



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Comportamiento hidráulico del sistema de riego por Aspersión
mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Gonzales Huamani, Enver Antonio (ORCID: 0000-0002-9941-4064)

ASESOR:

Dr. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto (ORCID: 0000-0002-1968-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mi familia por su apoyo incondicional, en especial a mi hija Maia Valeria Gonzales Vásquez ya que es el motor que me impulsa a seguir superando cualquier obstáculo en el camino. A mis queridos padres, Juan M. Gonzales Flores y Beatriz L. Huamani Auccasi por su apoyo incondicional y ser parte de este gran logro.

Agradecimiento

A Dios por la vida que me ha permitido tener salud, así mismo a la universidad Cesar Vallejo por permitir culminar mi carrera profesional.

Indice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Indice de contenidos	iv
Contenido de tablas	v
Contenido de gráficos y figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.	17
3.2. Variables y operacionalización.	19
3.3. Población, Muestra y muestreo	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	21
3.5 Procedimientos.....	23
3.6 Métodos de Análisis de datos.....	24
3.7 Aspectos Éticos.....	35
IV. RESULTADOS.....	36
V. DISCUSIÓN	52
VI. CONCLUSIONES	54
VII. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS	60

Contenido de tablas

Tabla 1. Velocidades maximas y minimas permisibles en tuberias según el material	13
Tabla 2. Clases de tubería en función a presiones máximas y mínimas.....	16
Tabla 3. Matriz de operacionacionalización de variables.	20
Tabla 4. Rango de Validez	22
Tabla 5. Interpretación de validez por los Expertos.....	22
Tabla 6. Rangos de Confiabilidad.	23
Tabla 7. Caudal de Aforo.	25
Tabla 8. Registros de datos de Precipitación mensual.....	25
Tabla 9. Registros de datos meteorológicos	26
Tabla 10. Resultados de la Evapotranspiración potencial (ETo).....	27
Tabla 11. Resultados de la precipitación efectiva diaria.....	27
Tabla 12. Coeficiente de cultivo - kc.....	28
Tabla 13. Resultados de la demanda del cultivo.	28
Tabla 14. Resultados de la demanda diario del cultivo.	29
Tabla 15. Características de los aspersores Xcel wobbler y VYR 36.....	32
Tabla 16. Caudales de diseño y caudales totales de los Turnos de riego.....	33
Tabla 17. Datos de presiones en campo para la calibración.	34
Tabla 18. Resultados de Velocidades del Turno I	36

Contenido de gráficos y figuras

Figura 1 Canal rustico de tierra con pérdidas de agua.....	2
Figura 2 Terreno agrícola con riego ineficiente	2
Figura 3 Diagrama de flujo del software Watercad.....	9
Figura 4. Distribución de velocidades en una tubería.....	11
Figura 5. Distribución de velocidades en una tubería con flujo turbulento.	12
Figura 6. Distribución de velocidades en una tubería con flujo laminar.....	12
Figura 7. Resultados de ETo.....	26
Figura 8. Resultados de la Precipitación efectiva.....	27
Figura 9. Plano Topografico de riego por aspersion.....	29
Figura 10. Esquema hidráulico del sistema de riego por aspersion.	30
Figura 11. Esquema hidráulico del sistema de riego en Watercad V8	31
Figura 12. Esquema hidráulico del sistema de riego en Epanet V2	31
Figura 13. Velocidad vs Diámetro (Turno I).....	37
Figura 14. Velocidad vs Diámetro (Turno II).....	38
Figura 15. Velocidad vs Diámetro (Turno III).....	38
Figura 16. Velocidad vs Diámetro (Turno IV).	39
Figura 17. Velocidad vs Diámetro (Turno V).	39
Figura 18. Velocidad vs Diámetro (Turno VI).	40
Figura 19. Cambios de Presiones (Turno I).....	41
Figura 20. Cambios de Presiones (Turno II).....	41
Figura 21. Cambios de Presiones (Turno III).....	42
Figura 22. Cambios de Presiones (Turno IV).	42
Figura 23. Cambios de Presiones (Turno V).	43
Figura 24. Cambios de Presiones (Turno VI).	43
Figura 25. Cambios de Diámetros (Turno I)	44
Figura 26. Cambios de Diámetros (Turno II)	45
Figura 27. Cambios de Diámetros (Turno III)	45
Figura 28. Cambios de Diámetros (Turno IV).....	46
Figura 29. Cambios de Diámetros (Turno V).....	46
Figura 30. Cambios de Diámetros (Turno VI).....	47
Figura 31. Cambios de Presiones (Turno I)	48
Figura 32. Cambios de Presiones (Turno II).....	48
Figura 33. Cambios de Presiones (Turno III).....	49
Figura 34. Cambios de Presiones (Turno IV)	50
Figura 35. Cambios de Presiones (Turno V)	50
Figura 36. Cambios de Presiones (Turno VI)	51

Resumen

La presente investigación **titulada:** Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020, fijo por **Objetivo:** Determinar el cambio del Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020. Como **metodología**, se aplicó el método científico, tipo: aplicada, nivel explicativo y diseño no experimental.

Los **resultados** obtenidos fueron las velocidades del sistema de riego por aspersión en las tuberías del turno I, turno II y turno IV de 26mm y 33mm de diámetro, son menores a 0.50 m/s en tramos finales de los laterales de riego, no cumplen con los parámetros de velocidades (0.50 m/s a 3 m/s) y el diseño en los programas de WaterCad y Epanet, coinciden en resultados. Los cambios de presiones del sistema de riego por aspersión en los aspersores del turno I y turno II, presentaron presiones mínimas de trabajo menores a 12 mca del aspersor Xcel wobbler y en los demas turnos superan las presiones de trabajo de 25 mca del aspersor VYR 36. Como **conclusión** los cambios del comportamiento hidráulico de las presiones del turno I y turno II, presentan presiones menores en campo y el diseño en los programas Watercad y Epanet.

Palabras Clave: velocidades, presión, diámetro, WaterCAD y Epanet.

Abstract

The present investigation titled: Hydraulic Behavior of the Sprinkler Irrigation System using Computational Tools, Paras, Ayacucho 2020, set by Objective: Determine the change in the Hydraulic Behavior of the Sprinkler Irrigation System using Computational Tools, Paras, Ayacucho 2020. As a methodology, The scientific method was applied, type: applied, explanatory level and non-experimental design.

The results obtained were the speeds of the sprinkler irrigation system in the pipes of shift I, shift II and shift IV of 26mm and 33mm in diameter, they are less than 0.50 m / s in final sections of the irrigation sides, they do not comply with the velocity parameters (0.50 m / s to 3 m / s) and the design in the WaterCad and Epanet programs coincide in results. The pressure changes of the sprinkler irrigation system in the sprinklers of shift I and shift II, presented minimum working pressures of less than 12 mca of the Xcel wobbler sprinkler and in the other shifts they exceed the working pressures of 25 mca of the VYR 36 sprinkler As a conclusion, the changes in the hydraulic behavior of the pressures of shift I and shift II present lower pressures in the field and the design in the Watercad and Epanet programs.

Keywords: velocities, pressure, diameter, WaterCAD and Epanet.

I. INTRODUCCIÓN

El comportamiento hidráulico de sistemas de riego por aspersión a **nivel internacional** se ha desarrollado con celeridad propagándose con rapidez, fundamentalmente en naciones desarrolladas como son Estados Unidos, Israel y diversos países del continente europeo. Según Tarjuelo (1991), el riego por aspersión se ha difundido en España, iniciando su manejo y tratamiento en los años sesenta; no obstante, en la actualidad aún son pocas conocidas las bondades que posee entorno a la conservación de energía y optimización del manejo y aplicación del agua. También a **nivel nacional** menciona Anten (2000), la creciente demanda en los últimos años hace que los campesinos de la Sierra, opten por sistemas de riego mejorados por aspersión ya que les permite aprovechar sus escasas fuentes de agua en forma más eficiente, porque se ha demostrado ser una técnica que fácilmente se adapta a las condiciones de Sierra, para la agricultura de baja rentabilidad. A **nivel distrital**, en la actualidad viene atravesando una dura crisis en la actividad agrícola generalmente en el distrito de Paras, provincia de Cangallo, Región Ayacucho, debido a la distribución irregular del agua de riego superficial y teniendo como resultado las inadecuadas técnicas empleadas en las redes de conducción y distribución; el distrito actualmente; tiene una deficiente cantidad de agua para el riego producto de la reducción continua de las lluvias y escasa infraestructura de captación, almacenamiento (reservorios) y sistemas de riego presurizados por Aspersión o goteo.

La **realidad problemática** es la deficiencia del recurso hídrico en el uso y mala distribución del agua de riego en los cultivos, este problema viene acrecentándose hace muchos años en Paras, Ayacucho, se presenta por acción de factores Ambientales, Climatológicos y Topográficos, ocasionado también por la deficiente aplicación de agua en el riego debido a un mal diseño Hidráulico en redes de conducción y distribución, el cual generan bajas presiones en algunos sectores de riego, ocasionando un problema que viene ocurriendo en la baja producción y rendimiento de los cultivos en las cosechas. Una alternativa de solución es mediante la incorporación de sistemas de riego Tecnificado como es el riego por Aspersión e Infraestructuras de Bocatomas, obras de Almacenamiento y sistemas

de redes de tuberías de conducción y distribución que han tenido un mal diseño Hidráulico. En ese orden de ideas, se va evaluar en esta investigación el **comportamiento hidráulico del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020**; de este modo, presentar y proponer soluciones favorables en su vida útil, deberíamos diseñar y evaluar hidráulicamente un método de riego favorable.

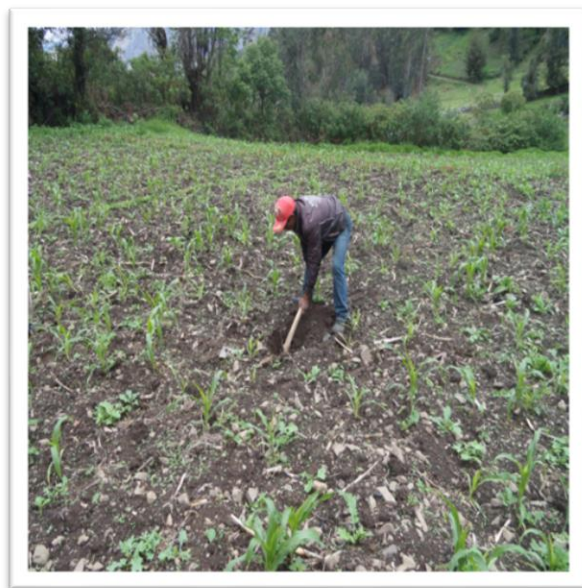


Figura 2
Terreno agrícola con riego ineficiente



Figura 1
Canal rustico de tierra con pérdidas de agua

Como se observa la **primera variable** son Herramientas computacionales y la **segunda variable** es el Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por aspersión; se estimó como la realidad problemática el hecho que en las localidades del Distrito de Paras, Cangallo-Ayacucho, el riego es tradicional con mínima intervención de riego tecnificado a presión o aspersión es preciso la formulación del problema, considerando como **problema general**: ¿Cuánto cambia el comportamiento hidráulico del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020?. Como **problemas específicos**; la **primera** ¿Cuánto cambia las velocidades del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020?, la **segunda** ¿Cuánto cambia las presiones del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020? y la **tercera**

¿Cuánto cambia los diámetros del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020?

Continuando la secuencia del nuevo esquema de proyectos de investigación se muestra la **justificación del problema**, desde el punto de vista **teórico**, tiene un argumento académico que contribuirá a emplear estrategias y comprobar teorías y metodologías para mejorar el cambio del comportamiento hidráulico del sistema de riego por aspersión. Desde la perspectiva **práctica**, se contribuirá como mecanicismo de soporte el diseño en función de los parámetros de presión, velocidad y diámetros, en el sistema de riego por aspersión en redes principales, secundarias y laterales fijos. En lo **metodológico**, se aplicará el método científico, siendo un estudio de tipo aplicada, diseño no experimenta y nivel explicativo.

La investigación fija como **objetivo general**: Determinar el cambio del comportamiento hidráulico del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020. Como **objetivos específicos** tenemos la **primera**, calcular los cambios de velocidades del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020; la **segunda** calcular los cambios de presiones del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020 y la **tercera** Determinar los cambios de diámetros del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020.

Planteado los problemas y fijado los objetivos se formula las hipótesis, teniendo como **hipótesis general**: El Comportamiento hidráulico del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales cambia significativamente, Paras, Ayacucho 2020. Las **hipótesis específicas**; la **primera** las velocidades del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales cambian mínimamente, Paras, Ayacucho 2020; la **segunda**, las presiones del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales cambian moderadamente, Paras, Ayacucho 2020 y la **tercera**, los diámetros del sistema de riego por aspersión mediante herramientas computacionales cambian considerablemente, Paras, Ayacucho 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En los trabajos previos como **antecedentes Internacionales**, según Baltazar (2016), en la tesis titulado, “Estudio del comportamiento hidráulico relacionado a la uniformidad de aplicación, mediante el método de riego por aspersión en la Estación Experimental Choquenaira” fijó como **objetivos**: evaluar el comportamiento hidráulico relacionado a la uniformidad de aplicación de riego mediante el método de riego por aspersión en condiciones del Altiplano Boliviano, aplicando una **metodología**: que consistió en la establecer la rapidez de infiltración, diseño hidráulico y determinación de características hidráulicas, obteniendo los **resultados**; mediante la evaluación de los parámetros hidráulicos se determinó que los aspersores VYR 50 tiene una variabilidad de comportamiento referente a la descarga por estos emisores, se obtuvieron datos que varían desde 723,52 l/h para una presión de 14,30 m.c.a. hasta un máximo de 735,80 l/h para una presión de 14,72 m.c.a., alcanzando un radio mojado de 11 m. El traslape de seis aspersores un coeficiente de uniformidad de 71.25 %, coeficiente de variabilidad de 37.47 %, la uniformidad de distribución 64.62 % asimismo se obtuvo una eficiencia de aplicación de 45.55 %. Finalmente, fija como **conclusiones**, el método de riego por aspersión es una de las alternativas que permite alcanzar la eficiencia adecuada del agua siempre y cuando cuidando los tiempos y horas de riego, ya que el recurso hídrico en el Altiplano Boliviano son escasas y necesarias para mejorarla producción agrícola.

Luego se tiene a Narváez (2016), en la tesis titulado “Revisión del Funcionamiento de un Distrito de Riego a Pequeña escala en el Municipio de Potosí - Nariño, Empleando Software de Simulación”. Fijó como **objetivos**: suponer el sistema hidráulico de riego por aspersión del distrito de poca escala, situado en el referido municipio, con la ayuda de software especializado para comprobar que el sistema de distribución se desarrolle adecuadamente, realizar el análisis de la presión a lo largo de la red y comprobar que las cámaras de quiebre y demás accesorios estén ubicados adecuadamente, comparar los datos obtenidos con el software elegido, aplicando una **metodología**; está diseñado bajo la metodología de investigación tipo cuantitativa; obtuvo los siguientes **resultados**: La red del

sistema de riego, tiene tuberías de diámetro $\frac{3}{4}$, 1" 1 $\frac{1}{2}$ ", 2" y 3". Dividida en 2 sectores, de acuerdo al planteamiento de diseño. De la tubería principal que va en 8" se hacen 2 derivaciones para abastecer los diferentes usuarios, lo cual se realiza un control mediante válvulas de cierre. Finalmente, fija como **conclusiones**: En el caso del sistema de riego Yamuésquer el comportamiento del sistema no encuentra mayores problemas en los niveles de presión requeridas con la modelación hidráulica del sistema; Al realizar la calibración del modelo hidráulico se encontró que las presiones medidas en campo, no representan de manera lógica para un sistema funcionando de manera dinámica.

En los estudios que se tienen como **antecedentes nacionales**; según con Morales (2018), en su tesis titulada "Diseño de un sistema de riego por aspersión para áreas verdes urbanas -parque zonal Huiracocha San Juan de Lurigancho-Lima". El parque tiene 12 ha que constituyen las zonas verdes. Para delinear la construcción del sistema de riego se estimaron 9.04 ha; teniendo los siguientes **objetivos**: (i) producir información primaria sobre la topografía, suelo, elementos del clima y vegetación; (ii) diseñar el cálculo agronómico que abarca los requerimientos del agua y el establecimiento de las medidas de riego, como son las cantidades, frecuencias y duración de regado; asimismo, la elección del emisor, la colocación y el número de éstos; (iii) diseñar el cálculo hidráulico que abarca, el cual implica el cálculo de los diámetros del sistema, la determinación de las mermas de carga y de las presiones necesarias en los arcos de riego; evaluando los intervalos de presiones en la sub unidad; y (iv) modelar el diseño hidráulico; el cual abarca como **metodología**; la determinación de los diámetros del sistema troncal; cálculo de presiones necesarias en el cabezal precisado; con esto el método del bombeo para 17 sesiones de riego con soporte del modelo WaterCAD V8i. Como **resultado** se obtuvo las dimensiones adecuadas de las líneas, conservando la tolerancia de las presiones en la subunidad y la velocidad del flujo admitido en el sistema. La estación de bombeo se proyectó para abastecer la demanda de 83.4 mca y un caudal máximo de 19.78 l.s-1. Se lograron los metrajes del sistema troncal 300, 77, 389 y 1918 metros para los diámetros de 75, 90, 110 y 140 mm respectivamente. Para culminar se eligió una bomba de marca Hidrostal, de modelo 50/200 de 40 HP con potencia nominal.

Finalmente, fija como **conclusiones**: que se logró como oferta anual 152,920 m³ y demanda de 101,341.1 m³; concluyendo que desde la perspectiva hídrica que el método de riego por aspersión es factible; teniendo un balance positivo en 51,578.9 m³. Asimismo, se consideró una demanda en la capacidad del agua con el sistema existente; tomando en cuenta la eficiencia de empleo del 20 y 45% de 49,823 y 22,143 m³/ha/año respectivamente y del método de riego por aspersión de 12,797 m³/ha/año. Concluyendo que con la aplicación del método de riego por aspersión se logra una reserva de agua entre el 42% y 74%. Las velocidades del flujo en el sistema subtruncal variable entre 0.3 y 1.6 m/s. Los datos sobre el número de Reynolds encontrados oscilan entre 5000 y 100000 estimando el líquido como turbulento. La variabilidad de presión en las puntas del sistema subtruncal varían entre 1.5 y 16.1%. Examinando los datos alcanzados concluyendo que el diseño cumple con lo reglamentado respecto a la tolerancia de presiones y caudales para conservar la uniformidad.

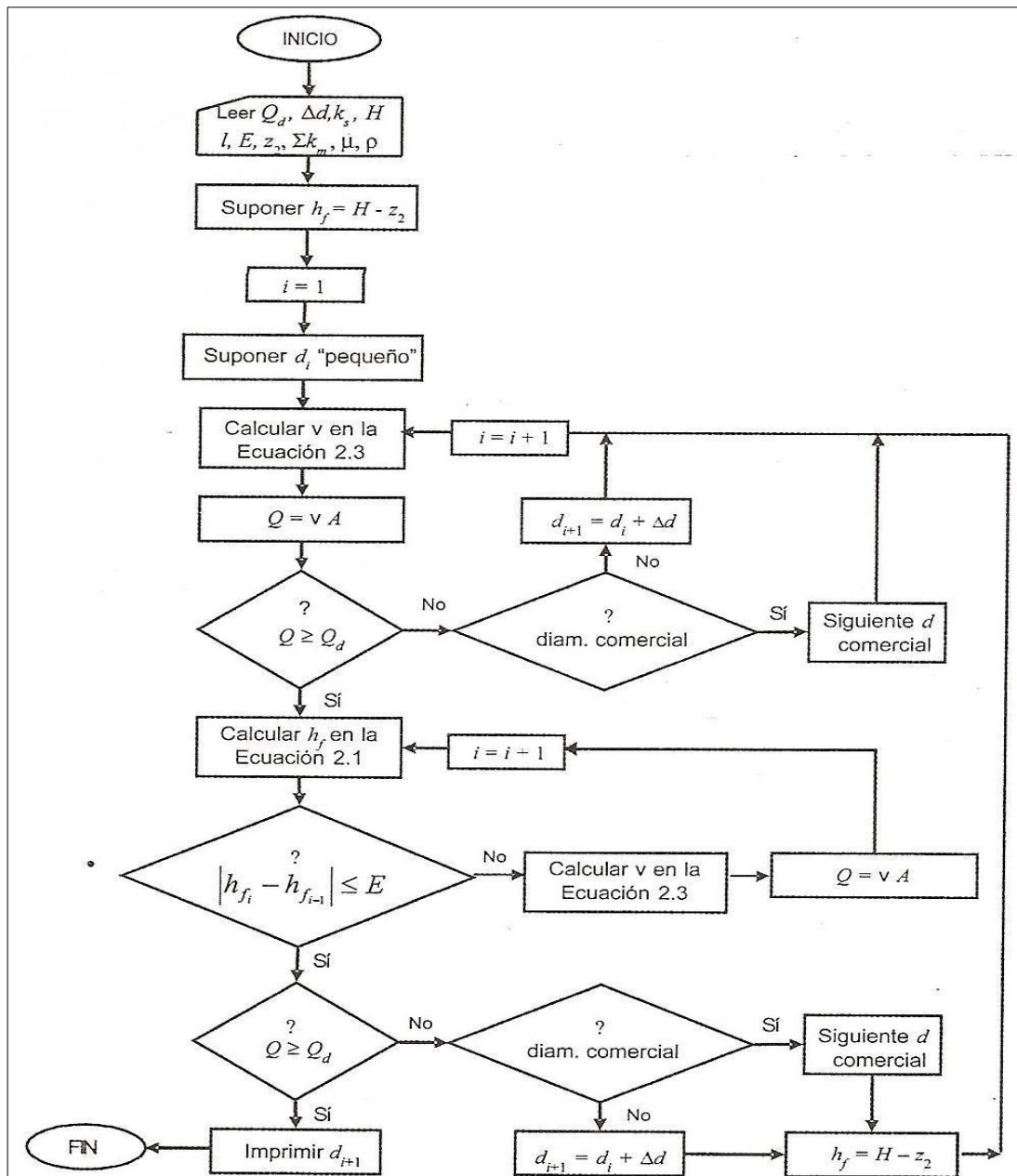
Finalmente, Álvarez et al (2019), en la tesis “Estudio y diseño de obra hidráulica, destinada al riego por aspersión, para incrementar la producción agrícola en el caserío Sexemayo Lote I, centro poblado el Cumbe, distrito de Cajamarca”. Fijó como **objetivos**: proyectar un diseño hidráulico para riego por aspersión, que aumente de la productividad agraria de los residentes del referido caserío; precisar el contexto situacional en la administración del agua para riego; realizar los estudios básicos para el diseño hidráulico, elaborar proyecto hidráulico para el riego por aspersión; determinar el impacto ambiental que causara el diseño hidráulico y su ejecución, determinar los costos y presupuestos del diseño. **Metodología**, el trabajo realizado es de tipo descriptivo, no experimental porque no se realizó manipulación de variables, solo fueron distinguidas y explicadas como se encuentran en su contexto habitual. El método es esencialmente descriptivo pudiendo apoyarse de determinados componentes cuantitativos y atributivos para precisar los **resultados**: Estudios básicos para diseño de obra hidráulica: Las fases que comprenden los estudios básicos del proyecto hidráulico para el regado por aspersión: inventariar recursos disponibles y condiciones reinantes, distribución más adecuada del sistema y Proyecto hidráulico. El sistema de regadío en la fase de análisis y diseño constituido por distribuciones

hidráulicas, obras de arte y demás elementos, los que se presentan a continuación. Línea de Distribución: Son canales entubados para distribuir el agua suficiente a las distintas secciones de riego, con longitud de 5925.29 m, con tubería de ¾" (2008.00 m), 1" (2451.00 m), 1.5" (604.00 m), 2" (854.00 m) y 4" (08.00 m). Cámara de Carga: Recipiente ubicado posterior a la represa, precedentemente de la línea de reparto hacia las parcelas, van en número de 5, con capacidad de 2.14 m³ (1.0x2.50x0.90 m). Cámara Rompe Presión Tipo 7: Estructuras pequeñas que parten la presión, cuyo dispositivo de movimiento es semi automático, en número de 5 (1.0x0.60x1.0 m). Válvulas de Control: el diseño contiene válvulas oblicuas de polietileno de 1" con sus respectivos accesorios de instalación, apertura manual, tenemos 02 unidades de 1". Válvulas de Purga, tenemos 05 unidades de 1.5". Hidrantes: son los nodos de enlace de una tubería de regadío movable en las secciones a mojar, en número de 29, ya que figuran 2 hidrantes en dos parcelas grandes. Línea Móvil: Esta línea movable se basa en una manguera con aspersores conectados a ella, son 33.00 m por cada familia. Finalmente, fija como **conclusiones**: la elaboración del diseño hidráulico nos ha permitido determinar correctamente toda la infraestructura, así como todas las obras de arte, la utilización de maquinaria, equipos y herramientas; así como mano de obra e insumos requeridos para llegar hasta la culminación y posterior mantenimiento del proyecto de Sexemayo Lote I, explotando al máximo la proporción de fluido favorable con las presiones adecuadas.

En cuanto a teorías relacionadas al tema se revisaron conceptos correspondientes a las variables y sus dimensiones. Sobre la **primera variable** que es Herramientas computacionales. Según Bejarano (2018), expresa que una de las principales actividades de riego es el diseño de métodos de riego en parcelas y la producción de estrategias técnicas y metódicas para la optimización para su aplicación y tratamiento en varios sectores agrarios de la nación. No obstante, estas labores son ejecutadas empleando equipos habituales en las que no son explotadas al máximo las técnicas corregidas y desarrolladas al final de la década en relación al software. (p. 3). Similarmente, Rossman et al. (Epanet 2 Manual del usuario. Valencia:, 2017), La simulación o modelamientos, mediante herramientas computacionales de los sistemas de distribución de agua, se

entienden como el uso de una representación matemática de un sistema real, denominados modelos matemáticos, con el que se pretende aumentar su comportamiento, hacer predicciones y posiblemente ayudar a controlar el sistema utilizándose como la base el cálculo hidráulico para simular los diferentes estados de carga que se producen en la red de distribución (p.7).

Esta variable a su vez está estructurada mediante sus dimensiones que en este caso resultan ser tipos; como **primera dimensión**, la herramienta WATERCAD V8i que según Bentley (Manual de Modelación y Diseño de Sistemas de Distribución de Agua presentando WaterCAD V8 XM, 2017), es un software de uso público y gratuito, útil para la diseño, gestión, evaluación y optimización de redes de agua potable u otro fluido a presión que se podrían considerar como tuberías de manejo de agua, sistemas de colocación de agua potables, redes de riego por aspersión y riego por goteo, así como también el transporte de petróleo y transporte de gases. El software WaterCAD es uno de los más conocidos métodos computacionales, que admite la simulación hidráulica de un modelado, representado por elementos tipo: Líneas (tuberías), Punto (Nudos, Tanques, e Hidrantes) e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control, Regulación y demás del mismo tipo), tal como se muestra en la figura 3. Esta plataforma ha evolucionado considerablemente y destaca de los demás de su género por permitir interrelación con otros sistemas operativos, permite gestión directa de los recursos hidráulicos, ofrece soluciones de múltiple criterio, interpolación y conexión con sistemas de información geográficas.



Fuente: Bentley (2017)

Figura 3

Diagrama de flujo del software Watercad

En seguida se considera la **segunda dimensión** la herramienta Epanet 2 que según Rossman (2017), Manual del usuario en español Epanet 2, entendido como un instrumento de investigación para optimizar los saberes acerca del desarrollo y disposición definitiva de los diferentes elementos acarreados por el líquido, al tiempo que fluye por el sistema de distribución. Dentro de los diversos empleos se tienen el diseño de sistemas de muestreos, la graduación de un patrón hidráulico, el estudio del cloro excedente, o la valoración de las cantidades totales

proporcionadas a un abonado. Del mismo modo, Epanet 2 resulta de soporte para valorar diversas habilidades de administración orientadas a optimizar la calidad del agua a lo largo del procedimiento; entre estas se tienen:

- Sustituir la toma de agua desde distintas fuentes de provisión.
- Variar el sistema de bombeo, o de completado y desocupación de los surtidores.
- Establecer plantas de tratamientos accesorias, como son las de re cloración o almacenes intermedios.
- Instituir procedimientos de lavado y renovación de líneas.

De acuerdo con Rossman (2017), el Epanet 2 suministra un ambiente combinado bajo Windows, para editar valores de entrada al sistema, la ejecución de simulaciones hidráulicas y de la calidad del fluido; y la representación de soluciones en una variedad de formatos; en los que se circunscriben mapas del sistema organizados por colores, cuadros numéricos, gráficos de progreso y planos de isóneas (p.1). De la misma forma, argumenta que en el entorno de trabajo de Epanet 2, se observa “los parámetros de interface: una barra de menú, dos barras de equipos, una barra de cambio, la ventana de estructura del sistema, la ventana del dispositivo y ventana de edición de propiedades” (p.47).

Sobre la **segunda variable** el Comportamiento Hidráulico. Según Vidal (2019), refiere que “el comportamiento hidráulico es la evaluación de la red hidráulica mediante diferentes métodos para poder obtener el óptimo flujo para su servicio domiciliario, riego, etc.” (p.74). Similarmente, Rodríguez et al (2011), argumentan que “para lograr los parámetros que precisan la conducta hidráulica del sistema de riego emplazado, se ejecutan evaluaciones de laboratorio y campo que actualmente sirven para establecer el factor de uniformidad de riego, precisando otros elementos” (p.37).

Finalmente, Gil et al (2002), expresa que la valoración del comportamiento hidráulico logra establecer la vinculación presión-caudal y el factor de

transformación por construcción de emisores, el que interviene en el factor de homogeneidad de los mecanismos de riego y por ende en su eficacia.

Conocer el comportamiento hidráulico según, Gil et al (2002), “permitirá realizar modificaciones requeridas en el manejo del sistema en concordancia del sistema según los requerimientos del sistema de riego” (p.64). El comportamiento hidráulico se debe entender como las variaciones de presiones en una red cuando cambia el comportamiento del fluido en concordancia con sus propiedades particulares en el análisis de diferentes caudales y pérdida de cargas de las redes complejas de un sistema de riego.

Esta variable a su vez está estructurada mediante sus dimensiones que en este caso resultan ser tipos; como **primera dimensión**, la Velocidad según Rocha (2007), para el estudio de la modificación de velocidades en la sección se tomaron en consideración el aspecto del corte transversal, puesto que el ambiente y particularidades geométricas del perímetro que involucran la curva de distribución de velocidades. El caso más sencillo de las líneas lo constituye la sección circular. La influencia del perímetro tiene simetría y es definida de forma perfecta. En una línea la aceleración es máxima en el eje y mínima en el contorno, como se presenta en la figura 4.

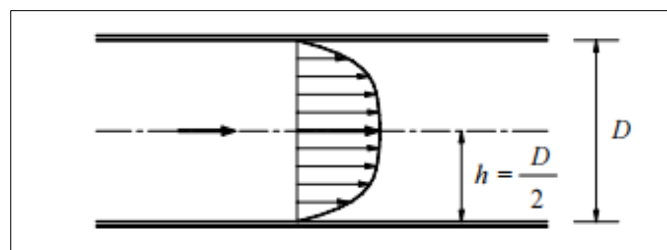


Figura 4.
Distribución de velocidades en una tubería.

Se denomina V_h a la velocidad que se tiene a la separación h del contorno (caso del fondo). La curva que presenta la vinculación entre V_h y h se denomina curva de distribución de velocidades. Con $h = D / 2$ se alcanza la velocidad máxima.

La disposición de velocidades depende, entre otros elementos, del nivel de turbulencia. Para números de Reynolds altos se expresa que tiene turbulencia enteramente desarrollada y la distribución de velocidades se orienta a realizarse

de manera uniforme, a excepción en el área contigua al contorno en el que los esfuerzos viscosos y el gradiente de velocidades son elevados. En una línea de tubería, Reynolds fuera del grado de 1 o 2 millones, podría obtener la siguiente distribución de velocidades, como se muestra en la figura 5.

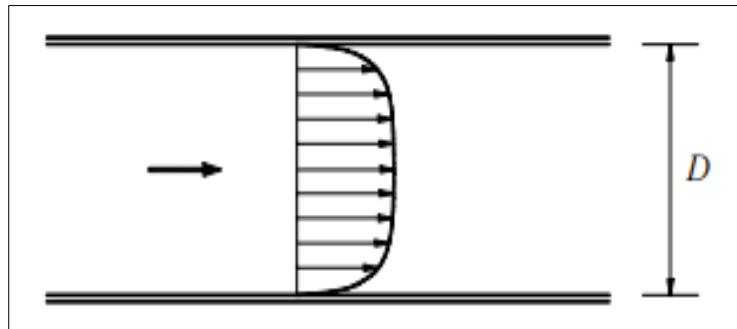


Figura 5.
Distribución de velocidades en una tubería con flujo turbulento.

Mientras que en una infiltración laminar el gradiente de aceleración es amplio en la sección transversal y poseerá una curva de repartición de velocidades de forma parabólica, como se presenta en la figura 6.

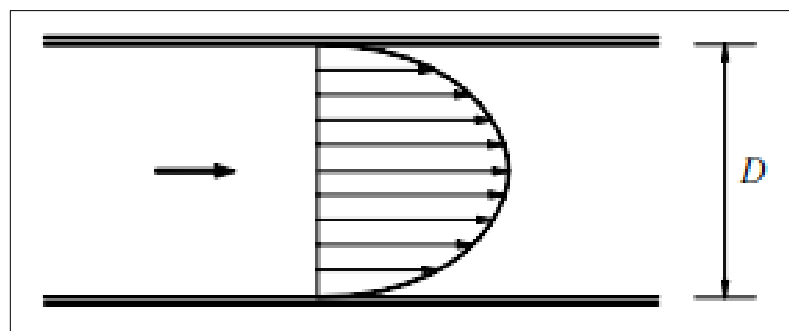


Figura 6.
Distribución de velocidades en una tubería con flujo laminar

De acuerdo con Rocha (2007), debe considerarse que desde un número de Reynolds se alcanza turbulencia completamente desarrollada. El acrecentamiento en el número de Reynolds no conduce un incremento del nivel de turbulencia (pp.16-18). Las Velocidad recomendable en tuberías a presión según Fuentes (2003), las velocidades recomendables como norma general no deben pasar la velocidad de 3.0 m/s en ramales porta emisores. La velocidad mínima se sitúa

alrededor de 0.50 m/s si el agua lleva partículas en suspensión no se debe bajar de 0.6 m/s. Similarmente, PSI (2006), recomienda el rango de velocidad de 0.5 a 2.0 m/s, en caso especial máximo de 2.50 m/s. Las velocidades se calculan a partir de la fórmula de continuidad. Los cálculos de pérdidas de carga y velocidades se hacen para las zonas más vulnerables de los turnos de riego. También menciona, Briceño et al (2012), indica la velocidad del agua dentro de la tubería a presión puede variar de 0.6 a 2.4 m/s. Es por ello, el requerimiento de límites de la velocidad para prever mayores diferencias de presión por golpe de ariete, para excluir las vibraciones a grandes velocidades y generan deterioro en las uniones, como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1.
Velocidades máximas y mínimas permisibles en tuberías según el material

MATERIAL DE LA TUBERIA	VELOCIDAD Min. (m/s)	VELOCIDAD Max. (m/s)
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro.	0.3	3.0
Concreto reforzado de 60 cm de diámetro o mayores.	0.3	3.5
Acero con revestimiento	0.3	5.0
Asbesto cemento	0.3	5.0
Hierro dúctil	0.3	5.0
Polietileno de alta densidad	0.3	5.0
PVC (Policloruro de vinilo)	0.3	5.0

Fuente: Comisión Nacional del Agua (2007).

En seguida se considera la **segunda dimensión**, la presión, según Bejarano (2018), “la presión de una línea se expresa en metros de columna de agua (mca), las mermas de carga en (m) y el gradiente de pérdidas de carga se presenta en m/100m o m/m” (p. 39). La pérdida de carga es proporcional a la fricción por lo que influye por los siguientes elementos:

- Diámetro interno, longitud y naturaleza del material de la tubería.

- La velocidad del agua, como la velocidad es proporcional al caudal de circulación, la pérdida de carga depende también del caudal.

Seguidamente, según Sotelo (1994), las variaciones de presión son producidas combinación de los efectos dinámicos producidos por la aceleración, viscosidad y gravedad. En el procedimiento habitual de un flujo de densidad continua, el efecto de gravedad es una configuración de presiones hidrostáticas, supuesta a una presión variable producida por diversos efectos, por ello el número de Reynolds varía desde 1×10^6 y 20×10^6 , sin embargo, las fuerzas de la gravedad no afectan a las características del flujo (pp.189-190).

Finalmente, Giles (1994), argumenta que la presión de un líquido se emite con la misma intensidad en todas las direcciones y actúa generalmente en cualquier superficie plana. El alcance de la presión en un líquido es similar en todos sus puntos. Las medidas de las presiones se realizan con los manómetros, estos representan el valor de la presión en vinculación a la presión atmosférica (p. 4).

$$P_2 - P_1 = w(h_2 - h_1) \dots\dots (\text{Ec.1.2})$$

$$P = w(h) \dots\dots\dots(\text{Ec.2.2})$$

Dónde:

$P_2 - P_1$ = diferencia de presiones (Kg/m²)

W = peso específico de líquido (Kg/m³)

$h_2 - h_1$ = variaciones en elevación (m)

Según Tartuejo (1999), la variación de presiones en el diseño de ramales porta aspersores se establece en la distribución de caudales en los emisores, puesto que la diferencia de caudal descargado por los aspersores cualesquiera de un ramal es menor a 10% del caudal nominal, además esta misma consideración se podrá emplear en un grupo de ramales que representan un bloque de riego, dicha variación de caudal es semejante a una variación de presión del 20% de esta forma se tiene las consideraciones de diseño.

$$\frac{P_m}{\gamma} - \frac{P_n}{\gamma} \leq 0.20 \frac{P_a}{\gamma} \dots\dots\dots \text{(Ec.3.2)}$$

Dónde:

$\frac{P_m}{\gamma}$ = Máxima presión del aspersor de los conectados al ramal (m).

$\frac{P_n}{\gamma}$ = Mínima presión del aspersor de los conectados al ramal (m).

$\frac{P_a}{\gamma}$ = Presión nominal del aspersor que se hará coincidir con la presión media en el ramal.

Finalmente se tiene la **tercera dimensión**, el Diámetro que según Rocha (2007), cuando se tiene que diseñar una línea de conducción por medio de tuberías no hay una única solución. Puede haber muchos diámetros que logren cumplir los requerimientos hidráulicos que requiere el diseño de redes. Para obtener el diámetro más económico de un sistema de redes de tuberías, se tiene que tener en cuenta: los diámetros más usados del mercado, precio de tuberías y accesorios, así como los coeficientes de rugosidad; también otros como el precio de transporte (p. 228).

Finalmente, Agüero (2003), una vez establecido el caudal que se va conducir al área o zona a regar y la presión necesaria para operar el sistema de riego, se debe dimensionar el diámetro y clase de tubería. Para establecer el diámetro se toma en cuenta diversas soluciones y se evalúan varias opciones desde la perspectiva económica. Considerando el máximo desnivel en toda la longitud del tramo, el diámetro seleccionado deberá ser apropiado para conducir el gasto de diseño con velocidades comprendidas entre 0.6 y 3.0 m/s. (p.55).

Los datos requeridos para ejecutar el cálculo del diámetro son las dimensiones de la tubería, el caudal, la velocidad y la presión. El diámetro se obtiene de la fórmula de gasto o caudal (Q) y área (A). La ecuación 4 es la empleada para calcular el diámetro:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \dots\dots\dots (\text{Ec.4.2})$$

Dónde:

D = diámetro (m)

W= caudal (m3/s)

v= velocidad permisible.

Según Anten et al. (2000), definen que para los sistemas de riego por aspersión en laderas, las pérdidas de carga en tubería PVC o de HDPE se emplea la ecuación de Hazen- Williams:

$$H = \frac{10,674 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}} \dots\dots\dots (\text{Ec.5.2})$$

Dónde:

H = Perdida de carga (m)

L = Longitud del Tubo (m)

D = Diámetro interno del tubo (m)

Q = Caudal (m3/s)

C= coeficiente de rugosidad (PVC=150 y PE=140)

A continuación, en la tabla 2 se presentan las clases comerciales de tuberías PVC con sus respectivas cargas de presión:

Tabla 2.
Clases de tubería en función a presiones máximas y mínimas.

Clase	Presión máxima de prueba (m)	Presión máxima de trabajo (m)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: Agüero (2003)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Método: Científico

Según, Arias (2006), especifica que “el método científico es referido a un grupo de pasos, procedimientos y técnicas que son aplicados para plantear y solucionar problemas de investigación a través de la verificación de hipótesis” (p.19).

La investigación se inició con la observación directa, la cual radica en la visualización de fenómenos o suceso, luego de ello se realizó la formulación del problema acerca del hecho observado, para luego formular una hipótesis es decir una posible respuesta al problema; luego se realizó la verificación es decir plantear la prueba la hipótesis a través del recojo de la información, para luego realizar el estudio de los valores obtenidos fueron procesados para establecer las que aprueban o rechazan dichas hipótesis, finalmente se concluyó; la solución al problema planteado.

De acuerdo con lo anterior, en este estudio se aplicó el **método científico**.

Tipo: Aplicada

Según, Carrasco (2013), afirma que el tipo de investigación aplicada “posee objetivos prácticos cercanos definidos; es decir, se indaga para transformar, modificar o generar variaciones en un determinado sector de la realidad” (pp. 43-44). Buscó la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo.

De acuerdo con lo especificado, esta investigación es de **tipo aplicada**.

Nivel: Explicativo

De acuerdo con Arias (2006), precisa que el nivel explicativo se refiere el porqué de los sucesos a través de relaciones de vinculaciones causa-efecto. En ese orden de ideas, las investigaciones explicativas se ocupan del establecimiento de su causa (investigación post facto), como de los efectos (investigación

experimental), a través de la comprobación de hipótesis. Sus resultados y conclusiones representan el grado más elevado de conocimientos (p.114).

Seguidamente, Hernández et al (2014), expresa que cuando una metodología es de nivel explicativo, trasciende de los conceptos o definiciones de los objetos de estudio, se focaliza en la explicación, el porqué de los fenómenos y la relación de éste, con las variables propuestas (p. 95).

Tal como se ha descrito, la investigación presente, tiene las mismas características de una investigación, del nivel explicativo. Las investigaciones de estudios explicativos permiten, exponer, entender y descifrar por qué sucede un evento o fenómeno y que condiciones explican la causa – efecto.

Según lo comentado en líneas anteriores, este estudio es de **nivel explicativo**.

Diseño: No experimental

Según, Hernández et al (2014), argumenta que el diseño no experimental consiste en ser un estudio sistemático y empírico en el que las variables independientes no se manipulan puesto que ya han sucedido. Las inferencias respecto a las vinculaciones entre variable se ejecutan sin la manipulación o influencia y dichas vinculaciones se visualizan del mismo modo como se han establecido en su contexto natural (p. 119). También considera que el diseño no experimental no se maneja de forma deliberada las variables; es decir, se analizan los sucesos como se desenvuelven en su estado natural, explicando y estudiando las variables y la vinculación que puede haber entre estas, pero sin producir modificación por parte del investigador (p. 87).

Es el diseño que se basó en la aplicación de la observación o cuantificación sencilla; asimismo, en el empleo de técnicas de entrevistas o encuestas, o la combinación de las mismas, para lograr los valores respecto al nivel, el estado o presencia de ciertas particularidades o diversas características de ellas.

Según el análisis el aplicado en la presente investigación será de diseño **no experimental**.

3.2. Variables y operacionalización.

3.2.1. Primera Variable

Herramientas computacionales.

Definición conceptual

Según, Rossman et al (2017) La simulación mediante herramientas computacionales de los sistemas de distribución de agua, se entienden como el uso de una representación matemática de un sistema real, denominados modelos matemáticos, para pretender aumentar su comportamiento, hacer predicciones y posiblemente controlar el sistema en base al cálculo hidráulico para los diferentes escenarios que se presentan en la red de distribución (p.7).

Definición operacional

El estudio hidráulico de sistema de distribución mediante herramientas computacionales, es un método de aplicación de un método numérico iterativo asociado a redes de mallas o redes abiertas dispersas, para la solución de un sistema de ecuaciones de presión y de velocidad. El resultado final del proceso matemático interactivo es la obtención de caudales que circulan por las redes de tuberías y en los nodos las diferentes presiones del sistema.

3.2.2. Segunda Variable

Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión

Definición conceptual

Según Vidal (2019) El comportamiento Hidráulico es la evaluación de la red hidráulica mediante diferentes métodos para poder obtener el óptimo flujo para su servicio domiciliario, riego, etc. (p. 74)

Definición operacional

Para evaluar el comportamiento hidráulico del sistema de riego por aspersión en la que se conocen los diámetros, longitudes y coeficientes de fricción, se requiere determinar las cargas de presión de los nodos que posee y velocidad que fluyen en los tubos y que experimenta el sistema de riego.

3.2.3. Operacionalización de variables.

Tabla 3.

Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
V1: Herramientas computacionales.	Rossman et al. (2017) La simulación mediante herramientas computacionales de los sistemas de distribución de agua, se entienden como el uso de una representación matemática de un sistema real, denominados modelos matemáticos, para pretender aumentar su comportamiento, hacer predicciones y posiblemente controlar el sistema en base al cálculo hidráulico.	El estudio hidráulico de sistema de distribución mediante herramientas computacionales es un método de aplicación de un método numérico iterativo asociado a redes de mallas o dispersas, para la solución de un sistema de ecuaciones de presión y de velocidad. El resultado final del proceso matemático interactivo es la obtención de caudales que circulan por las redes de tuberías y en los nodos las diferentes presiones del sistema.	D1: software WaterCAD V8i	I1: Caudal I2: Topografía I3: Clases de Tubería	Cuestionario/ Fichas de recopilación de información.	Intervalo
			D2: software Epanet 2.0	I1: Caudal I2: Topografía I3: Clases de Tubería	Cuestionario/ Fichas de recopilación de información.	Intervalo
V2: Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión	Según Vidal (2019) El comportamiento Hidráulico es la evaluación de la red hidráulica mediante diferentes métodos para poder obtener el óptimo flujo para su servicio domiciliario de agua de consumo, agua de riego. (p. 74).	Para evaluar el comportamiento hidráulico de sistema de riego por aspersión en la que se conocen los diámetros, longitudes y coeficientes de fricción, se requiere determinar las cargas de presión de los nodos que posee y velocidad que fluyen en los tubos y que experimenta el sistema de riego.	D1: Velocidad	I1: velocidad mínima I2: Caudal I3: Clases de Tubería	Cuestionario/ Fichas de recopilación de información.	Intervalo
			D2: Presión	I1: Velocidad mínima I2: Clases de Tubería I3: Topografía	Cuestionario/ Fichas de recopilación de información.	Intervalo
			D3: Diámetro	I1: Diámetro mínimo I2: Caudal I3: Longitud	Cuestionario/ Fichas de recopilación de información.	Intervalo

Fuente: elaboración propia.

3.3. Población, Muestra y muestreo

3.3.1 Población

De acuerdo con Arias (2006), la población “es un grupo grande o pequeño de unidades con particularidades similares para los cuales son generales para las conclusiones del estudio; quedando precisada por la problemática y propósitos de la investigación” (p. 82).

En la presente investigación la población está conformada por los **trece sistemas de riego por aspersión del distrito Paras- Ayacucho**.

3.3.2 Muestra

Según, Hernández et al (2014), considera que la muestra es un subconjunto de la población de estudio del que se recoge la información, con precisión y representativa, siendo característico de la población. El investigador busca que los resultados obtenidos en la muestra se expandan o extrapolen a la población. El interés es que la muestra sea estadísticamente representativa (p. 173).

En este estudio la muestra está constituida por la **red de distribución de tubería del sistema de riego por aspersión del distrito Paras- Ayacucho**.

3.3.3 Muestreo

Según, Valderrama (2015), considera que el muestreo es de tipo: no probabilístico – intencional, consiste en: “es el que de forma premeditada alcanza la muestra que representa a la población” (p. 176).

Para este estudio se realizó un muestreo no probabilístico del **tipo intencional**.

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

3.4.1 Técnica: observación directa

De acuerdo con Carrasco (2013), estima que la observación directa “es un desarrollo deliberado que alcanza a obtener los datos de forma precisa y ecuánime acerca de los aspectos y particularidades de las unidades de análisis”. La observación realizada fue estructurada, deliberada y de campo (p. 283).

En este estudio se **aplicó la observación directa** como técnica de recojo de información.

3.4.2 Instrumentos: ficha de observación directa

Según, Arias (2006), estima que “el instrumento de recojo de información es un recurso empleado por el investigador para alcanzar, reconocer y registrar la información de datos” (p.69). En este estudio se aplicó como instrumento la **ficha de observación directa** del lugar de estudio en campo, por parte del investigador.

3.4.3 Validez.

Según, Baechle et al (2007), “representa la probabilidad de que un método de investigación sea apto de responder a las interrogantes de las preguntas establecidas” (p.134). La tabla 4 y 5 muestra rangos de validez y validación por los expertos.

Tabla 4.
Rango de Validez

Rango de validez	Interpretación
0.53 a menos	Eficacia nula
0.54 a 0.59	Eficacia baja
0.60 a 0.65	Valido
0.66 a 0.71	Muy valido
0.72 a 0.99	Optima validez
1.00	Validez perfecta

Fuente:Herrera (1998)

Tabla 5.
Interpretación de validez por los Expertos.

Nº	Grado Académico	Nombre y Apellidos	CIP	Validez
1	Ingeniero Civil	Luis Andy Zevallos Llacctahuaman	222451	0.833
2	Ingeniero Agrícola	Eduardo Eslim Meneses Ñañacc-Huari	165962	0.667
3	Ingeniero Agrícola	Pascual Vargas Araujo	142722	0.667
Promedio de validez				0.722

Fuente: elaboración propia.

3.4.4 Confiabilidad.

Según, Briones (2000), “refiere que es el nivel de confianza o eficacia con el que son admitido las soluciones alcanzadas por el investigador fundamentados en los procesos empleados para efectuar su estudio” (p. 59). La tabla 6 presenta los rangos de confiabilidad. Para este estudio se consideró que la confiabilidad **no aplica**.

Tabla 6.
Rangos de Confiabilidad.

Rango de confiabilidad	Interpretación
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy Confiable
0.72 a 0.99	Excelente Confiabilidad
1.00	Confiabilidad perfecta

Fuente: (Herrera, 1998).

3.5 Procedimientos.

Para este estudio, se formuló una alternativa para analizar el comportamiento Hidráulico para el riego, con el fin de disminuir la baja eficiencia y distribución en la aplicación de agua por la diferencia de caudales, velocidades y presiones mínimas y máximas, para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos, garantizar la uniformidad de riego en todas las áreas y optimizará el consumo de agua.

Descripcion de la zona de Estudio

Ubicación: El distrito de Paras se encuentra ubicado en la región natural sierra, en la provincia de Cangallo, al este de la región Ayacucho, ubicado en las siguientes coordenadas, 13° 32' 13.99" latitud sur, 74° 36' 17.88" longitud oeste y altitud de 3,422 msnm situada a 172 kilómetros de la ciudad de Ayacucho.

Características de la zona de estudio: La investigación se desarrolla en 3 hectareas, divididas en 12 sectores de riego y 6 turnos de riego, con sistema de reigo por aspersion, instalados y en funcionamiento con aspersores Xcel Wobbler y VYR 36, dispuestas en las tuberías de los laterales fijos de riego.

3.5.1 Estudios de campo.

Estudio Topográfico:

El levantamiento topográfico del área de investigación de los terrenos de uso de riego en el distrito de Paras, fue realizado por el Municipio distrital de Paras para su respectiva elaboración de los planos Topográficos y planos de los esquemas Hidráulicos a inicios del año 2020. En este estudio se solicitó los planos a la Municipalidad en formato digital, el cual fue proporcionado en formatos de ArcGis y AutoCad y así poder realizar el diseño y evaluación del comportamiento Hidráulico para el respectivo desarrollo y elaboración de la tesis.

El Aforo de corrientes de agua de riego:

Para el aforo de caudales se siguió los criterios del manual de medición de caudales del MINAGRI (Ministerio de Agricultura). Se utilizó el método volumétrico, la aplicación de este método es para determinar caudales muy pequeños.

3.6 Métodos de Análisis de datos

3.6.1 Cálculo de los cambios de Velocidades del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales.

a. Identificar actividades a realizar

1. Registro de la toma de datos de aforos en campo.

Aforo del punto de captación para determinar el caudal. Se realizó el aforo del caudal de la captación con la presencia de un operador encargado del sistema hidráulico de riego. Se utilizó el método volumétrico para lo cual se resume en tabla:

Tabla 7.
Caudal de Aforo.

Medición	Tiempo (seg)	Altura (m)	Volumen (lt)	Caudal (l/s)
1°	4.87	0.38	23.92	4.91
2°	5.05	0.38	23.92	4.74
3°	4.93	0.38	23.92	4.85
4°	4.99	0.38	23.92	4.79
5°	5.08	0.38	23.92	4.71
CAUDAL PROMEDIO DE CAPTACION				4.80

Fuente: Elaboración propia

El método Volumétrico da como resultado 4.80 l/s el caudal de captación del sistema de riego por aspersión.

2. Registros de datos Meteorológicos

Los datos de registros Meteorológicos necesarios para el cálculo del diseño agronómico se tienen las siguientes Informaciones: Registro de Precipitaciones mensuales, Registro de horas de sol promedios mensuales, Registro de temperaturas altas absolutas diarias, Registro de temperaturas mínimas absolutas diarias y Registro de humedad relativa media mensual.

Los datos de registros de la Estación Meteorológica de Santa Cruz de Hospicio - Cangallo – Ayacucho, tiene una altitud de 4273 m.s.n.m, similar al sistema de riego por aspersión del distrito de Paras, además de tener la cercanía al lugar donde se desarrolla el proyecto de Investigación. La información de los registros meteorológicos de Precipitación mensual, Temperaturas máximas, Temperaturas mínimas y Humedad relativa nos ha proporcionado el SENAMHI, como se muestra en la tabla N°8 y tabla N°9.

Tabla 8.
Registros de datos de Precipitación mensual.

DESCRIPCION	UND	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días del mes	día	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
Precipitación Total Mensual	mm/mes	169,82	170,64	152,17	58,41	16,08	9,14	14,99	22,20	28,20	53,09	58,43	121,90

Fuente: Elaboración propia de datos del SENAMHI.

Tabla 9.
Registros de datos meteorológicos

Meses	Temperatura Mínima °C	Temperatura Máxima °C	Humedad Relativa %	Viento m/s	Insolación Horas
Enero	-0,76	18,69	79,11	2,68	4,64
Febrero	-0,43	17,40	84,08	2,51	4,11
Marzo	-0,63	18,80	85,30	2,32	4,33
Abril	-1,76	24,00	81,46	2,35	6,13
Mayo	-3,60	23,50	75,56	2,58	7,90
Junio	-4,18	19,20	72,87	2,53	7,80
Julio	-4,71	17,00	67,72	2,46	8,10
Agosto	-5,00	31,80	64,40	2,71	7,93
Septiembre	-3,36	19,60	67,56	2,65	6,50
Octubre	-2,06	19,50	69,35	2,70	6,37
Noviembre	-3,14	20,00	73,13	2,62	6,34
Diciembre	-1,17	19,40	81,42	2,70	4,54
Promedio	-2,57	20,74	75,16	2,57	6,22

Fuente: Elaboración propia de datos del SENAMHI.

3. Diseño Agronómico

- **Evapotranspiración Potencial (ETo).**

Los resultados de la Evapotranspiración potencial (ETo) se obtuvo utilizando la metodología de Penman-Monteith del programa Cropwat V8.0 a partir de la información de datos Meteorológicos, ver figura N°7 y Tabla N°10.

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	-0.8	18.7	79	3	4.6	17.5	3.16
February	-0.4	17.4	84	3	4.1	16.5	2.94
March	-0.6	18.8	85	2	4.3	16.0	2.82
April	-1.8	24.0	81	2	6.1	17.2	3.04
May	-3.6	23.5	76	3	7.9	17.7	2.93
June	-4.2	19.2	73	3	7.8	16.5	2.48
July	-4.7	17.0	68	2	8.1	17.3	2.32
August	-5.0	31.8	64	3	7.9	18.8	3.32
September	-3.4	19.6	68	3	6.5	18.7	3.20
October	-2.1	19.5	69	3	6.4	19.7	3.38
November	-3.1	20.0	73	3	6.3	20.0	3.50
December	-1.2	19.4	81	3	4.5	17.3	3.14
Average	-2.6	20.7	75	3	6.2	17.8	3.02

Fuente: Figura: Programa Cropwat.

Figura 7.
Resultados de ETo.

Tabla 10.
Resultados de la Evapotranspiración potencial (ET_o).

Variable	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evapotranspiración Potencial (E _{to})	mm/día	3,16	2,94	2,82	3,04	2,93	2,48	2,32	3,32	3,20	3,38	3,50	3,14

Fuente: Elaboración propia.

- **Demanda de agua con precipitación efectiva al 75%.**

De los datos climatológicos se utilizó la precipitación, realizando el cálculo de la precipitación al 75% de cada mes en el programa Cropwat V8.0 mediante la Metodología de Cálculo FAO – AGLW.

Los resultados de la precipitación efectiva al 75% se observan en la Figura 8 y Tabla 11.

The screenshot shows a window titled 'Monthly rain - untitled'. It displays the station name 'ANTA CRUZ DE HOSPIICIO' and the 'Eff. rain method' as 'USDA S.C. Method'. Below this is a table with the following data:

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	169.8	123.7
February	170.6	124.1
March	152.2	115.1
April	58.4	53.0
May	16.1	15.7
June	9.1	9.0
July	15.0	14.6
August	22.2	21.4
September	28.2	26.9
October	53.1	48.6
November	58.4	53.0
December	121.9	98.1
Total	875.1	703.1

Fuente: Programa Cropwat.

Figura 8.
Resultados de la Precipitación efectiva.

Tabla 11.
Resultados de la precipitación efectiva diaria.

DESCRIPCIÓN	UND	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días del mes	día	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
Precipitación efectiva Mensual	mm/mes	123,70	124,10	115,10	53,00	15,70	9,00	14,60	21,40	26,90	48,60	53,00	98,10
Precipitación efectiva Diaria	mm/día	3,99	4,43	3,71	1,77	0,51	0,30	0,47	0,69	0,90	1,57	1,77	3,16

Fuente: Elaboración propia.

- **Cedula de cultivos**

La cedula de cultivo se formula con la intervención de los beneficiarios, teniendo en cuenta las especies y variedades más comunes con mayores rendimientos en la zona. Los cultivos base del lugar está conformada por Maíz, alfalfa y arveja. Los valores del Kc ponderado se observan en la tabla 12.

Tabla 12.

Coficiente de cultivo - kc.

Descripción	ha	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Maiz + Arverja Verde	1.12	1.00	0.95	0.90	0.90	0.53	0.70	1.07	1.05	0.95	0.80	0.51	0.80
Alfalfa	1.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Kc ponderado	3.00	0.94	0.92	0.90	0.90	0.76	0.83	0.96	0.96	0.92	0.86	0.75	0.86

Fuente: Elaboración propia.

- **Demanda hídrica de los cultivos y Modulo de riego.**

Como resultado del cálculo demanda de agua se muestran en la Tabla 13 y Tabla 14. La mayor demanda de agua es el mes de agosto de 1026.32 m³/ha, resultando el módulo de riego es de 0.77 l/s/ha. El área de riego es de 3.0 ha, el caudal de diseño es de 2.30 l/s.

Tabla 13.

Resultados de la demanda del cultivo.

Descripción	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Eto	mm/día	3.16	2.94	2.82	3.04	2.93	2.48	2.32	3.32	3.20	3.38	3.50	0.00
Kc Ponderado		0.94	0.92	0.90	0.90	0.76	0.83	0.96	0.96	0.92	0.86	0.75	0.00
Uso Consultivo Etc	mm/día	2.96	2.70	2.54	2.74	2.23	2.05	2.23	3.17	2.94	2.92	2.64	0.00
Precipitacion Efectiva	mm/día	3.99	4.43	3.71	1.77	0.51	0.30	0.47	0.69	0.90	1.57	1.77	0.00
Necesidades Netas del Cultivo	mm/día	0.00	0.00	0.00	0.97	1.73	1.75	1.76	2.48	2.04	1.35	0.88	0.00
Eficiencia de Aplicación riego goteo	%	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.00
Necesidades Totales de cultivo	mm/día	0.00	0.00	0.00	1.29	2.30	2.33	2.35	3.31	2.72	1.80	1.17	0.00
Necesidades Totales de cultivo	m3-ha/día	0.00	0.00	0.00	12.92	23.03	23.30	23.52	33.11	27.24	17.98	11.67	0.00
Area de Riego	ha	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00
Demanda Total unitario - Mensual	m3/ha/mes	0.00	0.00	0.00	387.73	713.85	698.96	729.05	1,026.32	817.15	557.36	350.12	0.00
Demanda Total - Mensual	m3/mes	0.00	0.00	0.00	1,165.00	2,144.88	2,100.13	2,190.54	3,083.73	2,455.26	1,674.68	1,051.98	0.00
Demanda Total - Diario	l/s	0.00	0.00	0.00	0.90	1.60	1.62	1.64	2.30	1.89	1.25	0.81	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.
Resultados de la demanda diario del cultivo.

Descripción	Und	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Demanda Total - Mensual	m3/mes	0.00	0.00	0.00	1,165.00	2,144.88	2,100.13	2,190.54	3,083.73	2,455.26	1,674.68	1,051.98	0.00
Demanda Total unitario - Mensual	m3/ha/mes	0.00	0.00	0.00	387.73	713.85	698.96	729.05	1,026.32	817.15	557.36	350.12	0.00
Demanda Total - Diario	m3/ha/día	0.00	0.00	0.00	12.92	23.03	23.30	23.52	33.11	27.24	17.98	11.67	0.00

Fuente: Elaboración propia.

4. Modelamiento Hidráulico

Se realizó considerando todos los elementos que componen el sistema, como son: tuberías, válvulas, válvulas reguladoras de presiones y reservorio. Con la información actualizada de las redes del sistema se representa el sistema ajustada a la realidad. El funcionamiento de las redes presenta en 6 turnos de riego y 12 sectores de riego, que se tiene planificado 1 día de riego para cada turno con dos sectores de riego, de manera independiente, se muestran los planos Topográfico y Esquema Hidráulico en la figura 9 y figura 10, visualizar mejor en Anexos de planos.

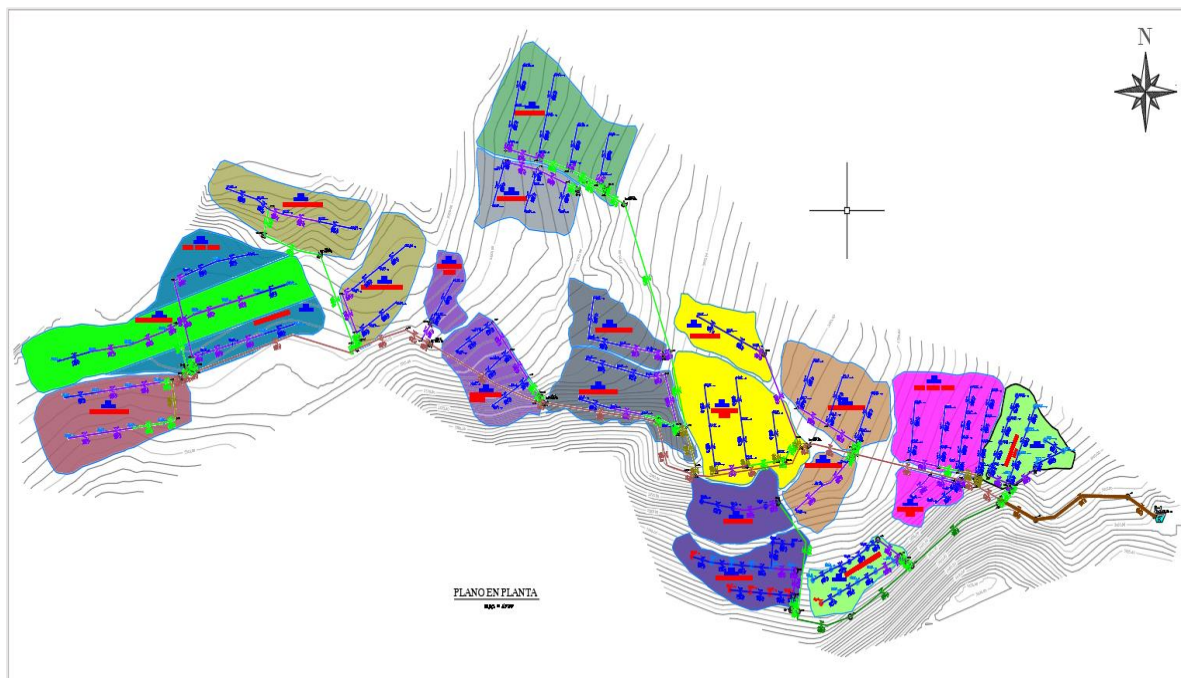


Figura 9.
Plano Topografico de riego por aspersión.

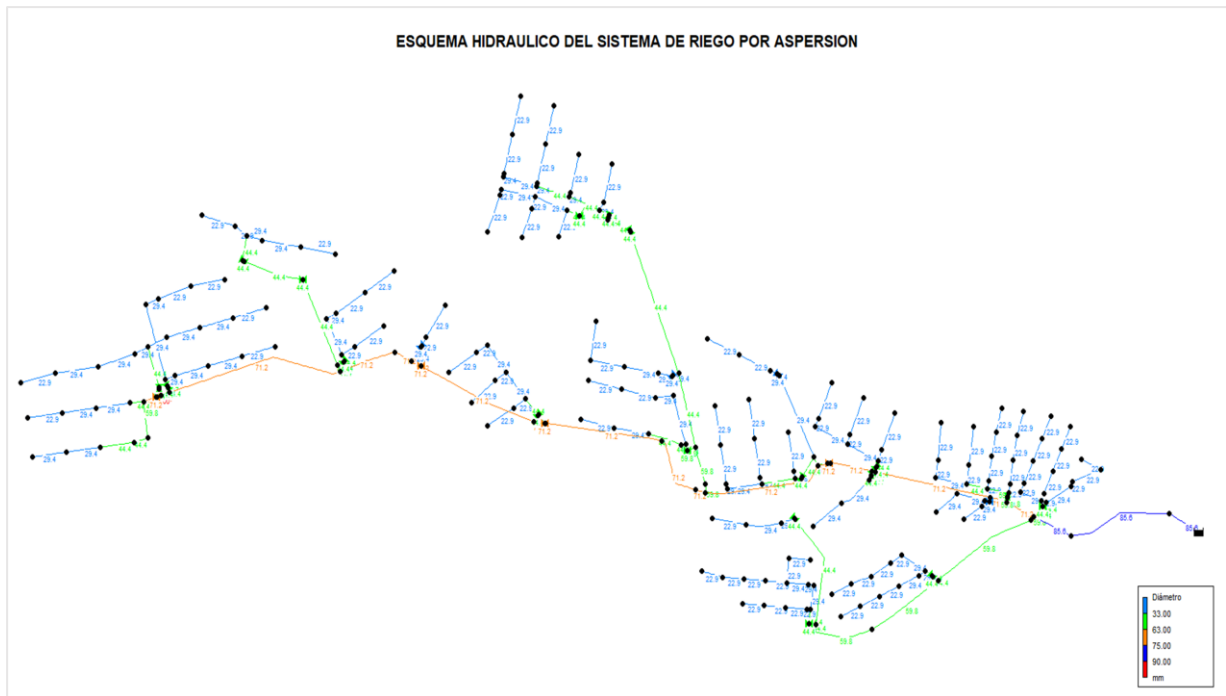


Figura 10.
Esquema hidráulico del sistema de riego por aspersión.

➤ **Características de las tuberías existentes del sistema de riego.**

La red del sistema de riego está compuesta por tuberías de diámetro $\frac{3}{4}$, 1" 1 $\frac{1}{2}$ ", 2", 2 $\frac{1}{2}$ ". Está dividida en 12 sectores, de acuerdo al planteamiento de diseño. De la tubería principal que es de 3" y 2 $\frac{1}{2}$ ", tuberías secundarias de 2 $\frac{1}{2}$ " y 2", tuberías terciarias de 1 $\frac{1}{2}$ ", 1", $\frac{3}{4}$ ", de acuerdo a las normas técnicas NTP-ISO 1452 para tubería sistema a presión, NTP 399.002 para tubos a presión.

➤ **Aplicación del software Watercad / WaterGems V8.**

Modelación del escenario base, para iniciar el modelamiento en el Watercad es necesario tener ordenada la data de todos los nodos o junctions, para diagramar la red en estudio, los datos requeridos son las coordenadas x, y; las cotas de ubicación de cada nodo y de cada elemento en aplicación. Como resultado de este proceso, se obtuvo la esquematización en Watercad que se presenta en la Figura 11, muestra la esquematización.

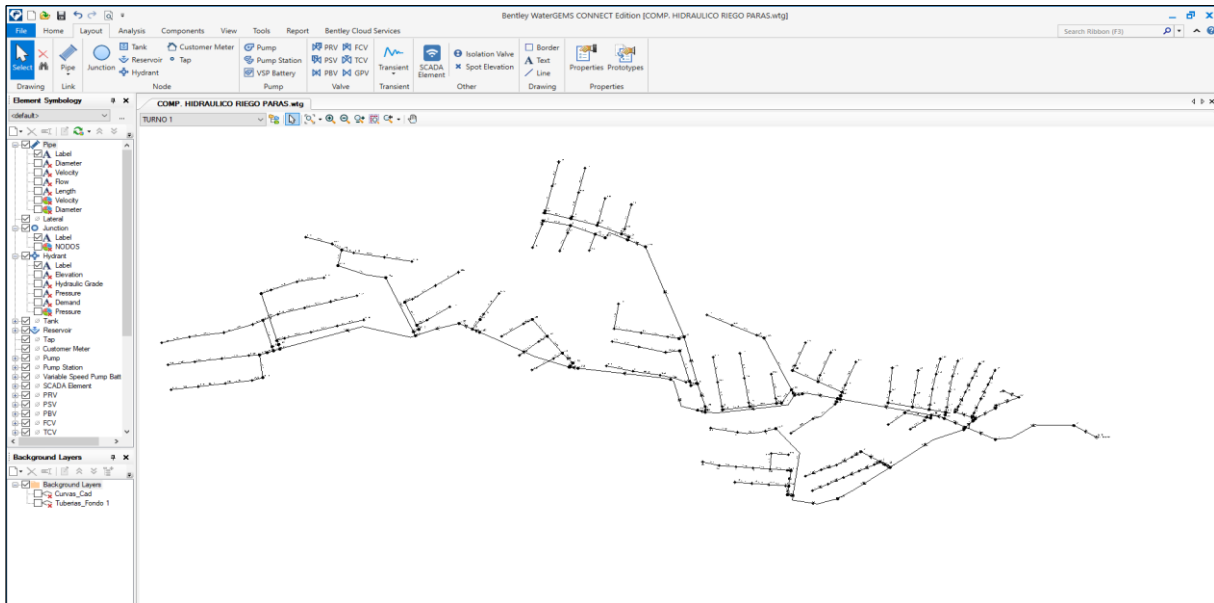


Figura 11.
Esquema hidráulico del sistema de riego en Watercad V8

➤ **Aplicación del Software Epanet V2.02**

Como resultado de este proceso, se obtuvo la esquematización en Epanet que se presenta en la Figura 12, muestra la esquematización de la red de distrito de riego de todo el sistema, tanto la red principal como sus ramales.

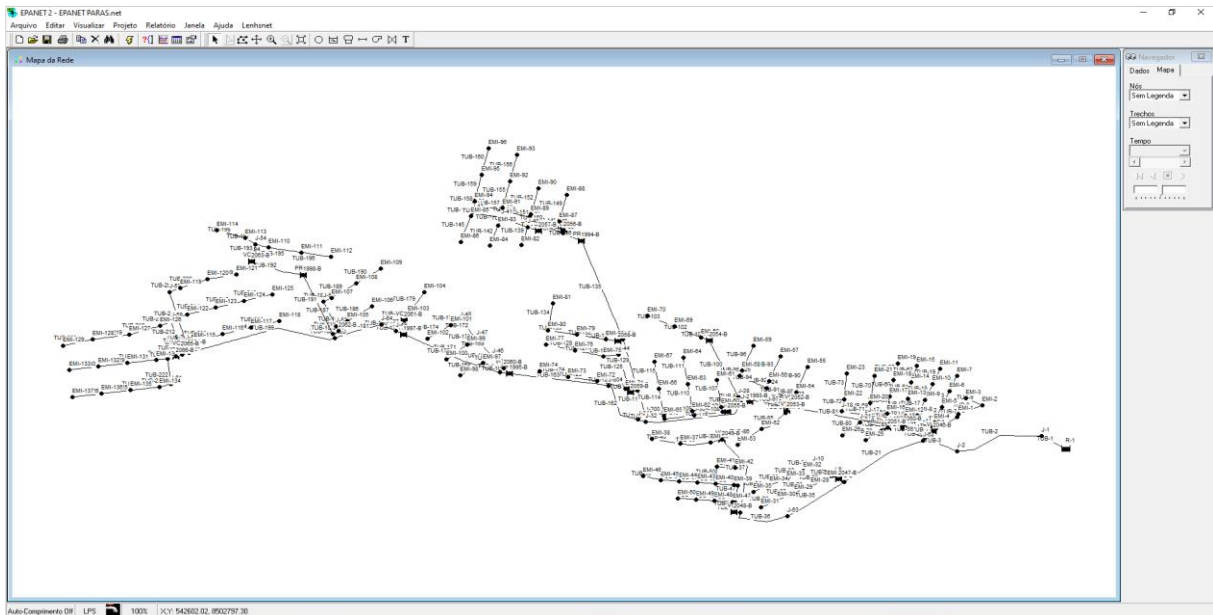


Figura 12.
Esquema hidráulico del sistema de riego en Epanet V2

Una vez esquematizó la red en WaterCad V8 y en Epanet V2, se realizó la simulación extendida del sistema. Teniendo en cuenta que el escenario crítico es el consumo en todos y cada uno de los predios con aspersores de Xcel Wobbler con una presión nominal de 12 m y un caudal de 0,15 lps y para los aspersores VYR 36 con una presión nominal de 25 m y un caudal de 0,37 lps, conocer estos datos de caudales son útiles para el ingreso de caudales en los emisores del esquema hidráulico del WaterCad V8 y Epanet V2, ver tabla 15.

Tabla 15.
Características de los aspersores Xcel wobbler y VYR 36.

Modelo del Aspersor	Xcel-Wobbler Boq #9 (3.57mm)	Modelo del Aspersor	VYR-36, Boquilla 4.0 mm y 2.4mm
Presión nominal de operación	12.00 m	Presión nominal de operación	25.00 m
Caudal nominal del aspersor [qe]	533.5 lph	Caudal nominal del aspersor [qe]	1,315.6 lph
Diámetro efectivo [d]	16.32 m	Diámetro efectivo [d]	27.78 m
Máx. horas de operación x día Hm	12.00 Hr	Máx. horas de operación x día Hm	12.00 Hr
Días de paro/ciclo	1.0 día	Días de paro/ciclo	1.0 día
Número de Aspersores por turno	64.8 Asper.	Número de Aspersores por turno	26.3 Asper.
Caudal de un aspersor	0.15 lt/seg	Caudal de un aspersor	0.37 lt/seg

➤ **Demanda de agua para cada emisor (Aspersor)**

Se asignó a cada aspersor el caudal de diseño, cada aspersor representa una válvula de salida debido a que los laterales son fijos. En las tablas se detallan las demandas para cada uno de los turnos y el caudal de total de diseño. Ver tabla 16.

Tabla 16.
Caudales de diseño y caudales totales de los Turnos de riego

RIEGO TURNO I		RIEGO TURNO II		RIEGO TURNO III		RIEGO TURNO IV		RIEGO TURNO V		RIEGO TURNO VI	
EMISORES	Q. Asp (lt/seg)	EMISORES	Q. Asp (lt/seg)	EMISORES	Q. Asp (lt/seg)	EMISORES	Q. Asp (lt/seg)	EMISORES	Q. Asp (lt/seg)	EMISORES	Q. Asp (lt/seg)
EMI-1	0.150	EMI-12	0.15	EMI-60	0.37	EMI-71	0.37	EMI-105	0.37	EMI-122	0.37
EMI-2	0.150	EMI-13	0.15	EMI-61	0.37	EMI-72	0.37	EMI-106	0.37	EMI-123	0.37
EMI-3	0.150	EMI-14	0.15	EMI-62	0.37	EMI-73	0.37	EMI-107	0.37	EMI-124	0.37
EMI-4	0.150	EMI-15	0.15	EMI-63	0.37	EMI-74	0.37	EMI-108	0.37	EMI-125	0.37
EMI-5	0.150	EMI-16	0.15	EMI-64	0.37	EMI-75	0.37	EMI-109	0.37	EMI-126	0.37
EMI-6	0.150	EMI-17	0.15	EMI-65	0.37	EMI-76	0.37	EMI-110	0.37	EMI-127	0.37
EMI-7	0.150	EMI-18	0.15	EMI-66	0.37	EMI-77	0.37	EMI-111	0.37	EMI-128	0.37
EMI-8	0.150	EMI-19	0.15	EMI-67	0.37	EMI-78	0.37	EMI-112	0.37	EMI-129	0.37
EMI-9	0.150	EMI-20	0.15	EMI-68	0.37	EMI-79	0.37	EMI-113	0.37	EMI-130	0.37
EMI-10	0.150	EMI-21	0.15	EMI-69	0.37	EMI-80	0.37	EMI-114	0.37	EMI-131	0.37
EMI-11	0.150	EMI-22	0.15	EMI-70	0.37	EMI-81	0.37	EMI-115	0.37	EMI-132	0.37
EMI-27	0.150	EMI-23	0.15	EMI-87	0.37	EMI-82	0.37	EMI-116	0.37	EMI-133	0.37
EMI-28	0.150	EMI-24	0.15	EMI-88	0.37	EMI-83	0.37	EMI-117	0.37	EMI-134	0.37
EMI-29	0.150	EMI-25	0.15	EMI-89	0.37	EMI-84	0.37	EMI-118	0.37	EMI-135	0.37
EMI-30	0.150	EMI-26	0.15	EMI-90	0.37	EMI-85	0.37	EMI-119	0.37	EMI-136	0.37
EMI-31	0.150	EMI-51	0.37	EMI-91	0.37	EMI-86	0.37	EMI-120	0.37	EMI-137	0.37
EMI-32	0.150	EMI-52	0.37	EMI-92	0.37	EMI-97	0.37	EMI-121	0.37		
EMI-33	0.150	EMI-53	0.37	EMI-93	0.37	EMI-98	0.37				
EMI-34	0.150	EMI-54	0.37	EMI-94	0.37	EMI-99	0.37				
EMI-35	0.150	EMI-55	0.37	EMI-95	0.37	EMI-100	0.37				
EMI-36	0.150	EMI-56	0.37	EMI-96	0.37	EMI-101	0.37				
EMI-37	0.150	EMI-57	0.37			EMI-102	0.37				
EMI-38	0.150	EMI-58	0.37			EMI-103	0.37				
EMI-39	0.150	EMI-59	0.37			EMI-104	0.37				
EMI-40	0.150										
EMI-41	0.150										
EMI-42	0.150										
EMI-43	0.150										
EMI-44	0.150										
EMI-45	0.150										
EMI-46	0.150										
EMI-47	0.150										
EMI-48	0.150										
EMI-49	0.150										
EMI-50	0.150										
TOTAL	5.25	5.58		7.77		8.88		6.29		5.92	

➤ **Calibración del modelo hidráulico con datos de campo.**

Para validar el modelo, se solicitó información de presión en los puntos de monitoreo de la red en campo. Estos datos se ingresaron en los nodos correspondientes del modelo, para realizar la calibración. Ver Tabla 17.

Tabla 17.
Datos de presiones en campo para la calibración.

RIEGO TURNO I		RIEGO TURNO II		RIEGO TURNO III		RIEGO TURNO IV		RIEGO TURNO V		RIEGO TURNO VI	
NODO	PRESION (mca)	NODO	PRESION (mca)	NODO	PRESION (mca)	NODO	PRESION (mca)	NODO	PRESION (mca)	NODO	PRESION (mca)
EMI-1	9.18	EMI-12	15.30	EMI-60	25.50	EMI-71	27.54	EMI-105	44.88	EMI-122	40.80
EMI-2	9.18	EMI-13	14.79	EMI-61	25.50	EMI-72	24.99	EMI-106	44.88	EMI-123	40.80
EMI-3	11.22	EMI-14	15.30	EMI-62	27.54	EMI-73	30.09	EMI-107	40.80	EMI-124	40.29
EMI-4	10.20	EMI-15	15.30	EMI-63	27.54	EMI-74	30.60	EMI-108	40.80	EMI-125	40.29
EMI-5	12.24	EMI-16	15.81	EMI-64	30.09	EMI-75	30.09	EMI-109	40.80	EMI-126	40.80
EMI-6	11.22	EMI-17	15.81	EMI-65	30.09	EMI-76	30.60	EMI-110	34.68	EMI-127	39.78
EMI-7	12.24	EMI-18	20.40	EMI-66	30.60	EMI-77	30.60	EMI-111	34.68	EMI-128	39.78
EMI-8	12.24	EMI-19	19.89	EMI-67	30.09	EMI-78	30.60	EMI-112	35.70	EMI-129	39.78
EMI-9	12.24	EMI-20	20.40	EMI-68	27.54	EMI-79	30.60	EMI-113	35.70	EMI-130	42.84
EMI-10	13.26	EMI-21	20.40	EMI-69	27.54	EMI-80	30.09	EMI-114	35.70	EMI-131	41.82
EMI-11	13.26	EMI-22	20.40	EMI-70	30.09	EMI-81	30.60	EMI-115	40.80	EMI-132	41.82
EMI-27	10.20	EMI-23	21.42	EMI-87	30.60	EMI-82	32.64	EMI-116	40.80	EMI-133	40.29
EMI-28	10.20	EMI-24	15.30	EMI-88	30.60	EMI-83	35.19	EMI-117	40.80	EMI-134	40.29
EMI-29	10.20	EMI-25	15.30	EMI-89	32.64	EMI-84	35.70	EMI-118	40.80	EMI-135	37.74
EMI-30	10.20	EMI-26	15.81	EMI-90	32.64	EMI-85	35.70	EMI-119	40.29	EMI-136	37.74
EMI-31	10.20	EMI-51	25.50	EMI-91	32.64	EMI-86	36.72	EMI-120	40.80	EMI-137	37.74
EMI-32	12.24	EMI-52	25.50	EMI-92	30.60	EMI-97	35.70	EMI-121	42.84		
EMI-33	12.24	EMI-53	25.50	EMI-93	30.60	EMI-98	32.64				
EMI-34	12.24	EMI-54	24.48	EMI-94	30.09	EMI-99	37.74				
EMI-35	12.24	EMI-55	24.48	EMI-95	30.09	EMI-100	35.70				
EMI-36	20.40	EMI-56	25.50	EMI-96	30.09	EMI-101	38.25				
EMI-37	22.44	EMI-57	25.50			EMI-102	38.76				
EMI-38	23.46	EMI-58	27.54			EMI-103	40.29				
EMI-39	12.24	EMI-59	27.54			EMI-104	44.88				
EMI-40	13.26										
EMI-41	15.30										
EMI-42	15.30										
EMI-43	13.26										
EMI-44	12.24										
EMI-45	12.24										
EMI-46	12.24										
EMI-47	10.20										
EMI-48	10.20										
EMI-49	10.20										
EMI-50	10.20										

3.6.2 Calculo de los cambios de presiones del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales.

a. Identificar actividades a realizar

Las actividades a realizar son similares e iguales al Ítem 3.6.1.

3.6.3 Determinación de los cambios de diámetros del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales.

a. Identificar actividades a realizar

Las actividades a realizar son similares e iguales al Ítem 3.6.1.

3.6.4 Determinación de los cambios del Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales.

a. Identificar actividades a realizar

Las actividades a realizar son similares e iguales al Ítem 3.6.1.

3.7 Aspectos Éticos

La información recogida de fuentes documentales es confiable ya que no han sido manipuladas ni modificadas; asimismo, los instrumentos han sido revisados y validados por ingenieros expertos con el propósito de obtener la información; la cual contribuirán en los estudios posteriores vinculados con las variables de esta investigación. Las soluciones de la investigación no fueron alterados posterior a su procesamiento; de la misma forma, el investigador asume la postura a la no divulgación de la procedencia de los datos bajo el resguardo del principio de confianza y ética.

IV. RESULTADOS

Los resultados se muestran en el orden de los objetivos

4.1. Se Calculo los cambios de Velocidades del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales. Resultados de reportes de datos de tuberías y los cambios de Velocidades del Software Watercad V8 y Epanet V2.

Tabla 18.
Resultados de Velocidades del Turno I

Tubería	Código Nodo Inicial	Código Nodo Final	Longitud Horizontal (m)	Longitud Inclínada (m)	Diametro Nominal (mm)	Diametro Interior (mm)	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga con WaterCad V8	Velocidad con WaterCad V8 (m/s)	Perdida de Carga con Epanet V2	Velocidad con Epanet V2 (m/s)
TUB-1	R-1	J-1	15.36	15.93	90	85.60	5.93	0.012	1.03	0.012	1.03
TUB-2	J-1	J-2	48.52	48.52	90	85.60	5.93	0.012	1.03	0.012	1.03
TUB-3	J-2	J-3	19.16	19.23	90	85.60	5.93	0.012	1.03	0.012	1.03
TUB-4	J-3	VC-1	5.82	6.15	48	44.40	1.65	0.027	1.07	0.027	1.07
TUB-5	VC-1	J-4	2.29	2.48	48	44.40	1.65	0.027	1.07	0.027	1.07
TUB-6	J-4	J-5	13.31	13.84	33	29.40	0.45	0.018	0.66	0.018	0.66
TUB-7	J-5	EMI-1	2.06	2.12	26	22.90	0.45	0.061	1.09	0.061	1.09
TUB-8	EMI-1	EMI-2	14.14	14.16	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-9	EMI-2	EMI-3	10.00	10.19	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-10	J-4	J-6	2.22	2.41	33	29.40	1.20	0.112	1.77	0.112	1.77
TUB-11	J-6	EMI-4	3.04	3.72	26	22.90	0.60	0.056	1.13	0.105	1.46
TUB-12	EMI-4	EMI-5	10.00	10.57	26	22.90	0.45	0.061	1.09	0.062	1.09
TUB-13	EMI-5	EMI-6	10.00	10.01	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-14	EMI-6	EMI-7	10.00	10.04	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-15	J-6	J-7	10.53	11.87	33	29.40	0.60	0.031	0.88	0.031	0.88
TUB-16	J-7	EMI-8	4.03	4.36	33	29.40	0.60	0.056	1.13	0.105	1.46
TUB-17	EMI-8	EMI-9	10.00	10.02	26	22.90	0.45	0.061	1.09	0.062	1.09
TUB-18	EMI-9	EMI-10	10.00	10.00	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-19	EMI-10	EMI-11	10.00	10.01	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-20	J-3	J-62	1.90	2.08	63	59.80	4.26	0.037	1.52	0.037	1.52
TUB-21	J-62	J-8	50.04	50.09	63	59.80	4.26	0.037	1.52	0.037	1.52
TUB-22	J-8	VC-2	3.51	4.80	48	44.40	1.35	0.019	0.87	0.019	0.87
TUB-23	VC-2	J-9	3.51	4.62	48	44.40	1.35	0.019	0.87	0.019	0.87
TUB-24	J-9	EMI-27	3.73	3.74	33	29.40	0.75	0.047	1.10	0.047	1.10
TUB-25	EMI-27	EMI-28	10.00	10.04	33	29.40	0.60	0.031	0.88	0.031	0.88
TUB-26	EMI-28	EMI-29	10.00	10.01	26	22.90	0.45	0.061	1.09	0.062	1.09
TUB-27	EMI-29	EMI-30	10.00	10.01	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-28	EMI-30	EMI-31	10.00	10.18	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-30	J-9	J-10	12.82	14.40	33	29.40	0.60	0.031	0.88	0.031	0.88
TUB-31	J-10	EMI-32	6.27	6.27	26	22.90	0.60	0.105	1.46	0.105	1.46
TUB-32	EMI-32	EMI-33	10.40	10.40	26	22.90	0.45	0.061	1.09	0.062	1.09
TUB-33	EMI-33	EMI-34	9.70	9.72	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-34	EMI-34	EMI-35	10.00	10.14	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-35	J-8	J-63	36.75	36.75	63	59.80	2.91	0.018	1.04	0.018	1.04
TUB-36	J-63	J-11	30.36	30.70	63	59.80	2.91	0.018	1.04	0.018	1.04
TUB-37	J-11	VC-4	48.32	51.99	48	44.40	1.11	0.013	0.72	0.013	0.72

Tubería	Código Nodo Inicial	Código Nodo Final	Longitud Horizontal (m)	Longitud Inclinada (m)	Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Interior (mm)	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga con WaterCad V8	Velocidad con WaterCad V8 (m/s)	Perdida de Carga con Epanet V2	Velocidad con Epanet V2 (m/s)
TUB-38	VC-4	EMI-36	6.44	6.44	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-39	EMI-36	EMI-37	16.54	16.54	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-40	EMI-37	EMI-38	15.90	15.94	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-41	J-11	VC-3	3.32	3.32	48	44.40	1.80	0.032	1.16	0.032	1.16
TUB-42	VC-3	J-12	5.62	6.24	48	44.40	1.80	0.032	1.16	0.032	1.16
TUB-43	J-12	EMI-47	1.71	1.71	26	22.90	0.60	0.105	1.46	0.105	1.46
TUB-44	EMI-47	EMI-48	10.00	10.00	26	22.90	0.45	0.061	1.09	0.062	1.09
TUB-45	EMI-48	EMI-49	10.00	10.01	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-46	EMI-49	EMI-50	10.00	10.01	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-47	J-12	J-13	10.02	11.12	33	29.40	1.20	0.112	1.77	0.112	1.77
TUB-48	J-13	EMI-39	2.36	2.36	33	29.40	1.20	0.112	1.77	0.112	1.77
TUB-49	EMI-39	EMI-40	10.00	10.00	33	29.40	1.05	0.087	1.55	0.087	1.55
TUB-50	EMI-40	EMI-41	10.00	11.17	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-51	EMI-41	EMI-42	10.00	10.00	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-52	EMI-40	EMI-43	10.00	10.00	26	22.90	0.60	0.105	1.46	0.105	1.46
TUB-53	EMI-43	EMI-44	10.00	10.03	26	22.90	0.45	0.062	1.09	0.062	1.09
TUB-54	EMI-44	EMI-45	10.00	10.03	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-55	EMI-45	EMI-46	10.00	10.01	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36

Fuente: Elaboración propia.

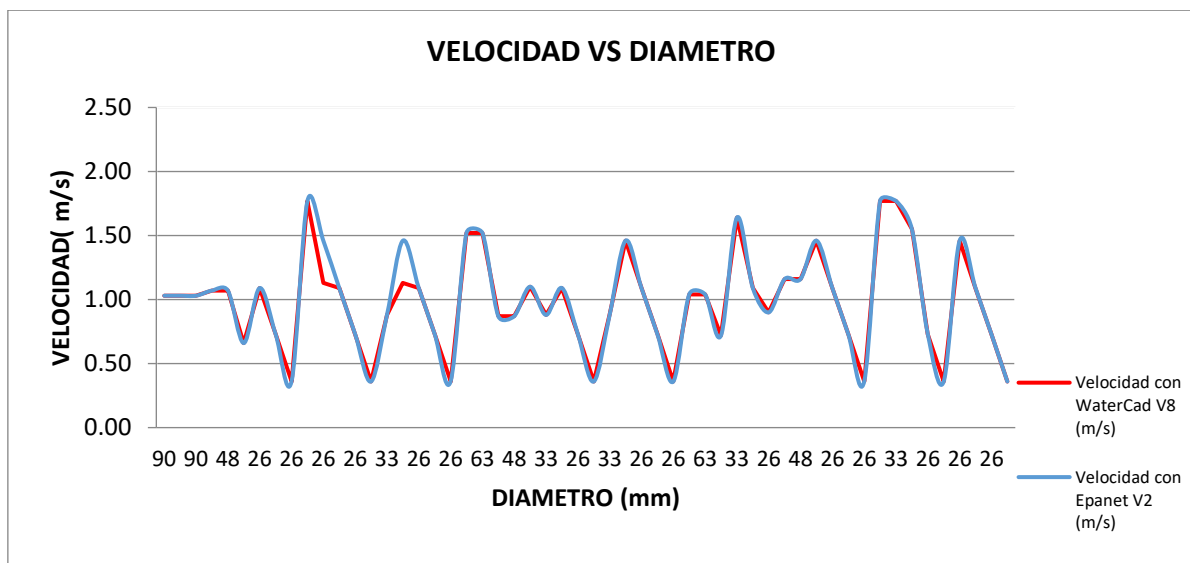


Figura 13.
Velocidad vs Diámetro (Turno I).

En la figura 13 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de velocidades de 0.36 m/s a 1.77 m/s en las tuberías del turno I, las velocidades son menores a 0.50 m/s en tuberías de 26mm de diámetro en los últimos tramos de los laterales fijos de riego, no cumple con los parámetro de velocidades (0.50 m/s a 3 m/s), también presenta una ligera diferencia de velocidades en algunos tramos de tuberías entre los programas de WaterCad y el Epanet.

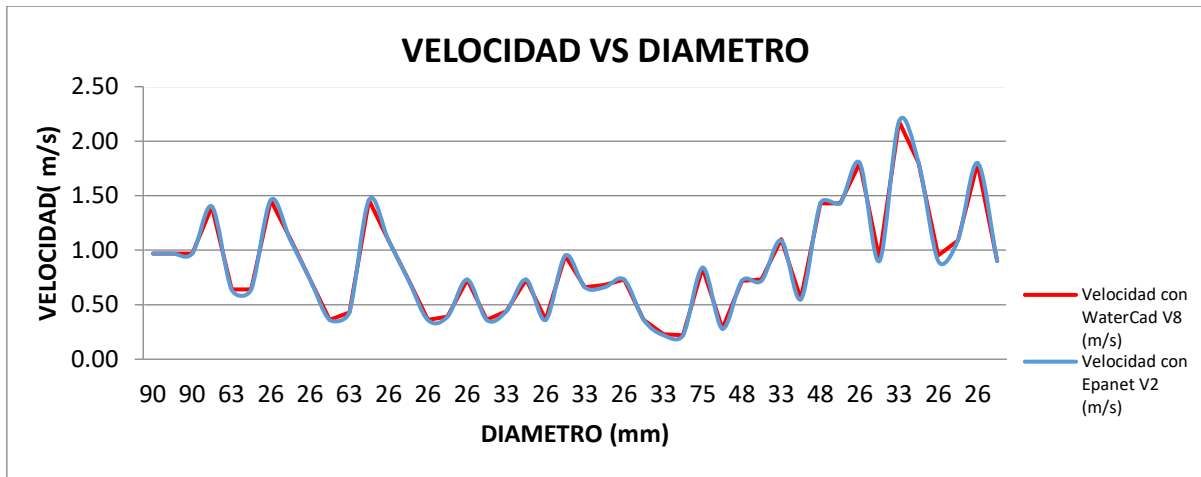


Figura 14.
Velocidad vs Diámetro (Turno II).

En la figura 14 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de velocidades de 0.22 m/s a 2.18 m/s en las tuberías del turno II, las velocidades son menores a 0.50 m/s en tuberías de 26mm y 33mm de diámetro en los últimos tramos de los laterales fijos de riego, no cumple con los parámetro de velocidades (0.50 m/s a 3 m/s), también presenta una ligera diferencia de velocidades en algunos tramos de tuberías entre los programas de WaterCad y el Epanet.

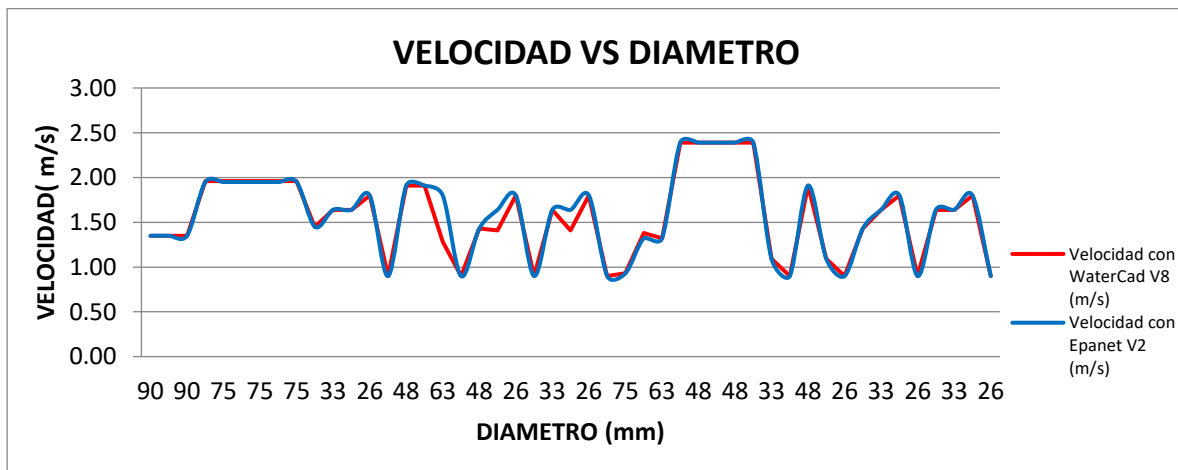


Figura 15.
Velocidad vs Diámetro (Turno III).

En la figura 15 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de velocidades de 0.90 m/s a 2.39 m/s en las tuberías del turno III, las velocidades cumplen con el diseño según parámetro de velocidades (0.50 m/s a 3 m/s), también presenta una ligera

diferencia de velocidades en algunos tramos de tuberías entre los programas de WaterCad y el Epanet.

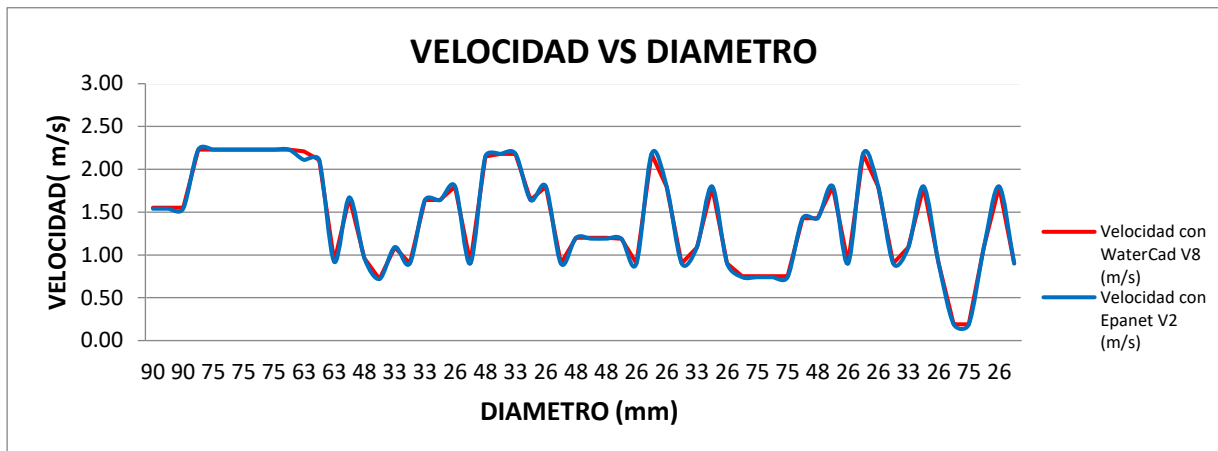


Figura 16.
Velocidad vs Diámetro (Turno IV).

En la figura 16 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de velocidades de 0.19 m/s a 2.23 m/s en las tuberías del turno IV, las velocidades son menores a 0.50 m/s en tuberías de 75mm de diámetro en los últimos tramos de los laterales fijos de riego, no cumple con los parámetro de velocidades (0.50 m/s a 3 m/s), también presenta una ligera diferencia de velocidades en algunos tramos de tuberías entre los programas de WaterCad y el Epanet.

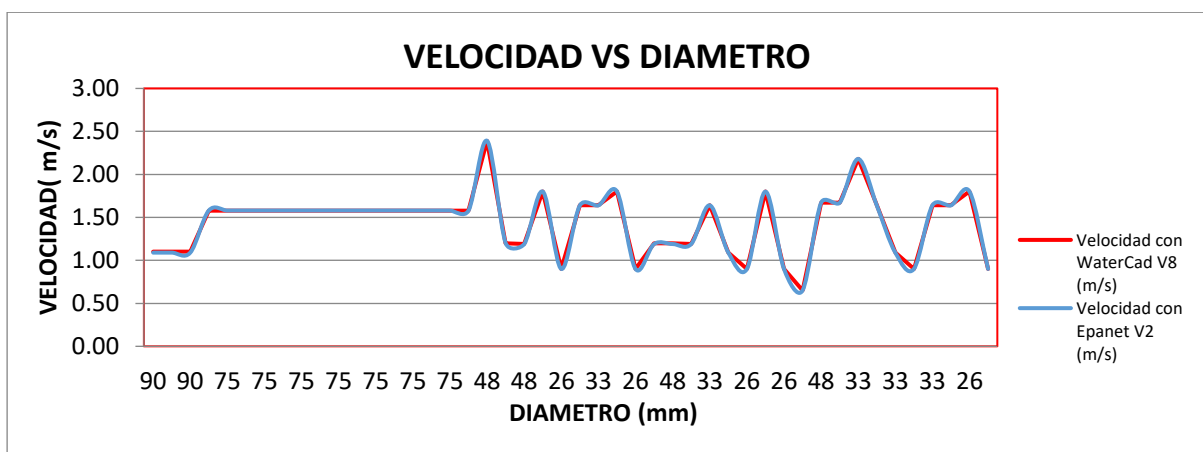


Figura 17.
Velocidad vs Diámetro (Turno V).

En la figura 17 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de velocidades de 0.65 m/s a 2.39 m/s en las tuberías del turno V, las velocidades cumplen con el diseño según parámetro de velocidades (0.50 m/s a 3 m/s), también presenta una ligera diferencia de velocidades en algunos tramos de tuberías entre los programas de WaterCad y el Epanet.

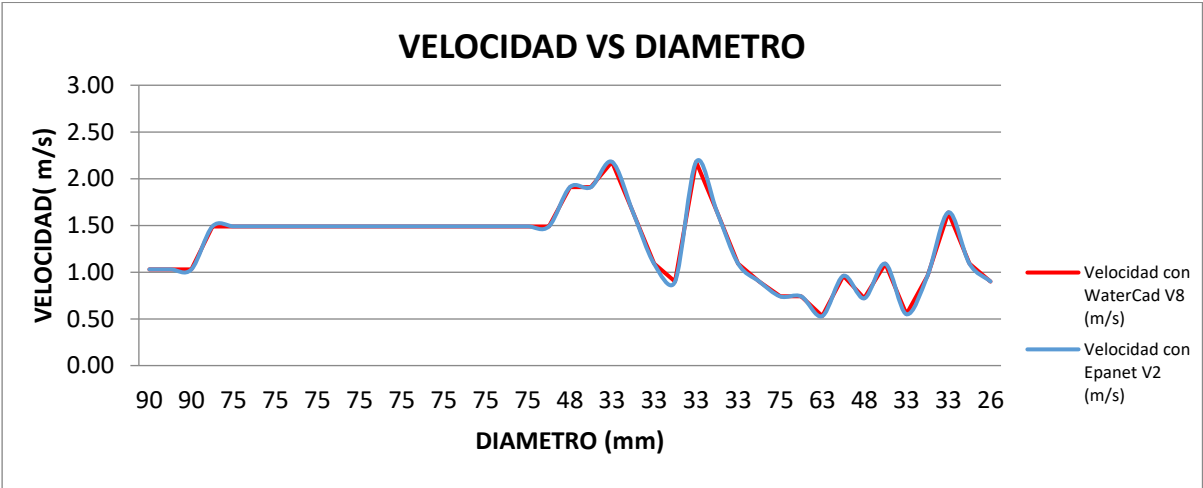


Figura 18.
Velocidad vs Diámetro (Turno VI).

En la figura 18 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de velocidades de 0.53 m/s a 2.18 m/s en las tuberías del turno VI, las velocidades cumplen con el diseño según parámetro de velocidades (0.50 m/s a 3 m/s), también presenta una ligera diferencia de velocidades en algunos tramos de tuberías entre los programas de WaterCad y el Epanet.

4.2. Se Calculo los cambios de Presiones del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales. Resultados de reportes de datos de los cambios de presiones del Software WaterCad V8 y Epanet V2.

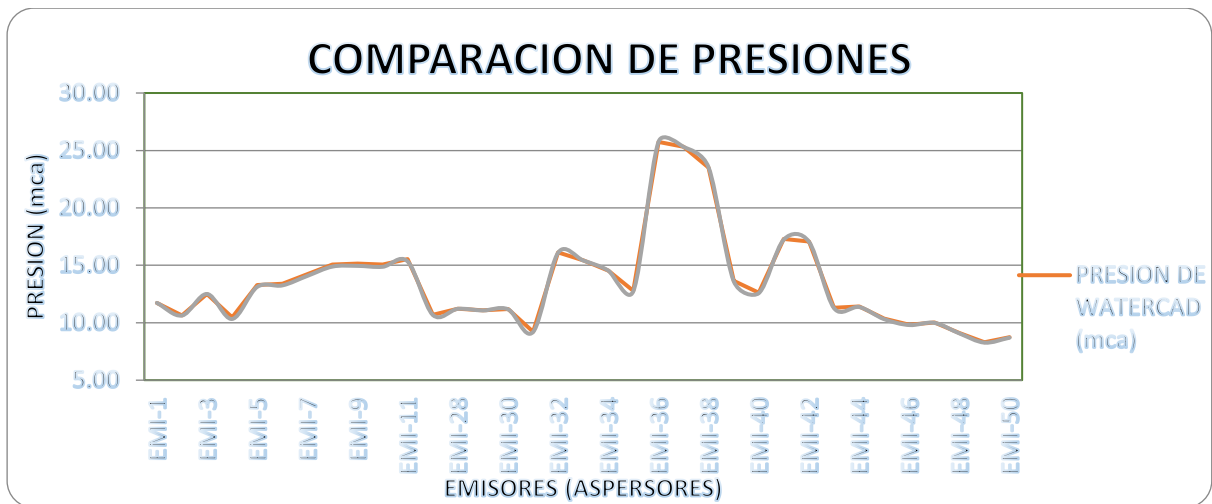


Figura 19.
Cambios de Presiones (Turno I).

En la figura 19 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de presiones de 8.27 mca. a 25.74 mca. en los aspersores del turno I, se ve emisores con presiones menores a la presión mínima del aspersor Xcel wobbler de Presión de trabajo (12 mca a 45 mca) y que supera en algunos tramos a la presión mínima del aspersor VYR 36 de presión de trabajo (25 mca a 45 mca).

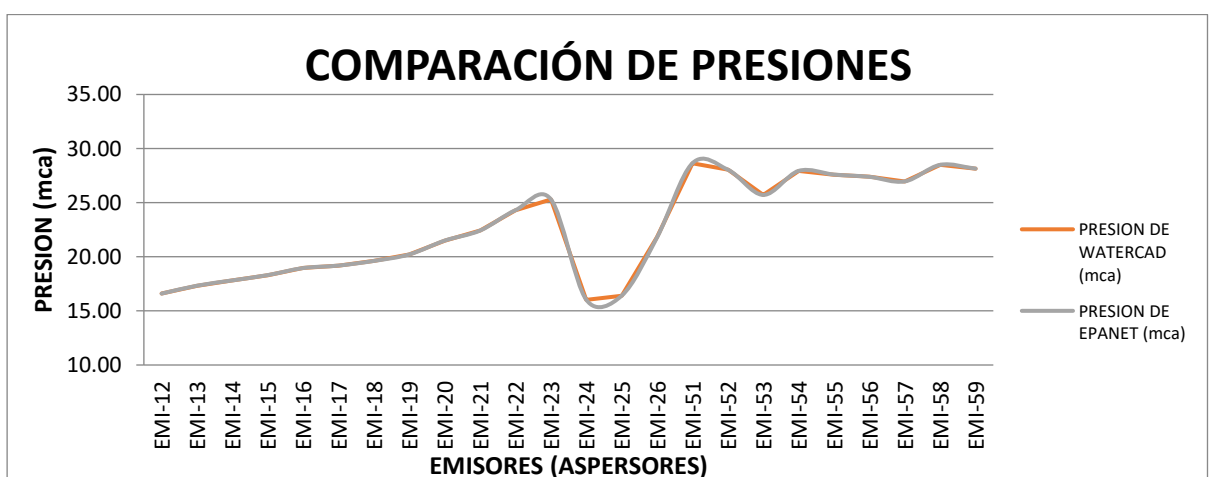


Figura 20.
Cambios de Presiones (Turno II).

En la figura 20 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de presiones de 16.03 mca. a 28.65 mca. en los aspersores del turno II, se ve emisores con presiones mayores a la presión mínima del aspersor Xcel wobbler de Presión de

trabajo (12 mca a 45 mca) y que supera en algunos tramos a la presión mínima del aspersor VYR 36 de presión de trabajo (25 mca a 45 mca).

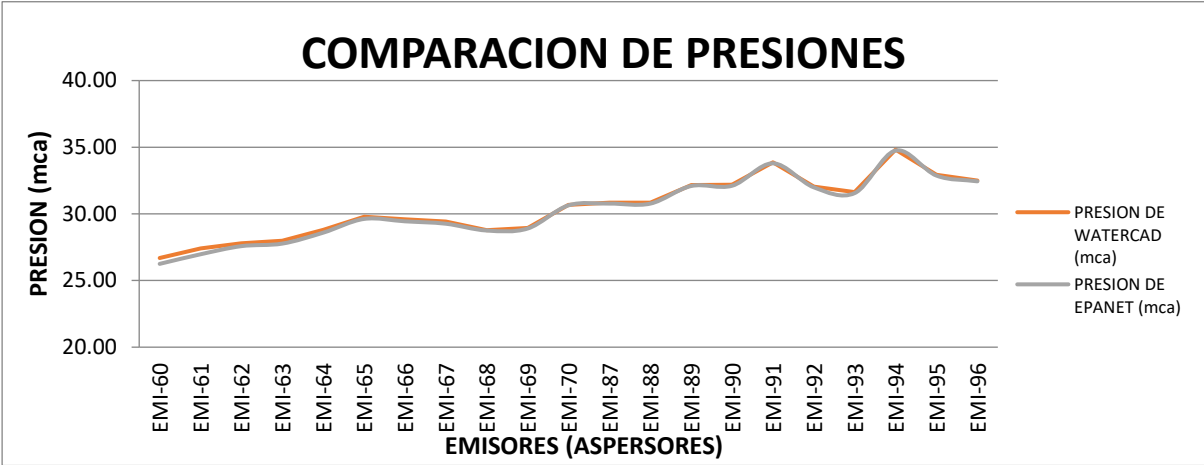


Figura 21. Cambios de Presiones (Turno III).

En la figura 21 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de presiones de 26.25 mca. a 34.75 mca. en los aspersores del turno III, se ve emisores con presiones mayores que supera en algunos tramos a la presión mínima del aspersor VYR 36 de presión de trabajo (25 mca a 45 mca), estando dentro del rango hidráulico permisible.

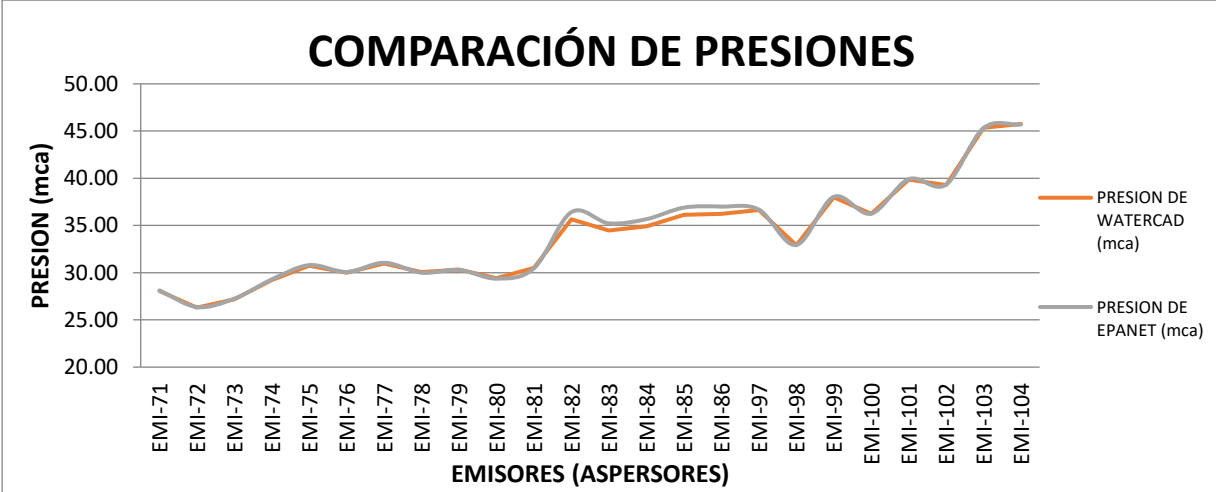


Figura 22. Cambios de Presiones (Turno IV).

En la figura 22 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de presiones de 29.37 mca. a 45.70 mca. en los aspersores del turno IV, se ve emisores con

presiones mayores que supera en algunos tramos a la presión mínima y máximas del aspersor VYR 36 de presión de trabajo (25 mca a 45 mca), estando dentro del rango hidráulico permisible.

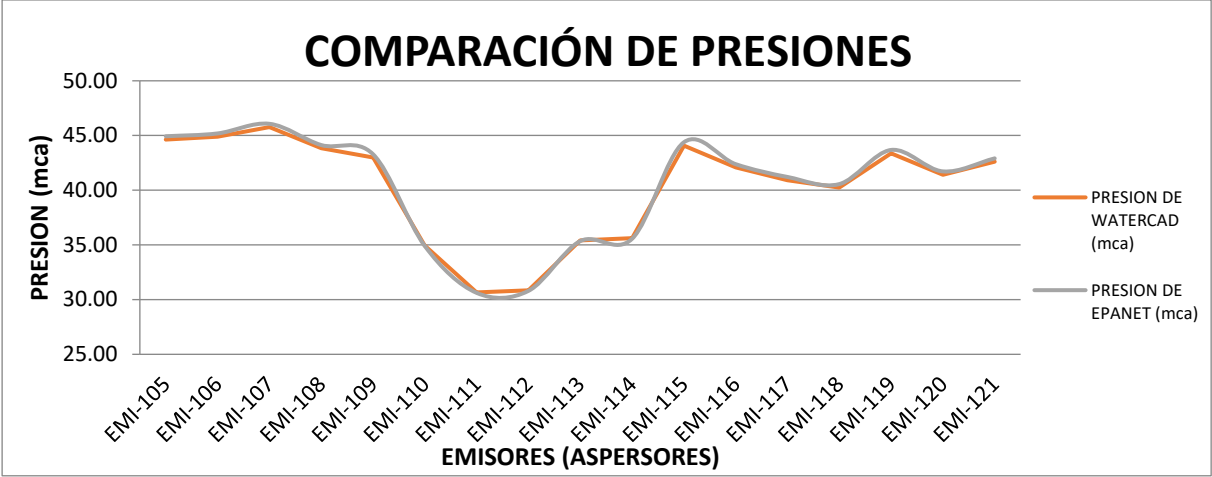


Figura 23. Cambios de Presiones (Turno V).

En la figura 23 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de presiones de 30,62 mca. a 46.07 mca. en los aspersores del turno V, se ve emisores con presiones mayores que supera en algunos tramos a la presión mínima y máximas del aspersor VYR 36 de presión de trabajo (25 mca a 45 mca), estando dentro del rango hidráulico permisible.

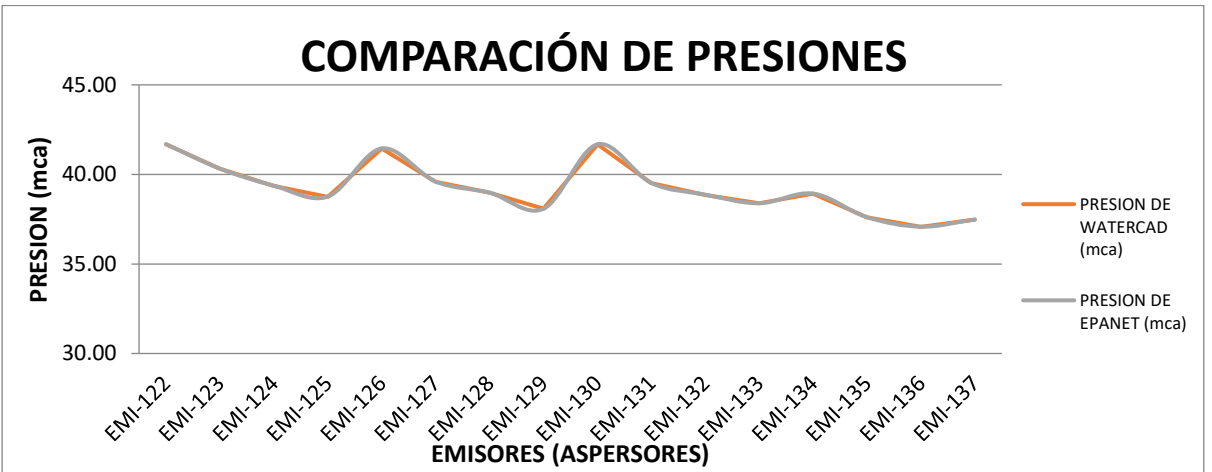


Figura 24. Cambios de Presiones (Turno VI).

En la figura 24 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de presiones de 37.08 mca. A 41.69 mca. en los aspersores del turno VI, se ve emisores con presiones mayores que supera en algunos tramos a la presión mínima del aspersor VYR 36 de presión de trabajo (25 mca a 45 mca), estando dentro del rango hidráulico permisible.

4.3. Se determino los cambios de diámetro del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales.

Resultados de reportes de datos de los cambios de diámetro del Software Watercad V8 y Epanet V2.

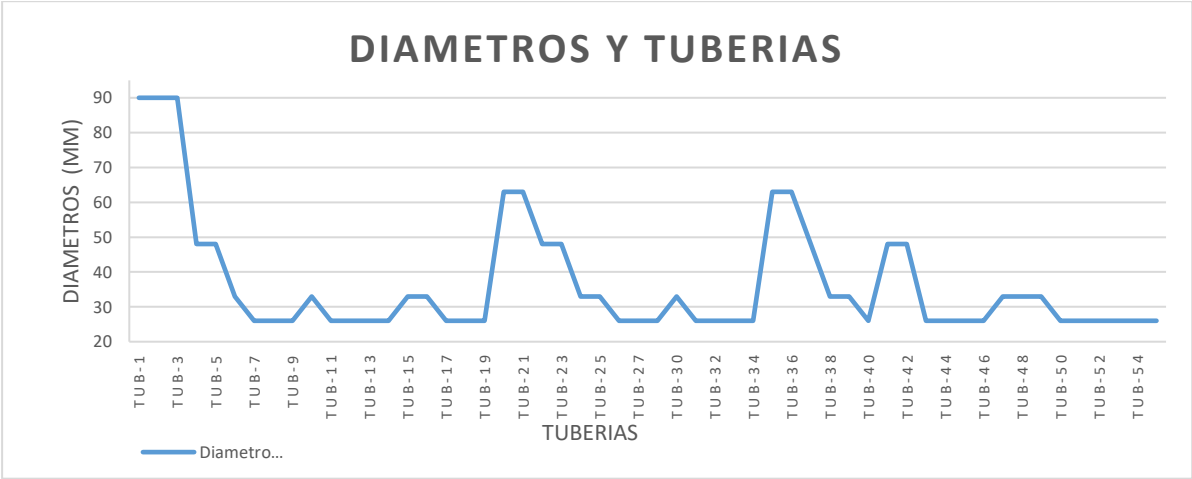


Figura 25. Cambios de Diámetros (Turno I)

En la figura 25 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de diámetro en las tuberías del turno I, con diámetros de 90mm en la red principal de 83.04 m de tuberías, en redes secundarias con diámetros de 48mm y 63mm de 8.11 m y 119.05 m, en las redes de distribución con diámetros de 33mm y 48mm de 48.90 m y 64.28 m y los laterales fijos tiene diámetros de 26mm y 33mm de 127.32 m y 189.0 m de longitud respectivamente.

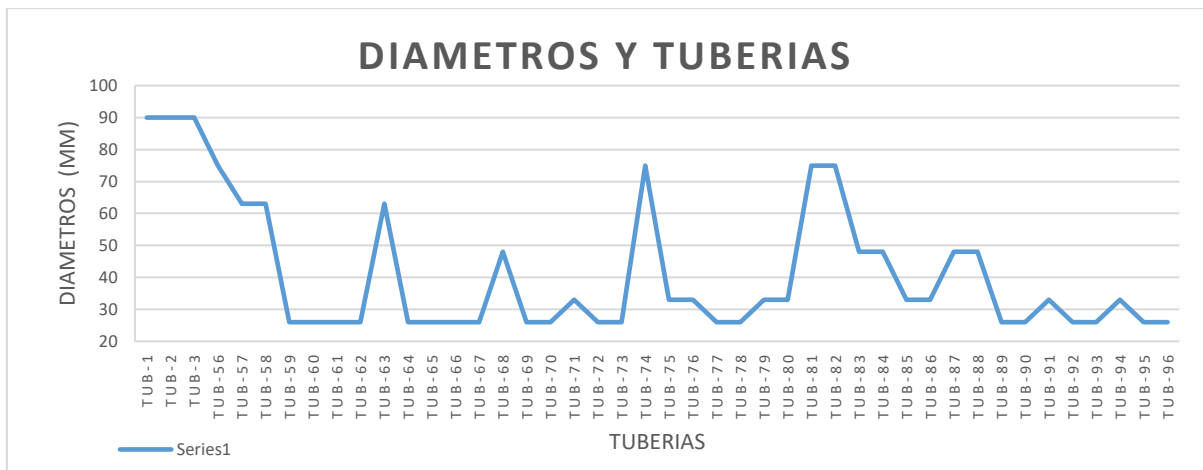


Figura 26.
Cambios de Diámetros (Turno II)

En la figura 26 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de diámetro en las tuberías del turno II, con diámetros de 90mm y 75mm en la red principal de 83.04 m y 77,69 m de tuberías, en redes secundarias con diámetros de 33mm, 48mm y 63mm de 4.13 m, 8.35 m y 4.08 m, en las redes de distribución con diámetros de 33mm, 48mm y 63mm de 60.31 m, 9.96 m y 9.96 m y los laterales fijos tiene diámetros de 26mm y 33mm de 185.98 m y 44.66 m de longitud respectivamente.

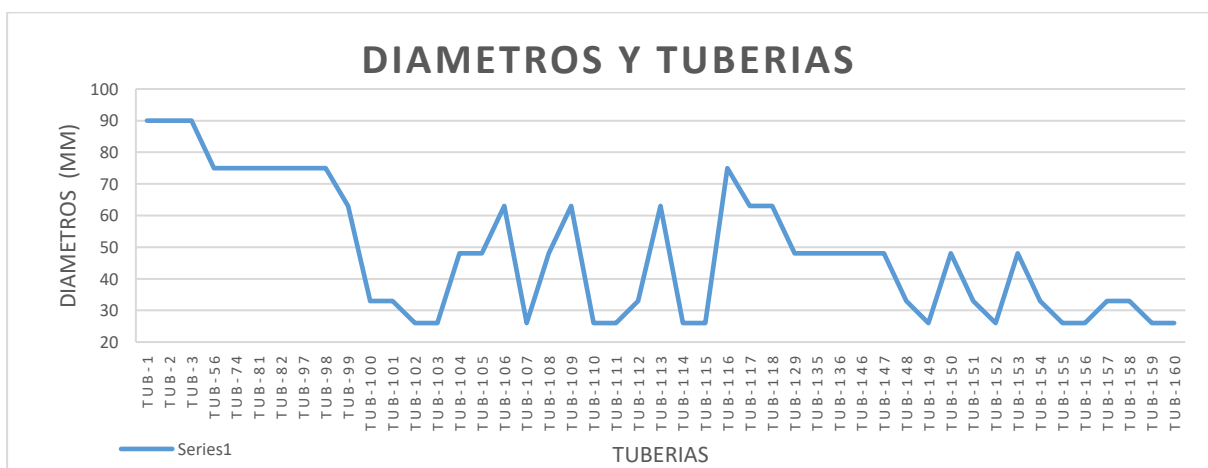


Figura 27.
Cambios de Diámetros (Turno III)

En la figura 27 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de diámetro en las tuberías del turno III, con diámetros de 90mm y 75mm en la red principal de 83.04 m y 159.83 m de tuberías, en redes secundarias con diámetros de 48mm y 63mm de

104.09 m y 23.02 m, en las redes de distribución con diámetros de 33mm y 48mm de 68.96 m y 66.97 m y los laterales fijos tiene diámetros de 26mm, 33mm y 63mm de 208.0 m, 13.16 m y 23.65 m de longitud respectivamente.

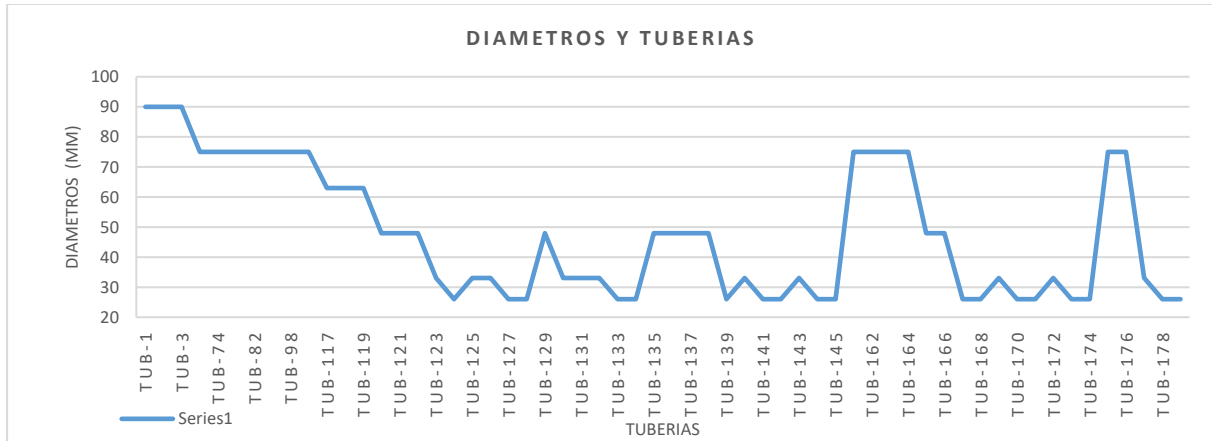


Figura 28.
Cambios de Diámetros (Turno IV)

En la figura 28 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de diámetro en las tuberías del turno IV, con diámetros de 90mm y 75mm en la red principal de 83.04 m y 315.15 m de tuberías, en redes secundarias con diámetros de 48mm y 63mm de 104.09 m y 23.05 m, en las redes de distribución con diámetros de 33mm y 48mm de 80.26 m y 37.12 m y los laterales fijos tiene diámetros de 26mm, 33mm y 48mm de 208.86 m, 57.87 m y 18.12 m de longitud respectivamente.

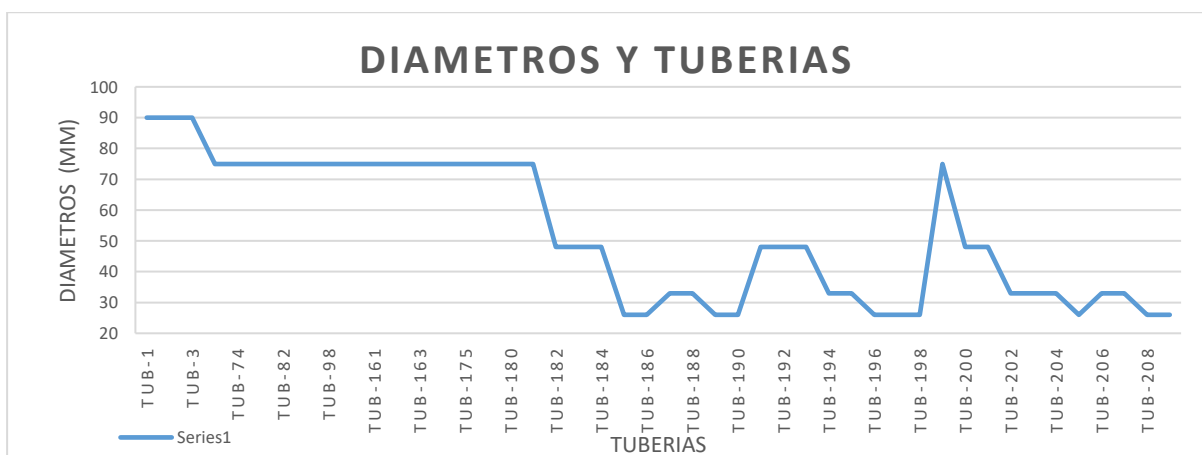


Figura 29.
Cambios de Diámetros (Turno V)

En la figura 29 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de diámetro en las tuberías del turno V, con diámetros de 90mm y 75mm en la red principal de 83.04 m y 433.34 m de tuberías, en redes secundarias con diámetros de 48mm de 76.79 m, en las redes de distribución con diámetros de 33mm y 48mm de 47.67 m y 15.94 m y los laterales fijos tiene diámetros de 26mm y 33mm de 142.03 m y 73.60 m de longitud respectivamente.

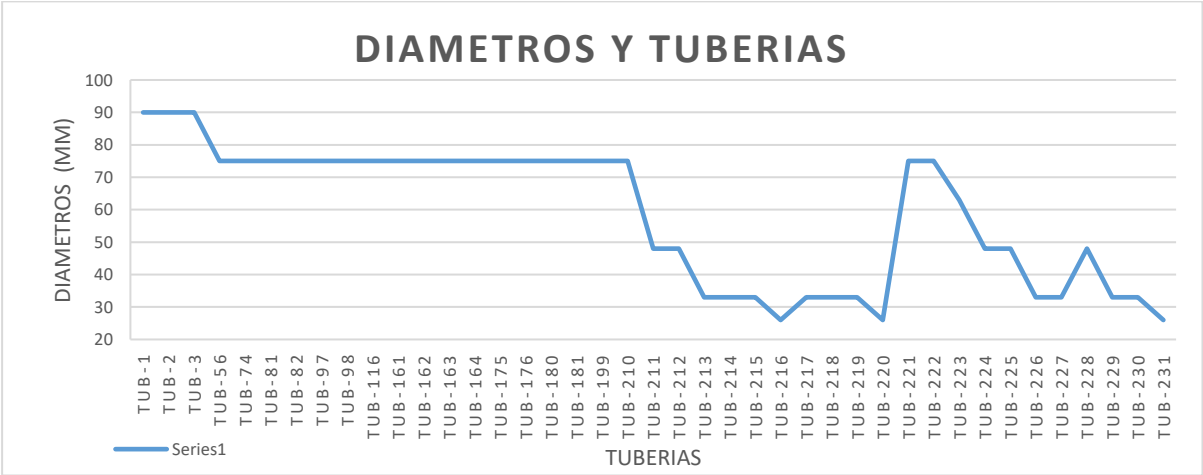


Figura 30. Cambios de Diámetros (Turno VI)

En la figura 30 y tabla (ver Anexo 5), se observa los cambios de diámetro en las tuberías del turno VI, con diámetros de 90mm y 75mm en la red principal de 83.04 m y 445.77 m de tuberías, en las redes de distribución con diámetros de 48mm y 63mm de 20.52 m y 14.81 m y los laterales fijos tiene diámetros de 26mm, 33mm y 48mm de 48.77 m, 150.20 m y 28.69 m de longitud respectivamente.

4.4. Se determino los cambios del comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales.

Los resultados obtenidos de la toma de datos de presiones en campo y los resultados obtenidos de las Herramientas computacionales del programa WaterCad V8 y el programa Epanet V2, se determinó la comparación del comportamiento Hidráulico de presiones, el cual de detallan en las siguientes tablas.

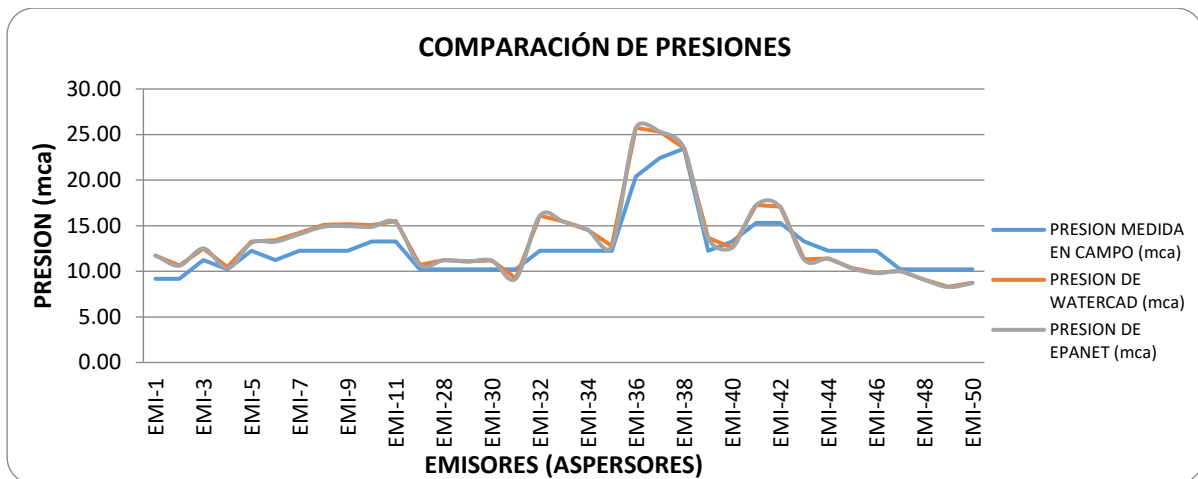


Figura 31.
Cambios de Presiones (Turno I)

En la figura 31 y tabla (ver Anexo 5), se observa el cambio del comportamiento hidráulico de presiones del Turno I, presentando presiones menores entre 9.18 mca y 11.22 mca y presiones mayores entre 12.24 mca y 23.46 mca, medidas en campo y como resultados de los programas Watercad y Epanet, presentan dentro del rango de 12.50 mca y 25.74 mca de algunos aspersores iniciando los laterales fijos y en las partes ultimas de los laterales de riego entre 8.27 mca y 11.73 mca, estas presiones no son suficientes para el normal funcionamiento del aspersor Xcel wobbler de 12 mca de presión mínima de trabajo y el aspersor Vyr 36 de 25 mca de presión mínima de trabajo.

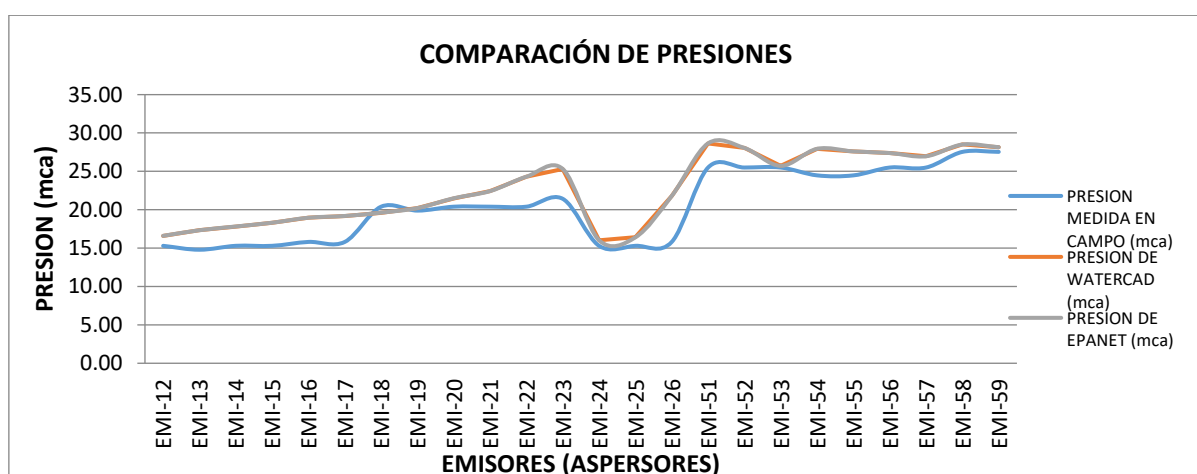


Figura 32.
Cambios de Presiones (Turno II)

En la figura 32 y tabla (ver Anexo 5), se observa el cambio del comportamiento hidráulico de presiones del Turno II, presentando presiones mayores entre 14.79 mca y 27.54 mca, medidas en campo y como resultados de los programas Watercad y Epanet, presentan dentro del rango de 16.02 mca y 28.65 mca de algunos aspersores de los laterales fijos de riego, estas presiones son suficientes para el normal funcionamiento del aspersor Xcel wobbler de 12 mca de presión mínima de trabajo y el aspersor Vyr 36 de 25 mca de presión mínima de trabajo.

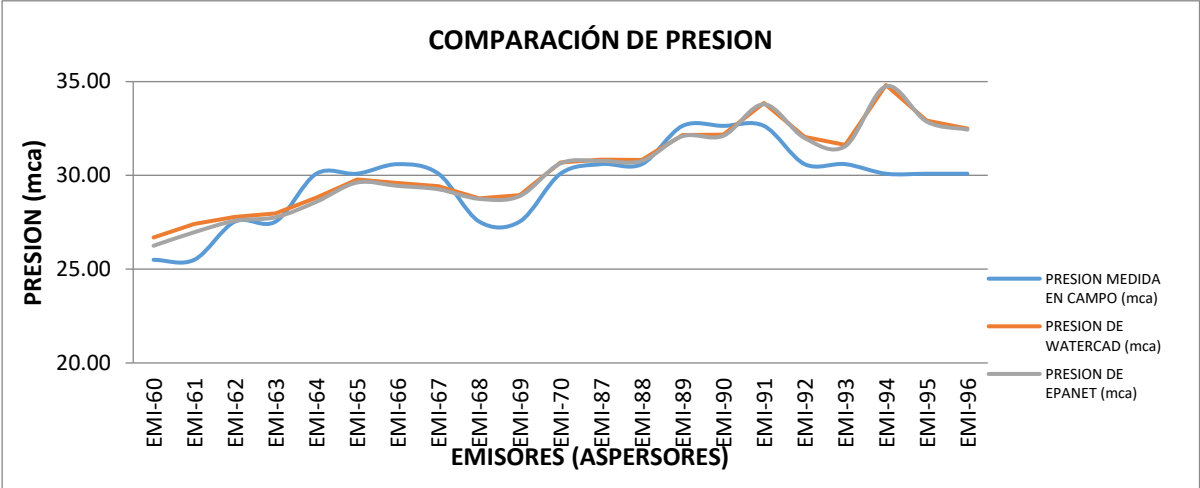


Figura 33. Cambios de Presiones (Turno III)

En la figura 33 y tabla (ver Anexo 5), se observa el cambio del comportamiento hidráulico de presiones del Turno III, presentando presiones mayores entre 25.50 mca y 32.64 mca, medidas en campo y como resultados de los programas Watercad y Epanet, presentan dentro del rango de 26.25 mca y 34.82 mca de algunos aspersores de los laterales fijos de riego, estas presiones son suficientes para el normal funcionamiento del aspersor Xcel wobbler de 12 mca de presión mínima de trabajo y el aspersor Vyr 36 de 25 mca de presión mínima de trabajo.

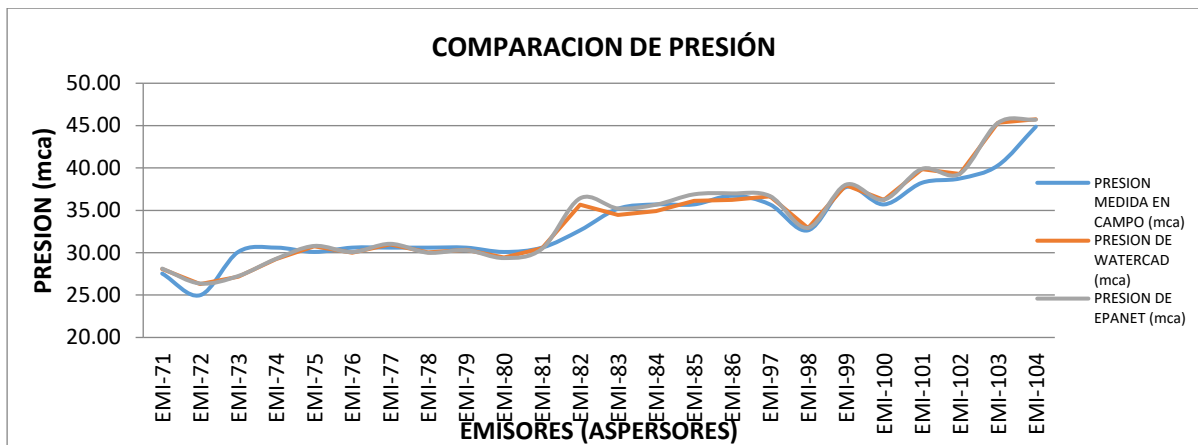


Figura 34.
Cambios de Presiones (Turno IV)

En la figura 34 y tabla (ver Anexo 5), se observa el cambio del comportamiento hidráulico de presiones del Turno IV, presentando presiones mayores entre 24.99 mca y 44.88 mca, medidas en campo y como resultados de los programas Watercad y Epanet, presentan dentro del rango de 26.37 mca y 45.75 mca de algunos aspersores de los laterales fijos de riego, estas presiones son suficientes para el normal funcionamiento del aspersor Xcel wobbler de 12 mca de presión mínima de trabajo y el aspersor Vyr 36 de 25 mca de presión mínima de trabajo.

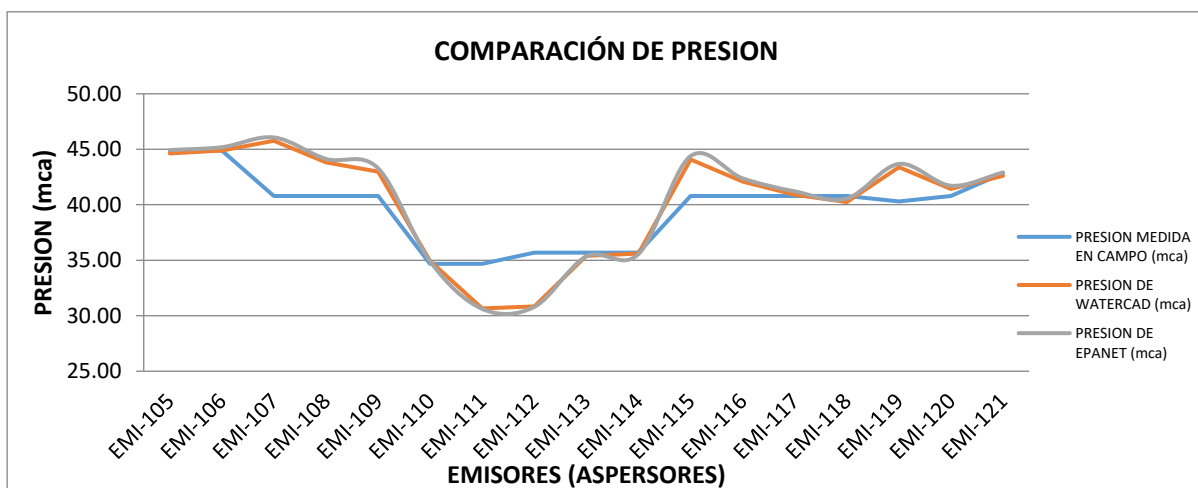


Figura 35.
Cambios de Presiones (Turno V)

En la figura 35 y tabla (ver Anexo 5), se observa el cambio del comportamiento hidráulico de presiones del Turno V, presentando presiones mayores entre

34.68 mca y 44.88 mca, medidas en campo y como resultados de los programas Watercad y Epanet, presentan dentro del rango de 30.62 mca y 45.75 mca de algunos aspersores de los laterales fijos de riego, estas presiones son suficientes para el normal funcionamiento del aspersor Xcel wobbler de 12 mca de presión mínima de trabajo y el aspersor Vyr 36 de 25 mca de presión mínima de trabajo.

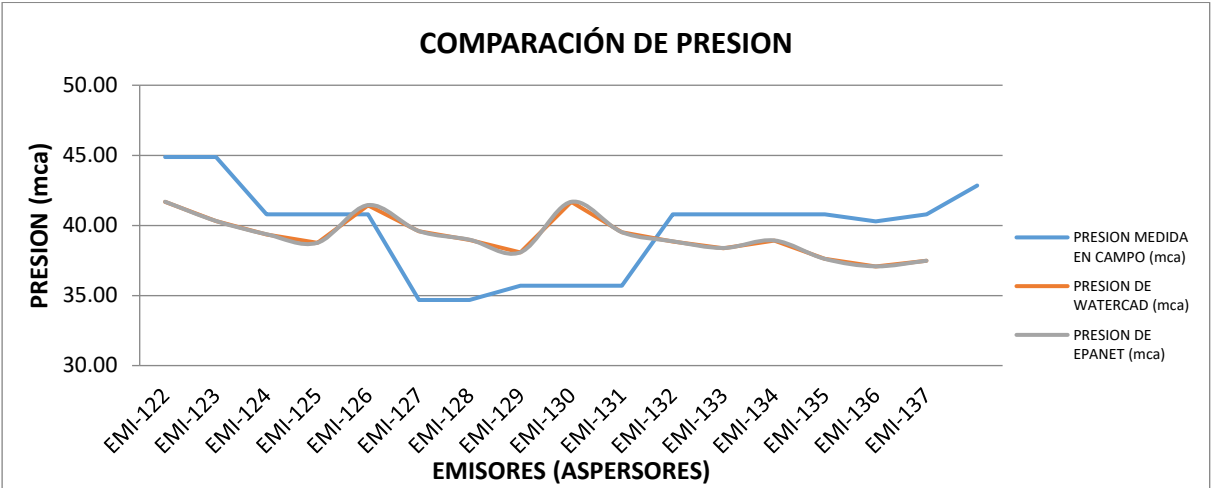


Figura 36. Cambios de Presiones (Turno VI)

En la figura 36 y tabla (ver Anexo 5), se observa el cambio del comportamiento hidráulico de presiones del Turno VI, presentando presiones mayores entre 37.74 mca y 42.84 mca, medidas en campo y como resultados de los programas Watercad y Epanet, presentan dentro del rango de 37.08 mca y 41.69 mca de algunos aspersores de los laterales fijos de riego, estas presiones son suficientes para el normal funcionamiento del aspersor Xcel wobbler de 12 mca de presión mínima de trabajo y el aspersor Vyr 36 de 25 mca de presión mínima de trabajo.

- Resultados de Perdidas de Carga y caudales en tuberías principales, secundarias, porta laterales y laterales.

Los resultados obtenidos del programa WaterCad V8 y el programa Epanet V2, son similares por lo tanto, se determinó utilizar los resultados del programa WaterCad V8. para comparar con los maximos permitidos de perdidas de carga y caudales, detallandose en Cuadros que estan contenidos en el Anexo 5.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1. Los cambios de velocidades del sistema de riego por aspersión de 0.36 m/s a 1.77 m/s, 0.22 m/s a 2.18 m/s y 0.19 m/s a 2.23 m/s en las tuberías del turno I, turno II y turno IV de 26mm y 33mm de diámetro, son menores a 0.50 m/s en los tramos finales de los laterales de riego, no cumplen con los parámetros de velocidades (0.50 m/s a 3 m/s) y las velocidades del turno III, turno V y turno VI, si cumplen con el parámetro de velocidades, presentando una mínima diferencia de velocidades en algunos tramos de tuberías entre los programas de WaterCad y el Epanet, el cual coinciden en la similitud de resultados.

Al respecto Morales (2018). Citado como antecedente Nacional Las velocidades de flujo en la red subtruncal varían entre 0.3 y 1.6 m/s, velocidades menores a 0.50 m/s. Como se puede observar los valores determinados para el primer objetivo específico son similares del antecedente en cuanto a las velocidades en los aspersores, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 2. Los cambios de presiones del sistema de riego por aspersión de 8.27 mca. a 25.74 mca. y 16.03 mca. a 28.65 mca. en los aspersores del turno I y turno II, presenta emisores con presiones menores a la presión mínima de trabajo (12 mca a 45 mca) del aspersor Xcel wobbler y que supera en algunos tramos a la presión mínima de trabajo (25 mca a 45 mca) del aspersor VYR 36. Los aspersores del turno III, turno IV, turno V y turno VI tienen presiones mayores que supera en todos los tramos a la presión mínima de trabajo del aspersor VYR 36, estando dentro del rango hidráulico permisible.

Al respecto Baltazar (2016). Citado como antecedente Internacional mediante la evaluación de los parámetros hidráulicos se determinó que los aspersores VYR 50 tiene una variabilidad de comportamiento referente a la descarga por estos emisores, se obtuvieron valores que van desde un mínimo de 723,52 l/h para una presión de 14,30 m.c.a. hasta un máximo de 735,80 l/h para una presión de 14,72 m.c.a. Asimismo, Morales (2018), citado como antecedente nacional se obtuvo el dimensionamiento óptimo de las tuberías, manteniendo la tolerancia de presiones en la subunidad y las velocidades de flujo permitidas en la red.

Como se puede observar los valores determinados para el segundo objetivo específico son similares del antecedente en cuanto a las presiones en los aspersores, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 3. Los cambios de diámetro del sistema de riego por aspersión, presenta diámetros de 90mm,75mm y 63 mm en la red principal, en redes secundarias 33mm,48mm y 63mm, presenta diámetros del turno I, en redes de distribución 33mm y 48mm y los laterales fijos tiene diámetros de 26mm y 33mm, en el turno II, en la red de distribución 33mm, 48mm y 63mm y los laterales fijos de 26mm y 33mm, el turno III tiene redes de distribución de 33mm y 48mm, en laterales fijos 26mm, 33mm y 63mm. Las tuberías del turno IV, en redes de distribución diámetros de 33mm y 48mm, los laterales fijos de 26mm, 33mm y 48mm, el turno V en red de distribución de 33mm y 48mm, laterales fijos de 26mm y 33mm y en el turno VI, en redes de distribución 48mm y 63mm, los laterales fijos de diámetros de 26mm, 33mm y 48mm respectivamente.

Al respecto Narvéez (2016). Citado como antecedente Internacional La red del sistema de riego, tiene tuberías de diámetro $\frac{3}{4}$, 1" 1 $\frac{1}{2}$ ", 2", 3", 4", 6" y 8". Dividida en 2 sectores, de acuerdo al planteamiento de diseño. De la tubería principal que va en 8" se hacen 2 derivaciones para abastecer los diferentes usuarios, lo cual se realiza un control mediante válvulas de cierre.

Como se puede observar los valores determinados para el tercer objetivo específico son similares del antecedente en cuanto a los diámetros en los aspersores, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 4. Los cambio del comportamiento hidráulico del sistema hidráulico por aspersión de las presiones del Turno I, presentando presiones menores de 11.22 mca y presiones mayores entre 12.24 mca, medidas en campo y como resultados de los programas Watercad y Epanet, presentan menores presiones de 11.73 mca y mayores presiones de 12.50 mca, estas presiones menores a la presión mínima de trabajo de 12 mca, no son suficientes para el normal funcionamiento y distribución agua en el diámetro de riego del aspersor Xcel wobbler, el resto de turnos presentan presiones que son suficientes para el normal funcionamiento del aspersor Xcel wobbler de 12 mca y el aspersor Vyr 36 de 25 mca de presiones mínima de trabajo.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: Se concluye que los cambios de velocidades del sistema de riego por aspersión de 0.36 m/s a 1.77 m/s, 0.22 m/s a 2.18 m/s y 0.19 m/s a 2.23 m/s en las tuberías del turno I, turno II y turno IV de 26mm y 33mm de diámetro, son menores a 0.50 m/s en los tramos finales de los laterales de riego, no cumplen con los parámetros de velocidades (0.50 m/s a 3 m/s) y las velocidades del turno III, turno V y turno VI, si cumplen con el parámetro de velocidades, presentando una mínima diferencia de velocidades en algunos tramos de tuberías entre los programas de WaterCad y el Epanet, el cual coinciden en la similitud de resultados.

Conclusión 2: Se concluye que los cambios de presiones del sistema de riego por aspersión de 8.27 mca. a 25.74 mca. y 16.03 mca. a 28.65 mca. en los aspersores del turno I y turno II, presenta emisores con presiones menores a la presión mínima de trabajo (12 mca a 45 mca) del aspersor Xcel wobblers y que supera en algunos tramos a la presión mínima de trabajo (25 mca a 45 mca) del aspersor VYR 36. Los aspersores del turno III, turno IV, turno V y turno VI tienen presiones mayores que supera en todos los tramos a la presión mínima de trabajo del aspersor VYR 36, estando dentro del rango hidráulico permisible.

Conclusión 3: Se concluye que los cambios de diámetro del sistema de riego por aspersión, presenta diámetros de 90mm, 75mm y 63 mm en la red principal, en redes secundarias 33mm, 48mm y 63mm, presenta diámetros del turno I, en redes de distribución 33mm y 48mm y los laterales fijos tiene diámetros de 26mm y 33mm, en el turno II, en la red de distribución 33mm, 48mm y 63mm y los laterales fijos de 26mm y 33mm, el turno III tiene redes de distribución de 33mm y 48mm, en laterales fijos 26mm, 33mm y 63mm. Las tuberías del turno IV, en redes de distribución diámetros de 33mm y 48mm, los laterales fijos de 26mm, 33mm y 48mm, el turno V en red de distribución de 33mm y 48mm, laterales fijos de 26mm y 33mm y en el turno VI, en redes de distribución 48mm y 63mm, los laterales fijos de diámetros de 26mm, 33mm y 48mm respectivamente.

Conclusión 4: Se concluye que los cambio del comportamiento hidráulico del sistema hidráulico por aspersión de las presiones del Turno I, presentando presiones menores de 11.22 mca y presiones mayores entre 12.24 mca, medidas en campo y como resultados de los programas Watercad y Epanet, presentan menores presiones de 11.73 mca y mayores presiones de 12.50 mca, estas presiones menores a la presión mínima de trabajo de 12 mca, no son suficientes para el normal funcionamiento y distribución agua en el diámetro de riego del aspersor Xcel wobblers, el resto de turnos presentan presiones que son suficientes para el normal funcionamiento del aspersor Xcel wobblers de 12 mca y el aspersor Vyr 36 de 25 mca de presiones mínima de trabajo.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Se recomienda que para obtener los cambios de velocidades del sistema de riego dentro de los parámetros mínimos de diseño de tuberías se debe seleccionar diámetros comerciales y clase de tuberías de acuerdo a la NTP-ISO 1452 y NTP 399.002, teniendo en cuenta el caudal de consumo de cada una de las parcelas de riego, ya que hay falencias en el cumplimiento de los parámetros de velocidades mínimas y máximas para sistemas de riego.

Recomendación 2: Se recomienda que para obtener los cambios de presiones del sistema de riego se debe hacer una distribución topológica de redes de tuberías adecuada a los desniveles topográficos del proyecto de riego para evitar presiones bajas que perjudican el normal funcionamiento de los aspersores y escoger otros tipos de accesorios de riego que satisfagan la demanda de agua requerida por el cultivo de la zona, que trabaje con menores presiones a 12 mca.

Recomendación 3: Se recomienda que los cambios de diámetro del sistema de riego por aspersión deben considerarse para las redes principales, secundarias tuberías de tubos a presión de clase C-7,5 para diámetros de 90mm, 75mm y 63mm y para las redes de distribución y laterales fijos de riego tuberías a presión de clase C-7.5 y clase C-10 para resistir presiones mayores a 75 mca.

Recomendación 4: En general se recomienda que los cambios del comportamiento hidráulico del sistema de riego por aspersión de presiones tengan una adecuada distribución de las redes hidráulicas, haciendo un apropiado levantamiento Topográfico y adecuada topología de la red de distribución y ubicación adecuada del reservorio en una zona más alta a las áreas o parcelas de cultivo para obtener una buena distribución de caudales, velocidades y presiones para un óptimo modelamiento y diseño hidráulico de las redes del sistema de riego por aspersión utilizando los programas WateCad y Epanet, en vista de que los dos programas dan resultados similares del diseño hidráulico y en cuanto al mejor diseño óptimo recomiendo el uso del programa WaterCad V8 ya que cuenta con más herramientas.

REFERENCIAS

1. Agüero, R. (2003). Agua potable para poblaciones rurales. 2 ed. Lima: Asociación servicios educativos rurales.
2. Álvarez, S., & TORRES, C. (2019). Estudio y diseño de obra hidráulica, destinada al riego por aspersión, para incrementar la producción agrícola en el caserío Sexemayo Lote I, centro poblado el Cumbe, distrito de Cajamarca 2019. Universidad César Vallejo (Tesis de Ingeniería Civil). Lima, Perú. 422 p. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43407?locale-attribute=es>
3. Anten, M., & Willet, H. (2000). Guía metodológica, Diseño de pequeños sistemas de riego por aspersión en laderas. Cajamarca. Pronamachcs.
4. Arias, F. (2006). Introducción a la metodología científica. 6.^a ed. República Bolivariana de Venezuela: Episteme.
5. Baechle, R., & Earle, R. (2007). Principios de entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento físico. 2da. Edición. Madrid, España: Editorial Médica panamericana.
6. Baltazar, I., & Chipana, G. (2016). Estudio del comportamiento hidráulico relacionado a la uniformidad de aplicación, mediante el método de riego por aspersión en la Estación Experimental Choquenaira. 3(1), 18-29.
7. Bejarano, N. (2018). Uso del software Wcadi para el diseño de riego por goteo del cultivo de arándanos (*Vaccinium Myrtillus*) (43 HAS), en el fundo Armonía 1, Distrito de Chao, Irrigación Chavimochic-La Libertad. Trujillo-Perú 2018. Universidad Nacional de Trujillo (Tesis de Ingeniería Agrícola). Trujillo, Perú. 163 p. Obtenido de <https://1library.co/document/4zp8l90y-software-arandano-vaccinium-myrtillus-distrito-irrigacion-chavimochic-libertad.html>
8. Bentley Instituto. (2017). Manual de Modelación y Diseño de Sistemas de Distribución de Agua presentando WaterCAD V8 XM. Obtenido de https://www.academia.edu/35222715/WaterCAD_GEMS_V8i_Curso_de_Modelaci%C3%B3n_y_Dise%C3%B1o_de_Sistemas_de_Distribuci%C3%B3n_Intermedio_sistema_m%C3%A9trico

9. Briceño, M., Álvarez, F., & Barahona, U. (2012). Manual de riego y drenaje. El Zamorano, Honduras. Briones, G. (2000). La investigación social y educativa. Convenio Andrés Bello. Bogotá, Colombia: Tercer Mundo Editores.
10. Carrasco, S. (2013). Metodología Investigación Científica. Lima Perú: San Marcos.
11. Comisión Nacional del Agua. (2007). Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales. Obtenido de <https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/work/models/PTP/SED/Evaluaciones/CHPF2008/16s075ecyr07.pdf>
12. Fuentes, J. (2003). Técnicas de Riego. 4ta Edición revisada y ampliada. Madrid, España: Ediciones Mundi - Prensa.
13. Gil, J., KHAN, L., & Hernandez, R. (2002). Evaluación del comportamiento Hidráulico de varios emisores importados para riego por goteo. 2(1), 64-72.
14. Giles, R., Evett, J., & Liu, C. (1994). Mecánica de los Fluidos e Hidráulica. España.: McGraw Hill.
15. Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F.: MC Graw Hill Education.
16. Herrera, A. (1998). Notas sobre Psicometría. . Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
17. Morales, A. (2018). Diseño de un sistema de riego por aspersión para áreas verdes urbanas-parque zonal Huiracocha San Juan de Lurigancho-Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina (Tesis de Ingeniería Agrícola). Lima, Perú. 137 p. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3284>
18. Narvaéz, D. (2016). Revisión del funcionamiento de un distrito de riego a pequeña escala en el municipio de Potosí - Nariño, empleando software de simulación, Bogotá 2016. Universidad Santo Tomás (Tesis de Ingeniería Civil). Bogotá, Colombia. 95 p. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2642/Narv%c3%a1ezdarwin2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. PSI. (2006). Guía para la elaboración de Expedientes Técnicos de riego Presurizado. Componente B: Riego Tecnificado. Lima –Perú. Obtenido de

http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cguias%5Cguia_expedientes_tecnicos_riego_presurizado.pdf

20. Rocha, A. (2007). Hidráulica de Tuberías y Canales. Edición 1. Lima, Perú: Editorial Universidad Nacional de Ingeniería.
21. Rodríguez, M., & Puig, O. (2011). Comportamiento hidráulico de los sistemas de riego por goteo superficial y sub superficial. 20(4), 36-41.
22. Rossman, L. (2017). Epanet 2 Manual del usuario. Valencia: Valencia, España: Universidad Politécnica Alzamora.
23. Sotelo, G. (1994). Hidráulica General Vol. 1 Fundamentos. Mexico, D.F.: Editorial Limusa, S.A de C.V. Grupo Noriega Editores.
24. Tarjuelo, M. (1991). El riego por aspersión y su tecnología. (3ra edición). España: Ediciones Mundi Prensa.
25. Tarjuelo, M. (1999). El riego por aspersión y su tecnología. (2da edición). Madrid, España.: Mundi prensa.
26. Valderrama, S. (2015). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima Perú: San Marcos.
27. Vidal, M. (2019). Evaluación del comportamiento hidráulico de redes de abastecimiento de agua potable por métodos convencionales en la ciudad de Piscobamba, Ancash-2019. Universidad César Vallejo (Tesis de Ingeniería Civil). Lima, Perú. 111 p. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49593?locale-attribute=en>

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

TÍTULO: "Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020"

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cómo cambia el Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar el cambio del Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL El Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales cambia significativamente, Paras, Ayacucho 2020</p>	<p>V1: Herramientas computacionales.</p>	<p>D1: WaterCAD V8i</p> <p>D2: Epanet 2.0</p>	<p>I1: Caudal I2: Topografía I3: Clases de Tubería</p> <p>I1: Caudal I2: Topografía I3: Clases de Tubería</p>	<p>Método: Científico Aplicados para plantear y solucionar problemas de investigación verificando la hipótesis. Tipo: Aplicada Posee objetivos prácticos cercanos definidos; indaga a generar variaciones en un determinado sector de la realidad. Nivel: explicativo Resultados y conclusiones representan el grado más elevado de conocimientos. Diseño: No experimental. Estudio sistemático y empírico de variables independientes que no se manipulan puesto que ya han sucedido Población: Trece sistemas de riego del Distrito de Paras. Muestra: red de distribución del sistema de riego del Distrito Paras. Técnica: Observación directa Instrumento: Ficha de recopilación de información</p>
<p>PROBLEMA ESPECIFICO ¿Cuánto cambia las Velocidades del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020?</p>	<p>OBJETIVO ESPECIFICO Calcular los cambios de Velocidades del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECIFICA Las Velocidades del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales cambian mínimamente, Paras, Ayacucho 2020</p>	<p>V2: Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión</p>	<p>D1: Velocidades</p> <p>D2: Presiones</p> <p>D3: Diámetros</p>	<p>I1: velocidad mínima I2: Caudal I3: Clases de Tubería</p> <p>I1: velocidad mínima I2: Clases de Tubería I3: Topografía</p> <p>I1: Diámetro mínimo I2: Caudal I3: Longitud</p>	
<p>¿Cuánto cambia las Presiones del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020?</p>	<p>Calcular los cambios de Presiones del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020</p>	<p>Las Presiones del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales cambian moderadamente, Paras, Ayacucho 2020</p>				
<p>¿Cuánto cambia los Diámetros del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020?</p>	<p>Determinar los cambios de Diámetros del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020</p>	<p>Los Diámetros del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales cambian considerablemente, Paras, Ayacucho 2020.</p>				

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 2: Análisis de valides de fichas de recopilación de datos

SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Ongoy, Apurímac 2020

AUTOR: BACH. ENVER ANTONIO GONZALES HUAMANI

I.- INFORMACION GENERAL:						EXPERTO
UBICACIÓN:						A
DISTRITO:	Ongoy	ALTITUD:				1
PROVINCIA:	Chincheros	LATITUD:				
REGION:	Apurímac	LONGITUD:				
II.- D1V1/D2V1: DESEMPEÑO DEL SOFTWARE WATERCAD V8i EN HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES						1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Caudal	lt/seg.	Topografía	m. s.n.m	Clases de tubería	Tipo	
III.- D2V1/D2V2: DESEMPEÑO DEL SOFTWARE EPANET 2.0 EN HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES						1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Caudal	lt/seg.	Topografía	m. s.n.m	Clases de tubería		
IV.- D1V2/D1V1: VELOCIDAD EN COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION						0
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Velocidad	m/seg.	Caudal	lt/seg.	Clases de tubería		
V.- D2V2/D2V1: PRESSION EN COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION						1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Velocidad	m/seg.	Clases de tubería		Topografía	m. s.n.m	
VI.- D3V2/D3V1: DIAMETRO EN COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION						1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
Diametro	mm	Caudal	lt/seg.	Longitud	m	
APELLIDOS Y NOMBRES:	LUIS ANDY ZEVALLOS LLACCTAHUAMANI					
PROFESION	Ing. Civil					
REGISTRO CIP No:	222451					
EMAIL:	ingdesarrollo84@gmail.com					
TELEFONO:	999606084					

5
0.833


Luis A. Zevallos Llacctahuamani
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 222451

SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020

AUTOR: Br. ENVER ANTONIO GONZALES HUAMANI

I.- INFORMACION GENERAL:					
UBICACIÓN:					
DISTRITO:	Ongoy	ALTITUD:			
PROVINCIA:	Chincheros	LATITUD:			
REGION:	Apurimac	LONGITUD:			
II.- D1V1/D2V1: DESENPEÑO DEL SOFTWARE WATERCAD V8i EN HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Caudal	lt/seg.	Topografía	m.s.n.m	Clases de tubería	Tipo
III.- D2V1/D2V2: DESENPEÑO DEL SOFTWARE EPANET 2.0 EN HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Caudal	lt/seg.	Topografía	m.s.n.m	Clases de tubería	
IV.- D1V2/D1V1: VELOCIDAD EN COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Velocidad	m/seg.	Caudal	lt/seg.	Clases de tubería	
V.- D2V2/D2V1: PRESION EN COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Velocidad	m/seg.	Clases de tubería		Topografía	m.s.n.m
VI.- D3V2/D3V1: DIAMETRO EN COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Diametro	mm	Caudal	lt/seg.	Longitud	m
APELLIDOS Y NOMBRES: MENESES NAÑACC -HUARI EDUARDO ESUM					
PROFESION Ing. Agrícola					
REGISTRO CIP No: 165962					
EMAIL: edumen_2005@hotmail.com					
TELEFONO: 996203454					

EXPERTO
B
1
1
0
1
0
4
0.667





Edmundo Meneses Nañacc-Huari
INGENIERO AGRICOLA
CIP. N° 165962

SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

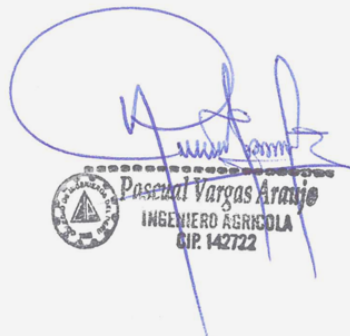
PROYECTO: Comportamiento Hidráulico del sistema de riego por Aspersión mediante Herramientas computacionales, Paras, Ayacucho 2020

AUTOR: Br. ENVER ANTONIO GONZALE S HUAMANI


I.- INFORMACION GENERAL:					
UBICACIÓN:					
DISTRITO:	Ongoy	ALTITUD:			
PROVINCIA:	Chincheros	LATITUD:			
REGION:	Apurimac	LONGITUD:			
II.- D1V1/D2V1: DE SENPEÑO DEL SOFTWARE WATERCAD V8i EN HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Caudal	lt/seg.	Topografía	m. s. n. m	Clases de tubería	Tipo
III.- D2V1/D2V2: DE SENPEÑO DEL SOFTWARE EPANET 2.0 EN HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Caudal	lt/seg.	Topografía	m. s. n. m	Clases de tubería	
IV.- D1V2/D1V1: VELOCIDAD EN COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Velocidad	m/seg.	Caudal	lt/seg.	Clases de tubería	
V.- D2V2/D2V1: PRESION EN COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Velocidad	m/seg.	Clases de tubería		Topografía	m. s. n. m
VI.- D3V2/D3V1: DIAMETRO EN COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Diametro	mm	Caudal	lt/seg.	Longitud	m
APELLIDOS Y NOMBRES:	VARGAS ARAUJO PASCUAL				
PROFESION	Ing. Agrícola				
REGISTRO QIP No:	142722				
EMAIL:	pascho@hotmail.com				
TELEFONO:	990400062				

EXPERTO
C
1
1
1
1
0
1

5
0.833



Pascual Vargas Arango
INGENIERO AGRICOLA
QIP. 142722



ANEXO 3: Documento de sustento de permiso para la realización de la tesis.



Los Olivos, 26 de enero del 2021

CARTA N°008-2021/EP-ING-CIV-UCV

Señores
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PARAS



De mi consideración:

Por medio de la presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez presentar al estudiante **GONZALES HUAMANI, ENVER ANTONIO** con código de matrícula N°7002558786 quien en el semestre académico 2021-I se encuentra en la etapa de desarrollo de la tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, asimismo, nuestro estudiante requiere recopilación de datos en campo, el cual será para su tema de investigación que forman parte de la tesis que viene desarrollando, titulada "**COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN MEDIANTE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES, PARAS, AYACUCHO 2020**".

Agradezco anticipadamente su gentil atención y su apoyo a favor de nuestro estudiante.

En tal sentido, si fuera posible de remitirle la información al correo electrónico envergonzales150@gmail.com

Segura de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

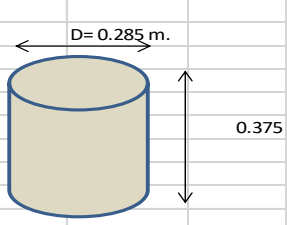
Cordialmente,

Mg. Doris Lina Huamán Baldeón
Coordinadora
EP de Ingeniería Civil

Yanet

ANEXO 4: Memoria de calculo

- Cálculo del caudal de captación.

AFORO DE CAPTACION						
1. DATOS GENERALES						
LUGAR:	SAN MARTIN DE CCAYACC	FECHA:	ENERO 2021			
DISTRITO:	PARAS	HORA:	10:00 a.m.			
PROVINCIA:	CANGALLO	CLIMA:	Cielo despejado			
DPTO.:	AYACUCHO					
2. DESCRIPCION DE LA FUENTE						
TIPO:	RIACHUELO	UBICACIÓN FUENTE:		Coord. UTM:	85022763	N
NOMBRE:	CCAYACC				543198	E
TEMPORADA:	EPOCA DE SECANO			Altitud:	3422	m.s.n.m.
AFORO:	METODO VOLUMETRICO					
3. CALCULOS DE AFORO						
Medición	Tiempo (seg)	Altura (m)	Volumen (lt)	Caudal (l/s)		
1°	4.87	0.38	23.92	4.91		
2°	4.73	0.38	23.92	5.06		
3°	4.99	0.38	23.92	4.79		
4°	5.01	0.38	23.92	4.77		
5°	8.09	0.38	23.92	2.96		
CAUDAL PROMEDIO DE CAPTACION				4.50		
						
4. CONCLUSION:						
		Caudal total promedio en lt/seg:		4.50		

- Cálculo de la Evapotranspiración Potencial (ETo)

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled								
Country	Ayacucho			Station	SANTA CRUZ DE HOSPEC			
Altitude	4273	m.	Latitude	13.20	°S	Longitude	74.50	°E
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo	
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m ² /day	mm/day	
January	-0.8	18.7	79	3	4.6	17.5	3.16	
February	-0.4	17.4	84	3	4.1	16.5	2.94	
March	-0.6	18.8	85	2	4.3	16.0	2.82	
April	-1.8	24.0	81	2	6.1	17.2	3.04	
May	-3.6	23.5	76	3	7.9	17.7	2.93	
June	-4.2	19.2	73	3	7.8	16.5	2.48	
July	-4.7	17.0	68	2	8.1	17.3	2.32	
August	-5.0	31.8	64	3	7.9	18.8	3.32	
September	-3.4	19.6	68	3	6.5	18.7	3.20	
October	-2.1	19.5	69	3	6.4	19.7	3.38	
November	-3.1	20.0	73	3	6.3	20.0	3.50	
December	-1.2	19.4	81	3	4.5	17.3	3.14	
Average	-2.6	20.7	75	3	6.2	17.8	3.02	

- Cálculo de la precipitación efectiva 75%

Monthly rain - untitled

Station: ANTA CRUZ DE HOSPIQ Eff. rain method: USDA S.C. Method

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	169.8	123.7
February	170.6	124.1
March	152.2	115.1
April	58.4	53.0
May	16.1	15.7
June	9.1	9.0
July	15.0	14.6
August	22.2	21.4
September	28.2	26.9
October	53.1	48.6
November	58.4	53.0
December	121.9	98.1
Total	875.1	703.1

DESCRIPCION	UND	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Dias del mes	dia	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	875.07
Precipitación Total Mensual	mm/mes	169.82	170.64	152.17	58.41	16.08	9.14	14.99	22.20	28.20	53.09	58.43	121.90	875.07
Precipitación efectiva Mensual	mm/mes	123.70	124.10	115.10	53.00	15.70	9.00	14.60	21.40	26.90	48.60	53.00	98.10	703.20
Precipitación efectiva Mensual	mm/mes	123.70	124.10	115.10	53.00	15.70	9.00	14.60	21.40	26.90	48.60	53.00	98.10	703.20
Precipitación efectiva Diaria	mm/dia	3.99	4.43	3.71	1.77	0.51	0.30	0.47	0.69	0.90	1.57	1.77	3.16	23.27

- Coeficiente del cultivo

COEFICIENTE DE CULTIVO - KC

Descripción	ha	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Maiz + Arveja Verde	1.12	1.00	0.95	0.90	0.90	0.53	0.70	1.07	1.05	0.95	0.80	0.51	0.80
Alfalfa	1.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Kc ponderado	3.00	0.94	0.92	0.90	0.90	0.76	0.83	0.96	0.96	0.92	0.86	0.75	0.86

Fuente: Elaboración Propia

- Calculo de la demanda de cedula de cultivo

Descripción	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Eto	mm/dia	3.16	2.94	2.82	3.04	2.93	2.48	2.32	3.32	3.20	3.38	3.50	0.00
Kc Ponderado		0.94	0.92	0.90	0.90	0.76	0.83	0.96	0.96	0.92	0.86	0.75	0.00
Uso Consultivo Etc	mm/dia	2.96	2.70	2.54	2.74	2.23	2.05	2.23	3.17	2.94	2.92	2.64	0.00
Precipitación Efectiva	mm/dia	3.99	4.43	3.71	1.77	0.51	0.30	0.47	0.69	0.90	1.57	1.77	0.00
Necesidades Netas del Cultivo	mm/dia	0.00	0.00	0.00	0.97	1.73	1.75	1.76	2.48	2.04	1.35	0.88	0.00
Eficiencia de Aplicación riego goteo	%	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.00
Necesidades Totales de cultivo	mm/dia	0.00	0.00	0.00	1.29	2.30	2.33	2.35	3.31	2.72	1.80	1.17	0.00
Necesidades Totales de cultivo	m3-ha/dia	0.00	0.00	0.00	12.92	23.03	23.30	23.52	33.11	27.24	17.98	11.67	0.00
Area de Riego	ha	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00
Demanda Total unitario - Mensual	m3/ha/mes	0.00	0.00	0.00	387.73	713.85	698.96	729.05	1,026.32	817.15	557.36	350.12	0.00
Demanda Total - Mensual	m3/mes	0.00	0.00	0.00	1,165.00	2,144.88	2,100.13	2,190.54	3,083.73	2,455.26	1,674.68	1,051.98	0.00
Demanda Total - Diaria	l/s	0.00	0.00	0.00	0.90	1.60	1.62	1.64	2.30	1.89	1.25	0.81	0.00



CALCULO DE NECESIDADES DE RIEGO

SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR ASPERSION

Proyecto: "COMPORTAMIENTO HIDRULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION MEDIANTE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES, PARAS, AYACUCHO 2020"

Universidad: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO



254-PC 1" F



5022 1/2" M



255 1 1/4" M



233-AF 3/4" F,M



5024 1/2" M



322 : 323

DATOS DEL CLIMA

Eto	[mm/día]	3.32 mm/día
PP efectiva	[mm/día]	0.69 mm/día
Humedad Relativa media	HRm	64.4%
Velocidad del viento	> de [h]	2 m/seg
	m/seg	a [h]

DATOS DEL SUELO

Textura		Fr Ar
Cont. De H° a Capac. Camp	[HCc]	14.00%
Cont. De H° en pto de March	[HPm]	6.00%
Peso específico aparente	[Pea]	1.50 gr/cm3
Velocidad de infiltrac básica:	[I]	6.00 mm/Hr
Profundidad efectiva	[m]	0.45 m
Peso específico del agua	[Pew]	1.00 gr/cm3

DATOS DEL CULTIVO

Nombre:	PASTO	
Fase	Media	
	Temporada	
Kc	1.00	
% del area bajo riego	Min.% Area B F	100%
	Max.% Area B F	100%
Profundidad radicular efectiva:	[zr]	0.50 m
Máx % de agua aprovechable:	[Pa]	50.0%

DATOS DE LA FUENTE

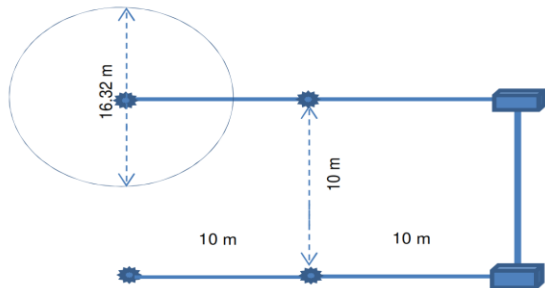
Caudal de descarga:	[Qs]	9.60 lt/seg
Tiempo de Riego		12 HORAS

DATOS DE LA PARCELA

Area bruta	[Ha]	3.00 Ha
Area neta bajo riego:	[Sr]	3.00 Ha
Pendiente [%]		2.0%

SISTEMA DE RIEGO

Método	Aspersión	
Eficiencia:	75.0%	
Porc. De traslape en aspersores (de, dl)	75%	
Modelo del Aspersor	REFERENCIAL ==> Xcel-Wobbler Boq #9 (3.57mm)	
Presión nominal de operación	12.00 m	
Caudal nominal del aspersor [qe]	533.5 lph	
Diametro efectivo [d]	16.32 m	
Angulo de cobertura [α]	360 °	
Espaciamiento entre emisores	de	10.00 m
	dl	10.00 m
Máx horas de operación x día	Hm	12.00 Hr
Días de paro/ciclo	1.0 dia	
Número de Aspersores por turno	64.8 Asper.	
Caudal de un aspersor	0.15 lt/seg	



Angulo Alto

Xcel-Wobbler®

El Xcel-Wobbler de Seminger aumenta al máximo la superficie de cobertura. Su exclusiva acción rotativa oscilante produce una cobertura sumamente uniforme, a bajas presiones y con una pérdida muy baja por evaporación.

CARACTERISTICAS:

- El diseño de contrabalanceo produce un desempeño suave y estable
- Una sola parte móvil, para mayor vida útil
- Tamaños de entradas M de 3/4" o 1/2" NPT
- Caudales: 0.78 a 6.97 gpm (177 a 1583 L/hr)
- Baja deriva por viento y baja pérdida por evaporación a bajas presiones
- Garantía de dos años en materiales, mano de obra y desempeño
- Hoquillas codificadas por color para fácil identificación de tamaño y con garantía de mantener el diámetro corre de uso por cinco años.



Angulo Medio

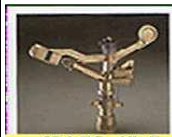


CALCULO DE NECESIDADES DE RIEGO

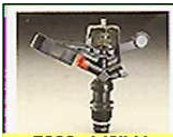
SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR ASPERSION

Proyecto: "COMPORTAMIENTO HIDRULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION MEDIANTE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES, PARAS, AYACUCHO 2020"

Universidad: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO



254-PC 1" F



5022 1/2" M



255 1 1/4" M



233-AF 3/4" F,M



5024 1/2" M



322 : 323

DATOS DEL CLIMA

Eto	[mm/día]	3.32 mm/día
PP efectiva	[mm/día]	0.69 mm/día
Humedad Relativa media	HRm	64.4%
Velocidad del viento	> de [h]	2 m/seg
	a [h]	4 m/seg

DATOS DEL SUELO

Textura		Fr Ar
Cont. De H° a Capac. Camp	[HCc]	14.00%
Cont. De H° en pto de March	[HPm]	6.00%
Peso especifico aparente	[Pea]	1.50 gr/cm3
Velocidad de infiltrac básica:	[I]	6.00 mm/Hr
Profundidad efectiva	[m]	0.45 m
Peso especifico del agua	[Pew]	1.00 gr/cm3

DATOS DEL CULTIVO

Nombre:	PASTO	
Fase	Media	
	Temporada	
Kc	1.00	
% del area bajo riego	Min.% Area B F	100%
	Max.% Area B F	100%
Profundidad radicular efectiva:	[zr]	0.50 m
Máx % de agua aprovechable:	[Pa]	50.0%

DATOS DE LA FUENTE

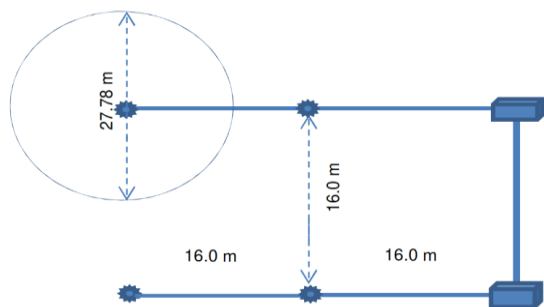
Caudal de descarga:	[Qs]	9.6 lt/seg
Tiempo de Riego		12 HORAS

DATOS DE LA PARCELA

Area bruta	[Ha]	3.00 Ha
Area neta bajo riego:	[Sr]	3.00 Ha
Pendiente [%]		2.0%

SISTEMA DE RIEGO

Método	Aspersión	
Eficiencia:	75.0%	
Porc. De traslape en aspersores (de, dl)	85.00%	
Modelo del Aspersor	REFERENCIAL ==> VYR-36, Boquilla 4.0 mm y 2.4mm	
Presión nominal de operación	25.00 m	
Caudal nominal del aspersor [qe]	1,315.6 lph	
Diametro efectivo [d]	27.78 m	
Angulo de cobertura [α]	360 °	
Espaciamiento entre emisores	de dl	16.00 m
		16.00 m
Máx horas de operación x día	Hm	12.00 Hr
Días de paro/ciclo	1.0 día	
Número de Aspersores por turno	26.3 Asper.	
Caudal de un aspersor	0.37 lt/seg	



VYR-36
Agrícolas circulares



- Turnos de riego por aspersión y caudales de aspersores.

Descripcion	Caudal	Und.
Q. captacion	4.80	lt/seg
Q. salida reserv.	9.60	lt/seg
Area Bajo Riego	3.00	Has

ASPERSORES	Q. Asp (lt/seg)	Q. Por Turno (lt/seg)	SECTORES DE RIEGO	AREAS (Ha)	N° de Turnos
EMI-1	0.150	3.00	SECTOR 01	0.11	Turno 1
EMI-2	0.150				
EMI-3	0.150				
EMI-4	0.150				
EMI-5	0.150				
EMI-6	0.150				
EMI-7	0.150				
EMI-8	0.150				
EMI-9	0.150				
EMI-10	0.150				
EMI-11	0.150				
EMI-27	0.150				
EMI-28	0.150				
EMI-29	0.150				
EMI-30	0.150				
EMI-31	0.150				
EMI-32	0.150				
EMI-33	0.150				
EMI-34	0.150				
EMI-35	0.150				
EMI-36	0.370	2.91	SECTOR 02	0.11	
EMI-37	0.370				
EMI-38	0.370				
EMI-39	0.150				
EMI-40	0.150				
EMI-41	0.150				
EMI-42	0.150				
EMI-43	0.150				
EMI-44	0.150				
EMI-45	0.150				
EMI-46	0.150				
EMI-47	0.150				
EMI-48	0.150				
EMI-49	0.150				
EMI-50	0.150				
TOTAL	5.91	5.91	2	0.43	1

HIDRANTE	Q. Asp (lt/seg)	Q. Por Turno (lt/seg)	SECTORES	AREAS (Ha)	N° de Turnos
EMI-12	0.150	2.25	SECTOR 03	0.24	TURNO 2
EMI-13	0.150				
EMI-14	0.150				
EMI-15	0.150				
EMI-16	0.150				
EMI-17	0.150				
EMI-18	0.150				
EMI-19	0.150				
EMI-20	0.150				
EMI-21	0.150				
EMI-22	0.150				
EMI-23	0.150				
EMI-24	0.150				
EMI-25	0.150				
EMI-26	0.150				
EMI-51	0.370	3.33	SECTOR 04	0.22	
EMI-52	0.370				
EMI-53	0.370				
EMI-54	0.370				
EMI-55	0.370				
EMI-56	0.370				
EMI-57	0.370				
EMI-58	0.370				
EMI-59	0.370				
TOTAL	5.58	5.58	2	0.46	1

HIDRANTE	Q. Asp (lt/seg)	Q. Por Turno (lt/seg)	SECTORES	AREAS (Ha)	N° de Turnos
EMI-60	0.370	4.07	SECTOR 05	0.31	TURNO 3
EMI-61	0.370				
EMI-62	0.370				
EMI-63	0.370				
EMI-64	0.370				
EMI-65	0.370				
EMI-66	0.370				
EMI-67	0.370				
EMI-68	0.370				
EMI-69	0.370				
EMI-70	0.370				
EMI-87	0.370	3.70	SECTOR 6	0.25	
EMI-88	0.370				
EMI-89	0.370				
EMI-90	0.370				
EMI-91	0.370				
EMI-92	0.370				
EMI-93	0.370				
EMI-94	0.370				
EMI-95	0.370				
EMI-96	0.370				
TOTAL	7.770	7.77	2	0.56	1

HIDRANTE	Q. Asp (lt/seg)	Q. Por Turno (lt/seg)	SECTORES	AREAS (Ha)	N° de Turnos
EMI-71	0.370	5.92	SECTOR 7	0.37	TURNO 4
EMI-72	0.370				
EMI-73	0.370				
EMI-74	0.370				
EMI-75	0.370				
EMI-76	0.370				
EMI-77	0.370				
EMI-78	0.370				
EMI-79	0.370				
EMI-80	0.370				
EMI-81	0.370				
EMI-82	0.370				
EMI-83	0.370				
EMI-84	0.370				
EMI-85	0.370				
EMI-86	0.370				
EMI-97	0.370	2.96	SECTOR 8	0.18	
EMI-98	0.370				
EMI-99	0.370				
EMI-100	0.370				
EMI-101	0.370				
EMI-102	0.370				
EMI-103	0.370				
EMI-104	0.370				

HIDRANTE	Q. Asp (lt/seg)	Q. Por Turno (lt/seg)	SECTORES	AREAS (Ha)	N° de Turnos
EMI-105	0.370	3.70	SECTOR 9	0.30	TURNO 5
EMI-106	0.370				
EMI-107	0.370				
EMI-108	0.370				
EMI-109	0.370				
EMI-110	0.370				
EMI-111	0.370				
EMI-112	0.370				
EMI-113	0.370				
EMI-114	0.370				
EMI-115	0.370	2.59	SECTOR 10	0.21	
EMI-116	0.370				
EMI-117	0.370				
EMI-118	0.370				
EMI-119	0.370				
EMI-120	0.370				
EMI-121	0.370				
TOTAL	6.290	6.29	2	0.51	1

HIDRANTE	Q. Asp (lt/seg)	Q. Por Turno (lt/seg)	SECTORES	AREAS (Ha)	N° de Turnos
EMI-122	0.370	2.96	SECTOR 11	0.27	TURNO 6
EMI-123	0.370				
EMI-124	0.370				
EMI-125	0.370				
EMI-126	0.370				
EMI-127	0.370				
EMI-128	0.370				
EMI-129	0.370				
EMI-130	0.370	2.96	SECTOR 12	0.21	
EMI-131	0.370				
EMI-132	0.370				
EMI-133	0.370				
EMI-134	0.370				
EMI-135	0.370				
EMI-136	0.370				
EMI-137	0.370				
TOTAL	5.920	5.92	2	0.48	1

ANEXO 5: Reporte de tablas de resultados de WaterCad V8 y Epanet V2.

Tabla de Resultados de Velocidades del Turno I.

Tubería	Código Nodo Inicial	Código Nodo Final	Longitud Horizontal (m)	Longitud Inclinada (m)	Diametro Nominal (mm)	Diametro Interior (mm)	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga con WaterCad V8	Velocidad con WaterCad V8 (m/s)	Perdida de Carga con Epanet V2	Velocidad con Epanet V2 (m/s)
TUB-1	R-1	J-1	15.36	15.93	90	85.60	5.93	0.012	1.03	0.012	1.03
TUB-2	J-1	J-2	48.52	48.52	90	85.60	5.93	0.012	1.03	0.012	1.03
TUB-3	J-2	J-3	19.16	19.23	90	85.60	5.93	0.012	1.03	0.012	1.03
TUB-4	J-3	VC-1	5.82	6.15	48	44.40	1.65	0.027	1.07	0.027	1.07
TUB-5	VC-1	J-4	2.29	2.48	48	44.40	1.65	0.027	1.07	0.027	1.07
TUB-6	J-4	J-5	13.31	13.84	33	29.40	0.45	0.018	0.66	0.018	0.66
TUB-7	J-5	EMI-1	2.06	2.12	26	22.90	0.45	0.061	1.09	0.061	1.09
TUB-8	EMI-1	EMI-2	14.14	14.16	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-9	EMI-2	EMI-3	10.00	10.19	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-10	J-4	J-6	2.22	2.41	33	29.40	1.20	0.112	1.77	0.112	1.77
TUB-11	J-6	EMI-4	3.04	3.72	26	22.90	0.60	0.056	1.13	0.105	1.46
TUB-12	EMI-4	EMI-5	10.00	10.57	26	22.90	0.45	0.061	1.09	0.062	1.09
TUB-13	EMI-5	EMI-6	10.00	10.01	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-14	EMI-6	EMI-7	10.00	10.04	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-15	J-6	J-7	10.53	11.87	33	29.40	0.60	0.031	0.88	0.031	0.88
TUB-16	J-7	EMI-8	4.03	4.36	33	29.40	0.60	0.056	1.13	0.105	1.46
TUB-17	EMI-8	EMI-9	10.00	10.02	26	22.90	0.45	0.061	1.09	0.062	1.09
TUB-18	EMI-9	EMI-10	10.00	10.00	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-19	EMI-10	EMI-11	10.00	10.01	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-20	J-3	J-62	1.90	2.08	63	59.80	4.26	0.037	1.52	0.037	1.52
TUB-21	J-62	J-8	50.04	50.09	63	59.80	4.26	0.037	1.52	0.037	1.52
TUB-22	J-8	VC-2	3.51	4.80	48	44.40	1.35	0.019	0.87	0.019	0.87
TUB-23	VC-2	J-9	3.51	4.62	48	44.40	1.35	0.019	0.87	0.019	0.87
TUB-24	J-9	EMI-27	3.73	3.74	33	29.40	0.75	0.047	1.10	0.047	1.10
TUB-25	EMI-27	EMI-28	10.00	10.04	33	29.40	0.60	0.031	0.88	0.031	0.88
TUB-26	EMI-28	EMI-29	10.00	10.01	26	22.90	0.45	0.061	1.09	0.062	1.09
TUB-27	EMI-29	EMI-30	10.00	10.01	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-28	EMI-30	EMI-31	10.00	10.18	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-30	J-9	J-10	12.82	14.40	33	29.40	0.60	0.031	0.88	0.031	0.88
TUB-31	J-10	EMI-32	6.27	6.27	26	22.90	0.60	0.105	1.46	0.105	1.46
TUB-32	EMI-32	EMI-33	10.40	10.40	26	22.90	0.45	0.061	1.09	0.062	1.09
TUB-33	EMI-33	EMI-34	9.70	9.72	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-34	EMI-34	EMI-35	10.00	10.14	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-35	J-8	J-63	36.75	36.75	63	59.80	2.91	0.018	1.04	0.018	1.04
TUB-36	J-63	J-11	30.36	30.70	63	59.80	2.91	0.018	1.04	0.018	1.04
TUB-37	J-11	VC-4	48.32	51.99	48	44.40	1.11	0.013	0.72	0.013	0.72
TUB-38	VC-4	EMI-36	6.44	6.44	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-39	EMI-36	EMI-37	16.54	16.54	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-40	EMI-37	EMI-38	15.90	15.94	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-41	J-11	VC-3	3.32	3.32	48	44.40	1.80	0.032	1.16	0.032	1.16
TUB-42	VC-3	J-12	5.62	6.24	48	44.40	1.80	0.032	1.16	0.032	1.16
TUB-43	J-12	EMI-47	1.71	1.71	26	22.90	0.60	0.105	1.46	0.105	1.46
TUB-44	EMI-47	EMI-48	10.00	10.00	26	22.90	0.45	0.061	1.09	0.062	1.09
TUB-45	EMI-48	EMI-49	10.00	10.01	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-46	EMI-49	EMI-50	10.00	10.01	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-47	J-12	J-13	10.02	11.12	33	29.40	1.20	0.112	1.77	0.112	1.77
TUB-48	J-13	EMI-39	2.36	2.36	33	29.40	1.20	0.112	1.77	0.112	1.77
TUB-49	EMI-39	EMI-40	10.00	10.00	33	29.40	1.05	0.087	1.55	0.087	1.55
TUB-50	EMI-40	EMI-41	10.00	11.17	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-51	EMI-41	EMI-42	10.00	10.00	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-52	EMI-40	EMI-43	10.00	10.00	26	22.90	0.60	0.105	1.46	0.105	1.46
TUB-53	EMI-43	EMI-44	10.00	10.03	26	22.90	0.45	0.062	1.09	0.062	1.09
TUB-54	EMI-44	EMI-45	10.00	10.03	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-55	EMI-45	EMI-46	10.00	10.01	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36

Tabla de Resultados de Velocidades del Turno II.

Tubería	Código Nodo Inicial	Código Nodo Final	Longitud Horizontal (m)	Longitud Inclinada (m)	Diametro Nominal (mm)	Diametro Interior (mm)	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga con WaterCad V8	Velocidad con WaterCad V8 (m/s)	Perdida de Carga con Epanet V2	Velocidad con Epanet V2 (m/s)
TUB-1	R-1	J-1	15.36	15.93	90	85.60	5.59	0.011	0.97	0.011	0.97
TUB-2	J-1	J-2	48.52	48.52	90	85.60	5.59	0.011	0.97	0.011	0.97
TUB-3	J-2	J-3	19.16	19.23	90	85.60	5.59	0.011	0.97	0.011	0.97
TUB-56	J-3	J-14	13.65	15.52	75	71.20	5.59	0.026	1.40	0.026	1.40
TUB-57	J-14	VC-5	2.34	2.84	63	59.80	1.80	0.007	0.64	0.007	0.64
TUB-58	VC-5	J-15	1.74	2.19	63	59.80	1.80	0.008	0.64	0.008	0.64
TUB-59	J-15	EMI-12	3.50	3.96	26	22.90	0.60	0.105	1.46	0.105	1.46
TUB-60	EMI-12	EMI-13	10.00	10.09	26	22.90	0.45	0.062	1.10	0.062	1.09
TUB-61	EMI-13	EMI-14	9.97	10.00	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-62	EMI-14	EMI-15	10.17	10.18	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-63	J-15	J-16	9.96	10.69	63	59.80	1.20	0.004	0.43	0.004	0.43
TUB-64	J-16	EMI-16	3.13	3.15	26	22.90	0.60	0.105	1.46	0.105	1.46
TUB-65	EMI-16	EMI-17	10.00	10.04	26	22.90	0.45	0.061	1.09	0.062	1.09
TUB-66	EMI-17	EMI-18	9.95	9.98	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-67	EMI-18	EMI-19	10.09	10.11	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-68	J-16	J-17	9.96	10.23	48	44.40	0.60	0.004	0.39	0.004	0.39
TUB-69	J-17	EMI-20	7.76	7.78	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-70	EMI-20	EMI-21	15.83	15.87	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-71	J-17	J-18	14.58	14.88	33	29.40	0.30	0.009	0.44	0.009	0.44
TUB-72	J-18	EMI-22	7.17	7.18	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-73	EMI-22	EMI-23	15.31	15.35	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-74	J-14	J-19	7.89	9.01	75	71.20	3.78	0.013	0.95	0.013	0.95
TUB-75	J-19	VC-6	1.87	2.18	33	29.40	0.45	0.018	0.66	0.018	0.66
TUB-76	VC-6	J-20	2.26	2.69	33	29.40	0.45	0.018	0.68	0.018	0.66
TUB-77	J-20	EMI-24	2.63	2.71	26	22.90	0.30	0.029	0.73	0.029	0.73
TUB-78	EMI-24	EMI-25	10.00	10.01	26	22.90	0.15	0.008	0.36	0.008	0.36
TUB-79	J-20	J-21	13.38	14.24	33	29.40	0.15	0.002	0.23	0.002	0.22
TUB-80	J-21	EMI-26	12.28	12.28	33	29.40	0.15	0.002	0.22	0.002	0.22
TUB-81	J-19	J-22	54.71	56.17	75	71.20	3.33	0.010	0.84	0.010	0.84
TUB-82	J-22	J-26	1.44	1.45	75	71.20	1.11	0.001	0.28	0.001	0.28
TUB-83	J-26	VC-8	2.13	2.13	48	44.40	1.11	0.013	0.72	0.013	0.72
TUB-84	VC-8	EMI-51	1.69	1.69	48	44.40	1.11	0.013	0.73	0.013	0.72
TUB-85	EMI-51	EMI-52	16.38	16.38	33	29.40	0.74	0.046	1.10	0.046	1.09
TUB-86	EMI-52	EMI-53	16.00	16.14	33	29.40	0.37	0.013	0.55	0.013	0.55
TUB-87	J-22	VC-7	2.27	2.27	48	44.40	2.22	0.047	1.43	0.047	1.43
TUB-88	VC-7	J-23	2.26	2.26	48	44.40	2.22	0.047	1.43	0.047	1.43
TUB-89	J-23	EMI-54	4.89	4.89	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-90	EMI-54	EMI-55	16.00	16.00	26	22.90	0.37	0.043	0.92	0.043	0.90
TUB-91	J-23	J-24	15.78	15.90	33	29.40	1.48	0.165	2.18	0.165	2.18
TUB-92	J-24	EMI-56	4.12	4.12	26	22.90	0.74	0.154	1.80	0.155	1.80
TUB-93	EMI-56	EMI-57	16.00	16.00	26	22.90	0.37	0.043	0.95	0.043	0.90
TUB-94	J-24	J-25	16.57	16.67	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-95	J-25	EMI-58	3.46	3.46	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.154	1.80
TUB-96	EMI-58	EMI-59	16.00	16.00	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90

Tabla de Resultados de Velocidades del Turno III.

Tubería	Código Nodo Inicial	Código Nodo Final	Longitud Horizontal (m)	Longitud Inclinada (m)	Diametro Nominal (mm)	Diametro Interior (mm)	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga con WaterCad V8	Velocidad con WaterCad V8 (m/s)	Perdida de Carga con Epanet V2	Velocidad con Epanet V2 (m/s)
TUB-1	R-1	J-1	15.36	15.93	90	85.60	7.80	0.020	1.35	0.020	1.35
TUB-2	J-1	J-2	48.52	48.52	90	85.60	7.80	0.020	1.35	0.020	1.35
TUB-3	J-2	J-3	19.16	19.23	90	85.60	7.80	0.020	1.35	0.020	1.35
TUB-56	J-3	J-14	13.65	15.52	75	71.20	7.79	0.048	1.96	0.048	1.95
TUB-74	J-14	J-19	7.89	9.01	75	71.20	7.79	0.048	1.96	0.048	1.95
TUB-81	J-19	J-22	54.71	56.17	75	71.20	7.79	0.048	1.96	0.048	1.95
TUB-82	J-22	J-26	1.44	1.45	75	71.20	7.79	0.048	1.96	0.048	1.95
TUB-97	J-26	PRV-1	21.15	21.28	75	71.20	7.79	0.048	1.96	0.048	1.95
TUB-98	PRV-1	J-27	4.66	4.68	75	71.20	7.79	0.048	1.96	0.048	1.95
TUB-99	J-27	J-28	4.01	4.03	63	59.80	4.07	0.034	1.45	0.034	1.45
TUB-100	J-28	VC-9	36.77	37.10	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-101	VC-9	EMI-68	4.55	4.62	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-102	EMI-68	EMI-69	16.00	16.21	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-103	EMI-69	EMI-70	16.00	16.18	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-104	J-28	VC-10	10.38	10.38	48	44.40	2.96	0.080	1.91	0.080	1.91
TUB-105	VC-10	J-29	3.00	3.02	48	44.40	2.96	0.080	1.91	0.080	1.91
TUB-106	J-29	EMI-60	3.03	3.03	63	58.40	0.74	0.002	1.28	0.155	1.80
TUB-107	EMI-60	EMI-61	16.00	16.06	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-108	J-29	J-30	15.69	15.77	48	44.40	2.22	0.047	1.43	0.047	1.43
TUB-109	J-30	EMI-62	2.57	2.60	63	59.80	1.11	0.003	1.41	0.097	1.64
TUB-110	EMI-62	EMI-63	16.00	16.22	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-111	EMI-63	EMI-64	16.00	16.07	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-112	J-30	J-31	16.27	16.65	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-113	J-31	EMI-65	2.05	2.11	63	59.80	1.11	0.003	1.41	0.097	1.64
TUB-114	EMI-65	EMI-66	16.00	16.16	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-115	EMI-66	EMI-67	16.00	16.01	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-116	J-27	J-32	56.33	56.60	75	71.20	3.71	0.012	0.93	0.012	0.93
TUB-117	J-32	J-65	3.64	4.36	63	59.80	3.70	0.032	1.38	0.028	1.32
TUB-118	J-65	J-33	15.37	15.49	63	59.80	3.70	0.028	1.32	0.028	1.32
TUB-129	J-33	J-34	30.93	31.05	48	44.40	3.70	0.121	2.39	0.121	2.39
TUB-135	J-34	PRV-2	61.99	62.14	48	44.40	3.70	0.121	2.39	0.121	2.39
TUB-136	PRV-2	J-35	11.17	11.28	48	44.40	3.70	0.121	2.39	0.121	2.39
TUB-146	J-35	VC-11	1.92	1.93	48	44.40	3.70	0.121	2.39	0.121	2.39
TUB-147	VC-11	J-36	4.77	4.82	48	44.40	3.70	0.121	2.39	0.121	2.39
TUB-148	J-36	EMI-87	3.83	3.84	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-149	EMI-87	EMI-88	16.00	16.01	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-150	J-36	J-37	15.33	15.50	48	44.40	2.96	0.080	1.91	0.080	1.91
TUB-151	J-37	EMI-89	1.78	1.78	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-152	EMI-89	EMI-90	16.00	16.02	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-153	J-37	J-38	15.88	16.07	48	44.40	2.22	0.047	1.43	0.047	1.43
TUB-154	J-38	EMI-91	1.46	1.46	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-155	EMI-91	EMI-92	16.00	16.01	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-156	EMI-92	EMI-93	16.00	16.00	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-157	J-38	J-39	15.92	16.12	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-158	J-39	EMI-94	1.54	1.54	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-159	EMI-94	EMI-95	16.00	16.01	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-160	EMI-95	EMI-96	16.00	16.00	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90

Tabla de Resultados de Velocidades del Turno IV.

Tubería	Código Nodo Inicial	Código Nodo Final	Longitud Horizontal (m)	Longitud Inclínada (m)	Diametro Nominal (mm)	Diametro Interior (mm)	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga con WaterCad V8	Velocidad con WaterCad V8 (m/s)	Perdida de Carga con Epanet V2	Velocidad con Epanet V2 (m/s)
TUB-1	R-1	J-1	15.36	15.93	90	85.60	8.90	0.025	1.55	0.025	1.54
TUB-2	J-1	J-2	48.52	48.52	90	85.60	8.90	0.025	1.55	0.025	1.54
TUB-3	J-2	J-3	19.16	19.23	90	85.60	8.90	0.025	1.55	0.025	1.54
TUB-56	J-3	J-14	13.65	15.52	75	71.20	8.90	0.062	2.23	0.061	2.23
TUB-74	J-14	J-19	7.89	9.01	75	71.20	8.90	0.062	2.23	0.061	2.23
TUB-81	J-19	J-22	54.71	56.17	75	71.20	8.89	0.062	2.23	0.061	2.23
TUB-82	J-22	J-26	1.44	1.45	75	71.20	8.89	0.062	2.23	0.061	2.23
TUB-97	J-26	PRV-1	21.15	21.28	75	71.20	8.89	0.062	2.23	0.061	2.23
TUB-98	PRV-1	J-27	4.66	4.68	75	71.20	8.89	0.062	2.23	0.061	2.23
TUB-116	J-27	J-32	56.33	56.60	75	71.20	8.89	0.061	2.23	0.061	2.23
TUB-117	J-32	J-65	3.64	4.36	63	59.80	5.92	0.076	2.21	0.068	2.11
TUB-118	J-65	J-33	15.37	15.49	63	59.80	5.92	0.068	2.11	0.068	2.11
TUB-119	J-33	VC-14	4.04	4.13	63	59.80	2.59	0.015	0.92	0.015	0.92
TUB-120	VC-14	J-43	2.54	2.54	48	44.40	2.59	0.063	1.67	0.063	1.67
TUB-121	J-43	EMI-71	2.05	2.22	48	44.40	1.48	0.022	0.96	0.022	0.96
TUB-122	EMI-71	EMI-72	16.07	16.15	48	44.40	1.11	0.013	0.72	0.013	0.72
TUB-123	EMI-72	EMI-73	16.04	16.12	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-124	EMI-73	EMI-74	16.00	16.23	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-125	J-43	J-44	20.50	20.85	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-126	J-44	EMI-75	8.38	8.41	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-127	EMI-75	EMI-76	16.00	16.10	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-128	EMI-76	EMI-77	16.00	16.09	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-129	J-33	J-34	30.93	31.05	48	44.40	3.33	0.100	2.15	0.100	2.15
TUB-130	J-34	VC-13	3.21	3.26	33	29.40	1.48	0.165	2.18	0.165	2.18
TUB-131	VC-13	EMI-78	6.55	6.66	33	29.40	1.48	0.165	2.18	0.165	2.18
TUB-132	EMI-78	EMI-79	16.00	16.11	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-133	EMI-79	EMI-80	16.00	16.07	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-134	EMI-80	EMI-81	16.00	16.10	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-135	J-34	PRV-2	61.99	62.14	48	44.40	1.85	0.034	1.20	0.034	1.20
TUB-136	PRV-2	J-35	11.17	11.28	48	44.40	1.85	0.034	1.20	0.034	1.19
TUB-137	J-35	VC-12	15.99	16.16	48	44.40	1.85	0.034	1.20	0.034	1.19
TUB-138	VC-12	J-40	6.30	6.37	48	44.40	1.85	0.034	1.19	0.034	1.19
TUB-139	J-40	EMI-82	11.02	11.08	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-140	J-40	J-41	15.60	15.78	33	29.40	1.48	0.165	2.18	0.165	2.18
TUB-141	J-41	EMI-83	4.97	5.00	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.154	1.80
TUB-142	EMI-83	EMI-84	12.40	12.44	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-143	J-41	J-42	16.24	16.42	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-144	J-42	EMI-85	2.22	2.23	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-145	EMI-85	EMI-86	16.00	16.02	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-161	J-32	J-66	4.52	4.52	75	71.20	2.97	0.008	0.75	0.008	0.74
TUB-162	J-66	J-67	28.73	28.73	75	71.20	2.97	0.008	0.75	0.008	0.74
TUB-163	J-67	PRV-3	54.85	55.20	75	71.20	2.97	0.008	0.75	0.008	0.74
TUB-164	PRV-3	J-45	5.12	5.24	75	71.20	2.97	0.008	0.75	0.008	0.74
TUB-165	J-45	VC-15	3.42	3.74	48	44.40	2.22	0.047	1.43	0.047	1.43
TUB-166	VC-15	J-46	8.87	9.89	48	44.40	2.22	0.047	1.43	0.047	1.43
TUB-167	J-46	EMI-97	6.35	6.47	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-168	EMI-97	EMI-98	14.45	14.78	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-169	J-46	J-47	13.96	14.23	33	29.40	1.48	0.165	2.18	0.165	2.18
TUB-170	J-47	EMI-99	6.09	6.10	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-171	EMI-99	EMI-100	14.32	14.37	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-172	J-47	J-48	13.96	14.17	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-173	J-48	EMI-101	5.89	5.90	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-174	EMI-101	EMI-102	15.24	15.24	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-175	J-45	PRV-4	57.33	58.68	75	71.20	0.75	0.001	0.19	0.001	0.19
TUB-176	PRV-4	J-49	4.77	4.80	75	71.20	0.75	0.001	0.19	0.001	0.19
TUB-177	J-49	VC-16	7.69	7.77	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-178	VC-16	EMI-103	3.91	3.93	26	22.90	0.74	0.154	1.80	0.155	1.80
TUB-179	EMI-103	EMI-104	16.00	16.04	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90

Tabla de Resultados de Velocidades del Turno V.

Tubería	Código Nodo Inicial	Código Nodo Final	Longitud Horizontal (m)	Longitud Inclinada (m)	Diametro Nominal (mm)	Diametro Interior (mm)	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga con WaterCad V8	Velocidad con WaterCad V8 (m/s)	Perdida de Carga con Epanet V2	Velocidad con Epanet V2 (m/s)
TUB-1	R-1	J-1	15.36	15.93	90	85.60	6.32	0.013	1.10	0.013	1.09
TUB-2	J-1	J-2	48.52	48.52	90	85.60	6.32	0.013	1.10	0.013	1.09
TUB-3	J-2	J-3	19.16	19.23	90	85.60	6.32	0.013	1.10	0.013	1.09
TUB-56	J-3	J-14	13.65	15.52	75	71.20	6.31	0.033	1.58	0.032	1.58
TUB-74	J-14	J-19	7.89	9.01	75	71.20	6.31	0.033	1.58	0.032	1.58
TUB-81	J-19	J-22	54.71	56.17	75	71.20	6.31	0.033	1.58	0.032	1.58
TUB-82	J-22	J-26	1.44	1.45	75	71.20	6.31	0.032	1.58	0.032	1.58
TUB-97	J-26	PRV-1	21.15	21.28	75	71.20	6.30	0.033	1.58	0.032	1.58
TUB-98	PRV-1	J-27	4.66	4.68	75	71.20	6.31	0.033	1.58	0.032	1.58
TUB-116	J-27	J-32	56.33	56.60	75	71.20	6.30	0.033	1.58	0.032	1.58
TUB-161	J-32	J-66	4.52	4.52	75	71.20	6.30	0.032	1.58	0.032	1.58
TUB-162	J-66	J-67	28.73	28.73	75	71.20	6.30	0.032	1.58	0.032	1.58
TUB-163	J-67	PRV-3	54.85	55.20	75	71.20	6.30	0.032	1.58	0.032	1.58
TUB-164	PRV-3	J-45	5.12	5.24	75	71.20	6.30	0.032	1.58	0.032	1.58
TUB-175	J-45	PRV-4	57.33	58.68	75	71.20	6.30	0.032	1.58	0.032	1.58
TUB-176	PRV-4	J-49	4.77	4.80	75	71.20	6.29	0.032	1.58	0.032	1.58
TUB-180	J-49	J-64	8.62	8.69	75	71.20	6.29	0.032	1.58	0.032	1.58
TUB-181	J-64	J-50	26.72	26.72	75	71.20	6.29	0.032	1.58	0.032	1.58
TUB-182	J-50	J-51	2.75	2.76	48	44.40	3.70	0.121	2.39	0.121	2.39
TUB-183	J-51	VC-17	3.63	3.65	48	44.40	1.85	0.034	1.20	0.033	1.20
TUB-184	VC-17	J-52	2.96	2.98	48	44.40	1.85	0.034	1.19	0.034	1.19
TUB-185	J-52	EMI-105	6.80	6.84	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-186	EMI-105	EMI-106	16.00	16.03	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-187	J-52	J-53	16.24	16.38	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-188	J-53	EMI-107	4.90	4.96	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-189	EMI-107	EMI-108	16.00	16.01	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-190	EMI-108	EMI-109	16.00	16.00	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-191	J-51	PRV-5	38.20	38.52	48	44.40	1.85	0.034	1.20	0.034	1.19
TUB-192	PRV-5	VC-18	29.25	29.50	48	44.40	1.85	0.034	1.20	0.034	1.19
TUB-193	VC-18	J-54	10.28	10.79	48	44.40	1.85	0.034	1.19	0.034	1.19
TUB-194	J-54	EMI-110	7.38	7.38	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-195	EMI-110	EMI-111	18.28	18.60	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-196	EMI-111	EMI-112	16.28	16.30	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-197	J-54	EMI-113	6.83	6.87	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-198	EMI-113	EMI-114	16.00	16.02	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-199	J-50	J-55	82.85	82.85	75	71.20	2.59	0.006	0.65	0.006	0.65
TUB-200	J-55	VC-19	2.83	2.85	48	44.40	2.59	0.063	1.67	0.063	1.67
TUB-201	VC-19	J-56	2.83	2.85	48	44.40	2.59	0.063	1.67	0.063	1.67
TUB-202	J-56	EMI-115	4.72	4.72	33	29.40	1.48	0.165	2.18	0.165	2.18
TUB-203	EMI-115	EMI-116	16.00	16.01	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-204	EMI-116	EMI-117	16.00	16.01	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-205	EMI-117	EMI-118	16.00	16.00	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-206	J-56	J-57	31.43	31.49	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-207	J-57	EMI-119	6.32	6.32	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-208	EMI-119	EMI-120	15.91	15.92	26	22.90	0.74	0.155	1.80	0.155	1.80
TUB-209	EMI-120	EMI-121	16.21	16.32	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90

Tabla de Resultados de Velocidades del Turno VI

Tubería	Código Nodo Inicial	Código Nodo Final	Longitud Horizontal (m)	Longitud Inclinada (m)	Diametro Nominal (mm)	Diametro Interior (mm)	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga con WaterCad V8	Velocidad con WaterCad V8 (m/s)	Perdida de Carga con Epanet V2	Velocidad con Epanet V2 (m/s)
TUB-1	R-1	J-1	15.36	15.93	90	85.60	5.95	0.012	1.03	0.012	1.03
TUB-2	J-1	J-2	48.52	48.52	90	85.60	5.95	0.012	1.03	0.012	1.03
TUB-3	J-2	J-3	19.16	19.23	90	85.60	5.95	0.012	1.03	0.012	1.03
TUB-56	J-3	J-14	13.65	15.52	75	71.20	5.94	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-74	J-14	J-19	7.89	9.01	75	71.20	5.94	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-81	J-19	J-22	54.71	56.17	75	71.20	5.94	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-82	J-22	J-26	1.44	1.45	75	71.20	5.93	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-97	J-26	PRV-1	21.15	21.28	75	71.20	5.93	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-98	PRV-1	J-27	4.66	4.68	75	71.20	5.94	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-116	J-27	J-32	56.33	56.60	75	71.20	5.94	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-161	J-32	J-66	4.52	4.52	75	71.20	5.93	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-162	J-66	J-67	28.73	28.73	75	71.20	5.93	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-163	J-67	PRV-3	54.85	55.20	75	71.20	5.93	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-164	PRV-3	J-45	5.12	5.24	75	71.20	5.93	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-175	J-45	PRV-4	57.33	58.68	75	71.20	5.93	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-176	PRV-4	J-49	4.77	4.80	75	71.20	5.93	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-180	J-49	J-64	8.62	8.69	75	71.20	5.92	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-181	J-64	J-50	26.72	26.72	75	71.20	5.92	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-199	J-50	J-55	82.85	82.85	75	71.20	5.92	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-210	J-55	J-58	3.90	3.90	75	71.20	5.92	0.029	1.49	0.029	1.49
TUB-211	J-58	VC-20	2.83	2.86	48	44.40	2.96	0.080	1.91	0.080	1.91
TUB-212	VC-20	J-59	17.69	17.76	48	44.40	2.96	0.080	1.91	0.080	1.91
TUB-213	J-59	EMI-122	9.66	9.67	33	29.40	1.48	0.165	2.18	0.165	2.18
TUB-214	EMI-122	EMI-123	16.00	16.00	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-215	EMI-123	EMI-124	16.00	16.00	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-216	EMI-124	EMI-125	16.00	16.00	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-217	J-59	EMI-126	6.48	6.49	33	29.40	1.48	0.165	2.18	0.165	2.18
TUB-218	EMI-126	EMI-127	17.87	17.87	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-219	EMI-127	EMI-128	20.19	20.19	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-220	EMI-128	EMI-129	16.77	16.77	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90
TUB-221	J-58	VC-21	3.79	3.80	75	71.20	2.96	0.008	0.74	0.008	0.74
TUB-222	VC-21	J-60	4.74	4.75	75	71.20	2.96	0.008	0.74	0.008	0.74
TUB-223	J-60	J-61	14.81	15.02	63	59.80	1.48	0.005	0.53	0.005	0.53
TUB-224	J-61	EMI-134	6.40	6.41	48	44.40	1.48	0.022	0.96	0.022	0.96
TUB-225	EMI-134	EMI-135	16.00	16.04	48	44.40	1.11	0.013	0.72	0.013	0.72
TUB-226	EMI-135	EMI-136	16.00	16.00	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-227	EMI-136	EMI-137	16.00	16.01	33	29.40	0.37	0.013	0.55	0.013	0.55
TUB-228	J-60	EMI-130	6.29	6.29	48	44.40	1.48	0.022	0.96	0.022	0.96
TUB-229	EMI-130	EMI-131	16.00	16.01	33	29.40	1.11	0.097	1.64	0.097	1.64
TUB-230	EMI-131	EMI-132	16.00	16.00	33	29.40	0.74	0.046	1.09	0.046	1.09
TUB-231	EMI-132	EMI-133	16.00	16.00	26	22.90	0.37	0.043	0.90	0.043	0.90

Tabla de Resultados de Presiones del Turno I

NODO	COTA NODO	ALTURA ESTÁTICA (mca)	PRESION DE WATERCAD (mca)	PRESION DE EPANET (mca)
EMI-1	3406.75	13.33	11.73	11.73
EMI-2	3407.44	12.64	10.63	10.63
EMI-3	3405.49	14.59	12.50	12.50
EMI-4	3407.96	12.12	10.47	10.33
EMI-5	3404.55	15.53	13.27	13.12
EMI-6	3404.13	15.95	13.40	13.25
EMI-7	3403.22	16.86	14.22	14.08
EMI-8	3402.96	17.12	15.08	14.89
EMI-9	3402.28	17.80	15.15	14.95
EMI-10	3402.07	18.01	15.07	14.87
EMI-11	3401.53	18.55	15.53	15.33
EMI-27	3406.15	13.93	10.70	10.69
EMI-28	3405.31	14.77	11.23	11.21
EMI-29	3404.84	15.24	11.09	11.07
EMI-30	3404.45	15.63	11.19	11.17
EMI-31	3406.34	13.74	9.22	9.20
EMI-32	3399.85	20.23	16.12	16.10
EMI-33	3399.89	20.19	15.43	15.42
EMI-34	3400.49	19.59	14.55	14.54
EMI-35	3402.18	17.90	12.79	12.77
EMI-36	3388.92	31.16	25.74	25.74
EMI-37	3388.59	31.49	25.31	25.31
EMI-38	3389.72	30.36	23.51	23.51
EMI-39	3400.61	19.47	13.65	13.62
EMI-40	3400.78	19.30	12.61	12.58
EMI-41	3395.80	24.28	17.29	17.25
EMI-42	3395.93	24.15	17.08	17.05
EMI-43	3401.04	19.04	11.30	11.27
EMI-44	3400.32	19.76	11.41	11.37
EMI-45	3401.10	18.98	10.35	10.31
EMI-46	3401.53	18.55	9.83	9.80
EMI-47	3405.45	14.63	10.03	9.99
EMI-48	3405.76	14.32	9.10	9.07
EMI-49	3406.27	13.81	8.30	8.27
EMI-50	3405.77	14.31	8.73	8.70

Tabla de Resultados de Presiones del Turno II

NODO	COTA ASPERSORES	ALTURA TATICA (mca)	PRESION DE WATERCAD (mca)	PRESION DE EPANET (mca)
EMI-12	3401.81	18.27	16.60	16.60
EMI-13	3400.46	19.61	17.33	17.33
EMI-14	3399.69	20.39	17.82	17.82
EMI-15	3399.12	20.96	18.30	18.31
EMI-16	3399.45	20.63	18.96	18.96
EMI-17	3398.61	21.47	19.18	19.19
EMI-18	3397.89	22.19	19.61	19.62
EMI-19	3397.20	22.87	20.22	20.22
EMI-20	3396.97	23.11	21.49	21.50
EMI-21	3395.90	24.17	22.43	22.43
EMI-22	3394.04	26.03	24.31	24.31
EMI-23	3392.92	27.16	25.30	25.31
EMI-24	3402.53	17.54	16.02	16.03
EMI-25	3402.07	18.01	16.41	16.41
EMI-26	3396.76	23.32	21.80	21.80
EMI-51	3389.44	30.64	28.64	28.65
EMI-52	3389.29	30.79	28.05	28.05
EMI-53	3391.42	28.66	25.72	25.72
EMI-54	3389.23	30.85	27.94	27.94
EMI-55	3388.89	31.18	27.59	27.60
EMI-56	3387.30	32.78	27.39	27.39
EMI-57	3387.04	33.04	26.96	26.97
EMI-58	3385.53	34.55	28.50	28.50
EMI-59	3385.19	34.89	28.15	28.15

Tabla de Resultados de Presiones del Turno III

NODO	COTA ASPERSORES	ALTURA ESTATICA (mca)	PRESION DE WATERCAD (mca)	PRESION DE EPANET (mca)
EMI-60	3385.51	34.57	26.69	26.25
EMI-61	3384.10	35.97	27.41	26.97
EMI-62	3383.66	36.42	27.79	27.58
EMI-63	3381.00	39.08	27.98	27.77
EMI-64	3379.49	40.59	28.81	28.59
EMI-65	3380.09	39.99	29.79	29.62
EMI-66	3377.80	42.28	29.60	29.44
EMI-67	3377.30	42.78	29.42	29.26
EMI-68	3380.47	39.60	28.78	28.75
EMI-69	3377.85	42.23	28.94	28.90
EMI-70	3375.42	44.66	30.68	30.64
EMI-87	3367.70	52.38	30.84	30.77
EMI-88	3367.02	53.05	30.83	30.77
EMI-89	3365.25	54.83	32.16	32.09
EMI-90	3364.54	55.53	32.18	32.11
EMI-91	3362.74	57.34	33.86	33.79
EMI-92	3362.07	58.01	32.05	31.99
EMI-93	3361.82	58.26	31.63	31.56
EMI-94	3360.23	59.85	34.82	34.75
EMI-95	3359.64	60.43	32.93	32.87
EMI-96	3359.39	60.69	32.50	32.44

Tabla de Resultados de Presiones del Turno IV

NODO	COTA ASPERSORES	ALTURA ESTATICA (mca)	PRESION DE WATERCAD (mca)	PRESION DE EPANET (mca)
EMI-71	3378.45	41.63	28.06	28.13
EMI-72	3380.00	40.07	26.30	26.37
EMI-73	3378.38	41.69	27.18	27.25
EMI-74	3375.65	44.43	29.23	29.29
EMI-75	3373.01	47.07	30.74	30.80
EMI-76	3371.27	48.81	30.01	30.08
EMI-77	3369.61	50.47	30.98	31.05
EMI-78	3372.02	48.05	30.05	30.00
EMI-79	3370.17	49.91	30.35	30.30
EMI-80	3368.63	51.45	29.42	29.37
EMI-81	3366.84	53.24	30.52	30.47
EMI-82	3363.62	56.46	35.66	36.42
EMI-83	3361.93	58.15	34.47	35.23
EMI-84	3360.96	59.12	34.91	35.67
EMI-85	3359.95	60.12	36.13	36.89
EMI-86	3359.15	60.92	36.24	37.00
EMI-97	3369.11	50.96	36.65	36.69
EMI-98	3372.25	47.82	32.90	32.94
EMI-99	3365.51	54.57	37.99	38.03
EMI-100	3366.67	53.41	36.22	36.26
EMI-101	3363.02	57.05	39.86	39.90
EMI-102	3362.94	57.14	39.29	39.33
EMI-103	3359.27	60.81	45.35	45.31
EMI-104	3358.19	61.89	45.75	45.70

Tabla de Resultados de Presiones del Turno V

NODO	COTA ASPERSORES	ALTURA ESTATICA (mca)	PRESION DE WATERCAD (mca)	PRESION DE EPANET (mca)
EMI-105	3357.81	62.27	44.63	44.93
EMI-106	3356.86	63.22	44.89	45.19
EMI-107	3355.67	64.41	45.77	46.07
EMI-108	3355.14	64.94	43.83	44.13
EMI-109	3355.30	64.78	42.98	43.29
EMI-110	3347.36	72.72	34.94	34.90
EMI-111	3350.81	69.27	30.66	30.62
EMI-112	3349.93	70.15	30.85	30.80
EMI-113	3346.56	73.52	35.40	35.35
EMI-114	3345.67	74.41	35.61	35.56
EMI-115	3358.31	61.77	44.07	44.38
EMI-116	3358.76	61.32	42.08	42.38
EMI-117	3359.20	60.88	40.91	41.21
EMI-118	3359.18	60.90	40.25	40.56
EMI-119	3356.13	63.95	43.38	43.68
EMI-120	3355.64	64.44	41.42	41.72
EMI-121	3353.75	66.33	42.61	42.91

Tabla de Resultados de Presiones del Turno VI

NODO	COTA ASPERSORES	ALTURA ESTÁTICA (mca)	PRESION DE WATERCAD (mca)	PRESION DE EPANET (mca)
EMI-122	3356.97	63.11	41.68	41.69
EMI-123	3356.79	63.29	40.31	40.32
EMI-124	3357.01	63.07	39.36	39.37
EMI-125	3356.93	63.14	38.75	38.76
EMI-126	3357.73	62.34	41.44	41.45
EMI-127	3357.86	62.22	39.59	39.60
EMI-128	3357.55	62.52	38.97	38.98
EMI-129	3357.73	62.35	38.08	38.08
EMI-130	3360.00	60.07	41.67	41.68
EMI-131	3360.62	59.46	39.51	39.52
EMI-132	3360.54	59.54	38.86	38.87
EMI-133	3360.33	59.74	38.38	38.39
EMI-134	3362.69	57.39	38.92	38.93
EMI-135	3363.79	56.28	37.61	37.61
EMI-136	3363.60	56.48	37.07	37.08
EMI-137	3362.99	57.09	37.47	37.48

Tabla de Resultados de Diámetros del Turno I.

Label	Longitud Horizontal (m)	Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Interior (mm)	Caudal de Paso (l/s)
TUB-1	15.36	90	85.60	5.93
TUB-2	48.52	90	85.60	5.93
TUB-3	19.16	90	85.60	5.93
TUB-4	5.82	48	44.40	1.65
TUB-5	2.29	48	44.40	1.65
TUB-6	13.31	33	29.40	0.45
TUB-7	2.06	26	22.90	0.45
TUB-8	14.14	26	22.90	0.30
TUB-9	10.00	26	22.90	0.15
TUB-10	2.22	33	29.40	1.20
TUB-11	3.04	26	22.90	0.60
TUB-12	10.00	26	22.90	0.45
TUB-13	10.00	26	22.90	0.30
TUB-14	10.00	26	22.90	0.15
TUB-15	10.53	33	29.40	0.60
TUB-16	4.03	33	29.40	0.60
TUB-17	10.00	26	22.90	0.45
TUB-18	10.00	26	22.90	0.30
TUB-19	10.00	26	22.90	0.15
TUB-20	1.90	63	59.80	4.26
TUB-21	50.04	63	59.80	4.26
TUB-22	3.51	48	44.40	1.35
TUB-23	3.51	48	44.40	1.35
TUB-24	3.73	33	29.40	0.75
TUB-25	10.00	33	29.40	0.60
TUB-26	10.00	26	22.90	0.45
TUB-27	10.00	26	22.90	0.30
TUB-28	10.00	26	22.90	0.15
TUB-30	12.82	33	29.40	0.60
TUB-31	6.27	26	22.90	0.60
TUB-32	10.40	26	22.90	0.45
TUB-33	9.70	26	22.90	0.30
TUB-34	10.00	26	22.90	0.15
TUB-35	36.75	63	59.80	2.91
TUB-36	30.36	63	59.80	2.91
TUB-37	48.32	48	44.40	1.11
TUB-38	6.44	33	29.40	1.11
TUB-39	16.54	33	29.40	0.74
TUB-40	15.90	26	22.90	0.37
TUB-41	3.32	48	44.40	1.80
TUB-42	5.62	48	44.40	1.80
TUB-43	1.71	26	22.90	0.60
TUB-44	10.00	26	22.90	0.45
TUB-45	10.00	26	22.90	0.30
TUB-46	10.00	26	22.90	0.15
TUB-47	10.02	33	29.40	1.20
TUB-48	2.36	33	29.40	1.20
TUB-49	10.00	33	29.40	1.05
TUB-50	10.00	26	22.90	0.30
TUB-51	10.00	26	22.90	0.15
TUB-52	10.00	26	22.90	0.60
TUB-53	10.00	26	22.90	0.45
TUB-54	10.00	26	22.90	0.30
TUB-55	10.00	26	22.90	0.15

Tabla de Resultados de Diámetros del Turno II.

Label	Longitud Horizontal (m)	Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Interior (mm)	Caudal de Paso (l/s)
TUB-1	15.36	90	85.60	5.59
TUB-2	48.52	90	85.60	5.59
TUB-3	19.16	90	85.60	5.59
TUB-56	13.65	75	71.20	5.59
TUB-57	2.34	63	59.80	1.80
TUB-58	1.74	63	59.80	1.80
TUB-59	3.50	26	22.90	0.60
TUB-60	10.00	26	22.90	0.45
TUB-61	9.97	26	22.90	0.30
TUB-62	10.17	26	22.90	0.15
TUB-63	9.96	63	59.80	1.20
TUB-64	3.13	26	22.90	0.60
TUB-65	10.00	26	22.90	0.45
TUB-66	9.95	26	22.90	0.30
TUB-67	10.09	26	22.90	0.15
TUB-68	9.96	48	44.40	0.60
TUB-69	7.76	26	22.90	0.30
TUB-70	15.83	26	22.90	0.15
TUB-71	14.58	33	29.40	0.30
TUB-72	7.17	26	22.90	0.30
TUB-73	15.31	26	22.90	0.15
TUB-74	7.89	75	71.20	3.78
TUB-75	1.87	33	29.40	0.45
TUB-76	2.26	33	29.40	0.45
TUB-77	2.63	26	22.90	0.30
TUB-78	10.00	26	22.90	0.15
TUB-79	13.38	33	29.40	0.15
TUB-80	12.28	33	29.40	0.15
TUB-81	54.71	75	71.20	3.33
TUB-82	1.44	75	71.20	1.11
TUB-83	2.13	48	44.40	1.11
TUB-84	1.69	48	44.40	1.11
TUB-85	16.38	33	29.40	0.74
TUB-86	16.00	33	29.40	0.37
TUB-87	2.27	48	44.40	2.22
TUB-88	2.26	48	44.40	2.22
TUB-89	4.89	26	22.90	0.74
TUB-90	16.00	26	22.90	0.37
TUB-91	15.78	33	29.40	1.48
TUB-92	4.12	26	22.90	0.74
TUB-93	16.00	26	22.90	0.37
TUB-94	16.57	33	29.40	0.74
TUB-95	3.46	26	22.90	0.74
TUB-96	16.00	26	22.90	0.37

Tabla de Resultados de Diámetros del Turno III.

Label	Longitud Horizontal (m)	Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Interior (mm)	Caudal de Paso (l/s)
TUB-1	15.36	90	85.60	7.80
TUB-2	48.52	90	85.60	7.80
TUB-3	19.16	90	85.60	7.80
TUB-56	13.65	75	71.20	7.79
TUB-74	7.89	75	71.20	7.79
TUB-81	54.71	75	71.20	7.79
TUB-82	1.44	75	71.20	7.79
TUB-97	21.15	75	71.20	7.79
TUB-98	4.66	75	71.20	7.79
TUB-99	4.01	63	59.80	4.07
TUB-100	36.77	33	29.40	1.11
TUB-101	4.55	33	29.40	1.11
TUB-102	16.00	26	22.90	0.74
TUB-103	16.00	26	22.90	0.37
TUB-104	10.38	48	44.40	2.96
TUB-105	3.00	48	44.40	2.96
TUB-106	3.03	63	58.40	0.74
TUB-107	16.00	26	22.90	0.37
TUB-108	15.69	48	44.40	2.22
TUB-109	2.57	63	59.80	1.11
TUB-110	16.00	26	22.90	0.74
TUB-111	16.00	26	22.90	0.37
TUB-112	16.27	33	29.40	1.11
TUB-113	2.05	63	59.80	1.11
TUB-114	16.00	26	22.90	0.74
TUB-115	16.00	26	22.90	0.37
TUB-116	56.33	75	71.20	3.71
TUB-117	3.64	63	59.80	3.70
TUB-118	15.37	63	59.80	3.70
TUB-129	30.93	48	44.40	3.70
TUB-135	61.99	48	44.40	3.70
TUB-136	11.17	48	44.40	3.70
TUB-146	1.92	48	44.40	3.70
TUB-147	4.77	48	44.40	3.70
TUB-148	3.83	33	29.40	0.74
TUB-149	16.00	26	22.90	0.37
TUB-150	15.33	48	44.40	2.96
TUB-151	1.78	33	29.40	0.74
TUB-152	16.00	26	22.90	0.37
TUB-153	15.88	48	44.40	2.22
TUB-154	1.46	33	29.40	1.11
TUB-155	16.00	26	22.90	0.74
TUB-156	16.00	26	22.90	0.37
TUB-157	15.92	33	29.40	1.11
TUB-158	1.54	33	29.40	1.11
TUB-159	16.00	26	22.90	0.74
TUB-160	16.00	26	22.90	0.37

Tabla de Resultados de Diámetros del Turno IV.

Tubería	Longitud Horizontal (m)	Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Interior (mm)	Caudal de Paso (l/s)
TUB-1	15.36	90	85.60	8.90
TUB-2	48.52	90	85.60	8.90
TUB-3	19.16	90	85.60	8.90
TUB-56	13.65	75	71.20	8.90
TUB-74	7.89	75	71.20	8.90
TUB-81	54.71	75	71.20	8.89
TUB-82	1.44	75	71.20	8.89
TUB-97	21.15	75	71.20	8.89
TUB-98	4.66	75	71.20	8.89
TUB-116	56.33	75	71.20	8.89
TUB-117	3.64	63	59.80	5.92
TUB-118	15.37	63	59.80	5.92
TUB-119	4.04	63	59.80	2.59
TUB-120	2.54	48	44.40	2.59
TUB-121	2.05	48	44.40	1.48
TUB-122	16.07	48	44.40	1.11
TUB-123	16.04	33	29.40	0.74
TUB-124	16.00	26	22.90	0.37
TUB-125	20.50	33	29.40	1.11
TUB-126	8.38	33	29.40	1.11
TUB-127	16.00	26	22.90	0.74
TUB-128	16.00	26	22.90	0.37
TUB-129	30.93	48	44.40	3.33
TUB-130	3.21	33	29.40	1.48
TUB-131	6.55	33	29.40	1.48
TUB-132	16.00	33	29.40	1.11
TUB-133	16.00	26	22.90	0.74
TUB-134	16.00	26	22.90	0.37
TUB-135	61.99	48	44.40	1.85
TUB-136	11.17	48	44.40	1.85
TUB-137	15.99	48	44.40	1.85
TUB-138	6.30	48	44.40	1.85
TUB-139	11.02	26	22.90	0.37
TUB-140	15.60	33	29.40	1.48
TUB-141	4.97	26	22.90	0.74
TUB-142	12.40	26	22.90	0.37
TUB-143	16.24	33	29.40	0.74
TUB-144	2.22	26	22.90	0.74
TUB-145	16.00	26	22.90	0.37
TUB-161	4.52	75	71.20	2.97
TUB-162	28.73	75	71.20	2.97
TUB-163	54.85	75	71.20	2.97
TUB-164	5.12	75	71.20	2.97
TUB-165	3.42	48	44.40	2.22
TUB-166	8.87	48	44.40	2.22
TUB-167	6.35	26	22.90	0.74
TUB-168	14.45	26	22.90	0.37
TUB-169	13.96	33	29.40	1.48
TUB-170	6.09	26	22.90	0.74
TUB-171	14.32	26	22.90	0.37
TUB-172	13.96	33	29.40	0.74
TUB-173	5.89	26	22.90	0.74
TUB-174	15.24	26	22.90	0.37
TUB-175	57.33	75	71.20	0.75
TUB-176	4.77	75	71.20	0.75
TUB-177	7.69	33	29.40	0.74
TUB-178	3.91	26	22.90	0.74
TUB-179	16.00	26	22.90	0.37

Tabla de Resultados de Diámetros del Turno V.

Tubería	Longitud Horizontal (m)	Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Interior (mm)	Caudal de Paso (l/s)
TUB-1	15.36	90	85.60	6.32
TUB-2	48.52	90	85.60	6.32
TUB-3	19.16	90	85.60	6.32
TUB-56	13.65	75	71.20	6.31
TUB-74	7.89	75	71.20	6.31
TUB-81	54.71	75	71.20	6.31
TUB-82	1.44	75	71.20	6.31
TUB-97	21.15	75	71.20	6.30
TUB-98	4.66	75	71.20	6.31
TUB-116	56.33	75	71.20	6.30
TUB-161	4.52	75	71.20	6.30
TUB-162	28.73	75	71.20	6.30
TUB-163	54.85	75	71.20	6.30
TUB-164	5.12	75	71.20	6.30
TUB-175	57.33	75	71.20	6.30
TUB-176	4.77	75	71.20	6.29
TUB-180	8.62	75	71.20	6.29
TUB-181	26.72	75	71.20	6.29
TUB-182	2.75	48	44.40	3.70
TUB-183	3.63	48	44.40	1.85
TUB-184	2.96	48	44.40	1.85
TUB-185	6.80	26	22.90	0.74
TUB-186	16.00	26	22.90	0.37
TUB-187	16.24	33	29.40	1.11
TUB-188	4.90	33	29.40	1.11
TUB-189	16.00	26	22.90	0.74
TUB-190	16.00	26	22.90	0.37
TUB-191	38.20	48	44.40	1.85
TUB-192	29.25	48	44.40	1.85
TUB-193	10.28	48	44.40	1.85
TUB-194	7.38	33	29.40	1.11
TUB-195	18.28	33	29.40	0.74
TUB-196	16.28	26	22.90	0.37
TUB-197	6.83	26	22.90	0.74
TUB-198	16.00	26	22.90	0.37
TUB-199	82.85	75	71.20	2.59
TUB-200	2.83	48	44.40	2.59
TUB-201	2.83	48	44.40	2.59
TUB-202	4.72	33	29.40	1.48
TUB-203	16.00	33	29.40	1.11
TUB-204	16.00	33	29.40	0.74
TUB-205	16.00	26	22.90	0.37
TUB-206	31.43	33	29.40	1.11
TUB-207	6.32	33	29.40	1.11
TUB-208	15.91	26	22.90	0.74
TUB-209	16.21	26	22.90	0.37

Tabla de Resultados de Diámetros del Turno VI.

Tubería	Longitud Horizontal (m)	Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Interior (mm)
TUB-1	15.36	90	85.60
TUB-2	48.52	90	85.60
TUB-3	19.16	90	85.60
TUB-56	13.65	75	71.20
TUB-74	7.89	75	71.20
TUB-81	54.71	75	71.20
TUB-82	1.44	75	71.20
TUB-97	21.15	75	71.20
TUB-98	4.66	75	71.20
TUB-116	56.33	75	71.20
TUB-161	4.52	75	71.20
TUB-162	28.73	75	71.20
TUB-163	54.85	75	71.20
TUB-164	5.12	75	71.20
TUB-175	57.33	75	71.20
TUB-176	4.77	75	71.20
TUB-180	8.62	75	71.20
TUB-181	26.72	75	71.20
TUB-199	82.85	75	71.20
TUB-210	3.90	75	71.20
TUB-211	2.83	48	44.40
TUB-212	17.69	48	44.40
TUB-213	9.66	33	29.40
TUB-214	16.00	33	29.40
TUB-215	16.00	33	29.40
TUB-216	16.00	26	22.90
TUB-217	6.48	33	29.40
TUB-218	17.87	33	29.40
TUB-219	20.19	33	29.40
TUB-220	16.77	26	22.90
TUB-221	3.79	75	71.20
TUB-222	4.74	75	71.20
TUB-223	14.81	63	59.80
TUB-224	6.40	48	44.40
TUB-225	16.00	48	44.40
TUB-226	16.00	33	29.40
TUB-227	16.00	33	29.40
TUB-228	6.29	48	44.40
TUB-229	16.00	33	29.40
TUB-230	16.00	33	29.40
TUB-231	16.00	26	22.90

Tabla de Resultados de comparación de Presiones del Turno I.

NODO	COTA NODO	ALTURA ESTÁTICA (mca)	PRESION MEDIDA EN CAMPO (mca)	PRESION DE WATERCAD (mca)	PRESION DE EPANET (mca)
EMI-1	3406.75	13.33	9.18	11.73	11.73
EMI-2	3407.44	12.64	9.18	10.63	10.63
EMI-3	3405.49	14.59	11.22	12.50	12.50
EMI-4	3407.96	12.12	10.20	10.47	10.33
EMI-5	3404.55	15.53	12.24	13.27	13.12
EMI-6	3404.13	15.95	11.22	13.40	13.25
EMI-7	3403.22	16.86	12.24	14.22	14.08
EMI-8	3402.96	17.12	12.24	15.08	14.89
EMI-9	3402.28	17.80	12.24	15.15	14.95
EMI-10	3402.07	18.01	13.26	15.07	14.87
EMI-11	3401.53	18.55	13.26	15.53	15.33
EMI-27	3406.15	13.93	10.20	10.70	10.69
EMI-28	3405.31	14.77	10.20	11.23	11.21
EMI-29	3404.84	15.24	10.20	11.09	11.07
EMI-30	3404.45	15.63	10.20	11.19	11.17
EMI-31	3406.34	13.74	10.20	9.22	9.20
EMI-32	3399.85	20.23	12.24	16.12	16.10
EMI-33	3399.89	20.19	12.24	15.43	15.42
EMI-34	3400.49	19.59	12.24	14.55	14.54
EMI-35	3402.18	17.90	12.24	12.79	12.77
EMI-36	3388.92	31.16	20.40	25.74	25.74
EMI-37	3388.59	31.49	22.44	25.31	25.31
EMI-38	3389.72	30.36	23.46	23.51	23.51
EMI-39	3400.61	19.47	12.24	13.65	13.62
EMI-40	3400.78	19.30	13.26	12.61	12.58
EMI-41	3395.80	24.28	15.30	17.29	17.25
EMI-42	3395.93	24.15	15.30	17.08	17.05
EMI-43	3401.04	19.04	13.26	11.30	11.27
EMI-44	3400.32	19.76	12.24	11.41	11.37
EMI-45	3401.10	18.98	12.24	10.35	10.31
EMI-46	3401.53	18.55	12.24	9.83	9.80
EMI-47	3405.45	14.63	10.20	10.03	9.99
EMI-48	3405.76	14.32	10.20	9.10	9.07
EMI-49	3406.27	13.81	10.20	8.30	8.27
EMI-50	3405.77	14.31	10.20	8.73	8.70

Tabla de Resultados de Presiones del Turno II.

NODO	COTA ASPERSORES	ALTURA ESTATICA (mca)	PRESION MEDIDA EN CAMPO (mca)	PRESION DE WATERCAD (mca)	PRESION DE EPANET (mca)
EMI-12	3401.81	18.27	15.30	16.60	16.60
EMI-13	3400.46	19.61	14.79	17.33	17.33
EMI-14	3399.69	20.39	15.30	17.82	17.82
EMI-15	3399.12	20.96	15.30	18.30	18.31
EMI-16	3399.45	20.63	15.81	18.96	18.96
EMI-17	3398.61	21.47	15.81	19.18	19.19
EMI-18	3397.89	22.19	20.40	19.61	19.62
EMI-19	3397.20	22.87	19.89	20.22	20.22
EMI-20	3396.97	23.11	20.40	21.49	21.50
EMI-21	3395.90	24.17	20.40	22.43	22.43
EMI-22	3394.04	26.03	20.40	24.31	24.31
EMI-23	3392.92	27.16	21.42	25.30	25.31
EMI-24	3402.53	17.54	15.30	16.02	16.03
EMI-25	3402.07	18.01	15.30	16.41	16.41
EMI-26	3396.76	23.32	15.81	21.80	21.80
EMI-51	3389.44	30.64	25.50	28.64	28.65
EMI-52	3389.29	30.79	25.50	28.05	28.05
EMI-53	3391.42	28.66	25.50	25.72	25.72
EMI-54	3389.23	30.85	24.48	27.94	27.94
EMI-55	3388.89	31.18	24.48	27.59	27.60
EMI-56	3387.30	32.78	25.50	27.39	27.39
EMI-57	3387.04	33.04	25.50	26.96	26.97
EMI-58	3385.53	34.55	27.54	28.50	28.50
EMI-59	3385.19	34.89	27.54	28.15	28.15

Tabla de Resultados de Presiones del Turno III.

NODO	COTA ASPERSORES	ALTURA ESTATICA (mca)	PRESION MEDIDA EN CAMPO (mca)	PRESION DE WATERCAD (mca)	PRESION DE EPANET (mca)
EMI-60	3385.51	34.57	25.50	26.69	26.25
EMI-61	3384.10	35.97	25.50	27.41	26.97
EMI-62	3383.66	36.42	27.54	27.79	27.58
EMI-63	3381.00	39.08	27.54	27.98	27.77
EMI-64	3379.49	40.59	30.09	28.81	28.59
EMI-65	3380.09	39.99	30.09	29.79	29.62
EMI-66	3377.80	42.28	30.60	29.60	29.44
EMI-67	3377.30	42.78	30.09	29.42	29.26
EMI-68	3380.47	39.60	27.54	28.78	28.75
EMI-69	3377.85	42.23	27.54	28.94	28.90
EMI-70	3375.42	44.66	30.09	30.68	30.64
EMI-87	3367.70	52.38	30.60	30.84	30.77
EMI-88	3367.02	53.05	30.60	30.83	30.77
EMI-89	3365.25	54.83	32.64	32.16	32.09
EMI-90	3364.54	55.53	32.64	32.18	32.11
EMI-91	3362.74	57.34	32.64	33.86	33.79
EMI-92	3362.07	58.01	30.60	32.05	31.99
EMI-93	3361.82	58.26	30.60	31.63	31.56
EMI-94	3360.23	59.85	30.09	34.82	34.75
EMI-95	3359.64	60.43	30.09	32.93	32.87
EMI-96	3359.39	60.69	30.09	32.50	32.44

Tabla de Resultados de Presiones del Turno IV.

NODO	COTA ASPERSORES	ALTURA ESTÁTICA (mca)	PRESION MEDIDA EN CAMPO (mca)	PRESION DE WATERCAD (mca)	PRESION DE EPANET (mca)
EMI-71	3378.45	41.63	27.54	28.06	28.13
EMI-72	3380.00	40.07	24.99	26.30	26.37
EMI-73	3378.38	41.69	30.09	27.18	27.25
EMI-74	3375.65	44.43	30.60	29.23	29.29
EMI-75	3373.01	47.07	30.09	30.74	30.80
EMI-76	3371.27	48.81	30.60	30.01	30.08
EMI-77	3369.61	50.47	30.60	30.98	31.05
EMI-78	3372.02	48.05	30.60	30.05	30.00
EMI-79	3370.17	49.91	30.60	30.35	30.30
EMI-80	3368.63	51.45	30.09	29.42	29.37
EMI-81	3366.84	53.24	30.60	30.52	30.47
EMI-82	3363.62	56.46	32.64	35.66	36.42
EMI-83	3361.93	58.15	35.19	34.47	35.23
EMI-84	3360.96	59.12	35.70	34.91	35.67
EMI-85	3359.95	60.12	35.70	36.13	36.89
EMI-86	3359.15	60.92	36.72	36.24	37.00
EMI-97	3369.11	50.96	35.70	36.65	36.69
EMI-98	3372.25	47.82	32.64	32.90	32.94
EMI-99	3365.51	54.57	37.74	37.99	38.03
EMI-100	3366.67	53.41	35.70	36.22	36.26
EMI-101	3363.02	57.05	38.25	39.86	39.90
EMI-102	3362.94	57.14	38.76	39.29	39.33
EMI-103	3359.27	60.81	40.29	45.35	45.31
EMI-104	3358.19	61.89	44.88	45.75	45.70

Tabla de Resultados de Presiones del Turno V.

NODO	COTA ASPERSORES	ALTURA ESTÁTICA (mca)	PRESION MEDIDA EN CAMPO (mca)	PRESION DE WATERCAD (mca)	PRESION DE EPANET (mca)
EMI-105	3357.81	62.27	44.88	44.63	44.93
EMI-106	3356.86	63.22	44.88	44.89	45.19
EMI-107	3355.67	64.41	40.80	45.77	46.07
EMI-108	3355.14	64.94	40.80	43.83	44.13
EMI-109	3355.30	64.78	40.80	42.98	43.29
EMI-110	3347.36	72.72	34.68	34.94	34.90
EMI-111	3350.81	69.27	34.68	30.66	30.62
EMI-112	3349.93	70.15	35.70	30.85	30.80
EMI-113	3346.56	73.52	35.70	35.40	35.35
EMI-114	3345.67	74.41	35.70	35.61	35.56
EMI-115	3358.31	61.77	40.80	44.07	44.38
EMI-116	3358.76	61.32	40.80	42.08	42.38
EMI-117	3359.20	60.88	40.80	40.91	41.21
EMI-118	3359.18	60.90	40.80	40.25	40.56
EMI-119	3356.13	63.95	40.29	43.38	43.68
EMI-120	3355.64	64.44	40.80	41.42	41.72
EMI-121	3353.75	66.33	42.84	42.61	42.91

Tabla de Resultados de Presiones del Turno VI.

NODO	COTA ASPERSORES	ALTURA ESTÁTICA (mca)	PRESION MEDIDA EN CAMPO (mca)	PRESION DE WATERCAD (mca)	PRESION DE EPANET (mca)
EMI-122	3356.97	63.11	40.80	41.68	41.69
EMI-123	3356.79	63.29	40.80	40.31	40.32
EMI-124	3357.01	63.07	40.29	39.36	39.37
EMI-125	3356.93	63.14	40.29	38.75	38.76
EMI-126	3357.73	62.34	40.80	41.44	41.45
EMI-127	3357.86	62.22	39.78	39.59	39.60
EMI-128	3357.55	62.52	39.78	38.97	38.98
EMI-129	3357.73	62.35	39.78	38.08	38.08
EMI-130	3360.00	60.07	42.84	41.67	41.68
EMI-131	3360.62	59.46	41.82	39.51	39.52
EMI-132	3360.54	59.54	41.82	38.86	38.87
EMI-133	3360.33	59.74	40.29	38.38	38.39
EMI-134	3362.69	57.39	40.29	38.92	38.93
EMI-135	3363.79	56.28	37.74	37.61	37.61
EMI-136	3363.60	56.48	37.74	37.07	37.08
EMI-137	3362.99	57.09	37.74	37.47	37.48

Perdidas de carga y caudales en redes de tuberías del Turno I.

Código_Tuberías	Código_Nodo Inicial	Código_Nodo Final	Longitud Inclinada (m)	Diametro Nominal (mm)	Coefficiente de Hazen-Williams	Perdida de Carga Total en Tubería	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga Total (Ht)	0.20*Pn	Ht≤0.20*Pn	ΔQ	0.20*Qn	Ht≤0.10*Qn	Tipo de Red
TUB-1	R-1	J-1	15.93	90	150	0.012	5.93							
TUB-2	J-1	J-2	48.52	90	150	0.012	5.93	0.036	2.40	Cumple	0.00	0.59	Cumple	Tub. Principal
TUB-3	J-2	J-3	19.23	90	150	0.012	5.93							
TUB-4	J-3	VC-1	6.15	48	150	0.027	1.65	0.054	2.40	Cumple	0.00	0.17	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-5	VC-1	J-4	2.48	48	150	0.027	1.65							
TUB-6	J-4	J-5	13.84	33	150	0.018	0.45	0.018	2.40	Cumple	0.00	0.05	Cumple	Tub. Porta laterales
TUB-7	J-5	EMI-1	2.12	26	150	0.061	0.45							
TUB-8	EMI-1	EMI-2	14.16	26	150	0.029	0.30	0.098	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-9	EMI-2	EMI-3	10.19	26	150	0.008	0.15							
TUB-10	J-4	J-6	2.41	33	150	0.112	1.20	0.112	2.40	Cumple	0.00	0.12	Cumple	Tub. Porta laterales
TUB-11	J-6	EMI-4	3.72	26	150	0.056	0.60							
TUB-12	EMI-4	EMI-5	10.57	26	150	0.061	0.45							
TUB-13	EMI-5	EMI-6	10.01	26	150	0.029	0.30	0.154	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-14	EMI-6	EMI-7	10.04	26	150	0.008	0.15							
TUB-15	J-6	J-7	11.87	33	150	0.031	0.60	0.031	2.40	Cumple	0.00	0.06	Cumple	Tub. Porta laterales
TUB-16	J-7	EMI-8	4.36	33	150	0.056	0.60							
TUB-17	EMI-8	EMI-9	10.02	26	150	0.061	0.45	0.154	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-18	EMI-9	EMI-10	10.00	26	150	0.029	0.30							
TUB-19	EMI-10	EMI-11	10.01	26	150	0.008	0.15							
TUB-20	J-3	J-62	2.08	63	150	0.037	4.26							
TUB-21	J-62	J-8	50.09	63	150	0.037	4.26	0.074	2.40	Cumple	0.00	0.43	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-22	J-8	VC-2	4.80	48	150	0.019	1.35	0.038	2.40	Cumple	0.00	0.14	Cumple	Tub. Porta laterales
TUB-23	VC-2	J-9	4.62	48	150	0.019	1.35							
TUB-24	J-9	EMI-27	3.74	33	150	0.047	0.75							
TUB-25	EMI-27	EMI-28	10.04	33	150	0.031	0.60							
TUB-26	EMI-28	EMI-29	10.01	26	150	0.061	0.45	0.176	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-27	EMI-29	EMI-30	10.01	26	150	0.029	0.30							
TUB-28	EMI-30	EMI-31	10.18	26	150	0.008	0.15							
TUB-30	J-9	J-10	14.40	33	150	0.031	0.60	0.031	2.40	Cumple	0.00	0.06	Cumple	Tub. Porta laterales
TUB-31	J-10	EMI-32	6.27	26	150	0.105	0.60							
TUB-32	EMI-32	EMI-33	10.40	26	150	0.061	0.45	0.203	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-33	EMI-33	EMI-34	9.72	26	150	0.029	0.30							
TUB-34	EMI-34	EMI-35	10.14	26	150	0.008	0.15							
TUB-35	J-8	J-63	36.75	63	150	0.018	2.91	0.036	2.40	Cumple	0.00	0.29	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-36	J-63	J-11	30.70	63	150	0.018	2.91							
TUB-37	J-11	VC-4	51.99	48	150	0.013	1.11	0.013	2.40	Cumple	0.00	0.11	Cumple	Tub. Porta laterales
TUB-38	VC-4	EMI-36	6.44	33	150	0.097	1.11							
TUB-39	EMI-36	EMI-37	16.54	33	150	0.046	0.74	0.186	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-40	EMI-37	EMI-38	15.94	26	150	0.043	0.37							
TUB-41	J-11	VC-3	3.32	48	150	0.032	1.80	0.064	2.40	Cumple	0.00	0.18	Cumple	Tub. Porta laterales
TUB-42	VC-3	J-12	6.24	48	150	0.032	1.80							
TUB-43	J-12	EMI-47	1.71	26	150	0.105	0.60							
TUB-44	EMI-47	EMI-48	10.00	26	150	0.061	0.45	0.203	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-45	EMI-48	EMI-49	10.01	26	150	0.029	0.30							
TUB-46	EMI-49	EMI-50	10.01	26	150	0.008	0.15							
TUB-47	J-12	J-13	11.12	33	150	0.112	1.20	0.112	2.40	Cumple	0.00	0.12	Cumple	Tub. Porta laterales
TUB-48	J-13	EMI-39	2.36	33	150	0.112	1.20							
TUB-49	EMI-39	EMI-40	10.00	33	150	0.087	1.05							
TUB-50	EMI-40	EMI-41	11.17	26	150	0.029	0.30	0.236	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-51	EMI-41	EMI-42	10.00	26	150	0.008	0.15							
TUB-52	EMI-40	EMI-43	10.00	26	150	0.105	0.60							
TUB-53	EMI-43	EMI-44	10.03	26	150	0.062	0.45							
TUB-54	EMI-44	EMI-45	10.03	26	150	0.029	0.30	0.204	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-55	EMI-45	EMI-46	10.01	26	150	0.008	0.15							

Perdidas de carga y caudales en redes de tuberías del Turno II

Código_Tuberías	Código Nodo Inicial	Código Nodo Final	Longitud Inclinada (m)	Diametro Nominal (mm)	Coefficiente de Hazen-Williams	Perdida de Carga Total en Tubería	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga Total (Ht)	0.20*Pn	Ht≤0.20*Pn	ΔQ	0.20*Qn	Ht≤0.10*Qn	Tipo de Red
TUB-1	R-1	J-1	15.93	90	150	0.011	5.59							
TUB-2	J-1	J-2	48.52	90	150	0.011	5.59	0.059	2.40	Cumple	0.00	0.56	Cumple	Tub. Principal
TUB-3	J-2	J-3	19.23	90	150	0.011	5.59							
TUB-56	J-3	J-14	15.52	75	150	0.026	5.59							
TUB-57	J-14	VC-5	2.84	63	150	0.007	1.80	0.015	2.40	Cumple	0.00	0.18	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-58	VC-5	J-15	2.19	63	150	0.008	1.80							
TUB-59	J-15	EMI-12	3.96	26	150	0.105	0.60							
TUB-60	EMI-12	EMI-13	10.09	26	150	0.062	0.45	0.204	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-61	EMI-13	EMI-14	10.00	26	150	0.029	0.30							
TUB-62	EMI-14	EMI-15	10.18	26	150	0.008	0.15							
TUB-63	J-15	J-16	10.69	63	150	0.004	1.20	0.004	2.40	Cumple	0.00	0.12	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-64	J-16	EMI-16	3.15	26	150	0.105	0.60							
TUB-65	EMI-16	EMI-17	10.04	26	150	0.061	0.45	0.203	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-66	EMI-17	EMI-18	9.98	26	150	0.029	0.30							
TUB-67	EMI-18	EMI-19	10.11	26	150	0.008	0.15							
TUB-68	J-16	J-17	10.23	48	150	0.004	0.60	0.004	2.40	Cumple	0.00	0.06	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-69	J-17	EMI-20	7.78	26	150	0.029	0.30	0.037	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-70	EMI-20	EMI-21	15.87	26	150	0.008	0.15							
TUB-71	J-17	J-18	14.88	33	150	0.009	0.30	0.009	2.40	Cumple	0.00	0.03	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-72	J-18	EMI-22	7.18	26	150	0.029	0.30	0.037	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-73	EMI-22	EMI-23	15.35	26	150	0.008	0.15							
TUB-74	J-14	J-19	9.01	75	150	0.013	3.78	0.013	2.40	Cumple	0.00	0.38	Cumple	Tub. Principal
TUB-75	J-19	VC-6	2.18	33	150	0.018	0.45	0.036	2.40	Cumple	0.00	0.05	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-76	VC-6	J-20	2.69	33	150	0.018	0.45							
TUB-77	J-20	EMI-24	2.71	26	150	0.029	0.30	0.037	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-78	EMI-24	EMI-25	10.01	26	150	0.008	0.15							
TUB-79	J-20	J-21	14.24	33	150	0.002	0.15	0.002	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-80	J-21	EMI-26	12.28	33	150	0.002	0.15	0.002	2.40	Cumple	0.00	0.02	Cumple	Tub. Laterales
TUB-81	J-19	J-22	56.17	75	150	0.010	3.33	0.011	2.40	Cumple	0.00	0.11	Cumple	Tub. Principal
TUB-82	J-22	J-26	1.45	75	150	0.001	1.11							
TUB-83	J-26	VC-8	2.13	48	150	0.013	1.11							
TUB-84	VC-8	EMI-51	1.69	48	150	0.013	1.11	0.085	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-85	EMI-51	EMI-52	16.38	33	150	0.046	0.74							
TUB-86	EMI-52	EMI-53	16.14	33	150	0.013	0.37							
TUB-87	J-22	VC-7	2.27	48	150	0.047	2.22	0.094	2.40	Cumple	0.00	0.22	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-88	VC-7	J-23	2.26	48	150	0.047	2.22							
TUB-89	J-23	EMI-54	4.89	26	150	0.155	0.74	0.198	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-90	EMI-54	EMI-55	16.00	26	150	0.043	0.37							
TUB-91	J-23	J-24	15.90	33	150	0.165	1.48	0.165	2.40	Cumple	0.00	0.15	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-92	J-24	EMI-56	4.12	26	150	0.154	0.74	0.197	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-93	EMI-56	EMI-57	16.00	26	150	0.043	0.37							
TUB-94	J-24	J-25	16.67	33	150	0.046	0.74	0.046	2.40	Cumple	0.00	0.07	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-95	J-25	EMI-58	3.46	26	150	0.155	0.74	0.198	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-96	EMI-58	EMI-59	16.00	26	150	0.043	0.37							

Perdidas de carga y caudales en redes de tuberías del Turno III.

Código_Tuberías	Código_Nodo_Inicial	Código_Nodo_Final	Longitud_Inclinada (m)	Diametro_Nominal (mm)	Coficiente de Hazen-Williams	Perdida de Carga Total en Tubería	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga Total (Ht)	0.20*Pn	Ht≤0.20*Pn	ΔQ	0.20*Qn	Ht≤0.10*Qn	Tipo de Red
TUB-1	R-1	J-1	15.93	90	150	0.020	7.80							
TUB-2	J-1	J-2	48.52	90	150	0.020	7.80							
TUB-3	J-2	J-3	19.23	90	150	0.020	7.80							
TUB-56	J-3	J-14	15.52	75	150	0.048	7.79							
TUB-74	J-14	J-19	9.01	75	150	0.048	7.79	0.348	2.40	Cumple	0.01	0.78	Cumple	Tub. Principal
TUB-81	J-19	J-22	56.17	75	150	0.048	7.79							
TUB-82	J-22	J-26	1.45	75	150	0.048	7.79							
TUB-97	J-26	PRV-1	21.28	75	150	0.048	7.79							
TUB-98	PRV-1	J-27	4.68	75	150	0.048	7.79							
TUB-99	J-27	J-28	4.03	63	150	0.034	4.07							
TUB-100	J-28	VC-9	37.10	33	150	0.097	1.11	0.131	2.40	Cumple	0.00	0.11	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-101	VC-9	EMI-68	4.62	33	150	0.097	1.11							
TUB-102	EMI-68	EMI-69	16.21	26	150	0.155	0.74	0.295	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-103	EMI-69	EMI-70	16.18	26	150	0.043	0.37							
TUB-104	J-28	VC-10	10.38	48	150	0.080	2.96							
TUB-105	VC-10	J-29	3.02	48	150	0.080	2.96	0.160	2.40	Cumple	0.00	0.30	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-106	J-29	EMI-60	3.03	63	150	0.002	0.74							
TUB-107	EMI-60	EMI-61	16.06	26	150	0.043	0.37	0.045	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-108	J-29	J-30	15.77	48	150	0.047	2.22	0.047	2.40	Cumple	0.00	0.22	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-109	J-30	EMI-62	2.60	63	150	0.003	1.11							
TUB-110	EMI-62	EMI-63	16.22	26	150	0.155	0.74	0.201	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-111	EMI-63	EMI-64	16.07	26	150	0.043	0.37							
TUB-112	J-30	J-31	16.65	33	150	0.097	1.11	0.097	2.40	Cumple	0.00	0.11	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-113	J-31	EMI-65	2.11	63	150	0.003	1.11							
TUB-114	EMI-65	EMI-66	16.16	26	150	0.155	0.74	0.201	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-115	EMI-66	EMI-67	16.01	26	150	0.043	0.37							
TUB-116	J-27	J-32	56.60	75	150	0.012	3.71	0.012	2.40	Cumple	0.00	0.37	Cumple	Tub. Principal
TUB-117	J-32	J-65	4.36	63	150	0.032	3.70							
TUB-118	J-65	J-33	15.49	63	150	0.028	3.70							
TUB-129	J-33	J-34	31.05	48	150	0.121	3.70	0.423	2.40	Cumple	0.00	0.37	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-135	J-34	PRV-2	62.14	48	150	0.121	3.70							
TUB-136	PRV-2	J-35	11.28	48	150	0.121	3.70							
TUB-146	J-35	VC-11	1.93	48	150	0.121	3.70							
TUB-147	VC-11	J-36	4.82	48	150	0.121	3.70	0.242	2.40	Cumple	0.00	0.37	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-148	J-36	EMI-87	3.84	33	150	0.046	0.74							
TUB-149	EMI-87	EMI-88	16.01	26	150	0.043	0.37	0.089	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-150	J-36	J-37	15.50	48	150	0.080	2.96	0.080	2.40	Cumple	0.00	0.30	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-151	J-37	EMI-89	1.78	33	150	0.046	0.74							
TUB-152	EMI-89	EMI-90	16.02	26	150	0.043	0.37	0.089	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-153	J-37	J-38	16.07	48	150	0.047	2.22	0.047	2.40	Cumple	0.00	0.22	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-154	J-38	EMI-91	1.46	33	150	0.097	1.11							
TUB-155	EMI-91	EMI-92	16.01	26	150	0.155	0.74	0.295	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-156	EMI-92	EMI-93	16.00	26	150	0.043	0.37							
TUB-157	J-38	J-39	16.12	33	150	0.097	1.11	0.097	2.40	Cumple	0.00	0.11	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-158	J-39	EMI-94	1.54	33	150	0.097	1.11							
TUB-159	EMI-94	EMI-95	16.01	26	150	0.155	0.74	0.295	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-160	EMI-95	EMI-96	16.00	26	150	0.043	0.37							

Perdidas de carga y caudales en redes de tuberías del Turno IV.

Código Tuberías	Código Nodo Inicial	Código Nodo Final	Longitud Inclinada (m)	Diametro Nominal (mm)	Coefficiente de Hazen-Williams	Perdida de Carga Total en Tubería	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga Total (Ht)	0.20*Pn	Ht≤0.20*Pn	ΔQ	0.20*Qn	Ht≤0.10*Qn	Tipo de Red
TUB-1	R-1	J-1	15.93	90	150	0.025	8.90							
TUB-2	J-1	J-2	48.52	90	150	0.025	8.90							
TUB-3	J-2	J-3	19.23	90	150	0.025	8.90							
TUB-56	J-3	J-14	15.52	75	150	0.062	8.90							
TUB-74	J-14	J-19	9.01	75	150	0.062	8.90							
TUB-81	J-19	J-22	56.17	75	150	0.062	8.89	0.447	2.40	Cumple	0.01	0.89	Cumple	Tub. Principal
TUB-82	J-22	J-26	1.45	75	150	0.062	8.89							
TUB-97	J-26	PRV-1	21.28	75	150	0.062	8.89							
TUB-98	PRV-1	J-27	4.68	75	150	0.062	8.89							
TUB-116	J-27	J-32	56.60	75	150	0.061	8.89							
TUB-117	J-32	J-65	4.36	63	150	0.076	5.92							
TUB-118	J-65	J-33	15.49	63	150	0.068	5.92	0.144	2.40	Cumple	0.00	0.59	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-119	J-33	VC-14	4.13	63	150	0.015	2.59							
TUB-120	VC-14	J-43	2.54	48	150	0.063	2.59	0.078	2.40	Cumple	0.00	0.26	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-121	J-43	EMI-71	2.22	48	150	0.022	1.48							
TUB-122	EMI-71	EMI-72	16.15	48	150	0.013	1.11							
TUB-123	EMI-72	EMI-73	16.12	33	150	0.046	0.74	0.124	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-124	EMI-73	EMI-74	16.23	26	150	0.043	0.37							
TUB-125	J-43	J-44	20.85	33	150	0.097	1.11	0.097	2.40	Cumple	0.00	0.11	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-126	J-44	EMI-75	8.41	33	150	0.097	1.11							
TUB-127	EMI-75	EMI-76	16.10	26	150	0.155	0.74	0.295	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-128	EMI-76	EMI-77	16.09	26	150	0.043	0.37							
TUB-129	J-33	J-34	31.05	48	150	0.100	3.33	0.100	2.40	Cumple	0.00	0.33	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-130	J-34	VC-13	3.26	33	150	0.165	1.48							
TUB-131	VC-13	EMI-78	6.66	33	150	0.165	1.48							
TUB-132	EMI-78	EMI-79	16.11	33	150	0.097	1.11	0.625	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-133	EMI-79	EMI-80	16.07	26	150	0.155	0.74							
TUB-134	EMI-80	EMI-81	16.10	26	150	0.043	0.37							
TUB-135	J-34	PRV-2	62.14	48	150	0.034	1.85							
TUB-136	PRV-2	J-35	11.28	48	150	0.034	1.85	0.068	2.40	Cumple	0.00	0.19	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-137	J-35	VC-12	16.16	48	150	0.034	1.85							
TUB-138	VC-12	J-40	6.37	48	150	0.034	1.85	0.068	2.40	Cumple	0.00	0.19	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-139	J-40	EMI-82	11.08	26	150	0.043	0.37	0.043	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-140	J-40	J-41	15.78	33	150	0.165	1.48	0.165	2.40	Cumple	0.00	0.15	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-141	J-41	EMI-83	5.00	26	150	0.155	0.74							
TUB-142	EMI-83	EMI-84	12.44	26	150	0.043	0.37	0.198	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-143	J-41	J-42	16.42	33	150	0.046	0.74	0.046	2.40	Cumple	0.00	0.07	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-144	J-42	EMI-85	2.23	26	150	0.155	0.74							
TUB-145	EMI-85	EMI-86	16.02	26	150	0.043	0.37	0.198	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-161	J-32	J-66	4.52	75	150	0.008	2.97							
TUB-162	J-66	J-67	28.73	75	150	0.008	2.97							
TUB-163	J-67	PRV-3	55.20	75	150	0.008	2.97	0.032	2.40	Cumple	0.00	0.30	Cumple	Tub. Principal
TUB-164	PRV-3	J-45	5.24	75	150	0.008	2.97							
TUB-165	J-45	VC-15	3.74	48	150	0.047	2.22							
TUB-166	VC-15	J-46	9.89	48	150	0.047	2.22	0.094	2.40	Cumple	0.00	0.22	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-167	J-46	EMI-97	6.47	26	150	0.155	0.74							
TUB-168	EMI-97	EMI-98	14.78	26	150	0.043	0.37	0.198	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-169	J-46	J-47	14.23	33	150	0.165	1.48	0.165	2.40	Cumple	0.00	0.15	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-170	J-47	EMI-99	6.10	26	150	0.155	0.74							
TUB-171	EMI-99	EMI-100	14.37	26	150	0.043	0.37	0.198	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-172	J-47	J-48	14.17	33	150	0.046	0.74	0.046	2.40	Cumple	0.00	0.07	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-173	J-48	EMI-101	5.90	26	150	0.155	0.74							
TUB-174	EMI-101	EMI-102	15.24	26	150	0.043	0.37	0.198	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-175	J-45	PRV-4	58.68	75	150	0.001	0.75							
TUB-176	PRV-4	J-49	4.80	75	150	0.001	0.75	0.002	2.40	Cumple	0.00	0.08	Cumple	Tub. Principal
TUB-177	J-49	VC-16	7.77	33	150	0.046	0.74							
TUB-178	VC-16	EMI-103	3.93	26	150	0.154	0.74	0.243	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-179	EMI-103	EMI-104	16.04	26	150	0.043	0.37							

Perdidas de carga y caudales en redes de tuberías del Turno V.

Código_Tuberías	Código Nodo Inicial	Código Nodo Final	Longitud Inclinada (m)	Diametro Nominal (mm)	Coefficiente de Hazen-Williams	Perdida de Carga Total en Tubería	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga Total (Ht)	0.20*Pn	Ht≤0.20*Pn	ΔQ	0.20*Qn	Ht≤0.10*Qn	Tipo de Red
TUB-1	R-1	J-1	15.93	90	150	0.0130	6.32							
TUB-2	J-1	J-2	48.52	90	150	0.0130	6.32							
TUB-3	J-2	J-3	19.23	90	150	0.0130	6.32							
TUB-56	J-3	J-14	15.52	75	150	0.0330	6.31							
TUB-74	J-14	J-19	9.01	75	150	0.0330	6.31							
TUB-81	J-19	J-22	56.17	75	150	0.0330	6.31							
TUB-82	J-22	J-26	1.45	75	150	0.0320	6.31							
TUB-97	J-26	PRV-1	21.28	75	150	0.0330	6.30							
TUB-98	PRV-1	J-27	4.68	75	150	0.0330	6.31	0.53	2.40	Cumple	0.03	0.63	Cumple	Tub. Principal
TUB-116	J-27	J-32	56.60	75	150	0.0330	6.30							
TUB-161	J-32	J-66	4.52	75	150	0.0320	6.30							
TUB-162	J-66	J-67	28.73	75	150	0.0320	6.30							
TUB-163	J-67	PRV-3	55.20	75	150	0.0320	6.30							
TUB-164	PRV-3	J-45	5.24	75	150	0.0320	6.30							
TUB-175	J-45	PRV-4	58.68	75	150	0.0320	6.30							
TUB-176	PRV-4	J-49	4.80	75	150	0.0320	6.29							
TUB-180	J-49	J-64	8.69	75	150	0.0320	6.29							
TUB-181	J-64	J-50	26.72	75	150	0.0320	6.29							
TUB-182	J-50	J-51	2.76	48	150	0.1210	3.70	0.121	2.40	Cumple	0.00	0.37	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-183	J-51	VC-17	3.65	48	150	0.0340	1.85	0.068	2.40	Cumple	0.00	0.19	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-184	VC-17	J-52	2.98	48	150	0.0340	1.85							
TUB-185	J-52	EMI-105	6.84	26	150	0.1550	0.74	0.198	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-186	EMI-105	EMI-106	16.03	26	150	0.0430	0.37							
TUB-187	J-52	J-53	16.38	33	150	0.0970	1.11	0.097	2.40	Cumple	0.00	0.11	Cumple	Tub. Porta Laterales
TUB-188	J-53	EMI-107	4.96	33	150	0.0970	1.11							
TUB-189	EMI-107	EMI-108	16.01	26	150	0.1550	0.74	0.295	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-190	EMI-108	EMI-109	16.00	26	150	0.0430	0.37							
TUB-191	J-51	PRV-5	38.52	48	150	0.0340	1.85							
TUB-192	PRV-5	VC-18	29.50	48	150	0.0340	1.85	0.102	2.40	Cumple	0.00	0.19	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-193	VC-18	J-54	10.79	48	150	0.0340	1.85							
TUB-194	J-54	EMI-110	7.38	33	150	0.0970	1.11							
TUB-195	EMI-110	EMI-111	18.60	33	150	0.0460	0.74							
TUB-196	EMI-111	EMI-112	16.30	26	150	0.0430	0.37	0.384	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-197	J-54	EMI-113	6.87	26	150	0.1550	0.74							
TUB-198	EMI-113	EMI-114	16.02	26	150	0.0430	0.37							
TUB-199	J-50	J-55	82.85	75	150	0.0060	2.59	0.006	2.40	Cumple	0.00	0.26	Cumple	Tub. Principal
TUB-200	J-55	VC-19	2.85	48	150	0.0630	2.59							
TUB-201	VC-19	J-56	2.85	48	150	0.0630	2.59	0.126	2.40	Cumple	0.00	0.26	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-202	J-56	EMI-115	4.72	33	150	0.1650	1.48							
TUB-203	EMI-115	EMI-116	16.01	33	150	0.0970	1.11							
TUB-204	EMI-116	EMI-117	16.01	33	150	0.0460	0.74	0.351	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-205	EMI-117	EMI-118	16.00	26	150	0.0430	0.37							
TUB-206	J-56	J-57	31.49	33	150	0.0970	1.11	0.097	2.40	Cumple	0.00	0.11	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-207	J-57	EMI-119	6.32	33	150	0.0970	1.11							
TUB-208	EMI-119	EMI-120	15.92	26	150	0.1550	0.74	0.295	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-209	EMI-120	EMI-121	16.32	26	150	0.0430	0.37							

Perdidas de carga y caudales en redes de tuberías del Turno VI.

Código_ Tuberías	Código Nodo Inicial	Código Nodo Final	Longitud Inclínada (m)	Diametro Nominal (mm)	Coefficiente de Hazen-Williams	Perdida de Carga Total en Tubería	Caudal de Paso (l/s)	Perdida de Carga Total (Ht)	0.20*Pn	Ht≤0.20*Pn	ΔQ	0.20*Qn	Ht≤0.10*Qn	Tipo de Red
TUB-1	R-1	J-1	15.93	90	150	0.0120	5.95							
TUB-2	J-1	J-2	48.52	90	150	0.0120	5.95							
TUB-3	J-2	J-3	19.23	90	150	0.0120	5.95							
TUB-56	J-3	J-14	15.52	75	150	0.0290	5.94							
TUB-74	J-14	J-19	9.01	75	150	0.0290	5.94							
TUB-81	J-19	J-22	56.17	75	150	0.0290	5.94							
TUB-82	J-22	J-26	1.45	75	150	0.0290	5.93							
TUB-97	J-26	PRV-1	21.28	75	150	0.0290	5.93							
TUB-98	PRV-1	J-27	4.68	75	150	0.0290	5.94							
TUB-116	J-27	J-32	56.60	75	150	0.0290	5.94							
TUB-161	J-32	J-66	4.52	75	150	0.0290	5.93	0.529	2.400	Cumple	0.030	0.595	Cumple	Tub. Principal
TUB-162	J-66	J-67	28.73	75	150	0.0290	5.93							
TUB-163	J-67	PRV-3	55.20	75	150	0.0290	5.93							
TUB-164	PRV-3	J-45	5.24	75	150	0.0290	5.93							
TUB-175	J-45	PRV-4	58.68	75	150	0.0290	5.93							
TUB-176	PRV-4	J-49	4.80	75	150	0.0290	5.93							
TUB-180	J-49	J-64	8.69	75	150	0.0290	5.92							
TUB-181	J-64	J-50	26.72	75	150	0.0290	5.92							
TUB-199	J-50	J-55	82.85	75	150	0.0290	5.92							
TUB-210	J-55	J-58	3.90	75	150	0.0290	5.92							
TUB-211	J-58	VC-20	2.86	48	150	0.0800	2.96							
TUB-212	VC-20	J-59	17.76	48	150	0.0800	2.96	0.160	2.40	Cumple	0.00	0.30	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-213	J-59	EMI-122	9.67	33	150	0.1650	1.48							
TUB-214	EMI-122	EMI-123	16.00	33	150	0.0970	1.11	0.351	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-215	EMI-123	EMI-124	16.00	33	150	0.0460	0.74							
TUB-216	EMI-124	EMI-125	16.00	26	150	0.0430	0.37							
TUB-217	J-59	EMI-126	6.49	33	150	0.1650	1.48							
TUB-218	EMI-126	EMI-127	17.87	33	150	0.0970	1.11	0.351	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-219	EMI-127	EMI-128	20.19	33	150	0.0460	0.74							
TUB-220	EMI-128	EMI-129	16.77	26	150	0.0430	0.37							
TUB-221	J-58	VC-21	3.80	75	150	0.0080	2.96							
TUB-222	VC-21	J-60	4.75	75	150	0.0080	2.96	0.016	2.40	Cumple	0.00	0.30	Cumple	Tub. Principal
TUB-223	J-60	J-61	15.02	63	150	0.0050	1.48	0.005	2.40	Cumple	0.00	0.15	Cumple	Tub. Secundaria
TUB-224	J-61	EMI-134	6.41	48	150	0.0220	1.48							
TUB-225	EMI-134	EMI-135	16.04	48	150	0.0130	1.11	0.094	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-226	EMI-135	EMI-136	16.00	33	150	0.0460	0.74							
TUB-227	EMI-136	EMI-137	16.01	33	150	0.0130	0.37							
TUB-228	J-60	EMI-130	6.29	48	150	0.0220	1.48							
TUB-229	EMI-130	EMI-131	16.01	33	150	0.0970	1.11	0.208	2.40	Cumple	0.00	0.04	Cumple	Tub. Laterales
TUB-230	EMI-131	EMI-132	16.00	33	150	0.0460	0.74							
TUB-231	EMI-132	EMI-133	16.00	26	150	0.0430	0.37							

Los resultados de las tablas de pérdidas de carga y caudales en tuberías principales, secundarias, portlaterales y laterales

Los resultados de la **figura 3.2** se ha realizado la evaluación con el lateral del toma hidrante cinco (H-5) según los planos de tubería del anexo 7.2. La presión en dicho toma hidrante es de 18.60 mca y la diferencia de presión del primer aspersor y último aspersor pierda 0.8 m, siendo este valor menor que la 20% de la presión nominal o la presión media de 3.48m, siendo esta afirmación validada según Tarjuelo (1999) y expresa la siguiente relación:

$$\frac{P_m}{\gamma} - \frac{P_n}{\gamma} \leq 0.20 \frac{P_a}{\gamma} \quad (3.1)$$

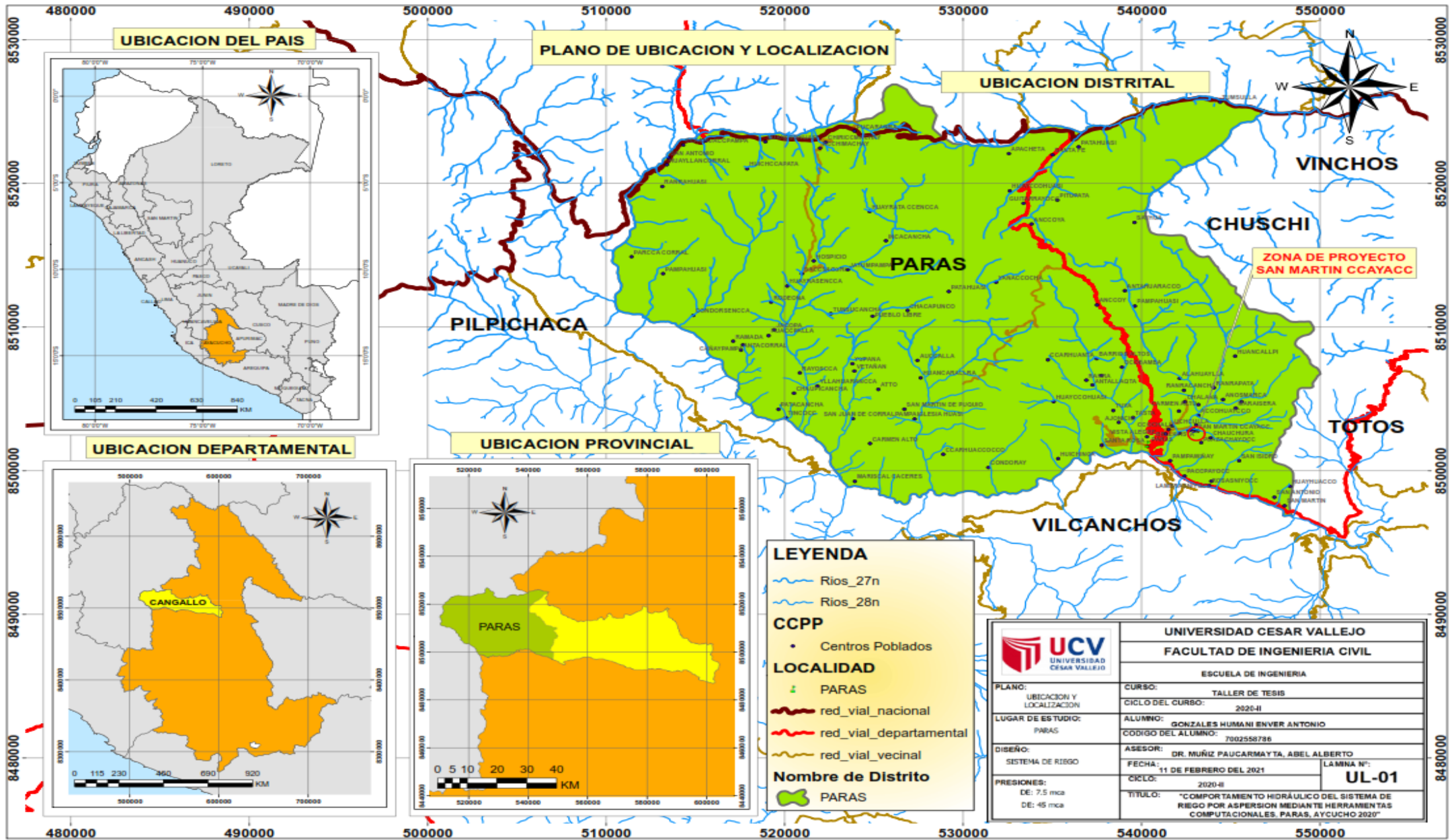
$$17.8 - 17.0 \leq 0.20(17.4)$$

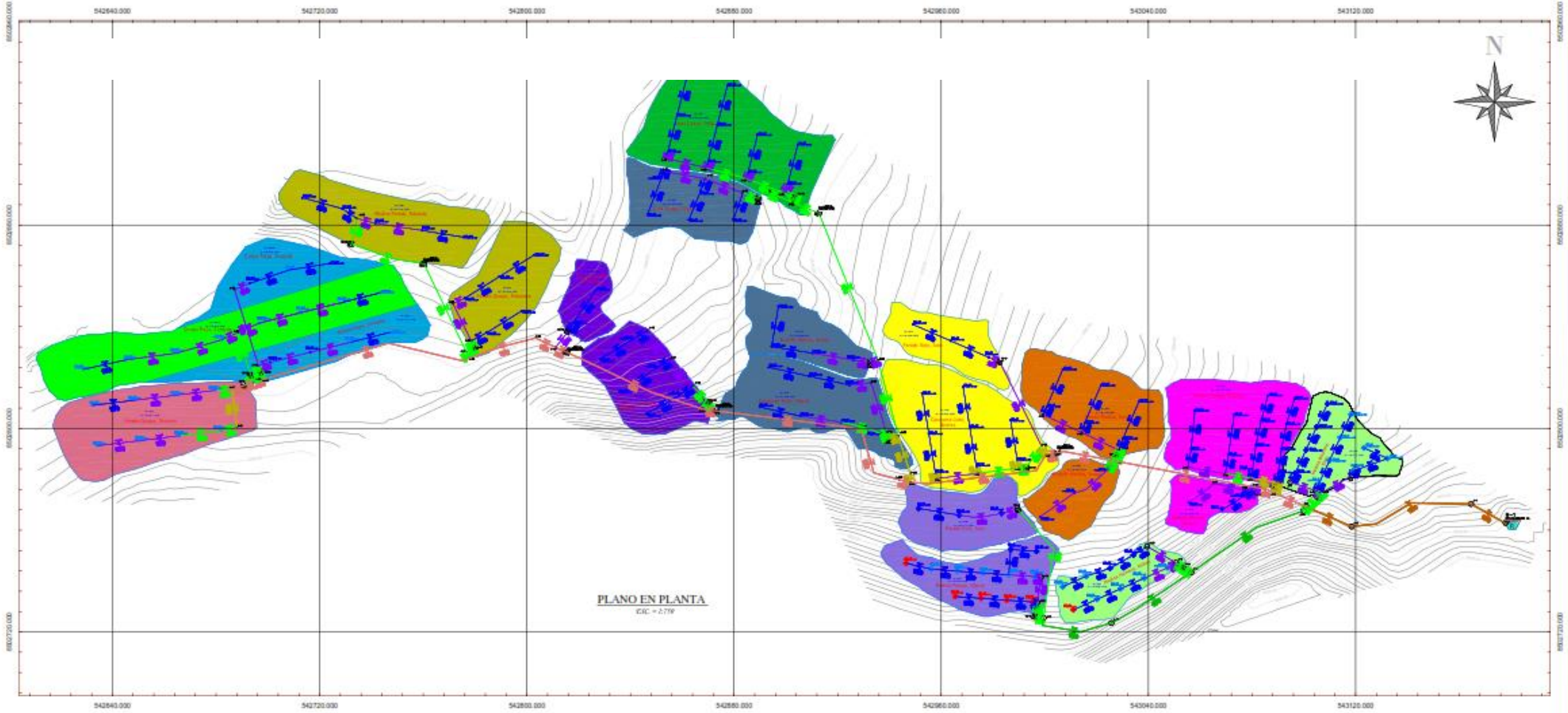
$$0.8 \text{ m} \leq 3.48 \text{ m}$$

La variación de caudal en el ramal evaluado resulta 22.28 l/h siendo valor inferior al 10% del valor nominal con que fue diseñado de 450 l/h, quiere decir el sistema funciona con normalidad; este resultado hace referencia a Tarjuelo (1999), para el cual se tiene la siguiente relación:

$$534.64 - 512.36 \leq 0.10(450) \quad (3.2)$$

ANEXO 6: Planos



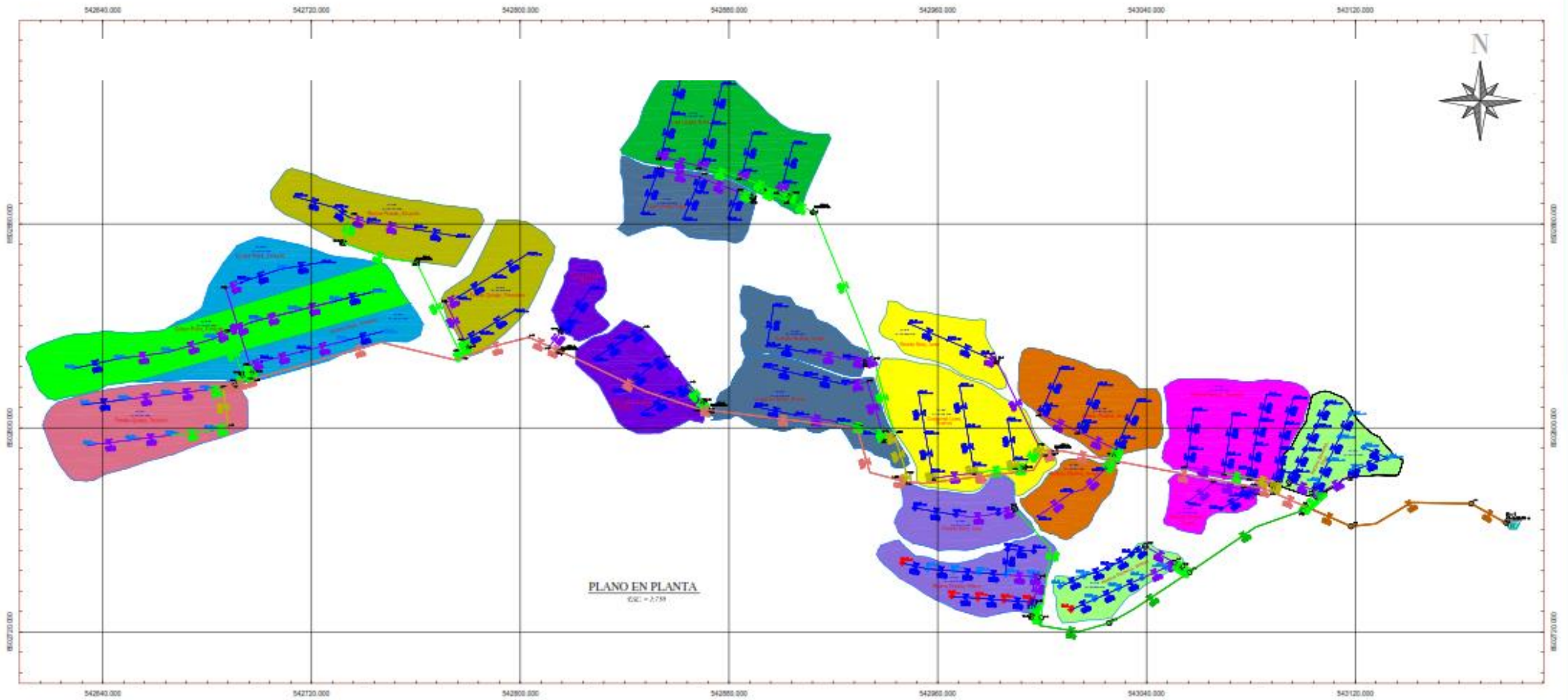


PLANO EN PLANTA
E.C. = 2,79

LEYENDA	
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO
	TUBERÍA PVC 6" x 100' - 300' LDO

RELACION DE ANUNCIANTES DEL PROYECTO		
Numero	Apellidos y Nombres	Area (Mts. Cu)
P-21	Parodi Guzman, Tu Alvaro	0,22
P-22	Parodi Mejia, Fernando	0,20
P-23	Parodi Mejia, Fernando	0,21
P-24	Parodi Mejia, Fernando	0,27
P-25	Medina Parodi, Ricardo	0,22
A-27	Karami Lugo, Ivonne	0,22
P-28	Castro Medina, Paulina	0,25
P-29	Quispe Condorina, Telsiana	0,22
P-30	Uma Inoa, Olga	0,22
P-31	Uma Inoa, Delfa	0,22
P-32	Medillo Medina, Israel	0,26
P-33	Castro Medina, Marcel	0,28
P-34	Paredo Vico, Juan	0,28
P-35	Castro Medina, Andres	0,22
P-36	Paredo Vico, Juan	0,28
P-37	Medillo Medina, Israel	0,26
P-38	Medillo Medina, Israel	0,26
P-39	Paredo Vico, Juan	0,28
P-40	Medillo Medina, Israel	0,26
P-41	Medillo Medina, Israel	0,26
P-42	Medillo Medina, Israel	0,26
P-43	Medillo Medina, Israel	0,26

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
SECCION INGENIERIA		
CURSO: INGENIERIA CIVIL		
SECCION: INGENIERIA CIVIL		
SEMESTRE: IV		
TITULO: INGENIERIA CIVIL		
MATERIA: SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA		
TITULO DE TRABAJO: SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA		
AUTOR: PT-01		
FECHA: 2012		
LUGAR: CUMPLIMIENTO DE PARRA AUTOMATIZADO		



PLANO EN PLANTA
E.C. = 1:750

LEYENDA	
	TUBERÍA PVC 6" Ø x 10' NTP - 080 LDC Ø = 10 mm C. 3
	TUBERÍA PVC 4" Ø x 10' NTP - 080 LDC Ø = 10 mm C. 3
	TUBERÍA PVC 8" Ø x 10' NTP - 080 LDC Ø = 10 mm C. 3
	TUBERÍA PVC 6" Ø x 10' NTP - 080 LDC Ø = 10 mm C. 3
	TUBERÍA PVC 6" Ø x 10' NTP - 080 LDC Ø = 10 mm C. 3
	TUBERÍA PVC 6" Ø x 10' NTP - 080 LDC Ø = 10 mm C. 3
	TUBERÍA Ø = 10 mm C. 3
	CURVAS DE VUELTA

BALANCE DE MATERIALES DEL PROYECTO		
Paralelo	Material y Dimensiones	Area Total (M ²)
P-28	Fanado Quilpa, 1x10m	0.26
P-29	Fanado Maña, 1x10m	0.33
P-26	Fanado Maña, 1x10m	0.33
P-25	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-24	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-23	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-22	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-21	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-20	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-19	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-18	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-17	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-16	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-15	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-14	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-13	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-12	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-11	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-10	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-9	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-8	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-7	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-6	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-5	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-4	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-3	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-2	Fanado Maña, 1x10m	0.27
P-1	Fanado Maña, 1x10m	0.27

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA DE INGENIERIA	
PROYECTO	VALLEJO 2024
TÍTULO DEL PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
FECHA DE ELABORACIÓN	15/09/2024
PROYECTANTE	INGENIERO CIVIL
PROYECTO	PROYECTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
FECHA DE ELABORACIÓN	15/09/2024
PROYECTANTE	INGENIERO CIVIL
PROYECTO	PROYECTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
FECHA DE ELABORACIÓN	15/09/2024
PROYECTANTE	INGENIERO CIVIL
P16-01	

ANEXO 7: Registros Fotográficos



Registro de datos del campo



Aforo de la captación



Medición de presión del Aspensor Xcel



Medición de presión del Aspersor VYR 36



Vista del reservorio en su máximo nivel de Agua



Vista de las parcelas de riego por aspersión