	33.36	26.44	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.19	15.41	38.68	64.24	OK																																				
244	156	H-69	1513	14.5	180.9	1029.2	0.0248	0.1059	150.3	160	1	147.6	1.4	187681	0.016	0.2089	0.2089	2.30	4.96	1518	638.50	40.36	35.40	OK	OK	OK	6.20	341.37	1.06	50.44	92.80	101.97	OK																																				
245	H-69	H-70	1498	14.5	84.12	1113.4	0.0148	0.1114	122.3	160	1	147.6	0.9	112003	0.018	0.383	0.0383	0.42	5.39	1503.4	638.50	10.03	10.00	49.94	OK	OK	6.20	341.37	0.49	30.10	42.10	101.97	OK																																				
246	H-70	158	1481.6	1	78.36	1191.6	0.0062	0.1291	86.3	90	0.8	84.4	1.1	82054.9	0.019	1.095	0.1095	1.20	6.59	1488.2	638.50	26.43	19.84	OK	OK	OK	2.80	305.22	0.51	34.48	62.91	81.58	OK																																				
247	150	159	1474.7	1	24.51	930.4	0.0062	0.1324	86.3	90	0.8	84.4	1.1	82054.9	0.017	0.695	0.0695	0.43	7.23	1481.6	638.50	33.36	26.44	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.29	15.41	38.68	64.24	OK																																				
248	H-70	160	1469	1	39.51	1254.6	0.0062	0.1327	86.3	90	0.8	84.4	1.1	82054.9	0.019	0.552	0.0552	0.61	7.56	1476.6	638.50	39.03	31.47	OK	OK	OK	2.80	305.22	0.26	34.48	75.51	81.58	OK																																				
249	160	H-71	1469	14.5	10.2	1264.8	0.0062	0.121	86.3	90	0.8	84.4	1.1	82054.9	0.019	0.142	0.0142	0.16	7.71	1476.7	638.50	39.03	31.32	OK	OK	OK	2.80	305.22	0.07	34.48	75.51	81.58	OK																																				
250	T4	161	1701	1	25.31	25.312	0.1216	0.1197	707.9	500	0.63	475.4	0.7	285713	0.015	0.019	0.019	0.02	0.02	1701	708.00	7.03	7.01	OK	OK	OK	12.30	270.92	0.19	18.92	27.95	64.24	OK																																				
251	161	162	1697	1	37.57	62.878	0.1216	0.1197	707.9	500	0.63	475.4	0.7	285713	0.015	0.028	0.028	0.03	0.05	1697.1	708.00	10.99	10.94	OK	OK	OK	12.30	270.92	0.28	18.92	31.71	64.24	OK																																				
252	H-116	H-116	1699	14.5	37.57	138.68	0.0072	0.0072	707.9	500	0.63	475.4	0.7	285713	0.015	0.028	0.028	0.03																																																			

ANEXO 2 - 5

RED 2 - CEIBOPAMBA

DATOS DE NUDO CABECERA										SIMBOLOGIA TUBERIA				DATOS FLUIDO				DATOS DE TUBERIA Y PARA PERDIDAS				REQUERIMIENTO DE VELOCIDAD				REQUERIMIENTO DE PRESION				DATOS DE MATERIALES			
COTA (m)		T1	T2	T3	T4	PRINCIPAL		SECUNDARIO		tempes		15 °C		0.0015 mm		Vmin		0.5 m/s		P. MIN NUDO		1 m.c.a		E (kg/cm2)		K							
COTA (m)		1771	1702	1636.5	1705	PRINCIPAL		SECUNDARIO		1.15-0.8 m/s		10 %		Vmax		2.5 m/s		P. MAX NUDO		14.5 m.c.a		POLIETILENO		31400		0.658280255							
COTA (m)		1771	1702	1636.5	1705	PRINCIPAL		SECUNDARIO		1.15-0.8 m/s		10 %		Vmax		2.5 m/s		P. MAX NUDO		14.5 m.c.a		AGUA		20670		3.97%							
ID TUB	NUDO	FUN	COTA Z	PRESION (MIN)	DATOS LINEA Y CAUDAL		BASE DE DATOS				PERDIDAS DE CARGA				V.R.P	PRESION EN NUDO		COMPROBACION		VELOCIDAD		GOLPE DE ARRIETE											
					L (mm)	L (m)	Q (m3/s)	J (m/s)	D (mm)	D (m)	MPa	REYNOLDS	f	Hf (m)		Hmf (m)	Perdidas al nudo	Z + H _{man}	CONSIGN (m.c.a)	COTA ESTACION	PRESION ESTACION	PRESION CONSIGN	MIN	MAX	espesor	CELEBRIDAD	T. FASE	GOLPE ARRIETE	SOBREPRESION	P. TRABAJO	CUMPLIR P. TRABAJO		
1	1	1	1771	1	28.12	28.116	0.149	0.149	355.6	633	337.6	1.7	492991	0.013	0.1559	0.0156	0.17	1.7	1765.4	7.59	OK	OK	OK	OK	8.70	270.40	0.21	45.88	55.54	64.24	OK		
2	1	2	1764.6	1	17.19	99.906	0.149	0.0539	355.6	633	337.6	1.7	492991	0.013	0.3981	0.0398	0.44	0.61	1765.2	8.38	7.77	OK	OK	OK	OK	8.70	270.40	0.53	45.88	56.26	64.24	OK	
3	2	3	1761.1	1	25.52	125.43	0.149	0.0715	355.6	633	337.6	1.7	492991	0.013	0.1415	0.0142	0.16	0.77	1761.8	11.97	11.21	OK	OK	OK	OK	8.70	270.40	0.19	45.88	59.85	64.24	OK	
4	3	4	1758.9	1	37.62	163.04	0.0823	0.0703	391.3	315	633	299.6	1.6	306841	0.014	0.1261	0.0126	0.16	0.90	1759.4	14.46	13.30	OK	OK	OK	OK	7.70	270.05	0.28	32.14	48.60	64.24	OK
5	4	5	1751.7	1	20.3	183.34	0.0277	0.0398	160	63	152.2	1.3	173062	0.016	0.1863	0.0186	0.20	1.70	1752.8	17.51	16.30	OK	OK	OK	OK	7.70	289.66	0.17	35.81	59.11	64.24	OK	
6	5	H-7	1749.1	14.5	22.19	205.53	0.0365	0.054	75	63	71.4	1.3	84479.4	0.019	0.5401	0.054	0.59	1.70	1750.7	24.00	23.30	OK	OK	OK	OK	7.70	289.66	0.17	36.78	62.78	64.24	OK	
7	5	6	1748.1	1	19.57	202.91	0.0183	0.1078	159.7	160	63	152.2	1.2	134305	0.017	0.1127	0.0113	0.12	1.23	1749.4	24.88	23.65	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.15	27.65	54.53	64.24	OK
8	5	H-6	1743.2	14.5	37.34	240.25	0.0183	0.0555	159.7	160	63	152.2	1.2	134305	0.017	0.215	0.0215	0.24	1.47	1744.6	29.84	28.37	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.28	27.65	59.49	64.24	OK
9	4	7	1756.7	1	105.61	268.68	0.0655	0.0494	265.9	315	633	299.6	0.9	244205	0.015	0.2341	0.0234	0.26	1.7	1757.9	16.28	15.12	OK	OK	OK	OK	7.70	270.05	0.78	25.58	43.86	64.24	OK
10	7	8	1756.1	1	40.53	309.21	0.0655	0.0451	265.9	315	633	299.6	0.9	244205	0.015	0.0898	0.009	0.10	1.26	1757.3	16.94	15.68	OK	OK	OK	OK	7.70	270.05	0.30	25.58	44.52	64.24	OK
11	8	9	1754.6	1	33.66	342.87	0.0655	0.0449	265.9	315	633	299.6	0.9	244205	0.015	0.0746	0.0075	0.08	1.14	1755.9	18.41	17.07	OK	OK	OK	OK	7.70	270.05	0.25	25.58	45.99	64.24	OK
12	9	10	1755.3	1	32.72	375.59	0.0655	0.0392	265.9	315	633	299.6	0.9	244205	0.015	0.0725	0.0073	0.08	1.42	1756.7	17.73	16.31	OK	OK	OK	OK	7.70	270.05	0.24	25.58	45.31	64.24	OK
13	10	11	1756.9	1	94.45	470.04	0.0655	0.0278	265.9	315	633	299.6	0.9	244205	0.015	0.2093	0.0209	0.23	1.65	1758.6	16.09	14.44	OK	OK	OK	OK	7.70	270.05	0.70	25.58	43.67	64.24	OK
14	11	12	1757.2	1	19.04	489.08	0.0655	0.0293	265.9	315	633	299.6	0.9	244205	0.015	0.0422	0.0042	0.05	1.70	1758.8	19.85	14.15	OK	OK	OK	OK	7.70	270.05	0.14	25.58	43.43	64.24	OK
15	13	14	1757.2	1	25.22	514.29	0.0655	0.0249	265.9	315	633	299.6	0.9	244205	0.015	0.0559	0.0056	0.06	1.76	1758.9	15.82	14.06	OK	OK	OK	OK	7.70	270.05	0.19	25.58	43.40	64.24	OK
16	13	14	1754.5	1	11.44	525.74	0.0287	0.0295	191.2	160	63	152.2	1.6	210631	0.016	0.1484	0.0148	0.16	1.92	1756.4	18.53	16.61	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.08	43.36	63.89	64.24	OK
17	14	H-10	1728.2	14.5	211.8	737.55	0.0081	0.0384	115.2	110	0.8	103.2	1.3	87672	0.019	1.8214	0.1821	2.00	3.93	1732.1	44.85	40.92	OK	OK	OK	OK	3.40	304.21	1.39	30.03	76.88	81.58	OK
18	14	H-10	1728.2	14.5	102.52	572.55	0.0106	0.0397	162.4	110	0.8	103.2	1.3	106702	0.018	1.224	0.124	1.36	3.87	1710.6	44.85	40.92	OK	OK	OK	OK	3.40	304.21	0.67	36.33	43.20	81.58	OK
19	15	H-8	1753.3	14.5	41.08	598.14	0.0081	0.0553	129.3	110	0.63	104.6	1.3	115331	0.018	0.5459	0.0555	0.61	3.00	1756.3	19.69	16.69	OK	OK	OK	OK	2.70	270.61	0.30	34.67	56.36	64.24	OK
20	14	H-10	1752.7	1	9.985	535.72	0.0098	0.0323	124.4	110	0.63	104.6	1.1	104653	0.018	0.1133	0.0113	0.12	2.05	1754.7	20.30	18.25	OK	OK	OK	OK	2.70	270.61	0.07	31.46	53.76	64.24	OK
21	16	17	1748.8	1	36.44	572.16	0.0098	0.0371	124.4	110	0.63	104.6	1.1	104653	0.018	0.4134	0.0413	0.45	2.50	1751.3	24.24	21.74	OK	OK	OK	OK	2.70	270.61	0.27	31.46	57.70	64.24	OK
22	17	18	1706.8	1	102.52	674.62	0.0098	0.0937	124.4	110	0.8	103.2	1.2	106072	0.018	1.24	0.124	1.36	3.87	1710.6	44.85	40.92	OK	OK	OK	OK	3.40	304.21	0.67	36.33	43.20	81.58	OK
23	18	19	1670.4	1	54.22	728.84	0.0098	0.0371	124.4	110	0.8	103.2	1.2	106072	0.018	0.5661	0.0561	0.62	2.4	1715.2	44.85	36.65	OK	OK	OK	OK	3.40	304.21	0.67	36.33	43.20	81.58	OK
24	19	20	1677.4	1	75	803.84	0.0098	0.1152	124.4	110	0.8	103.2	1.2	106072	0.018	0.9077	0.0908	1.00	5.59	1683	30.21	28.65	OK	OK	OK	OK	3.40	304.21	0.49	36.33	72.57	81.58	OK
25	20	H-9	1679.5	14.5	58.44	862.28	0.0098	0.0893	124.4	110	0.8	103.2	1.2	106072	0.018	0.7072	0.0707	0.78	6.36	1685.8	30.21	25.80	OK	OK	OK	OK	3.40	304.21	0.38	36.33	70.49	81.58	OK
26	13	21	1756.5	1	14.24	528.53	0.047	0.0255	232.8	250	0.63	237.8	1.1	220771	0.015	0.0526	0.0053	0.06	1.82	1758.3	16.48	14.66	OK	OK	OK	OK	6.10	269.80	0.11	29.10	47.58	64.24	OK
27	21	H-1	1750.1	14.5	23.01	542.26	0.047	0.0116	232.8	250	0.63	237.8	1.1	220771	0.015	0.1939	0.0193	0.11	1.93	1752	22.93	20.30	OK	OK	OK	OK	6.10	269.80	0.21	29.10	54.03	64.24	OK
28	H-1	22	1732	1	152.62	709.18	0.0434	0.0535	225.5	250	0.8	234.4	1.1	206818	0.016	0.5234	0.0523	0.58	2.51	1734.5	40.97	38.46	OK	OK	OK	OK	7.80	305.67	1.00	31.34	74.31	81.58	OK
29	22	23	1739	1	77.69	786.87	0.0434	0.0394	225.5	250	0.8	234.4	1.1	206818	0.016	0.2664	0.0266	0.29	2.80	1741.8	34.00	31.20	OK	OK	OK	OK	7.80	305.67	0.51	31.34	67.34	81.58	OK
30	23	24	1739	1	22.39	809.26	0.0434	0.0383	225.5	250	0.8	234.4	1.1	206818	0.016	0.0768	0.0077	0.08	2.88	1741.9	34.00	31.10	OK	OK	OK	OK	7.80	305.67	0.15	31.34	67.34	81.58	OK
31	24	25	1741.4	1	167.8	977.1	0.0434	0.0293	225.5	250	0.8	234.4	1.1	206818	0.016	0.5755	0.0575	0.63	3.52	1744.9	31.62	29.12	OK	OK	OK	OK	7.80	305.67	1.10	31.34	64.96	81.58	OK
32	25	H-12	1670.4	14.5	63.69	1030.8	0.0222	0.039	172.8	180	1.25	144.4	1.4	172025	0.016	0.561	0.0561	0.62	4.14	1720.5	51.47	48.54	OK	OK	OK	OK	7.60	378.98	0.28	44.56	77.98	81.58	OK
33	H-12	26	1677.4	1	125.6	1156.4	0.0125																										

Table with columns: ID, TUB, NUD, NUD FIN, DATOS NUDOS (COTA Z, PRESION, L, Q, J, D, D(m)), BASE DE DATOS (D(m), Mpa, V, Reynold), PERIDAS DE CARGA (f, Hf, Hmf, Hmax, Hmin), V.R.P., PRESSION EN NUDO, COMPROBACION (PRESSION, VELOCIDAD), GOLF DE ARIETE (GOLPE ARIETE, SOBREPRESION), and CUMPLE P. The table contains detailed technical data for a pipeline network.

Table with columns: DATOS NUDOS, DATOS LINEA Y CAUDAL, BASE DE DATOS, PERDIDAS DE CARGA, V.R.P., PRESION EN NUDO, COMPROBACION, VELOCIDAD, espesor, CELERIDAD, T. FASE, GOLPE DE ARRIETE, SOBREPRESION, P. TRABAJO, CUMPLE P. TRABAJO. Rows include node IDs (e.g., 215-139, 216-137) and various numerical data points.

ANEXO 2 - 6

DATOS NUDOS				DATOS LINEA Y CAUDAL				BASE DE DATOS				PERDIDAS DE CARGA				V.R.P.		PRESION EN NUDO				COMPROBACION				GOLPE DE ARRIETE									
ID	TUB	NUD	FIN	COTA Z	PRESION	L	Q	J	D	D	Mpa	D	H	H	H	H	H	CONSIGN	COTA	PRESION	PRESION	PRESION	MIN	MAX	VELOCIDAD	espesor	CELEBRIDAD	T. FASE	GOLPE ARRIETE	SOBREPRESION	P. TRABAJO	CUMPL P.			
		NUD	NUD	(m)	(m.c.a)	(m)	(m ³ /s)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(mm)	(m)	(m)	(m)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)		
106	H-77	H-60	H-61	1686.1	14.5	95	630.54	0.0456	0.31	162	200	1.25	181	1.8	2080794	0.015	0.02	0.022	0.13	7.26	1673.4	1705.00	38.88	31.62	OK	OK	OK	9.50	378.88	0.09	68.30	108.18	127.47	OK	
107	H-60	H-61	H-62	1686.1	14.5	95	90.14	0.0447	0.0428	160.8	200	1.25	181	1.7	275887	0.015	1.132	0.1132	0.25	8.50	1652.6	1705.00	8.56	42.39	OK	OK	OK	9.50	378.88	0.48	68.30	78.60	127.47	OK	
108	H-61	H-78	H-63	1643.6	14.5	102.4	883.11	0.0217	0.065	120.5	200	1.25	181	0.8	133917	0.017	0.049	0.0349	0.38	8.89	1652.5	1663.61	20.04	11.15	OK	OK	OK	9.50	378.88	0.54	32.57	54.41	127.47	OK	
109	H-78	H-79	H-64	1643.8	14.5	109.7	889.06	0.0217	0.0644	120.5	200	1.25	181	0.8	133917	0.017	0.02	0.002	0.02	8.91	1652.7	1663.61	19.84	10.93	OK	OK	OK	9.50	378.88	0.03	32.57	54.41	127.47	OK	
110	H-79	H-80	H-62	1622.7	14.5	154.2	1034.3	0.0217	0.0757	120.5	200	1.25	181	0.8	133917	0.017	0.494	0.0494	0.54	9.45	1632.1	1633.13	10.45	31.48	OK	OK	OK	9.50	378.88	0.77	32.57	45.02	127.47	OK	
111	H-80	H-81	H-63	1622.7	14.5	154.2	1584.3	0.0217	0.0757	120.5	200	1.25	181	0.8	133917	0.017	0.203	0.021	0.21	9.50	1632.1	1633.13	10.45	31.48	OK	OK	OK	9.50	378.88	0.77	32.57	45.02	127.47	OK	
112	H-81	H-62	H-63	1584.3	14.5	5.17	1280.3	0.0217	0.0806	120.5	160	1	147.6	1.3	164221	0.016	0.047	0.0047	0.05	10.40	1594.7	1611.32	27.00	38.41	OK	OK	OK	6.20	34.37	0.03	44.13	73.13	101.97	OK	
113	H-62	H-63	H-63	1576.9	14.5	77.68	1358	0.0009	0.0814	33.7	3.2	1.25	29	1.4	34665.7	0.023	5.794	0.5794	6.37	10.78	1576.9	1611.32	34.38	17.60	OK	OK	OK	1.50	37.31	0.41	52.27	88.65	127.47	OK	
114	H-63	H-82	H-79	1572.9	14.5	81.76	1439.8	0.0002	0.0846	18.5	20	2	17	0.9	13141.2	0.029	5.503	0.5503	6.05	22.83	1602	1611.32	32.17	9.34	OK	OK	OK	1.50	47.93	0.34	43.10	77.27	203.95	OK	
115	H-82	H-64	H-63	1679.6	14.5	31.37	1815.3	0.0003	0.0803	18.5	20	2	17	0.9	13141.2	0.029	5.503	0.5503	6.05	22.83	1602	1611.32	32.17	9.34	OK	OK	OK	1.50	47.93	0.34	43.10	77.27	203.95	OK	
116	H-70	H-83	H-29	1675.5	14.5	24.02	365.38	0.0499	0.0644	290.9	315	0.63	299.6	0.7	186043	0.016	0.181	0.0181	0.20	1.00	1690	1705.00	28.00	25.00	OK	OK	OK	7.70	270.05	0.18	19.48	47.48	51.00	64.24	OK
117	H-83	H-29	H-29	1675.5	14.5	24.02	365.38	0.0499	0.0329	290.9	315	0.63	299.6	0.7	186043	0.016	0.033	0.0033	0.04	1.04	1676.5	1705.00	29.52	28.48	OK	OK	OK	7.70	270.05	0.18	19.48	51.00	64.24	OK	
118	H-29	H-84	H-29	1669.8	14.5	28.93	394.3	0.0492	0.0791	289.2	315	0.63	299.6	0.7	183434	0.016	0.038	0.0038	0.04	1.08	1670.9	1705.00	35.17	34.09	OK	OK	OK	7.70	270.05	0.21	19.21	56.38	64.24	OK	
119	H-84	H-85	H-29	1674.8	14.5	114.4	508.72	0.0492	0.0515	289.2	315	0.63	299.6	0.7	183434	0.016	0.151	0.0151	0.17	1.24	1676	1705.00	30.22	28.98	OK	OK	OK	7.70	270.05	0.85	19.21	51.43	64.24	OK	
120	H-85	H-86	H-29	1669.7	14.5	41.47	550.19	0.0313	0.0568	241.4	250	0.83	237.8	0.7	147024	0.017	0.074	0.0074	0.08	1.14	1671.1	1705.00	35.26	33.94	OK	OK	OK	6.10	289.80	0.21	19.21	56.64	64.24	OK	
121	H-86	H-87	H-29	1669.5	14.5	7.65	557.84	0.0313	0.0566	241.4	250	0.83	237.8	0.7	147024	0.017	0.014	0.0014	0.02	1.34	1670.8	1705.00	35.55	34.21	OK	OK	OK	6.10	289.80	0.06	19.38	56.93	64.24	OK	
122	H-87	H-34	H-34	1668.4	14.5	7.376	565.21	0.0039	0.0339	104.9	90	0.63	85.6	0.6	50891.6	0.021	0.042	0.0042	0.05	1.39	1669.7	1705.00	36.64	35.25	OK	OK	OK	2.20	270.05	0.05	18.66	57.30	64.24	OK	
123	H-34	H-33	H-33	1660.7	14.5	91.72	656.93	0.0039	0.0407	98.9	90	0.63	85.6	0.6	50891.6	0.021	0.389	0.0389	0.43	1.82	1662.5	1705.00	44.27	42.46	OK	OK	OK	2.20	270.05	0.68	15.79	62.06	64.24	OK	
124	H-87	H-88	H-33	1659.3	14.5	58.35	616.19	0.0294	0.0677	235.4	250	0.83	234.4	0.7	140102	0.017	0.089	0.0089	0.11	1.45	1669.7	1705.00	45.72	44.27	OK	OK	OK	7.80	305.67	0.58	21.23	68.95	81.58	OK	
125	H-88	H-89	H-33	1659.4	14.5	52.79	688.97	0.0294	0.0679	235.4	250	0.83	234.4	0.7	140102	0.017	0.091	0.0091	0.10	1.55	1661.6	1705.00	44.98	43.43	OK	OK	OK	7.80	305.67	0.35	21.23	68.95	81.58	OK	
126	H-89	H-90	H-33	1659.2	14.5	16.67	685.65	0.0294	0.061	235.4	250	0.83	234.4	0.7	140102	0.017	0.028	0.0028	0.03	1.58	1660.8	1705.00	10.00	44.23	OK	OK	OK	7.80	305.67	0.11	21.23	33.23	81.58	OK	
127	H-90	H-91	H-33	1653.3	14.5	45.65	731.29	0.0294	0.0652	235.4	250	0.83	234.4	0.7	140102	0.017	0.078	0.0078	0.09	1.67	1655	1705.00	15.87	44.23	OK	OK	OK	7.80	305.67	0.30	21.23	39.10	81.58	OK	
128	H-91	H-36	H-36	1644.7	14.5	57.91	789.2	0.0294	0.0543	235.4	200	0.63	190.2	1	172660	0.016	0.028	0.028	0.29	1.96	1646.6	1669.19	24.54	22.58	OK	OK	OK	4.90	270.06	0.43	28.52	55.06	64.24	OK	
129	H-36	H-35	H-35	1643.5	14.5	42.36	794.54	0.0294	0.0543	235.4	200	0.63	190.2	1	172660	0.016	0.019	0.019	0.23	2.02	1645.5	1669.19	25.66	23.64	OK	OK	OK	4.90	270.06	0.06	26.29	53.95	64.24	OK	
130	H-35	H-35	H-35	1643.5	14.5	7.782	801.92	0.0271	0.0548	227.8	200	0.63	190.2	1	159153	0.016	0.031	0.0031	0.03	2.02	1645.5	1669.19	25.66	23.64	OK	OK	OK	4.90	270.06	0.06	26.29	53.95	64.24	OK	
131	H-35	H-93	H-93	1633.3	14.5	80.53	882.45	0.0249	0.0771	220.2	200	0.63	190.2	0.9	146233	0.017	0.027	0.027	0.30	2.32	1635.5	1669.19	36.24	33.92	OK	OK	OK	4.90	270.06	0.60	24.15	62.39	64.24	OK	
132	H-93	H-94	H-94	1631.2	14.5	13.32	895.77	0.0249	0.078	220.2	200	0.63	190.2	0.9	146233	0.017	0.046	0.0046	0.05	2.37	1633.5	1669.19	38.03	35.66	OK	OK	OK	4.90	270.06	0.10	24.15	64.18	64.24	OK	
133	H-94	H-96	H-96	1625.5	14.5	70.98	966.75	0.0249	0.0781	220.2	200	0.8	187.6	0.9	148259	0.017	0.021	0.021	0.29	2.66	1628.1	1669.19	43.71	41.05	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.47	27.98	73.69	81.58	OK	
134	H-96	H-97	H-97	1625.4	14.5	100.87	1008.7	0.0249	0.0781	220.2	200	0.8	187.6	0.9	148259	0.017	0.030	0.0030	0.33	2.80	1628.1	1669.19	43.71	41.05	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.47	27.98	73.69	81.58	OK	
135	H-97	H-97	H-97	1629.5	14.5	39.92	1048.7	0.0249	0.0682	220.2	200	0.8	187.6	0.9	148259	0.017	0.147	0.0147	0.16	2.99	1632.5	1669.19	39.71	36.72	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.26	27.98	69.69	81.58	OK	
136	H-97	H-37	H-37	1627.1	14.5	172.6	1221.3	0.0249	0.0495	220.2	200	0.8	187.6	0.9	148259	0.017	0.034	0.0034	0.70	3.69	1630.7	1669.19	42.13	38.44	OK	OK	OK	6.20	304.67	1.13	27.98	72.11	81.58	OK	
137	H-37	H-38	H-38	1626.6	14.5	25.86	1247.1	0.0147	0.0488	178.4	200	0.8	187.6	0.9	87526.6	0.019	0.037	0.0037	0.04	3.73	1630.4	1669.19	42.56	38.83	OK	OK	OK								

RED 2 - CEIBOPAMBA

DATOS NUDOS		DATOS LINEA Y CAUDAL				BASE DE DATOS				PERDIDAS DE CARGA				V.R.P.		PRESION EN NUDO		COMPROBACION		GOLPE DE ARRIETE														
ID TUB	NUD	NUD	COTA Z	PRESION	L	Q	J	D (mm)	V	REYNOLDS	f	Hf	Hmf	H _{max}	CONSIGN	PRESION	PRESION	MIN	MAX	VELOCIDAD	espesor	CELEBRIDAD	T. FASE	GOLPE ARRIETE	SOBREPRESION	P. TRABAJO	CUMPLE P.							
IN	FIN	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /s)	(m)	(mm)	(m/s)	(m.c.a.)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m/s)	(mm)	(m/s)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)							
215	139	H-72	1610.1	14.5	30	741.14	0.0031	0.316	71.6	63	0.8	59	1.1	340232.0	0.014	0.358	0.0358	0.57	1.39	1620	638.50	28.38	18.30	OK	OK	OK	OK	OK	2.00	308.38	0.84	35.64	68.93	81.58
216	140	H-140	1607.9	1	38.2	328.55	0.0703	0.1143	228	250	0.8	230.2	1.7	340232.0	0.014	0.358	0.0358	0.57	1.39	1620	638.50	40.56	18.30	OK	OK	OK	OK	OK	1.60	338.79	0.22	58.20	100.76	101.97
217	140	141	1593.2	1	38.1	366.65	0.0703	0.1154	228	250	1.25	226.2	1.7	340232.0	0.014	0.358	0.0372	0.41	1.80	1595	638.50	45.32	43.52	OK	OK	OK	OK	OK	1.90	379.29	0.20	67.24	114.96	127.47
218	141	142	1603.9	1	172.9	539.57	0.0312	0.0586	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771.0	0.016	0.953	0.0953	1.05	2.85	1606.7	638.50	34.62	31.77	OK	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	1.14	35.06	61.78	81.58
219	142	143	1599.5	1	133.3	672.91	0.0312	0.0535	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771.0	0.016	0.735	0.0735	0.81	3.66	1603.2	638.50	38.97	35.32	OK	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.88	35.06	75.03	81.58
220	143	144	1607.9	1	189.9	460.43	0.0393	0.0612	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771.0	0.016	0.807	0.0807	1.10	4.80	1607.9	638.50	35.26	31.77	OK	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	1.20	35.06	72.32	81.58
221	144	145	1603.2	1	18.43	880.21	0.0312	0.0367	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771.0	0.016	0.102	0.102	1.11	4.91	1608.2	638.50	35.26	30.35	OK	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.12	35.06	62.32	81.58
222	145	146	1603.2	1	15.77	895.98	0.0312	0.0348	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771.0	0.016	0.087	0.087	1.10	5.01	1603.9	638.50	34.19	29.18	OK	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.10	35.06	71.25	81.58
223	146	147	1609.1	1	26.65	922.63	0.0312	0.0287	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771.0	0.016	0.147	0.147	1.16	5.17	1614.2	638.50	29.44	24.27	OK	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.17	35.06	66.50	81.58
224	147	148	1609.2	14.5	47.78	960.43	0.0393	0.0612	164.8	200	0.8	187.6	1.1	185771.0	0.016	0.263	0.263	0.29	5.67	1614.6	638.50	25.35	23.46	OK	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.88	35.06	66.41	81.58
225	H-83	148	1607.9	1	58.13	1028.5	0.0208	0.0403	140.1	160	0.8	187.6	0.8	154891.0	0.017	0.154	0.044	0.17	5.63	1609.7	638.50	44.46	38.77	OK	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.38	35.06	69.77	81.58
226	148	149	1596.9	1	83.35	1111.9	0.0208	0.0347	140.1	160	0.8	150	1.2	154891.0	0.017	0.648	0.648	0.71	6.34	1603.3	638.50	41.57	35.23	OK	OK	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.54	36.70	80.27	81.58
227	149	150	1604.1	1	78.12	1190	0.0208	0.0265	140.1	160	0.8	150	1.2	154891.0	0.017	0.608	0.608	0.67	7.01	1611	638.50	34.51	27.50	OK	OK	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.51	36.70	73.21	81.58
228	150	H-84	1604.4	14.5	92.19	1282.2	0.0208	0.0137	140.1	160	0.8	150	1.2	154891.0	0.017	0.717	0.717	0.79	7.80	1612.2	638.50	34.13	26.33	OK	OK	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.60	36.70	72.83	81.58
229	141	151	1591	1	35.77	402.42	0.0498	0.1106	198.7	200	0.63	104.2	1.2	292485.0	0.015	0.43	0.043	0.47	2.20	1593.3	638.50	594.25	3.27	45.25	OK	OK	OK	OK	4.90	270.36	0.26	48.30	53.57	64.24
230	151	152	1573.4	1	60.11	500.03	0.0498	0.1241	198.7	200	0.8	187.6	1.8	296519.0	0.015	1.255	1.255	1.38	3.65	1577.1	638.50	20.81	17.16	OK	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.64	55.95	78.76	81.58
231	152	153	1574.7	1	14.07	514.11	0.0231	0.1183	146.1	160	0.63	152.2	1.3	169532.0	0.016	0.123	0.123	0.14	3.79	1578.5	638.50	19.58	15.79	OK	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.10	34.90	56.48	64.24
232	153	H-86	1572.6	14.5	47.99	562.1	0.0231	0.0878	146.1	160	0.63	152.2	1.3	169532.0	0.016	0.42	0.42	0.46	4.25	1576.9	638.50	21.63	17.38	OK	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.36	34.90	58.53	64.24
233	H-86	154	1569	1	22.18	584.28	0.0176	0.1139	131.1	160	0.63	152.2	1.1	129168.0	0.017	0.119	0.119	0.13	4.36	1573.4	638.50	25.25	20.87	OK	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.16	26.59	53.84	64.24
234	154	H-87	1564.5	14.5	42.31	626.65	0.0176	0.0917	131.1	160	0.63	152.2	1.1	129168.0	0.017	0.301	0.0224	0.25	14.63	1569.1	638.50	29.74	25.11	OK	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.31	26.59	58.63	81.58
235	H-87	155	1563.3	1	22.32	648.97	0.0104	0.1113	106.2	110	0.8	103.2	1.2	112566.0	0.016	0.301	0.0301	0.33	4.98	1568.2	638.50	25.01	20.04	OK	OK	OK	OK	OK	3.40	21.21	0.15	38.56	71.56	81.58
236	155	H-88	1549.3	14.5	20.8	856.96	0.0104	0.0848	106.2	110	1.0	1.0	1.6	114339.0	0.018	0.309	0.309	3.32	8.28	1557.6	638.50	44.91	36.63	OK	OK	OK	OK	OK	4.20	338.80	1.23	44.30	91.21	101.97
237	152	H-85	1572.4	14.5	13.58	513.61	0.0347	0.0973	171.9	200	0.8	187.6	1.3	206610.0	0.016	0.019	0.019	1.10	3.75	1575.8	638.50	22.21	18.46	OK	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.09	39.89	63.20	81.58
238	H-85	158	1572.4	14.5	20.8	856.96	0.0347	0.0973	171.9	200	0.8	187.6	1.3	206610.0	0.016	0.101	0.101	1.10	3.75	1575.8	638.50	22.21	18.46	OK	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.09	39.89	63.20	81.58
239	H-67	H-68	1542.2	14.5	41.46	761.89	0.0341	0.1048	170.7	200	1.1	184.6	1.3	206338.0	0.016	0.29	0.029	0.32	5.71	1547.9	638.50	13.00	46.38	OK	OK	OK	OK	OK	7.70	340.24	0.24	44.19	59.19	101.97
240	H-68	156	1523.4	1	86.36	848.25	0.0308	0.1322	163.9	200	1.1	184.6	1.2	186369.0	0.016	0.503	0.0503	0.55	6.26	1529.6	638.50	31.80	25.54	OK	OK	OK	OK	OK	7.70	340.24	0.51	55.91	73.71	101.97
241	156	H-89	1528	1	64.32	912.57	0.0139	0.103	119.2	160	0.63	152.2	0.8	102013.0	0.018	0.226	0.0226	0.25	6.51	1534.5	638.50	27.16	20.65	OK	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.48	21.00	50.16	64.24
242	H-89	157	1531.2	1	47.98	960.55	0.0139	0.1086	105.4	110	0.63	104.6	1.2	108924.0	0.018	0.585	0.0585	0.64	7.15	1538.3	638.50	23.88	16.83	OK	OK	OK	OK	OK	2.70	270.61	0.35	32.74	58.72	64.24
243	157	H-90	1531.3	14.5	24.41	491.02	0.0132	0.0916	156.4	160	0.63	104.6	1.2	108924.0	0.018	0.371	0.0371	0.41	7.56	1538.3	638.50	23.88	16.83	OK	OK	OK	OK	OK	2.70	270.61	0.35	32.74	58.72	64.24
244	156	H-69	1513	14.5	180.9	1029.2	0.0221	0.1059	143.5	160	1.1	147.6	1.3	167248.0	0.016	1.696	1.696	1.87	18.2	1521.1	638.50	42.16	34.04	OK	OK	OK	OK	OK	6.20	341.37	1.06	44.95	89.11	101.97
245	H-69	H-70	1498	14.5	84.12	1113.3	0.0221	0.1114	121.9	190	1.0	147.6	0.9	111247.0	0.018	0.379	0.0379	0.42	8.54	1506.6	638.50	31.37	24.49	OK	OK	OK	OK	OK	6.20	341.37	0.49	29.90	41.44	101.97
246	H-70	158	1481.6	1	78.36	1191.6	0.0062	0.1291	86.3	90	0.63	85.6	1.1	80904.6	0.019	1.023	1.023	1.13	9.67	1491.3	638.50	25.97	16.30	OK	OK	OK	OK	OK	2.20	270.05	0.58	29.66	57.63	64.24
247	159	159	1474.7	1	24.41	491.02	0.0132																											

ANEXO 2 - 7

RED 2 - CEIBOPAMBA

DATOS DE NUDO CABECERA										SIMBOLOGIA TUBERIA			DATOS FLUJO			DATOS DE TUBERIA Y PARA PERDIDAS					REQUERIMIENTO DE VELOCIDAD		REQUERIMIENTO DE PRESION			DATOS DE MATERIALES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
NOTA (m)										PRINCIPAL			tempo			ks		Vmin		P. MIN NUDO		E (kg/cm2)		PVC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
COTA (m)										SECUNDARIO			15 °C			1.1E-08 m2/s		0.5 m/s		1 m.c.a		31400		k																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
COTA (m)										Terciario			1.1E-08 m2/s			0.02		2.5 m/s		50 m.c.a		5200		6.68280255																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
COTA (m)										Terciario			1.1E-08 m2/s			10 %		14.5 m.c.a		50 m.c.a		20670		3.976																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
DATOS NUDOS										DATOS LINEA Y CAUDAL			BASE DE DATOS			PERIODOS DE CARGA					V.R.P		PRESION EN NUDO			COMPROBACION			GOLPE DE ARRIETE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
ID	NUD	NUN	FIN	COTA Z	PRESION	L	L	J	D (mm)	D (mm)	MPa	V (m/s)	REYNOLDS	f	Hf	Hf2	Hf3	Hf4	Hf5	Hf6	Hf7	Hf8	Hf9	Hf10	Hf11	Hf12	Hf13	Hf14	Hf15	Hf16	Hf17	Hf18	Hf19	Hf20	Hf21	Hf22	Hf23	Hf24	Hf25	Hf26	Hf27	Hf28	Hf29	Hf30	Hf31	Hf32	Hf33	Hf34	Hf35	Hf36	Hf37	Hf38	Hf39	Hf40	Hf41	Hf42	Hf43	Hf44	Hf45	Hf46	Hf47	Hf48	Hf49	Hf50	Hf51	Hf52	Hf53	Hf54	Hf55	Hf56	Hf57	Hf58	Hf59	Hf60	Hf61	Hf62	Hf63	Hf64	Hf65	Hf66	Hf67	Hf68	Hf69	Hf70	Hf71	Hf72	Hf73	Hf74	Hf75	Hf76	Hf77	Hf78	Hf79	Hf80	Hf81	Hf82	Hf83	Hf84	Hf85	Hf86	Hf87	Hf88	Hf89	Hf90	Hf91	Hf92	Hf93	Hf94	Hf95	Hf96	Hf97	Hf98	Hf99	Hf100	Hf101	Hf102	Hf103	Hf104	Hf105	Hf106	Hf107	Hf108	Hf109	Hf110	Hf111	Hf112	Hf113	Hf114	Hf115	Hf116	Hf117	Hf118	Hf119	Hf120	Hf121	Hf122	Hf123	Hf124	Hf125	Hf126	Hf127	Hf128	Hf129	Hf130	Hf131	Hf132	Hf133	Hf134	Hf135	Hf136	Hf137	Hf138	Hf139	Hf140	Hf141	Hf142	Hf143	Hf144	Hf145	Hf146	Hf147	Hf148	Hf149	Hf150	Hf151	Hf152	Hf153	Hf154	Hf155	Hf156	Hf157	Hf158	Hf159	Hf160	Hf161	Hf162	Hf163	Hf164	Hf165	Hf166	Hf167	Hf168	Hf169	Hf170	Hf171	Hf172	Hf173	Hf174	Hf175	Hf176	Hf177	Hf178	Hf179	Hf180	Hf181	Hf182	Hf183	Hf184	Hf185	Hf186	Hf187	Hf188	Hf189	Hf190	Hf191	Hf192	Hf193	Hf194	Hf195	Hf196	Hf197	Hf198	Hf199	Hf200	Hf201	Hf202	Hf203	Hf204	Hf205	Hf206	Hf207	Hf208	Hf209	Hf210	Hf211	Hf212	Hf213	Hf214	Hf215	Hf216	Hf217	Hf218	Hf219	Hf220	Hf221	Hf222	Hf223	Hf224	Hf225	Hf226	Hf227	Hf228	Hf229	Hf230	Hf231	Hf232	Hf233	Hf234	Hf235	Hf236	Hf237	Hf238	Hf239	Hf240	Hf241	Hf242	Hf243	Hf244	Hf245	Hf246	Hf247	Hf248	Hf249	Hf250	Hf251	Hf252	Hf253	Hf254	Hf255	Hf256	Hf257	Hf258	Hf259	Hf260	Hf261	Hf262	Hf263	Hf264	Hf265	Hf266	Hf267	Hf268	Hf269	Hf270	Hf271	Hf272	Hf273	Hf274	Hf275	Hf276	Hf277	Hf278	Hf279	Hf280	Hf281	Hf282	Hf283	Hf284	Hf285	Hf286	Hf287	Hf288	Hf289	Hf290	Hf291	Hf292	Hf293	Hf294	Hf295	Hf296	Hf297	Hf298	Hf299	Hf300	Hf301	Hf302	Hf303	Hf304	Hf305	Hf306	Hf307	Hf308	Hf309	Hf310	Hf311	Hf312	Hf313	Hf314	Hf315	Hf316	Hf317	Hf318	Hf319	Hf320	Hf321	Hf322	Hf323	Hf324	Hf325	Hf326	Hf327	Hf328	Hf329	Hf330	Hf331	Hf332	Hf333	Hf334	Hf335	Hf336	Hf337	Hf338	Hf339	Hf340	Hf341	Hf342	Hf343	Hf344	Hf345	Hf346	Hf347	Hf348	Hf349	Hf350	Hf351	Hf352	Hf353	Hf354	Hf355	Hf356	Hf357	Hf358	Hf359	Hf360	Hf361	Hf362	Hf363	Hf364	Hf365	Hf366	Hf367	Hf368	Hf369	Hf370	Hf371	Hf372	Hf373	Hf374	Hf375	Hf376	Hf377	Hf378	Hf379	Hf380	Hf381	Hf382	Hf383	Hf384	Hf385	Hf386	Hf387	Hf388	Hf389	Hf390	Hf391	Hf392	Hf393	Hf394	Hf395	Hf396	Hf397	Hf398	Hf399	Hf400	Hf401	Hf402	Hf403	Hf404	Hf405	Hf406	Hf407	Hf408	Hf409	Hf410	Hf411	Hf412	Hf413	Hf414	Hf415	Hf416	Hf417	Hf418	Hf419	Hf420	Hf421	Hf422	Hf423	Hf424	Hf425	Hf426	Hf427	Hf428	Hf429	Hf430	Hf431	Hf432	Hf433	Hf434	Hf435	Hf436	Hf437	Hf438	Hf439	Hf440	Hf441	Hf442	Hf443	Hf444	Hf445	Hf446	Hf447	Hf448	Hf449	Hf450	Hf451	Hf452	Hf453	Hf454	Hf455	Hf456	Hf457	Hf458	Hf459	Hf460	Hf461	Hf462	Hf463	Hf464	Hf465	Hf466	Hf467	Hf468	Hf469	Hf470	Hf471	Hf472	Hf473	Hf474	Hf475	Hf476	Hf477	Hf478	Hf479	Hf480	Hf481	Hf482	Hf483	Hf484	Hf485	Hf486	Hf487	Hf488	Hf489	Hf490	Hf491	Hf492	Hf493	Hf494	Hf495	Hf496	Hf497	Hf498	Hf499	Hf500	Hf501	Hf502	Hf503	Hf504	Hf505	Hf506	Hf507	Hf508	Hf509	Hf510	Hf511	Hf512	Hf513	Hf514	Hf515	Hf516	Hf517	Hf518	Hf519	Hf520	Hf521	Hf522	Hf523	Hf524	Hf525	Hf526	Hf527	Hf528	Hf529	Hf530	Hf531	Hf532	Hf533	Hf534	Hf535	Hf536	Hf537	Hf538	Hf539	Hf540	Hf541	Hf542	Hf543	Hf544	Hf545	Hf546	Hf547	Hf548	Hf549	Hf550	Hf551	Hf552	Hf553	Hf554	Hf555	Hf556	Hf557	Hf558	Hf559	Hf560	Hf561	Hf562	Hf563	Hf564	Hf565	Hf566	Hf567	Hf568	Hf569	Hf570	Hf571	Hf572	Hf573	Hf574	Hf575	Hf576	Hf577	Hf578	Hf579	Hf580	Hf581	Hf582	Hf583	Hf584	Hf585	Hf586	Hf587	Hf588	Hf589	Hf590	Hf591	Hf592	Hf593	Hf594	Hf595	Hf596	Hf597	Hf598	Hf599	Hf600	Hf601	Hf602	Hf603	Hf604	Hf605	Hf606	Hf607	Hf608	Hf609	Hf610	Hf611	Hf612	Hf613	Hf614	Hf615	Hf616	Hf617	Hf618	Hf619	Hf620	Hf621	Hf622	Hf623	Hf624	Hf625	Hf626	Hf627	Hf628	Hf629	Hf630	Hf631	Hf632	Hf633	Hf634	Hf635	Hf636	Hf637	Hf638	Hf639	Hf640	Hf641	Hf642	Hf643	Hf644	Hf645	Hf646	Hf647	Hf648	Hf649	Hf650	Hf651	Hf652	Hf653	Hf654	Hf655	Hf656	Hf657	Hf658	Hf659	Hf660	Hf661	Hf662	Hf663	Hf664	Hf665	Hf666	Hf667	Hf668	Hf669	Hf670	Hf671	Hf672	Hf673	Hf674	Hf675	Hf676	Hf677	Hf678	Hf679	Hf680	Hf681	Hf682	Hf683	Hf684	Hf685	Hf686	Hf687	Hf688	Hf689	Hf690	Hf691	Hf692	Hf693	Hf694	Hf695	Hf696	Hf697	Hf698	Hf699	Hf700	Hf701	Hf702	Hf703	Hf704	Hf705	Hf706	Hf707	Hf708	Hf709	Hf710	Hf711	Hf712	Hf713	Hf714	Hf715	Hf716	Hf717	Hf718	Hf719	Hf720	Hf721	Hf722	Hf723	Hf724	Hf725	Hf726	Hf727	Hf728	Hf729	Hf730	Hf731	Hf732	Hf733	Hf734	Hf735	Hf736	Hf737	Hf738	Hf739	Hf740	Hf741	Hf742	Hf743	Hf744	Hf745	Hf746	Hf747	Hf748	Hf749	Hf750	Hf751	Hf752	Hf753	Hf754	Hf755	Hf756	Hf757	Hf758	Hf759	Hf760	Hf761	Hf762	Hf763	Hf764	Hf765	Hf766	Hf767	Hf768	Hf769	Hf770	Hf771	Hf772	Hf773	Hf774	Hf775	Hf776	Hf777	Hf778	Hf779	Hf780	Hf781	Hf782	Hf783	Hf784	Hf785	Hf786	Hf787	Hf788	Hf789	Hf790	Hf791	Hf792	Hf793	Hf794	Hf795	Hf796	Hf797	Hf798	Hf799	Hf800	Hf801	Hf802	Hf803	Hf804	Hf805	Hf806	Hf807	Hf808	Hf809	Hf810	Hf811	Hf812	Hf813	Hf814	Hf815	Hf816	Hf817	Hf818	Hf819	Hf820	Hf821	Hf822	Hf823	Hf824	Hf825	Hf826	Hf827	Hf828	Hf829	Hf830	Hf831	Hf832	Hf833	Hf834	Hf835	Hf836	Hf837	Hf838	Hf839	Hf840	Hf841	Hf842	Hf843	Hf844	Hf845	Hf846	Hf847	Hf848	Hf849	Hf850	Hf851	Hf852	Hf853	Hf854	Hf855	Hf856	Hf857	Hf858	Hf859	Hf860	Hf861	Hf862	Hf863	Hf864	Hf865	Hf866	Hf867	Hf868	Hf869	Hf870	Hf871	Hf872	Hf873	Hf874	Hf875	Hf876	Hf877	Hf878	Hf879	Hf880	Hf881	Hf882	Hf883	Hf884	Hf885	Hf886	Hf887	Hf888	Hf889	Hf890	Hf891	Hf892	Hf893	Hf894	Hf895	Hf896	Hf897	Hf898	Hf899	Hf900	Hf901	Hf902	Hf903	Hf904	Hf905	Hf906	Hf907	Hf908	Hf909	Hf910	Hf911	Hf912	Hf913	Hf914	Hf915	Hf916	Hf917	Hf918	Hf919	Hf920	Hf921	Hf922	Hf923	Hf924	Hf925	Hf926	Hf927	Hf928	Hf929	Hf930	Hf931	Hf932	Hf933	Hf934	Hf935	Hf936	Hf937	Hf938	Hf939	Hf940	Hf941	Hf942	Hf943	Hf944	Hf945	Hf946	Hf947	Hf948	Hf949	Hf950	Hf951	Hf952	Hf953	Hf954	Hf955	Hf956	Hf957	Hf958	Hf959	Hf960	Hf961	Hf962	Hf963	Hf964	Hf965	Hf966	Hf967	Hf968	Hf969	Hf970	Hf971	Hf972	Hf973	Hf974	Hf975	Hf976	Hf977	Hf978	Hf979	Hf980	Hf981	Hf982	Hf983	Hf984	Hf985	Hf986	Hf987	Hf988	Hf989	Hf990	Hf991	Hf992	Hf993	Hf994	Hf995	Hf996	Hf997	Hf998	Hf999	Hf1000

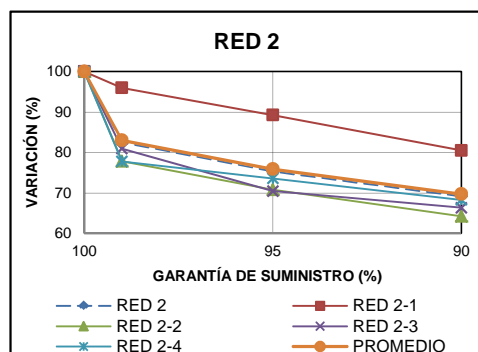
RED 2 - CEIBOPAMBA

DATOS NUDOS				DATOS LINEA Y CAUDAL				BASE DE DATOS				PERDIDAS DE CARGA				V.R.P.		PRESION EN NUDO				COMPROBACION				GOLPE DE ARIETE									
ID	NUD	NUD	COTA (Z)	L	Q	J	D (mm)	D (mm)	MPa	D (mm)	REYNOLDS	f	Hf	Hmf	H _{sum}	Perdidas	Z + H _{sum}	CONSIGN.	COTA	PRESION	PRESION	PRESION	MIN	MAX	VELOCIDAD	espesor	CCELERIDAD	T. FASE	GOLPE ARIETE	SOBRREPRESION	P. TRABAJO	CUMPLE P.			
TUB	INI	FIN	(m)	(m)	(m ³ /s)	(m)	(mm)	(mm)	(m)	(mm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(mm)	(m/s)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m.c.a.)			
215	137	H-72	1610.1	14.5	3.90	741.14	0.0031	0.9316	71.6	63	59	11	220207.0	0.015	0.144	0.0144	0.16	1.93	1592.9	638.50	28.38	18.80	OK	OK	OK	OK	2.00	308.38	0.84	35.64	62.03	81.58	OK		
216	137	H-72	1607.9	14.5	38.2	328.55	0.0643	0.1143	220	250	230	1.5	311194.0	0.014	0.288	0.0288	0.32	4.46	1619.7	638.50	40.56	16.80	OK	OK	OK	OK	9.60	338.79	0.22	53.23	95.79	101.97	OK		
217	140	141	1603.9	1	3.1	366.65	0.0643	0.1154	220	250	1	1.5	311194.0	0.014	0.288	0.0288	0.32	1.77	1595	638.50	45.32	43.55	OK	OK	OK	OK	9.60	339.79	0.22	53.23	100.55	101.97	OK		
218	141	142	1603.9	1	172.9	539.57	0.0277	0.0586	157.1	200	0.63	1.90	2	162676.0	0.016	0.722	0.0722	0.79	2.56	1606.4	638.50	34.62	32.06	OK	OK	OK	OK	9.60	270.36	1.28	26.87	63.49	64.24	OK	
219	142	143	1599.5	1	133.3	672.91	0.0277	0.0586	157.1	200	0.8	187.6	1	164931.0	0.016	0.933	0.0933	0.65	3.22	1602.7	638.50	38.97	35.76	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.88	31.12	72.09	81.58	OK	
220	143	144	1603.9	1	183.9	861.39	0.0277	0.0586	157.1	200	0.8	187.6	1	164931.0	0.016	0.933	0.0933	0.65	3.22	1602.7	638.50	38.97	35.76	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.88	31.12	72.09	81.58	OK	
221	144	145	1603.2	1	18.43	880.21	0.0277	0.0367	157.1	200	0.8	187.6	1	164931.0	0.016	0.933	0.0933	0.65	3.22	1602.7	638.50	38.97	35.76	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.88	31.12	72.09	81.58	OK	
222	145	146	1603.2	1	15.77	895.98	0.0277	0.0367	157.1	200	0.8	187.6	1	164931.0	0.016	0.933	0.0933	0.65	3.22	1602.7	638.50	38.97	35.76	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.88	31.12	72.09	81.58	OK	
223	146	147	1609.1	1	26.65	922.63	0.0277	0.0287	157.1	160	0.8	150	1.6	206274.0	0.016	0.348	0.0348	0.38	4.69	1613.7	638.50	29.44	24.75	OK	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.17	48.88	80.32	81.58	OK	
224	147	H-73	1609.2	14.5	47.78	960.49	0.0277	0.0132	157.1	160	0.8	150	1.6	206274.0	0.016	0.348	0.0348	0.38	4.69	1613.7	638.50	29.44	24.75	OK	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.17	48.88	80.32	81.58	OK	
225	H-83	148	1694.1	14.5	15.83	1028.5	0.0208	0.0403	140.1	160	1	147.6	1.2	157410.0	0.016	0.489	0.0489	0.54	5.91	1600	638.50	44.46	34.89	OK	OK	OK	OK	6.20	341.37	0.49	42.30	86.70	101.97	OK	
226	148	149	1596.9	1	83.35	1111.9	0.0208	0.0347	140.1	160	1	147.6	1.2	157410.0	0.016	0.489	0.0489	0.54	5.91	1600	638.50	44.46	34.89	OK	OK	OK	OK	6.20	341.37	0.49	42.30	86.70	101.97	OK	
227	149	150	1604	1	78.12	1190	0.0208	0.0265	140.1	160	1	147.6	1.2	157410.0	0.016	0.657	0.0657	0.72	7.41	1611.4	638.50	34.51	27.11	OK	OK	OK	OK	6.20	341.37	0.46	42.30	78.81	101.97	OK	
228	150	H-84	1604.4	14.5	92.19	1282.2	0.0208	0.0137	140.1	160	1	147.6	1.2	157410.0	0.016	0.775	0.0775	0.85	8.26	1612.6	638.50	34.13	25.87	OK	OK	OK	OK	6.20	341.37	0.54	42.30	78.43	101.97	OK	
229	141	151	1591	1	35.77	402.42	0.0455	0.1106	191.6	250	1	230.8	1.1	220207.0	0.015	0.144	0.0144	0.16	1.93	1592.9	638.50	29.35	19.85	OK	OK	OK	OK	9.60	339.79	0.21	57.67	42.60	101.97	OK	
230	151	152	1573.4	1	97.61	500.03	0.0455	0.1241	191.6	200	0.8	187.6	1.6	270916.0	0.015	1.065	0.1065	1.17	13.10	1576.5	638.50	20.47	17.37	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.64	51.12	73.59	81.58	OK	
231	152	153	1574.7	1	14.07	514.11	0.0204	0.1183	139	160	0.63	152.2	1.1	149717.0	0.017	0.909	0.0909	0.11	3.21	1577.9	638.50	19.24	16.03	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.10	30.82	52.06	64.24	OK	
232	153	H-86	1572.6	14.5	47.99	562.1	0.0204	0.0878	139	160	0.63	152.2	1.1	149717.0	0.017	0.336	0.0336	0.37	3.58	1576.2	638.50	21.29	17.71	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.36	30.82	54.11	64.24	OK	
233	H-86	154	1569	14.5	22.18	584.28	0.0154	0.1139	124.2	160	0.63	152.2	0.8	113022.0	0.018	0.994	0.0994	0.10	3.68	1572.7	638.50	24.91	21.23	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.16	23.27	50.19	64.24	OK	
234	154	H-87	1564.5	14.5	42.31	626.65	0.0154	0.0916	164.3	160	0.63	152.2	0.6	113022.0	0.018	0.139	0.0139	0.20	2.88	1568.5	638.50	29.40	25.52	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.31	23.27	50.19	64.24	OK	
235	H-87	155	1563.3	1	22.32	648.97	0.0104	0.1113	106.2	160	0.63	152.2	0.6	76326.3	0.019	0.047	0.0047	0.05	3.93	1567.2	638.50	30.66	26.73	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.17	15.71	48.37	64.24	OK	
236	155	H-88	1549.3	14.5	20.08	856.96	0.0104	0.0868	106.2	160	0.63	152.2	0.6	76326.3	0.019	0.435	0.0435	0.48	4.41	1553.7	638.50	34.47	30.16	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	1.54	15.71	62.28	64.24	OK	
237	152	H-85	1572	14.5	13.58	513.61	0.0313	0.0973	165.2	200	0.8	187.6	1.1	186366.0	0.016	0.075	0.0075	0.08	3.18	1575.2	638.50	21.87	18.69	OK	OK	OK	OK	6.20	304.67	0.09	35.71	59.04	81.58	OK	
238	H-85	162	1693.1	14.5	23.84	513.61	0.0313	0.1154	157.1	200	0.8	187.6	1.1	186366.0	0.016	0.164	0.0164	0.18	1.93	1553.8	638.50	20.81	15.53	OK	OK	OK	OK	7.70	340.24	0.27	38.77	68.77	81.58	OK	
239	H-67	H-68	1542.2	14.5	41.46	761.89	0.0307	0.1048	163.7	200	1	184.6	1.1	185764.0	0.016	0.24	0.024	0.26	4.80	1547	7.20	554.16	12.00	46.95	OK	OK	OK	OK	7.70	340.24	0.24	39.78	53.78	101.97	OK
240	H-68	156	1523.4	1	86.36	848.25	0.0276	0.1322	156.9	200	1	184.6	1.6	167006.0	0.016	0.412	0.0412	0.45	5.26	1528.6	638.50	30.80	25.54	OK	OK	OK	OK	7.70	340.24	0.51	35.77	68.57	101.97	OK	
241	156	H-89	1528	14.5	64.32	912.57	0.0127	0.103	115	160	0.63	152.2	0.7	93206.1	0.018	0.192	0.0192	0.21	5.47	1533.5	638.50	26.16	20.89	OK	OK	OK	OK	3.90	269.66	0.48	19.19	47.35	64.24	OK	
242	H-89	157	1531.2	14.5	47.98	960.55	0.0127	0.1086	105	160	0.63	104.6	1.2	108924.0	0.018	0.585	0.0585	0.64	6.11	1537.3	638.50	25.54	16.67	OK	OK	OK	OK	2.70	270.61	0.35	32.74	57.72	64.24	OK	
243	157	H-90	1531.3	14.5	28.44	961.02	0.0127	0.0916	164.3	160	0.63	104.6	1.2	108924.0	0.018	0.306	0.0306	0.34	8.40	1493.1	638.50	31.73	22.82	OK	OK	OK	OK	2.70	270.61	0.17	25.66	62.95	64.24	OK	
244	156	H-69	1513	14.5	80.90	1029.2	0.0195	0.1059	136.5	160	0.8	150	1.1	145211.0	0.017	1.253	0.1253	1.38	6.63	1519.6	638.50	41.16	34.53	OK	OK	OK	OK	5.00	305.91	1.18	34.41	77.57	81.58	OK	
245	H-69	H-70	1498	14.5	84.12	1113.3	0.0128	0.1114	115.4	160	0.8	150	0.7	95317.8	0.018	0.273	0.0273	0.30	6.93	1505	638.50	39.23	32.82	OK	OK	OK	OK	5.00	305.91	0.55	22.59	32.52	81.58	OK	
246	H-70	158	1481.6	1	78.36	1191.6	0.0062	0.1291	86.3	90	0.63	85.6	1.1	80944.6	0.019	1.023	0.1023	1.13	8.06	1489.7	638.50	24.36	16.30	OK	OK	OK	OK	2.20	270.05	0.58	29.66	56.02	64.24	OK	
247	120	173																																	

ANEXO 2 - 8

RESUMEN DE DISEÑOS - RED 2

DESCRIPCION	PRECIO \$/ML	DISEÑO 90		DISEÑO 95		DISEÑO 99		DISEÑO 100	
		ML	TOTAL	ML	TOTAL		TOTAL	ML	TOTAL
TUB 20 mm - 2MPa - EC	0.63	92.37	58.19	280.74	176.86	178.17	112.25	259.93	163.76
TUB 25 mm - 1.6MPa - EC	0.72	188.37	135.62	50.62	36.45	213.96	154.05	20.81	14.98
TUB 32 mm - 1.25MPa - EC	1.12	66.96	75.00	144.65	162.00	157.35	176.23	200.74	224.82
TUB 40 mm - 1MPa - EC	1.35	531.44	717.44	531.44	717.44	550.99	743.83	620.27	837.37
TUB 40 mm - 1.25MPa - EC	1.75					19.17	33.55		
TUB 50 mm - 0.8MPa - UZ	1.88	392.79	738.45	229.46	431.39	7.35	13.82	121.95	229.26
TUB 50 mm - 1MPa - UZ	2.17					77.68	168.58		
TUB 63 mm - 0.8MPa - UZ	2.75	396.15	1089.41	520.09	1430.26	743.82	2045.50	512.88	1410.42
TUB 75 mm - 0.63MPa - UZ	2.92	875.40	2556.17	590.59	1724.53	399.10	1165.38	157.19	458.99
TUB 75 mm - 0.8MPa - UZ	3.65	251.20	916.88	391.71	1429.74	492.76	1798.57	312.90	1142.07
TUB 75 mm - 1MPa - UZ	4.48	135.56	607.30	395.27	1770.79	279.03	1250.07	135.56	607.30
TUB 90 mm - 0.63MPa - UZ	4	925.83	3703.30	379.92	1519.69	122.49	489.95	894.60	3578.41
TUB 90 mm - 0.8MPa - UZ	4.85	349.72	1696.14	784.28	3803.78	516.08	2503.01	471.99	2289.15
TUB 110 mm - 0.63MPa - UZ	5.7	605.79	3453.03	377.67	2152.73	714.22	4071.03	687.91	3921.07
TUB 110 mm - 0.8MPa - UZ	6.95	1541.36	10712.46	1559.30	10837.16	896.51	6230.73	1088.03	7561.81
TUB 110 mm - 1MPa - UZ	8.87	375.05	3326.72	513.97	4558.94	783.39	6948.64	411.68	3651.56
TUB 110 mm - 1.25MPa - UZ	10.3			151.73	1562.86	7.38	75.97	153.37	1579.69
TUB 110 mm - 1.6MPa - UZ	13.43	153.37	2059.73					292.49	3928.09
TUB 160 mm - 0.63MPa - UZ	12	2162.43	25949.17	1289.74	15476.90	1174.89	14098.72	1502.10	18025.19
TUB 160 mm - 0.8MPa - UZ	15.25	2040.32	31114.90	2561.22	39058.67	2602.12	39682.37	1278.43	19496.07
TUB 160 mm - 1MPa - UZ	20.55	1502.60	30878.45	1190.33	24461.27	246.16	5058.58	1587.75	32628.21
TUB 160 mm - 1.25MPa - UZ	24.17	292.49	7069.39	328.49	7939.64	346.18	8367.18	53.69	1297.78
TUB 160 mm - 1.6MPa - UZ	29.08			17.69	514.38				
TUB 200 mm - 0.63MPa - UZ	18.23	1091.64	19900.53	374.06	6819.04	1499.66	27338.81	697.05	12707.28
TUB 200 mm - 0.8MPa - UZ	23.67	1977.55	46808.51	2156.09	51034.76	1556.06	36832.01	1985.61	46999.50
TUB 200 mm - 1MPa - UZ	29.17	1144.11	33373.57	977.19	28504.63	1289.18	37605.32	494.66	14429.13
TUB 200 mm - 1.25MPa - UZ	37.5	192.58	7221.59	788.28	29560.54			879.78	32991.83
TUB 250 mm - 0.63MPa - UZ	29.94	143.59	4299.02	622.78	18646.09	1177.17	35244.58	606.51	18158.81
TUB 250 mm - 0.8MPa - UZ	37.99	488.62	18562.82	615.38	23378.39	1433.26	54449.36	1026.50	38996.69
TUB 250 mm - 1MPa - UZ	47.04	112.07	5271.60	38.20	1796.79	282.54	13290.69		
TUB 250 mm - 1.25MPa - UZ	59.91			38.10	2282.40				
TUB 315 mm - 0.63MPa - UZ	47.81	1054.21	50401.96	1042.26	49830.44	730.69	34934.35	1111.19	53125.81
TUB 315 mm - 0.8MPa - UZ	62.09	159.41	9897.84	159.41	9897.84	73.97	4592.75	511.51	31759.59
TUB 315 mm - 1MPa - UZ	77.29					38.10	2944.53		
TUB 355 mm - 0.63MPa - UZ	66.09	267.93	17707.53	443.56	29315.01	497.24	32862.40	225.54	14905.80
TUB 355 mm - 0.8MPa - UZ	90.47					159.41	14421.92		
TUB 355 mm - 1MPa - UZ	107.46							253.57	27248.46
TUB 400 mm - 0.63MPa - UZ	78.66					205.05	16129.32	694.64	54640.48
TUB 400 mm - 0.8MPa - UZ	113.94							25.52	2907.88
TUB 500 mm - 0.63MPa - UZ	151.58							267.93	40612.92
TOTAL			340 508.53		370 831.41		406 285.19		492 530.18
AHORRO			152 021.65		121 698.77		86 244.99		
VARIACION			69.1%		75.3%		82.5%		100.0%



	90	95	99	100
RED 2	6913%	7529%	8249%	100
RED 2-1	8051%	8922%	9596%	100
RED 2-2	6425%	7081%	7784%	100
RED 2-3	6633%	7047%	8094%	100
RED 2-4	6829%	7360%	7777%	100
PROMEDIO	6970%	7588%	8300%	100

ANEXO 3

ANEXO 3 - 1

DATOS GENERALES DEL SISTEMA - RED 3

NUMERO DE NUDOS	154
NUMERO DE LINEAS	152
SUBSISTEMAS	RED 3-1 RED 3-2
COTA NUDO CABECERA	1525 m
OBSERVACIONES	AMBOS SUBSISTEMAS INICIAN EN UN MISMO NUDO CABECERA

DATOS PARA CALCULO DE DOTACIÓN

NUMERO DE HIDRANTES	217	[1]
SUPERFICIE TOTAL DE RIEGO (S)	215.27 (Ha)	[2]
CAUDAL FICTICIO CONTINUO (q _{fc})	0.4 (l/s/Ha)	[3]
HORAS DE RIEGO EFECTIVA (t' = JER)	18 (Horas)	[4]
HORAS DE RIEGO DISPONIBLE (t)	24 (Horas)	[5]
TIEMPO APERTURA HIDRANTE (t')	06 (Horas)	[6]
RENDIMIENTO (r)	0.75	[7]
GRADO DE LIBERTAD DEL SISTEMA (GL)	4.00	[8]

FÓRMULAS PARA DOTACIÓN

$$d \times t' \times 10^3 = q_{fc} \times t \times S$$

d = caudal maximo para cada hidrante
 t' = tiempo que debe estar hidrante abierto
 q_{fc} = caudal ficticio continuo
 t = periodo maxima demanda
 S = superficie
 r = rendimiento de la red
 GL = Grado de libertad

$$d = \frac{q_{fc} \times S}{r} \times GL \quad [9]$$

$$p = \frac{q_{fc} \times S}{d \times r} \quad [10]$$

GARANTIA DE SUMINISTRO

Pq	U(Pq)
0.90	1.285
0.91	1.345
0.92	1.405
0.93	1.475
0.94	1.555
0.95	1.645
0.96	1.755
0.97	1.885
0.98	2.055
0.99	2.324
0.995	2.58
1	-

- FÓRMULAS PARA CAUDALES EN LINEA (PRIMERA FORMULA DE CLÉMENT)

PRIMERA FÓRMULA DE CLÉMENT (DESCARGAS HOMOGÉNEAS)

$$Q_k = \sum_i R_i R_{\#} \times p_i \times d_i + U(P_q) \times \sqrt{\sum_i R_i R_{\#} \times p_i \times (1 - p_i) \times d_i^2} \quad [16]$$

VARIANZA DE CAUDAL EN NUDO

$$\sum_i p_i p_i - 1 - p_i) d_i^2 \quad [12]$$

CAUDAL MEDIO

$$\sum_i p_i p_i d_i \quad [13]$$

CAUDAL MEDIO

$$\sum_i d_i \quad [14]$$

- DATOS DEL ASPERSOR

CODIGO ASPERSORES	PRESIÓN EN LA BOQUILLA (bar)					
	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
3023 -2 -3/4" M (Boq # 8 x 6)						
Caudal L/S	0.22	0.25	0.27	0.29	0.31	
Diámetro a 0.50 m	25.1	26.0	26.7	27.4	28.0	
Diámetro a 2.0 m	26.0	26.6	27.1	27.5	27.9	

	L/S , BAR			GPM , PSI		
Caudal	0.22	0.27	0.31	3.49	4.28	4.91
Presión	2.50	3.50	4.50	36.26	50.76	65.27

$Q = k \cdot (P)^{0.5}$
 Donde:
 Q = caudal
 k= coeficiente de velocidad
 P= presión

$$k = \sqrt{\frac{Q^2}{P}}$$

k_MIN	0.5791
k_MED	0.6007
k_MAX	0.6082

ANEXO 3 - 2

CALIDAD OPERACIONAL (GS)

NUMERO DE HIDRANTES	217	[1]
SUPERFICIE TOTAL DE RIEGO (S)	215.27 (Ha)	[2]
CAUDAL FICTICIO CONTINUO (qfc)	0.4 (l/s/Ha)	[3]
HORAS DE RIEGO EFECTIVA (t ^m = JER)	18 (Horas)	[4]
HORAS DE RIEGO DISPONIBLE (t)	24 (Horas)	[5]
TIEMPO APERTURA HIDRANTE (t')	06 (Horas)	[6]
RENDIMIENTO (r)	0.75	[7]
GRADO DE LIBERTAD DEL SISTEMA (GL)	4.00	[8]

N Hidrantes	Garantía suministro	Calidad Operacional
0	100%	-
11	99%	2.324
51	95%	1.645

AREA	
RED 3-1	101.0396
RED 3-2	114.2299

DATOS DE RED			CÁLCULO DE DOTACIÓN						CÁLCULO DE CAUDALES DE CLÉMENT EN LINEA															
LINEA	NUDO INI	NUDO FIN	# HID	AREA (Ha)	DOT (l/s)	PROB	# HID	AREA (Ha)	DOT (l/s)	PROB	# HID	AREA (Ha)	DOT (l/s)	PROB	HID AGUAS ABAJO	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	Q acum (l/s)	Ui linea	clement (l/s)	Q linea (l/s)
0	0	1			0				0						217	0	420.71	0	115.4227	462.13	1.645	149.164	149.164	
1	1	2			0				0						133	0	104.31	0	54.17521	216.7	1.645	70.9756	70.9756	
2	2	3			0				0						133	0	104.31	0	54.17521	216.7	1.645	70.9756	70.9756	
3	3	4			0				0						133	0	104.31	0	54.17521	216.7	1.645	70.9756	70.9756	
4	4	5			0				0						126	0	102.23	0	52.28721	209.15	1.645	68.9194	68.9194	
5	5	6	H-8	0.395	0.8475	0.25			0						126	0.1347	102.23	0.21188	52.28721	209.15	1.645	68.9194	68.9194	
6	6	7	H-9	0.087	0.1869	0.25			0						125	0.0066	102.09	0.04673	52.07533	208.3	1.645	68.6965	68.6965	
7	7	8	H-19	1.142	2.4489	0.25			0						115	1.1245	98.78	0.61222	49.34105	197.36	1.645	65.6904	65.6904	
8	8	9	H-28	0.731	1.5668	0.25			0						106	0.4603	94.998	0.39171	46.23917	184.96	1.645	62.2724	62.2724	
9	9	10	H-34	0.041	0.0877	0.25			0						99	0.0014	90.816	0.02192	43.27178	173.09	1.645	58.9482	58.9482	
10	10	11	H-48	0.829	1.7776	0.25			0						85	0.5925	84.479	0.4444	38.57474	154.3	1.645	53.6944	53.6944	
11	11	12			0				0						76	0	76.488	0	34.65958	138.64	1.645	49.0464	49.0464	
12	12	13	H-57	0.468	1.0045	0.25			0						76	0.1892	76.488	0.25113	34.65958	138.64	1.645	49.0464	49.0464	
13	13	14	H-58	0.228	0.489	0.25			0						75	0.0448	76.299	0.12224	34.40845	137.63	1.645	48.7774	48.7774	
14	14	15	H-70	0.291	0.6247	0.25			0						63	0.0732	72.385	0.15618	31.15224	124.61	1.645	45.1478	45.1478	
15	15	16	H-71	0.248	0.5328	0.25			0						62	0.0532	72.312	0.1332	30.99606	123.98	1.645	44.9845	44.9845	
16	16	17	H-80	0.788	1.6902	0.25			0						53	0.5357	56.95	0.42256	26.54998	106.2	1.645	38.964	38.964	
17	17	18	H-81	0.544	1.1675	0.25	H-82	0.666	1.429	0.25					52	0.6383	56.414	0.64905	26.12742	104.51	1.645	38.4829	38.4829	
18	18	19			0				0						41	0	48.018	0	21.39332	85.573	2.324	37.4976	37.4976	
19	19	20	H-90	0.233	0.4993	0.25			0						41	0.0468	48.018	0.12483	21.39332	85.573	2.324	37.4976	37.4976	
20	20	21	H-91	0.68	1.4593	0.25			0						40	0.3993	47.972	0.36483	21.26849	85.074	2.324	37.3649	37.3649	
21	21	22	H-92	0.378	0.8108	0.25			0						39	0.1233	47.572	0.2027	20.90366	83.615	2.324	36.9329	36.9329	
22	22	23	H-93	0.401	0.859	0.25			0						38	0.1384	47.449	0.21475	20.70097	82.804	2.324	36.7094	36.7094	
23	23	24	H-101	0.765	1.6402	0.25			0						30	0.5044	32.835	0.41004	14.86913	59.477	2.324	28.1861	28.1861	
24	24	25	H-102	0.765	1.6402	0.25			0						29	0.5044	32.331	0.41004	14.45909	57.836	2.324	27.6734	27.6734	
25	25	26			0				0						28	0	31.827	0	14.04904	56.196	2.324	27.1599	27.1599	
26	26	27	H-111	0.453	0.9712	0.25			0						20	0.1769	24.718	0.24281	10.45712	41.828	2.324	22.0114	22.0114	
27	27	28	H-112	0.48	1.0286	0.25			0						19	0.1984	24.541	0.25716	10.2143	40.857	2.324	21.7272	21.7272	
28	28	29	H-113	0.134	0.2879	0.25			0						18	0.0155	24.343	0.07197	9.957142	39.829	2.324	21.4234	21.4234	
29	29	30	H-114	0.768	1.6466	0.25	H-115	0.906	1.942	0.25					4	1.2157	1.6267	0.89723	1.405304	5.6212	-	-	5.62122	
30	30	31	H-116	0.356	0.7642	0.25			0						2	0.1095	0.411	0.19104	0.508076	2.0323	-	-	2.0323	
31	31	32	H-117	0.591	1.2681	0.25			0						1	0.3015	0.3015	0.31704	0.317036	1.2681	-	-	1.26814	
32	29	33	H-118	0.225	0.4826	0.25		1.046	2.243	0.25					13	0.987	22.7	0.6814	8.479867	33.919	2.324	19.5526	19.5526	
33	33	38	H-120	1.258	2.6973	0.25	H-121	0.455	0.975	0.25					5	1.5424	10.202	0.91806	3.553742	14.215	-	-	14.215	
34	38	39	H-122	0.488	1.0471	0.25			0						3	0.2056	8.6595	0.26178	2.63568	10.543	-	-	10.5427	
35	39	40	H-123	2.235	4.7941	0.25	H-124	2.192	4.701	0.25					2	8.4539	8.4539	2.3739	2.373896	9.4958	-	-	9.49558	
36	33	34	H-125	0.187	0.4008	0.25			0						6	0.0301	11.512	0.10019	4.244723	16.979	-	-	16.9789	
37	34	37	H-126	2.049	4.3939	0.25	H-127	1.624	3.483	0.25					2	5.8943	5.8943	1.96918	1.969177	7.8767	-	-	7.87671	
38	34	35	H-128	1.001	2.146	0.25			0						3	0.8635	5.5873	0.53649	2.175356	8.7014	-	-	8.70142	
39	35	36	H-129	0.894	1.9164	0.25	H-130	2.163	4.639	0.25					2	4.7238	4.7238	1.63886	1.638864	6.5555	-	-	6.55546	
40	26	41	H-103	0.362	0.7774	0.25	H-104	1.145	2.455	0.25					8	1.2435	7.1085	0.80813	3.591926	14.368	-	-	14.3677	
41	41	42	H-105	0.95	2.038	0.25	H-106	0.306	0.656	0.25					6	0.8595	5.865	0.67349	2.783797	11.135	-	-	11.1352	
42	42	43	H-107	0.376	0.8071	0.25	H-108	0.381	0.816	0.25					4	0.247	5.0055	0.40582	2.110305	8.4412	-	-	8.44122	
43	43	44	H-109	2.071	4.4425	0.25	H-110	1.108	2.375	0.25					2	4.7585	4.7585	1.70449	1.70449	6.818	-	-	6.81796	
44	23	45	H-94	1.257	2.6949	0.25			0						7	1.3617	14.475	0.67373	5.617088	22.468	-	-	22.4684	
45	45	46	H-95	1.62	3.4741	0.25			0						6	2.263	13.114	0.86852	4.943355	19.773	-	-	19.7734	
46	46	47	H-96	1.113	2.3865	0.25			0						5	1.0679	10.851	0.59662	4.07484	16.299	-	-	16.2994	
47	47	48	H-97	1.613	3.4598	0.25	H-98	1.837	3.94	0.25					4	5.1551	9.7828	1.84995	3.478217	13.913	-	-	13.9129	
48	48	49	H-99	2.133	4.574	0.25	H-100	0.904	1.939	0.25					2	4.6277	4.6277	1.62826	1.628265	6.5131	-	-	6.51306	
49	18	50	82'	0.566	1.2132	0.25	H-83	0.466	0.998	0.25					9	0.4629	7.5752	0.5529	4.085053	16.34	-	-	16.3402	
50	50	51	H-84	0.602	1.2909	0.25	H-85	0.754	1.618	0.25					7	0.8034	7.2944	0.72725	3.532149	14.129	-	-	14.1286	
51	51	52	H-86	2.211	4.7427	0.25	H-87	0.456	0.978	0.25					5	4.3969	6.491	1.43025	2.804901	11.22	-	-	11.2196	
52	52	53	H-88	0.483	1.0356	0.25	H-89	1.162	2.493	0.25					3	1.3663	2.0941	0.88212	1.374652	5.4986	-	-	5.49861	
53	53	54	89'	0.919	1.9701	0.25			0						1	0.7278	0.7278	0.49253	0.492528	1.9701	-	-	1.97011	
54	16	55	H-72	0.242	0.5192	0.25	H-73	0.979	2.101	0.25					8	0.878	15.309	0.65497	4.312879	17.252	-	-	17.2515	
55	55	56	H-74	3.773	8.0914	0.25	H-75	0.689	1.478	0.25					6	12.686	14.431	2.39239	3.657911	14.632	-	-	14.6316	
56	56	57	H-76	0.126	0.2708	0.25			0						4	0.0137	1.7453	0.06769	1.265519	5.0621	-	-	5.06208	
57	57	58	H-77	0.533	1.1422	0.25	H-78	1.223	2.622	0.25					3	1.5338	1							

DATOS DE RED			CÁLCULO DE DOTACIÓN											CÁLCULO DE CAUDALES DE CLÉMENT EN LINEA													
LINEA	NUDO INI	NUDO FIN	# HID	AREA (Ha)	DOT (l/s)	PROB	# HID	AREA (Ha)	DOT (l/s)	PROB	# HID	AREA (Ha)	DOT (l/s)	PROB	# HID	AREA (Ha)	DOT (l/s)	PROB	HID AGUAS ABAJO	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	Q linea (l/s)		
																										Var qi (nudo)	Σ Var qi (nudo)
78	78	79	H-30	0.938	2.0124	0.25																					
79	79	80	H-31	0.571	1.2242	0.25	H-32	0.587	1.259	0.25																	
80	80	81	H-33	0.553	1.1853	0.25																					
81	81	82	33'	1.338	2.8703	0.25																					
82	8	83	H-20	0.911	1.9539	0.25	H-21	0.755	1.619	0.25																	
83	83	84	H-22	0.26	0.5571	0.25	H-23	0.57	1.222	0.25																	
84	84	85	H-24	0.417	0.8954	0.25	H-25	0.577	1.238	0.25																	
85	85	86	H-26	0.819	1.7572	0.25	H-27	0.334	0.717	0.25																	
86	7	87	H-10	0.538	1.1536	0.25	H-11	0.87	1.866	0.25																	
87	87	88	H-12	0.086	0.1848	0.25	H-13	0.175	0.376	0.25																	
88	88	89	H-14	0.989	2.1216	0.25	H-15	0.32	0.686	0.25																	
89	89	90	H-16	0.916	1.9651	0.25	H-17	0.24	0.515	0.25																	
90	90	91	H-18	0.878	1.8825	0.25																					
91	4	92			0																						
92	92	93	H-1	0.422	0.9048	0.25																					
93	93	94	H-2	0.573	1.2285	0.25																					
94	94	95	H-3	0.304	0.6513	0.25	H-4	1.02	2.188	0.25																	
95	95	96	H-5	0.835	1.791	0.25	H-6	0.125	0.267	0.25	H-7	0.243	0.521	0.25													
96	1	97	H-131	0.177	0.3788	0.25																					
97	97	98	H-132	0.974	2.0897	0.25																					
98	98	99	H-133	0.317	0.6802	0.25																					
99	99	100	H-134	4.937	10.588	0.25																					
100	100	101	H-135	0.544	1.1667	0.25																					
101	101	102	H-146	0.197	0.4235	0.25																					
102	102	114	H-147	0.729	1.5645	0.25																					
103	114	115	H-148	1.098	2.3544	0.25	H-149	2.122	4.55	0.25																	
104	102	103	H-150	1.617	3.468	0.25	H-151	0.295	0.633	0.25																	
105	101	116	H-136	2.141	4.5912	0.25	H-137	1.967	4.218	0.25																	
106	116	117	H-138	1.214	2.6026	0.25	H-139	1.234	2.648	0.25																	
107	117	118	H-140	0.706	1.5139	0.25	H-141	0.85	1.822	0.25																	
108	118	119	H-142	0.641	1.3756	0.25	H-143	1.047	2.246	0.25																	
109	119	120	H-144	7.306	15.67	0.25	H-145	0.17	0.365	0.25																	
110	103	104	H-152	0.543	1.1656	0.25																					
111	104	109	H-153	0.946	2.0285	0.25																					
112	109	110	H-154	0.599	1.2855	0.25																					
113	110	111			0																						
114	111	112	H-155	0.365	0.782	0.25																					
115	112	113	H-156	3.85	8.2573	0.25	H-157	2.054	4.405	0.25																	
116	104	105	H-158	1.148	2.4625	0.25																					
117	105	106	H-159	0.808	1.732	0.25																					
118	106	107	H-160	0.812	1.7406	0.25	H-161	0.357	0.766	0.25																	
119	107	108	H-162	9.804	21.028	0.25	H-163	1.221	2.62	0.25																	
120	105	121	H-164	0.339	0.7281	0.25																					
121	121	124	H-168	0.844	1.8094	0.25																					
122	124	125	H-169	1.814	3.8906	0.25	H-170	0.293	0.629	0.25																	
123	121	122	H-165	0.466	1.0001	0.25																					
124	122	123	H-166	0.34	0.7298	0.25	H-167	0.757	1.623	0.25																	
125	121	126	H-171	0.451	0.9672	0.25																					
126	126	127	H-174	0.637	1.3656	0.25	H-175	0.906	1.942	0.25																	
127	127	128	H-176	0.971	2.0835	0.25																					
128	127	129	H-177	0.326	0.6999	0.25																					
129	129	130	H-178	0.505	1.0832	0.25																					
130	130	131	H-179	2.306	4.9451	0.25	H-180	3.532	7.575	0.25																	
131	129	132	H-181	0.57	1.223	0.25	H-182	0.575	1.233	0.25																	
132	132	133	H-183	1.047	2.2464	0.25	H-184	0.526	1.128	0.25																	
133	132	134	H-185	0.472	1.0127	0.25																					
134	134	135	H-186	0.922	1.9769	0.25	H-187	0.995	2.133	0.25																	
135	132	136	H-188	0.756	1.6205	0.25	H-189	0.326	0.699	0.25																	
136	136	137	H-190	0.155	0.3327	0.25																					
137	137	139	H-193	1.443	3.0942	0.25																					
138	139	140	H-194	3.249	6.9687	0.25	H-195	1.731	3.713	0.25																	
139	137	138	H-191	0.602	1.2904	0.25	H-192	0.654	1.402	0.25																	
140	137	141	H-196	0.479	1.0263	0.25	H-197	0.674	1.446	0.25																	
141	141	142	H-198	0.817	1.7532	0.25	H-199	1.598	3.427	0.25																	
142	141	143	H-200	0.871	1.8675	0.25	H-201	1.962	4.209	0.25																	
143	141	144	H-202	0.764	1.6395	0.25																					
144	144	145	H-203	0.82	1.7588	0.25	H-204	0.524	1.123	0.25																	
145	144	146	H-205	0.84	1.8005	0.25	H-206	5.577	11.96	0.25																	
146	144	147	H-207	0.377	0.8078	0.25																					
147	147	149	H-210	1.404	3.0106	0.25	H-211	5.791	12.42	0.25																	
148	147	148	H-208	0.338	0.7254	0.25	H-209	1.407	3.017	0.25																	
149	147	150			0																						
150	150	151	H-212	2.235	4.7935	0.25																					
151	150	152	H-213	2.202	4.7231	0.25	H-214																				

ANEXO 3 - 3

RESULTADO DE CAUDALES EN LINEA - RED 3													
DATOS			CAUDALES EN LINEA					VARIACION EN PORCENTAJES					TENDENCIA
			#####	ESCENARIO 95%	ESCENARIO 95%	ESCENARIO 90%	E. 1	#####	ESCENARIO 99%	ESCENARIO 95%	ESCENARIO 90%	E. 1	
Tube ria	Hid Acu m	Area Acum (ha)	Q Acum (L/s)	Q Acum (L/s)	Q Acum (L/s)	Q Acum (L/s)	Q Acum (L/s)	%	%	%	%	%	%
RED 2-1													
0	218	215.46	461.6910	162.4410	148.4890	141.0510	148.4890	100.00	35.18	32.16	30.55	32.16	
1	134	101.23	216.7010	77.6040	70.6570	66.9540	70.6570	100.00	35.81	32.61	30.90	32.61	
2	134	101.23	216.7010	77.6040	70.6570	66.9540	70.6570	100.00	35.81	32.61	30.90	32.61	
3	134	101.23	216.7010	77.6040	70.6570	66.9540	70.6570	100.00	35.81	32.61	30.90	32.61	
4	127	97.71	209.1490	75.4890	68.6110	64.9450	68.6110	100.00	36.09	32.80	31.05	32.80	
5	127	97.71	209.1490	75.4890	68.6110	64.9450	68.6110	100.00	36.09	32.80	31.05	32.80	
6	126	97.31	208.3010	75.2620	68.3900	64.7250	68.3900	100.00	36.13	32.83	31.07	32.83	
7	116	92.21	197.3640	72.1590	65.3990	61.7940	65.3990	100.00	36.56	33.14	31.31	33.14	
8	107	86.43	184.9570	68.6270	61.9980	58.4630	61.9980	100.00	37.10	33.52	31.61	33.52	
9	100	80.89	173.0870	65.1720	58.6900	55.2340	58.6900	100.00	37.65	33.91	31.91	33.91	
10	86	72.13	154.2990	59.7140	53.4620	50.1290	53.4620	100.00	38.70	34.65	32.49	34.65	
11	77	64.83	138.6380	54.7850	48.8360	45.6640	48.8360	100.00	39.52	35.23	32.94	35.23	
12	77	64.83	138.6380	54.7850	48.8360	45.6640	48.8360	100.00	39.52	35.23	32.94	35.23	
13	76	64.36	137.6340	54.5100	48.5690	45.4010	48.5690	100.00	39.61	35.29	32.99	35.29	
14	64	58.29	124.6090	50.7440	44.9570	41.8710	44.9570	100.00	40.72	36.08	33.60	36.08	
15	63	58.00	123.9840	50.5780	44.7940	41.7110	44.7940	100.00	40.79	36.13	33.64	36.13	
16	54	49.70	106.2000	43.9330	38.8000	36.0640	38.8000	100.00	41.37	36.53	33.96	36.53	
17	53	48.92	104.5100	43.4300	38.3220	35.5980	38.3220	100.00	41.56	36.67	34.06	36.67	
18	42	40.09	85.5730	37.3710	32.6580	30.1450	37.3710	100.00	43.67	38.16	35.23	43.67	
19	42	40.09	85.5730	37.3710	32.6580	30.1450	37.3710	100.00	43.67	38.16	35.23	43.67	
20	41	39.85	85.0740	37.2390	32.5280	30.0160	37.2390	100.00	43.77	38.23	35.28	43.77	
21	40	39.17	83.6150	36.8090	32.1180	29.6170	36.8090	100.00	44.02	38.41	35.42	44.02	
22	39	38.80	82.8040	36.5870	31.9020	29.4040	36.5870	100.00	44.19	38.53	35.51	44.19	
23	31	27.92	59.4770	28.0970	24.1990	22.1210	28.0970	100.00	47.24	40.69	37.19	47.24	
24	30	27.15	57.8360	27.5860	23.7190	21.6570	27.5860	100.00	47.70	41.01	37.45	47.70	
25	29	26.39	56.1960	27.0750	23.2380	21.1920	27.0750	100.00	48.18	41.35	37.71	48.18	
26	21	19.69	41.8280	21.9470	18.5650	16.7620	21.9470	100.00	52.47	44.38	40.07	52.47	
27	20	19.24	40.8570	21.6640	18.2940	16.4980	21.6640	100.00	53.02	44.78	40.38	53.02	
28	19	18.76	39.8290	21.3620	18.0060	16.2160	21.3620	100.00	53.63	45.21	40.71	53.63	
29	4	2.62	5.6210	4.3600	3.4920	3.0300	5.6210	100.00	77.57	62.12	53.90	100.00	
30	2	0.95	2.0320	1.9940	1.5580	1.3260	2.0320	100.00	98.13	76.67	65.26	100.00	
31	1	0.59	1.2680	1.2680	1.2170	1.0180	1.2680	100.00	100.00	95.98	80.28	100.00	
32	14	16.00	33.9190	19.4990	16.2580	14.5300	19.4990	100.00	57.49	47.93	42.84	57.49	
33	5	6.63	14.2150	10.9520	8.7790	7.6210	14.2150	100.00	77.05	61.76	53.61	100.00	
34	3	4.92	10.5430	9.4550	7.4540	6.3860	10.5430	100.00	89.68	70.70	60.57	100.00	
35	2	4.43	9.4960	9.1130	7.1350	6.0810	9.4960	100.00	95.97	75.14	64.04	100.00	
36	7	8.10	16.9790	12.1010	9.7930	8.5630	16.9790	100.00	71.27	57.68	50.43	100.00	
37	2	3.67	7.8770	7.5970	5.9450	5.0650	7.8770	100.00	96.45	75.47	64.30	100.00	
38	3	4.06	8.7010	7.6530	6.0450	5.1880	8.7010	100.00	87.96	69.47	59.63	100.00	
39	2	3.06	6.5550	6.5550	5.1990	4.4110	6.5550	100.00	100.00	79.31	67.29	100.00	
40	8	6.70	14.3680	9.7640	7.9510	6.9840	14.3680	100.00	67.96	55.34	48.61	100.00	
41	6	5.19	11.1350	8.3930	6.7460	5.8670	11.1350	100.00	75.37	60.58	52.69	100.00	
42	4	3.94	8.4410	7.2950	5.7730	4.9610	8.4410	100.00	86.42	68.39	58.77	100.00	
43	2	3.18	6.8180	6.7610	5.2770	4.4860	6.8180	100.00	99.16	77.40	65.80	100.00	
44	7	10.48	22.4680	14.4220	11.8340	10.4550	22.4680	100.00	64.19	52.67	46.53	100.00	
45	6	9.22	19.7730	13.3260	10.8630	9.5500	19.7730	100.00	67.39	54.94	48.30	100.00	
46	5	7.60	16.2990	11.7030	9.4620	8.2670	16.2990	100.00	71.80	58.05	50.72	100.00	
47	4	6.49	13.9130	10.7230	8.5950	7.4610	13.9130	100.00	77.07	61.78	53.63	100.00	
48	2	3.04	6.5130	6.5130	5.1520	4.3720	6.5130	100.00	100.00	79.10	67.13	100.00	
49	9	7.62	16.3400	10.5310	8.6370	7.6270	16.3400	100.00	64.45	52.86	46.68	100.00	
50	7	6.59	14.1290	9.7850	7.9480	6.9690	14.1290	100.00	69.25	56.25	49.32	100.00	
51	5	5.23	11.2200	8.7060	6.9730	6.0490	11.2200	100.00	77.59	62.15	53.91	100.00	
52	3	2.56	5.4990	4.7280	3.7430	3.2190	5.4990	100.00	85.98	68.07	58.54	100.00	
53	1	0.92	1.9700	1.9700	1.8910	1.5810	1.9700	100.00	100.00	95.99	80.25	100.00	
54	8	8.04	17.2520	13.3760	10.7140	9.2960	17.2520	100.00	77.53	62.10	53.88	100.00	
55	6	6.82	14.6320	12.4600	9.8760	8.4980	14.6320	100.00	85.16	67.50	58.08	100.00	
56	4	2.36	5.0620	4.3270	3.4280	2.9490	5.0620	100.00	85.48	67.72	58.26	100.00	
57	3	2.23	4.7910	4.2470	3.3520	2.8750	4.7910	100.00	88.65	69.96	60.01	100.00	
58	1	0.48	1.0270	1.0270	0.9860	0.8240	1.0270	100.00	100.00	96.01	80.23	100.00	
59	11	5.85	12.5360	7.6850	6.3470	5.6340	10.8310	100.00	61.30	50.63	44.94	86.40	
60	9	5.05	10.8310	7.0970	5.8070	5.1190	10.8310	100.00	65.52	53.61	47.26	100.00	
61	7	4.02	8.6170	6.2120	5.0200	4.3850	8.6170	100.00	72.09	58.26	50.89	100.00	
62	6	3.15	6.7580	5.2950	4.2370	3.6720	6.7580	100.00	78.35	62.70	54.34	100.00	
63	4	2.32	4.9830	4.6110	3.6230	3.0970	4.9830	100.00	92.53	72.71	62.15	100.00	
64	2	1.94	4.1590	4.1590	3.3800	2.8620	4.1590	100.00	100.00	81.27	68.81	100.00	
65	8	6.47	13.8830	9.7690	7.9190	6.9320	13.8830	100.00	70.37	57.04	49.93	100.00	
66	6	5.76	12.3460	9.2830	7.4640	6.4930	12.3460	100.00	75.19	60.46	52.59	100.00	
67	5	5.10	10.9310	8.7670	6.9950	6.0500	10.9310	100.00	80.20	63.99	55.35	100.00	
68	3	4.28	9.1730	8.1110	6.4040	5.4930	9.1730	100.00	88.42	69.81	59.88	100.00	
69	2	3.52	7.5530	7.4760	5.8360	4.9620	7.5530	100.00	98.98	77.27	65.70	100.00	
70	13	8.72	18.7000	10.4950	8.7830	7.8700	15.0080	100.00	56.12	46.97	42.09	80.26	
71	1	0.32	0.6770	0.6770	0.6490	0.5430	0.6770	100.00	100.00	95.86	80.21	100.00	
72	10	7.00	15.0080	8.9550	7.4250	6.6100	15.0080	100.00	59.67	49.47	44.04	100.00	
73	8	5.81	12.4590	7.9060	6.4980	5.7470	12.4590	100.00	63.46	52.16	46.13	100.00	
74	7	5.59	11.9950	7.7680	6.3670	5.6190	11.9950	100.00	64.76	53.08	46.84	100.00	

Tube ria	Hid Acu m	Area Acum (ha)	Q Acum (L/s)	Q Acum (L/s)	Q Acum (L/s)	Q Acum (L/s)	Q Acum (L/s)	%	%	%	%	%	
75	5	4.28	9.1840	6.5990	5.3350	4.6610	9.1840	100.00	71.85	58.09	50.75	100.00	
76	3	2.91	6.2370	5.3120	4.2100	3.6230	6.2370	100.00	85.17	67.50	58.09	100.00	
77	6	4.80	10.3030	7.0410	5.7290	5.0300	10.3030	100.00	68.34	55.61	48.82	100.00	
78	5	3.99	8.5510	6.2450	5.0390	4.3950	8.5510	100.00	73.03	58.93	51.40	100.00	
79	4	3.05	6.5390	5.2130	4.1630	3.6020	6.5390	100.00	79.72	63.66	55.08	100.00	
80	2	1.89	4.0560	4.0560	3.2160	2.7290	4.0560	100.00	100.00	79.29	67.28	100.00	
81	1	1.34	2.8700	2.8700	2.7550	2.3040	2.8700	100.00	100.00	95.99	80.28	100.00	
82	8	4.64	9.9590	6.2620	5.1530	4.5620	9.9590	100.00	62.88	51.74	45.81	100.00	
83	6	2.98	6.3860	4.3850	3.5660	3.1290	6.3860	100.00	68.67	55.84	49.00	100.00	
84	4	2.15	4.6070	3.5950	2.8780	2.4950	4.6070	100.00	78.03	62.47	54.16	100.00	
85	2	1.15	2.4740	2.4740	1.9650	1.6670	2.4740	100.00	100.00	79.43	67.38	100.00	
86	9	5.01	10.7500	6.8950	5.6590	4.9990	10.7500	100.00	64.14	52.64	46.50	100.00	
87	7	3.61	7.7310	5.5230	4.4680	3.9060	7.7310	100.00	71.44	57.79	50.52	100.00	
88	5	3.34	7.1710	5.3580	4.3110	3.7530	7.1710	100.00	74.72	60.12	52.34	100.00	
89	3	2.03	4.3630	3.8700	3.0540	2.6190	4.3630	100.00	88.70	70.00	60.03	100.00	
90	1	0.88	1.8830	1.8830	1.8070	1.5110	1.8830	100.00	100.00	95.96	80.24	100.00	
91	7	3.52	7.5520	5.2260	4.2460	3.7230	7.5520	100.00	69.20	56.22	49.30	100.00	
92	7	3.52	7.5520	5.2260	4.2460	3.7230	7.5520	100.00	69.20	56.22	49.30	100.00	
93	6	3.10	6.6470	4.8760	3.9320	3.4280	6.6470	100.00	73.36	59.15	51.57	100.00	
94	5	2.53	5.4190	4.3240	3.4520	2.9870	5.4190	100.00	79.79	63.70	55.12	100.00	
95	3	1.20	2.5800	2.5360	1.9810	1.6850	2.5800	100.00	98.29	76.78	65.31	100.00	
96	84	114.23	244.9900	102.2290	90.1300	83.6790	90.1300	100.00	41.73	36.79	34.16	36.79	
97	83	114.05	244.6110	102.1330	90.0340	83.5840	90.0340	100.00	41.75	36.81	34.17	36.81	
98	82	113.08	242.5220	101.5600	89.4770	83.0350	89.4770	100.00	41.88	36.89	34.24	36.89	
99	81	112.76	241.8410	101.3850	89.3040	82.8620	89.3040	100.00	41.92	36.93	34.26	36.93	
100	80	107.83	231.2540	97.3540	85.6820	79.4590	85.6820	100.00	42.10	37.05	34.36	37.05	
101	69	90.01	193.0340	83.6690	73.2220	67.6520	73.2220	100.00	43.34	37.93	35.05	37.93	
102	3	3.95	8.4690	7.4920	5.9150	5.0740	8.4690	100.00	88.46	69.84	59.91	100.00	
103	2	3.22	6.9050	6.8690	5.3600	4.5550	6.9050	100.00	99.48	77.62	65.97	100.00	
104	65	85.86	184.1410	81.0460	70.7200	65.2140	70.7200	100.00	44.01	38.41	35.42	38.41	
105	10	17.28	37.0530	26.9440	21.7510	18.9820	37.0530	100.00	72.72	58.70	51.23	100.00	
106	8	13.17	28.2430	23.6080	18.7500	16.1600	28.2430	100.00	83.59	66.39	57.22	100.00	
107	6	10.72	22.9930	21.8760	17.1430	14.6200	22.9930	100.00	95.14	74.56	63.58	100.00	
108	4	9.17	19.6570	16.1890	13.6930	11.6930	19.6570	100.00	100.00	82.36	69.66	100.00	
109	2	7.48	16.0350	16.0350	15.1320	12.6710	16.0350	100.00	100.00	94.37	79.02	100.00	
110	63	83.95	180.0400	79.8480	69.5730	64.0950	69.5730	100.00	44.35	38.64	35.60	38.64	
111	5	7.81	16.7580	13.9140	11.0590	9.5370	16.7580	100.00	83.03	65.99	56.91	100.00	
112	4	6.87	14.7300	13.1940	10.4020	8.9140	14.7300	100.00	89.57	70.62	60.52	100.00	
113	3	6.27	13.4440	12.7860	10.0200	8.5460	13.4440	100.00	95.11	74.53	63.57	100.00	
114	3	6.27	13.4440	12.7860	10.0200	8.5460	13.4440	100.00	95.11	74.53	63.57	100.00	
115	2	5.90	12.6620	12.5590	9.8030	8.3330	12.6620	100.00	99.19	77.42	65.81	100.00	
116	57	75.59	162.1170	73.9890	64.1250	58.8660	64.1250	100.00	45.64	39.55	36.31	39.55	
117	5	13.00	27.8850	27.8850	22.1110	18.7590	27.8850	100.00	100.00	79.29	67.27	100.00	
118	4	12.19	26.1530	26.1530	21.6300	18.2890	26.1530	100.00	100.00	82.71	69.93	100.00	
119	2	11.03	23.6470	23.6470	20.9470	17.6190	23.6470	100.00	100.00	88.58	74.51	100.00	
120	51	61.44	131.7690	58.5970	51.0310	46.9970	55.5440	100.00	44.47	38.73	35.67	42.15	
121	3	2.95	6.3290	5.9340	4.6570	3.9760	6.3290	100.00	93.76	73.58	62.82	100.00	
122	2	2.11	4.5190	4.5190	3.9260	3.3070	4.5190	100.00	100.00	86.88	73.18	100.00	
123	3	1.56	3.3530	2.8870	2.2850	1.9650	3.3530	100.00	86.10	68.15	58.60	100.00	
124	2	1.10	2.3530	2.3530	1.8510	1.5710	2.3530	100.00	100.00	78.67	66.77	100.00	
125	44	56.59	121.3590	55.5440	48.1140	44.1530	55.5440	100.00	45.77	39.65	36.38	45.77	
126	41	54.15	116.1270	54.0360	46.6670	42.7380	54.0360	100.00	46.53	40.19	36.80	46.53	
127	1	0.97	2.0840	2.0840	2.0000	1.6720	2.0840	100.00	100.00	95.97	80.23	100.00	
128	38	51.63	110.7360	52.4940	45.1840	41.2860	52.4940	100.00	47.40	40.80	37.28	47.40	
129	3	6.34	13.6030	12.5440	9.8610	8.4300	13.6030	100.00	92.21	72.49	61.97	100.00	
130	2	5.84	12.5200	12.2100	9.5450	8.1250	12.5200	100.00	97.52	76.24	64.90	100.00	
131	34	44.96	96.4330	47.1850	40.3880	36.7640	47.1850	100.00	48.93	41.88	38.12	48.93	
132	2	1.57	3.3740	3.3670	2.6260	2.2320	3.3740	100.00	99.79	77.83	66.15	100.00	
133	3	2.39	5.1230	4.3700	3.4630	2.9800	5.1230	100.00	85.30	67.60	58.17	100.00	
134	2	1.92	4.1100	3.9460	3.0900	2.6330	4.1100	100.00	96.01	75.18	64.06	100.00	
135	27	39.86	85.4790	44.0470	37.3720	33.8120	44.0470	100.00	51.53	43.72	39.56	51.53	
136	25	38.77	83.1600	43.4010	36.7460	33.1970	43.4010	100.00	52.19	44.19	39.92	52.19	
137	3	6.42	13.7760	11.9530	9.4550	8.1240	13.7760	100.00	86.77	68.63	58.97	100.00	
138	2	4.98	10.6810	10.5960	8.2700	7.0300	10.6810	100.00	99.20	77.43	65.82	100.00	
139	2	1.26	2.6920	2.5860	2.0240	1.7250	2.6920	100.00	96.06	75.19	64.08	100.00	
140	19	30.94	66.3590	37.4720	31.3300	28.0550	37.4720	100.00	56.47	47.21	42.28	56.47	
141	2	2.42	5.1800	5.1590	4.0250	3.4210	5.1800	100.00	99.59	77.70	66.04	100.00	
142	2	2.83	6.0760	6.0760	4.7850	4.0620	6.0760	100.00	100.00	78.75	66.85	100.00	
143	13	24.54	52.6300	33.0920	27.2320	24.1080	34.3470	100.00	62.88	51.74	45.81	65.26	
144	2	1.34	2.8820	2.8150	2.2000	1.8720	2.8820	100.00	97.68	76.34	64.95	100.00	
145	2	6.42	13.7620	13.7620	12.0230	10.1230	13.7620	100.00	100.00	87.36	73.56	100.00	
146	8	16.02	34.3470	24.1970	19.6110	17.1660	34.3470	100.00	70.45	57.10	49.98	100.00	
147	2	7.20	15.4310	15.4310	12.9240	10.9170	15.4310	100.00	100.00	83.75	70.75	100.00	
148	2	1.75	3.7420	3.7420	3.1370	2.6500	3.7420	100.00	100.00	83.83	70.82	100.00	
149	3	6.70	14.3650	11.9120	9.4690	8.1670	14.3650	100.00	82.92	65.92	56.85	100.00	
150	1	2.24	4.7930	4.7930	4.6000	3.8470	4.7930	100.00	100.00	95.97	80.26	100.00	
151	2	4.46	9.5720	9.1870	7.1930	6.1300	9.5720	100.00	95.98	75.15	64.04	100.00	
152	2	1.99	4.2640	4.1400	3.2380	2.7570	4.2640	100.00	97.09	75.94	64.66	100.00	

ANEXO 3 - 4

RED TUNCARTA - DISEÑO 100 %

RED 3 - TUNCARTA

DATOS DE NUDO CABECERA				SIMBOLOGÍA TUBERÍA		DATOS FLUIDO		DATOS DE TUBERÍA Y PARA PERDIDAS				REQUERIMIENTO DE VELOCIDAD		REQUERIMIENTO DE PRESION			DATOS DE MATERIALES																
COTA (m)		ALTURA (m)		PRINCIPAL SECUNDARIO TERCARIO		temperatura	15 °C	ks	0.0015 mm	Vmax	0.5 m/s	P MIN NUDO	1 m.c.a	P MAX NUDO	55 m.c.a	E (kg/cm²)	3.100	F (kg/cm²)	0.65828026	K	5200	3.97%											
0.009568		1525				1E-06 m/s		% Hmf	10 %	2.5 m/s		P MIN HID	50 m.c.a	P MAX HID	50 m.c.a																		
DATOS NUDOS		TOS LINEA Y CAUD		BASE DE DATOS				PERDIDAS DE CARGA				V.R.P		PRESION EN NUDO		COMPROBACION		GOLPE DE ARIETE															
ID TUB	NUD INI	NUD FIN	COTA Z (m)	PRESION MIN (m)	L (m)	Q (m³/s)	J (m/min)	D (mm) teorico	D (mm) comercial	MPa	D (mm) interno	V (m/s)	REYNOLDS	f	Hf (m)	Hmf (m)	H _{roscas}	Perdidas al nudo o	Z + H _{roscas} (m.c.a.)	CONSIGN (m.c.a.)	COTA piezometrica	PRESION ESTÁTICA	PRESION DINAMICA	PRESION MIN	PRESION MAX	VELOCIDAD MIN	espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE	GOLPE ARIETE	SOBREPRESION (m.c.a.)	P. TRABAJO (m.c.a.)	CUMPLE P. TRABAJO
0	0	1	1493	1	29.52	0.46169	1.05014	514061	500	1	461.6	2.76	1117226	0.0115	0.2855	0.029	0.314	0.314041	1493.31		1526	33	32.686	OK	OK	OK	19.2	339.79	0.1738	95.559	129.55688	101.9744	CAMBIAF
1	1	2	1492	1	36.44	0.2167	0.48514	381.8	500	0.8	469	1.25	516112	0.0131	0.0818	0.008	0.09	0.404044	1492.4		1526	34	33.596	OK	OK	OK	15.5	304.667	0.2392	38.957	73.956638	81.57952	OK
2	2	3	1492	1	44.418	0.2167	0.28991	381.8	500	0.8	469	1.25	516112	0.0131	0.0997	0.01	0.11	0.513751	1492.51		1526	34	33.486	OK	OK	OK	15.5	304.667	0.2916	38.957	73.956638	81.57952	OK
3	3	4	1494.1	1	15.234	0.2167	0.23843	381.8	500	0.8	469	1.25	516112	0.0131	0.0342	0.003	0.038	0.551378	1494.6		1526	31.95	31.399	OK	OK	OK	15.5	304.667	0.1	38.957	74.906638	81.57952	OK
91	92	93	1487.2	1	59.393	0.00755	0.19913	99.7	110	0.83	104.6	0.88	80646.6	0.0189	0.4223	0.042	0.465	1.015924	1488.18		1526	38.84	37.824	OK	OK	OK	2.7	270.612	0.439	24.243	64.083056	64.24387	OK
92	92	93	1486.5	30	81.846	0.00755	0.03178	99.7	110	0.8	103.2	0.9	81740.6	0.0188	0.6208	0.062	0.683	1.6988	1488.22		1526	39.48	37.781	OK	OK	OK	3.4	304.212	0.531	27.998	68.77552	81.57952	OK
93	93	94	1486	30	70.974	0.00665	0.02673	94.7	90	0.8	84.4	1.19	87970.8	0.0186	1.1235	0.112	1.236	2.93466	1488.9		1526	40.03	37.095	OK	OK	OK	2.8	305.222	0.4651	36.966	77.995572	81.57952	OK
94	94	95	1485.1	30	10.843	0.00542	0.02195	87.3	90	0.8	84.4	0.97	71718.7	0.0194	1.2589	0.126	1.385	4.31944	1489.39		1526	40.93	36.611	OK	OK	OK	2.8	305.222	0.7512	30.136	72.066367	81.57952	OK
95	95	96	1484.7	30	44.995	0.00258	0.02067	64.9	63	0.8	59	0.94	48845.3	0.0211	0.7301	0.073	0.803	5.122566	1489.64		1526	41.28	36.157	OK	OK	OK	2	308.375	0.2918	29.664	71.944456	81.57952	OK
4	4	5	1493	1	47.891	0.20915	0.17896	376.4	500	0.8	469	1.21	498125	0.0132	0.1008	0.011	0.111	0.662261	1493.61		1526	33.05	32.388	OK	OK	OK	15.5	304.667	0.3144	37.599	71.649004	81.57952	OK
5	5	6	1492.1	30	36.53	0.20915	0.01381	376.4	500	0.8	469	1.21	498125	0.0132	0.0769	0.008	0.085	0.746839	1492.81		1526	33.9	33.153	OK	OK	OK	15.5	304.667	0.2398	37.599	72.499004	81.57952	OK
6	6	7	1490.4	30	74.263	0.2083	0.01622	375.8	500	0.8	469	1.21	496105	0.0132	0.1552	0.016	0.171	0.917513	1491.31		1526	35.61	34.692	OK	OK	OK	15.5	304.667	0.4875	37.447	74.056558	81.57952	OK
86	7	87	1467.7	30	172.13	0.01075	0.05992	114.8	110	0.8	103.2	1.29	116355	0.0175	2.46	0.246	2.706	3.623527	1471.27		1526	58.35	54.726	OK	OK	OK	3.4	304.212	1.1316	39.854	99.203507	81.57952	CAMBIAF
87	87	88	1467.5	30	21.995	0.00773	0.05752	100.6	90	0.8	84.4	1.38	102317	0.018	0.4566	0.046	0.502	4.125782	1471.61		1526	58.52	54.394	OK	OK	OK	2.8	305.222	1.1441	42.994	102.51396	81.57952	CAMBIAF
88	88	89	1466.7	30	98.542	0.00717	0.04903	97.7	90	0.8	84.4	1.28	94905.8	0.0183	0.7873	0.179	1.966	6.09182	1472.8		1526	7.09	53.198	OK	OK	OK	2.8	305.222	0.6457	39.88	47.996622	81.57952	OK
89	89	90	1461.1	30	71.212	0.00436	0.11307	80.1	90	0.8	84.4	0.78	57742.9	0.0203	0.5131	0.053	0.584	6.676013	1428.39		1473.8	52.09	45.414	OK	OK	OK	2.8	305.222	0.4666	24.264	77.353696	81.57952	OK
90	90	91	1461.1	30	70.736	0.00436	0.11307	80.1	90	0.8	84.4	0.78	57742.9	0.0203	0.5131	0.053	0.584	6.676013	1428.39		1473.8	52.09	45.414	OK	OK	OK	2.8	305.222	0.4666	24.264	77.353696	81.57952	OK
7	7	8	1488	30	12.888	0.01936	0.01725	367.8	500	0.8	469	1.14	47005.7	0.0134	0.2024	0.024	0.203	1.176454	1489.13		1526	35.41	35.291	OK	OK	OK	15.5	304.667	0.1616	35.48	74.530399	81.57952	OK
82	8	83	1485	30	210.98	0.00998	0.04844	111.4	110	0.8	103.2	1.19	107793	0.0178	2.6283	0.263	2.914	4.067631	1469.06		1526	61.01	56.942	OK	OK	FALSO	3.4	304.212	1.3871	36.921	98.93103	81.57952	CAMBIAF
83	83	84	1464.2	30	95.48	0.00639	0.04302	93.2	90	0.8	84.4	1.14	84516.6	0.0187	1.4067	0.141	1.547	5.615044	1469.86		1470.86	6.62	56.145	OK	OK	FALSO	2.8	305.222	0.2656	35.514	43.134088	81.57952	OK
84	84	85	1418	30	118.12	0.00461	0.09248	81.8	90	0.8	84.4	0.82	60972.1	0.0201	0.9707	0.068	0.6828	4.424.63	1424.63		1470.86	52.91	46.227	OK	OK	OK	2.8	305.222	0.774	25.621	93.530639	81.57952	OK
85	85	86	1416.9	30	137.06	0.00247	0.08052	63.8	75	0.8	70.4	0.64	39253.9	0.0221	0.8872	0.089	0.976	7.658679	1424.54		1470.86	53.98	46.321	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.9047	19.631	74.610556	81.57952	OK
8	8	9	1485.5	30	134.08	0.01749	0.01749	358.3	500	0.8	469	1.07	404508	0.0135	0.2256	0.023	0.248	1.42464	1486.93		1526	40.49	39.065	OK	OK	OK	15.5	304.667	0.8002	33.25	74.739975	81.57952	OK
77	9	78	1464	30	157.99	0.0103	0.04392	112.9	160	0.63	152.2	0.57	75614.4	0.0191	0.3246	0.032	0.357	1.781707	1466.01		1526	61.77	59.988	OK	OK	FALSO	3.9	269.658	1.1718	15.566	78.33644	64.24387	CAMBIAF
78	78	79	1464	30	33.485	0.00855	0.04227	104.8	110	0.63	104.6	1	91314.7	0.0184	0.2934	0.032	0.327	2.108891	1466.08		1526	62.03	59.921	OK	OK	FALSO	2.7	270.612	0.2475	27.45	90.479996	64.24387	CAMBIAF
79	79	80	1463	30	120.92	0.00654	0.0374	94.1	110	0.63	104.6	0.76	69828.9	0.0195	0.9646	0.066	0.731	2.839926	1465.86		1526	62.98	60.14	OK	OK	FALSO	2.7	270.612	0.8937	20.991	84.971174	64.24387	CAMBIAF
80	80	81	1462.6	30	54.312	0.00466	0.03563	97.8	75	0.63	71.4	1.01	63453.4	0.0199	0.9271	0.079	0.871	3.711264	1466.31		1526	63.4	59.689	OK	OK	FALSO	1.8	267.548	0.406	27.628	92.027678	64.24387	CAMBIAF
81	81	82	1461.9	30	90.68	0.00287	0.03311	67.7	75	0.63	71.4	0.72	44899.3	0.0215	0.7142	0.072	0.786	4.96879	1466.39		1526	64.11	59.613	OK	OK	FALSO	1.8	267.548	0.6779	19.549	84.65917	64.24387	CAMBIAF
9	9	10	1484.5	30	65.582	0.17309	0.01725	349	500	0.8	469	1.07	412237	0.0137	0.0993	0.01	0.109	1.533388	1486.02		1526	41.51	39.976	OK	OK	OK	15.5	304.667	0.4371	31.116	73.626089	81.57952	OK
70	10	71	1461.2	30	130.96	0.0187	0.04569	143.3	160	0.63	152.2	1.03	137241	0.0169	0.784	0.078	0.862	2.396256	1463.58		1526	64.82	62.424	OK	OK	FALSO	3.9	269.658	0.9713	28.253	94.073172	64.24387	CAMBIAF
71	71	72	1460.6	30	77.169	0.00068	0.04211	38	40	1	37	0.63	20438.2	0.0258	1.0888	0.109	1.198	5.593952	1464.17		1526	65.42	61.826	OK	OK	FALSO	1.5	335.699	0.4598	24.677	87.966503	64.24387	OK
72	71	73	1460.5</																														

RED TUNCARTA - DISEÑO 100 %

RED 3 - TUNCARTA

DATOS NUDOS				TOS LINEA Y CAUD			BASE DE DATOS										PERDIDAS DE CARGA						V.R.P		PRESION EN NUDO		COMPROBACION			GOLPE DE ARIETE				
ID	NUD	NUD	COTA Z	PRESION	L	Q	J	D (mm)	D (mm)	MPa	D (mm)	V	REYNOLDS	f	Hf	Hmf	H _{rosas}	Perdidas al nudo	Z + H _{rosas} al nudo	CONSIGN (m.c.a.)	COTA	PRESION ESTATICA	PRESION DINAMICA	PRESION MIN	PRESION MAX	VELOCIDAD MIN	VELOCIDAD MAX	espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE	GOLPE ARIETE	SOBREPRESION (m.c.a.)	P. TRABAJO (m.c.a.)	CUMPLE P. TRABAJO
27	27	28	1439.3	30	17.041	0.04086	0.03171	195.9	250	0.8	234.4	0.95	194699	0.0158	0.0524	0.005	0.058	4.659798	1443.98			1489.8	50.48	45.82	OK	OK	OK	7.8	305.665	0.1115	29.501	80.981101	81.57952	OK
28	28	29	1438.7	30	47.121	0.03983	0.03121	193.9	250	0.8	234.4	0.92	189800	0.0159	0.1384	0.014	0.152	4.811988	1443.54	1	1444.54	5.81	46.258	OK	OK	OK	7.8	305.665	0.3083	28.759	35.568826	81.57952	OK	
29	29	30	1438	30	97.268	0.00562	0.03002	88.6	110	0.8	103.2	0.67	60840	0.0201	0.4353	0.044	0.479	5.29078	1443.26			1489.8	51.83	46.539	OK	OK	OK	3.4	304.212	0.6395	20.839	73.66875	81.57952	OK
30	30	31	1437.5	30	64.021	0.00203	0.02929	59	63	0.8	59	0.74	38470.4	0.0222	0.6797	0.068	0.748	6.038407	1443.51			1489.8	52.33	46.292	OK	OK	OK	2	308.375	0.4152	23.364	76.693633	81.57952	OK
31	31	32	1437.2	30	35.984	0.00127	0.0289	48.8	50	0.8	47	0.73	30135.4	0.0235	0.4908	0.049	0.54	6.578269	1443.77			1489.8	52.61	46.032	OK	OK	OK	1.5	299.629	0.2402	22.323	75.932775	81.57952	OK
32	32	33	1379.9	30	135.43	0.03392	0.05939	181.8	200	1.25	181	1.37	209324	0.0156	1.0318	0.103	1.135	5.946964	1385.85	29.05		1414.9	35	58.693	OK	FALSO	OK	9.5	378.882	0.7149	50.913	86.913223	127.468	OK
33	33	34	1365.8	30	101.04	0.01422	0.06338	128.4	160	0.8	150	0.8	105855	0.0178	0.3962	0.04	0.436	6.382798	1372.14			1414.9	49.14	42.757	OK	OK	OK	5	305.914	0.6606	25.084	75.22448	81.57952	OK
34	34	35	1364.7	30	133.32	0.01054	0.05997	113.9	160	0.8	150	0.6	78510.6	0.0196	0.3061	0.031	0.337	6.719453	1371.43			1414.9	50.19	43.471	OK	OK	OK	5	305.914	0.8716	18.605	69.79469	81.57952	OK
35	35	36	1364	30	87.134	0.0095	0.05796	109.3	160	0.8	150	0.56	70713.9	0.0194	0.1659	0.017	0.183	6.901964	1370.93			1414.9	50.87	43.968	OK	OK	OK	5	305.914	0.5697	16.757	68.627103	81.57952	OK
36	36	37	1377.7	30	78.666	0.01698	0.05816	137.9	160	0.8	150	0.98	126438	0.0172	0.4298	0.043	0.473	6.41984	1369.37			1414.9	37.25	30.083	OK	OK	OK	5	305.914	0.5208	29.962	68.211969	81.57952	OK
37	37	38	1342.5	30	156.22	0.00788	0.07014	101.4	110	0.8	103.2	0.94	85258.3	0.0187	1.2778	0.128	1.406	7.825401	1350.95			1414.9	72.38	64.555	OK	FALSO	OK	3.4	304.212	1.027	29.202	102.58243	81.57952	CAMBIAR
38	38	39	1377	30	85.547	0.0087	0.0561	105.5	110	0.63	104.6	1.01	92916.5	0.0183	0.784	0.078	0.862	7.282194	1384.27			1385.27	8.28	30.628	OK	OK	OK	2.7	270.612	0.6322	27.932	73.211519	64.24387	OK
39	39	40	1337.2	30	167.96	0.00656	0.06947	94.2	110	0.8	103.2	0.78	90249.4	0.0194	0.9889	0.099	1.088	8.370026	1345.58			1385.27	48.06	39.69	OK	OK	OK	3.4	304.212	1.1042	24.301	73.361371	81.57952	OK
96	1	97	1495.5	29	24.83	0.24493	0.00957	401	500	0.8	469	1.42	583487	0.0128	0.0897	0.007	0.077	0.390744	1495.87			1528	30.52	30.129	OK	OK	OK	15.5	304.667	0.163	44.042	75.56219	81.57952	OK
97	97	98	1493.4	30	70.983	0.24461	0.01261	400.7	500	0.8	469	1.42	582584	0.0129	0.1988	0.02	0.219	0.6094	1494.03			1526	32.58	31.971	OK	OK	OK	15.5	304.667	0.5372	43.974	77.554057	81.57952	OK
98	98	99	1487.8	30	131.13	0.24252	0.02811	399.4	500	1	461.6	1.45	586869	0.0128	0.3904	0.039	0.429	1.038807	1488.83			1526	38.21	37.171	OK	OK	OK	19.2	339.79	0.7718	50.196	89.406193	101.9744	OK
99	99	100	1487.5	30	29.482	0.24184	0.02623	398.9	500	1	461.6	1.45	585221	0.0128	0.0873	0.009	0.096	1.134856	1488.63			1526	38.5	37.365	OK	OK	OK	19.2	339.79	0.1735	50.055	89.555242	101.9744	OK
100	100	101	1479.2	30	56.94	0.23125	0.04614	391.8	500	1	461.6	1.38	559602	0.0129	0.1554	0.016	0.171	1.305815	1480.49			1526	46.82	45.514	OK	OK	OK	19.2	339.79	0.3351	47.864	95.683989	101.9744	OK
105	105	116	1476.4	30	113.11	0.03705	0.04072	188.4	315	0.8	295.4	0.54	140110	0.0168	0.0959	0.01	0.106	1.411355	1477.84			1526	49.57	48.159	OK	OK	OK	9.8	305.222	0.7142	16.821	93.39128	81.57952	OK
106	116	117	1476	30	127.26	0.02824	0.03237	169	250	0.8	234.4	0.65	134589	0.017	0.2011	0.022	0.221	1.632551	1477.75			1526	49.88	48.247	OK	OK	OK	7.8	305.665	0.8327	20.393	71.273069	81.57952	OK
107	117	118	1476.1	30	37.927	0.02299	0.03054	155.6	200	0.8	187.6	0.83	136905	0.0169	0.1206	0.012	0.133	1.765227	1477.8			1478.8	2.77	48.205	OK	OK	OK	6.2	304.667	0.249	25.834	69.204271	81.57952	OK
108	118	119	1418.9	30	124.39	0.01968	0.10213	146.2	200	1	184.6	0.73	118944	0.0174	0.3224	0.032	0.355	2.119905	1420.97	30.88		1451.85	33	57.83	OK	FALSO	OK	7.7	340.241	0.7312	25.473	59.473113	101.9744	OK
109	119	120	1418.6	30	87.45	0.01604	0.03966	134.7	160	0.63	152.2	0.88	117882	0.0175	0.4424	0.044	0.487	2.60657	1421.22			1451.85	32.23	30.623	OK	OK	OK	3.9	269.658	0.7228	24.227	58.456717	64.24387	OK
101	101	102	1474.3	30	124.78	0.19303	0.04431	364.5	500	1	461.6	1.15	467115	0.0134	0.2451	0.025	0.27	1.575374	1475.86			1526	51.72	50.145	OK	OK	OK	19.2	339.79	0.7344	39.953	92.673373	101.9744	OK
102	102	114	1445.7	30	71.346	0.00847	0.09146	104.4	110	0.63	104.6	0.99	90439	0.0184	0.6229	0.062	0.685	2.260559	1447.96			1526	80.3	78.039	OK	FALSO	OK	2.7	270.612	0.5273	27.187	108.48676	64.24387	CAMBIAR
103	114	115	1445.1	30	74.683	0.00691	0.08129	96.2	90	0.8	84.4	1.23	91385.4	0.0184	1.2658	0.127	1.392	3.652908	1448.76			1526	80.89	77.237	OK	FALSO	OK	2.8	305.222	0.4894	38.4	120.29037	81.57952	CAMBIAR
104	102	103	1469.7	30	129.14	0.18414	0.04243	357.7	500	1	461.6	1.1	445595	0.0135	0.2328	0.023	0.256	1.831399	1471.51	28.17		1499.68	30	54.489	OK	OK	OK	19.2	339.79	0.7601	38.113	69.112737	101.9744	OK
110	103	104	1466.8	30	81.836	0.18004	0.04161	354.5	400	0.8	375.2	1.63	535996	0.0131	0.3848	0.038	0.423	2.254726	1469.01			1499.68	32.92	30.665	OK	OK	OK	12.4	304.667	0.5372	50.572	84.491936	81.57952	CAMBIAR
111	104	109	1432.9	30	142.12	0.01676	0.07561	137.1	160	0.63	152.2	0.92	122988	0.0173	0.6984	0.07	0.768	3.023016	1435.96			1499.68	66.74	63.717	OK	FALSO	OK	3.9	269.658	1.0541	25.319	93.059072	64.24387	CAMBIAR
112	109	110	1432.3	30	80.112	0.01473	0.06959	130.2	160	0.63	152.2	0.81	108104	0.0178	0.3123	0.031	0.343	3.366515	1435.68			1499.68	67.37	64.003	OK	FALSO	OK	3.9	269.658	0.5942	22.255	90.625038	64.24387	CAMBIAR
113	110	111	1432.1	1	28.61	0.01344	0.09888	125.6	160	0.63	152.2	0.74	98666.4	0.0181	0.0947	0.009	0.104	3.470639	1435.56			1499.68	67.59	64.119	OK	FALSO	OK	3.9	269.658	0.2122	20.312	88.902066	64.24387	CAMBIAR
114	111	112	1431.6	30	60.135	0.01344	0.06405	125.6	160	0.63	152.2	0.74	98666.4	0.0181	0.199	0.02	0.219	3.689497	1435.31			1499.68	68.06	64.371										

ANEXO 3 - 5

RED TUNCARTA - DISEÑO 99 %

RED 3 - TUNCARTA

DATOS DE NUDO CABECERA				SIMBOLOGÍA TUBERÍA		DATOS FLUIDO		DATOS DE TUBERÍA Y PARA PERDIDAS				REQUERIMIENTO DE VELOCIDAD			REQUERIMIENTO DE PRESION			DATOS DE MATERIALES																	
COTA (m)		ALTURA (m)		PRINCIPAL SECUNDARIO Terciario		temperatura (°C)	v (m/s)	ks	ks	ks	ks	Vmin	Vmax	P MIN NUDO	P MAX NUDO	P MIN H/D	P MAX H/D	P (kg/cm²)	k	E (kg/cm²)															
0		1525				15	1.0	0.0015	0.02	10	0.5 m/s	2.5 m/s	1 m.c.a	55 m.c.a	30 m.c.a	50 m.c.a	5	5	5	5	5	5	5												
0.009568						1E-06	m/s													PVC	POLIETILENO	AGUA	5179 5200 20670	0.65828026 3.976											
DATOS NUDOS				TOS LINEA Y CAUCE				BASE DE DATOS				PERDIDAS DE CARGA				V.R.P		PRESION EN NUDO				COMPROBACION				GOLPE DE ARIETE									
ID TUB	NUD INI	NUD FIN	COTA Z (m)	PRESION MIN (m)	L (m)	Q (m³/s)	J (m/m)	D (mm) teorico	D (mm) comercial	MPa	D (mm) interno	V (m/s)	REYNOLDS	f	Hf (m)	Hmf (m)	H _{rosas} (m)	Perdidas al nudo 0	Z + H _{rosas}	CONSIGN (m.c.a)	COTA piezometrica	PRESION ESTATICA	PRESION DINAMICA	PRESION MIN	PRESION MAX	VELOCIDAD MIN	VELOCIDAD MAX	espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE ARIETE	GOLPE (m.c.a)	SOBREPRESIO (m.c.a)	P. TRABAJO (m.c.a)	CUMPLE P. TRABAJO	
1	1	2	1493	1	29.52	0.16244	0.105014	340.2	400	0.8	375.2	1.47	483602	0.0133	0.1151	0.012	0.127	0.126597	1493.13		1526	33	32.873	OK	OK	OK	OK	12.4	304.667	0.1938	45.629	79.628504	81.57952	OK	
1	2	1492	1	36.44	0.0776	0.48514	253.2	355	0.63	337.6	0.87	256786	0.0149	0.0618	0.006	0.068	0.194555	1492.19		1526	34	33.805	OK	OK	OK	OK	8.7	270.398	0.2695	23.896	58.895892	64.24387	OK		
2	3	4	1494.1	1	44.418	0.0776	0.28991	253.2	355	0.63	337.6	0.87	256786	0.0149	0.0753	0.008	0.068	0.277393	1492.28		1526	34	33.723	OK	OK	OK	OK	8.7	270.398	0.3285	23.896	58.895892	64.24387	OK	
3	4	92	1487.2	1	15.234	0.0776	0.23843	253.2	315	0.63	299.6	1.1	289333	0.0146	0.0459	0.005	0.05	0.327693	1488.34		1526	31.95	31.622	OK	OK	OK	OK	7.7	270.47	0.1107	30.303	63.252171	64.24387	OK	
91	4	92	1487.2	1	59.393	0.00523	0.19913	86	90	0.8	84.4	0.93	69164.4	0.0195	0.6113	0.061	0.672	1.000316	1488.16		1526	38.84	37.84	OK	OK	OK	OK	2.8	305.222	0.3863	29.063	68.903049	81.57952	OK	
92	92	93	1486.5	1	81.846	0.00523	0.03178	86	90	0.8	84.4	0.93	69164.4	0.0195	0.8424	0.027	1.926953	1488.45		1526	39.48	37.553	OK	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.4665	38.69	69.71981	81.57952	OK		
93	93	94	1486	1	70.974	0.00448	0.02673	83.7	75	0.8	70.4	1.25	77365.4	0.0191	1.5393	0.154	1.693	3.620195	1489.59		1526	40.03	36.41	OK	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.4665	38.69	69.71981	81.57952	OK	
94	94	95	1485.1	1	114.63	0.00432	0.02195	79.8	75	0.8	70.4	1.1	68607	0.0196	2.2064	0.201	2.206	5.826149	1490.9		1526	40.93	35.104	OK	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.7567	34.31	76.239831	81.57952	OK	
95	95	96	1484.7	1	34.995	0.00254	0.02067	64.4	63	0.8	59.3	0.93	48012.3	0.0212	0.7081	0.071	0.779	6.605063	1493.33		1526	41.28	34.675	OK	OK	OK	OK	2	308.75	0.2918	29.159	71.43855	81.57952	OK	
4	4	5	1493	1	47.891	0.07549	0.17896	250.4	315	0.63	299.6	1.07	281447	0.0147	0.1372	0.014	0.151	0.478848	1493.43		1526	33.05	32.571	OK	OK	OK	OK	7.7	270.047	0.3547	29.477	63.526854	64.24387	OK	
5	5	6	1492.1	1	36.53	0.07549	0.01381	250.4	315	0.8	295.4	1.1	285449	0.0147	0.1121	0.101	1.123	0.602103	1492.7		1526	33.9	33.298	OK	OK	OK	OK	9.8	305.222	0.2394	34.27	69.170412	81.57952	OK	
6	6	7	1490.4	1	74.263	0.07526	0.01622	250.1	315	0.8	295.4	1.1	284591	0.0147	0.2265	0.023	0.249	0.851306	1491.24		1526	35.61	34.759	OK	OK	OK	OK	9.8	305.222	0.4866	34.167	70.777359	81.57952	OK	
86	7	87	1467.7	1	172.13	0.0069	0.05992	96.1	110	0.63	104.6	0.8	73630.6	0.0193	1.04	1.04	1.144	1.995317	1469.65		1526	58.35	56.365	OK	OK	OK	OK	2.7	270.612	1.2721	22.134	81.483987	64.24387	CAMBIAR	
87	87	88	1467.5	1	21.995	0.00552	0.0752	88	90	0.63	85.6	0.96	72070.4	0.0194	0.2335	0.023	0.257	2.252222	1469.73		1526	58.52	56.268	OK	OK	OK	OK	2.2	270.047	0.1629	26.419	85.938527	64.24387	CAMBIAR	
88	88	89	1466.7	1	98.542	0.00536	0.04903	86.9	90	0.63	85.6	0.93	69173.3	0.0195	0.9911	0.099	1.09	3.34245	1470.05		1	1471.05	4.34	55.948	OK	OK	OK	OK	2.2	270.047	0.7298	25.629	90.969271	64.24387	CAMBIAR
89	89	90	1467.1	1	71.212	0.00387	0.11307	73.2	90	0.8	84.4	0.69	51218.2	0.0208	0.4289	0.043	0.472	3.814287	1425.52		1	1471.05	49.34	45.526	OK	OK	OK	OK	2.8	305.222	0.4666	21.522	71.862004	81.57952	OK
90	90	91	1467.1	1	78.736	0.01168	0.01628	57.2	63	0.8	59.3	0.69	27285.7	0.0226	0.707	0.078	0.903	4.617653	1425.71		1	1471.05	49.34	45.526	OK	OK	OK	OK	2	308.75	0.1107	21.657	81.043676	81.57952	OK
7	7	8	1488	1	101.725	0.07218	0.01725	245.9	315	0.8	295.4	1.09	27285.7	0.0148	0.3513	0.033	0.386	2.37764	1489.19		1526	38.05	32.812	OK	OK	OK	OK	9.8	305.222	0.8145	31.569	81.086663	64.24387	OK	
82	8	83	1465	1	210.98	0.00626	0.04844	92.5	110	0.63	104.6	0.73	66909.9	0.0197	1.0733	1.077	1.183	2.418377	1467.41		1526	61.01	58.592	OK	OK	OK	OK	2.7	270.612	1.5593	20.102	82.11962	64.24387	CAMBIAR	
83	83	84	1464.2	1	95.48	0.00439	0.04302	80.2	90	0.63	85.6	0.76	57220.5	0.0203	0.6715	0.067	0.739	3.157073	1467.4		1	1468.4	4.16	58.603	OK	OK	OK	OK	2.2	270.047	0.7071	20.975	62.135057	64.24387	OK
84	84	85	1418	1	118.12	0.0036	0.09248	74.1	90	0.8	84.4	0.64	47578.6	0.0212	0.624	0.062	0.686	8.434524	1421.79		1	1468.4	50.45	46.606	OK	OK	OK	OK	2.8	305.222	0.7719	19.993	71.442663	81.57952	OK
85	85	86	1416.9	1	137.06	0.00247	0.08052	63.8	75	0.8	70.4	0.64	32952.9	0.0221	0.8872	0.089	0.976	4.819403	1421.7		1	1468.4	51.52	46.701	OK	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.9047	19.631	72.150556	81.57952	OK
8	8	9	1485.5	1	134.08	0.06863	0.01749	241	315	0.8	295.4	1.1	29505.0	0.0149	0.346	0.035	0.381	1.618404	1487.13		1526	40.49	38.872	OK	OK	OK	OK	9.8	305.222	0.8766	31.155	72.645209	81.57952	OK	
77	9	78	1464	1	157.99	0.00704	0.04392	96.9	110	0.63	104.6	0.82	75189.7	0.0192	0.991	0.099	1.09	2.708558	1466.94		1526	61.77	59.061	OK	OK	OK	OK	2.7	270.612	1.1677	22.603	83.572669	64.24387	CAMBIAR	
78	78	79	1464	1	33.485	0.00625	0.04227	92.4	110	0.63	104.6	0.73	66689.3	0.0197	0.1695	0.017	0.186	2.895024	1466.87		1526	62.03	59.135	OK	OK	OK	OK	2.7	270.612	0.2475	20.047	83.077389	64.24387	CAMBIAR	
79	79	80	1463	1	120.92	0.00521	0.0374	86	90	0.63	85.6	0.91	68025.1	0.0196	1.158	1.16	1.274	4.168854	1467.19		1526	62.98	58.811	OK	OK	OK	OK	2.2	270.047	0.8956	24.936	88.915683	64.24387	CAMBIAR	
80	80	81	1462.6	1	54.312	0.00406	0.03563	77.8	90	0.63	85.6	0.7	52927.3	0.0207	0.3324	0.033	0.366	4.534535	1467.13		1526	63.4	58.865	OK	OK	OK	OK	2.2	270.047	0.4022	19.401	83.80133	64.24387	CAMBIAR	
81	81	82	1461.9	1	90.68	0.00287	0.03311	67.7	75	0.63	71.4	0.72	44899.3	0.0215	0.7142	0.071	0.786	5.32015	1467.21		1526	64.11	58.79	OK	OK	OK	OK	1.8	267.548	0.6779	19.549	84.65917	64.24387	CAMBIAR	
9	9	10	1484.5	1	66.582	0.06517	0.01725	236.1	315	0.8	295.4	0.95	24637	0.0151	0.1565	0.018	0.172	1.790548	1486.28		1526	41.51	39.719	OK	OK	OK	OK	9.8	305.222	0.4393	29.587	72.096712	81.57952	OK	
70	10	71	1481.2	1	130.96	0.0105	0.04569	57.7	160	0.63	152.2	0.59	77023.5	0.0191	0.2781	0.028	0.306	2.096458	1463.28		1526	68.82	62.724	OK	OK	OK	OK	3.9	269.658	0.9713	15.857	81.			

RED TUNCARTA - DISEÑO 99 %

RED 3 - TUNCARTA

DATOS NUDOS		TOS LINEA Y CAUDA		BASE DE DATOS										PERDIDAS DE CARGA					V.R.P		PRESION EN NUDO		COMPROBACION			GOLPE DE ARIETE							
ID	NUD	NUD	FIN	COTA Z	PRESION	L	Q	J	D (mm)	D (mm)	MPa	V	REYNOLDS	f	Hf	Hmf	H _{total}	Perdidas al nudo 0	Z + H _{total}	CONSIGN	COTA	PRESION ESTATICA	PRESION DINAMICA	PRESION MIN	PRESION MAX	VELOCIDAD MIN	espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE	GOLPE ARIETE	SOBREPRESION (m.c.a)	P. TRABAJA (m.c.a)	CUMPLE P. TRABAJO
41	41	42	1375.3	30	82.182	0.00839	0.06037	104	110	1	101.6	1.04	92273.9	0.0184	0.8118	0.081	0.893	8.423009	1383.73	1415.206	39.896	31.473	OK	OK	OK	4.2	338.802	0.4851	35.753	76.64983	101.9744	OK	
42	42	43	1374.4	30	113.26	0.0073	0.05753	98.34	110	1	101.6	0.9	80202.3	0.0189	0.8703	0.087	0.957	9.38031	1383.87	1415.206	40.776	31.396	OK	OK	OK	4.2	338.802	0.6686	31.076	72.42507	101.9744	OK	
43	43	44	1374	30	49.277	0.00676	0.05639	95.4	90	0.8	84.4	1.21	89479.6	0.0185	0.8042	0.08	0.885	10.26492	1384.3	1415.206	41.166	30.901	OK	OK	OK	2.8	305.222	0.3229	37.6	79.76553	81.57952	OK	
26	26	27	1451.3	30	55.352	0.02195	0.02512	152.8	200	0.8	187.6	0.79	130677.7	0.0171	0.1619	0.016	0.178	6.534316	1457.85	1491.03	39.71	33.176	OK	OK	OK	6.2	304.667	0.3634	24.659	65.369015	81.57952	OK	
27	27	28	1439.3	30	17.041	0.02166	0.03171	152	200	0.8	187.6	0.78	128992.0	0.0171	0.0487	0.005	0.054	6.587872	1445.91	1491.03	51.71	45.122	OK	OK	OK	6.2	304.667	0.1119	24.341	77.051045	81.57952	OK	
28	28	29	1438.7	30	47.121	0.02136	0.03121	151.1	200	0.8	187.6	0.77	127193.0	0.0172	0.1313	0.013	0.144	6.732275	1445.46	1491.03	52.73	45.568	OK	OK	OK	6.2	304.667	0.3093	24.002	77.301726	81.57952	OK	
29	29	30	1438	30	97.268	0.00436	0.03002	80	90	0.8	84.4	0.78	57703.2	0.0203	0.7245	0.072	0.797	7.529241	1445.5	1491.03	53.06	45.531	OK	OK	OK	2.8	305.222	0.6374	24.247	78.307013	81.57952	OK	
30	30	31	1437.5	30	64.021	0.00199	0.02929	58.5	63	0.8	59	0.73	37751	0.0223	0.6573	0.066	0.723	8.252252	1445.72	1491.03	53.56	45.308	OK	OK	OK	2	308.375	0.1524	22.927	77.486715	81.57952	OK	
31	31	32	1437.2	30	35.984	0.00127	0.0289	48.8	50	0.8	47	0.73	30135.4	0.0235	0.4908	0.049	0.54	8.792114	1445.98	1491.03	53.84	45.048	OK	OK	OK	1.5	299.629	0.2402	22.323	77.162775	81.57952	OK	
32	32	33	1413.1	1	58.924	0.0195	0.05855	145.7	200	0.8	187.6	0.71	116101	0.0142	0.1393	0.014	0.153	6.885533	1420.02	1421.02	7.89	71.874	OK	OK	OK	6.2	304.667	0.3868	21.909	30.798513	81.57952	OK	
32	32	33	1379.9	30	76.505	0.0195	0.05939	145.7	160	0.8	150	1.1	145203	0.0167	0.5296	0.053	0.593	7.468106	1387.37	1421.02	41.12	33.652	OK	OK	OK	5	305.914	0.5002	34.409	76.528893	81.57952	OK	
33	33	33	1365.8	30	101.04	0.0195	0.06338	115.7	160	0.8	150	0.62	81556.3	0.0188	0.2483	0.025	0.273	7.741228	1373.5	1421.02	55.26	47.519	OK	OK	OK	5	305.914	0.6606	19.326	75.586431	81.57952	OK	
34	34	34	1364.7	30	133.32	0.00946	0.05997	109.1	160	0.8	150	0.54	70408.6	0.0194	0.2519	0.025	0.277	8.018332	1372.73	1421.02	56.31	48.292	OK	OK	OK	5	305.914	0.8716	16.685	73.994753	81.57952	OK	
35	35	35	1364	30	87.134	0.00911	0.05796	107.5	160	0.8	150	0.52	67861.8	0.0196	0.1542	0.015	0.17	8.187907	1372.22	1421.02	56.99	48.802	OK	OK	OK	5	305.914	0.5697	16.081	74.071243	81.57952	OK	
36	36	34	1377.7	30	79.666	0.0121	0.05816	120.4	160	0.63	152.2	0.67	88810	0.0185	0.2183	0.022	0.24	7.708205	1385.36	1421.02	43.37	35.662	OK	OK	OK	3.9	269.658	0.5909	18.283	62.652975	64.24387	OK	
37	37	34	1342.5	30	156.22	0.0076	0.07014	99.9	110	0.8	103.2	0.91	82227.7	0.0188	0.1187	0.12	1.317	9.025554	1351.55	1421.02	78.5	69.474	OK	FALSO	OK	3.4	304.212	1.027	28.164	107.66438	81.57952	CAMBIAR	
38	38	35	1377	30	85.547	0.00765	0.05611	100.2	110	0.63	104.6	0.89	81225.1	0.0188	0.6229	0.062	0.685	8.393414	1385.38	1390.98	13.99	35.637	OK	OK	OK	2.7	270.612	0.6322	24.567	39.557281	64.24387	OK	
39	35	36	1337.2	30	167.96	0.00656	0.06947	94.2	110	0.8	103.2	0.78	70949.4	0.0194	0.9889	0.099	1.088	9.481246	1346.69	1390.98	53.77	44.289	OK	OK	OK	3.4	304.212	1.1042	24.301	79.071371	81.57952	OK	
96	1	97	1495.5	29	24.83	0.10223	0.00957	282.7	355	0.8	333	1.17	342914	0.0142	0.0741	0.007	0.082	0.208137	1495.69	1526	30.52	30.312	OK	OK	OK	11	304.596	0.1623	36.446	67.966136	81.57952	OK	
97	97	98	1493.4	30	70.983	0.10213	0.01261	282.6	355	0.8	333	1.17	342592	0.0142	0.2116	0.021	0.233	0.440844	1493.86	1526	32.58	32.139	OK	OK	OK	11	304.596	0.4661	36.412	69.991911	81.57952	OK	
98	98	98	1487.8	30	131.13	0.10156	0.02811	281.9	355	0.8	333	1.17	340670	0.0142	0.3868	0.039	0.426	0.86637	1488.66	1526	38.21	37.344	OK	OK	OK	11	304.596	0.8661	36.208	75.417628	81.57952	OK	
99	99	100	1487.5	30	29.482	0.0139	0.02623	281.7	355	0.8	333	1.16	340083	0.0142	0.0867	0.009	0.095	0.961741	1488.46	1526	38.5	37.538	OK	OK	OK	11	304.596	0.1936	36.145	75.645238	81.57952	OK	
100	100	101	1479.1	30	60.112	0.01319	0.04619	274.6	355	0.8	332.6	1.73	33916.6	0.0182	0.2563	0.028	0.282	2.893963	1435.2	1498.94	46.83	63.738	OK	FALSO	OK	3.9	269.658	0.5942	19.934	87.56435	64.24387	CAMBIAR	
105	101	116	1476.4	30	113.11	0.02894	0.04072	165.8	250	0.8	234.4	0.62	128399	0.0171	0.1642	0.016	0.181	1.327522	1477.76	1526	49.57	48.242	OK	OK	OK	7.8	305.665	0.7401	19.455	70.025116	81.57952	OK	
106	116	117	1476.1	30	127.26	0.02361	0.03237	157.3	250	0.8	234.4	0.55	112501	0.0176	0.1457	0.015	0.16	1.487799	1477.61	1526	49.88	48.392	OK	OK	OK	7.8	305.665	0.8327	17.046	67.926332	81.57952	OK	
107	117	118	1476	30	37.927	0.02188	0.03054	152.6	200	0.8	187.6	0.79	130254	0.0171	0.1103	0.011	0.121	1.609103	1477.64	1526	49.88	48.392	OK	OK	OK	6.2	304.667	0.249	24.579	28.189242	81.57952	OK	
108	118	108	1453.2	1	49.59	0.01966	0.1055	146.2	160	0.63	152.2	1.08	144264	0.0168	0.3248	0.032	0.357	1.966361	1455.2	1456.205	2.97	23.439	OK	OK	OK	3.9	269.658	0.3678	29.699	33.669069	64.24387	OK	
108	108	119	1418.9	30	74.805	0.01966	0.10213	146.2	160	0.8	150	1.11	146380	0.0167	0.5254	0.053	0.578	2.544333	1421.39	1456.205	37.355	34.811	OK	OK	OK	5	305.914	0.4891	34.688	73.042698	81.57952	OK	
109	119	120	1418.6	30	97.45	0.01604	0.0906	134.7	160	0.8	150	0.91	119408	0.0174	0.4745	0.047	0.522	3.066232	1421.69	1456.205	37.585	34.519	OK	OK	OK	5	305.914	0.6371	28.296	66.88114	81.57952	OK	
101	101	102	1474.3	30	124.78	0.08367	0.04431	260.9	355	1	327.6	0.99	285283	0.0146	0.2802	0.028	0.308	1.455118	1475.74	1526	51.72	50.265	OK	OK	OK	13.7	340.654	0.7326	34.469	87.189253	101.9744	OK	
102	102	114	1445.7	30	71.346	0.00749	0.09146	99.4	110	0.63	104.6	0.87	80005.8	0.0189	0.5001	0.05	0.55	2.005239	1447.71	1526	80.3	78.295	OK	FALSO	OK	2.7	270.612	0.5273	24.05	105.3045	64.24387	CAMBIAR	
103	114	115	1445.1	30	74.683	0.00687	0.08129	96	110	0.63	104.6	0.87	83352.9	0.0193	0.4482	0.045	0.493	2.498268	1447.61	1526	80.89	78.392	OK	FALSO	OK	2.7	270.612	0.552	22.051	103.94052	64.24387	CAMBIAR	
104	102	103	1468.7	30	129.14	0.08105	0.04243	257.6	355	1	327.6	0.96	276340	0.0147	0.2737	0.027	0.301	1.756225	1471.44	1498.94	29.26	54.564	OK	OK	OK	13.7	340.654	0.7582	33.389	63.648652	101.9744	OK	
110	103	104	1486.8	30	81.836	0.07985	0.04161	256.1	315	0.8	295.4	1.17	301932	0.0145	0.2779	0.028	0.306	2.061933	1468.82	1498.94	32.18	30.118	OK	OK	OK	9.8	305.222	0.5362	36.249	69.429306	81.57952	OK	
111	104	109	1432.9	30	142.12	0.01391	0.07561	127.3	160	0.63	152.2	0.76	102116	0.018	0.5001	0.05	0.55	2.612049	1435.55	1498.94	66.8	63.388	OK	FALSO	OK	3.9	269.658	1.0541	21.022	88.022173	64.24387	CAMBIAR	
112	109	110	1432.2	30	60.112	0.01319	0.04619	274.6	355	0.8	332.6	1.73	33916.6	0.0182	0.2563	0.028	0.282	2.893963	1435.2	1498.94	46.83	63.738	OK	FALSO	OK	3.9	269.658	0.5942	19.934	87.56435	64.24387	CAMBIAR	
113	110	111	1432.1	1	28.61																												

ANEXO 3 - 6

RED TUNCARTA - DISEÑO 90 %

RED 3 - TUNCARTA

DATOS DE NUDO CABECERA				SIMBOLOGÍA TUBERÍA		DATOS FLUIDO		DATOS DE TUBERÍA Y PARA PERDIDAS				REQUERIMIENTO DE VELOCIDAD		REQUERIMIENTO DE PRESION				DATOS DE MATERIALES																
0 COTA (m) 1525 ALTURA (m) U_min 0.009568				PRINCIPAL SECUNDARIO TERCIARIO		tempera 15 °C 1E-06 m ² /s		ks 0.0015 mm 0.02 % Hmf 10 %				V_min 0.5 m/s V_max 2.5 m/s		P_MIN NUDO 1 m.c.a P_MAX NUDO 55 m.c.a P_MIN HD 30 m.c.a P_MAX HD 50 m.c.a				E (kg/cm ²) K 51180 5200 20670 0.65828025 3.976																
DATOS NUDOS				TOS LINEA Y CAU				BASE DE DATOS				PERDIDAS DE CARGA				V.R.P		PRESION EN NUDO				COMPROBACION				GOLPE DE ARLETE								
ID TUB	NUD INI	NUD FIN	COTA Z	PRESION	L	Q	J	D (mm)	D (mm)	MPa	D (mm)	V	REYNOLDS	f	Hf	Hmf	H _{rosas}	Perdidas al nudo	Z + H _{rosas}	CONSIGN	COTA	PRESION	PRESION	PRESION		VELOCIDAD		espesor	CELERIDAD	T. FASE	GOLPE	SOBREPRESIO	P. TRABAJO	CUMPLE P.
			(m)	(m)	(m ³ /s)	(m ³ /m)	(mm)	teorico	comercial		(mm)	(m/s)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m.c.a)	(m.c.a)	piezometrica	ESTATICA	DINAMICA	MIN	MAX	MIN	MAX	(mm)	(m/s)	ARLETE	(m.c.a)	(m.c.a)	TRABAJO	TRABAJO
1	0	1	1493	1	29.52	0.14105	1.05014	321.5	400	0.8	375.2	1.28	41992.2	0.0136	0.089	0.009	0.098	0.097901	1493.1		1526	33	32.902	OK	OK	OK	OK	12.4	304.667	1.938	39.62	73.620208	81.57952	OK

RED TUNCARTA - DISEÑO 90 %

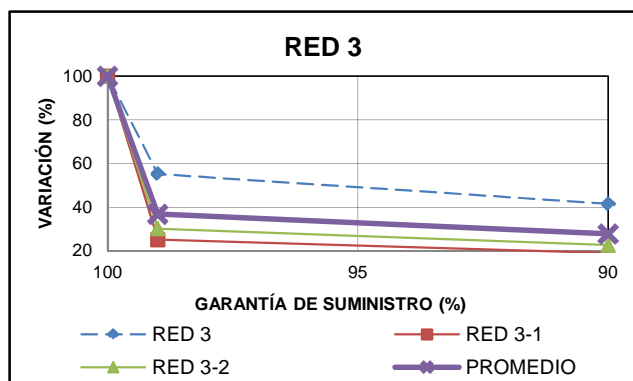
RED 3 - TUNCARTA

DATOS NUDOS			TOS LINEA Y CAUDA			BASE DE DATOS										PERDIDAS DE CARGA										V.R.P		PRESION EN NUDO		COMPROBACION				GOLPE DE ARIETE			
ID	NUD	FIN	COTA Z	L	Q	J	D (mm)	D (mm)	MPa	D (mm)	V	REYNOLDS	f	Hf	Hmf	H _{total}	Perdidas al nudo 0	Z + H _{total}	COTA	PRESION ESTÁTICA	PRESION DINAMICA	PRESION MIN	PRESION MAX	VELOCIDAD MIN	espesor (mm)	CELERIDAD (m/s)	T. FASE	GOLPE ARIETE	SOBREPRESION (m.c.a)	P. TRABAJO (m.c.a)	CUMPLE P. TRABAJO						
41	41	42	1375.3	30	82.182	0.00587	0.06037	90.1	90	0.8	84.4	1.05	77647.8	0.0191	1.0403	0.104	1.144	9.940091	1385.25	1416.92	41.61	31.666	OK	OK	OK	2.8	305.222	0.5385	32.628	75.273903	81.57952	OK					
42	42	43	1374.4	30	113.26	0.00496	0.05753	84.3	90	0.8	84.4	1.09	65657.2	0.0198	1.0623	0.106	1.169	11.11259	1385.54	1416.92	42.49	31.377	OK	OK	OK	2.8	305.222	0.7422	27.589	77.079819	81.57952	OK					
43	43	44	1374	30	49.277	0.00449	0.05639	80.9	75	0.8	70.4	1.15	71177.4	0.0194	0.9206	0.092	1.031	12.1253	1386.17	1416.92	42.88	30.755	OK	OK	OK	2.3	302.996	0.3253	35.595	79.47526	81.57952	OK					
26	26	27	1457.3	30	55.352	0.01678	0.02512	137.2	160	0.8	150	0.95	124822.2	0.0172	0.2919	0.029	0.321	7.005448	1458.33	1491.5	40.18	33.175	OK	OK	OK	5	305.914	0.3619	29.579	70.75904	81.57952	OK					
27	27	28	1439.3	30	17.041	0.0165	0.03171	136.3	160	1	147.6	0.96	124853	0.0172	0.0944	0.009	0.104	7.109236	1446.43	1491.5	52.18	45.071	OK	OK	OK	6.2	341.368	0.0988	33.552	86.732334	101.9744	OK					
28	28	29	1438.7	30	47.121	0.01622	0.03121	135.3	160	1	147.6	0.95	122719	0.0173	0.2529	0.025	0.278	7.387472	1446.12	1491.5	52.77	45.383	OK	OK	OK	6.2	341.368	0.2761	32.979	86.748824	101.9744	OK					
29	29	30	1438	30	97.268	0.00303	0.03002	69.2	90	0.63	85.6	0.53	39538.9	0.0221	0.3546	0.035	0.39	7.777493	1445.75	1491.5	53.53	45.753	OK	OK	OK	2.2	270.47	0.7204	14.494	69.023597	64.24387	CAMBIAR					
30	30	31	1437.5	30	64.021	0.00133	0.02929	49.7	50	0.8	47	0.76	31513.8	0.0233	0.9451	0.095	1.04	8.817049	1446.29	1491.5	54.03	45.213	OK	OK	OK	1.5	299.629	0.4273	23.344	78.373849	81.57952	OK					
31	31	32	1437.2	30	35.984	0.00102	0.0289	44.7	50	0.8	47	0.59	24193.9	0.0248	0.3331	0.033	0.366	9.183428	1446.37	1491.5	54.31	45.127	OK	OK	OK	1.5	299.629	0.2402	17.922	73.231597	81.57952	OK					
32	32	33	1413.1	1	58.924	0.01453	0.05855	129.5	160	1	147.6	0.85	109960	0.0177	0.2597	0.026	0.286	7.673108	1420.8	1421.8	8.67	70.897	FALSO	FALSO	OK	6.2	341.368	0.3452	29.55	79.21997	101.9744	OK					
33	33	33	1379.9	30	76.505	0.01453	0.05939	129.5	160	1	147.6	0.85	109960	0.0177	0.3371	0.034	0.371	8.043971	1387.94	1421.8	41.9	33.856	OK	OK	OK	6.2	341.368	0.4482	29.55	72.44997	101.9744	OK					
33	33	33	1365.8	30	101.04	0.00762	0.06338	100.1	110	0.8	103.2	0.91	82487.4	0.0188	0.779	0.078	0.857	8.900843	1374.63	1421.8	56.04	47.139	OK	OK	OK	3.4	304.212	0.6643	28.253	85.293356	81.57952	CAMBIAR					
34	34	34	1364.7	30	133.32	0.00639	0.05997	93.2	110	0.8	103.2	0.76	69120.2	0.0195	0.7492	0.075	0.824	9.724963	1374.43	1421.8	57.09	47.365	OK	OK	OK	3.4	304.212	0.8763	23.675	81.764837	81.57952	CAMBIAR					
35	35	35	1364	30	87.134	0.00608	0.05796	91.4	110	0.8	103.2	0.73	65818.9	0.0197	0.4487	0.045	0.494	10.2185	1374.25	1421.8	57.77	47.551	OK	OK	OK	3.4	304.212	0.5728	22.544	81.314109	81.57952	OK					
36	36	36	1377.7	30	79.666	0.00856	0.05816	104.8	160	1	147.6	0.5	64803	0.0198	0.1362	0.014	0.15	8.193846	1385.84	1421.8	44.15	35.956	OK	OK	OK	6.2	341.368	0.4667	17.415	62.564755	101.9744	OK					
37	37	37	1342.5	30	156.22	0.00507	0.07014	85	90	0.8	84.4	0.91	67033.6	0.0197	1.5205	0.152	1.673	9.866356	1352.39	1421.8	79.28	69.414	OK	FALSO	OK	2.8	305.222	1.0236	28.168	108.44769	81.57952	CAMBIAR					
38	38	38	1377	30	85.547	0.00519	0.0561	85.8	90	1.0	63.4	0.6	55401.8	0.0205	0.3111	0.031	0.342	8.536081	1385.53	1386.53	9.54	36.274	OK	OK	OK	2.7	270.612	0.6322	16.654	27.19426	64.24387	OK					
39	39	39	1337.2	30	167.96	0.00441	0.06947	80.4	63	0.8	59	1.61	83510.4	0.0188	7.104	0.71	7.814	16.3505	1353.56	1386.53	49.32	32.97	OK	OK	OK	2	308.775	1.0893	50.717	101.07302	81.57952	CAMBIAR					
96	1	97	1495.5	29	24.83	0.03688	0.00957	260.9	355	0.63	337.6	0.93	276866	0.0147	0.0483	0.005	0.053	0.150891	1493.63	1526	30.52	30.369	OK	OK	OK	8.7	270.398	0.1837	25.767	57.286511	64.24387	OK					
97	97	98	1493.4	30	70.983	0.03858	0.01261	260.8	355	0.63	337.6	0.93	276552	0.0147	0.1377	0.014	0.151	0.302412	1493.72	1526	32.58	32.278	OK	OK	OK	8.7	270.398	0.525	25.737	59.317299	64.24387	OK					
98	98	98	1493.4	30	131.13	0.03804	0.02811	260.1	355	0.8	333	0.95	278530	0.0147	0.2685	0.027	0.295	0.597717	1488.39	1526	38.21	37.612	OK	OK	OK	11	304.596	0.861	29.603	68.813194	81.57952	OK					
99	99	100	1497.5	30	29.482	0.02926	0.02623	259.9	355	0.8	333	0.95	277950	0.0147	0.0601	0.006	0.066	0.66366	1488.16	1526	38.5	37.836	OK	OK	OK	11	304.596	0.1936	29.542	69.041519	81.57952	OK					
100	100	101	1497.5	30	149.214	0.02926	0.02623	259.9	355	0.8	333	0.95	277950	0.0147	0.0601	0.006	0.066	0.66366	1488.16	1526	38.5	37.836	OK	OK	OK	11	304.596	0.1936	29.542	69.041519	81.57952	OK					
105	101	116	1476.4	30	113.11	0.01898	0.04072	144.1	200	0.8	187.6	0.69	113022	0.0176	0.2549	0.025	0.28	1.062599	1477.49	1526	49.57	48.507	OK	OK	OK	6.2	304.667	0.7425	23.328	71.897627	81.57952	OK					
106	116	117	1476.1	30	127.26	0.01616	0.03237	135.2	200	0.8	187.6	0.58	96219.7	0.0182	0.2148	0.021	0.236	1.298916	1477.42	1526	49.88	48.581	OK	OK	OK	6.2	304.667	0.8354	18.157	69.036909	81.57952	OK					
107	117	118	1476	30	37.927	0.01462	0.03054	129.9	200	0.8	187.6	0.53	87050.3	0.0186	0.0535	0.005	0.059	1.357777	1477.39	1526	49.88	48.612	OK	OK	OK	6.2	304.667	0.249	16.427	19.78661	81.57952	OK					
108	118	108	1453.2	1	49.59	0.01369	0.1055	126.5	160	1	147.6	0.8	103626	0.0179	0.1965	0.02	0.216	1.573879	1454.81	1455.805	2.57	23.581	OK	OK	OK	6.2	341.368	0.2905	27.848	31.417746	101.9744	OK					
108	108	119	1418.9	30	74.805	0.01369	0.10213	126.5	160	1	147.6	0.8	103626	0.0179	0.9264	0.03	0.326	1.899865	1420.75	1455.805	36.955	35.055	OK	OK	OK	6.2	341.368	0.8383	27.848	65.802746	101.9744	OK					
109	119	120	1418.6	30	97.45	0.01267	0.0906	122.6	160	1	147.6	0.74	95891.5	0.0182	0.3359	0.034	0.37	2.269376	1420.89	1455.805	37.185	34.716	OK	OK	OK	6.2	341.368	0.5709	25.769	63.954282	101.9744	OK					
101	101	102	1474.3	30	124.78	0.06765	0.04431	239.7	355	0.8	333	0.78	226930	0.0153	0.1763	0.018	0.194	0.976179	1475.26	1526	51.72	50.946	OK	OK	OK	11	304.596	0.8193	24.119	76.838929	81.57952	OK					
102	102	114	1445.7	30	71.346	0.00507	0.09146	85	90	0.63	85.6	0.88	66211.3	0.0197	0.6511	0.065	0.716	1.692338	1447.39	1526	80.3	78.608	FALSO	FALSO	OK	2.2	270.47	0.5284	24.271	105.5708	64.24387	CAMBIAR					
103	114	115	1445.1	30	74.683	0.00456	0.08129	81.4	90	0.63	85.6	0.79	59438.8	0.0202	0.5621	0.056	0.618	2.310679	1447.42	1526	80.89	78.579	FALSO	FALSO	OK	2.2	270.47	0.5531	21.788	103.67823	64.24387	CAMBIAR					
104	102	103	1469.7	30	129.14	0.06521	0.04243	236.2	355	0.8	333	0.75	218752	0.0154	0.1707	0.017	0.188	1.163988	1470.84	1498.68	29	55.156	OK	FALSO	OK	11	304.596	0.8479	23.25	53.249746	81.57952	OK					
110	103	104	1468.8	30	81.836	0.0641	0.04161	234.5	315	0.63	299.6	0.91	238967	0.0152	0.1744	0.017	0.192	1.355798	1468.12	1498.68	31.92	30.564	OK	OK	OK	7.7	270.047	0.6061	25.028	57.947739	64.24387	OK					
111	104	109	1468.8	30	142.12	0.00894	0.07561	109.5	110	0.8	103.2	1.14	103226	0.018	1.638	0.164	1.802	3.15758	1436.1	1498.68	65.74	62.588	FALSO	FALSO	OK	3.4	304.212	0.9343	35.357	102.09685	81.57952	CAMBIAR					
112	109	110	1432.9	30	60.112	0.00891	0.04659	106.5	110	0.8	103.2	1.07	96482.5	0.0182	0.1078	0.082	0.9	4.752728	1436.37	1498.68	66.37	62.313	FALSO	FALSO	OK	3.4	304.212	0.5257	33.047	100.41839	81.57952	CAMBIAR					
113	110	111	1432.1	1	28.61	0.00855	0.09888	104.8	110																												

ANEXO 3 - 7

RESUMEN DE DISEÑOS - RED 3

DESCRIPCION	PRECIO \$/ML	DISEÑO 90		DISEÑO 99		DISEÑO 100	
		ML	TOTAL		TOTAL	ML	TOTAL
TUB 32 mm - 1.25MPa - EC	1.12	77.46	86.75	77.46	86.75	77.46	86.75
TUB 40 mm - 1MPa - EC	1.35	448.34	605.26	77.17	104.18	77.17	104.18
TUB 50 mm - 0.8MPa - UZ	1.88	943.05	1772.93	35.98	67.65	35.98	67.65
TUB 63 mm - 0.8MPa - UZ	2.75	961.10	2643.03	775.42	2132.40	775.42	2132.40
TUB 75 mm - 0.63MPa - UZ	2.92	178.64	521.64	124.33	363.05	221.81	647.69
TUB 75 mm - 0.8MPa - UZ	3.65	1411.34	5151.39	751.18	2741.80	366.18	1336.56
TUB 75 mm - 1MPa - UZ	4.48	324.27	1452.73	0.00	0.00	0.00	0.00
TUB 90 mm - 0.63MPa - UZ	4.00	1598.38	6393.51	633.81	2535.24	285.19	1140.75
TUB 90 mm - 0.8MPa - UZ	4.85	640.87	3108.20	1775.36	8610.48	1610.55	7811.19
TUB 90 mm - 1MPa - UZ	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00	394.41	2433.53
TUB 110 mm - 0.63MPa - UZ	5.70	721.40	4112.00	1524.45	8689.38	604.86	3447.69
TUB 110 mm - 0.8MPa - UZ	6.95	1849.24	12852.21	1002.53	6967.61	1790.83	12446.29
TUB 110 mm - 1MPa - UZ	8.87	274.07	2430.96	403.87	3582.29	278.46	2469.92
TUB 110 mm - 1.25MPa - UZ	10.30	212.89	2192.76	0.00	0.00	0.00	0.00
TUB 160 mm - 0.63MPa - UZ	12.00	315.74	3788.92	1404.30	16851.55	1873.63	22483.57
TUB 160 mm - 0.8MPa - UZ	15.25	804.45	12267.92	1968.52	30019.89	1060.66	16175.11
TUB 160 mm - 1MPa - UZ	20.55	501.10	10297.63	0.00	0.00	545.06	11201.02
TUB 200 mm - 0.63MPa - UZ	18.23	0.00	0.00	186.81	3405.57	331.47	6042.66
TUB 200 mm - 0.8MPa - UZ	23.67	1267.01	29990.04	998.11	23625.20	399.06	9445.80
TUB 200 mm - 1MPa - UZ	29.17	0.00	0.00	0.00	0.00	317.12	9250.27
TUB 200 mm - 1.25MPa - UZ	37.50	0.00	0.00	0.00	0.00	135.43	5078.56
TUB 250 mm - 0.63MPa - UZ	29.94	0.00	0.00	436.52	13069.52	0.00	0.00
TUB 250 mm - 0.8MPa - UZ	37.99	969.34	36825.05	353.53	13430.63	359.93	13673.79
TUB 250 mm - 1MPa - UZ	47.04	116.24	5467.74	0.00	0.00	0.00	0.00
TUB 315 mm - 0.63MPa - UZ	47.81	460.91	22036.09	63.13	3018.02	158.88	7596.18
TUB 315 mm - 0.8MPa - UZ	62.09	200.66	12459.05	1603.16	99540.10	286.80	17807.50
TUB 355 mm - 0.63MPa - UZ	66.09	95.81	6332.26	80.86	5343.91	0.00	0.00
TUB 355 mm - 0.8MPa - UZ	90.47	471.47	42653.61	256.43	23198.85	812.88	73541.14
TUB 355 mm - 1MPa - UZ	107.46	0.00	0.00	310.85	33404.34	0.00	0.00
TUB 400 mm - 0.8MPa - UZ	113.94	29.52	3363.51	29.52	3363.51	691.03	78735.88
TUB 500 mm - 0.8MPa - UZ	163.94	0.00	0.00	0.00	0.00	882.02	144598.99
TUB 500 mm - 1MPa - UZ	201.71	0.00	0.00	0.00	0.00	500.99	101054.06
TOTAL			\$ 228 805.19		\$ 304 151.92		\$ 550 809.13
AHORRO			322003.94		\$ 246 657.21		
VARIACION			41.5%		55.2%		100.0%



	90	99	100
RED 3	41.5	55.2	100
RED 3-1	19.0	25.1	100
RED 3-2	22.6	30.1	100
PROMEDIO	27.7	36.8	100