

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



Análisis del proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en paneles de núcleo de poliestireno expandido en un edificio multifamiliar

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

Iris Sarai Dueñas De La Cruz

**ASESOR**

Manuel Ismael Laurencio Luna

Lima, Perú

2023

**METADATOS COMPLEMENTARIOS****Datos del autor**

Nombres	IRIS SARAI
Apellidos	DUEÑAS DE LA CRUZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	60609224
Número de Orcid (opcional)	

**Datos del asesor**

Nombres	MANUEL ISMAEL
Apellidos	LAURENCIO LUNA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	42362708
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0002-5992-0202

**Datos del Jurado****Datos del presidente del jurado**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos del segundo miembro**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos del tercer miembro**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos de la obra**

Materia*	paneles, proyectado, tarrajeo, tabiquería, poliestireno
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	<a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a>
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	732016

\*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ACTA N° 018-2024-UCSS-FI/TPICIV**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Los Olivos, 29 de febrero de 2024

Siendo el día 29 de febrero de 2024, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se realizó la evaluación y calificación del siguiente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

**Análisis del proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en paneles de núcleo de poliestireno expandido en un edificio multifamiliar**

Presentado por la bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil de la Sede Lima:

**DUEÑAS DE LA CRUZ, IRIS SARAI**

Ante la comisión evaluadora de especialistas conformado por:

CANTA HONORES, JORGE LUIS  
QUESADA LLANTO, JULIO CHRISTIAN

Luego de haber realizado las evaluaciones y calificaciones correspondientes la comisión lo declara:

**APROBADO**

En mérito al resultado obtenido se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue a la Bachiller DUEÑAS DE LA CRUZ, IRIS SARAI el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

En señal de conformidad firmamos,



Mg. CANTA HONORES, JORGE LUIS  
Evaluador especialista 1



Mg. QUESADA LLANTO, JULIO CHRISTIAN  
Evaluador especialista 2

**Anexo 2****CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Los Olivos, 06 de febrero de 2024

Señor

Marco Antonio Coral Ygnacio

Presidente de la Comisión Ejecutora del Programa de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional

Facultad de Ingeniería

Universidad Católica Sedes Sapientiae

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que el informe de trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título: “**Análisis del proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en paneles de núcleo de poliestireno expandido en un edificio multifamiliar**”, presentado por DUEÑAS DE LA CRUZ, IRIS SARAI con código 2015101889 y DNI: 60609224 para optar el título profesional de Ingeniero Civil, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser evaluado y calificado por la comisión evaluadora de especialistas.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 11 %**.\* Por tanto, en mi condición de asesor, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Manuel Ismael Laurencio Luna', is centered on the page. The signature is fluid and cursive, with a prominent horizontal stroke across the middle.

---

MANUEL ISMAEL LAURENCIO LUNA

DNI N°: 42362708

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5992-0202>

Facultad de Ingeniería - UCSS

\* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

## Resumen

El principal objetivo de este proyecto de investigación fue analizar el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en los paneles de núcleo de poliestireno expandido en una edificación multifamiliar. Por ello, se realizó la inspección visual de cada trabajo para obtener los retrabajos que conlleva la ejecución del levantamiento de puntos de agua en los paneles de poliestireno expandido. Se identificó mediante el diagrama de FACERAP las fallas y se tomó acciones correctivas, asimismo se obtuvo el costo total de las instalaciones con referencia al análisis de precios unitarios. Por consiguiente, se obtuvo el precio por realizar la instalación sanitaria en la tabiquería convencional que fue de S/. 344,736.04 soles en comparación de los paneles de poliestireno expandido que llega a la suma de 348,155.72 soles teniendo una diferencia de S/. 3,419.00 soles. Lo cual, generó mejor beneficio trabajar en un muro convencional respecto a la partida de las instalaciones sanitarias. Producto a los retrabajos que ocasiona la fijación de puntos en los paneles de poliestireno expandido proyectados y tarrajados, estos, debió quedar fija en la primera fijación después de la instalación de los paneles.

***Palabras clave:*** paneles, proyectado, tarrajeo, tabiquería, poliestireno

### **Abstract**

The main objective of this research project was to analyze the construction process of sanitary facilities in expanded polystyrene core panels in a multifamily building. For this reason, a visual inspection of each job was carried out to obtain the rework involved in carrying out the survey of water points in the expanded polystyrene panels. Failures were identified using the FACERAP diagram and corrective actions were taken, and the total cost of the facilities was obtained with reference to the unit price analysis. Consequently, the price for carrying out the sanitary installation in the conventional partition wall was obtained, which was S/. 344,736.04 soles compared to the expanded polystyrene panels that reach the sum of 348,155.72 soles, having a difference of S/. 3,419.00 soles. Which generated a better benefit from working on a conventional wall compared to the departure of the sanitary facilities. As a result of the rework caused by the fixation of points in the projected and plastered expanded polystyrene panels, these should have been fixed in the first fixation after the installation of the panels.

**Keywords:** Panels, Projected, Plastering, Partitions, Polystyrene

## Índice General

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Índice general.....	3
Índice de tablas .....	5
Índice de figuras.....	7
Introducción .....	8
Trayectoria del autor.....	9
Descripción de la empresa .....	9
Organigrama de la empresa .....	10
Áreas y funciones desempeñadas.....	11
Experiencia profesional realizada en la organización.....	13
Problemática .....	14
Planteamiento del problema.....	14
Definición del problema .....	16
Pregunta general.....	17
Preguntas específicas .....	17
Objetivo general.....	17
Objetivos específicos .....	17
Justificación .....	18
Alcances y limitaciones .....	19
Marco teórico.....	22
Antecedentes.....	22
Bases teóricas.....	25
Definición de términos básicos.....	30
Propuesta de solución .....	33
Metodología de la solución.....	33
Aportes más destacables a la institución.....	71
Conclusiones.....	72
Recomendaciones .....	75

Referencias..... 76  
Anexos ..... 79

## Índice de Tablas

Tabla 1 Alturas para las salidas agua fría, caliente y desagüe .....	43
Tabla 2 Análisis de precios unitarios del levantamiento de puntos de agua a 15 cm .....	44
Tabla 3 Análisis de precios unitarios del 2do levantamiento de puntos de agua .....	45
Tabla 4 Análisis de precios unitarios de la colocación de válvulas de agua y mezcladora .....	46
Tabla 5 Análisis de precios unitarios de la fijación de puntos en los paneles .....	47
Tabla 6 Análisis de precios unitarios de la fijación de puntos después del proyectado.....	47
Tabla 7 Análisis de precios unitarios de la fijación de puntos después del tarrajeo .....	48
Tabla 8 Análisis de precios unitarios para el levantamiento de puntos de agua en muros convencionales.....	49
Tabla 9 Precios unitarios de la colocación de válvulas de agua y mezcladora en muros convencionales.....	50
Tabla 10 Análisis de precios unitarios de la fijación de puntos de agua en muros convencionales.....	50
Tabla 11 Diagrama FACERAP de la fijación de puntos de agua en los paneles.....	51
Tabla 12 Diagrama FACERAP salida de agua en paneles de núcleo de poliestireno expandido.....	52
Tabla 13 Diagrama FACERAP de la fijación de puntos de agua en paneles tarrajeados .....	54
Tabla 14 Diagrama FACERAP Mezcladoras rayadas .....	55
Tabla 15 Puntos de agua fría y caliente .....	61
Tabla 16 Puntos de agua .....	61
Tabla 17 Presupuesto de investigación .....	64
Tabla 18 Presupuesto para la instalación de puntos de agua en paneles.....	66

Tabla 19 Presupuesto para la instalación de puntos de agua en muros convencionales .....	67
Tabla 20 Presupuesto de los puntos de agua en los paneles de núcleo de poliestireno expandido .....	69

## Índice de Figuras

Figura 1 Organigrama Servicios Múltiples Gálvez Tirado.....	11
Figura 2 Plano de localización del proyecto .....	21
Figura 3 Levantamiento de puntos de agua y desagüe .....	33
Figura 4 Paneles de núcleo de poliestireno expandido en lavandería.....	34
Figura 5 Levantamiento de las salidas de agua.....	35
Figura 6 Colocación de mezcladora de ducha .....	36
Figura 7 Fijación de puntos de agua en paneles.....	36
Figura 8 Proyectado de los paneles de núcleo de poliestireno expandido .....	37
Figura 9 Fijación de puntos de agua en lavandería en paneles proyectados.....	37
Figura 10 Tarrajeo de paneles.....	38
Figura 11 Fijación de puntos de agua en lavandería en paneles tarrajeados.....	38
Figura 12 Paneles de núcleo de poliestireno expandido con reglas en una cara.....	39
Figura 13 Paneles proyectados.....	40
Figura 14 Puntos de tarrajeo en los paneles de núcleo de poliestireno expandido .....	40
Figura 15 Prueba hidráulica a los paneles de núcleo de poliestireno expandido .....	41
Figura 16 Tubería de agua sobresalida en el panel .....	52
Figura 17 Salidas de agua sobresalidas en paneles.....	53
Figura 18 Salida de agua dentro del panel .....	54
Figura 19 Mezcladoras de duchas rayadas.....	55
Figura 20 Protección de las mezcladoras .....	56
Figura 21 Salidas de agua desgastadas .....	57
Figura 22 Montante de desagüe .....	58
Figura 23 Tubería de agua anclada por fierro .....	58
Figura 24 Mezcladora de ducha en panel de núcleo de poliestireno expandido.....	59
Figura 25 Fijado de puntos de agua en los paneles proyectados de mortero .....	59
Figura 26 Puntos de agua torcidos y sobresalidos .....	60
Figura 27 Instalación del panel de núcleo de poliestireno expandido .....	62
Figura 28 Shotcrete del panel de núcleo de poliestireno expandido.....	63
Figura 29 Retrabajos en la fijación de puntos en paneles.....	68

## **Introducción**

En la presente investigación se analiza el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias paneles de núcleo de poliestireno expandido en una edificación.

Actualmente el mundo de la construcción viene evolucionando, es por ello que, existe el sistema constructivo no convencional mediante paneles de núcleo de poliestireno expandido basado en paneles de Tecnopor cubierta con mortero y por el interior se encuentra con mallas galvanizadas en ambas caras del panel. El sistema reemplaza a la tabiquería de ladrillo blanco en los interiores de un ambiente para divisiones en una edificación. Una de las especialidades que se ve afectada en el cambio de tabiquería es las instalaciones sanitarias debido a que se tendrá cambios en el costo, la resistencia del panel al soportar aparatos sanitarios y en la ejecución de trabajo para el levantamiento de puntos de agua fría, caliente y desagüe.

El propósito de esta investigación es que futuros ingenieros supervisores y empresas dedicadas al rubro de la actividad de instalaciones sanitarias tengan conocimiento acerca de los nuevos procedimientos constructivos y materiales que hay en una edificación. Así pues, en un edificio multifamiliar es indispensable que cuente con agua para el consumo humano, asimismo su desagüe y ventilación, es por ello que, se debe entregar un trabajo bien ejecutado con una buena calidad tanto de materiales como mano de obra, para ello, se realizará una mejora en el procedimiento para los trabajos de instalaciones sanitarias y costo en una edificación multifamiliar.

Esta investigación se basa en la experiencia de una supervisión de instalaciones sanitarias en la etapa de albañilería debido al desconocimiento del uso de paneles de núcleo de poliestireno para la tabiquería, ello conlleva a retrabajos y pérdida económica por una mala cotización.

## **Trayectoria del autor**

### **Descripción de la Empresa**

Servicios Múltiples Galvez Tirado S.A.C con ruc 20551014852 se fundó el 02 de enero del 2013 y está ubicada en Lima, Jr. Pablo Bermúdez Res. Santa Beatriz 177. Es una empresa conformada por profesionales con experiencia en la elaboración, ejecución de Instalaciones Sanitarias. Su objetivo principal es brindar al cliente confianza y seguridad en todas las etapas, procesos de construcción las cuales se ejecutarán con los estándares de calidad, de acuerdo con la legislación vigente en principio de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente que aplica a cada uno de sus proyectos, dentro de los tiempos y costo previstos del proyecto. La empresa está dedicada a la prestación de servicios de las Instalaciones Sanitarias en edificaciones, teniendo en cuenta diversos procesos: organización, integración y expansión del mercado; que toman en cuenta el control de cada proceso, incrementar el número de clientes, permitiendo que Servicios Múltiples Gálvez Tirado será considerado como una empresa la cual genera un gran valor productivo de un producto de buena calidad en la edificación basada en las instalaciones sanitarias.

### **Servicios Múltiples Gálvez Tirado S.A.C actualmente realiza procesos de:**

#### **A. Instalaciones Sanitarias**

##### **1. Sistemas de desagüe**

01.01 Trabajos Preliminares

01.02 Redes de Distribución

01.03 Cajas de Registro

01.04 Salidas de Desagüe

01.05 Tuberías para Montantes

01.06 Accesorios

**2. Sistema de agua fría y caliente**

02.01 Redes de distribución

02.02 Válvulas

02.03 Medidores de Agua

02.04 Estación Reductora de Presión.

**3. Instalación de Aparatos Sanitarios**

03.01 Instalación de Inodoros

03.02 Instalación de Lavatorios

03.03 Instalación de Lavaderos de Cocina

03.04 Instalación de Lavaderos de Ropa

**4. Instalación de Bombas**

04.01 Bombas Electrobombas

04.02 Bombas Sumergibles, etc.

**Organigrama de la Empresa**

**Figura 1**

*Organigrama Servicios Múltiples Gálvez Tirado*



*Nota.* La figura 1 describe la organización de la empresa. Elaboración Propia.

#### **Áreas y funciones desempeñadas**

- **Área de instalaciones**

En el presente proyecto la experiencia profesional se basó en la instalación de agua fría, caliente, drenaje, ventilación, equipos sanitarios y bombas, etc.

- **Funciones desempeñadas**

- Coordinar con el cliente el trabajo contractual a realizar de cualquier cambio relacionado a la actividad que se ejecutará respecto a las modificaciones relevantes del trabajo que pueda ocurrir por cualquier interferencia entre partidas y realizar las solicitudes de materiales o permisos necesarios para intervenir cuando sea necesario.
- Confirmar que todos los trabajadores encomendados a diferentes actividades comprendan y pongan en práctica el procedimiento de trabajo, asimismo de comunicar y aplicar durante las actividades laborales que todo el personal utilice los equipos y materiales que cumplan con los estándares de calidad.
- Difundir charlas de capacitación referente a las políticas y estándares de seguridad, calidad y medio ambiente a todo el personal dedicado a cada actividad que van a ejecutar.
- Gestionar los pedidos de materiales, equipos y herramientas que se utilizarán, asimismo coordinar la salida e ingreso.
- Revisar la elaboración del formato de análisis de trabajo seguro (ATS) en la cual deberá estar escrito cada paso de los trabajos que se realizará incluyendo los peligros, riesgos y las medidas de control. Asimismo, firmar verificando que estén todas las tareas encomendadas y los trabajadores de todas las actividades que ejecutarán.
- Verificar que todos los trabajos que están siendo ejecutados por personal a cargo cumpla con el plan de seguridad y calidad que manda el proyecto.

**Experiencia profesional realizada en la organización**

- Lectura de planos II. SS, II.EE, ACI, estructuras y arquitectura para realizar la instalación de las redes de agua y desagüe en las diferentes etapas de la edificación de un edificio multifamiliar o unifamiliar.
- Identificación de incompatibilidades entre planos para crear RDI'S y evitar los retrasos en la ejecución de actividades, así lograr una entrega de trabajo a tiempo con calidad adecuada.
- Realización del plano Asbuilt, por cada modificación que hubiera durante la etapa del proyecto, debido a los cambios por de recorrido de agua y desagüe, así como también plano de arquitectura se debe volver a dibujar las redes sanitarias en un nuevo plano.
- Realizar liberaciones de las redes de agua y desagüe tanto en la etapa casco, tabiquería y acabados para proceder a llenar los protocolos de calidad. Así pues, se verifica que se está entregando un buen trabajo ejecutado sin filtraciones y de acuerdo a lo requerido.
- Cumplir con los cronogramas para cada actividad, en cada etapa se debe entregar los trabajos en las fechas pactadas por oficina técnica en mando por el residente de obra para evitar retrasos de las diferentes partidas que hubiera en una edificación.
- Realizar valorizaciones quincenales sobre los trabajos ejecutados, después de la ejecución de una actividad presupuestada se procede a realizar el metraje para que pueda ser cobrada por el subcontratista.

## **Problemática**

### **Planteamiento del Problema**

En la actualidad, los procesos constructivos de la instalación de las redes agua y desagüe en la construcción de un edificio multifamiliar, unifamiliar o mixto están diseñadas en la tabiquería hecha con ladrillo silico calcáreo, para ello, se debe llegar a ejecutar proyectos de buena calidad.

Del mismo modo, a nivel mundial las edificaciones han venido evolucionando, provocando cambios en diferentes etapas de la construcción, entre ellas en el proceso constructivo en las instalaciones sanitarias. Por ello, existe un nuevo diseño de tabiquería en paneles de núcleo de poliestireno expandido que consiste en muros de Tecnopor recubiertas con mallas galvanizadas con el fin de reducir costos en la construcción de una edificación, de esta manera es factible adquirir un inmueble a menor costo. Se debe tener en cuenta el desarrollo de cada actividad que se ve involucrada en una edificación, así como, las instalaciones sanitarias, ya que es de vital importancia entregar inmuebles en estado de buena calidad.

Asimismo, Chávez y León (2021) consideran que, la mala ejecución del proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en las edificaciones, así como su uso, diseño y mantenimiento genera insatisfacción a las personas debido a que se les entrega inmuebles de mala calidad.

Además, Ccahuana y Tong (2021) manifiestan que en los últimos años han observado problemas con la calidad nuevas edificaciones de viviendas multifamiliares y eso es debido al proceso constructivo de las instalaciones sanitarias y ello se ve en los reclamos de post venta presentados por las personas que adquieren un inmueble.

Por otra parte, Bohórquez (2022) ha implementado la metodología BIM debido a que observó edificaciones sin un adecuado proceso constructivo de las instalaciones sanitarias de agua y desagüe la cual a futuro generará problemas a los propietarios.

En el Perú, muchas constructoras presentan nuevos tipos de avances en las edificaciones como por ejemplo la implementación de Tecnopor en losas aligeradas y en la tabiquería de muros interiores en la etapa de casco. Este material resulta ser muy económico debido a la rapidez en su proceso de instalación, que favorece el aligeramiento del peso estructural y facilita el proceso de acabados, es ahí donde se involucra el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias ya que se debe entregar un trabajo con una excelente calidad. De esta manera, se les facilita a las personas a obtener un inmueble a precios accesibles, en un tiempo determinado y cuidando el medio ambiente, ya que reduce significativamente los residuos que existen en obra.

Para poder realizar un análisis respecto a la ejecución de la actividad del levantamiento de puntos sanitarios para los paneles de núcleo de poliestireno expandido se ha tenido que realizar un mapeo visual de la instalación de los paneles divisores hasta la etapa de acabados final. Todo lo cual, permitirá identificar las fallas durante el proceso de levantamiento de puntos tanto de agua y desagüe para darle solución a los frecuentes problemas, así evitar el retraso en de la ejecución de las demás etapas en obra, así como de realizar un presupuesto adecuado.

De igual manera, es importante conocer los paneles de núcleo de poliestireno expandido en la tabiquería, ya que al momento de realizar los levantamientos de puntos sanitarios en la etapa de albañilería no afecta la partida de acabados. Es ahí donde se debe proceder a colocar los aparatos sanitarios y accesorios de acuerdo a los puntos que se dejó en los paneles de núcleo de poliestireno expandido. Al realizar un adecuado levantamiento de puntos se entregará un trabajo final eficaz y con buena calidad para que el cliente quede satisfecho. Siendo el objetivo básico de toda empresa.

Por lo tanto, esta investigación permitirá realizar un análisis basado en la inspección visual para evitar el retrabajo y sobrecostos que se genera en la etapa de casco en los trabajos de las instalaciones sanitarias de una edificación.

### **Definición del problema**

Actualmente, en el sector de la construcción existen muchas constructoras a nivel mundial que están en continuo desarrollo de nuevas innovaciones en las edificaciones multifamiliares, por ello se tiene a la tabiquería no convencional hecha de paneles de núcleo de poliestireno expandido logrando así optimizar recursos, incrementar la productividad y lograr una entrega de buena calidad de los proyectos. Asimismo, a través del desarrollo de la implementación de nuevos materiales en el proceso constructivo se logra disminuir el impacto del medio ambiente y reducir costos.

Las constructoras vienen implementando procedimientos constructivos nuevos en las edificaciones, por ello en estos últimos años han llevado a cabo la instalación de paneles de núcleo de poliestireno expandido en la tabiquería de una edificación. Así pues, dichos paneles son de Tecnopor recubiertos por el interior con mallas galvanizadas por ambas caras y por el exterior con mortero. Además, en muchas ocasiones contratan subcontratistas para que ejecuten los trabajos de casco y acabados. Es ahí, donde vienen las fallas debido a que el contratista no tiene conocimiento de los procedimientos de trabajo que van a realizar; ocasionando así retrabajos, demora en la producción y entrega de departamentos o vivienda con observaciones que no satisfacen una buena calidad. Por ende, se tiene que evaluar y analizar cómo influye la utilización de los paneles de núcleo de poliestireno expandido para el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias.

Esta investigación se le puede calificar como innovadora porque no se han realizado investigaciones donde se implementen un sistema nuevo en la tabiquería de las edificaciones. La

cual permitirá analizar el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias al momento de realizar el levantamiento de puntos en la tabiquería para así entregar un trabajo de buena calidad evitando los retrabajos. Por lo tanto, se espera que su aporte sea importante para muchas empresas que son contratadas como subcontratas dedicadas al rubro de las instalaciones sanitarias.

### **Pregunta General**

¿Cómo es el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en paneles de núcleo de poliestireno expandido en un edificio multifamiliar?

### **Preguntas Específicas**

¿Cuál es la diferencia entre el recurso mano de obra, un muro convencional de albañilería y paneles de núcleo de poliestireno expandido para instalaciones sanitarias?

¿Qué retrabajos se realizan durante el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en los paneles de núcleo de poliestireno expandido?

¿Cuáles son las ventajas y desventajas entre el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en paneles de núcleo de poliestireno expandido y muro convencional de albañilería?

### **Objetivo General**

Analizar el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en paneles de núcleo de poliestireno expandido en un edificio multifamiliar.

### **Objetivos específicos**

Demostrar la diferencia en el recurso mano de obra entre en un muro convencional de albañilería y paneles de núcleo de poliestireno expandido para instalaciones sanitarias.

Identificar los retrabajos del proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en los paneles de núcleo de poliestireno expandido.

Mostrar las ventajas y desventajas entre el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en paneles poliestireno de núcleo de poliestireno expandido y muro convencional de albañilería

### **Justificación**

La presente investigación pretende contribuir con los especialistas que se dedican al trabajo del proceso constructivo de las instalaciones sanitarias. Toda empresa debe conocer los nuevos procedimientos y materiales que usan en la construcción para las edificaciones.

Por ello, es importante mencionar que actualmente no existen investigaciones enfocadas en el sistema de tabiquería mediante paneles poliestireno basada en el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en la tabiquería, por ello se puede considerar como una investigación innovadora.

El proyecto tiene como objetivo analizar el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en paneles de núcleo de poliestireno expandido en un edificio multifamiliar, ya que se detalla cómo deberían hacer los trabajos como el levantamiento de puntos de agua y desagüe, la fijación de puntos en los paneles de Tecnopor entre otros trabajos.

Las implicancias prácticas de esta investigación es que busca proponer una alternativa beneficiosa tanto en el procedimiento constructivo de las instalaciones sanitarias como económica para la cotización de los trabajos a ejecutar. Con ello, se ayudará a futuras personas dedicadas a las instalaciones sanitarias.

En el marco metodológico, se utilizó la observación directa en cada proceso de trabajo que se realizó al instalar los paneles de núcleo de poliestireno expandido para las divisiones de los departamentos de una edificación. Lo cual permitió conocer cómo será el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en la tabiquería y de esa manera lograr que no se realicen retrabajos y

entregar una instalación de buena calidad. Por lo tanto, para explicar la diferencia y analizar las variables se realizará el análisis de precios unitarios de diferentes partidas y se hará la inspección visual de los trabajos en tabiquería para el levantamiento de puntos de agua.

El estudio tiene relevancia social porque permitirá contribuir a las personas que se dedican al rubro de las instalaciones sanitarias. Por consiguiente, esta investigación contribuirá a minimizar los retrabajos y a realizar un presupuesto acorde a lo real. Actualmente, muchas empresas constructoras, a nivel mundial, con el fin de optimizar el proceso de producción, minimizar costos están implementando nuevos materiales y procesos constructivos. Asimismo, subcontratan empresas que se dedican a diferentes partidas que involucra la construcción de edificación y se ha observado un aumento en la subcontratación en los últimos años.

De la misma manera, las empresas que son subcontratadas en la especialidad de las instalaciones sanitarias siempre deben lograr que cada trabajo ejecutado sea de buena calidad y supere a la expectativa del cliente el cual los contrató.

### **Alcances y limitaciones**

El presente trabajo de investigación tiene como alcance un proyecto denominado “EDIFICIO MULTIFAMILIAR ROOSEVELT” cuyo propietario es VYV PROYECTO 74 SAC.

Es una edificación destinada para vivienda y se encuentra conformada por 06 Sótanos, 01 Semisótano, 22 Pisos y Azotea, en el cual existen un total de 155 departamentos en la edificación con un área de terreno 754.40 m<sup>2</sup>. Para la elaboración del presente proyecto, se cuenta con los siguientes documentos:

- ✓ Planos de Arquitectura.
- ✓ Planos de II. SS.
- ✓ I.S 010 Instalaciones Sanitarias.

✓ Normas Técnicas Peruanas.

✓ Guía de utilización y manual de instalación muro Max.

### **Ubicación y localización del proyecto**

País : Perú  
Departamento : Lima  
Provincia : Lima.  
Distrito : Miraflores.  
Avenida : República de Panamá 5591  
Pasaje : Parque Amelio Placencia

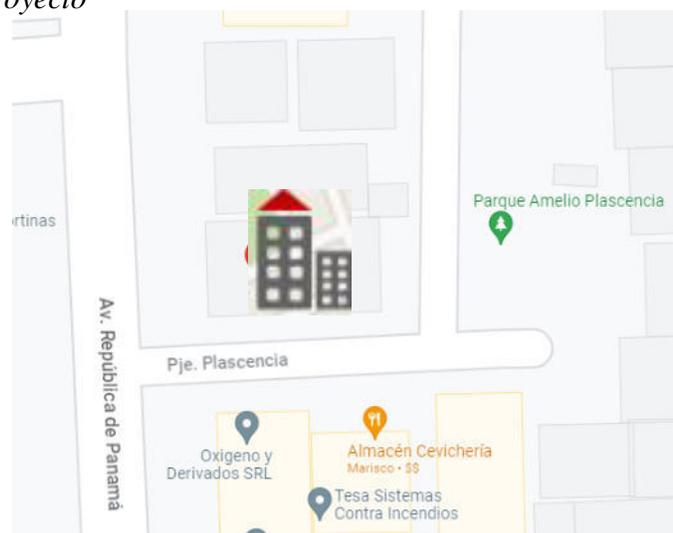
### **Límites del Terreno**

Norte : Con propiedad a terceros.  
Sur : Psj. Parque Amelio Placencia.  
Este : Con Parque Amelio Placencia.  
Oeste : Av. Roosevelt

### **Localización del proyecto**

## Figura 2

### *Plano de localización del proyecto*



*Nota.* Mapa de la ubicación geográfica del lugar de la investigación. Fuente Google maps.

Existen limitaciones sobre información respecto a la instalación sanitaria para los paneles de poliestireno expandido en la tabiquería. Actualmente en el Perú las edificaciones multifamiliares en los muros de tabiquería están ejecutadas con ladrillo blanco silico calcáreo. Por su efecto, no hay información respecto al muro con Tecnopor recubiertos con mortero que usan para los muros interiores que sirven para divisiones de ambientes en un departamento o vivienda.

## **Marco Teórico**

### **Antecedentes**

#### **Antecedentes Internacionales**

Rojas (2023) analizó el poliestireno expandido (EPS) sobre las aplicaciones y propiedades en la industria. Como resultados se obtuvo que la implementación del EPS en la construcción de las edificaciones ofrece diferentes beneficios tanto ambiental como económico. Además, la evaluación del poliestireno expandido viene posicionándose en el mercado y se considera ser un material para un futuro en la construcción. Así pues, Structural Insulated Panel Association (SIPA) asegura que hay más de 100 fabricantes de poliestireno expandido en los EE. UU que producen anualmente más de 2.9 millones de metros cuadrados. En conclusión, mientras más utilicen y produzcan los paneles de poliestireno expandido, continuará evolucionando y permitirá la creación de nuevos materiales y tecnologías respecto a los paneles de Tecnopor. Asimismo, el EPS demuestra sus beneficios en el ámbito de la construcción mediante la utilización de dichos paneles en diferentes procesos constructivos. Pero, como limitante para que pueda alcanzar su máximo valor tiene el obstáculo del desconocimiento por parte de las personas que se dedican a la ejecución de proyectos de construcción. Sin embargo, a través de las capacitaciones y buena distribución de información del EPS existe más profesionales familiarizándose con dicho material y aplicando en cada proyecto que ejecutan.

Mercado (2019) presentó las bases para el diseño de instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas para garantizar un buen funcionamiento en los aparatos sanitarios. El resultado fue obtener un modelamiento con el programa Revit Mep de un edificio de 6 pisos con un área de 195 m<sup>2</sup> con un total de 170 aparatos sanitarios que se cuantificó los materiales utilizados en el proyecto y se lograron diseñar las instalaciones sanitarias en cada área de la edificación. En conclusión, el empleo del programa Revit Mep facilitó identificar los recursos que se necesitaron en el proceso

constructivo de las instalaciones sanitarias desde el caso estructural hasta la etapa de acabados. Además, el modelamiento ayudará a identificar posibles incompatibilidades entre especialidades tanto eléctricas, sanitarias, arquitectura y estructuras.

Lozada (2018) analizó la evolución de los sistemas constructivos para edificios altos a lo largo del siglo XX. Por tanto, los resultados que obtuvieron fue la evolución y aparición de nuevos materiales, procesos de construcción permitiendo la aplicación en proyectos de edificaciones más grandes y difíciles de ejecución en diferentes partidas que involucra la construcción. Históricamente el avance tecnológico y de materiales resultó innovador al permitir la aplicación del sistema constructivo en la ciudad de México para la realización de edificaciones con diferentes características con una mayor altura, diseños arquitectónicos complejos la cual ha sido un reto para los profesionales que se dedican al rubro de la construcción. En conclusión, referente a los materiales, procesos constructivos y los estudios técnicos sobre la geografía, geología, diseño sísmico entre otros han logrado la construcción de grandes edificaciones complejas en la ciudad de México. Así pues, el reto para los ingenieros y arquitectos en la época del siglo XIX fue el suelo referente a sus características y comportamiento, ya que es el pilar en la cual se levantará una edificación.

### **Antecedentes Nacionales**

Chávez y León (2021) evaluaron los problemas post construcción de las instalaciones sanitarias en edificaciones multifamiliares. Los resultados fueron que el 31.14% de las viviendas construidas en la localidad de Cajamarca presentan fallas en las redes de agua y desagüe, entre ellas las más comunes son las tuberías expuestas. Asimismo, existe una mala ubicación de los inodoros, lavaderos, pedestales, amazonas entre otros y los espacios no cuenta con una adecuada ventilación. Además, las causas de dichas fallas son por la mala supervisión de obra en los trabajos

ejecutados, ya que ellos son responsables de dar por culminado un trabajo bien ejecutado. En conclusión, los problemas post construcción respecto a la instalación de los aparatos sanitarios en la localidad de Cajamarca son de diseño y de operación de los aparatos sanitarios por ello se realiza el diagrama de FACERAP en el cual explica de forma detallada todo referente a la falla, la causa y a tomar medidas preventivas.

Ccahuana y Tong (2021) propusieron procedimientos de instalaciones sanitarias mediante la evaluación post venta y el enfoque a procesos en las fallas recurrentes en edificaciones multifamiliares. Por lo tanto, los resultados fueron: incorporar ítems en los procedimientos en las instalaciones sanitarias ya existentes las cuales fueron gestionar la llegada de aparatos con debida anticipación para contar con ellos a tiempo, supervisión correcta y constante de cada trabajo, supervisar detalladamente cada red y accesorio, realizar la prueba de escorrentía 2 veces, por último, instalar rejillas de mallas galvanizadas en los ductos de montantes sanitarias para evitar la rotura de tuberías. En conclusión, 23% del total de reporte post venta son de instalaciones sanitarias debido a las filtraciones en techo, obstrucción de tuberías, paredes humedecidas, baja presión de agua en las griferías, goteo en la válvula de paso, la inadecuada supervisión y la falta de personal inadecuado. Así pues, para evitar todo el problema ya mencionado se debe cumplir con los procedimientos de trabajo a ejecutar.

Torres (2020) diseñó los sistemas que comprenden las instalaciones sanitarias de un edificio multifamiliar. Teniendo como resultados un modelo en 3D hecho en Revit en el cual se realizaron el trazo de las tuberías mediante parámetros, la dotación de agua para abastecer el edificio es de 28.61 m<sup>3</sup>/día, la cisterna con un volumen útil de 35.90 m<sup>3</sup> contando con 2 bombas y el presupuesto directo de S/.791,330.90 soles. En conclusión, en el proyecto han considerado a la Norma IS. 010 del R.N.E, han garantizado el uso de diámetros más económicos para los aparatos.

Se consideró montante de desagüe junto a la ventilación con un cambio de nivel cada 5 pisos. Por último, al utilizar un programa de modelamiento digital lograron generar vistas, filtros, escalas y obtener presentación de planos. Asimismo, lograr identificar cualquier interferencia con las demás partidas para darle solución antes de ser ejecutada dicho proyecto.

## **Bases teóricas**

### **Instalaciones Sanitarias**

Son redes de tuberías tanto de agua como desagües realizados con materiales de PVC, polipropileno que se instalan para la evacuación de agua grises y la circulación de agua potable en las viviendas, edificios multifamiliares, unifamiliar, mixto, condominios, entre otros. Por otro lado, se necesita contar con una pendiente mínima de 1.5% para tuberías con diámetros menores que 2” y de 1% para tuberías de 4” para evitar el estancamiento de las aguas grises. Su principal objetivo es recolectar y evacuar el agua de lluvia y las aguas residuales generadas por los usos domésticos (Quiroz, 2018)

### **Componentes principales**

- Tuberías y Conexiones: En el diseño para agua y desagüe se emplean tuberías y conexiones de PVC, así pues, en la actualidad para el sistema de agua se utilizan las tuberías de polipropileno. El diámetro mínimo entre registros debe ser de 150 mm. Cambios de dirección deben efectuarse con un ángulo de deflexión no superior a 45° para evitar cargas de agua abruptas.

### **Sistemas Constructivos No Convencionales (SCNC)**

- Los sistemas constructivos no tradicionales se caracterizan por aquellos que utilizan materiales y/o procesos que no están regulados por las normas nacionales aplicables. (Ministerio de vivienda, 2022).

### **Poliestireno expandido**

Según Martínez et al. (2012), el poliestireno es una espuma plástica rígida y liviana hecha de perlas de poliestireno que contienen una pequeña cantidad del agente espumante pentano. Por otro lado, cuando las perlas se exponen a la alta temperatura del vapor de agua, el pentano desaparece y se fragmenta en un mayor número de perlas, hasta 50 veces el tamaño de la primera fase inicial. Por lo tanto, cuando las perlas previamente partidas almacenadas alcanzan la etapa de madurez, se exponen nuevamente al vapor a alta temperatura en el molde y se parten nuevamente hasta que se fusionan para producir diferentes formas.

### **Elaboración del poliestireno expandido.**

El poliestireno expandido (EPS) se convierte a partir de poliestireno, un plástico en forma de bolas redondas con un diámetro de 0,2 a 0,3 mm. Además, las perlas de poliestireno rotas contienen un gas fusible llamado gas pentano, que actúa como retardador porque tienen un punto de ebullición bajo y no agotan la capa de ozono. Las perlas de poliestireno requieren tres procesos para producir bloques de poliestireno (Naiza, 2017).

- **Pre expansión:** En este paso, las perlas de poliestireno se agitan continuamente en un tanque llamado pre-canal en presencia de vapor a una temperatura de aprox. 80 y 110 °C. De este modo, el tamaño de las perlas de poliestireno aumenta 50 veces el volumen original. Finalmente, esta etapa es cuando la perla alcanza el 95% de su tamaño final.

- **Reposo intermedio y estabilización:** Una vez completada la fase de pre expansión, las perlas se enfrían y luego se secan con aire ascendente. Esto estabiliza las perlas y luego le permite estar en descanso. Por otro lado, cuando las perlas están en reposo, se difunden en el aire, eliminando huecos, permitiendo el proceso de enfriamiento y secado, por lo que estas presiones se equilibran con la presión atmosférica. Finalmente, las perlas alcanzaron una buena estabilidad mecánica y ahora están listas para su posterior procesamiento.
- **Expansión y moldeo final:** En esta etapa, las perlas pre expandidas y estabilizadas se les dará la forma deseada, ya sea en un molde o en un bloque, cuya forma cambiará dependiendo de las necesidades del producto final. Asimismo, se utiliza en espuma de poliestireno en bloques rectangulares de varios tamaños. Luego, en el molde, bajo la influencia de la temperatura, las perlas se unen formando una sustancia sólida, que permite procesos de corte y acabado durante su uso. Finalmente, las perlas normalmente se expanden, pero existe un proceso de relajación adicional que utilizan los fabricantes de espuma de poliestireno para garantizar una liberación completa del aire.

### **Paneles de núcleo de poliestireno expandido para tabiquería**

Es una tabiquería tipo sándwich o multicapa, formado por perlas denominas poliestireno expandido (EPS), unido a dos capas de cobertura exterior de mortero, en cuyos interiores se encuentra una malla metálica ortogonal, unida a ambos lados a través del núcleo mediante alambres diagonales. Que le confieren una arquitectura tridimensional con la rigidez suficiente incluso para ser autoportante. El espesor de los paneles terminados oscila desde 10 cm a 18 cm. Además, se comporta como un muro de concreto aligerado que confiere a los ambientes que delimita propiedades de aislamiento térmico y de atenuación acústica. Es más ligero que las

tabiquerías convencionales, disminuyendo la carga muerta de las divisiones espaciales en el edificio, ayudando así al buen comportamiento de este ante posibles eventos sísmicos. En el uso de los paneles para tabiquería se aplica mortero con una resistencia superior a  $f'c$  140 kg/cm<sup>2</sup>. Este se aplica en ambas caras del panel enmallado garantizando un espesor mínimo 20 mm. Durante el proceso de aplicación del mortero, las planchas de EPS (poliestireno expandido) actúan como encofrado perdido, y la malla recubierta con el mortero ya fraguado, arma y confiere a los paneles las características de una placa de concreto. En este punto los paneles logran su funcionalidad total como elemento de tabiquería (Geinco, 2022).

### **Aplicación de los paneles en la tabiquería**

Es totalmente funcional como sistema de tabiquería no portante para su uso en edificaciones, de manera probada, fundamentada, y sin ninguna limitación para su uso en el territorio nacional. Se pueden realizar muros perimetrales o divisorios que limitan la propiedad, muros exteriores o fachadas del inmueble y las divisiones verticales entre los diferentes ambientes del propio edificio.

### **Instalación sanitaria en los paneles de núcleo de poliestireno expandido**

La instalación sanitaria realizada en los paneles debe cumplir con lo indicado en la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones y las limitaciones de la Norma Técnica de Concreto Armado E060. El espesor del panel utilizado para contener las instalaciones sanitarias viene determinado por los diámetros de las tuberías a utilizar, de esta manera se garantiza que las tuberías estén debidamente embebidas en los paneles.

### ***Evolución***

Debido al crecimiento de la población en el Perú el país necesita a nuevos avances en la construcción. Por lo cual, se han venido desarrollando nuevos procesos constructivos, así como materiales. Asimismo, hoy en día han reemplazado la tabiquería de ladrillo por panel de núcleo de poliestireno expandido que cumpla con el reglamento nacional de edificaciones, como todos los límites esenciales de estilo y fuerza. Además, de otros factores diferentes, por ejemplo, la rapidez de su ejecución y su economía (Rojas, 2020).

Se tienen materiales en el área de instalaciones sanitarias que han evolucionado y son empleados en los proyectos de construcción como las edificaciones. Como es el caso de la tubería de agua que pasaron de PVC a Polipropileno. Por tanto, al tener una tabiquería de panel de núcleo de poliestireno expandido se debe dejar las tuberías de polipropileno embebidas en los paneles.

### **Métodos de Solución**

Para la presente investigación se hará mediante la observación visual basada en la supervisión de un proyecto de edificio multifamiliar ya construida en la partida de instalaciones sanitarias en la etapa de albañilería en la instalación de paneles de núcleo de poliestireno expandido y la etapa de acabados para instalación de aparatos sanitarios.

#### **Métodos de Solución 1**

Los instrumentos que se usarán en esta investigación serán los formatos que se elaboran en Microsoft Excel, dicho programa contribuirá a generar hojas de cálculo para obtener el análisis de precios unitarios mediante el rendimiento y mano de obra para los diferentes trabajos que se realizaron, como el levantamiento de puntos de agua y desagüe, la fijación de puntos e instalación de aparatos sanitarios. Además, para determinar el costo de mano de obra se usará el S10.

### **Aspectos Legales**

## - Normas

- Norma técnica I.S 010 instalaciones sanitarias para edificaciones (Reglamento Nacional de edificaciones, 2006),
- Norma 0.70 albañilería (Reglamento nacional de edificaciones, 2019)
- Norma Técnica de Concreto Armado E060.

## Definición de términos básicos

### Fijación de puntos de agua

Es un proceso de trabajo en la etapa del levantamiento de muros interiores en el ambiente de la cocina, baños, lavanderías y áreas comunes en el cual se tiene salidas de agua tanto fría como caliente, Así pues, dicha salida se debe dejar empotrada y rígida en el muro para luego proceder a colocar las griferías, tubos de abastos, entre otros accesorios sanitarios.

### Salidas de agua

Son accesorios de agua fría y caliente como el codo de 90°, 45°, de ½", ¾", 1", 2" y otros.

### Retrabajos

Son trabajos ejecutados con fallas las cuales se necesita volver a realizar para corregir cualquier detalle que no satisface un trabajo correcto.

### Mano de obra

Son trabajos realizados por el esfuerzo humano en diferentes áreas laborales la cual realizan transformación de una materia o insumo en un bien y servicio.

### **Rendimiento en obra**

Es el tiempo que le toma a un trabajador o una cuadrilla para ejecutar las actividades que se les encomienda. El resultado se puede obtener mediante la experiencia verificando cuántos trabajadores realizan una actividad y se expresa en unidades de tiempo sobre las unidades de la cantidad de tarea ejecutada en 8 horas.

### **Ladrillo Silico Calcáreo**

Es un material que está hecho por arcilla y mezclada con cal, son paredes que se usan como divisores tanto exteriores como interiores para diferentes ambientes de una construcción. Es resistente al fuego mayor a 4 horas, las caras son uniformes y con mínimas imperfecciones permitiendo un mejor acabado con menor espesor de tarrajeo.

### **Calidad**

Se refiere a un bien o servicio con cero defectos bien ejecutados satisfaciendo por completo al cliente, para lograr una calidad adecuada se debe cumplir con 3 aspectos muy importantes los cuales son satisfacer las necesidades, expectativas y superar expectativas.

### **Montantes de desagüe**

Son tuberías de PVC que recibe la descarga de los ramales y conducen aguas grises las cuales bajan verticalmente por ductos o empotradas en paredes, dichas tuberías tienen diámetro de 2", 3" y 4".

### **Montantes de ventilación**

Son tuberías de PVC que sirven para ventilar el drenaje de una edificación dichas tuberías tienen diámetro de 2", 3" y 4".

### **Tarrajeo**

Es un proceso constructivo que se realiza en la etapa de la albañilería para nivelar superficies que se dejaron después los vaciados, desencofrados y asentados tanto en techo como en paredes. Así mismo los materiales que se usan para el tarrajeo es agua, arena y cemento.

## Propuesta de Solución

### Metodología de la solución

En el proceso de la instalación de los paneles de núcleo de poliestireno expandido durante el proyectado y tarrajeo las salidas de agua que se fijan en el panel quedan sobresalidas y tapadas con mortero. Por lo cual, se debe realizar seguimiento de los trabajos previos al levantamiento de puntos de agua y desagüe desde la instalación de los paneles hasta la etapa de acabados para obtener el análisis de precios unitarios. Asimismo, se debe usar el diagrama llamado FACERAP que mediante 7 preguntas logran describir y analizar las causas sobre las fallas en cada actividad encomendada para darle solución a dichos problemas mediante la visualización por el mapeo y seguimiento realizado a cada actividad las cuales se describen a continuación:

1. Levantamiento de las tuberías de agua a 15 cm de altura y desagües según fichas técnicas de los aparatos sanitarios que se instalarán.

### Figura 3

*Levantamiento de puntos de agua y desagüe*



*Nota.* Tuberías de agua caliente y fría levantadas a 15 cm, asimismo las tuberías de desagüe según fichas técnicas. Elaboración propia.

2. Instalar los paneles de núcleo de poliestireno expandido para la tabiquería interior en ambientes como baños, cocinas, lavanderías, salas, comedor y dormitorios. Para ello, se debe tener el trazo en el piso y techo, asimismo contar con el espesor del panel. El espesor del muro para los paneles se define según el diámetro de la tubería de desagüe. Además, el espesor del poliestireno será variado entre 40 a 120 mm mientras que el tamaño del panel será de 1.10 m de ancho y una altura de 2.40 m. Por último, las mallas serán electrosoldadas con una sección de 3 mm y separadas electrosoldadas a 10 mm.

#### **Figura 4**

*Paneles de núcleo de poliestireno expandido en lavandería*



*Nota.* Instalación de paneles de núcleo de poliestireno expandido en lavandería.

Elaboración propia.

En la figura 4, se muestran las tuberías de polipropileno (ppr) levantadas a 15 cm, así como también las tuberías de desagüe ya levantadas según las fichas técnicas de los aparatos sanitarios y las especificaciones técnicas de un proyecto.

3. Se procede a dejar las salidas de agua en los paneles ya instalados según las fichas técnicas de los accesorios que se colocarán.

### **Figura 5**

*Levantamiento de las salidas de agua*



*Nota.* Levantamiento de salidas de agua e instalación de válvulas en los paneles de núcleo de poliestireno expandido. Elaboración propia.

**Figura 6**

*Colocación de mezcladora de ducha*



*Nota.* Instalación de las mezcladoras de ducha en los paneles de núcleo de poliestireno expandido. Elaboración propia.

4. Se fijan los puntos de agua en los paneles de núcleo de poliestireno expandido.

**Figura 7**

*Fijación de puntos de agua en paneles*



*Nota.* Puntos de agua fría y caliente fijado en los paneles para una lavandería. Elaboración propia.

5. Los paneles proceden a ser proyectados con mortero con una resistencia superior a  $f'c$  140  $\text{kg/cm}^2$  con un espesor de 20 mm.

### **Figura 8**

*Proyectado de los paneles de núcleo de poliestireno expandido*



*Nota.* En la figura se observa el proceso del proyectado en los paneles de núcleo de poliestireno expandido. Elaboración propia.

6. Fijación de puntos de agua en los paneles proyectados

### **Figura 9**

*Fijación de puntos de agua en lavandería en paneles proyectados*



*Nota.* Fijación de puntos de agua sobresalida o tapados por el proyectado en los paneles. Elaboración propia.

7. Tarrajeo con 1: 4 UNICON mezcla seca de arena fina y cemento a los paneles de núcleo de poliestireno expandido.

### **Figura 10**

*Tarrajeo de paneles*



*Nota.* Tarrajeo del panel proyectado. Elaboración propia.

8. Fijación de puntos de agua en los paneles tarrajeados

### **Figura 11**

*Fijación de puntos de agua en lavandería en paneles tarrajeados*



*Nota.* Fijación de puntos de agua torcidos o tapados por el tarrajeo en los paneles.

Fuente propia.

Por otro lado, para reducir el porcentaje de la fijación de puntos de agua en los paneles de núcleo de poliestireno expandido por el proyectado y tarrajeo se debe realizar lo siguiente:

- Colocar reglas en los paneles detrás de la cara donde haya puntos de agua

### **Figura 12**

*Paneles de núcleo de poliestireno expandido con reglas*



*Nota.* Colocación de las reglas en los paneles detrás de los puntos sanitarios para la fijación de las salidas de agua. Elaboración propia.

- Se proyectó el panel donde se colocaron las reglas para proceder a fijar los puntos de agua.

**Figura 13**

*Paneles proyectados*



*Nota.* Proyección de los paneles en una sola cara. Elaboración propia.

- Colación de puntos para tarrajeo en la cara del panel donde hay puntos de agua.

**Figura 14**

*Puntos de tarrajeo en los paneles*



*Nota.* Colocación de puntos de tarrajeo en las salidas de agua para los paneles. Elaboración propia.

- Verificación de la calidad de la fijación de puntos y las tuberías levantadas, para ello se procede a realizar la prueba hidráulica cuando los paneles son tarrajeados y secados. La presión que se suministra será de 150 PSI por una duración de 1 hora, si en el lapsus de ese tiempo no hay filtraciones de las salidas de agua y recorridos se verifica la calidad del trabajo.

### **Figura 15**

#### *Prueba hidráulica a los paneles*



*Nota.* En la figura 15 se muestra la realización de prueba hidráulica a 150 psi. Elaboración propia.

Finalmente, con los resultados de las metodologías anteriores se procederá a realizar comparativos en cuanto el recurso mano de obra de un muro convencional y no convencional referente a los costos. Asimismo, mediante el diagrama de FACERAP al hallar las fallas, causas y las acciones preventivas que se tomará en cuenta obtener las ventajas y desventajas.

## Desarrollo de la solución

Para identificar los pasos del proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en los paneles de núcleo de poliestireno expandido se realizó el análisis de precios unitarios para ver el rendimiento, tiempo y costo de cada actividad que requiera el levantamiento de puntos de agua.

Por otro lado, se usó el diagrama FACERAP, se explicará en forma resumida todo lo concerniente a las fallas durante cada actividad que realicen los trabajadores para así prevenir los errores en los siguientes trabajos que ejecutarán en las instalaciones sanitarias.

Se procede a desarrollar los objetivos definidos después del análisis de la metodología que se utilizó como solución en el proyecto de investigación. Por tanto, se consideró los siguientes objetivos:

Para determinar la diferencia en el recurso mano de obra en un muro convencional de albañilería y paneles de núcleo de poliestireno expandido. Se detallan las alturas de las salidas de agua según el proyecto Roosevelt como muestra la tabla 1. Se realizará el análisis de precios unitarios (APU) para los siguientes trabajos:

- Primer levantamiento de puntos de agua a 15 cm en los paneles de núcleo de poliestireno expandido.
- Segundo levantamiento de puntos de agua alturas según proyecto en los paneles de núcleo de poliestireno expandido.
- Colocación de llave de paso sistema polipropileno y mezcladora
- Fijación de puntos en los paneles de núcleo de poliestireno expandido.
- Fijación de puntos en los paneles de núcleo de poliestireno expandido después del proyectado con mortero.

- Fijación de puntos en los paneles de núcleo de poliestireno expandido después del tarrajeo.
- Levantamiento de puntos de agua para los muros convencionales
- Fijación de puntos en los muros convencionales

**Tabla 1**

*Alturas para las salidas agua fría, caliente y desagüe*

<b>Altura para los puntos de agua para la obra Roosevelt (m)</b>					
ITEM	Ambiente	Aparato	Desagüe	Agua fría	Agua caliente
1.0	Cocina	Lavadero		0.67	0.67
			0.53		
2.0		Llave de paso	-	0.20	0.20
3.0		Llave general	-	0.20	-
4.0	Lavandería	Amazonas	0.45	1.05	-
5.0		Terma	-	1.30	1.30
6.0		Llave de paso	-	0.20	0.20
7.0		Lavadora	0.80	1.0	1.0
8.0	Baño principal	Lavamanos	0.58	0.68	0.68
9.0		Salida para ducha	-	2.05	-
10.0		Llave de paso	-	0.20	0.20
11.0		Inodoro	-	0.15	-
12.0	Baño visita	Lavamanos	0.70	0.78	0.78
13.0		Llave de paso	-	0.20	0.20
14.0		Inodoro	-	0.16	-
15.0	Baño secundario	Lavamanos	0.50	0.55	0.55
16.0		Llave de paso	-	0.20	0.20
17.0		Salida para ducha	-	2.05	-
18.0		Salida para Mezcladora	-	0.95	-
19.0		Inodoro	-	0.15	-

*Nota.* Esta tabla detalla las alturas de las salidas de agua que se deben dejar para colocar los accesorios de los aparatos sanitarios. Elaboración propia.

En la tabla 1, se observa a detalle los aparatos sanitarios designados para los diferentes ambientes con sus respectivas alturas para las salidas de agua. Las alturas se obtienen a través del

encargado del área de calidad o acabados, debido a que ellos cuentan con las fichas técnicas de los aparatos sanitarios y accesorios que se instalarán.

Por otro lado, se muestran a continuación los APUS para proceso constructivos de las instalaciones sanitarias en los paneles de núcleo de poliestireno expandido:

**Tabla 2**

*Análisis de precios unitarios del levantamiento de puntos de agua a 15 cm*

<b>Partida</b>	<b>Primer</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>26.97</b>	<b>MI/Día</b>	<b>29.94</b>	
	<b>levantamiento de puntos de agua 15 cm en paneles de núcleo de poliestireno expandido</b>	Jornada	8	Horas/día		
	<b>Mano de obra</b>	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Capataz	HH	0.60	0.18	24.36	4.34
	Operario	HH	3.37	1.00	17.63	17.62
						21.96
	Equipos					
	Herramientas manuales	%MO		4%	21.96	0.88
	Tubería Ppr Pn-12	M		1.00	3.70	3.70
	Tubería Ppr Pn-16	M		1.00	3.40	3.40
						7.98

*Nota.* En esta tabla se aprecia la mano de obra que se necesitará y los materiales a utilizar para el levantamiento de puntos. Elaboración propia.

En la tabla 2 se detalla el costo de mano de obra y materiales. Se puede observar que para el levantamiento de puntos de agua fría y caliente se necesita un operario que cuente con la supervisión del capataz de obra. Además, el precio del metro lineal de tubería que se va a levantar será de S/. 29.94 soles.

**Tabla 3**

*Análisis de precios unitarios del 2do levantamiento de puntos de agua*

<b>Partida</b>	<b>Segundo levantamiento de puntos de agua en paneles de núcleo de poliestireno expandido según proyecto</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>56</b>	<b>Ptos/Día</b>	<b>43.72</b>
		Jornada	8	Horas/día	
Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	HH	4.00	0.57	24.36	13.92
Operario	HH	7.00	1.00	17.63	17.63
					31.55
Equipos					
Herramientas manuales	%MO		0.04	31.55	1.26
Salida de agua Ppr	M		1.00	3.81	3.81
Tubería Ppr Pn-12	M		1.00	3.70	3.70
Tubería Ppr Pn-16	M		1.00	3.40	3.40
					12.17

*Nota.* Esta tabla muestra el costo de la mano de obra para levantar los puntos de agua a la medida que pide el proyecto. Elaboración propia.

En la tabla 3 se observa que el costo por el segundo levantamiento de puntos será de S/. 43.72 que incluye materiales y respecto a la mano de obra se necesitará un operario con supervisión del capataz. En este trabajo ya se deben tener las alturas de las salidas de agua definidas por el proyectista. No se puede ejecutar dicho trabajo sin contar con detalle debido a que se puede dejar una salida con una altura que no es la correcta y eso conlleva generar retrabajo.

**Tabla 4**

*Análisis de precios unitarios de la colocación de válvulas de agua y mezcladora*

<b>Partida</b>	<b>Colocación de la llave de paso sistema polipropileno y mezcladora para ducha</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>8</b>	<b>Ptos/Día</b>	<b>53.82</b>	
		Jornada	8	Horas/Día		
	Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Capataz	HH	0.50	0.50	24.36	12.18
	Oficial	HH	1.00	1.00	13.90	13.90
						26.08
	Equipos					
	Herramientas manuales	%MO		0.04	26.08	1.04
	Llave de paso sist. Ppr	Und		1.00	19.70	19.70
	Terminal fusión	Und		1.00	7.00	7.00
						27.74

*Nota.* Esta tabla muestra el costo de la mano de obra y materiales a utilizar para instalar las válvulas y las mezcladoras. Elaboración propia.

En la tabla 4 se observa que el costo por instalar las llaves de polifusión es de S/. 53.82 que incluye los materiales y respecto a la mano de obra se necesitará un oficial con supervisión del capataz. Este trabajo se debe tener en cuenta los planos de detalle de los baños, cocinas y lavanderías. Así pues, contar con las alturas ya definidas. En el caso de las válvulas en la etapa de la tabiquería se instaló solo la llave de paso, y se deja el accesorio para instalarlo en la etapa de acabados, asimismo para la instalación de las mezcladoras.

**Tabla 5**

*Análisis de precios unitarios de la fijación de puntos en los paneles*

<b>Partida</b>	<b>Fijación de puntos en los paneles de núcleo de poliestireno expandido</b>	<b>Rendimiento</b>		<b>56</b>	<b>Ptos/día</b>	<b>15.90</b>
		Jornada		8	Horas/día	
Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Capataz	HH	0.40000	0.057	24.36	1.39	
Oficial	HH	7.00000	1.000	13.90	13.90	
						15.29
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		4%	15.29	0.61	
						0.61

*Nota.* Esta tabla muestra el costo y rendimiento de la mano de obra que implica la fijación de puntos en los paneles. Elaboración propia.

En la tabla 5 se observa que el costo de la mano de obra para la fijación es de S/. 15.90, se necesitará un oficial con supervisión del capataz.

**Tabla 6**

*Análisis de precios unitarios de la fijación de puntos después del proyectado*

<b>Partida</b>	<b>Fijación de puntos en el proyectado con mortero en paneles de núcleo de poliestireno expandido</b>	<b>Rendimiento</b>		<b>35</b>	<b>Ptos/día</b>	<b>25.45</b>
		Jornada		8	Horas/día	
Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Capataz	HH	0.40000	0.091	24.36	2.23	
Operario	HH	7.00000	1.600	13.90	22.24	
						24.47
Equipos						
Herramientas manuales	%MO		4%	24.47	0.98	
						0.98

*Nota.* Esta tabla muestra el costo y rendimiento de la mano de obra que implica la fijación de puntos en los paneles proyectados con mortero. Elaboración propia.

En la tabla 6 se observa que el costo de la mano de obra para la fijación de puntos en los paneles que han sido proyectados con mortero es de S/. 25.45. Se necesitará un oficial con supervisión del capataz. En esta etapa de trabajo se debe descubrir los puntos que han sido cubiertos con mortero que por la fuerza del proyectado han quedado puntos dentro del panel y sobresalidos.

**Tabla 7**

*Análisis de precios unitarios de la fijación de puntos después del tarrajeo*

Partida	Fijación de puntos a los paneles de núcleo de poliestireno expandido tarrajeados	Rendimiento		15	Ptos/Día	20.82
		Unidad	Cuadrilla	8	Horas/Día	
Mano de obra				Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	HH	0.40000		0.213	24.36	5.20
Oficial	HH	2.00000		1.067	13.90	14.83
						20.02
Equipos						
Herramientas manuales	%MO			4%	20.02	0.80
						0.80

*Nota.* Esta tabla muestra el costo y rendimiento de la mano de obra que implica la fijación de puntos en los paneles tarrajeados. Elaboración propia.

En la tabla 7 se observa que el costo de la mano de obra para la fijación de puntos en los paneles tarrajeados es de S/. 20.82. Se necesitará un oficial con supervisión del capataz. En esta etapa de trabajo se debe descubrir los puntos que han quedado tapados por el mortero de tarrajeo y que hayan quedado muy sobresalido del panel.

A continuación, se presenta los APUS para proceso constructivos de las instalaciones sanitarias en los muros convencionales:

**Tabla 8**

*Análisis de precios unitarios para el levantamiento de puntos de agua en muros convencionales*

Partida	Levantamiento de puntos de agua en muros convencionales	Rendimiento		10	Ptos/día	50.38
		Unidad	Cuadrilla	8	Horas/día	
Mano de obra		Unidad	Cuadrilla	Cantida	Precio S/.	Parcial S/.
Capataz		HH	0.50000	0.400	24.36	9.74
Operario		HH	2.00000	1.600	17.63	28.21
						37.95
Equipos						
Herramientas manuales		%MO		4%	37.95	1.52
Tubería Ppr Pn-12		M		1.00	3.70	3.70
Tubería Ppr Pn-16		M		1.00	3.40	3.40
Salida de agua Ppr		Und		1.00	3.81	3.81
						12.43

*Nota.* En esta tabla se aprecia la mano de obra que se necesitará y los materiales a utilizar para el levantamiento de puntos. Elaboración propia.

En la tabla 8 se detalla el costo de mano de obra y materiales. Se puede observar que para el levantamiento de puntos de agua fría y caliente en los muros convencionales se debe realizar el picado y corte de los muros. Para ello, se necesita un operario que cuente con la supervisión del capataz de obra. Además, el costo de dicho trabajo será de S/. 50.38 soles.

**Tabla 9**

*Precios unitarios de la colocación de válvulas de agua y mezcladora en muros convencionales*

<b>Partida</b>	<b>Colocación de la llave de paso sistema polipropileno y mezcladora para ducha para muros convencionales</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>8</b>	<b>Ptos/día</b>	<b>53.82</b>	
		Jornada	8	Horas/día		
	Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Capataz	HH	0.50	0.50	24.36	12.18
	Oficial	HH	1.00	1.00	13.90	13.90
						26.08
	Equipos					
	Herramientas manuales	%MO		0.04	26.08	1.04
	Llave de paso sist. Ppr	Und		1.00	19.70	19.70
	Terminal fusión	Und		1.00	7.00	7.00
						27.74

*Nota.* Esta tabla muestra el costo de la mano de obra y materiales a utilizar para instalar las válvulas y las mezcladoras. Elaboración propia.

En la tabla 9 se observa que el costo por instalar las llaves de polifusión es de S/. 53.82 que incluye los materiales y respecto a la mano de obra se necesitará un oficial con supervisión del capataz.

**Tabla 10**

*Análisis de precios unitarios de la fijación de puntos de agua en muros convencionales*

<b>Partida</b>	<b>Fijación de puntos de agua en muros convencionales</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>56</b>	<b>Ptos/Día</b>	<b>14.55</b>	
		Jornada	8	Horas/Día		
	Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Capataz	HH	0.40000	0.057	24.36	1.39
	Ayudante	HH	7.00000	1.000	12.60	12.60
						13.99
	Equipos					

Herramientas manuales	%MO	4%	13.99	0.56
				0.56

*Nota.* Esta tabla muestra el costo y rendimiento de la mano de obra que implica la fijación de los puntos de agua en los muros convencionales. Elaboración propia.

En la tabla 10 se observa que el costo de la mano de obra para la fijación de puntos de agua en los muros convencionales es de S/. 14.55. Se necesitará un ayudante con supervisión del capataz.

Como segundo objetivo se describen los retrabajos mediante el diagrama FACERAP para ello se tuvo que supervisar cada trabajo que involucre el levantamiento de puntos de agua en los paneles de núcleo de poliestireno expandido. Al realizar la observación visual se obtuvo retrabajos los cuales se explicarán en las siguientes tablas:

**Tabla 11**

*Diagrama FACERAP de la fijación de puntos de agua en los paneles*

Falla	Apariencia	Causa	Efecto	Responsable	Acción	Prevención
F	A	C	E	R	A	P
Tuberías de agua sobresalidas en los paneles	Puntos de agua desnivelado con los paneles	Paneles instalados fuera del trazo para la tabiquería	Retraso para el proyectado de los paneles	Supervisión del instalador del panel	Revisión previa de la actividad para dar paso a los siguientes trabajos	Que realicen una supervisión de cada trabajo a ejecutarse

*Nota.* En la tabla se describen las fallas que se producen luego de fijar las salidas de agua en los paneles.

En la tabla 11 se muestra la acción que se debería tomar en cuenta para evitar que las tuberías queden expuestas en los paneles y no pasen cuando se realice el proyectado. Se observa la acción que se debe tomar en cuenta cuando se levanta y fije las salidas de agua.

### Figura 16

*Tubería de agua que sobresale en el panel*



*Nota.* Tuberías de agua fría y caliente sobresalidas en panel de núcleo de poliestireno expandido.

Elaboración propia.

### Tabla 12

*Diagrama FACERAP salida de agua en paneles de núcleo de poliestireno expandido*

<b>Falla</b>	<b>Apariencia</b>	<b>Causa</b>	<b>Efecto</b>	<b>Responsable</b>	<b>Acción</b>	<b>Prevención</b>
F	A	C	E	R	A	P
Puntos de agua sobresalidas y hundidos	Queja por parte del cliente	Los paneles instalados no son estables	Mal acabado a las salidas de agua	Área de producción	Colocar reglas detrás del panel en las áreas donde	Las reglas que se colocaran deben estar fijadas en el piso y techo

---

hay  
puntos  
de agua

---

*Nota.* En la tabla se describen las fallas que se producen luego de fijar las salidas de agua en los paneles.

En la tabla 12 se muestra la acción que se debería tomar en cuenta para evitar la fallas cuando se fije las salidas de agua, así pues, se observa que los puntos tendrán un mal acabo en el caso de que se deje tal cual la salida para ello se debe tomar acciones y prevenir dichas fallas.

### **Figura 17**

*Salidas de agua sobresalidas en paneles*



*Nota.* Puntos sobresalidos y torcidos en paneles de núcleo de poliestireno expandido. Elaboración propia.

**Tabla 13**

*Diagrama FACERAP de la fijación de puntos de agua en paneles tarrajeados*

<b>Falla</b>	<b>Apariencia</b>	<b>Causa</b>	<b>Efecto</b>	<b>Responsable</b>	<b>Acción</b>	<b>Prevención</b>
F	A	C	E	R	A	P
Puntos de agua tapados con mortero del tarrajeo	Queja de la partida de enchape y pintura	Durante el tarrajeo nose dan cuenta de las salidas de agua	Retraso de trabajos para la etapa de acabados	Supervisión del area de calidad	Revisión previa para dar paso a los siguientes trabajos	Que realicen la liberación de los muros en el proyectado

*Nota.* En el diagrama se describe el retrabajo que involucra la fijación de puntos en los paneles tarrajeados.

En la tabla 13 se observa las fallas en el proceso del tarrajeo como puntos sobresalientes y torcidos. Para dejarlo de acuerdo a lo que pide el proyecto, se procede a picar para volver a descubrir, ya que para el enchape se debe dejar los puntos de agua fijado a 1.5 cm afuera del muro y para pared al ras.

**Figura 18**

*Salida de agua dentro del panel*



*Nota.* Salidas de agua tapadas por el tarrajeo en los paneles de núcleo de poliestireno expandido.  
Elaboración propia.

**Tabla 14**

*Diagrama FACERAP Mezcladoras rayadas*

<b>Falla</b>	<b>Apariencia</b>	<b>Causa</b>	<b>Efecto</b>	<b>Responsable</b>	<b>Acción</b>	<b>Prevención</b>
F	A	C	E	R	A	P
Mezclador as de Duchas rayadas	Queja por parte del cliente	Mala protección	Cambio de mezclador a rayada	Instalador de la mezcladora.	Correcta protección con cinta azul	Inducción al trabajador de una adecuada protección

*Nota.* En el diagrama se describe el retrabajo que involucra una mala protección a las mezcladoras que se instalan en los paneles.

En la tabla 14 muestra la mala protección que se le brinda a las mezcladoras luego de ser instaladas en los paneles. Al protegerlos mal durante el trabajo del tarrajeo rayan las mezcladoras al producirse genera retrabajo.

**Figura 19**

*Mezcladoras de duchas rayadas*



*Nota.* En la figura se observa el panel tarrajado y la mezcladora desprotegida, así pues, rayada.  
Elaboración propia.

## **Figura 20**

### *Protección de las mezcladoras*



*Nota.* En la figura se observa la mezcladora de ducha protegida adecuadamente. Elaboración propia.

Por último, se tiene objetivo en la cual se describen las ventajas y desventajas del proceso constructivo en los paneles de núcleo de poliestireno expandido. Referente a los resultados del desarrollo del objetivo específico 1 y 2 se pudo obtener el último objetivo referente a los costos y los retrabajos que requiere trabajar en los paneles de núcleo de poliestireno expandido. Así pues, se tiene que al realizar una mala cotización sobre los paneles de poliestireno se llegaría a perder económicamente una suma de S/. 154,328.46 soles.

### **Ventajas:**

1. Las salidas de agua no se afectan para un cambio, ya que en los paneles no pasan por amolado, en la tabiquería de ladrillo se llega a observar daños graves a los puntos de agua las cuales perjudicaran en el futuro debido a que en el proceso de amolado del

ladrillo han desgastado las salidas de agua la cual generará fisura, le quitan el refuerzo y al momento de ajustar cualquier accesorio se podría rajar y tener que cambiar la salida.

### **Figura 21**

*Salidas de agua desgastadas*



*Nota.* Salidas de agua desgastada por el amolado en la tabiquería de ladrillo. Elaboración propia.

2. Los montantes de desagüe no se ven afectados por la caída de retazos de ladrillo. Además, en los ductos de desagüe normalmente hay acumulación de residuos de ladrillo la cual debería limpiarse antes de llenar las tuberías con agua. Al no realizar la limpieza, se caerá todo ese material acumulado y ello podría afectar a la conexión de los montantes las cuales ya pasaron prueba y el daño se identificaría aun en la prueba final de escorrentía cuando ya están todos los acabados como pintura, enchape, instalación de drywall y muebles.

**Figura 22***Montante de desagüe*

*Nota.* Codo de montante de desagüe roto por caída de retazo de ladrillo. Elaboración propia.

3. Las tuberías no se ven afectadas por el anclaje de fierro para la instalación de los paneles.

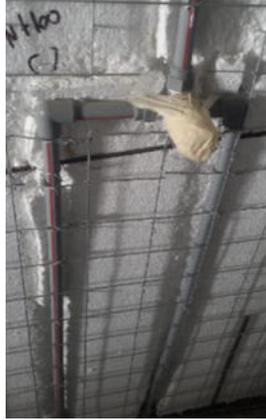
**Figura 23***Tubería de agua anclada por fierro*

*Nota.* La tubería de agua anclada para el asentado de ladrillo silico calcáreo. Elaboración propia.

4. No se necesita corte del panel para colocar las mezcladoras de ducha

**Figura 24**

*Mezcladora de ducha en panel de núcleo de poliestireno expandido*



Nota. Instalación de la mezcladora de ducha calentando el panel. Elaboración propia.

**Desventajas:**

1. Levantar los puntos de agua a 15 cm.
2. Ingresar más de 1 vez a un mismo trabajo ya ejecutado.
3. Retrabajos por el proyectado con mortero de los paneles de núcleo de poliestireno expandido.
4. Pérdida económica si se realiza una mala cotización referentes a una tabiquería convencional.

**Figura 25**

*Fijado de puntos de agua en los paneles proyectados de mortero*



*Nota.* Fijación de puntos de agua torcidos o tapados por el mortero del proyectado en los paneles. Elaboración propia.

#### 5. Retrabajos por el tarrajeo de los paneles de núcleo de poliestireno expandido

### **Figura 26**

*Puntos de agua torcidos y sobresalidos*



*Nota.* Puntos de agua torcidos y sobresalidos por el tarrajeo de los paneles de núcleo de poliestireno expandido. Elaboración propia.

### **Factibilidad técnica - operativa**

El proyecto multifamiliar Roosevelt queda ubicado en la Av. Panamá 5591 Lima, Miraflores. Donde se tomarán los mapeos de cada trabajo realizado para el levantamiento de puntos de agua y fijación en los paneles de núcleo poliestireno expandido. Los ambientes que se revisaron fueron los baños, cocinas y lavanderías. El proyecto cuenta con 22 pisos y 7 departamentos típicos por piso, para un total de 277 puntos de agua por piso.

**Tabla 15***Puntos de agua fría y caliente*

<b>Puntos de agua fría y caliente por piso</b>						
Departamento	Ambiente	PUNTOS SANTARIOS				
		AF	AC	VAF	VAC	Mezcladora
X01, X02, X04, X05 y X06	Baño principal	15	10	5	5	5
	Baño secundario	15	10	5	5	5
	Cocina	5	5	10	5	0
	Lavandería	15	10	10	10	0
X03	Baño principal	3	2	1	1	1
	Cocina	1	1	2	1	0
	Lavandería	3	2	2	2	0
X07	Baño principal	3	2	1	1	1
	Baño secundario	3	2	1	1	1
	Baño visita	2	0	1	0	0
	Cocina	1	1	2	1	0
	Lavandería	3	2	2	2	0
Total		69	47	37	34	13

*Nota.* Esta tabla muestra el total de salidas de agua por departamento. Elaboración propia.

**Tabla 16***Puntos de agua*

<b>Total de puntos de agua</b>							
Pisos	Ambiente	Puntos sanitarios					Total
		AF	AC	VAF	VAC	Mezcladora	
1 al 22	Dpto. X01 Al X07	1518	1034	814	748	286	4400

*Nota.* La tabla muestra el total de salidas de agua en todo el proyecto de la edificación multifamiliar. Elaboración propia.

## **Trabajos previos al proceso constructivo de las instalaciones sanitarias**

En la tabiquería respecto a los trabajos húmedos se procedió a instalar los paneles en los diferentes ambientes para dividir las áreas de cada departamento y luego proceden las partidas de instalaciones sanitarias, eléctricas y gas a levantar cada salida para diferentes accesorios o aparatos que se colocará.

### **Instalación de paneles de núcleo de poliestireno expandido**

Para proceder a realizar la instalación de los paneles se verificó que se encuentre el replanteo y trazado de las divisiones verticales en piso y en techo, según corresponda, identificando la línea de muro y el punto para la perforación de los anclajes. Sobre estos trazos se realizó el marcaje de los puntos de perforación y anclaje de los paneles. Asimismo, se realizaron fijaciones laterales y en la parte superior según estos elementos sean encontrados dentro del trazo de los muros. Los fierros de anclaje son anclados a los elementos estructurales mencionados y luego amarrados a la malla.

### **Figura 27**

*Instalación del panel de núcleo de poliestireno expandido*



*Nota.* La figura muestra los paneles divisores ya instalados en un ambiente de un baño, se puede apreciar el anclaje que soporta a los paneles. Elaboración propia.

### **Proyectado de shotcrete a los paneles de núcleo de poliestireno expandido**

Se aseguró los paneles de forma vertical y el horizontal mediante sujeciones para evitar los errores de nivel previa al lanzamiento de mortero contra los paneles. Se aplicó mortero por ambas caras de los muros de panel, iniciando desde la parte inferior y siguiendo en sentido ascendente hasta culminar en la parte superior. En esta operación se recubre la malla. La primera capa es de 20 mm como mínimo. Finalmente se generó el acabado tarrajado.

### **Figura 28**

*Shotcrete del panel de núcleo de poliestireno expandido*



*Nota.* La figura muestra el panel con shotcrete (mortero), para luego proceder a ser tarrajado. Elaboración propia.

## Inversión

La inversión que se realizó para la siguiente investigación es de tres mil cuatrocientos soles.

A continuación, se presenta a detalle en la tabla 17.

**Tabla 17**

*Presupuesto de investigación*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>
<b>GASTOS PRINCIPALES</b>			
Laptop	1		S/ 2600,00
Programas	1	%	S/ 200,00
EPPS	1	%	S/ 150,00
<b>GASTOS SECUNDARIOS</b>			
Impresión		GLB	S/ 50,00
Gastos de movilidad		GLB	S/ 250,00
Viáticos		GLB	S/ 150,00
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>S/ 3 400,00</b>

*Nota.* Esta tabla muestra el costo total que generó la realización de la investigación.

### **Análisis de Resultados**

Se explicó el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en paneles de núcleo de poliestireno expandido en un edificio multifamiliar. La investigación es de gran relevancia porque se identifican los retrabajos, los precios, ventajas y desventajas que involucra trabajar con paneles de Tecnopor. Además, permiten a los especialistas en el área de las instalaciones sanitarias a no cometer errores respecto a la supervisión del levantamiento de puntos de agua y la fijación en los paneles de poliestireno expandido.

Por otro lado, respecto al análisis del trabajo de las instalaciones sanitarias, las partidas del levantamiento de puntos de agua y fijación en los paneles de núcleo poliestireno expandido se tienen los análisis de precios unitarios reales la cual permitirá que no haya pérdida económica por una mala cotización.

Finalmente, al seguir los pasos para realizar el levantamiento de puntos y la fijación en los paneles se evitarán los retrabajos y ello ayudará a reducir horas hombre perdidas.

### **Análisis costos - beneficio**

Para determinar la diferencia del costo total del recurso mano de obra entre instalaciones sanitarias en los paneles de núcleo de poliestireno expandido y en un muro convencional se realizó el presupuesto contando con los APUS, medrado del total de los puntos de agua. Asimismo, se debe tener en cuenta los retrabajos que produce realizar el levantamiento de puntos en un panel cuando llega a la etapa del proyectado y tarrajeo.

**Tabla 18***Presupuesto para la instalación de puntos de agua en paneles*

<b>Presupuesto de la instalación de puntos de agua en paneles de núcleo de poliestireno expandido</b>						
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.T.C (S/.)	Parcial (S/.)	Total, todo costo
1	Instalación de puntos de agua					S/. 499,064.50
1.01	Puntos de agua a 15 cm	Ml	660.00	S/. 29.94	S/. 19,760.40	
1.02	Salida agua fría y caliente Ppr	Pto	2,838.00	S/. 43.72	S/. 124,077.36	
1.03	Llave De Paso Sist. Polipropileno	Pto	1,562.00	S/. 53.82	S/. 84,066.84	
1.04	Instalación de mezcladora para ducha	Pto	286.00	S/. 53.82	S/. 15,392.52	
1.05	Fijación de puntos en paneles de núcleo de poliestireno expandido	Pto	4,114.00	S/. 15.90	S/. 65,412.60	
1.06	Fijación de puntos en paneles de núcleo de poliestireno expandido proyectado	Pto	4,114.00	S/. 25.45	S/. 104,701.30	
1.07	Fijación de puntos en paneles de núcleo de poliestireno expandido tarrajado	Pto	4,114.00	S/. 20.82	S/. 85,653.48	
<b>SUB TOTAL</b>						<b>S/. 499,064.50</b>

<b>IGV</b>	18%	S/.	<b>S/. 89,831.61</b>
<b>TOTAL</b>		89,831.61	<b>S/. 588,896.11</b>

*Nota.* La tabla muestra el costo total que involucra la instalación de los puntos de agua en los paneles de núcleo de poliestireno expandido. Elaboración propia.

**Tabla 19**

*Presupuesto para la instalación de puntos de agua en muros convencionales*

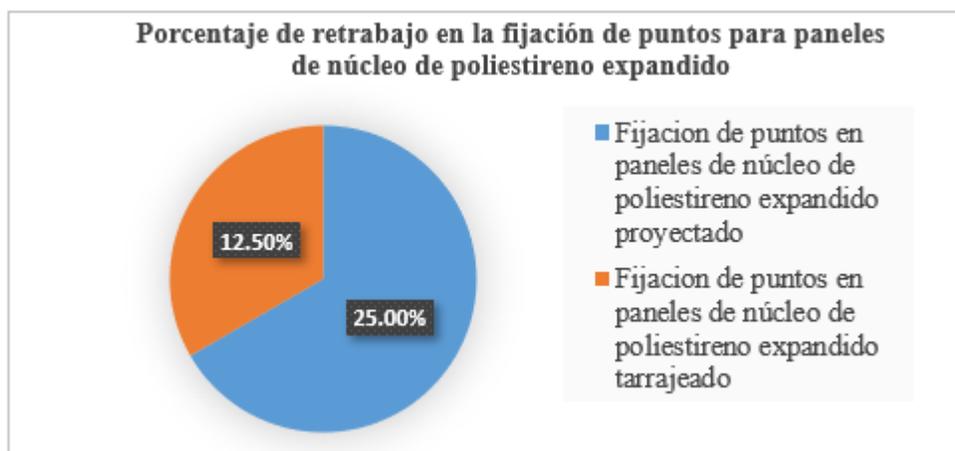
<b>Presupuesto de instalación de puntos de agua en muros convencionales</b>							
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.T.C (S/.)	Parcial (S/.)	Total, todo costo	
1	Instalación de puntos de agua					S/. 344,736.04	
1.02	Salida agua fría y caliente Ppr	Pto	4,114.00	S/. 43.72	S/. 179,864.08		
1.03	Llave De Paso Sist. Polipropileno	Pto	1,562.00	S/. 53.82	S/. 84,066.84		
1.04	Instalación de mezcladora para ducha	Pto	286.00	S/. 53.82	S/. 15,392.52		
1.05	Fijación de puntos en muros convencionales	Pto	4,114.00	S/. 15.90	S/. 65,412.60		
<b>SUB TOTAL</b>						<b>S/. 344,736.04</b>	
				<b>IGV</b>	18%	S/.	<b>S/. 62,052.49</b>
<b>TOTAL</b>						<b>S/. 406,788.53</b>	

*Nota.* La tabla muestra el costo total que involucra la instalación de los puntos de agua en muros convencionales. Elaboración propia.

Finalmente, tomando acciones preventivas para evitar los retrabajos por la fijación de puntos en los paneles que han sido proyectados y tarrajado. Posteriormente, se procedió a fijar los puntos de II. SS primero se esperó que los paneles estén con reglas, luego se procedió a colocar tacos de tubos con fierros y se amarra con alambre a la malla para que el punto de agua no quede dentro y tampoco torcido. En el caso de los paneles que pasarán a ser tarrajados deben estar los puntos de tarrajeo. Luego se fijó con cemento nivelando respectivamente para dejar el punto al ras del enchape y tarrajeo. Con ello, se redujo el porcentaje del total de puntos que se volverá a fijar.

**Figura 29**

*Retrabajos en la fijación de puntos en paneles de núcleo de poliestireno expandido*



*Nota.* La figura representa el porcentaje total de los puntos de agua que se volverán a fijar en los paneles de poliestireno expandido. Elaboración propia.

En la figura 27 se detalla que el 25% de los 4400 puntos de agua que hay en la edificación multifamiliar Roosevelt de los departamentos los cuales han sido afectados por el proyectado con mortero a los paneles de núcleo de poliestireno expandido se volverán a realizar el trabajo de fijación. Asimismo, el 12.50% de los puntos que fueron afectados por la actividad del

tarrajeo en los paneles se volverán a fijar para ello, se tiene un nuevo presupuesto ya teniendo en cuenta las medidas de acciones preventiva para evitar el 100% de retrabajos por la fijación de puntos de agua.

**Tabla 20**

*Presupuesto de los puntos de agua en los paneles con disminución de retrabajos*

<b>Presupuesto instalación de puntos de agua en paneles de núcleo de poliestireno expandido</b>						
Ítem	Descripción	UND	Cantidad	P.U.T.C (S/.)	Parcial (S/.)	Total, todo costo
1	Instalación de puntos de agua					S/. 348,155.72
1.01	Levantamiento de puntos a 15 cm	MI	660.00	S/. 29.94	S/. 19,760.40	
1.02	Salida agua fría y caliente Ppr	Pto	2,838.00	S/. 43.72	S/. 124,077.36	
1.03	Llave De Paso Sist. Polipropileno	Pto	1,562.00	S/. 53.82	S/. 84,066.84	
1.04	Instalación de mezcladora para ducha	Pto	286.00	S/. 53.82	S/. 15,392.52	
1.05	Fijación de puntos en paneles de núcleo de poliestireno expandido	Pto	4,114.00	S/. 15.90	S/. 65,412.60	
1.06	Fijación de puntos en paneles de núcleo de poliestireno	Pto	1,100.00	S/. 25.45	S/. 27,995.00	

---

	expandido proyectado				
1.07	Fijación de puntos en paneles de núcleo de poliestireno expandido tarrajado	Pto	550.00	S/. 20.82	S/. 11,451.00
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>S/. 348,155.72</b>
	<b>IGV</b>			18%	S/. 62,668.03
	<b>TOTAL</b>				<b>S/. 410,823.75</b>

---

*Nota.* La tabla muestra el costo total que involucra la instalación de los puntos de agua en los paneles de poliestireno expandido con acciones preventivas. Elaboración propia.

### **Aportes más destacables a la institución**

La empresa Servicios Múltiples Galvez Tirado S.A.C realiza servicios de instalación de agua y desagüe, aparatos sanitarios, entre otros en el rubro de las edificaciones multifamiliares, unifamiliares, condominios teniendo en cuenta cada proceso: organización, integración y expansión del mercado; por ello toman en cuenta el control de cada proceso, incrementar el número de clientes, permitiendo que la empresa será considerado la cual genera un gran valor productivo de un producto de buena calidad en la edificación basada en las instalaciones sanitarias.

Los beneficios que se le proporciona a la empresa son de dos formas: económicamente y entrega de un producto de buena calidad. En el proceso de fijación de puntos en los paneles de núcleo de poliestireno expandido se pudo identificar las fallas y tomar acciones preventivas para evitar los retrabajos, ello llevó a evitar pérdida económica en la mano de obra de S/. 150,908.78 soles. Asimismo, se cuenta con presupuestos totales de los puntos de agua en paneles de núcleo de poliestireno expandido la cual será aplicada a futuras cotizaciones para evitar pérdidas económicas.

Por otro lado, el autor de la investigación como supervisor de campo de instalaciones sanitarias llevó a cabo un detallado protocolo de planificación y verificación del trabajo para cumplir con los compromisos de entrega de cada trabajo cumpliendo así los plazos establecidos debido a que el tiempo de entrega es el factor que diferencia a la empresa. El efecto, se traduce en imagen de seriedad y profesionalismo. Asimismo, se demostró responsabilidad, compromiso, dedicación y perseverancia, debido actuar rápido y eficaz frente a los problemas durante cada proyecto.

## Conclusiones

En el presente proyecto se analizó el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en los paneles de núcleo de poliestireno expandido en un edificio multifamiliar. Según el autor Quiroz (2018), manifestó que las instalaciones sanitarias son sistemas compuestos por tuberías, accesorios y otros elementos que permitan el suministro de agua potable y el retiro de las aguas residuales en viviendas, edificios, locales comerciales entre otros. Además, Chávez y León (2021), realizaron el diagrama FACERAP para encontrar los problemas post construcción en las instalaciones sanitarias en las edificaciones de Cajamarca e indican que las fallas son de diseño y funcionamiento de los aparatos sanitarios. Por lo tanto, se concluyó con el diagrama FACERAP en el proceso de la instalación de los paneles de núcleo de poliestireno expandido antes de entrar a fijar las salidas de agua dichos paneles deben estar fijas y estables, asimismo; contar con reglas en la cara donde no haya puntos sanitarios los cuales se fijará, ya que ello evitará los retrabajos.

Se demostró la diferencia en el recurso mano de obra entre un muro convencional y paneles de núcleo de poliestireno para instalaciones sanitarias. Según los autores Martínez et al. (2012), mencionan que el poliestireno expandido es una espuma plástica, rígida y ligera fabricadas a partir de perlas de poliestireno que contiene una pequeña cantidad del pentano. Además, Rojas (2023), indica que el poliestireno expandido continúa ganando popularidad y aceptación en la industria de la construcción, se espera que nuevas tecnologías y usos del material sigan evolucionando. EPS demuestra sus beneficios en el ámbito de la construcción la utilización de dichos paneles en diferentes procesos constructivos, pero para que pueda alcanzar su máximo valor tiene el obstáculo del desconocimiento por parte de las personas que se dedican a la ejecución de proyectos de construcción. Sin embargo, a través de las capacitaciones y buena distribución de información

del EPS existe más profesionales familiarizándose con dicho material y aplicando en cada proyecto que ejecutan. Asimismo, se concluyó que existe una diferencia económica de S/. 150,908.98 soles entre la instalación de los puntos de agua en los paneles de núcleo de poliestireno expandido y un muro convencional de albañilería.

Se identificaron los retrabajos del proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en los paneles de núcleo de poliestireno expandido. Según el autor Geinco (2022), menciona que los paneles de núcleo de poliestireno expandido es una tabiquería tipo sándwich o multicapa, formado por un núcleo de poliestireno expandido (EPS). Que unido a dos capas de cobertura exterior de mortero, en cuyos interiores se encuentra una malla metálica ortogonal, unida a ambos lados a través del núcleo mediante alambres diagonales. Todo lo cual, le confieren una arquitectura tridimensional que le confiere la rigidez suficiente incluso para ser autoportante. Además, Lozada (2018), comenta que nuevos materiales y los sistemas estructurales constructivos se perfeccionan o generan nuevos sistemas que permiten llevar a una nueva frontera constructiva, dando lugar a edificaciones más sofisticadas y complejas en tanto a su forma y función. Por lo tanto, se concluyó que son dos los retrabajos debido al proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en los paneles de núcleo de poliestireno expandido en la actividad del levantamiento de puntos. Para la fijación de salidas de agua fueron fijadas de puntos en paneles proyectados con mortero y paneles tarrajado.

Se mostró las ventajas y desventajas entre el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en paneles de núcleo de poliestireno expandido y un muro convencional de albañilería. Según Geinco (2022), comenta que las instalaciones sanitarias realizadas en los paneles deben cumplir con lo indicado en la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones del

Reglamento Nacional de Edificaciones y las limitaciones de la Norma Técnica de Concreto Armado E060. Además, Torres (2020), diseñó los sistemas que comprende las instalaciones sanitarias de un edificio multifamiliar y tuvo como resultados un modelo en 3D hecho en Revit en el cual han considerado a la Norma IS. 010 del R.N.E y han garantizado el uso de diámetros más económicos para los aparatos. Se consideró montante de desagüe junto a la ventilación con un cambio de nivel cada 5 pisos. Por lo tanto, se concluyó que es ventajoso el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en un muro convencional debido a que existe una diferencia de S/. 150,908.78 soles al no tomar las acciones preventivas en cuanto a la fijación de los puntos de agua en los paneles de núcleo de poliestireno expandido. Mientras que, si se toman las acciones preventivas para evitar retrabajos se tendrá una diferencia de soles S/. 3419.68 soles.

### **Recomendaciones**

Considerar que al momento de ejecutar una actividad en relación a las instalaciones sanitarias en los paneles de núcleo de poliestireno expandido se debe generar un seguimiento a los trabajos encomendados. Asimismo, se debe generar un manual con este proyecto en cual se redacte los pasos a seguir para un adecuado levantamiento de puntos de agua en los paneles de núcleo de poliestireno expandido.

Se recomienda brindar seguimiento a la instalación de los paneles de núcleo de poliestireno expandido para evitar los retrabajos en la etapa de la fijación de los puntos de agua proyectado y tarrajeo de los paneles debido a que es una gran diferencia económica. Porque al cumplir con una adecuada supervisión de los trabajos la diferencia entre un muro convencional de albañilería y panel de núcleo de poliestireno expandido será de S/. 3419.68 soles.

Realizar liberaciones de trabajo de las instalaciones de los paneles de núcleo de poliestireno expandido verificando que cumplan con ser un panel estable y fijo, que cuenten con reglas y estén proyectados con mortero en la cara donde no cuente con puntos sanitarios. Todo lo cual ayudará realizar una fijación de puntos y disminuir el porcentaje de los retrabajos tanto en la etapa del proyectado y tarrajeo para los paneles.

Realizar el proceso constructivo de las instalaciones sanitarias en muros convencionales debido a que en dicha partida los costos de la mano de obra son menos, ya que trabajar en paneles de núcleo de poliestireno expandido genera retrabajos y reingreso a una misma actividad para dejarlo al 100%.

## Referencias

- Bohórquez Aliaga, H. A. (2022). *Implementación de la metodología BIM en el diseño de las instalaciones sanitarias de un condominio multifamiliar de 15 niveles y de 3 sótanos ubicado en el Distrito de José Bustamante y Rivero Arequipa* [Tesis de bachiller, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/8c5011e3-6954-4ab0-b69d-88781965643a>
- Ccahuana Huanachin, O., & Tong Mont, A. J. (2021). *Diagnóstico de fallas incidentes en instalaciones sanitarias en viviendas multifamiliares de Lima Metropolitana mediante la evaluación post venta y el enfoque a procesos* [Tesis de bachiller, Universidad Peruana Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/657845>
- Chávez Rubio, A. M., & León Chilón, D. A. (2021). *Evaluación de los problemas post construcción de las instalaciones sanitarias en edificaciones multifamiliares* [Tesis de bachiller, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28350>
- Geinco. (2022). *Muromax utilización de paneles*. [Archivo PDF]. <https://muromax.pe/wp-content/uploads/2021/03/Manual-de-instalacion.pdf>
- Mercado Medina, J. F. (2019). *Bases para el diseño de instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas en edificaciones* [ Tesis de Bachiller, Universidad Autónoma de México]. <https://ru.dgb.unam.mx/handle/20.500.14330/TES01000787056>
- Ministerio de vivienda y Saneamiento (2022). *Sistemas constructivos no convencionales vigentes*. [Archivo PDF]. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4248389/Descripci%C3%B3n%20de%20los>

%20Sistemas%20Constructivos%20No%20Convencionales%20en%20vigencia.pdf?v=1678731659

Naiza Ramírez, G. R. (2017). *Aplicación del poliestireno expandido en la fabricación de unidades de concreto liviano para muros de tabiquería en la ciudad de Arequipa*. [ Tesis de bachiller, Universidad Católica de Santa María].

<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/7229>

Quiroz González, J. A. A. (2018). *Diseño de instalaciones sanitarias para el costo óptimo de un proyecto de edificación multifamiliar Cercado del Callao 2018*. [ Tesis de bachiller, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35276>

Reglamento nacional de edificaciones. (2019). *Propuesta de Norma E.070 Albañilería*. [Archivo PDF]. <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>

Reglamento Nacional de edificaciones. (2006). [Archivo PDF]. *Subtítulo III.3 Instalaciones Sanitarias Norma I.S.010*.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686408/IS.010%20Instalaciones%20Sanitarias%20para%20Edificaciones%20DS%20N%C2%B0%200017-2012.pdf?v=1641411343>

Rojas Huaranca, E. L. (2020). *Análisis comparativo entre el sistema constructivo EMMEDUE y el sistema convencional de albañilería para la construcción de viviendas sociales unifamiliares Lima Metropolitana 2020*. [Tesis de Bachiller, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25433>

Tecnología del plástico (16 de noviembre de 2023). *Poliestireno expandido (EPS) en la industria de la construcción*.

<https://revistas.inah.gob.mx/index.php/boletinmonumentos/article/view/14797>

Monumentos Históricos (16 de noviembre de 2023). *Evolución de los sistemas estructurales y constructivos para edificaciones de altura en la ciudad de México.*

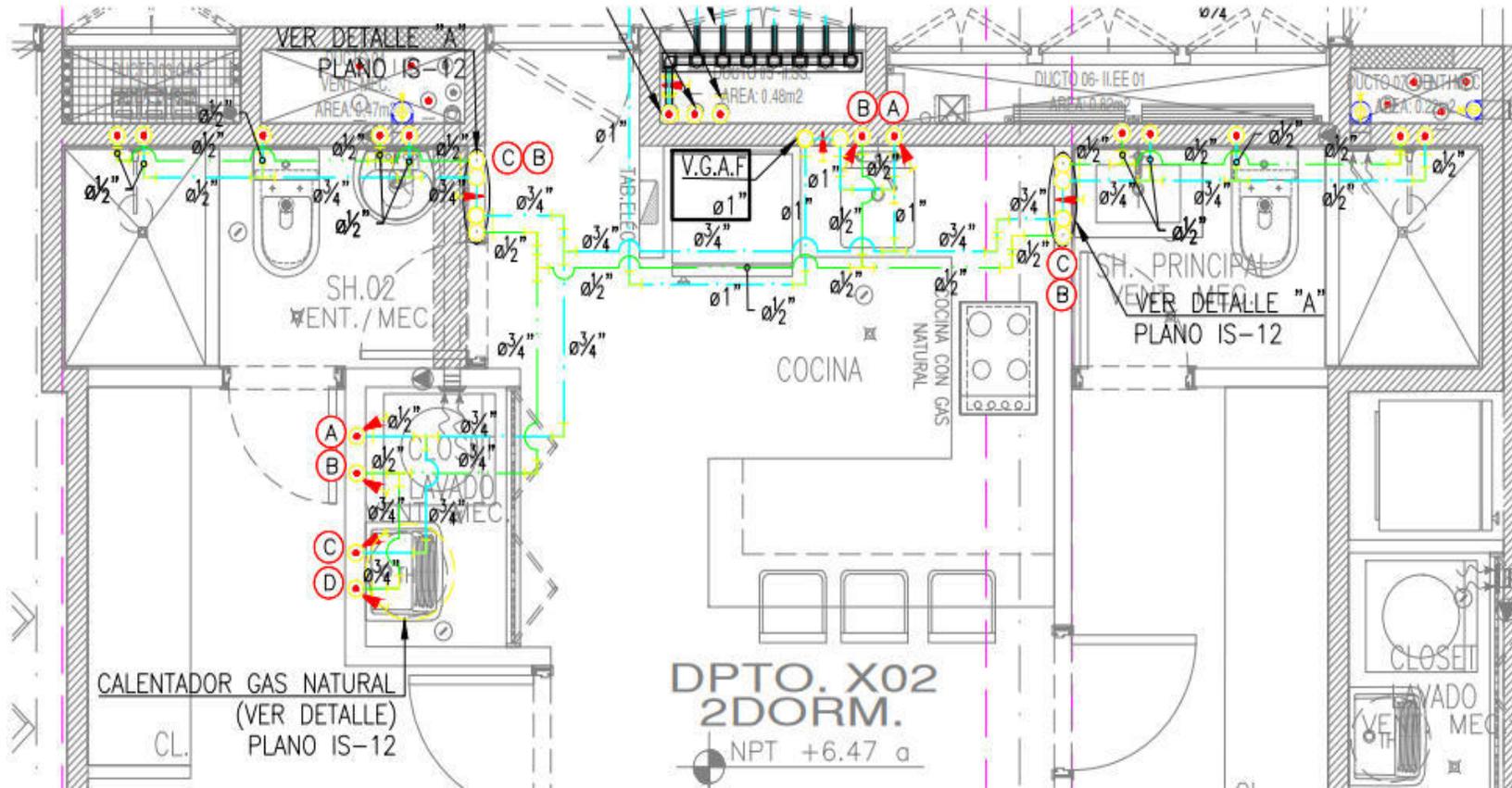
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35276>

Torres Valencia, J. L. (2020). *Diseño de las instalaciones sanitarias de un edificio multifamiliar tipo jardín de 16 niveles perteneciente a un área residencial en el distrito de Yanahuara Arequipa.* [Tesis de bachiller, Universidad nacional de San Agustín de Arequipa].

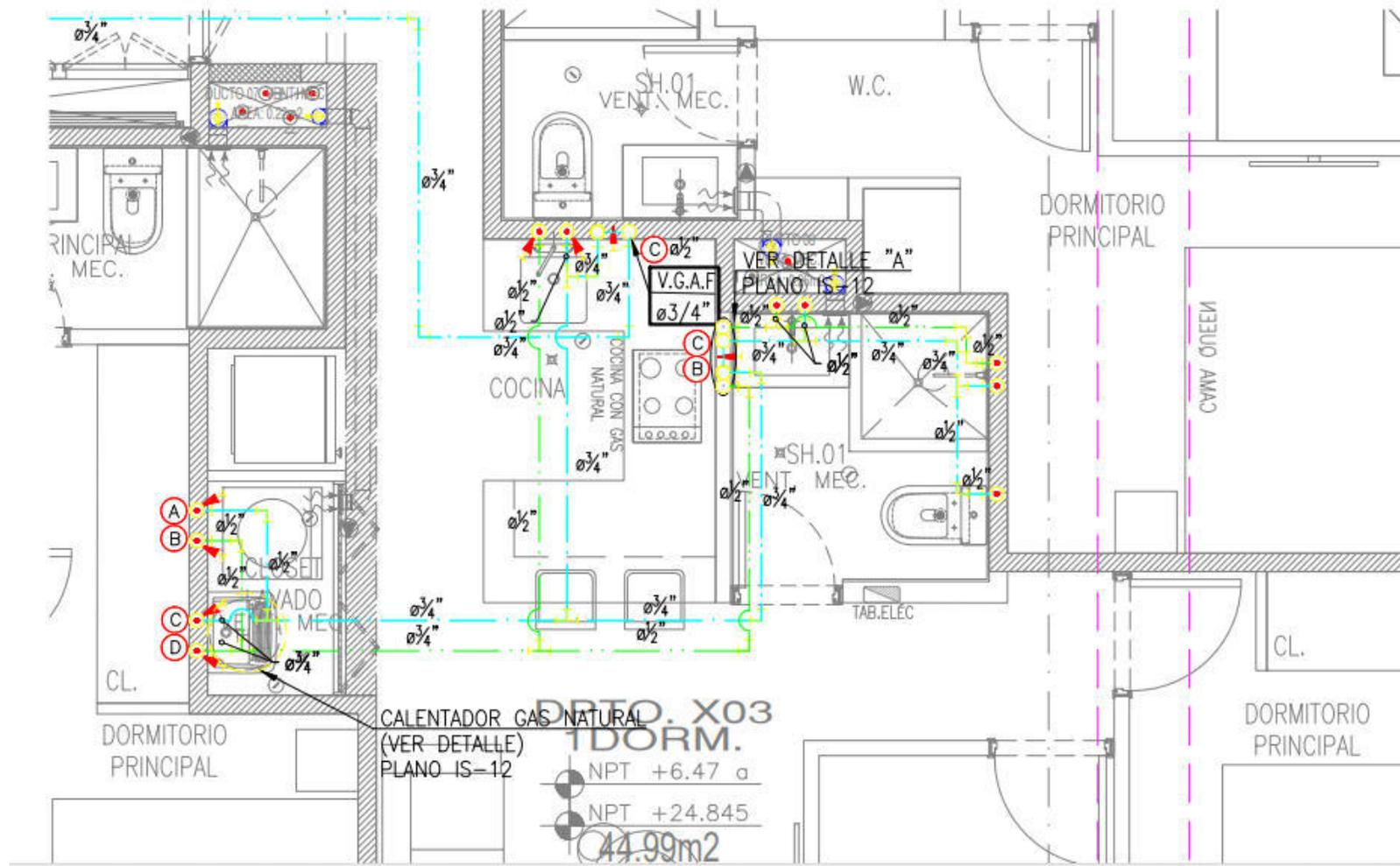
<https://repositorio.unsa.edu.pe/items/f0abe09f-9e69-482e-a897-987740af6dc2>



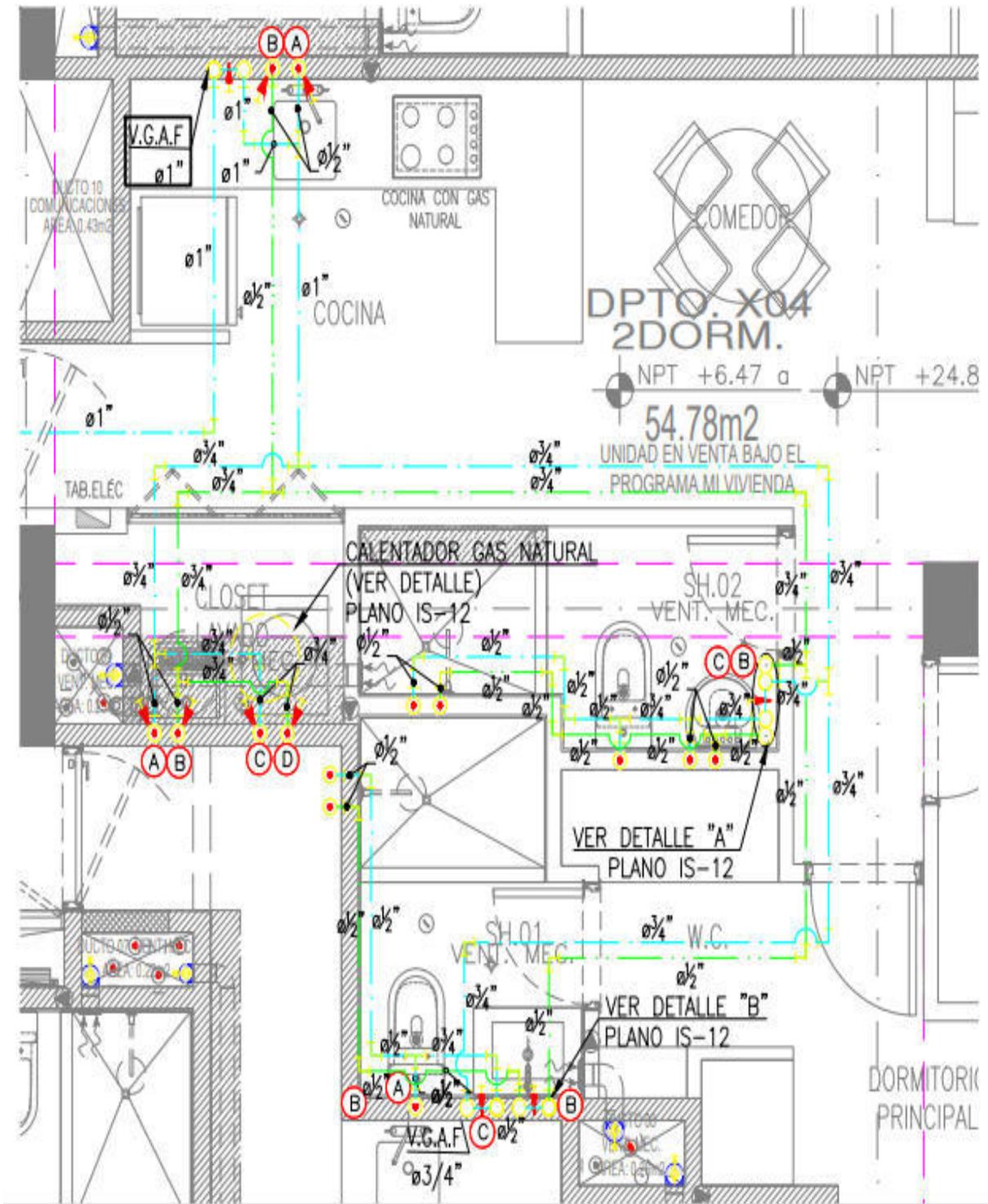
Anexo 2: Plano de red de agua departamento X02



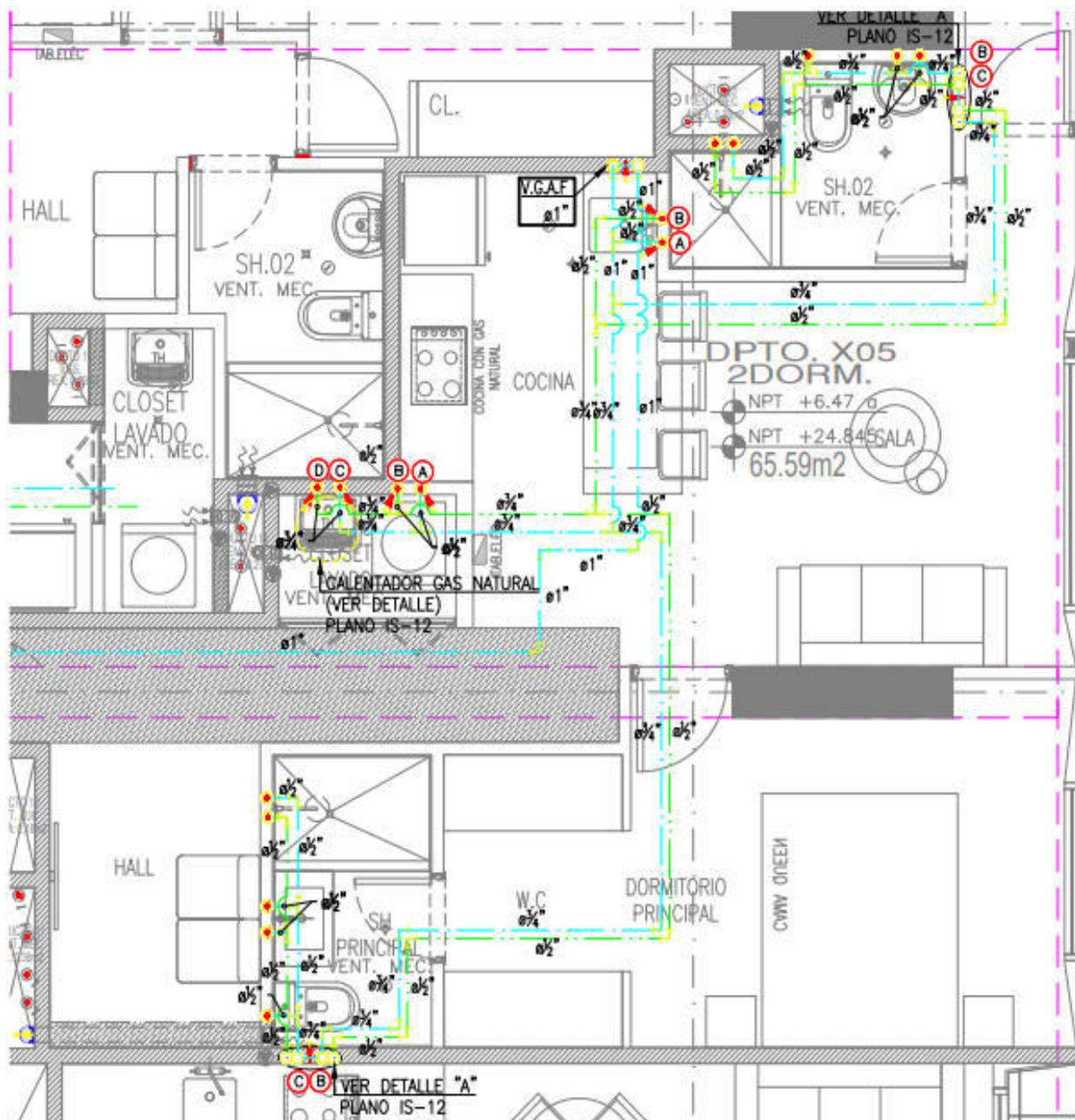
Anexo 3: Plano de red de agua departamento X03



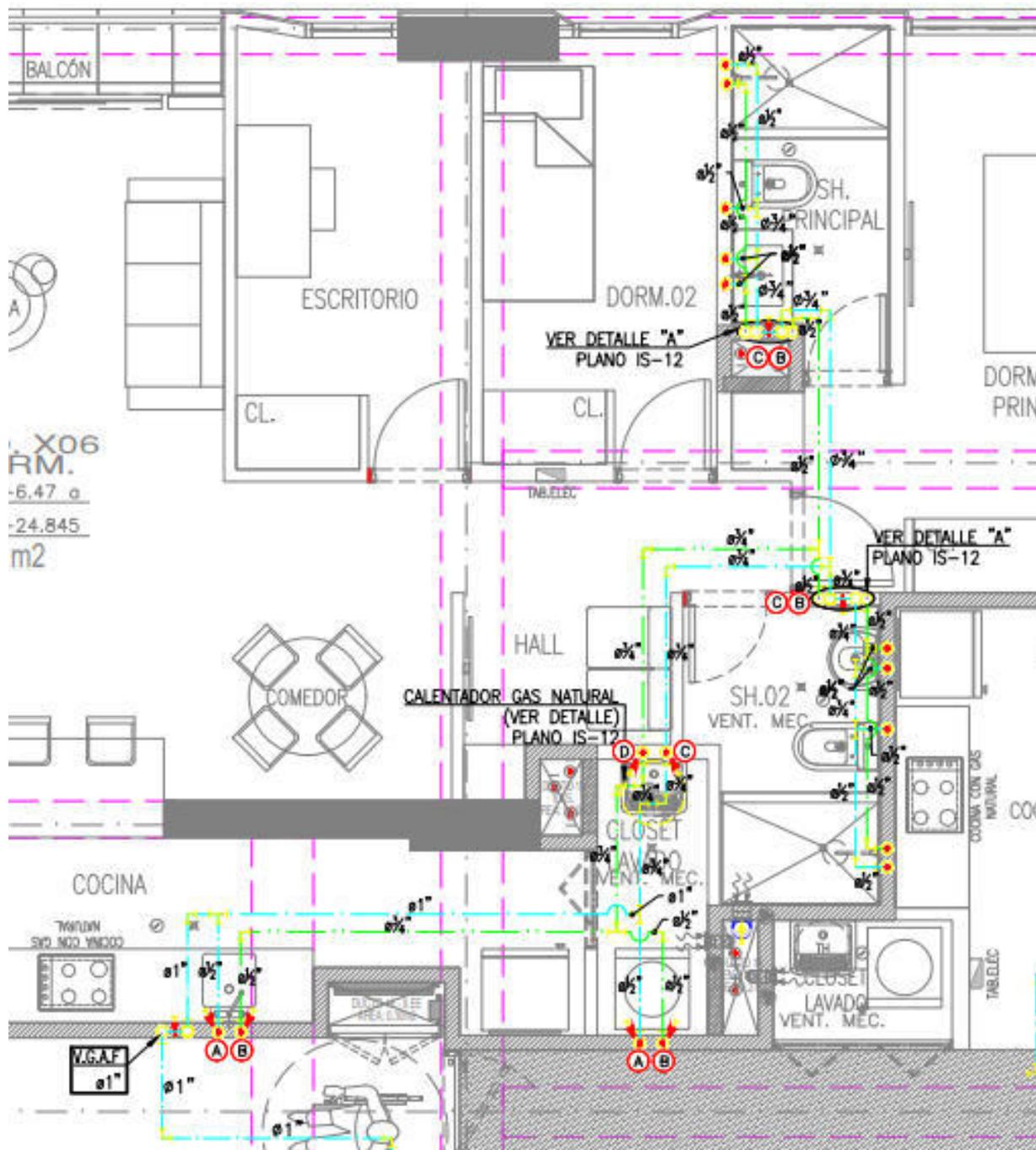
Anexo 4: Plano de red de agua departamento X04



Anexo 5: Plano de red de agua departamento X05



Anexo 6: Plano de red de agua departamento X06





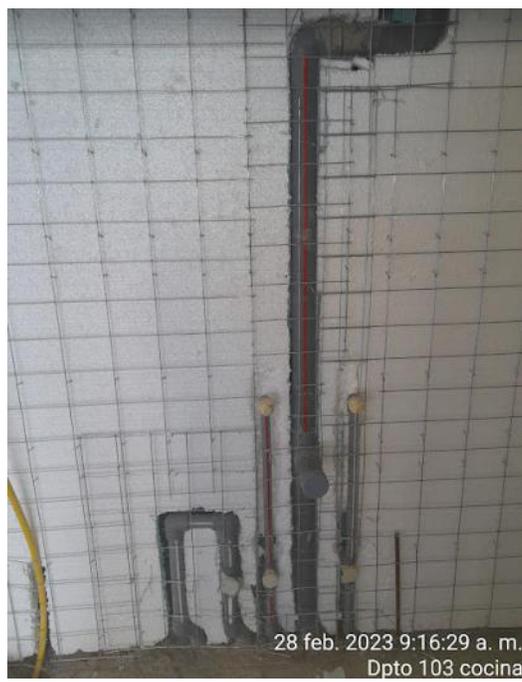
**Anexo 8:** Paneles de núcleo de poliestireno expandido ambiente de lavandería



**Anexo 9:** Paneles de núcleo de poliestireno expandido ambiente de baño



**Anexo 10:** Paneles de núcleo de poliestireno expandido ambiente de cocina



**Anexo 11:** Liberación de puntos sanitarios