



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TALLER EHÉCATL 21
AUTOGOBIERNO

Condominio Pacífico 455

El uso del PP-R en las instalaciones hidráulicas

REPORTE PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ARQUITECTO

PRESENTA

VÍCTOR HUGO MENDOZA ESQUIVEL

ASESORES

ARQ. OSCAR ROSENDO PORRAS RUÍZ

ARQ. GERMÁN SIERRA LARA

ARQ. OSCAR ALEJANDRO SANTA ANA DUEÑAS

Ciudad Universitaria, CDMX, octubre de 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A Víctor y Angelica, con profundo agradecimiento por su infinita paciencia y apoyo mientras tardaba en tomar la decisión de emprender este desafío académico. Su espera paciente y confianza inquebrantable fueron fundamentales en mi camino hacia este logro, esta etapa de mi vida es un tributo a su amor y aliento constantes. Gracias por siempre creer en mí.

A Bere y Sergio, como un recordatorio de que los sueños son alcanzables y que el esfuerzo y la perseverancia pueden llevarnos lejos. Espero que encuentren en estas páginas la inspiración para perseguir sus propias metas con pasión y determinación. Agradezco profundamente el cariño incondicional que me han brindado a lo largo de los años; sin ustedes, este viaje no habría sido lo mismo.

A Erika, nunca dejaste de creer en mí, y hoy, finalmente, he cumplido esa promesa. Este reporte es un testimonio de tu influencia positiva en mi vida, quiero agradecerte por siempre estar ahí, alentándome a superar mis miedos, dudas y obstáculos. Tu apoyo ha sido la fuerza impulsora detrás de este logro, sobre todo, espero que este sea solo el comienzo de muchas metas que alcanzaremos juntos. TA

A mis carnales, carnalas y familia, si recibes este documento quiero que lo veas como una celebración de nuestra conexión y de la influencia que has tenido en mi vida. Esto es un logro simultáneo que refleja las lecciones que he aprendido gracias a nuestra interacción y experiencias compartidas. Cada página escrita es un testimonio de las palabras de aliento que me has brindado; quiero que al sostener este documento recuerdes la importancia de nuestra relación y cómo contribuiste a mi camino.

ÍNDICE.

PRÓLOGO

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I. ASPECTOS TEÓRICOS

1.1.	LA VIVIENDA SALUDABLE Y EL AGUA. AUTORES: ONU, OMS, OPS, SEDATU, CONAVI.	3
1.2.	CONCEPTOS BÁSICOS DE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS. AUTORES: CONAGUA, SEP, INIFED, CONAVI.	7
1.3.	POLIPROPILENO COPOLÍMERO RANDOM (PP - R): UN MATERIAL DE VANGUARDIA. AUTORES: IMPI, INDELPRO, ROTOPLAS, AQUAPLAS	18
1.4.	NORMATIVIDAD	29

CAPÍTULO II. EXPERIENCIA LABORAL.

2.1.	EL INICIO EN EL CAMINO PROFESIONAL.....	33
2.2.	EL USO DE AUTOCAD COMO HERRAMIENTA.....	36
2.3.	GÉNESIS DEL ARQUITECTO CONSTRUCTOR.....	41
2.4.	CASO DE ESTUDIO: CONDOMINIO PACÍFICO 455. EL USO DEL PP-R EN LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS.....	46
2.4.1.	CONTEXTOS.....	46
2.4.2.	PLAN INTEGRAL PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO.....	49
2.4.3.	PROCESO DE RECONSTRUCCIÓN.....	51
2.4.3.1.	DEMOLICIÓN.....	52
2.4.3.2.	PROYECTO EJECUTIVO.....	54
2.4.3.2.1.	PROYECTO HIDRÁULICO.....	65
2.4.3.3.	ESTUDIOS TÉCNICOS Y COMPONENTES DE LOS PROYECTOS DE OBRA.....	75
2.4.3.3.1.	PRESUPUESTO DE OBRA.....	76
2.4.3.4.	CONTRATO DE OBRA.....	78
2.4.3.5.	EJECUCIÓN DE OBRA.....	79
2.4.3.5.1.	MONTAJE DE TUBERÍAS PP-R.....	84
2.4.3.5.2.	ESTIMACIONES.....	96
2.4.4.	ENTREGA / RECEPCIÓN.....	98

CAPÍTULO III. A MODO DE CONCLUSIONES

3.1.	CONCLUSIONES GENERALES.....	99
3.2.	APORTACIONES.....	101

TRABAJOS CITADOS

PRÓLOGO

Entonces, se inicia un flujo de recuerdos que pretende arrojar luz sobre los pasos que me llevaron hasta el presente. No es necesario desdeñar el punto de partida al describir un proceso, ya que el inicio de este viaje no se vincula con influencias directas, sino más bien con recomendaciones. No hubo compromisos forzados, pero sí un genuino interés que impulsó mis acciones. Cabe destacar que mis motivaciones brotaron de la propia práctica y la exploración. Por lo tanto, es pertinente esclarecer el punto de partida.

La curiosidad y la autogestión se presentan como dos conceptos intrínsecamente conectados en este contexto. La curiosidad se relaciona con el impulso innato de aprender y explorar, mientras que la autogestión representa la destreza para administrar de manera eficiente los recursos y las responsabilidades personales que surgen de esta inclinación. Esta distinción sirve para ilustrar el núcleo de la elección de adentrarme en el campo de la arquitectura.

Antes de tomar la decisión de embarcarme en esta travesía, pasé por una serie de reflexiones que consideré acertados antes de realizar una elección tan trascendental en mi desarrollo personal. Desde mi infancia, jamás me imaginé como un arquitecto o constructor. Sin embargo, un breve diálogo de apenas cinco minutos fue suficiente para prometerme y cumplir lo que hasta ahora he vivido con plenitud.

Mi interés innato por la historia y las humanidades siempre fue fuerte, pero descubrí en la arquitectura una forma única de unir estas pasiones. Aquí, no solo encontré un reflejo de la historia y la cultura, sino también un campo que fusiona arte, ciencia y técnica en una expresión creativa singular. La arquitectura me ha permitido explorar la historia y la cultura a través del diseño y el espacio, convirtiéndose en un puente entre mis inquietudes humanísticas y una vocación que combina la tradición con la innovación. Esta elección ha enriquecido mi comprensión del mundo y ha ampliado mi visión, mostrándome cómo el arte, la historia y la ciencia pueden converger de manera sorprendente en la arquitectura.

El inicio en el camino laboral se presentó de manera repentina, pero con muchas esperanzas para desarrollar una buena carrera dentro del ámbito arquitectónico. Son claros los motivos que desarrollas en la academia y en la vida propia, desde el CCH mi interés siempre fue conocer para aprender a aprender, pero, sobre todo, alentarme a explorar temas de manera independiente, promoviendo el pensamiento crítico y la curiosidad.

La carrera académica y profesionalmente te da eso y mucho más, escolarmente hablando el Ehécatl 21 resulta el bastión más importante bajo ese pensamiento en la facultad, por eso el inicio y culminación de esta etapa son parte de él.

El desarrollo profesional tiene mucho que ver con la obtención de un grado académico, más que el reconocimiento de los esfuerzos da una validez oficial a toda la carga de aprendizajes adquiridos en la experiencia laboral. La opción planteada en el presente reporte permite demostrar un profundo conocimiento y habilidades sólidas adquiridas a través del trabajo en el campo, destacando la pasión y dedicación por la carrera.

El siguiente trabajo tiene la tarea de demostrar de manera concreta y detallada todo lo que se ha mencionado anteriormente. A través de experiencias, ejemplos y análisis específicos, se presentará evidencia que respalde la importancia y nobleza de la modalidad de titulación por experiencia profesional. Este documento no solo proporcionará una visión general de la teoría detrás de esta modalidad, sino que también ilustrará su aplicación práctica en el mundo real.

INTRODUCCIÓN

Este documento se inicia en un viaje a través de los aspectos teóricos y prácticos que rodean la construcción de viviendas saludables y las instalaciones hidráulicas eficientes. El capítulo I aborda los fundamentos teóricos, comenzando con la importancia de una vivienda saludable y la relación crucial con el suministro de agua. Se exploran las perspectivas y contribuciones de organizaciones, como la ONU, la OMS, la OPS, la SEDATU y la CONAVI, que han destacado la necesidad de abordar estas cuestiones en la construcción de viviendas. Además, se analizan los conceptos básicos de las instalaciones hidráulicas, con la valiosa aportación de expertos en sistemas hidráulicos, junto con las pautas y directrices emitidas por instituciones relevantes como la CONAGUA, la SEP, el INIFED y la CONAVI.

En particular, se pone de relieve el Polipropileno Copolímero Random (PP-R) como un material de vanguardia que está transformando las instalaciones hidráulicas en la industria de la construcción. Asimismo, se examina en detalle la normatividad vigente que regula este ámbito, garantizando la calidad y la seguridad en las construcciones.

El capítulo II sumerge al lector en el mundo de la experiencia laboral en diferentes etapas del autor. Se narra el inicio en la carrera profesional, marcando el camino hacia la comprensión de las complejidades de la construcción y la importancia de las instalaciones hidráulicas eficientes. La narrativa se enriquece con la mención de herramientas fundamentales, como AutoCAD, que han revolucionado la forma en que los profesionales de la construcción abordan los proyectos.

Sin embargo, el punto culminante de este capítulo es el caso de estudio del Condominio Pacífico 455. Este edificio se convierte en un elemento distintivo de la reconstrucción tras el sismo de 2017 en la Ciudad de México. El uso del PP-R en sus instalaciones hidráulicas se presenta como una solución innovadora y eficiente. Se explora el contexto en el que se llevó a cabo este proyecto y se relata el Plan Integral para la Reconstrucción de la Ciudad de México. Los procesos de demolición,

la elaboración del proyecto ejecutivo y la ejecución de obra se detallan a lo largo del capítulo.

El capítulo también se enfoca en el montaje de tuberías PP-R, destacando su relevancia y eficiencia en este proyecto específico. También se analizan aspectos técnicos, como los estudios técnicos y los componentes de los proyectos de obra, junto con aspectos financieros como el presupuesto y el contrato de obra. El proceso de ejecución de la obra se desglosa en sus etapas, incluyendo estimaciones y el proceso de entrega/recepción.

El tercer capítulo culmina este viaje aportando conclusiones generales derivadas de la exploración profunda de los temas teóricos y prácticos que rodean la vivienda saludable, las instalaciones hidráulicas eficientes y el uso del PP-R como material innovador. Se resaltan las contribuciones y se reflexiona sobre las implicaciones y aplicaciones de los conceptos abordados en este documento.

Este trabajo propone ser un recurso que combina la teoría con la experiencia práctica, proporcionando una visión completa de la construcción de viviendas saludables y la importancia de las instalaciones hidráulicas eficientes con el uso de PP-R.

En resumen, este reporte titulado "*Condominio Pacífico 455: El Uso del PP-R en las Instalaciones Hidráulicas*" aborda cuestiones cruciales en el mundo de la construcción y la vivienda. El uso innovador del PP-R como material para instalaciones hidráulicas muestra cómo la industria de la construcción continúa evolucionando para ofrecer soluciones más eficientes y sostenibles, el contenido no pretende hacer comparaciones con respecto a otros materiales, sino ofrecer una opción más en el uso de tuberías hidráulicas.

La reconstrucción del Condominio Pacífico 455 tras el sismo de 2017 en la Ciudad de México es un testimonio de la perseverancia y la determinación de la comunidad de la construcción para enfrentar desafíos y buscar soluciones innovadoras. El alcance no solo intentara enriquecer el conocimiento sobre viviendas saludables y sistemas hidráulicos eficientes, sino que también servir de inspiración para seguir buscando mejoras en la industria de la construcción, incluso en situaciones adversas.

CAPÍTULO I. ASPECTOS TEÓRICOS.

1.1. LA VIVIENDA SALUDABLE Y EL AGUA.

Autores: ONU, OMS, OPS, SEDATU, CONAVI.

Desde hace tiempo en México, se ha venido impulsando la Iniciativa de reformar el artículo 4o constitucional en lo que a vivienda corresponde.

La Iniciativa se propuso en el Senado de la República desde el año 2013, la cual en su sinopsis nos dice:

“Iniciativa con proyecto de decreto por el que se reforma el párrafo séptimo del artículo cuarto de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos con el objeto de garantizar el derecho a toda persona a una vivienda adecuada. [...] Propone reformar el artículo 4 constitucional para establecer que todos los mexicanos tienen derecho a una vivienda adecuada y eliminar los términos “digna y decorosa”; y que el Estado garantizará su ejercicio, dotando, a través de la Ley, de mecanismos y apoyos que garanticen su disfrute y exigibilidad.”¹

La propuesta se alinea a los criterios de organizaciones internacionales, según ACNUDH/ONU HÁBITAT² en su Folleto informativo No. 21. El derecho humano a una vivienda adecuada nos dice: *“La vivienda adecuada fue reconocida como parte del derecho a un nivel de vida adecuado en la Declaración Universal de Derechos Humanos de 1948 y en el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de 1966.”* (pág. 1)

¹ Por Araujo Lara, A. (2013). *Iniciativas de Ciudadanos Legisladores*. De Gaceta Parlamentaria.

² ACNUDH: Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. Procura el derecho a una vivienda adecuada.

ONU-HÁBITAT: Organización de las Naciones Unidas para el Hábitat. Reduce la desigualdad espacial y la pobreza en las comunidades a lo largo del continuo urbano-rural.

Existen varias explicaciones para entender el concepto de *vivienda adecuada*, para efectos de este trabajo utilizaremos la siguiente:

“Las personas no habitamos igual los espacios, ni realizamos las mismas actividades en ellos, ni tenemos las mismas prioridades sobre los mismos. Porque las personas somos diversas, vivimos situaciones particulares, tenemos proyectos de vida propios, habitamos identidades étnicas específicas, nos relacionamos en climas y geografías distintos.”³

El Programa Nacional de Vivienda 2019-2024 del Gobierno de México, ya pone en práctica el concepto de *vivienda adecuada*, dirigido particularmente a la que es construida con recursos públicos. De este modo, teniendo como base los criterios de ACNUDH/ONU HÁBITAT se enlistan siete conceptos clave que la definen. **(Tabla 1)**

LOS SIETE ELEMENTOS DE LA VIVIENDA ADECUADA

1	La seguridad de la tenencia.	Garantizar a los ocupantes protección jurídica.
2	Disponibilidad de servicios, materiales e infraestructura.	Provisión óptima de servicios hidrosanitarios y eléctricos.
3	Asequibilidad.	Costo de la vivienda accesible para todas las personas.
4	Habitabilidad.	Espacio habitable suficiente, seguro y sin riesgos.
5	Accesibilidad.	Considerar a personas con algún tipo de discapacidad.
6	Ubicación.	Localización adecuada para el desarrollo de la población.
7	Adecuación cultural.	Respeto a la expresión de la identidad cultural.

Tabla 1. Condiciones particulares de una vivienda adecuada.⁴

³ Por Escoffié Duarte, C. (2022). *Manifiesto en contra de la vivienda digna*. De Revista Nexos.

⁴ Elaboración propia con base en SEDATU, CONAVI. (2019). *Criterios técnicos para una vivienda adecuada*.

ONU HÁBITAT en su informe de los *Elementos de una Vivienda Adecuada* del 2019 considera también añadir otra serie de conceptos para complementar los enlistados anteriormente. Estos, recaen directamente en la vivienda desde un punto de vista del objeto arquitectónico, ya que se desenvuelven en la vivienda ya construida. De manera general se mencionan a continuación:

1. Vivienda durable.
2. Espacio vital suficiente.
3. Acceso a agua mejorada.
4. Acceso a saneamiento adecuado.

Se observa que tanto los conceptos complementarios como en la tabla mencionan al agua como tema básico, ya sea por tener derecho al acceso líquido vital, o, por considerar los servicios hidráulicos como elemento a considerar dentro de una casa para cumplir las pautas de la *vivienda adecuada*.

Es destacado que cada uno de los once puntos podrían investigarse de manera independiente, y tener un peso considerable dentro de los temas en cuanto a arquitectura corresponde, ya que es a partir de los antecedentes arquitectónicos que se les han otorgado principios, valores, conceptos y/o definiciones.

Por lo tanto, considerando que cada uno de los puntos antes mencionados son candidatos para profundizar en su análisis, o en cierta medida, tomarlos como punto de partida para el desarrollo de diferentes temas, decidí escoger como preámbulo los conceptos dos y tres, respectivamente, para el interés de este trabajo.

El desarrollo de estas dos condiciones, partiendo desde lo que hasta el momento he planteado, deja a un lado los estudios que de la mecánica de fluidos se han realizado y se enfoca exclusivamente en la relación entre el derecho/uso del agua y la vivienda. A continuación, sus definiciones:

Disponibilidad de servicios, materiales, instalaciones e infraestructura:

“La vivienda es adecuada si sus ocupantes tienen agua potable, instalaciones sanitarias adecuadas, energía para la cocción, la calefacción y el alumbrado, la conservación de alimentos y la eliminación de residuos.”⁵ (ver Imagen 1)

Acceso a agua mejorada:

“Se considera que una vivienda cuenta con acceso a agua potable mejorada, si cuenta con una cantidad suficiente de agua para el uso de la familia. Una cantidad suficiente es por lo menos de 20 litros por persona diarios. Los siguientes criterios son utilizados para determinar el acceso a agua mejorada: Conexión de acueducto a la vivienda o lote, pozo de agua, ducto público que beneficie a no más de 5 viviendas, pozo profundo protegido, fuente de agua protegida, recolección de agua de lluvia y agua embotellada.”⁶

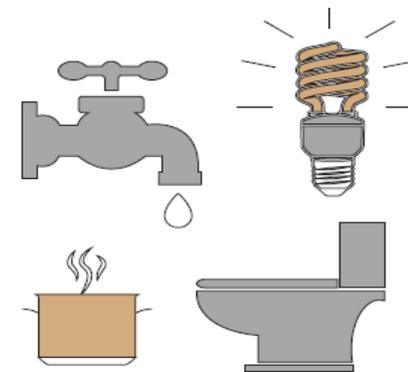


Imagen 1. La vivienda adecuada.

Fuente: SEDATU, CONAVI. (2019). *Criterios técnicos para una vivienda adecuada*. México: Gobierno de México. Pág. 15

⁵ Por SEDATU, CONAVI. (2019). *Criterios técnicos para una vivienda adecuada*. México: Gobierno de México. Pág. 15

⁶ Por ONU-Hábitat. (2019). *Elementos de una vivienda adecuada*. De ONU-Hábitat, por un mejor futuro urbano

Es importante aclarar que no es la intención de este apartado realizar una investigación del derecho humano al líquido vital. Sino más bien, ordenar esta información hacia el interés del agua potable dentro de la vivienda para hacerla sana, y, por consiguiente, en la importancia de las Instalaciones Hidráulicas.

Según los *Criterios Técnicos para una Vivienda Adecuada* de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) el concepto de *“Disponibilidad de servicios, materiales, instalaciones e infraestructura tiene un estrecho lazo con la vivienda saludable ya que promueve la salud y la prevención de riesgos para sus ocupantes.”* (pág. 15)

De igual forma, con respecto a la *vivienda saludable*. ACNUDH/ONU-HÁBITAT dice:

*“Una vivienda inadecuada puede tener repercusiones en el derecho a la salud; por ejemplo, si las viviendas o los asentamientos no cuentan con suficiente agua potable y saneamiento, sus residentes pueden enfermarse de gravedad.”*⁷

La Vivienda Saludable, igual que la *vivienda adecuada*, está compuesta por una relación de varios conceptos para definirla. Por tal motivo, de la misma forma como hice con los conceptos de la *vivienda adecuada*, resaltaré los temas que interesan a esta investigación.

Para Hábitat para la Humanidad, *“la vivienda saludable responde a las necesidades físicas, sociales y mentales. [...] Contiene los siguientes conceptos: Seguridad, confort, privacidad, **higiene**, bienestar, espacio, luz, **agua potable, drenaje**, entorno físico adecuado y libre de fuentes contaminantes al interior.”*⁸

Dentro de las Normas Oficiales Mexicanas también encontramos un conjunto de medidas que gracias a la coordinación de la Secretaría de Salud contribuyen a la *vivienda saludable*. En la guía de la Comisión

Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI), sustituida por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) en el 2006, se explica lo siguiente:

*“El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua, desde los sistemas hasta la entrega al consumidor.”*⁹

Asimismo, La Ley de Vivienda decretada en el 2006 en su artículo 71 menciona la provisión de agua potable con el propósito de ofrecer calidad de vida, salud e higiene a los ocupantes. (pág. 27)

Bajo este modelo, asociado con la reciente pandemia a causa del COVID-19, donde la higiene en las casas y la higiene personal fueron cruciales: En diferentes medios de comunicación exponían que una de las mejores defensas consistía en lavarse las manos con frecuencia, ya que las manos se convierten en vehículo y mecanismo de transmisión. Por lo tanto, el binomio agua/vivienda va más allá de su percepción como derecho humano básico, puesto que:

*“La vivienda saludable contribuye a mantener un buen estado de salud entre los habitantes de las ciudades, sobre todo en aquéllos cuyas casas tienen acceso a los servicios básicos [...] El estado de salud de los residentes de las ciudades mejora con el progreso de las viviendas saludables, siempre y cuando éstas se piensen como un primer espacio de construcción de la salud pública.”*¹⁰

⁷ Por ACNUDH, ONU HÁBITAT. (2010). Folleto informativo No. 21. *El derecho humano a una vivienda adecuada*. Ginebra, Suiza. Pág. 10

⁸ Por Hábitat para la Humanidad, México (2021). *¿Qué es una vivienda saludable?*

⁹ Por CONAFOVI. (2005). *Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*. México: Gobierno de México. Pág. 17

¹⁰ Por Miguel Velasco, et al. (2022). *Vivienda saludable y estado de salud en las ciudades. El caso de Oaxaca, México*. De Región y Sociedad, Vol. 34.

De la misma manera, para la CONAGUA es igual de importante impulsar el uso responsable del agua en el uso habitacional como promover la vivienda sana. Como nos lo explica a continuación:

“El agua interviene en todos los ámbitos de la vida social y económica de nuestra sociedad. Influye decisivamente en la calidad de vida de la población, pues su ausencia o mala calidad deriva en afectaciones a la salud y bienestar.”¹¹

Por tal motivo es preciso que cada una de las viviendas, así como cada una de las ciudades, tomando en cuenta el entorno urbano, —se hace referencia al entorno urbano debido a que el objeto de estudio fue construido en este contexto— cuenten con un sistema de Instalación Hidráulica eficiente.

En cuanto al uso doméstico del agua se arrojan cifras interesantes. En la siguiente tabla se enumeran las más importantes.

EL AGUA EN LA VIVIENDA	
1	Distribución. De cada 100 litros empleados en el país, 15 son para el abastecimiento público.
2	Volumen. Del 2012 al 2021 se incrementó el 10.91% se el volumen para abastecimiento público.
3	Uso. Del agua empleada en el hogar, 66% se utiliza en bañarse y en el sanitario.
4	Fugas. Una fuga de dos gotas por segundo equivale al año a 475 garrafrones de 20 litros.
5	% de fugas. 32% en los ramales de distribución. 68% en los ramales de tomas domiciliarias.

Tabla 2. Datos del uso del agua.¹²

Respecto al preámbulo visto en este apartado, podemos decir que las instalaciones hidráulicas son el resultado de relacionar al agua con la vivienda. Esto, debido a que para lograr un óptimo funcionamiento en

los servicios que demandan el uso del líquido vital, se requiere de un estricto montaje de las redes de distribución; desde la disponibilidad del recurso hasta el armado de las tuberías intradomiciliarias para el uso doméstico. **(ver Imagen 2)** Tema que abordaremos en el capítulo siguiente.



Imagen 2. Usos domésticos del agua

Fuente: CONAFOVI. (2005). *Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*. Gobierno de México. Pág. 20

¹¹ Por CONAGUA. (2022). *Numeragua*, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Pág. 9

¹² Elaboración propia con base en CONAGUA. (2022). *Numeragua*, edición 2022 y CONAFOVI. (2005). *Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*.

1.2. CONCEPTOS BÁSICOS DE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS.

Autores: CONAGUA, SEP, INIFED, CONAVI.

En las diferentes fuentes revisadas para darle forma a este marco teórico, encontré que los datos, cifras, modelos, principios y/o definiciones de las instalaciones hidráulicas se disponen según el propósito que tenga la publicación. Por ejemplo, hay textos que hablan sobre la dotación pública, pero no tocan el tema de la distribución en la vivienda, y, viceversa.

Por tal motivo, realicé una compilación tomando en cuenta que estos términos se buscaran y desarrollaran enfocados en el montaje y construcción de las instalaciones hidráulicas. Como he explicado, nuestro caso de estudio no requirió de cálculos hidráulicos o de profundizar en temas de la ingeniería hidráulica. Por lo tanto, esta compilación estará orientada hacia las actividades de la plomería y/o fontanería en la vivienda. Sin embargo, en algunos casos se escribirá la fórmula de algunos principios solamente para reforzar su definición.

Sírvanse estos conceptos como guía del proceso en la circulación del agua dentro del abasto público. Según los temas encontrados en los *Códigos de Edificación de Vivienda* (2017) de la CONAVI y de la publicación *Numeragua* (2022) de la CONAGUA el suministro de agua debe llevar el siguiente orden:

- Disponibilidad del recurso.
- Captación.
- Conducción.
- Tratamiento.
- Almacenamiento.
- Redes de distribución.
- Toma domiciliaria.
- Instalación intradomiciliaria.

Disponibilidad del recurso.

Por disponibilidad se entiende a la cantidad máxima de agua renovable que es factible explotar en un país sin alterar el ecosistema. De lo general a lo particular veamos los siguientes datos:

EL AGUA EN EL MUNDO	
Cantidad.	Hasta el año 2022 el total de agua en la Tierra era de 1,386 billones de hm ³
Proporción.	El 97.5% es agua salada. El 2.5% es agua dulce.
Distribución Agua dulce.	El 68.7% está congelada en glaciares. El 8% está congelada en permafrost. El 30% es agua subterránea. El 0.4% son aguas superficiales.
Posición.	Hasta el 2010 México tenía la posición 86 global con 460 miles de millones de m ³ de agua renovable.
Accesibilidad.	De estos porcentajes solamente 0.77% es agua dulce para el consumo humano. (ver Imagen 3)

Tabla 3. Disponibilidad de agua en el mundo.¹³

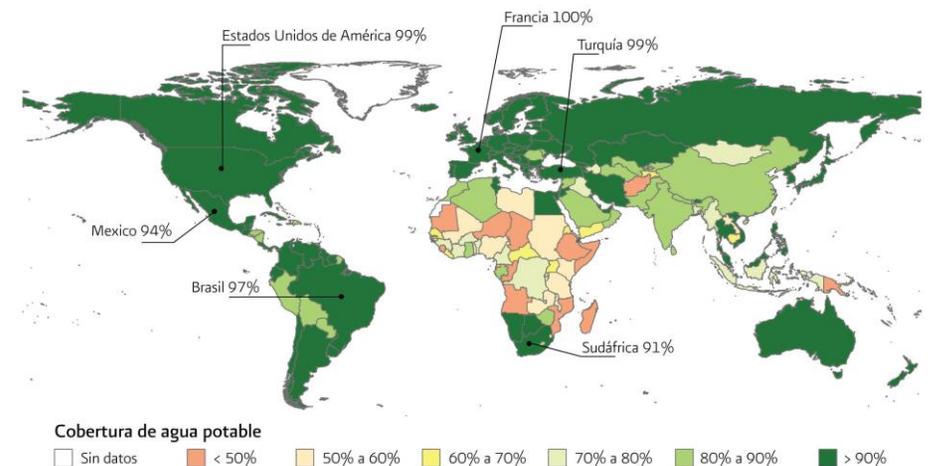


Imagen 3. Cobertura de agua potable en el mundo, 2008.

Fuente: SEMARNAT. (2015). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. México: SEMARNAT. Pág. 35

¹³ Elaboración propia con base en SEMARNAT. (2015). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. México: SEMARNAT.

Antes de pasar a los datos del país, es justo aclarar que la cantidad de agua de un territorio no necesariamente es la potable, como lo vimos en la **Tabla 3**. Para el caso de México tenemos las siguientes cifras.

EL AGUA EN MÉXICO.	
Agua renovable.	Cantidad máxima en el 2022: 461,640 millones m ³ . Igual a cubrir todo México con 23.5 cm de agua.
Porcentajes.	El 68% ocurre en el sur y sureste del país. El 32% ocurre en el norte y noreste del país.
Ciclo hidrológico.	De cada 100L de lluvia 71.70 regresan a la atmósfera, 21.99 escurren por ríos y arroyos, 6.31 se infiltran en los acuíferos.

Tabla 4. Disponibilidad de agua en México.¹⁴

La CONAGUA está dividida en 13 regiones para la administración y preservación del recurso, la disponibilidad del agua en cada una la observamos a continuación:

Región administrativa	Disponibilidad media (hm ³)	Disponibilidad p. p. (m ³ /hab.)
I. Península de Baja California	4,858	1,024
II. Noroeste	8,274	2,768
III. Pacífico Norte	26,747	5,723
IV. Balsas	21,668	1,767
V. Pacífico Sur	30,836	5,951
VI. Río Bravo	12,844	996
VII. Cuencas Centrales del Norte	8,024	1,694
VIII. Lerma-Santiago-Pacífico	35,071	1,390
IX. Golfo Norte	28,655	5,236
X. Golfo Centro	94,363	8,670
XI. Frontera Sur	147,195	18,375
XII. Península de Yucatán	29,647	5,999
XIII. Aguas del Valle de México	3,401	142

Tabla 5. Estimación del agua renovable en el 2019.¹⁵

¹⁴ Elaboración propia con base en CONAGUA. (2022). *Numeragua, edición 2022*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

¹⁵ Elaboración propia con base en SEMARNAT. (2021). *Estimación del agua renovable (disponibilidad natural media del agua) por región Hidrológico-Administrativa* de Compendio de Estadísticas Ambientales.

Captación.

*“Los sistemas convencionales de abastecimiento de agua utilizan para su captación aguas superficiales o aguas subterráneas. Las superficiales se refieren a fuentes visibles, como son ríos, arroyos, lagos y lagunas, mientras las subterráneas, a fuentes que se encuentran confinadas en el subsuelo, como pozos y galerías filtrantes.”*¹⁶

Aguas superficiales.

“Para la administración de las aguas superficiales nacionales, nuestro país se divide en cuencas hidrológicas con un total de 757. Ríos y arroyos constituyen una red hidrográfica de 633 mil km.

[...] El agua superficial escurre por ríos y canales y se embalsa en cuerpos de agua naturales y artificiales. Por su desembocadura se clasifica en tres vertientes Interior; Golfo de México y Mar Caribe; Pacífico y Golfo de California. México recibe y entrega agua a sus países vecinos en las cuencas transfronterizas que comparte con ellos. De cada 100 litros de agua superficial en México, 13.35 provienen de Estados Unidos, Guatemala y Belice.

*[...] Los principales ríos por su longitud. Vertiente Interior: Nazas-Aguanaval con 1 159 km y Lerma con 708 km. Vertiente Pacífico y Golfo de California: Culiacán con 875 km y Balsas con 770 km. Vertiente Golfo de México y Mar Caribe: Grijalva-Usumacinta con 1,521 km y Pánuco con 510 km.”*¹⁷

¹⁶ Obtenido de *Sistemas de agua potable -Sistemas de agua potable- Bombeo de agua potable municipal Estados y municipios | Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx)*

¹⁷ Por CONAGUA. (2022). *Numeragua, edición 2022*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Pág. 33

Aguas subterráneas.

“Las aguas subterráneas desempeñan un papel de gran importancia en el crecimiento socioeconómico del país, gracias a sus características físicas que les permiten ser aprovechadas de manera versátil.

[...] El agua subterránea se aprovecha por medio de pozos y norias. El agua que se almacena en el subsuelo se guarda en formaciones geológicas denominadas acuíferos. La conservación del agua subterránea depende de que la recarga sea mayor que la extracción. Cuando es mayor la extracción que la recarga, se considera acuífero sobreexplotado.

[...] Hasta el 2021 existían 653 acuíferos en México 40.3% de los usos nacionales (excepto hidroelectricidad) son suministrados por las aguas subterráneas.”¹⁸

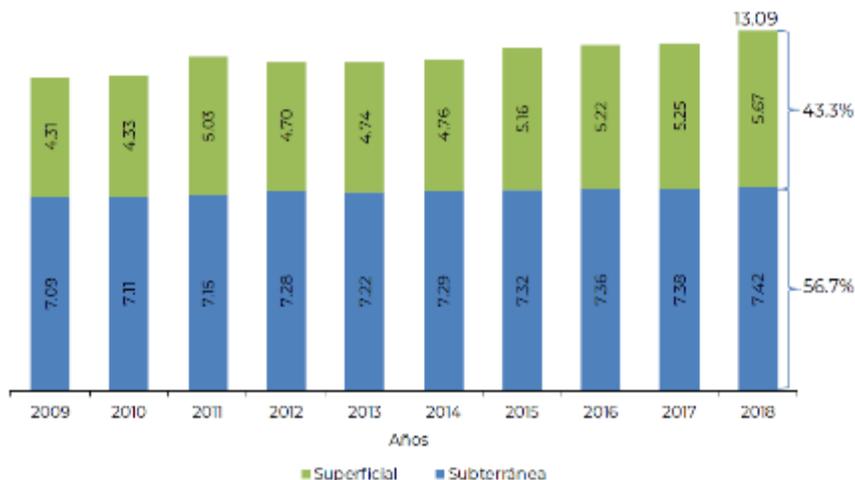


Imagen 4. Volumen en abastecimiento público (miles de hm³)

Fuente: CONAGUA. (2019). Estadísticas del Agua En México. Pag 26

Conducción.

“La línea de conducción es la parte del sistema que transporta el agua desde el sitio de la captación ya sea por medio de bombeo y/o rebombeo, o a gravedad, hasta un tanque de regulación, Planta potabilizadora o un crucero predeterminado de la red. También se considera como parte de la línea de conducción al conjunto de conductos, estructuras de operación y especiales y cruceros.

[...] Su capacidad se calculará con el gasto máximo diario (QMD), o con el que se considere conveniente según el sitio de procedencia, según lo autorice el SIAPA.

[...] De los accesorios que se tienen que instalar junto con las líneas de conducción tanto a gravedad como por bombeo, se deberán tomar en cuenta las válvulas de seccionamiento, expulsoras de aire, combinadas, de flotador, altitud, Check, de alivio de presión (en bombeos), desfuegos, juntas de dilatación, etc., cuya ubicación y cantidad variará de acuerdo con el proyecto en cada caso. [...] Las líneas de conducción deben ser de fácil inspección, preferentemente paralelas a algún camino, en caso contrario se debe de analizar la conveniencia de construir un camino de acceso, de acuerdo con el establecimiento del derecho de vía correspondiente a la línea de conducción considerando que el incremento en costo de éste se verá compensado con el ahorro que se tendrá en los gastos de conservación de la conducción, y sobre todo podrán detectarse y corregirse de inmediato las fugas o desperfectos que sufran las tuberías.”¹⁹

¹⁸ Por CONAGUA. (2022). Numeragua, edición 2022. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Pág. 35

¹⁹ Obtenido de [capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-1a._parte.pdf](#) ([siapa.gob.mx](#))

Tratamiento.

“Las plantas potabilizadoras mejoran la calidad del agua de las fuentes superficiales y subterráneas para el uso público urbano.

[...] La planta Los Berros es la mayor del país y forma parte del Sistema Cutzamala, que es uno de los sistemas de suministro de agua más grandes del mundo. 21.6% del caudal total potabilizado en 2021 lo proporcionó la planta Los Berros, que tiene una capacidad instalada de 24 m³/s. 17% del agua para el Valle de México es suministrada por el Sistema Cutzamala.²⁰

*[...] Hasta 2021 había 984 plantas potabilizadoras que entregan 111.1 metros cúbicos por segundo. En 2018 se potabilizaron 110.3 m³/s en las 965 plantas en operación del país. Los Principales procesos de potabilización aplicados en México. Hasta el año 2018 eran los siguientes:
Ablandamiento.- Eliminación de dureza.
Adsorción.- Eliminación de trazas de orgánicos.
Clarificación convencional.- Eliminación de sólidos suspendidos.
Clarificación de patente.- Eliminación de sólidos suspendidos.
Filtración directa.- Eliminación de sólidos suspendidos.
Filtración lenta.- Eliminación de sólidos suspendidos.
Filtros de carbón activado.- Eliminación de sólidos suspendidos.
Ósmosis inversa.- Eliminación de sólidos disueltos.
Remoción de fierro y manganeso.”²¹*

Almacenamiento.

“La regulación es la parte del sistema de abastecimiento de agua potable que tiene por objeto lograr la transformación de un régimen de aportaciones (de la conducción) que normalmente es constante, en un régimen de consumos o demandas (de la red de distribución) que siempre es variable. Cuando además de ser regulador, el tanque tiene la capacidad de almacenar suficiente agua para dos días de reserva a Gasto Medio diario (Qmd), entonces se considera como tanque de Almacenamiento. En ambos casos, los tanques siempre deben proporcionar un servicio continuo y eficiente, bajo normas y condiciones estrictas de higiene y seguridad. [...] La construcción del tanque deberá ser considerada en un predio cuya función será la de alojar la estructura de regulación y los servicios de la propia infraestructura cuya ubicación deberá ser revisada y validada por el área técnica y el área operativa, dicho terreno podrá ser ubicado dentro del desarrollo o fuera del mismo siendo responsabilidad del desarrollador su obtención y entrega al sistema operador.”²²

“Según datos de la CONAGUA en el país existen 180 presas, que representan el 75% del almacenamiento nacional en 2018. El Sistema Cutzamala, el cual abastece a 11 delegaciones de la Ciudad de México y 11 municipios del Estado de México, es uno de los sistemas de suministro de agua potable más grandes del mundo. Está integrado por siete presas derivadoras y de almacenamiento, seis estaciones de bombeo y una planta potabilizadora.”²³

²⁰ Por CONAGUA. (2022). *Numeragua, edición 2022*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Pág. 59

²¹ Por CONAGUA. (2019). *Estadísticas del Agua En México*. Pág. 103

²² Obtenido de *capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-1a._parte.pdf* (*siapa.gob.mx*)

²³ Por CONAGUA. (2019). *Estadísticas del Agua En México*. Pág. 86

Redes de distribución.

“Al sistema de tubos (tubería), accesorios y estructuras que conducen el agua desde los tanques de regulación o plantas de bombeo hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos se le denomina red de distribución, cuya función es proporcionar el servicio a los usuarios. En principio, la finalidad del sistema es mantener la distribución del agua permanentemente, tanto en cantidad como en calidad, y a una presión adecuada.

[...] La distribución del líquido a los usuarios puede hacerse a través de un bombeo directo a la red. Sin embargo, esto es lo menos recomendable, pues una falla en el suministro eléctrico significa una interrupción completa del servicio. Además, la variación en el consumo de agua durante el día provoca una variación en la presión al interior de la tubería, lo que repercute en la eficiencia de operación de las bombas, un mayor consumo de energía eléctrica y una disminución en la vida útil de los equipos de bombeo. [...] De manera similar, la variación en la presión de entrega de las bombas provoca un aumento en las fugas. De lo anterior se desprende que la forma más eficiente y confiable de distribuir el agua a los consumidores es a través de la alimentación de un tanque elevado que mantenga la presión suficiente y prácticamente constante, para el mejor servicio a los usuarios.”²⁴

“De acuerdo con las características del sitio del proyecto el agua puede ser conducida por: bombeo, es decir por; red, manantial o pozo, o bien por gravedad, es decir por; manantial o presa. El tanque de almacenamiento regulado se debe localizar,

preferentemente, en una zona alta aledaña a la localidad, para que el agua sea conducida a la red por gravedad.

[...] Diseño geométrico. El diseño geométrico de la red de distribución de agua potable debe definirse, basado en la topografía y la zonificación del conjunto habitacional, el trazo por las calles, los derechos de vía o límites de predios.

[...] Las redes para la conducción del agua potable deben estar por encima de las del alcantarillado y separadas al menos 40 cm de las líneas de electricidad y las de gas. [...] La profundidad mínima de la zanja o cepa para la instalación de las tuberías debe regirse por las indicaciones técnicas del fabricante de estas. La red de agua potable debe cumplir con la norma de hermeticidad.”²⁵

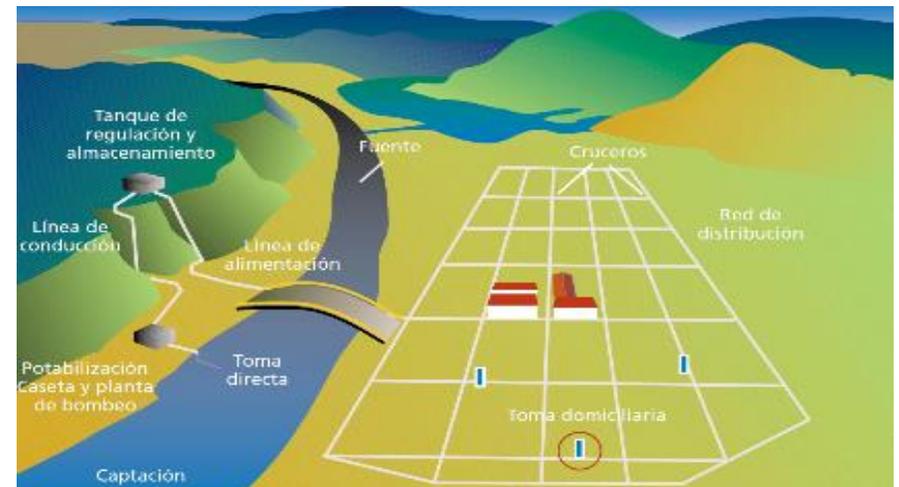


Imagen 5. Sistema típico de abastecimiento de agua potable.
Fuente: CONAFOVI. (2005). *Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*. Gobierno de México. Pág. 25

²⁴ Por CONAFOVI. (2005). *Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*. México: Gobierno de México. Pág. 25

²⁵ Por SEDATU, CONAVI. (2017). *Código de edificación de vivienda*, 3ª edición. México: Gobierno de México. Pág. 78 y 79

Toma domiciliaria.

Entendiendo los puntos anteriores, podemos decir que, el proceso de abastecimiento público tiene mucha similitud con el sistema de la toma domiciliaria y su conexión con la instalación intradomiciliaria hasta el montaje de los muebles demandantes del recurso, obviamente a menor escala, y por supuesto, con técnicas y materiales variados.

Además de que el objeto de estudio se enfoca en estos dos últimos temas que desarrollaré a continuación, también encontré que en las diferentes fuentes citadas; el punto de la *toma domiciliaria* toma relevancia en la red de distribución, ya que los estudios de evaluación de pérdidas elaborados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) *“han permitido concluir que el problema principal de fugas se presenta en las tomas domiciliarias, debido a que no se cuenta con una normatividad completa y adecuada, los procesos de instalación y reparación son deficientes y no existe un buen control de calidad de los materiales.”*²⁶

Resulta paradójico que, a pesar de la gran diferencia en el dimensionamiento de materiales, conexiones, montaje, maniobrabilidad en los trabajos, plomerías, etc. ocurran con mayor frecuencia fugas (**ver Imagen 6**) en las tomas domiciliarias que en el considerable sistema de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y redes de distribución antes mencionadas.

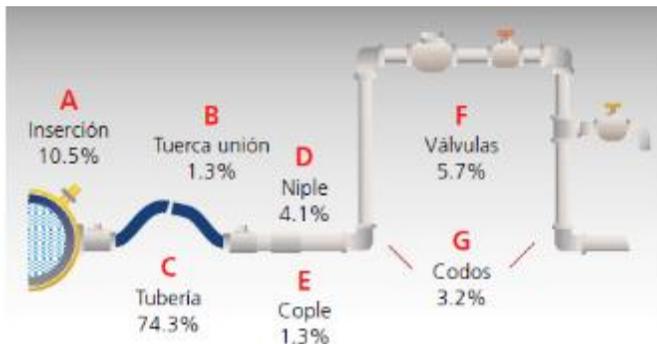


Imagen 6. Fugas en las tomas domiciliarias.

Fuente: CONAFOVI. (2005). *Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales.* Gobierno de México. Pág. 28

Como resultado de lo anterior, la Comisión Nacional del Agua ha publicado la Norma Oficial Mexicana “NOM-002-CNA-1995, *Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable especificaciones y métodos de prueba*” y el “*Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*” con su apartado especial para tomas domiciliarias. Siguiendo la misma línea, expondré los temas afines a este trabajo.

La definición para toma domiciliaria en el *Manual de Agua Potable* nos dice:

*“La toma domiciliaria tiene como función el proporcionar agua de la red de distribución para conducirla a la instalación hidráulica intradomiciliaria. [...] Se divide en dos partes: ramal y cuadro. Se le llama ramal a la conexión que abarca desde el acoplamiento a la red de distribución hasta el codo inferior del cuadro. El cuadro es propiamente el conjunto de tubos y codos que forman una figura rectangular con el objeto de alojar un medidor y que sea cómoda su lectura. El cuadro se encuentra generalmente dentro del domicilio del usuario [...] Los diámetros usuales de toma domiciliaria pueden ser de 13 o 19 milímetros. En el mercado existen gran cantidad de piezas y disposiciones de diferentes materiales para enlazar la red de distribución con la tubería intradomiciliaria. Algunos fabricantes de tubería recomiendan cierto tipo de instalación y materiales de la toma domiciliaria para tener un mejor servicio.”*²⁷

En cuanto a los materiales las podemos encontrar metálicas o combinadas, dependiendo de la solución del desarrollador.²⁸ Según la experiencia propia, la única constante que se maneja es que el material del ramal tiene que ser flexible sea metálico o plástico, y el cuadro tiene que ser de material rígido ya sea metálico o combinado. Para el caso de estudio se optó por la solución combinada de cobre, PEAD y PP-R.

²⁶ Por CONAGUA. (2012). *Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable.* México: SEMARNAT. Pág. 1

²⁷ Ibidem. Pág. 62

²⁸ Ibidem. Pág. 63

Como ya hemos dicho, la toma domiciliar se divide en dos secciones: el ramal y el cuadro. (**ver Imagen 7**) Cada sección está compuesta por diferentes elementos que a continuación definiremos.

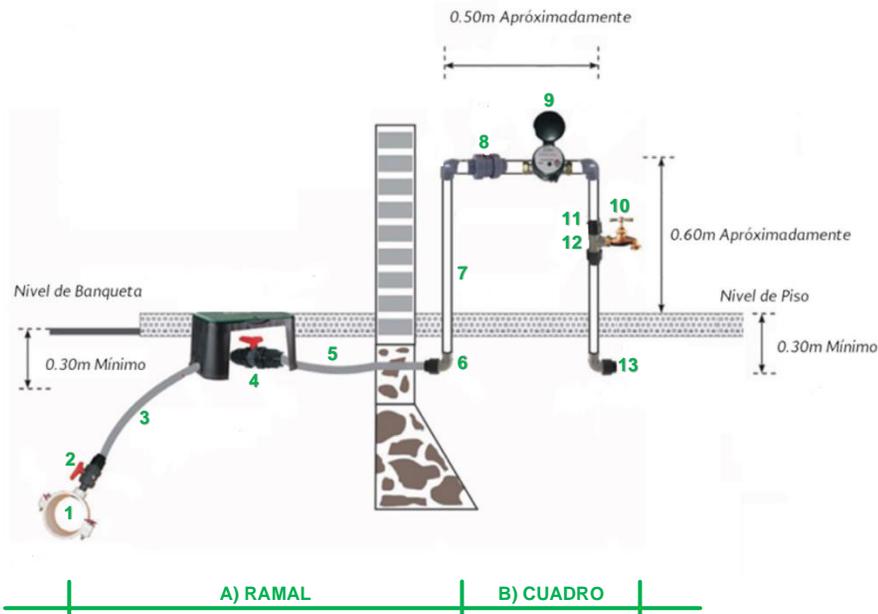


Imagen 7. Toma domiciliar típica.

Fuente: CONAGUA. (2012). *Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable*. México: SEMARNAT. Pág. 63

“Sección A) Ramal.

1. [...] **Abrazadera.** Se coloca en la tubería de distribución, proporcionando el medio de sujeción adecuado para recibir al insertor.
2. [...] **Insertor.** Une la abrazadera con la tubería del ramal, roscándose en ésta y con salida adaptables para diferentes tipos de tubería flexible.
3. [...] **Tubería flexible.** La función es absorber un posible desplazamiento diferencial del terreno entre la red de distribución y la toma domiciliar.

4. [...] **Llave de banqueta.** permite el corte del flujo o para realizar reparaciones o limitar el servicio, sin necesidad de excavar el terreno
5. [...] **Tubería rígida.** Une la tubería del ramal con el cuadro de la toma. Su instalación es opcional ya que se puede continuar con la tubería flexible.
6. [...] **Conectores y nipples.** Permiten la unión entre las piezas que integran el ramal.

Sección B) Cuadro.

7. [...] **Tubería rígida.** Tubos rígidos colocados en posición horizontal y vertical de fofo o cobre tipo M.
8. [...] **Válvula de globo.** Sirve para interrumpir el flujo del agua cuando se efectúa una reparación en el cuadro de la toma.
9. [...] **Medidor.** Su selección depende básicamente de tres aspectos: calidad del agua, régimen de operación del sistema y del consumo por registrar.
10. [...] **Llave de manguera.** Es la primera llave de uso para el propietario del inmueble. Además, sirve para tomar muestras de agua.
11. [...] **Adaptadores.** Sirven para ajustar, cuando se requiera, las dimensiones del cuadro o de la conexión temporal.
12. [...] **'Tee'.** para derivar el agua hacia la llave de manguera.
13. [...] **Tapón.** Para el cierre de la toma al final del cuadro. Se elimina cuando la toma domiciliar se conecta a la instalación hidráulica intradomiciliaria.”²⁹

²⁹ Ibidem. Pág. 63, 64 y 65

Instalaciones intradomiciliarias.

Este es el último punto del recorrido del agua dentro del abastecimiento público. El proceso del agua culmina cuando las aguas grises y aguas negras son expulsadas hacia algún sistema de tratamiento dentro de la edificación o directamente hacia el drenaje municipal. Sin embargo, el alcance de este documento no contempla a las instalaciones sanitarias.

A las instalaciones intradomiciliarias se le pueden definir según dos acepciones. La primera recae directamente en la explicación la actividad de ensamblar redes que se hace al interior de la construcción y la segunda, es en sí, la descripción de las *instalaciones hidráulicas* en la vivienda. A continuación, las definiciones respectivamente.

“La red intradomiciliaria consiste en el conjunto de tubos de conducción y distribución del agua ubicado al interior de la vivienda, a partir de la salida del medidor y hasta la entrega en los muebles sanitarios, lavabos, cocina, lavadero, u otros receptores. La red debe considerar una tubería de entrada de agua potable y tubería de salida de las aguas utilizadas al drenaje o a fosas sépticas.”³⁰

“Conjunto de tinacos, tanques elevados, cisternas, tuberías de succión, descarga y distribución, válvulas de control, válvulas de servicio, bombas, equipos de bombeo, de suavización, generadores de agua caliente, de vapor, etc., necesario para proporcionar agua fría, agua caliente a los muebles sanitarios, hidrantes y demás servicios de una edificación. De tal manera que se cubran los requisitos de las normatividad y reglamentación correspondiente.”³¹

La versión de las instalaciones hidráulicas es la que usaremos aquí.

³⁰ Por CONAFOVI. (2005). *Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*. México: Gobierno de México. Pág. 28.

³¹ Becerril López, D. (2008). *Datos prácticos de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Norma 2004*. México. Pág. 1

Ya había adelantado que estos últimos dos temas generan un sistema semejante a los puntos que los anticipan dentro de la red del abastecimiento público, ya que encontramos fases que podríamos asemejar. Por ejemplo, la capacitación con la toma domiciliaria; en las instalaciones intradomiciliarias las redes de distribución con el suministro agua fría y caliente, en una y otra se cuenta con medios de almacenamiento, etc. Es por esto, por lo que tomé la decisión de organizar los componentes de las *instalaciones intradomiciliarias* en un listado similar al que hasta este momento hemos detallado: en primer lugar, atenderemos a el proyecto, seguido por los tipos de almacenamiento, abastecimiento y distribución, y alimentación.

El proyecto.

*“Dotación. Para proyectar una instalación hidráulica, es imprescindible determinar la cantidad de agua que ha de consumirse, de acuerdo con el tipo de construcción (ver **Tabla 6**), servicio que debe prestar y considerando el número de muebles que puedan o deban trabajar simultáneamente”³²*

GASTO.		UNIDADES DE CONSUMO	
Habitacional.	150 litros/día.	Excusado.	1=6lpm.
Oficinas.	70 litros/día.	Lavabo.	
Auditorios.	5 litros/día.	Regadera.	1=6lpm.
Escuelas.	50 litros/día.	Fregadero.	
Cafeterías.	30 litros/día.	Lavavajillas.	1=6lpm.
Lavanderías.	40 litros/día.	Lavadero.	
Riego.	3 litros/día.	Bebedero.	1=6lpm.

Tabla 6. Dotación diaria por persona y consumo de muebles.³³

(Para las unidades de consumo es el gasto o volumen de agua por minuto que requiere un mueble en su uso intermitente normal, y que equivale aproximadamente a 6 litros por minuto.)

³² Ibidem. Pág. 61.

³³ Elaboración propia con base en SEP, INIFED. (2022). *Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones*. México: Gobierno de México. Pág. 5 y 6

De igual forma, el proyecto de instalación hidráulica debe basarse en las siguientes consideraciones.

*[...] **Presión mínima.** La presión de servicio en el punto de entrada a los muebles o equipos no deberá ser menor de 0.20 kg/cm². En el caso de muebles con fluxómetro, o de equipos especiales, la presión no será menor de 0.7 kg/cm².*

*[...] **Velocidad de flujo.** No deberá ser mayor de 3 m/s para evitar ruidos molestos. Si la presión en la red municipal o en la fuente de abastecimiento es menor que la necesaria para la correcta operación del sistema de distribución, se colocarán tinacos o tanques que proporcionen la presión correcta. Cuando se tenga una presión mayor de 4.0 kg/cm², se colocarán válvulas reductoras de presión para protección de la instalación.*

*[...] **Diseño de los diámetros de tuberías.** Para calcular los diámetros de las tuberías se empleará la expresión:*

$$d = \sqrt{\frac{400}{3.1416 \times V}} \times \sqrt{q}$$

Derivada de la ecuación de la continuidad en la que:

- *d* diámetro de la tubería en milímetros.
- *q* gasto en litros por segundo.
- *V* velocidad del agua en metros por segundo.
- *V* 0.6–1.50m/s muebles sin fluxómetro.
- *V* 1.50–3.00m/s muebles con fluxómetro.

*[...] **Pérdidas por fricción por conexiones.***

En el diseño de los diámetros, se tendrán en cuenta las pérdidas por fricción, de acuerdo con la expresión:

$$hf = KLQ^2 = \frac{10.293n^{\wedge 2}}{d^{\wedge 16/3}} \times LQ^2$$

donde:

- *hf.* Pérdida de presión por fricción.
- *n.* Coeficiente de rugosidad de la tubería.
- *L* Longitud de la tubería en metros.
- *d* Diámetro interior de la tubería en milímetros.
- *Q* Gasto en metros cúbicos por segundo.

***Control del flujo.** Los sistemas de abastecimiento y distribución de agua fría y caliente deberán ser diseñados con las válvulas, llaves y accesorios de control de flujo, que permitan graduar la presión y gasto, evitar los golpes de ariete, y realizar las reparaciones y mantenimiento independizando secciones sin afectar otros servicios.*

*[...] **Elementos de sujeción.** La colocación de soportes, grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a muros y pisos, se debe hacer de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados vertical u horizontalmente a muros o pisos respectivamente, se deben disponer soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre éstos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones se deben guardar las distancias de colocación de los soportes a las recomendaciones emitidas técnicamente por el fabricante de la tubería empleado en la instalación hidráulica de la vivienda. [...] No deben transmitir ruidos o vibraciones a la vivienda. El tipo de grapa, soporte o abrazadera debe ser siempre de fácil montaje y desmontaje, contar con un acceso y área libre para su servicio, mantenimiento, reparación y/o reemplazo.”³⁴*

³⁴ Ibidem. Pág. 5, 6, 7, y 8

Almacenamiento.

Según los Códigos de Edificación de Vivienda (2017) de la Comisión Nacional de Vivienda nos dice “*se debe considerar el almacenamiento de agua para los servicios de la edificación, con recipientes de almacenamiento, los cuales pueden ser tanques elevados o cisterna, o ambos. La capacidad de volumen requerido y la selección del o de los recipientes para el almacenamiento lo determinará el cálculo que arroje el proyecto hidráulico.*” Ya que las redes de distribución del abastecimiento municipal pueden no ser suficiente para dotar el volumen de agua necesario para el edificio.

*[...] **Tanques elevados:** la capacidad de un tinaco está en función de la cantidad de agua demandada diariamente, se recomienda entre un 30 y 40 por ciento del consumo diario y, las formas, capacidades y materiales de los tanques elevados son muy variadas, pueden ser de fabricación de línea de materiales como: asbesto, cemento, fibra de vidrio, plástico, etc., o bien, contruidos en sitio, generalmente de concreto armado.*

*[...] **Cisternas:** Estas pueden construirse mediante ladrillos, tabiques de concreto, etc., y la losa de concreto; sin embargo, lo más común construir las de concreto armado. Para su construcción se recomienda que sea a 3 m cuando menos de cualquier tubería de aguas negras y a 1 m con colindancias; asimismo, deben contar con registros de cierre hermético de 60 x 60 cm como mínimo y de 20 a 30 cm de lecho inferior de la losa al nivel máximo del agua con una pendiente hacia la pichancha o tubería de succión, la cual estará interconectada a la bomba. [...] Por reglamento, la altura total del agua que contendrá la cisterna ocupará como máximo el 75% del volumen total calculado.”³⁵*

Abastecimiento y Distribución

El sistema de abastecimiento de agua es el que conduce el agua de la toma domiciliaria a los muebles de la edificación o depósitos de almacenamientos (cisternas o tinacos).

“Agua fría.

*[...] **Sistema directo:** consiste en suministrar agua a los inmuebles con la presión de agua que llega en la red municipal.*

*[...] **Sistema por gravedad:** Consiste en subir por medio de una o más bombas, agua a un tanque elevado; para que a partir de éste descienda el agua por gravedad.*

*[...] **Sistema por presión:** Es cuando se requiere dar mucha más presión para algunos muebles, entonces se recurre a un hidroneumático o un equipo de bombeo programado.*

Agua caliente.

*[...] **El Sistema directo:** Las tuberías van directamente desde el calentador, o depósito a la tubería general, a los distintos muebles. Funciona mejor con tubería de cobre.*

*[...] **Sistema por termosifón:** Consiste en líneas de alimentación y de retorno. El agua circula para alimentar a los muebles, ya sea desde los conductos de ida o por los de retorno. La circulación de agua caliente se mantiene por la diferencia de peso entre la columna de agua contenida en las tuberías que salen del calentador, y la de agua ligeramente más fría contenida en las de retorno.”³⁶*

³⁵ Por Facultad de Ingeniería. (s.f.). *Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias*. Obtenido de Repositorio Digital de la Facultad de Ingeniería, UNAM. Pág. 14

³⁶ Ibidem. Pág. 6, 7 y 8

Alimentación.

Dentro de la alimentación encontramos a las tuberías y conexiones. Existen de diferentes tipos de materiales, a continuación, algunas de sus propiedades. *“Todas las tuberías deben ubicarse teniendo en cuenta el aspecto estructural y constructivo de la vivienda, se debe evitar cualquier daño o disminución de los elementos estructurales. Las tuberías verticales deben colocarse al paramento en espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos permitan su instalación, revisión, reparación, mantenimiento y/o reemplazo. [...] La tubería hidráulica de servicio de agua potable no debe ser instalada en, debajo o encima de sumideros, tanques sépticos, área de percolación séptica o pozos absorbentes. Las tuberías de agua fría y agua caliente se pueden instalar en el mismo espacio siempre y cuando existe una separación de 0.03m.”*³⁷

CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS EMPLEADAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.

Tubería	Material y Construcción	Uniones.	Propiedades	Observaciones	Recomendación
Acero	Hasta 2” soldada a tope, mayores diámetros sin costura	Roscada	Básica	Sólo se usará cuando el agua no sea corrosiva	En sistemas de agua caliente
Hierro forjado	Hasta 2” soldada a tope, mayores diámetros sin costura	Roscadas	Más resistente a la corrosión que el acero	Se reconoce por una franja espiral roja	Para instalaciones expuestas a vibraciones
Latón rojo	85 % de cobre 15% de zinc	Roscadas	Resistente a la corrosión	Voluminosas por grueso que han tener las roscas	
Cobre tipo K	Sin costura, temple duro o blando	Manguitos soldados	Resistente a la corrosión y fácil de fabricar	Paredes más delgadas que el latón y fácil de montar	Diseñada para uso industrial en donde las tuberías están sometidas a grandes presiones y temperaturas
Cobre tipo L	Sin costura paredes más delgadas que el tipo k temple duro y blando	Manguitos soldados	Resistente a la corrosión y fácil de fabricar	Paredes más delgadas que el latón y fácil de montar	Par instalaciones con presiones considerables
Plástico	Polietileno, polipropileno, cloruros de polivinilo, etc.	Termofusión	Muy fácil de fabricar	No expuesto a la corrosión electrolítica	Para instalaciones con bajas presiones.
Aleaciones especiales	De cobre, níquel y zinc de acero de cromo	Roscadas	Resistente a la corrosión	Aplicaciones especiales	
Acero galvanizado	Acero recubierto de Zinc.	Roscadas	Bastante resistente a la corrosión.	Apropiado para aguas algo ácidas.	Para agua fría, agua caliente, desagües de lavaderos, sistemas contra incendio

Tabla 7. Principales materiales en la alimentación intradomiciliaria.³⁸

³⁷ Por SEDATU, CONAVI. (2017). *Código de edificación de vivienda, 3ª edición*. México: Gobierno de México. Pág. 454

³⁸ Elaboración propia con base en Facultad de Ingeniería. (s.f.). *Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias*. Obtenido de Repositorio Digital de la Facultad de Ingeniería, UNAM. Pág. 15

1.3. POLIPROPILENO COPOLÍMERO RANDOM (PP - R): UN MATERIAL DE VANGUARDIA.

Autores: IMPI, INDELPRO, ROTOPLAS, AQUAPLAS

Como ya hemos visto en la **Tabla 7**, los materiales con los que están fabricadas las conexiones y tuberías para la distribución de agua potable parten de dos opciones, son metálicos o plásticos. De igual forma, se observa que cada una de estas variantes tienen propiedades y características inherentes al momento de usarse para transportar fluidos, por lo tanto, la intención de la tabla es analizar estas características y propiedades y no generar controversias con puntos comparativos. Actualmente, los sistemas de tuberías y accesorios metálicos o plásticos —y hasta combinados— resuelven los problemas planteados en las instalaciones hidráulicas, además de cumplir y corresponder a la normatividad oficial ya los estándares de calidad, como podemos encontrar en el Manual Técnico de Nacobre o en el Manual Técnico de Rotoplas.

Como primera idea para el desarrollo de este capítulo pensé en realizar una comparativa de las propiedades físicas, propiedades técnicas, ventajas y desventajas constructivas del polipropileno copolímero random contra otros materiales, principalmente frente al cobre. Sin embargo, los avances tecnológicos en la producción de los distintos materiales están destinados a resolver los problemas que se presentan en sus manufacturas. Por ejemplo, uno de los retos a los que se enfrenta el PP-R es que no cuenta con las características para transportar agua a grandes presiones y altas temperaturas; para darle solución a este problema se perfeccionó la construcción de las tuberías dando como resultado el PP-RCT: *“un tubo tricapa elaborado con las materias primas más innovadoras a nivel mundial. Está elaborado con polipropileno cuarta generación que otorga alta resistencia a la presión y temperatura manteniendo el mismo espesor de un tubo tradicional de PP-R, su capa intermedia tiene una mezcla que incluye fibra de vidrio que ayuda a tener un coeficiente de dilatación lineal muy baja.”*³⁹

Por otro lado, uno de las inconvenientes al usar cobre en las instalaciones hidráulicas es la corrosión que se produce al estar en contacto con otros metales. Una de las principales consecuencias es el par galvánico *“[...] es un fenómeno electroquímico en el cual, al estar dos metales de diferente potencial electroquímico en contacto directo en un medio electrolítico, el metal menos noble (ánodo) tiende a disolverse. [...] En las instalaciones hidráulicas, tanto el agua como la humedad del aire pueden servir de electrolitos, por lo cual se deberá evitar el contacto directo entre metales.”*⁴⁰ Esto se puede solucionar gracias a la fabricación de aislantes pasticos o de otros materiales para evitar la corrosión galvánica.

No obstante, al momento de comparar los tiempos de ejecución y los costos finales la balanza se inclina favorablemente hacia el polipropileno copolímero random, cuestión por la cual lo eligió, por delante del cobre, para la construcción de las instalaciones hidráulicas en el Condominio. Este análisis lo observaremos al final de este apartado presentando una comparativa entre los dos materiales en proyectos posteriores.

Atendiendo a lo anterior, decidí elaborar el tema del polipropileno desde su producción química como plástico, hasta su aplicación en el transporte de agua potable, de tal modo que tocaré puntos fundamentales en los beneficios que conlleva el uso de este material. En este recorrido, eché mano de diferentes fuentes especializadas con la intención de no caer en supuestas afinidades de tipo comercial, aunque es importante aclarar, que uso una solo marca en todos los elementos de las instalaciones, por lo tanto, la información obtenida de las tuberías, conexiones y accesorios tendrán como base las fichas técnicas expedidas por Rotoplas para cada uno de estos elementos.

Las etapas en que simplifiqué este tópico están divididas en los siguientes subtemas: historia y definición, propiedades y especificaciones, tuberías de PP-R, conexiones/accesorios, diseño de instalaciones, termofusión, ventajas y desventajas.

³⁹ Obtenido de *Tuboplus Alta Presión (PPR-CT) | Rotoplas México* <https://rotoplas.com.mx/productos/conduccion/tuboplus-alta-presion-tuboplus-alta-presion-ppr-ct/>

⁴⁰ Obtenido de *Manual Técnico Nacobre (ingemecanica.com)* https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut208/manual_tecnico_cobre.pdf

Historia y definición.

“En 1954 el italiano G. Natta, siguiendo los trabajos elaborados por K. Ziegler en Alemania, desarrolló un catalizador estereoespecífico con el que era posible obtener Polipropileno de estructura muy regular denominado Isotáctico. Este polímero tiene de un alto grado ordenamiento y cristalinidad presenta buenas propiedades mecánicas y resistencia térmica. Su comercialización en Europa y Norteamérica se realizó hasta 1957, iniciando su aplicación en enseres domésticos. [...] A pesar de que tenía excelentes propiedades físicas, no cubría otras como la resistencia al impacto. En la década de los 60's se desarrolló un polipropileno copolímero, formado por etileno y propileno que tiene mayor resistencia al impacto. [...] así surgieron grados modificados que contienen cargas como fibra de vidrio, carbonato de calcio, talco o mica que hacen del polipropileno un excelente material en piezas de ingeniería.”⁴¹

Si siguiendo con estos mismos datos, la *Enciclopedia del Plástico* del Instituto Mexicano del Plástico Industrial nos dice que el polipropileno, se puede clasificar de la siguiente manera:

“Polipropileno Homopolímero.

Polipropileno Copolímero Impacto.

Polipropileno Copolímero Random.

Polipropileno Modificado.

TPO (Polipropileno mezclado con EPDM)”⁴²

⁴¹ Por Centro Empresarial del Plástico. (1997). *Enciclopedia del Plástico*. México: IMPI. Pág. 161

⁴² Ibidem. Pág. 162

Con estos antecedentes, podemos observar que el Polipropileno Copolímero Random es producto de una serie de innovaciones para producir un material de alta calidad para la conducción de agua. Entonces: “si durante el proceso de obtención del PP homopolímero, se adiciona de 1.5 a 3.5% de etileno y un catalizador menos estereoespecífico, pero más activo para obtener una mayor cantidad de Polipropileno atáctico, la combinación de polipropileno isotáctico, atáctico y etileno origina el Polipropileno Random.”⁴³

En cuanto a las aplicaciones veamos la **Tabla 8** a continuación:

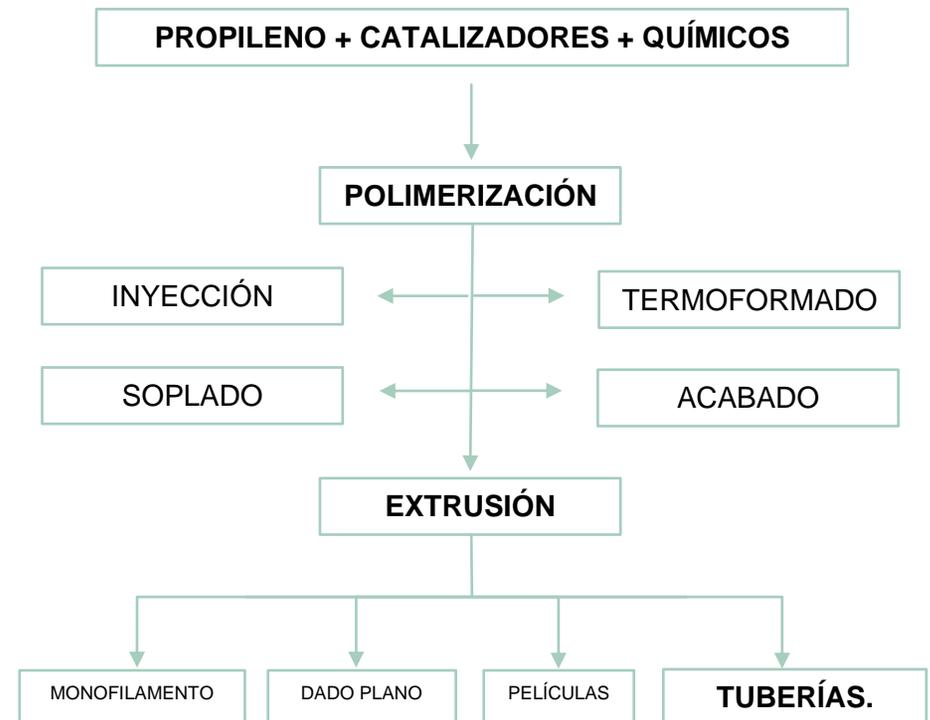


Tabla 8. PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DEL POLIPROPILENO.⁴⁴ Se observa que mediante el proceso de extrusión se fabrican las tuberías para la conducción de agua potable.

⁴³ Ibidem. Pág. 164

⁴⁴ Elaboración propia con base en Centro Empresarial del Plástico. (1997). *Enciclopedia del Plástico*. México: IMPI. Pág. 181.

PROPIEDADES Y DEL POLIPROPILENO COPOLÍMERO RANDOM					
CATEGORÍA	CONDICIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COMPARATIVA CON EL PEAD*	OBSERVACIONES
Propiedades Físicas.	Densidad.	g/cm ³	0.90	0.94-0.96	Permite mayor rendimiento en su producción.
	Absorción.	%	0.00	—	No absorbe humedad manteniendo estabilidad dimensional.
	Contracción.	%	1 - 2	—	La contracción en el molde es mejor que la del PEAD.
	Fluidez.	g/10 min.	1 - 30	—	El índice de fluidez determina el grado el para su aplicación.
	Barrera.	—	—	—	Presenta mayor permeabilidad a la humedad que al oxígeno
Propiedades Mecánicas.	Tensión.	Kg/cm ²	300 - 400	210 - 380	Su resistencia se incrementa durante el proceso de fabricación.
	Elongación.	%	500 - 700	100 - 200	De seis a ocho veces el tamaño inicial, igual a mayor tensión.
	Impacto.	kg•cm/cm	5.4 – 27.2	—	Posee la mayor resistencia al impacto de los termoplásticos.
	Flexión.	GPa	0.42 - 1.40	—	Mayor rigidez que el PEAD incluso por encima de los 100°C
	Compresión.	Kg/cm ²	500	—	La carga que soporta un plástico antes de deformarse.
	Dureza.	Shore D	85 - 95	60 - 70	Más que el polietileno menos que el poliestireno o el PET
Propiedades Térmicas.	Reblandecimiento.	°C	140 - 160	120 - 130	Puede ser esterilizado con rayos gamma.
	Deformación.	°C	55 - 150	—	Según el refuerzo y/o grado soporta entre 4.5 y 18.5 Kg/cm ²
	Conductividad.	Cal/s cm ²	3.3	11 - 12.5	El calor que absorbe lo transmite lentamente.
	Resistencia Calor	°C	100	—	Soportar elevadas temperaturas libre de esfuerzos mecánicos
	Calor Específico.	°C	—	—	Valor elevado, consume más energía para su transformación.
	Fusión.	°C	170 - 175	130 - 140	Superior a la del polietileno.
Propiedades Ópticas.	Transmitancia.	%	70 - 75	—	Las piezas sin pigmentar, mayor transparencia que el PEAD
	Cristalinidad.	%	60 - 80	80 - 90	Intermedio entre el polietileno de alta y el de baja densidad.
Propiedades Eléctricas.	Ventajas.	—	—	—	Puede ser usado en circuitos eléctricos y electrónicos.
	Desventajas.	—	—	—	Se vuelve frágil a temperaturas de -10°C
Propiedades Químicas.	Ácido nítrico.	—	—	—	Concentrado, arriba de los 80°C logra disolverlo.
	Acetona	—	—	—	No sufre ninguna reacción.
	Ácido acético.	—	—	—	Al 5% sufre una ligera decoloración.
	Ácido fosfórico.	—	—	—	No sufre ninguna reacción.
	Ácido sulfúrico.	—	—	—	No sufre ninguna reacción.
	Cloruro férrico.	—	—	—	No sufre ninguna reacción.
	Etanol.	—	—	—	No sufre ninguna reacción.
	Formaldehído	—	—	—	Sufre un ligero amarillamiento.
	Gasolina.	—	—	—	Sufre de hinchamiento.
	Hidróxido sodio.	—	—	—	Al 10% no sufre ninguna reacción.
Tolueno.	—	—	—	Sufre una ligera decoloración.	

Tabla 9. Características del Polipropileno Copolímero Random y su comparación con el *Polietileno de Alta Densidad. ⁴⁵

⁴⁵ Elaboración propia con base en Centro Empresarial del Plástico. (1997). *Enciclopedia del Plástico*. México: IMPI. Pág. 168 a 175 y *Polipropileno - Wikipedia, la enciclopedia libre* <https://es.wikipedia.org/wiki/Polipropileno>

Tuberías de Polipropileno Copolímero Random

El método más común para conducir líquidos o fluidos es transportándolo mediante un sistema de tuberías, estas casi siempre son de sección transversal circular, debido a que, entre otras cosas, al no tener esquinas es la que más eficientemente conduce el agua pues las perturbaciones debido a las pérdidas de presión son mucho menores que en otras formas que si cuentas con aristas en su interior.

Ya referí en la **Tabla 9** las propiedades del PP-R sin ningún proceso de transformación. Por lo tanto, a continuación, describiré las propiedades y características de este, pero ya transformado en tubo. Con base en la información de tres empresas comercializadoras de sistemas de tuberías PP-R tenemos lo siguiente.

Uno de los proveedores nacionales de materia prima para la fabricación de tubería hidráulica de Polipropileno Copolímero Random es la empresa Indelpro que a través de su marca Profax cuenta con el producto SL146N el cual lo comercializan pellets de PP-R para marcas como Grupo Rotoplas, y esta a su vez, bajo el proceso de transformación mediante extrusión produce su marca comercial Tuboplus.⁴⁶

Profax SL146N: COPOLIMERO RANDOM PARA EXTRUSION E INYECCIÓN

Propiedades físicas típicas ^(a)	Valor Típico	Método ASTM ^(b)
- Índice de fluidez (MFR), g/10 min	0.3	D1238
- Resistencia a la tensión en el punto de cedencia, MPa (psi)	25 (3,625)	D638
- Alargamiento en el punto de cedencia, %	13	D638
- Resistencia al impacto Izod con muesca a 23°C, J/m (ft-lb/in)	534 (10)	D256A
- Módulo de flexión, MPa (psi)	850 (123,250)	D790A
- Densidad, g/cm ³	0.9	D792A
- Temperatura de deflexión a 0.46 MPa (66 psi), °C (°F)	70 (158)	D648

(a) Los valores mostrados aquí son promedios y no deberán ser interpretados como especificación

(b) Los Métodos de prueba ASTM son los últimos editados por la sociedad

^{MS} Profax es una marca registrada de Basell Polyolefins Incorporated
Producto fabricado en México bajo las normas y estándares acordados con Basell Polyolefins

Impreso en México

Imagen 8. Propiedades del PP-R como resina.

Fuente: INDELPRO. (2021). *Ficha Técnica Profax SL146N*. Pág. 1

En la misma Ficha Técnica Profax SL146N, obtuvimos que la resina base de este producto cumple con los requerimientos de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA). También encontré que su Hoja de Datos de Seguridad del Material cumple con estándares internacionales. Por lo cual, podemos decir que, desde antes del proceso de transformación en tuberías hidráulicas, la materia prima de los sistemas de tuberías elaborados con Polipropileno Copolímero Random cuenta con certificaciones internacionales que lo avalan en calidad, seguridad e higiene.

Con estos antecedentes, podremos concluir que la definición de Tubería Hidráulica fabricada con Polipropileno Copolímero Random es la siguiente:

“En la búsqueda de un sistema para la conducción de agua [...], investigadores alemanes desarrollaron hace más de 30 años un material que revoluciona por completo la tecnología en tubería hidráulica hasta el día de hoy: el Polipropileno Copolímero Random (PP-R).

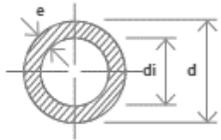
Este notable avance científico hizo posible la producción de tubos y conexiones con gran resistencia a los impactos, diseñados especialmente para transportar agua caliente o fría en forma eficiente. Gracias a su unión por Termofusión, este sistema hidráulico soporta altas presiones y no corre el riesgo de fugas en las uniones.

Estas cualidades, sumadas a otras ventajas del material, como su gran durabilidad y la ausencia de corrosión, determinaron su rápido desarrollo en muchos países europeos, superando perfectamente los requerimientos para diversas condiciones de uso, tanto en viviendas como en industrias y otras aplicaciones.”⁴⁷

⁴⁶ Por Grupo Rotoplas, S.A.B. de C.V. (2021). *Informe Anual Integrado*.

⁴⁷ Por Rotoplas, S.A. de C.V. (2021). *TuboPlus: Mejor tubería, mejor agua*. Manual Técnico y Catálogo de Productos, 69. México. Pág. 8

Las dimensiones de TuboPlus se fabrican en medidas milimétricas y se denomina por su diámetro exterior. Así, un tubo de 20 mm tiene un diámetro exterior de 20 mm (*ver Tabla 10*)



d	di	e	Área (cm ²)	Peso (kg/m)
20	14.4	2.8	1.63	0.147
25	18	3.5	2.54	0.228
32	23.2	4.4	4.23	0.366
40	29	5.5	6.6	0.568
50	36.2	6.9	10.29	0.885
63	45.8	8.6	16.47	1.391
75	54.4	10.3	23.24	1.98
90	65.4	12.3	33.59	2.85
110	79.8	15.1	50.01	4.27

Tabla 10. Dimensiones comerciales del TuboPlus de Rotoplas.⁴⁸



Imagen 9. Tuberías, Conexiones y Accesorios del PP-R
fuente: Rotoplas, S.A. de C.V. (2021). Manual técnico. Pág. 2

Temperatura °C	Presión máxima admisible (kg/cm ²)	Servicio continuo (años)
20	24.3	1
	22.7	5
	22.1	10
	21.5	25
	20.8	50
30	20.2	100
	20.6	1
	19.4	5
	18.7	10
	18	25
40	17.6	50
	17.2	100
	17.4	1
	16.3	5
	15.9	10
50	15.3	25
	14.8	50
	14.4	100
	14.8	1
	13.8	5
60	13.4	10
	12.8	25
	12.4	50
	12	100
	12.4	1
70	11.6	5
	11.2	10
	10.7	25
	10.3	50
	10.5	1
80	9.7	5
	9.5	10
	8.2	25
	6.8	50
	8.8	1
95	7.7	5
	6.4	10
	5.2	25
	6.2	1
	4.1	5
	3.5	10

Tabla 11. Servicio con relación a temperatura y presión.⁴⁹

⁴⁸ Ibidem. Pág. 102

⁴⁹ Ibidem. Pág. 9

Conexiones y accesorios de Polipropileno Copolímero Random

Las conexiones y accesorios son elementos clave en las instalaciones hidráulicas domiciliarias. Su función principal es permitir la unión de diferentes secciones de tubería, facilitando el flujo continuo del agua y garantizando la estanqueidad del sistema, se utilizan para crear cambios de dirección, bifurcaciones, intersecciones y uniones rectas en la tubería, adaptándose a las necesidades específicas de cada instalación. Estos componentes complementarios permiten adaptar y mejorar el funcionamiento del sistema, brindando mayor versatilidad y eficiencia.

Aspecto	Conexiones PP-R	Accesorios PP-R
Función	Establecer una unión entre tuberías PP-R	Complementar y mejorar el sistema PP-R
Propósito	Permitir el flujo de agua entre las tuberías	Adaptar y ajustar el sistema PP-R
Material	Misma composición de PP-R que las tuberías	Misma composición de PP-R que las tuberías
Instalación	Se utilizan para conectar las tuberías PP-R	Se colocan en las conexiones PP-R
Hermeticidad	Garantizan la estanqueidad del sistema	Contribuyen a la estanqueidad del sistema
Tipo de unión	Soldadura o termofusión en las conexiones	Encaje, rosca o termofusión en los accesorios
Ejemplos	Codos, tes, reducciones, cruces, uniones	Válvulas, juntas, abrazaderas, tapones
Ubicación	Se encuentran en las intersecciones	Se colocan en diferentes secciones del sistema
Especificidad	Dependen del tipo de tubería y diámetro	Dependen de las necesidades del sistema
Importancia	Esencial para la conexión de las tuberías PP-R	Mejoran la eficiencia del sistema PP-R

Tabla 12. Características de conexiones y accesorios.⁵⁰

⁵⁰ Elaboración propia con base en AQUAPLAS. (2022). Tubería PP-R. *Polipropileno copolímero Random (PP-R C Tipo 3)*, 15. México

En la **Tabla 13** podemos observar los accesorios y conexiones más utilizadas en las instalaciones hidráulicas domiciliarias:

Tipo	Descripción
Codo de 90°	Conexión en ángulo recto de 90 grados para cambio de dirección en la tubería.
Codo de 45°	Conexión en ángulo de 45 grados para cambios de dirección más suaves en la tubería.
Tees	Conexión en forma de "T" para bifurcar la tubería en dos direcciones.
Cruce	Conexión en forma de cruz para permitir la intersección de cuatro tuberías.
Cople	Conexión recta utilizada para unir dos secciones de tubería de manera continua.
Reducción	Conexión que permite reducir el diámetro de la tubería en unión con una sección de menor tamaño.
Tapón	Conexión utilizada para sellar herméticamente una extremidad de la tubería.
Válvula de paso	Conexión con una compuerta para regular o interrumpir el flujo de agua en la tubería.
Válvula de retención.	Conexión unidireccional que permite el flujo de agua en una dirección y lo bloquea en la dirección opuesta.
Adaptadores	Permiten la conexión de tuberías de diferentes diámetros o tipos de conexión.
Conexiones roscadas	Utilizadas para unir tuberías de polipropileno copolímero random con roscas internas o externas.

Tabla 13. Conexiones y accesorios básicos del PP-R.⁵¹

*"[...] ha sido concebido como un sistema integral, ya que abarca una gran variedad de tubos, conexiones y herramientas para cubrir las necesidades de toda instalación hidráulica en viviendas unifamiliares, de interés social y residenciales, edificios de altura, industrias, embarcaciones y otros usos específicos variados [...]"*⁵²

⁵¹ Ibidem.

⁵² Por Rotoplas, S.A. de C.V. (2021). *TuboPlus: Mejor tubería, mejor agua*. Manual Técnico y Catálogo de Productos, 69. México. Pág. 10

Criterios de instalación: termofusión y diseño.

Los manuales técnicos de tuberías de polipropileno random (PP-R) desempeñan un papel importante en el proceso de instalación de estos sistemas. Sin embargo, es importante destacar que estos manuales son simplemente guías de instalación y no están directamente relacionados con ninguna normativa específica. Su objetivo principal es proporcionar instrucciones claras y detalladas sobre cómo instalar correctamente las tuberías de PP-R, asegurando así un rendimiento óptimo del sistema.

Los manuales suelen ser desarrollados y proporcionados por los fabricantes de estos sistemas. Estas guías están diseñadas para ofrecer instrucciones detalladas, ilustraciones y recomendaciones prácticas para garantizar una instalación adecuada.

Termofusión

Como ya he explicado antes, el polipropileno random (P-PR) es un tipo de **polímero termoplástico** que tiene propiedades específicas que lo hacen adecuado para la termofusión. De igual forma, vimos que el P-PR es resistente a una amplia gama de productos químicos y sustancias corrosivas, la termofusión permite una unión sin adhesivos ni selladores, lo que garantiza una conexión químicamente resistente y duradera. Por experiencia propia, puedo decir que el proceso de termofusión es relativamente rápido y sencillo. No requiere el uso de adhesivos, selladores ni herramientas complicadas. Una vez que los extremos de las tuberías se han calentado y fusionado, se enfrían rápidamente y se solidifican, lo que permite una instalación eficiente y sin complicaciones. A continuación, una definición:

*“Soldadura simple y rápida que une dos tubos y sus accesorios, mediante un calentamiento a temperatura de fusión y se unen por aplicación de presión con acción mecánica [...] Una termofusión siempre se deberá hacer controlando temperatura, tiempo y presión [...]”*⁵³

⁵³ Por Concha Flores, S. I. (2014). *Diseño del plan de aseguramiento de la calidad del proceso de termofusión de tuberías de polipropileno*. Perú

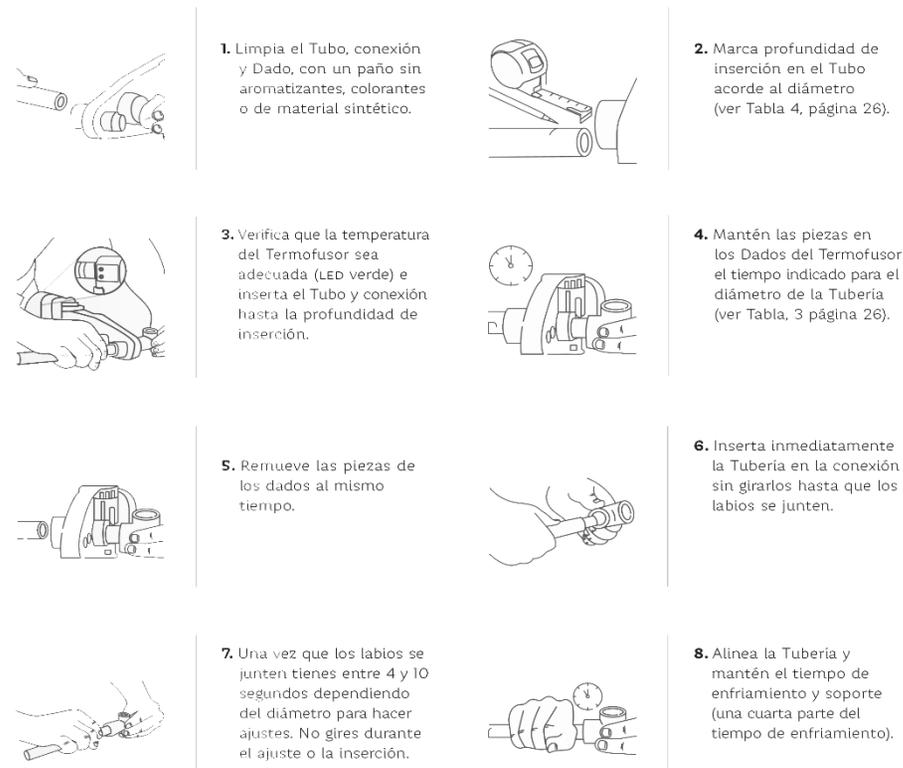


Imagen 10. Proceso de termofusión

fuelle: Rotoplas, S.A. de C.V. (2021). *Manual técnico*. Pág. 25

Diámetro (mm)	Calentamiento (segundos)	Acople (segundos)	Enfriamiento (segundos)	Inserción (mm)
20	5	4	2	12
25	7	4	2	13
32	8	6	4	14.5
40	12	6	4	16
50	18	6	4	18
63	24	8	6	24
75	30	8	6	26
90	40	8	6	29
110	50	10	8	33

Tabla 14. Tiempos de calentamiento e inserción para la termofusión⁵⁴

⁵⁴ Elaboración propia con base en Rotoplas (2021). *TuboPlus: Mejor tubería, mejor agua*. Manual Técnico y Catálogo de Productos, 69. México. Pág. 26

Diseño

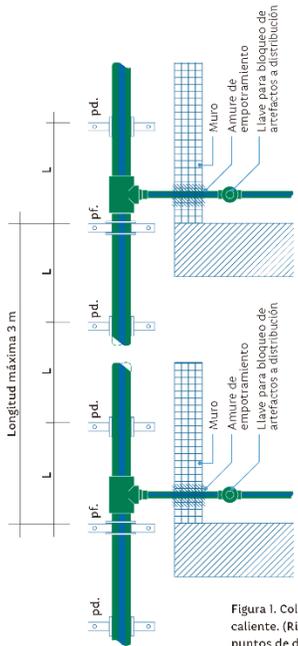


Figura 1. Columna de agua caliente. (Rigidizando los puntos de derivación).

Para el proyecto y cálculo de las instalaciones de tubos y conexiones Tuboplus Hidráulico (PP-R), deben seguirse los procedimientos normales de cualquier otro tipo de instalación de tuberías.

En esta sección se brinda la información necesaria para esta tarea.

Tuberías verticales a la vista

Las Figuras 1 y 2 indican la forma de instalación de las tuberías verticales a la vista. En la Figura 1 se observa que no se requiere del uso de brazos elásticos ni compensadores de dilatación, puesto que se están rigidizando los puntos de derivación con soportes fijos (pf) a una longitud máxima de 3 m entre soportes.

pf.: punto fijo, soporte.
pd.: punto deslizable, guía.
L: distancia máxima

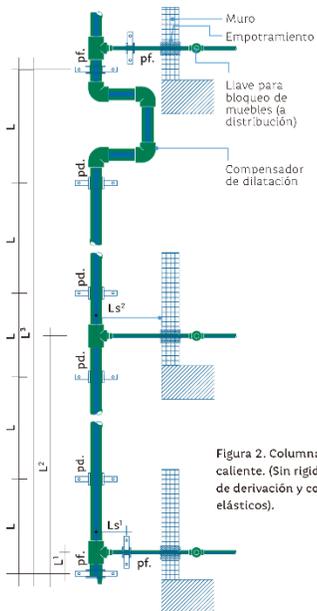


Figura 2. Columna de agua caliente. (Sin rigidez puntos de derivación y con brazos elásticos).

Tuberías a la vista

La Figura 2 muestra una instalación sin rigidez en los puntos de derivación, por lo que se requiere usar compensadores de dilatación y brazos elásticos.

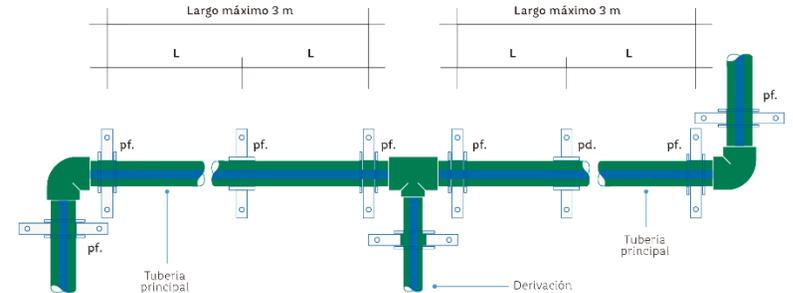
pf.: punto fijo, con rigidez.
pd.: punto deslizable, guía.
L: distancia máxima
Ls¹ y Ls²: brazos elásticos.
L¹ y L²: distancia entre punto fijo y derivación.
L³: distancia entre puntos fijos.

Nota: al hacer uso de brazos elásticos (Ls) no es necesario que la distancia entre los soportes fijos (L¹) sea de 3 m.

Tuberías horizontales a la vista

En el ejemplo de la Figura 3 se observa que no se hace uso de brazos elásticos puesto que:

1. Se instalan tres soportes fijos por cada Tee de derivación.
2. La separación entre las abrazaderas fijas de la tubería principal siempre está dentro de los 3 m de separación máxima entre sí.
3. Entre puntos fijos se instalan abrazaderas deslizando de acuerdo a la distancia de separación.

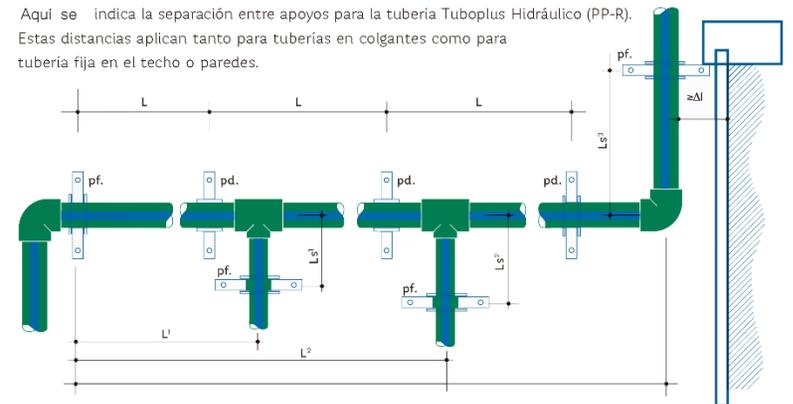


pf.: punto fijo, con rigidez.
pd.: punto deslizable, guía.
L: distancia máxima

Figura 3. Tubería horizontal de agua caliente a la vista. (Haciendo rígidas las derivaciones).

Distancia entre apoyos

Aquí se indica la separación entre apoyos para la tubería Tuboplus Hidráulico (PP-R). Estas distancias aplican tanto para tuberías en colgantes como para tubería fija en el techo o paredes.



(*) Distancia L = según tipo de tubería
pf.: punto fijo, con rigidez.
pd.: punto deslizable, guía.
Distancia L (*)

Figura 4. Tubería horizontal de agua caliente a la vista (sin rigidez en las derivaciones).

Imagen 11. Procedimientos para el proyecto e instalación de tubos y conexiones
fuente: Rotoplas, S.A. de C.V. (2021). Manual técnico. Pág. 44 y 45

Ventajas y desventajas del Polipropileno Copolímero Random

La *Guía para el uso eficiente del agua* nos dice del PP-R:

“Ventajas.

- Ausencia de corrosión.
- Resistencia al agua caliente.
- Menor incidencia en fugas.
- Conserva la temperatura.
- Excelente resistencia al impacto.
- Alta resistencia a bajas temperaturas.

Desventajas.

- El costo
- Es necesario un termofusor.”⁵⁵

Un estudio comparativo nos menciona:

“De las principales ventajas de las tuberías PP-R podemos destacar las siguientes:

- 100% Resistente a la corrosión
- Menor rugosidad de las superficies
- Baja capacidad de transmisión de calor, dispersión térmica y condensación limitadas
- Absorción y aislamiento acústico
- Alta resistencia a los agentes químicos
- Coeficiente de dilatación lineal
- Resistencia Mecánica adecuada
- Sostenibilidad
- Producto totalmente reciclable
- Reducción de los tiempos de instalación
- Resistencia al impacto y a la abrasión”⁵⁶

De igual forma, en un trabajo de tesis enfocado en el uso del PP-R para las instalaciones hidráulicas nos describe las siguiente:

“[...] como parte de sus investigaciones las ventajas que presenta las tuberías de polipropileno

- Conducen el agua altamente potable sin la aparición de microorganismos.
- No presenta corrosión alguna capaz de resistir aguas duras que puedan tener sustancias acidas, alcalinas, cloro, flúor o hierro.
- Resistencia al comportamiento sísmico de la zona por su flexibilidad y elasticidad.
- Es incoloro, sin, sabor, siendo un material atoxico apto para el consumo del agua.
- Soporta la presión y la alta temperatura del agua con una vida útil de 50 años en comparación con tuberías plásticas o metálicas.
- Máxima unión entre conexiones debido a su unión calorífica mediante la termofusión generando máxima seguridad en redes de agua fría y caliente.
- Resistente a los impactos debido a su alta elasticidad, siendo seguro ante golpes de ariete, transporte, manejo y almacenamiento.
- Preserva la temperatura del agua desde su salida y llegada por su aislamiento térmico.
- Por el tipo de material liso internamente la conducción del agua presenta perdida de carga mínima.
- No presenta en su paso ruidos ni vibraciones por su elasticidad y absorción fónica del material”⁵⁷

⁵⁵ Por CONAFOVI. (2005). *Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*. México: Gobierno de México. Pág. 30

⁵⁶ Por Serrano, E. (2017). Comparativas propiedades fisicoquímicas: Sistemas termoplásticos vs tubería de acero. *Hospitecnia. Revista de Arquitectura, Ingeniería, Gestión hospitalaria y sanitaria, Boletín 9. Climatización*. Pág. 1

⁵⁷ Por Hurtado Báez, R. C. (2020). *Tuberías de polipropileno para la optimización del sistema de instalaciones sanitarias del hospital María Auxiliadora, Lima 2020*. Tesis de grado, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Lima, Perú. Pág. 11 y 12

Como podemos observar, existen varios puntos similares entre las listas antes mencionadas, de hecho, en la mayoría de las fuentes citadas para esta investigación estas ventajas coinciden de igual forma. Sin embargo, elegí comparar las ventajas y desventajas que exploran estas fuentes, debido a que fueron escritas desde el punto de vista oficial del gobierno de México así como de investigaciones académicas.

Siguiendo en la misma línea, en los siguientes párrafos desarrollare algunos de los puntos que se consideraron como ventajas ante otros materiales para el uso del PP-R en el caso de estudio.

Una de las ventajas que tiene relevancia es el caso de que en el PP-R no existe corrosión en comparación con los materiales metálicos, por ejemplo, en el manual de Nacobre se describen por lo menos 5 tipos de corrosión que afectan a las tuberías de cobre:

“[...] la corrosión se puede definir como: «La tendencia de los metales a volver a su estado natural»; debe quedar de manifiesto que la corrosión es un fenómeno electroquímico, es decir que se presenta a través de una transferencia de electrones.

Las más recurrentes son:

- *Corrosión aérea [...]*
- *Corrosión terrestre [...]*
- *Corrosión por choque [...]*
- *Corrosión microbiológica [...]*
- *Corrosión por electrólisis [...]*⁵⁸

Por otro lado, en el mismo manual encontramos que *“Químicamente podemos clasificar la corrosión en dos tipos: Ataque debido a la presencia de oxígeno y taque por ácidos oxidantes con desprendimiento de hidrógeno.”*⁵⁹

Un caso, lo podemos observar en los soportes para dar apoyo y rigidez a las tuberías ya que *“Las abrazaderas serán preferentemente de latón o de cobre, o en su defecto de cualquier otro material no ferroso; para*

⁵⁸ Por Nacobre. (2018). *Manual Técnico Nacobre*. Industrias Nacobre, S. A. de C. V., Productos Nacobre S.A. de C.V., México. Pág. I-2

⁵⁹ Ibidem. Pág. 42

*evitar que se oxiden y duren así indefinidamente, sin provocar par galvánico.”*⁶⁰ la ventaja del PP-R ante este problema es que al ser un plástico no es potencial para influir en este fenómeno electroquímico.

Otro caso de corrosión lo podemos observar en la siguiente imagen:

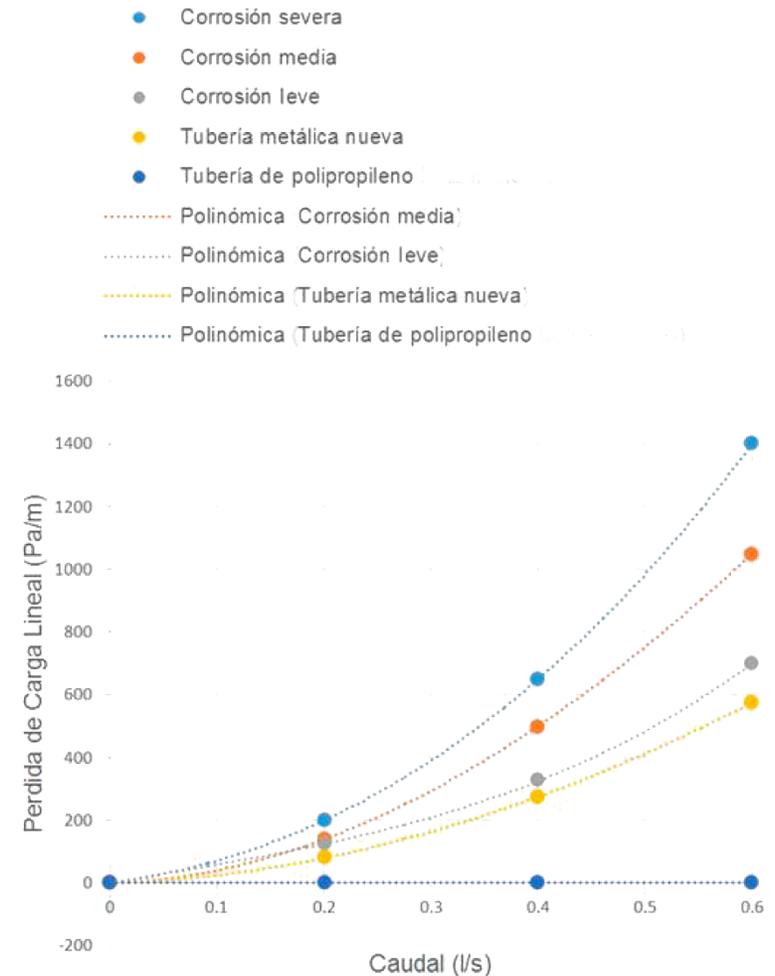


Imagen 12. Aumento de las pérdidas de carga en una tubería.
fuente: 1810-9993-idata-24-02-7-gf2.jpg (570x691) (scielo.org.pe)

⁶⁰ Ibidem. Pág. 48

Según el manual de Nacobre podríamos explicar la **Imagen 12** con respecto a la “*Corrosión/erosión o corrosión por choque. Este tipo de corrosión se presenta al hacer circular agua a velocidades inapropiadas. Cabe mencionar que el ataque es también de naturaleza electroquímica; lo que sucede es que las altas velocidades del flujo interfieren en la formación de la película protector, esto permite el ataque en forma desigual.*”⁶¹

Con relación a la misma imagen, Elisenda Serrano concluye:

“[...] la clara ventaja de la utilización de tubería de PP-R en este tipo de instalación gracias a poder garantizar el diámetro interior a lo largo de toda la vida útil de la tubería reduciendo el consumo energético por bombeo, [...]”⁶²

Por otro lado, otra de las ventajas que resalta del PP-R es la fácil construcción de las líneas de tuberías en los sistemas hidráulicos, ya que como hemos visto antes, es un tipo de plástico que tiene una densidad baja, lo que significa que es más liviano en comparación con otros materiales utilizados en tubería. Esto hace que las tuberías de PP-R sean mucho más fáciles de transportar y manipular durante la instalación. La ligereza del material reduce la necesidad de herramientas pesadas y también facilita el acceso a espacios estrechos o de difícil acceso. “*También se cuenta con el conocimiento empírico de la carga estructural que ofrece el sistema de tubería de polipropileno, puesto que este material es mucho más liviano que un sistema de tubería metálico, lo que permite contar con una estructura con menor peso y mayor factibilidad para su instalación.*”⁶³

Otra de las ventajas a considerar sobre el uso del PP-R es el costo, puesto que, la construcción de instalaciones hidráulicas con tuberías

de PP-R es económica debido al costo asequible del material, la rapidez de instalación y al poco mantenimiento que requiere.

Lo anterior con base en el análisis de un presupuesto, donde el objetivo era reducir costos. Tal como se puede ver en la **Imagen 13** donde el análisis consistió en proponer cambios en los materiales y procesos constructivos para lograr la meta. (En amarillo se resalta la comparación de costos entre cobre y PP-R)

ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARA INSTALACIONES				
PARTIDA	COSTO INICIAL	PROPUESTA	COSTO	DIFERENCIA
Instalación Eléctrica				
Iluminación - contactos				
Departamentos	\$ 1,699,570.60	Cambio de accesorios a 2000W	\$ 1,373,442.25	\$ 326,128.35
Áreas comunes	\$ 159,842.35	Cambio de luminarias	\$ 142,672.12	\$ 17,170.23
Alimentadores Eléctricos				
Alimentadores	\$ 1,226,294.80	Bajar carga de 9000W a 4500W	\$ 1,065,134.49	\$ 161,160.31
Diagrama Unifilar	\$ 129,776.35	Modificación de interruptores	\$ 121,372.73	\$ 8,403.62
Sistema de Pararrayos	\$ 159,993.29	Sistema mas economico	\$ 111,116.36	\$ 48,876.93
Elevacoques	\$ 27,948.61	-	\$ 27,948.61	\$ -
Instalación Hidráulica				
Departamentos	\$ 511,985.68	Cambiar de cobre a PP-R	\$ 364,858.40	\$ 147,127.28
Áreas comunes	\$ 699,370.80	Utilizar calentador de Gas	\$ 481,181.68	\$ 218,189.12
Instalación Sanitaria				
Departamentos	\$ 505,197.84	Cambiar de PVC DWV a PVC de Norm	\$ 455,299.45	\$ 49,898.39
Áreas comunes	\$ 153,804.68	Cambiar de PVC DWV a PVC de Norm	\$ 140,522.11	\$ 13,282.57
Muebles sanitarios	\$ 845,004.60	-	\$ 845,004.60	\$ -
Instalación Pluvial	\$ 120,815.88	Cambiar de PVC DWV a PVC de Norm	\$ 108,912.61	\$ 11,903.27
Sistema Alternativo	\$ 359,790.18	-	\$ 359,790.18	\$ -
Gas	\$ 271,305.69	-	\$ 271,305.69	\$ -
PCI	\$ 732,006.88	Solo uso de extintores	\$ 26,307.00	\$ 705,699.88
TOTAL	\$ 7,602,708.23		\$ 5,894,868.28	\$ 1,707,839.95

Imagen 13. Resumen de análisis para presupuesto
Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Vértiz 1076, 2021)

⁶¹ Ibidem. Pág. 44

⁶² Por Serrano, E. (2017). Comparativas propiedades fisicoquímicas: Sistemas termoplásticos vs tubería de acero. *Hospitecnia. Revista de Arquitectura, Ingeniería, Gestión hospitalaria y sanitaria, Boletín 9. Climatización*. Pág. 3

⁶³ Por Toribio Pando, P. A., et al. (2022). Ventajas fundamentadas y consideraciones del sistema de tuberías de polipropileno frente al acero inoxidable. *Industrial Data, 24(2)*, 7-27. Pág. 3

1.4. NORMATIVIDAD

Las instalaciones hidráulicas desempeñan un papel fundamental en el suministro y distribución del agua, tanto para uso doméstico como industrial. Estas instalaciones abarcan una amplia gama de componentes y sistemas que aseguran un adecuado manejo del recurso hídrico en diferentes entornos. Para garantizar la seguridad, eficiencia y calidad de estas instalaciones, se ha establecido una normatividad específica que regula su diseño, construcción, operación y mantenimiento.

La normatividad de las instalaciones hidráulicas en México se sustenta en una serie de leyes, reglamentos y normas técnicas que buscan asegurar la correcta ejecución de los proyectos y el cumplimiento de los estándares de calidad.

El objetivo principal de esta normatividad es promover la utilización eficiente del agua, así como salvaguardar la salud pública y el medio ambiente. Asimismo, busca garantizar la seguridad de las instalaciones y prevenir riesgos asociados a fugas, contaminación del agua o fallas en el suministro.

A continuación, describiré las que sustentan a este reporte.

Del derecho al agua.

En el artículo 4, párrafo 6, se reconoce el derecho humano al agua:

*“Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible [...]”*⁶⁴

⁶⁴ Obtenido de *El agua en la Constitución | Instituto Mexicano de Tecnología del Agua | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx)*

De las Instalaciones Hidráulicas

NOM-001-CONAGUA-2011. Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario. Hermeticidad, especificaciones y métodos de prueba.

*“Objetivo: Establecer especificaciones mínimas, condiciones, métodos de prueba, las condiciones de operación y mantenimiento de desempeño para los productos que integran los sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario, para asegurar la hermeticidad de estos a largo plazo y garantizar una vida útil suficiente de los sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario.”*⁶⁵

NOM-002-CNA-1995. Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable. Especificaciones y métodos de prueba.

*“Objetivo: Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba que debe cumplir la toma domiciliaria para el abastecimiento de agua potable, con el fin de preservar el recurso hidráulico, sin alterar sus propiedades fisicoquímicas.”*⁶⁶

NMX-AA-176-SCFI-2015. Instalaciones hidrosanitarias para la edificación de vivienda. Especificaciones y métodos de ensayo.

*“Objetivo: Esta norma mexicana establece los requisitos mínimos de estanqueidad y hermeticidad que deben cumplir las instalaciones hidrosanitarias a fin de asegurar su correcto funcionamiento”*⁶⁷

⁶⁵ Por SEMARNAT. (2012). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011*. Diario Oficial de la Federación.

⁶⁶ Por SEMARNAT. (1995). *Norma Oficial Mexicana NOM-002-CNA-1995*. Diario Oficial de la Federación.

⁶⁷ Por Secretaría de Economía. (2016). *Norma Mexicana NMX-AA-176-SCFI-2015*, Diario Oficial de la Federación.

Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones.

*“Objetivo: El proyecto para el suministro y distribución de agua potable a un edificio, deberá diseñarse en tal forma que garantice, la pureza del agua y evite su contaminación, el consumo mínimo de agua necesario y el correcto funcionamiento y limpieza del sistema. Estará basado en las consideraciones que se citan aquí.”*⁶⁸

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Tomas domiciliarias.

*“Objetivo: [...] se dan a los Organismos Operadores las recomendaciones para seleccionar los materiales y aplicar los procedimientos constructivos, que aseguren una adecuada vida útil y una economía real en la instalación y reparación de tomas domiciliarias con diámetros nominales de 13 y 19 mm principalmente [...]”*⁶⁹

Guía para el uso eficiente del agua en desarrollo habitacionales

*“Objetivo: La guía Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales, refleja la suma de esfuerzos institucionales encaminados a promover y subrayar la importancia del uso eficiente del agua, que contribuyan a la conservación del recurso y al fomento de acciones dirigidas a alcanzar dicho propósito, en todos los ámbitos del actuar urbano.”*⁷⁰

⁶⁸ Por SEP, INIFED. (2022). *Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones* (Vol. 5 Instalaciones de servicio. Tomo II. Instalaciones hidrosanitarias). México: Gobierno de México. Pág. 1

⁶⁹ Por CONAGUA. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. SEMARNAT. Pág. 1

⁷⁰ Por CONAFOVI. (2005). *Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*. México: Gobierno de México. Pág. 1

Del uso del PP-R en las Instalaciones Hidráulicas

NMX-E-226/2-CNCP-2007. Industria del plástico, tubos de PP-R.

*“Esta Norma Mexicana es aplicable a tubos polipropileno copolímero (PP-B) y copolímero random (PP-R), serie métrica, para unión por termofusión, en diámetros exteriores de 16 mm a 355 mm, que operan a presión y hasta una temperatura máxima de 95°C, utilizados para la conducción de agua fría y caliente, sea o no para consumo humano, en cualquier tipo de instalaciones exteriores o interiores, como: toma domiciliaria, edificación habitacional, hotelera, comercial o industrial, entre otros.”*⁷¹

NMX-E-226/1-SCFI-1999. Industria del plástico, tubos de PP-R.

*“Objetivo: Esta Norma Mexicana es aplicable a los tubos de polipropileno para unión roscada, en diámetros nominales de 6 mm a 100 mm que operan a presión y hasta una temperatura máxima de 368 K (95°C), para uso interno en las edificaciones”*⁷²

NMX-E-226/2-1998-SCFI. Industria del plástico, tubos de PP-R.

*“Objetivo: Esta Norma Mexicana es aplicable a tubos serie métrica, para unión por termofusión en diámetros exteriores de 10 mm a 355mm, que operan a presión y hasta una temperatura máxima de 368 K (95°C), para uso interno en las edificaciones.”*⁷³

⁷¹ Por Secretaría de Economía. (2007). *NMX-E-226/2-CNCP-2007*. Diario Oficial de la Federación. Pág. 1

⁷² Por Secretaría de Economía. (1999). *NMX-E-226/1-SCFI-1999*. Diario Oficial de la Federación. Pág. 1

⁷³ Por Secretaría de Economía. (1998). *NMX-E-226/2-1998-SCFI*. Diario Oficial de la Federación. Pág. 1

DIN 8077

“DIN, the German Institute for Standardization. Polypropylene (PP) pipes - PP-H, PP-B, PP-R, PP-RCT – Dimensions.”⁷⁴

DIN 8078

“DIN, the German Institute for Standardization. Polypropylene (PP) pipes - PP-H, PP-B, PP-R, PP-RCT - General quality requirements and testing. Prueba de Módulo de empuje tangencial y Prueba de resistencia mecánica posterior al ensayo de flexión por impacto”⁷⁵

DVS 2207-11

“Termofusión [...] Para la realización de este tipo de unión se fundamentan los procesos de aplicación sobre la base de las normas emitidas por el instituto Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren (DVS), códigos ampliamente adoptados reconocidos en el campo de la unión de termoplásticos.”⁷⁶

Manuales de Instalación

TubePlus: Mejor tubería, mejor agua. Manual Técnico y Catálogo de Productos.

“Objetivo: explicar las características y beneficios de TubePlus, la tubería hidráulica del siglo XXI, así como su forma de instalación, uso y mantenimiento. [...] TubePlus cumple con las siguientes normas NMX-E-226/2 CNCP, NMX-CC-9001-IMNC-2015, NMX-SAA-14001-IMNC-2015 y NMX-SAST-45001-IMNC-2018. Todos los Tubos de TubePlus Hidráulico (PP-R) están marcados debidamente para identificar su diámetro, uso y normativas que cumple.”⁷⁷ (ver Imagen 14)

Aquaplas: Tuberías Polipropileno copolímero Random

“Las tuberías y conexiones AQUAPLAS PP-R se producen utilizando Polipropileno copolímero Random (PP-R C Tipo 3). Las tuberías y conexiones AQUAPLAS PP-R están avaladas por los estándares del Instituto Alemán de Normalización DIN 8077 y la Normativa Mexicana NMX-E-226/2-CNCP-2007.”⁷⁸

Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4	Segmento 5	Segmento 6	Segmento 7	Segmento 8	Segmento 9	Segmento 10	Segmento 11	Segmento 12	Segmento 13	Segmento 14	Segmento 15
20 mm c 16 (SDR 7.4)	Rotoplas Tuboplus Hidráulico (PP-R)	Hidráulico	20 mm x 2.8 mm	SM-A	Agua potable Caliente y Fría	PP-R	Clase 16 (SDR 7.4)	Protección uv / Plásticos AB	NMX-E-226/2-CNCP	P.T. 16MPa a 293° K (16.0 kgf/cm ² a 20 °C)	27/01/2020	Hecho en México	Escanea y conoce más	Código de barras
Diámetro nominal	Marca	Beneficio	Diámetro nominal / Ø exterior	Serie métrica Clase A	Aplicación	Material	Clase y SDR	Datos manufactura aditivos	Norma aplicable en México	Presión de trabajo en mega pascales y su conversión a kg fuerza x cm ²	Fecha de producción	Origen	Más información escanea	Código UPC

Imagen 14 Identificación de normas, especificaciones y calidad en tubería.

fuente: Rotoplas, S.A. de C.V. (2021). Manual técnico. Pág. 20 y 21

⁷⁴ Por Rotoplas, S.A. de C.V. (2021). TubePlus: Mejor tubería, mejor agua. Manual Técnico y Catálogo de Productos. México.

⁷⁵ Ibidem.

⁷⁶ Ibidem.

⁷⁷ Ibidem.

⁷⁸ Por AQUAPLAS. (2022). Tubería PP-R. Polipropileno copolímero Random (PP-R C Tipo 3), 15. México. Pág. 1

Del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal

Capítulo VI de las Instalaciones.

Sección primera, de las instalaciones hidráulicas y sanitarias.

“Artículo 124.- Las edificaciones nuevas de más de tres niveles deben contar con un almacenamiento con capacidad para satisfacer dos veces la demanda diaria de agua potable [...] Toda construcción nueva de más de 200 m² de azotea deberá contar con un sistema de captación y aprovechamiento de agua pluvial [...]

Artículo 125.- [...] los muebles y accesorios de baño, las válvulas, tuberías y conexiones deben contar con accesorios y muebles de bajo consumo de agua potable [...]

Artículo 126.- Queda prohibido el uso de gárgolas o canales que descarguen agua a chorro fuera de los límites propios de cada predio.

Artículo 127.- Durante el proceso de construcción, no se permitirá desalojar agua freática o residual al arroyo de la calle [...]

Artículo 128.- En los predios ubicados en calles con redes de agua potable, de alcantarillado público y, en su caso, de agua tratada, el propietario, poseedor o representante legal debe solicitar en el formato correspondiente al Sistema de Aguas de la Ciudad de México [...]”⁷⁹

Dentro del RCDF ubicamos a Las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño Arquitectónico y en ellas encontramos el «Capítulo 3. Higiene, servicios y acondicionamiento ambiental provisión mínima de agua potable» nos indica que dotación mínima para el uso habitacional

será de “150 litros/habitante/día”⁸⁰ cabe señalar que el enlistado cubre los diferentes tipos de edificaciones, pero nos limitamos al objeto de estudio ya que el uso de este es habitacional.

Por otro lado, el «Capítulo 6 Instalaciones, subíndice 6.1 Instalaciones hidráulicas y sanitarias, subíndice 6.1.2 Instalaciones hidráulicas»

Nos dice:

I. La salida de los tinacos debe ubicarse a una altura de por lo menos 2m por arriba del mueble sanitario más alto de la edificación; [...]

II. Las cisternas deben ser impermeables, tener registros con cierre hermético y sanitario y ubicarse a tres metros cuando menos de cualquier tubería permeable de aguas negras; [...]

III. Las tuberías, conexiones y válvulas para agua potable deben ser de cobre rígido, cloruro de polivinilo, fierro galvanizado o de otros materiales que cumplan con las Normas Mexicanas correspondientes; [...]

IV. Los escusados no deben tener un gasto superior a los 6 litros por descarga; [...]

V. Los mingitorios no deben tener un gasto superior a los 3 litros por descarga; [...]

VI. Las regaderas no deben tener un gasto superior a los 10 litros por minuto; [...]

IX. Todos los lavabos, tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no permitan consumos superiores a diez litros por minuto [...]”⁸¹

⁷⁹ Por Consejería Jurídica y de Servicios Legales. (2022). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*. Gobierno de la Ciudad de México. Gaceta Oficial de la Ciudad de México. Pág. 59

⁸⁰ Ibidem. Pág. 226

⁸¹ Ibidem. Pág. 278

CAPÍTULO II. EXPERIENCIA LABORAL.

2.1. EL INICIO EN EL CAMINO PROFESIONAL.

Las primeras experiencias laborales dentro del ámbito de la arquitectura es un hito significativo en la carrera de cualquier profesional. Para el caso del autor, el inicio en el desarrollo profesional se remonta a tres etapas desarrolladas en diferentes despachos de arquitectura cada una.

La primera etapa, la cual llamaremos *el aprendiz*, se presentó simultáneamente al estar cursando el tercer semestre en la Facultad de Arquitectura. Fue gracias a una conexión familiar que aquel estudiante logró ingresar como practicante al despacho del arquitecto Antonio Attolini Lack.

Debido al poco conocimiento por lo apenas cursado en el ámbito académico y a la dinámica con la que ya se venía trabajando en el despacho, en las primeras semanas las actividades desarrolladas por el aprendiz eran muy limitadas: consistían básicamente en preparar todo lo necesario para que el maestro Attolini se pusiera a dibujar, ya fuera desde limpiar su restirador y/o hasta poner la música que lo inspiraba a hacerlo.

Conforme la confianza fue creciendo por parte de los colaboradores del despacho hacia el principiante, las actividades fueron aumentando tanto en cantidad como en compromiso. Para aquel momento, el estudiante cursaba el cuarto semestre de la carrera y ya era el responsable de preparar las entregas, tarea que consistía en seleccionar y doblar planos a tamaño carta; y, seleccionar y montar las láminas de presentación en material rígido.

Gracias a la buena manipulación y almacenamiento de los documentos para ordenar las entregas por parte del aprendiz, el Arq. Attolini le asignó la labor de encargar toda su labor arquitectónica durante más de 50 años. Por lo tanto, el ahora encargado del archivo histórico del despacho A. A. L. tenía la misión de archivar en disposición de proyecto y/u obra arquitectónica toda la documentación referente a

estos. Después de un poco más de dos meses de trabajo, el resultado fue un catálogo en orden cronológico de todo el quehacer arquitectónico de Antonio Attolini. Cabe destacar que este catálogo sirvió de base para la elaboración del libro “*Antonio Attolini Lack Arquitecto*” de Ernesto Alva y Alberto Moreno.

A la par de realizar la compilación, los dibujantes del despacho mostraban al aprendiz la rapidez con la que capturaban en computadora los croquis realizados por el Arq. Attolini. De esta forma el ahora estudiante de sexto semestre tenía sus primeras interacciones con el AutoCAD, motivo que lo impulsó a tomar un curso básico de dibujo asistido por computadora.

Para la segunda etapa, ya con conocimientos limitados y básicos en dibujo asistido por computadora, *el aprendiz* se transformó en *el asistente de AutoCAD*. Esta etapa la desarrolló en el despacho de Andrés Saavedra, enfocado en el proyecto y construcción de vivienda. El acuerdo entre el asistente y el despacho fue recibir un pago por cada hora laborada, ya que, siendo aun estudiante, Andrés Saavedra no tenía la intención de intervenir el desarrollo académico del asistente.

La tarea principal que ejecutó el asistente los primeros días fue apoyar en la revisión de los datos colocados en el pie de plano de los dibujos elaborados por los proyectistas y/o dibujantes. En pocas palabras, su función fue editar y revisar el texto en relación con el día y con el tipo de proyecto, por ejemplo, todos los días se tenía que actualizar la fecha en el cuadro de datos, así como la versión consecutiva del mismo.

A la par que realizaba esta labor, fue descubriendo más comandos de AutoCAD que le facilitaron la tarea que desempeñaba y, sobre todo, reducir el tiempo de ejecución. De esta manera, aunado al conocimiento adquirido en la Facultad para la lectura de planos, aparte de revisar y editar textos comenzó a notar ciertas irregularidades en los dibujos arquitectónicos: inconsistencias entre plantas, cortes y fachadas; puertas sobre muros; abatimientos estorbosos; norte mal orientado; muebles fuera de escala; ejes no correspondientes, etc. con lo cual, y a petición del jefe de taller todos los planos terminados tenían que pasar por la revisión del asistente antes de mandar los planos al plotter.

Con lo anterior, los proyectistas comenzaron a darle libertad al asistente de expresar más allá de los errores que observaba. La invitación se refería a que la colaboración por parte de él ya debía interferir en el proceso de diseño de las casas. Por lo tanto, el ayudante comenzó a plantear —aún en fase esquemática— la configuración de espacios pequeños dentro de las viviendas.

En la **Imagen 15** se observa un corte esquemático sobre la sala de cine de una vivienda, donde la propuesta pretendía unir la pantalla con el plafón. Lo planteado fue bien recibido por el líder de proyecto, sin embargo, es aquí donde el asistente de AutoCAD se enfrentó al reto de pasar al siguiente nivel: en cuanto a conocer los materiales, los detalles y procesos constructivos para que el desarrollo de la idea fuera integral. Siendo temas desconocidos para el asistente, la idea no pudo concretarse quedándose en la fase conceptual.

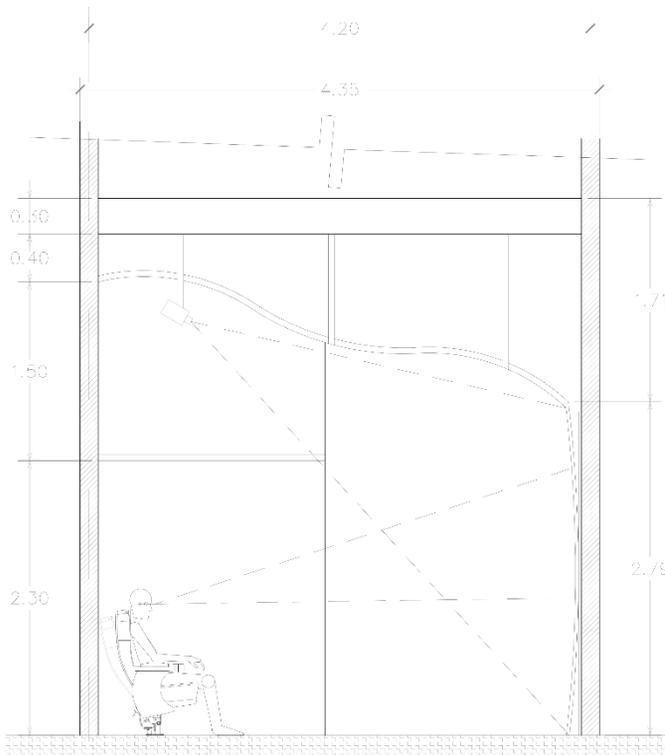


Imagen 15. Propuesta de pantalla complementaria a plafón
Propiedad de Andrés Saavedra (carpeta: Casa Blanca, 2009)

La tercera y última etapa que fortalece el periodo de principiante se llevó a cabo en las instalaciones del despacho Oxígeno Arquitectura, orientados al diseño de interiores para entornos corporativos y comerciales.

El principal reto al que se enfrentó el ahora especificador en esta etapa fue la elaboración de planos de acabados. De este modo, teniendo como antecedente los vacíos e inexperiencias en el despacho anterior, Víctor Hugo comenzó a fortalecer su conocimiento de forma autogestiva, siempre teniendo como base los fundamentos teóricos/prácticos aprendidos en la facultad, y, sobre todo, compensando las limitaciones observadas en los empleos anteriores.

Para un despacho de diseño de interiores los acabados son los detalles finales que definen la apariencia y la sensación de un espacio interior. Incluyen elementos como los materiales de las paredes, pisos, techos, muebles, textiles y accesorios decorativos. Por tal motivo, el primer proyecto en el que participó el especificador se convirtió en un constante ejercicio de prueba y error.

Entrevistas a proveedores, revisar albañilerías, examinar detalles constructivos, comprender las especificaciones y usos de los materiales, analizar el desperdicio, fueron algunos de los recursos que el especificador utilizó para elaborar su primer proyecto en acabados. Fue así que logró que sus aportaciones no se estancaran en el nivel esquemático dentro el proceso de diseño arquitectónico y formaran parte del proyecto ejecutivo. **(Ver Imagen 16)**

Progresivamente, cada una de las experiencias son parte de todo un universo de aprendizaje que consolidaron la fase de principiante del autor. La combinación entre la academia, la praxis y el proceso autogestivo fueron parte fundamental para que este período sirviera de detonante en la motivación de adquirir más conocimientos, y, con el tiempo, mayores responsabilidades. Lo anterior con base en que la actualización constante es vital para un arquitecto, porque le permite mantenerse competitivo en el mercado, mejorar sus habilidades técnicas y creativas, cumplir con los estándares y regulaciones, adoptar soluciones sostenibles y, en última instancia, ofrecer proyectos arquitectónicos de alta calidad que satisfagan las necesidades y expectativas de sus clientes o empleadores.

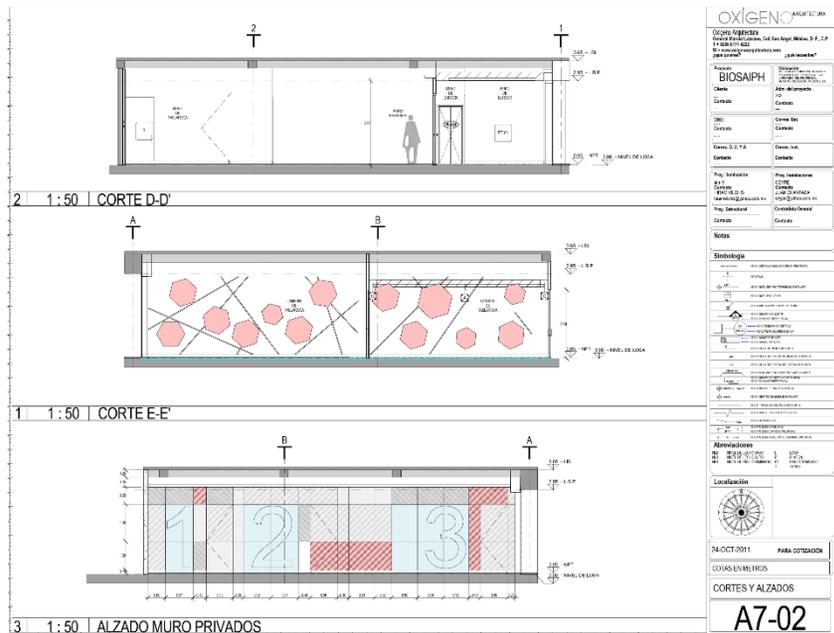
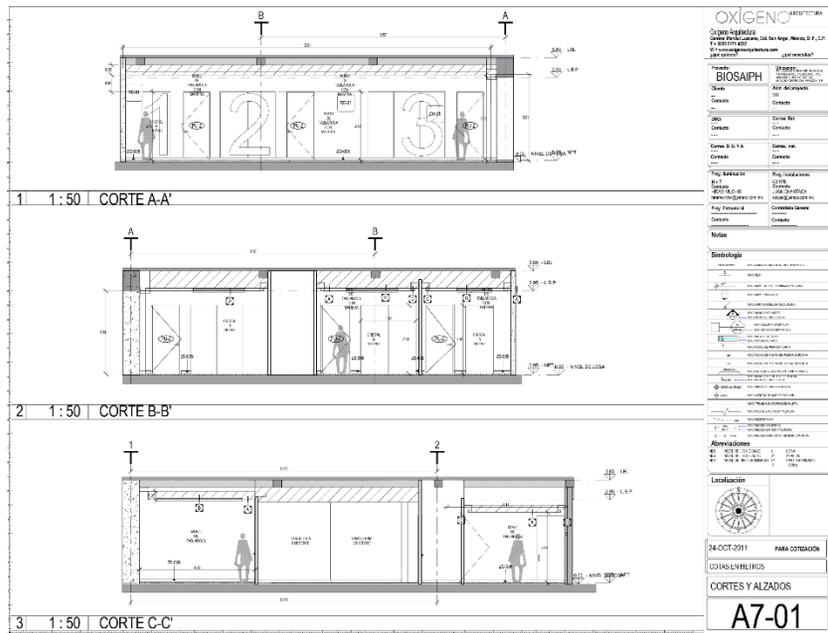
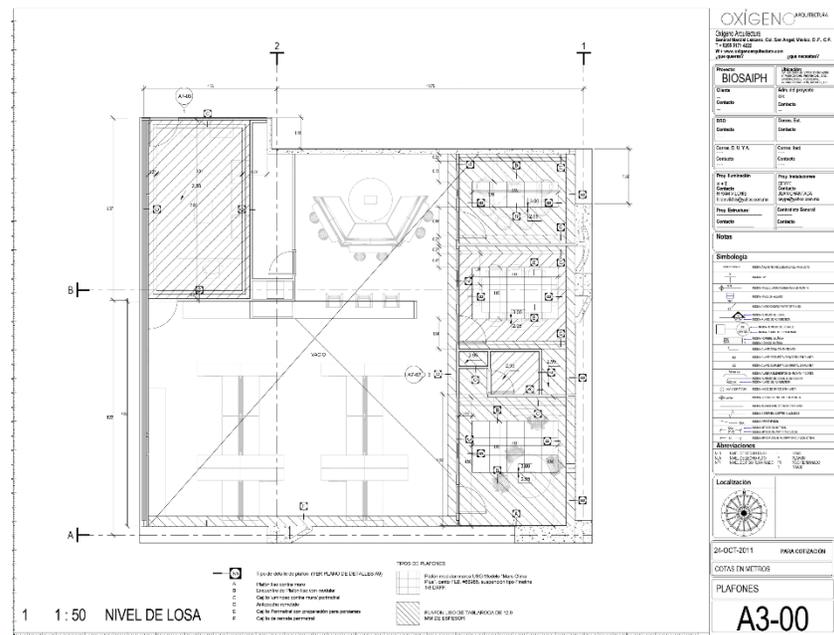
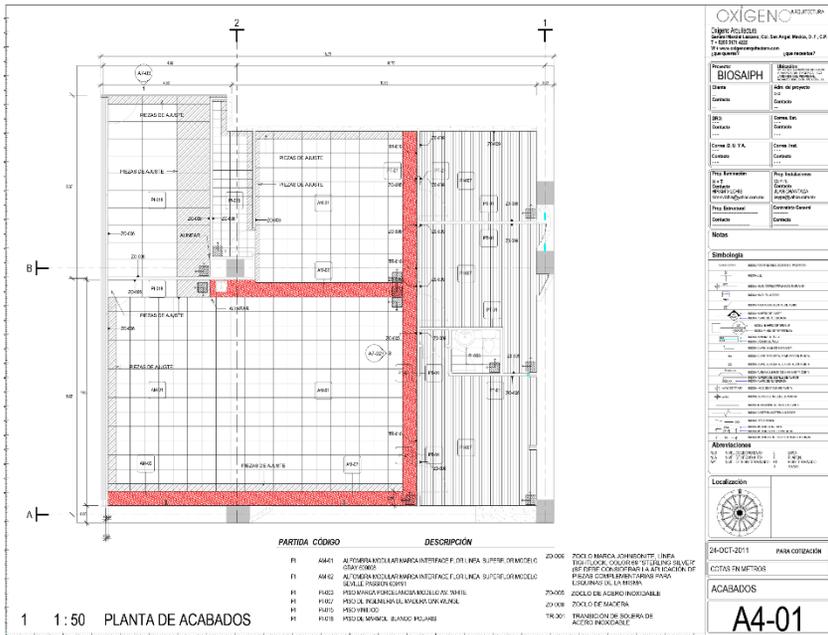


Imagen 16. Proyecto de acabados, corporativo farmacéutico
Propiedad de Oxigeno Arquitectura (carpeta: Biosaiaph, 2011)

2.2. EL USO DE AutoCAD COMO HERRAMIENTA.

A medida que Víctor Hugo perfeccionó sus habilidades en el uso de AutoCAD, abrió puertas hacia oportunidades laborales para distintos proyectos, donde su destreza en el manejo de esta poderosa herramienta fue altamente valorada y solicitada, ya que con la experiencia de trabajos anteriores asimiló que el dibujante propone; el dibujante remedia; el dibujante especifica; el dibujante detalla, el dibujante aporta soluciones y en muchos casos el dibujante es sinónimo de proyectista.

Uno de los proyectos en los que participó activamente fue en el desarrollo ejecutivo de Torre Puerta Reforma, un rascacielos de 73 niveles con más de 300 metros sobre nivel de banqueta. La forma del edificio respondía a los beneficios del diseño paramétrico, por lo tanto, la mayoría de las etapas se ejecutaron bajo la aplicación de programas *Building Information Modeling* (BIM). Sin embargo, a consideración de los líderes de proyecto, tomaron la decisión de que el estacionamiento tenía que desarrollarse en colaboración con un equipo integrado por arquitectos con habilidades sólidas en el manejo de AutoCAD.

Es en esta fase del proceso ejecutivo que el ahora dibujante tomó parte en el plan para el estacionamiento de la torre. Dicho proyecto consistió, de manera global, en otorgar capacidad aproximada para 1,950 automóviles y el diseño de circulaciones y rampas vehiculares. Todo esto, distribuido en 14 sótanos con una profundidad de 43.70 metros bajo el nivel de banqueta, además de contemplar el criterio estructural del propio edificio.

Parte de los retos a los que se enfrentó el dibujante tuvo que ver con los cambios radicales que se hacían a la arquitectura de la torre. Cada uno de estos cambios repercutía en la ubicación de las columnas, por lo tanto, la distancia entre los paños de estas afectaba el dimensionamiento propuesto para los cajones. Durante un poco más de seis meses se llevó este modo de trabajo, en la cual prácticamente se tenía que rediseñar el estacionamiento cada tres días, y, en el peor de los escenarios, se asumió la responsabilidad de proponer un proyecto completamente nuevo en cada modificación.

Bajo este esquema, a pesar de la flexibilidad y adaptación del equipo de estacionamiento, la falta de optimización de resultados alteró el flujo de trabajo. Para resolver esta situación el grupo tuvo varias reuniones para analizar las posibles soluciones; la más aceptada por los líderes de proyecto radicó en ubicar las columnas bajo el concepto de crear una modulación estructural en los sótanos tomando como referencia las dimensiones de los cajones de estacionamiento, según las normas.

Esta idea planteada e impulsada por el dibujante, resultó de croquis dibujados por él mismo con el propósito de conocer el máximo de automóviles por nivel. Tal como podemos ver en la **Imagen 17** la solución estaba compuesta por algunos puntos fundamentales: los centroides de las columnas tendrían una distancia entre ejes de 9.00 metros; de esta forma, contemplando el ancho, la protección y la guarnición de estas daba oportunidad de colocar tres cajones de tamaño grande en este claro; con esta modulación era imposible hacer coincidir las columnas del estacionamiento con las de la torre, por lo tanto, el punto más radical de la propuesta implicó tener dos cuerpos estructurales: uno para el aparcamiento y otro para la torre; por último, esta modulación debía seguir hacia el edificio de servicios con la intención de ser usado para colocar automóviles.

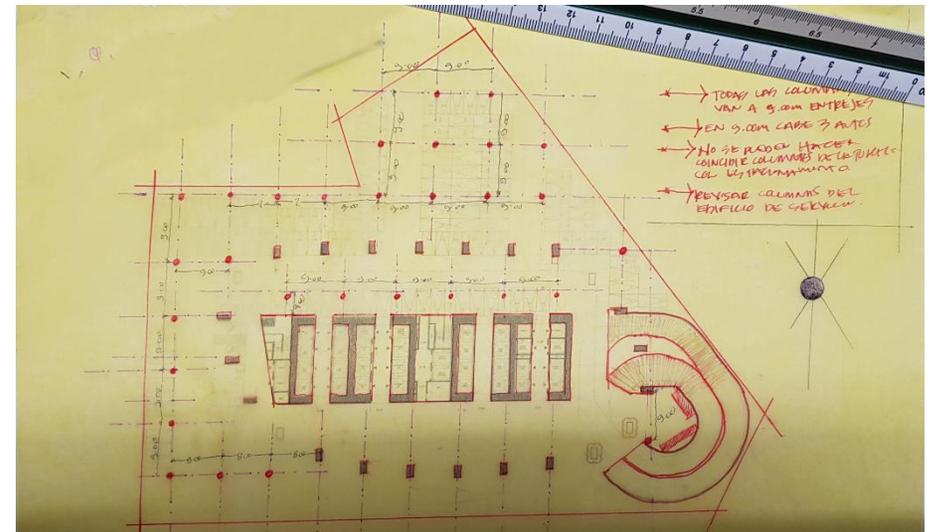


Imagen 17. Propuesta de ubicación de columnas para estacionamiento
Propiedad de FREE (carpeta: TPR, 2017)

Con el problema de la estructura resuelto el dibujante se consolidó como líder del equipo de AutoCAD. Para esta fase, debido a las afectaciones arrojadas por el estudio de impacto vial su encomienda fue reducir el número de sótanos sin comprometer la cantidad de automóviles a estacionar. Ya que, entre las principales afectaciones, resaltó que el automóvil más alejado del nivel de banqueta recorría los 14 sótanos en un tiempo de 30 minutos con un tránsito moderado en las calles circundantes.

Enfrentar este trabajo fue un desafío debido a que el polígono de acción ya estaba ocupado al 100% por la torre y las áreas comunes, además de que el dibujante desconocía, hasta ese momento, sistemas de estacionamiento que no fueran los convencionales.

El análisis partió hacia una posible solución gracias a que el equipo de diseño de la torre donó 7 niveles del edificio de servicios para ocuparlos como estacionamiento sobre el nivel de banqueta. Sin embargo, las rampas y circulaciones vehiculares restaban área para colocar los cajones requeridos para esta zona, lo cual dio origen a una variedad de ejercicios acatados a la prueba y error. La inspiración para responder a la dimensión del problema provino de la ciencia ficción, tres semanas después del inicio en esta etapa el dibujante ya buscaba proveedores de estacionamientos robotizados o automatizados en la CDMX. La idea de plantear un edificio como estacionamiento robotizado fue muy bien recibida, después de todo, un rascacielos Clase A merecía un estacionamiento con características destacadas.

La **Imagen 18** (página 38) nos muestra tres combinaciones de sistemas de estacionamiento que solucionaron el problema planteado: los niveles de sótanos se redujeron a la mitad de los contemplados en un principio. Cada fórmula tiene como base la torre robotizada, las diferencias entre cada una las podemos observar en el esquema destacando la opción número 2 como la factible para el edificio.

La habilidad del dibujante para el uso de AutoCAD aumentó durante el desarrollo de Torre Puerta Reforma. Comandos para la importación y exportación de datos, uso e intercambio de referencias externas, la aplicación del comando Autolisp para la programación y automatización de procesos, fueron algunas de las herramientas adquiridas durante este proyecto. Estas ventajas mejoraron la

eficiencia, precisión y capacidad para abordar desafíos de diseño de manera más efectiva. De igual forma, la organización de espacios con un enfoque funcionalista fue otra de las habilidades que el dibujante afinó durante este tiempo.

El proyecto en el que logró aplicar estos conocimientos adquiridos fue para el desarrollo ejecutivo de Atlixco 118: se trató de un edificio de veinte departamentos realizado por Reyval Arquitectos por encargo de la Comisión para la Reconstrucción. Un sótano de estacionamiento, planta baja con comercio + ocho niveles y seis tipos de apartamentos diferentes fueron parte de los alcances de diseño.

Para este caso, el dibujante fue incluido en el equipo de líderes de diseño. La primera actividad que se le encomendó fue concretar la idea generatriz en planta, el reto consistió en que los metros cuadrados de los departamentos del edificio a reconstruir tenían que coincidir con los metros cuadrados del edificio anterior, además, la propuesta estaba condicionada a la aprobación de los representantes del edificio.

El primer edificio fue construido en los años 50's, por lo tanto, la normatividad actual impedía que el área de los departamentos se respetara, sobre todo, por lo dispuesto a los patios de iluminación y ventilación natural en el Reglamento de Construcciones.

El ejercicio que solucionó la problemática se basó en generar una serie de esquemas donde cada uno representaba una opción de configuración espacial diferente (ver **Imagen 19**, página 39). Con esta solución se demostraron dos cosas: la primera fue que los patios de iluminación y ventilación también debían ser colocados con los metros cuadrados originales al igual que los departamentos, la explicación convenció a la Comisión para la Reconstrucción a no aplicar esta reglamentación en este punto en específico.

Por otro lado, también se demostró a los representantes el universo de posibilidades para el diseño de sus departamentos. En una inesperada coincidencia tanto la Comisión como los vecinos eligieron la opción número 8 como la idea rectora para definir el proyecto.

De este modo la idea generatriz confiada al dibujante fue resuelta satisfactoriamente. Ya con los diagramas de flujo propuestos en esta solución el diseño arquitectónico se resolvió con mayor fluidez.

Opcion 1 Robot+Actual

- 784 Robotizado
- 1,059 Convencional
- 1,843 Cajones total.
- 37.60m S.N.B.
- 22.55m B.N.B.
- 5 Sotanos menos.
- TorreParking muy alta
- 1 Sotano para cisternas

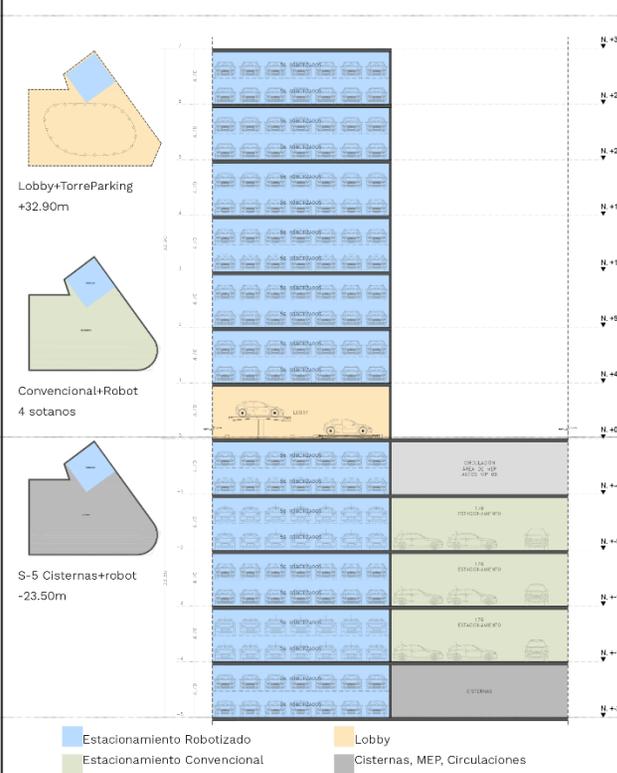
ESTACIONAMIENTO										
Nivel	Cajones			Total	Altura			N.P.T. (m)	N.S.L. (m)	ALTURA LIBRE (m) New Store
	Grande	Chico	Personas con discapacidad		NIVEL	N.S.L. (m)	ALTURA LIBRE (m) New Store			
NIVEL 7	112	0	0	112	32.90	37.60	4.40			
NIVEL 6	112	0	0	112	28.20	32.90	4.40			
NIVEL 5	112	0	0	112	23.50	28.20	4.40			
NIVEL 4	112	0	0	112	18.80	23.50	4.40			
NIVEL 3	112	0	0	112	14.10	18.80	4.40			
NIVEL 2	112	0	0	112	9.40	14.10	4.40			
NIVEL 1	112	0	0	112	4.70	9.40	4.40			
NIVEL 0	0	0	0	0	0.00	4.70	4.40			
SOTANO 1	481	0	0	481	-9.00	-9.00	3.30			
SOTANO 2	36	65	0	101	-6.83	-4.00	2.55			
SOTANO 3	82	129	4	215	-9.70	-8.80	2.50			
SOTANO 4	82	129	4	215	-12.55	-9.30	2.55			
SOTANO 5	82	140	4	226	-15.40	-12.55	2.50			
SOTANO 6	82	147	4	233	-18.25	-15.40	2.50			
SOTANO 7					-22.55	-18.25	4.00			
Total	1309	611	16	1936		-22.55				



Opcion 2 Robot+Convencional

- 1,232 Robotizado
- 597 Convencional
- 1,829 Cajones total.
- 32.90m S.N.B.
- 23.50m B.N.B.
- 6 Sotanos menos.
- TorreParking muy alta
- ½ Sotano para cisternas

ESTACIONAMIENTO										
Nivel	Cajones			Total	Altura			N.P.T. (m)	N.S.L. (m)	ALTURA LIBRE (m) New Store
	Grande	Chico	Personas con discapacidad		NIVEL	N.S.L. (m)	ALTURA LIBRE (m) New Store			
NIVEL 6	112	0	0	112	28.20	32.90	4.40			
NIVEL 5	112	0	0	112	23.50	28.20	4.40			
NIVEL 4	112	0	0	112	18.80	23.50	4.40			
NIVEL 3	112	0	0	112	14.10	18.80	4.40			
NIVEL 2	112	0	0	112	9.40	14.10	4.40			
NIVEL 1	112	0	0	112	4.70	9.40	4.40			
NIVEL 0	0	0	0	0	0.00	4.70	4.40			
SOTANO 1	270	0	0	270	-9.00	-9.00	4.40			
SOTANO 2	151	133	4	288	-9.40	-4.70	4.40			
SOTANO 3	151	133	4	288	-14.10	-9.40	4.40			
SOTANO 4	151	133	4	288	-18.80	-14.10	4.40			
SOTANO 5	112			112	-23.50	-18.80	4.40			
Total	1410	407	12	1829		-23.50				



Opcion 3 Robot+Duplicadores

- 1,120 Robotizado
- 696 Convencional
- 1,816 Cajones total.
- 32.90m S.N.B.
- 18.80m B.N.B.
- 3 Sotanos menos.
- Robot+Duplicadores \$?
- ½ Sotano para cisternas

ESTACIONAMIENTO										
Nivel	Cajones			Total	Altura			N.P.T. (m)	N.S.L. (m)	ALTURA LIBRE (m) New Store
	Grande	Chico	Personas con discapacidad		NIVEL	N.S.L. (m)	ALTURA LIBRE (m) New Store			
NIVEL 6	112	0	0	112	28.20	32.90	4.40			
NIVEL 5	112	0	0	112	23.50	28.20	4.40			
NIVEL 4	112	0	0	112	18.80	23.50	4.40			
NIVEL 3	112	0	0	112	14.10	18.80	4.40			
NIVEL 2	112	0	0	112	9.40	14.10	4.40			
NIVEL 1	112	0	0	112	4.70	9.40	4.40			
NIVEL 0	0	0	0	0	0.00	4.70	4.40			
SOTANO 1	112	0	0	112	-4.70	-9.40	4.40			
SOTANO 2	190	266	4	460	-9.40	-4.70	4.40			
SOTANO 3	190	266	4	460	-14.10	-9.40	4.40			
SOTANO 4	112			112	-18.80	-14.10	4.40			
Total	531	1216	8	1815		-18.80				

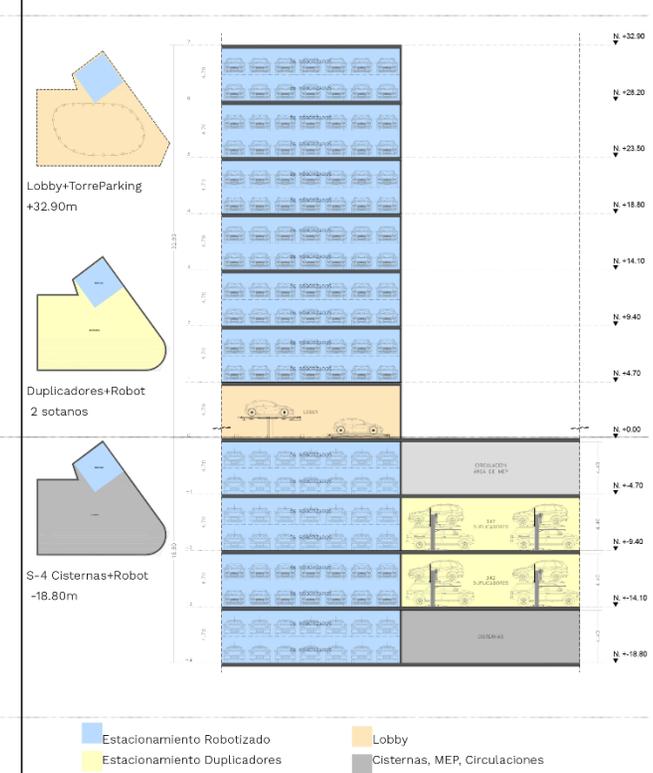


Imagen 18. Opciones de combinación de sistemas de estacionamiento
 Propiedad de FREE (carpeta: TPR, 2017)

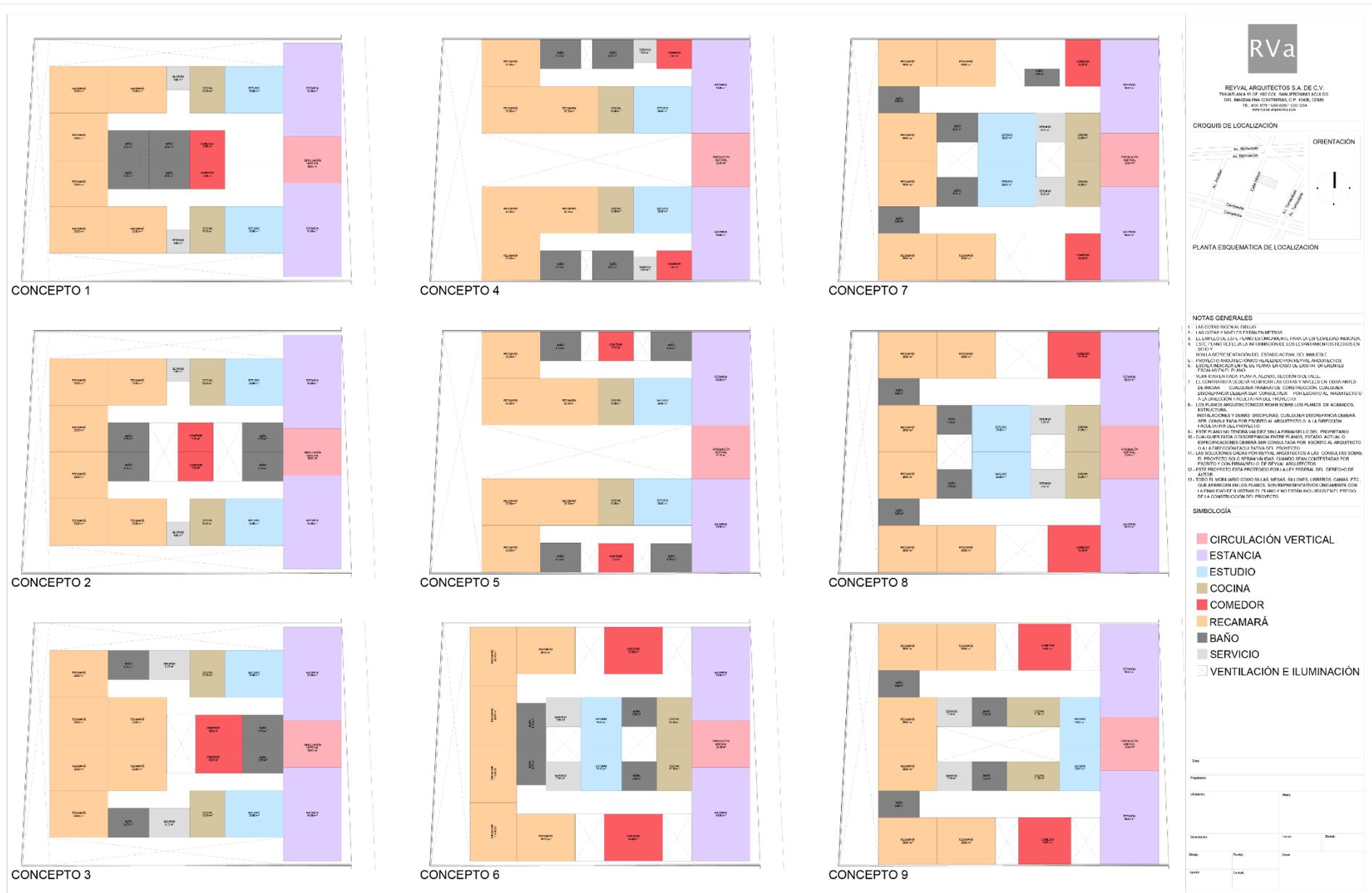


Imagen 19. Alternativas de configuraciones espaciales en planta
 Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Atlixco 118, 2019)

Ya con el 65% de avance en el proyecto ejecutivo y con varias entregas revisadas el equipo de diseño se enfrentó a otro desafío, la Comisión para la Reconstrucción catalogó al edificio como grado de incendio alto debido a que la altura total del proyecto superaba los 25 metros. Esto implicó, bajo norma, colocar una escalera de emergencia de acuerdo con lo dicho en el capítulo de comunicación, evacuación y prevención de emergencias, artículo 99 del Reglamento de Construcciones.

Haber pasado por alto este error por parte del equipo de diseño comprometió el progreso con el que ya contaba el proyecto. Resolver el problema significó que los integrantes comenzaran a explorar de manera cuidadosa la norma, y, con esto, negociar con la Comisión la posibilidad de omitir la regla como sucedió en el problema anterior.

El inconveniente empeoró considerablemente debido a que la información se filtró y los representantes de los vecinos, ya enterados, exigían que la escalera de emergencia fuera considerada en el proyecto. Se buscó un número amplio de posibles soluciones desde geométricas, arquitectónicas, legales y hasta de proponer sistemas alternativos de evacuación.

La solución siempre estuvo presente dentro del proyecto, la constante revisión de la normatividad comenzó a dar frutos. El artículo 99 menciona los requerimientos para la evacuación de los ocupantes de las edificaciones, entre ellos como ya habíamos mencionado nos dice que cuando un edificio es mayor a 25 metros de altura requiere de escalera de emergencia. Sin embargo, nunca menciona a los ocupantes y al uso en el que actúan, por lo tanto, como se explica en la **Imagen 20** el nivel de azotea es de +28.08 m y el último nivel de departamentos se ubica a +24.96 m. Fue así como se interpretó que el último nivel habitable se encontraba 4 cm por debajo de lo establecido en el Reglamento.

La laguna dentro del artículo encontrada por el dibujante fue bien recibida por los negociadores del despacho. La propuesta de no considerar escalera de emergencia debido a que la azotea no se contemplaba parte habitable del conjunto y que la altura máxima habitable no pasaba el límite de restricción en el proyecto, fue presentada a la Comisión y a los representantes la cual fue aprobada sin observaciones.

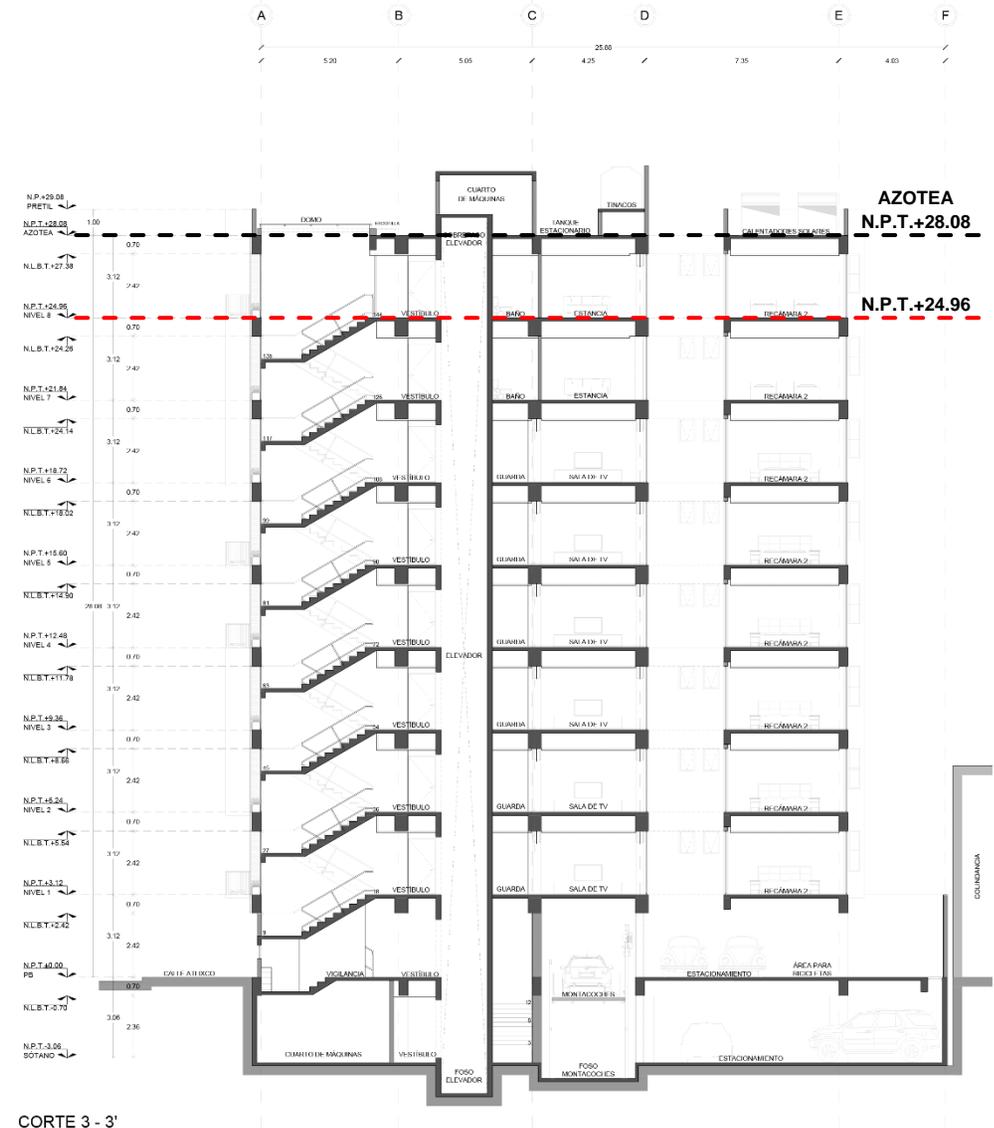


Imagen 20. Corte longitudinal. La línea roja muestra el último nivel habitable
Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Atlíxco 118, 2019)

2.3. GÉNESIS DEL ARQUITECTO CONSTRUCTOR.

La experiencia de construir puede ser comparada con dar vida a una creación imaginativa que ha estado gestándose en la mente del arquitecto durante mucho tiempo. Para Víctor Hugo esta etapa en el proceso de su experiencia profesional simbolizó el apogeo del trabajo de gabinete u oficina, ya que, para él, desde el inicio en el camino profesional el constructor representó uno de los más altos niveles a los que puede llegar un arquitecto.

En su experiencia ya contaba con participación en obras de no más de 100 m² de construcción y con muy poca colaboración. Fue en esta etapa que descubrió que muchas soluciones se dan en obra ya que no son consideradas por los proyectistas o son pasadas por alto. Por la magnitud de edificación y por abrir un preámbulo al capítulo siguiente se describirán los siguientes fogueos en la construcción del condominio Pacífico 455 que es nuestro caso de estudio.

La obra se ubica en la alcaldía Coyoacán, fue parte de los edificios afectados por el sismo del 2017 ocurrido en la Ciudad de México y reedificados por el fideicomiso de la otorgado por la Comisión de Reconstrucción. Una de las peculiaridades de esta obra es que en su máxima carga de trabajo fue en 2020, año en que el mundo entero sufrió una pandemia a causa del COVID-19. Cabe señalar que la empresa constructora, en este caso Reyval Arquitectos, no elaboró el proyecto ejecutivo.

Uno de los primeros trabajos que se le confiaron, al ahora residente, fue dar solución, aun en bosquejo, al desarrollo de la escalera principal en la sección que corría desde el sótano 2 hacia la planta baja. Esta actividad tuvo la condición de corregir dos importantes omisiones la primera era parte del proyecto: la distancia entre el nivel de piso terminado del sótano 1 y una de las travesaños principales era apenas de 1.62 m. (ver **Imagen 21**) La segunda tenía que ver con la logística de construcción, ya que al resolver la problemática de la primera desatención abarcaba la posibilidad de subir el nivel de PB para que en el colado de la losa se pudieran colocar dos cuerpos de andamios debajo de esta, y, las maniobras de la ejecución de los trabajos posteriores resultara con mayor facilidad.

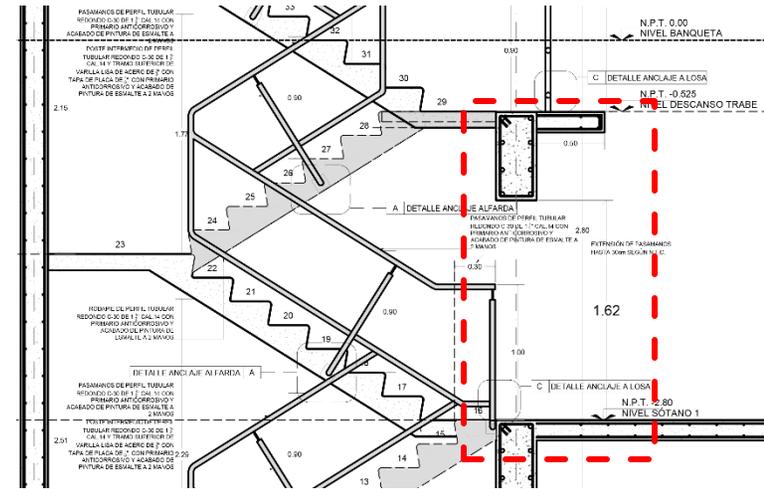
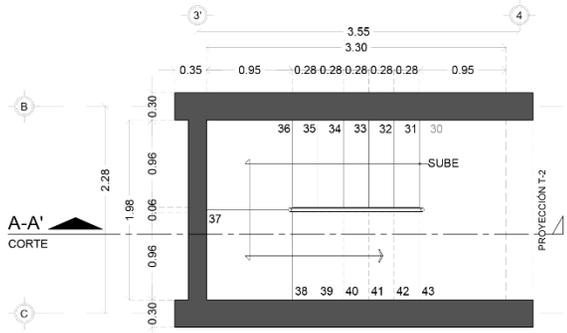


Imagen 21. Detalle de escalera, se observa la cota entre trabe y N.P.T. Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Pacífico 455, 2020)

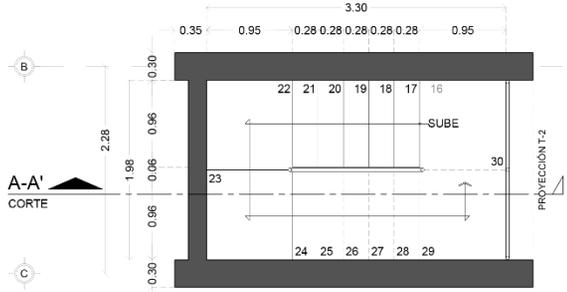
Las soluciones en obra además de ser eficaces requieren de un tiempo limitado para satisfacer sus necesidades. Este caso no fue excluido de esa condición, ya que de un día a otro el residente hubo que definir el NPT de planta baja solventando la distancia errónea entre trabe y sótano 1. Al no estar familiarizado con esta presión de trabajo el residente tuvo que echar mano de todos los conocimientos adquiridos a lo largo de su trayectoria laboral.

En la **Imagen 22** de la página 42 se muestra el boletín con cada uno de los puntos resueltos. Fue una extensa jornada de trabajo puesto que se alargó hasta la madrugada, sin embargo, no podía desistir ya que era el primer compromiso encomendado para él. Después de varios trazos, la solución radicó en dividir con escalones los descansos y dando peraltes diferentes entre tramos: empezando con 0.1750 m en el primer tramo, pasando a 0.1781 m en el segundo tramo y terminando nuevamente con 0.1750 m en el tercer y último tramo.

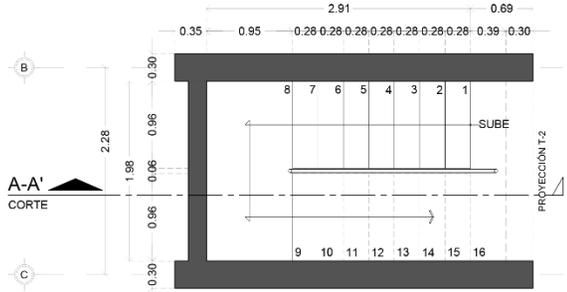
La medida resultó satisfactoria tanto arquitectónicamente como estructuralmente, pero, sobre todo, la respuesta positiva de sus superiores fue recibida con entusiasmo por el residente ya que, gracias a la elaboración del boletín de obra, la ejecución de los trabajos de cimbrado para la losa de PB y la escalera fue ordenada de inmediato.



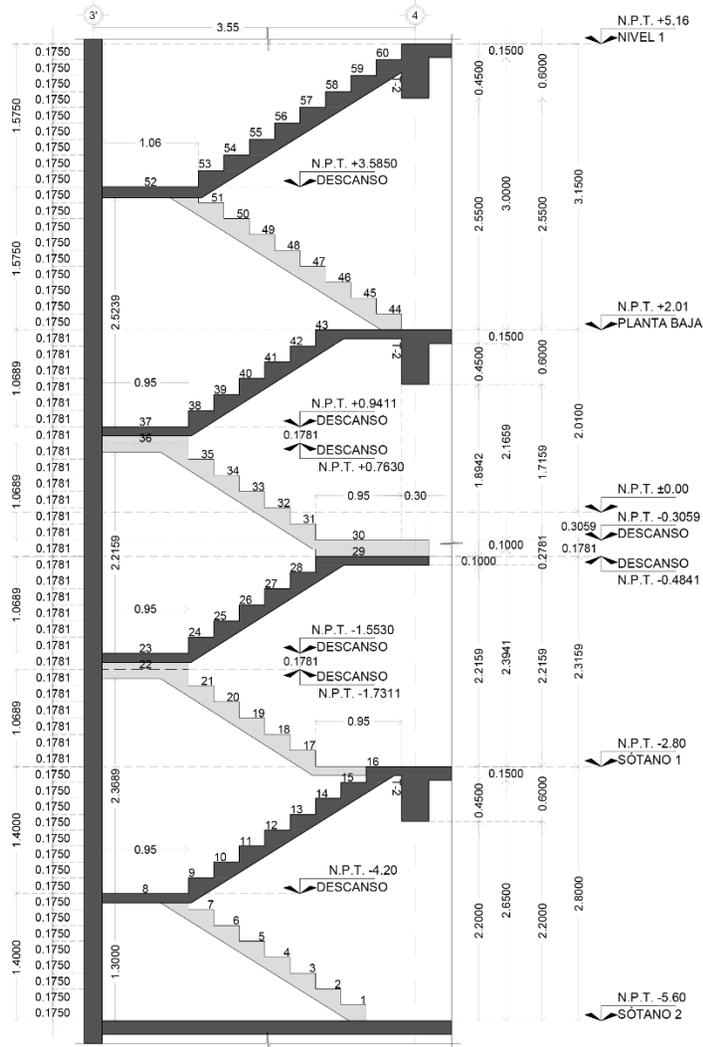
DETALLE DE ESCALERA N. -0.3059 A N. +2.01
PLANTA ARQUITECTÓNICA
ESC. 1:50



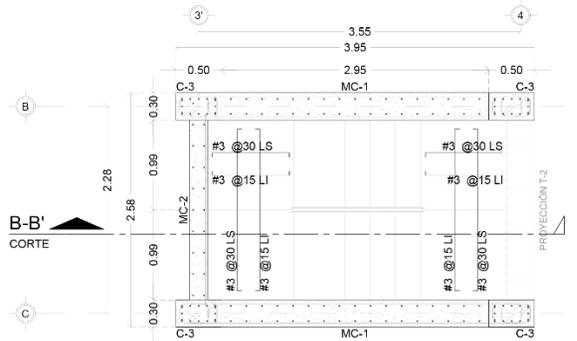
DETALLE DE ESCALERA N. -2.80 A N. -0.3059
PLANTA ARQUITECTÓNICA
ESC. 1:50



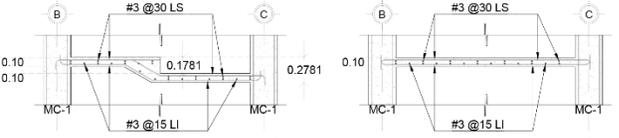
DETALLE DE ESCALERA N. -5.60 A N. -2.80
PLANTA ARQUITECTÓNICA
ESC. 1:50



DETALLE DE ESCALERA N. -5.60 A N. +2.01
CORTE A-A' LONGITUDINAL
ESC. 1:50



ARMADO DE DESCANSOS
PLANTA ESTRUCTURAL
ESC. 1:50



D-1 DESCANSO CON ESCALÓN
ALZADO FRONTAL
ESC. 1:50

D-2 DESCANSO SIN ESCALÓN
ALZADO FRONTAL
ESC. 1:50



ARMADO DE ESCALERA N. -5.60 A N. +2.01
CORTE B-B' LONGITUDINAL
ESC. 1:50

CONDOMINIO PACÍFICO 455

RvA

REYVAL ARQUITECTOS

Imagen 22. Boletín, adecuación de escalera.
Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Pacifico 455, 2020)

El siguiente trabajo encomendado tuvo que ver con el acero de refuerzo para el armado de la losa en planta baja. Los encargados de obra civil observaron que las cantidades que arrojaban los planos estructurales no coincidían con sus cálculos para la adquisición de las varillas de refuerzo. Con base en esto fue que se le encargó al residente que cuantificara el total del acero a utilizar en cada nivel, incluyendo losa, columnas y trabes.

La asignación de esta actividad sobresaltó (por no decir espantó) al residente ya que nunca en ningún espacio laboral había realizado dicha tarea por consiguiente desconocía como realizarla. Nuevamente el tiempo de entrega fue de un día para otro y la comparación de resultados definió la compra del material.

El residente no sabía ni por dónde comenzar, el ambiente en obra suele ser un poco duro para los novatos y titubear puede ser contraproducente. La cuantificación del acero para él representaba contar una a una las varillas para obtener un total, desconocía por completo que el acero se cuantifica por unidades determinadas.

Revisar especificaciones, rugosidad, tipos, diámetros, números, fichas técnicas no era de gran utilidad, pero dieron rumbo hacia un posible inicio: si cada tramo comercial de varilla contiene dimensiones especiales, la suma de cada una arrojaría resultados diferentes dependiendo del diámetro, por lo tanto, contar una a una ya no sonaba tan descabellado.

Faltaba otro detalle en la receta, el armado aun no existía lo que implicaba obtener los datos de los planos estructurales. Sin embargo, estos siempre vienen simplificados a detalles claros pero que no servían para la intención pretendida por el residente.

Fue así que apoyado en la habilidad obtenida en el uso de AutoCAD optó por dibujar los armados en cada uno de los elementos, abarcando ganchos, estribos, traslapes, posición y distancias del acero de refuerzo guiándose por las especificaciones de los planos estructurales. Cada varilla fue representada con una línea de color diferente según su longitud, estos trazos contienen información dividida en propiedades que a su vez se convierten en información. Estos datos pueden ser extraídos con el comando "Data Extraction" el

cual se explica a continuación: la extracción de datos en AutoCAD se refiere a la capacidad de obtener información específica de los elementos en un dibujo. Se pueden definir propiedades específicas de estos objetos que quieres incluir en la extracción, como capas, colores, tipos de línea, áreas, longitudes y más, una vez obteniendo la tabla de extracción esta se puede exportar a Excel o programas afines.

Por ejemplo, para el armado de la losa de planta baja el residente dibujó primero todo el acero del lecho inferior asignando colores diferentes según la longitud. Orientándose por el plano estructural el armado indicaba lo siguiente: lecho inferior con varillas del #3 a cada 20 cm, con traslapes de 30 cm y un radio de dobléz de 5 cm obtuvo la disposición en que cada una de las varillas ocuparía en el armado.

En la **Imagen 23** la tabla de extracción nos indica, por ejemplo, que hay 114 varillas color magenta de 8.13 m de longitud con un total de 926.94 m y así sucesivamente para cada color.

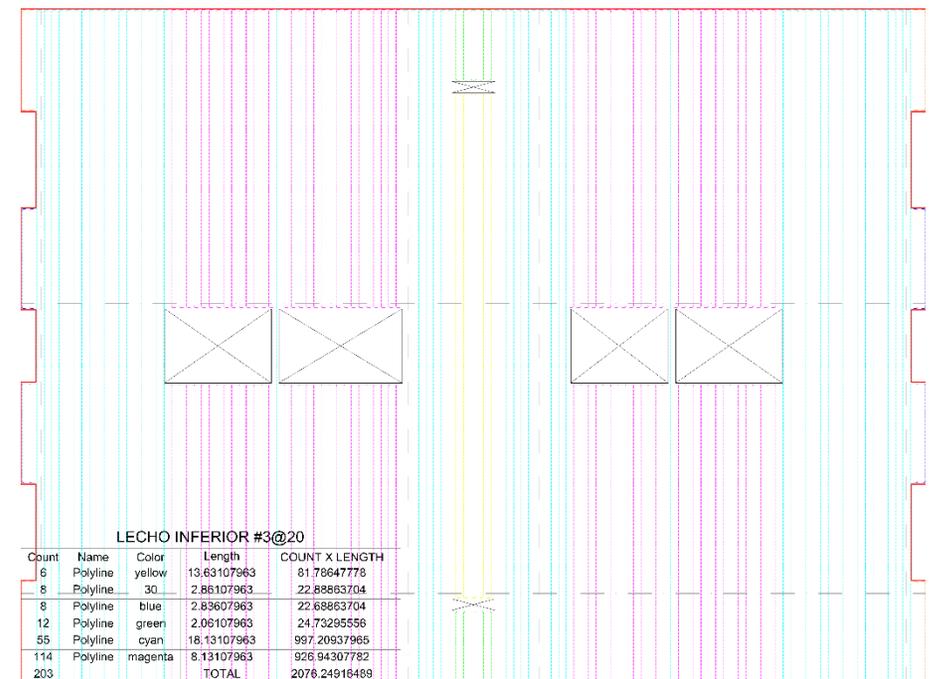


Imagen 23. Planta, disposición de varillas y tabla de extracción
 Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Pacífico 455, 2020)

Por otra parte, la **Imagen 24** nos muestra los datos vaciados en Excel de cada uno de los elementos estructurales que componen cada nivel del edificio. En esta hoja de cálculo, diseñada por el residente, podemos observar que cada uno de estos componentes fue analizado según el tipo de armado. Con este análisis se pudo obtener el dato en kilogramos de cada trabe, columna y losa. El resultado final fue una diferencia de 200 kilos en comparación con los cálculos del personal experto.

ELEMENTO	UBICACIÓN	REFUERZO	DIAMETRO # DE Ø	DIMENSIONES INCLUYE GANCHOS	CANTIDAD TRASLAPES	DIMENSION TRASLAPE	N° DE ELEMENTOS	TOTAL DE mL	N° DE VARILLAS TRAMOS DE 6m	PESO Dimension X Peso Ø								TOTAL					
										Ø #2 0.250kg/mL	Ø #3 0.560kg/mL	Ø #4 0.99kg/mL	Ø #5 1.55kg/mL	Ø #6 2.24kg/mL	Ø #8 3.97kg/mL	Ø #10 6.23kg/mL	Ø #12 8.94kg/mL						
										OBRA: CONDOMINIOPACIFICO #455 UBICACIÓN: PACIFICO 455, COLONIA CANDELARIA, ALCALDIA COYOACÁN, CIUDAD DE MÉXICO CONCEPTO: ACERO DE REFUERZO EN TRABES Y LOSA NIVEL: TORRE 1 PLANTA NIVEL N.T.C. + 1.72 FECHA: 07/08/2020 UNIDAD: KILOGRAMOS (Kg) HOJA: 2 DE 4										NUMEROS GENERADORES #3 0.0095 0.30 0.05 #4 0.0127 0.36 0.06 #5 0.0159 0.46 0.07 #6 0.0190 0.55 0.08 #8 0.0254 0.73 0.09 #10 0.0318 0.91 0.13 #12 0.0381 0.30 0.19			
TRABE T-3	EJE " 5 " "	ESTRIBOS	3	1.26	0	0.30	70	88.14	15	-	49.36	-	-	-	-	-	-	-	49.36				
		ARMADO SUPERIOR	5	13.68	2	0.46	4	58.40	10	-	-	-	90.52	-	-	-	-	-	90.52				
		ARMADO INTERMEDIO	3	13.62	2	0.30	2	28.44	5	-	15.93	-	-	-	-	-	-	-	15.93				
		ARMADO INFERIOR	5	13.68	2	0.46	4	58.40	10	-	-	-	90.52	-	-	-	-	-	90.52				
LOSA	EJE "A" HACIA EJE "D"	LECHO SUPERIOR	3	1,029.56	156	0.30	1	1076.36	179	-	602.76	-	-	-	-	-	-	-	602.76				
		LECHO INFERIOR	3	2,049.00	312	0.30	1	2142.60	357	-	1,199.85	-	-	-	-	-	-	-	1,199.85				
		BASTONES	3	430.88	0	0.30	1	430.88	72	-	241.29	-	-	-	-	-	-	-	241.29				
		BASTONES EXTREMOS	4	437.84	0	0.36	1	437.84	73	-	-	433.46	-	-	-	-	-	-	433.46				
LOSA	EJE "2" HACIA EJE "7"	LECHO SUPERIOR	3	1,039.06	146	0.30	1	1082.86	180	-	606.40	-	-	-	-	-	-	-	606.40				
		LECHO INFERIOR	3	2,076.25	291	0.30	1	2163.55	361	-	1,211.59	-	-	-	-	-	-	-	1,211.59				
		BASTONES	3	215.42	0	0.30	1	215.42	36	-	120.64	-	-	-	-	-	-	-	120.64				
		BASTONES EXTREMOS	4	1,799.24	0	0.36	1	1799.24	300	-	-	1,781.25	-	-	-	-	-	-	1,781.25				
COLUMNA C-1	EJE "2" CON EJE "A"	ARMADO	5	3.15	0	0.46	26	81.90	14	-	-	-	126.95	-	-	-	-	-	126.95				
		ESTRIBOS LARGOS	3	2.68	0	0.30	19	50.90	8	-	28.51	-	-	-	-	-	-	-	28.51				
		ESTRIBOS CORTOS	3	2.20	0	0.30	19	41.78	7	-	23.40	-	-	-	-	-	-	-	23.40				
		ESTRIBOS CORTOS	3	2.20	0	0.30	19	41.78	7	-	23.40	-	-	-	-	-	-	-	23.40				
COLUMNA C-1	EJE "7" CON EJE "A"	ARMADO	5	3.15	0	0.46	26	81.90	14	-	-	-	126.95	-	-	-	-	-	126.95				
		ESTRIBOS LARGOS	3	2.68	0	0.30	19	50.90	8	-	28.51	-	-	-	-	-	-	-	28.51				
		ESTRIBOS CORTOS	3	2.20	0	0.30	19	41.78	7	-	23.40	-	-	-	-	-	-	-	23.40				
		ESTRIBOS CORTOS	3	2.20	0	0.30	19	41.78	7	-	23.40	-	-	-	-	-	-	-	23.40				
COLUMNA C-1	EJE "2" CON EJE "D"	ARMADO	5	3.15	0	0.46	26	81.90	14	-	-	-	126.95	-	-	-	-	-	126.95				
		ESTRIBOS LARGOS	3	2.68	0	0.30	19	50.90	8	-	28.51	-	-	-	-	-	-	-	28.51				
		ESTRIBOS CORTOS	3	2.20	0	0.30	19	41.78	7	-	23.40	-	-	-	-	-	-	-	23.40				
		ESTRIBOS CORTOS	3	2.20	0	0.30	19	41.78	7	-	23.40	-	-	-	-	-	-	-	23.40				
COLUMNA C-1	EJE "7" CON EJE "D"	ARMADO	5	3.15	0	0.46	26	81.90	14	-	-	-	126.95	-	-	-	-	-	126.95				
		ESTRIBOS LARGOS	3	2.68	0	0.30	19	50.90	8	-	28.51	-	-	-	-	-	-	-	28.51				
		ESTRIBOS CORTOS	3	2.20	0	0.30	19	41.78	7	-	23.40	-	-	-	-	-	-	-	23.40				
		ESTRIBOS CORTOS	3	2.20	0	0.30	19	41.78	7	-	23.40	-	-	-	-	-	-	-	23.40				
COLUMNA C-2	EJE "3" CON EJE "A"	ARMADO	6	3.15	0	0.55	18	56.70	9	-	-	-	-	127.01	-	-	-	-	127.01				
		ESTRIBOS LARGOS	3	1.98	0	0.30	25	49.48	8	-	27.71	-	-	-	-	-	-	-	27.71				
		ESTRIBOS CORTOS	3	1.19	0	0.30	25	29.81	5	-	16.69	-	-	-	-	-	-	-	16.69				
										-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00				
COLUMNA C-2	EJE "4" CON EJE "A"	ARMADO	6	3.15	0	0.55	18	56.70	9	-	-	-	-	127.01	-	-	-	-	127.01				
		ESTRIBOS LARGOS	3	1.98	0	0.30	25	49.48	8	-	27.71	-	-	-	-	-	-	-	27.71				
		ESTRIBOS CORTOS	3	1.19	0	0.30	25	29.81	5	-	16.69	-	-	-	-	-	-	-	16.69				
										-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00				
COLUMNA C-2	EJE "5" CON EJE "A"	ARMADO	6	3.15	0	0.55	18	56.70	9	-	-	-	-	127.01	-	-	-	-	127.01				
		ESTRIBOS LARGOS	3	1.98	0	0.30	25	49.48	8	-	27.71	-	-	-	-	-	-	-	27.71				
		ESTRIBOS CORTOS	3	1.19	0	0.30	25	29.81	5	-	16.69	-	-	-	-	-	-	-	16.69				
										-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00				
COLUMNA C-2	EJE "6" CON EJE "A"	ARMADO	6	3.15	0	0.55	18	56.70	9	-	-	-	-	127.01	-	-	-	-	127.01				
		ESTRIBOS LARGOS	3	1.98	0	0.30	25	49.48	8	-	27.71	-	-	-	-	-	-	-	27.71				
		ESTRIBOS CORTOS	3	1.19	0	0.30	25	29.81	5	-	16.69	-	-	-	-	-	-	-	16.69				
										-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00				
SUMA ESTA HOJA EN KILOS																		7,938.22					
ACUMULADO ANTERIOR EN KILOS																		3,989.24					
SUMA TOTAL EN KILOS																		11,927.46					

Imagen 24. Parte de las hojas de cálculo para la cuantificación del acero. En amarillo se resaltan los datos de la tabla de extracción.

Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Pacifico 455, 2020)

La reconstrucción de Pacífico 455 se llevó a cabo en un estricto control para evitar contagios por la enfermedad de COVID-19, la seguridad se convirtió en la máxima prioridad en el lugar de trabajo. Antes de la pandemia, los procedimientos de seguridad se centraban en cuestiones físicas, como el uso de cascos y chalecos reflectantes. Sin embargo, con la llegada de la COVID-19, se introdujeron medidas adicionales, como el uso obligatorio de mascarillas faciales, la implementación de distanciamiento social en todas las áreas de trabajo y la disponibilidad constante de desinfectante de manos. Además, se realizaron controles de temperatura diarios y se alentó a los trabajadores a informar inmediatamente si experimentaban síntomas relacionados con la afección.

Las recomendaciones que se hicieron a los trabajadores a partir de los programas emitidos por las instituciones apropiadas fueron las siguientes:

- Lavarse las manos con jabón y agua, desinfectalas con soluciones a base de alcohol gel al 70% al llegar a una obra y frecuentemente durante la jornada laboral, así como al término de esta.
- Evitar tocar ojos, nariz y boca. Y al toser o estornudar cubre la nariz y boca con pañuelo desechable o el ángulo interno del brazo.
- Poner atención a la temperatura corporal, en caso de tener más de 38 grados comunícalo vía telefónica al jefe Inmediato.
- No saludar de mano, abrazos o similar, y mantener una distancia de al menos 1.5 metros.
- No compartir cubiertos, vasos, botellas u otro objeto.
- Mantener ventilada y limpia el área de trabajo, así como las herramientas y maquinaria que sean utilizadas.
- Mantenerse hidratado.

Acatar el listado de advertencias bajo el ritmo de trabajo de obra resultó complicado para la mayoría de los empleados ya que tuvieron que usar EPP adicionales, como mascarillas faciales, guantes y gafas protectoras, lo que repercutió en incomodidad y dificultad en la

comunicación. Asimismo, la exposición potencial al virus causó estrés y ansiedad, esto afectó la concentración y el rendimiento laboral, además de la comodidad y la eficiencia en las actividades. En ese contexto, se tomó la decisión de reducir la fuerza laboral para evitar multitudes lo cual atrasó las fechas proyectadas en el programa. Hubo momentos que la obra solo con 40 trabajadores, contando a residentes y superiores.

La coyuntura propició la división de equipos según sus especialidades, tal fue el caso del residente al cual se le asignó supervisar las instalaciones electromecánicas del edificio. Sin un conocimiento previo, las soluciones aportadas fueron suficientes para lograr un montaje de las instalaciones correcto, debido a que cada jornada laboral el aprendizaje se alimentaba de la práctica y la investigación: superar esto fue de los principales retos a los que se enfrentó.

La coordinación es una regla natural de las obras, durante el proceso de construcción sumado a la advertencia de sana distancia le tomó 2 niveles de los 10 construidos al residente lograr un acoplamiento entre su equipo y los otros grupos que participaron al interior de los departamentos. Por ejemplo, cada nivel de la torre está compartido por cuatro departamentos y las circulaciones verticales, lo que fue PB y N1 se ocuparon totalmente por los tablaroqueros mientras que la gente de instalaciones no contó con tramo para actuar en esas zonas del edificio, debido a que cada departamento solo permitía un aforo máximo de 6 personas.

Esto representó un atraso considerable para el equipo de instalaciones. Para el tercer nivel se trabajó con la siguiente estrategia: los tablaroqueros ocuparon los departamentos 1 y 3 solo hasta la colocación de los postes y canales metálicos, inmediatamente después entró el equipo de instalaciones a colocar tuberías, soportes y ductos a la par de que el equipo de Tablaroca intervino los departamentos 2 y 4, posteriormente se regresó a cerrar muros de 1 y 3 mientras se montaban instalaciones en 2 y 4. Cabe señalar que esta solución influyó en el equipo de obra civil ya que los colados de cada nivel tuvieron que ejecutarse en menor tiempo, para que la estrategia anteriormente explicada pudiera ser aplicada cada dos niveles lo cual resultó en un éxito total para la finalización de las plantas restantes.

2.4. CASO DE ESTUDIO: CONDOMINIO PACÍFICO 455. El uso del PP-R en las Instalaciones Hidráulicas.

2.4.1. CONTEXTO.

El predio está ubicado en avenida Pacífico número 455, colonia La Candelaria, código postal 04370, alcaldía Coyoacán, Ciudad de México. El polígono colinda con av. Pacífico al noreste que funciona como frente y único acceso, hacia los demás puntos colinda con vivienda (**ver Imagen 25**). Con un total de 966 m² de terreno, contenía 26 departamentos divididos en 2 torres de 6 niveles; según escrituras existían 3,170.00 m² de construcción y 700.00 m² de estacionamiento. La edificación fue demolida en su totalidad por los considerables daños estructurales causados por los acontecimientos del 2017 en la capital.



Imagen 25. Ubicación del predio.

fuelle: Google Earth Pro, 19°20'06.03" N 99°08'52.11" O

Los sismos que sacudieron la Ciudad de México en el año 2017 causaron daños estructurales significativos en edificios y viviendas de la zona. En el caso del sismo del 7 de septiembre, la magnitud y su

epicentro en el sur del país generaron una propagación de ondas sísmicas de gran intensidad en el centro del país. Como resultado, muchos edificios experimentaron alteraciones en muros y losas, lo que puso en evidencia la vulnerabilidad de algunas construcciones ante movimientos telúricos de tal magnitud.

El sismo del 19 de septiembre, por su parte, afectó principalmente a la Ciudad de México y sus alrededores. Aunque su magnitud fue menor que la del anterior, su cercanía y la naturaleza de las ondas sísmicas tuvieron un impacto considerable en edificaciones. Se observaron daños en estructuras de concreto, incluyendo fisuras, colapsos parciales y totales en algunos edificios. Viviendas y construcciones de menor envergadura también sufrieron daños, con colapsos parciales de techos y paredes. La gravedad de estos daños estructurales resaltó la importancia de la implementación de códigos de construcción sísmica más rigurosos y la necesidad de evaluar y fortalecer la resiliencia de las edificaciones en zonas de alto riesgo sísmico.

“Hasta el mes de octubre de 2018 se informó que existían 7,021 inmuebles de tipo habitacional afectados en la Ciudad, de los cuales 2,699, eran inmuebles habitables; 187, inmuebles no habitables que pueden ser rehabilitados; 2,055, son inmuebles parcialmente habitables y 187, inmuebles inhabitables que no pueden ser rehabilitados.”⁸²

La dimensión de los estragos en el edificio ubicado en Pacífico 455 se describen en el dictamen con fecha del 17 de octubre de 2017 emitido por el Comité de Emergencias de Protección Civil que podemos observar en la **Imagen 26**. A grandes rasgos se catalogó al edificio como *alto riesgo de colapso* e impidió su uso y ocupación. En la **Imagen 27** se observa el daño que sufrió el edificio hasta antes de su demolición, las fotografías son de las redes sociales ya que estas facilitaron la coordinación de esfuerzos de rescate y la movilización de los voluntarios, además muestran algunas afectaciones en tiempo real.

⁸² Comisión para la Reconstrucción. (2023). *Plan Integral para la Reconstrucción de la Ciudad de México*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

Ciudad de México, 17 de Octubre de 2017

ISCDF-DG-2017-1202.

COMITÉ DE EMERGENCIAS DE PROTECCIÓN CIVIL
DE LA CIUDAD DE MÉXICO
P R E S E N T E

INMUEBLE UBICADO EN:

AV. PACIFICO N°. 455, COLONIA LA CANDELARIA,
DELEGACIÓN COYOACÁN

En relación al fenómeno sísmico ocurrido el pasado 19 de septiembre del año en curso, así como a las acciones de atención y urgencia que se llevaron a cabo en el marco de la Declaratoria de Emergencia emitida por el C. Jefe de Gobierno y publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el día 20 del mismo mes y año, este Instituto ha procedido a realizar inspección ocular estructural al inmueble en cuestión, de conformidad con las fracciones IX, X y XVIII del artículo 5 de la Ley del Instituto para la Seguridad de las Construcciones en el Distrito Federal, obteniendo el siguiente resultado:

Se trata de un edificio que consta de seis niveles con uso de departamentos, a excepción de una sección parcial de la planta baja que se destina como estacionamiento. La estructuración es a base de marcos de concreto reforzado, formados por columnas de sección rectangular y una losa plana nervada. Cuenta con muros de mampostería en niveles superiores en los departamentos y en cubo de escaleras. La edificación a raíz del terremoto sufrió la fractura de varias columnas de la planta baja, algunas traveses exhiben fisuras y los muros de tabique se encuentran muy dañados en la planta baja y primer nivel, hacia arriba los daños en muros son menores. El edificio fue apuntalado en la planta baja. La anterior situación deja de manifiesto que el inmueble se encuentra vulnerable ante cualquier acción accidental.

De conformidad con el artículo 139 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF-2016) el inmueble pertenece al subgrupo B1, la cual **debe proceder obligatoriamente** de acuerdo con lo establecido en los Artículos 71 y 179 de dicho ordenamiento legal.

Conforme a lo descrito, la estructura del edificio se considera en **ALTO RIESGO DE COLAPSO**, por lo que no podrá ser ocupado en razón de que por las condiciones de inestabilidad que presenta dicho inmueble pone en riesgo la vida de los ocupantes, vecinos, peatones y automovilistas; asimismo compromete la seguridad y estabilidad de las edificaciones colindantes al inmueble en comento, siendo aplicable lo establecido el artículo 224 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y los relacionados con el mismo ordenamiento legal.

El Art. 224 a la letra dice:

"Cuando la Administración tenga conocimiento de que una edificación estructural o instalación presente algún peligro para las personas o los bienes, previo dictamen técnico de la autoridad competente o de un Corresponsable en Seguridad Estructural o en Instalaciones o un Director Responsable de Obra, requerirá al propietario, poseedor o representante legal con la urgencia que el caso amerite, para que realice las reparaciones, obras o demoliciones necesarias, de conformidad con la Ley.

INSTITUTO PARA LA SEGURIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES EN EL DISTRITO FEDERAL
Av. Diagonal 20 de Noviembre
Colonia Obrera, Delegación Cuauhtémoc

T. 5134 3130

ISCDF-DG-2017-1202.

Quando la demolición tenga que hacerse en forma parcial, está comprenderá también la parte que resulte afectada por la misma demolición para garantizar la continuidad estructural.

La Administración podrá intervenir en la edificación, estructura o instalación para tomar las medidas necesarias que garanticen la seguridad de las personas o bienes, en los casos previsto en la Ley"

Nota:

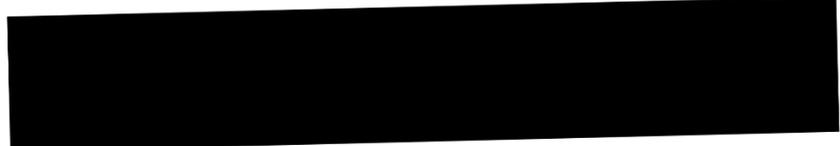
Ley, refiere a la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal

En este sentido, conforme a lo establecido en la disposición citada se deberá proceder conforme a lo determinado en el mismo, en caso contrario su edificación se encontrará en incumplimiento y se sancionará de conformidad con el Título Decimo Primero Capitulo II "De las Sanciones" del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal vigente (RCDF-2016) sin mencionar lo que corresponda a su seguridad y la de sus ocupantes, así como lo establecido en materia de protección civil y demás normatividad que resulte aplicable, lo anterior considerando los datos técnicos proporcionados en el presente documento, siendo obligación de quien resulte responsable la determinación final que se tome al respecto.

ATENTAMENTE
EL DIRECTOR GENERAL

DR. EN J. RENATO BERRÓN RUIZ

*Se anexan fotografías y Cédula de Evaluación Postsísmica.



INSTITUTO PARA LA SEGURIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES EN EL DISTRITO FEDERAL

Imagen 26. Dictamen Pacífico 455

obtenido de Comisión para la Reconstrucción. (2017). Dictámenes y estudios. Recuperado el 22 de septiembre de 2023, de Portal para la Reconstrucción:

https://reconstruccion.cdmx.gob.mx/storage/app/media/pdf_inmuebles/COY-PAC-0455.pdf

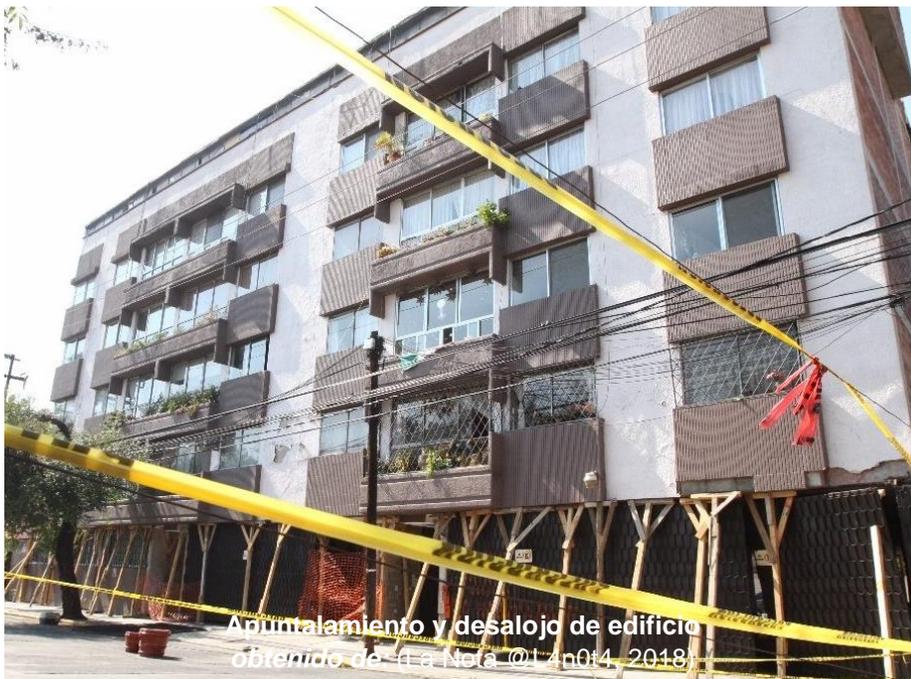


Imagen 27. Secuencia fotográfica de las afectaciones por el sismo
fuelle en cada imagen

2.4.2. PLAN INTEGRAL PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

El Plan consistió en definir el proceso de reconstrucción en la Ciudad de México después del sismo del 19 de septiembre de 2017. Entre sus alcances menciona que el 26 de septiembre de 2017 se emitió un Decreto para crear el Programa de Reconstrucción y la Comisión para la Reconstrucción, Recuperación y Transformación de la Ciudad de México. Esta Comisión recibió un presupuesto importante y trabajó con varias dependencias gubernamentales, como la Secretaría de Gobierno, la Secretaría de Salud, la Secretaría de Obras y Servicios, el Instituto para la Vivienda de la Ciudad de México, entre otras.

Este Plan a través del Censo Social y Técnico incorporó los inmuebles que sufrieron daños por el sismo, con respecto al tipo de intervención, rehabilitación y reconstrucción (caso de Pacífico 455). Esto a partir del dictamen emitido y avalado por el Instituto para la Seguridad de las Construcciones o por la validación realizada por las empresas y los Directores Responsables de Obra.

Con estos antecedentes, los vecinos de Pacífico 455 hicieron uso de este programa para lograr la reconstrucción total de sus viviendas. Conforme al Plan Integral para la Reconstrucción de la Ciudad de México y con base a entrevistas informales las condiciones que cumplieron para la obtención de los recursos se engloban en los siguientes puntos:

- Registro en Censo social y Técnico.
- Constancia de acreditación de daños.
- Acreditación de la propiedad.
- Aprobación por la Comisión después de la valoración.
- Contar con una figura legal de organización.

Después de la creación de la figura legal, a los cuales se les denominó Delegados Especiales, se realizó el primer contacto entre Comisión y vecinos para lograr la recopilación de los datos pertinentes. La Comisión de Reconstrucción revisó los datos y documentos reunidos para establecer el código de edificio, cuadrante y constancia de acreditación de daños. Con respecto al inicio de trabajos para la demolición del inmueble cada uno de los dueños de los 26

departamentos comenzó a recibir el apoyo de renta también descrito en el Plan Integral.

Con el código COYPAC-0455 asignado, se celebraron una serie de asambleas (**ver Imagen 28, página 50**) donde se determinó el modelo de reconstrucción, el proyecto ejecutivo y la elección de la empresa constructora. El primer trabajo que se realizó ya con la validación de la asamblea fue la demolición del edificio con la intención de entregarle un terreno limpio tanto a la empresa proyectista como a la constructora.

Para los multifamiliares la Comisión contó con dos opciones: Reconstrucción sin Redensificación, la cual consistió en la construcción de vivienda multifamiliar de hasta 65 m² por unidad privativa. La segunda opción, Reconstrucción con Redensificación, se basó en respetar el metraje de los departamentos originales con la condición de aumentar la densidad en el desarrollo vertical, de esta manera, las viviendas e indivisos extras serían vendidos para subsanar costos en los proyectos de reconstrucción.

Pacífico optó por la segunda opción sumando 14 departamentos a los 26 de origen, de este modo, el proyecto ejecutivo contempló un total de 40 viviendas en su diseño, consecuentemente aumentó niveles, cajones de estacionamiento, la magnitud de algunos servicios, etc. La Comisión para la Reconstrucción junto con las personas damnificadas, analizaron y aprobaron el proyecto que mejor se ajustó a sus intereses, en una especie de ejercicio de diseño participativo.

De igual forma que la asamblea autorizó el proyecto, tuvo que designar a la constructora y a la empresa supervisora que en este caso fue Reyval Arquitectos y Grupo GGL respectivamente. Una vez que se integró la carpeta, el Comité Técnico del Fideicomiso se reunió y aprobó los recursos necesarios para la realización del proyecto de obra. Una vez que éste ha sido aprobado, se deben asignar los recursos para la realización de la obra de reconstrucción.

Es importante aclarar que de acuerdo con lo postulado en el Plan Integral tanto los trabajos de demolición, el proyecto y la construcción tuvieron que ser realizaos por diferentes empresas para garantizar imparcialidad en la realización del proyecto y aumentar los procesos de revisión de la seguridad estructural del inmueble.



Imagen 28. Celebración de asambleas entre Comisión de Reconstrucción y damnificados de Pacífico 455 (2019)
obtenido de Comisión para la Reconstrucción. (2019). Pagina de Facebook Resultados de búsqueda: Pacífico 455. Recuperado el 22 de septiembre de 2023, de Facebook: <https://www.facebook.com/profile/100064623855028/search/?q=pacifico%20455>

2.4.3. PROCESO DE RECONSTRUCCIÓN.

Para el acceso a los derechos de la reconstrucción la Comisión pidió a los damnificados de Pacífico 455, que mediante se fuera dando el progreso, integrar una carpeta con el siguiente índice:

1. *“Escrito libre firmado por la persona administradora/representante del inmueble dirigido al Comisionado, solicitando el apoyo económico para la reconstrucción del inmueble.*
2. *Dictamen de riesgo avalado por el Instituto para la Seguridad de las Construcciones.*
3. *Constancia de la persona administradora del inmueble, registrada ante la PROSOC (Procuraduría Social de la Ciudad de México).*
4. *Identificación Oficial de la persona administradora del inmueble (INE).*
5. *Régimen Condominal y acreditación de la propiedad por cada uno de los condóminos (en la Notaría Pública asignada) así como el listado de personas propietarias y/o personas legítimas poseedoras que habitan el inmueble.*
6. *Actas de Asambleas donde:*
 - a. *se apruebe la demolición con un mínimo de 75% de condóminos, en su caso; se apruebe el esquema de reconstrucción;*
 - b. *se apruebe la corrida financiera y el anteproyecto; se apruebe el proyecto ejecutivo; y*
 - c. *se apruebe la empresa proyectista, constructora y supervisora.*
7. *La documentación relativa a la demolición del inmueble: proyecto de demolición, notificaciones, en su caso.*
8. *CEDRA (Certificado de Derechos de Reconstrucción para Afectados) en su caso.*
9. *CURVI (Certificado Único de Reconstrucción de Vivienda) en su caso.*
10. *Constancia de Derechos Adquiridos y Redensificación, en su caso.*
11. *El documento que indique si el inmueble está en una zona catalogada, o se encuentre en zona de conservación patrimonial (SIG – SEDUVI). Si se requiere del Visto Bueno por la Secretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) y/o autorización emitida por autoridad competente INBA, INAH (Instituto Nacional de Bellas Artes y el Instituto Nacional de Antropología e Historia)*
12. *Corrida financiera.*
13. *Contar con el Visto Bueno de la Comisión para la Reconstrucción del Anteproyecto.*
14. *Proyecto Ejecutivo y estudios complementarios.*
15. *Solicitud de recursos al Comité Técnico del Fideicomiso para la Reconstrucción de la Ciudad de México y aprobaciones.*
16. *Contratos de obra, supervisión y, en su caso, estudios complementarios.*
17. *Presupuesto*
18. *Programa de Obra*
19. *Bitácora*
20. *Convenio de aplicación de recursos.*
21. *Documentos de las empresas a cargo de la obra y de la supervisión:*
 - d. *Acta constitutiva.*
 - e. *Poder notarial del representante legal para firma de contratos.*
 - f. *Domicilio, correo electrónico y teléfono del representante legal.*
 - g. *Identificación oficial del representante legal.*
 - h. *RFC de la empresa.*
 - i. *Registro patronal ante el IMSS y datos de la cuenta bancaria a la que se realizará la transferencia.”*⁸³

Con la integración de la documentación el Comité Técnico del Fideicomiso autorizó los capitales para el proyecto Pacífico 455. El proceso de reconstrucción se llevó a cabo de la siguiente manera: demolición, proyecto ejecutivo, estudios preliminares y complementarios, ejecución de obra y supervisión. Estos puntos serán abordados a continuación.

⁸³ Comisión para la Reconstrucción. (2023). *Plan Integral para la Reconstrucción de la Ciudad de México*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México. Pág. 29-30

2.4.3.1. DEMOLICIÓN.

La única información encontrada con referencia a la demolición del edificio dañado son las siguientes imágenes.

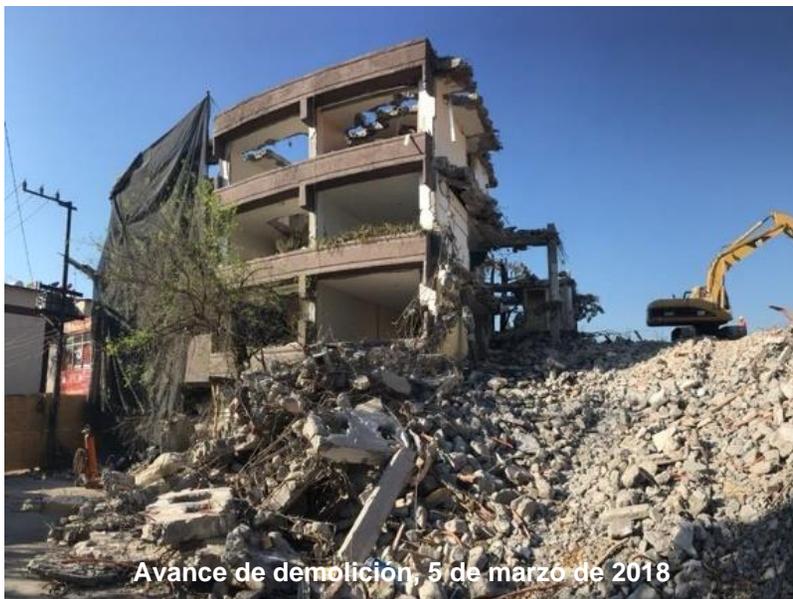


Imagen 29. Secuencia fotográfica de los trabajos de demolición.

obtenido de Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y PC @SGIRPC_CDMX. (2018). En Av. Pacífico 455 continúa la demolición [Imagen adjunta] [Tweet]. Recuperado el 23 de junio de 2023, de Twitter: https://twitter.com/search?q=%40SGIRPC_CDMX%20pacifico%20455&src=typed_query



Imagen 30. Terreno limpio después de la demolición, abril de 2019

obtenido de *Damnificadxs Unidxs de la Ciudad de México @DUCDMX. (2019). PACÍFICO 455: En 4 ocasiones se ha pedido al comisionado [Imagen adjunta] [Tweet]. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de Twitter: <https://twitter.com/DUCDMX/status/1116717620651352065>*

2.4.3.2. PROYECTO EJECUTIVO.

El proyecto ejecutivo aceptado por la asamblea fue desarrollado por DUA, Agencia de Desarrollo. Con base en planos, memorias y modelos el diseño se describió de la siguiente manera:

El proyecto Pacífico 455 se encuentra construido y se desarrolló en un predio de 966.00 m2 con frente a la Av. Pacífico. Este terreno, de topografía regular en relación con el nivel de la banquetta, alberga un conjunto vertical que consta de 40 departamentos en total, distribuidos en 11 niveles sobre el nivel de la banquetta. Además, cuenta con un semisótano y un sótano destinados para estacionamiento bajo el nivel de la banquetta.

El desplante total del proyecto alcanza los 415.77 m2 (43.04% del terreno), y de acuerdo con las directrices de la Dirección de Patrimonio Cultural, se llevaron a cabo 11 niveles de construcción sobre el nivel de la banquetta, respetando de esta manera el entorno. Además, bajo el nivel de la banquetta se encuentran 2 niveles, un semisótano y un sótano. En conjunto, la superficie total construida se cuantifica como intensidad constructiva y abarca 5,715.82 m2, de los cuales 1,450.20 m2 corresponden a áreas bajo nivel de banquetta (BNMB) y 4,265.62 m2 a áreas sobre nivel de banquetta (SNMB).

Estructuralmente ha sido completamente construido utilizando concreto armado aparente en todos sus elementos. Esto significa que tanto los muros de carga, columnas, vigas y otros componentes estructurales del edificio están hechos de concreto reforzado. En cuanto a los muros perimetrales, medianeros y divisorios están hechos con panel de yeso al interior y panel de cemento al exterior. Gran parte de las 4 fachadas están cubiertas con ventanales de piso a techo fijadas en perfiles metálicos.

De acuerdo con el esquema de redensificación elegido por los damnificados, existen 26 departamentos de reposición y 14 departamentos adicionales.

Número de viviendas de reposición y características:

- 26 viviendas:
 - 5 viviendas de 97.42 m2
 - 4 viviendas de 96.52 m2
 - 4 viviendas de 96.42 m2
 - 5 viviendas de 95.82 m2
 - 4 viviendas de 95.12 m2
 - 4 viviendas de 95.02 m2

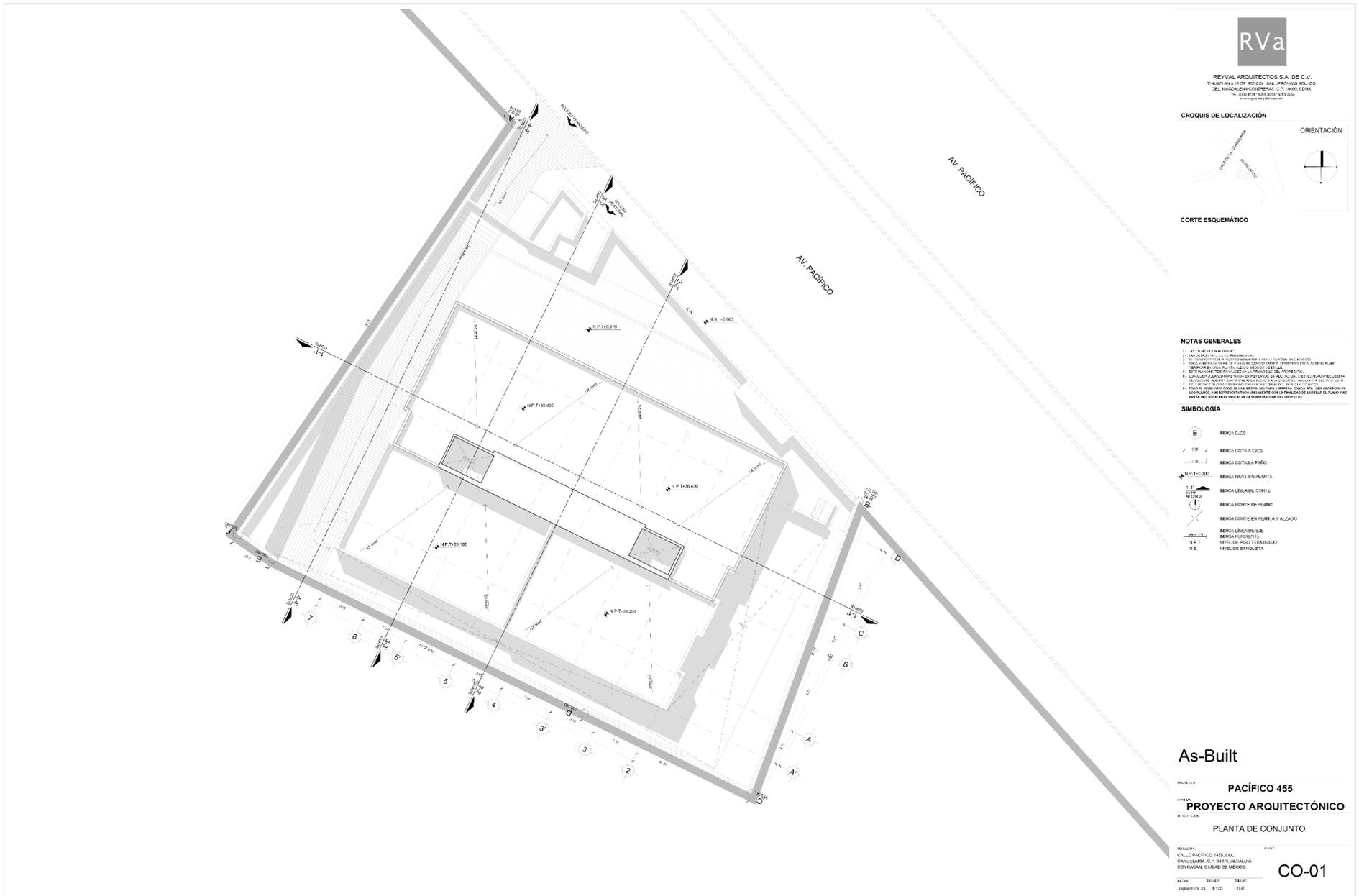
Número de viviendas adicionales y características:

- 14 viviendas adicionales:
 - 14 viviendas de 97.42 m2

Para el estacionamiento se destinaron 43 cajones distribuidos en los 2 sótanos: 15 en el sótano 2 y 28 en el sótano 1 gracias al uso de duplicadores robotizados. El acceso vehicular se encuentra sobre av. Pacífico logrando transitar al interior del edificio por medio de rampas y haciendo la circulación alrededor del mismo.

En las páginas siguientes se colocarán los planos as-built arquitectónicos para reflejar fielmente el estado final del proyecto en cuanto a la obra. Además de ser un requisito, la presentación de los planos "as-built" es una práctica común y esencial en la industria de la construcción para documentar con precisión cómo se encuentra una estructura una vez que ha sido construida, lo que facilita la gestión y el mantenimiento continuo de la propiedad.

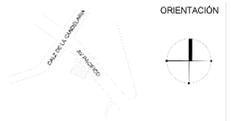
Es importante señalar que estos planos fueron generados por Reyval Arquitectos ya que al ser los constructores lograron documentar con precisión las modificaciones, cambios o detalles que pudieron surgir durante el proceso de construcción. Entre las correcciones más importantes destaca la modificación en a disposición de los muebles en baños al interior de los departamentos y el cambio de nivel en Planta Baja.



RVa

REYVAL ARQUITECTOS S.A. DE C.V.
 TRINIDAD 1415 CP. 91000 SAN JUAN CACAHUAPAN, OAX.
 DEL ESTADO DE OAXACA, C.P. 91000, OAXACA
 TEL: 52 961 342 50 00 00 FAX: 52 961 342 50 00 00

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



CORTE ESQUEMÁTICO

NOTAS GENERALES

1. ACCESO AL PISO DE BARRIO.
2. ANÁLISIS DE TERRENO Y OBRAS DE SANEAMIENTO.
3. PLANO DE DISEÑO DE LA PLANTA DE BARRIO.
4. PLANO DE DISEÑO DE LA PLANTA DE BARRIO.
5. PLANO DE DISEÑO DE LA PLANTA DE BARRIO.
6. PLANO DE DISEÑO DE LA PLANTA DE BARRIO.
7. PLANO DE DISEÑO DE LA PLANTA DE BARRIO.
8. PLANO DE DISEÑO DE LA PLANTA DE BARRIO.
9. PLANO DE DISEÑO DE LA PLANTA DE BARRIO.
10. PLANO DE DISEÑO DE LA PLANTA DE BARRIO.

SIMBOLOGÍA

- E INDICA C.C.O.S
- 1/4 INDICA CORTA A CUBO
- 1/4 INDICA CORTA A PISO
- N.P. T-000 INDICA NIVEL EN PLANTA
- 1/4 INDICA LINEA DE CORTE
- 1/4 INDICA NORTE DE PLANO
- 1/4 INDICA CORTE EN PLANO Y ALZADO
- 1/4 INDICA LINEA DE DISEÑO
- N.P. T INDICA NIVEL DE PISO TERMINADO
- N.S. INDICA NIVEL DE BANQUETA

As-Built

PROYECTO: **PACÍFICO 455**
 FASE: **PROYECTO ARQUITECTÓNICO**
 PLANTA DE CONJUNTO
 SECCIONES: CALLE PACÍFICO 455, CO., SAN JUAN CACAHUAPAN, OAXACA, CIUDAD DE MÉXICO.
 ESCALA: **CO-01**
 FECHA: **2021**
 REVISIÓN: **1/00**
 DISEÑO: **RSF**

Imagen 31. PLANTA DE CONJUNTO
 Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finiquito Pacífico 455, 2021)

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



CORTE ESQUEMÁTICO

NOTAS GENERALES

1. ACCESO AL PISO POR ESCALERA.
2. ANÁLISIS DE PISO DE 100 MM DE ESPESOR.
3. PISO EN MORTAJÓN PLATEADO DE 4 CM EN CASOS DE TRAZO DIFERENTE PARA CERRAR EL PLANO.
4. REVISAR EL DISEÑO DE LOS CERRAMIENTOS EN EL PLANO DE DETALLE.
5. REVISAR EL DISEÑO DE LOS CERRAMIENTOS EN EL PLANO DE DETALLE.
6. REVISAR EL DISEÑO DE LOS CERRAMIENTOS EN EL PLANO DE DETALLE.
7. REVISAR EL DISEÑO DE LOS CERRAMIENTOS EN EL PLANO DE DETALLE.
8. REVISAR EL DISEÑO DE LOS CERRAMIENTOS EN EL PLANO DE DETALLE.
9. REVISAR EL DISEÑO DE LOS CERRAMIENTOS EN EL PLANO DE DETALLE.
10. REVISAR EL DISEÑO DE LOS CERRAMIENTOS EN EL PLANO DE DETALLE.

SIMBOLOGÍA

- INDICA C.C.O.S.
- INDICA CORTA A CUBO
- INDICA CORTA A PISO
- INDICA NIVEL EN PLANTA
- INDICA LINEA DE CORTE
- INDICA NORTE DE PLANO
- INDICA CORTE EN PLANO Y ALZADO
- INDICA LINEA DE DISEÑO
- ALZADO DE 10 CM DE ESPESOR
- CORTE DE NIVEL EN PISO
- INDICA FONDECITE
- NIVEL DE PISO TERMINADO
- NIVEL DE BANQUETA

As-Built

ÁREA SOFANO 2 - 717.11 M²

PROYECTO

PACÍFICO 455

PLANTA

PROYECTO ARQUITECTÓNICO

ARQUITECTÓNICA NIVEL SOTANO 2

(N - 5.60)

SECCIONES

CALLE PACÍFICO S/N, CD. MAQUILADERO CONTINENTAL, C.P. 19000, CD. MX.

PROYECTO

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

ORIENTACIÓN



CORTE ESQUEMÁTICO

NOTAS GENERALES

1. ACCESO AL PISO POR ESCALERA.
2. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
3. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
4. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
5. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
6. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
7. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
8. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
9. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
10. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
11. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
12. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
13. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
14. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
15. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
16. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
17. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
18. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
19. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
20. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
21. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
22. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
23. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
24. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
25. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
26. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
27. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.
28. BARRERAS PARA EL PASO DE LOS PASAJES.

SIMBOLOGÍA

- INDICA EJE
- INDICA CORTE A EJE
- INDICA CORTE A PISO
- INDICA NIVEL EN PLANTA
- INDICA LINEA DE CORTE
- INDICA NIVEL DE PLANO
- INDICA CORTE EN PLANTA Y ALZADO
- INDICA LINEA DE EJE
- ALZADO DE TUBOS DE ESPESOR
- CORTE DE NIVEL EN PISO
- INDICA FONDECITE
- NIVEL DE PISO TERMINADO
- NIVEL DE BANQUETA

As-Built

ÁREA SÓTANO 1 - 737.82 M²
 PROYECTO: **PACÍFICO 455**
 PLANTA: **PROYECTO ARQUITECTÓNICO PLANTA**
 ARQUITECTÓNICA NIVEL SÓTANO 1 (N - 2.80)
 DISEÑO: CALLE PACÍFICO 455, COLO.
 SANCTI SPIRITUS, CALLE ALCALDÍA
 COYOACÁN, CIUDAD DE MÉXICO.
 ESCALA: 1:75
 FECHA: 23/11/21

AG-02

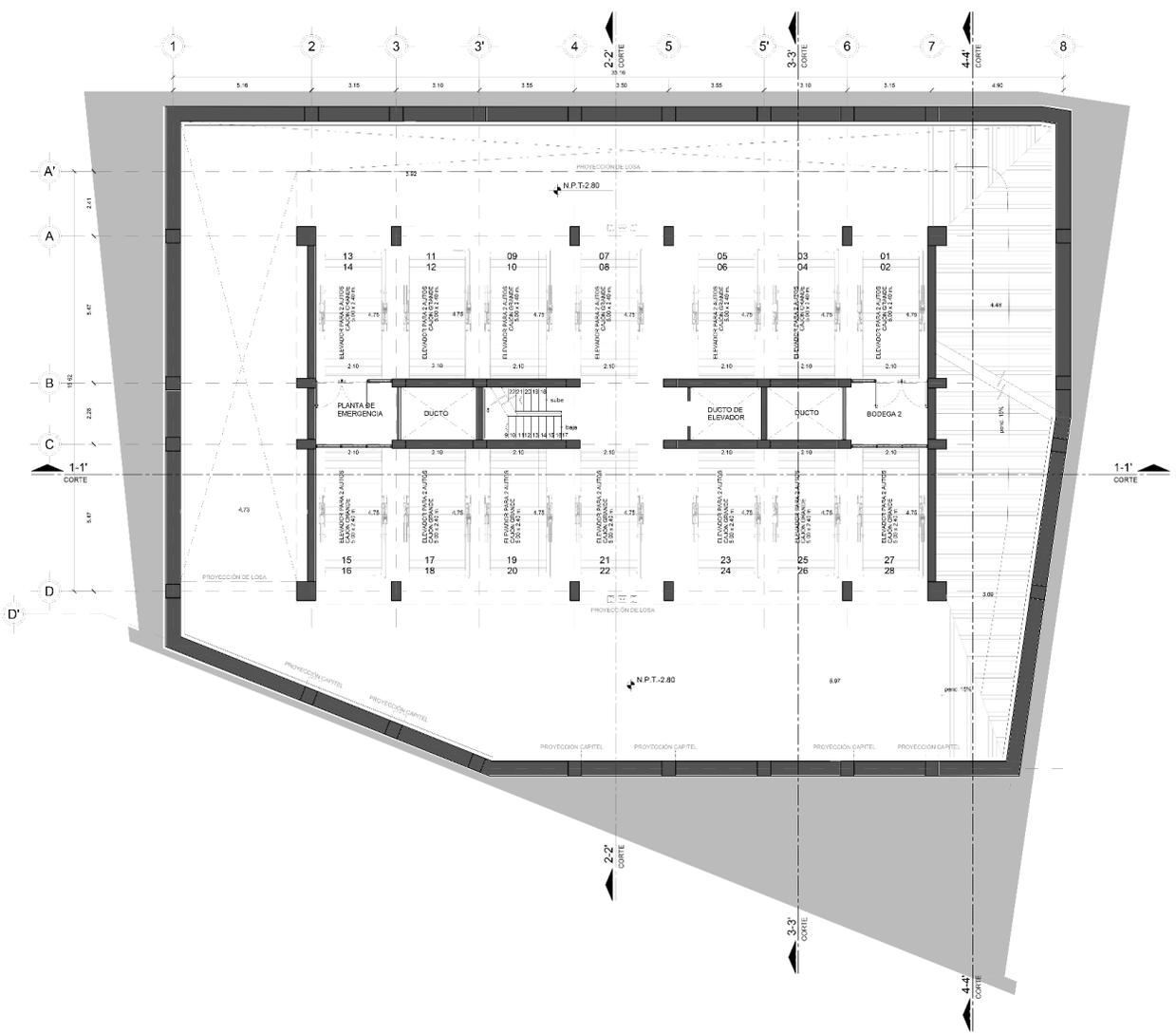


Imagen 33. PLANTA SÓTANO 1 N -2.80. Estacionamiento con duplicadoras y generador de emergencia. Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finiquito Pacífico 455, 2021)

RVa

REYVAL ARQUITECTOS S.A. DE C.V.
 TRAYECTORIA 1505 OFICINA SAN JERONIMO CO.
 DEL HACIENDA CONTRERAS C.P. 19000 CDMX
 TEL. 5628 8751 5281 5281 5281

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

ORIENTACIÓN

CORTE ESQUEMÁTICO

NOTAS GENERALES

1. ACCESO AL PISO POR ESCALERA
2. ANILLO DE TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
3. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
4. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
5. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
6. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
7. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
8. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
9. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
10. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
11. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
12. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
13. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
14. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
15. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
16. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
17. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
18. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
19. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
20. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
21. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
22. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
23. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
24. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
25. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
26. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
27. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
28. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
29. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
30. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
31. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
32. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
33. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
34. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
35. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
36. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
37. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
38. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
39. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
40. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
41. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
42. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
43. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
44. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
45. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
46. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
47. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
48. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
49. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
50. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
51. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
52. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
53. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
54. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
55. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
56. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
57. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
58. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
59. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
60. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
61. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
62. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
63. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
64. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
65. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
66. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
67. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
68. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
69. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
70. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
71. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
72. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
73. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
74. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
75. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
76. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
77. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
78. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
79. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
80. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
81. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
82. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
83. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
84. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
85. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
86. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
87. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
88. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
89. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
90. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
91. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
92. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
93. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
94. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
95. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
96. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
97. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
98. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
99. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
100. TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO

SIMBOLOGÍA

- INDICA C.C.O.
- INDICA CORTA A CUBO
- INDICA CORTA A PISO
- INDICA NIVEL EN PLANTA
- INDICA LINEA DE CORTE
- INDICA NIVEL DE CORTE
- INDICA NIVEL DE PLANO
- INDICA CORTE EN PLANTA Y ALZADO
- INDICA LINEA DE CUBO
- ANILLO DE TUBERÍA DE CABLEADO EN PISO
- CABLEADO EN PISO
- INDICA FONDECITO
- NIVEL DE PISO TERMINADO
- NIVEL DE BANQUETA

As-Built

ÁREA PG NIVEL +2.01 = 422.54 M²
 PROYECTO: **PACÍFICO 455**
 TÍTULO: **PROYECTO ARQUITECTÓNICO**
 V. CARACT.: **PLANTA ARQUITECTÓNICA PB NIVEL +2.01**
 UBICACIÓN: CALLE PACÍFICO PAIS CO., SANCTI SPIRITUS, ALCALDÍA COYOACÁN, CIUDAD DE MÉXICO.
 ESCALA: **AG-04**
 FECHA: 23/07/21
 DISEÑO: 1/75
 ELABORACIÓN: 2/75

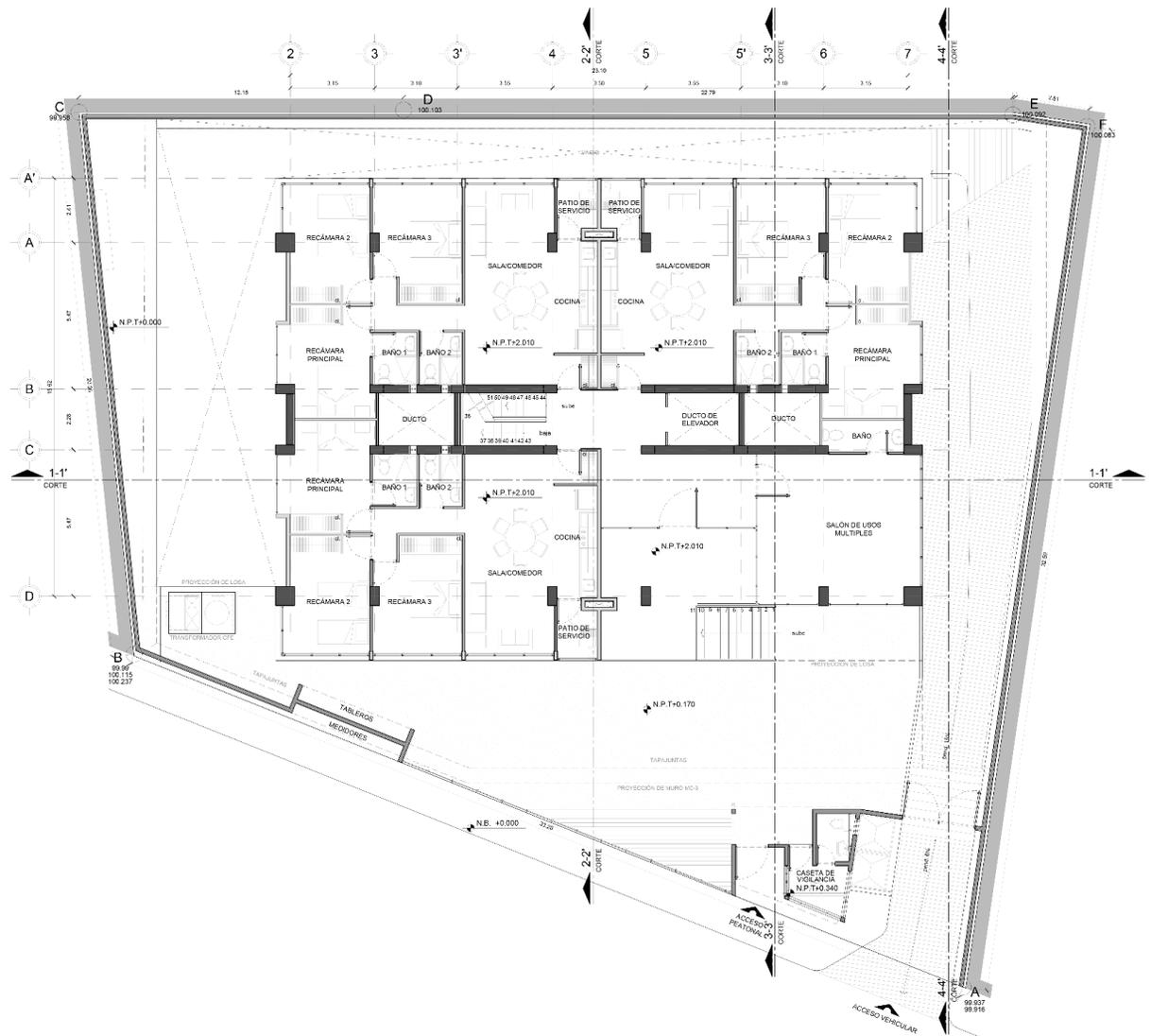
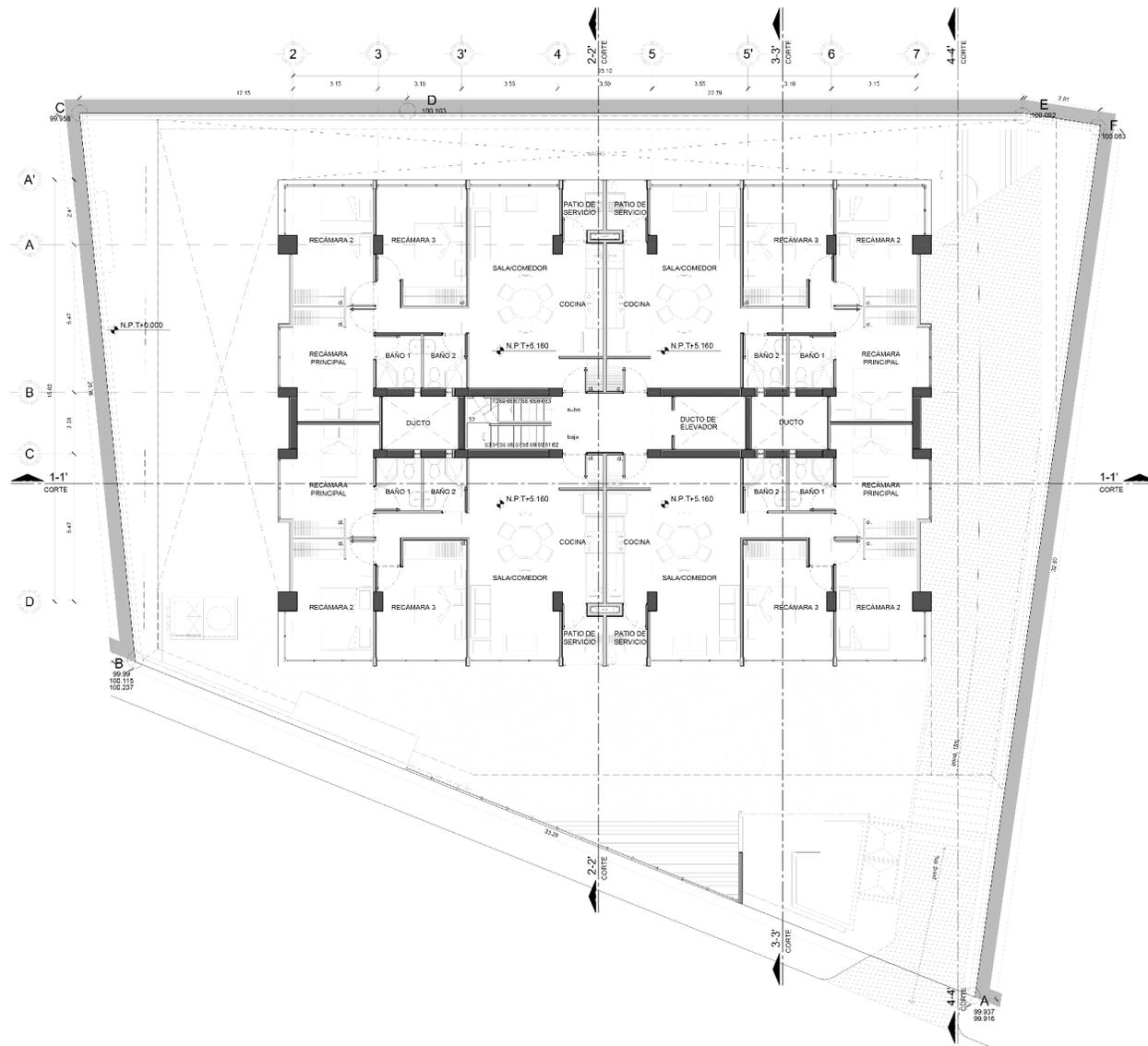


Imagen 35. PLANTA BAJA, N +2.01. Departamentos y salón de usos múltiples
 Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finiquito Pacífico 455, 2021)



REYVAL ARQUITECTOS S.A. DE C.V.
 TOLUCA, PUEBLA 11040, 400 020 SAN ANTONIO ALMAGRO
 DEL ESTADO DE GUATEMALA, C.P. 5800, GUATEMALA
 TEL. 502 4774 4400 / 4420-0481
 WWW.REYVALARQUITECTOS.COM



CORTE ESQUEMATICO

- NOTAS GENERALES**
1. LECTURA EN EL PLANO
 2. ANTES DE CONSTRUIR EN UN TERRENO
 3. EN UN TERRENO CON SERVICIOS PUBLICOS Y EN UN TERRENO CON SERVICIOS PUBLICOS
 4. SE DEBE INDICAR EL TIPO DE PLANTO DE CORTO DE SECCION EN EL PLANO
 5. SE DEBE INDICAR EL TIPO DE PLANTO DE CORTO DE SECCION EN EL PLANO
 6. SE DEBE INDICAR EL TIPO DE PLANTO DE CORTO DE SECCION EN EL PLANO
 7. SE DEBE INDICAR EL TIPO DE PLANTO DE CORTO DE SECCION EN EL PLANO
 8. SE DEBE INDICAR EL TIPO DE PLANTO DE CORTO DE SECCION EN EL PLANO
 9. SE DEBE INDICAR EL TIPO DE PLANTO DE CORTO DE SECCION EN EL PLANO
 10. SE DEBE INDICAR EL TIPO DE PLANTO DE CORTO DE SECCION EN EL PLANO

- SIMBOLOGIA**
- E INDICA ELES
 - 0.00 INDICA COTA A CUBO
 - 0.00 INDICA COTA A PLATO
 - N.P.T.+0.00 INDICA NIVEL EN PLANTA
 - 1-1' INDICA LINEA DE CORTE
 - 1-1' INDICA NORTE DE PLANO
 - INDICA CORTE EN PLANTA Y ALZADO
 - INDICA LINEA DE BUE
 - MUR DE 10 CM DE ESPESOR
 - CAMBIO DE NIVEL EN PISO
 - INDICA INCREMENTO
 - N.P.T. INDICA NIVEL DE BANQUETA
 - N.B. INDICA NIVEL DE BANQUETA

As-Built
 AREA PR NIVEL +2.01 = 400.54 M²
 PROYECTO: **PACÍFICO 455**
 PLANTEL: **PROYECTO ARQUITECTÓNICO**
 DESCRIPCION: **PLANTA ARQUITECTÓNICA NIVEL +5.16**
 PROYECTA: **DALIS PACIFICO MORALES**
 CANCELARIA: **P. SANTI ALCAZAR**
 EDIFICACION: **CUADRO EN MEXICO**
 FECHA: **12/01/2021** DISEÑO: **12/01/2021**
 INGENIERO: **12/01/2021** PVP

AG-05

Imagen 36. PLANTA TIPO, N1+5.16, N2+8.31, N3+11.46, N4+14.61, N5+17.76, N6+20.91, N7+24.06, N8+27.21. Departamentos Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finiquito Pacífico 455, 2021)

RVa

REYVAL ARQUITECTOS S.A. DE C.V.
 TRUJILLO 115 OF. 2010 SAN JUAN, PUEBLA, CO.
 DEL ESTADO DE PUEBLA, C.P. 71900, MÉXICO
 TEL: 0228 251 1010 FAX: 0228 251 1011

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



CORTE ESQUEMÁTICO

NOTAS GENERALES

1. ACERCA DE LOS MATERIALES.
2. ANEXOS Y ACCESOS A LOS SERVICIOS.
3. EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE ACABADO DEBEN SER DE TIPO ECONÓMICO Y DE FÁCIL MANTENIMIENTO.
4. EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE ACABADO DEBEN SER DE TIPO ECONÓMICO Y DE FÁCIL MANTENIMIENTO.
5. EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE ACABADO DEBEN SER DE TIPO ECONÓMICO Y DE FÁCIL MANTENIMIENTO.
6. EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE ACABADO DEBEN SER DE TIPO ECONÓMICO Y DE FÁCIL MANTENIMIENTO.
7. EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE ACABADO DEBEN SER DE TIPO ECONÓMICO Y DE FÁCIL MANTENIMIENTO.
8. EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE ACABADO DEBEN SER DE TIPO ECONÓMICO Y DE FÁCIL MANTENIMIENTO.
9. EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE ACABADO DEBEN SER DE TIPO ECONÓMICO Y DE FÁCIL MANTENIMIENTO.
10. EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE ACABADO DEBEN SER DE TIPO ECONÓMICO Y DE FÁCIL MANTENIMIENTO.

SIMBOLOGÍA

- INDICA C.C.O.
- INDICA CORTA A CUBO
- INDICA CORTA A PISO
- INDICA NIVEL EN PLANTA
- INDICA LÍNEA DE CORTE
- INDICA NIVEL DE PLANO
- INDICA CORTE EN PLANTA Y ALZADO
- INDICA LÍNEA DE DISEÑO
- INDICA LÍNEA DE ESPESOR
- INDICA CORTE DE NIVEL EN PISO
- INDICA FONDO DE CORTE
- INDICA NIVEL DE TISO TERMINADO
- INDICA NIVEL DE SANISETA

As-Built

ÁREA PG NIVEL +33.1 + 422.54 M2
 PROYECTO: **PACÍFICO 455**
 TIPO DE PROYECTO: **PROYECTO ARQUITECTÓNICO**
 NOMBRE DEL PROYECTO: **PLANTA ARQUITECTÓNICA NIVEL +33.51**
 DIRECCIÓN: CALLE PACÍFICO FASE CO., SAN JUAN, PUEBLA, CO., DEL ESTADO DE PUEBLA, C.P. 71900, MÉXICO.
 ESCALA: **AG-14**
 FECHA: 23/07/2021
 DISEÑADOR: [Nombre]

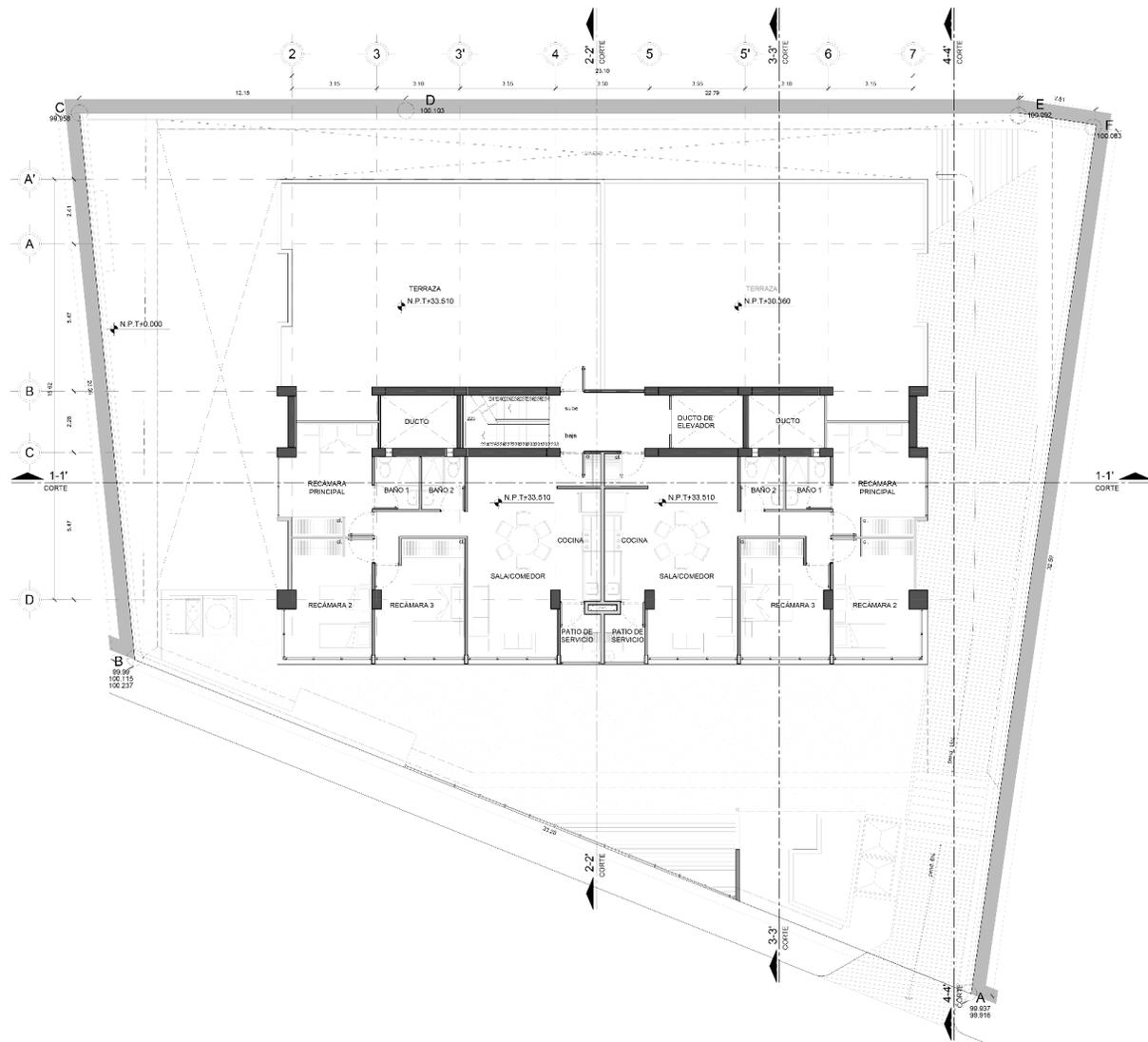


Imagen 38. PLANTA N10+33.51. Departamentos y terrazas
 Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finiquito Pacífico 455, 2021)

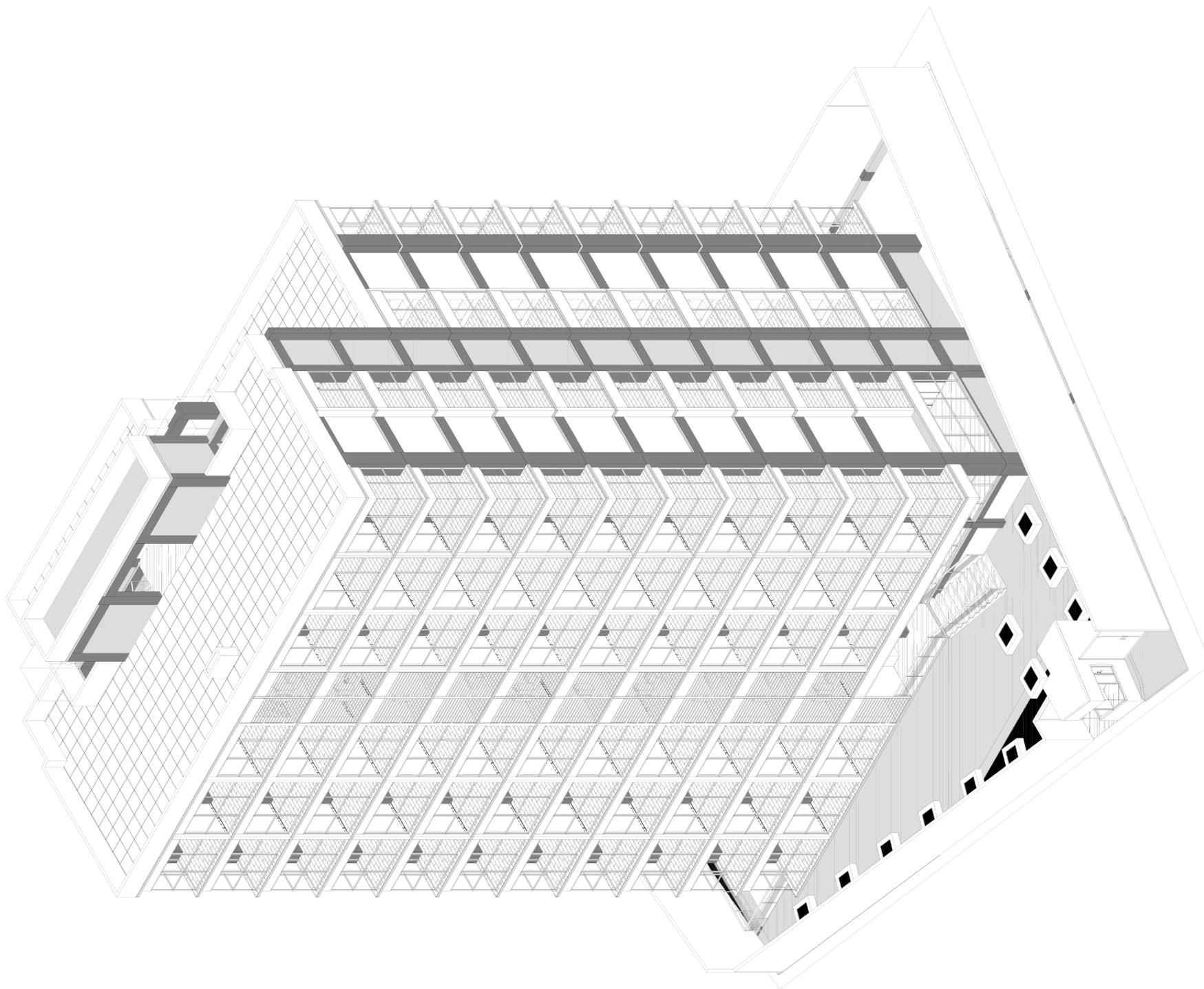


Imagen 39 APUNTE PERSPECTIVO. Fachada principal y fachada norte
Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Pacífico 455, 2020)

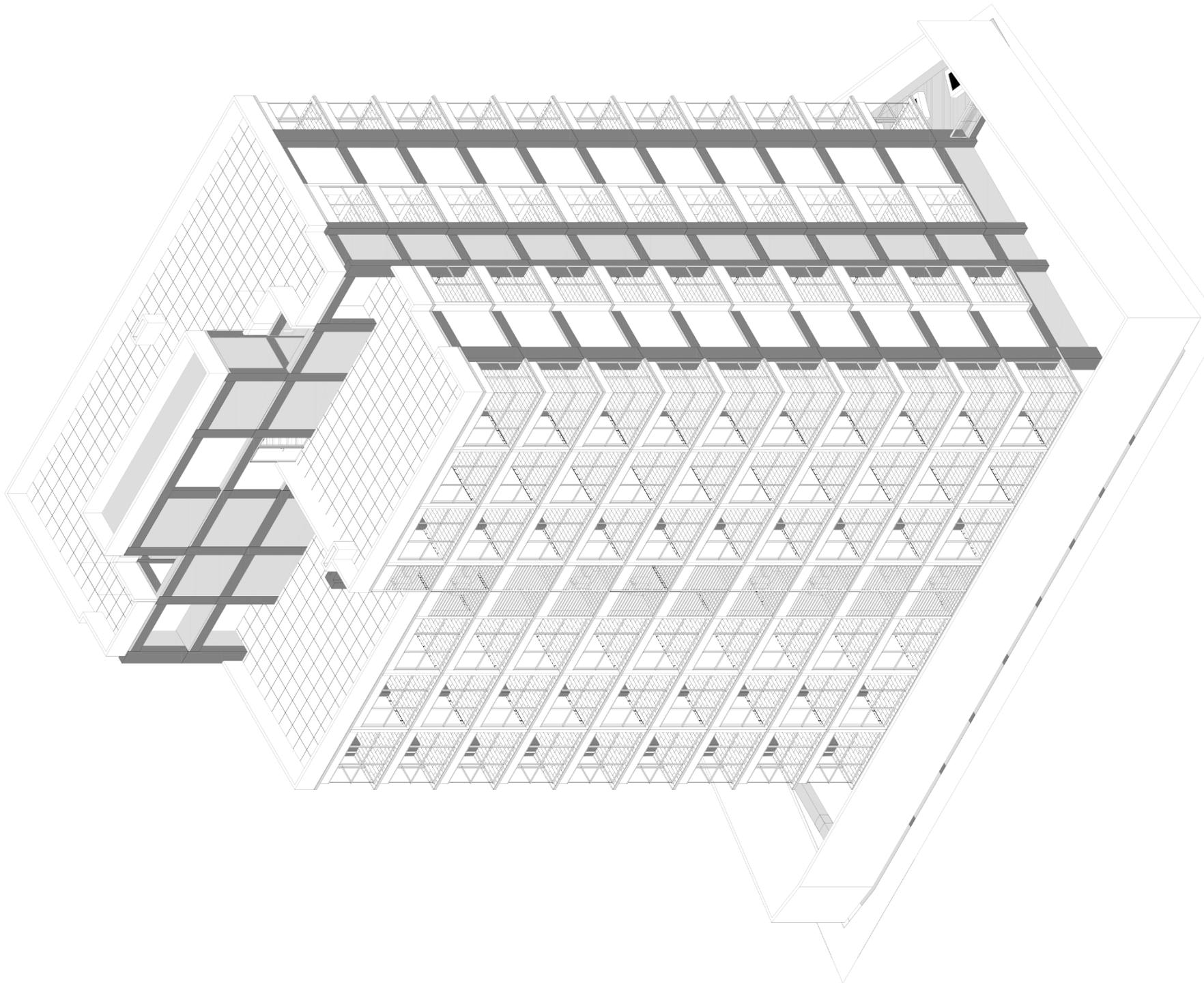


Imagen 40. APUNTE PERSPECTIVO. Fachada posterior y fachada sur
Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Pacífico 455, 2020)

2.4.3.2.1. PROYECTO HIDRÁULICO.

La alimentación de agua potable fue tomada de la red pública de abastecimiento por una toma de 32 mm de diámetro, la cual fue llevada directamente a una cisterna de 30 m³ ubicada en el sótano 2. A partir de ese punto, el agua es bombeada hacia los 40 departamentos para mantener una presión continua, utilizando un sistema hidroneumático que consiste en un tanque precargado de 125 PSI y 3 bombas de 3HP. El ramaleo de los departamentos se tomó desde la vertical hacia el medidor y se distribuyó hacia cada mueble. Todo esto se realizó utilizando tubería de polipropileno copolímero random (PP-R) con diámetros que iban desde $\Phi 25$ mm hasta $\Phi 75$ mm.

En el nuevo planteamiento y con el fin de seguir el funcionamiento de ahorro de agua y energéticos al fraccionamiento se le anexó el sistema alternativo para la reutilización de agua pluvial. La instalación pluvial del edificio está compuesta por tuberías de PVC de diferentes diámetros, estas tuberías conducen el agua hacia una cisterna de 15 m³ que se encuentra ubicada en el sótano 2 y está conectada a un cárcamo de bombeo diseñado para el reúso del agua en los inodoros. Para llevar a cabo esta tarea, se utilizaron dos bombas de sumergibles de 3HP y tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R) con diámetros que variaban entre 25 mm y 75 mm. Además, el exceso de agua pluvial se dirigió hacia el colector principal de la calle a través de dos bombas de achique de 1HP y tuberías de PVC hidráulico de diferentes diámetros.

Las cisternas de los 2 sistemas tienen las siguientes características:

- Cisterna de agua potable
 - Capacidad: 30 m³ (30,000 litros) en 3 celdas.
 - Llenado: desde calle por toma domiciliaria.
 - Servicio: regaderas, tarja, lavabos, lavadero, llaves nariz.
 - Suministro a departamentos: por sistema hidroneumático y tuberías PP-R
 - Tres bombas.
 - Electroniveles
 - Tanque presurizado.
 - Tablero de control automático.

- Cisterna de agua pluvial
 - Capacidad: 15 m³ (15,000 litros) en 2 celdas.
 - Llenado: captación de agua pluvial, en épocas de estiaje a través de un
 - Baipás del sistema de agua potable.
 - Servicio: inodoros (W.C.).
 - Suministro a departamentos: por sistema hidroneumático y tuberías PP-R
 - Dos bombas.
 - Electroniveles
 - Tanque presurizado.
 - Tablero de control automático
 - Excedente de agua hacia drenaje

La toma domiciliaria está construida en material mixto: PP-R y cobre según al proyecto hidráulico, viene en cobre desde la tubería de distribución hasta el cuadro del medidor de $\Phi 25$ mm (1") y del medidor hasta la cisterna de $\Phi 32$ mm (1-1/4") con polipropileno copolímero random.

El sistema de producción y distribución de agua caliente incluyó un calentador por departamento de acuerdo con los servicios que se manejan, la red de distribución con el gasto, presión y temperatura requerida. Las tuberías que conectan al calentador son de material metálico de $\Phi 25$ mm, las demás tuberías a empleadas en todo el sistema están construidas con PP-R.

De acuerdo con la memoria de cálculo hidráulica entregada por DUA a Reyval la elección del material en las tuberías se inclinó hacia el PP-R en cuanto a los cálculos por pérdida de fricción. Con este antecedente para Reyval fue la mejor opción aunado a los beneficios en los análisis de costos.

Tal como ocurrió con los planos arquitectónicos mostrados en el capítulo anterior, a continuación, se ordenarán los planos del proyecto de instalaciones hidráulicas realizados al finalizar la obra por parte de Reyval Arquitectos, con la intención de mostrar un objeto de estudio ya terminado conforme a los alcances del presente documento.

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



CORTE ESQUEMÁTICO

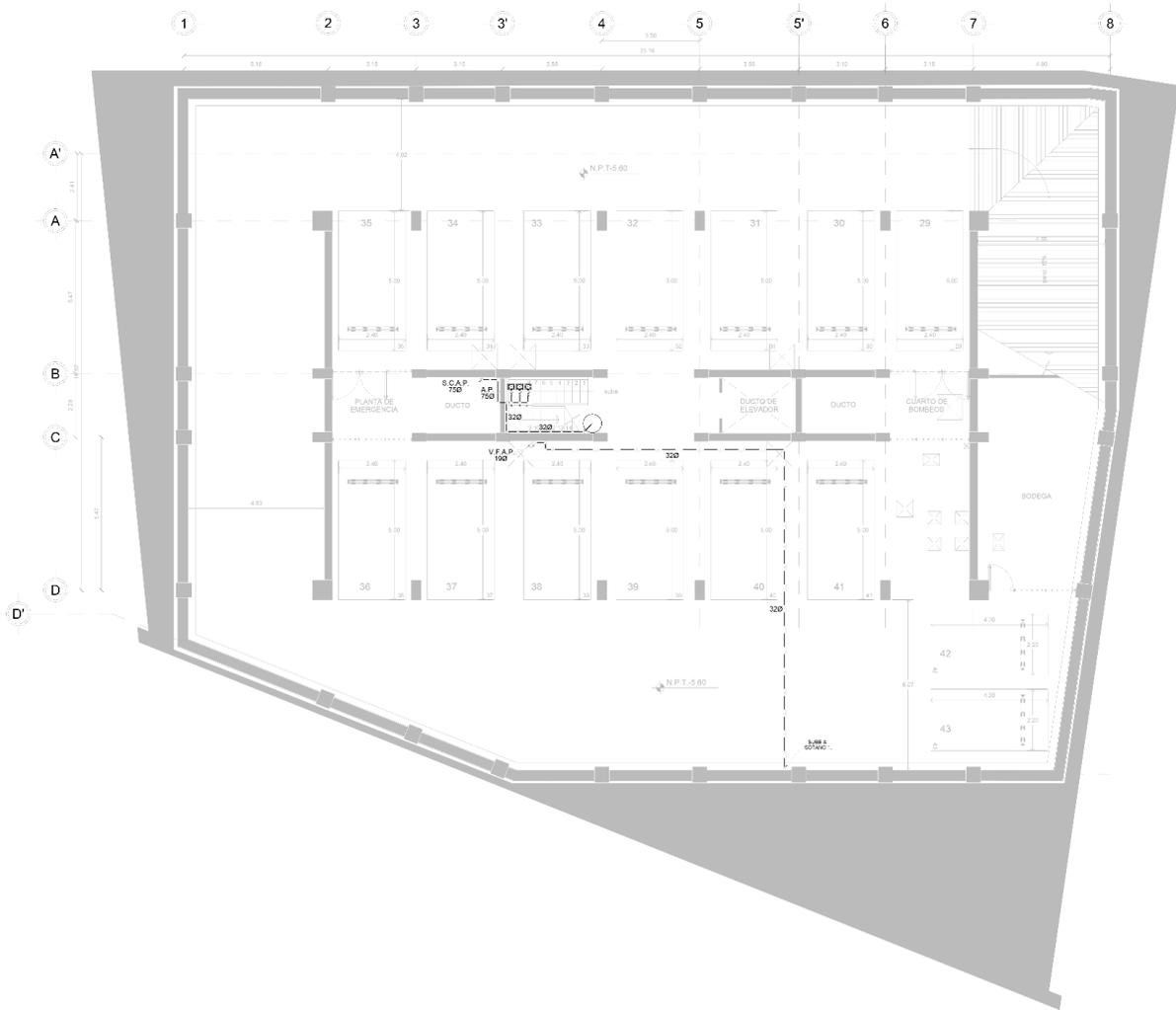
NOTAS GENERALES

1. LAS OBTURACIONES DEBERÁN SER DE MARCA URRREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
2. TODA LA INSTALACIÓN DEBE SER DE MARCA URRREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
3. TODA LA INSTALACIÓN DEBE SER DE MARCA URRREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
4. TODA LA INSTALACIÓN DEBE SER DE MARCA URRREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
5. TODA LA INSTALACIÓN DEBE SER DE MARCA URRREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
6. TODA LA INSTALACIÓN DEBE SER DE MARCA URRREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
7. TODA LA INSTALACIÓN DEBE SER DE MARCA URRREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
8. TODA LA INSTALACIÓN DEBE SER DE MARCA URRREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
9. TODA LA INSTALACIÓN DEBE SER DE MARCA URRREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
10. TODA LA INSTALACIÓN DEBE SER DE MARCA URRREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.

SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

- TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE
- TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA FRÍA
- TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA DE REUSO.
- TUBERÍA DE TUBOPLUS LLENADO DE CISTERNA
- C.A.F. COLUMNA DE AGUA FRÍA
- C.A.R. COLUMNA DE AGUA DE REUSO.
- VÁLVULA DE COMPUERTA MARCA URRREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS
- VÁLVULA DE ESFERA MARCA URRREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
- TUERCA UNIÓN DE COBRE O BRONCE MARCA URRREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
- VALVULA ESFERA PPR.
- MEDIDOR.
- LLAVE MANEJERA.
- F.A.P. FLOTADOR DE ALTA PRESION
- V.A. VALVULA DE ALIVIO.



As-Built

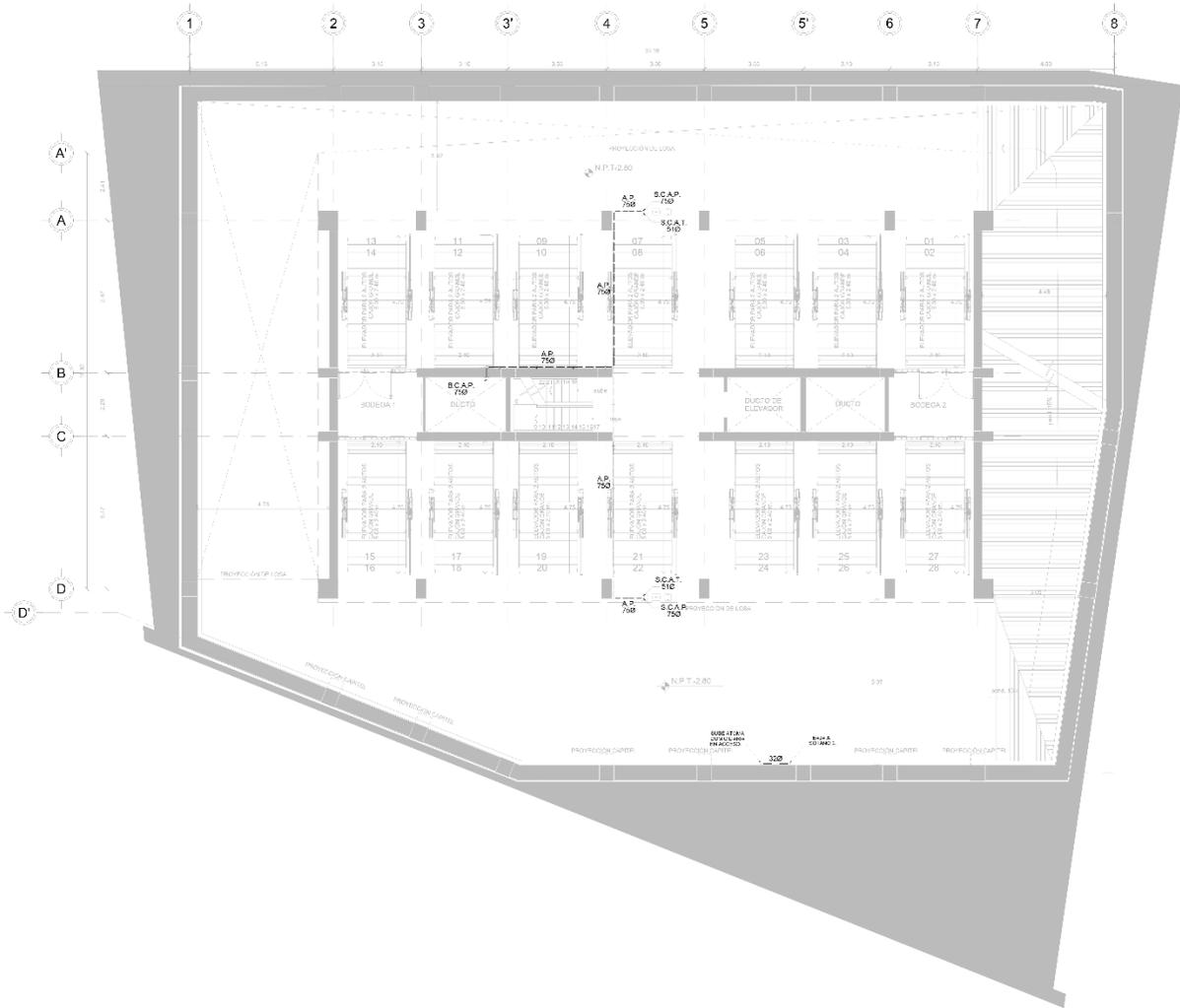
PROYECTO: **PACÍFICO 455**
 TÍTULO: **INSTALACIÓN HIDRÁULICA.**
 PLANTA: **ARQUITECTÓNICA NIVEL SÓTANO 2 (N - 5.60)**

UBICACIÓN: CALLE PACÍFICO 455 COL. COYOACÁN, C.P. 06030, ALCALDÍA DE COYOACÁN, CIUDAD DE MÉXICO

PLANTA: 23 DE 175 DISEÑO: JARR

IH-01

Imagen 41. PLANTA SÓTANO 2 N -5.60. Llenado de cisterna de agua potable y sistema hidroneumatico
 Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finiquito Pacífico 455, 2021)



NOTAS GENERALES

1. SE CUMPLE CON LAS NOMAS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.
2. SE CUMPLE CON LAS NOMAS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.
3. SE CUMPLE CON LAS NOMAS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.
4. SE CUMPLE CON LAS NOMAS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

SIMBOLOGIA

SIMBOLOGIA	
---	TUBERÍA DE TUBOPULS PARA AGUA CALIENTE
---	TUBERÍA DE TUBOPULS PARA AGUA FRIA
---	TUBERÍA DE TUBOPULS PARA AGUA DE REUSO
---	TUBERÍA DE TUBOPULS LLENADO DE CISTERNA
C.A.F.	COLUMNA DE AGUA FRIA
C.A.R.	COLUMNA DE AGUA DE REUSO
---	VALVULA DE COMPUERTA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS
---	VALVULA DE ESFERA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS
---	TUERCA UNION DE COBRE O BRONCE MARCA URREA O EQUIVALENTE
---	VALVULA ESFERA PPR
---	MEIDICOR
---	LLAVE MANGERA
F.A.P.	FLOTADOR DE ALTA PRESION
V.A.	VALVULA DE ALIVIO

As-Built

PACÍFICO 455

INVESTIGACIÓN ARQUITECTÓNICA

PLANTA

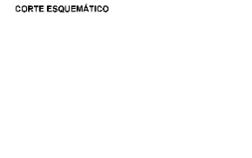
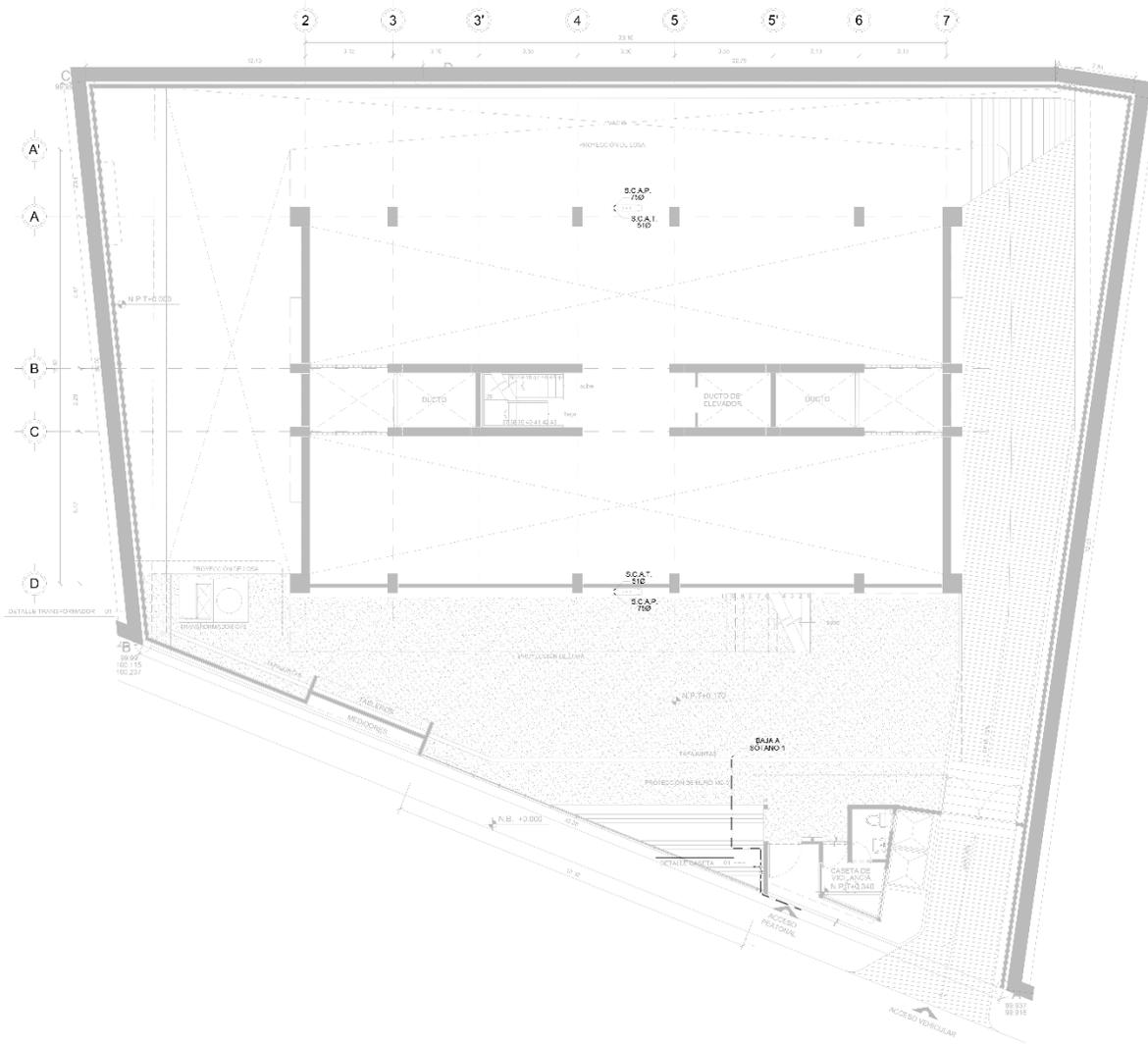
ARQUITECTÓNICA NIVEL SOTANO 1 (N - 2.80)

SECTION:
 CALLE PACÍFICO 455 COL. CAROLINA QUITÉO DE AGUILA GOVERNACIÓN GUADALUPE, CIUDAD DE MÉXICO.

1H-02

FECHA: 11/01/21 11:41 AM
 ESCALA: 1/25 1/25 1/25

Imagen 42. PLANTA SÓTANO 1 N -2.80. Distribución hacia departamentos y servicios
 Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finiquito Pacífico 455, 2021)



NOTAS GENERALES

1. SECCIONES NECESARIAS.
2. VERIFICAR EL ESTADO DE LOS TUBOS Y ACCESORIOS.
3. LA TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE DEBE SER DE TUBOPLUS DE ALTA PRESIÓN Y DE TUBOPLUS DE ALTA PRESIÓN.
4. SECCIONES DE TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE DE TUBOPLUS DE ALTA PRESIÓN.
5. SECCIONES DE TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE DE TUBOPLUS DE ALTA PRESIÓN.
6. SECCIONES DE TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE DE TUBOPLUS DE ALTA PRESIÓN.
7. SECCIONES DE TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE DE TUBOPLUS DE ALTA PRESIÓN.
8. SECCIONES DE TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE DE TUBOPLUS DE ALTA PRESIÓN.
9. SECCIONES DE TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE DE TUBOPLUS DE ALTA PRESIÓN.
10. SECCIONES DE TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE DE TUBOPLUS DE ALTA PRESIÓN.

SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA	
---	TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE
---	TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA FRIA
---	TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA DE REUSO
---	TUBERÍA DE TUBOPLUS LLENADO DE CISTERNA
C.A.F.	COLUMNA DE AGUA FRIA
C.A.R.	COLUMNA DE AGUA DE REUSO
---	VALVULA DE COMPUERTA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS
---	VALVULA DE ESFERA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS
---	TUERCA UNION DE COBRE O BRONCE MARCA URREA O EQUIVALENTE
---	VALVULA ESFERA PPR
---	MEDIDOR
---	LLAVE MANOERA
F.A.P.	FLOTADOR DE ALTA PRESION
V.A.	VALVULA DE ALIVIO

As-Built

PACÍFICO 455

INSTALACIÓN HIDRÁULICA.

PLANTA ARQUITECTÓNICA NIVEL BANQUETA

SECCION: 3.011

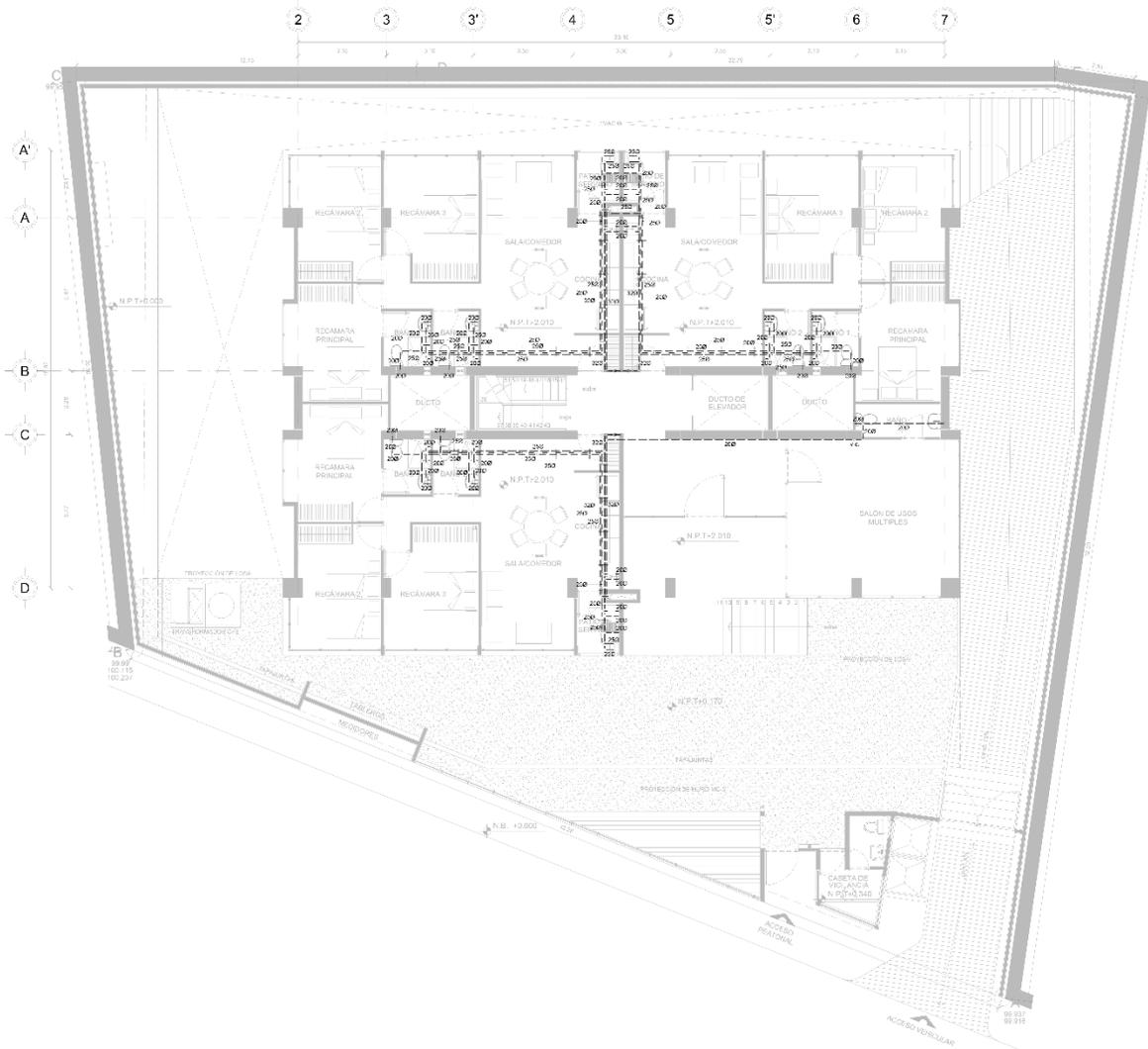
CALLE PACÍFICO 455 COL. PACÍFICO 455, CDMX, GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO.

FECHA: 14/03/21 14:41

ESCALA: 1/25 34/31

IH-03

Imagen 43. PLANTA PLAZA DE ACCESO N +0.17, Ubicación de toma domiciliar y línea de llenado hacia cisterna de agua potable
 Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finiquito Pacífico 455, 2021)



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



CORTE ESQUEMÁTICO

NOTAS GENERALES

1. SE USARON TUBERÍAS DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE Y TUBOPLUS PARA AGUA FRÍA.
2. SE USARON TUBERÍAS DE TUBOPLUS PARA AGUA DE REUSO.
3. SE USARON TUBERÍAS DE TUBOPLUS LLENADO DE CORTESÍA.
4. SE USARON VALVULAS DE ESFERA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
5. SE USARON VALVULAS DE ESFERA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
6. SE USARON VALVULAS DE ESFERA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
7. SE USARON VALVULAS DE ESFERA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
8. SE USARON VALVULAS DE ESFERA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
9. SE USARON VALVULAS DE ESFERA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
10. SE USARON VALVULAS DE ESFERA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.

SIMBOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

- TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE
- TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA FRÍA
- TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA DE REUSO
- TUBERÍA DE TUBOPLUS LLENADO DE CORTESÍA
- C.A.F. COLUMNA DE AGUA FRÍA
- C.A.R. COLUMNA DE AGUA DE REUSO
- VALVULA DE COMPUERTA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS
- VALVULA DE ESFERA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS
- TUBERÍA UNIÓN DE COBRE O BRONCE MARCA URREA O EQUIVALENTE
- V.E. VALVULA ESFERA PPR
- M. MEDIDOR
- L. LLAVE MANOSERA
- F.A.P. FLOTADOR DE ALTA PRESION
- V.A. VALVULA DE ALIVIO

As-Built

PACÍFICO 455

INSTALACIÓN HIDRÁULICA.

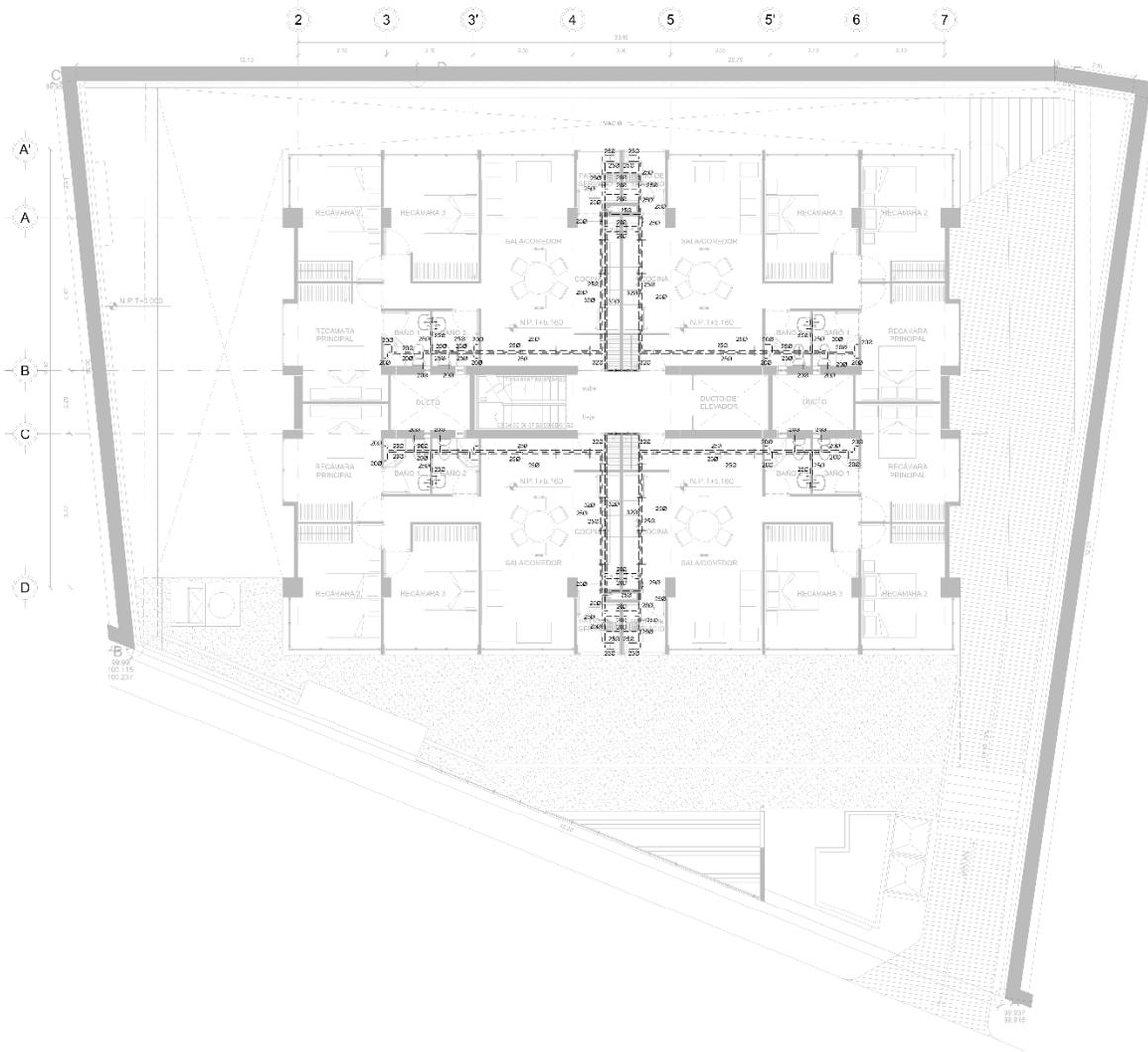
PLANTA ARQUITECTÓNICA PB NIVEL +2.01

UBICACION:
 CALLE PACIFICO 455 COL.
 SAN JUAN DE LOS RIOS, AGUILAYA
 GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO.

IH-04

FECHA: 14/03/21
 ESCALA: 1/50
 AUTORES: R.V.

Imagen 44. Imagen 35. PLANTA BAJA, N +2.01. Distribución e instalación intradomiciliar por departamento, ramaleo en baño de servicio.
 Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finiquito Pacífico 455, 2021)



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



CORTE ESQUEMATICO

NOTAS GENERALES

1. SE CUMPLE CON LOS REQUISITOS DE LA NOM-001-SE/1993.
2. SE HA CONSIDERADO EL USO DE MATERIALES DE CALIDAD Y DURABLES.
3. SE HA CONSIDERADO EL USO DE MATERIALES DE CALIDAD Y DURABLES.
4. SE HA CONSIDERADO EL USO DE MATERIALES DE CALIDAD Y DURABLES.

SIMBOLOGIA

SIMBOLOGIA

- TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE
- TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA FRIA
- TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA DE REUSO
- TUBERÍA DE TUBOPLUS LLENADO DE CESTERNA
- C.A.F. COLUMNA DE AGUA FRIA
- C.A.R. COLUMNA DE AGUA DE REUSO
- VALVULA DE COMPUERTA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS
- VALVULA DE ESFERA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS
- TUBERIA UNION DE COBRE O BRONCE MARCA URREA O EQUIVALENTE
- VALVULA ESFERA PPR
- MEDIDOR
- LLAVE MANOVARA
- F.A.P. FLOTADOR DE ALTA PRESION
- V.A. VALVULA DE ALIVIO

As-Built

PACIFICO 455

INSTALACIÓN HIDRÁULICA.

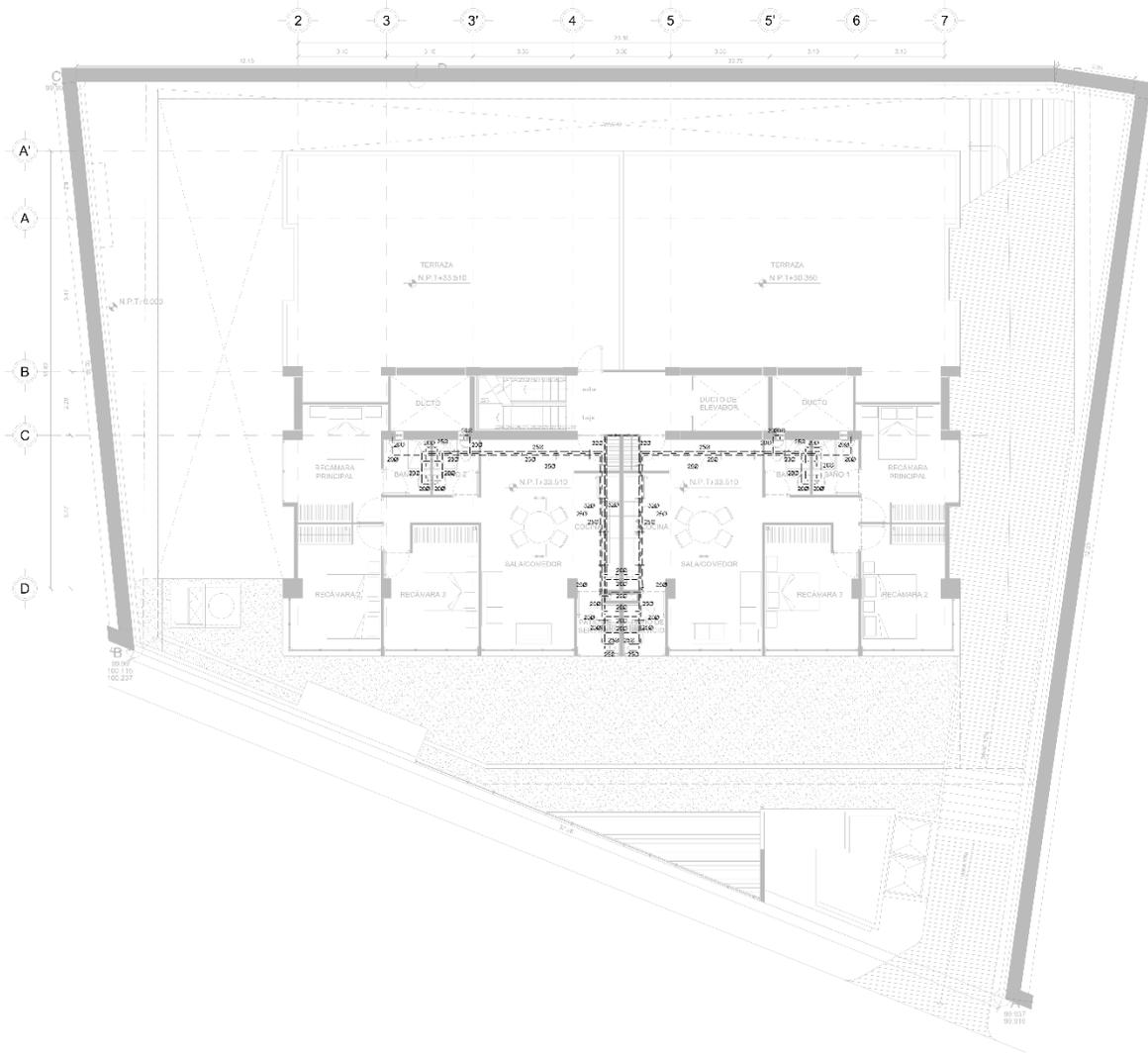
PLANTA ARQUITECTÓNICA
 NIVEL +5.16

UBICACION:
 CALLE PACIFICO 455 COL.
 GUAYMAS C.P. 06700, D.F. DE
 GOBIERNO FEDERAL DE MEXICO.

IH-05

FECHA: 10/05/21 14:41
 ESCALA: 1/50

Imagen 45. PLANTA TIPO, N1+5.16, N2+8.31, N3+11.46, N4+14.61, N5+17.76, N6+20.91, N7+24.06, N8+27.21. Distribución e instalación intradomesticaria
 Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finiquito Pacífico 455, 2021)



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



CORTE ESQUEMATICO

NOTAS GENERALES

1. SECCION ESTADISTICA.
2. SECCION ESTADISTICA.
3. SECCION ESTADISTICA.
4. SECCION ESTADISTICA.
5. SECCION ESTADISTICA.
6. SECCION ESTADISTICA.
7. SECCION ESTADISTICA.
8. SECCION ESTADISTICA.
9. SECCION ESTADISTICA.
10. SECCION ESTADISTICA.

SIMBOLOGIA

SIMBOLOGIA

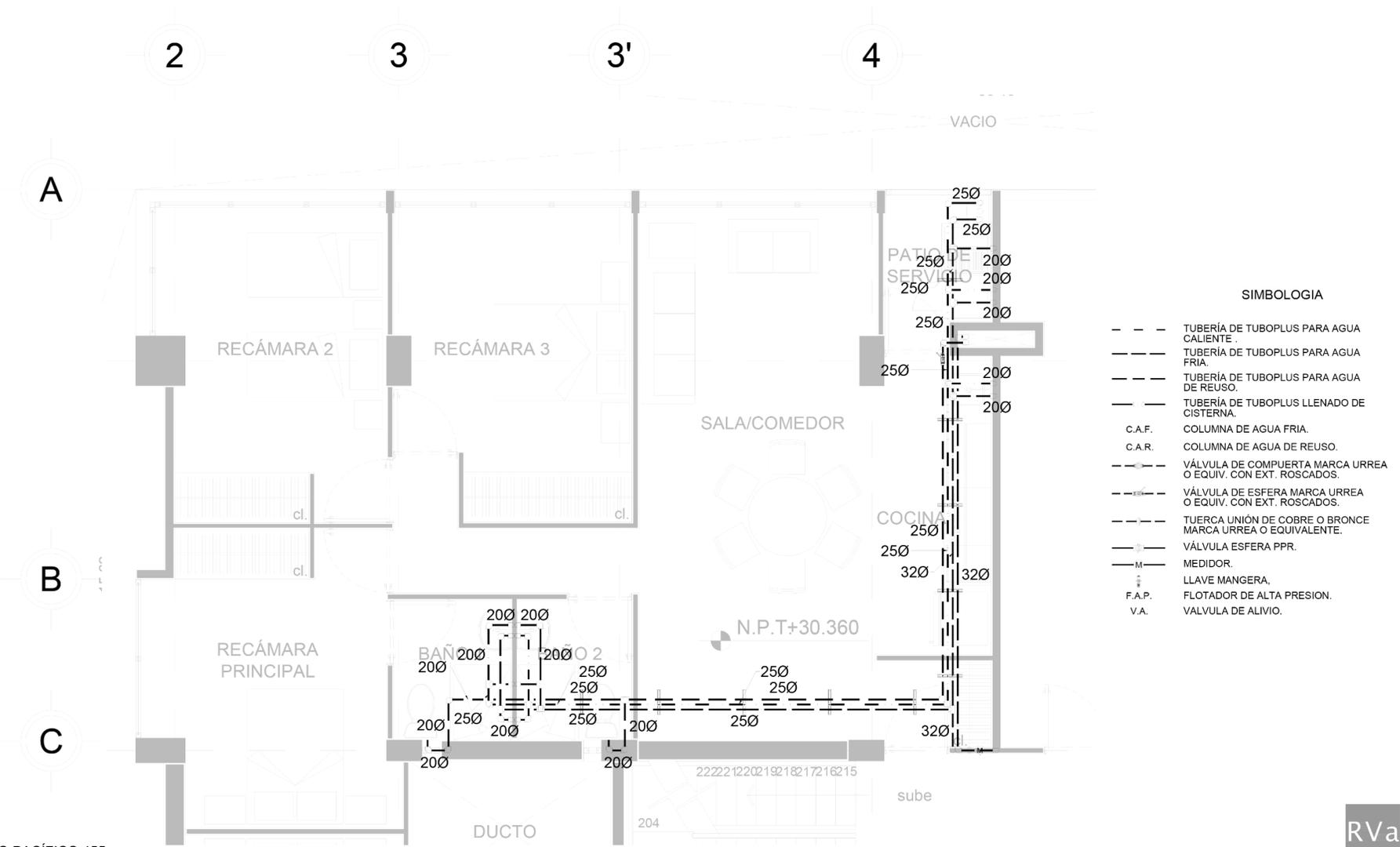
- TUBERIA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE
- TUBERIA DE TUBOPLUS PARA AGUA FRIA
- TUBERIA DE TUBOPLUS PARA AGUA DE REUSO
- TUBERIA DE TUBOPLUS LLENADO DE CISTERNA
- C.A.F. COLUMNA DE AGUA FRIA
- C.A.R. COLUMNA DE AGUA DE REUSO
- VALVULA DE COMPUERTA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS
- VALVULA DE ESFERA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS
- TUERCA UNION DE COBRE O BRONCE MARCA URREA O EQUIVALENTE
- VALVULA ESFERA IPR
- MEDIDOR
- LLAVE MANGERA
- F.A.P. FLOTADOR DE ALTA PRESION
- V.A. VALVULA DE ALIVIO

As-Built

PROYECTO: **PACIFICO 455**
 TITULO: **INSTALACION HIDRAULICA**
 PLANTA ARQUITECTONICA
 NIVEL +33.51
 UBICACION: CALLE PACIFICO NO. 455, CARRILLO SAN JOSE, CALLE 74, GOVERNADOR GUADALUPE, MEXICO.
 ESCALA: 1/50
 FECHA: 15/05/21
 AUTORES: R.V. P.F.

IH-14

Imagen 47. PLANTA N10+33.51. Distribución e instalación intradomiciliar por departamento
 Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finiquito Pacífico 455, 2021)



SIMBOLOGIA

---	TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA CALIENTE.
---	TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA FRIA.
---	TUBERÍA DE TUBOPLUS PARA AGUA DE REUSO.
---	TUBERÍA DE TUBOPLUS LLENADO DE CISTERNA.
C.A.F.	COLUMNA DE AGUA FRIA.
C.A.R.	COLUMNA DE AGUA DE REUSO.
---	VÁLVULA DE COMPUERTA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
---	VÁLVULA DE ESFERA MARCA URREA O EQUIV. CON EXT. ROSCADOS.
---	TUERCA UNIÓN DE COBRE O BRONCE MARCA URREA O EQUIVALENTE.
---	VÁLVULA ESFERA PPR.
M	MEDIDOR.
---	LLAVE MANGERA.
F.A.P.	FLOTADOR DE ALTA PRESION.
V.A.	VALVULA DE ALIVIO.

CONDOMINIO PACÍFICO 455
 INSTALACIÓN HIDRÁULICA TIPO

RVa
 REYVAL ARQUITECTOS

Imagen 48. INSTALACIÓN HIDRÁULICA DEPARTAMENTO TIPO
Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finiquito Pacífico 455, 2021)

2.4.3.3. ESTUDIOS TÉCNICOS Y COMPONENTES DE LOS PROYECTOS DE OBRA

Como ya habíamos explicado, de acuerdo con el Plan Integral para la Reconstrucción de la Ciudad De México el proceso que llevó a cabo Pacífico 455 se compone de la siguiente manera:

- Demolición.
- Proyecto ejecutivo.
- **Estudios técnicos y componentes de obra.**
- Ejecución de obra.
- Supervisión

Una vez que los estudios técnicos y los componentes del proyecto de obra fueron entregados y aprobados, se dio paso a la fase de ejecución de la obra (que se aborda en el siguiente capítulo). En esta entrega, se materializaron todos los planes y diseños previamente elaborados. Los estudios técnicos proporcionan la base sólida y la información esencial sobre las condiciones del sitio, los riesgos ambientales, la geología del terreno y otros factores críticos que se deben tener en cuenta durante la construcción.

Los componentes del proyecto, como el diseño de ingeniería, el presupuesto y el cronograma, se convirtieron en herramientas vitales para la gestión eficiente de la obra. El diseño guía la construcción, el presupuesto controla los costos y el cronograma define las fechas límite para cada fase. Durante la ejecución, se realizó la adquisición de materiales, se coordinó la mano de obra, se controló la calidad, se implementaron medidas de seguridad y se gestionaron los riesgos. En conjunto, estos elementos permitieron que la obra avanzara de manera organizada y que se cumplieran los objetivos de tiempo, costo y calidad establecidos en la planificación.

Cada uno de estos informes fueron realizados por distintas empresas especialistas a solicitud de la empresa proyectista, por lo tanto, debido a consideraciones de derechos de autor, se evita compartir información detallada o documentos específicos. En lugar de ello, se ofrecen descripciones generales de los estudios más relevantes para el contexto de este reporte y al caso de estudio.

Informe geotécnico.

Este informe incluye información sobre la composición del suelo, su capacidad de carga, su compresibilidad y otros factores geotécnicos relevantes que influyen en el diseño y la estabilidad de las cimentaciones de una estructura. Para Pacífico 455 el contenido del informe se basó en los siguientes datos:

- Condiciones geotécnicas del sitio
- Coeficiente sísmico
- Diseño geotécnico de la cimentación
- Diseño de la excavación
- Procedimiento constructivo y protección a colindancias
- Conclusiones y recomendaciones

Memoria de cálculo estructural

Es un documento técnico que resume y justifica los cálculos realizados por ingenieros estructurales para evaluar la seguridad y estabilidad de una construcción. En ella se detallan las cargas, materiales y métodos empleados, proporcionando una base técnica esencial para asegurar que la estructura cumpla con los estándares de seguridad y normativas aplicables, así como para orientar la ejecución y supervisión de la obra. Para el edificio en cuestión el cuerpo del documento se resume a continuación:

- Objetivo.
- Ubicación de la obra.
- Criterios de diseño estructural.
- Criterios de análisis estructural.
- Descripción estructural.
- Especificación de materiales.
- Referencias de diseño.
- Estudio de cargas.
- Estructuración del edificio.
- Análisis sísmico.
- Diseño de columnas.
- Diseño de trabes.
- Diseño de cimentación.

Memoria hidráulica

Describe de manera detallada los cálculos, diseños y especificaciones relacionados con proyectos hidráulicos, como sistemas de abastecimiento de agua, redes de alcantarillado, estaciones de tratamiento de aguas, o cualquier infraestructura relacionada con el flujo y control del agua. Esta memoria incluye información sobre caudales, presiones, diámetros de tuberías, dispositivos de control, normativas y regulaciones para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro de las instalaciones hidráulicas. Así como recomendaciones para la operación y mantenimiento de los sistemas hidráulicos. En el caso del condominio Pacífico 455 los datos arrojados se establecieron en el siguiente orden dentro del documento:

- Descripción de los departamentos en condominio.
- Red de alimentación hidráulica.
- Instalación hidráulica
- Red general de agua fría
 - Gastos
 - Diámetros
 - Velocidades
 - Pérdidas por fricción
- Almacenamiento
 - Datos de proyecto
 - Cisterna
- Toma domiciliaria
 - Medidor
- Memorias técnicas y de cálculo
 - Determinación de la carga total de bombeo
 - Selección del equipo de bombeo
- Cálculo pluvial
 - Precipitación base
 - Gasto pluvial
 - Cálculo de bajadas pluviales
- Red general de agua caliente
 - Red de distribución
 - Requerimientos de agua caliente
 - Generadores de agua caliente

2.4.3.3.1. PRESUPUESTO DE OBRA.

El presupuesto de obra también forma parte de los *ESTUDIOS TÉCNICOS Y COMPONENTES DE LOS PROYECTOS DE OBRA*, sin embargo, al tratarse de un instrumento realizado por Reyval Arquitectos se le destina un apartado especial para su mejor exposición. El antecedente del presupuesto fue el catálogo de conceptos que describió todos los elementos, trabajos y materiales involucrados en el proyecto.

Una vez que se llevaron a cabo los estudios técnicos y se definieron los componentes del proyecto ejecutivo y del plan de obra, se procedió a la elaboración de los generadores de proyecto (**ver Imagen 51**). Estos generadores sirvieron de herramienta para cuantificar y detallar de manera precisa todos los trabajos que se realizarían durante la construcción. Cada concepto o partida de trabajo se identificó cuidadosamente, se asignó una cantidad específica y unidad de medida correspondiente, además se estableció un costo unitario. Esto permitió obtener un presupuesto detallado que reflejó exhaustivamente todos los aspectos del proyecto, desde los materiales necesarios hasta la mano de obra requerida. Con estos generadores de proyecto, se logró una planificación eficiente de los recursos y se tuvo un control preciso de los costos durante la ejecución de la obra.

El total del presupuesto incluyó todos los gastos relacionados con la realización de esa unidad, como materiales, mano de obra, equipos, y otros costos directos e indirectos, sirvió como base para calcular el costo total de cada elemento del proyecto, permitiendo una estimación detallada y precisa del capital. A manera de explicación, podemos decir que los costos directos son esenciales para calcular el costo total de un concepto de trabajo, mientras que los costos indirectos son necesarios para cubrir los gastos generales y administrativos asociados con el proyecto en su conjunto.

Tanto la Comisión de la Reconstrucción como los condóminos revisaron diferentes presupuestos de constructoras insaculadas propuestas por la institución. Con lo anterior se realizó la asamblea de asambleas para que de manera oficial y en conjunto el condominio se designara a Reyval Arquitectos como la empresa constructora a partir del presupuesto aprobado (**ver Imagen 51**).

2.4.3.4. CONTRATO DE OBRA.

A partir de la aprobación del presupuesto y de la elección de la empresa constructora se procedió a celebrarse la asamblea de asambleas para la firma de contratos y convenios, todo esto bajo la vigilancia y lineamientos de la Procuraduría Social de la Ciudad de México (PROSOC).

Entre los documentos firmados por las partes involucradas se enlistan los siguientes:

- Un contrato colectivo para la construcción de la obra.
- Un contrato colectivo para la supervisión.
- Un convenio entre la Comisión y las personas beneficiarias para dar permiso de que los recursos públicos se asignen a una empresa privada que realizará la obra.
- Creación de un nuevo régimen condominal.

El cierre del acuerdo entre la Comisión de la Reconstrucción, los Delegados Especiales y Reyval Arquitectos se denominó **CONTRATO DE OBRA A PRECIOS UNITARIO Y TIEMPO DETERMINADO CON CLAUSULAS ESPECIALES** celebrado en octubre de 2019. Entre la información más relevante del contrato encontramos lo siguiente:

En los Antecedentes, se proporcionó el contexto histórico como lo fueron los daños causados por el sismo del 2017

En la sección de Declaraciones, se detallaron los aspectos relacionados con la identificación de los delegados especiales y la empresa constructora como partes involucradas en el contrato.

Las Cláusulas constituyeron la parte principal del contrato y abordaron una variedad de temas importantes, que incluyeron el objeto del contrato, el proyecto ejecutivo, los costos, la forma de pago, las garantías, los seguros, la ejecución de la obra, el control y supervisión, el plazo, las prórrogas, la cesión de derechos, las obligaciones de la constructora, la rescisión del contrato, la entrega del inmueble, el manejo de materiales, el acta de entrega recepción, la no modificación del contrato, la no enajenación de derechos, la relación laboral, la confidencialidad, las notificaciones y la jurisdicción.

Se estableció el monto total de la obra así como la forma de pago el cual se realizó en tres partes: el primero fue un anticipo del 35% del costo completo definido, el segundo fue por medio de estimaciones presentadas por la empresa constructora, el último representó el 15% del total y se liberó con la firma de las actas de entrega-recepción de las áreas comunes y de los departamentos del edificio. Cabe señalar que cada uno de estos importes fue realizado previa autorización de los Delegados Especiales a la Comisión de la Reconstrucción, quien, a su vez, a través del Fideicomiso para la Reconstrucción Integral de la Ciudad de México pudo efectuar cada uno de ellos.

Entre los requerimientos estipulados en la cláusula de garantías la empresa constructora tuvo la obligación de tramitar una fianza de anticipo, una fianza de cumplimiento y una fianza por vicios ocultos. La primera garantizó la debida inversión, aplicación, amortización, o devolución parcial o total del anticipo otorgado. La segunda proporcionó seguridad al beneficiario del contrato en caso de que no se cumpliera con lo acordado en el contrato. La tercera protegió al edificio de problemas y/o defectos después de la entrega-recepción, acordó un plazo de 12 meses en los cuales se logró resolver cada uno de los desperfectos reportados por los habitantes que no se detectaron en la inspección realizada en la finalización de la obra.

Cabe señalar con relación al contrato que la única cláusula que resultó en convenio modificatorio fue el plazo de entrega debido al COVID-19, lo cual generó retrasos en las condiciones laborales por aislamiento del personal contagiado y la previsión de los posibles contagios que se presentaron con de los compañeros trabajadores. Esta petición se realizó bajo las condiciones descritas en las cláusulas pasando de 18 a 22 meses en el plazo de entrega.

Con lo anterior, la obra estaba considerada con un periodo de ejecución del 04 de noviembre del 2019 al 01 de mayo del 2021, con la autorización de la prórroga la finalización de los trabajos tuvo lugar el 31 de agosto del 2021

Siguiendo con el proceso de reconstrucción, con cada uno de los instrumentos anteriores validados y en vigencia se procedió a hacer entrega del terreno a la empresa constructora. De esta forma se inició la ejecución de obra que a continuación se describe.

2.4.3.5. EJECUCIÓN DE OBRA.

En este apartado abordaremos la construcción en general del edificio para dar preámbulo al siguiente capítulo dedicado al interés de este documento. El inicio de los trabajos en Pacífico están fechados el 04 de noviembre de 2019, según podemos observar en lo asentado en la apertura de bitácora de obra de la edificación firmada tanto por Reyval Arquitectos SA de CV, empresa constructora y Grupo GLL, empresa supervisora. (ver Imagen 52)

Es importante mencionar que gracias a acuerdos por parte de la Comisión de la Reconstrucción y la alcaldía en Pacífico 455 las autoridades eximieron temporalmente los trámites de permisos y licencias de construcción para acelerar el proceso del Plan Integral y responder de manera efectiva a las necesidades de la comunidad afectada. Sin embargo, la seguridad y la calidad de la construcción fueron aspectos fundamentales que se cumplieron cabalmente.

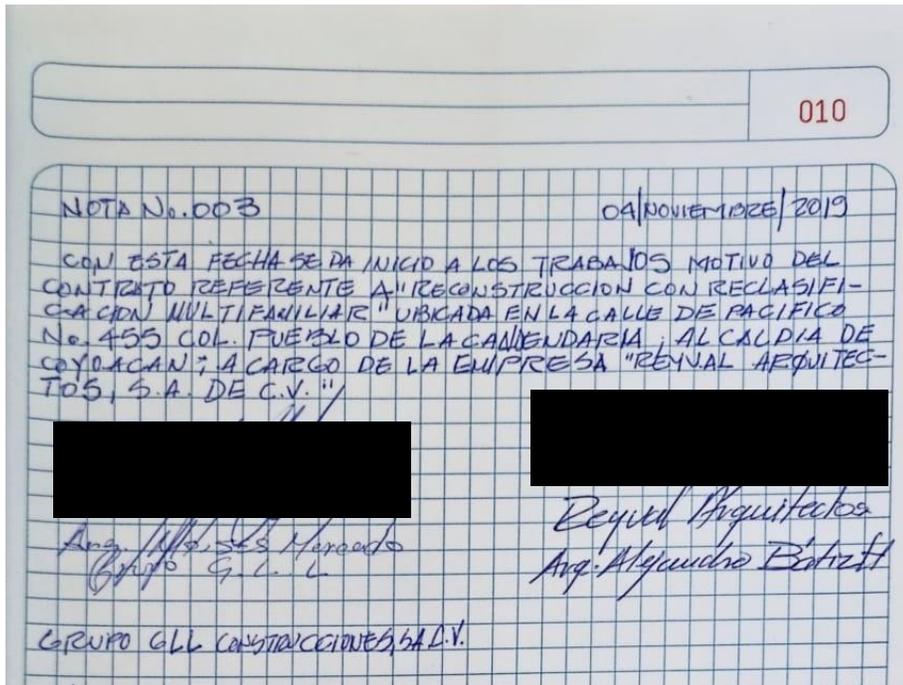


Imagen 52. Apertura de bitácora de obra, Pacífico 455

Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finiquito Pacífico 455, 2021)

Durante casi dos años, todo el proceso de construcción constó: de un acta previa a la rehabilitación, un reporte fotográfico previo a la rehabilitación, 32 minutos de trabajo, 448 notas en bitácora, 13 boletines de proyecto, 86 comunicados y oficios; 20 reportes quincenales, 15 reportes semanales, 60 estudios de laboratorio, una sábana financiera, 26 estimaciones y un reporte fotográfico final. Lo anterior está sustentado en las carpetas de finiquito entregadas a la Comisión de la Reconstrucción.

Cada uno de estos elementos son el resultado del cumplimiento de las siguientes faenas:

CLAVE	PARTIDA	CONCEPTOS
PRE	PRELIMINARES	4
DEM	DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS	9
EXC	EXCAVACIÓN Y ACARREOS DE ESCOMBRO	1
REMT	RELLENOS Y MOVIMIENTOS DE TIERRA	2
ESTA	ESTABILIDAD DEL TERRENO	8
EST C	CONCRETO LANZADO	3
BOM	BOMBEO	6
PRCI	PRELIMINARES DE CIMENTACIÓN	2
CIM	CIMENTACIÓN	19
SPE	SUPER ESTRUCTURA	13
ES IN	ESCALERAS INTERIORES Y RAMPAS	5
ALB	ALBAÑILERÍA	7
IE	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	36
MT	MEDIA TENSIÓN	27
IHS	INSTALACIÓN HIDROSANITARIA	44
IG	INSTALACIÓN DE GAS	15
CAN	CANCELERÍA	12
HER	HERRERÍA	9
TBR	TABLAROCA	15
ACAD	ACABADOS	14
CAR	CARPINTERÍA	5
ACC	ACCESORIOS	7
LAE	LUMINARIAS Y ACCESORIOS ELÉCTRICO	12
EQ	EQUIPOS	3
BZ	BALIZAMIENTO	3
IMP	IMPERMEABILIZANTE	1
VAR	VARIOS	1
TOTAL		283

Con lo anterior podemos demostrar que cada una de las partidas está compuesta por una serie de conceptos los cuales conforman un catálogo, haciendo la sumatoria solo de estos tenemos un total de 283 actividades ejecutadas en Pacífico 455. Hay que tomar en cuenta que no se contó individualmente cada trabajo, por ejemplo, en la partida *IHS, INSTALACIÓN HIDROSANITARIA* tenemos 44 conceptos, uno de ellos es referente a la salida para W.C., las cuales, cuantificadas tenemos un total de 82 desagües sanitarios. Por lo tanto, registrar cada uno de los trabajos realizados en el edificio resulta inconmensurable para representarlo en este reporte.

Con lo anterior conjunto a la intención académica y específica de este documento, el presente capítulo se limitará a exponer los avances en la ejecución de obra mediante imágenes de manera cronológica y tratando de cubrir algunas de las partidas antes enlistadas. Además, cada una de las fotografías mostradas documentan la participación en menor o mayor medida por parte del autor.



Imagen 54. EXCAVACIÓN Y ACARREOS DE ESCOMBRO
Autoría MEVH (2019)



Imagen 53. DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS
Autoría MEVH (2019)



Imagen 55. RELLENOS Y MOVIMIENTOS DE TIERRA
Autoría MEVH (2019)



Imagen 56. Ejecución de trabajos
Autoría MEVH (2019)



Imagen 57. Avance y culminación de ejecución de obra exterior del condominio Pacífico 455
Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV



Construcción de muros de panel de yeso



Colocación de muebles de baño



Montaje de instalaciones electromecánicas



Colocación de acabados en piso



Preparación para pintura



Montaje de cocina y cancelerías

Imagen 58. Avance y culminación de ejecución de obra interior del condominio Pacífico 455
Autoría MEVH (2020-2021)

2.4.3.5.1. MONTAJE DE TUBERÍAS PP-R.

Como ya habíamos mencionado, el presente capítulo es un complemento del anterior, sin embargo, el desarrollo de este apartado tendrá un alcance mayor considerando que el tema de nuestro interés es el uso del polipropileno copolímero random, esta sección funciona de enlace entre los aspectos teóricos y la práctica.

Atendiendo lo anterior, el desarrollo de este capítulo tendrá como base las fases constructivas de las líneas de alimentación hidráulica del condominio, a partir de la información y del orden mostrado en el 1.2 los *Conceptos Básicos de las instalaciones Hidráulicas*.

La toma domiciliaria.

La instalación de la nueva toma domiciliaria se realizó ya con un avance significativo de la obra debido a cuestiones en la gestión con el sistema de aguas (SACMEX), el cual laboraba a mínima intensidad por consideraciones protocolarias para enfrentar la pandemia del COVID-19. Después de varios intentos y con el apoyo del área técnica de la Comisión de la Reconstrucción de la Ciudad de México (CRCM) se logró que SACMEX girara instrucciones para la colocación del ramal y medidor correspondiente a Pacifico 455. (ver Imagen 59)

COMPROBANTE DEL USUARIO

SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

II.- COMPROBANTE DE INSTALACIÓN DE LA TOMA

FECHA: 7/04/2021 No. OFICIO: No. ORDEN: 050/21

NOMBRE DEL USUARIO: [Redacted]

CALLE: Avenida Pacifico

No. EXTERIOR: 455

COLONIA: Pueblo de la Candelaria

C.P. 04380 ALCALDÍA: Coyocacán

VICEDIRECTORA [Firma]

NOMBRE Y FIRMA DEL USUARIO

NOMBRE Y FIRMA DE LA EMPRESA

TOMA DOMICILIARIA INSTALADA

DIÁMETRO: 19 MM

USO: Doméstico

MEDIDOR INSTALADO

DIÁMETRO: 19 MM

SERIE DEL MEDIDOR:

SERIE DEL TRANSMISOR:

LECTURA: 0000.00

CALCA:

ESTE COMPROBANTE ES OFICIAL Y SERÁ NECESARIO PARA CUALQUIER TRÁMITE, INCONFORMIDADES Y/O ANOMALÍAS AL TELÉFONO: 57-28-00-00, EXT. 0214 NEZAHUALCOYOTL N° 127 PISO 6, COL CENTRO, ALCALDÍA CUAUHTÉMOC, C.P. 06090

Imagen 59. Comprobante de instalación de toma domiciliaria Autoría MEVH (2021)

Por cuestiones de operación se movió de lugar la toma domiciliaria original en el transcurso de los primeros trabajos en la obra, por lo tanto, ya se tenía construido en PP-R lo que se considera al cuadro de esta a la llegada de los operadores de SACMEX (ver Imagen 60-1). Por tal motivo, el alcance de ellos solo consideró la instalación completa del ramal y parte del cuadro hasta el medidor general, comenzando en tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) como se observa en la Imagen 60-3 y terminado con cobre respectivamente. A partir de aquí toda la instalación hidráulica del edificio consistió en el uso de PP-R, siendo el primer tramo en proporcionar agua de la red de distribución para conducirla a la instalación hidráulica intradomiciliaria se coloca en antes dentro de este contenido y no por trabajos realizados de manera cronológica.

Gracias a que son sistemas integrales, podemos destacar que los tres materiales se comportaron con eficacia al momento de conectarse entre sí, sobre todo del PP-R. Además, de su capacidad de conexión eficiente con el cobre como podemos ver en la Imagen 60-3, el polipropileno copolímero random ofreció otros beneficios adicionales, por ejemplo, su ligereza y flexibilidad simplificaron la instalación, reduciendo el tiempo y el esfuerzo requeridos para montar el sistema, y aún más dentro de los protocolos de la sana distancia (ver Imagen 60-5). Por otro lado, su alta resistencia al impacto y la abrasión garantizaron integridad estructural a lo largo de este tiempo, minimizando las fugas y los problemas relacionados con el flujo de agua.

Conjuntamente a lo anterior, la unión hermética del material gracias a la técnica de soldadura por termofusión logró eliminar fugas en toda la conexión de la toma domiciliaria a diferencia de lo mostrado en la Imagen 6 de la página 12 del presente documento. De igual forma, el uso de abrazaderas metálicas en la sujeción del cuadro y la derivación de polipropileno se colocaron con plena confianza de los instaladores para evitar corrosiones por par galvánico, tal como se nos muestra en la comparación entre el cobre y el polipropileno copolímero random de la Imagen 60-4

Todo lo anterior queda documentado en la secuencia fotográfica mostrada en la página siguiente.



Imagen 60. Secuencia de Instalación de toma domiciliaria
Autoría MEVH (2021)

Compras y suministros de material

Conforme fue avanzando la obra se comenzó a liberar tramo para la construcción de todo el sistema hidráulico, dentro de los aspectos de administración de obra uno de los puntos importantes es la gestión de compras y suministros a emplear, en este caso, tuberías y conexiones de PP-R. Tomando en cuenta las cuantificaciones de volumen de obra (**ver Imagen 51**) con las cuales se obtuvieron las cantidades estimadas para la provisión de la mayoría de los materiales por medio del catálogo de conceptos se comenzaron a realizar las primeras compras fuertes. De acuerdo con los generadores para el cobro de estimaciones se presenta a continuación un aproximado del total de material adquirido:

CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD
Tubo PP-R de 25 mm	Metro	515.41 equivalente a 128 tubos
Tubo PP-R de 32 mm	Metro	37.80 equivalente a 10 tubos
Tubo PP-R de 38 mm	Metro	37.80 equivalente a 10 tubos
Tubo PP-R de 51mm	Metro	37.80 equivalente a 10 tubos
Tubo PP-R de 64 mm	Metro	95.29 equivalente a 24 tubos
Codo PP-R de 90X25	Pieza	151.00 conexiones
Codo PP-R de 90X64	Pieza	17.00 conexiones

Como podemos destacar la adquisición de materiales, solo considerando el sistema de tuberías PP-R, no requirió de pegamentos ni solventes especiales, ya que se utilizó la termofusión para crear conexiones sólidas y permanentes, entendiendo que la mano de obra se especificó con la herramienta necesaria. Por otro lado, también es importante resaltar que la compra de los estos se tuvo que realizar por grandes volúmenes previniendo la volatilidad de los precios y la escasez de los productos de PP-R durante la pandemia, como sucedió con diferentes materiales y/o productos.

Gracias a la baja densidad del polipropileno lo hizo especialmente adecuado para el almacenamiento de grandes los volúmenes de las tuberías y conexiones compradas. Su facilidad de manejo, eficiencia de almacenamiento, resistencia a la deformación ya la corrosión se presentó como ventajas significativas en el proyecto de construcción, teniendo situaciones en las que se requirió el almacenamiento prolongado de material antes de su uso. Además, facilitó la carga,

descarga y el movimiento de grandes volúmenes de tuberías y accesorios durante el proceso de instalación.

Desde el tema social, también resultó ser menos propenso al robo dentro de la obra desde el punto de vista de su almacenamiento, debido a su bajo valor en el mercado negro, su falta de visibilidad, la dificultad para su reventa, la ausencia de reconocimiento por parte de los ladrones y la menor inversión en medidas de seguridad en comparación con materiales de otras características.

Almacenamiento.

Con la compra de los materiales necesarios se dio inicio al montaje de las tuberías para el sistema hidráulico. Uno de los trabajos más importantes es la construcción de la línea de abastecimiento, esta va desde la toma domiciliaria hasta la cisterna de agua potable. (**ver Imagen 61**)

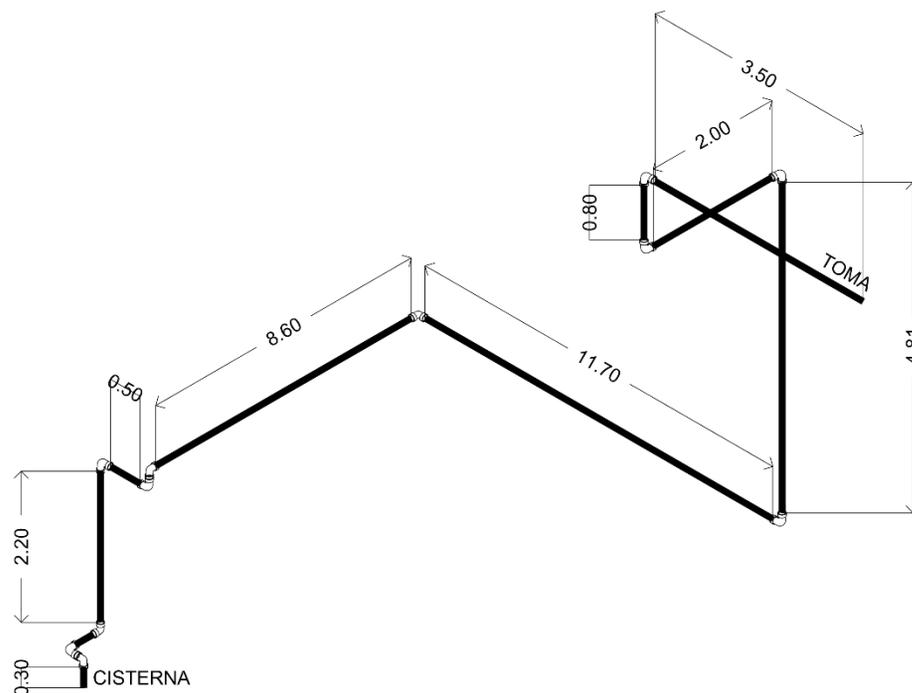


Imagen 61. Detalle isométrico de línea de almacenamiento
Autoría MEVH (2021)

El sistema para el conducto de almacenamiento en el condominio está compuesto por tubería PP-R de 32 mm; conexiones PP-R: codos y tees de 32mm; elementos de sujeción metálicos: abrazaderas y Unicanal, finalizando la conexión del llenado de la cisterna con un flotador de alta presión. Su funcionamiento no requiere de bombeo, sino que se apoya en la presión de la distribución municipal para después continuar por gravedad, comienza en la alimentación de la toma domiciliaria en el nivel +0.17 bajando hasta el nivel -5.60 del sótano 2. Según estimación, tiene una longitud de 34.41m y se utilizaron 11 conexiones.

Esta instalación resultó determinante para conocer los rendimientos de la mano de obra en cuanto la articulación del PP-R, hay que recordar que el número de integrantes de las cuadrillas en una zona de trabajo y/o actividad estaba condicionado por los protocolos para contrarrestar los contagios del coronavirus.

De esta forma, el quipo se conformó por 4 plomeros y un supervisor, con el plan de trabajo analizado se distribuyó un plomero en el nivel +0.17, otro en el sótano 1 y dos más en el sótano 2, siempre considerando la sana distancia. La ejecución de la actividad consistió en Plomero 1: conexión y sujeción de tubería principal a toma domiciliaria, Plomero 2: conexión y sujeción vertical entre tubería principal y alimentación en sótano 2, Plomeros 3 y 4: siendo el tramo más largo uno se dedicó a colocar la sujeción mientras el otro articuló la tubería. Fue en esta sección que se notó que 2 trabajadores podrían realizar la instalación en los departamentos.

La facilidad de manipulación del polipropileno copolímero random durante su instalación fue un beneficio clave en tiempos de pandemia. Su ligereza y la sencillez del proceso de soldadura por termofusión redujeron la necesidad de que los trabajadores realizaran esfuerzos físicos significativos y minimizaran la carga de herramientas y equipo pesado, lo que resultó beneficioso para la salud y el bienestar de los trabajadores. Además, al generar menos residuos y permitir una instalación más rápida, los trabajadores pasaron menos tiempo en el lugar de trabajo, disminuyendo así la exposición potencial al virus y contribuyendo a mantener un ambiente de trabajo seguro, cumpliendo así con las medidas de distanciamiento social recomendadas durante la pandemia. La **Imagen 62** nos muestra el orden de la línea:



Imagen 62. Secuencia de línea para almacenamiento (ver isométrico)
Autoría MEVH (2021)

1. Tramo 4.81 en sótano 1
2. Tramo 4.81 en sótano 2
3. Tramo 11.70 en sótano 2
4. Tramo 8.60 en sótano 2
5. Conexión a cisterna de agua potable
6. Válvula con flotador de alta presión

Red de distribución.

Ya habíamos mencionado que la distribución hacia los niveles superiores es a partir de un sistema hidroneumático A continuación, se describen partes del sistema en Pacífico 455

Componentes:

- Tanque Precargado de 125 PSI: El tanque almacena agua y aire comprimido a una presión inicial de 125 PSI. Esta presión se utiliza para proporcionar un suministro de agua a presión constante en el sistema.
- Bombas: Cada bomba tiene un motor de 3 HP y es responsable de impulsar el agua desde la cisterna hacia las tuberías del sistema.
- Controlador de Bombas: El controlador monitorea constantemente la presión en el sistema y controla la operación de las bombas. Se encienden y apagan automáticamente según la demanda para mantener la presión deseada.
- Manómetro: El manómetro es un medidor de presión que muestra la presión actual en el sistema. Permite a los operadores supervisar y ajustar el sistema según sea necesario.
- Tubería de distribución: Garantizan un suministro confiable y equitativo de agua a los 40 departamentos, están dispuestas de manera vertical y en diferentes diámetros.



Imagen 63. Componentes del hidroneumático
Autoría MEVH (2021)

La red de conductos es fundamental, ya que es el complemento perfecto para el funcionamiento eficiente del sistema. El proceso de abastecimiento público tiene mucha similitud con el sistema de la toma domiciliaria y su conexión con la instalación intradomiciliaria, tal es el caso de las tuberías de distribución, estas podrían compararse con la red municipal que distribuye al edificio, sin embargo, en este caso su función es abastecer de agua cada uno de los 40 departamentos.

En esta fase, la articulación de las tuberías resultó ser sorprendentemente sencillo, lo más relevante fue la facilidad con la que se logró colocar estas tuberías de diferentes diámetros, desde 75 mm hasta 32 mm, en sentido vertical a lo largo de todo el edificio. Confirmando que el PP-R es un material realmente liviano y flexible, lo que hizo que su manipulación fuera una tarea sencilla, incluso cuando se tenían que subir varios pisos y en ductos de difícil acceso.

Hay que aclarar que existen dos sistemas hidráulicos impulsados por hidroneumático, uno corresponde al servicio de los W.C. a partir de la captación de agua pluvial y el otro corresponde al servicio de agua potable. Para los intereses de este documento nos enfocaremos en el segundo, sin para por alto que su funcionamiento es semejante.

La construcción de la red de reparto inicia en el sótano tiene una longitud de 104.27 m que recorre toda la vertical del edificio, inicia en el sótano 2 con la salida del sistema hidroneumático y recorre por casi 50 m en un diámetro de 64 mm hasta el nivel 1, después lo recibe una reducción a 51 mm durante 3 niveles con una longitud de 9.45 m, esta constante de distancia se repite 2 veces más en diámetros de 38 mm y 32 mm, respectivamente, hasta llegar al nivel 10 de departamentos. La razón por la cual se va reduciendo el diámetro de la red tiene que ver con que los últimos 2 niveles tienen menos departamentos, la disminución del diámetro de las tuberías en estos niveles ofreció beneficios clave. Esto incluyó un ahorro de costos al utilizar tuberías más pequeñas en áreas con una demanda menor, una presión adecuada en los niveles inferiores con una demanda más alta, conjunto a la adaptación del sistema a la demanda real de cada nivel. Además, la reducción del diámetro compensó en parte la pérdida de presión debido a la altura, asegurando un suministro de agua eficiente y continuo en todo el edificio. **(ver Imagen 64)**

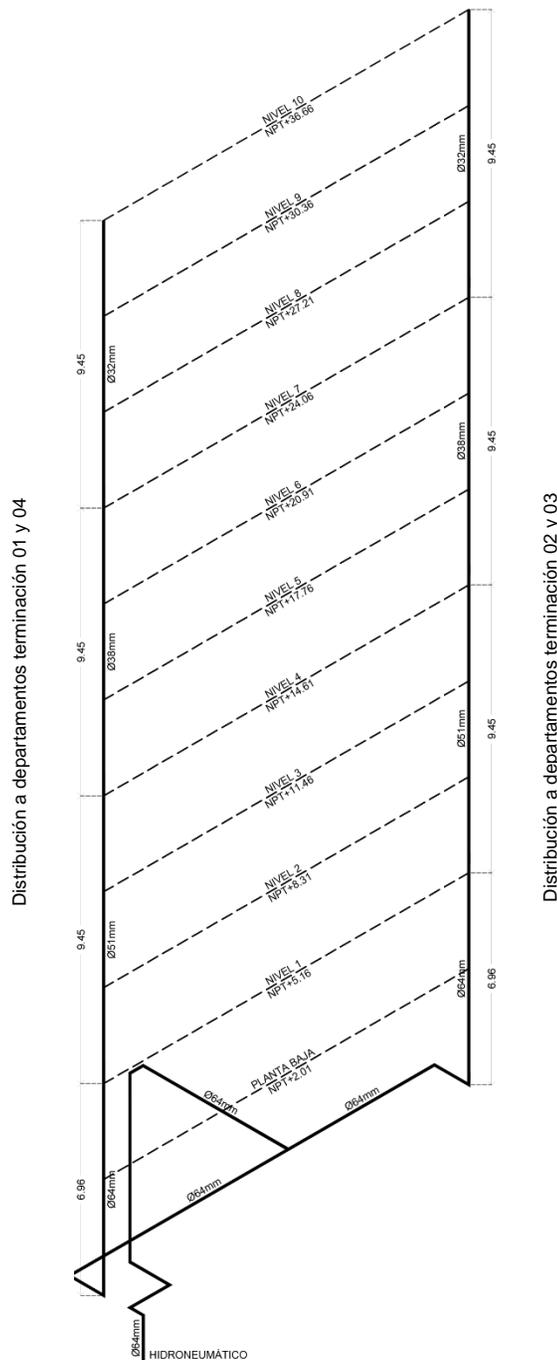


Imagen 64. Detalle isométrico de la red de distribución
Autoría MEVH (2021)

Gracias que el PP-R es un material robusto que pudo resistir las tensiones y la presión generada por el sistema hidroneumático. No se deformó ni se desgastó debido a la presión. Además, al tener una superficie interior lisa que minimizó la fricción y el desgaste interno en las tuberías. Esto es importante porque ha mantenido un flujo de agua constante y evitó la acumulación de sedimentos o depósitos en las tuberías durante y después de la construcción del condominio.

La instalación de las verticales dependió del avance de la obra civil, a la par del colado de los niveles se fueron montando las tuberías de distribución. El proyecto consideró un ducto específico para la colocación de esas líneas, el cual con la colocación de los muros divisorios limitó la maniobra para los plomeros. Sin embargo, la destreza en los planes de acción provocó que la coordinación entre la construcción de las losas y el montaje de los conductos se lograra exitosamente, por ejemplo, aparte de lo ya descrito las longitudes del PP-R tienen mucho que ver con el progreso de los colados, tal es el caso que cada 3 niveles hay una diferencia de diámetros.

En las imágenes de las páginas siguientes se muestra la ejecución de las actividades, el hecho de trabajar en un espacio de 1.08X.025 metros fue de los grandes retos que se resolvieron con éxito. Gracias a que la articulación de tuberías de PP-R en sistemas hidroneumáticos se asemeja a una unión sólida y hermética (podríamos considerar que no existen tramos), similar a la forma en que se ensamblan piezas de un rompecabezas, se logró obtener una dinámica eficiente a pesar del reducido personal.

De igual forma, es importante destacar que la unión del polipropileno al no requerir soldadura convencional que puede generar humos tóxicos o quemaduras resultó ser más limpia y segura en el área de trabajo, a pesar del espacio reducido para maniobrar. La capacidad de que una sola persona pudo llevar a cabo esta tarea fue ventajosa en términos de eficiencia, esto se debió a que el proceso implica, entre otras cosas, calentar los extremos de las tuberías y unirlos herméticamente sin requerir equipos pesados ni la participación de múltiples trabajadores.



Imagen 65. Montaje de redes de distribución
Autoría MEVH (2021)



Imagen 66. Montaje de redes de distribución en ductos
Autoría MEVH (2021)

Instalación intradomiciliaria (departamentos).

La última fase en la construcción del sistema hidráulico la ocupó el montaje de las tuberías al interior de los departamentos. Esta parte consta de tres redes: servicio de agua potable fría, servicio de agua pluvial para W.C. y servicio de agua caliente. Para el desarrollo de esta sección nos basaremos en la explicación de las líneas de un solo departamento, tomando en cuenta que la instalación en las 40 viviendas es típica y habiendo superado los errores de los primeros niveles.

Habiendo analizado la actividad de los plomeros en las otras partidas, se decidió crear equipos de 2 trabajadores por departamento. De esta manera mientras uno de ellos colocaba los soportes el otro articularía los diferentes conductos. A continuación, se describen los desafíos a los que se enfrentó el equipo de instalaciones.

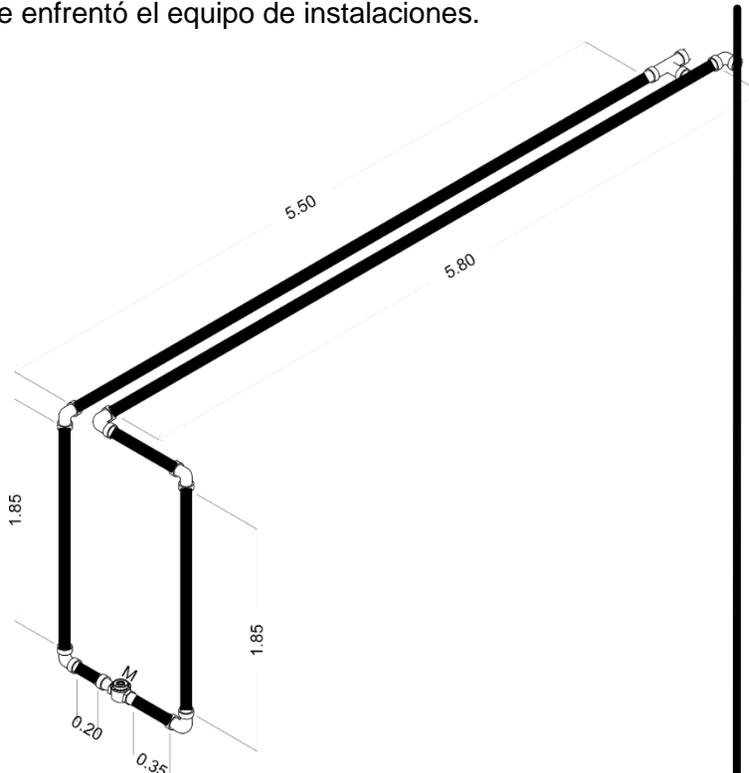


Imagen 67. Detalle isométrico de agua fría
Autoría MEVH (2021)

La imagen anterior nos muestra en detalle el ramaleo de la red de agua potable, esta proviene de la conexión directa del sistema de distribución anteriormente explicado. El croquis solo muestra la propia conexión y el regreso después del paso por el medidor, ya que los conceptos de los diferentes ramales en salidas hidráulicas estuvieron considerados con todo y tubería.

En las siguientes páginas haremos un recorrido fotográfico de lo que fue cada una de las etapas de construcción.



Imagen 68. Estructura de muros divisorios
Autoría MEVH (2020)

La **Imagen 68** nos muestra los postes y canales para recibir los muros de panel de yeso, estos sirvieron para fijar las tuberías y lograr rigidez en las mismas. Por lo tanto, el primer paso todo el montaje del PP-R fue la recepción del departamento con la estructura de los muros divisorios. Existieron varios contratiempos antes de encontrar la dinámica correcta de instalación, uno de ellos tuvo que ver con la inactividad de los plomeros mientras los colocadores de Tablaroca delimitaban los espacios. Esto se resolvió a partir del tercer nivel al permitir que múltiples equipos trabajaran en paralelo de manera que existiera un solo equipo de máximo tres personas por departamento.

Tuvo mucho que ver el avance de los trabajos de obra civil para fomentar la estrategia planteada, para el cuarto y quinto nivel se mejoró bastante el rendimiento.



Imagen 69. Colocación y nivelación de Unicanal
Autoría MEVH (2021)

El siguiente paso fue colocar el soporte de las líneas horizontales a partir del recorrido que se proyectó para estas. La trayectoria contempló la conexión hacia el medidor de cada unidad privativa y su derivación para cada servicio del departamento. En la **Imagen 69** podemos observar la nivelación del Unicanal para evitar pendientes que generaran contraflujos que entorpecieran el proceso.

A pesar de contar con la ventaja de la interacción de los soportes metálicos sobre el PP-R, se tuvo que sortear los cruces de instalaciones y del personal de cada especialidad. Esta acción llevó a replantear el orden de cada servicio: los eléctricos iniciaron en las recámaras y los plomeros por el acceso. Todo o anterior para evitar conglomeraciones y respetar protocolos.

El espacio de trabajo fue adecuado para colocar tanto los soportes como las líneas para cada servicio. Después de terminar con el Unicanal, la tubería se fijó a este mediante abrazaderas dependiendo el diámetro de cada una. Las imágenes de la derecha nos muestran el proceso de la instalación del PP-R sobre los soportes metálicos, las bondades del material permitieron que muchas estrategias fueran desarrolladas sin contratiempos. Los rendimientos de los equipos resultaron conforme a lo planeado, gracias a la experiencia observada en las otras zonas de trabajo. La reciprocidad con los plomeros de información y aprendizaje quedó demostrada de manera contundente.



Montaje de PP-R sobre soportes



Cruce de instalaciones



Lineas terminadas

Imagen 70. Montaje de PP-R sobre soportes
Autoría MEVH (2021)

En cuanto al siguiente paso, que fue la colocación de soportes para recibir las verticales sobre los muros divisorios, hubo algunas dificultades, sobre todo, en el primer departamento que se aplicó esta actividad. La principal, fue elegir un material erróneo para rigidizar las tuberías, la falta de un plan de acción y la premura para ejecutar los trabajos repercutieron en la falla. La **Imagen 71** nos prueba la mayor parte de las afectaciones al haber utilizado barrotes de madera producto del desperdicio de las cimbras: manufacturar la madera implicó esfuerzos innecesarios y la integración de un tercer elemento a los equipos de trabajo, los barrotes resultaron fuera de una dimensión adecuada para el cierre de muros, además de que dañaron la estructura metálica de estos.

De igual forma, la densidad y el volumen de los barrotes no proporcionaron flexibilidad para maniobrar la disposición de los tubos lo que provocó torceduras y perforaciones en los conductos teniendo que recurrir a su remplazo.

Esta mala práctica, aparte de lo que ya se ha explicado, reveló que la falta de pericia (hasta ese momento) para dar soluciones inmediatas ya que varias líneas se fijaron de esta manera, y, que conjunto a pasar por alto el ahorro económico en los soportes horizontales pudo resultar en un mayor problema, sobre todo, en la integridad de la tubería y su relación con el flujo del agua.



Imagen 71. Barrotes de madera como soporte
Autoría MEVH (2021)

La solución provino también del reciclaje, en lugar de utilizar material perecedero de las cimbras se optó por ocupar sobrantes de la estructura metálica del propio panel de yeso. Resultó en una opción mucho más limpia, flexible y sin daños colaterales. Asimismo, al no generar obstáculos los muros se pudieron cerrar a una cara, ganando tiempo a los pronósticos planteados al principio. Cabe señalar que los trabajos realizados con los barrotes de madera tuvieron que ser reemplazados en su totalidad para aplicar el soporte emergente.

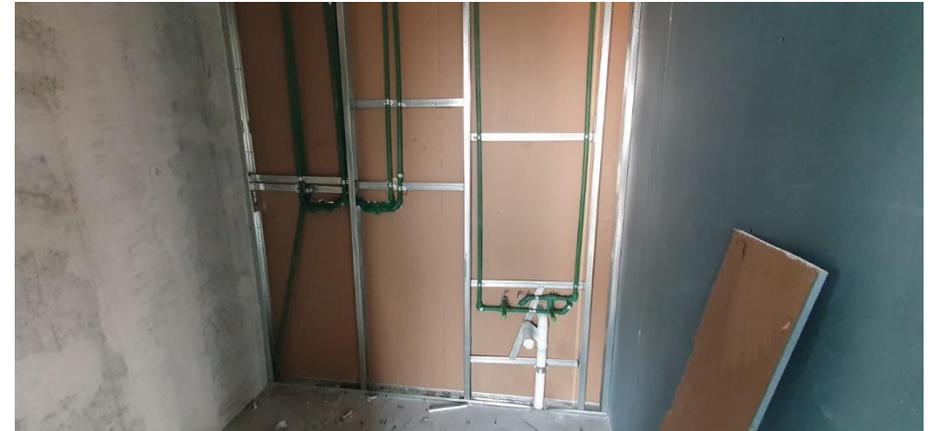


Imagen 72. Canal listón como soporte
Autoría MEVH (2021)



Imagen 73. Trabajos con Tablaroca colocada
Autoría MEVH (2021)

La **Imagen 72** muestra el éxito en la fabricación del canal listón como soporte para rigidizar las tuberías, conforme se fueron afinando los trabajos y el avance importante que generó en los colocadores de muros, fue disminuyendo la materia prima de los soportes obtenido del desperdicio de la colocación de plafones. Por lo tanto, a partir del sexto nivel se realizó una compra fuerte de canal listón por parte del equipo de instaladores. A pesar de que este gasto no estaba considerado dentro del presupuesto no tuvo implicaciones graves.

1También es importante resaltar la importancia de colocar una cara del muro de panel de yeso, ya que hubo un avance significativo en la delimitación de espacios antes de montar el PP-R. Lo interesante de la **Imagen 73** es destacar que, a pesar de tener Tablaroca, los trabajos de ensamble del polipropileno fueron llevados con eficiencia sin tener afectaciones sobre los paneles u otros materiales relacionado a estos, gracias al tipo de unión por termofusión del PP-R.

Siguiendo con el mismo tópico, el colocar las tuberías entre la trama del acero (**ver Imagen 75**) estructural de los muros de carga fue otra de las actividades de las cuales se obtuvo beneficio de las propiedades del material. Gracias a su naturaleza termoplásticas se pudo sortear obstáculos y estructuras existentes con facilidad, cada una de las tuberías ahogadas en los elementos de concreto se colocaron a la par del armado de las varillas esto se tradujo en una coordinación precisa con la obra civil.



Imagen 75. PP-R dentro de armado estructural
Autoría MEVH (2021)

La última fase en la instalación intradomiciliaria de cada departamento consistió en la conexión de los calentadores de paso para dotar de agua caliente a cada vivienda. Al ir cerrando conexiones cada boiler fue instalado correctamente con PP-R en la entrada de agua fría y en la salida de agua cálida. respectivamente. Conforme su fueron confirmando las pruebas de flujo no hubo contratiempos, estos se presentaron al momento del encendido de los calentadores: en cada uno de ellos las conexiones directas de PP-R se derritieron por completo, lo cual causó fugas de gran importancia en departamentos ya habitados. La respuesta fue sencilla, estas conexiones se remplazaron por piezas metálicas para evitar el contacto directo del plástico con el calor emanado por el calentador. (**ver Imagen 74**)



Calentador con conexiones de PP-R



Calentador con conexiones metalicas

Imagen 74. Antes y después la conexión de agua caliente
Autoría MEVH (2021)

2.4.3.5.2. ESTIMACIONES.

Ya habíamos explicado que el 50% del pago total se realizó mediante la presentación de estimaciones de parte de la constructora, las estimaciones se refieren a los pagos parciales que el contratista solicitó al Fideicomiso para la Reconstrucción Integral de la Ciudad de México durante el transcurso de la obra. Pacífico 455 contó con un total de 26 estimaciones a lo largo de aproximadamente 2 años. Estas estimaciones representaron el monto que Reyval Arquitectos consideró que completó y entregó satisfactoriamente hasta cierto periodo de la reconstrucción. Las estimaciones se basaron en la cantidad de trabajo realizado, las unidades de trabajo completadas y los precios unitarios acordados previamente en el contrato, estos se consideran parte esencial de la gestión financiera y el control de costos en proyectos de construcción y obras.

En el proceso de la presentación y revisión de las estimaciones, uno de los documentos clave fueron los generadores de obra, los cuales son documentos que refirieron de manera específica y detallada las cantidades de trabajo realizadas en diferentes partidas o conceptos del proyecto junto con los precios unitarios acordados en el contrato.

En el generador de obra, se especificaron todas las actividades realizadas en el edificio, como la instalación de sistemas hidráulicos, la construcción de paredes, la colocación de ventanas, entre otros. Para cada uno de estos trabajos, se acordó un precio unitario con la Comisión de la Reconstrucción y los Delegados Especiales mediante la presentación del presupuesto antes de comenzar el trabajo.

A medida que se ejecutaron los trabajos en Pacífico 455, se registraron las cantidades exactas de avance realizado en el generador de obra. Luego, mediante el mismo se calculó el monto parcial para cada actividad multiplicando la cantidad realizada por el precio unitario correspondiente.

La suma de estos montos parciales en el generador de obra proporcionó el monto total que se solicitó como pago parcial a la Comisión de la Reconstrucción. Podríamos decir que es una forma eficaz de recibir pagos a lo largo del proyecto en función del trabajo real que se va completando en el transcurso de la obra.

La Comisión de la Reconstrucción, revisó detenidamente los generadores de obra para asegurarse de que las cantidades y los precios reflejaran con precisión el trabajo realizado en el edificio, mediante la aprobación de la empresa supervisora de Pacífico 455.

Siendo la revisión satisfactoria para la supervisión, se hizo entrega de cada una de las estimaciones a la Comisión, el Fideicomiso aprobó y realizó el pago correspondiente a cada entrega. Este método de pago permitió mantener el flujo de efectivo y los recursos financieros necesarios para continuar con éxito la obra en el edificio.

Los generadores de obra son una herramienta esencial para garantizar una gestión transparente y precisa de la facturación y los pagos en proyectos de construcción como nuestro caso de estudio.

En la página siguiente, se muestra el contenido de uno de los generadores durante la obra del condominio Pacífico 455. Estos son entregados dentro del cuerpo de una estimación. Cabe señalar que el ejemplo mostrado corresponde a la cuantificación del montaje de tuberías PP-R.

EMPRESA		ESTIMACIÓN No.	FORMATO	CR-FO-BB-C	FECHA
REYAL ARQUITECTOS, S.A. DE C.V.		0	OBRA	REHABILITACIÓN	No. DE CONTRATO
DOMICILIO DE LA EMPRESA		PERIODO DE LA ESTIMACIÓN	UBICACIÓN DE LA OBRA		IMPORTE DE CONTRATO
R.F.C.		DEL	AL	PACÍFICO #855	FECHA DE INICIO
				FECHA DE TÉRMINO	04/10/2019
				DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	05/05/2021
				EDIFICACIÓN DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE RECONSTRUCCIÓN	

FORMATO DE ESTIMACIÓN PARA OBRA GENERADOR DE OBRA

CLAVE	DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN			DIMENSIONES (METROS)			No. DE PIEZAS	TOTAL	UNIDAD	OBSERVACIONES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		NIVEL	EJE	TRAMO	ELEMENTO	LARGO	ALTO					ANCHO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
HS-31	TUBO DE POLIPROPILENO MARCA ROTOPLAS DE 25 MM INCLUIE: MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	-5.60	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN	HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB	JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	JJ	JK	JL	JM	JN	JO	JP	JQ	JR	JS	JT	JU	JV	JW	JX	JY	JZ	KA	KB	KC	KD	KE	KF	KG	KH	KI	KJ	KL	KM	KN	KO	KP	KQ	KR	KS	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LI	LJ	LK	LL	LM	LN	LO	LP	LQ	LR	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MI	MJ	MK	ML	MM	MN	MO	MP	MQ	MR	MS	MT	MU	MV	MW	MX	MY	MZ	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH	NI	NJ	NK	NL	NM	NN	NO	NP	NQ	NR	NS	NT	NU	NV	NW	NX	NY	NZ	OA	OB	OC	OD	OE	OF	OG	OH	OI	OJ	OK	OL	OM	ON	OO	OP	OQ	OR	OS	OT	OU	OV	OW	OX	OY	OZ	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PO	PP	PQ	PR	PS	PT	PU	PV	PW	PX	PY	PZ	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH	QI	QJ	QK	QL	QM	QN	QO	QP	QQ	QR	QS	QT	QU	QV	QW	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG	RH	RI	RJ	RK	RL	RM	RN	RO	RP	RQ	RR	RS	RT	RU	RV	RW	RX	RY	RZ	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SI	SJ	SK	SL	SM	SN	SO	SP	SQ	SR	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ	TK	TL	TM	TN	TO	TP	TQ	TR	TS	TT	TU	TV	TW	TX	TY	TZ	UA	UB	UC	UD	UE	UF	UG	UH	UI	UJ	UK	UL	UM	UN	UO	UP	UQ	UR	US	UT	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	VA	VB	VC	VD	VE	VF	VG	VH	VI	VJ	VK	VL	VM	VN	VO	VP	VQ	VR	VS	VT	VU	VV	VW	VX	VY	VZ	WA	WB	WC	WD	WE	WF	WG	WH	WI	WJ	WK	WL	WM	WN	WO	WP	WQ	WR	WS	WT	WU	WV	WW	WX	WY	WZ	XA	XB	XC	XD	XE	XF	XG	XH	XI	XJ	XK	XL	XM	XN	XO	XP	XQ	XR	XS	XT	XU	XV	XW	XX	XY	XZ	YA	YB	YC	YD	YE	YF	YG	YH	YI	YJ	YK	YL	YM	YN	YO	YP	YQ	YR	YS	YT	YU	YV	YW	YX	YY	YZ	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE	ZF	ZG	ZH	ZI	ZJ	ZK	ZL	ZM	ZN	ZO	ZP	ZQ	ZR	ZS	ZT	ZU	ZV	ZW	ZX	ZY	ZZ	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN	HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB	JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	JJ	JK	JL	JM	JN	JO	JP	JQ	JR	JS	JT	JU	JV	JW	JX	JY	JZ	KA	KB	KC	KD	KE	KF	KG	KH	KI	KJ	KL	KM	KN	KO	KP	KQ	KR	KS	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LI	LJ	LK	LM	LN	LO	LP	LQ	LR	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MI	MJ	MK	ML	MM	MN	MO	MP	MQ	MR	MS	MT	MU	MV	MW	MX	MY	MZ	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH

2.4.4. ENTREGA / RECEPCIÓN.

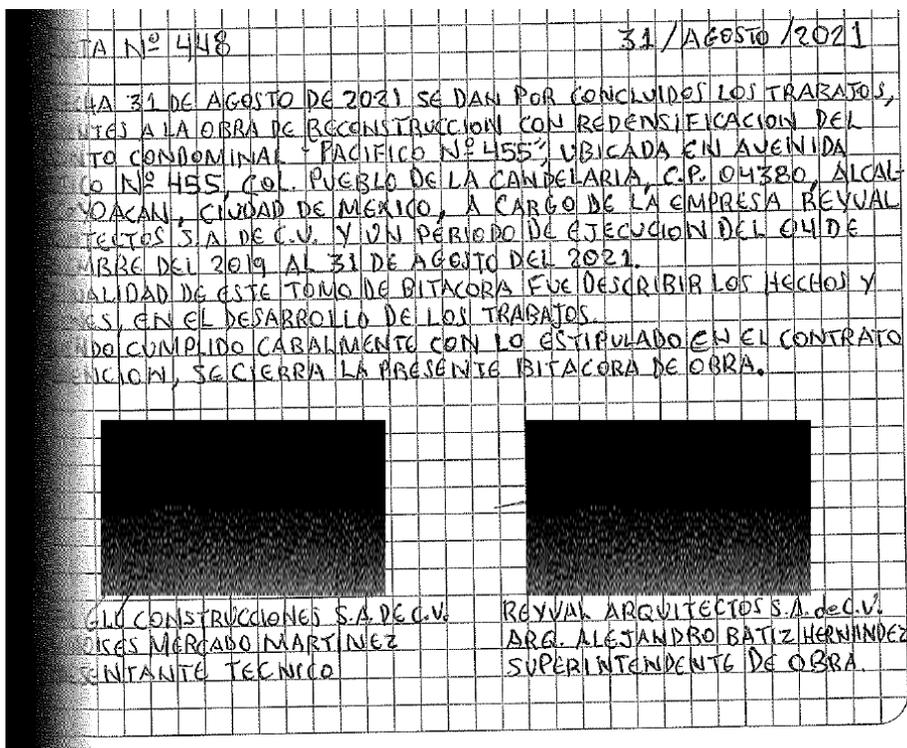


Imagen 77. Cierre de bitácora

Propiedad de Reyval Arquitectos SA de CV (carpeta: Finito Pacifico 455, 2021)

La imagen anterior nos muestra que la terminación de obra se llevó a cabo el 31 de agosto de 2021 cumpliendo con el convenio modificatorio del plazo de término.

La firma de las actas de entrega recepción están fechadas para el 9 de octubre del 2021, casi un mes después de la culminación de los trabajos en obra. La firma de estas actas constó de dos partes, la primera fue la entrega del edificio y la segunda fue la entrega de las áreas comunes. Cada uno de estos documentos fueron signados por la empresa constructora, la empresa supervisora, la Comisión de la Reconstrucción, el administrador del inmueble, el DRO, el CSE y el subdirector de atención territorial.

A partir de la firma de estos instrumentos se liberaron las dos primeras fianzas y entró en vigor la fianza de vicios ocultos con vigencia de 12 meses.

El acta de entrega/recepción del edificio específico 7 puntos importantes:

1. Realización de un recorrido de inspección
2. Los habitantes son responsables del contrato de servicios
3. Vigencia de la fianza por vicios ocultos
4. Advertencia por modificaciones futuras y anulación de la fianza por vicios ocultos
5. La Comisión y la constructora quedan exentos de los cambios realizados por los residentes.
6. Eliminación del recurso de apoyo a renta por parte de la Comisión hacia los damnificados.
7. Presentación de los firmantes.

Dentro de los trabajos realizados en la atención de los vicios ocultos fueron específicamente errores al momento de unir las tuberías, la falta de tiempo en el calentamiento de las piezas a la hora de termofusionar provocó fugas menores en las conexiones.

Cada una de las fugas reportadas fueron atendidas de inmediato y resueltas al momento, la capacidad desarrollada durante la construcción del edificio propició la óptima solución a las afectaciones encontradas y así cumplir con las garantías evocadas en la fianza.

Durante los 12 meses, se mantuvo un compromiso cercano con los habitantes para resolver cualquier inconveniente, al concluir este plazo la fianza tuvo bien a liberarse, con lo cual se consideró el término de relaciones entre las partes involucradas en todos los contratos y convenios celebrados.

CAPÍTULO III. A MODO DE CONCLUSIONES.

3.1. CONCLUSIONES GENERALES.

Este documento ha logrado cumplir con sus objetivos al sensibilizar sobre la importancia de las viviendas saludables, resaltar la eficiencia en las instalaciones hidráulicas, proporcionar una visión práctica a través del estudio de caso y motivar a la industria de la construcción a enfrentar desafíos con resiliencia e innovación en el uso de diferentes materiales como el polipropileno copolímero random. Las siguientes conclusiones destacan el éxito en la obtención de los propósitos establecidos en el documento.

A lo largo de este documento, se ha enfocado en destacar la importancia de las viviendas saludables y su relación con el suministro de agua. Se ha logrado cumplir con el objetivo de concienciar sobre la relevancia de este tema, respaldado por la participación de organizaciones como la ONU, la OMS, la OPS, la SEDATU y la CONAVI, que han destacado la necesidad de abordar estas cuestiones en la construcción de viviendas.

El análisis detallado de los conceptos básicos de las instalaciones hidráulicas y el enfoque en el Polipropileno Copolímero Random (PP-R) como material innovador demuestran el cumplimiento del objetivo de explorar y resaltar la eficiencia en las instalaciones hidráulicas. El PP-R se presenta como una solución eficiente y vanguardista en la industria de la construcción y los sistemas hidráulicos domiciliarios.

El segundo capítulo narró la experiencia laboral del autor y se centra en el caso de estudio del "Condominio Pacífico 455". Este estudio de caso ejemplifica el uso exitoso del PP-R en instalaciones hidráulicas y destaca su relevancia y eficiencia en proyectos reales. Se ha cumplido el propósito de proporcionar una visión práctica de la implementación de soluciones innovadoras en la construcción.

Con base a la construcción del condominio, al tiempo que transcurrió desde la entrega recepción del edificio y a partir de los aspectos teóricos de este documento podemos decir del uso del PP-R que:

- Durante la construcción y pruebas del condominio, las tuberías demostraron una eficacia destacada al mantener un suministro de agua constante y confiable a todos los departamentos, satisfaciendo las necesidades de los residentes sin interrupciones, incluso en condiciones de alta demanda.
- La técnica de termofusión corroboró proporcionar uniones seguras y duraderas en las tuberías y conexiones utilizadas en la obra. Estas uniones resistieron las condiciones de alta presión y temperaturas extremas, garantizando la integridad a largo plazo del sistema hidráulico.
- La termofusión también contribuyó a reducir al mínimo las fugas en el sistema hidráulico, lo que se tradujo en una mayor eficiencia en el uso del agua y en ahorros económicos sustanciales en el tiempo de usos transcurrido.
- Gracias a la hermeticidad del PP-R, se comprobó que las tuberías minimizaron significativamente las pérdidas de agua en la torre. Esto se traduce en un uso más eficiente del recurso hídrico y en ahorros económicos a largo plazo.
- Las tuberías de PP-R han evidenciado una excepcional resistencia a la corrosión y a la alcalinidad del agua en Pacífico 455 desde la entrega del condominio. Esto garantiza una vida útil prolongada de las instalaciones hidráulicas y reduce la necesidad de costosos reemplazos en el futuro.
- La facilidad de integración del PP-R con otros materiales de construcción ha sido confirmada en los sistemas hidráulicos de los departamentos, facilitando la construcción y sujeción de las instalaciones hidráulicas de manera eficiente.
- El uso del PP-R en la torre demostró reducir significativamente el ruido del flujo de agua, mejorando notablemente la calidad de vida de los residentes al evitar ruidos molestos entre la tubería y las abrazaderas.
- Las líneas de PP-R se instalaron fácilmente en la obra, agilizando el proceso de construcción y reduciendo los costos laborales. Además, su bajo mantenimiento minimizó las interrupciones en la vida cotidiana de los residentes durante la atención de los vicios ocultos.

- El edificio ha demostrado una clara ventaja al no presentar corrosión en comparación con materiales metálicos como el cobre. Esto asegura la durabilidad y la integridad de las tuberías a lo largo del tiempo, reduciendo la necesidad de reemplazos.
- La ligereza del material PP-R confirmó su facilidad de instalación, aceleró el proceso constructivo y reduciendo los costos laborales. Por otra parte, esta característica permitió un acceso sencillo a espacios estrechos o de difícil acceso y otorgó ventajas en los protocolos por el COVID-19, además permitió un almacenamiento más eficiente en las bodegas de la obra.
- El costo asequible del material PP-R, junto con la rapidez de instalación y el bajo mantenimiento requerido, se validó como una ventaja económica en la construcción de Pacífico 455.
- Durante y después de la construcción el sistema demostró resistencia al comportamiento sísmico en la zona, gracias a su flexibilidad y elasticidad. Esto es fundamental para garantizar la integridad de las instalaciones hidráulicas en áreas propensas a movimientos telúricos.
- Durante y después de la construcción quedó garantizado la conducción de agua altamente potable sin la aparición de microorganismos, lo que ha asegurado la calidad del agua para el consumo de los residentes.
- La constante del diámetro interior de las tuberías a lo largo de su vida útil contribuirá a la eficiencia energética al reducir el consumo de energía necesario para el bombeo de agua por los sistemas hidroneumáticos empleados en el edificio.
- Durante y después de la construcción las tuberías de PP-R no generaron ruidos ni vibraciones al paso del agua debido a su elasticidad y capacidad de absorción acústica.
- A partir de las pruebas en el sistema de agua caliente quedó en evidencia un eficaz aislamiento térmico, preservando la temperatura del agua desde su salida hasta su llegada.

En resumen, el proyecto de construcción en Pacífico 455 ha demostrado de manera concluyente que la elección de tuberías de PP-R para las instalaciones hidráulicas fue una decisión acertada y altamente beneficiosa. Las conclusiones anteriores se basan en una serie de evidencias sólidas que se han acumulado durante y después de la construcción.

Además, respaldan de manera contundente la elección de este material innovador en la industria de la construcción y demuestran su capacidad para satisfacer las demandas de un entorno residencial exigente y en constante evolución. En definitiva, el proyecto en Pacífico 455 ha sentado un precedente positivo en la aplicación exitosa del PP-R en instalaciones hidráulicas, reforzando su posición como una solución eficiente y confiable en la construcción de futuras viviendas y edificios.

3.2. APORTACIONES.

Sin duda, las aportaciones que pude ofrecer se derivan de una extensa experiencia tanto académica como laboral en el campo de la arquitectura. A lo largo de mi carrera, he tenido la oportunidad de fusionar los conocimientos adquiridos en mi formación académica con la experiencia práctica en diferentes proyectos. Esta combinación ha permitido desarrollar una serie de habilidades y conocimientos que considero valiosos para contribuir de manera significativa en cualquier contexto profesional.

Considero de gran importancia que la capacidad de aprendizaje autogestivo adquirida sobre todo en la Facultad, se manifestó en diversas formas cruciales para el éxito personal y colectivo del proyecto. En primer lugar, se demostró una destreza notable en la resolución de problemas técnicos; durante la construcción, surgieron desafíos que no siempre tenían soluciones convencionales. Sin embargo, gracias a la habilidad para investigar y adquirir nuevos conocimientos de manera autónoma, se pudieron abordar estos problemas de manera eficiente y efectiva.

Fue importante desechar el mito arraigado de que los arquitectos no son ávidos lectores, ya que la lectura es un componente esencial en su formación y práctica profesional. A través de libros y literatura relacionada con la arquitectura, los arquitectos obtienen conocimientos históricos, perspectivas contemporáneas y avances tecnológicos cruciales para comprender el contexto y fomentar la creatividad en su trabajo. Además, la lectura mejora las habilidades de comunicación, lo que es esencial en la interacción con clientes y colegas. La lectura de cualquier tipo ya sea sobre arquitectura, arte, ciencia o filosofía, nos llena de conceptos que nutren nuestra capacidad para resolver diseños y aspectos técnicos de manera innovadora, permitiéndonos elevar la calidad y la originalidad de nuestras creaciones.

En el campo de la arquitectura se debe contar con un alto potencial para colaborar en equipo con profesionales de diferentes disciplinas, como ingenieros, contratistas, personal técnico, y, sobre todo, con otros arquitectos. De esta forma se facilita de manera efectiva la ejecución exitosa de proyectos complejos. Es importante desempeñar

roles tanto de liderazgo como de apoyo, adaptándome a las necesidades específicas de cada proyecto y equipo.

En cuanto a la aplicación de las fianzas: la atención para otorgar las garantías de una fianza de vicios ocultos en proyectos de construcción es un proceso fundamental que involucra múltiples etapas. Es crucial aprender de estas situaciones para mejorar la calidad de las futuras construcciones. Este proceso garantiza que los propietarios reciban la calidad acordada y se cumplan los términos del contrato y la fianza, brindando seguridad y satisfacción en proyectos de construcción. Una vez que se cumplen los términos acordados y se resuelve la reclamación, se cierra formalmente el caso. A lo largo de todo el proceso, mantener una actitud paciente y profesional es fundamental para conservar la confianza del cliente y garantizar un resultado positivo. Además, estas experiencias pueden ofrecer valiosas lecciones sobre cómo abordar y prevenir problemas similares en futuros proyectos.

<https://www.facebook.com/100051592522908/videos/4339339039422942>

TRABAJOS CITADOS

- ¿Qué es una vivienda saludable? (2021). Recuperado el 08 de marzo de 2023, de Hábitat para la Humanidad, México: <https://www.habitatmexico.org/article/vivienda-saludable>
- ACNUDH, ONU HABITAT. (2010). Folleto informativo No. 21. *El derecho humano a una vivienda adecuada*. Ginebra, Suiza.
- AQUAPLAS. (2022). Tubería PP-R. *Polipropileno copolímero Random (PP-R C Tipo 3)*, 15. México.
- Araujo Lara, A. (18 de junio de 2013). *Iniciativas de Ciudadanos Legisladores*. Recuperado el 08 de marzo de 2023, de Gaceta Parlamentaria: https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_del_senado/documento/41806
- Barragan, Mauricio @maubarragan. (22 de septiembre de 2017). @SPCCDMX URGE Pacífico 455 col candelaria Delegación Coyoacán casi esquina con división del Norte [Imagen adjunta] [Tweet]. Recuperado el 23 de mayo de 2023, de Twitter: <https://twitter.com/maubarragan/status/911224592022114305/photo/1>
- Becerril López, D. (2008). *Datos prácticos de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Norma 2004* (12ª ed.). México: No Identificada.
- Cámara de Diputados. (2006). Decreto. *Ley de Vivienda, Última reforma 2019*, 40 págs. México.
- Centro Empresarial del Plástico. (1997). *Enciclopedia del Plástico*. (I. M. Industrial, Ed.) México: IMPI.
- Comisión para la Reconstrucción. (2017). *Dictámenes y estudios*. Recuperado el 22 de septiembre de 2023, de Portal para la Reconstrucción: https://reconstruccion.cdmx.gob.mx/storage/app/media/pdf_inmuebles/COY-PAC-0455.pdf
- Comisión para la Reconstrucción. (2019). *Página de Facebook Resultados de búsqueda: Pacífico 455 [Imagen adjunta] [Publicación de estado]*. Recuperado el 22 de septiembre de 2023, de Facebook: <https://www.facebook.com/profile/100064623855028/search?q=pacifico%20455>
- Comisión para la Reconstrucción. (2023). *Plan Integral para la Reconstrucción de la Ciudad de México*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México.
- CONAFOVI. (2005). *Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*. México: Gobierno de México.
- CONAGUA. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. SEMARNAT.
- CONAGUA. (2012). Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable. En *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento* (Vol. 12, pág. 134). México: SEMARNAT.
- CONAGUA. (2019). *Estadísticas del Agua En México*. SEMARNAT.
- CONAGUA. (2022). *Numeragua, edición 2022*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Concha Flores, S. I. (2014). *Diseño del plan de aseguramiento de la calidad del proceso de termofusión de tuberías de polipropileno*. Tesis de grado, Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Mecánica, Perú.
- Consejería Jurídica y de Servicios Legales. (2022). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*. Gobierno de la Ciudad de México. Gaceta Oficial de la Ciudad de México.
- Damnificadxs Unidxs de la Ciudad de México @DUCDMX. (2019). *PACÍFICO 455: En 4 ocasiones se ha pedido al comisionado [Imagen adjunta] [Tweet]*. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de Twitter: <https://twitter.com/DUCDMX/status/1116717620651352065>
- Escoffié Duarte, C. (03 de febrero de 2022). *Manifiesto en contra de la vivienda digna*. Recuperado el 08 de marzo de 2023, de revista Nexos: <https://labrujula.nexos.com.mx/manifiesto-en-contra-de-la-vivienda-digna/>
- Facultad de Ingeniería. (s.f.). *Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias*. Obtenido de Repositorio Digital de la Facultad de Ingeniería, UNAM: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/556/A4.pdf>
- Grupo Rotoplas, S.A.B. de C.V. (2021). *Informe Anual Integrado*.
- Gutierrez, L. (29 de enero de 2018). *Viva México [Imagen adjunta] [Publicación de estado]*. Recuperado el 26 de mayo de 2023, de Facebook: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10155480076653198&set=pb.668763197.-2207520000&type=3>
- Hurtado Baez, R. C. (2020). *Tuberías de polipropileno para la optimización del sistema de instalaciones sanitarias del hospital María Auxiliadora*,

Lima 2020. Tesis de grado, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Lima, Perú.

INDELPRO. (2021). *Ficha Técnica Profax SL146N*.

Jacegar @91_jessy. (20 de septiembre de 2017). *Av Pacífico 455 casi esquina con eje 10, apoyo por edificio afectado, enviar peritos [Imagen adjunta] [Tweet]*. Recuperado el 23 de mayo de 2023, de Twitter: https://twitter.com/91_jessy/status/910589241343619072/photo/1

La Nota @L4n0t4. (31 de enero de 2018). *Será demolido el edificio ubicado en Pacífico 455 que resulto dañado por el #sismo del #19s [Imagen adjunta] [Tweet]*. Recuperado el 23 de mayo de 2023, de Twitter: <https://twitter.com/L4n0t4/status/958691586342137856/photo/1>

Miguel Velasco, A., López Hernández, R., & Miguel Cruz, A. (2022). Vivienda saludable y estado de salud en las ciudades. El caso de Oaxaca, México. *Región y Sociedad, Vol. 34*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252022000100103

Nacobre. (2018). *Manual Técnico Nacobre*. Industrias Nacobre, S. A. de C. V., Productos Nacobre S.A. de C.V., México.

ONU-Habitat. (abril de 2019). *Elementos de una vivienda adecuada*. Recuperado el 08 de marzo de 2023, de ONU-Habitat, por un mejor futuro urbano: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/elementos-de-una-vivienda-adecuada>

REYVAL Arquitectos, S.A. de C.V. (09 de septiembre de 2021). *¡Pacífico 455, gracias! [Video adjunto] [Publicación de estado]*. Recuperado el 26 de mayo de 2023, de Facebook: <https://www.facebook.com/watch/?v=4339339039422942>

Rotoplas, S.A. de C.V. (2021). Tuboplus: Mejor tubería, mejor agua. *Manual Técnico y Catálogo de Productos*, 69. México.

Secretaría de Economía. (2007). *NMX-E-226/2-CNCP-2007*. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Economía. (2016). *Norma Mexicana NMX-AA-176-SCFI-2015*, . Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Economía,. (1998). *NMX-E-226/2-1998-SCFI*. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Economía,. (1999). *NMX-E-226/1-SCFI-1999*. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y PC @SGIRPC_CDMX. (2018). *En Av. Pacífico 455 continúa la demolición [Imagen adjunta] [Tweet]*. Recuperado el 23 de junio de 2023, de Twitter: https://twitter.com/search?q=%40SGIRPC_CDMX%20pacifico%20455&src=typed_query

SEDATU, CONAVI. (2017). *Código de edificación de vivienda, 3ª edición*. México: Gobierno de México.

SEDATU, CONAVI. (2019). *Criterios técnicos para una vivienda adecuada*. México: Gobierno de México.

SEMARNAT. (1995). *Norma Oficial Mexicana NOM-002-CNA-1995*. Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT. (2012). *Norma Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011*. Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT. (2015). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. México: SEMARNAT.

SEMARNAT. (abril de 2021). *Estimación del agua renovable (disponibilidad natural media del agua) por región Hidrológico - Administrativa*. Recuperado el abril de 2023, de Compendio de Estadísticas Ambientales 2021: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2021/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServleta01c.html

SEP, INIFED. (2022). *Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones* (Vol. 5 Instalaciones de servicio. Tomo II. Instalaciones hidrosanitarias). México: Gobierno de México.

Serrano, E. (2017). Comparativa propiedades físico químicas: Sistemas termoplásticos vs tubería de acero. *Hospitecna. Revista de Arquitectura, Ingeniería, Gestión hospitalaria y sanitaria, Boletín 9. Climatización*.

Toribio Pando, P. A., Santa Cruz Roldán, P., & Landauro Abanto, A. (2022). Ventajas fundamentadas y consideraciones del sistema de tuberías de polipropileno betanucleado frente al acero inoxidable. *Industrial Data, 24(2)*, 7-27. <https://doi.org/https://doi.org/10.15381/idata.v24i2.18756>