



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Arquitectura

Arquitectura

“Propuesta de vivienda autosustentable en: materiales,
energías renovables y alimentación básica, para la clase
media en Puebla. Caso: ciudad de Puebla, col. Moctezuma”

ARQ2024/001/036-4

TESIS

Grado para obtener: Licenciatura

Presenta:

ALDAIR CELEDONIO ABURTO

Mat.201843381

Directora de tesis:

Dra. Jessica Galindo Ortíz

ID: 100539399

jessica.galindoortiz@correo.buap.mx

Asesores:

Dr. Alberto Rosendo Castillo Reyes

ID:1003172

rosendo.castillo@correo.buap.mx

Dr. Víctor Manuel Martínez Hernández

100018856

victor.martinez@correo.buap.mx

INDICE

1.- Introducción	1
2.- Planteamiento del problema	2
3.- Objetivo general	3
3.1.- Objetivos específicos	3
4.- Justificación	4
5.- Metodología	5
6.- Marco teórico	6
6.1.- Arquitectura sustentable	8
6.2.- Diseño bioclimático	9
6.3.- Energía solar	10
6.4.- Captación y uso de agua pluvial	10
6.5.- Huertos urbanos	11
7.- Marco contextual	12
7.1.- Contexto social	15
7.2.- Contexto urbano	17
7.3.- Contexto ambiental	18
8.- Metodología	21
8.1.- Problema central	21
8.2.- Revisión teórica y contextual	22
8.3.-Sistemas de energías renovables	23
8.4.- Análisis de sitio	26
9.- Estudio comparativo	28
9.1.- Energía solar fotovoltaica	28
9.2.- Generadores eólicos	30

9.3.- Captación de agua	31
10.- Propuesta	33
10.1.- Justificación	33
10.2.- Propuesta arquitectónica	34
10.3.- Selección del terreno	34
10.4.- Memoria de criterio estructural y cimentación	36
10.5.- Memoria descriptiva	38
10.6.- Sistemas de energéticos y de abastecimiento	44
10.7.- Presupuesto	52
10.8.- Propuesta y recomendaciones de marcas, tipos y costos	56
11.- Conclusión	61
12.- Bibliografía	62

Introducción

El crecimiento urbano acelerado en México ha traído consigo una serie de desafíos ambientales y sociales que exigen respuestas arquitectónicas innovadoras y sostenibles. En ciudades como Puebla, estos retos se manifiestan de forma crítica: escasez de agua potable, interrupciones frecuentes en el suministro eléctrico, aumento de las temperaturas urbanas por la falta de áreas verdes, y una fuerte dependencia de servicios centralizados para cubrir necesidades básicas como la alimentación. Estas condiciones no solo deterioran la calidad de vida, sino que también exponen la vulnerabilidad de los hogares ante fenómenos climáticos, económicos y sociales.

Dentro de este escenario, la clase media urbana enfrenta una doble problemática: por un lado, experimenta las consecuencias de un entorno urbano cada vez más hostil; por el otro, encuentra pocas opciones accesibles y eficaces para adoptar soluciones sustentables en su vida diaria. Las propuestas de vivienda autosustentable existentes suelen estar enfocadas en desarrollos rurales, zonas exclusivas o proyectos de alto costo, lo que limita su alcance y deja fuera a una parte significativa de la población urbana con interés en la autosuficiencia y la sostenibilidad.

En respuesta a esta realidad, la presente tesis propone el diseño de una vivienda autosustentable urbana para familias de clase media, adaptado al contexto climático, social y económico de la ciudad de Puebla. El proyecto se centra en un terreno de 100 m², La propuesta integra soluciones prácticas y asequibles de captación de agua pluvial, generación de energía solar, producción alimentaria doméstica mediante huertos urbanos y un diseño arquitectónico bioclimático que maximice el confort térmico con el menor consumo energético posible.

A través de este modelo se busca no solo mejorar la eficiencia y resiliencia de la vivienda urbana, sino también empoderar a las familias para tomar un rol activo en la transformación de su entorno. Para ello, se han definido objetivos específicos orientados a establecer criterios de diseño bioclimático, integrar tecnologías accesibles de energía y agua, desarrollar sistemas de cultivo doméstico.

El resultado esperado es una casa funcional, en temas de energía renovable, captación y aprovechamiento de agua pluvial, producción alimentaria doméstica y diseño bioclimático,

Planteamiento del problema

En las zonas urbanas de México, en este caso en la ciudad de Puebla, el crecimiento acelerado, la densificación desordenada y la expansión urbana han provocado una serie de problemáticas ambientales y sociales que afectan directamente la calidad de vida de sus habitantes. Entre las más relevantes se encuentran la escasez de agua potable, los cortes frecuentes de energía eléctrica, el aumento de la temperatura urbana por la falta de áreas verdes, y la creciente dependencia de cadenas de suministro externas para satisfacer necesidades básicas como la alimentación.

Estas condiciones, lejos de mejorar, se han intensificado en los últimos años debido al cambio climático, la sobreexplotación de recursos naturales y la falta de políticas públicas efectivas en materia de sustentabilidad urbana. En este contexto, las familias de clase media enfrentan una situación particularmente compleja: aunque suelen contar con una vivienda propia o con posibilidades de inversión, se encuentran limitadas en cuanto al acceso a soluciones sustentables, su complejidad técnica o la falta de modelos adaptables a sus condiciones particulares de espacio y presupuesto.

Por otra parte, las propuestas arquitectónicas sustentables que existen actualmente están mayormente enfocadas en desarrollos rurales, gran escala o en viviendas de lujo, dejando de lado la posibilidad de diseños accesibles y autosuficientes para sectores medios. Esto genera un vacío entre la necesidad social y las soluciones arquitectónicas disponibles, perpetuando un modelo de vivienda dependiente de servicios centralizados y vulnerables a crisis ambientales, económicas y sociales.

La falta de modelos urbanos autosustentables adaptados al contexto local de Puebla, pensados para lotes urbanos comunes (entre 75 y 100 m²) representa un problema estructural que impide el avance hacia una ciudad más resiliente y equitativa. Esta problemática requiere una respuesta integral desde la arquitectura, que no solo atienda las necesidades habitacionales, sino que también integre sistemas viables de energía renovable, captación y aprovechamiento de agua pluvial, producción alimentaria doméstica y diseño bioclimático, todo ello en un esquema replicable y de bajo costo.

Por tanto, surge la necesidad de diseñar una vivienda autosustentable urbana, para familias de clase media, que contribuya a resolver esta brecha y sirva como referencia para futuras soluciones habitacionales sostenibles dentro del entorno urbano de Puebla en este caso en la colonia Moctezuma.

Objetivo general

Diseñar una vivienda autosustentable urbana, accesible para familias de clase media en Puebla, la cual se desarrolla en un predio de 100 m², integrando estrategias de captación de agua pluvial, generación de energía solar y eólica, producción alimentaria doméstica y principios de diseño bioclimático, con el fin de mejorar la resiliencia y sostenibilidad habitacional en contextos urbanos.

Objetivos específicos

1. Analizar las condiciones climáticas y urbanas de la ciudad de Puebla para establecer criterios de diseño bioclimático aplicables al modelo de vivienda propuesto.
2. Diseñar e integrar un sistema de captación, filtrado y almacenamiento de agua pluvial apto para uso doméstico y de riego, considerando materiales accesibles y bajo mantenimiento.
3. Incorporar tecnologías de energía renovable, como paneles fotovoltaicos, generadores eólicos y calentadores solares, que permitan reducir la dependencia del sistema eléctrico convencional.
4. Diseñar un módulo de huerto urbano multifuncional, adaptable a azotea, patio o muros verdes, para la producción doméstica de alimentos mediante técnicas como cultivo en camas elevadas, hidroponía básica o frutales en maceta.
5. Que todo se adapte a los 100 m² establecidos, aprovechamiento en la distribución de los espacios conforme al estudio climatológico de la zona.
6. Dependier lo menos posible de la red, depender en menor medida a las infraestructuras gubernamentales y ser lo más autosuficientes posible.

Justificación

La ciudad de Puebla, como muchas otras urbes mexicanas, enfrenta una serie de problemáticas urbanas y ambientales que afectan directamente la calidad de vida de sus habitantes. Entre ellas destacan la escasez de agua, los cortes frecuentes de energía eléctrica, el aumento de las temperaturas urbanas debido a la reducción de áreas verdes, y la alta dependencia de recursos externos para la alimentación. Estas condiciones, intensificadas por el cambio climático y el crecimiento urbano desordenado, impactan a los habitantes de la zona urbana, en su mayoría a la clase media, que suele quedar excluida de las soluciones sustentables por su alto costo o por la falta de propuestas adaptadas a sus posibilidades reales.

Actualmente, la mayoría de las iniciativas de vivienda sustentable están dirigidas a desarrollos de gran escala, proyectos rurales o sectores económicos con mayor poder adquisitivo, dejando sin opciones viables a un amplio sector de la población urbana que, teniendo el interés y necesidad de adoptar soluciones sostenibles, carece de modelos arquitectónicos adecuados a su contexto.

Ante este panorama, surge la necesidad de desarrollar una propuesta que permita a las familias de clase media acceder a una vivienda autosuficiente y eficiente en el uso de recursos. El diseño de una Propuesta de vivienda autosustentable en: materiales, energías renovables y alimentación básica, para la clase media en Puebla. Caso: ciudad de Puebla, col. Moctezuma, con sistemas integrados de captación de agua pluvial, generación de energía solar, producción alimentaria y criterios de diseño bioclimático, representa una oportunidad para avanzar hacia un modelo de vivienda más resiliente, accesible y responsable con el medio ambiente.

Este proyecto no sólo busca ofrecer una solución arquitectónica técnica, sino también contribuir a una transformación cultural hacia la autosuficiencia y la sustentabilidad doméstica. Además, al considerar las condiciones climáticas, sociales y económicas específicas de Puebla, esta propuesta adquiere un valor estratégico como modelo de referencia para otras zonas urbanas con problemáticas similares.

En conclusión, esta tesis es relevante porque responde a una necesidad real, con soluciones concretas, que pueden impactar positivamente tanto en el entorno urbano como en la vida cotidiana de miles de familias.

Metodología

La presente tesis se desarrolla bajo un enfoque proyectual y exploratorio, con base en el método de investigación aplicada dentro del campo de la arquitectura, en el cual se plantea una solución conceptual y técnica a una problemática urbana real, sin llevar a cabo la ejecución física del proyecto. El objetivo es formular una propuesta viable, sustentada en el análisis del contexto, la normativa, la factibilidad técnica y económica, y los principios de sustentabilidad .

Etapas de la metodología a seguir:

1. Investigación documental y contextual

- Revisión documental sobre vivienda sustentable, arquitectura bioclimática, energías renovables, captación de agua pluvial y agricultura urbana.
- Estudio del contexto urbano, climático y socioeconómico de la ciudad de Puebla.
- Identificación de problemáticas específicas que enfrenta la clase media urbana en materia de vivienda y servicios básicos.

2. Diagnóstico y definición de criterios de diseño

- Establecimiento de parámetros de diseño bioclimático, incluyendo orientación solar, ventilación cruzada, uso de materiales térmicos y eficiencia energética.
- Definición de dimensiones, capacidades y materiales para sistemas de captación de agua, generación de energía y huertos urbanos.
- Identificación de soluciones accesibles y replicables, con bajo mantenimiento y costo moderado.

3. Diseño arquitectónico

- Elaboración del programa arquitectónico basado en necesidades de una familia de clase media. (4 personas)
- Desarrollo del anteproyecto para un lote tipo de 100 m², incluyendo: Planta arquitectónica (planta baja, alta y azotea), Secciones, fachadas, esquemas funcionales, Integración de sistemas sustentables.

4. Síntesis y conclusiones

- Integración de los resultados del diseño, la evaluación técnica y la viabilidad económica.
- Reflexión sobre el impacto potencial del prototipo en contextos urbanos similares.

Marco Teórico

Vivienda urbana y clase media en México

En México, la vivienda urbana representa uno de los principales retos para la sostenibilidad y la equidad social. La clase media, tradicionalmente considerada como el motor económico del país, enfrenta dificultades para acceder a soluciones habitacionales adecuadas, debido al aumento de los costos de servicios, la precariedad de los entornos urbanos y la baja eficiencia energética de las construcciones convencionales.

En ciudades como Puebla, donde se ha dado una expansión urbana acelerada y desorganizada, muchas viviendas carecen de acceso confiable al agua potable, enfrentan cortes frecuentes de electricidad y se localizan en zonas con escasa infraestructura verde. Esto genera una creciente dependencia de servicios públicos cada vez más limitados, elevando los costos de vida y reduciendo la calidad del entorno habitacional.

situación actual en Puebla

En el contexto de las ciudades mexicanas, la vivienda para la clase media enfrenta desafíos importantes tanto en términos de espacio, materiales y condiciones estructurales como de financiamiento y accesibilidad económica. Puebla, como una de las principales urbes del país, refleja de manera clara estas tensiones entre crecimiento urbano, calidad de vida y condiciones socioeconómicas.

Tamaño promedio y distribución espacial

En Puebla, gran parte de las viviendas se caracterizan por su tamaño reducido. El 36.2 % de las viviendas tienen menos de 55 m², lo que indica una alta densidad de ocupación y escasez de espacios funcionales (1). En 2020, el 27.3 % de las viviendas poblanas tenían entre 46 y 75 m², y el 24.5 % contaban con menos de 45 m². Solo una minoría, el 20.1 %, disponía de un área de entre 76 y 100 m², lo que muestra que la vivienda espaciosa es una excepción y no la norma (2).

Tipo de vivienda y materiales de construcción

La vivienda horizontal predomina en la ciudad: el 64 % de las viviendas nuevas son de este tipo y suelen tener al menos dos habitaciones. En el primer trimestre de 2024, el 40.7 % de las viviendas nuevas superaban los 80 m², el 48.1 % tenían entre 60 y 79 m², y apenas el 10.8 % eran menores a 60 m² (3). En términos de calidad constructiva, el 93.3 % están edificadas con materiales sólidos como tabique, ladrillo o block, mientras que el 99 % tienen acceso a electricidad (4).

Antigüedad y condiciones estructurales

Otro aspecto preocupante es la antigüedad de las viviendas. El 40 % de los inmuebles tienen entre 11 y 20 años, y un 19.7 % superan los 30 años. Solamente el 10 % tienen hasta 5 años de construcción, lo que indica una falta de renovación habitacional (5). Además, el 51 % de los hogares presentan humedad o filtraciones y el 48 % reporta grietas o daños estructurales, lo cual pone en entredicho la habitabilidad y la seguridad de muchas viviendas (6).

Tenencia de la vivienda y métodos de financiamiento

En Puebla, el 68.7 % de las viviendas son propias, y la mayoría fueron adquiridas mediante créditos del Infonavit. Un 14 % son viviendas rentadas (7). A nivel nacional, el 57.1 % de las viviendas están completamente pagadas y el 10.7 % aún se encuentran en proceso de pago, lo que refleja el importante rol de las instituciones de financiamiento en el acceso a la vivienda (8).

Ingreso promedio de la clase media en Puebla

Según datos del INEGI de diciembre de 2024, el ingreso promedio mensual de una familia de clase media en Puebla es de aproximadamente 22,927 pesos (9). Este nivel de ingresos permite apenas cubrir las necesidades básicas y dificulta el acceso a una vivienda de mayor calidad o sustentabilidad sin endeudamiento a largo plazo.

Arquitectura sustentable

La arquitectura sustentable, también conocida como arquitectura verde o eco-arquitectura, es una forma de concebir y proyectar edificaciones que busca optimizar al máximo el uso de los recursos naturales disponibles, al mismo tiempo que reduce de manera significativa su huella ambiental a lo largo de todas las etapas de su existencia, desde el diseño hasta su operación y posible demolición.

Este enfoque arquitectónico se basa en diversos principios fundamentales, entre los que destacan: la adaptación a las condiciones climáticas específicas del sitio, el uso racional y eficiente de los materiales de construcción, la reducción del consumo energético, la integración de fuentes de energía renovable como la solar o eólica, así como un manejo responsable y sistémico del agua, incluyendo su captación, uso, tratamiento y reutilización. En conjunto, estos principios permiten crear espacios habitables más saludables, eficientes y respetuosos con el medio ambiente.

Enfoques actuales: el triple balance

Aplicación en arquitectura:

El Triple Bottom Line guía el diseño de edificaciones sustentables que equilibran el beneficio ambiental, el retorno económico y el impacto social positivo. Se convierte en un marco de referencia para tomar decisiones durante todas las fases del proyecto, desde la planeación hasta la operación del edificio, alineando el desarrollo arquitectónico con los objetivos del desarrollo sostenible.

1. Sostenibilidad Ambiental

Implica que el proyecto arquitectónico debe reducir su impacto en el medio ambiente, priorizando el uso eficiente de recursos naturales, energías renovables, manejo responsable del agua y selección de materiales con baja huella ecológica. Se busca minimizar emisiones contaminantes, residuos y consumo energético durante la construcción y operación del edificio.

2. Viabilidad Económica

El diseño debe ser accesible y rentable a largo plazo, tanto en su construcción como en su mantenimiento. Esto incluye la eficiencia operativa del edificio, reducción de costos por medio de tecnologías pasivas y activas (como paneles

solares o captación pluvial) y la posibilidad de generar ahorros para el usuario final.

3. Responsabilidad Social

El proyecto debe beneficiar a la comunidad y a sus habitantes, asegurando accesibilidad, equidad, bienestar, salud y seguridad. También considera la inclusión de mano de obra local, fortalecimiento del tejido social y respeto al contexto urbano y cultural del entorno (12), (13), (14).

Diseño bioclimático

El diseño bioclimático es un enfoque arquitectónico que busca aprovechar al máximo las condiciones climáticas locales como la radiación solar, los vientos y la humedad, para asegurar confort térmico, luminoso y energético en el interior de la vivienda, reduciendo al mínimo el uso de sistemas mecánicos. Se fundamenta en la adaptación de la edificación al entorno, respetando su microclima y reduciendo el consumo de recursos

Los principios que aplicar son:

1. Orientación solar: ventanas grandes para captar luz y calor durante el invierno; aleros para sombra en verano.
2. Ventilación cruzada: apertura de entradas y salidas de aire para refrescar la vivienda con brisas nocturnas o diurnas
3. Inercia térmica: uso de muros y cubiertas con masa térmica para estabilizar temperatura interior.
4. Selección de materiales térmicos y locales: tabique, teja, materiales aislantes accesibles.
5. Integración de vegetación: árboles y plantas en fachadas y azotea para mitigar isla de calor.
6. Uso inteligente del espacio: distribución planificada para optimizar ventilación e iluminación natural.

Energía solar

La energía solar es una fuente de energía renovable que proviene de la radiación electromagnética del Sol. En arquitectura se aprovecha de dos maneras principales:

- Fotovoltaica: mediante paneles solares que convierten la luz en electricidad.
- Térmica: mediante colectores que calientan agua o aire para consumo doméstico o climatización

Ejemplo:

Integración arquitectónica de paneles solares en fachadas y techos, conocidos como BIPV (Building-Integrated Photovoltaics), donde los paneles forman parte del diseño estético y estructural del edificio (15).

Captación y uso de agua pluvial

Es el conjunto de técnicas para recolectar, filtrar y almacenar agua de lluvia desde superficies como techos, canaletas y azoteas, para su uso en riego, limpieza, descarga de WC o consumo si se potabiliza.

Ejemplo real en México:

Sistemas de captación pluvial instalados en domicilios y condominios en CDMX, Jalisco, Oaxaca y Yucatán, utilizados para riego, limpieza y consumo, reduciendo la presión sobre la red municipal (16).

Huertos urbanos

Consiste en cultivar alimentos (frutas, verduras, hierbas) en espacios urbanos como azoteas, patios o muros verdes. Pueden emplearse técnicas como camas de cultivo, hidroponía e hidro-aeroponía, que permiten cultivos más eficientes y con menor consumo de agua.

Ejemplo global:

Los "Huvsters" de Veracruz, México, son huertos hidropónicos verticales instalados en contenedores, que consumen 90 % menos agua que la agricultura tradicional, promoviendo seguridad alimentaria y sostenibilidad urbana.

MARCO CONTEXTUAL

Contexto geográfico

La presente propuesta se ubica en la Segunda Privada de la 44 Oriente #4207, dentro de la colonia Moctezuma, en el municipio de Puebla, Puebla. Esta zona forma parte del núcleo urbano de la ciudad y se encuentra integrada a la Zona Metropolitana Puebla, una de las más grandes del país, con más de 2.7 millones de habitantes (17).

El terreno se localiza en las coordenadas 19°03'38.2"N, 98°11'16.4"W, con una altitud promedio de 2,140 metros sobre el nivel del mar, lo cual influye directamente en las condiciones climáticas, de iluminación y ventilación que deben considerarse para el diseño arquitectónico. La topografía del lugar es ligeramente ondulada, con pendiente suave hacia el sureste, lo que permite el aprovechamiento de flujos de agua pluvial, ventilación natural y vistas panorámicas hacia zonas elevadas como los cerros de Loreto y Guadalupe al este, y el Cerro de San Juan al oeste (18).

El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano (Cwb) según la clasificación de Köppen. La temperatura promedio anual oscila entre los 12 °C y 22 °C, mientras que la precipitación media anual es de aproximadamente 800 mm, concentrada entre los meses de mayo y octubre. Los vientos dominantes provienen del noreste y sureste, lo cual favorece la ventilación cruzada si se aprovecha adecuadamente en el diseño de aperturas y distribución espacial (19).

En cuanto a la vegetación, la zona presenta áreas verdes urbanas dispersas y árboles adaptados al entorno, como pirules, jacarandas y truenos, además de jardines domésticos. El tipo de suelo predominante es de origen volcánico, con buena capacidad de infiltración, lo que facilita la captación pluvial y la implementación de sistemas de jardinería productiva como huertos urbanos.

En términos de infraestructura urbana, la colonia Moctezuma cuenta con calles pavimentadas, alumbrado público, transporte colectivo, drenaje sanitario, red de agua potable y electricidad. La ubicación también ofrece acceso inmediato a servicios educativos, comercios, centros de abasto y equipamiento comunitario, lo que convierte a esta zona en un sitio viable para desarrollar una vivienda autosustentable urbana para familias de clase media, como la que se plantea en esta tesis.



Ilustración NO. 2

https://www.google.com.mx/maps/place/19%C2%B003'38.2%22N+98%C2%B011'16.4%22W/@19.0606124,-98.1885326,165m/data=!3m2!1e3!4b1!4m4!3m3!8m2!3d19.0606111!4d-98.1878889!5m1!1e4?hl=esCentry=ttuGg_ep=EgoyMDI1MDcxNi4wIWXMDSoASAFQAw%3D%3D

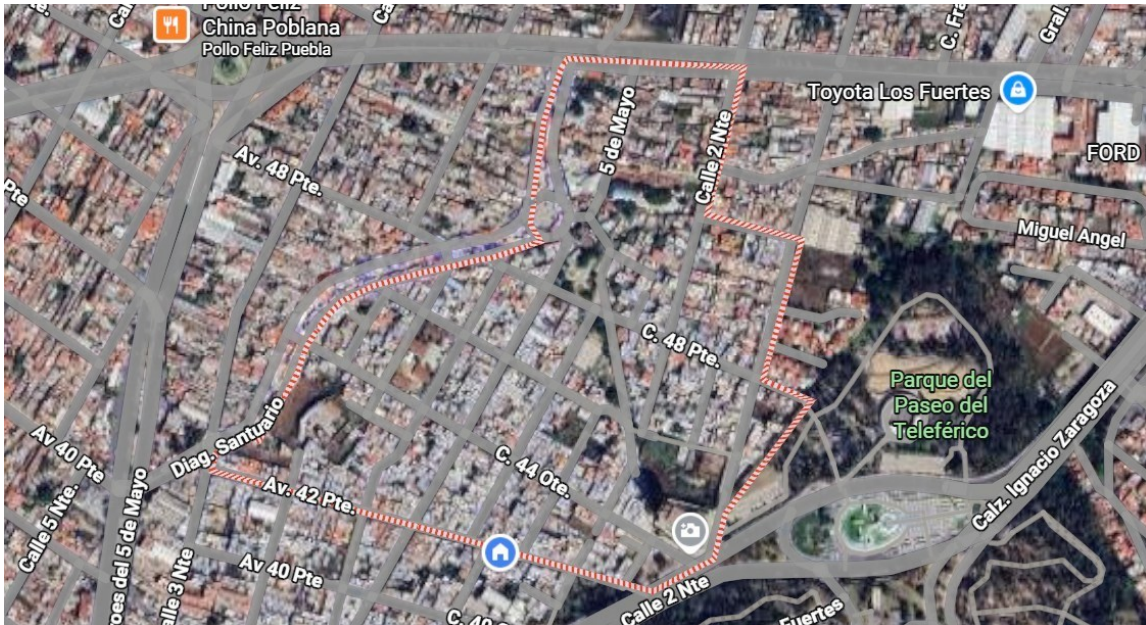


Ilustración NO. 4

https://www.google.com.mx/maps/place/19%C2%B003'38.2%22N+98%C2%B011'16.4%22W/@19.0606124,-98.1885326,165m/data=!3m2!1e3!4b1!4m4!3m3!8m2!3d19.0606111!4d-98.1878889!5m1!1e4?hl=esCentry=ttuGg_ep=EgoyMDI1MDcxNi4wIWXMDSoASAFQAw%3D%3D

Contexto social

La colonia Moctezuma, ubicada al noreste de la ciudad de Puebla, representa un sector urbano habitado mayoritariamente por familias de clase media, con acceso a servicios básicos como agua, electricidad, transporte y drenaje. Cuenta con una población aproximada de 2,670 personas, en su mayoría adultos jóvenes y personas en edad productiva.

La zona presenta un nivel educativo promedio equivalente a secundaria completa, y las principales ocupaciones de sus habitantes están relacionadas con el comercio, los servicios y la manufactura ligera. Los ingresos familiares mensuales se estiman entre \$9,500 y \$15,000 pesos, lo cual permite cubrir gastos básicos, pero limita el acceso a tecnologías sustentables de alto costo inicial.

Aunque no es una zona marginada, existen problemas comunes como interrupciones en el suministro de agua, cortes de energía, escasez de áreas verdes y deficiente manejo de residuos. Estas condiciones hacen que la implementación de viviendas autosustentables, asequibles y adaptadas al entorno urbano sea una opción viable y necesaria para mejorar la calidad de vida de los habitantes sin modificar su entorno social.

Contexto Social Detallado – Colonia Moctezuma / Puebla

1. Descripción demográfica

- Población local: aproximadamente 2,670 habitantes distribuidos en 726 hogares, con una densidad media de 1,266 personas por km²
- Composición por edad:
 - 0–14 años: ~700 personas
 - 15–29 años: ~800 personas
 - 30–59 años: ~2,000 personas
 - ≥60 años: ~300 personas
- Género: casi equilibrio, 49–51 % entre hombres y mujeres (21).

2. Condiciones sociales generales

- Nivel educativo: escolaridad promedio de 11 años, equivalente a secundaria

- Acceso a servicios: la colonia dispone de agua potable, energía eléctrica, drenaje sanitario, alumbrado público y transporte público (autobuses, rutas RUTA).

3. Situación económica y laboral

- Ingresos promedio: en todo Puebla, el ingreso laboral promedio es de \$4,730 MXN mensuales (PEA); se estima que las familias de clase media duplican o triplican esta cifra, es decir, entre \$9,500–15,000 MXN mensuales.
- Principales ocupaciones:
 - Actividades terciarias (servicios): ventas, comercio, despachos (Puebla total: ~3.09 millones de ocupados; 41.6 % mujeres)
 - Empleos en manufactura ligera, comercio informal, construcción y servicios administrativos (22)

4. Nivel socioeconómico y marginación

- La colonia tiene un perfil de clase media, aunque hay índices de rezago social medio-bajo, según datos de CONEVAL para municipios urbanos de Puebla (23).
- Puebla en general presenta zonas con rezago social medio a alto, aunque barrios como Moctezuma, dentro de la metrópoli, registran mejores condiciones de vivienda y empleo (24).

5. Seguridad y problemas comunes

- La colonia se ubica en una zona urbana con acceso a servicios básicos, pero enfrenta retos típicos como manejo inadecuado de residuos, escasez de infraestructura verde y servicios intermitentes (cortes de luz o agua en temporada seca).

Contexto urbano

El proyecto se ubica en la colonia Moctezuma, al noreste del municipio de Puebla, dentro de la Zona Metropolitana Puebla, una de las más importantes del país. Localizada en las coordenadas 19°03'38.4"N 98°11'16.1"W, esta colonia se caracteriza por su integración a una zona urbana consolidada con predominio habitacional y baja densidad. La conectividad es uno de sus atributos clave, al estar enlazada a vialidades primarias como la Avenida 44 Oriente, la Calzada Zaragoza, el Boulevard 5 de Mayo y la Carretera Federal México–Puebla. Esta red vial facilita la accesibilidad hacia nodos estratégicos de la ciudad, como el centro histórico, la zona de los Fuertes de Loreto y Guadalupe, así como áreas comerciales y de servicios (25).

La colonia cuenta con una distribución urbana de traza ortogonal, que favorece la orientación, el aprovechamiento solar y la ventilación natural en las viviendas. El uso del suelo predominante es habitacional unifamiliar, con edificaciones de uno o dos niveles construidas sobre lotes pequeños. Esta configuración urbana ha permitido la consolidación de una comunidad de escala humana, con comercios de barrio, instituciones educativas (dos secundarias, varias primarias y jardines de niños), mercados y una unidad deportiva que no solo atienden a la colonia Moctezuma, sino también a zonas vecinas (26).

En términos de infraestructura, se observa un entorno funcional y consolidado, con acceso a servicios básicos como agua potable, drenaje, electricidad, recolección de basura y alumbrado público. Sin embargo, también se identifican problemáticas urbanas relacionadas con el deterioro de calles y banquetas, acumulación de basura en ciertas zonas, así como una escasa presencia de espacios verdes y públicos de calidad. Esta carencia de vegetación, sumada a la alta urbanización, contribuye al fenómeno de isla de calor urbana y a una creciente vulnerabilidad ambiental, especialmente en temporadas secas.

En cuanto a la movilidad, la zona es atendida por diversas rutas de autobuses como RUTA 1, S1, Huejotzingo, JBS y la ruta 67, con paradas a distancias caminables (entre 3 y 5 minutos). No obstante, la infraestructura para movilidad activa (como ciclovías) es inexistente, y el flujo peatonal se concentra en avenidas principales y rutas escolares, limitando la accesibilidad universal. Actualmente, la red RUTA se encuentra en expansión con la planeación de una nueva Línea 4, lo que representa una oportunidad de mejora en la conectividad metropolitana (27), (28).

Respecto a la imagen urbana, predominan edificaciones de baja altura construidas con materiales mixtos como tabique rojo recocido, concreto y block,

lo que da al entorno una estética funcional, aunque heterogénea. Existen espacios públicos como banquetas y plazas con vegetación dispersa y sombra moderada, pero con necesidad de mantenimiento y renovación urbana. A pesar de estar cercana a zonas patrimoniales como los Fuertes de Loreto y Guadalupe, la colonia y sus alrededores carecen de áreas verdes suficientes, lo que disminuye la calidad ambiental y de vida de sus habitantes (29).

Finalmente, aunque no se reportan fenómenos de gentrificación severa, se identifica una presión creciente hacia la renovación urbana, impulsada por el aumento del valor del suelo y la modernización del equipamiento urbano. Esto representa tanto un reto como una oportunidad para proponer modelos de vivienda sustentable que mantengan el carácter comunitario del entorno, al tiempo que eleven la calidad de vida de sus residentes (30), (31).

La evaluación de estos elementos localización, uso del suelo, infraestructura, transporte, imagen urbana y problemáticas existentes proporciona un diagnóstico integral que guía el diseño habitacional propuesto.

Contexto ambiental

Puebla se encuentra dentro de la región conocida como el Valle de Puebla, a una altitud promedio de 2,140 metros sobre el nivel del mar. Esta condición influye significativamente en el tipo de clima predominante: templado subhúmedo, con temperaturas promedio anuales entre los 16 y 18 °C y precipitaciones concentradas en los meses de mayo a octubre. La colonia Moctezuma, como parte de la mancha urbana de la ciudad de Puebla, se ve afectada por fenómenos típicos del entorno urbano como el aumento de temperatura superficial (islas de calor), escasa vegetación y contaminación atmosférica (32).

En términos de topografía, el terreno presenta una pendiente suave, lo cual permite una captación eficiente de agua pluvial y una adecuada planeación del sistema de drenaje. La disponibilidad de radiación solar más de 6 horas diarias en promedio y la circulación de vientos suaves del noreste y sureste constituyen condiciones favorables para el aprovechamiento de energías renovables, como la solar y la eólica.

En cuanto a la calidad ambiental, el aire en la ciudad de Puebla suele mantener niveles de contaminación moderados, con presencia de partículas finas (PM2.5) generadas principalmente por el tráfico vehicular y actividades industriales cercanas. Esto implica la necesidad de integrar estrategias de diseño

que promuevan la ventilación natural y filtrado del aire, especialmente en viviendas situadas en zonas con tráfico denso (33).

Por otro lado, la vegetación local en la colonia Moctezuma es escasa y se limita a árboles aislados y jardines domésticos, lo que justifica la incorporación de azoteas verdes, muros vegetales y huertos urbanos que contribuyan a mejorar la calidad del aire, reducir la temperatura superficial y fomentar el autoabastecimiento alimentario.

Finalmente, aunque el área no presenta riesgos severos de inundación ni deslizamientos, es importante considerar que Puebla se localiza en una zona sísmica activa y en la vertiente del volcán Popocatepetl, lo cual implica que las edificaciones deben contemplar criterios de seguridad estructural ante movimientos telúricos y posibles contingencias volcánicas.

En conjunto, el análisis ambiental del sitio ofrece una base técnica y contextual que orienta las decisiones proyectuales hacia una vivienda que no solo sea funcional y estética, sino también resiliente, eficiente y armónica con su entorno natural.

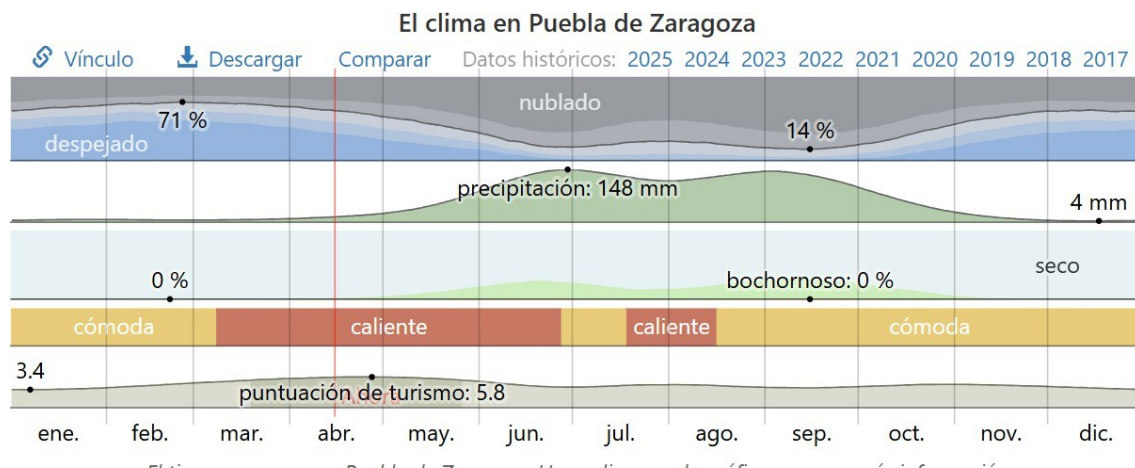


Ilustración NO. 5



Ilustración NO. 6

https://www.google.com.mx/maps/place/19%C2%B003'38.4%22N+98%C2%B011'16.1%22W/@19.060668,-98.1884493,165m/data=!3m2!1e3!4b1!4m4!3m3!8m2!3d19.0606667!4d-98.1878056!5m1!1e4?hl=esCentry=ttuCg_ep=EgoyMDI1MDcxNi4wIwIKXMDSoASAFQAw%3D%3D

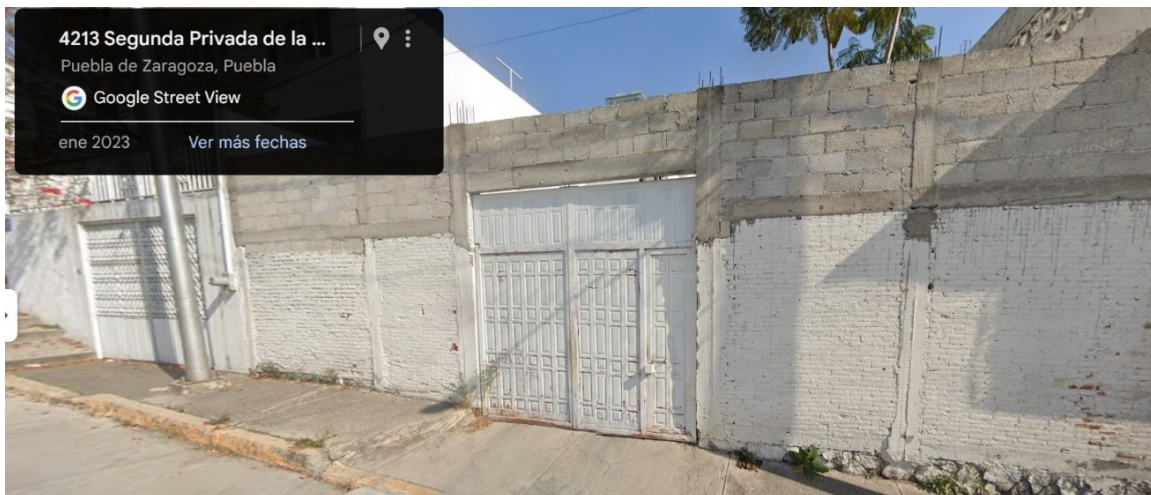


Ilustración NO. 7

https://www.google.com.mx/maps/place/19%C2%B003'38.4%22N+98%C2%B011'16.1%22W/@19.060668,-98.1884493,165m/data=!3m2!1e3!4b1!4m4!3m3!8m2!3d19.0606667!4d-98.1878056!5m1!1e4?hl=esCentry=ttuCg_ep=EgoyMDI1MDcxNi4wIwIKXMDSoASAFQAw%3D%3D

METODOLOGIA

Tipo	Descripción	Justificación
Aplicada	Busca resolver un problema real mediante una solución práctica (el prototipo).	Vivienda autosustentable para mitigar problemáticas urbanas y ambientales.
Cualitativa	Interpreta fenómenos complejos desde un enfoque integral, sin basarse solo en datos numéricos.	Estudia un contexto social, urbano y ambiental, no solo mediciones.
Proyectual	Se enfoca en el diseño de un objeto o modelo (arquitectónico).	El resultado es un prototipo funcional.
Exploratoria-descriptiva	Explora condiciones del sitio y describe el contexto para sustentar el diseño.	Analizas el lugar, clima, servicios, etc.

Ilustración No. 8

Problema central

En México y en este caso la ciudad de Puebla, colonia Moctezuma (19°03'38.4"N 98°11'16.1"W), el constante aumento en los costos de servicios como la electricidad y el agua potable, junto con el alza sostenida en los precios de alimentos frescos como frutas y verduras, ha generado una presión económica considerable sobre los hogares de clase media. Este grupo poblacional, históricamente considerado estable, ahora experimenta una creciente vulnerabilidad económica y energética.

A ello se suma el deterioro ambiental en zonas urbanas consolidadas: el incremento de las temperaturas por efecto de la urbanización y el cambio climático, la mala calidad del aire debido a la concentración vehicular e industrial, y la escasa presencia de vegetación en los entornos domésticos. Estos factores no solo comprometen el bienestar físico y mental de los habitantes, sino que evidencian la falta de estrategias integrales de sostenibilidad urbana en el diseño habitacional.

Ante este panorama, surge la necesidad de repensar el diseño de las viviendas urbanas, de modo que puedan garantizar mayor independencia en el consumo de recursos, permitir cierta autosuficiencia alimentaria, y responder pasivamente a las condiciones climáticas. Las familias requieren soluciones

accesibles, y adaptadas al contexto urbano, que reduzcan su dependencia de los sistemas tradicionales y fortalezcan su resiliencia económica y ambiental.

Revisión teórica y contextual

Datos Clave

Tipo de Localidad	Unidad habitacional
Localidad	Moctezuma
Municipio	Puebla
Estado	Puebla
Código postal	72260
Hectáreas	21

Ilustración No. 9

En la colonia Moctezuma, ubicada en el municipio de Puebla, habitan aproximadamente 2,670 personas distribuidas en 726 hogares. La densidad poblacional alcanza los 1,266 habitantes por kilómetro cuadrado, con una edad promedio de 31 años y una escolaridad media de 11 años cursados. De los 3,000 habitantes estimados en la zona, 700 son menores de 14 años, mientras que 800 personas tienen entre 15 y 29 años. En los grupos de edad más avanzados, se identifican 2,000 personas de entre 30 y 59 años, y 300 personas mayores de 60 años, lo que revela una estructura demográfica predominantemente adulta.

Según datos de MarketDataMéxico, el output económico estimado en Moctezuma es de aproximadamente MXN \$230 millones anuales. De este total, MXN \$150 millones provienen de los ingresos generados por los hogares, mientras que cerca de MXN \$87 millones corresponden a los ingresos producidos por los 98 establecimientos comerciales que operan dentro de la colonia. Asimismo, se calcula que en Moctezuma trabajan alrededor de 400 personas, lo que eleva la población activa diaria —sumando residentes y trabajadores— a 4,000 personas.

En la colonia están registrados cerca de 98 establecimientos comerciales en operación, que forman parte de la base económica local y generan oportunidades de empleo principalmente en el comercio y servicios. Moctezuma se clasifica como una zona de nivel socioeconómico medio, con acceso generalizado a servicios básicos y equipamientos urbanos, aunque también presenta desniveles

en su infraestructura. A nivel municipal, alrededor del 70 % de la población tiene acceso a servicios de salud, aunque dentro de la colonia existen sectores que presentan rezago en este rubro.

La colonia cuenta con servicios básicos como agua potable, energía eléctrica, drenaje, recolección de residuos, y algunos espacios educativos y deportivos. Sin embargo, también enfrenta problemas en la señalización vial, deficiencias en el alumbrado público, y en consecuencia, una percepción de inseguridad que afecta la calidad de vida de sus habitantes (34).

Sistemas de energías renovables

Paneles solares

Los sistemas fotovoltaicos son una tecnología que permite transformar la energía solar en electricidad útil a través de un conjunto de dispositivos llamados paneles solares, que contienen celdas fotovoltaicas. Estas celdas están elaboradas generalmente con materiales semiconductores como el silicio, los cuales reaccionan al recibir la radiación solar generando una corriente eléctrica directa. Este proceso, limpio y renovable, ha sido uno de los pilares en el desarrollo de soluciones energéticas sustentables tanto a nivel doméstico como industrial.

Existen dos modalidades principales de operación para los sistemas fotovoltaicos: conectados a la red eléctrica pública (on-grid) o funcionando de manera independiente (off-grid). En los sistemas conectados a la red, la energía producida por los paneles solares se consume directamente o se inyecta a la red eléctrica cuando hay un excedente. Esta modalidad permite compensar el consumo mediante esquemas como la medición neta, reduciendo de manera significativa las facturas eléctricas mensuales.

Por otro lado, los sistemas off-grid están diseñados para operar sin depender de la red pública, por lo que incorporan bancos de baterías que almacenan la energía generada durante el día para su uso posterior, por ejemplo, durante la noche o en días nublados. Este tipo de sistemas resulta especialmente útil en zonas rurales o sitios donde el acceso a la electricidad convencional es limitado o inexistente, y también en viviendas sustentables que buscan autosuficiencia energética total (35).

Consideraciones para la vivienda de 100 m²

En Puebla se requieren aproximadamente 3–4 kW para cubrir necesidades domésticas (iluminación, refrigerador, microondas, bomba, etc.). La orientación e inclinación de los paneles debe ajustarse al ángulo solar local (20–23° latitud) y orientarse hacia el sur para lograr máxima eficiencia.

Generadores eólicos / híbridos

Los generadores eólicos, también conocidos como turbinas eólicas domésticas o sistemas híbridos, representan una alternativa viable y sustentable para la generación de energía renovable en contextos residenciales. Este tipo de tecnología aprovecha la energía cinética del viento mediante pequeñas turbinas diseñadas específicamente para generar electricidad en viviendas, lo que contribuye directamente a reducir el uso de fuentes energéticas no renovables y a alcanzar una mayor independencia energética.

Existen dos tipos principales de generadores eólicos domésticos: los de eje horizontal (HAWT, por sus siglas en inglés) y los de eje vertical (VAWT). Ambos modelos se diferencian principalmente en su orientación y eficiencia dependiendo de las condiciones del viento, siendo los de eje horizontal más comunes por su mayor eficiencia en espacios abiertos. Los tamaños disponibles en el mercado varían desde pequeñas unidades de menos de 1 kilovatio (kW), adecuadas para consumos bajos, hasta turbinas más grandes de hasta 100 kW, que pueden abastecer propiedades de mayores dimensiones o necesidades energéticas más altas.

Los beneficios que ofrecen estos sistemas son múltiples: una importante reducción de la huella de carbono, disminución de las facturas eléctricas —que puede oscilar entre un 50 % y un 90 % de ahorro—, mayor autonomía en el suministro energético, valorización de la propiedad y un claro impulso hacia una vida más sustentable. No obstante, su implementación depende de varios factores clave que deben considerarse previamente, tales como la viabilidad del recurso eólico (es recomendable contar con una velocidad promedio del viento entre 9 y 11 millas por hora o más), el espacio disponible en la propiedad para la instalación de la turbina, la zonificación local, las normativas de asociaciones de colonos (HOA), y los permisos municipales correspondientes, además de las políticas de interconexión a la red eléctrica.

El costo inicial de estos sistemas puede ser significativo, oscilando entre los \$20,000 y \$70,000 pesos mexicanos o más en sistemas integrales, aunque esta inversión se compensa a largo plazo mediante los ahorros energéticos y con el

acceso a diversos incentivos gubernamentales o de compañías de servicios públicos, como créditos fiscales, subsidios y programas de reembolso. En promedio, el periodo de recuperación de la inversión (payback) varía entre los 10 y 20 años.

Por último, en términos de mantenimiento, las turbinas eólicas domésticas requieren revisiones e inspecciones periódicas —al menos una vez al año— para garantizar su óptimo funcionamiento. Aunque muchas tareas pueden ser básicas, se recomienda recurrir a servicios profesionales especializados para mantenimientos más complejos. La vida útil promedio de estas turbinas se sitúa entre los 15 y 25 años, lo que las convierte en una solución duradera y confiable para la generación de energía limpia en el hogar (36).

Captación de agua pluvial

La captación de agua pluvial es una solución sustentable que permite recolectar el agua de lluvia desde los techos de las viviendas, filtrarla y almacenarla en cisternas con capacidad de 5,000 a 10,000 litros. El sistema incluye prefiltrado, separación de las primeras lluvias contaminadas y almacenamiento seguro.

Aunque el agua no es potable sin tratamiento, puede usarse para riego, limpieza, WC y otras tareas domésticas. Este método reduce la dependencia del sistema hídrico urbano, disminuye costos y es adaptable a contextos urbanos como viviendas de clase media, haciendo posible su réplica en diversos entornos.

Diseño para 100 m²

Se necesita entre 50–80 m² de azotea útil, la capacidad de almacenamiento estimada: 5,000 L para cubrir lluvias promedio anuales (>600 mm).

Sistemas certificados están impulsados por programas como “Cosecha de Lluvia” en CDMX, que instalan incluso en escuelas y hogares (37).

Integración en vivienda autosustentable

Elemento	Estrategia integrada
Paneles solares + baterías	Generación y almacenamiento eléctrico
Aerogenerador	Fuente alternativa en baja luz solar
Captación pluvial	Reabastecimiento de cisterna para riego, WC y limpieza
Diseño bioclimático	Orientación, ventilación, masa térmica
Hogar sustentable	Huertos, sistemas pasivos de agua y energía

Ilustración No. 10

Análisis del sitio

El predio ubicado en la colonia Moctezuma, dirección Segunda Privada de la 44 Ote. 4207, Moctezuma, 72260 Heroica Puebla de Zaragoza, Pue. ubicada en la ciudad de Puebla, se inserta en un entorno urbano consolidado que presenta condiciones particulares desde los ámbitos climático, topográfico, urbano y ambiental, los cuales resultan determinantes para el desarrollo de proyectos arquitectónicos sustentables.

1. Clima local

El clima de la zona corresponde al tipo templado subhúmedo (clasificación Cwb de Köppen), caracterizado por una estación lluviosa que se extiende de mayo a octubre y una temporada seca en invierno. Las temperaturas promedio oscilan entre 8 °C como mínima y 19 °C como máxima, mientras que la precipitación mensual durante la temporada húmeda alcanza los 164 mm, distribuidos en aproximadamente 45 días de lluvia al año. La velocidad del viento se mantiene en un rango de 2 a 7 km/h, con ligeros aumentos durante las tardes, y la humedad relativa fluctúa entre el 73 y el 79 % en días de lluvia. Estas condiciones permiten implementar sistemas pasivos de climatización, ventilación cruzada y captación de agua pluvial, optimizando recursos naturales y reduciendo la dependencia de servicios convencionales (39).

2. Topografía y relieve

La altitud promedio de la ciudad de Puebla se encuentra entre 1,980 m y 2,244 m sobre el nivel del mar, asentada en una planicie rodeada por elevaciones menores. En particular, la colonia Moctezuma presenta una topografía

ligeramente ondulada, sin pendientes pronunciadas, lo que favorece la

estabilidad estructural, el diseño eficiente de cimentaciones, así como la canalización y filtración del agua a través de estrategias de drenaje sostenible (40), (41).

3. Contexto urbano

El trazo urbano responde a una retícula ortogonal tradicional, con manzanas regulares y calles que oscilan entre 6 y 12 metros de ancho, lo cual permite una adecuada conectividad vial y peatonal. El uso del suelo es predominantemente habitacional, con viviendas de uno a dos niveles, acompañadas de comercios locales y equipamiento urbano como escuelas, unidades deportivas y mercados. La colonia cuenta con infraestructura de servicios básica completamente instalada: redes de agua potable, energía eléctrica, drenaje sanitario, alumbrado público y recolección de residuos sólidos. Sin embargo, se observa un deterioro parcial en banquetas y vialidades, lo que representa una oportunidad para incorporar materiales reciclados y pavimentos permeables en futuras intervenciones sustentables.

4. Contexto ambiental

Desde la perspectiva ambiental, la colonia Moctezuma presenta escasa cobertura vegetal, limitada a árboles distribuidos de forma aislada en banquetas y pequeños espacios públicos. No se identifican áreas verdes formales o parques urbanos de gran escala, lo que repercute negativamente en la calidad del aire y la regulación térmica local. La calidad del aire se reporta como moderada a poco saludable en horarios de mayor tráfico vehicular, lo cual incrementa la necesidad de soluciones ambientales como techos verdes, muros vegetales, jardines de lluvia y sistemas de ventilación pasiva. La integración de vegetación funcional y sistemas de sombra contribuirá a reducir el efecto de isla de calor urbana y mejorar el confort térmico interior y exterior (42).

Conclusión

La lectura integrada de estos factores revela que la colonia Moctezuma ofrece un marco ideal para el desarrollo de una vivienda autosustentable, capaz de responder a los retos del cambio climático, la inflación energética y la escasez de recursos naturales. Este análisis sirve como base para fundamentar decisiones proyectuales enfocadas en la resiliencia, el bajo impacto ambiental y la mejora de la calidad de vida en contextos urbanos de clase media.

Estudio comparativo

Energía solar fotovoltaica

Casa Nonosi / Inverse Project

La Casa Nonosi, diseñada por el despacho Inverse Project, se ubica en San Antonio, Costa Rica, específicamente en las faldas de las montañas de Escazú, al oeste de la ciudad de San José. El proyecto, concluido en 2018, abarca una superficie construida de 300 m² y representa una propuesta arquitectónica enfocada en la sustentabilidad y la eficiencia energética. Los arquitectos responsables fueron Richard Hammond y Daniela Hammond, quienes también lideraron el equipo de diseño. La ingeniería estructural y de instalaciones estuvo a cargo de S3 Engineers y SMEP, mientras que la ejecución de la obra fue realizada por la Constructora Tapezco S.A.

La casa cuenta con diversas estrategias sustentables. Toda la iluminación empleada en el inmueble es tipo LED, lo que garantiza un consumo energético mínimo en iluminación artificial. Para el suministro de agua caliente, se instalaron paneles solares, eliminando así la dependencia de fuentes de energía convencionales. Una de las decisiones más relevantes en cuanto al confort térmico fue el diseño con ventilación cruzada, que permite una óptima circulación de aire fresco dentro de la vivienda. Gracias a esta estrategia pasiva, no fue necesario incluir sistemas de aire acondicionado.

Otro aspecto climático que favorece la eficiencia energética del proyecto es su altitud. La vivienda se encuentra a 1,377 metros sobre el nivel del mar, lo que, pese a su ubicación en una región tropical, proporciona un clima templado durante todo el año. Esto reduce la necesidad de sistemas de calefacción o enfriamiento. Solo durante las noches frías de diciembre se utiliza una chimenea para brindar calor.

En cuanto a los materiales y sistemas implementados, el proyecto incorporó productos de empresas como Hunter Douglas, Aluvitec y otros proveedores especializados en puertas exteriores, cubiertas metálicas, techos verdes, sistemas de agua caliente solar y ventanas de alto rendimiento. Esta combinación de elementos no solo contribuye al diseño contemporáneo y funcional de la casa, sino que también refuerza su compromiso con la arquitectura responsable y de bajo impacto ambiental. Casa Nonosi es un ejemplo exitoso de cómo la arquitectura residencial puede integrar diseño bioclimático, eficiencia energética y soluciones tecnológicas para ofrecer confort y sustentabilidad en armonía con su entorno natural (43).



Ilustración No. 11 <https://www.archdaily.mx/mx/952089/casa-nonosi-inverse-project>

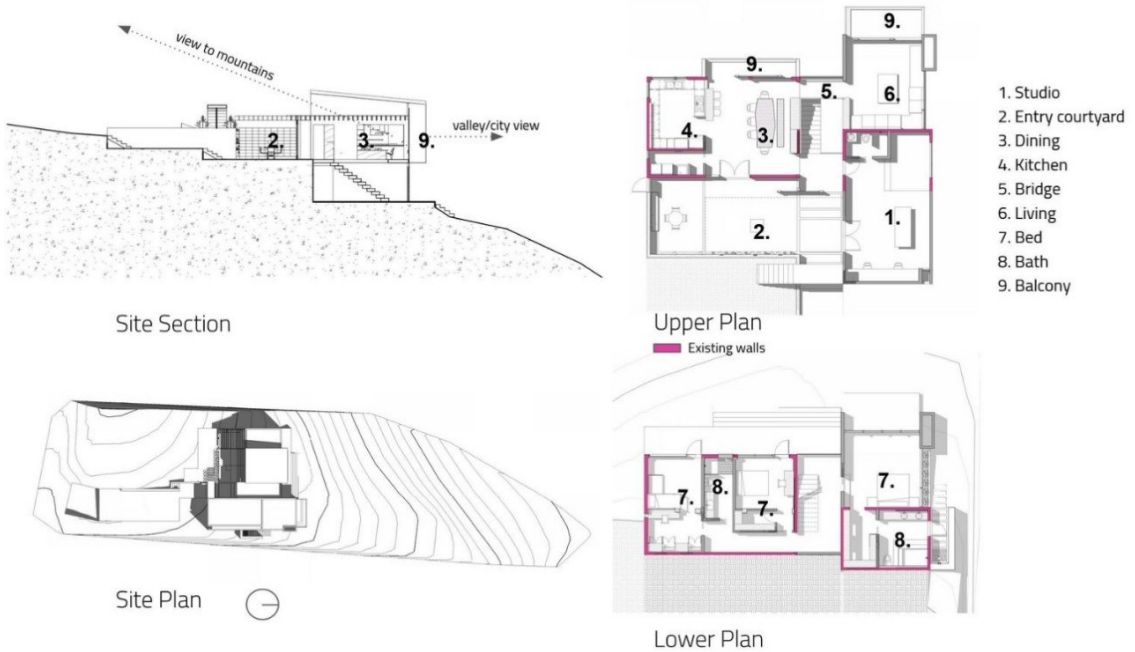


Ilustración No. 12 <https://www.archdaily.mx/mx/952089/casa-nonosi-inverse-project>

Generadores Eólicos

House 2.0 / FARO Architecten

A diferencia de otros proyectos, House 2.0, diseñada por FARO Architecten, es una vivienda de 230 m² situada en un entorno completamente urbano, en la ciudad de Ámsterdam. Aunque destaca por su propuesta arquitectónica, su principal característica radica en ser una edificación energéticamente neutra, con una reducción total del 100 % en emisiones de CO₂. Este proyecto demuestra que es posible lograr una vida sustentable incluso en zonas densamente pobladas. Esta reducción se consigue al convertir la casa en una vivienda pasiva, utilizando un sistema de aislamiento altamente eficiente con un valor Rc = 10, ventanas de triple acristalamiento, sellado completamente hermético, y sistemas de intercambio de calor. La electricidad necesaria para su funcionamiento se produce mediante la combinación de paneles solares y una turbina eólica integrada en la cubierta del edificio (44).

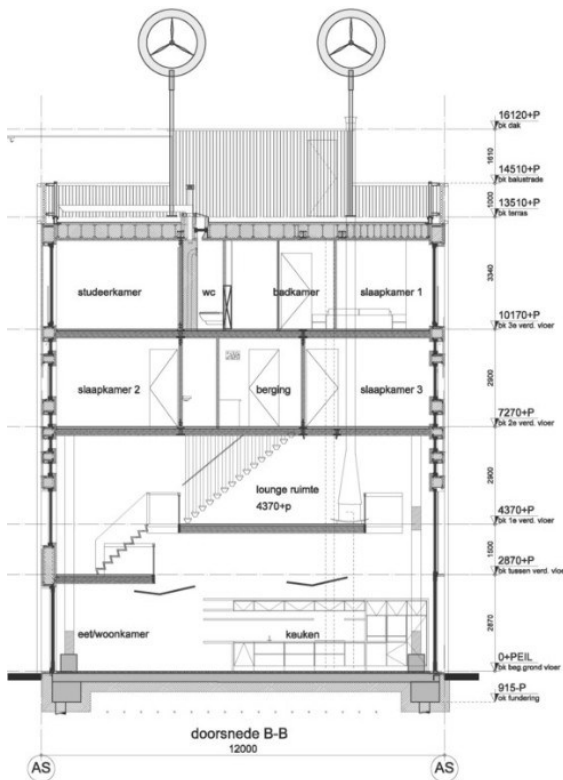


Ilustración No. 13
<https://www.archdaily.mx/mx/956099/8-ejemplos-de-arquitectura-energizada-por-el-viento>

Ilustración No.14
<https://www.archdaily.mx/mx/956099/8-ejemplos-de-arquitectura-energizada-por-el-viento>

Captación de Agua Yantaló Volunteer House

La Yantaló Volunteer House es un prototipo de vivienda sostenible desarrollado por la ONG peruana *Yantaló Peru Foundation*. Está ubicada en la región de San Martín, en plena selva amazónica del Perú, y fue concebida como centro de hospedaje para voluntarios que colaboran con la Clínica Internacional Yantaló. Esta propuesta arquitectónica representa un modelo replicable de vivienda comunitaria centrada en la recolección de agua pluvial como respuesta directa a la escasez de agua tras el agotamiento del suministro municipal.

Entre sus características principales destaca una cubierta tipo “mariposa”, diseñada específicamente para captar el abundante volumen de lluvia de la zona, que alcanza un promedio anual de aproximadamente 1,397 mm. Esta cubierta cumple una doble función: actúa como superficie captadora de agua de lluvia y, al mismo tiempo, proporciona sombra adicional que ayuda a reducir la temperatura en el interior de la vivienda mediante ventilación natural pasiva. Este sistema permite recolectar alrededor de 7,500 litros mensuales de agua, contribuyendo significativamente a mejorar el acceso al recurso hídrico en un entorno con déficit recurrente.

El proyecto fue diseñado como un “kit adaptable”, lo que significa que su sistema de cubierta puede incorporarse a viviendas ya existentes. Este enfoque modular y versátil busca fomentar la implementación de soluciones autosustentables en otras edificaciones locales. Además, se emplearon materiales locales como madera y concreto artesanal, y se utilizó mano de obra comunitaria, lo que no solo redujo los costos de construcción, sino que también fortaleció la economía de la comunidad.

La vivienda tendrá capacidad para albergar hasta 15 personas, y se plantea como un ejemplo de empoderamiento comunitario. A través de su diseño, el proyecto promueve la sostenibilidad, el aprovechamiento eficiente del entorno climático y la replicabilidad en otras zonas con necesidades similares, sirviendo como referencia para futuras iniciativas de vivienda sostenible en regiones con alta pluviosidad y limitada infraestructura hídrica (45).

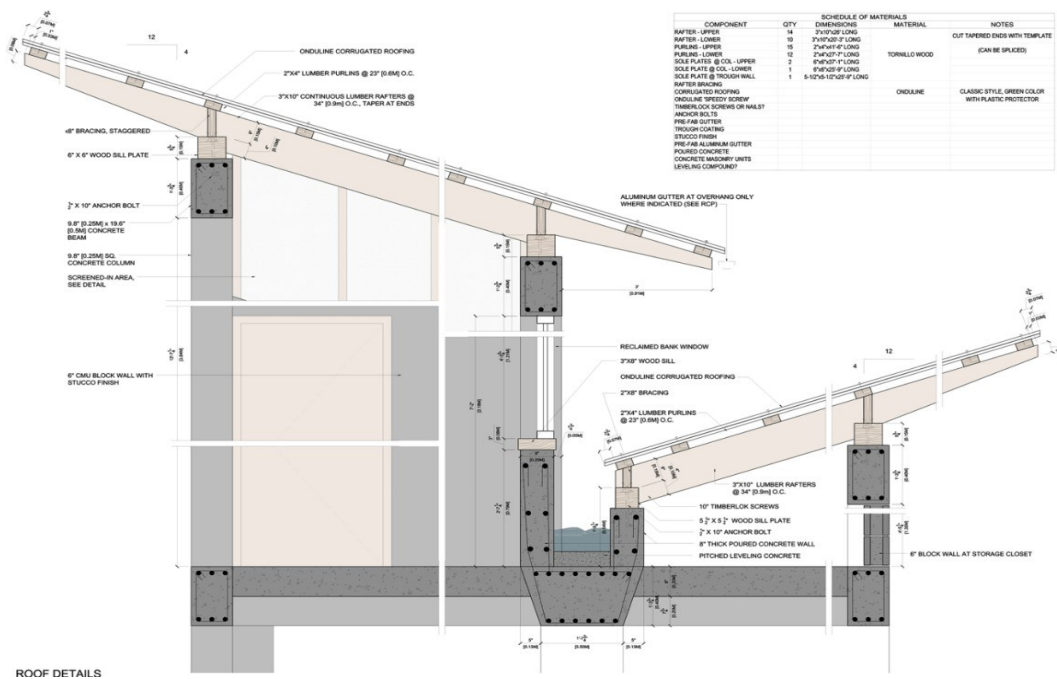


Ilustración No. 15 <https://www.archdaily.mx/mx/02-367459/peru-ong-construye-prototipo-de-vivienda-sostenible-centrado-en-la-recoleccion-de-las-aguas-lluvia/5388d82bc07a803df4000019-peru-ong-construye-prototipo-de-vivienda-sostenible-centrado-en-la-recoleccion-de-las-aguas-lluvia-imagen>



Ilustración No.16 <https://www.archdaily.mx/mx/02-367459/peru-ong-construye-prototipo-de-vivienda-sostenible-centrado-en-la-recoleccion-de-las-aguas-lluvia/5388d82bc07a803df4000019-peru-ong-construye-prototipo-de-vivienda-sostenible-centrado-en-la-recoleccion-de-las-aguas-lluvia-imagen>

Propuesta

Justificación

Impacto Ambiental Positivo

La propuesta de vivienda autosustentable en la colonia Moctezuma busca reducir el impacto ambiental mediante estrategias sustentables. El uso de paneles solares y generadores eólicos disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero, mientras que la captación de agua pluvial reduce la presión sobre los recursos hídricos locales. La vegetación integrada mejora el microclima urbano, combate la isla de calor y favorece la biodiversidad. Además, se contempla el uso de materiales ecológicos y sistemas de compostaje doméstico, lo que disminuye la generación de residuos. Finalmente, su carácter replicable promueve una cultura ambiental responsable entre familias de clase media urbana.

Justificación Social

En México y particularmente en zonas urbanas como la ciudad de Puebla concretamente para este proyecto la colonia Moctezuma en la dirección, Segunda Privada de la 44 Ote. 4207, Moctezuma, 72260 Heroica Puebla de Zaragoza, Pue; el acceso a una vivienda digna, funcional y sustentable representa un desafío creciente para la clase media. A pesar de que este sector concentra una parte importante de la población económicamente activa, muchas familias carecen de los recursos suficientes para adoptar soluciones ecológicas o autosuficientes.

La vivienda convencional en zonas urbanas ha sido diseñada, históricamente, bajo criterios económicos y de mercado, dejando de lado aspectos clave como la eficiencia energética, la captación de agua pluvial, la producción alimentaria urbana o el confort ambiental. Esta situación genera una fuerte dependencia de servicios públicos costosos y poco sostenibles, lo cual expone a las familias a vulnerabilidades en tiempos de crisis económica, climática o de infraestructura.

Frente a este contexto, la presente tesis propone el diseño de una vivienda autosustentable, adaptado a las condiciones urbanas y económicas de la clase media poblana. Este modelo busca no solo garantizar el derecho a una vivienda digna, sino también facilitar una transición hacia estilos de vida sustentables, resilientes y económicamente accesibles, con una significativa reducción en el consumo de recursos y costos de vida.

De acuerdo con datos del INEGI (2020), más del 50% de la población urbana en Puebla pertenece a los estratos socioeconómicos medio-bajo y medio, lo que evidencia un alto potencial de aplicación del modelo propuesto. Además, el incremento sostenido en los precios de servicios básicos como la electricidad, el agua potable o el gas LP obliga a replantear los esquemas tradicionales de vivienda, y a priorizar soluciones que brinden mayor autonomía y eficiencia.

Propuesta arquitectónica

Esta tesis plantea el diseño de una “Propuesta de vivienda autosustentable en: materiales, energías renovables y alimentación básica, para la clase media en Puebla. Caso: ciudad de Puebla, col. Moctezuma”, enfocado en familias de clase media que habitan en zonas consolidadas de la ciudad, específicamente en un terreno de 100 m² dentro de la colonia Moctezuma. La vivienda incorpora tecnologías limpias y estrategias pasivas: paneles solares, generadores eólicos, sistemas de captación y reutilización de agua pluvial, ventilación natural, aislantes térmicos, para disminuir significativamente la dependencia de servicios públicos tradicionales y reducir la huella ambiental.

Además, el diseño considera las condiciones específicas del clima templado subhúmedo de Puebla, la topografía suave del terreno, y el contexto urbano consolidado, con el objetivo de crear una vivienda eficiente y de bajo costo operativo. Esta iniciativa busca no solo resolver necesidades habitacionales, aprovechamiento de recursos naturales y renovables, sino también generar una transformación sostenible del entorno urbano.

Selección del terreno

La elección del predio es una etapa fundamental para garantizar la viabilidad del proyecto de vivienda autosustentable propuesto. En este caso, el terreno seleccionado se ubica en la colonia Moctezuma, en la siguiente dirección: Segunda Privada de la 44 Oriente No. 4207, Moctezuma, C.P. 72260, Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla. Esta localización fue determinada a partir de un análisis urbano, ambiental y de accesibilidad, cumpliendo con los requerimientos establecidos durante la etapa de investigación previa.

El terreno se encuentra dentro de una zona urbana consolidada, con acceso directo a vialidades primarias y secundarias, lo cual facilita tanto la movilidad como la conexión con otros nodos urbanos importantes. Colinda con la zona de Los Fuertes, uno de los parques emblemáticos de la ciudad, y se encuentra

próximo a la Calzada Ignacio Zaragoza y al Boulevard 5 de Mayo, dos corredores estratégicos de Puebla en términos de conectividad y flujo vehicular.

En términos de infraestructura urbana, la colonia cuenta con calles pavimentadas, banquetas consolidadas y acceso a servicios básicos como agua potable, red eléctrica, drenaje, alumbrado público y recolección de residuos. Este aspecto es crucial, ya que permite integrar soluciones sustentables sin depender completamente de sistemas externos o sin la necesidad de obras mayores de adecuación.

Respecto al entorno ambiental, se identifica una escasa presencia de vegetación tanto dentro como fuera del terreno. Predominan superficies duras y edificaciones, aunque es posible observar algunos árboles de pequeño y mediano tamaño en las salidas de viviendas particulares. Esta condición respalda la necesidad de integrar áreas verdes dentro del proyecto arquitectónico, tanto para mejorar el microclima como para mitigar el efecto de isla de calor urbana que caracteriza a muchas colonias centrales de la ciudad.

Finalmente, la topografía del terreno es plana, lo cual reduce costos de nivelación y facilita la implementación de tecnologías como la captación de agua pluvial y la instalación de sistemas fotovoltaicos y aerogeneradores. Por su ubicación, características físicas y contexto urbano, este predio ofrece condiciones favorables para el desarrollo de una vivienda sustentable y funcional, acorde a las necesidades de las familias de clase media urbana en Puebla.



ilustración

No.17

https://www.google.com.mx/maps/place/19%C2%B003'38.4%22N+98%C2%B011'16.1%22W/@19.0606144,-98.1879282,3a,75y,88.23h,90t/data=!3m1!1e1!1sKmfTuo3Z4xw55i3rzdZugl2e0l6shhttps:%2F%2Fstreetviewpixels-pa.googleapis.com%2Fv1%2Fthumbnail%3Fcb_client%3Dmaps_sv.tactile%26w%3D900%26h%3D600%26pitch%3D0%26panoid%3DKmTuo3Z4xw55i3rzdZug%26yaw%3D88.22830280244763171163841819214m413m318m213d19.060666714d-98.187805615m11e4?hl=es&entry=ttu&_ep=EgoyMDI1MDcyMC4wKXMDSoASAFQAw%3D%3D

Memoria de criterio estructural y cimentación

Sistema constructivo de cimentación y mampostería para el desarrollo del proyecto de vivienda autosustentable urbana, se propone el sistema de cimentación seleccionado es zapata corrida con muros de mampostería, debido a su viabilidad técnica, económica y adaptabilidad al contexto urbano de la ciudad de Puebla. Este sistema es ampliamente utilizado en edificaciones de baja y media altura, y ofrece un equilibrio adecuado entre resistencia estructural, facilidad constructiva y bajo impacto ambiental.

Tipo de cimentación: Zapata corrida

La cimentación se propone resolver mediante zapata corrida de concreto armado, ubicada bajo los muros de carga de toda la edificación. Este tipo de cimentación es adecuada para terrenos con resistencia media, como los que comúnmente se encuentran en zonas consolidadas de Puebla. La vivienda está diseñada para dos niveles más azotea técnica, por lo que las cargas estructurales son moderadas y bien distribuidas.

Se proponen Dimensiones promedio, de ancho entre 40 y 60 cm, con profundidad entre 60 y 80 cm, de acuerdo con las cargas que reciba cada sección. Los Materiales propuestos son concreto armado con $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, varilla de acero grado 42 ($f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$) como refuerzo longitudinal y transversal.

La Recomendación técnica: Se sugiere realizar un estudio de mecánica de suelos previo a la construcción, para confirmar la capacidad portante del terreno y ajustar dimensiones específicas.

Los Muros de carga propuestos son de Mampostería de tabique rojo recocido, un material ampliamente disponible en la región y con buen comportamiento térmico, acústico y estructural, el espesor estándar de 14 cm (media tabla) para muros divisorios interiores, y 28 cm (tabique a soga) en muros perimetrales o estructurales, la unión de mortero cemento-cal-arena en proporción 1:1:6, que garantiza buena adherencia y resistencia a esfuerzos de compresión y corte. Refuerzos verticales y horizontales propuestos para el proyecto, se integran castillos y cadenas de cerramiento de concreto armado en puntos estratégicos para mejorar la rigidez y resistencia sísmica de la estructura.

Consideraciones específicas para el proyecto:

El diseño arquitectónico considera espacios como un cuarto de máquinas (1.88 x 1.44 m) para alojar el sistema energético del hogar (baterías solares, reguladores y conexiones), un tanque subterráneo de captación pluvial en el patio interior y diversas áreas con muros verdes e infraestructura para hidroponía, por lo que la cimentación debe prever los esfuerzos verticales y posibles sobrecargas en esas zonas.

Se contempla además la correcta impermeabilización de las cimentaciones y elementos que estarán en contacto con el terreno húmedo, particularmente en el área del tanque pluvial, para evitar filtraciones y garantizar la durabilidad del sistema constructivo.

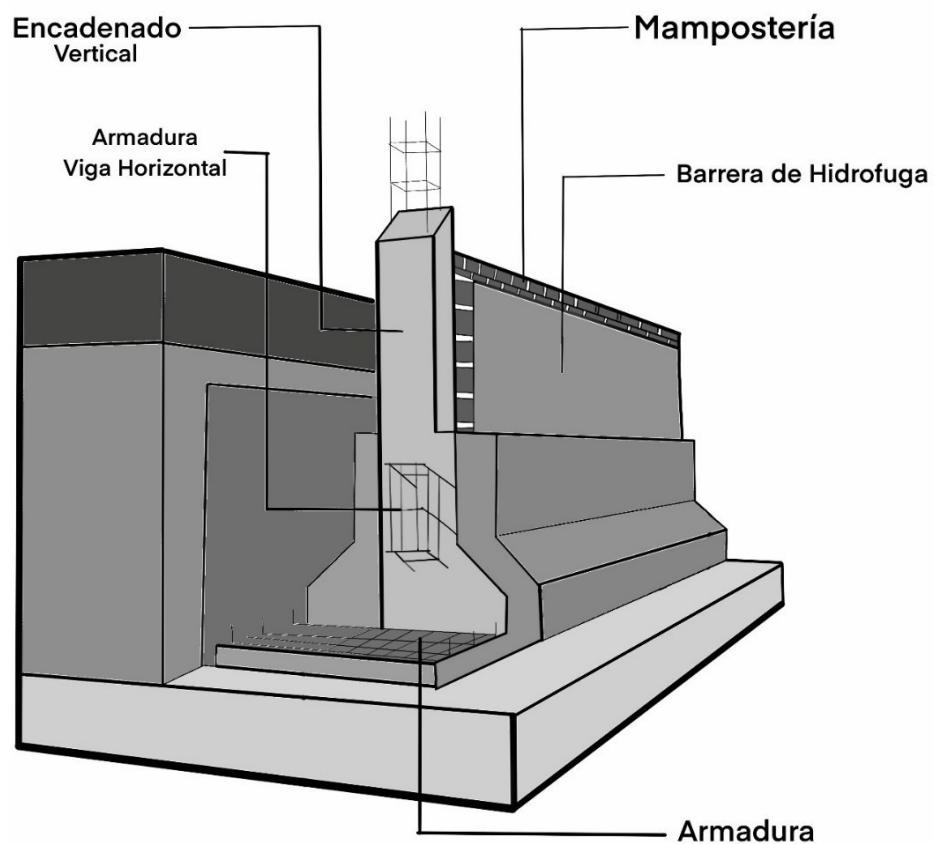


ilustración No.18

Memoria descriptiva

Desarrollo de la Propuesta Arquitectónica

El presente proyecto se plantea en un terreno urbano de 100 m², ubicado en la colonia Moctezuma, Segunda Privada de la 44 Oriente No. 4207, Moctezuma, C.P. 72260, Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla. (19°03'38.4"N 98°11'16.1"W en la ciudad de Puebla. La propuesta arquitectónica busca optimizar el espacio disponible a través de un diseño funcional, compacto y autosustentable, que integre soluciones ecológicas como captación de agua pluvial, producción de alimentos mediante sistemas hidropónicos y generación de energía a través de fuentes renovables, todo ello sin perder de vista el confort habitacional.

Planta Baja

La planta baja está diseñada para albergar los espacios de uso común, así como los sistemas técnicos que garantizan la autosuficiencia:

- Cochera: 6.00 m x 2.88 m. Espacio para un vehículo con acceso directo a la vivienda.
- Patio frontal: 3.76 m x 6.00 m. Área destinada a la instalación de muros verdes y sistemas hidropónicos verticales y horizontales, con doble función estética y productiva.
- Medio baño: 1.70 m x 2.88 m. De uso general para visitas y planta baja.
- Sala: 2.66 m x 2.10 m. Área de estar compacta con iluminación y ventilación natural.
- Escaleras: 2.40 m x 2.88 m. Acceso a planta alta, integradas al diseño interior para aprovechar el espacio.
- Patio interior: 4.00 m x 1.88 m. Espacio clave para hidroponía vertical, muros verdes y almacenamiento subterráneo de agua pluvial mediante tanque recolector.
- Cocina: 3.90 m x 4.75 m. Con área de preparación, comedor y almacenamiento, conectada visual y funcionalmente al patio.
- Cuarto de máquinas: 1.88 m x 1.44 m. Espacio técnico para las baterías de almacenamiento energético provenientes de paneles solares y turbinas eólicas.

Planta Alta

La planta alta contiene las áreas privadas, todas diseñadas con ventilación cruzada y orientación óptima para el confort térmico:

- Recámara principal: 4.75 m x 2.00 m.
- Baño completo con vestidor: 4.74 x 1.44
- Cuarto de lavado: 1.88 m x 1.44 m.
- Recámara 1: 2.72 m x 2.00 m.
- Baño compartido: 1.88 m x 1.70 m.
- Recámara 2: 3.00 m x 3.21 m.
- Baño-vestidor individual: 3.21 m x 1.45 m.
- Balcón: 2.42 m x 4.45 m, diseñado con sistemas de hidroponía horizontal como complemento productivo y de aislamiento térmico.

Todos los baños están conectados al sistema de captación pluvial, de modo que el agua de lluvia se utiliza en los WC para descargas, reduciendo el consumo de agua potable.

Azotea Técnica

La azotea, con un área aproximada de 47 m², es utilizada como superficie técnica y de soporte para los sistemas sustentables:

- Paneles solares fotovoltaicos.
- Generadores eólicos.
- Sistema de recolección de agua de lluvia canalizada a un tanque elevado y a los tanques de almacenamiento subterráneo.
- Infraestructura para riego automatizado de áreas hidropónicas, utilizando agua de lluvia filtrada.
- Tanque de agua potable
- Tanque de agua pluvial

Resumen de Sustentabilidad

- Energía: Autosuficiencia a través de paneles solares y turbinas eólicas.
- Agua: Captación y almacenamiento pluvial para WC, riego e incluso consumo con filtrado.
- Alimentación: Producción vegetal mediante hidroponía vertical y horizontal en patios y balcones.
- Aislamiento térmico y confort: Muros verdes, vegetación integrada y ventilación cruzada natural.

Espacio	Dimensiones (m)	Área (m²)
Cochera	6.00 x 2.88	17.28
Patio frontal (hidroponía/muros)	3.76 x 6.00	22.56
Medio baño	1.70 x 2.88	4.90
Sala	2.66 x 2.10	5.59
Escaleras internas	2.40 x 2.88	6.91
Patio interior (tanque/hidroponía)	4.00 x 1.88	7.52
Cocina	3.90 x 4.75	18.53
Cuarto de máquinas	1.88 x 1.44	2.71
Recámara principal	4.75 x 2.00	9.50
Baño c/vestidor (principal)	4.75 x 1.50	10.50
Recámara 1	2.72 x 2.00	5.44
Baño 1 (común)	1.88 x 1.70	3.20
Recámara 2	3.00 x 3.21	9.63
Baño vestidor rec. 2	3.21 x 1.45	4.65
Balcón (hidroponía horizontal)	2.42 x 4.45	10.76
Azotea técnica	—	47.00

Ilustración No. 19

Totales Aproximados

- Planta baja (sin contar patios): ~56.92 m²
- Planta alta (sin balcón): ~38.92 m²
- Patios (frontal e interior): ~30.08 m²
- Azotea: 47.00 m²
- Superficie construida total aproximada: ~142.92 m²

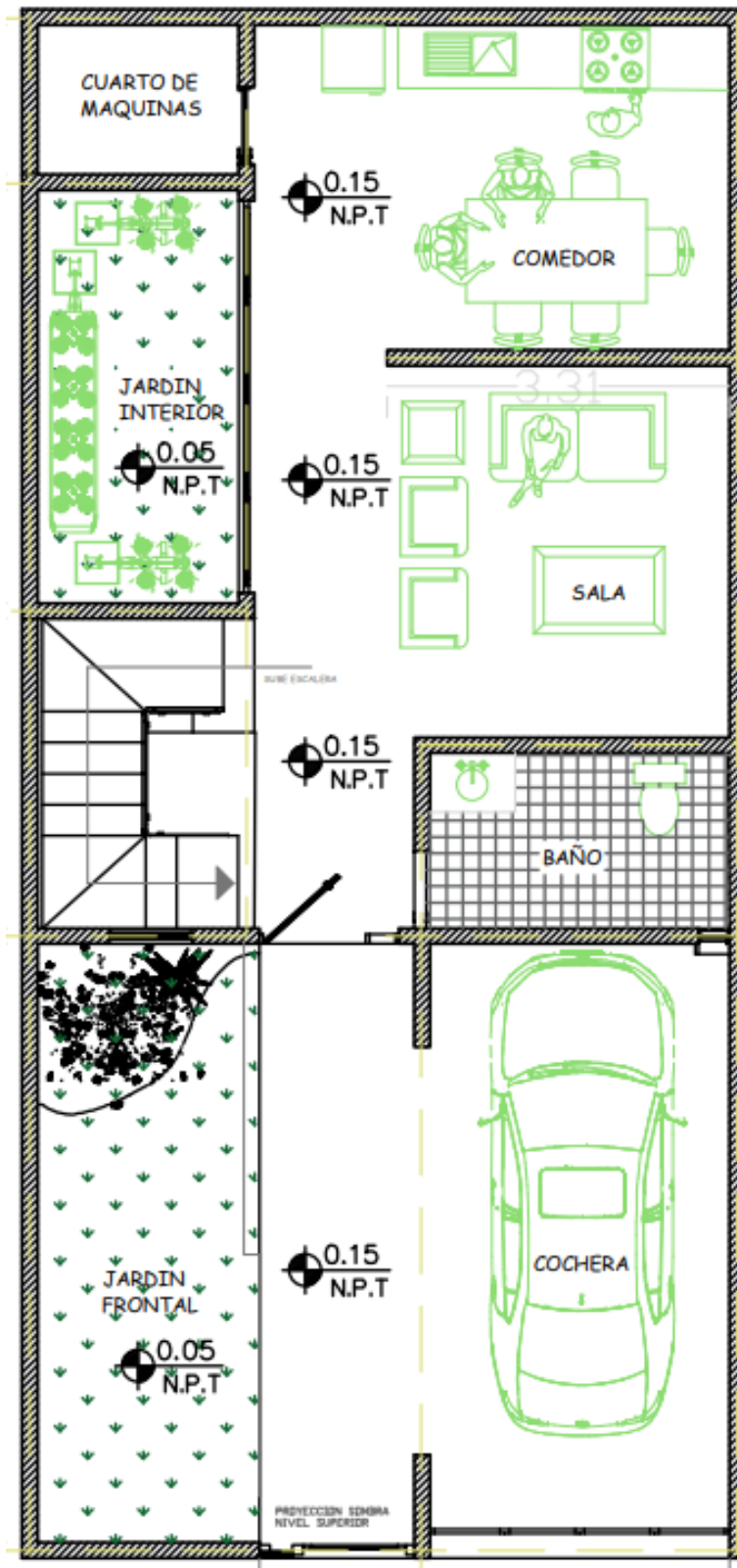


Ilustración No. 20

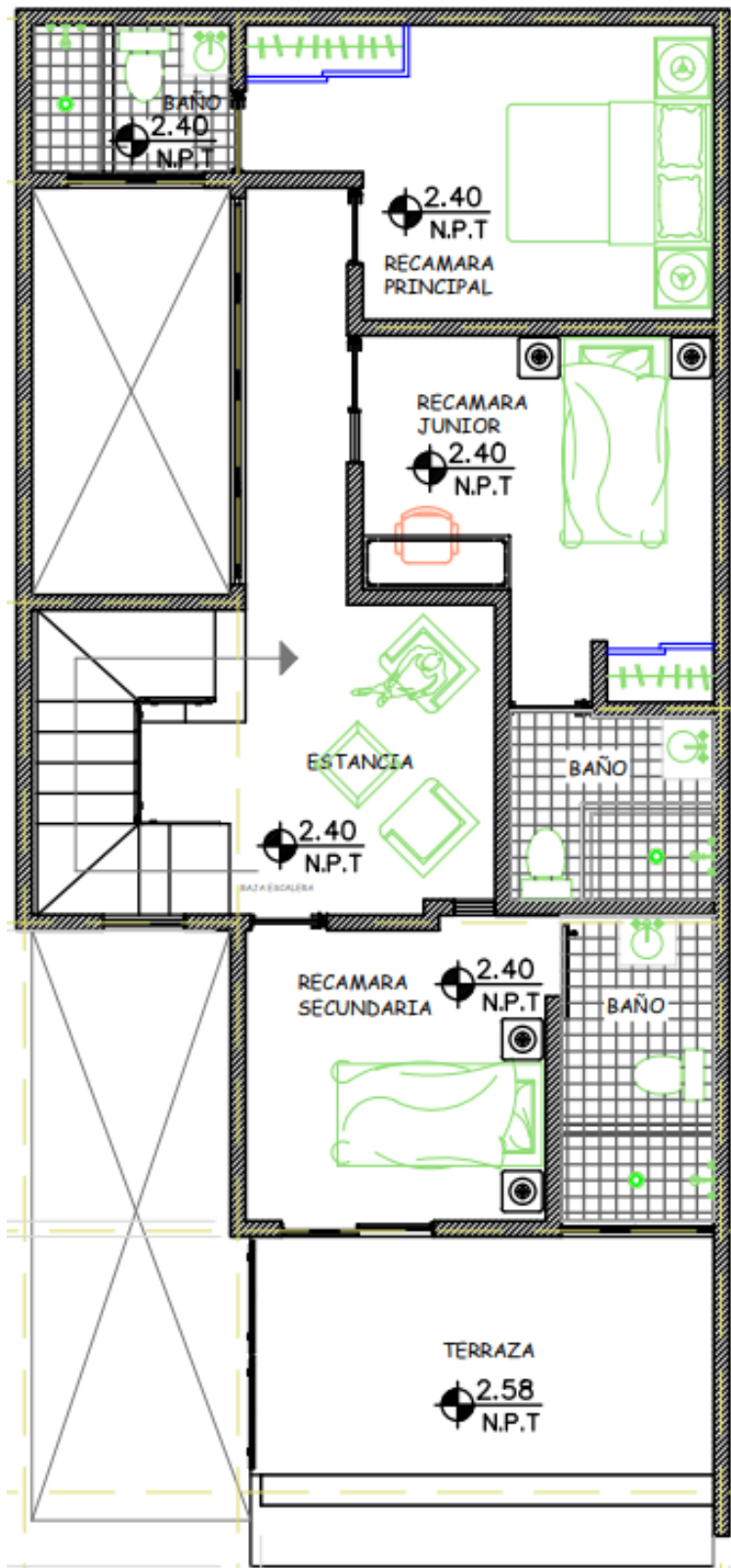


Ilustración No. 21

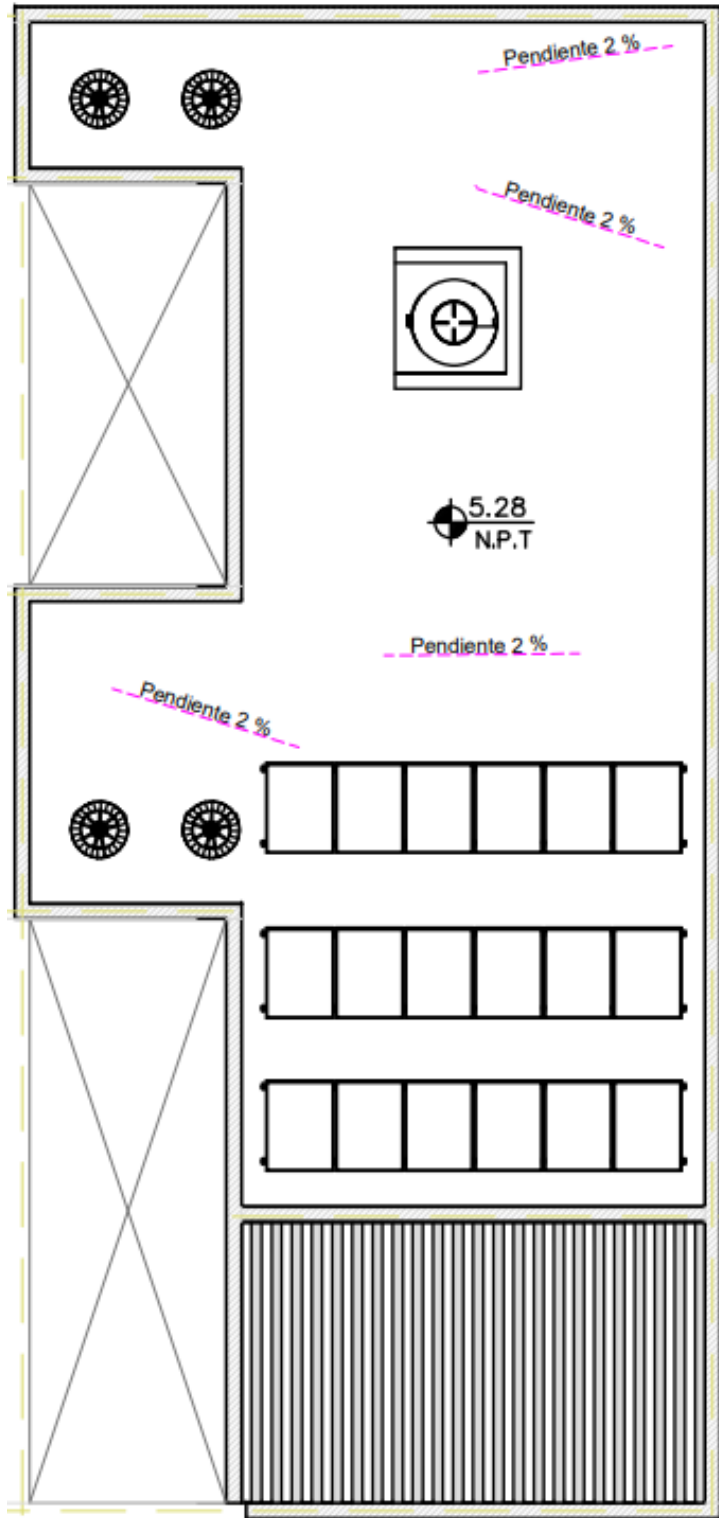


Ilustración No. 22

Sistemas energéticos y de abastecimiento

Sistemas energéticos sustentables

Como parte fundamental del enfoque sustentable de la propuesta arquitectónica, se integran sistemas de generación de energía limpia a través de paneles solares fotovoltaicos y micro generadores eólicos (tipo vertical). Esta solución responde a la necesidad de independencia energética, reducción del consumo de fuentes no renovables y disminución del impacto ambiental del hogar.

1. Generación solar fotovoltaica

Ubicación Azotea de 47 m², la Cantidad estimada de paneles solares va de 8 a 10 paneles de 450W c/u (potencia total: entre 3.6 kW y 4.5 kW) el Espacio requerido por panel es aproximado a 2 m² por panel, la Producción estimada mensual es de entre 500 y 750 kWh, dependiendo de la radiación solar promedio en Puebla (~5.2 kWh/m²/día). El Inversor híbrido es el elemento propuesto con posibilidad de conexión a baterías y a red CFE (opcional) y las Baterías de almacenamiento estarían ubicadas en el cuarto de máquinas (1.88 × 1.44 m), se propone usar baterías de litio o AGM, con capacidad aproximada de 5-10 kWh, dependiendo del consumo estimado. Las Ventajas serían Energía renovable constante durante todo el año de fácil mantenimiento la cual reducirá las facturas eléctricas y la posibilidad de vender excedentes a la CFE (Net Metering).

2. Generación eólica (aerogeneradores verticales)

Su Ubicación se encuentra en la Azotea junto a los paneles, con separación mínima de 2.5 m entre equipos. Los Tipos de aerogenerador propuestos serían de eje vertical tipo Savonius o Darrieus, apto para velocidades de viento urbano, la Cantidad propuesta es de 2 a 3 aerogeneradores compactos (~500W c/u), su Altura promedio del equipo sería de 1.5 a 2.2 m, la Velocidad de viento requerida sería a partir de 3-5 m/s, su Producción estimada mensual sería entre 60 y 120 kWh adicionales.

Las ventajas serían el funcionamiento nocturno o en días nublados (complementario al sistema solar), el Aprovechamiento del viento canalizado por la topografía urbana cercana (zona abierta y colindante a vialidades) y su bajo nivel de ruido y mantenimiento.

3. Almacenamiento y distribución energética

Toda la energía generada sería almacenada en el cuarto de máquinas, con sistemas de monitoreo para controlar el flujo entre paneles, aerogeneradores, baterías y consumo interno, se tendría que priorizar el uso de energía solar en horas pico, se puede activar respaldo por baterías cuando no haya producción suficiente y es posible la conexión al sistema eléctrico convencional en caso de emergencia.

4. Aplicaciones dentro del proyecto

La energía producida abastecería:

- Iluminación LED en toda la vivienda.
- Refrigerador, lavadora, microondas y electrodomésticos de bajo consumo.
- Bombas para riego automatizado del sistema hidropónico.
- Sistema de captación y filtrado de agua pluvial.
- Climatización pasiva apoyada con ventiladores eficientes.
- Carga de dispositivos electrónicos o incluso de un vehículo eléctrico a futuro.

La sinergia entre sistemas solares y eólicos propuestos garantiza un suministro constante de energía limpia, incluso en condiciones variables de clima.

Sistema de captación y aprovechamiento de agua pluvial

Una parte fundamental de la propuesta arquitectónica es la implementación de un sistema integral de captación, almacenamiento y reutilización de agua pluvial. El sistema propuesto está diseñado para maximizar el aprovechamiento del recurso hídrico natural con fines domésticos y agrícolas (hidroponía), disminuyendo el consumo de agua potable proveniente de la red pública.

La superficie de recolección de agua pluvial se realiza principalmente desde la azotea y los dos patios (frontal e interior), cuyas superficies sumadas equivalen a una importante área de captación.

Área de captación	Dimensiones (m)	Superficie (m²)
Azotea	7.5 × 6.3	47.25 m ²
Patio frontal	3.76 × 6	22.56 m ²
Patio interior	4 × 1.88	7.52 m ²
Total área útil	—	77.33 m²

Ilustración No. 22

Precipitación promedio anual

Según datos de CONAGUA y SMN, la precipitación media anual en la ciudad de Puebla es de aproximadamente 850 mm (0.85 m), concentrada principalmente entre mayo y octubre (46).

Cálculo del volumen anual recolectable

El volumen anual potencial de captación se estima con la siguiente fórmula:

Volumen = Área de captación × Precipitación × Coeficiente de escurrimiento (donde el coeficiente de escurrimiento para azoteas de concreto y patios pavimentados es de ≈ 0.85).

Volumen = $77.33 \text{ m}^2 \times 0.85 \text{ m} \times 0.85 \approx 55.88 \text{ m}^3$ anuales
 Volumen mensual promedio: $\approx 4.65 \text{ m}^3$ (4,650 litros)

Este volumen permite cubrir distintas necesidades domésticas, especialmente en temporada de lluvias.

Elementos del sistema de captación

1. Canaletas y bajantes: Se integran en los bordes de la azotea y patios para conducir el agua hacia los sistemas de filtrado.
2. Filtro de primera lluvia: Elimina sólidos y sedimentos del primer escurrimiento, protegiendo el sistema de almacenamiento.
3. Tanque subterráneo de almacenamiento:

- Ubicado en el patio interior, con capacidad estimada de 5,000 a 6,000 litros, Altura 1.77 m. y Diámetro 2.20 m.
 - Tapa hermética y sistema de rebose.
4. Sistema de bombeo: Permite distribuir el agua captada hacia los siguientes usos:
- Descarga de WC en los tres baños.
 - Sistema de riego por goteo y aspersión para hidroponía vertical y horizontal en patios y balcón.
 - Uso general de limpieza (exterior, herramientas, etc.).
5. Red de distribución secundaria: Conductos internos para llevar el agua tratada a sanitarios y áreas de cultivo, diferenciada de la red de agua potable.

Tiene beneficios ambientales y funcionales en la reducción del consumo de agua potable hasta en un 40%, especialmente en sanitarios y riego, disminución de la escorrentía superficial, lo que contribuye a mitigar inundaciones urbanas, promoción de una cultura de aprovechamiento de recursos naturales y Fortalecimiento de la autosuficiencia del prototipo habitacional.

En conclusión el sistema de captación pluvial propuesto no solo se adapta perfectamente al diseño arquitectónico de la vivienda, sino que también representa un paso importante hacia la sustentabilidad urbana. Al combinar eficiencia espacial con infraestructura hídrica autosuficiente.

Sistema de cultivo hidropónico y muros verdes

En congruencia con los principios de sustentabilidad del proyecto, se propone incorporar un sistema mixto de cultivo hidropónico vertical y horizontal, así como muros verdes en áreas estratégicas del diseño arquitectónico. Estos sistemas no solo aportan valor ecológico y estético, sino que también generan alimentos frescos, mejoran la calidad del aire y actúan como aislantes térmicos naturales.

Ubicación y aprovechamiento del espacio

Espacio arquitectónico	Tipo de sistema	Superficie aproximada	Función principal
Patio frontal (3.76 × 6 m)	Hidroponía vertical y muros verdes	22.56 m ²	Producción de hortalizas, fachada verde viva
Patio interior (4 × 1.88 m)	Hidroponía vertical + tanque subterráneo	7.52 m ²	Cultivo comestible, control microclimático
Balcón (2.42 × 4.45 m)	Hidroponía horizontal	10.76 m ²	Cultivo de hortalizas de hoja y aromáticas
Muros interiores seleccionados	Muros verdes (interior)	Variable	Aislamiento térmico y purificación del aire

Ilustración No.23

Características del sistema hidropónico

El sistema hidropónico se basa en el cultivo sin suelo, utilizando soluciones nutritivas disueltas en agua. Para este proyecto se propone emplear tres variantes:

Hidroponía vertical:

Utiliza tubos de PVC o estructuras modulares con vasos o macetas dispuestas verticalmente, lo ideal para hortalizas de hoja como lechuga, espinaca, acelga, albahaca y cilantro, se integra en muros del patio frontal, patio interior y muros del balcón.

Hidroponía horizontal:

Tipo NFT (Nutrient Film Technique), Instalado en el balcón, con canales horizontales ligeramente inclinados por donde fluye la solución nutritiva, lo cual Permite cultivar tomate cherry, pimientos pequeños, fresas, etc.

Sistema de riego automatizado con agua pluvial propuesto usa el agua recolectada desde azotea y patios, alimenta un tanque subterráneo desde el cual se bombea a los cultivos y se incluye un sistema de filtrado simple (grava + carbón + tela) y programadores de riego para eficiencia hídrica.

Muros verdes:

Los Muros verdes se componen de estructuras metálicas o de madera tratada en las que se fijan sustratos y plantas de bajo mantenimiento. Se propone colocar en fachada del patio frontal (función estética y térmica), Muros interiores en doble altura o zonas de tránsito (absorción de CO₂ y polvo) y Muros de contención del patio interior (en conjunto con hidroponía vertical).

Tiene Beneficios ambientales y sociales como producción autosuficiente de alimentos que permite a una familia cultivar verduras de consumo diario.

El aislamiento térmico reduce la temperatura interior en verano y conserva calor en invierno al igual ayuda a la reducción de la huella hídrica y de carbono ya que no se utiliza suelo ni agroquímicos.

Bienestar emocional y visual, estudios demuestran que el contacto con vegetación mejora el estado de ánimo. Por último, la educación ambiental, es un espacio didáctico para niños, jóvenes y adultos sobre agricultura urbana.

La integración de sistemas hidropónicos y muros verdes transforma a esta vivienda en un ecosistema productivo, eficiente y resiliente. Esta propuesta refuerza el concepto de sustentabilidad en contextos urbanos, especialmente para la clase media que busca mejorar su calidad de vida sin sacrificar el entorno.

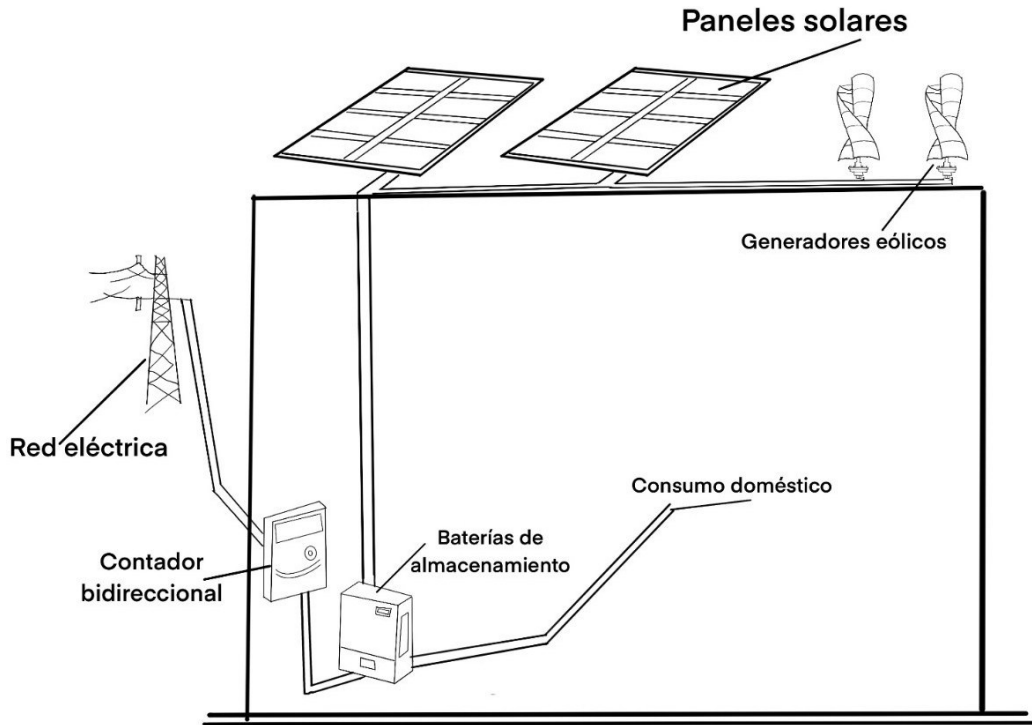
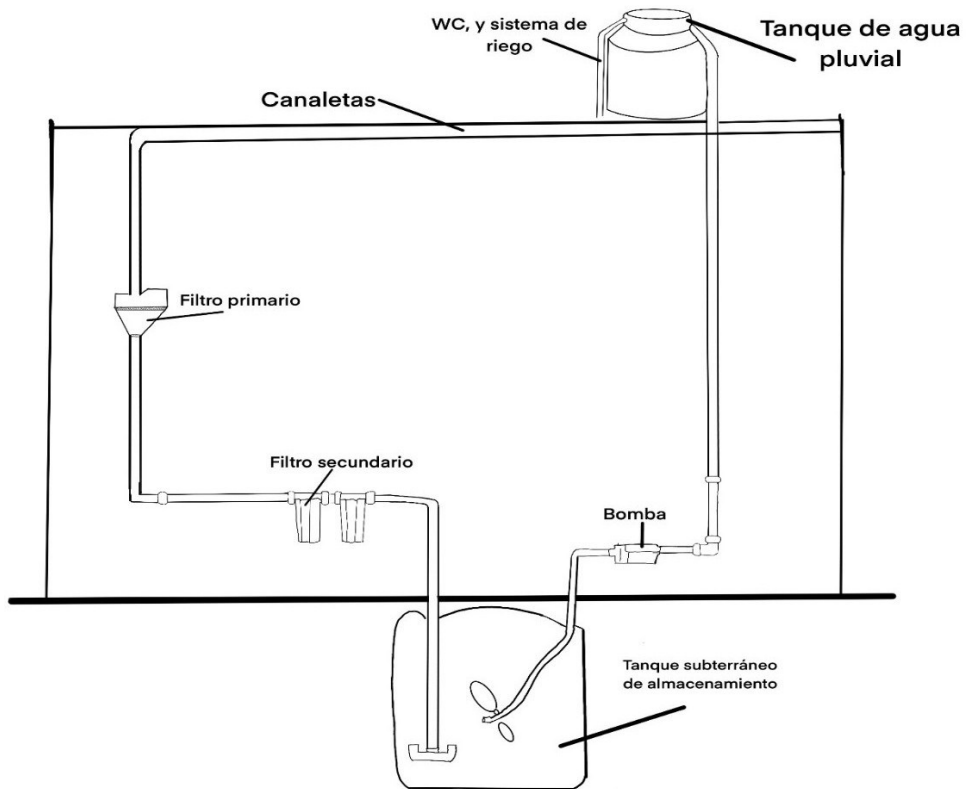


Ilustración No. 24



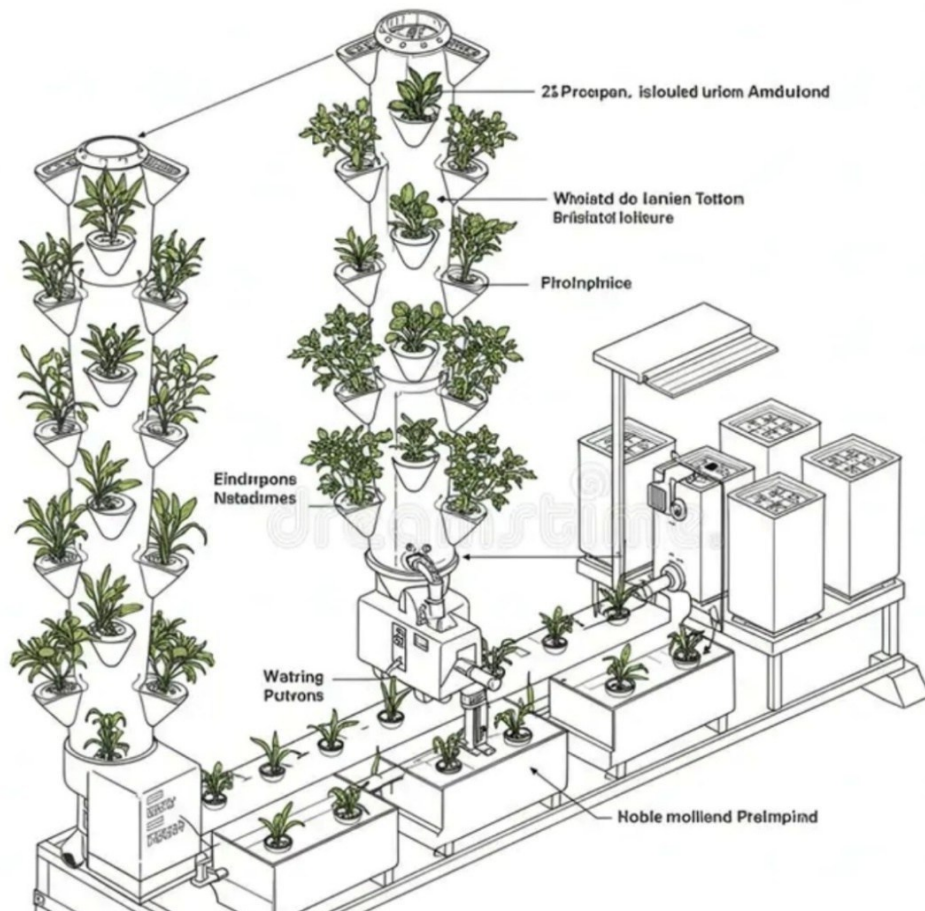


Ilustración No.26

Presupuesto

Con base en toda la información proporcionada sobre la propuesta de proyecto de vivienda autosustentable para clase media en un terreno de 100 m² ubicado en la colonia Moctezuma, Puebla, y considerando los sistemas integrados (paneles solares, recolección de agua pluvial, hidroponía, muros verdes, sistemas eólicos, tanque subterráneo, cuarto de máquinas, etc.), a continuación, se presenta una estimación general de costos, dividida por rubros principales. Cabe señalar que se trata de un presupuesto aproximado para fines de tesis, no un presupuesto ejecutivo.

Resumen global por rubro

Rubro principal	% Estimado del total	Rango (MXN)
1. Preparación y estudio	2–3 %	40,000 – 70,000
2. Cimentación y subestructura	8–10 %	155,000 – 250,000
3. Estructura / muros / losas	18–22 %	350,000 – 550,000
4. Albañilerías, aislamientos y acabados básicos	15–18 %	290,000 – 450,000
5. Carpinterías, herrerías y cancelería	6–8 %	115,000 – 200,000
6. Instalaciones eléctricas (base)	4–5 %	70,000 – 110,000
7. Instalaciones hidráulicas y sanitarias	4–5 %	70,000 – 110,000
8. Sistema de captación y manejo de agua pluvial	5–6 %	95,000 – 150,000
9. Sistema fotovoltaico y balance de sistema	10–13 %	200,000 – 310,000
10. Micro-eólica (aerogeneradores + control)	3–4 %	55,000 – 95,000
11. Sistemas hidropónicos y muros verdes	4–6 %	15,000 – 20,000
12. Equipamiento (cocina básica, bombeo, mobiliario fijo)	4–6 %	80,000 – 140,000
13. Acabados finales y estética (pinturas ecológicas, sellos)	5–6 %	95,000 – 150,000
14. Gestión, supervisión y contingencias (10–12 %)	10–12 %	195,000 – 300,000
TOTAL APROXIMADO	100 %	\$1,720,500 – \$2,500,000

Ilustración No. 27

8. Sistema de captación y manejo de agua pluvial (95,000 – 150,000)

Concepto	Rango (MXN)
Canaletas, bajantes y separador primeras lluvias	15,000 – 25,000
Cisternas (subterránea y tinaco elevado)	35,000 – 55,000
Filtros (sedimentos, carbón, UV opcional)	20,000 – 35,000
Red secundaria (WC + riego)	15,000 – 25,000
Automatización básica bombas / sensores	10,000 – 15,000

Ilustración No. 28

9. Sistema fotovoltaico (200,000 – 310,000)

Elemento	Cantidad aprox.	Rango unitario	Subtotal aprox.	
Paneles 450 W (8–10)	3.6–4.5 kW	\$7,500–\$9,500	60,000	–
		c/u	95,000	
Estructuras montaje	—	—	12,000	–
			20,000	
Inversor híbrido 5 kW	1	45,000	– 45,000	–
		65,000	65,000	
Controlador MPPT (si no integrado)	1	8,000 – 15,000	8,000 – 15,000	
Baterías LiFePO ₄ (5 x 2.4 kWh ≈ 12 kWh)	5	22,000	– 110,000	–
		32,000	160,000	
Cableado/BOS, protecciones	—	—	15,000	–
			25,000	

Ilustración No.29

11. Sistemas hidropónicos y muros verdes (80,000 – 140,000)

Sub-sistema	Cantidad estimada	Rango (MXN)	
Estructuras verticales PVC / metálicas (patio frontal e interior)	25–35 m ²	25,000 40,000	–
Sistema NFT horizontal (balcón)	10–12 canales	15,000 25,000	–
Bombas, timers, sensores pH/EC	—	12,000 20,000	–
Sustratos, plántulas iniciales, nutrientes (primer año)	—	10,000 18,000	–
Muros verdes (modulares)	8–12 m ²	18,000 37,000	–

Ilustración No.30

3. Análisis de optimización de costos

Estrategia	Ahorro potencial		Observaciones
Reducir número de paneles a 8 (3.6 kW)	-\$30,000 \$45,000	a	- Menor excedente energético; vigilar consumo.
Sustituir parte de baterías por 3 unidades (≈7.2 kWh)	-\$45,000 \$70,000	a	- Menor autonomía (≈1 día); riesgo en época nublada.
Implementar hidroponía en fases (70% inicial)	-\$20,000 \$35,000	a	- Completar después del primer año.
Muros verdes sólo en patio frontal (mitad de área)	-\$15,000 \$25,000	a	- Menor impacto térmico interior.
Contratar mano de obra por administración	5–10 % del rubro estructura		Requiere control estricto y gestión técnica.

Ilustración No.31

4. Costos operativos anuales estimados (post-construcción)

Concepto	Costo anual estimado
Mantenimiento FV / eólico (limpieza, revisión)	\$4,000 – \$7,000
Reposición nutrientes hidroponía	\$8,000 – \$12,000
Mantenimiento bombas / filtros pluviales	\$3,000 – \$6,000
Pinturas menores / sellos (prorrateo)	\$2,000 – \$4,000
Total anual	\$17,000 – \$29,000

Ilustración No.32

Ahorro potencial en servicios (energía + agua no potable): \$20,000 – \$30,000 anuales, lo que compensa el mantenimiento.

5. Payback energético aproximado

Sistema	Inversión	Ahorro anual estimado	Payback
FV + baterías (≈\$250,000)	\$200,000 \$310,000	– \$18,000 – \$28,000	8–11 años
Micro-eólica (≈\$70,000)	\$55,000 \$95,000	– \$4,000 – \$6,000	10–14 años
Captación pluvial (≈\$120,000)	\$95,000 \$150,000	– Ahorro agua \$6,000 \$10,000	– 10–15 años
Hidroponía (≈\$110,000)	\$80,000 \$140,000	– Ahorro alimentos \$10,000 – \$18,000	6–9 años

Ilustración No.33

(Los períodos son referenciales y dependen de tarifas y uso real.)

6. Recomendaciones finales

1. Cerrar primero estructura + sistemas base (cimentación, muros, instalaciones primarias) antes de invertir en complementos (hidroponía completa, eólica).
2. Negociar compras al mayoreo (paneles, tuberías, PVC hidroponía) para reducir 5–8 %.

3. Monitoreo energético (medidores inteligentes) para ajustar hábitos y optimizar número de baterías.

4. Plan de mantenimiento anual documentado para preservar rendimiento (limpieza paneles, purga filtros, calibración pH/EC).
5. Revisión normativa local (licencia de construcción, descarga pluvial, posible permiso para estructuras eólicas visibles).

PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES DE MARCAS, TIPOS Y COSTOS

PANELES SOLARES

Marca	Tipo	Potencia	Eficiencia	Precio (MXN)	Comentarios
Canadian					Garantía 12/25 años
Solar HiKu6 550 W	Monocrystalino	550 W	~21%	\$3,403	(tiendasolar.mx)
Canadian Solar HiKu6 395 W	Monocrystalino	395 W	20.2%	\$5,115*	Precio CAD 269.99 ≈ MXN 5,115 (Ecosolaris)
LONGi Hi-MO 6 LR572HPH 570 W	Monocrystalino HALF-CELL	570 W	22.1%	\$4,679	Precio con IVA (tiendasolar.mx)
LONGi Hi-Mo X6 Explorer 450 W	108 celdas	~450 W	~22.3%	\$2,600	Producto local
LONGi Hi-Mo X6 LR5-72HTH 575 W	Monocrystalino 144 celdas	575 W	21–22.5%	\$4,285	Alta potencia

Ilustración No.34

Generadores Eólicos Residenciales Recomendados

Marca	Tipo	Potencia (W)	Precio aprox. (MXN)	Comentarios
Sune Solar VAWT	Vertical axis	500	\$3,576.66	No requiere orientación al viento, bajo mantenimiento (Mercado Libre)
VentDepot (VerticalWind) – MXVWD-010	Vertical axis	500	\$22,959	Alta resistencia, funciona desde 2.5 m/s (ventdepot.com , Mercado Libre)
VentDepot (VortexPro)	Vertical axis	500	\$25,498.50	Muy robusto, buen desempeño en vientos urbanos (Todo en Ventilación SA de CV , Todo en Ventilación SA de CV)
VentDepot (EnergyBull)	Vertical axis	500	\$12,040.74	Costo accesible, ideal para integración doméstica (Todo en Ventilación SA de CV)
OLONETO (Amazon MX)	Vertical/Horizontal	400	\$7,595.05	Arranque bajo (2 m/s), incluye controlador de carga (Amazon)

Ilustración No.35

Baterías de almacenamiento

Marca – Modelo	Capacidad (kWh)	Voltaje estimado	Precio (MXN)	Comentarios destacados
EnergyCell ME12000-48	12.0	48 V	~\$107,000	Compatible con inversores >5 kW, BMS integrado. (movilsolar.es)
EP Solar / Epever LFP 51.2 V, 100 Ah	~5.12 kWh	51.2 V	~\$84,000 por 2 unidades (10.2 kWh)	Kit con inversor incluye dos unidades; aprox. \$42,000 cada una. (tienda.citsolar.mx)
PylonTech US5000	~4.8 kWh	48 V	~\$40,000 cada una	Modular y expandible; marca reconocida. (tienda.citsolar.mx)
Batería LiFePO₄ 12.8 V, 100 Ah (MercadoLibre)	~1.28 kWh	12.8 V	~\$7,500 por unidad	Ciclo profundo; posible uso en serie/paralelo. (Mercado Libre , Mercado Libre)

Ilustración No.36

Recomendaciones para el proyecto propuesto

Para cubrir aproximadamente 12 kWh de almacenamiento útil, se puede optar por:

1 módulo EnergyCell ME12000-48 (~12 kWh @ 48 V) — aprox. \$107,000.

O bien 2 unidades EP Solar de 5.12 kWh (~10.2 kWh) + expansión futura — aprox. \$84,000. La configuración con PylonTech US5000 permite escalabilidad de módulos de 4.8 kWh cada uno.

Las baterías pequeñas (1.28 kWh) requieren múltiples unidades en paralelo / serie, lo que complica el sistema y es menos eficiente; se recomiendan para pedagogía o redundancias pequeñas.

Recolección de agua

Categoría	Marca/Modelo	Capacidad / Tipo	Precio estimado (MXN)	Comentarios clave
Canaleta PVC	Wavin / Amanco	Canaleta	\$1,680	Incluye accesorios
	(modelo Colonial 3 m)			3 m
Accesorios canaleta	(esquineros, bajantes, soportes)	Set para 3 m	\$800–1,000 / set	Aproximado según vendedor
				(Mercado Libre , Mercado Libre)
Filtro desviador	Qivine Kit lluvia (bajante)	Captación residencial hasta 80 m ²	\$375	Incluye filtro simple para sedimentos (Amazon)
Tanque almacenamiento	Rotoplas sistema captación pluvial	750 L vertical polietileno	\$18,000	Con filtro y llave incluida
	InvernaderosMX			Ideal para prototipos o respaldo (invernaderosMX)
Tanque armable	(tanque plástico armable)	250 L	\$1,399	
Bomba sumergible	Pedrollo RXm2/20 0.5 HP	Hasta 190 L/min, 7.5 m alt.	\$3,450	Baja energía, acero inoxidable

Ilustración No.37

Recomendaciones para el sistema integrado:

1. Colecta principal: Instala 4 tramos de canaleta PVC Colonial (≈12 m) con accesorios para dirigir agua hacia tanques. Estimación canaletas +

accesorios: \$6,720–8,320 MXN.

2. Filtro primario de primera lluvia: Usa el kit Qivine en al menos una bajada para retener hojas y sedimentos.
3. Almacenamiento: Un tanque Rotoplas vertical de 750 L como depósito principal; para tu capacidad (5,000-6,000 L), necesitas 8-10 tanques, o bien un tanque subterráneo de concreto.
4. Bomba de agua sumergible: Una bomba Pedrollo 0.5 HP permitirá elevar agua desde tanques hasta sistemas de WC, riego y bombeo automático.

Hidroponía

Tipo de Sistema	Marca / Modelo	Capacidad / N° Plantas	Precio Aprox. (MXN)	Aplicación sugerida
Kit vertical 72 plantas	Vevor (vertical)	Torre 72 plantas	\$2,290	Patio frontal o interior (vertical) (OCompra)
Kit vertical 54 plantas	Vevor (6 tubos)	54 plantas	\$2,899	Versátil: balcones o muros (OCompra , OCompra)
Kit tipo DWC 8 plantas	InvernaderosMX / Inverhidro	8 plantas	\$≈2,900	Módulo compacto para interiores/habitación (Mercado Libre , Mercado Libre)
Kit individual DWC	Inverhidro kit 1 planta	1 planta	~\$3,382	Sustratos y nutrientes incluidos (Mercado Libre , Mercado Libre)
Kit horizontal muro (VIVOSUN)	Vivosun (≈54 sitios)	pared ~54 emplazamientos	\$4,231	Huerto vertical tipo panel mural (OCompra , Mercado Libre)

Ilustración No.38

Recomendaciones para el proyecto

- Hidroponía vertical en patios: ideal usar kits tipo Vevor de 54 o 72 plantas.
- Hidroponía horizontal en balcón: completar con sistema tipo DWC o NFT modificado.
- Sistemas compactos (1 planta): útiles como prototipos didácticos o módulos complementarios.

CONCLUSION

La presente tesis ha demostrado que es posible desarrollar una vivienda autosustentable y funcional para familias de clase media en un contexto urbano como el de la colonia Moctezuma en la ciudad de Puebla. El prototipo arquitectónico propuesto ofrece una alternativa integral que responde tanto a las necesidades económicas como ecológicas de la población.

El diseño de la vivienda parte de un análisis exhaustivo del entorno físico, climático y socioeconómico del sitio, lo cual permitió adaptar soluciones como la captación de agua pluvial, el uso de energía solar y eólica, la implementación de sistemas de hidroponía vertical y horizontal, y el aprovechamiento de ventilación natural. Estas estrategias no solo reducen el consumo de recursos, sino que también promueven la autosuficiencia de los habitantes y elevan su calidad de vida a través de espacios más saludables, resilientes y sostenibles.

La vivienda propuesta, con una superficie de 100 m², demuestra que es viable integrar tecnologías sustentables en espacios reducidos y con costos moderados, sin sacrificar confort, funcionalidad ni diseño. La elección de cimentación con zapata corrida y mampostería responde adecuadamente a la topografía del lugar, y los sistemas constructivos seleccionados garantizan eficiencia energética, durabilidad y facilidad de mantenimiento.

La vivienda puede convertirse en una base para políticas públicas de desarrollo urbano sustentable, subsidios a la vivienda ecológica o programas de mejoramiento urbano para clases medias y populares.

En conclusión, esta tesis no solo representa una propuesta arquitectónica viable, sino un aporte al debate sobre la sustentabilidad urbana en México. Plantea una solución concreta ante los desafíos climáticos, económicos y sociales que enfrentan las ciudades del país y las familias de clase media. La casa autosustentable aquí desarrollada tiene el potencial de convertirse en un catalizador de cambio hacia un modelo de vivienda urbana más justo, resiliente y comprometido con el futuro del planeta.

Este prototipo de vivienda tiene la factibilidad de poder replicarse y realizarse en complejos habitacionales.

BIBLIOGRAFIA

(35) ArchDaily México. (2023, marzo 13). *Energía solar en la arquitectura latinoamericana: cómo implementar paneles solares en nuestras casas*. Recuperado de <https://www.archdaily.mx/mx/997643/energia-solar-en-la-arquitectura-latinoamericana-como-implementar-paneles-solares-en-nuestras-casas>

(16) ArquiNetPolis. (s. f.). *Sistema de captación de agua pluvial en viviendas*. Recuperado de <https://arquinetpolis.com/sustentabilidad/captacion-de-agua-pluvial/>

(45) Franco, J. T. (2014, 5 de junio). *Perú: ONG construye prototipo de vivienda sostenible centrado en la recolección de las aguas lluvia*. ArchDaily México. Recuperado de <https://www.archdaily.mx/mx/02-367459/peru-ong-construye-prototipo-de-vivienda-sostenible-centrado-en-la-recoleccion-de-las-aguas-lluvia>

(28) Gobierno del Estado de Puebla. (2024). *Plan de expansión de la Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA)*. <https://www.rutapuebla.mx>

(31) Gobierno Municipal de Puebla. (2023). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2020–2025*. <https://pueblacapital.gob.mx>

(12) Elkington, J. (1998). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone Publishing.

(1) El Sol de Puebla. (23 agosto 2021). *Mayoría de casas en Puebla son pequeñas y presentan daños estructurales: Inegi*. El Sol de Puebla.

(4) El Sol de Puebla. (7 mayo 2023). *Carecen de vivienda digna casi 5 millones de poblanos*. El Sol de Puebla.

(9) El Universal Puebla. (24 de diciembre de 2024). *¿Cuánto necesitas ganar para ser de clase media en Puebla?*

(3) El Universal Puebla. (25 febrero 2023). *Así son las viviendas en Puebla, pequeñas y con problemas estructurales*. El Universal Puebla.

(9) El Universal Puebla. (23 de diciembre de 2024). *Costos de vivienda en Puebla subieron 5 y 13 % en 2024*.

(32) Infobae. (2025, junio). *Temperaturas en Puebla de Zaragoza*. Recuperado de <https://www.infobae.com/mexico>

(17) INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020. Puebla*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx>

(24) INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020: Municipio de Puebla*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx>

(22) INEGI. (2024). *Perfil de la población económicamente activa y ocupada en Puebla*. Recuperado de <https://www.economia.gob.mx/datamexico> Secretaría de Economía

(42) IQAir. (2025). *Calidad del aire en Puebla de Zaragoza: niveles de PM_{2.5}, índice ICA (moderado a poco saludable)*. Recuperado de IQAir calidad del aire

(13) Kibert, C. J. (2016). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery* (4th ed.). Wiley.

(19) LatLong.net. (2024). *Puebla, Puebla State, Mexico Lat Long Coordinates*. <https://www.latlong.net/place/puebla-puebla-state-mexico-27630.html>

(30) MarketDataMéxico. (s.f.). *Colonia Moctezuma: indicadores de calidad urbana*. <https://www.marketdatamexico.com>

(25) MarketDataMéxico. (s.f.). *Colonia Moctezuma, Puebla, Puebla*. Recuperado de <https://www.marketdatamexico.com/es/article/Colonia-Moctezuma-Puebla-Puebla>

(34) MarketDataMéxico. (s. f.). *Colonia Moctezuma, Puebla, en Puebla*. Recuperado de <https://www.marketdatamexico.com/es/article/Colonia-Moctezuma-Puebla-Puebla>

(21) MarketDataMexico. (s. f.). *Colonia Moctezuma, Puebla*. Recuperado de <https://www.marketdatamexico.com/es/article/Colonia-Moctezuma-Puebla-Puebla>

(26) Moovit. (s.f.). *Cómo llegar a Moctezuma en Puebla en Autobús o Tren ligero*. Recuperado de <https://moovitapp.com>

- (27) Moovit. (s.f.). *Rutas de transporte público cercanas a colonia Moctezuma*. Recuperado de <https://moovitapp.com>
- (37) Nowee. (s. f.). *Real-world case studies of home wind energy*. Recuperado de <https://nowee.org/complete-guide-home-wind-energy/>
- (43) ArchDaily. (2020, noviembre 17). Casa Nonosi / Inverse Project. ArchDaily México. <https://www.archdaily.mx/mx/952089/casa-nonosi-inverse-project>
- (8) Reddit. (9 junio 2022). *¿La mayoría de los mexicanos rentan o tienen casa propia?* [Comentario]. Reddit.
- (7) Real Estate Market. (15 marzo 2025). *En Puebla predomina la vivienda horizontal, pero la vertical gana terreno*. Real Estate Market.
- (38) Roblero Hidalgo, R., & Flores Velázquez, J. (2022). *Captación de agua de lluvia como alternativa para uso en agricultura urbana*. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, (11), 111–124. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i11.197>
- (29) Scribd. (s.f.). *Diagnóstico urbano visual de la colonia Moctezuma*. Recuperado de <https://www.scribd.com>
- (33) Scribd. (s.f.). *Climas Puebla*. Recuperado de <https://it.scribd.com/document/745995573/Climas-puebla>
- (15) Solarizando México. (2019, 5 de julio). *Integraciones arquitectónicas de los paneles solares*. Recuperado de <https://solarizandomexico.org/2019/07/05/integraciones-arquitectonicas-de-los-paneles-solares/>
- (10) Urbano Puebla. (17 de mayo de 2025). *Precio de la vivienda sube 9.6 % en la Zona Metropolitana Puebla Tlaxcala en el primer trimestre 2025, según SHF*.
- (5) Urbeconómica. (14 septiembre 2021). *Puebla dentro de los estados con vivienda de menor tamaño*. Urbeconómica.
- (6) Urbeconómica. (13 noviembre 2018). *Vivienda en Puebla no garantiza calidad de vida*. Urbeconómica.

(14) United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). *2021 Global Status Report for Buildings and Construction*. <https://www.unep.org/resources/report/2021-global-status-report-buildings-and-construction>

(18) Wikipedia. (2024). *Geografía de Puebla*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Geograf%C3%ADa_de_Puebla

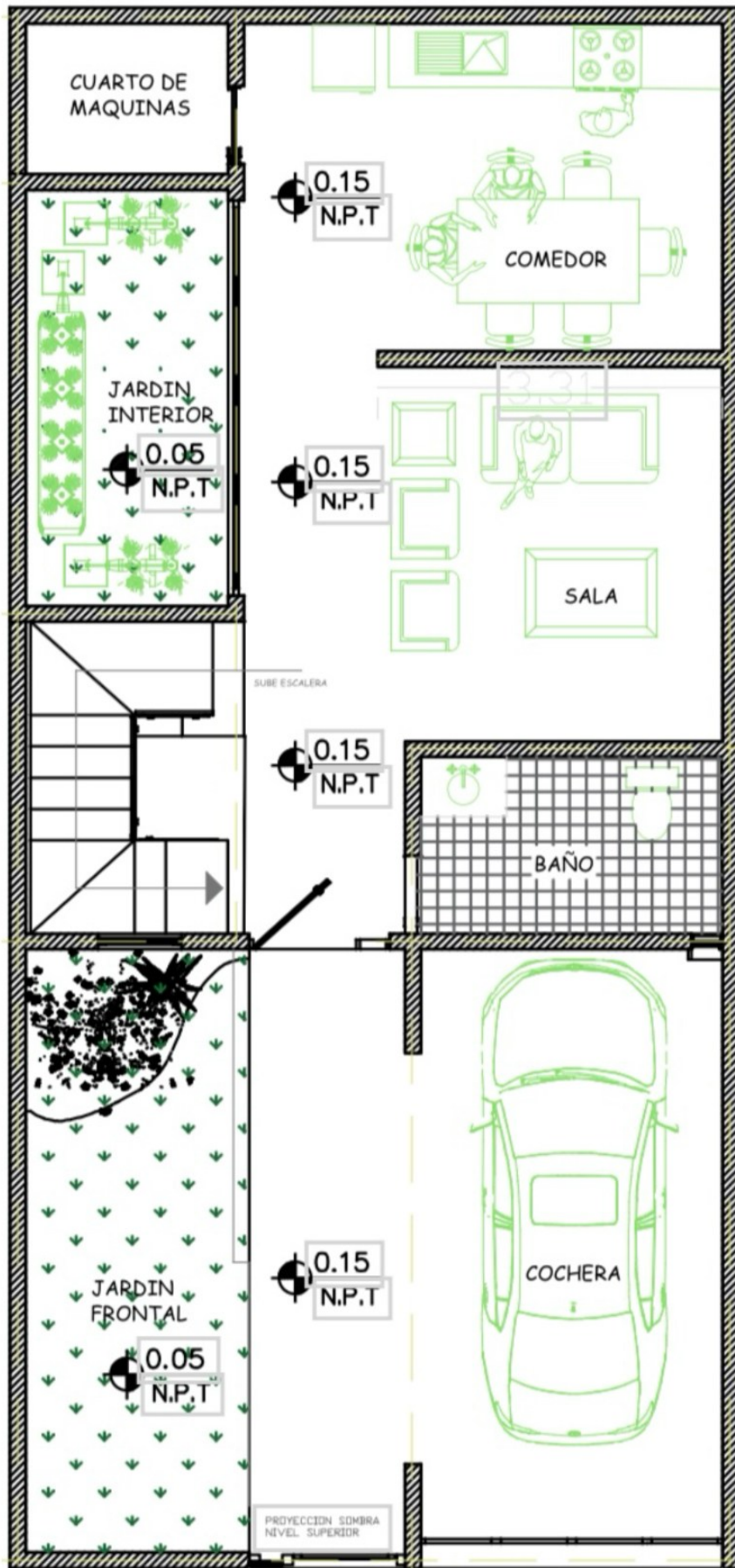
(39) INEGI. (2006). *Mapa de climas del estado de Puebla: clima templado subhúmedo con lluvias en verano (clima Cwb)*. En *Puebla–Temperaturas y precipitaciones*. Recuperado de Wikipedia: geografía de Puebla

(40) Wikipedia. (s. f.). *Valle de Puebla Tlaxcala: altitud promedio de 2,160 m sobre el nivel del mar*. Recuperado de geografía de Puebla

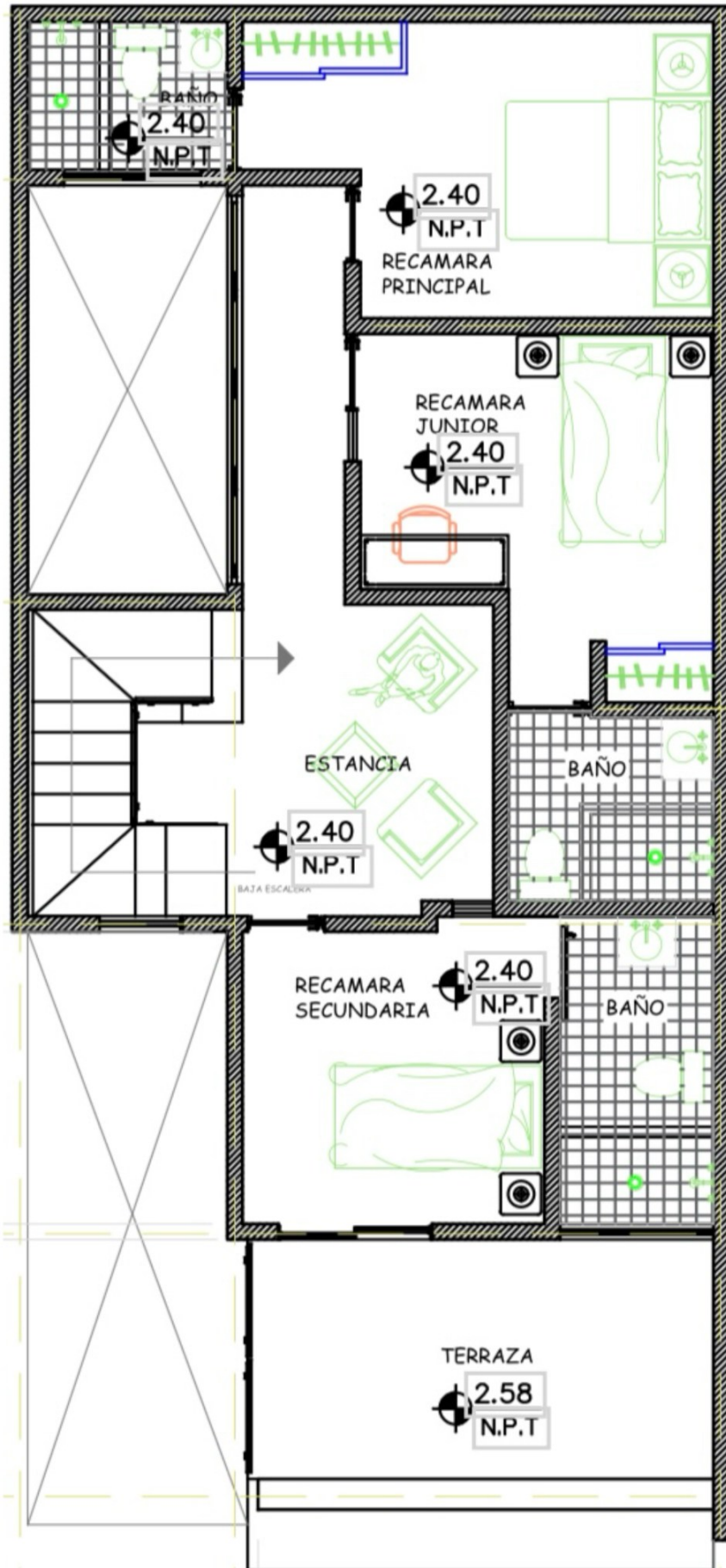
(41) Wikipedia. (s. f.). *Puebla de Zaragoza: altitud media urbana de 2,140 m s.n.m.; relieve con pendientes suaves en zona urbana*. Recuperado de artículo Puebla de Zaragoza

(23) CONEVAL. (2024). *Estadísticas de pobreza en Puebla*. Recuperado de <https://www.coneval.org.mx>

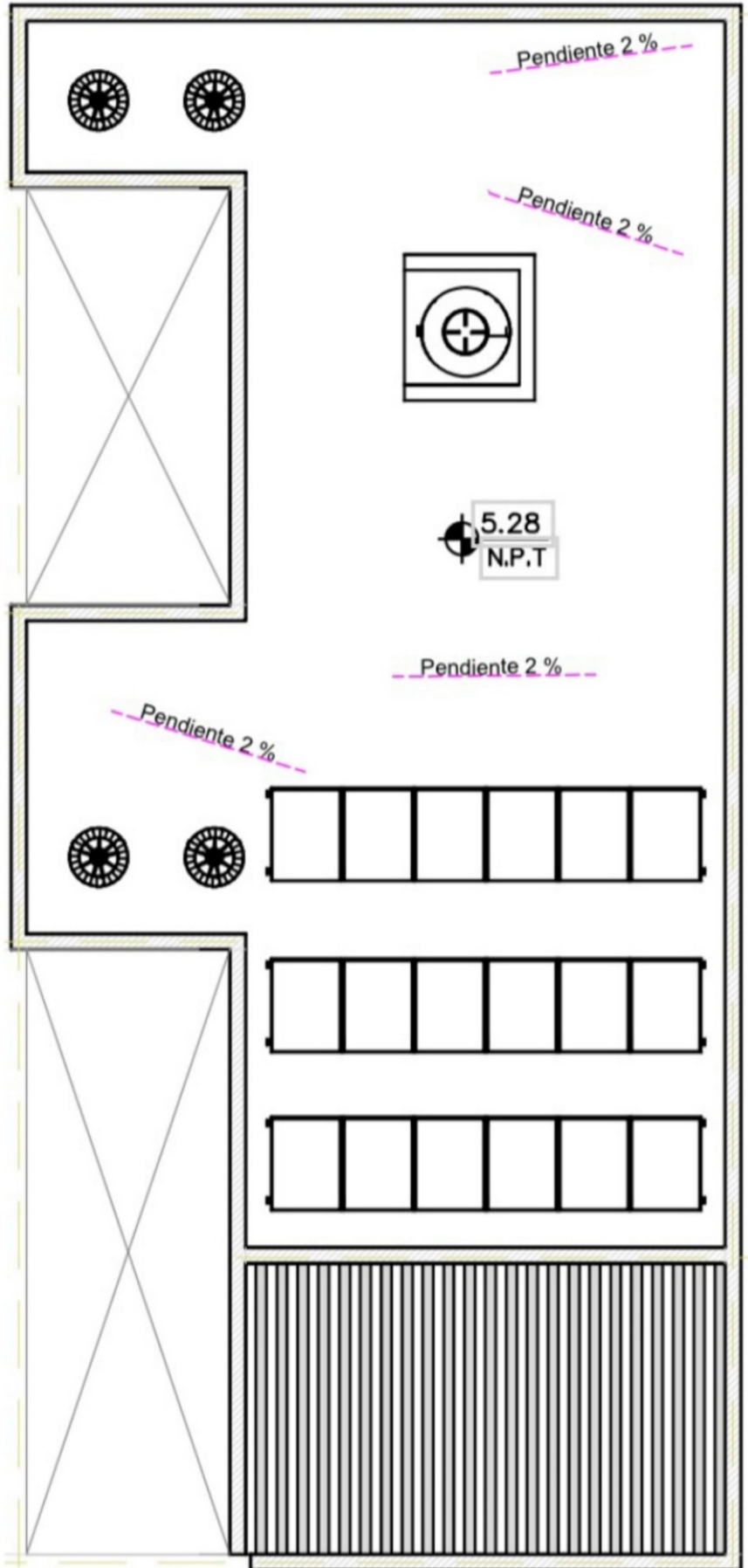
(44) ArchDaily. (2020, diciembre 1). 8 ejemplos de arquitectura energizada por el viento. ArchDaily México. <https://www.archdaily.mx/mx/956099/8-ejemplos-de-arquitectura-energizada-por-el-viento>



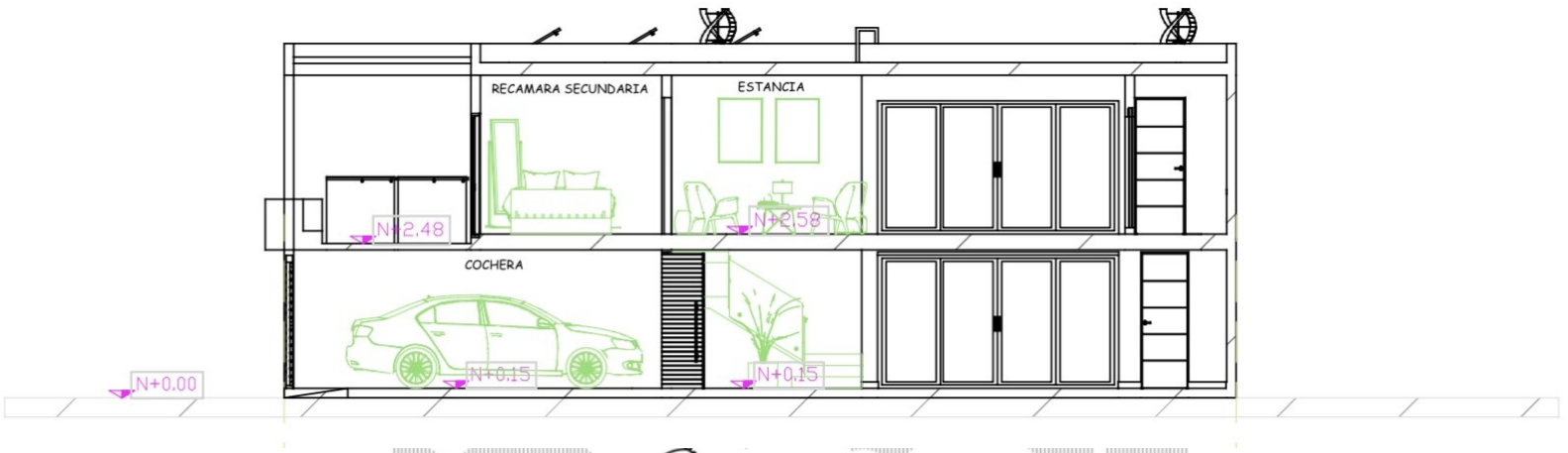
Planta Baja



Planta Alta



Planta Azotea

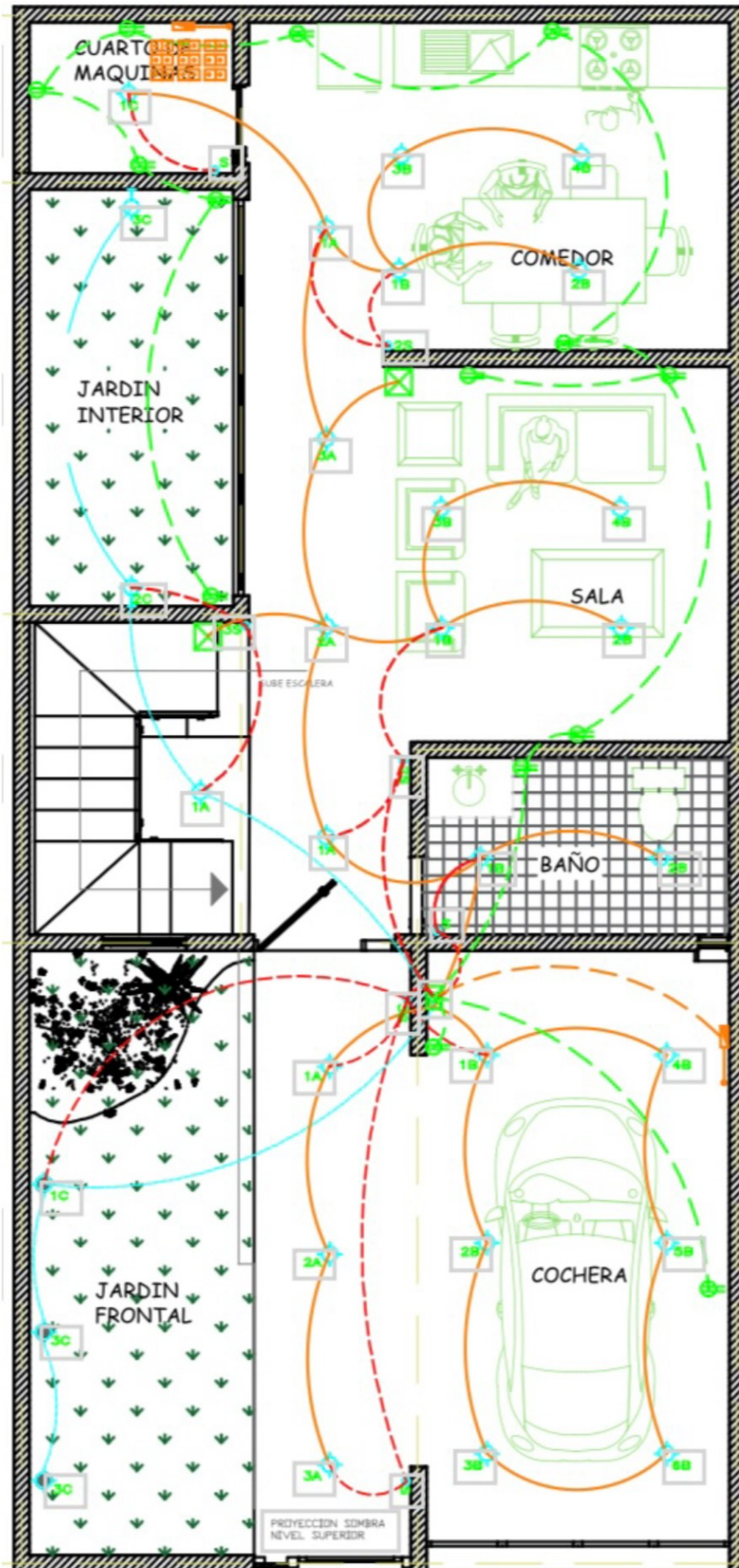


Fachada Exterior

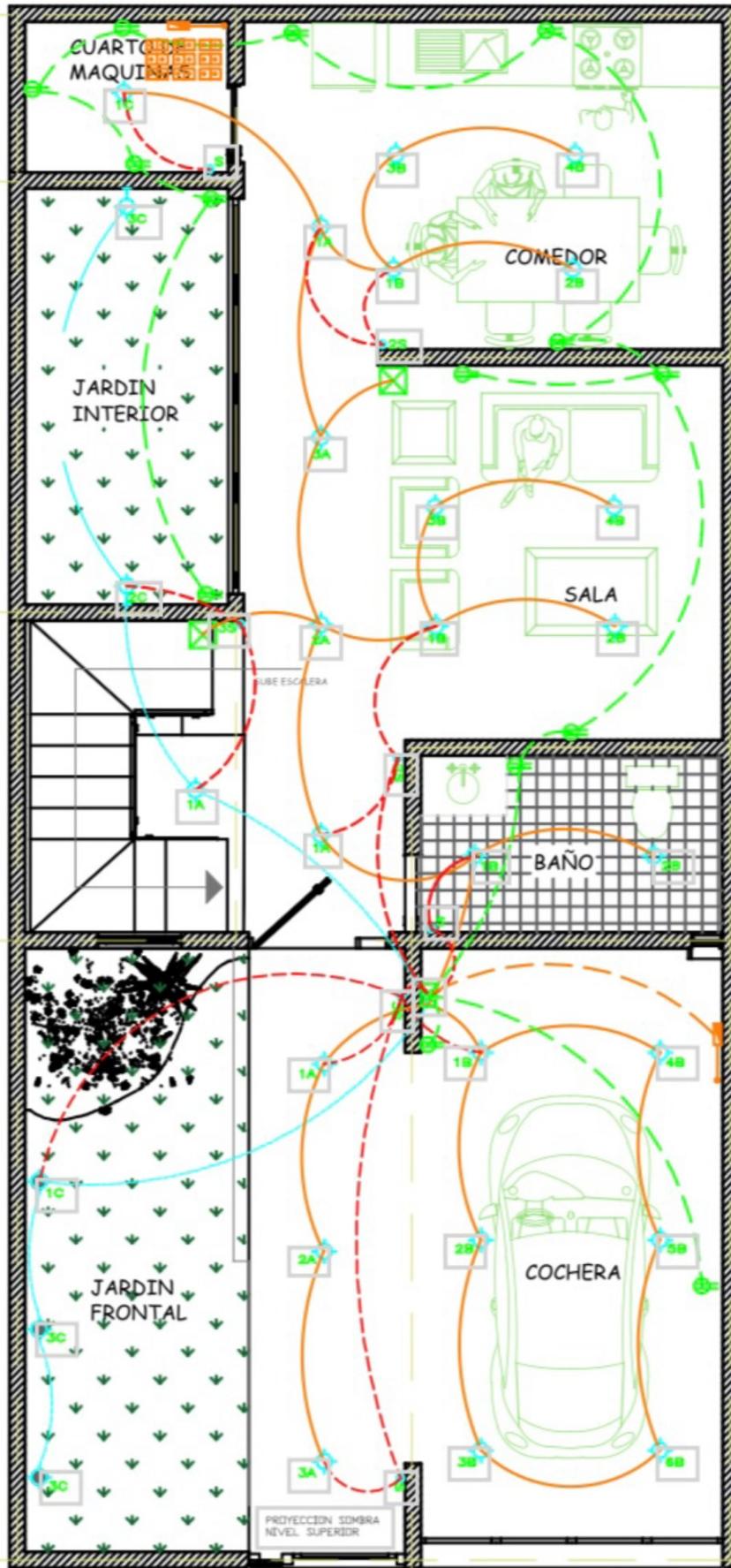


**CORTE
TRANSVERSAL**

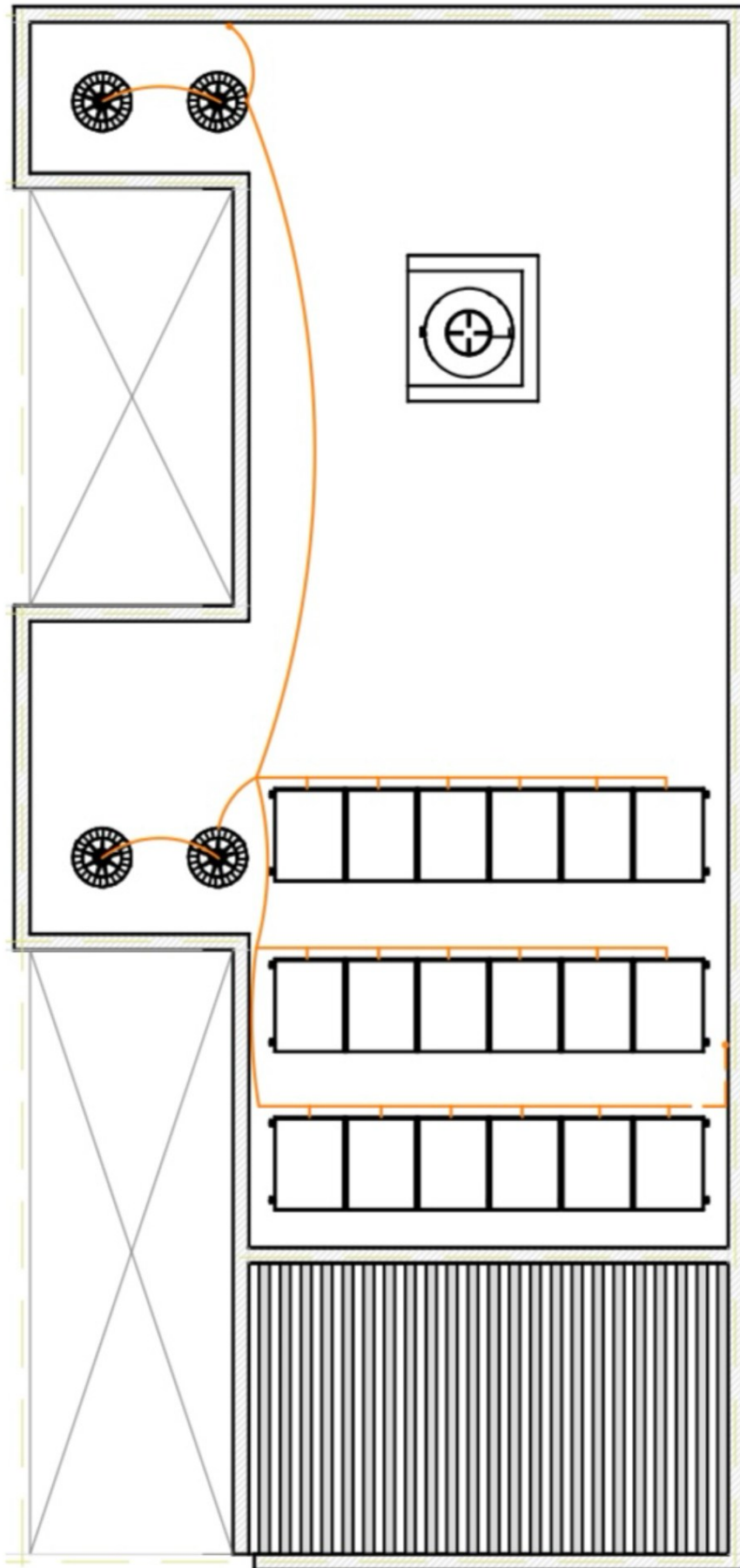
**FACHADA
INTERIOR**



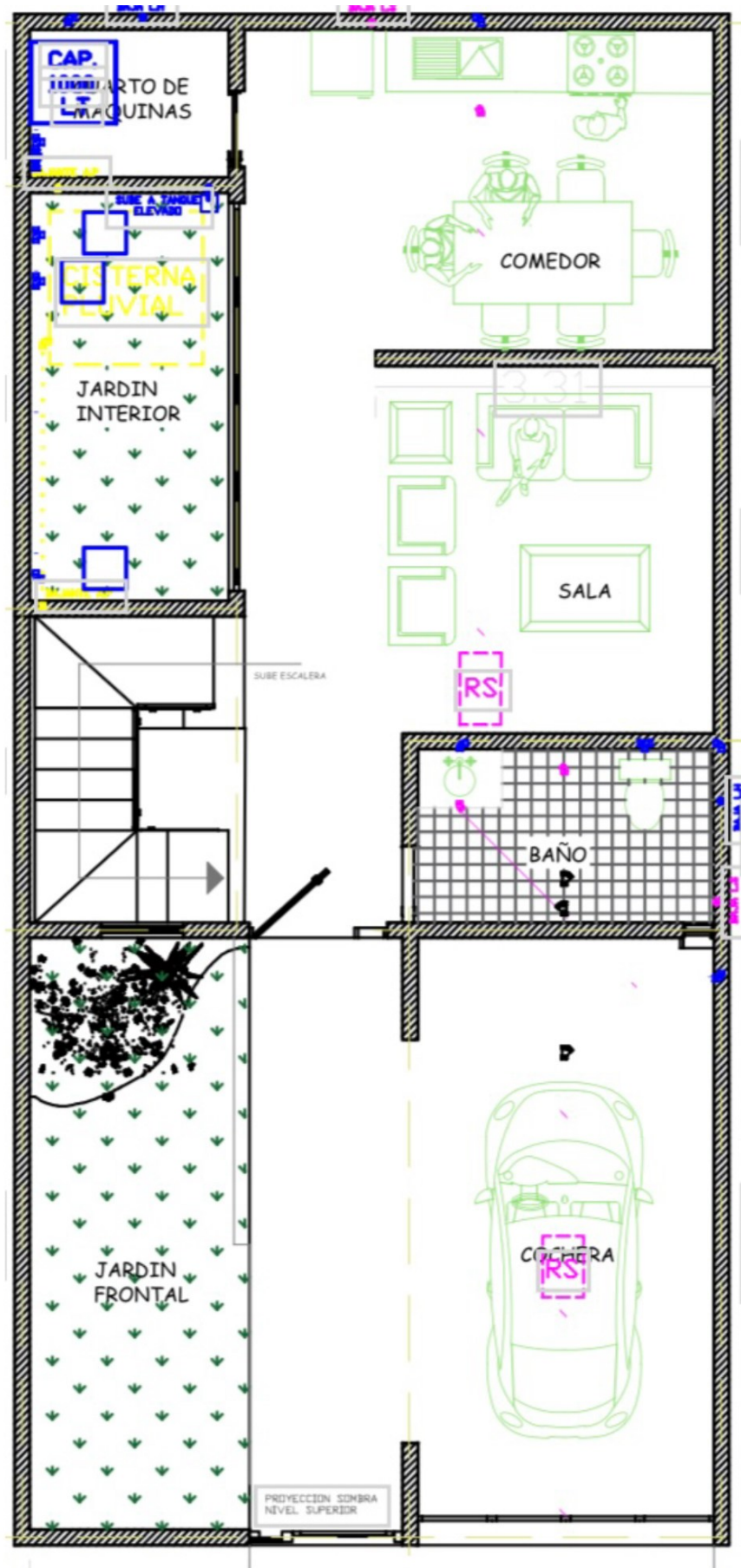
Instalación eléctrica planta baja



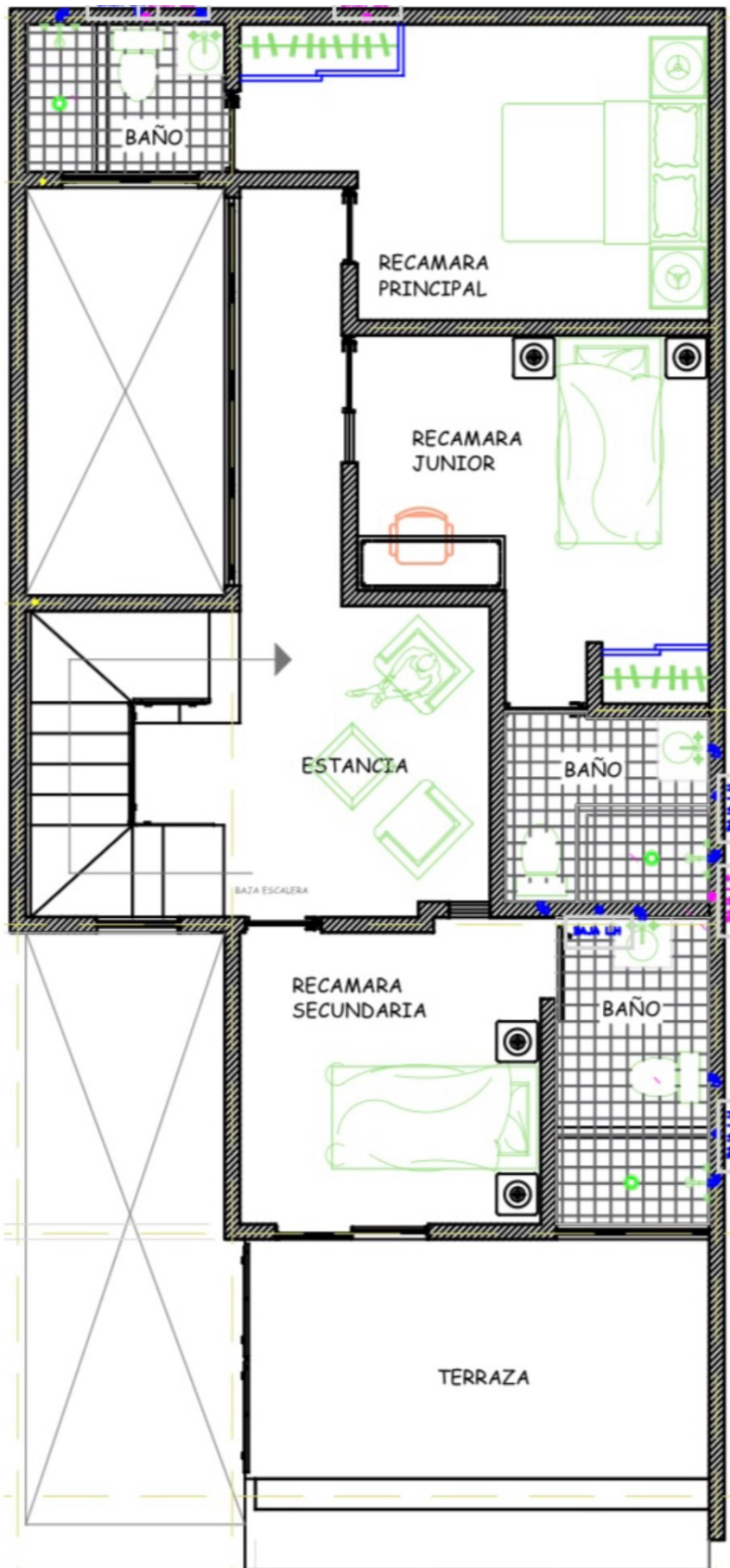
Instalación eléctrica planta Alta



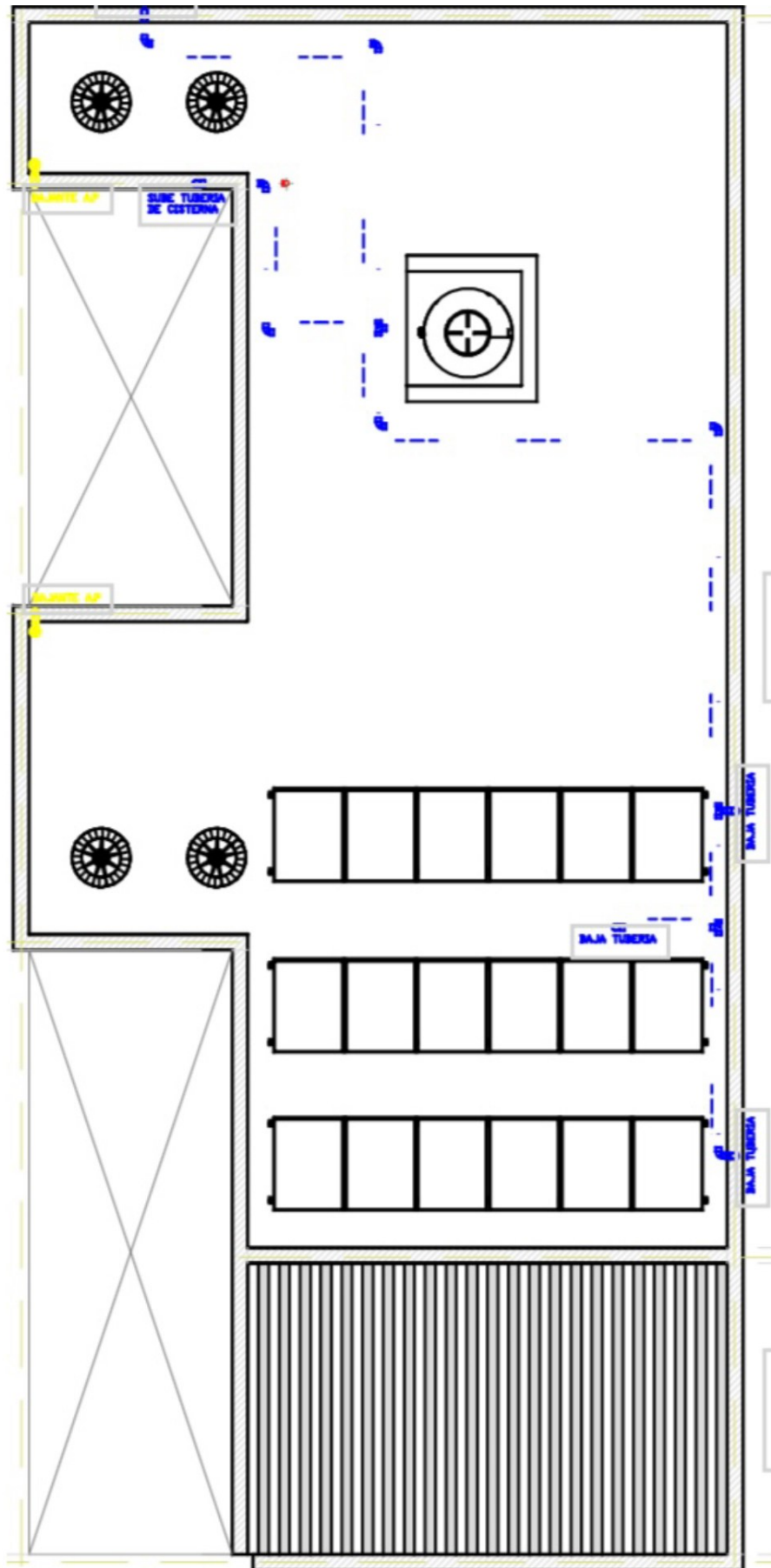
**Instalación eléctrica planta
Azotea**



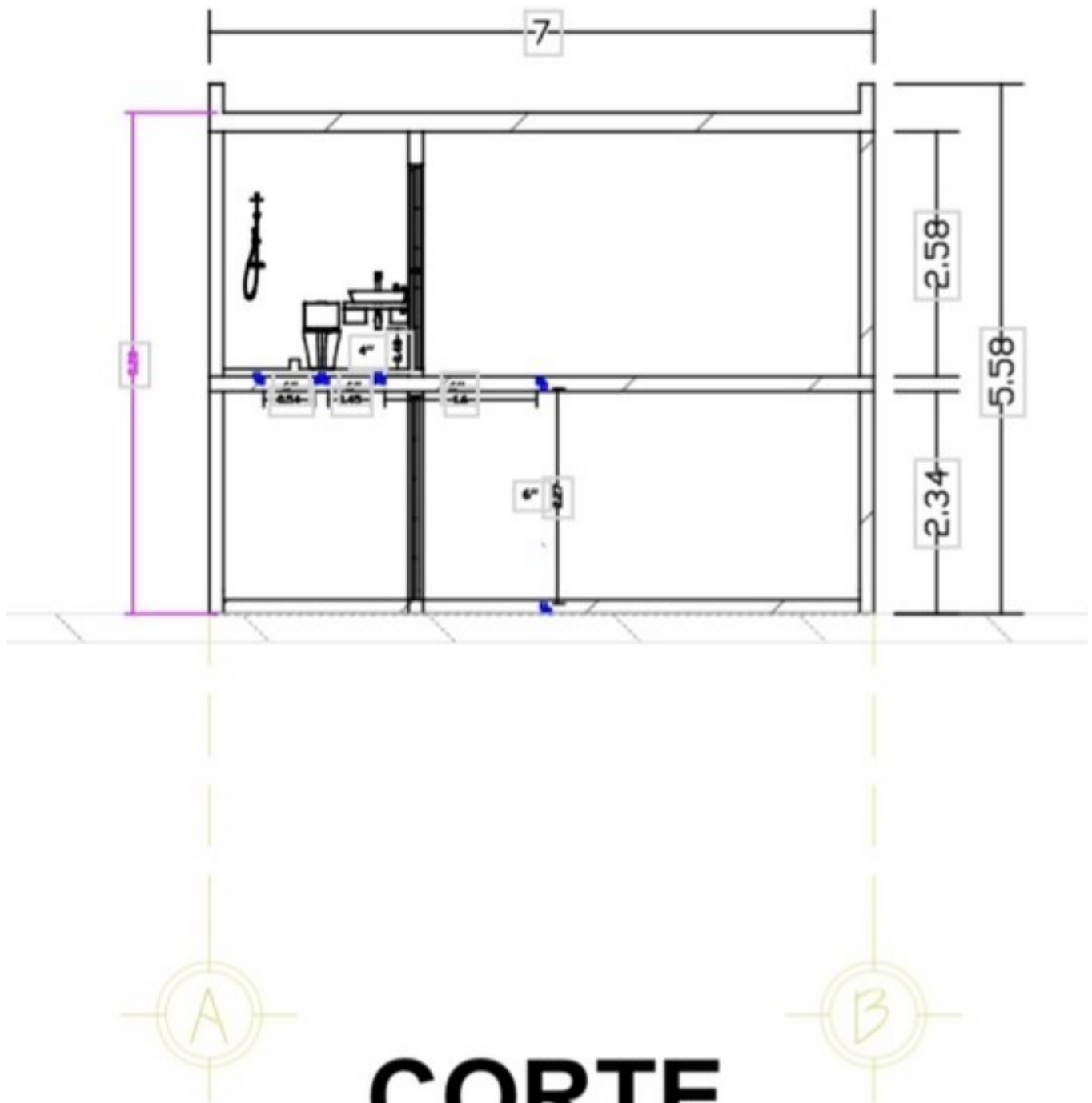
**Instalación Hidrosanitaria
planta baja**



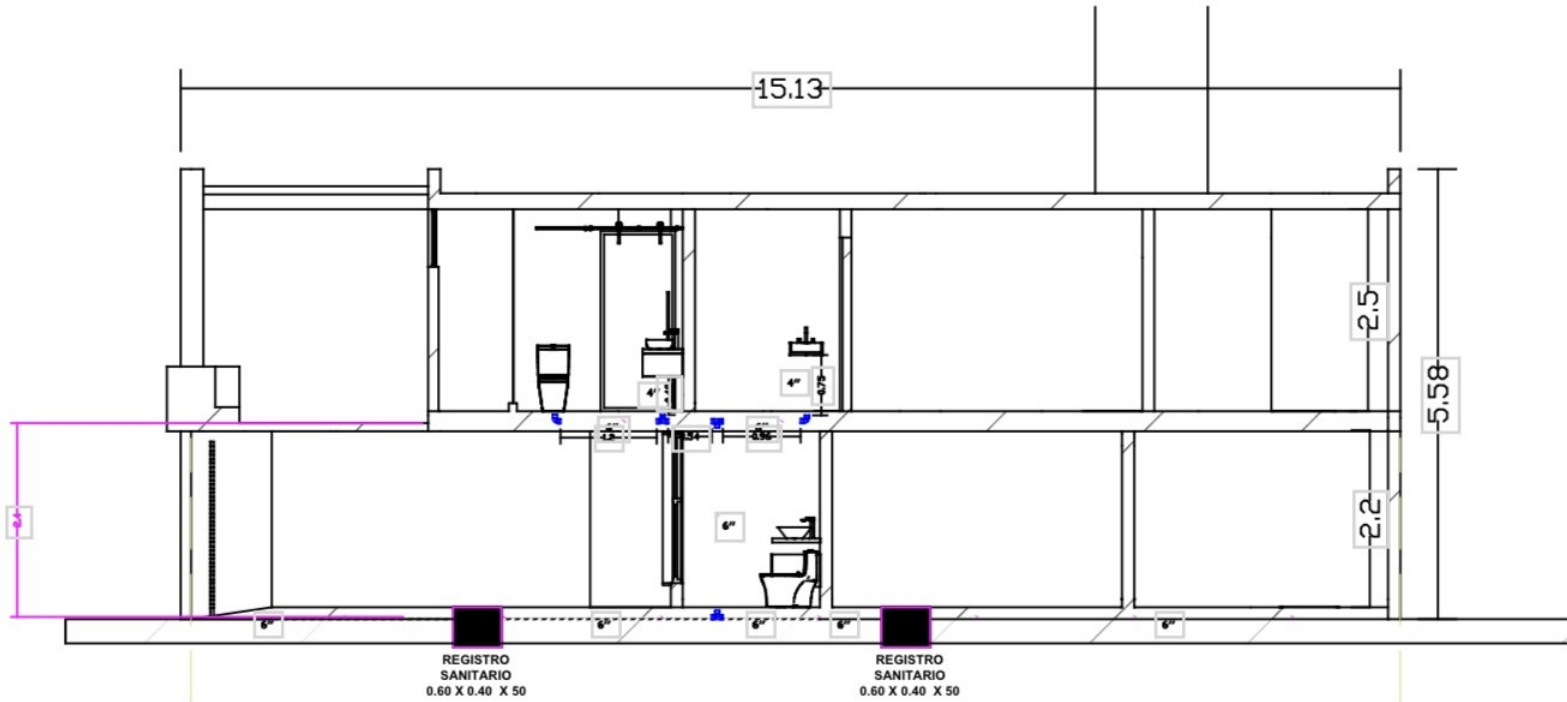
**Instalación Hidrosanitaria
planta Alta**



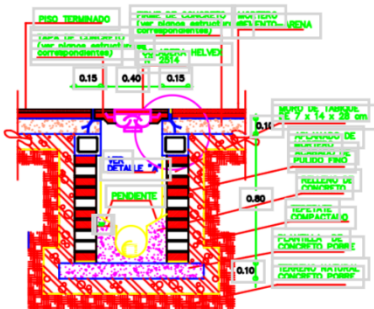
**Instalación Hidrosanitaria
planta Azotea**



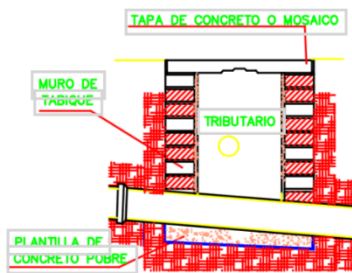
CORTE TRANSVERSAL



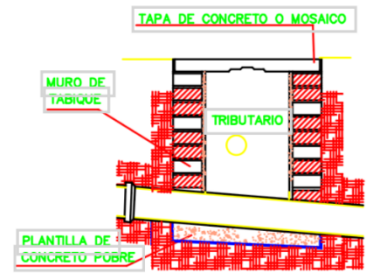
CORTE LONGITUDINAL



REGISTRO PARA ALBAÑAL



CORTE TRANSVERSAL DE UN REGISTRO



CORTE TRANSVERSAL DE UN REGISTRO



BUAP

Aval Académico para examen profesional

Dra. Gloria Carola Santiago Azpiazu
Directora de la Facultad de Arquitectura
Presente.

Los que suscriben Director y Asesores de Tesis del *Taller Profesional Clave: ARQ2024/001/036-4*

Con el tema:

"Propuesta de vivienda autosustentable en: materiales, energías renovables y alimentación básica, para la clase media en Puebla. Caso: ciudad de Puebla, col. Moctezuma"

Informamos que hemos concluido con la asesoría de tesis, por lo tanto, **DAMOS EL AVAL** para la Impresión y entrega digital de la misma y, se gestione la presentación del **Examen Profesional**, sugiriendo el día y la hora que ambas partes acuerden:

Propuesta del día y la hora: 17 de Octubre de 2025 a las 11:00 en la "Monja" (fecha tentativa por asesores e integrantes).

Nombre	Matrícula	Forma de titulación	Firma
ALDAIR CELEDONIO ABURTO	201843381	Examen Presencial	

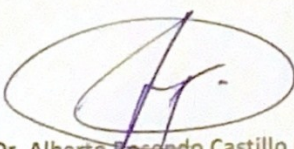
Atentamente


"Pensar bien para vivir mejor"

H. Puebla de Z., a 04 de septiembre del 2025


Dra. Jessica Galindo Ortiz
Director de Tesis (Nombre y Firma)
ID: 100539399




Dr. Alberto Rosendo Castillo Reyes
Asesor (Nombre y Firma)
ID:100317200


Dr. Víctor Manuel Martínez López
Asesor (Nombre y Firma)
ID:100018856