



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Pérdidas de agua potable en edificio multifamiliar mediante  
métodos volumétricos – Edificio Santa Inés, Lince, Lima 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Mondragon Rozas, Henry Francisco (ORCID: 0000-0001-7355-5187)

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LIMA - PERÚ  
2020

## **Dedicatoria**

Dedico esta investigación a mis padres Frank y Rocío y a mi hermana Karol como también a mis compañeros durante la universidad por coronar este objetivo de culminar la carrera profesional.

## **Agradecimiento**

A mi Padre Celestial por darme la oportunidad de coronar esta meta, a mis padres y mi hermana que me apoyaron incondicionalmente en mi desarrollo profesional, a mi asesor Dr. Ingeniero Abel Alberto Muñiz Paucarmayta por su paciencia y por compartir sus conocimientos de manera desprendida demostrando su compromiso con la juventud por un país a puertas del Bicentenario, a mis amigos y compañeros que estuvieron a su manera durante la etapa universitaria.

## Índice de contenidos

<b>Dedicatoria</b> .....	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>iii</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>4</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>7</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>9</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>10</b>
<b>Abstrac</b> .....	<b>11</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>23</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	23
3.1.1. Método de investigación.....	23
3.1.2. Tipo de investigación.....	23
3.1.3. Nivel de investigación.....	23
3.1.4. Diseño de investigación .....	24
3.2. Variables y operacionalización .....	24
3.2.1. Variable 1: Métodos volumétricos .....	24
3.2.2. Variable 2: Pérdidas de agua potable. ....	25
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	27
3.3.1. Población .....	27
3.3.2. Muestra .....	27
3.3.3. Muestreo .....	27
3.3.4. Unidad de análisis .....	27
3.4. Técnicas e instrumentos recolección de datos .....	28
3.4.1. Técnica.....	28
3.4.2. Instrumento .....	28
3.4.3. Validez .....	28
3.4.4. Confiabilidad .....	29
3.5. Procedimientos .....	30
3.5.1. Estudios previos.....	30

3.5.2. Estimaciones del consumo del caudal .....	32
3.5.3. Modelo isométrico de la instalación sanitaria para el primer piso típico (03 departamentos).....	39
3.5.4. Calculo de la red principal a la red de distribución.....	43
3.5.5. Cálculo de los diámetros de la red de distribución y red principal. 45	
3.5.6. Análisis mediante método Epanet.....	52
3.6. Método de análisis de datos.....	59
3.6.1. Calculo de la perdida de agua potable en las redes principales de edificios multifamiliares mediante métodos volumétricos.....	59
3.6.2. Cuantificación de la perdida de agua potable en redes de distribución interna de edificios multifamiliar mediante métodos volumétricos.....	60
3.6.3. Determinar la perdida de agua potable en edificio multifamiliar mediante métodos volumétricos .....	64
3.7. Aspectos éticos.....	67
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>68</b>
Resultado 1 .....	68
Resultado 2 .....	68
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>70</b>
Discusión 1 .....	70
Discusión 2.....	70
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>71</b>
Conclusión 1.....	71
Conclusión 2.....	71
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>72</b>
Recomendación 1 .....	72
Recomendación 2 .....	72
Recomendación 3 .....	72
<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>73</b>
Anexos .....	76
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	77
Anexo 2: Instrumento de investigación validado .....	78
Anexo 3: Ficha de recopilación de datos.....	85

Anexo 4: Certificado de calibración de manómetro.....	86
Anexo 5: Planos .....	88

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Perdidas en la red de distribución EMOS – Santiago (1996).</i> .....	21
<b>Tabla 2.</b> <i>Operacionalización de variables</i> .....	26
<b>Tabla 3.</b> <i>Interpretación de la validez de los instrumentos de recolección de información.</i> .....	29
<b>Tabla 4.</b> <i>Validez de contenido del instrumento de las variables métodos volumétricos y pérdidas de agua potable por juicio de expertos.</i> ....	29
<b>Tabla 5.</b> <i>Cuantificación de instalaciones por departamento y piso.</i> .....	31
<b>Tabla 6.</b> <i>Consumo máximo y consumo acumulado del edificio.</i> .....	33
<b>Tabla 7.</b> <i>Consumo según el caudal máximo y la relación oferta – demanda.</i> ...	35
<b>Tabla 8.</b> <i>Cuadro de factores para hallar el caudal de simultaneidad Qs.</i> .....	38
<b>Tabla 9.</b> <i>Columnas montantes perdiendo carga hacia los departamentos de cada piso.</i> .....	45
<b>Tabla 10.</b> <i>Diámetro (mm) Vs Velocidad máxima (m/s).</i> .....	45
<b>Tabla 11.</b> <i>Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 1.</i> .....	46
<b>Tabla 12.</b> <i>Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 2.</i> .....	46
<b>Tabla 13.</b> <i>Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 3.</i> .....	47
<b>Tabla 14.</b> <i>Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 4.</i> .....	47
<b>Tabla 15.</b> <i>Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 5.</i> .....	48
<b>Tabla 16.</b> <i>Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 6.</i> .....	49
<b>Tabla 17.</b> <i>Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 7.</i> .....	49
<b>Tabla 18.</b> <i>Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 8.</i> .....	49
<b>Tabla 19.</b> <i>Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 9.</i> .....	51
<b>Tabla 20.</b> <i>Cuadro de pérdidas de carga longitudinal por cada tramo de cada departamento</i> .....	51
<b>Tabla 21.</b> <i>Cuadro de pérdidas de carga por accesorios de cada tramo.</i> .....	51
<b>Tabla 22.</b> <i>Nodos de consumo.</i> .....	53
<b>Tabla 20.</b> <i>Cuadro de pérdidas de carga longitudinal por cada tramo de cada departamento</i> .....	54
<b>Tabla 21.</b> <i>Cuadro de pérdidas de carga por accesorios de cada tramo.</i> .....	54
<b>Tabla 22.</b> <i>Nodos de consumo.</i> .....	57

**Tabla 23.** *Columnas montantes perdiendo carga hacia los departamentos de cada piso. .... 59*

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Cañería defectuosa con fuga de agua en la cocina del departamento N.º 4, segundo piso (Fuente propia).</i> .....	14
<b>Figura 2.</b> <i>Fuga de agua en la instalación de agua y dentro de muro presentando filtración de adentro a fuera. (Fuente Propia).</i> .....	15
<b>Figura 3.</b> <i>Consumos promedios y máximos según las horas de consumo</i> .....	35
<b>Figura 4.</b> <i>Vista en planta de departamento típico.</i> .....	38
<b>Figura 5.</b> <i>Plano isométrico las instalaciones sanitarias del primer nivel distribuido a los 03 departamentos.</i> .....	40
<b>Figura 6.</b> <i>Plano isométrico las instalaciones sanitarias del edificio multifamiliar graficando el desplazamiento de las columnas enumeradas hacia los departamentos.</i> .....	44
<b>Figura 7.</b> <i>Tramos 1 y 2.</i> .....	46
<b>Figura 8.</b> <i>Tramos 3, 4 y 5.</i> .....	47
<b>Figura 9.</b> <i>Tramos 6, 7 y 8.</i> .....	48
<b>Figura 10.</b> <i>Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 9.</i> .....	50
<b>Figura 11.</b> <i>Modelado isométrico de instalaciones de agua potable en Epanet primer piso.</i> .....	53
<b>Figura 13.</b> <i>Modelado isométrico de instalaciones de agua potable en Epanet primer piso.</i> .....	56
<b>Figura 14.</b> <i>Modelado isométrico del grifo 40 comprobando resultados de Epanet Vs manómetro.</i> .....	60
<b>Figura 15.</b> <i>Modelado isométrico del grifo 43 comprobando resultados de Epanet Vs manómetro.</i> .....	64

## Resumen

La presente investigación en su desarrollo las pérdidas de agua potable aplicando los métodos volumétricos en el edificio multifamiliar Santa Inés, Lince, Lima 2020, donde se realizó el aplicaron métodos volumétricos. El edificio multifamiliar Santa Inés es un edificio de 3 pisos, en cada piso se encontró 3 departamentos de uso residencial. Es un bloque donde se usó el método científico ejecutando un diseño cuasiexperimental. De tal manera cumplió con los márgenes de establecidos por la normativa peruana en el suministro de agua potable residencial como también en instalaciones internas o en este proyecto como redes de distribución o redes secundarias. Concluyendo que en sus redes principales trabajo bajo presiones variables por el consumo de horas pico, pero no existió pérdidas volumétricas ósea 0 m<sup>3</sup> de pérdidas de agua potable, contrariamente en la red secundaria o red de distribución se halló 233.28 m<sup>3</sup> de perdida volumétrica de agua potable en un plazo de un mes generando a sus residentes de cada departamento un sobre costo de 32.94 nuevos soles mensualmente. Además, en la investigación se pudo identificar al inodoro como el causante de la casi totalidad perdida de agua potable por presentar sus accesorios defectuosos por el uso.

**Palabras clave:** Edificios multifamiliares, redes principales, redes secundarias, aparatos sanitarios, métodos volumétricos.

## Abstrac

The present investigation titled Loss of drinking water in multifamily building by volumetric methods - Edifice Santa Inés, Lince, Lima 2020, was developed with national antecedents, the one with the highest incidence being that of Cahuana Enríquez Bryan where he exposed, the losses of potable water not accounted for Zone III, a sector supplied by the SEDACUSCO company to the urban area of the imperial city, resulting in accumulated drinking water losses of 56,758.97 m<sup>3</sup> / month, supplying 1,216 connections.

The objective of this research was to determine the loss of drinking water in a multi-family building using volumetric methods - Edifice Santa Inés, Lince, Lima 2020 where the calculations were carried out both in its main network and its distribution networks or also called secondary networks supplying sanitary devices. These objectives were based on the hypothesis the loss of drinking water in a multifamily building determined by volumetric methods is significant - Edifice Santa Inés, Lince, Lima 2020, discarding their specific hypotheses because they do not coincide.

In the research project, the results were reached in the main network of 0 m<sup>3</sup> of drinking water as there were no leaks or leaks in its sections towards the elevated tank and leading to the distribution networks, presenting heterogeneous pressures in the sections mentioned. But in the results of the distribution network, the volumetric losses of drinking water were recorded an accumulated of 233.28 m<sup>3</sup> / month, where each department of the 9 in the Santa Inés building will have a monthly extra cost of 32.94 nuevos soles

**Keywords:** Multifamily buildings, main networks, secondary networks, sanitary appliances, volumetric methods.

## I. INTRODUCCIÓN

Las pérdidas de agua según la revista alemana científica mencionan y explica que en un diámetro de 6 mm puede evacuar 1 300 m<sup>3</sup> al mes, pudiendo con esa cantidad de agua abastecer a 317 habitantes de Moshi en Tanzania, esto demuestra que las pérdidas de agua no solo es un problema, sino también demuestra que los países desarrollados sufren este inconveniente (D. Ziegler et al, 2009).

Asimismo, un asentamiento humano en Nuevo Chimbote tenía 1300 habitantes y estos no contaban con el suministro de agua potable, sin embargo, en el año 2013 la Municipalidad de Nuevo Chimbote ejecutó un proyecto de agua potable, las horas de abastecimiento eran de 4:00 am a 6:00 am y 1 a 4 días se restringía el servicio, así completando con el servicio mediante el uso de cisternas. De esta manera se observó que el suministro de agua potable es escaso y genera limitaciones, por lo que, en lugar incrementar las pérdidas de agua, se debe realizar diseños adecuados e idóneos para que la población satisfaga sus necesidades (Altamirano Nina, 2018, p. 16).

Frente a lo mencionado, en el edificio multifamiliar denominado Santa Inés ubicado en el Jirón General José María Córdova del distrito de Lince de la región Lima, sus habitantes vienen reportando exceso de pago en el suministro de agua, evidenciándose así las posibles pérdidas de agua potable en las redes de distribución como también en los aparatos sanitarios, por lo que, estas son pérdidas volumétricas considerables, acumulativas y sobre todo afectando la canasta familiar mensualmente, es necesario mencionar que esta falla en el sistema de distribución de agua potable viene ocurriendo desde el año 2016.

Es evidente entonces que fue necesario plantearnos el problema de investigación, teniendo como **problema general**: ¿Cuánto es la pérdida de agua potable en edificio multifamiliar mediante métodos volumétricos – Edificio Santa Inés, Lince, Lima 2020?; así también como **problemas específicos**: ¿Cuál es el volumen de pérdida de agua potable en redes principales empleando métodos volumétricos en el edificio multifamiliar mediante métodos volumétricos – Edificio Santa Inés, Lince, Lima 2020?; ¿Cuánto es la pérdida en redes de distribución

de agua potable en edificio multifamiliar mediante métodos volumétricos – Edificio Santa Inés, Lince, Lima 2020?.

En consecuencia, la tesis de investigación presentó **justificación teórica** porque al aplicar los conocimientos y criterios desde la recopilación de datos, cuantificación y análisis de resultados pudimos cuantificar y comprobar las pérdidas volumétricas de agua potable al estar dentro del rango de presión de suministro domiciliar según la IS.010 y también presentó la **justificación práctica**, porque al analizar los tramos de las redes principales y redes secundarias, se pudo identificar los puntos de fuga en la red de distribución secundaria en sus aparatos sanitarios y la **justificación metodológica**, es imprescindible por que mediante ella se realizaron procesos sucesivos aplicando la metodología concluyendo en resultados definidos como objetivos en la presente investigación científica.

Es así que para solucionar el problema nos planteamos el **objetivo general**: Determinar la pérdida de agua potable en edificio multifamiliar mediante métodos volumétricos – Edificio Santa Inés, Lince, Lima 2020 y los **objetivos específicos**: Calcular la pérdida de agua potable en redes principales de edificios multifamiliar mediante métodos volumétricos, Edificio Santa Inés Lince Lima y cuantificar la pérdida de agua potable en redes de distribución interna de edificios multifamiliar mediante métodos volumétricos, Edificio Santa Inés Lince Lima.

También, nos planteamos la **hipótesis general**: La pérdida de agua potable en edificio multifamiliar determinado mediante métodos volumétricos es significativa – Edificio Santa Inés, Lince, Lima 2020 y las **hipótesis específicas**: La pérdida de agua potable en redes principales de edificios multifamiliar es considerablemente alta mediante métodos volumétricos, Edificio Santa Inés Lince Lima y la pérdida de agua potable en edificio multifamiliar mediante métodos volumétricos es relativamente baja en el Edificio Santa Inés Lince Lima.



**Figura 1.** Cañería defectuosa con fuga de agua en la cocina del departamento N.º 4, segundo piso (Fuente propia).



**Figura 2.** Fuga de agua en la instalación de agua y dentro de muro presentando filtración de adentro a fuera. (Fuente Propia).

## II. MARCO TEÓRICO

Respecto a los **antecedentes nacionales** Cahuana (2019), expone en su tesis **titulada:** “Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable Zona III E.P.S. SEDACUSCO S.A.”., donde estableció como **objetivo:** Analizar y determinar el porcentaje de volumen de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales en el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III EPS SEDACUSCO S.A., recogiendo los siguientes **resultados:** Se determino el caudal de ingreso a la Zona III, resultando un caudal promedio de 25.026 lt/s. Se determinó el volumen de ingreso a la Zona III, resultando un volumen mensual de 5675.968 m<sup>3</sup>. Se determino el porcentaje de pérdidas que son fugas visibles 3.46% y fugas no visibles (Cajas de registro, redes, acometidas y abrazaderas) 96.54%. Llegando a la **conclusión:** No se logró demostrar la hipótesis general que decía” El porcentaje de volumen de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales con respecto a la dotación en el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona III es superior al 30%. Siendo su porcentaje determinado del 22% por lo tanto la hipótesis planteada no quedo demostrado resultando inferior en 8% de lo considerado en la hipótesis general.

Con el orden de las ideas anteriores, (Vidal Valverde, M. G., 2019) en su tesis **titulada:** “Evaluación del comportamiento hidráulico de redes de abastecimiento de agua potable por métodos convencionales en la ciudad de Piscobamba, Ancash – 2019”. Estableció como **objetivo:** Determinar el comportamiento hidráulico en la red de abastecimiento de agua potable por la aplicación de los métodos convencionales. Obteniendo como **resultados:** se puede observar que el diámetro elegido es de 63 mm o su equivalente a 2 ½”. Donde en sus tramos de operación no fue mayor de 3 m/s como está establecido en el reglamento nacional de edificaciones también se observaron velocidades mayores a 0.60 m/s cumpliendo un requisito importante del reglamento nacional de edificaciones.

Además, (Chancasanampa Nieto, W., 2019) expone en su tesis **titulada:** "Evaluación del sistema de agua potable para mejorar el abastecimiento de agua en el Anexo Tulturi -distrito de Moya – Huancavelica – 2019". Estableció como **objetivo:** determinar la evolución y mejorar el sistema de distribución agua potable para poder mejorar el abastecimiento de agua en el anexo Tulturi de ello se obtuvo los siguientes **resultados:** en el caso de físico – químico cumplió la norma ante la DIGESA y ante la ISO10, manteniéndose dentro de los márgenes de presión de agua potable, además, se encontraron tuberías de Ø 1 expuestas teniendo un caudal operacional de 0.44 l/s., terminando con la siguiente **conclusión** fue que los tramos tanto de conducción y aducción no trabajaba la hermeticidad por que el dos línea de presión demostraron que ante presiones de 90 psi a 85 psi y de 90 psi a 87 psi evidenciaron que presentaban fugas.

También tenemos a (Gutierrez Casas, K. P., 2018) en tesis **titulada:** "Influencia del mantenimiento preventivo en la eficiencia del Sistema de agua potable del C.P. rural La Campiña de Supe, Barranca, 2018" propuso como **objetivo:** Determinar el vínculo tanto como son el mantenimiento preventivo versus la eficacia del sistema de distribución de agua potable ejecutándose en el CCPP La Campiña obteniendo como **resultados:** que el 33% de las tuberías de la red secundaria de 2" estaban inoperativas por presentar rotura y un 67% de las tuberías de la red principal de 4" presentan el mismo daño siendo un factor que limita a los consumidores donde afecta sus actividades siendo así llega a la **conclusión:** que se determinó que la cantidad del agua un aforo volumétrico con un caudal de 7 l/s se tiene como oferta de 220 752 m<sup>3</sup> de agua para una demanda de 73 163.53 m<sup>3</sup> logrando abastecer.

Finalmente, (Gonzales Gonzales, M. D. Y., 2018) en su tesis **titulada:** "Propuesta de renovación de redes de agua potable mediante el método pipe bursting urb. San Diego distrito SMP, Lima – 2018" expone como **objetivo:** determinar la influencia del método pipe bursting en la renovación de redes de agua potable en la urbanización San Diego obteniendo como **resultados:** según los trabajos programados en cual se desarrollarían estos acumularían un total de 30 días dada la naturaleza de cada partida pero si se aplica este método de

bursting solo serían 10 días siendo una solución viable en renovación de tuberías de distribución accesibles y bastante accesibles. Así terminamos con las **conclusiones:** actualmente el sistema de redes de agua potable alcanzaría a trabajar a un 68% siendo sus tuberías de un diámetro de 4" de material de polietileno de alta densidad siendo la solución evitando así la corrosión y deterioro de los materiales de la tubería, fallas o fugas en las juntas o uniones de las tuberías.

Continuando respecto a los **antecedentes internacionales** tenemos a (Gutierrez Chicaiza, V.R. y Vásquez Bravo, A.R., 2017), en su tesis **titulada:** "Ingeniería de sistemas hidrosanitarios descentralizados y sostenibles, caso de estudio Puerto Roma – provincia del Guayas", en Ecuador tuvo el **objetivo:** Diseñar sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento para la comunidad de Puerto Roma, de acuerdo a las necesidades actuales y futuras de la comunidad. Y se tuvo como **resultados:** Al comparar los resultados de presión dinámica y velocidad mínima que se plantearon en los parámetros de diseño, se confirma el cumplimiento del diseño con los menores diámetros, resultando beneficioso desde punto de vista económico, al tener menores volúmenes de excavación, bajos diámetros comerciales y además no tener la necesidad de válvulas de presión o caudales. Llegando a las **conclusiones:** Es indispensable incluir una caseta de máquinas, manual de operación y mantenimiento para el sistema de bombeo, además de capacitaciones a los operadores de quienes depende el buen funcionamiento del mismo.

También tenemos a (Samaniego Balseca, D.F., 2020) con su tesis **titula:** "Diseño y construcción de un modelo hidráulico para tuberías en serie, en paralelo y redes cerradas", Ecuador donde considera su **objetivo:** Construir mediante diseño un modelo hidráulico de sistemas de tuberías en serie, en paralelo y redes cerradas, para la comprobación práctica de los aspectos teóricos. Obteniendo como **resultados:** para el sistema de mallas en sus dos condiciones la obtención de los porcentajes de error es mediante la aplicación de la fórmula descrita en la sección anterior y considerando que los valores reales son los proporcionados por la simulación en Epanet, debido a que para realizar el análisis en el software se ha instalado las condiciones reales en las que se encuentra tanto las tuberías como el fluido, mientras que los valores aproximados son los obtenidos por las

lecturas en los dos tubos piezométricos; los resultados comparando el sistema de malla abierta las válvulas y cerrada las válvulas, los porcentajes en el primer caso es alto y en el segundo caso es bajo debido a que las lecturas se acercan más a las de la simulación por la regulación de las válvulas que permite el ingreso del fluido en el sistema; tomando en consideración el análisis con el sistema de medición con el piezómetro versus simulación en Epanet. Llegamos a las **conclusiones:** Se ha logrado diseñar el prototipo por medio de la verificación con el sistema en serie y construir un equipo cuyo funcionamiento servirá para realizar comparaciones de presiones en sistemas independientes de malla, en serie y en paralelo. En cada sistema se ha realizado un análisis comparativo del porcentaje de error en las lecturas que se toma en los piezómetros y los datos en los nudos que arroja el EPANET, esto con la finalidad de comparar el porcentaje de error entre las diferencias de cada sistema de medición.

Para culminar tenemos a (Rengel Coronel, A.F., 2016) con su tesis **titulada:** “Evaluación de la red de distribución de agua potable Culebrillas – Cuenca”, Ecuador siendo su **objetivo:** aportar con información esencial y técnica en la toma de decisiones en la solución del problema de capacidad en la red de distribución de agua potable del Sistema Culebrillas que corresponde a los sectores de Trinidad, Sigchococha, San Pedro, Pumayunga, Pan de Azúcar. Llegando a los **resultados:** los resultados obtenidos en la investigación redundaran en beneficio de la población y mejorara la calidad de vida de las personas que habitan el lugar. Dado que se presentarán recomendaciones con el análisis de resultados y respetando toda cuestión ética, esta propuesta no tendrá repercusiones negativas. Y termina con sus **conclusiones:** después de realizar un profundo estudio de alternativas y gracias al guía de los técnicos de la empresa ETAPA EP se pudo hallar la solución más beneficiosa para corregir presiones en los tres sectores afectados como son: Trinidad, Pumayunga y Pan de Azúcar, ubicando en las zonas estratégicas las válvulas rompe presiones que iban a corregir el sistema de distribución de agua potable.

Acotando con un artículo de investigación de (Nava Pérez, J. y Delgado Galván, X. V., 2018), donde su investigación es **titulada:** “Localización de fugas en redes de agua potable” donde su propuso el **objetivo:** disminuir en lo posible fallas en tuberías hace muchos años siendo estos de material de hierro fundido la

mayoría. Teniendo como **resultados**: se trabajó en un sistema de nodos un ejemplo de Epanet y se le agrego un gasto adicional de 10 l/s que representa una fuga demostrándose el aumento de esta cantidad a los demás sistemas siendo de esta forma que la iteración aumento de 10 l/s en cada nodo. En cambio, en una red ramificada se observa que el punto donde se presenta la fuga es el lugar donde baja la presión reduciendo las posteriores aguas abajo del sistema. Terminando en las **conclusiones**: siendo las fugas un problema de grandes consecuencias, es un tema en el que aun podemos mejorar de gran manera. Las investigaciones son cada vez más en esta área. Es importante seguir explorando opciones sobre todo ponerlas en práctica, buscando la preservación y correcto uso del agua, en primer lugar, y además en la eficiencia de los organismos operadores. Se pretende, a futuro, llegar a un círculo vicioso en que el consumido sienta que debe pagar por el servicio que recibe y que a su vez el organismo operador cuente el suficiente recurso para invertir y brindar un excelente servicio.

Adicionado el artículo de investigación de Lidia Oblitas de Ruiz (2010), donde su investigación es **titulada**: “Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: beneficios potenciales y determinantes de éxito” donde su propuso el **objetivo**: es fortalecer la capacidad de gobiernos de los países de la región para diseñar e implementar políticas públicas efectivas en el área de los servicios de agua potable y saneamiento con énfasis en elementos tales como compromiso, eficiencia, equidad y sustentabilidad. Teniendo como **resultados**: Primero, la falta de visión estratégica comprometida con la sostenibilidad, que debería ser recogida en una política sectorial a nivel nacional y, segundo, la insuficiente autonomía de gestión tanto el modelo actual no se ha consolidado todavía, existiendo vacíos legales e institucionales que es necesario atender, en especial en relación con la asignación de responsabilidades entre los diferentes niveles de gobierno. Terminando en las **conclusiones**: Es importante resaltar los significativos beneficios que una adecuada prestación de estos servicios tiene para el desarrollo del país, así como el nivel de costos en los que puede incurrir por no darle atención debida a este sector. La existencia de estos beneficios debería ser una alerta para los tomadores de decisión otorguen la prioridad que el sector necesita.

Concluyendo con el artículo de investigación del Sandy Jahaira Gonzaga Añazco et al (2010), donde su investigación es **titulada**: “El abasto de agua potable” donde su propósito es el **objetivo**: Analizar desde un acercamiento conceptual, la relación que se establece entre el abastecimiento de agua potable servida a las comunidades y su repercusión en la salud humana, tomando como Estudio de Caso la ciudad de Machala y Guayaquil, Ecuador, a partir de los diferentes criterios tratados en la bibliografía especializada, las opiniones públicas y los referentes Certificados de Calidad del producto en los depósitos comercializables de los productos. Teniendo como **resultados**: Como resultados destacan la identificación de los elementos que distinguen el servicio objeto de estudio y la carencia de una estructura reguladora que asegure un consumo sano y legalmente respaldado. Finalizando en las **conclusiones**: Existe una falta de instrucción a la población sobre la relación que hay entre la calidad del agua de consumo y la salud de los seres humanos y la de los animales, a la vez que evidencia la falta de un servicio de agua tratada para pobladores de las zonas menos urbanizadas, que responda a las realidades en sus contextos.

Respecto a las **teorías** se tuvo las **variables y dimensiones** del estudio que se detallarán a continuación.

Iniciaremos tomando la variable de: **métodos volumétricos**. (Campillo Seva. N., 2012) manifiesta que: “De este modo, al realizar la medición de manera exacta un volumen, de concentración o medición claramente identificada, este tendrá un comportamiento analítico”(p. 3). También Aguirre et al (2015)., explica: “Ocurrida la medición de volumen este tiene un comportamiento imprescindible en la medición para así poder describirlo e identificarlo, de esta manera se le llama como análisis volumétrico”(p. 247)

Continuado con las dimensiones de la variable mencionada tenemos el método de **Epanet**. Donde explica Eadic (2012) es: “El software Epanet como herramienta computacional sirve de apoyo para el análisis y comprobación de métodos volumétricos para sistemas de distribución de agua potable”.

Con referencia a lo anterior su respectivo indicador es **presión de los grifos** o interpretada como presión estática la (Norma IS.010) dice que: “La presión estática máxima no debe ser superior a 50 m.c.a.”(p. 15).

Respecto a las **fugas**, según (Naturales, 2018) dice: “Son eventos que se presentan involuntariamente ubicados en cualquier parte de la tubería generando pérdidas de presión y de agua potable”(p. 15). (Naturales, 2018)

Después de las consideraciones anteriores, la siguiente dimensión es el **método del manómetro** según la INACAL dice: “Durante los ensayos, la presión manométrica en la salida de cada medidor de agua debe ser por lo menos 0.03 MPa (0.3 bares) suficiente para evitar la cavitación”(p. 21).

Con referencia al párrafo anterior su respectivo indicador de **presión de los grifos** o interpretada como presión estática la IS 010 dice que: “La presión en grifos opera la presión estática siendo la máxima no superior a 50 m.c.a.”(p. 15).

A los efectos de estas dimensiones de la variable métodos volumétricos concluí con la dimensión **medición hidrostática de nivel** (Martínez, E., 2010) dice: “Este método de medición consiste en la medición de presión y tiempo siendo su aplicación bastante fácil y económica además es usada hace mucho tiempo”(p. 1).

Continuando con la variable: **pérdidas de agua potable.**, Según MIDEPLAN (1997) son: “Las pérdidas de agua potable en la red de distribución se presentan en el tabla 1”(p. 55).

**Tabla 1.**

*Pérdidas en la red de distribución EMOS – Santiago (1996).*

Consumos operacionales	0.2%
Fugas no visibles	1.8%
Fugas con afloramiento	0.3%
Fugas no detectables	1.4%

*Fuente: MIDEPLAN 1997*

Resulta oportuno mencionar la primera dimensión que **redes principales** según la **OS 050** explica que: “Es el sistema de tuberías que tiene la función de abastecer de agua potable a las redes secundarias siendo casi siempre las de mayor diámetro”. (p. 6). Además, también en este tipo de redes las velocidades

estarán dentro de un rango de 3 m/s y en casos debidamente justificados a 5 m/s”(p.3).

Según se ha citado el indicador para esta dimensión es **presión**. Según (Del Ángel Hernández, E., 2014), dice:” Es la fuerza que actúa sobre una superficie determinada”(p. 11).

Por las consideraciones anteriores la siguiente dimensión es **redes de distribución** según (Moliá, R., 2007), es “Las redes de distribución son tuberías instaladas para suministrar agua potable de la red principal a los aparatos sanitarios para poder satisfacer las necesidades del usuario”(p. 3).

En este orden de ideas según Aristegui Maquinaria 2020 que es **pruebas de hermeticidad**, consiste en: “El procedimiento imprescindible antes de poner en funcionamiento la red de tuberías, para poder comprobar la operatividad de los elementos que lo conforman demostrándose la ausencia de fugas”(p. 1).

Cabe agregar, según Construmatica (2019) que denominada a los **aparatos sanitarios** como: “Equipos sanitarios que usualmente son elaborados de material cerámico y placas de acero inoxidable para ser utilizados en la higiene personal evacuando líquidos y sólidos al ser utilizados”.

Para finalizar según Senasba (2014), es **número de conexiones**, son: “La cuantificación de las instalaciones conectadas, de aparatos sanitarios a la red de distribución, para ser abastecidos de agua potable abarcando diferentes equipos sanitarios de diferentes usos”.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Método de investigación

Según Tamayo et al. (2012) considera: “Los procedimientos para plantear los problemas científicos se proponen, a discusión las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigativo ello se denomina método científico”(p.30).

La presente investigación se inició realizando la observación directa y donde se procedió a evaluar los lugares específicos donde se desarrolló un suceso anormal a lo esperado en este caso las pérdidas de agua potable para así poder cuantificar y poder tomar acciones según sea el estado de cada una de ellas aplicando diferentes métodos.

Según estas consideraciones en la investigación se aplicó el **método científico**.

##### 3.1.2. Tipo de investigación

Según Rodríguez et al (2017) expone: “Las hipótesis son puntos son el inicio de deducciones, donde empieza en una hipótesis enmarcada en base a principios y leyes por la información empírica, concluyendo bajo reglas de la deducción”(p. 13).

En la presente investigación se tuvo una hipótesis que las pérdidas de agua potable en el edificio multifamiliar determinando mediante métodos volumétricos es significativa por tener la presencia de casos de fuga de agua que fueron estos calculados y se tuvo un resultado que se aproxima con tendencia a ser inferior, estos fueron por ser diferentes casos y de diferente magnitud comprobando que no fueron homogéneos los casos registrados.

Según estos criterios en esta investigación se realizó el **hipotético - deductivo**.

##### 3.1.3. Nivel de investigación

Según Hernández et al (2014) dice: “El objetivo planteado por el investigador es definir los sucesos, contextos, situaciones demarcando los fenómenos ocurridos que se presentan para describir sus propiedades detalladamente”(p. 124).

En el momento que se realizó la investigación se recogió la información detallada bajo un criterio de mayor incidencia o gravedad que estos se observaban en la red de distribución, siendo necesario agrupar según sus características de falla o fuga de agua potable o en algunos casos en los aparatos sanitarios es por ello que se tuvo.

Se concluye, según el alcance de la investigación el **nivel descriptivo**.

#### **3.1.4. Diseño de investigación**

Según López et al (2013) dice “Cuando el objetivo de la investigación es explorar una relación funcional mediante el pronóstico de alguna variable criterio a partir de uno o más predictores”(p. 15).

Como comenta López en la investigación se observa en su estado natural tal cual como ocurre las pérdidas de agua potable para luego recién poner analizarlos, en el desarrollo de la tesis se tomaron los datos e información en un solo lapso de tiempo en una sola tanda.

Con referencia a lo anterior comentado se llega a la conclusión es **cuasi experimental**.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **3.2.1. Variable 1: Métodos volumétricos**

##### **3.2.1.1. Definición conceptual**

Según Edmundo Pedroza Gonzales (2018) expone: “El método volumétrico consiste en conocer el gasto; el cual de esta forma queda correctamente designado en cuanto a unidades (volumen entre tiempo)” (p. 27).

##### **3.2.1.2. Definición operacional**

La variable 1 se operacionaliza mediante sus dimensiones que son el cálculo y dimensionamiento usando instrumentos como el software Epanet, método del manómetro y método hidrostático de nivel habiéndose recogido en las fichas de recopilación de datos.

### **3.2.2. Variable 2: Pérdidas de agua potable.**

#### **3.2.2.1. Definición conceptual**

Según Porras Gómez Oscar Hugo (2014) dice: “La presencia de fugas de agua ocasionan una reducción de cobertura a la demanda en funcionamiento exponiendo a que colapse por pérdida de presión en el sistema de agua potable”(p. 20).

#### **3.2.2.2. Definición operacional**

Respecto a la variable 2 se operacionaliza cuando resulta en la afectación adversa a los clientes por faltas en el suministro, como presión baja, interrupciones del servicio y suministro desigual.

En la tabla 2 se aprecia la **operacionalización de las variables** con sus respectivas dimensiones y sus indicadores se muestra en la tabla 2. Además, en el Anexo 1 se puede observar la **matriz de consistencia**.

**Tabla 2.**  
*Operacionalización de variables*

<b>Problemas</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Escala</b>
<b>V1:</b> Métodos Volumétricos	“El método volumétrico consiste en conocer el gasto; el cual de esta forma queda correctamente designado en cuanto a unidades (volumen entre tiempo)”. Según Edmundo Pedroza Gonzales (2018)	La variable 1 se operacionaliza mediante sus dimensiones que son el cálculo y dimensionamiento usando instrumentos como el software Epanet, método del manómetro y método hidrostático de nivel habiéndose recogido en las fichas de recopilación de datos.	<b>D1:</b> Método de Epanet  <b>D2:</b> Método del Manómetro  <b>D3:</b> Medición hidrostática de nivel	<b>I1:</b> Presión de carga <b>I2:</b> Presión <b>I3:</b> Velocidad  <b>I1:</b> Presión <b>I2:</b> Presión inicial <b>I3:</b> Presión final  <b>I1:</b> Descenso del nivel del agua. <b>I2:</b> Tiempo <b>I3:</b> Volumen	Ficha de recopilación de datos.	Razón
<b>V2:</b> Pérdidas de agua potable	“La presencia de fugas de agua ocasionan una reducción de cobertura a la demanda en funcionamiento exponiendo a que colapse por pérdida de presión en el sistema de agua potable”). Según Porras Gómez Oscar Hugo (2014)	Respecto a la variable 2 se operacionaliza cuando resulta en la afectación adversa a los clientes por faltas en el suministro, como presión baja, interrupciones del servicio y suministro desigual.	<b>D1:</b> Redes principales T  <b>D2:</b> Redes de distribución interna  <b>D3:</b> Aparatos sanitarios	<b>I1:</b> Presión <b>I2:</b> Velocidad  <b>I1:</b> Presión <b>I2:</b> Caudal <b>I3:</b> Tiempo  <b>I3:</b> Pérdida de carga	Fichas de recolección de datos	Razón

### **3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **3.3.1. Población**

Según, Arias et al (2016) dice: “La población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra que cumple una serie de criterios predeterminados”(p. 202).

Realizada la presente investigación se tomó en consideración según la ubicación de la muestra en el distrito de Lince donde se encuentra 58 edificios dispersos en avenidas, jirones y calles.

#### **3.3.2. Muestra**

Según Marcelo (2006) dice: “La muestra es una parte del todo teniendo como característica, ser común al resto previamente definiendo los parámetros a estudiar, denominándose al todo como universo”(p. 109).

Ejecutada la investigación se tomó como muestra 8 edificios de la cuadra donde se observó que presentaban las características similares obteniéndose así, la muestra.

#### **3.3.3. Muestreo**

Según Pere (2010) comenta que: “La descripción del universo y tamaño y distribución geográfica de la muestra, método de muestra, tasas de muestreo, sesgos, descripción del método utilizado para recoger la información”(p. 20).

Considerado el párrafo anterior se tomó el muestreo no probabilístico intencional por tomar 01 edificio, el edificio Santa Inés como muestra de la población de 58 edificios en todo el distrito de Lince por ser el que tuvo las características más comunes con las demás.

#### **3.3.4. Unidad de análisis**

Respecto a Azcona et al (2013) expone: “Según la UA, concluye que es el elemento o especie como el objeto delimitado, para ser investigado por el investigador”(p. 42)

De esta manera se observó claramente que la unidad esencial en el distrito de Lince fueron los edificios multifamiliar en este caso es edificio Santa Inés para el muestreo.

### **3.4. Técnicas e instrumentos recolección de datos**

#### **3.4.1. Técnica**

Según, Díaz (2011) explica que: “El investigador al realizar la observación directa entra en contacto personalmente con el suceso o evento que tiene como objetivo principal el hecho a investigar”(p. 08).

Desarrollado los procedimientos de observación se realizó de forma directa in situ donde primero se observó el comportamiento del caso a evaluar tomando así información real y confiable mediante este método, es por ello que se aplicó en la presente investigación científica el método de **observación directa**.

#### **3.4.2. Instrumento**

Según el Bloque metodológico de la investigación (2010), comenta que: “En la recolección de datos usualmente se inicia mediante la recopilación de datos usando variados recursos para poder acercarse a los fenómenos logrando registrar información”(p. 1).

Desglosando las actividades para recopilar información que fue recogida en campo siendo en este caso en los puntos de fuga de agua potable en el trayecto de su red de distribución en el edificio San Inés donde se realizó esta investigación científica se usaron **fichas de recopilación de datos**.

#### **3.4.3. Validez**

En este orden de ideas Hernández et al (2014), dice: “La validez asiste cuando se da uso a un instrumento mediante el cual se puede medir la variable teniendo un grado de exactitud según las características del elemento a medir”(p. 231).

Aquí se demuestra la tabla 3 y tabla 4 es el visto bueno de los expertos que aprobaron los instrumentos a usar en la presente investigación científica, así tenemos las siguientes tablas:

**Tabla 3.***Interpretación de la validez de los instrumentos de recolección de información.*

Validez perfecta	1.00
Excelente validez	0.77 – 0.99
Muy valida	0.66 – 0.71
Valida	0.60 – 0.65
Validez baja	0.54 – 0.59
Validez nula	< 0.53

*Fuente: Recopilada de Oseda (2011).***Tabla 4.***Validez de contenido del instrumento de las variables métodos volumétricos y pérdidas de agua potable por juicio de expertos.*

EXPERTO	GRADO ACADEMICO	NOMBRES Y APELLIDOS	CIP	VALIDEZ
1	Ingeniero	Eduardo Guzmán Llerena	213475	0.93
2	Ingeniero	Jeisson López Prado	186916	0.92
3	Ingeniero	Jonathan Martínez Palacios	225937	0.97

*Fuente: Elaboración propia.**Según el criterio de los expertos se alcanzó a un promedio de 0.94.*

Llegando a un promedio conservador acumulado de grado de validez de 0.94 lo que significa una excelente validez según la tabla que dictamina, es decir la tabla 3.

#### **3.4.4. Confiabilidad**

Según Hernández (1997) explica: “La confiabilidad cuando se usa como una herramienta para medir, nos quiere decir que cuando se repita varias veces la acción de medir los resultados serán los mismos”(p. 286).

Según Ruiz Bolívar alcanza el cuadro de confiabilidad para ilustrar mejor el criterio según su rango y magnitud en la siguiente tabla 5:

**Tabla 5.**

*Confiabilidad de contenido del instrumento de las variables métodos volumétricos y pérdidas de agua potable por juicio de expertos.*

<b>Rangos</b>	<b>Magnitud</b>
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

*Fuente: Ruiz Bolívar (2002).*

*Según el promedio señalado por los expertos de 0.94 según la tabla alcanzo a Muy alta.*

### **3.5. Procedimientos**

#### **3.5.1. Estudios previos**

##### **3.5.1.1. Ubicación del edificio multifamiliar**

###### **Ubicación política**

La ubicación del edificio Santa Inés se encuentra ubicado en el cruce de las avenidas Julio C. Tello con el jirón José M. Córdova con número 2089 perteneciendo a la jurisdicción del distrito de Lince de la región Lima estando a una altitud de 117 m.s.n.m teniendo vecindad con los distritos de Jesús María, San Miguel y la Victoria.

##### **3.5.1.2. Descripción arquitectónica**

La edificación donde se desarrolló la presente investigación científica es de uso residencial en sus tres niveles presentando una arquitectura de los años 1975 aun manteniéndola, ella cuenta con tres departamentos por piso y estos se repiten en los niveles superiores y se encuentra en un área geométrica rectangular perfecta en su primer piso y en los superior tienen mayor área por tener vigas salientes al

espacio público donde no varía la ubicación del sistema sanitario, estos se mantienen del primer al tercer nivel.

En efecto la estructura monolítica tiene un área de 295.00 m<sup>2</sup> en el primer nivel, pero en los niveles superiores alcanza un área de 318 m<sup>2</sup>.

### 3.5.1.3. Descripción de instalaciones sanitarias

La edificación de Santa Inés está conformada por tres niveles donde en cada nivel está conformado por tres departamentos y sus respectivas instalaciones sanitarias como se enumera en la siguiente tabla 6.

**Tabla 6.**

*Cuantificación de instalaciones por departamento y piso.*

		02 duchas
	Primer departamento	02 inodoros
		04 grifos
<b>Primer nivel</b>	Segundo departamento	02 duchas
		02 inodoros
		04 grifos
	Tercer departamento	02 duchas
		02 inodoros
		04 grifos
<b>Segundo nivel</b>	Cuarto departamento	02 duchas
		02 inodoros
		04 grifos
	Quinto departamento	02 duchas
		02 inodoros
		04 grifos
	Sexto departamento	02 duchas
		02 inodoros
		04 grifos
<b>Tercer nivel</b>	Séptimo departamento	02 duchas
		02 inodoros
		04 grifos

	02 duchas
Octavo departamento	02 inodoros
	04 grifos
	02 duchas
Noveno departamento	02 inodoros
	04 grifos
Total duchas	18 duchas
Total inodoros	18 inodoros
Total, grifos	36 grifos

Fuente: Propia por recolección de datos in situ.

#### **3.5.1.4. Descripción y elementos del sistema sanitario**

La instalación sanitaria de agua potable del edificio multifamiliar Santa Inés está compuesta por redes de tuberías principales de material de cobre y en algunos tramos con tuberías de PVC siendo uno de los varios motivos de fugas y fallas ocasionando pérdidas de agua potable por el deterioro y la falta de mantenimiento periódico. Se encuentran tuberías de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro una longitud de 32.25 m y de  $\frac{1}{2}$ " tiene una extensión de 11.62 m en cada departamento de cada piso siendo el conductor de la red secundaria a los aparatos sanitarios.

#### **3.5.2. Estimaciones del consumo del caudal**

##### **3.5.2.1. Cálculo del tanque elevado**

###### **3.5.2.1.1. Consumo horario**

Se realizó la estimación del número de ocupantes del edificio determinando 5 habitantes por departamento, habiendo 3 departamentos acumulando 15 habitantes por piso al ser de 3 niveles la edificación, tendremos un total de 45 habitantes. Si consideramos 200 lt/hab/día tenemos:

$$\text{Consumo x habitante} = 45 \text{ hab} \times 200 \text{ lt /hab/día} = 9000 \text{ lt/día}$$

$$\text{Consumo Máximo Horario} = 9000 / 24 = 375 \text{ lt/hora}$$

Registrando en la tabla 7 los consumos máximo y consumo acumulado:

**Tabla 7.***Consumo máximo y consumo acumulado del edificio*

<b>Hora</b>	<b>% Consumo</b>	<b>Consumo Horario</b>	<b>Consumo Acumulado</b>
0 - 1	30	113	113
1 - 2	30	113	225
2 - 3	30	113	338
3 - 4	30	113	450
4 - 5	30	113	563
5 - 6	30	113	675
6 - 7	30	113	788
7 - 8	160	600	1388
8 - 9	160	600	1988
9 - 10	160	600	2588
10 - 11	120	450	3038
11 - 12	120	450	3488
12 - 13	240	900	4388
13 - 14	240	900	5288
14 - 15	30	113	5400
15 - 16	30	113	5513
16 - 17	120	450	5963
17 - 18	120	450	6413
18 - 19	160	600	7013
19 - 20	160	600	7613
20 - 21	160	600	8213
21 - 22	70	263	8475
22 - 23	70	263	8738
23 - 24	70	263	9000

*Fuente: Elaboración propia.*

### **3.5.2.1.2. Determinación de caudales**

Del gasto diario ya determinado anteriormente.

Q = Volumen / tiempo

$$\frac{900 \text{ lt/día}}{8 \text{ hr}} = 1125 \text{ lt/hr} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ sg}} = 0.3125 \text{ lt/sg}$$

Determinar volumen de tanque

Consumo entre horas pico 1

$$\left. \begin{array}{l} 10 - 11 = 450 \\ 11 - 12 = 450 \end{array} \right\} 900 \text{ lt}$$

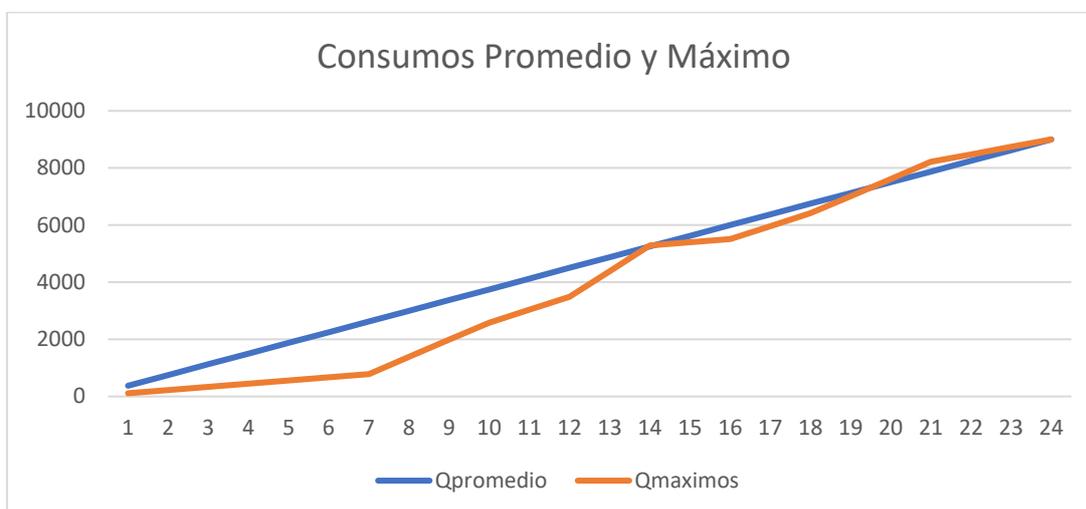
Consumo entre horas pico 2

$$\left. \begin{array}{l} 14 - 15 = 113 \\ 15 - 16 = 113 \\ 16 - 17 = 450 \\ 17 - 18 = 450 \end{array} \right\} 1126 \text{ lt}$$

Consumo entre horas pico 3

$$\left. \begin{array}{l} 21 - 22 = 263 \\ 22 - 23 = 263 \\ 23 - 24 = 263 \\ 00 - 01 = 113 \\ 01 - 02 = 113 \\ 02 - 03 = 113 \\ 03 - 04 = 113 \\ 04 - 05 = 113 \\ 05 - 06 = 113 \\ 06 - 07 = 113 \end{array} \right\} 1580 \text{ lt}$$

Desarrollados los cálculos de los consumos máximos diarios obtenemos 02 líneas en que representan el consumo promedio y el consumo máximo y mínimo graficados en la figura 3, siendo el consumo promedio de color naranja y el consumo máximo mínimo de color azul.



**Figura 3.** Consumos promedios y máximos según las horas de consumo  
Fuente: Elaboración propia

Del gráfico anterior notamos que la oferta de agua entre las 20 a 23 horas supera a la demanda, por lo cual debemos asegurar este volumen desglosando los caudales, consumos y oferta – demanda en la tabla 8:

**Tabla 8.**  
Consumo según el caudal máximo y la relación oferta – demanda.

Caudal Máximo	Caudal Máximo Acumulado	Consumo Horario Acumulado	Oferta - Demanda
375	375	113	263
375	750	225	525
375	1125	338	788
375	1500	450	1050
375	1875	563	1313
375	2250	675	1575
375	2625	788	1838
375	3000	1388	1613

375	3375	1988	1388
375	3750	2588	1163
375	4125	3038	1088
375	4500	3488	1013
375	4875	4388	488
375	5250	5288	-38
375	5625	5400	225
375	6000	5513	488
375	6375	5963	413
375	6750	6413	338
375	7125	7013	113
375	7500	7613	-113
375	7875	8213	-338
375	8250	8475	-225
375	8625	8738	-113
375	9000	9000	0

*Fuente: Elaboración propia.*

Del cuadro anterior el déficit del volumen a almacenar es 0.825 m<sup>3</sup> lo que en total da un volumen de almacenamiento de 2.06 + 0.825 m<sup>3</sup> = 2.885 m<sup>3</sup>

### **3.5.2.1.3. Determinación de las dimensiones de la cisterna**

Para hallar el volumen de la cisterna se consideran los datos antes calculados como la base, longitud y altura del volumen de agua potable que será el recipiente que almacene.

$$2885 \text{ lt} \times 1.20 = 3462 \text{ lt,}$$

$$\text{Volumen de la cisterna} = 3.462 \text{ m}^3$$

$$V = B \cdot L \cdot H$$

$$B = \frac{3}{4} L$$

$$H \text{ borde libre} = 0.20 \text{ m}$$

$$H \text{ agua} = 1.4 \text{ m}$$

$$V = \frac{3}{4} L \cdot L (1.40)$$

$$2.885 = \frac{3}{4} \cdot L^2 (1.40)$$

$$L = 1.66 \text{ m}$$

$$B = \frac{3}{4} \cdot L$$

$$B = \frac{3}{4} \cdot 1.66$$

$$B = 1.25$$

Las dimensiones calculadas de la cisterna serán de: 1.25 m x 1.66 m x 1.40 m

### **3.5.2.2. Calculo y diseño de la red de derivación o red de distribución.**

#### **3.5.2.2.1. Descripción de derivación o red de distribución.**

Departamento 1:

Tramo 1: De la ducha al inodoro

Tramo 2: Del inodoro a lavatorio

Tramo 3: Del lavatorio a la cocina

Tramo 4: De la lavandería a cocina

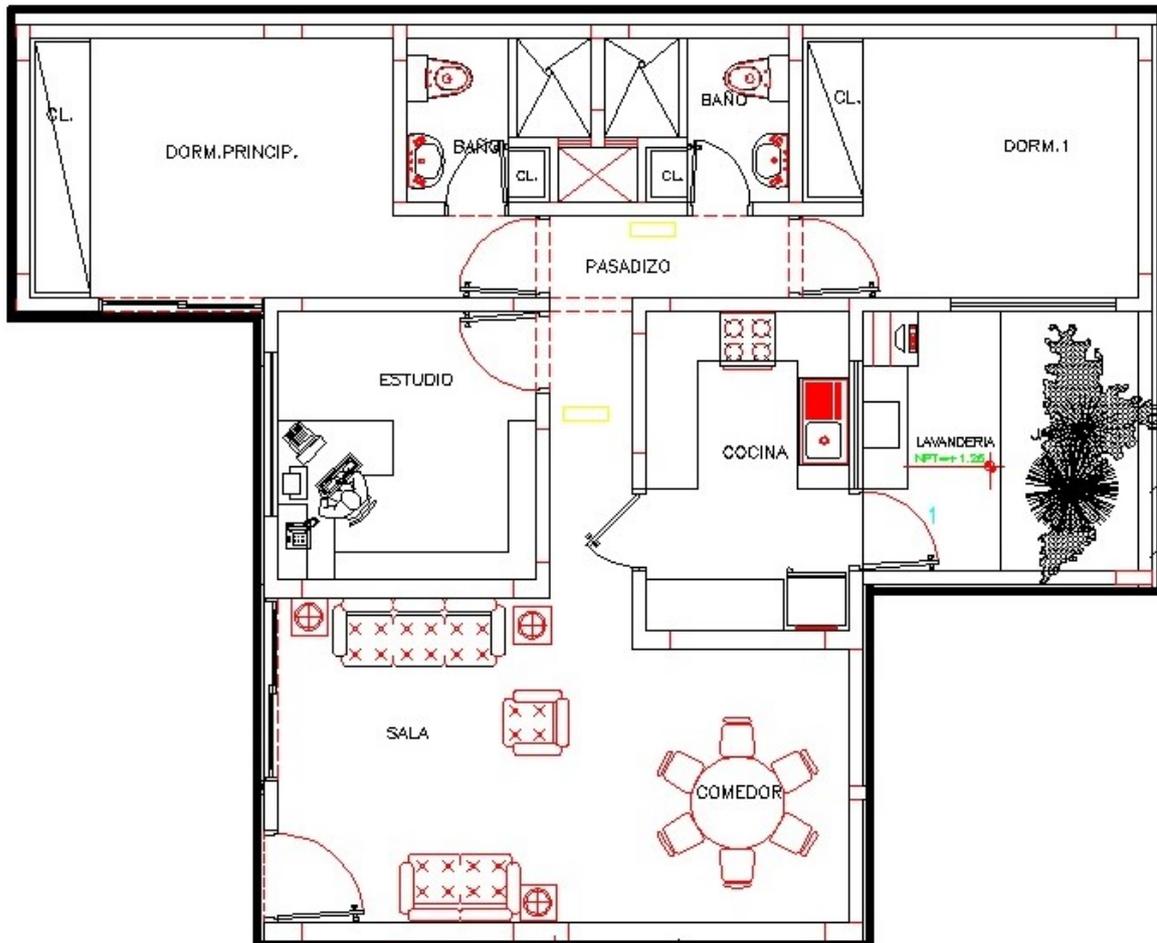
Tramo 5: De la cocina a pasadizo

Tramo 6: De la ducha a inodoro

Tramo 7: Del inodoro a lavatorio

Tramo 8: Del lavatorio a pasadizo

Tramo 9: Del pasadizo a columna



**Figura 4.** Vista en planta de departamento típico.

### 3.5.2.2.2. Cálculo de la derivación de la red de distribución de agua potable

Una vez descrita la derivación en cada tramo, procederemos con el cálculo simultáneo de la derivación previamente hallando el caudal de simultaneidad como se aprecia en la tabla 9:

**Tabla 9.**  
Cuadro de factores para hallar el caudal de simultaneidad  $Q_s$ .

Tramos	Equipo Sanitario	Und	Total $Q_s$	k	Total $Q_s$
1	Ducha	1	0.1	0.38	0.038
2	Ducha, Inodoro	2	0.2	0.38	0.076

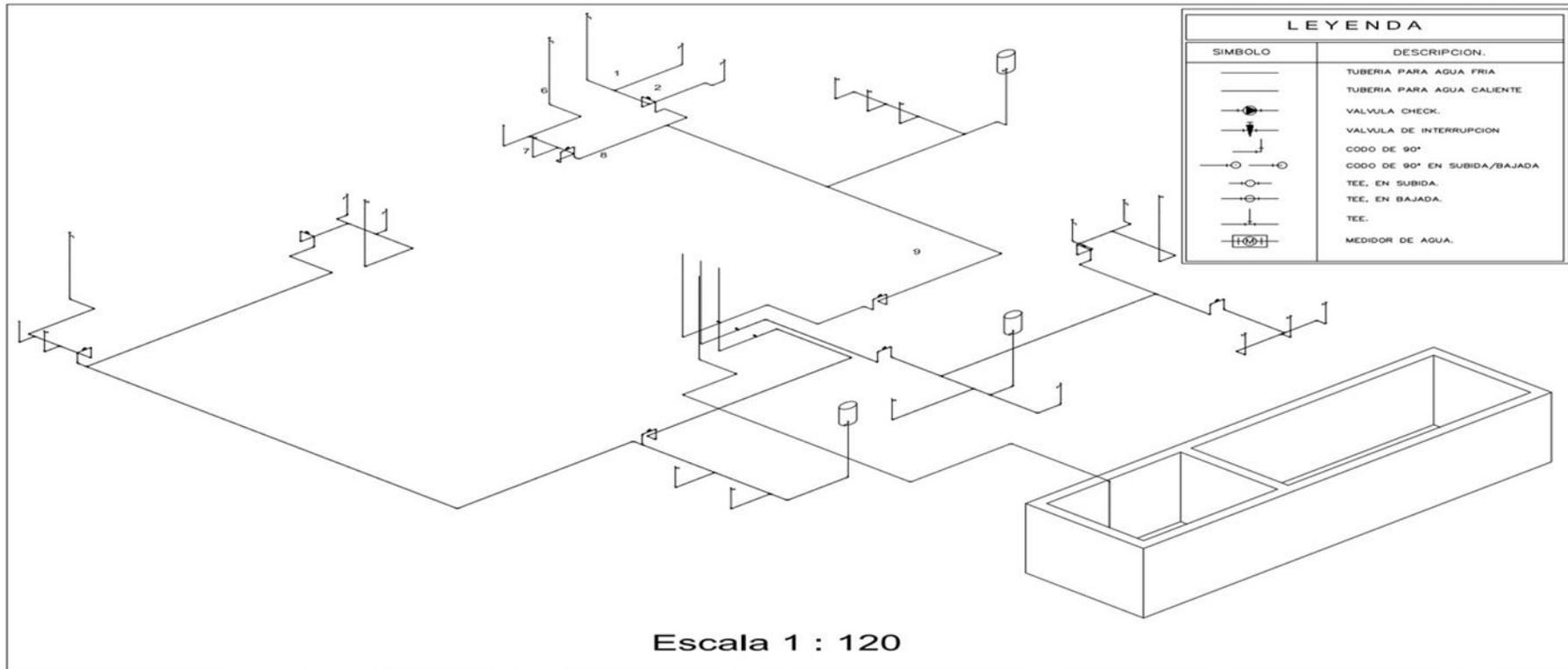
3	Ducha, Inodoro, Lavadero	3	0.3	0.38	0.114
4	Lavadero	1	0.1	0.38	0.038
5	Lavadero, cocina	2	0.25	0.38	0.095
6	Ducha	1	0.1	0.38	0.038
7	Ducha, Inodoro	2	0.2	0.38	0.076
8	Ducha, Inodoro, Lavadero	3	0.3	0.38	0.114
9	Ducha, Inodoro, Lavadero	3	0.3	0.38	0.114
<b>Total</b>					<b>0.703</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **3.5.3. Modelo isométrico de la instalación sanitaria para el primer piso típico (03 departamentos).**

El modelo isométrico demuestra las características del sistema sanitario del departamento típico del primer piso, la distribución hacia los aparatos sanitarios que se detallaron en la tabla XX detallando su número de conexiones.

# PLANO ISOMETRICO DEL PRIMER PISO



Escala 1 : 120

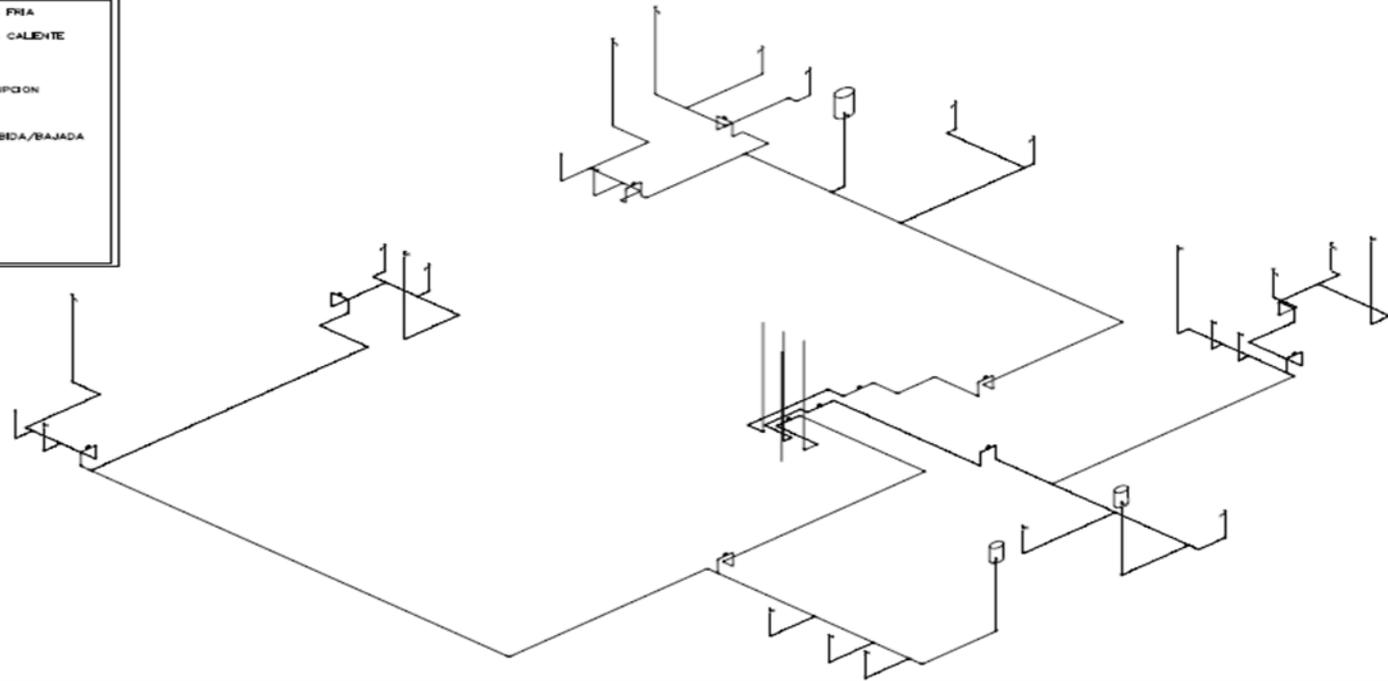
 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	<b>DIRECCIÓN:</b>	<b>CADISTA:</b>	<b>PLANO:</b>	<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b>	<b>ESCALA:</b>
	"PERDIDAS DE AGUA POTABLE EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE MÉTODOS VOLUMÉTRICOS EN EL EDIFICIO SANTA INÉS, LINCE, LIMA 2020"	Jirón José María Córdova No 2089	Bach. Henry Francisco Mondragon Rozas	Plano Isométrico del primer piso.	UTM	INDICADA
		<b>DISTRITO:</b>			<b>PROYECCION:</b>	<b>FECHA:</b>
		Lince			18 Sur	29 de Enero del 2021
	<b>PROVINCIA:</b>	<b>REGIÓN:</b>		<b>COORDENADAS:</b>		
	Lima	Lima		UTM - 64		

**Figura 5.** Plano isométrico las instalaciones sanitarias del primer nivel distribuido a los 03 departamentos.

Fuente: Elaboración propia.

# PLANO ISOMETRICO SEGUNDO PISO

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION.
	TUBERIA PARA AGUA FRIA
	TUBERIA PARA AGUA CALIENTE
	VALVULA CHECK.
	VALVULA DE INTERRUPCION
	CODO DE 90°
	CODO DE 90° EN SUBIDA/BAJADA
	TEE. EN SUBIDA.
	TEE. EN BAJADA.
	TEE.
	MEDIDOR DE AGUA.



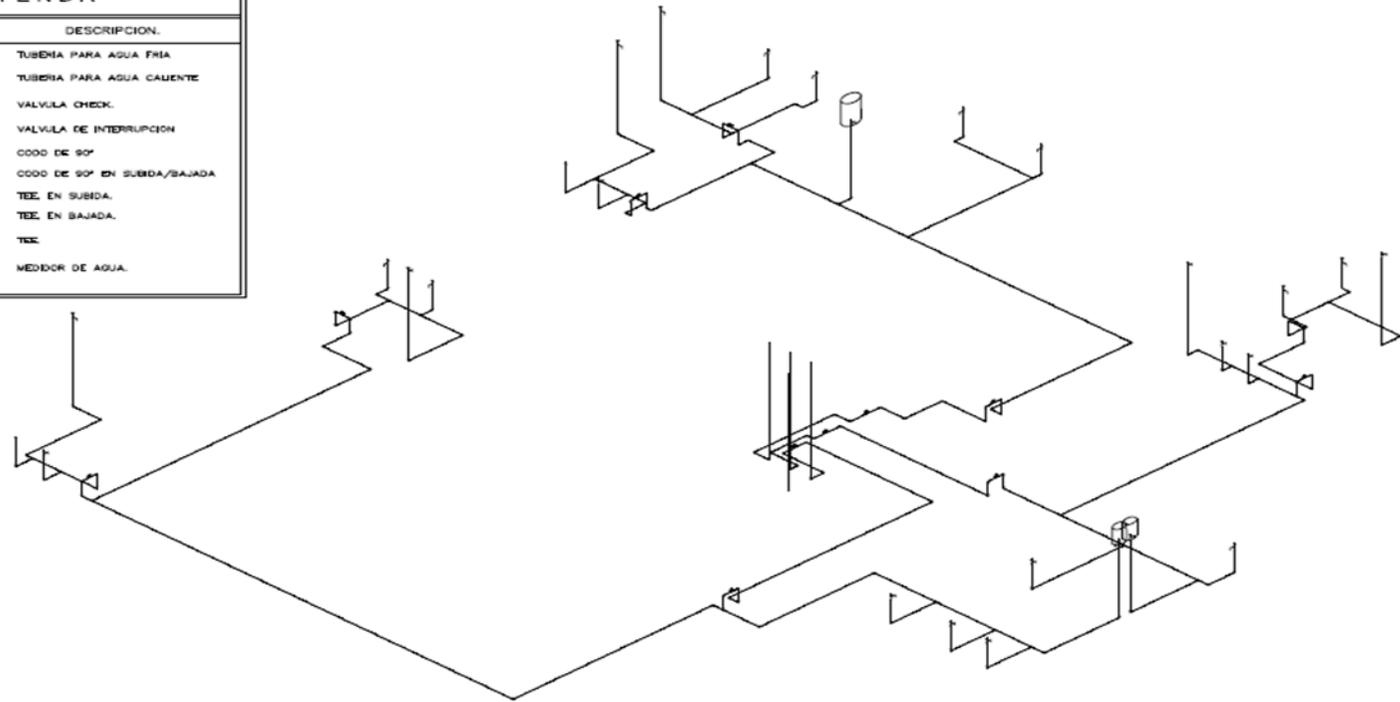
Escala 1 : 120

<b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	<b>DIRECCIÓN:</b>	<b>CADISTA:</b>	<b>PLANO:</b>	<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b>	<b>ESCALA:</b>
	"PERDIDAS DE AGUA POTABLE EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE MÉTODOS VOLUMÉTRICOS EN EL EDIFICIO SANTA INÉS, LINCE, LIMA 2020"	Jrón José María Córdova No 2089				INDICADA
		<b>DISTRITO:</b>				<b>FECHA:</b>
		Lince	Bach, Henry Francisco Mondragon Rozas	Plano Isométrico del segundo piso		29 de Enero del 2021
	<b>PROVINCIA:</b>				<b>ZONA:</b>	
	Lima				18 Sur	
	<b>REGIÓN:</b>				<b>COORDENADAS:</b>	
	Lima				UTM - 64	

**Figura 6.** Plano isométrico las instalaciones sanitarias del segundo nivel distribuido a los 03 departamentos.  
 Fuente: Elaboración propia.

# PLANO ISOMETRICO TERCER PISO

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION.
	TUBERIA PARA AGUA FRIA
	TUBERIA PARA AGUA CALENTE
	VALVULA CHECK.
	VALVULA DE INTERRUPCION
	COOD DE 90°
	TEE EN SUBIDA.
	TEE EN BAJADA.
	TEE.
	MEDIDOR DE AGUA.



Escala 1 : 120



<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> *PERDIDAS DE AGUA POTABLE EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE MÉTODOS VOLUMÉTRICOS EN EL EDIFICIO SANTA INÉS, LINCE, LIMA 2020*	<b>DIRECCIÓN:</b> Jiron José María Córdova No 2089	<b>CADISTA:</b>  Bach, Henry Francisco Mondragon Rozas	<b>PLANO:</b>  Plano Isométrico del tercer piso	<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b>	<b>ESCALA:</b> INDICADA
	<b>DISTRITO:</b> Lince			<b>PROYECCIÓN:</b> UTM	<b>FECHA:</b> 29 de Enero del 2021
	<b>PROVINCIA:</b> Lima			<b>ZONA:</b> 18 Sur	<b>COORDENADAS:</b> UTM = 84
	<b>REGIÓN:</b> Lima				

**Figura 7.** Plano isométrico las instalaciones sanitarias del segundo nivel distribuido a los 03 departamentos.  
 Fuente: Elaboración propia.

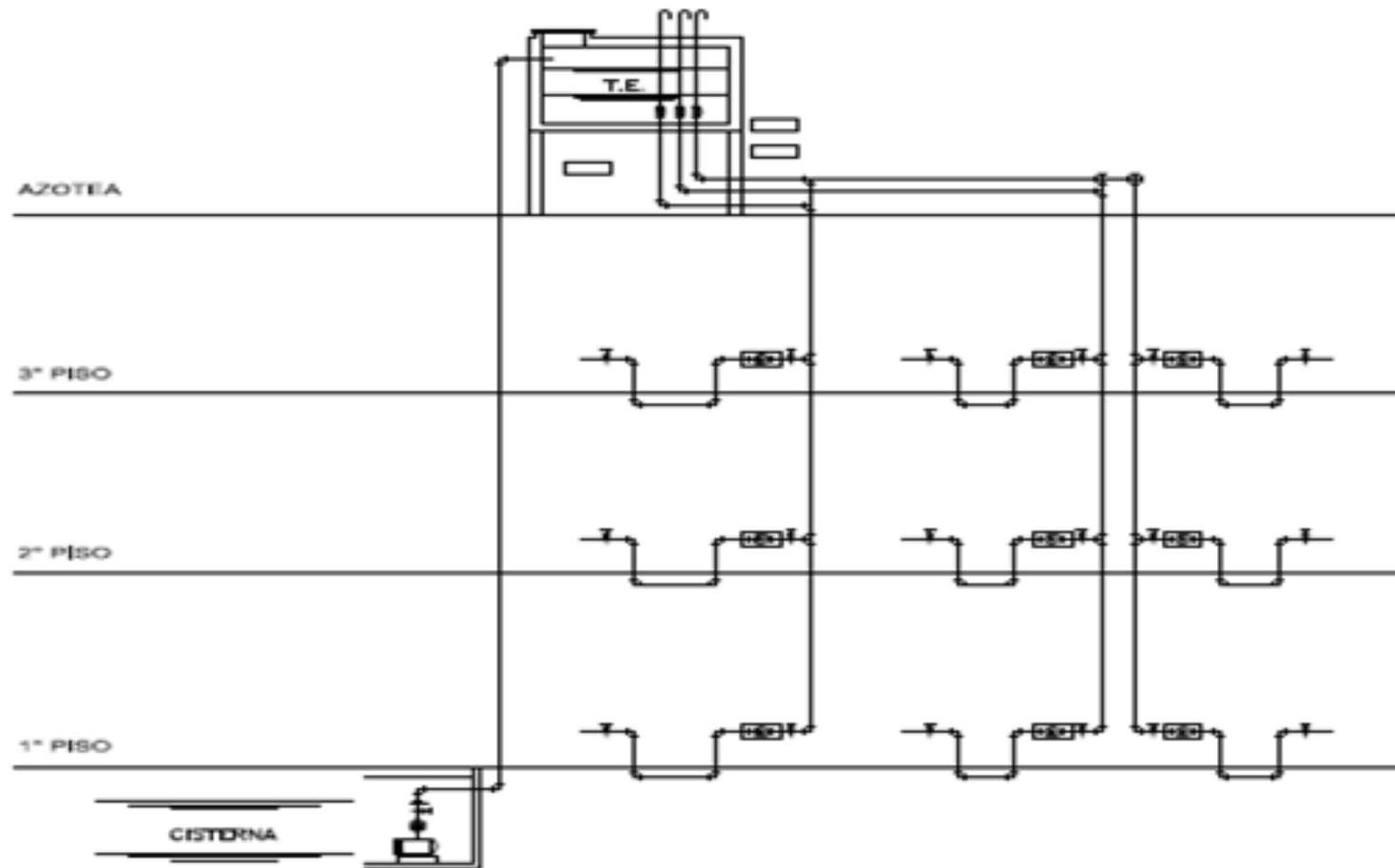
#### **3.5.4. Calculo de la red principal a la red de distribución.**

Hallada las dimensiones del tanque elevado estando este instalado en la azotea se realizó el cálculo de gasto simultaneo de la red principal a la red secundaria a cada piso abasteciendo a los aparatos sanitarios como se muestra en la figura 6.

Las columnas que parten del tanque elevado serán denominadas con las letras A, B y C respectivamente donde se observó que no se instaló ningún equipo sanitario ni llave de paso o válvula, de esta manera, estas columnas abastecerán a los 03 pisos inferiores.

En el desarrollo del cálculo de estas columnas se desglosaron, en 09 tramos según como operaban de las columnas principales o red principal a las redes secundaria siendo estas instaladas dentro de cada departamento a sus equipos sanitarios.

## ESQUEMA DE MONTANTE DE AGUA DE CONSUMO DOMESTICO



**Figura 6.** Plano isométrico las instalaciones sanitarias del edificio multifamiliar graficando el desplazamiento de las columnas enumeradas hacia los departamentos.

Fuente: Elaboración propia.

Según el plano isométrico expuesta en la figura 6 podemos mostrar las cargas en la tabla 10:

**Tabla 10.**

*Columnas montantes perdiendo carga hacia los departamentos de cada piso.*

Elemento	Tramo	$\Sigma$ Gastos Grupos	Nº Grupos	K	Qs
Columna A	1	0.703	1	1.00	0.703
	2	1.406	2	0.90	1.265
	3	2.109	3	0.85	1.793
Columna B	4	0.703	1	1.00	0.703
	5	1.406	2	0.90	1.265
	6	2.109	3	0.85	1.793
Columna C	7	0.703	1	1.00	0.703
	8	1.406	2	0.90	1.265
	9	2.109	3	0.85	1.793

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.5.5. Cálculo de los diámetros de la red de distribución y red principal.

La red de distribución se calculó aplicando las velocidades tanto mínima como máxima, hallando así el diámetro de las tuberías de la red de distribución secundaria, tomándose como velocidad mínima 0.60 m/s como se aprecia en la tabla 11:

**Tabla 51.**

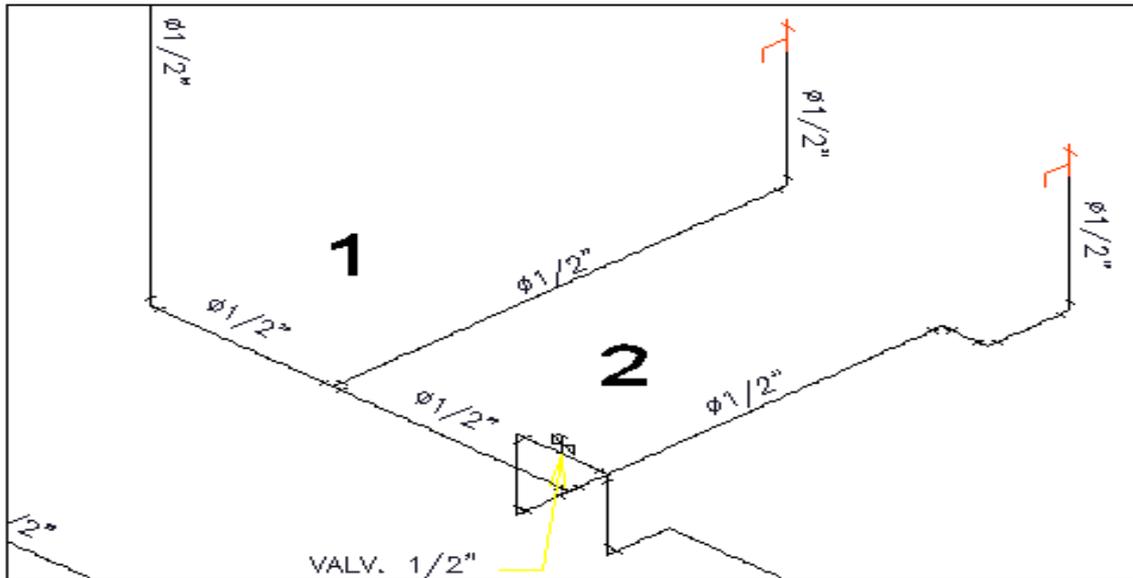
*Diámetro (mm) Vs Velocidad máxima (m/s).*

Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)
15 (1/2")	1.90
20 (3/4")	2.20
25 (1")	2.48
32 (1 1/2")	2.85
40 y mayores (1 1/2 y mayores)	3.00

*Fuente: IS 0.10*

#### 3.5.5.1 Cálculo de pérdida de carga longitudinal y por accesorios

Se realiza el despiece por cada tramo a fin de calcular las pérdidas de carga de cada uno de los tramos.



**Figura 7.** Tramos 1 y 2.

Fuente: Elaboración propia mediante Epanet.

**Tabla 62.**

*Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 1.*

Material	Cantidad	K	Total
Codo 1/2"	2	0.20	0.40
Tee 1/2"	1	0.30	0.30
$\Sigma K$			<b>0.7</b>

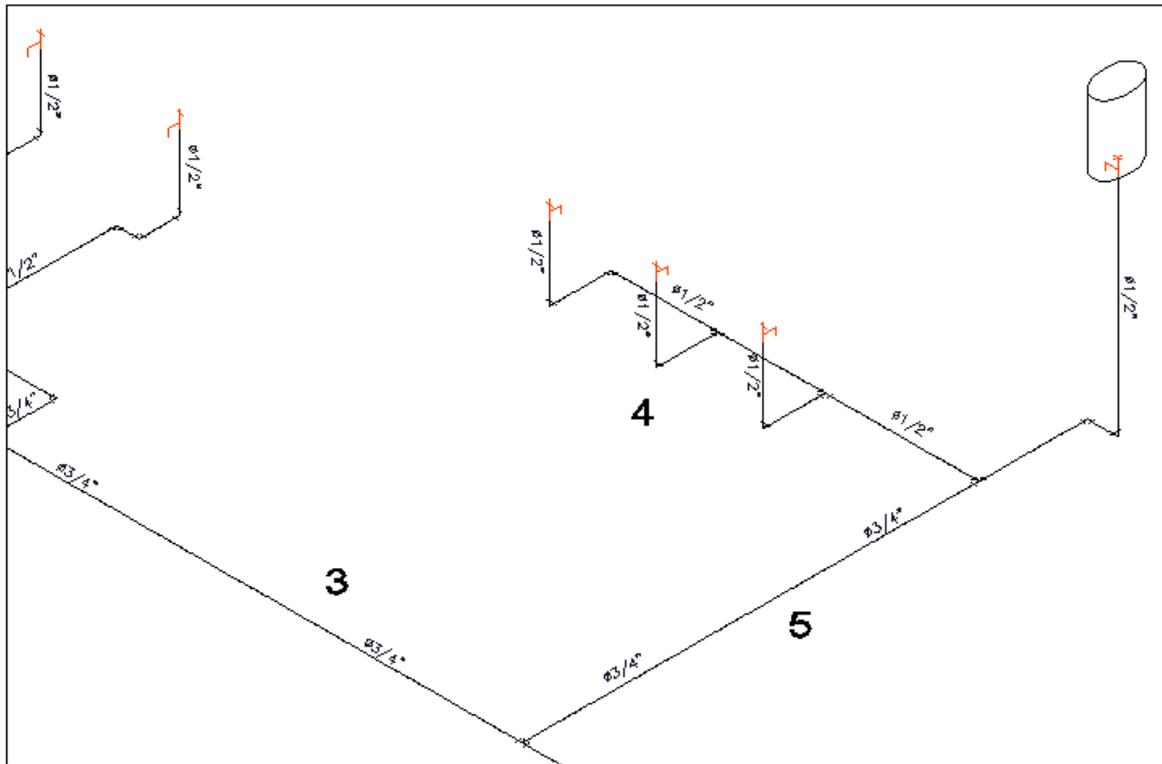
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 73.**

*Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 2.*

Material	Cantidad	K	Total
Codo 1/2"	3	0.20	0.60
Tee 1/2"	1	0.30	0.30
$\Sigma K$			<b>0.90</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 8.** Tramos 3, 4 y 5.  
Fuente: Elaboración propia mediante Epanet.

**Tabla 84.**  
*Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 3.*

Material	Cantidad	K	Total
Codo 1/2"	6	0.20	1.20
Tee 1/2"	2	0.30	0.60
Válvula 1/2"	1	0.15	0.15
		$\Sigma K$	<b>1.95</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 95.**  
*Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 4.*

Material	Cantidad	k	Total
Codo 1/2"	4	0.20	0.80
Tee 1/2"	3	0.30	0.90
Reductor de 3/4" a 1/2"	1	0.20	0.20

---

 $\Sigma K$ 

---

1.9

---

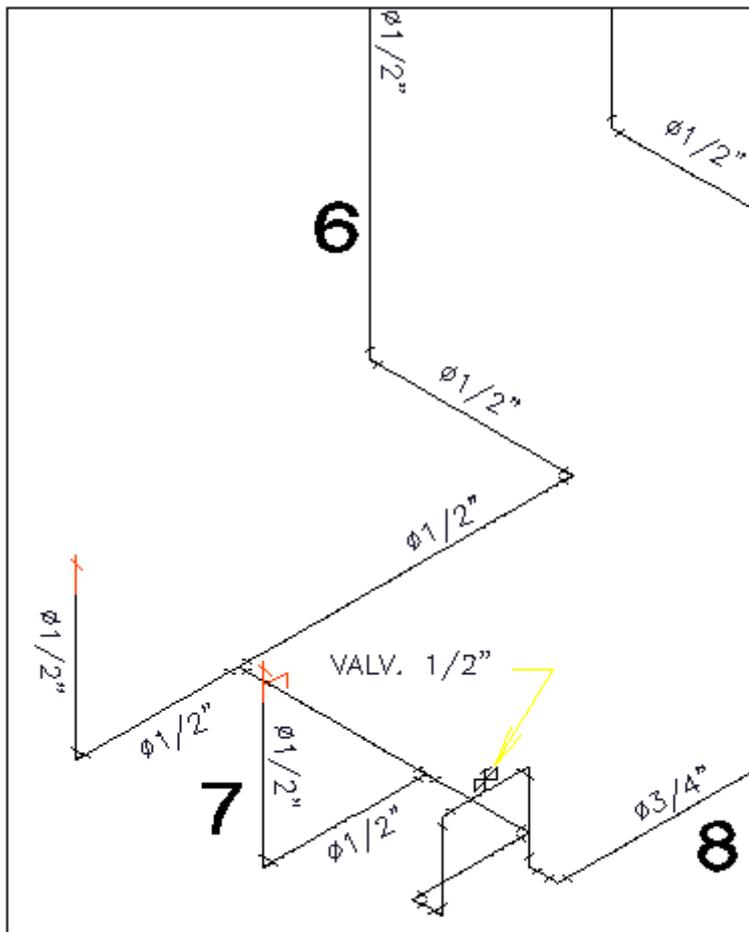
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 106.***Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 5.*

Material	Cantidad	K	Total
Codo 1/2"	2	0.20	0.40
$\Sigma K$			<b>0.40</b>

---

Fuente: Elaboración propia

**Figura 9.** Tramos 6, 7 y 8.

Fuente: Elaboración propia mediante Epanet.

**Tabla 117.***Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 6.*

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>K</b>	<b>Total</b>
Codo 1/2"	3	0.20	0.60
Tee 1/2"	1	0.30	0.30
		<b><math>\Sigma K</math></b>	<b>0.90</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 128.***Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 7.*

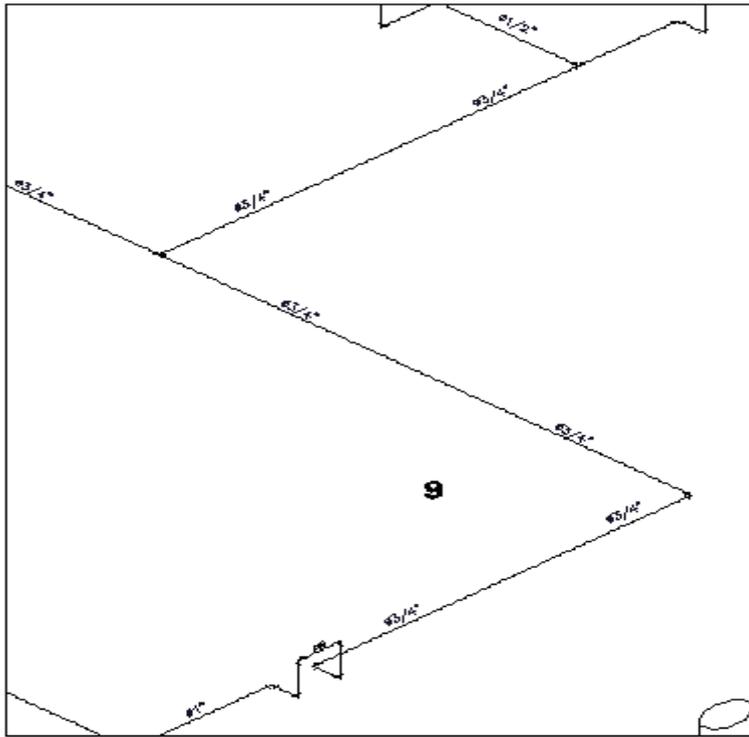
<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>K</b>	<b>Total</b>
Codo 1/2"	7	0.20	1.40
Reductor de 3/4" a 1/2"	1	0.20	0.20
Válvula 3/4"	1	0.15	0.15
		<b><math>\Sigma K</math></b>	<b>1.75</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 139.***Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 8.*

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>K</b>	<b>Total</b>
Codo 1/2"	3	0.20	0.60
Tee 1/2"	1	0.30	0.30
		<b><math>\Sigma K</math></b>	<b>0.90</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura 10.** Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 9.  
Fuente: Elaboración propia mediante Epanet

**Tabla 14.**  
Cálculo de pérdidas de carga en el tramo 9.

Material	Cantidad	K	Total
Codo 1/2"	4	0.20	0.80
Válvula 3/4"	1	0.15	0.15
		$\Sigma K$	<b>0.95</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15.**  
Cuadro de pérdidas de carga longitudinal por cada tramo de cada departamento

Tramo	Caudal (l/s)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Re	F	Longitud (m)	hf (m)
1	0.038	17.4	0.16	2417.94616	0.02646874	4.4	0.00871221
2	0.076	17.4	0.32	4835.89232	0.05033284	2.95	0.04442993
3	0.114	22.9	0.28	5511.6502	0.05032537	5.76	0.04942686
4	0.038	17.4	0.16	2417.94616	0.02646874	5.17	0.01023684
5	0.095	22.9	0.23	4593.04184	0.04873175	5.45	0.03144847
6	0.038	17.4	0.16	2417.94616	0.02646874	4.71	0.00932602
7	0.076	17.4	0.32	4835.89232	0.04871054	1.71	0.0249242
8	0.114	22.9	0.28	5511.6502	0.0473752	3.79	0.03061567
9	0.114	22.9	0.28	5511.6502	0.0473752	10.78	0.08708098
							<b>0.29620118</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16.**  
Cuadro de pérdidas de carga por accesorios de cada tramo.

Tramo	k	Diámetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	hl = k. v <sup>2</sup> /2g
1	0.7	17.4	0.038	0.16	0.00091115
2	0.9	17.4	0.076	0.32	0.00468591
3	1.95	22.9	0.114	0.28	0.00761419
4	1.9	17.4	0.038	0.16	0.00247312
5	0.4	22.9	0.095	0.23	0.00108464
6	0.9	17.4	0.038	0.16	0.00117148
7	1.75	17.4	0.076	0.32	0.00911149
8	0.9	22.9	0.114	0.28	0.00351424
9	0.95	22.9	0.114	0.28	0.00370948
					<b>0.0342757</b>

Fuente: Elaboración propia

De los cuadros anteriores tenemos que las pérdidas totales suman 0.33 m<sup>3</sup> por departamento. En cada piso hay 3 departamentos, por lo tanto, la suma de pérdidas de carga por piso es de 0.99m<sup>3</sup> es mínima.

### **3.5.6. Análisis mediante método Epanet**

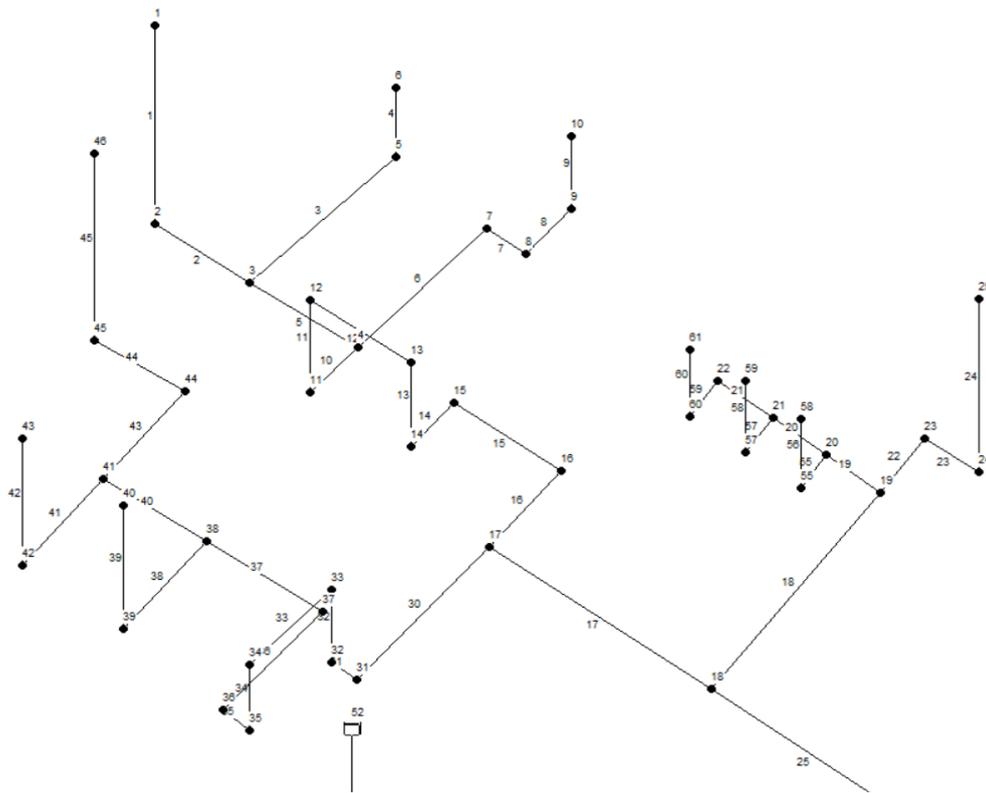
El Epanet es un programa de licencia libre que permite realizar modelamientos hidráulicos en redes a presión.

La ecuación de cálculo se basa según Darcy – Weisbach para hallar las pérdidas de carga se introdujo el factor de fricción además de los datos geométricos de las instalación y características técnicas de las tuberías.

El objetivo es encontrar las presiones en cada uno de los grifos en condiciones de normal funcionamiento. Estos valores se comparan con los valores que nos muestran los manómetros instalados en los grifos, para asegurar que no hay pérdida de agua significativa, las presiones medidas por ambos métodos no deben diferir en más de un 5%, si la diferencia fuera superior se calcula la pérdida de agua en el tramo o tramos utilizando el método volumétrico que consiste en medir el descenso de nivel del agua en el depósito vs el volumen que sale por cada grifo en un determinado tiempo.

#### **3.5.6.1. Simulación de pérdidas de carga por 01 departamento.**

Análisis por departamento



**Figura 11.** Modelado isométrico de instalaciones de agua potable en Epanet primer piso  
Fuente: Elaboración propia en Epanet.

Del esquema anterior, los nodos de consumo o grifos son los siguientes mostrados en la tabla 22:

**Tabla 17.**  
*Nodos de consumo.*

Nodo	Demanda
1	0.1
6	0.1
10	0.1
58	0.1
59	0.1
61	0.1
46	0.1
40	0.1
43	0.1

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 183.***Cuadro de pérdidas de carga longitudinal por cada tramo de cada departamento*

Tramo	Caudal (l/s)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Re	f	Longitud (m)	hf (m)
1	0.038	17.4	0.16	2417.94616	0.02646874	4.4	0.00871221
2	0.076	17.4	0.32	4835.89232	0.05033284	2.95	0.04442993
3	0.114	22.9	0.28	5511.6502	0.05032537	5.76	0.04942686
4	0.038	17.4	0.16	2417.94616	0.02646874	5.17	0.01023684
5	0.095	22.9	0.23	4593.04184	0.04873175	5.45	0.03144847
6	0.038	17.4	0.16	2417.94616	0.02646874	4.71	0.00932602
7	0.076	17.4	0.32	4835.89232	0.04871054	1.71	0.0249242
8	0.114	22.9	0.28	5511.6502	0.0473752	3.79	0.03061567
9	0.114	22.9	0.28	5511.6502	0.0473752	10.78	0.08708098
							<b>0.29620118</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 194.***Cuadro de pérdidas de carga por accesorios de cada tramo.*

Tramo	K	Diámetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	$h_l = k \cdot v^2/2g$
1	0.7	17.4	0.038	0.16	0.00091115
2	0.9	17.4	0.076	0.32	0.00468591
3	1.95	22.9	0.114	0.28	0.00761419
4	1.9	17.4	0.038	0.16	0.00247312
5	0.4	22.9	0.095	0.23	0.00108464
6	0.9	17.4	0.038	0.16	0.00117148
7	1.75	17.4	0.076	0.32	0.00911149
8	0.9	22.9	0.114	0.28	0.00351424
9	0.95	22.9	0.114	0.28	0.00370948
					<b>0.0342757</b>

Fuente: Elaboración propia

De los cuadros anteriores tenemos que las pérdidas totales suman 0.33 m<sup>3</sup> por departamento. En cada piso hay 3 departamentos, por lo tanto, la suma de pérdidas de carga por piso es de 0.99m<sup>3</sup> es mínima.

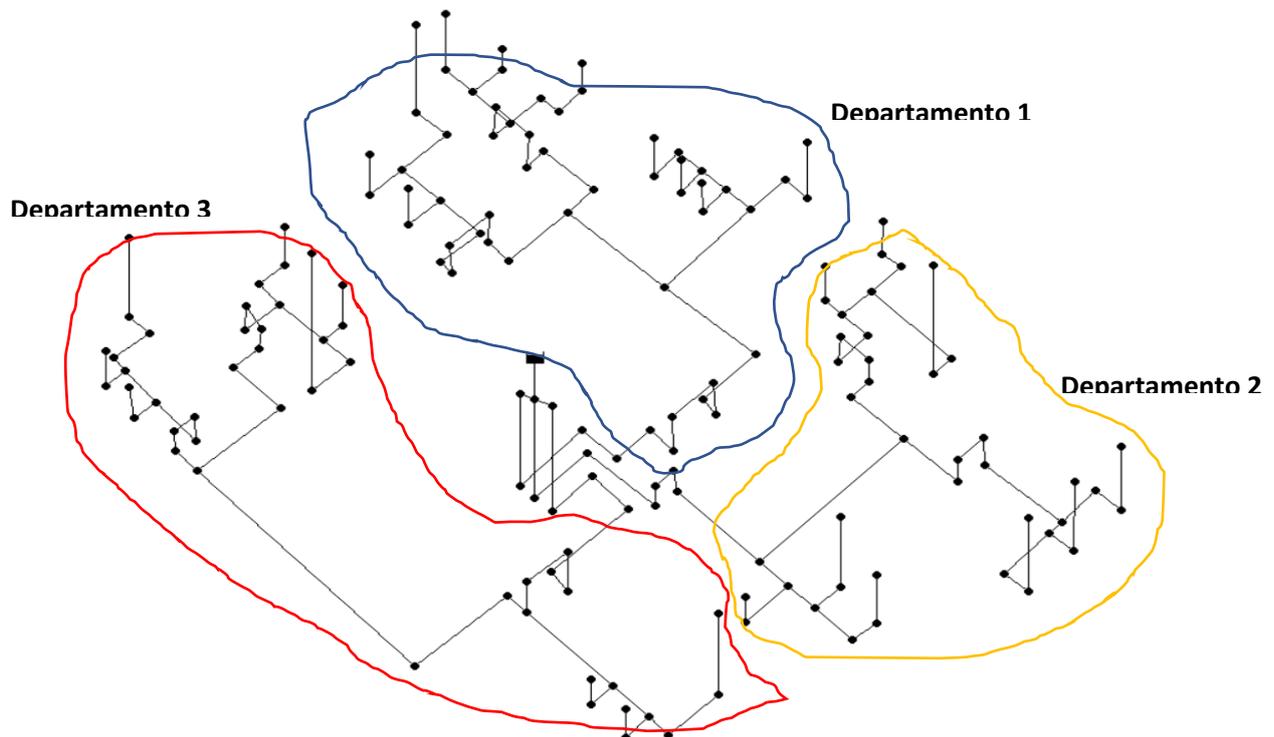
El edificio multifamiliar de 3 pisos, consta de 3 departamentos por piso, los cuales tienen la misma distribución. Para verificar y cuantificar la pérdida en las redes principales y secundarias, se ha modelado utilizando el Epanet como software donde se realiza el isométrico de cada planta para obtener un reporte de presiones

en cada uno de los grifos, paralelamente se han ubicado manómetros en los grifos para comparar los valores obtenidos del modelamiento y los de medida de campo. Es necesario indicar que de la comparación de resultados no se obtendrán valores exactos, sino que trabajaremos con tolerancias y desviaciones que de superar el 3 a 5% se considerarán “significativas”.

Se ha realizado la inspección visual en cada departamento de los tres pisos, ubicando que sólo en el piso 1 existe una pérdida de agua en uno de los inodoros identificado en el Isométrico del Epanet como nodo 43. Para comprobar el valor de esta pérdida de caudal, se ha realizado el modelamiento en Epanet, luego la medición de campo utilizando un manómetro y finalmente se ha medido el nivel del descenso del tanque ubicado en la azotea.

#### Isométrico Piso 1 (3 departamentos)

En este isométrico, se observan los 3 departamentos, la pérdida de agua identificada se encuentra en el departamento 3.

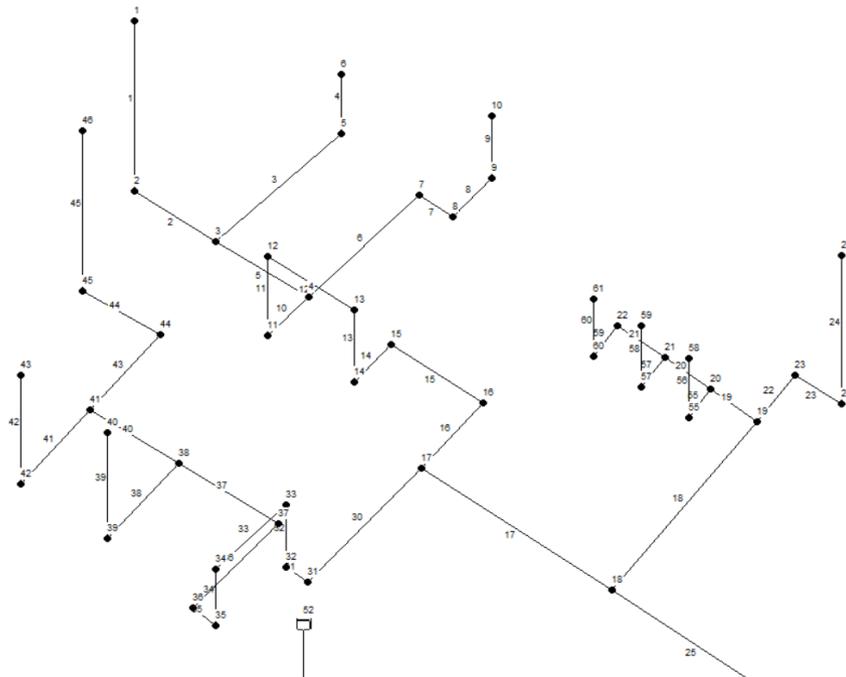


**Figura 12.** Distribución isométrica a los 3 departamentos por piso.

*Fuente: Elaboración propia*

### Análisis de la pérdida de agua en el departamento 3.

Habiendo identificado el grifo donde se genera la pérdida de agua, se procede a llevarlo a la modelación con el Epanet, el nodo o grifo donde se produce la pérdida se ha identificado con el ID 43. Para este propósito se ha representado todas las tuberías del departamento conectadas al tanque de la azotea. Desde este tanque se puede visualizar las tres líneas que conducen el agua hacia cada uno de los tres departamentos.



**Figura 123.** Modelado isométrico de instalaciones de agua potable en Epanet primer piso  
Fuente: Elaboración propia en Epanet.

### Demandas en los nodos o grifos de consumo según tipo de pieza

En la Tabla 22 se muestran los reportes de demandas y alturas en cada uno de los nodos que conforman la red interior del departamento 3. En esta tabla sólo presentan valores los correspondientes a los grifos de consumo que representan a las duchas, inodoros y lavaderos.

**Tabla 205.**  
*Nodos de consumo.*

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m
Conexión 1	0.10	6.50
Conexión 2	0.00	6.54
Conexión 3	0.00	6.55
Conexión 4	0.00	6.61
Conexión 5	0.00	6.52
Conexión 6	0.10	6.51
Conexión 7	0.00	6.59
Conexión 8	0.00	6.58
Conexión 9	0.00	6.58
Conexión 10	0.10	6.57
Conexión 11	0.00	6.64
Conexión 12	0.00	6.69
Conexión 13	0.00	6.71
Conexión 14	0.00	6.72
Conexión 15	0.00	6.72
Conexión 16	0.00	6.74
Conexión 17	0.00	6.76
Conexión 18	0.00	7.19
Conexión 19	0.00	7.09
Conexión 20	0.00	6.95
Conexión 21	0.00	6.91
Conexión 22	0.00	6.89
Conexión 23	0.00	7.09

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m
Conexión 24	0.00	7.09
Conexión 25	0.00	7.09
Conexión 26	0.00	8.20
Conexión 27	0.00	8.92
Conexión 28	0.00	8.97
Conexión 29	0.00	9.05
Conexión 30	0.00	9.07
Conexión 31	0.00	6.69
Conexión 32	0.00	6.69
Conexión 33	0.00	6.68
Conexión 34	0.00	6.67
Conexión 35	0.00	6.63
Conexión 36	0.00	6.61
Conexión 37	0.00	6.56
Conexión 38	0.00	6.51
Conexión 39	0.00	6.50
Conexión 40	0.10	6.49
Conexión 41	0.00	6.47
Conexión 42	0.00	6.46
Conexión 43	0.10	6.45
Conexión 44	0.00	6.45
Conexión 45	0.00	6.43
Conexión 46	0.10	6.39
Conexión 47	0.00	9.09
Conexión 48	0.00	9.16
Conexión 49	0.00	9.21
Conexión 50	0.00	9.25
Conexión 51	0.00	9.29
Conexión 55	0.00	6.94
Conexión 57	0.00	6.90
Conexión 58	0.10	6.93
Conexión 59	0.10	6.89
Conexión 60	0.00	6.89
Conexión 61	0.10	6.87
Conexión 64	0.00	9.90
Conexión 65	0.00	10.02
Embalse 52	-0.90	10.12

Nodo	Demanda
1	0.1
6	0.1
10	0.1
58	0.1
59	0.1
61	0.1
46	0.1
40	0.1
43	0.1

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Método de análisis de datos.

#### 3.6.1. Calculo de la perdida de agua potable en las redes principales de edificios multifamiliares mediante métodos volumétricos

Según los análisis realizados concluimos que la red principal se encuentra en este margen como muestra la figura 9, hallándose que en los tramos 3, 6 y 9 presentan mayor caudal simultaneo.

**Tabla 26.**

*Columnas montantes perdiendo carga hacia los departamentos de cada piso.*

Elemento	Tramo	$\sum$ Gastos Grupos	Nº Grupos	K	Qs
Columna A	1	0.703	1	1.00	0.703
	2	1.406	2	0.90	1.265
	3	2.109	3	0.85	1.793
Columna B	4	0.703	1	1.00	0.703
	5	1.406	2	0.90	1.265
	6	2.109	3	0.85	1.793
Columna C	7	0.703	1	1.00	0.703
	8	1.406	2	0.90	1.265
	9	2.109	3	0.85	1.793

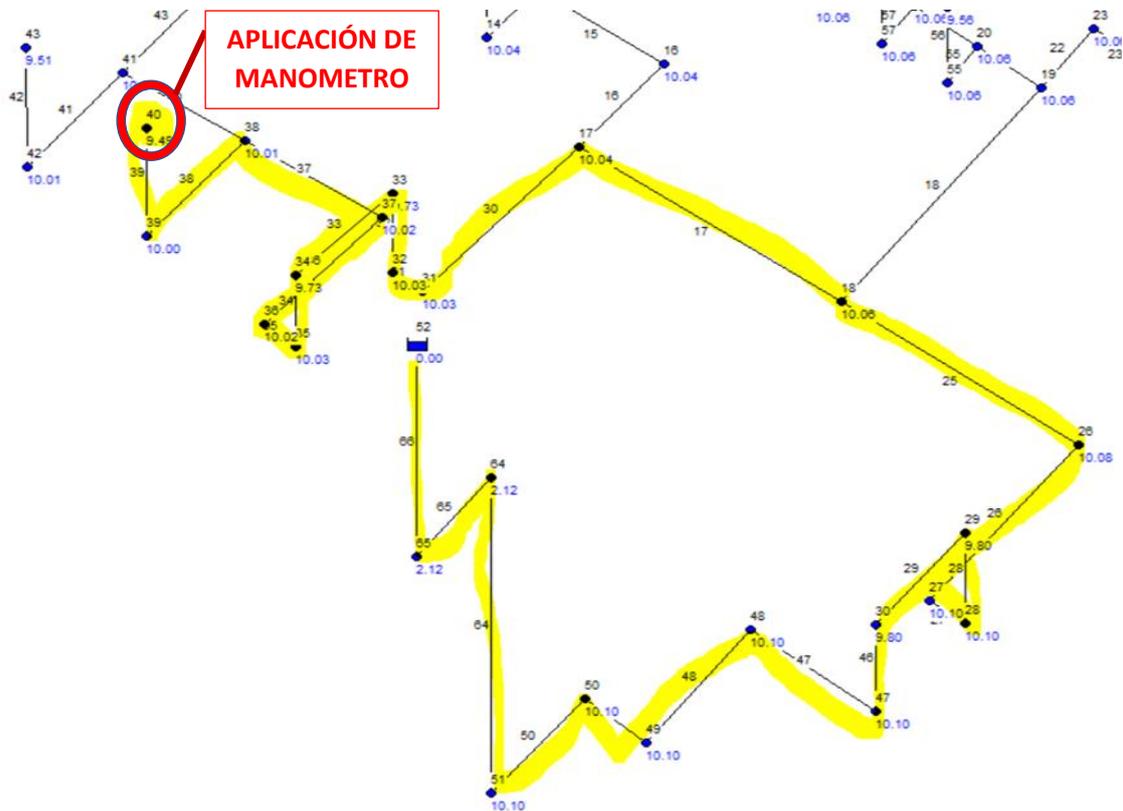
Fuente: Elaboración propia.

Se tuvieron cerrados todos los grifos y solo se apertura el grifo 40:

- Presión medida: 9.28 m.c.a.

- Presión Epanet: 9.49 m.c.a.
- Pérdida de presión:  $9.49 \text{ m.c.a.} - 9.28 \text{ m.c.a.} = 0.21 \text{ m.c.a.}$  (2% de la lectura teórica), es una pérdida no significativa

El recorrido desde el depósito que se encuentra en la azotea hasta el nodo 40 es el siguiente:



**Figura 134.** Modelado isométrico del grifo 40 comprobando resultados de Epanet Vs manómetro.

Fuente: Elaboración propia en Epanet

### 3.6.2. Cuantificación de la pérdida de agua potable en redes de distribución interna de edificios multifamiliar mediante métodos volumétricos.

Para cuantificar la pérdida de agua potable en redes de distribución interna de edificios multifamiliar se aplicó métodos volumétricos,

Se tuvieron cerrados todos los grifos y solo se apertura el grifo 43:

- Presión medida por el manómetro: 9.27 m.c.a.
- Presión Epanet: 9.48 m.c.a.

- Pérdida de presión:  $9.48 \text{ m.c.a.} - 9.27 \text{ m.c.a.} = 0.21 \text{ m.c.a.}$  (2% de la lectura teórica), no es una pérdida significativa.

En la siguiente tabla se muestra el reporte de Epanet, encontrándose que para el nodo 43, la presión dinámica es 9.48 m.c.a. demostrado por el reporte de cálculo como se aprecia:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 1	0.00	10.04	8.24
Conexión 2	0.00	10.04	10.04
Conexión 3	0.00	10.04	10.04
Conexión 4	0.00	10.04	10.04
Conexión 5	0.00	10.04	10.04
Conexión 6	0.00	10.04	9.54
Conexión 7	0.00	10.04	10.04
Conexión 8	0.00	10.04	10.04
Conexión 9	0.00	10.04	10.04
Conexión 10	0.00	10.04	9.54
Conexión 11	0.00	10.04	10.04
Conexión 12	0.00	10.04	9.74
Conexión 13	0.00	10.04	9.74
Conexión 14	0.00	10.04	10.04
Conexión 15	0.00	10.04	10.04
Conexión 16	0.00	10.04	10.04
Conexión 17	0.00	10.04	10.04
Conexión 18	0.00	10.06	10.06
Conexión 19	0.00	10.06	10.06
Conexión 20	0.00	10.06	10.06
Conexión 21	0.00	10.06	10.06
Conexión 22	0.00	10.06	10.06
Conexión 23	0.00	10.06	10.06
Conexión 24	0.00	10.06	10.06
Conexión 25	0.00	10.06	8.56

Conexión 27	0.00	10.10	10.10
Conexión 28	0.00	10.10	10.10
Conexión 29	0.00	10.10	9.80
Conexión 30	0.00	10.10	9.80
Conexión 31	0.00	10.03	10.03
Conexión 32	0.00	10.03	10.03
Conexión 33	0.00	10.03	9.73
Conexión 34	0.00	10.03	9.73
Conexión 35	0.00	10.03	10.03
Conexión 36	0.00	10.02	10.02

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 37	0.00	10.02	10.02
Conexión 38	0.00	10.01	10.01
Conexión 39	0.00	10.01	10.01
Conexión 40	0.00	10.01	9.51
Conexión 41	0.00	10.00	10.00
Conexión 42	0.00	9.99	9.99
Conexión 43	0.10	9.98	9.48
Conexión 44	0.00	10.00	10.00
Conexión 45	0.00	10.00	10.00
Conexión 46	0.00	10.00	8.20
Conexión 47	0.00	10.10	10.10
Conexión 48	0.00	10.10	10.10
Conexión 49	0.00	10.10	10.10
Conexión 50	0.00	10.10	10.10
Conexión 51	0.00	10.10	10.10
Conexión 55	0.00	10.06	10.06
Conexión 57	0.00	10.06	10.06
Conexión 58	0.00	10.06	9.56
Conexión 59	0.00	10.06	9.56
Conexión 60	0.00	10.06	10.06
Conexión 61	0.00	10.06	9.56
Conexión 64	0.00	10.12	2.12
Conexión 65	0.00	10.12	2.12
Embalse 52	-0.10	10.12	0.00

Habiéndose determinado una pérdida de carga en el nodo 43, se procede a verificar esta pérdida a través del método volumétrico y con la medición del nivel de descenso del agua en el tanque de la azotea.

Luego se procedió a aplicar el método nivel estático hidráulico

Se procedió a desarrollar lo siguiente:

1. Se llena un depósito desde el grifo 43, tomando el tiempo que se demora.
  - a) 3 depósitos de 5 galones o 15 galones = 56.76 l.
  - b) Tiempo de llenado: 546 s.
  - c) Caudal: 0.10 l/s.
2. Se mide el nivel de descenso en el tanque ubicado en la azotea
  - a) Dimensiones del tanque de la azotea: 2 m x 2 m x 1.12 m
  - b) Nivel de descenso: 26 mm
3. El caudal que sale del depósito de la azotea debe ser igual al caudal que sale del grifo 43 + pérdida de agua en el tramo desde el tanque hasta el grifo 40:

$Q_{\text{deposito azotea}} = Q_{\text{grifo 43}} + \text{pérdida de agua}$

$Q_{\text{deposito azotea}} = \text{Volumen consumido} / \text{Tiempo}$

$Q_{\text{deposito azotea}} = 2 \times 2 \times 0.026 \text{ m}^3 / 546 \text{ s} = 0.19 \text{ l/s}$

$Q_{\text{grifo 43}} = 0.1 \text{ l/s}$

$\text{Pérdida de agua} = 0.19 \text{ l/s} - 0.10 \text{ L/s} = 0.09 \text{ l/s}$

#### **Pérdida de agua por día:**

Para cuantificar la pérdida de agua por día, debemos multiplicar el caudal de 0.09 l/s por la cantidad de segundo que tiene un día:

$0.09 \text{ l/s} \times 546 \text{ s} / \text{día} = 7\,776 \text{ l} / \text{día} = 7.78 \text{ m}^3 / \text{día}$

#### **Pérdida de agua por mes:**

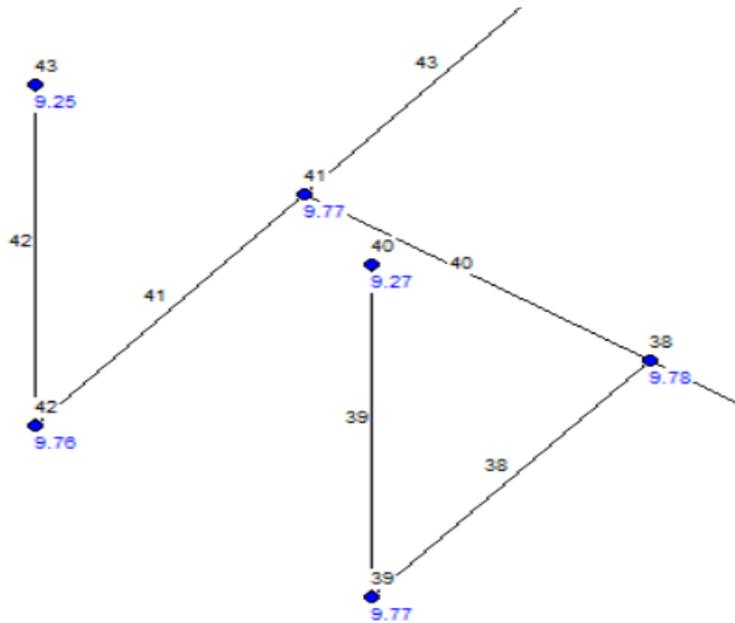
Para cuantificar la cantidad de agua que se puede por mes se multiplica por 30 días:

$7.78 \text{ m}^3 / \text{día} \times 30 \text{ días} / \text{mes} = 233.4 \text{ m}^3 / \text{mes}$

### 3.6.3. Determinación la pérdida de agua potable en edificio multifamiliar mediante métodos volumétricos

#### 3.6.3.1. Verificación por Epanet

Como hemos determinado que la pérdida de agua por el grifo 40 es 0.09 l/s, esta pérdida debe manifestarse también en pérdida de carga o de presión, entonces introduciremos este caudal de 0.09 en el nodo o grifo 40 y corremos el programa:



**Figura 14.** Modelado isométrico del grifo 43 comprobando resultados de Epanet Vs manómetro.

Fuente: Elaboración propia en Epanet

Efectivamente, teniendo abierto el grifo 43 y cerrado el grifo 40 y habiendo introducido el caudal de 0.09 l/s en el grifo 40, se tuvo una presión en el grifo 40 de 9.26 que es la misma presión medida con el manómetro. Introducidos estos datos el software Epanet arrojó el siguiente reporte de cálculo:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 1	0.00	9.89	8.09
Conexión 2	0.00	9.89	9.89
Conexión 3	0.00	9.89	9.89
Conexión 4	0.00	9.89	9.89
Conexión 5	0.00	9.89	9.89
Conexión 6	0.00	9.89	9.39
Conexión 7	0.00	9.89	9.89
Conexión 8	0.00	9.89	9.89
Conexión 9	0.00	9.89	9.89
Conexión 10	0.00	9.89	9.39
Conexión 11	0.00	9.89	9.89
Conexión 12	0.00	9.89	9.59
Conexión 13	0.00	9.89	9.59
Conexión 14	0.00	9.89	9.89
Conexión 15	0.00	9.89	9.89
Conexión 16	0.00	9.89	9.89
Conexión 17	0.00	9.89	9.89
Conexión 18	0.00	9.94	9.94
Conexión 19	0.00	9.94	9.94
Conexión 20	0.00	9.94	9.94
Conexión 21	0.00	9.94	9.94
Conexión 22	0.00	9.94	9.94
Conexión 23	0.00	9.94	9.94
Conexión 24	0.00	9.94	9.94
Conexión 25	0.00	9.94	8.44

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 26	0.00	10.00	10.00
Conexión 27	0.00	10.05	10.05
Conexión 28	0.00	10.05	10.05
Conexión 29	0.00	10.05	9.75
Conexión 30	0.00	10.06	9.76
Conexión 31	0.00	9.86	9.86
Conexión 32	0.00	9.86	9.86
Conexión 33	0.00	9.85	9.55
Conexión 34	0.00	9.85	9.55
Conexión 35	0.00	9.83	9.83
Conexión 36	0.00	9.83	9.83
Conexión 37	0.00	9.80	9.80
Conexión 38	0.00	9.78	9.78
Conexión 39	0.00	9.77	9.77
Conexión 40	0.10	9.76	9.26
Conexión 41	0.00	9.77	9.77
Conexión 42	0.00	9.76	9.76
Conexión 43	0.09	9.76	9.26
Conexión 44	0.00	9.77	9.77
Conexión 45	0.00	9.77	9.77
Conexión 46	0.00	9.77	7.97
Conexión 47	0.00	10.06	10.06
Conexión 48	0.00	10.06	10.06
Conexión 49	0.00	10.06	10.06
Conexión 50	0.00	10.07	10.07
Conexión 51	10.07	10.07	0.00
Conexión 55	9.94	9.94	0.00
Conexión 57	9.94	9.94	0.00
Conexión 58	9.94	9.44	0.00
Conexión 59	9.94	9.44	0.00
Conexión 60	9.94	9.94	0.00
Conexión 61	9.94	9.44	0.00
Conexión 64	10.11	2.11	0.00
Conexión 65	10.11	2.11	0.00
Embalse 52	10.12	0.00	0.00

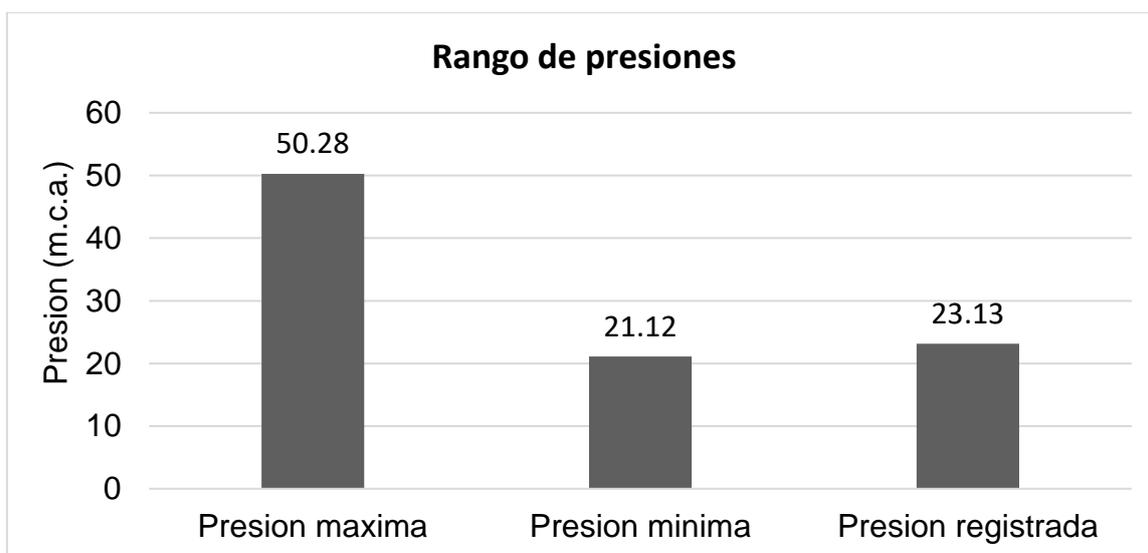
### **3.7. Aspectos éticos.**

Durante el desarrollo del presente proyecto de investigación; el autor paso a paso cito todas las referencias de términos y conceptos siendo estos registrados en el apartado de referencias que ayudaron con mayor presencia en la introducción, antecedentes, marco teórico y metodología; siendo el soporte intelectual imprescindible en un proyecto de investigación, asimismo, se respetó el derecho de autor.

## IV. RESULTADOS

### Resultado 1

Concluidas las mediciones de presión y caudal en la red principal el objetivo específico fue, calcular la pérdida de agua potable en redes principales de edificios multifamiliar mediante métodos volumétricos. Durante los cálculos realizados se pudo registrar que la red principal operaba bajo el rango de presiones mostradas en la figura 14:



**Figura 16:** Cuadro de comparación dentro de rango de presiones establecida por la OS. 050 y la real registrada.

*Fuente: Elaboración propia.*

Recogidas estas presiones se pudo comprobar que caían las presiones según horarios de consumo pico, pero al estar hermético no existió pérdida de agua potable en consecuencia no se registró pérdidas volumétricas de agua potable, en toda la trayectoria de sus tuberías hacia el tanque elevado como a la red de distribución secundaria.

### Resultado 2

Concluidas las mediciones aplicadas y cálculos estimados según los métodos volumétricos se pudo cuantificar como los metros cúbicos de agua potable perdida en lapsos de tiempo de hasta un mes identificando pérdidas significativas y económicas como se muestra en la siguiente figura 15:

**Tabla 26.**

Resumen de pérdidas acumuladas por día y por mes.

	l/s	Litros por día	m3 por día	Litros por mes	m3 por mes	S/. 1.27 x m3 (según SEDAPAL)	Sobre costo S/. ocasionado a cada departamento
<b>Pérdidas de agua potable</b>	0.09	7776.00	7.78	233280.00	233.28	296.418	32.94

*Fuente: Elaboración Propia*

De esta manera se pudo registrar que la red de distribución presentó pérdidas volumétricas en sus aparatos sanitarios, siendo el aparato sanitario del inodoro el que generó estas pérdidas de agua potable.

**Resultado 3**

Concluida la evaluación de resultados tanto en las redes principales como en las redes de distribución usados los métodos antes demostrados, se concluye que existió pérdidas volumétricas de agua potable en los aparatos sanitarios abastecidos por la redes secundarias o redes de distribución acumulado una pérdida total de 233.40 m3 al mes. De esta manera se tiene un sobre costo al servicio de agua potable global de 296.41 nuevos soles al mes, ocasionando a cada departamento el pago de 32.94 nuevos soles al mes.

## **V. DISCUSIÓN**

### **Discusión 1**

Se calculo la perdida de agua potable en redes principales de edificios multifamiliar mediante métodos volumétricos, cuyos resultados fueron de 0 m<sup>3</sup> de perdida de agua potable en sus tramos de operación.

Es así, que se rechaza la hipótesis: La pérdida de agua potable en redes principales de edificios multifamiliar es considerablemente alta mediante métodos volumétricos, Edificio Santa Inés Lince Lima.

Según los resultados del autor Cahuana (2019) se puede diferenciar la magnitud de perdidas un total de 9827.84 m<sup>3</sup>/mes, frente a los hallados en esta investigación científica un total de 0 m<sup>3</sup>/mes, al ser un edificio multifamiliar, su red de tuberías principales se encuentra operativo y no registra pérdidas volumétricas de agua potable, pero si se hallaron pérdidas de presión en los tramos hacia las redes de distribución. Además, según el autor Vidal Valverde en su proyecto de investigación hallo en su red principal de aducción un caudal de 10 l/seg, siendo aun así insuficiente para abastecer su población actual y futura según sus cálculos.

### **Discusión 2**

Se cuantificó la perdida de agua potable en redes de distribución interna de edificios multifamiliar mediante métodos volumétricos, Edificio Santa Inés Lince Lima se calculó una perdida volumétrica de agua potable de 233.40 m<sup>3</sup>/mes.

De esta manera se rechaza la hipótesis: La pérdida de agua potable en edificio multifamiliar mediante métodos volumétricos es relativamente baja en el Edificio Santa Inés Lince Lima, por que se registro cantidades significativas.

Además, el autor Vidal Valverde, en sus resultados presenta hallo presiones de 14 m.c.a. y alcanzando su máximo de 62 m.c.a. manteniendo el servicio optimo y no presento perdidas volumétricas de agua potable.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Conclusión 1**

Las pérdidas de agua potable en las redes principales fueron de 0 m<sup>3</sup> en un espacio de tiempo de 1 mes, esto responde porque sus tuberías se encuentran empotradas en muros y montantes bastante acondicionadas en su izamiento a la azotea para abastecer al tanque elevado y en su recorrido hacia la red de distribución.

### **Conclusión 2**

Las pérdidas de agua potable en las redes de distribución internas o secundarias se cuantificaron en 233.40 m<sup>3</sup> al mes, registrando las fugas en los aparatos sanitarios a los que abastece la red, siendo 18 duchas, 36 grifos y 18 inodoros siendo estos últimos aparatos sanitarios los que presentaron la cantidad de pérdidas de agua potable.

### **Conclusión 3**

Concluyendo, el presente proyecto de investigación reporta que las fugas de agua potable aun que se presentan mínimas, demuestran que a largo plazo genera cuantiosas pérdidas económicas y ambientales, afectando la población por a desperdiciar este líquido elemento por no corregir o renovar los aparatos sanitarios.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **Recomendación 1**

Se recomienda ante la presencia de fugas, dar mantenimiento ante la corrosión de manera preventiva hacer el seguimiento para así cada mes controlar con las válvulas de ese modo se dará solución a un sobre costo por ser un servicio cotidiano y básico en la vida diaria.

### **Recomendación 2**

Respecto a las redes secundarias o redes de distribución interna se recomienda tener revisar periódicamente las conexiones o empalmes y válvulas en sus tramos para su adecuado funcionamiento supervisando de esta forma la existencia de fugas.

### **Recomendación 3**

Se recomienda dar mantenimiento a los aparatos sanitarios como inodoros, duchas, grifos, llaves y válvulas siendo estos los puntos de fuga al ser los puntos de acceso al agua, que con el determinado tiempo suelen rendirse las gomas o empaques filtrando así el agua potable. Mas que todo en el inodoro por ser el que tiene más manejo de presión de agua y cantidad de agua en poco tiempo al soltar la bomba.

## Referencias bibliográficas

Aguirre Chavarría, C.M.; Gonzáles Guidos, E.O. y Guerrero Granadeño, H.L. (febrero de 2015). *Elaboración y aplicación de metodologías analíticas e instrumentales para la cuantificación de parámetros fisicoquímicos en agua y su aplicación en el laboratorio de Ingeniería Química. FIA/UES*. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7559/1/Elaboraci%C3%B3n%20y%20aplicaci%C3%B3n%20de%20metodolog%C3%ADas%20anal%C3%ADticas%20e%20instrumentales%20para%20la%20cuantificaci%C3%B3n%20de%20par%C3%A1metros%20fisicoqu%C3%ADmicos%20en%20agua%20y%20su%20aplicaci%C3%AD>

Albarrán Ulsen, M.; Banda Cheuquepán, F.; Colla, E.; Concha Aspe, H.; Ferreira, M. et al. (noviembre de 1997). *Reducción de pérdidas en sistemas de agua potable*. Obtenido de <https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/1/52961/Doc-86.pdf>

Azcona, M.; Manzini, F. y Dorati, J. (05 de setiembre de 2019). *Precisiones metodológicas sobre la unidad de análisis y la unidad de observación : Aplicación a la investigación en psicología*. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/45512>

Behar Rivero, D.S. (2008). *Metodología de la Investigación* . Shalom .

Cahuana Enriquez, B.R. (2019). *Análisis y determinación de agua no contabilizada en pérdidas operativas y comerciales, en el sistema de abastecimiento de agua potable zona III E.P.S SEDACUSCO S.A.* Obtenido de [http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/3473/1/Bryan\\_Tesis\\_bachiller\\_2019.pdf](http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/3473/1/Bryan_Tesis_bachiller_2019.pdf)

Campillo Seva. N. . (2012). *Introducción al análisis volumétrico* . Obtenido de <https://www.um.es/documents/4874468/11830096/tema-4.pdf/0ef11661-8d05-43e3-8edb-10b8bc21351b>

Chancasanampa Nieto, W. (2019). *Evaluación del sistema de agua potable para mejorar el abastecimiento de agua en el Anexo Tulturi - distrito de Moya - Huancavelica-2019*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/45954>

Del Ángel Hernández, E. (2014). *Hidráulica*. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16714/LECT146.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

EADIC.com. (02 de abril de 2012). *EPANET... El Software de dominio público que te permite llevar a cabo tus Proyectos Hidráulicos*. Obtenido de <https://www.eadic.com/cursodeepanet/#:~:text=Epanet%20es%20un%20programa%20para,compresible%20con%20flujo%20a%20presi%C3%B3n>.

Gonzales Gonzales, M. D. Y. (2018). *Propuesta de renovación de redes de agua potable mediante el método pipe bursting urb. San Diego distrito SMP, Lima-2018*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27668>

Gutierrez Casas, K. P. (2018). *Influencia del mantenimiento preventivo en la eficiencia del Sistema de agua potable del C.P. rural La Campiña de Supe*,

- Barranca, 2018. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25062>
- Gutierrez Chicaiza, V.R. y Vásquez Bravo, A.R. (2017). *Ingeniería de sistemas hidrosanitarios descentralizados y sostenibles, caso de estudio Puerto Roma - Provincia de Guayas*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/27387>
- Hernández Sampieri, C.R.; Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. Colombia: MCGRAW-HILL.
- Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México : Mc Gram Hill.
- López, J.J. y Benavente, A. (2013). *Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología*. doi:<https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Martínez, E. (2010). *Métodos de medida a nivel*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Medicion/Articulos/41365-Metodos-de-medida-a-nivel.html>
- Moliá, R. (2007). *Módulo: Abastecimiento y saneamiento*. Obtenido de <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20098/redes-de-distribucion>
- Naturales, S. d. (15 de Octubre de 2018). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. *Diseño de Redes de Distribucion de Agua Potable, Diseño de Redes de Distribucion de Agua Potable*, 134. Ciudad de Mexico: Comision Nacional del Agua.
- Nava Pérez, J. y Delgado Galván, X. V. (2018). *Localización de fugas en redes de agua potable*. Obtenido de <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2756/2012>
- NMP 005-2. (2018). *Medidores de agua para agua potable fría y agua caliente*. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/5/jer/normasmetrologicasperuanas/files/NMP-005-1-2018.pdf>
- Norma IS.010. (s.f.). *Instalaciones sanitarias para edificaciones*. Obtenido de [https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas\\_Legales/saneamiento/IS.010.pdf](https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/IS.010.pdf)
- Normas Legales. (s.f.). *Redes de distribución de agua para consumo humano*. Obtenido de [https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas\\_Legales/saneamiento/O.S.050.pdf](https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/O.S.050.pdf)
- Rengel Coronel, A.F. (2016). *Evaluación de la red de distribución de agua potable Culebrillas - Cuenca*. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1969>
- Rodríguez Jiménez, A. y Pérez Jacinto, A. O. (2017). *Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento*. doi:<https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>

Samaniego Balseca, D.F. (2020). *Diseño y construcción de un modelo hidráulico para sistemas de tuberías en serie, en paralelo y redes cerradas*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/18051>

Vidal Valverde, M. G. (2019). *Evaluación del comportamiento hidráulico de redes de abastecimiento de agua potable por métodos convencionales en la ciudad de Piscobamba, Ancash-2019*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49593>

## **Anexos**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cuánto es la pérdida de agua potable en edificio multifamiliar mediante métodos volumétricos – Edificio Santa Inés, Lince, Lima 2020?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar la pérdida de agua potable en edificio multifamiliar mediante métodos volumétricos – Edificio Santa Inés, Lince, Lima 2020</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b> La pérdida de agua potable en edificio multifamiliar determinado mediante métodos volumétricos es significativa – Edificio Santa Inés, Lince, Lima 2020</p>	<p><b>V1</b> Métodos volumétricos</p>	<p><b>D1:</b> Método de Epanet. <b>D2:</b> Método del manómetro. <b>D3:</b> Medición hidrostática de nivel</p>	<p><b>I1:</b> Presión de carga <b>I2:</b> Presión <b>I3:</b> Velocidad  <b>I1:</b> Presión <b>I2:</b> Presión inicial <b>I3:</b> Presión final.  <b>I1:</b> Descenso del nivel de agua. <b>I2:</b> Tiempo. <b>I3:</b> Volumen</p>	<p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Método científico.  <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Hipotético deductivo  <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Nivel descriptivo  <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> Cuasi experimental</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b> ¿Cuál es el volumen de pérdida de agua potable en redes principales empleando métodos volumétricos en el edificio multifamiliar mediante métodos volumétricos – Edificio Santa Inés, Lince, Lima 2020? ¿Cuánto es la pérdida de agua potable en redes de distribución de agua potable en edificio multifamiliar mediante métodos volumétricos – Edificio Santa Inés, Lince, Lima 2020?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> Calcular la pérdida de agua potable en redes principales de edificios multifamiliar mediante métodos volumétricos, Edificio Santa Inés Lince Lima  Cuantificar la pérdida de agua potable en redes de distribución interna de edificios multifamiliar mediante métodos volumétricos, Edificio Santa Inés Lince Lima</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b> La pérdida de agua potable en redes principales de edificios multifamiliar es considerablemente alta mediante métodos volumétricos, Edificio Santa Inés Lince Lima  La pérdida de agua potable en edificio multifamiliar mediante métodos volumétricos es relativamente baja en el Edificio Santa Inés Lince Lima</p>	<p><b>V2</b> Pérdidas de agua potable</p>	<p><b>D1:</b> Redes principales  <b>D2:</b> Redes de distribución interna  <b>D3:</b> aparatos sanitarios</p>	<p><b>I1:</b> Presión <b>I2:</b> Velocidad  <b>I1:</b> Presión <b>I2:</b> Caudal <b>I3:</b> Tiempo  <b>I3:</b> Pérdida de carga</p>	<p><b>POBLACIÓN:</b> Edificaciones residenciales, 58 edificios  <b>MUESTRA:</b> En la cuadra se tuvo 8 edificios  <b>MUESTREO:</b> Se tomo 1 edificio  <b>UNIDAD DE ANÁLISIS:</b> Edificio multifamiliar  <b>TÉCNICA:</b> Observación directa  <b>INSTRUMENTO</b> Ficha de recopilación de datos.</p>

## Anexo 2: Instrumento de investigación validado

 <b>FICHA DE VALIDACION</b>								
<b>TITULO:</b>	"Perdidas de agua potable en edificio multifamiliar mediante metodos volumetricos - Edificio Santa Ines, Lince, Lima 2020"							
<b>AUTOR:</b>	Bach. Henry Francisco Mondragon Rozas							
Según Oseda, (2012) nos da la siguiente tabla.								
Variables	Dimensiones	Indicadores	Validez nula (0.53 a menos)	Validez baja (0.54 a 0.59)	Valida (0.60 a 0.65)	Muy valida (0.66 a 0.71)	Excelente validez (0.72 a 0.99)	Validez perfecta (1.0)
			Ingeniero 1		Ingeniero 2		Ingeniero 3	
Metodo volumetrico (Variable Independiente)	Metodo Epanet	Presion de carga	0.95		0.95		1.00	
		Presion	0.95		0.95		1.00	
		Velocidad	0.95		0.95		1.00	
	Metodo del manometro	Presion	1.00		0.90		0.95	
		Presion inicial	1.00		0.90		0.95	
		Presion final	1.00		0.90		0.95	
	Metodo de distribucion	Descenso del nivel del agua	1.00		0.95		1.00	
		Tiempo	1.00		0.95		1.00	
		Volumen	1.00		0.95		1.00	
Perdidas de agua potable (Variable dependiente)	Redes principales	Presion	0.80		0.85		0.95	
		Velocidad	0.80		0.85		0.95	
	Redes de distribucion interna	Presion	0.90		0.95		0.90	
		Caudal	0.90		0.95		0.90	
		Tiempo	0.90		0.95		0.90	
	Aparatos sanitarios	Perdida de carga	0.95		0.90		1.00	
	$\Sigma$			5.60		5.50		5.80
Prom.			0.93		0.92		0.97	
			<b>TOTAL:</b>			0.94		



EDUARDO JESUS  
GUZMAN LLERENA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 213475

Ing. Eduardo Guzmán Llerena  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP No 213475  
Ingeniero 1



JEISSON ANDRE  
LOPEZ PRADO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 186916

Ing. Jeisson López Prado  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP No 186916  
Ingeniero 2



JONATHAN MANUEL  
MARTINEZ PALACIOS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 225937

Ing. Jonathan Martínez Palacios  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP No 225937  
Ingeniero 3

**FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

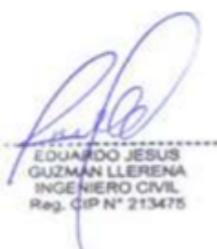
<b>TITULO:</b>	Perdidas de agua potable en edificio multifamiliar mediante metodos volumetricos - Edificio Santa Ines, Lince, Lima 2020
<b>AUTOR:</b>	Bach. Henry Francisco Mondragon Rozas
<b>VARIABLE INDEPENDIENT</b>	Metodos Volumetricos

**INFORMACION GENERAL**

<b>Ubicación:</b> Jiron Jose Maria Cordova No 2089		
<b>Region:</b> Lima	<b>Provincia:</b> Lima	<b>Distrito:</b> Lince
<b>Altitud:</b> 117 m.s.n.m.	<b>Latitud Sur:</b> -12.08615	<b>Latitud Norte:</b> -77.03788
<b>Respuesta:</b>	Mala      1      Buena      2      Optima      3	

**DE TERMINAR LA PERDIDA DE AGUA POTABLE EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE METODOS VOLUMETRICOS**

DIMENSION	INDICADORES	MARCA (X)		
		1	2	3
Metodo Epanet	Perdida de carga		X	
	Presion		X	
	Velocidad		X	
DIMENSION	INDICADORES	MARCA (X)		
Método del Manómetro	Presion inicial (Pi)		X	
	Presion final (Fi)		X	
DIMENSION	INDICADORES	MARCA (X)		
Medicion hidrostática de nivel	Descenso del nivel de agua	X		
	Tiempo	X		
	Volumen	X		



EDUARDO JESUS  
GUZMAN LLERENA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 213475

**Eduardo Jesús Guzmán Llerena**  
Ingeniero Civil.  
Reg. CIP No 213475



## FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

<b>TITULO:</b>	volumetricos - Edificio Santa Ines, Lince, Lima 2020		
<b>AUTOR:</b>	Bach. Henry Francisco Mondragon Rozas		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Perdida de agua potable		
<b>INFORMACION GENERAL</b>			
<b>Ubicación:</b> Jiron Jose Maria Cordova No 2089			
<b>Region:</b> Lima	<b>Provincia:</b> Lima	<b>Distrito:</b> Lince	
<b>Altitud:</b> 117 m.s.n.m.	<b>Latitud Sur:</b> -12.08615	<b>Latitud Norte:</b> -77.03788	
<b>Respuesta:</b>	Mala	1 Buena	2 Optima 3

### REDES PRINCIPALES

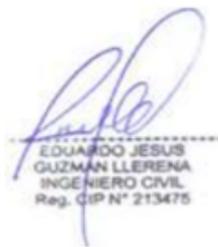
DIMENSIONES	INDICADORES	MARCA (X)		
		1	2	3
Redes principales	Presion	x		

### REDES DE DISTRIBUCION INTERNA

DIMENSIONES	INDICADORES	MARCA (X)		
		1	2	3
Redes de distribucion	Presion		x	
	Caudal		x	
	Tiempo		x	

### APARATOS SANITARIOS

DIMENSIONES	INDICADORES	MARCA (X)		
		1	2	3
Aparatos sanitarios	Perdida de carga		x	



EDUARDO JESUS  
GUZMAN LLERENA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 213475

**Eduardo Jesús Guzmán Llerena**

Ingeniero Civil.

Reg. CIP No 213475

## FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

<b>TITULO:</b>	Perdidas de agua potable en edificio multifamiliar mediante metodos volumetricos - Edificio Santa Ines, Lince, Lima 2020
<b>AUTOR:</b>	Bach. Henry Francisco Mondragon Rozas
<b>VARIABLE INDEPENDIENT</b>	Metodos Volumetricos

### INFORMACION GENERAL

<b>Ubicación:</b> Jiron Jose Maria Cordova No 2089		
<b>Region:</b> Lima	<b>Provincia:</b> Lima	<b>Distrito:</b> Lince
<b>Altitud:</b> 117 m.s.n.m.	<b>Latitud Sur:</b> -12.08615	<b>Latitud Norte:</b> -77.03788
<b>Respuesta:</b>	Mala      1      Buena      2      Optima      3	

### DETERMINAR LA PERDIDA DE AGUA POTABLE EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE METODOS VOLUMETRICOS

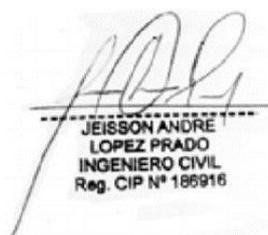
DIMENSION	INDICADORES	MARCA (X)		
		1	2	3
Metodo Epanet	Perdida de carga		X	
	Presion		X	
	Velocidad		X	
DIMENSION	INDICADORES	MARCA (X)		
		1	2	3
Método del Manómetro	Presion inicial (Pi)		X	
	Presion final (Fi)		X	
DIMENSION	INDICADORES	MARCA (X)		
		1	2	3
Medicion hidrostatica de nivel	Descenso del nivel de agua	X		
	Tiempo	X		
	Volumen	X		



JEISSON ANDRE  
 LOPEZ PRADO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 186916

**Jeisson André López Prado**  
 Ingeniero Civil.  
 Reg. CIP No 186916

		<b>FICHA DE RECOPIACION DE DATOS</b>		
<b>TITULO:</b>	volumetricos - Edificio Santa Ines, Lince, Lima 2020			
<b>AUTOR:</b>	Bach. Henry Francisco Mondragon Rozas			
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Perdida de agua potable			
<b>INFORMACION GENERAL</b>				
<b>Ubicación:</b> Jiron Jose Maria Cordova No 2089				
<b>Region:</b> Lima		<b>Provincia:</b> Lima		<b>Distrito:</b> Lince
<b>Altitud:</b> 117 m.s.n.m.		<b>Latitud Sur:</b> -12.08615		<b>Latitud Norte:</b> -77.03788
<b>Respuesta:</b>	Mala	1	Buena	2      Optima      3
<b>REDES PRINCIPALES</b>				
<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MARCA (X)</b>		
		1	2	3
Redes principales	Presion	x		
<b>REDES DE DISTRIBUCION INTERNA</b>				
<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MARCA (X)</b>		
		1	2	3
Redes de distribucion	Presion		x	
	Caudal		x	
	Tiempo		x	
<b>APARATOS SANITARIOS</b>				
<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MARCA (X)</b>		
		1	2	3
Aparatos sanitarios	Perdida de carga		x	



JEISSON ANDRÉ  
LOPEZ PRADO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 186916

-----  
**Jeisson André López Prado**  
 Ingeniero Civil.  
 Reg. CIP No 186916

## FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

<b>TITULO:</b>	Perdidas de agua potable en edificio multifamiliar mediante metodos volumetricos - Edificio Santa Ines, Lince, Lima 2020
<b>AUTOR:</b>	Bach. Henry Francisco Mondragon Rozas
<b>VARIABLE INDEPENDIENT</b>	Metodos Volumetricos

### INFORMACION GENERAL

<b>Ubicación:</b> Jiron Jose Maria Cordova No 2089		
<b>Region:</b> Lima	<b>Provincia:</b> Lima	<b>Distrito:</b> Lince
<b>Altitud:</b> 117 m.s.n.m.	<b>Latitud Sur:</b> -12.08615	<b>Latitud Norte:</b> -77.03788

**Respuesta:**      Mala            1                    Buena            2                    Óptima            3

### DETERMINAR LA PERDIDA DE AGUA POTABLE EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE METODOS VOLUMETRICOS

DIMENSION	INDICADORES	MARCA (X)		
		1	2	3
Metodo Epanet	Perdida de carga		X	
	Presion		X	
	Velocidad		X	
DIMENSION	INDICADORES	MARCA (X)		
Método del Manómetro	Presion inicial (Pi)		X	
	Presion final (Fi)		X	
DIMENSION	INDICADORES	MARCA (X)		
Medicion hidrostática de nivel	Descenso del nivel de agua	X		
	Tiempo	X		
	Volumen	X		



-----  
 JONATHAN MANUEL  
 MARTINEZ PALACIOS  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 225937

**Jonathan Manuel Martínez Palacios**  
 Ingeniero Civil.  
 Reg. CIP No 225937

 <b>FICHA DE RECOPIACION DE DATOS</b>				
<b>TITULO:</b>	volumetricos - Edificio Santa Ines, Lince, Lima 2020			
<b>AUTOR:</b>	Bach. Henry Francisco Mondragon Rozas			
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Perdida de agua potable			
<b>INFORMACION GENERAL</b>				
Ubicación: Jiron Jose Maria Cordova No 2089				
<b>Region:</b> Lima	<b>Provincia:</b> Lima <b>Distrito:</b> Lince			
<b>Altitud:</b> 117 m.s.n.m.	<b>Latitud Sur:</b> -12.08615 <b>Latitud Norte:</b> -77.03788			
<b>Respuesta:</b>	Mala      1      Buena      2      Optima      3			
<b>REDES PRINCIPALES</b>				
<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MARCA (X)</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Redes principales	Presion	x		
<b>REDES DE DISTRIBUCION INTERNA</b>				
<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MARCA (X)</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Redes de distribucion	Presion		x	
	Caudal		x	
	Tiempo		x	
<b>APARATOS SANITARIOS</b>				
<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MARCA (X)</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Aparatos sanitarios	Perdida de carga		x	



-----  
**JONATHAN MANUEL MARTINEZ PALACIOS**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 225937  
 -----

**Jonathan Manuel Martínez Palacios**  
 Ingeniero Civil.  
 Reg. CIP No 225937

Anexo 3: Ficha de recopilación de datos.

		<b>FICHA DE RECOPIACION</b>									
<b>TITULO:</b>		Perdidas de agua potable en edificio multifamiliar mediante metodos volumetricos - Edificio Santa Ines, Lince, Lima 2020									
<b>AUTOR:</b>		Bach. Henry Francisco Mondragon Rozas									
<b>INFORMACION GENERAL</b>											
<b>Ubicación:</b> Jiron Jose Maria Cordova No 2089											
<b>Region:</b> Lima			<b>Provincia:</b> Lima			<b>Distrito:</b> Lince					
<b>Altitud:</b> 117 m.s.n.m.			<b>Latitud Sur:</b> -12.0861			<b>Latitud Norte:</b> -77.03788					
<b>Datos recolectados del caudal en los aparatos sanitarios desde las 6:00 am hasta las 24:00 am.</b>											
<b>Domingo, 27 de diciembre del 2020</b>											
N°	Ap.Sa.	Hora	Presión	N°	Ap. Sa.	Hora	Presión	N°	Ap. Sa.	Hora	Presión
1	1	06:00	4.65	37	1	18:00	5.90				
2	6	06:00	6.01	38	6	18:00	7.20				
3	10	06:00	6.03	39	10	18:00	7.25				
4	58	06:00	6.40	40	58	18:00	7.31				
5	59	06:00	6.37	41	59	18:00	7.63				
6	61	06:00	6.35	42	61	18:00	7.60				
7	46	06:00	4.57	43	46	18:00	5.98				
8	40	06:00	5.98	44	40	18:00	5.93				
9	43	06:00	5.93	45	43	18:00	5.94				
10	1	09:00	6.75	46	1	21:00	7.75				
11	6	09:00	8.01	47	6	21:00	9.10				
12	10	09:00	8.06	48	10	21:00	9.13				
13	58	09:00	7.95	49	58	21:00	9.16				
14	59	09:00	7.91	50	59	21:00	9.15				
15	61	09:00	7.89	51	61	21:00	9.13				
16	46	09:00	6.65	52	46	21:00	7.72				
17	40	09:00	7.95	53	40	21:00	9.11				
18	43	09:00	7.94	54	43	21:00	9.09				
19	1	12:00	7.55	55	1	00:00	7.83				
20	6	12:00	8.80	56	6	00:00	9.13				
21	10	12:00	8.85	57	10	00:00	9.08				
22	58	12:00	8.82	58	58	00:00	9.14				
23	59	12:00	8.75	59	59	00:00	9.16				
24	61	12:00	8.73	60	61	00:00	9.13				
25	46	12:00	7.54	61	46	00:00	7.72				
26	40	12:00	8.82	62	40	00:00	9.11				
27	43	12:00	8.84	63	43	00:00	9.10				
28	1	15:00	7.81								
29	6	15:00	9.07								
30	10	15:00	9.15								
31	58	15:00	9.17								
32	59	15:00	9.17								
33	61	15:00	9.13								
34	46	15:00	7.82								
35	40	15:00	9.28								
36	43	15:00	9.20								

## Anexo 4: Certificado de calibración de manómetro.



CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y  
ACCESORIOS INDUSTRIALES EN METROLOGÍA



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº RN – 0008 - 2021

FECHA DE EMISIÓN : 19/01/2021

1.- SOLICITANTE : HENRY MONDRAGON ROZAS

2.- DIRECCION : Jr. CORDOBA Nº 2089

3.- INSTRUMENTO : Manómetro

○ MARCA : ENZO

○ MODELO : NO INDICA

○ Nº SERIE : NO INDICA

○ CÓDIGO DE IDENTIF : MAN - 1

○ ALCANCE DE INDICACIÓN : 0-500 psi / 35 Bar

○ DIVISIÓN MÍNIMA : 10 psi / 1 Bar

○ DIÁMETRO DE CONEXIÓN : 1/4" NPT

○ POSICIÓN DE CONEXIÓN : Inferior

○ DIÁMETRO DE CARCASA : 63 mm

○ TIPO DE INDICACIÓN : Analógica

○ TIPO DE FUNCIONAMIENTO : Deformación Elástica

○ CLASE DE EXACTITUD : 1,6

○ PROCEDENCIA : NO INDICA

4.- FECHA DE CALIBRACIÓN : 19/01/2021

#### 5.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN PARA MANÓMETRO:

La Calibración se realizó tomando como lineamiento el procedimiento PC-004, para calibración de Manómetros de deformación elástica. Edición 01 2000 INDECOPI.

#### 6.- UBICACIÓN DONDE SE REALIZÓ LA CALIBRACIÓN:

La calibración se realizó en el laboratorio de RED NEUMATIC SAC, cumpliendo con las normas y protocolos asociados.

En el campo de la Metrología a menudo se usa un nivel de confianza del 95% en el caso frecuente de que la dispersión de los valores del mensurado corresponde a una distribución normal (distribución gaussiana), Up se obtiene expandiendo la incertidumbre estándar por un factor  $K=2$

Con los Métodos de evaluación tipo "A", que estiman la incertidumbre a partir de la dispersión de mediciones repetidas, la certeza en la estimación no sólo del resultado mismo de la medición, sino también de su incertidumbre respectivamente desviación estándar depende del número de medición realizado.

Nuestra Empresa RED NEUMATIC SAC, no se responsabiliza por los eventos o situaciones que se genere por la incorrecta instalación del instrumento y/o, equipos así como también la no interpretación de las mediciones. Dependerá del usuario la ejecución de una calibración, la cual está en función del uso, conservación de los instrumentos de Medición.

  
EDIN BENITEZ ALCÁNTARA  
GESTIÓN METROLÓGICA



**7.- MEDICIONES DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES:**

	INICIO DE PRUEBA	FINAL DE PRUEBA
TEMPERATURA AMBIENTAL	22,80 °C	22,80 °C
HUMEDAD RELATIVA	69,22 % RH	69,22 % RH

**8.- TRAZABILIDAD:**

El presente Certificado de calibración evalúa la trazabilidad con respecto a los Patrones Nacionales, de acuerdo al sistema Internacional de unidades (SI) y el sistema Legal de Unidades de medida del Perú (SLUMP)

TRAZABILIDAD	TIPO DE PATRON	CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL PATRON
PATRON DE REFERENCIA	MANOMETRO CLASE 0,05% F.S.	LFP - 342 - 2018

**9.- ADVERTENCIAS IMPORTANTES:**

Será responsabilidad del usuario, el uso correcto y adecuado del manómetro indicando en el presente Certificado, la próxima Certificación será asumida por el usuario o por las normas establecidas por sus clientes según los estatutos y programadas de mantenimiento operaciones.

**10.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CALIBRACIÓN:**

INDICACIÓN DE INSTRUMENTO A CALIBRAR	INDICACIÓN INSTRUMENTO PATRON		ERROR DE INDICACIÓN		DE HISTERESIS (PSI)	INCERTIDUMBRE (PSI)	
	ASCENSO	DESCENSO	ASCENSO	DESCENSO			
	(PSI)	(PSI)	(PSI)	(PSI)			
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
100,00	96,90	97,12	3,11	2,88	0,23	0,42	
200,00	196,75	197,30	3,25	2,70	0,51	0,44	
300,00	297,47	297,68	2,53	2,32	-0,29	0,62	
400,00	396,60	396,42	3,41	3,58	-0,07	0,51	
500,00	496,89	497,78	3,11	2,22	0,39	0,69	
<b>MAXIMO ERROR DE INDICACION</b>			<b>3,58</b>	<b>(PSI)</b>	<b>MAXIMO ERROR DE HISTERESIS</b>	<b>0,51</b>	<b>(PSI)</b>

Todo Manómetro en rango de 0-500 Psi con clase de exactitud 1,6 tiene un error permitido de  $\pm 8$  Psi

**11.- RECOMENDACIONES:**

- Usa etiqueta autoadhesiva con la indicación (calibrado) y Grabado
- El instrumento No presenta glicerina como Equivo de Amortiguación
- Utiliza el PSI como Unidad de medida de Presión dentro del (SLUMP)

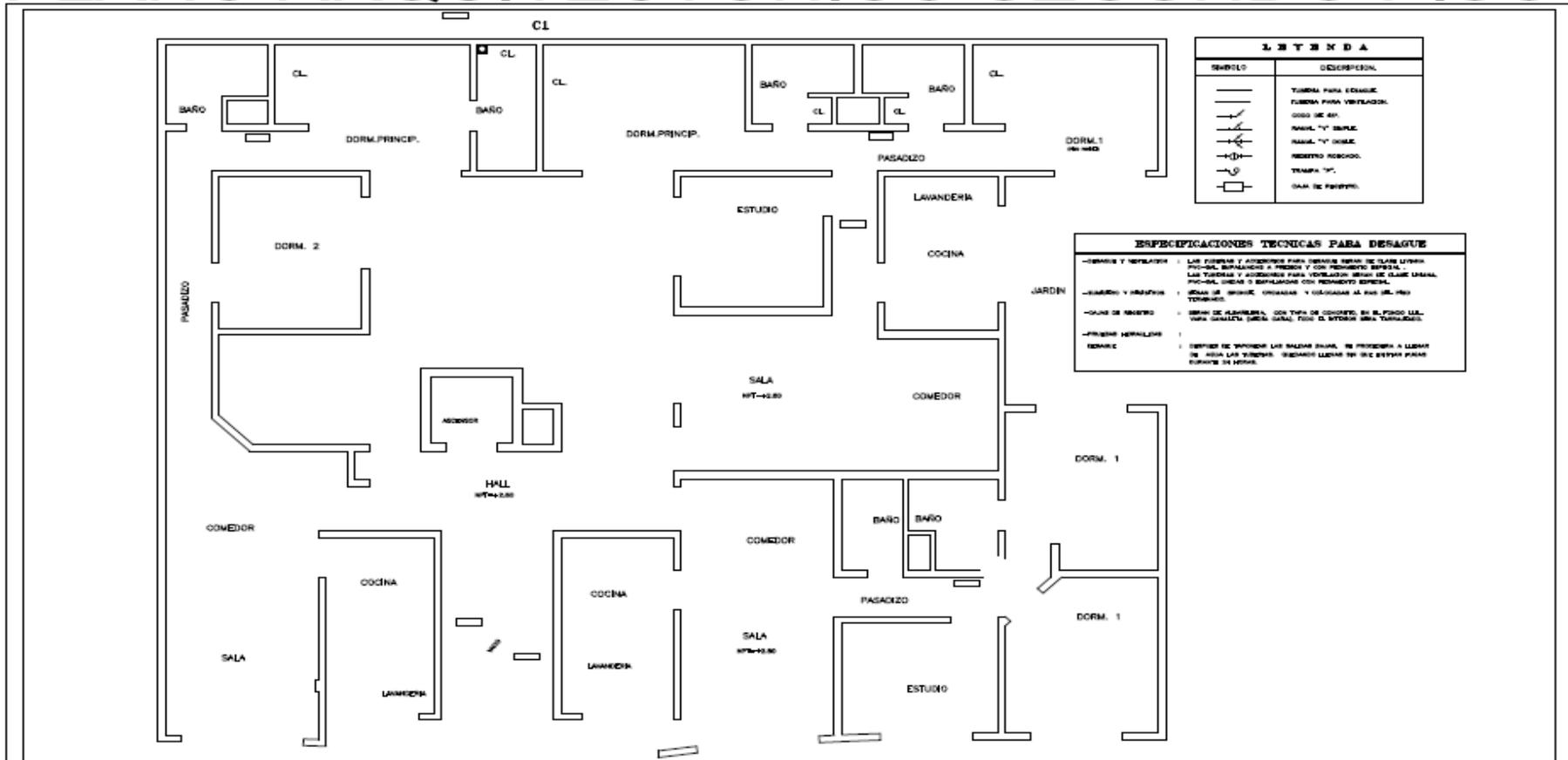


## **Anexo 5: Planos**



# PLANO SEGUNDO PISO ARQUITECTONICO

## PLANO ARQUITECTONICO SEGUNDO PISO



LEYENDA	
Símbolo	Descripción
—	TUBERIA PARA ESCOQUE
—	TUBERIA PARA VENTILACION
—	GOCHO DE AER.
—	MANIL "Y" SIMPLE
—	MANIL "Y" DOBLE
—	REJISTRO REDONDO
—	TAMPA "T"
—	CANAL DE PASADIZO

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA DESAGUE	
—TUBERIAS Y REJISTROS	1. LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS PARA SERVICIO SEÑAL DE CLASE UTMH PISO-SAL, EMPALMADO A FRECHO Y CON REDUCCION DE SECCION. LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS PARA VENTILACION SEÑAL DE CLASE UTMH PISO-SAL, UNIDAS O EMPALMADAS CON REDUCCION DE SECCION.
—CANALIZACION Y PASADIZOS	1. SEÑAL DE SERVICIO, UNIDAS Y UBICADAS AL PAS DEL PASO TORNICADO.
—CANAL DE REJISTRO	1. SEÑAL DE ALUMBRADO, CON TAPA DE CONCRETO, EN EL PISO U.L. PARA GARANTIA (SEÑAL CANAL) FRENTE A BARRERA PARA TORNICADO.
—PISOS DE REJISTRO	1. SEÑAL DE SERVICIO EN EL PASADIZO, EN EL PISO U.L. PARA GARANTIA (SEÑAL CANAL) FRENTE A BARRERA PARA TORNICADO.



**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
 \*PERDIDAS DE AGUA POTABLE EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE MÉTODOS VOLUMÉTRICOS EN EL EDIFICIO SANTA INÉS, LINCE, LIMA 2020\*

**DIRECCIÓN:**  
 Alron José María Córdova No 2089

**DISTRITO:**  
 Lince

**PROVINCIA:**  
 Lima

**REGIÓN:**  
 Lima

**CADISTA:**  
 Bach, Henry Francisco Monrdragon Rozas

**PLANO:**  
 Plano (simétrico del primer piso).

**SISTEMA DE COORDENADAS:**  
 UTM

**PROYECCION:**  
 UTM

**ZONA:**  
 18 Sur

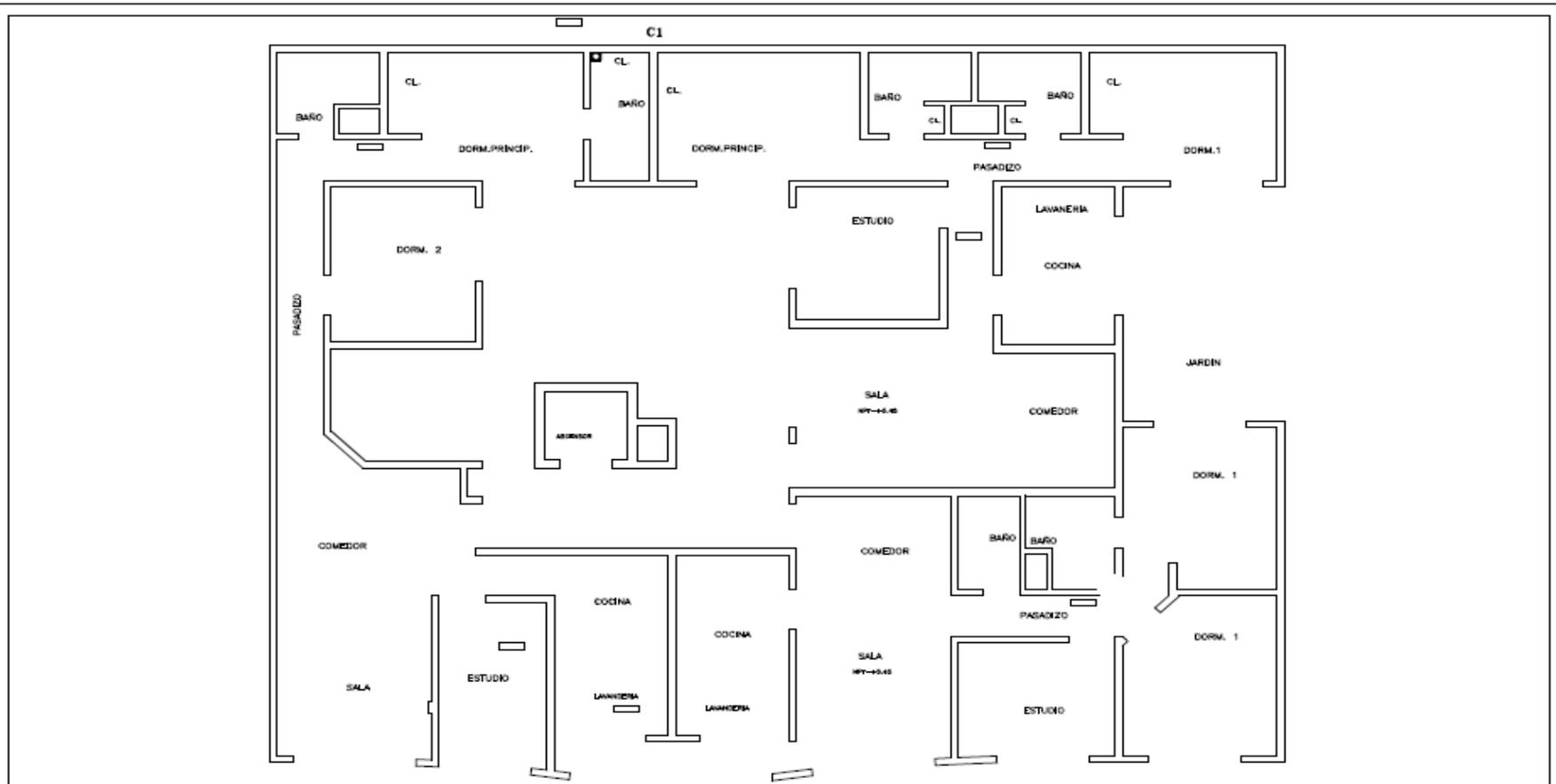
**COORDENADAS:**  
 UTM - 84

**ESCALA:**  
 INDICADA

**FECHA:**  
 29 de Enero del 2021

# PLANO TERCER PISO ARQUITECTONICO

## PLANO ARQUITECTONICO TERCER PISO



**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
 "PERDIDAS DE AGUA POTABLE EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE MÉTODOS VOLUMÉTRICOS EN EL EDIFICIO SANTA NÉS, LINCE, LIMA 2020"

**DIRECCIÓN:**  
 Ulron José María Córdova No 2089  
**DISTRITO:**  
 Lince  
**PROVINCIA:**  
 Lima  
**REGIÓN:**  
 Lima

**CADISTA:**  
 Bach. Henry Francisco Mondragon Rozas

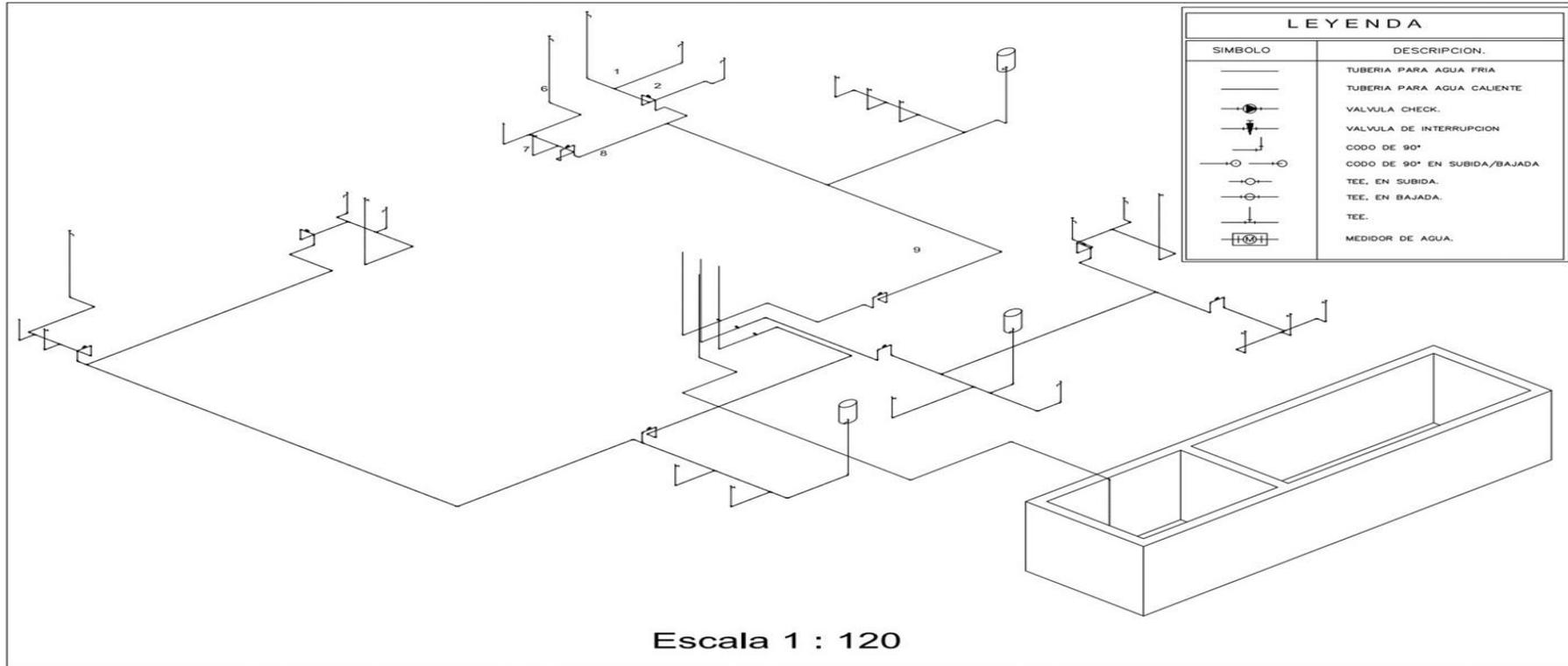
**PLANO:**  
 Plano Isométrico del primer piso.

**SISTEMA DE COORDENADAS:**  
**PROYECCION:**  
 UTM  
**ZONA:**  
 18 Sur  
**COORDENADAS:**  
 UTM - 84

**ESCALA:**  
 INDICADA  
**FECHA:**  
 26 de Enero del 2021

## PRIMER ISOMETRICO PRIMER PISO

# PLANO ISOMETRICO DEL PRIMER PISO



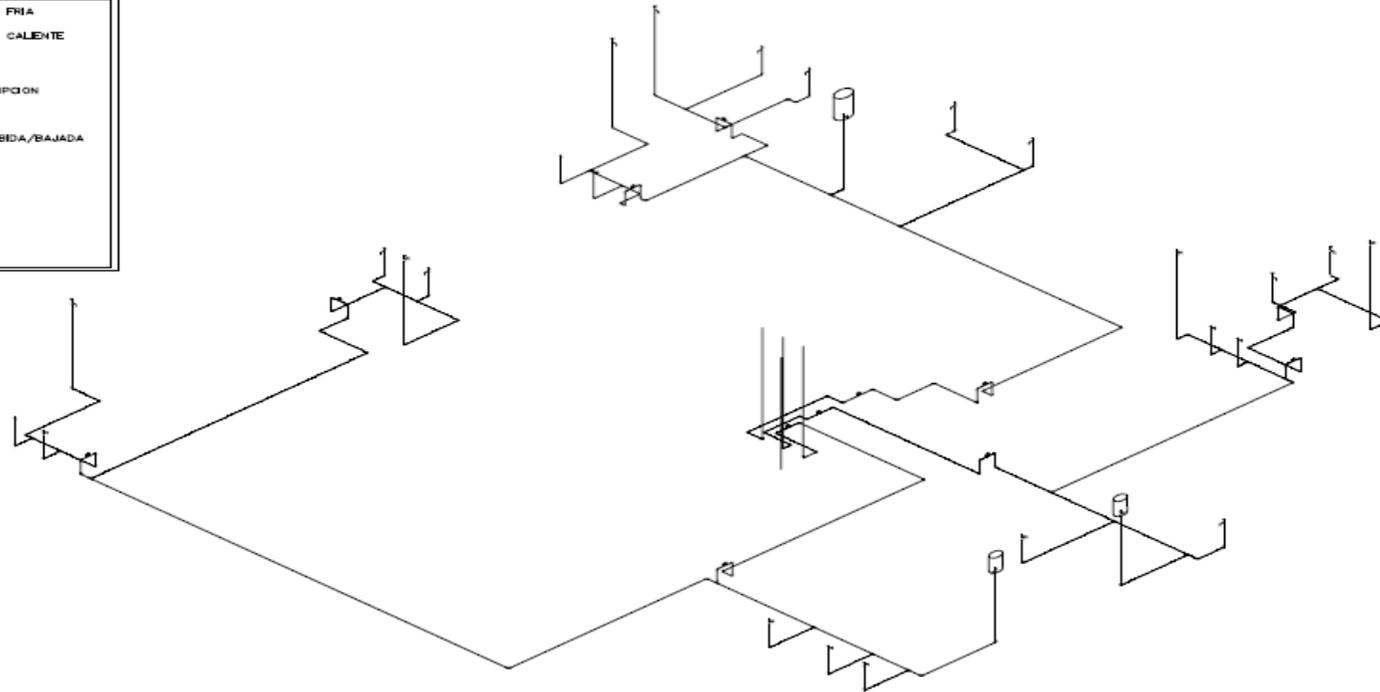
LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION.
—	TUBERIA PARA AGUA FRIA
—	TUBERIA PARA AGUA CALIENTE
⊙	VALVULA CHECK.
⊥	VALVULA DE INTERRUPCION
└┘	CODO DE 90°
└┘	CODO DE 90° EN SUBIDA/BAJADA
⊕	TEE. EN SUBIDA.
⊖	TEE. EN BAJADA.
⊕	TEE.
[M]	MEDIDOR DE AGUA.

<b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	<b>DIRECCIÓN:</b>	<b>CADISTA:</b>	<b>PLANO:</b>	<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b>	<b>ESCALA:</b>
	"PERDIDAS DE AGUA POTABLE EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE MÉTODOS VOLUMÉTRICOS EN EL EDIFICIO SANTA INÉS, LINCE, LIMA 2020"	Jiron José María Córdova No 2089	Bach. Henry Francisco Mondragon Rozas	Plano isométrico del primer piso.	<b>PROYECCIÓN:</b>	INDICADA
		<b>DISTRITO:</b>			<b>ZONA:</b>	<b>FECHA:</b>
		Lince			18 Sur	29 de Enero del 2021
	<b>PROVINCIA:</b>	<b>REGIÓN:</b>		<b>COORDENADAS:</b>		
	Lima	Lima		UTM - 84		

PLANO ISOMETRICO SEGUNDO PISO

# PLANO ISOMETRICO SEGUNDO PISO

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION.
	TUBERIA PARA AGUA FRIA
	TUBERIA PARA AGUA CALIENTE
	VALVULA CHECK.
	VALVULA DE INTERRUPCION
	CODO DE 90°
	CODO DE 90° EN SUBIDA/BAJADA
	TEE. EN SUBIDA.
	TEE. EN BAJADA.
	TEE.
	MEDIDOR DE AGUA.



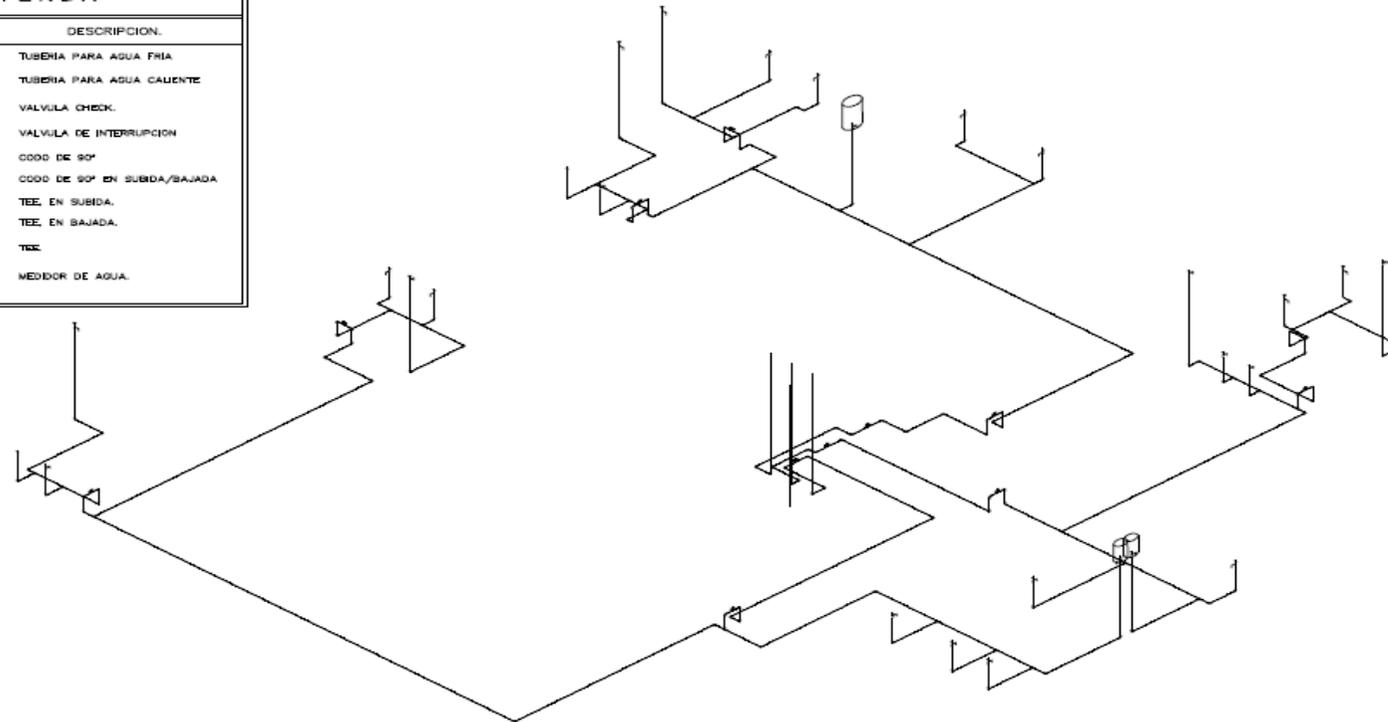
Escala 1 : 120

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	<b>DIRECCION:</b>	<b>CADISTA:</b>	<b>PLANO:</b>	<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b>	<b>ESCALA:</b>
	"PERDIDAS DE AGUA POTABLE EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE METODOS VOLUMETRICOS EN EL EDIFICIO SANTA INES, LINCE, LIMA 2020"	Jiron José María Córdova No 2089 <b>DISTRITO:</b> Lince <b>PROVINCIA:</b> Lima <b>REGION:</b> Lima	Bach. Henry Francisco Mondragon Rozas	Plano Isométrico del segundo piso	<b>PROYECCION:</b> UTM <b>ZONA:</b> 18 Sur <b>COORDENADAS:</b> UTM - 84	INDICADA  <b>FECHA:</b> 29 de Enero del 2021

PLANO ISOMETRICO TERCER PISO

# PLANO ISOMETRICO TERCER PISO

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION.
	TUBERIA PARA AGUA FRIA
	TUBERIA PARA AGUA CALENTE
	VALVULA CHECK.
	VALVULA DE INTERRUPCION
	COOD DE 90°
	TEE, EN SUBIDA.
	TEE, EN BAJADA.
	TEE.
	MEDIDOR DE AGUA.



Escala 1 : 120



<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> *PERDIDAS DE AGUA POTABLE EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE METODOS VOLUMÉTRICOS EN EL EDIFICIO SANTA INÉS, LINCE, LIMA 2020*	<b>DIRECCIÓN:</b> Jiron José María Córdova No 2089	<b>CADISTA:</b>  Bach, Henry Francisco Mondragon Rozas	<b>PLANO:</b>  Plano Isométrico del tercer piso	<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b> UTM	<b>ESCALA:</b> INDICADA
	<b>DISTRITO:</b> Lince			<b>PROYECCION:</b> UTM	<b>FECHA:</b> 29 de Enero del 2021
	<b>PROVINCIA:</b> Lima			<b>ZONA:</b> 18 Sur	
	<b>REGIÓN:</b> Lima			<b>COORDENADAS:</b> UTM = 84	

## PLANO EN CORTE DE ABASTECIMIENTO A PISOS INFERIORES

