UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN ARQUITECTURA

"Vivienda vertical sostenible para personas de nivel socioeconómico alto en la aldea "El Pueblito", Santa Catarina Pinula."

PROYECTO DE GRADO

KEVIN ANDRÉ CASTILLO FALLA
CARNET 11841-13

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, OCTUBRE DE 2018
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

LICENCIATURA EN ARQUITECTURA

"Vivienda vertical sostenible para personas de nivel socioeconómico alto en la aldea "El Pueblito", Santa Catarina Pinula."

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR

KEVIN ANDRÉ CASTILLO FALLA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE ARQUITECTO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, OCTUBRE DE 2018

CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DECANO:	MGTR. CRISTIÁN AUGUSTO VELA AQUINO
VICEDECANO:	MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ
SECRETARIA:	MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ
DIRECTOR DE CARRERA:	ARQ. MANFREDO JAVIER CORADO LÓPEZ

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

DR. JUAN CARLOS MEJIA MEDINA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. GLADYS AIDA BARRIOS COMPARINI DE VELA

MGTR. MÓNICA ELIZABETH RODRÍGUEZ TEJEDA DE URREJOLA

ARQ. MANFREDO JAVIER CORADO LÓPEZ

Guatemala,
30 de agosto 2018

Señores
Consejo de Facultad
Facultad de Arquitectura y Diseño
Universidad Rafael Landívar

Honorables Miembros del Consejo:

Por medio de la presente les informo que he asesorado el Proyecto de Grado en Arquitectura, realizado por el estudiante *Kevin André Castillo Falla*, con carné 1184113, titulado **"Vivienda vertical sostenible para personas de nivel socio económico alto en la aldea "El Pueblito", Santa Catarina Pinula"**. Dicho trabajo cumple con todos los requisitos para su presentación ante la terna. Motivo por el cual lo someto a su consideración para que se realicen los procedimientos administrativos y académicos correspondientes.

Sin otro particular y agradeciendo la atención a la presente, quedo de ustedes.

Atentamente,

Mgtr. Arq. Juan Carlos Mejía Medina, Ph.D.
Catedrático Asesor

Universidad Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
No. 031417-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado del estudiante KEVIN ANDRÉ CASTILLO FALLA, Carnet 11841-13 en la carrera LICENCIATURA EN ARQUITECTURA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 03182-2018 de fecha 25 de octubre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado

"Vivienda vertical sostenible para personas de nivel socioeconómico alto en la aldea "El Pueblito", Santa Catarina Pinula."

Previo a conferírsele el título de ARQUITECTO en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 26 días del mes de octubre del año 2018.

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
SECRETARIO
Guatemala, C. A.

MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ, SECRETARIA
ARQUITECTURA Y DISEÑO
Universidad Rafael Landívar

CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO 2

2. INTRODUCCIÓN 4

3. PROYECTOS ANÁLOGOS 14

3.1. Análisis de los proyectos 15

3.1.1. Torres Al Bahar 15

3.1.2. Edificio Gebhartstrasse 22

3.1.3. Torre Marco Polo 28

3.1.4. Fórum Zona Viva 36

3.1.5. Tabla comparativa 42

3.1.6. Conclusiones 44

3.2. Conceptos 47

3.2.1. Temática residencial 47

3.2.2. Arquitectura sostenible 51

3.2.3. Concepto estructural 54

4. ENTORNO DEL ANTEPROYECTO 56

4.1. Análisis del entorno urbano 57

4.1.1. Aspectos geográficos 57

4.1.2. Ubicación General 58

4.1.3. Vialidad 59

4.1.4. Equipamiento urbano 60

4.1.5. Uso de suelo 61

4.2. Análisis del terreno 62

4.2.1. Análisis FODA 64

4.2.2. Análisis fotográfico 65

4.2.3. Secciones de vía 67

5. ANTEPROYECTO 68

5.1. Memoria conceptual de diseño 69

5.2. Memoria descriptiva de diseño 70

5.3. Proceso de diseño 72

5.3.1. Programa arquitectónico 72

5.3.2. Diagramas de áreas y volúmenes de conjunto 73

5.3.3. Análisis climático del conjunto 76

5.3.4. Análisis de riesgo 78

5.4. Aplicación de normativas 80

5.5. DESARROLLO ARQUITECTÓNICO DEL ANTEPROYECTO 81

5.5.1. Diseño arquitectónico 82

5.5.2. Diseño estructural 104

5.5.3. Instalaciones Hidráulicas 122

5.5.4. Presupuesto 131

6. CONCLUSIONES 134

7. GLOSARIO 136

8. FUENTES DE INFORMACIÓN Y CONSULTA 146

1. RESUMEN EJECUTIVO



A continuación, se desarrolla el proyecto de grado del estudiante Kevin André Castillo Falla, previo a conferirse el título de Arquitecto en el grado académico de licenciado, por la Universidad Rafael Landívar a través del Consejo de la Facultad de Arquitectura y Diseño en el campus central de la Ciudad de Guatemala en abril del año 2018.

En este documento se presenta información referente a un proyecto de temática residencial, específicamente, vivienda vertical. Se forma a partir de análisis crítico y fundamentado por un proceso de investigación en donde se comparan casos análogos internacionales y nacionales, se definen términos precisos y se elabora una propuesta proyectual arquitectónica en un entorno con características físicas y climáticas ideales para el desarrollo del mismo.

La propuesta se ubica en el municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala, Guatemala y nace a partir del auge económico proyectado para el municipio mencionado anteriormente. Además, el sector constructivo guatemalteco está en crecimiento paulatino anualmente. Este proyecto refleja la capacidad económica, social y ambiental que tiene el sector para poder albergar la primera vivienda vertical sostenible para personas de nivel socioeconómico alto.

Por todo lo anterior, se elabora principalmente un concepto y de este se desarrolla edificio de 18 apartamentos en cinco niveles, cuenta con un lobby, amenidades y tres sótanos con capacidad para tres vehículos por apartamento y ocho parqueos para visitas. A pesar de un adecuado sistema estructural, se integran áreas verdes, métodos sustentables para la eficiencia energética de manera activa y pasiva de diseño, con el fin de obtener los resultados esperados.

2. INTRODUCCIÓN



Ilustración 1: Vista del panorama de Guatemala desde lo que es la terraza del edificio Nordic, propuesta de Studio Domus. Fuente: http://www.studiodomus.com/nordic/bdwtv87bex1zi23gk2tvdhb9kxkkb4

La temática residencial es una necesidad biológica para el ser humano y, por los temas ambientales actuales también es una situación de recargada inquietud para los pensantes precavidos que están en búsqueda del cambio para obtener un futuro de herencia generacional; motivo principal por la que se concibe el tema "Vivienda vertical sostenible para personas de nivel socioeconómico alto en la aldea 'El Pueblito', Santa Catarina Pinula" el cual es desarrollado en el siguiente trabajo.

La vivienda es para los seres vivos, desde inicios de la historia, un lugar en donde se puede encontrar un refugio ante los elementos naturales y por esto tiene una relación biológica con los seres humanos; aparte del sentido natural de la palabra, actualmente es una meta aspiracional para las personas, es un sueño por cumplir que contiene varias características de confort. Con el crecimiento poblacional de estas últimas décadas, se refleja la necesidad de crear nuevas formas de diseño debido a que el esparcimiento horizontal de las principales urbes del mundo se ve limitada en el urbanismo moderno, esta razón ha puesto como principal solución arquitectónica a la vivienda vertical, o comúnmente conocidas como edificios de apartamentos. Los edificios de apartamentos han tenido una demanda en aumento dentro del mercado inmobiliario del sector nacional y ha sido una atractiva inversión para la construcción.

Por ejemplo, en la República de Guatemala, en el año 2016 la densidad poblacional es de 16.55 millones de habitantes con una tasa de crecimiento del 2.23% en relación con el año anterior y el mismo aumento se pronostica para el año 2017 (Elaboración de la Cámara Guatemalteca de la Construcción -CGC- con información del Instituto Nacional de Estadística). Las estadísticas del Índice Mensual de Actividad



Ilustración 2: Vista aérea del proyecto Los Cabos, desarrollado por FC Ingenieros & Arquitectos. Fuente: http://www.fc.com.gt/los-cabos.html#!prettyPhoto[gallery545815a2e4]/2/



Ilustración 3: Vista exterior de la Residencia Pilsen, desarrollado por FC Ingenieros & Arquitectos. Fuente: http://www.fc.com.gt/residencia-pilsen.html#!prettyPhoto[gallery0afda0c96d]/0/



Ilustración 4: Vista exterior del proyecto Ágora 1501 y su entorno. Fuente: http://www.studiodomus.com/agora/rzen657g1hqb0jyyu5rn6pewnxx44d



Ilustración 5: Vista exterior del proyecto Víu de Cayalá durante el atardecer. Fuente: http://www.apartamentosgt.com/wp-content/uploads/2012/07/Imagen1.jpg

en la Construcción -IMACON- demuestran que la actividad de construcción en Guatemala ha sido estable durante todo el año 2016 con una inversión estimada de 37,603 millones de quetzales guatemaltecos dentro del sector de la construcción (Fuente: Elaboración de la CGC con información del Banco de Guatemala).

Estos datos indican la magnitud económica y demográfica que tiene el área de la construcción en Guatemala, que se moldea según la necesidad de la población y que, además cada día está en aumento. Con estos datos de crecimiento en la construcción es importante saber que todo tiene un impacto en el medio ambiente que nos rodea y el sector constructivo a escala mundial representa el mayor contaminante ambiental con el 39% de las emisiones del CO_2 y el 30% de desechos, junto a esto también consume el 12% del agua potable y el 71% de la energía eléctrica (Guatenalan Green Building Council –GGBC–, 2017). Todos estos consumos provienen de fuentes finitas y el mal uso de las mismas limita a los seres vivos para su existencia; en el caso del agua es un recurso indispensable y solo el 1% del recurso hídrico del mundo es agua dulce; la energía eléctrica mayormente se produce por medio de combustibles fósiles y, el gas como sustituto principal, pero estas representan el 80% de las emisiones de dióxido de carbono en el mundo.

Por ende, aplicar la sostenibilidad es una característica que se debería considerar de carácter obligatorio, no solamente un tema ético profesional sino, para todo tipo de proyección urbanística, arquitectónica y constructiva. A partir de estudios de impacto ambiental y la preocupación que generan los resultados se han creado diversos sistemas de certificación que forman una guía para desarrollar todo tipo de proyecto con el enfoque sostenible que tanto se busca en la actualidad. Sin embargo, es relevante entender que

para que la sostenibilidad se aplique correctamente debe ser un desenvolvimiento integral por medio de todos los involucrados dentro del proyecto durante todo el ciclo de vida del mismo, quiere decir que desarrolladores, inversionistas, promotores, diseñadores hasta los usuarios finales deben comprender la importancia de la sostenibilidad para el cuidado del medio ambiente, debido a que esto representa la reducción de consumos, el uso consiente de los mismos y el manejo adecuado de los desechos; cabe mencionar que los derechos personales llegan hasta donde inician los ajenos.

Métodos sostenibles son la solución que se puede ofrecer profesionalmente en la arquitectura e ingeniería moderna, aportando así todas las condicionas posibles para ayudar al ambiente a subsistir y con este la raza humana. Sobre esto se expresa Sir Norman Foster:

> *"Aún no tenemos una comprensión completa del impacto de los temas ambientales en la arquitectura en un sentido global, y espero que nuestro trabajo pueda aportar algunas referencias útiles para las generaciones futuras. Las cuestiones ambientales afectan la arquitectura a todo nivel, pero los arquitectos no pueden resolver todos los problemas ambientales del mundo; esto requiere liderazgo político. Sin embargo, podemos diseñar edificios para que funcionen con niveles de consumo de energía muy inferiores a los actuales, podemos influir en los patrones del transporte a través del planeamiento urbano y podemos actuar como defensores apasionados del diseño sustentable."* (Juana Libedinsky; La Nación (Argentina), 2011).



Ilustración 6: Vista aérea del proyecto Torre 360, desarrollado por Studio Domus. Fuente: http://www.studiodomus.com/torre-360



Ilustración 7: Imagen de la propuesta del edificio Oakland 12-24 por FC Ingenieros & Arquitectos. Fuente: http://www.fc.com.gt/oakland-12-24.html#!prettyPhoto[gallery48578cbe12]/1/



Ilustración 8: Vista del edificio Atrium, por Seis Arquitectos. Fuente: http://www.seisarquitectos.com/atrium.html

El tema "Vivienda vertical sostenible para personas de nivel socioeconómico alto en la Aldea 'El Pueblito', es un anteproyecto de arquitectura sostenible que, busca ser una fuente de referencia para futuros proyectos dentro de los campos involucrados, se desarrollan datos de instalaciones hidráulicas solamente, pero no se desarrollan planos estructurales técnicos. Además, busca concientizar al lector sobre la situación actual ambiental y así motivar al uso adecuado de los recursos y el manejo responsable de los desechos con el fin de poder dejar un legado a nuestras futuras generaciones. Informa al lector que el uso de métodos sustentables en proyectos si puede ser rentable, cumpliendo con las necesidades del grupo objetivo. El trabajo tiene un enfoque educativo con todos los datos respectivos al tema de proyección residencial y arquitectura sostenible, por ejemplo, sistemas de distribución en proyectos residenciales y sistemas de certificación en proyectos sostenibles; también hay datos sobre los usuarios definidos en el título del proyecto y detalles del terreno en donde se encuentra.

El proyecto se ubica en la comunidad de la aldea 'El Pueblito' dentro del municipio de Santa Catarina Pinula del departamento de Guatemala; el municipio tiene una altura promedio de 1550 metros sobre el nivel del mar y generalmente ofrece una vista bastante agradable de la ciudad y sus montañas colindantes. También es relevante conocer que es un lugar húmedo, con precipitación pluvial de1500 mm. de lluvia al año promedio y de igual manera, a lo anterior cabe mencionar que es un lugar con alto riesgo de sufrir daños por deslizamientos debido a que el municipio es accidentado mayormente al 80%. Este es un municipio llamativo para la inversión en sector de la construcción inmobiliaria; actualmente en Santa Catarina Pinula se están financiando proyectos relacionados al desarrollo

sostenible por parte de varias ONG's e incluso de la Unión Europea. De igual forma, es interesante por la cercanía a los municipios de Guatemala, Villa Canales, Fraijanes y San José Pinula; esto lo vuelve un atractivo para las personas que buscan vivir fuera de la capital, pero con una relación distancia-tiempo suficiente para evitar horas de tráfico que involucra mantener una rutina diaria dentro del departamento de Guatemala. La vivienda vertical que se proyecta está dirigida para personas de nivel socioeconómico alto, principalmente por la ubicación del proyecto. Familias de tres a cinco integrantes, quienes estén buscando acercarse al sector donde se desempeña su rutina diaria. Se especifica este grupo objetivo con el fin de aclarar las actividades que se llevan a cabo dentro de las instalaciones. Estudios de la Unión Guatemalteca de Agencias de Publicidad –UGAP– ha establecido que en Guatemala el 1.8% de la población pertenece a la clase alta, o clase AB, con ingresos promedio arriba de los Q. 61,200.00 (US$8,160.00). La clase AB se caracteriza por los siguientes rasgos: los jefes de familia son los padres, quienes asistieron a una universidad prestigiosa del país o extranjera y, tienen estudios superiores de maestría o doctorado. Además, como segundo idioma tiene manejo del idioma inglés y es totalmente normal que sepan un tercer idioma proveniente del latín. Respecto a servicios bancarios, es común que cuenten con cuentas bancarias monetarias en moneda nacional y extranjera, cuentas de ahorro y de dos a más tarjetas de crédito con cobertura internacional. En el ámbito profesional son negociantes exitosos, gerentes o ejecutivos de corporaciones grandes, empresarios o profesionales independientes generando su propia fuente de ingresos. En el caso de la esposa, es una tendencia que trabaje para una empresa privada o pública con un salario que ayuda para los gastos mensuales del hogar.



Ilustración 9: Imagen de la Torre Barcelona, proyectado por Seis Arquitectos. Fuente: http://www.seisarquitectos.com/torre-barcelona.html



Ilustración 10: Propuesta del edificio de apartamentos Nivó Z15, diseñado por Axis. Fuente: http://www.axis.com.gt/portfolio/nivo-z15/



Ilustración 11: Edificio TerraEsperanza por LEGORRETA+LEGORRETA. Fuete: http://legorretalegorreta.com/terra-esperanza/

Ambos padres de familia aportan de forma económica al balance de las finanzas familiares y la prioridad de ambos es la educación superior y universitaria de sus hijos por lo que este renglón se vuelve una inversión promedio de Q. 5,391.00. Las familias guatemaltecas del grupo AB, en la actualidad, se componen por dos adultos mayores, quienes son los padres, y de dos a tres hijos entre 0 a 23 años, entonces las actividades que se desenvuelven en el edificio pueden variar debido a sus hijos y no a los padres.

Estas familias viven en sectores residenciales o en colonias, considerando principalmente la seguridad, y se ha vuelto un factor muy común que estas personas busquen vivir en edificios de apartamentos porque cumplen el factor de seguridad, pero con espacios dedicado a las amenidades. Por el tamaño del núcleo familiar de las familias, este grupo objetivo busca hogares que tengan de tres a cuatro habitaciones y uno o dos de estos con walking closet, tres baños en total, un estudio o cuarto de servicio, una sala, un comedor, una cocina y espacio dedicado a lavandería para ubicar una lavadora y una secadora. Normalmente, también tienen una empleada de servicio doméstico quien llega por día o por mes en asistencia a la limpieza de la casa, ayuda en cocina y lavandería.

Casi todas las familias de clase AB tiene por lo menos tres vehículos lujosos con precio comercial aproximado de $35,000.00 o más cada uno, usualmente uno de ellos es un auto familiar y otros dos sedanes, de estos comúnmente todos se encuentran asegurado. En el tema de artículos, estos hogares tienen todas las comodidades e incluso lujos, cuentan con aparatos telefónicos, cuatro televisores o más al igual que computadoras, tienen equipo de sonido y es bastante normal que las amas de casa tengan una amplia variedad de aparatos electrodomésticos para el uso dentro de la vivienda.

Toda persona busca obtener tiempo dedicado a diversión y pasatiempo, este segmento de personas comparte su tiempo en clubes privados, restaurantes o centros comerciales, siendo un punto esencial en el tema de convivencia social. En horas de pasatiempo dentro del hogar, la televisión o consolas de videojuegos es una opción para este renglón, pero es interesante como en la actualidad se ha demostrado que, la computadora y el teléfono celular se han vuelto una nueva opción de pasatiempo. Como diversión y descanso las familias de clase socioeconómico alto escogen vacacionar generalmente dentro del interior del país y, en es común que se programen en el año viajes que requieran de servicio aéreo para salir al extranjero.

Las descripciones anteriores se obtuvieron con ayuda de la empresa Multivex Sigma Dos y dan una idea clara de las necesidades del mercado meta, para que así se pueda comprender mejor qué ambientes deben ser considerados dentro del proyecto para cumplir las características de confort que se buscan. Una vez se comprende bien qué necesidades se deben abarcar, se puede concebir el proyecto haciendo un análisis integral del terreno, su entorno, los usuarios de la vivienda vertical y las funciones que debe cumplir a lo largo de su ciclo de vida, siendo un factor inolvidable que es un proyecto sostenible por lo que todas las decisiones deben girar en torno a la sostenibilidad.

La concepción del proyecto se basa en las características ya mencionadas del grupo objetivo y con toda la información obtenida de los análisis. El proyecto integra bastante el concepto ambiental en su arquitectura, lo primero que se imagina es una terraza verde con mobiliario de descanso aprovechando al máximo la vista que ofrece el terreno. Se imagina un proyecto que se encuentra entre los 25 a 35 metros de altura con una sensación de



Ilustración 12: Casa Corallo, concebido por Paz Arquitectura. Fuente: http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-146381/casa-corallo-paz-arquitectura



Ilustración 13: Vista desde la terraza de Casa Luz, por Paz Arquitectura. Fuente: http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-148927/casa-luz-paz-arquitectura

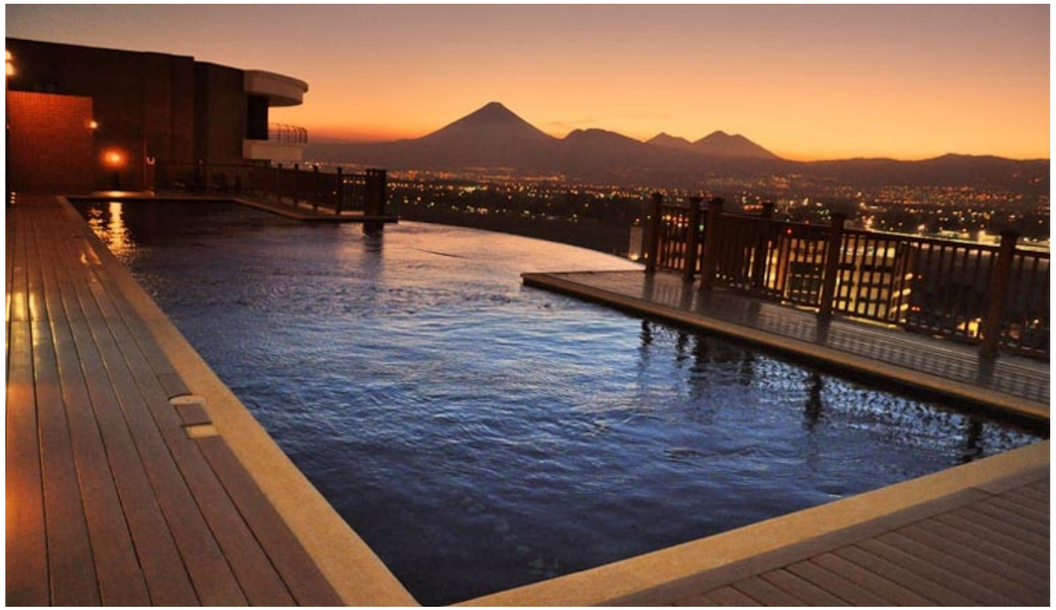


Ilustración 14: Vista desde la terraza del Edificio Tadeus, proyectado por Seis Arquitectos. Fuente: http://www.seisarquitectos.com/tadeus.html

Ilustración 15: Ingreso a los Apartamentos M, desarrollados por PXP Architecture & Partners en colaboración con David Garda Taller de Arquitectura. Fuente: http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/796242/m-apartments-pxparchitecture-and-partners-plus-david-garda-taller-de-arquitectura

movimiento, gracias a que cada planta tiene un ángulo de rotación suficiente para crear esa concepción a quien lo pueda ver. Se deben considerar los materiales a utilizar, porque estos influyen en la apariencia física del proyecto, en este caso el concreto expuesto en combinación con la vegetación y algunos detalles en ladrillo o madera puede ser la combinación ideal para el tema ambiental que se busca manejar. Estructuralmente, para poder mantener plantas bastantes amplias, con la menor interrupción de columnas, se debe utilizar un sistema de marcos rígidos con el apoyo de muros de carga distribuidos en la planta para así lograr soportar el edificio en su totalidad, dando lugar a un diseño variado que pueda ofrecer opciones que se adapten a la necesidad de cada usuario.

En todo el mundo, existe la necesidad de aplicar un desarrollo sostenible. El cambio climático es un hecho, y a la arquitectura se le suma la ayuda de la tecnología moderna en búsqueda de un mejor futuro para las próximas generaciones. La arquitectura puede ofrecer soluciones a las necesidades ecológicas actuales y se le conoce como arquitectura sostenible. Hay ejemplos alrededor del mundo donde existen varios proyectos que cubren necesidades sostenibles dentro del campo inmobiliario como solución ambiental, cada uno con distintos atractivos y localizaciones a los cuales se deben adaptar por sus climas y usuarios específicos, ejemplos de estos retos son: las Torres Al Bahar en Los Emiratos Árabes, el Edificio Gebhartstrasse en Suiza, la Torre Marco Polo en Alemania y el Edificio Fórum Zona Viva en Guatemala. A estos proyectos análogos de arquitectura sostenible, se busca sumar esta propuesta de vivienda vertical sostenible para personas de nivel socioeconómico alto en la Aldea 'El Pueblito', Santa Catarina Pinula; a nivel de anteproyecto solamente.

3. PROYECTOS ANÁLOGOS



Ilustración 16: Vista exterior de las torres. Fuente: http://skyscrapercenter.com/building/id/9129

TORRES AL BAHAR

- Arquitectos: Aedas Arquitectos
- Ubicación: Abu Dhabi, Dubái, Emiratos Árabes
- Área: 56,000.00 m².
- Año: 2012
- Uso: Comercial

Este proyecto se inicia gracias al concurso internacional propuesto por el Consejo de Inversiones de Abu Dhabi (Abu Dhabi Investment Council), para su nueva sede, por lo que el estudio Aedas asociado con Diar Consult, presenta el diseño ganador del concurso, las torres de Al Bahar, que maneja un concepto cultural de dos torres de oficinas con 25 pisos cada una y que de forma eficiente puede llegar a albergar entre 1,000 a 1,100 personas por piso. Este proyecto cumple con los requisitos ambientales de acuerdo a las aspiraciones del Plan de Desarrollo del 2030 que plantea recientemente la capital de los Emiratos Árabes Unidos, de hecho, se vuelve más interesante al saber el clima extremo de 37°C, vientos arenosos y un 0% de posibilidad de lluvia que existe en Abu Dhabi. El calor es un reto para el proyecto arquitectónico por cuestión de confort dentro del edificio, mientras que los vientos arenosos comprometen la estructura, siendo un riesgo para todos sus usuarios. Las oficinas involucradas ofrecen soluciones innovadoras por las que este proyecto se toma como caso análogo. Como se mencionaba anteriormente, las bases del diseño innovador en arquitectura e ingeniería son: la naturaleza y la cultura islámica. Estas torres de 145 metros de altura resaltan por su membrana en forma de "mashrabiya" en homenaje a la arquitectura tradicional árabe; son pantallas cinéticas de origen islámico del Oriente Medio que se adaptan según la intensidad de la radiación solar que reciben y el cambio de ángulo de incidencia durante las diferentes etapas del año, fue diseñada por el equipo tecnológico de Aedas junto a la colaboración de Arup Ingenieros. Esta idea fue facilitada y hecha realidad gracias a la tecnología, a través de modelados paramétricos y algoritmos que luego fueron refinados en programas de computación. Esta pantalla, o "mashrabiya", tiene la función de un muro cortina, colocada con un marco independiente a dos metros de la fachada exterior del edificio.



Ilustración 17: Vista exterior de las torres. Fuente: http://skyscrapercenter.com/building/id/9129



Ilustración 18 y 3.1: Detalle del funcionamiento de las pantallas solares. Fuente: https://es.wikiarquitectura.com/edificio/Torres-Al-Bahar/

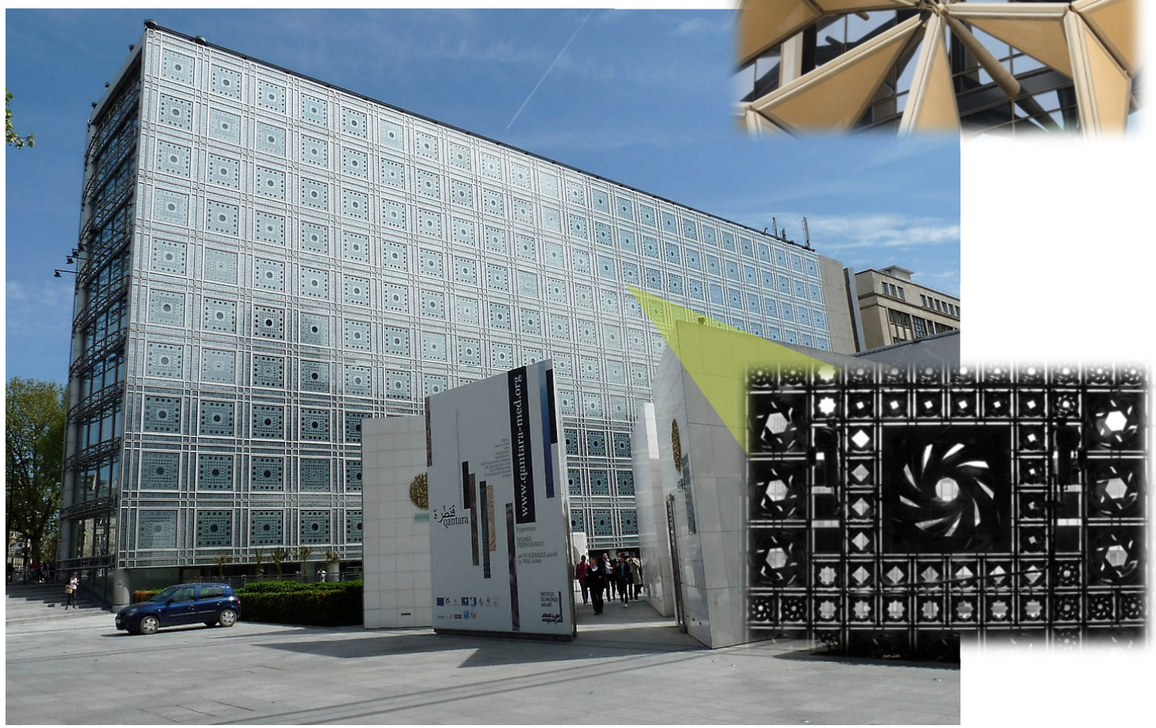


Ilustración 19: Fachada del Instituto del Mundo Árabe de Jean Nouvel en París. Fuente: https://aedesign.wordpress.com/2009/08/29/arab-world-institute-paris-france/

Cada figura está recubierta con fibra de vidrio para responder a las exigencias del clima y es programada para responder al movimiento solar mientras soluciona el equilibrio entre la ganancia solar y el deslumbramiento, este muro cortina se cierra por la noche para mantener el calor dentro del edificio. El sistema de protección solar ayudar a reducir el consumo de energía, debido a que se mantiene el espacio interior fresco evitando los aires acondicionados, y por la capacidad de filtración de luz los arquitectos pueden ser más selectivos en la elección del vidrio.

3.1.1.1. Situación

Las torres del Consejo de Inversiones de Abu Dhabi, Al Bahar, se ubican en la entrada oriental, en el cruce de Al Saada y Al Salam Street, dentro de la ciudad de Abu Dhabi. Durante el verano, a horas de la tarde, el calor puede llegar a alcanzar una temperatura de 49°C en la capital de los Emiratos Árabes Unidos. Debido al ingenio y creatividad de Aedas Arquitectos con la colaboración de Arup Ingenieros, lograron crear la increíble e innovadora fachada por la que hoy estas torres son ganadoras del premio anual del Council on Tall Buildings and Urban Habitat -CTBUH- del 2012. El trabajo de estas dos empresas le rinde homenaje al diseño y concepto de la arquitectura tradicional árabe, las grandes pantallas de su piel inteligente se componen por patrones geométricos que forman más de 1,000 piezas móviles que se abren o cierran constantemente a lo largo del día, dependiendo de la posición del sol, se puede comparar al Instituto del Mundo Árabe de Jean Nouvel en París.

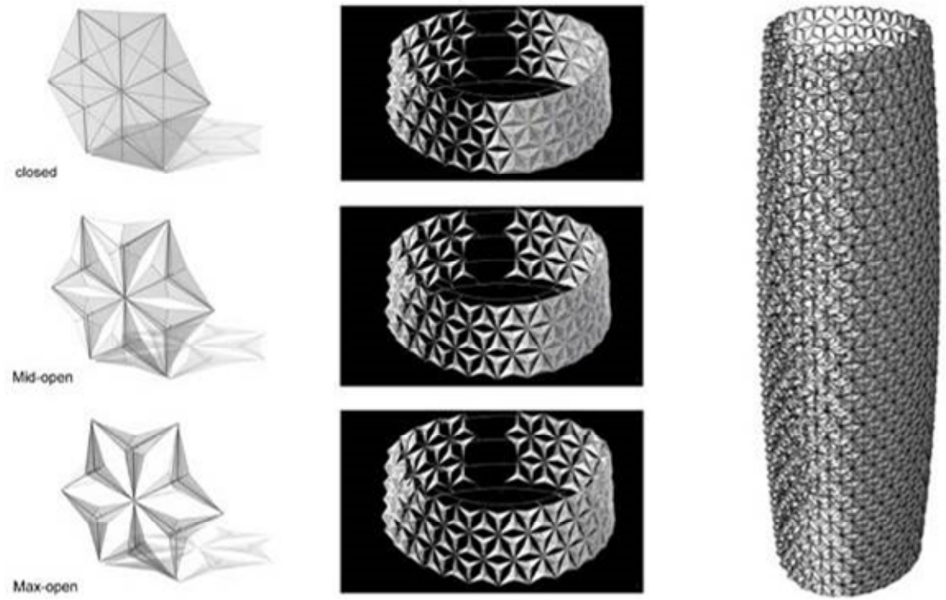


Ilustración 20: Detalle de la apertura de las pantallas solares. Fuente: https://es.wikiarquitectura.com/edificio/Torres-Al-Bahar/

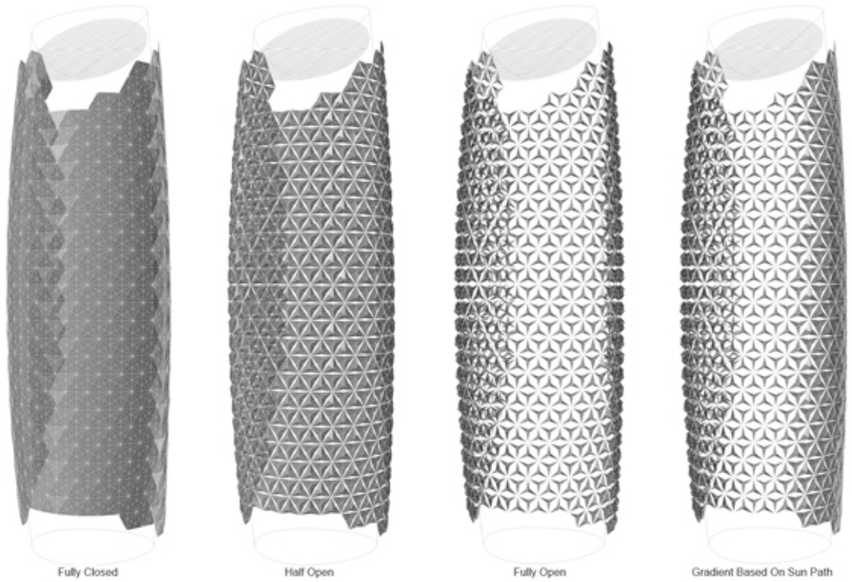


Ilustración 21: Detalle de la apertura de las pantallas solares. Fuente: https://es.wikiarquitectura.com/edificio/Torres-Al-Bahar/

3.1.1.2. Concepto

El método de operación utilizada en la fachada de las torres Al Bahar supera los desafíos modernos de la típica tipología solucionada en los rascacielos, proporciona respuestas más dinámicas y eficientes al tipo de clima que enfrenta en la zona. Esta propuesta brinda un diseño acorde a su contexto y considerado culturalmente, sin dejar por un lado la tecnología para no sacrificar el diseño, pero cumpliendo los patrones más eficientes posibles. El método de sombreado "mashrabiya", se inspira en una segunda piel usada tradicionalmente en arabia, este concepto de diseño fue usado por la compañía Aedas cuando ganaron una competencia para la edificación de las torres que luego pasan a ser la sede de ADIC en Abu Dhabi. Dicho concepto fue desarrollado por la agrupación de diseño computacional, por su parte los arquitectos e ingenieros se encargan de realizar una explicación paramétrica para la geometría de las pantallas movibles de la fachada y simular su función en respuesta a la luz solar y el cambio de ángulos de las mismas, según los días del año. Es evidente que las torres Al Bahar son una respuesta "temprana" a las iniciativas que se discutieron en el Emirato durante su concepción, dentro de estas está la publicación del Plan de Abu Dhabi 2030 que se basa en la gestión ambiental Estidama y la iniciativa de Masdar en temas de energía renovable, abarca varios conceptos de forma integral para el desarrollo sustentable, fundamentándose en principios de responsabilidad cultural y de medio ambiente.

3.1.1.3. Descripción

Pantallas:

Una activa y receptiva pantalla de sombreado reduce aún más el efecto de la radiación solar, actuando el diseño del "mashrabiya", celosía que cerne la luz y aminora el deslumbramiento. El mecanismo del método de sombreado es propulsado por la energía renovable procedente de los paneles fotovoltaicos ubicados en áreas estratégicas del proyecto para la recepción de la luz solar. El cercado enorme cubre casi en su totalidad a las dos torres, excepto a las fachadas situadas al norte.

Durante las noches las pantallas se doblan, haciendo que se vea más la fachada y cada vez que el sol aparece en la mañana por el este, el "mashrabiya" a lo largo de este costado de la edificación empezara a cerrarse y cuando el sol se traslada en torno al edificio, toda la franja vertical de la "mashrabiya", indica Eter Oborn, vicepresidente de Aedas y uno de los arquitectos del proyecto.

Torres:

Este tipo de edificios, también llamados "edificios capullos" tiene como base una forma geométrica organizada de modo que se obtiene el mayor rendimiento con el mismo esfuerzo y afinado con el trabajo de métodos paramétricos de diseño para lograr ese rendimiento racionalizado en la superficie entre las paredes y el suelo; aprovechando al máximo cada metro cuadrado de construcción.

Los edificios, a lo largo de su concepción, tuvieron varios cambios de diseño para optimizar el método del sombreado por medio de las "mashrabiya", todo inicia con la idea de dos figuras cilíndricas, de planta simple circular, resolviendo la funcionalidad óptima del espacio interior entre las paredes y el piso. Este diseño evoluciona en orientación natural respecto al diseño de los espacios dentro del edificio, y también combinando geometrías circulares para ayudar a reducir la exposición solar. De último, este diseño es esculpido minuciosamente según el eje del núcleo de las torres para perfeccionar al máximo el detalle en la mecánica del sombreado natural. Las torres terminaron con este diseño estrecho en la base y en la última planta, pero más amplia en los pisos medios. Los arquitectos encontraron la solución de circulación vertical en nueve ascensores diseñados para moverse cinco metros por segundo, una forma veloz y eficiente de circular entre los 27 pisos de las torres Al Bahar.



Ilustración 22: Los ciclos de movimiento de las pantallas solares. Fuente: https://es.wikiarquitectura.com/edificio/Torres-Al-Bahar/

3.1.1.4. Espacios

Jardines:

Estos espacios verdes fueron considerados dentro del proyecto como jardines internos a cielo abierto, y se pueden observar a lo largo de la fachada sur. Los jardines generan confort a todos sus pisos porque de forma natural se crean espacios de servicio para los usuarios del proyecto, siendo un área de descanso, recreación o reunión, pero, además ayudan a disminuir la radiación solar directa a la que se expone cada nivel, por lo que genera confort térmico. Fuera del edificio también se generan espacios verdes con vegetación típica del lugar, especies que soportan altas temperaturas. Otro espacio de recreación en forma de jardín se encuentra a 120 metros de altura, en la última planta de las torres; es una plataforma de observación que también tiene jardín en su fachada sur y espacios abiertos que permiten la funcionalidad para la que fue pensada esta plataforma.

Podio:

En este caso se encuentra el lobby, salas de oración (son áreas fundamentales debido al lugar geográfico donde se sitúa el proyecto), dos restaurantes, un auditorio de reuniones, gimnasio y un mezzanine pensado como área de encuentro con un café. Esta gama de instalaciones que, por separado permite el acceso para cualquier tipo de usuario; está diseñado con vías diferenciadas y fluidas, porque el promotor del proyecto maneja variedad de categorías para sus visitantes, desde personas públicas hasta personalidades VIP. En proyectos de esta magnitud, es importante considerar espacios de estacionamiento, por lo que se diseñaron dos niveles subterráneos con capacidad para 80 vehículos, en estos sótanos se ubican también las bóvedas de seguridad y bodegas de almacenamiento.

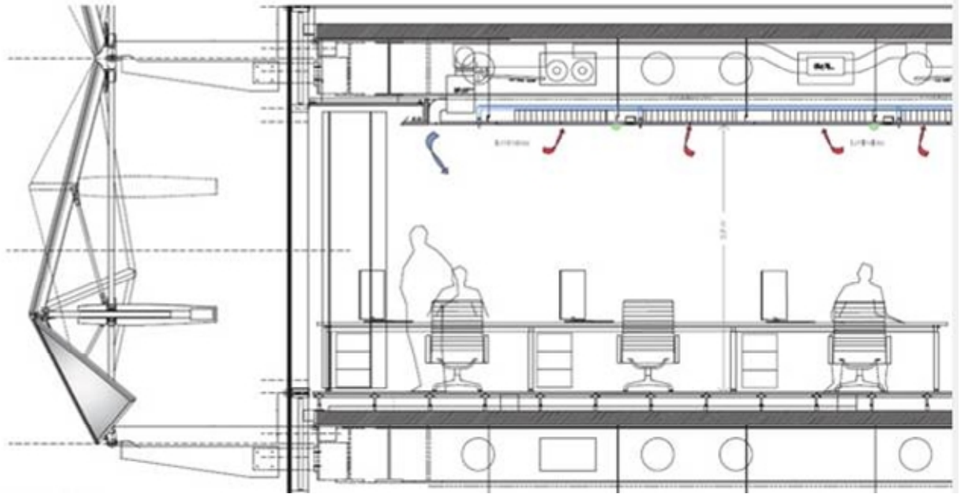


Ilustración 23: Detalle en sección. Fuente: https://es.wikiarquitectura.com/edificio/Torres-Al-Bahar/

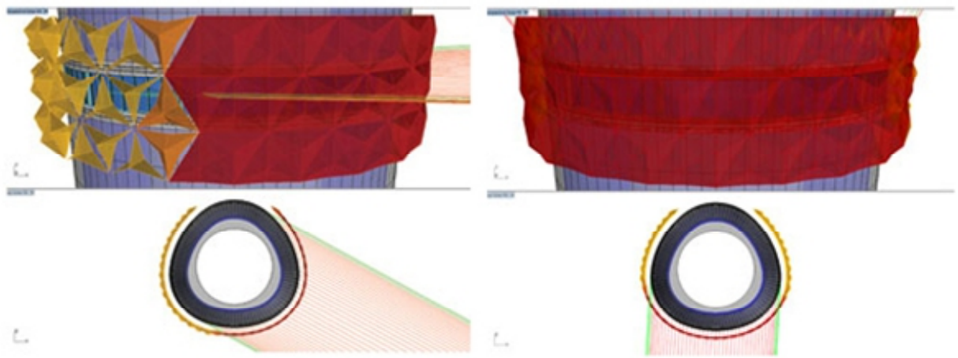


Ilustración 24: Esquema del funcionamiento de la protección solar. Fuente: https://es.wikiarquitectura.com/edificio/Torres-Al-Bahar/

3.1.1.5. Estructura

Las torres están deliberadamente separadas de la subestructura por medio de juntas constructivas a lo largo de las torres, para permitirles comportarse independientemente. Esto simplifica el análisis estructural, con respecto a cualquier oscilación fuera de fase bajo efectos sísmicos. El sitio está a menos de 200 metros del mar, y esta proximidad se traduce naturalmente en un alto nivel freático. Durante la construcción, esto requiere la deshidratación que comienza una vez que la excavación alcanza el nivel de formación y se corta al completarse la caja de la subestructura. La subestructura está protegida del entorno corrosivo circundante por una membrana continua. Para asegurar la estabilidad en todas las fases de construcción, los pilotes son diseñados para soportar una tensión máxima equivalente a elevar menos el peso propio de la subestructura. La propuesta tiene un forro de cristal en las paredes que cubre todas las fachadas, pero con la ayuda de las pantallas solares, fijadas a dos metros de este forro acristalado, y los jardines interiores se soluciona la necesidad de confort climático en el interior.

<u>Pantalla solar:</u>

El principal desafío del proyecto se encuentra en las soluciones que responden a la necesidad del confort en comparación al clima de Abu Dhabi, que se puede representar como un calor abrasador. Entonces la sombra se vuelve un elemento esencial para suplir a los usuarios del Consejo de Inversiones de Abu Dhabi, pero es claro que para satisfacer estas necesidades de comodidad hace falta energía y con relación a la magnitud del proyecto el consumo es bastante grande, por ende, esto se reduce al máximo para beneficio del promotor.



Ilustración 25: Planta de
https://es.wikiarquitect
res-Al-Bahar/



Ilustración 26: Esquema de los elementos que componen las torres Al Bahar. Fuente: https://es.wikiarquitectura.com/edificio/Torres-Al-Bahar/



EDIFICIO GEBHARTSTRASSE

- Arquitectos: Halle 58 Arquitectos
- Ubicación: Liebefeld, Suiza
- Área: 620.00 m².
- Año: 2006
- Uso: Residencial

Ilustración 27: Fachada noroeste. Fuente: http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-49370/edificio-gebhartstrasse-halle-58-architekten



Ilustración 28: Vista oeste. Fuente: http://www.halle58.ch/projekte/neubauten/wohnhaus-gebhartstrasse-liebefeld/



Ilustración 29: Vista este. Fuente: http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-49370/edificio-gebhartstrasse-halle-58-architekten

El primer apartamento residencial con certificado Minergie-P-Eco en Suiza se encuentra en un espacio que antes era utilizado como refugios para vehículos antiguos. La etiqueta ecológica de Minergie-P requiere ocho puntos en esencia, y estos son: una demanda específica de calor del 60% o menos que el estándar SIA 380/1; renovación del aire por medio de una sistema que ventile y recupere el calor; el índice de energía debe ponderarse en menos de 30 kWh por metro cuadrado; se debe demostrar el confort térmico en época de verano; dependiendo de la categoría del edificio existen requisitos adicionales (generadora de calor, iluminación y refrigeradores); el envoltorio del edificio debe cumplir con propiedades herméticas; el uso de electrodomésticos de bajo consumo energético; los costes adicionales de construcción y mantenimiento se deben limitar en comparación de un edificio convencional hasta un máximo de 10%.

Este condominio tiene una apariencia especial para el entorno de la ciudad sueca, Liebefeld. El diseño tiene un lenguaje formal para integrarse a los apartamentos colindantes que tienen hasta 65 años de antigüedad, se demuestra que la energía eficiente y los procesos constructivos sostenibles se puede ajustar a cualquier tipo de asentamiento residencial. Las fachadas de soporte, construidas en madera, facilitan el diseño estilo loft de este edificio. Interiormente, el amplio espacio que se llena de iluminación natural se puede dividir libremente, y más importante aún, el uso pasivo de la energía solar, uso de energía renovable y el uso de materiales duraderos y naturales.

3.1.2.1. La energía eficiente

Este complejo proyecto eco-sostenible se cimienta gracias al labor del equipo de proyectistas de Halle 58 Achitects, y desde la oficina de diseño se propone una construcción sana y ecológica para el bienestar, no solo de los residentes, sino también para la vida urbana; esta es una preocupación de todos los involucrados en el proyecto. Una vez definido el hincapié y con las directrices de eco-construcción que norma el Minergie-Eco se pone en marcha el proyecto.

El edificio cuenta con grandes ventanales orientados al suroeste para aprovechar la luz del sol, cuenta con una persiana de madera que, a través de un mecanismo ajustable, se oscurece gradualmente y evitando la intensidad de la luz solar; mientras que su fachada norte protege las habitaciones de sobrecalentamiento. Con el rellano de grava y una capa de cemento se crean los módulos para almacenamiento de calor, que se necesita como requisito para cumplir con el Minergie-P-Eco.

3.1.2.2. Calefacción con el sol y la madera

La energía térmica para suministrar los tres apartamentos del proyecto se realiza con una moderna estufa de pellets de madera. La caldera se ubica en el sótano, al igual que los almacenes. En esta misma planta se encuentran los sistemas de baja temperatura, o aires acondicionados, de las tres plantas del edificio, sin dar lugar a ningún tipo de puente térmico significativo y por esta



Ilustración 30: Vista interior del corredor este. Fuente: http://www.halle58.ch/projekte/neubauten/wohnhaus-gebhartstrasse-liebefeld/



Ilustración 31: Vista interior del corredor oeste. Fuente: http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-49370/edificio-gebhartstrasse-halle-58-architekten

razón, el acceso al sótano sólo puede tener lugar desde el exterior, a través del cuerpo de la escalera. Cabe resaltar que el 76% del suministro de agua caliente se hace por medio de energía solar. Para suministrar la demanda de energía solar, se ubican en la azotea verde paneles solares con una superficie de absorción de 20 metros cuadrados junto a la azotea. Diseñado y elaborado con un sistema fotovoltaico adicional 30 metros cuadrados de superficie.

3.1.2.3. Construcción de madera

El concepto de construcción con grandes balcones en voladizo y acciones pórtico basada totalmente en elementos del bastidor de madera. El sótano del edificio es una estructura de hormigón masivo. Desde el sótano hay una construcción en madera completa cuyo revestimiento se compone de placas Duripanel no tratados (tableros de fibra de madera-cemento). Mientras que las plantas son nervios de hormigón que al mismo tiempo son el revestimiento de la esquina noreste del edificio con paneles de madera. Fue diseñado también con una estructura hermética al aire, pero no al vapor. No hay ninguna capa o funda con la función retener el vapor, la disminución de la presión del vapor de agua se lleva a cabo de una manera gradual. Se tomaron medidas para eliminar cualquier interrupción en la construcción con el fin de garantizar un ahorro adicional de energía, al tiempo que aumenta el confort térmico y aislamiento del ruido. La cubierta y los pisos intermedios se obtienen a partir del conjunto de elementos de caja de madera.



Ilustración 32: Vista interior del área del comedor. Fuente: http://www.halle58.ch/projekte/neubauten/wohnhaus-gebhartstrasse-liebefeld/



Ilustración 33: Vista de la terraza con detalle del panel solar. Fuente: http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-49370/edificio-gebhartstrasse-halle-58-architekten

En cuanto al aislamiento acústico, las paredes divisorias entre las unidades cumplen con los más estrictos requisitos de la norma SIA 181 con la introducción de una capa de grava en el nivel cero. Las fachadas se hacen con vigas laminadas doble T, con el núcleo interrumpido para la reducción de los puentes térmicos. Los elementos de madera de tienen una platina gris característica, armoniosamente acercándose a las losas de madera mineralizadas que componen el revestimiento exterior. Los edificios Gebhartstrasse, en virtud de todas estas características verdes, cumplen con los estándares de Minergie-P-Eco, nacido hace poco más de una década, que en Suiza da fe de la mayor calidad de la construcción sobre la base de los principios de eficiencia energética y medioambiental.

Algunos fragmentos en paráfrasis de este capítulo se han adaptado al castellano.



Ilustración 34: Vista interior. Fuente: http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-49370/edificio-gebhartstrasse-halle-58-architekten

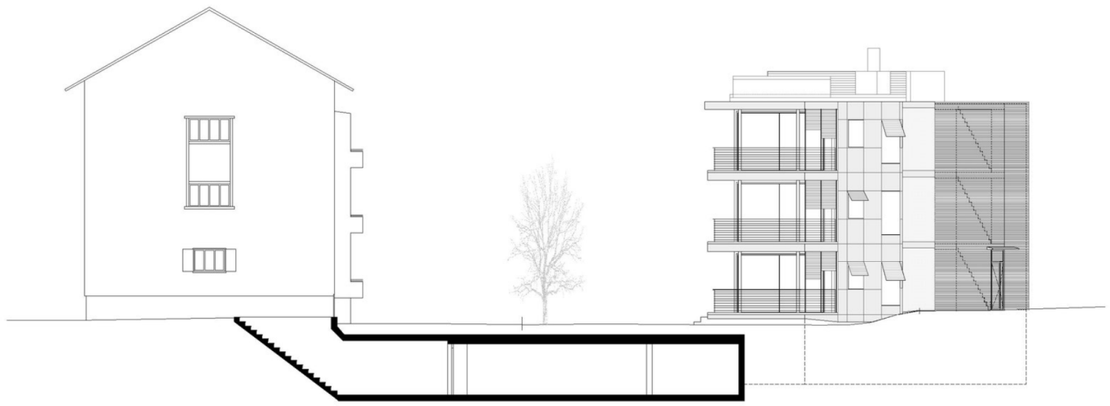


Ilustración 35: Sección transversal.

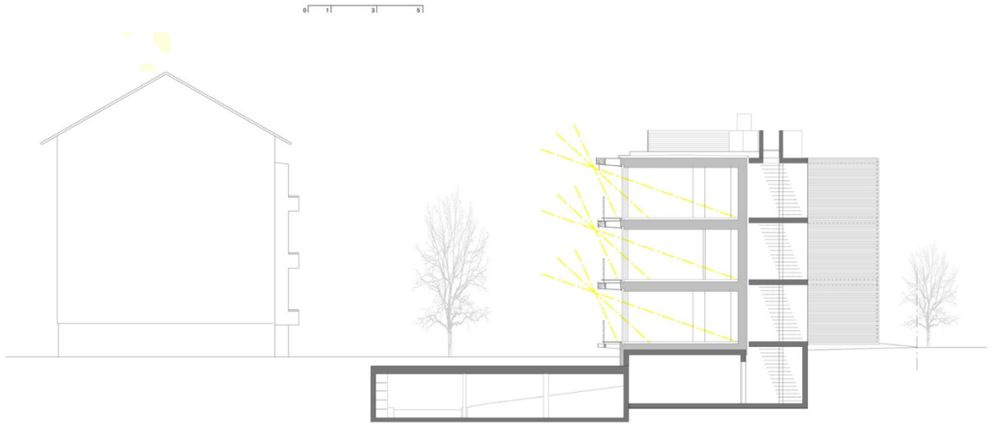


Ilustración 37: Sección esquemática del impacto de la radiación solar.

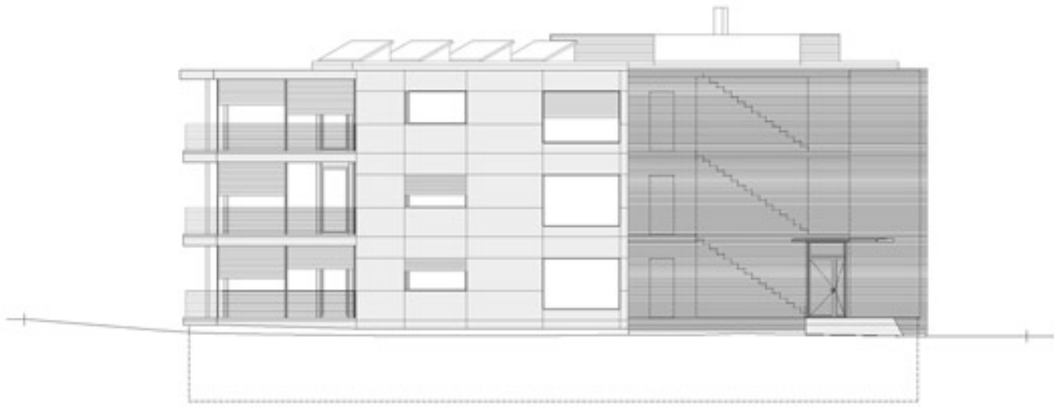


Ilustración 36: Alzado este.



Ilustración 39: Detalle de vista interior. Fuente: http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-49370/edificio-gebhartstrasse-halle-58-architekten

Ilustración 38: Planta del proyecto. Fuente: http://www.halle58.ch/projekte/neubauten/wohnhaus-gebhartstrasse-liebefeld/

TORRE MARCO POLO

- Arquitectos: Behnisch Arquitectos
- Ubicación: HafenCity, Hamburgo, Alemania
- Área: 12,500.00 m².
- Año: 2010
- Uso: Mixto



Ilustración 40: Vista exterior del proyecto. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349



Ilustración 41: Vista exterior del proyecto. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349



Ilustración 42: Vista interior de una sala. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349

La Torre Marco Polo mide 55 metros de altura y, como hito urbano, indica el final de la ruta desde el centro de la ciudad hacía las nuevas atracciones de la ciudad como la terminal de cruceros y el paseo marítimo de Strandkai. Esta torre se sitúa en la prestigiosa ciudad moderna de HafenCity, Hamburgo, colindando con la nueva sede de la empresa Unilever, también diseñada por Behnisch Architekten. Este edificio sobresale de su entorno porque está diseñado de una manera única y distinguida, además, es interesante observar como con su sombra refleja la silueta de Hamburgo sobre el río Elbe.

La edificación posee 17 niveles y como solución arquitectónica sustentable, a todos los pisos se les aplica unos pocos grados de rotación sobre su eje central, permitiendo así que los 58 apartamentos logren tener la vista tanto de la ciudad como del puerto cercano. Cabe resaltar la forma en que sus balcones logran aumentar los espacios visuales de cada apartamento, tanto interior como exterior, y además tiene la función de cubrir el espacio interior de los rayos solares directos mientras generan una imagen atractiva para los visitantes del proyecto. Resumiendo todo lo anterior, se logra un concepto de espacios residenciales que enfatizan la luz natural y las maravillosas vistas que brindan los entornos.

Los apartamentos en general tienen entre 60 y 340 metros cuadrados. Con un enfoque de mercado para clase alta, estos apartamentos de planta libre permiten al cliente diseñar su hogar con el respaldo de un arquitecto de interiores que ayuda a plasmar la idea del cliente. En cada uno de los apartamentos de esta torre el balcón superior ofrece protección del sol, así se logra obtener luz natural, pero se evita el calor que genera el contacto directo con los rayos solares. También se logra un sentimiento desde el momento

en que se entra a la residencia por medio de una vista ininterrumpida de los entornos exteriores desde la sala de estar, a través de grandes paneles de vidrio. Las azoteas y balcones de la periferia dispersan las superficies fusionado con un juego de líneas, que dan a la torre un toque único y original. Asimismo, se da la oportunidad de expandir las áreas enlazando apartamentos próximos.

Las modificaciones físicas en cada nivel se reflejan de igual manera en el interior, porque el resultado es que ningún apartamento es como otro, es decir que existen infinidad de alternativas disponibles. Los componentes estructurales como columnas y vigas se minimizan en la medida de lo posible para que así los residentes tengan un lienzo en blanco y cada actividad cotidiana se encuentre en una ubicación personalizada, tomando en cuenta que desde cualquier parte del interior del apartamento se puede apreciar un paisaje hermoso del paisaje de Hamburgo.

El concepto principal de Behnisch Architekten se basa estrictamente en el disfrute de la luz natural y las vistas del paisaje que regala la ciudad de Hamburgo. Así, la Torre Marco Polo fusiona las exigencias de la clase alta europea con la construcción ecológica. Como propuesta sustentable, los colectores de luz solar o del techo usan un cambiador de calor para ser utilizados en un sistema de enfriamiento. En pocas palabras, luz solar genera energía suficiente para administrar a los aires acondicionados de cada apartamento. A esto se le agrega el factor que las rendijas de aire están aisladas del sonido, por lo que los apartamentos no perciben sonidos indeseados que se puedan colar del exterior a través de este sistema de enfriamiento.



Ilustración 43: Vista interior de un comedor. Fuente http://behnisch.com/work/projects/0349



Ilustración 44: Vista exterior del proyecto. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349



Ilustración 45: Vista exterior del proyecto. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349



Ilustración 46: Balcón de un apartamento y su vista. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349



Ilustración 47: Balcón de un apartamento y su vista. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349



Ilustración 48: Vista del proyecto. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349

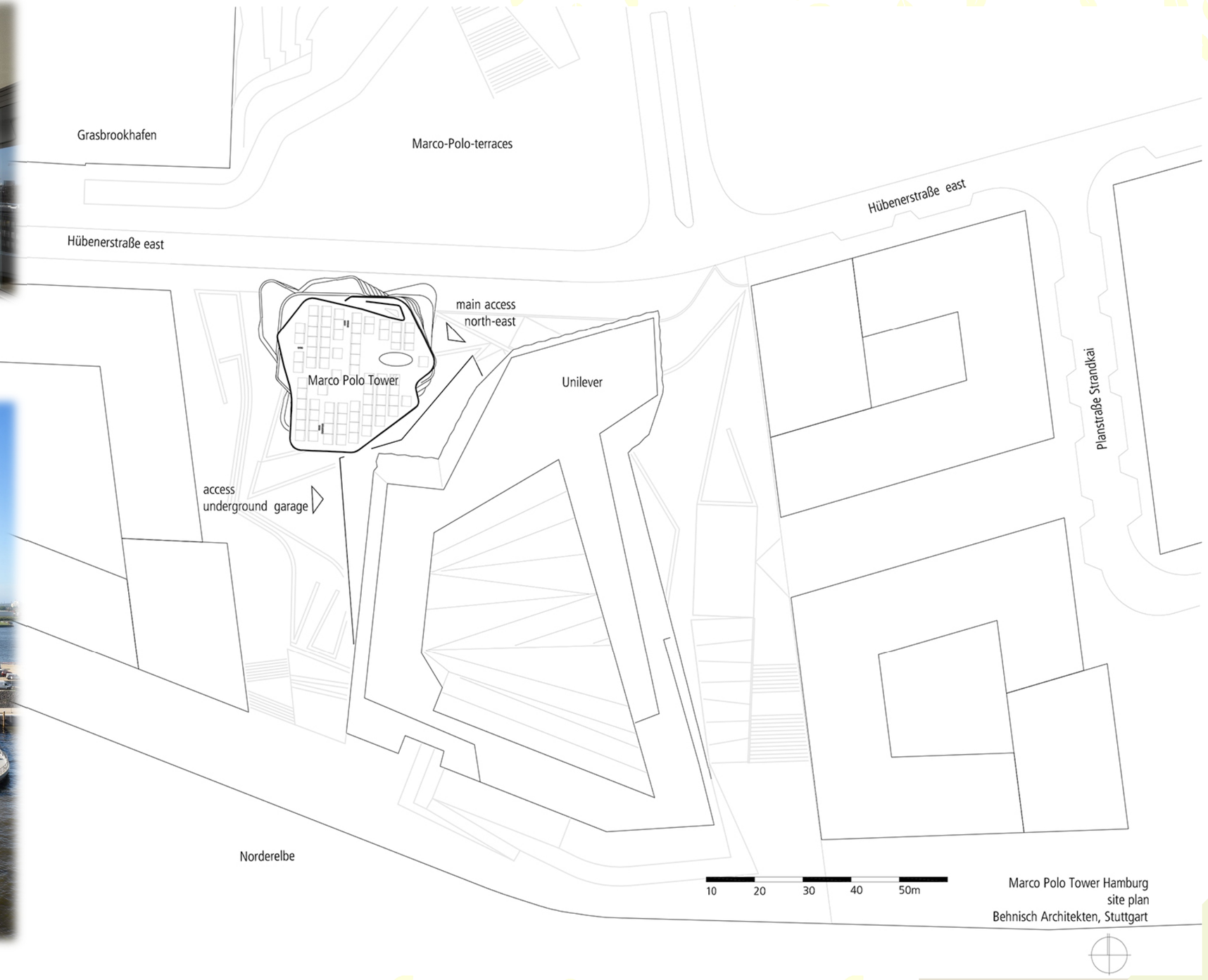


Ilustración 49: Planta de conjunto. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349

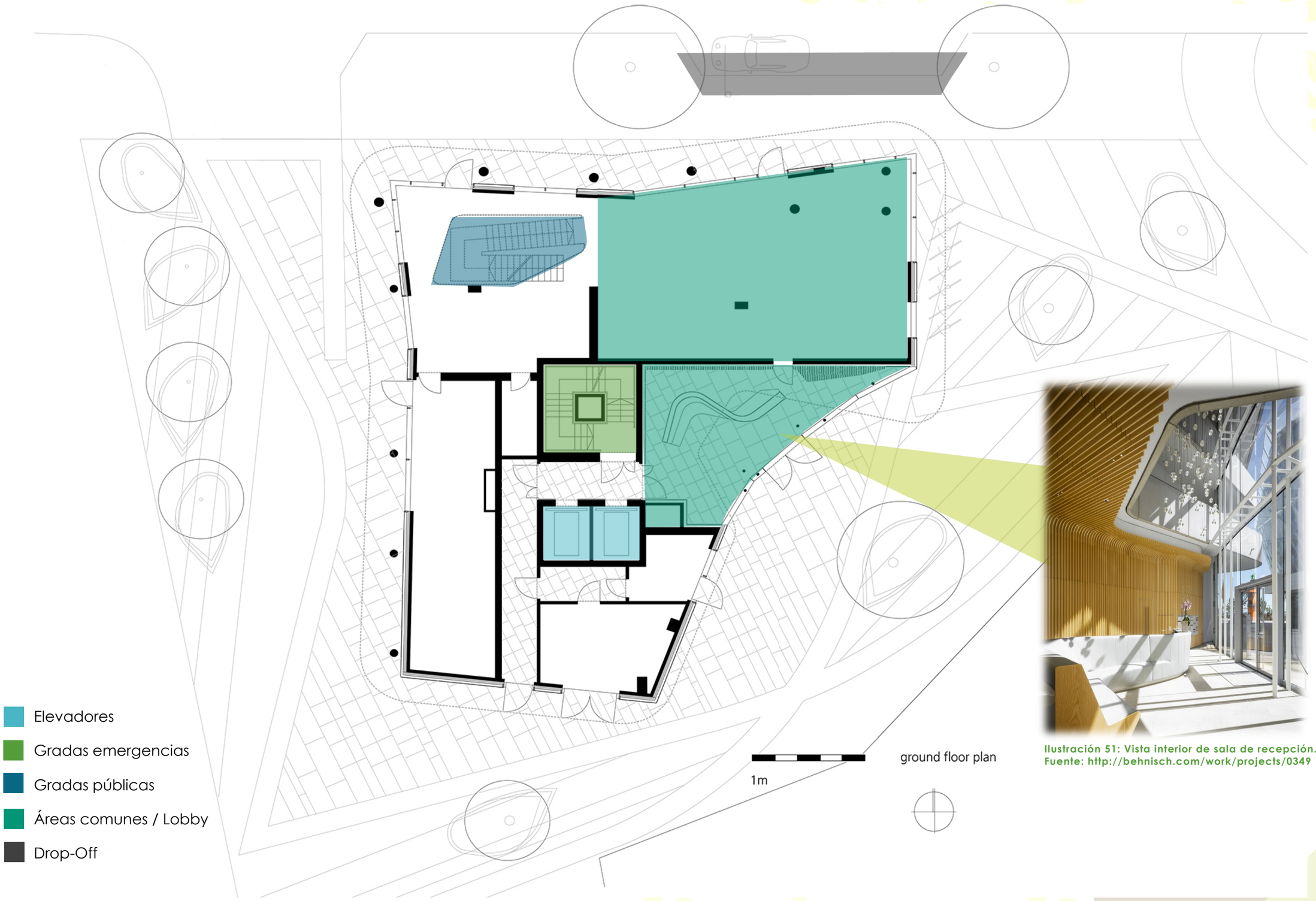


Ilustración 50: Planta de primer nivel. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349

Ilustración 51: Vista interior de sala de recepción.
Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349



Ilustración 53: Planta de cuarto nivel. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349

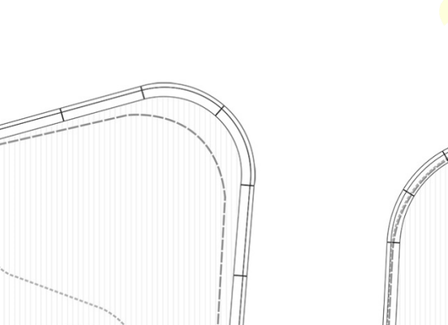


Ilustración 52: Vista interior de una sala. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349



Ilustración 54: Planta de nivel 15. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349

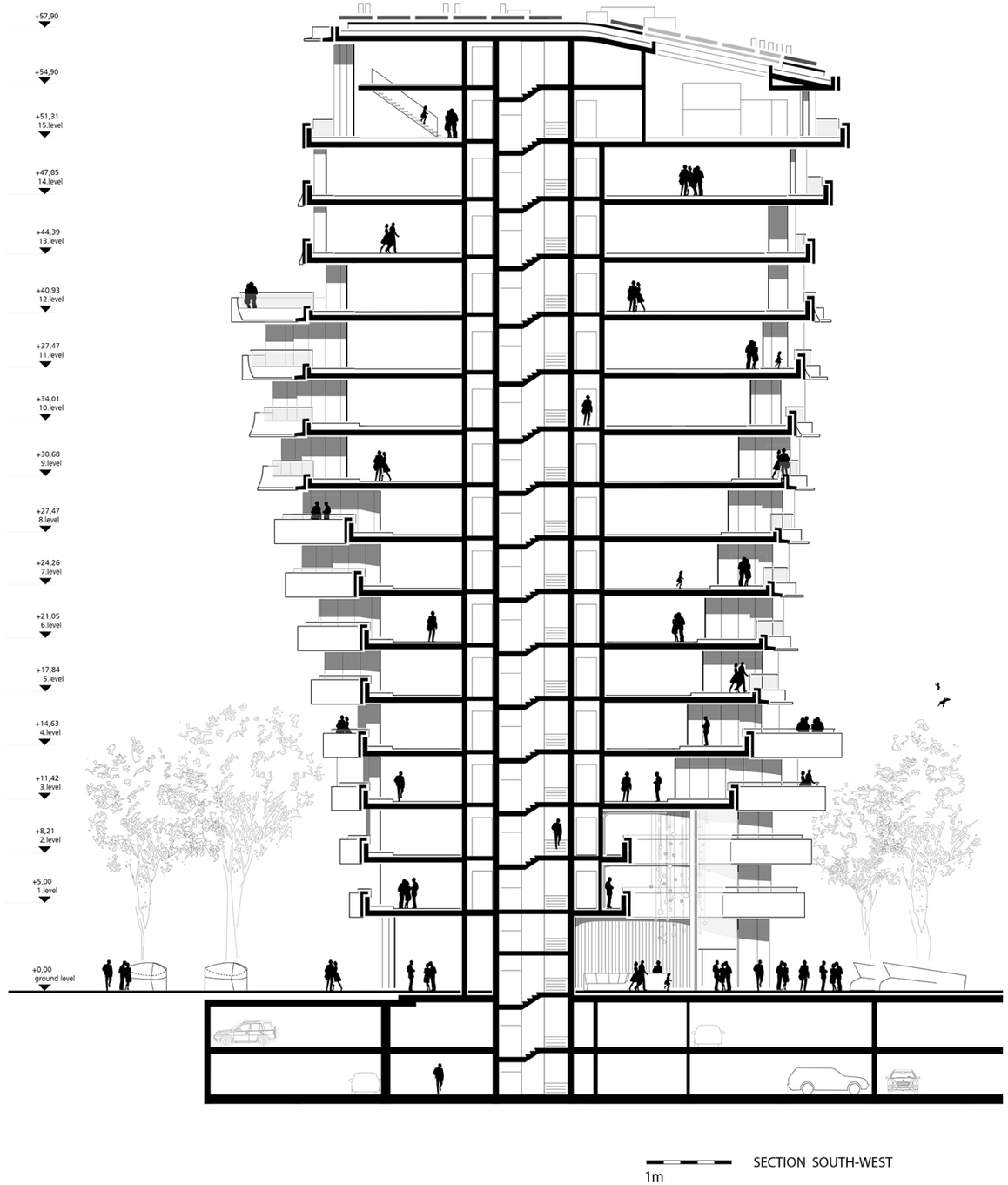


Ilustración 55: Sección longitudinal. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349



Ilustración 56: Vista exterior del proyecto. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349



Ilustración 57: Vista exterior del proyecto: Fuente http://www.forumzonaviva.com/

FÓRUM ZONA VIVA

- Arquitectos: Studio Domus
- Ubicación: Ciudad de Guatemala, Guatemala
- Área: 50,000.00 m².
- Año: 2017
- Uso: Mixto

Fórum Zona Viva es un proyecto de uso mixto desarrollado en más de tres años por la oficina guatemalteca de arquitectura Studio Domus, que considera un estilo de vida empresarial con un enfoque sostenible y altos estándares de calidad, un diseño cautivador y eficiente, está planificado para cumplir con los requisitos y expectativas de cualquier compañía con alto nivel corporativo que busque un portal de negocios único. Se tiene claro ya el enfoque de este diseño innovador vanguardista de 50,000 m^2. ubicado en una zona privilegiada y, al mismo tiempo centro de negocios de la capital de Guatemala, por lo que competir con los mejores centros empresariales es esencial para el promotor del proyecto, Inmobiliaria Media Luna. A partir de las necesidades se diseñan espacios que cumplen funciones específicas y que mejoran la calidad de vida de los usuarios.

Se genera un dinámico mix comercial corporativo en los primeros dos niveles del edificio que de forma espontánea se integra inmediatamente a las dos torres de oficinas, una de ocho niveles y la otra torre con 11 niveles, así poder beneficiar tanto a las visitas como a las empresas dentro de Fórum Zona Viva; el proyecto incorpora en sus últimos niveles dos Pent-house con terrazas verdes. Estas torres, como en cualquier proyecto actual, necesitan espacios para ubicar a sus usuarios y para esto se consideran 850 parqueos para vehículos, motocicletas y bicicletas desarrollados en ocho sótanos, además de un área de estacionamiento VIP. La circulación vertical es igual de importante que los flujos horizontales debido a que por nivel se cuenta con 800 y 1,000 metros cuadrados, aquí entran los 12 elevadores de alta velocidad para suplir la demanda de movilidad entre los niveles, y además estos son de bajo consumo energético tomando en consideración el requisito sostenible planificado.



Ilustración 58: Vista exterior y detalle del puente. Fuente: http://www.forumzonaviva.com/

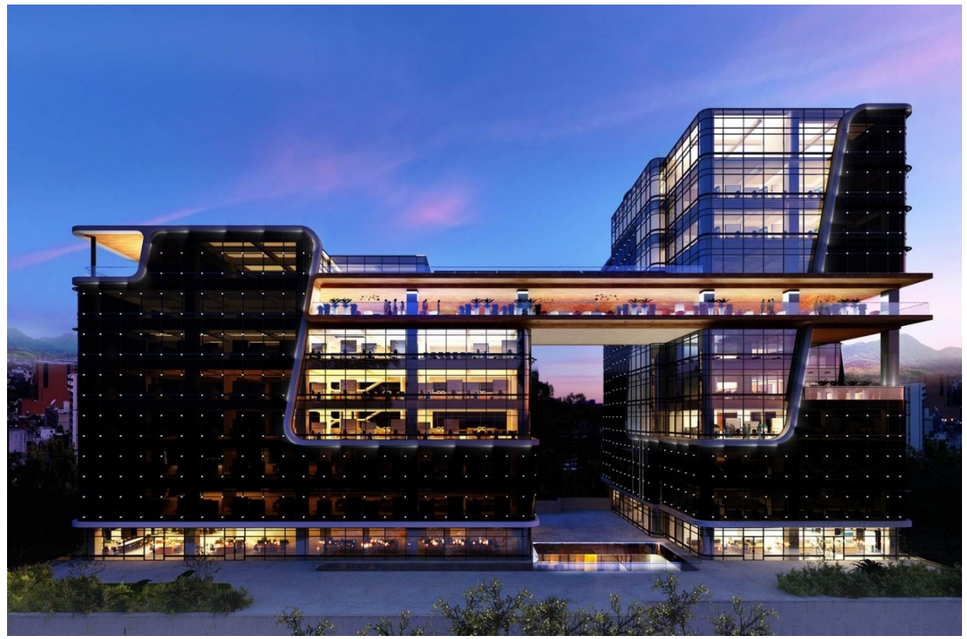


Ilustración 60: Vista del conjunto. Fuente: http://www.forumzonaviva.com/

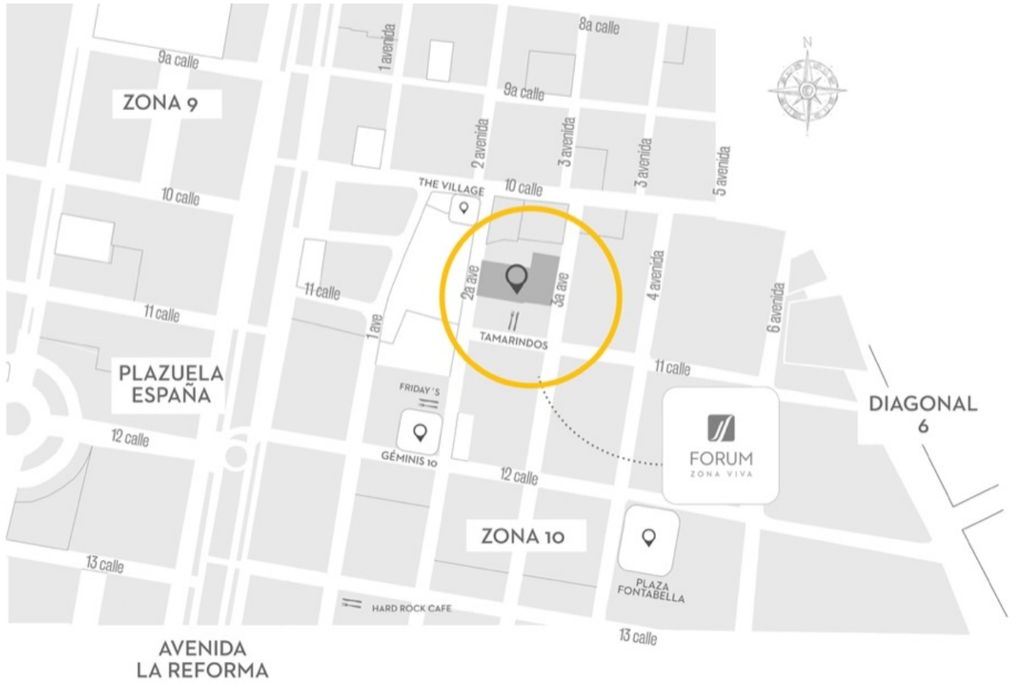


Ilustración 59: Mapa de ubicación del proyecto. Fuente: http://www.forumzonaviva.com/

El proyecto gira alrededor de cinco elementos fundamentales, el primero es la palabra "fórum" que proviene del vocablo latín y hace referencia a la plaza o portal, que es el lugar de encuentro primordial en el cual suceden hechos relevantes dentro de una sociedad, a partir de esta palabra se genera la importancia de los primeros dos niveles de la edificación y su relación con las torres corporativas. Otro elemento importante para el proyecto es el Sky Bridge del noveno nivel, que se vuelve un espacio de convivencia y recreación para las personas, cuenta con área de restaurantes y terraza verde. El tercer elemento es el estilo arquitectónico vanguardista del cual se basa todo su desarrollo, importante para poder plasmar de forma tangible los conceptos de diseño; dentro de la arquitectura cabe resaltar, como cuarto hincapié del proyecto, que las oficinas son organizadas de forma modular de piso elevado y con una altura libre de cuatro metros, esto con el fin de que el espacio interior se pueda adaptar a la necesidad del cliente y distribuir las instalaciones a la forma más eficiente según el tipo de exigencia. Y, por último, pero no menos importante, es la búsqueda de la certificación Leadership in Energy & Environmental Design -LEED- Core and Shell. Por ende, se toman como referencias dentro del diseño precisos y exactos estándares de calidad y parámetros de desarrollo integral, con el fin de reducir al máximo el impacto ambiental, argumentándose desde su producción, la sostenibilidad y el consumo responsable de energía.

Este es el primer edificio AAA en Guatemala, por lo que está bajo la mira internacional de proyectos amigables al medioambiente, como era de esperar. La visión sostenible permite planificar a largo plazo, considerando las exceptivas de la situación de los recursos en el futuro. La triple A se logra al cumplir con los estándares de las certificaciones de

Eficiencia Energética (UNE-E 16.001), Calidad Ambiental en Interiores (UNE 171330-3), y la certificación en Gestión Ambiental (ISO 14.001). Se logra un ahorro de 35% en agua y un 20% en el uso de la energía; algunos detalles que ayudan a la eficiencia energética es el uso de materiales de última generación como lo es el doble vidrio templado con cámara para un bajo coeficiente de transmisión de calor, ventilación cruzada, iluminación inteligente, paneles fotovoltaicos que toman parte del suministro de energía eléctrica, artefactos que permiten asegurar el bajo consumo de agua, un sistema de aire acondicionado enfriado por agua y la guía de prácticas para el mejor uso de los recursos. El esperado éxito de Fórum Zona Viva se basa en la ruptura con lo tradicional del mercado, abre nuevos límites empresariales ubicando en un mismo punto servicios clave, marcas exclusivas y un espacio dinámico. También cuenta con una ubicación que permite tener dos accesos que, al mismo tiempo están conectados para el peatón estando bajo control de última tecnología con cámaras de seguridad de circuito cerrado y sistema de acceso con tarjetas magnéticas.

Pelayo Llarena, de la empresa PUCOM, S.A. y Project Manager de Fórum Zona Viva, comenta: "La inversión en el sector construcción aumenta, y prueba de ello es el surgimiento de proyectos como este que activan la economía y generan empleos, pero sobre todo aportan certeza al sector económico".



Ilustración 61: Detalle de puente en noveno nivel. Fuente: http://www.forumzonaviva.com/



Ilustración 62: Vista exterior de ingreso sobre la segunda avenida. Fuente: http://www.forumzonaviva.com/

"Fórum Zona Viva ha implicado una cuidadosa planificación, donde muchos han sido los actores que han participado, tales como los arquitectos de Studio Domus, las investigaciones de mercado por Grupo Integral Regional, los Especialistas en Sostenibilidad y LEED de Sphera, la auditoría de PUCOM, y otros más que dan forma y respaldo al proyecto. Esta inversión para nosotros significa desarrollo, trabajo y entusiasmo. Creemos en Guatemala y sabemos que el país no se detiene aún en medio de un clima ajetreado en otros sectores. Confiamos en esta inversión que traerá frutos para los guatemaltecos. Tenemos todo el respaldo de los profesionales involucrados, la certeza de un mercado pujante líder a nivel regional y consideramos que es el momento indicado para iniciar una construcción de esta magnitud. El mercado lo pide y como empresarios estamos preparados para ofrecerlo", afirma Guillermo Gracias, de Inmobiliaria Media Luna, grupo desarrollador de Fórum Zona Viva.

Mauricio Barillas de Studio Domus en la página oficial del proyecto, "Desde el inicio coincidimos con Inmobiliaria Media Luna que este proyecto debía responder a una visión de arquitectura futurista, que además reconociera el cambio climático, se adaptara a las innovaciones tecnológicas y anticipara las nuevas formas de trabajar y comprar. Una propuesta con soluciones positivas al peatón y su entorno urbano, pero principalmente, que promueva ese nuevo estilo de vida del siglo XXI. Reconocemos que nada se detiene, toda la ciudad y sus habitantes están en constante actividad y movimiento, de día o de noche. La arquitectura de Fórum Zona Viva se inspira en este dinamismo y lo comunica en la sutileza de sus curvas para integrarse al contexto urbano, generando formas memorables que proyectan elegancia y productividad."



Ilustración 64: Vista exterior de ingreso sobre la tercera avenida. Fuente: http://www.forumzonaviva.com/



Ilustración 63: Vista del conjunto. Fuente: http://www.forumzonaviva.com/



Ilustración 65: Vista interior del comedor sobre el puente. Fuente: http://www.forumzonaviva.com/



Ilustración 66: Esquema de volumetría. Fuente; http://www.forumzonaviva.com/



Ilustración 67: Vista interior de área de comercio. Fuente: http://www.forumzonaviva.com/

3.1.5. Tabla comparativa

Nombre del proyecto	Torres Al Bahar	Edificio Gebhartstrasse	Torre Marco Polo	Fórum Zona Viva
Imagen del proyecto	 Ilustración 68: Ingreso al proyecto. Fuente: https://es.wikiarquitectura.com/edificio/Torres-Al-Bahar/	 Ilustración 69: Vista exterior del edificio. Fuente: http://www.halle58.ch/projekte/neubauten/wohnhaus-gebhartstrasse-liebefeld/	 Ilustración 70: Vista exterior de la torre Marco Polo. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349	 Ilustración 71: Render exterior de Fórum Zona Vida. Fuente: http://www.forumzonaviva.com/
Arquitectos	Aedas Architects.	Halle 58 Architekten.	Behnisch Architekten.	Studio Domus.
Ubicación	Abu Dhabi, Dubái, Emiratos Árabes.	Liebefeld, Suiza.	HafenCity, Hamburgo, Alemania.	Zona 10, Ciudad de Guatemala, Guatemala.
Área (m².)	56,000.00	620.00	12,500.00	50,000.00
Año del proyecto	2012	2006	2010	2017
Uso	Comercial.	Residencial.	Mixto.	Mixto.
Atractivo	**Celosía de protección solar.**	**Arquitectura y certificación.**	**Arquitectura.**	**Arquitectura y certificación.**
Promotor	Consejo de Inversiones de Abu Dhabi.	Asociación del condominio Gebhartstrasse.	Administración de la Torre Marco Polo GmbH & Co. KG.	Inmobiliaria Media Luna.
Concepto	Se le da importancia a la arquitectura tradicional árabe por medio de las pantallas en forma de "*mashrabiya*" que cubren el proyecto de la incidencia solar severa.	La reducción del consumo de energía y el mínimo impacto ambiental, para beneficio de la comunidad y el desarrollador del proyecto.	El diseño se enfoca en reflejar la silueta el río Elbe, que rodea su entorno, además de integrar la vegetación en la mayor posibilidad.	Studio Domus se enfoca en el uso principal del proyecto, razón por la cual recibe el nombre Fórum, que viene del vocablo latín en referencia a una plaza o portal en donde se llevan a cabo hechos de importancia, en este caso un portal de comercio.
Tipo de arquitectura	Vanguardista.	Modernista Vanguardista.	Brutalismo Vanguardista.	Vanguardista.
Ingeniería	Arup	Tschopp Ingenieure GmbH		INCCO
Principales materiales	Acero, concreto reforzado y fibra de vidrio.	Madera, concreto reforzado y vidrio.	Concreto reforzado.	Concreto reforzado y vidrio.

Nombre del proyecto	Torres Al Bahar	Edificio Gebhartstrasse	Torre Marco Polo	Fórum Zona Viva
Tipo de estructura	Cimientos y pilotes de concreto aislados de la corrosión y separado del resto de la estructura son la base de los marcos y losas de concreto reforzado independientes en conjunto a losas y marcos de aceros en áreas específicas.	La mayor parte de la construcción es en madera revestida con Duripanel. Desde el sótano hasta su terraza se puede apreciar el uso de la madera. En las losas se utilizan nervios de hormigón, también es utilizado en la fachada del proyecto con detalles en madera.	Es claro el tipo estructural que se incorpora al proyecto, marcos de concreto reforzado que se adaptan en cada nivel para poder reducir el uso de columnas dentro de los espacios de los apartamentos. Es relevante el uso de los voladizos que se modifican de forma orgánica en su forma.	El concreto reforzado es el método estructural que permite este proyecto ponerse en pie a lo largo de todos sus niveles.
Circulación	Circulación vertical por medio de nueve elevadores y una circulación horizontal de forma circular en planta. La relación de espacio rentable frente al espacio de circulación es óptima para la rentabilidad de este proyecto.	Debido a la escala del proyecto, la circulación vertical es por medio de escaleras que se encuentran en el vestíbulo público ubicado en el ingreso general; la circulación horizontal es bastante directa, se logra de una forma lineal y la relación de espacio rentable – circulación es de 1.5% obteniendo un resultado bastante ideal para la rentabilidad por metro cuadrado.	Se puede apreciar una circulación bastante eficiente en este proyecto; dos elevadores, gradas principales y gradas de emergencias conforman la circulación vertical de forma centralizada y reduciendo la circulación en planimetría, alcanzando un diseño bastante óptimo y priorizando el espacio interior de los apartamentos, en cuestión de metro cuadrado.	El proyecto cuenta con 12 elevadores de alta velocidad que está supliendo la alta demanda dentro del proyecto, debido al uso en el que se enfoca el proyecto de Fórum Zona Viva.
Energía eléctrica	Se tiene una solución en consumo de energía basado principalmente en la reducción del impacto solar hacia el interior y así ahorrar el gasto de energía para el confort climático. Por medio de su piel protectora en forma de "*mashrabiya*" se reduce el calor interior, estos son movidos mecánicamente y a su vez son potencializados por paneles solares.	Esta residencial se rige a las normas Minergie-Eco, asegurando el bajo consumo energético y siendo más amigable con el medio ambiente. Cuenta con persianas ajustables mecánicamente por la cual se protege la fachada suroeste, además se almacena el calor necesario en módulos ubicados en los cimientos del proyecto. El diseño arquitectónico ayuda a la reducción de consumo energético por medio de un sello térmico en el acceso controlado y de circulación reducida. El suministro de calentamiento de agua se satisface en un 76% por medio de energía solar que se ubican en la azotea verde.	Esta propuesta utiliza su arquitectura como eje para la reducción de consumo energético, con la protección del sol por medio de los balcones que también ayudan a darle una estética muy agradable al proyecto. Además, utiliza el calor para el sistema de enfriamiento de los apartamentos, este sistema está protegido acústicamente para que no trasladen sonidos indeseados al interior de las residencias.	Busca ser el primer edificio con certificación AAA en Guatemala, gracias a la asesoría de Sphere. También trata de obtener la certificación LEED Shell and Core y ahorrar un 35% en agua y un 20% en energía; gracias al uso de materiales de última generación, ventilación cruzada, iluminación inteligente, paneles fotovoltaicos, artefactos que permiten asegurar el bajo consumo de agua y un sistema de aire acondicionado enfriado por agua.
Usuarios	Dirigido a un grupo objetivo, principalmente, de clase alta. Debido a ser un centro de consejos en inversiones de Abu Dhabi. Este país mantiene su PIB entre los más altos del mundo, por lo que nos aclara que un alto porcentaje de su población requiere este tipo de servicios, por ende, se logra entender porque toman en cuenta circulaciones y parqueo VIP.	Suiza es un país europeo bastante equilibrado en relación a su economía, el proyecto se encuentra en una zona residencial privilegiada, Gebhartstrasse. Por estar en una zona de alta plusvalía y además ser un atractivo proyecto para la población por cumplir con la certificación Minergie-Eco, se enfoca a la población de poder adquisitivo alto.	La Torre Marco Polo es un proyecto llamativo en todo sentido, desde su volumetría hasta la interacción con el comprador al momento de diseñar su interior. Esta propuesta es agradable por sus vistas interiores, además del confort para el que fue diseñado. El metro cuadrado para la compra del apartamento varía entre 3,500 y 10,000 euros, tomando en cuenta que los apartamentos están entre 60 y 340 metros cuadrados. Su enfoque de mercado es exclusivo para el poder adquisitivo alto de Alemania.	El proyecto tiene claro ya su grupo objetivo, compañías de alto rendimiento empresarial, y desde el inicio queda claro que es un espacio empresarial con un mix comercial. Los usuarios del proyecto son amplios, porque en sus primeros dos niveles tienen el área de comercio abierto al público, de tal forma que conecta dos avenidas de la zona. Aunque se mantiene un enfoque VIP para los clientes de las empresas que lleguen a visitar por medio de accesos controlados y vigilados a lo largo de las torres.

3.1.6. Conclusiones

A partir de los proyectos análogos presentados anteriormente, se hace evidente que no es impedimento el área del terreno, la ubicación o el uso del proyecto, porque el enfoque sostenible se aplica para cualquier idea arquitectónica que tenga la intención de proyectarse como solución a las necesidades modernas del ser humano. Se resalta el atractivo único en cada caso, desde soluciones de confort en ambientes extremos como el diseño arquitectónico y certificaciones de sostenibilidad; esto para conocer distintas ideas y soluciones dentro de la arquitectura sostenible. El concepto es esencial para los diseños arquitectónicos, y cada uno de los anteriores tiene su base de diseño, pero es común entre todas las edificaciones el enfoque sostenible, ya sea por reducción de recursos básicos como el agua o la energía eléctrica como también resalta el uso de vegetación dentro y fuera de los espacios de la propuesta.

La arquitectura sostenible no es un tema tan antiguo, y por el tipo de tecnología estos proyectos análogos son considerados de tipología vanguardista, con excepción del Edificio Gebhartstrasse y la Torre Marco Polo, que además de cumplir con técnicas vanguardistas tienen una línea de diseño mixta, en este caso modernismo y brutalismo, respectivamente. El tipo de arquitectura tiene una influencia directa con los principales materiales a utilizar en la estructura y en los acabados arquitectónicos como la fachada; hablando de los materiales el concreto reforzado es el protagonista en cada uno de los proyectos excluyendo al Edificio Gebhartstrasse en donde su material principal es una mezcla entre la madera, el concreto reforzado y el acero; seguido por el vidrio como preferido para forrar



Ilustración 72: Vista interior de uno de los apartamentos. Fuente: http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-49370/edificio-gebhartstrasse-halle-58-architekten

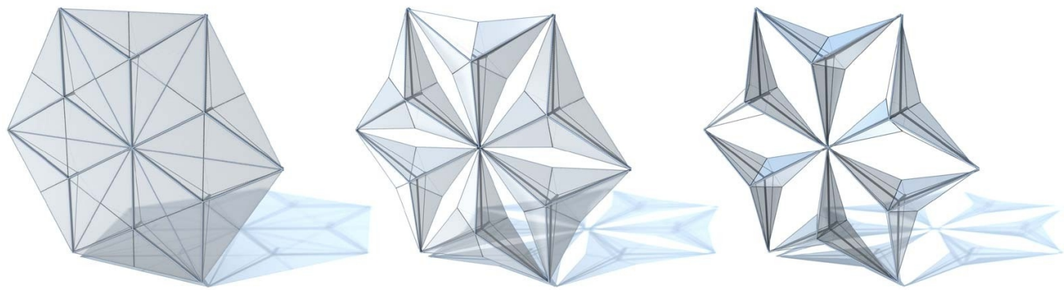


Ilustración 73: Detalle de los paneles en forma de "*mashrabiya*". Fuente: https://es.wikiarquitectura.com/edificio/Torres-Al-Bahar/

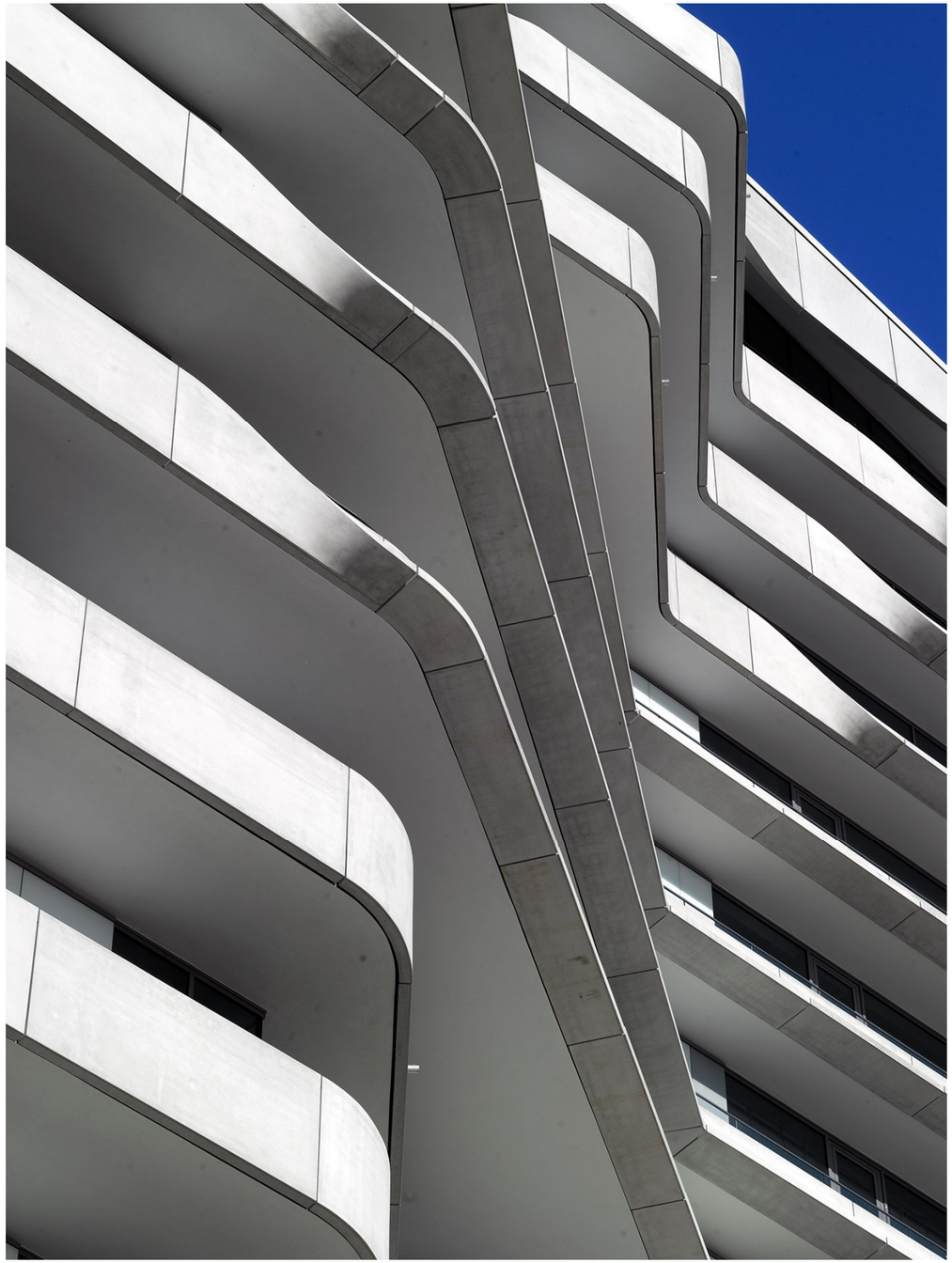


Ilustración 74: Balcones de la torre Marco Polo. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349

las fachadas, pero en el caso de las Torres Al Bahar, se usa la fibra de vidrio para crear los paneles que protegen del sol a la fachada interior de vidrio.

Con los principales materiales de construcción definidos se analiza la estructura; en el caso de las Torres Al Bahar, la Torre Marco Polo y Fórum Zona Viva, marcos de concreto reforzado se generan como solución estructural para cada uno de los proyectos mencionados, adaptándose a la forma específica de cada edificación como lo es el caso de las torres del Consejo de Inversiones de Abu Dhabi, en donde sus marcos se adaptan a su forma circular alongado en planta. El caso de la Torre Marco Polo, la solución estructural utiliza la menor cantidad posible de columnas para obtener como resultado espacios más amplios que se pueden adaptar a la necesidad de cada cliente, y también se tienen voladizos largos y curvos que dan una sensación de movimiento en su volumen visto desde el exterior. El Edificio Gebhartstrasse utiliza el concreto y el acero como material estructural, influenciado por un análisis arquitectónico en donde dependiendo de la incidencia solar en la fachada está más protegida, por eso en el lado sur y este se usa concreto, mientras que en el lado norte y oeste se usa el acero, fachadas acristaladas y madera para detalles arquitectónicos como las persianas, el suelo y barandas.

Los proyectos de uso comercial buscan aprovechar al máximo cada metro cuadrado y obtener mayor rentabilidad, por lo que la circulación es un espacio que se debe mantener limitado. Los casos análogos presentan esta ideología, utilizando circulaciones verticales y horizontales bastante eficientes, reduciendo así las mismas.

En este tipo de proyectos, la sostenibilidad se enfoca en la reducción del consumo de servicios básicos a lo largo de todo el ciclo de vida de la edificación. Para esto existen

certificaciones nacionales e internacionales que aseguran el bajo consumo de energía eléctrica y agua manteniendo al mínimo el impacto ambiental. Hay maneras diversas técnicas para obtener el mínimo impacto ambiental en proyectos sostenibles, por ejemplo, artefactos que controlan el consumo, soluciones por medio del diseño arquitectónico para mejorar el confort térmico y acústico, elementos constructivos que ayudan a la protección y control, entre otros. En los cuatro casos análogos se hace uso de paneles fotovoltaicos que ayudan de forma directa a la reducción del consumo de energía, esta solución de energía es la más limpia que existe en el mercado y puede ser una solución esencial para este tipo de proyectos; en las Torres Al Bahar los paneles solares satisfacen el consumo de energía para el mecanismo de protección solar en forma de "*mashrabiya*", en el Edificio Gebhartstrasse el 76% del suministro eléctrico para el calentamiento de agua se genera por energía solar, por último la Torre Marco Polo y Fórum Zona Viva integran los circuitos para beneficiar todo el proyecto de energía limpia. La energía eléctrica es fundamental para el desarrollo de las actividades dentro del proyecto, pero el agua es primordial para la vida humana, por lo que controlar su consumo de igual forma.

Los proyectos comerciales con enfoque sostenible, generalmente se relacionan con grupos objetivos de clase media-alta para arriba, esto debido al costo que actualmente representa implementar este tipo de tecnología al proyecto, por ende, el valor rentable para la oferta del mercado queda disponible a empresas o personas de nivel adquisitivo alto y que además tengan la intención de buscar este tipo de lugares. Los proyectos sostenibles tienen un mercado específico y el reto de competencia en el mercado es alto y paulatinamente se están volviendo cotizados en el mercado nacional.



Ilustración 75: Detalle interior de la torre Marco Polo. Fuente: http://behnisch.com/work/projects/0349



Ilustración 76: Vista exterior del ingreso a las torres Al Bahar. Fuente: https://es.wikiarquitectura.com/edificio/Torres-Al-Bahar/

3.2. Conceptos

3.2.1. Temática residencial

La temática residencial, al proyectar en arquitectura, puede abarcar distintos tipos de diseños y cumplir varias funciones, pero es importante conocer el concepto de vivienda para entenderlo mejor. El concepto de vivienda proviene del origen de su función, para lo que este elemento constructivo fue creado a lo largo de la historia: poder encontrar un refugio y abrigo ante los elementos naturales como una necesidad biológica del ser humano. Por ende, la vivienda puede ser cualquier elemento tomado de la naturaleza, o ya sea realizado de forma artificial por medio de herramientas y materiales que faciliten su construcción, entonces el término vivienda cumple su concepto al referirse desde una cueva hasta los monumentales edificios de la creación humana moderna.

Arquitectónicamente se le llama vivienda a la obra humana realizada por medio del estudio arquitectónico, además, se diseña para cumplir y satisfacer las necesidades básicas del ser humano. En la actualidad es fundamental cumplir un mínimo requisito de confort, de privacidad y seguridad para mejorar la experiencia del usuario dentro del espacio residencial. Tener un hogar es una aspiración relacionada al éxito para cualquier persona, y esta, a lo largo de la historia ha tenido varios cambios mientras se trata de adaptar de forma personalizada al estilo de vida, rutina actual y gustos variados que existen.

Por su forma de organización y tamaño, la temática residencial se puede dividir en dos tipos, el primero es la vivienda horizontal y el segundo es la vivienda vertical, ambas son residencias, pero cada una con distintas experiencias.



Ilustración 77: Vivienda aislada ubicada en Lomas de San Isidro, zona 16 de la Ciudad de Guatemala. Fuente: http://miradorlomas.com/



Ilustración 78: Planta de cubierta de dos viviendas adosadas, línea roja hace referencia a la división entre ambas casas. Fuente: http://www.aglinfografia.com/promotoras-inmobiliarias/plantas-y-alzados/



Ilustración 80: Lotificación de viviendas adosadas en La Serenísima, Antigua Guatemala. Fuente: http://baraingenieria.com/serenisima-antigua-guatemala/



Ilustración 79: Viviendas adosadas en Campos de San Isidro, ubicado en la zona 16 de la Ciudad de Guatemala. Fuente: http://ventanasalemanas.com/campos-de-san-isidro/

3.2.1.1. Vivienda Horizontal

Este tipo de residencias se caracterizan por tener un desarrollo horizontal dentro del terreno, son edificaciones que generalmente tienen hasta tres niveles. A la vivienda horizontal se le conoce también como vivienda unifamiliar porque hace énfasis es ser una vivienda donde solo una única familia reside dentro del edificio en su totalidad. Estas son construcciones de tipo horizontal donde los factores primordiales son la comodidad y la privacidad, respondiendo en diseño y eficiencia a las necesidades específicas de una familia. Urbanísticamente estas son de bajo impacto ambiental por el bajo consumo energético y de agua; además de un notable tráfico vehicular de baja densidad. Estas residenciales se dividen en tres tipos:

- Vivienda aislada: es aquel que no está en contacto físico con otras edificaciones a su alrededor y suele estar rodeado por jardín en todos los lados de su perímetro, aprovechando la totalidad del terreno en el que se encuentra. (Ilustración 77)
- Vivienda pareada: dos viviendas que físicamente están en contacto exteriormente por un lado del terreno, pero aun así en su desarrollo interior son totalmente independientes cumpliendo funciones específicas para cada familia, hasta tienen su acceso propio desde la vía pública y jardines separados. (Ilustración 78)
- Vivienda Adosada: estas son de similar forma a la vivienda pareada, pero esta se mantiene en contacto físico exteriormente con una propiedad de

cada lado del terreno. Se caracterizan por su planta estrecha y alargada, teniendo ventanas únicamente en los extremos de la edificación. Por lo general se lotifican dentro de condominios y bajo un mismo concepto de diseño teniendo que cumplir un estilo igual o similar por imagen del condominio residencial. (Ilustración 79 y 80)

3.2.1.2. Vivienda Vertical

Son espacios planteados para poder satisfacer las necesidades familiares y personales en espacios verticales; conocida también como residencia colectiva o residencia multifamiliar. Es la respuesta moderna a la necesidad urbana de vivienda familiar y un sin número de actividades más que integran el desenvolvimiento del ser humano dentro de una sociedad. A estas soluciones verticales se les conoce actualmente como edificio de apartamentos, haciendo referencia al conjunto de habitaciones que constituyen esta vivienda de varias alturas.

Los edificios de apartamentos no pueden brindar la privacidad como lo proporciona una vivienda aislada; debido a la cercanía entre cada uno de los usuarios de los apartamentos que se relacionan en el mismo piso, por esta razón es esencial enfocar un grupo objetivo para el que va dirigido el proyecto. Es ideal que los edificios tengan una relación cultural y social en la distribución de apartamentos por nivel, para evitar problemas sociales entre los usuarios del mismo piso, esto, porque cada grupo sociocultural y socioeconómico realiza



Ilustración 81: Vista del lobby hacía los edificios de Verdino, ubicado en zona 15 de la Ciudad de Guatemala. Fuente: http://www.apartamentosgt.com/alquiler-de-apartamentos/



Ilustración 82. Vista del proyecto de AVITA, ubicado en zona 14 de la Ciudad de Guatemala. Fuente: http://gruposiete.com.gt/propiedad/apartamento-en-venta-en-avita-zona-14/

diferentes actividades a distinta hora. Esta diferencia de actividades genera sus propias necesidades y gustos; por ejemplo, uno de los residentes puede ser un estudiante universitario de 21 años, por lo cual sus actividades van a diferir a las de una pareja de 30 años quienes crían un bebé recién nacido, porque el joven mencionado anteriormente puede buscar una vida más agitada, ruidosa y probablemente no necesita un espacio tan grande, mientras que la nueva familia necesita un ambiente más tranquilo, silencioso y amplio por su bebé. Este tipo de situaciones se deben de separar, dejando la habitación dirigida a solteros en un nivel más alto y los apartamentos familiares en niveles más bajos para su confort.

Los edificios residenciales, además de cumplir con espacios de vivienda, también presentan amenidades que hacen más interesante el proyecto para que el usuario no tenga que salir del complejo para realizar estas actividades. Generalmente, incluyen dentro de su espacio: club residencial, gimnasio, alguna cancha deportiva, sala de juegos, área para niños, piscina, sala de reuniones y negocios, salón para eventos.

Los proyectos de grande escala resultan en una gran inversión, pero el mantenimiento de estos es fundamental. Tanto en su proceso constructivo como en mantenimiento representa un gasto de energía y de agua, por lo que se están implementando técnicas sostenibles que paulatinamente ha estado surgiendo en el mercado y cada vez más accesibles para los inversionistas y, por ende, a los usuarios de los apartamentos.

3.2.2. Arquitectura sostenible

Para poder describir lo que es arquitectura sostenible, es importante diferenciar dos términos que desde su creación han tenido confusión. Estos dos términos son *-sustentable-* y *-sostenible-*. La *Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente*, luego conocida como la Cumbre de la Tierra de Estocolmo de 1972, es la primera gran conferencia mundial enfocada en temas ambientales internacionales y partir de esta se ha hecho notar la importancia que tienen las cuestiones ambientales para el bien común mundial. La definición de *-desarrollo sostenible-* se formaliza luego de esta conferencia, con el *Informe Brundtland* de 1987, llamado así por la primera ministra de Noruega, Gro Harlem Brundtland, en este documento se encuentra un análisis en donde se demuestra el daño irreversible que se le hacía al medio ambiente y a su vez dejando cada vez más gente en la pobreza y vulnerabilidad de estos cambios. Fue en la cumbre de la Tierra de Río de Janeiro (1992) en donde se asume la definición de desarrollo sostenible, bajo el principio tercero de la declaración de esta cumbre "*El derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras.*" Desde esta aprobación se genera el termino en inglés -*sustainable development*- y desde entonces ha existido la confusión entre los dos términos mencionados al inicio.

Por lo tanto, se aclara que la diferencia entre ambos términos se encuentra en que el desarrollo sostenible es un proceso eficiente que implica un tiempo a largo plazo dentro de un espacio definido y que busca un beneficio económico, ambiental y social, involucrando a los tres términos. Por el otro lado, desarrollo sustentable tiene un tiempo definido a corto



Ilustración 83. Fuente: http://www.forumzonaviva.com/

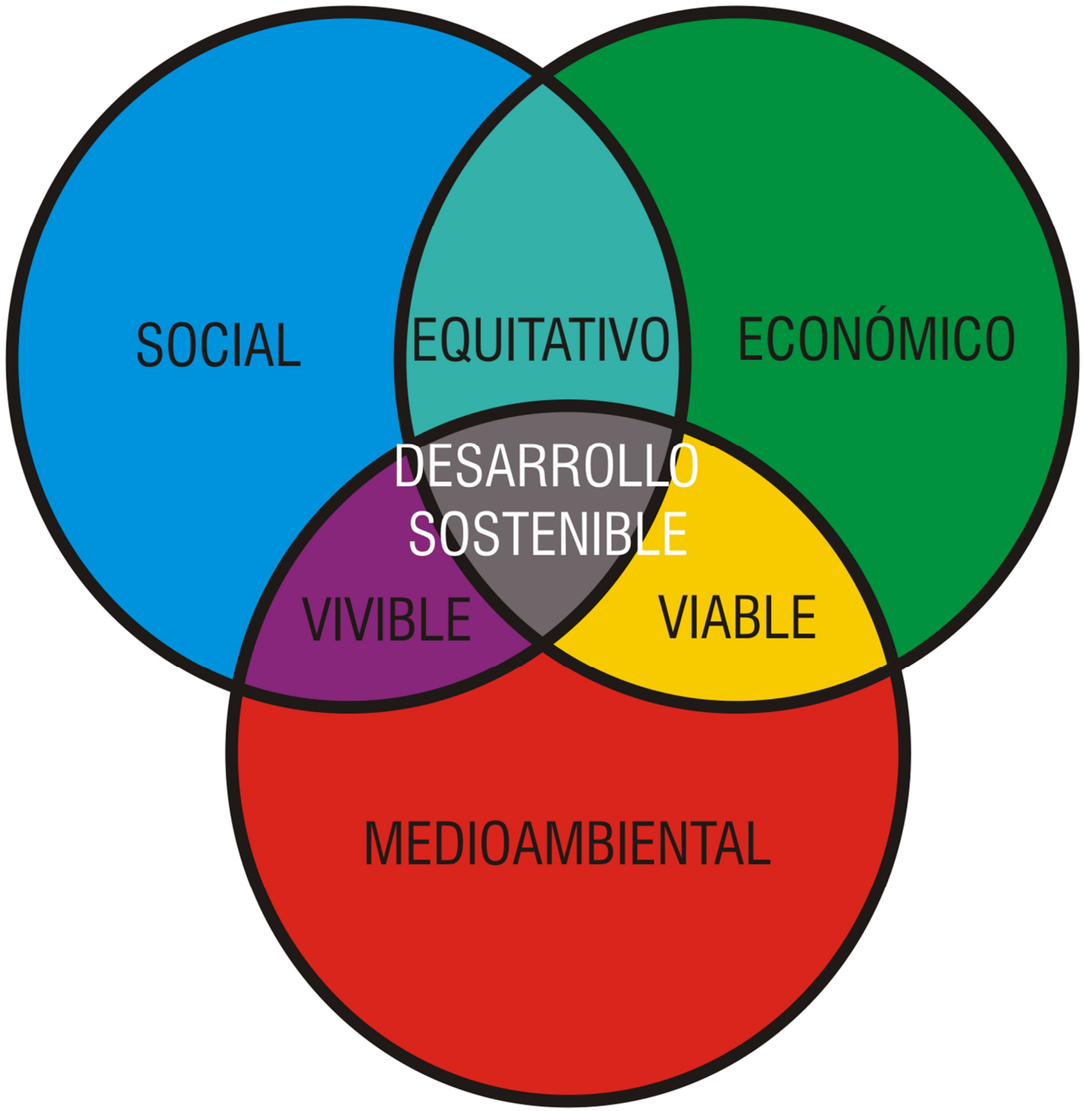


Ilustración 84: Relación de los tres pilares de la sostenibilidad. Fuente: http://consciencia-global.blogspot.com/2010/12/desarrollo-sostenible-o-sustentable.html

plazo y de forma eficaz mas no necesariamente eficiente. En conclusión, la sostenibilidad implica procesos o métodos sustentables, pero la sustentabilidad no implica necesariamente la sostenibilidad.

Este concepto ha ido madurando, gracias al desarrollo de dos conferencias más, luego de la Cumbre de Río de Janeiro se celebra la Cumbre de la Tierra de Johannesburgo en 2002 y la más actual fue la Cumbre de Río+20 de 2012. Para el siglo XXI se entiende que la sostenibilidad es un concepto que difiere al concepto de desarrollo que habitualmente conocemos, debido a que busca un desarrollo integral de sus tres pilares: crecimiento económico, social y la protección del medio ambiente y recursos naturales, para evitar poner en riesgo la vida en el planeta ni la calidad de vida de la especie humana.

Por ende, se le conoce como arquitectura sostenible a aquella que se diseña con conciencia sobre el impacto que va a tener la edificación a lo largo de todo su ciclo de vida; con ciclo de vida se entiende el desarrollo completo del edificio pasando desde la planificación, su construcción, el tiempo de uso y finalmente, su derribo. En especial, dentro de la arquitectura sostenible se tienen presente los recursos que se utilizará durante todo su ciclo de vida, específicamente los consumos de agua y energía de los propios usuarios y, por último, pero no menos importante, qué sucede con los residuos que generarán los consumos de los recursos mencionados anteriormente.

La reducción del impacto ambiental es la preocupación primordial de la arquitectura sostenible, además de implementar métodos de eficiencia en diseño, construcción y mantenimiento. Los criterios mencionados, son parte del lado sostenible de este tipo de arquitectura, pero es importante recordar que sigue siendo una obra

arquitectónica, por lo que el confort y la creación de experiencias y sentimientos para los usuarios que habitan el lugar siguen siendo principios fundamentales del diseño arquitectónico. Esta relación entre el diseño arquitectónico armónico y confortable con aspectos tecnológicos y funcionales y además la integración con el medio ambiente de forma natural y con el menor impacto posible, crean respuestas modernas y sostenibles para las necesidades básicas del ser humano.

Se ha demostrado que la industria de la construcción emana al medio ambiente alrededor del 40% de las emisiones de gases que producen el efecto invernadero (United Nations Environment Program, 2007) además la operación de los edificios en funciones eficientes consume entre el 68% y el 72% de la energía eléctrica (UNEP, 2008). Esta tendencia sostenible ha generado respaldo en el mercado internacional, por lo que se han creado certificaciones que aseguran el desarrollo sostenible de un proyecto arquitectónico en sus diversos procesos del ciclo de vida y actualmente existen cinco programas de certificación reconocidos por el Consejo Mundial de Construcciones Sostenibles (World Green Building Council -WGBC-):

1. CASBEE – Comprehensive assessment system for building environmental efficiency, Japón.
2. BREEAM – Building Research Establishment's Environmental Assessment Method, Reino Unido.
3. DNGB – Deutsche Gessellschaft fur Nachbaltiges Bauen (Consejo Alemán de Construcción Sostenible), Alemania.
4. GREEN STAR – Consejos Australiano, neozelandés y Surafricano de Construcciones Sostenibles.
5. LEED – Leadership in Energy & Environmental Design, Estados Unidos de Norte América

En el caso de esta última certificación, fue creada por el Concejo de Construcción Sostenible de los Estados Unidos, pero El Concejo de Construcción Sostenible de Canadá y el de la India han desarrollado sus propias versionas de esta certificación con el respaldo del USGBG (United States Green Building Council).

A lo largo del mundo existen solamente 20 países, incluyendo los mencionados anteriormente, que se han involucrado en el desarrollo de sus propios sistemas de certificación y a parte de estos existen once que tiene formalizado un Concejo de Construcción Sostenible que está aceptado por el Consejo Mundial de Construcciones Sostenibles, entre estos están Brasil, México y Colombia. En Latinoamérica, generalmente, se utilizan certificaciones de otros países y es común que se busque obtener la certificación norteamericana LEED, como en el caso del proyecto análogo Fórum Zona Viva de Guatemala.



Ilustración 85: Conceptos sostenibles utilizados en el proyecto guatemalteco de Fórum Zona Viva. Fuente: http://www.forumzonaviva.com/

3.2.3. Concepto estructural

En edificaciones con altura mayor a nueve metros (un aproximado de tres niveles) es común utilizar el sistema estructural de marcos rígidos, en donde las vigas, columnas, losas y muros de corte se combinan, formando a su vez marcos ortogonales de manera rectilínea (Ilustración 86). Es importante considerar los acontecimientos de hecho natural, como sismos y fuertes vientos que pueden afectar el área, porque ejercen sobre la estructura un aumento adicional de fuerza en el eje horizontal y, como las losas generalmente son sistemas livianos y flexibles que no producen mayor soporte estructural a las vigas, es necesario que los elementos verticales apoyen en aumentar la rigidez de los marcos y aquí la importancia de utilizar soportes para la estabilidad lateral. Los soportes anteriormente mencionados pueden ser: muros de corte o juntas rígidas.

Primero, los muros de corte son elementos verticales que absorben las cargas de cortante y flexión, estos pueden ser de mampostería, de concreto reforzado o prefabricad (Ilustración 87). Se recomienda agregar muros de corte, cuando la altura del edificio supera los 20 niveles, pero es necesario como suplemento al estudio considerar la actividad sísmica y la fuerza de los vientos en el sector donde se ubica el proyecto para saber si es indispensable el uso de muros de corte o si solamente es suficiente utilizar juntas rígidas. Segundo, las junas rígidas forman una triangulación en las esquinas para que se rigidicen las uniones y evitar la flexión o fractura en el armado entre la viga y la columna (Ilustración 88). La comprensión estructural del sistema de marcos es la siguiente: por medio de las vigas y losas distribuyen la carga de manera horizontal hacia las columnas y/o muros de carga y

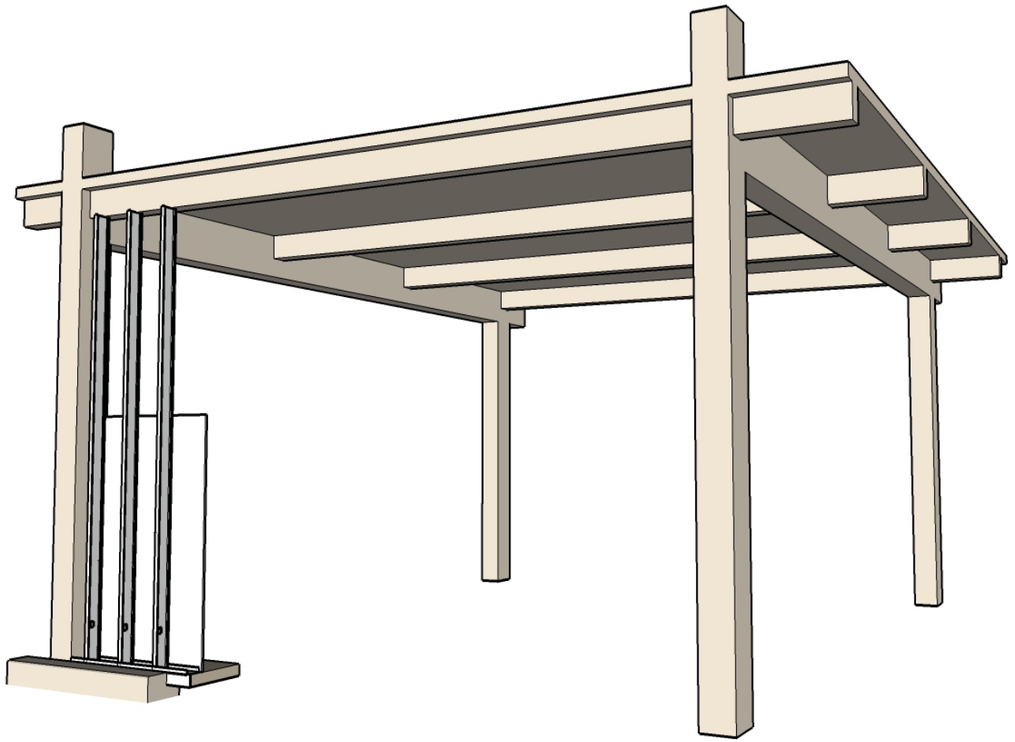


Ilustración 86: Armado conceptual del sistema estructural de marcos rígidos. Fuente: propia.

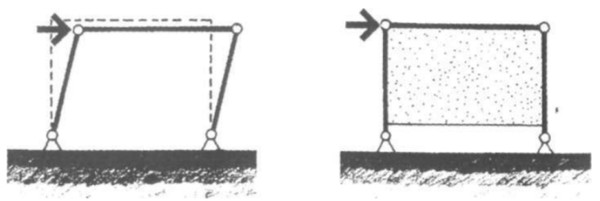


Ilustración 87: Dibujo conceptual explicando la estabilidad lateral con muros de corte, funciona igual que al agregar riostras cruzadas porque por la forma y composición del relleno del muro no se puede deformar, estirar o comprimir. Fuente: (Moore, 2001)

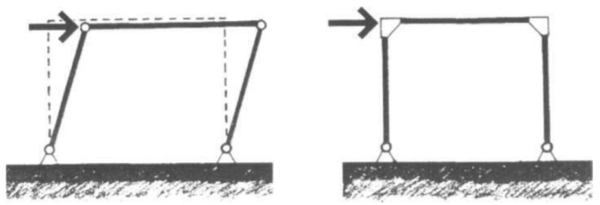


Ilustración 88: Dibujo conceptual explicando la estabilidad lateral con juntas rígidas, se observa que se logra estabilidad al agregar una junta rígida en la parte superior porque esta forma triangular vuelve la unión estable. Fuente: (Moore, 2001)

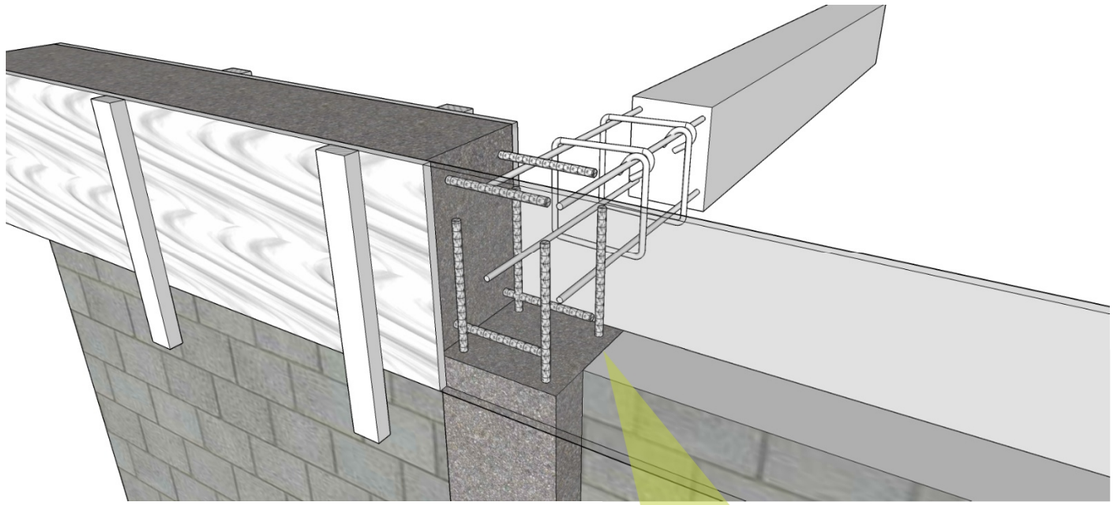


Ilustración 89: Detalle conceptual del armado entre viga y columna, con una especificación del refuerzo de acero para vigas. Fuente: Propia.

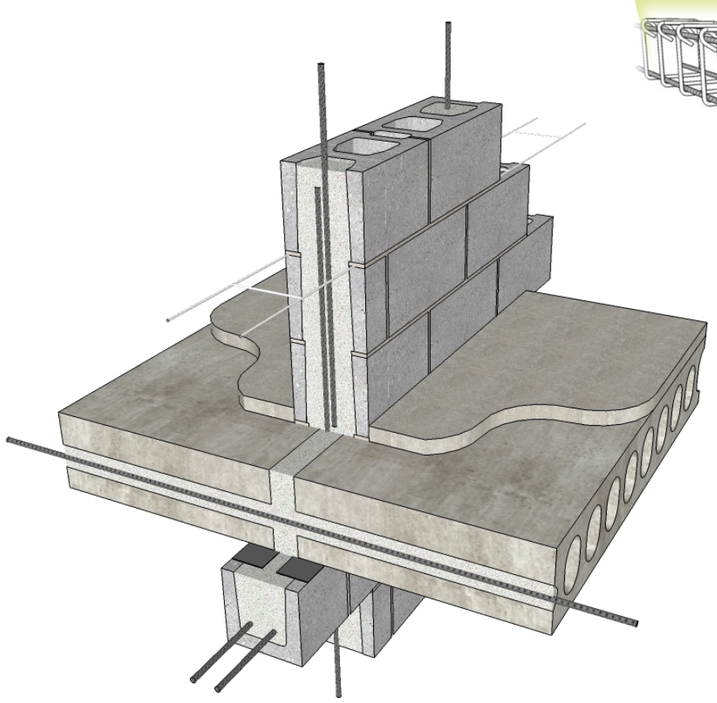


Ilustración 90: Detalle conceptual de una losa alveolar, el anclaje de los muros y sus refuerzos. Fuente: Propia.

estas, de forma vertical transmiten las fuerzas a la cimentación que soporta el entramado ortogonal de los marcos.

El sistema estructural que se utiliza en este proyecto es el de marcos rígidos. Se encuentran varias ventajas en este sistema como, el aprovechamiento y la flexibilidad de los espacios interiores por la luz que permite el entramado de los ejes, su rápida construcción y seguridad ante hechos naturales que puedan poner en riesgo el proyecto y la vida de los usuarios. En este caso, las cargas pasan de las columnas a las zapatas y por último al suelo. Son zapatas de tres metros y dos metros en forma cuadrada y todas son céntricas en relación a la ubicación de la columna sobre la zapata.).

Cuando se utilizan estructuras de concreto armado, parte fundamental de la estructura es el armado entre vigas y columnas (Ilustración 89), porque estos elementos son los principales protagonistas en trasladar la carga al suelo finalmente. El entrepiso, en el proyecto es losa prefabricada tipo alveolar con una fundición de 7.50 centímetros (Ilustración 90), aunque sea liviana, es importante que tenga un adecuado amarre a las vigas porque la losa tiene función estructural. En este tipo de sistema estructural, los muros son de relleno y no forma parte de la estructura, por ende, el anclaje es la clave para evitar rigidizar sectores donde no es necesario y con esto fracturar la estructura. Los anclajes son distintos dependiendo el tipo de muro y la ubicación del mismo, puede ser muro de ladrillo o bloque de concreto para uso interior o exterior, como también puede ser un sistema de levantado liviano, como por ejemplo un muro de tabla yeso, y estos tiene su anclaje especial de igual forma.

4. ENTORNO DEL ANTEPROYECTO

4.1. Análisis del entorno urbano

4.1.1. Aspectos geográficos

Guatemala se encuentra en el istmo centroamericano, es formado por una extensión territorial de 108,889 kilómetros cuadrados. Su territorio limita al norte y el oeste con México, al sur con el Océano Pacífico, al sureste con Honduras y El Salvador, mientras que al este limita por Belice y el Golfo de Honduras. La República de Guatemala, como nombre oficial, está conformado por 22 departamentos, los cuales a su vez se dividen en 340 municipios; es importante resaltar que su departamento capitalino es la Ciudad de Guatemala. Es un área que se caracteriza por ser montañosa, a excepción de la costa sur y las tierras de norte; de forma más específica, el territorio se divide en tres regiones por dos cadenas montañosas que cruzan el país: las tierras altas, la costa del Pacífico y la región de Petén, que se ubica al norte. (INGUAT, 2017)

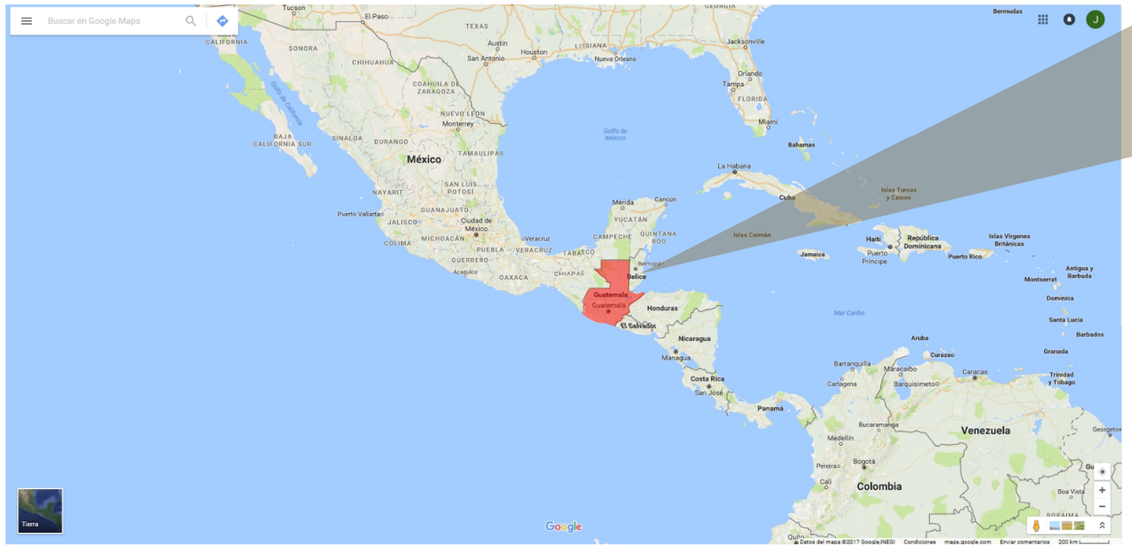
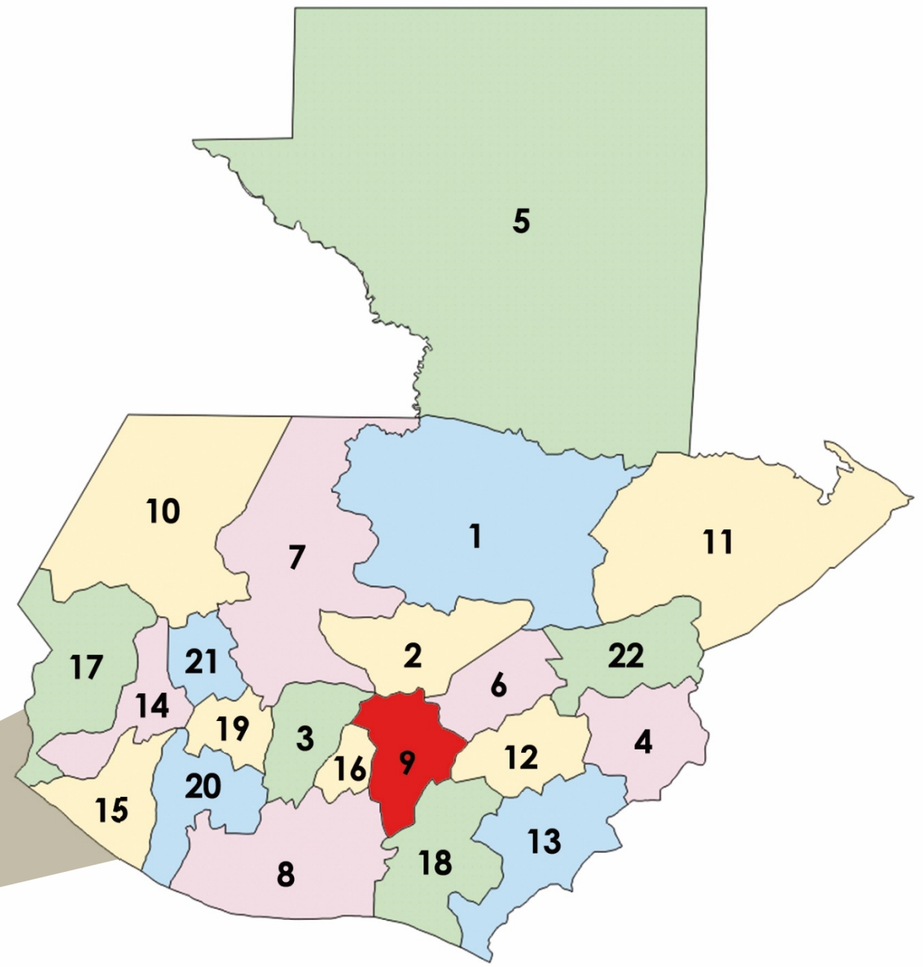


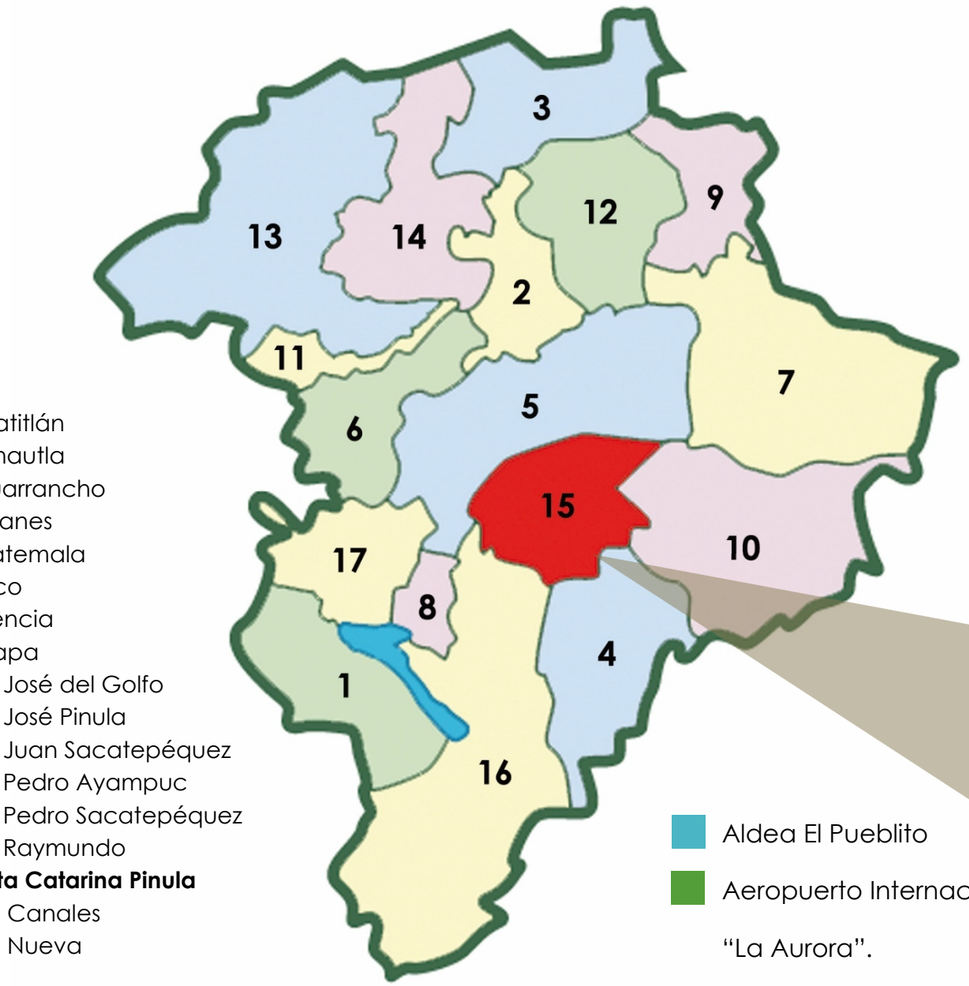
Ilustración 91: Mapa con la ubicación de Guatemala. Fuente: https://www.google.com.gt/maps/@16.6888445,-87.3936844,4.92z?hl=es



1. Alta Verapaz
2. Baja Verapaz
3. Chimaltenango
4. Chiquimula
5. Petén
6. El Progreso
7. Quiché
8. Escuintla
9. **Guatemala**
10. Huehuetenango
11. Izabal
12. Jalapa
13. Jutiapa
14. Quetzaltenango
15. Retalhuleu
16. Sacatepéquez
17. San Marcos
18. Santa Rosa
19. Sololá
20. Suchitepéquez
21. Totonicapán
22. Zacapa

Ilustración 92: Organización territorial de Guatemala, el departamento resaltado en rojo es la capital. Fuente: http://d-maps.com/carte.php?num_car=39255&lang=es

El proyecto se desarrolla dentro de la extensión territorial del departamento de Guatemala, este se encuentra dentro de la región montañosa del país, las tierras altas. Tiene una superficie de 2,126 kilómetros cuadrados, limita al norte con Baja Verapaz, al noroeste con El Quiché, al oeste con Chimaltenango y Sacatepéquez, al suroeste con Escuintla, al sur con Escuintla y Santa Rosa, al sureste con Santa Rosa, al este con El Progreso y Jalapa, y al noreste con El Progreso. (INGUAT, 2017)



1. Amatitlán
2. Chinautla
3. Chuarrancho
4. Fraijanes
5. Guatemala
6. Mixco
7. Palencia
8. Petapa
9. San José del Golfo
10. San José Pinula
11. San Juan Sacatepéquez
12. San Pedro Ayampuc
13. San Pedro Sacatepéquez
14. San Raymundo
15. **Santa Catarina Pinula**
16. Villa Canales
17. Villa Nueva

Ilustración 94: Organización territorial del departamento de Guatemala, el resaltado en rojo es el municipio en donde se ubica el presente proyecto. Fuente: http://www.deguate.com/artman/publish/geo_deptos/Datos_de_Guatemala_400.shtml#.WNprxoWcFXA

4.1.2. Ubicación General

Santa Catarina Pinula es uno de los 17 municipios del departamento de Guatemala, se encuentra a 9.5 kilómetros de la ciudad capital, con 100,000 habitantes tiene una superficie de 50 kilómetros cuadrados y su topografía es accidentada en un 80% haciendo el territorio vulnerable a deslizamientos, la atura media sobre el nivel del mar de Santa Catarina Pinula es de 1,550 metros. El municipio colinda al norte con la Ciudad de Guatemala, al oeste con Villa Canales, al sur con Villa Canales y Fraijanes y al este con San José Pinula. En infraestructura, el territorio se encuentra cubierto en un 95% con servicio de agua y un 87% con servicio sanitario, hay 3 hospitales y total cobertura de centros educativos. Este se divide en 15 aldeas y 7 caseríos; en la ilustración 93 se resalta de azul el territorio en el cual se ubican los terrenos que se analizarán a continuación para hacer la selección del que tenga mayor compatibilidad con las necesidades para el desarrollo indicado del proyecto (SCP, 2017).



Ilustración 93: Ubicación de la aldea El Pueblito, donde se ubica el presente proyecto. El borde rojo representa el límite del municipio de Santa Catarina Pinula. Fuente: https://www.google.com.gt/maps/place/Municipio+de+Santa+Catarina+Pinula/@14.5643334,-90.4782336,10683m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8589a49088bae8f7:0x5b6403744f239479!8m2!3d14.5533884!4d-90.4785495?hl=es

4.1.3. Vialidad

Hacía el municipio de la Ciudad de Guatemala.



Hacía el municipio de la Ciudad de Guatemala.

Ilustración 95: Mapa de Santa Catarina Pinula y las vías de acceso principales que rodean el área. Fuente: https://www.google.com.gt/maps/place/Municipio+de+Santa+Catarina+Pinula/@14.5643334,-90.4782336,10683m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8589a49088bae8f7:0x5b6403744f239479!8m2!3d14.5533884!4d-90.4785495?hl=es

Hacía el municipio de Fraijanes.

La Aldea el Pueblito, tiene dos accesos principales desde la cabera municipal del departamento de Guatemala. Además, está cercano de la carretera interamericana (marcada en rojo); las vías que rodean inmediatamente el sector son de tercera categoría con falta de mantenimiento. Alrededor del área hay tramos de vías peatonales, siendo un peligro para el peatón.

- Sector donde se ubican los terrenos
- Vía controlada (carretera interamericana)
- Vía secundaria
- Vía terciaria

4.1.4. Equipamiento urbano

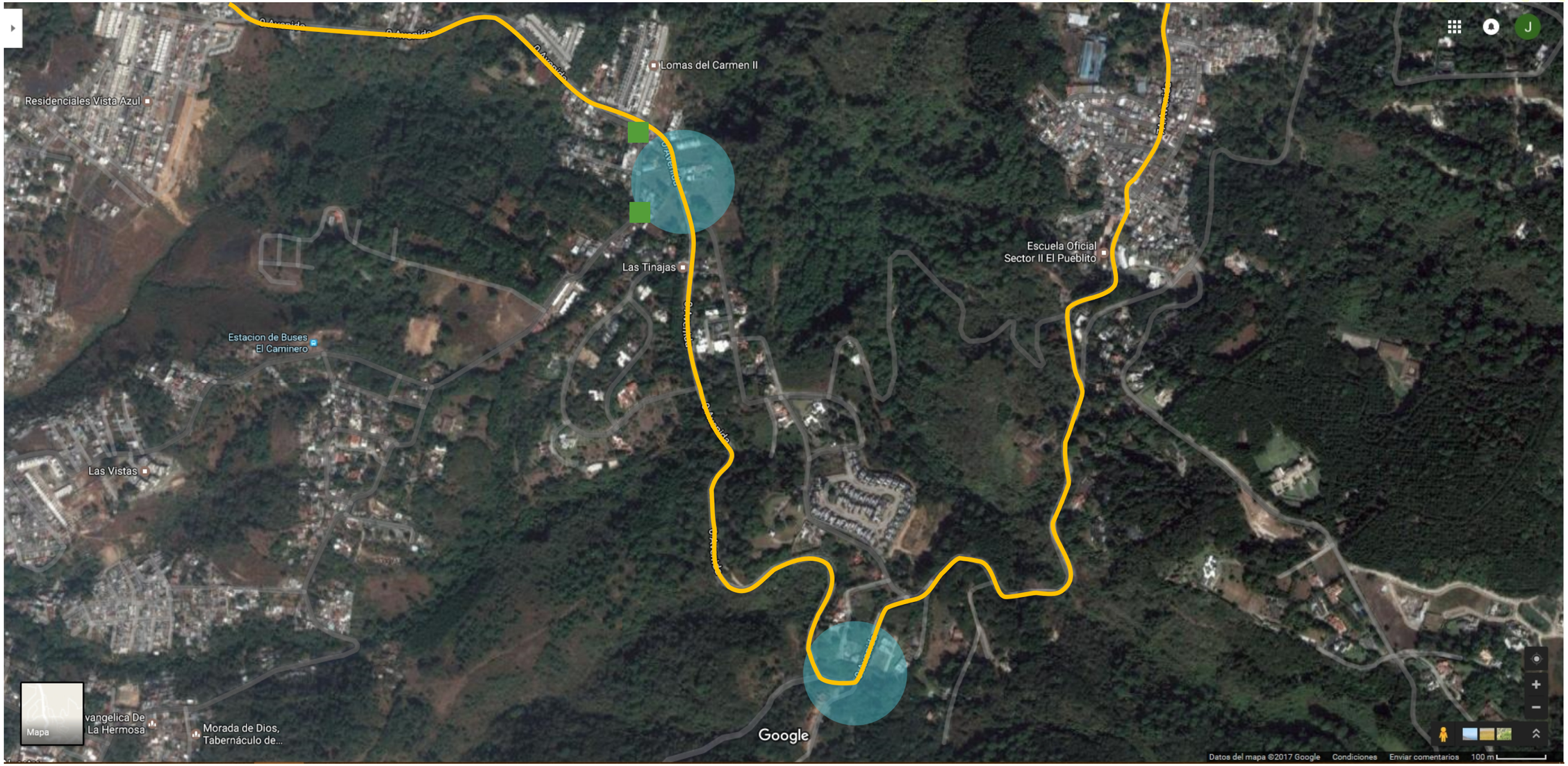


Ilustración 96: Acercamiento de la Aldea El Pueblito, Santa Catarina Pinula, y las vías de acceso principales que rodean el área. Fuente: https://www.google.com.gt/maps/place/Municipio+de+Santa+Catarina+Pinula/@14.5643334,-90.4782336,10683m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8589a49088bae8f7:0x5b6403744f239479!8m2!3d14.5533884!4d-90.4785495?hl=es

En esta categoría, la Aldea El Pueblito sufre escasez de servicios urbanos. No se observan paradas de buses alrededor de la zona, a pesar de que este tipo de transporte público circula bastante por la vía terciaria que atraviesa el sector. No existen basureros de uso público, ni áreas de descanso como bancas o parques públicos para satisfacer el entorno inmediato. Se ubican teléfonos públicos en ciertos sectores de la aldea que se muestran en el mapa.

- Sector donde se ubican los terrenos
- Vía terciaria
- Teléfonos públicos

4.1.5. Uso de suelo

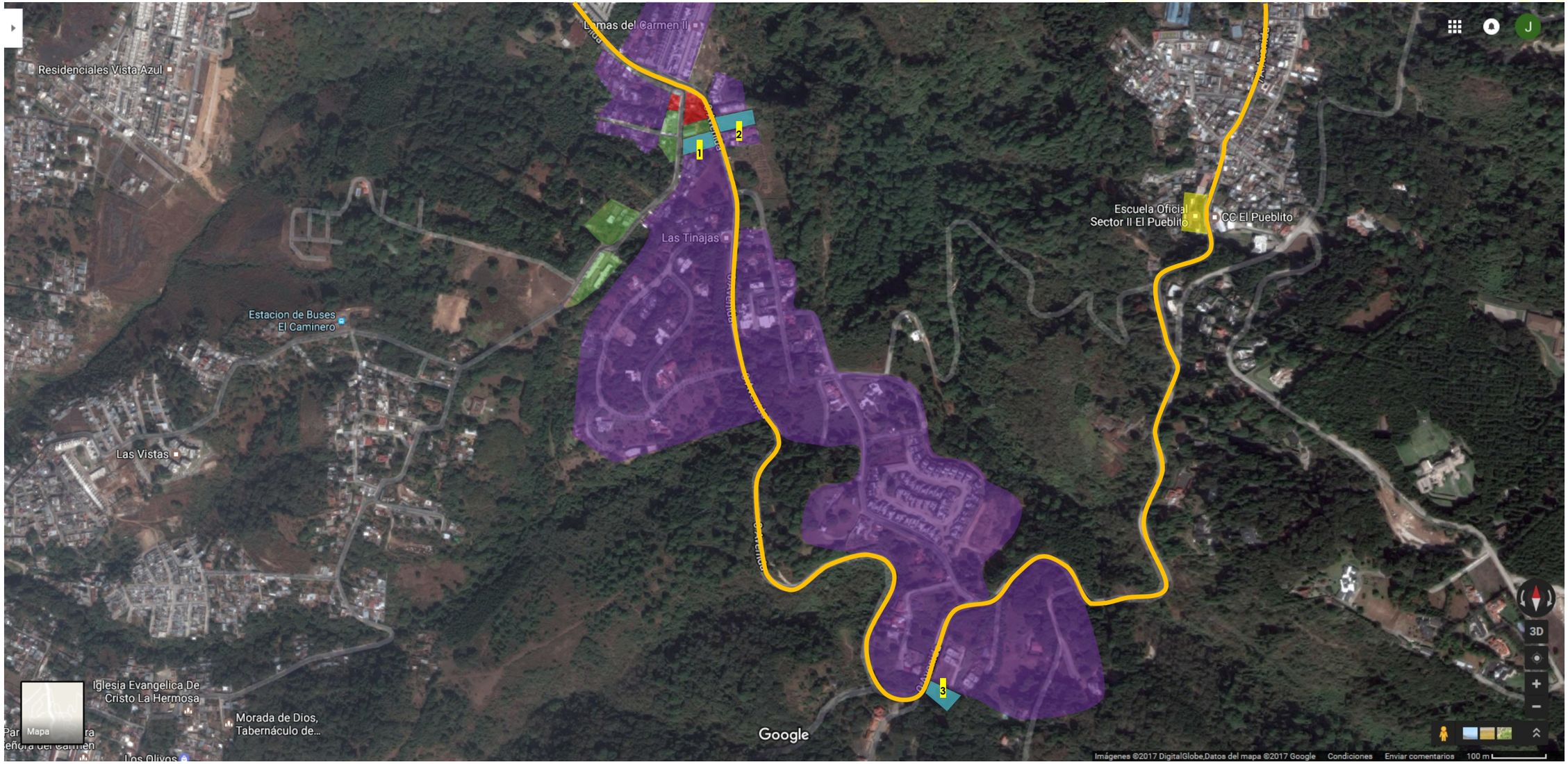


Ilustración 97: Acercamiento de la Aldea El Pueblito, Santa Catarina Pinula. Fuente: https://www.google.com.gt/maps/place/Municipio+de+Santa+Catarina+Pinula/@14.5643334,-90.4782336,10683m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8589a49088bae8f7:0x5b6403744f239479!8m2!3d14.5533884!4d-90.4785495?hl=es

En el mapa se ubican de color azul las tres opciones de terreno para el proyecto, todos se encuentran actualmente baldíos; el análisis de uso de suelo se limita a las áreas cercanas a los terrenos que se tienen como opciones. En esta área se observa que la mayoría del territorio es de uso residencial, existen espacios dedicados al comercio y de uso mixto, pero son la minoría en comparación a sus alrededores; también se muestra en el mapa que hay una extensión amplia de terreno baldío o de áreas boscosas.

- Terrenos
- Comercial
- Residencial
- Educación
- Mixto
- Vía terciaria

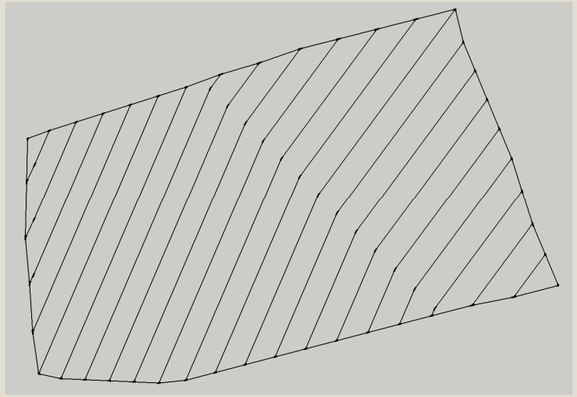
4.2. Análisis del terreno

TERRENO	TERRENO 1	TERRENO 2	TERRENO 3
IMAGEN DEL TERRENO	 Ilustración 98: Fotografía tomada desde el ingreso por la 0 avenida. Fuente: fotografía tomada por Kevin Castillo.	 Ilustración 99: Fotografía tomada desde el ingreso por la 0 avenida. Fuente: fotografía tomada por Kevin Castillo.	 Ilustración 100: Fotografía tomada desde el ingreso por la 0 avenida. Fuente: fotografía tomada por Kevin Castillo.
DIMENSIÓN	Perímetro: 201.00 metros. Área: 2,407.00 metros cuadrados.	Perímetro: 201.00 metros. Área: 2,165.00 metros cuadrados.	Perímetro: 152.00 metros. Área: 1,396.00 metros cuadrados.
UBICACIÓN	Finca Los Jarros, Aldea 'El Pueblito', Santa Catarina Pinula, Guatemala (14°33'39.56" N 90°29'56.77 O), el terreno se ubica a 1,550.00 msnm.	Finca Los Jarros, Aldea 'El Pueblito', Santa Catarina Pinula, Guatemala (14°33'41.01" N 90°29'54.81" O), el terreno se ubica a 1,550.00 msnm.	Aldea 'El Pueblito', Santa Catarina Pinula, Guatemala (14°33'05.26" N 90°29'42.13" O), el terreno se ubica a 1,680.00 msnm.
TEMPERATURA (GRADOS CELSIUS) (INSIVUMEH, 2017)	Promedio anual mínima: 10.00°. Promedio anual media: 16.00°. Promedio anual máxima: 26.00°.	Promedio anual mínima: 10.00°. Promedio anual media: 16.00°. Promedio anual máxima: 26.00°.	Promedio anual mínima: 10.00°. Promedio anual media: 16.00°. Promedio anual máxima: 26.00°.
HUMEDAD RELATIVA	Promedio anual: 77%	Promedio anual: 77%	Promedio anual: 77%
SOLEAMIENTO (INSIVUMEH, 2017)	Promedio anual de horas de sol diarias: 12 horas con 29 minutos. Recorrido del sol: en la estación de invierno el recorrido del sol es de este a oeste con una inclinación máxima de 53°53' al sur, mientras que en verano el recorrido es de este a oeste con una inclinación máxima de 85°7' desde el norte.	Promedio anual de horas de sol diarias: 12 horas con 29 minutos. Recorrido del sol: en la estación de invierno el recorrido del sol es de este a oeste con una inclinación máxima de 53°53' al sur, mientras que en verano el recorrido es de este a oeste con una inclinación máxima de 85°7' desde el norte.	Promedio anual de horas de sol diarias: 12 horas con 29 minutos. Recorrido del sol: en la estación de invierno el recorrido del sol es de este a oeste con una inclinación máxima de 53°53' al sur, mientras que en verano el recorrido es de este a oeste con una inclinación máxima de 85°7' desde el norte.
VIENTO PREDOMINANTE (INSIVUMEH, 2017)	Dirección promedio anual: noreste – suroeste. Velocidad promedio anual: 9 km/hora.	Dirección promedio anual: noreste – suroeste. Velocidad promedio anual: 9 km/hora.	Dirección promedio anual: noreste – suroeste. Velocidad promedio anual: 9 km/hora.
PRECIPITACIÓN PLUVIAL (INSIVUMEH, 2017)	Promedio de lluvia anual (mm): 1500.00. Promedio de días de lluvia anual: 125.	Promedio de lluvia anual (mm): 1500.00. Promedio de días de lluvia anual: 125.	Promedio de lluvia anual (mm): 1500.00. Promedio de días de lluvia anual: 125.

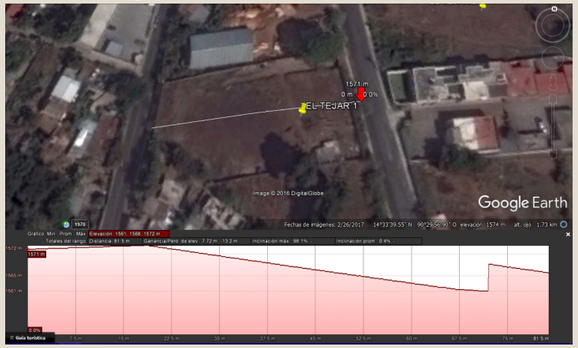
TOPOGRAFÍA (CURVAS DE NIVEL A CADA 0.50 m)

NORTE

Curvas de nivel:



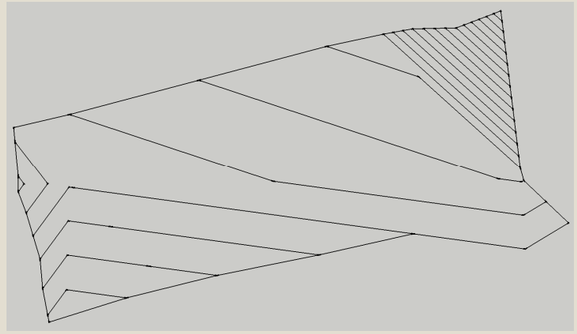
Sección longitudinal:



Sección transversal:



Curvas de nivel:



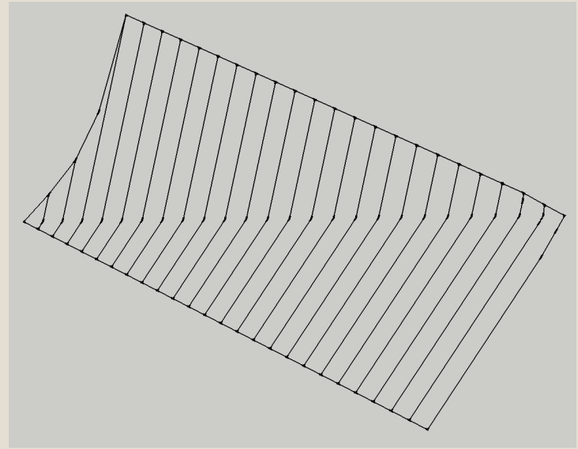
Sección longitudinal:



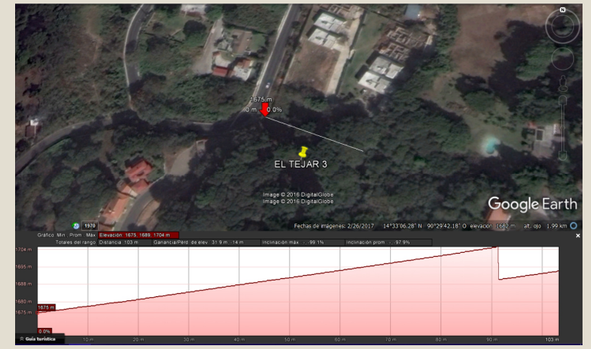
Sección transversal:



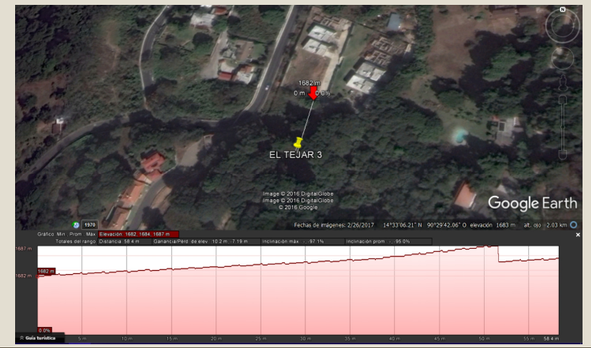
Curvas de nivel:



Sección longitudinal:



Sección transversal:



4.2.1. Análisis FODA

Se ha podido establecer, luego de la comparación de las tres propuestas potenciales para el proyecto a desarrollar que, la mejor opción en este caso es el terreno uno, el cual se ubica en la Finca Los Jarros dentro de la Aldea 'El Pueblito' en el municipio de Santa Catarina Pinula del departamento Guatemala. Tomando en cuenta que la mayoría de condiciones son las mismas para las tres opciones como la temperatura, humedad relativa, soleamiento, viento predominante, precipitación pluvial y dimensiones, con excepción del terreno tres el cual es más pequeño en comparación al terreno uno y dos. Los factores primordiales que establecen a este terreno como la mejor opción radican en tres características principalmente: la topografía, las vías de acceso y la ubicación.

La topografía es esencial para el desarrollo de un proyecto por su pendiente uniforme del 14.86%, porque al saber aprovechar la pendiente natural del terreno puede beneficiar al proyecto, por ejemplo, en el caso de drenajes se puede utilizar la misma pendiente para reducir la influencia de las cotas invert. Las vías de acceso son fundamentales para el proyecto, porque tiene dos vías que rodean el terreno: la 0 avenida y la calle de La Cuchilla del Carmen, si se ubica el nivel de la 0 avenida a un nivel 0.00 metros entonces, la calle de La Cuchilla del Carmen se encuentra a un nivel de -11.00 metros. La ubicación tiene un énfasis importante para la propuesta de mercadología, porque esta brinda una vista privilegiada de la Ciudad de Guatemala; además de la conexión inmediata con los departamentos de: Guatemala, Villa Canales, Fraijanes y San José Pinula.

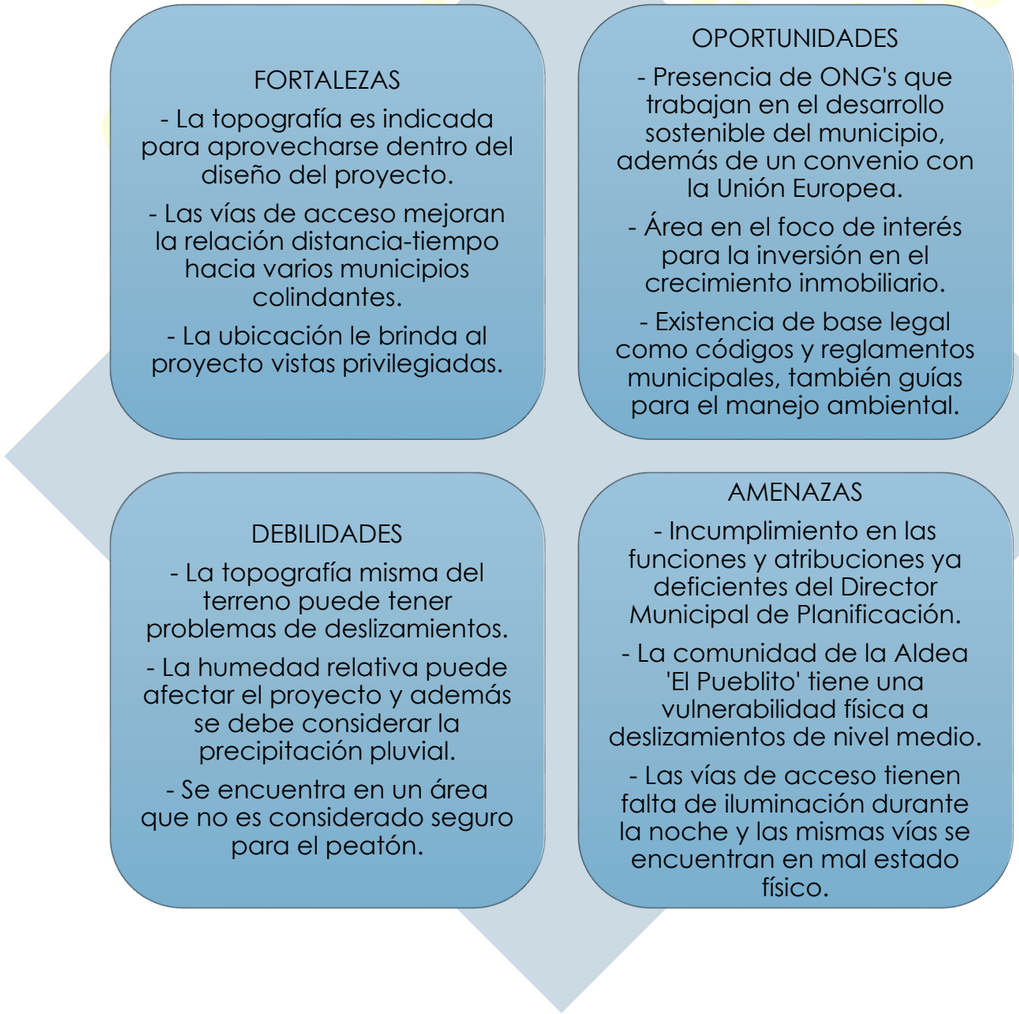


Ilustración 101: Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del terreno considerado óptimo para el proyecto. Fuente: Propia.

4.2.2. Análisis fotográfico



Ilustración 102: Vista desde el punto noroeste del terreno, se aprecia la vista que tiene de la Ciudad de Guatemala. Fuente: fotografía tomada por Kevin Castillo.



Ilustración 104: Se muestra parte del portón de ingreso sobre la 0 avenida, se aprecia la colina que existe dentro del terreno. Fuente: fotografía tomada por Kevin Castillo.



Ilustración 103: Panorámica del terreno. Fuente: fotografía tomada por Kevin Castillo.



Ilustración 106: Vista del portón de ingreso por la 0 avenida, del lado derecho se ve la colina que tiene en terreno. Fuente: fotografía tomada por Kevin Castillo.



Ilustración 105: Vista desde el portón de ingreso por la 0 avenida en dirección a la calle de la Cuchilla del Carmen. Fuente: fotografía tomada por Kevin Castillo.



Ilustración 108: Calle de la Cuchilla del Carmen, del lado izquierdo se observa el muro perimetral del terreno seleccionado. Fuente: fotografía tomada por Kevin Castillo.



Ilustración 107: Vista de la 0 avenida, del lado derecho se observa el portón de ingreso al terreno seleccionado. Fuente: fotografía tomada por Kevin Castillo.

4.2.3. Secciones de vía

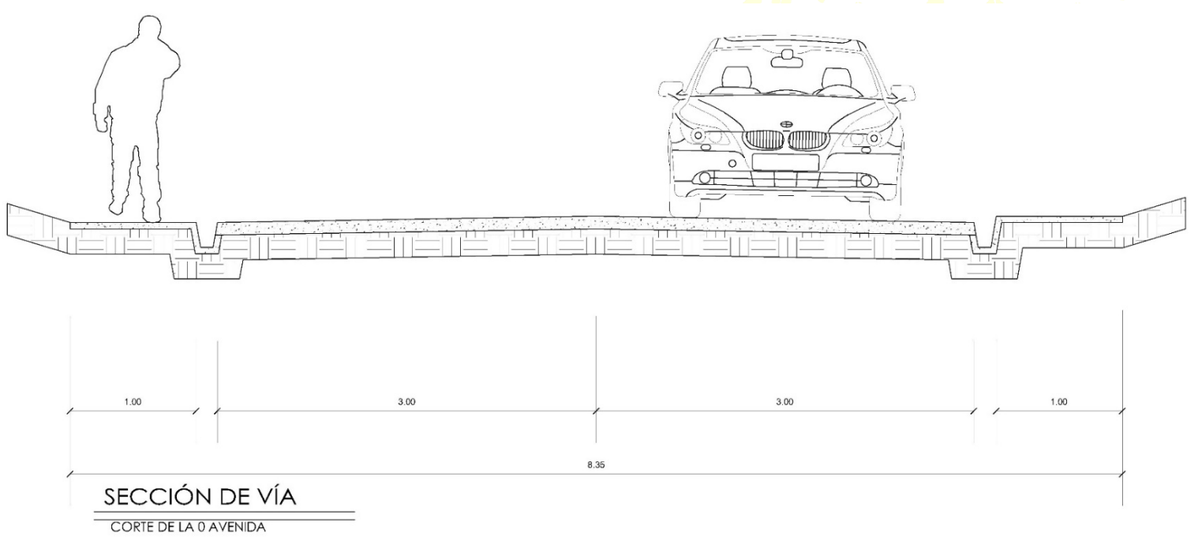


Ilustración 109: Secciones de las vías que rodean el terreno que presenta las mejores características para desarrollar el proyecto. Fuente: Propia.

5. ANTEPROYECTO

5.1. Memoria conceptual de diseño

Este proyecto de temática residencial es el punto de encuentro entre dos necesidades básicas para el ser humano: el hogar y la naturaleza. Ambos elementos son los cimientos que han permito la subsistencia generacional de la vida humana y, al igual que la existencia ha logrado trascender gracias al refugio y a la naturaleza, un árbol se pone en píe gracias a su raíz. Por ende, este proyecto se conceptualiza de manera metafórica con un árbol.

El proyecto se enfoca en la biomimética de un árbol y se toman las características básicas para que estas sean los conceptos fundamentales por considerar en el diseño del proyecto: ausencia de estática, dinámica visual, ritmo alternado y progresivo, equilibrio axial, planos seriados, punto focal, textura visual, proporción y escala. Es por esto que el proyecto se nombra a partir de la palabra *raíz* y su etimología en latín: *radix*.

Con el concepto se hace una paleta de colores que giran alrededor de los elementos naturales (agua, vegetación y tierra), los cuales se aplican dentro de la propuesta arquitectónica de la vivienda vertical.



Ilustración 110: Imagen de un árbol. Fuente: http://cancionesypoemaspatrioticos.blogspot.com/2015/12/himno-al-arbol.html

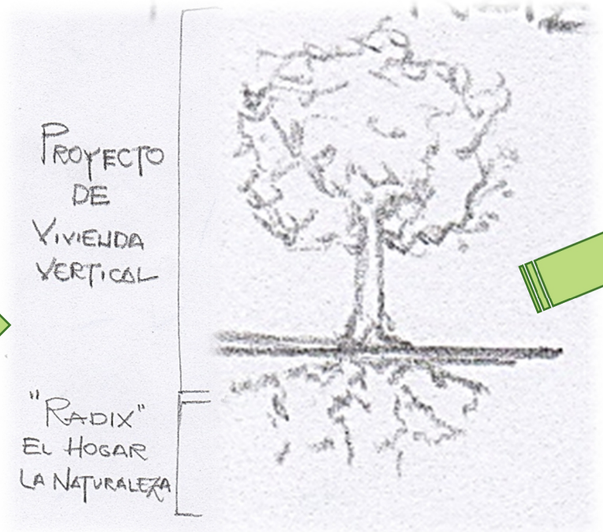


Ilustración 111: Fundamento de biomimética de Radix. Fuente: Propia.



Ilustración 112: Logotipo del proyecto, Radix, creado a partir del proceso de analogía. Fuente: propia.

5.2. Memoria descriptiva de diseño

Radix, se desarrolla dentro de un terreno de 2,407.00 metros cuadrados, el cual está ubicado dentro de los límites de la aldea 'El Pueblito" del municipio de Santa Catarina Pinula. La propuesta suma un total de 9,430 metros cuadrados de construcción, que se distribuye en: tres sótanos con una capacidad para 62 vehículos (tres vehículos por apartamento y ocho específicamente para visitas) y seis niveles dedicados al uso principal del edificio. En el primer nivel se encuentra el lobby, con salones para eventos, gimnasio, sala de estar, baños y el área administrativa; del segundo al quinto nivel se distribuyen 18 apartamentos que van desde los 90 metros cuadrados hasta los 295 metros cuadrados. En el quinto nivel se encuentran otras amenidades del proyecto: una piscina infinita de 87,000 litros, áreas de descanso, huertos para cultivo de hortalizas y área social con fogata.

Todas estas actividades se conectan a través de un sistema de circulación vertical, formado por dos elevadores y un ducto de gradas para suplir la demanda como apoyo y en caso de emergencias. Este sistema se ha centralizado para que, de forma controlada y directa, se aproveche al máximo y se reduzcan las áreas dedicadas a la circulación.

Como parte del concepto del proyecto, se busca generar un diseño que integre métodos sustentables y que transmita exclusividad. Parte importante son los materiales a utilizar y estos giran en torno a piedra artificial, agua y vegetación. De estos tres, el material predominante es la piedra artificial: se utiliza fachaleta de piedra, adoquín y concreto visto alisado. A este material le sigue la vegetación, integrando muros verdes, terrazas jardín y huertos; por último, el agua se utiliza en algunos puntos como elemento ornamental de la propuesta.

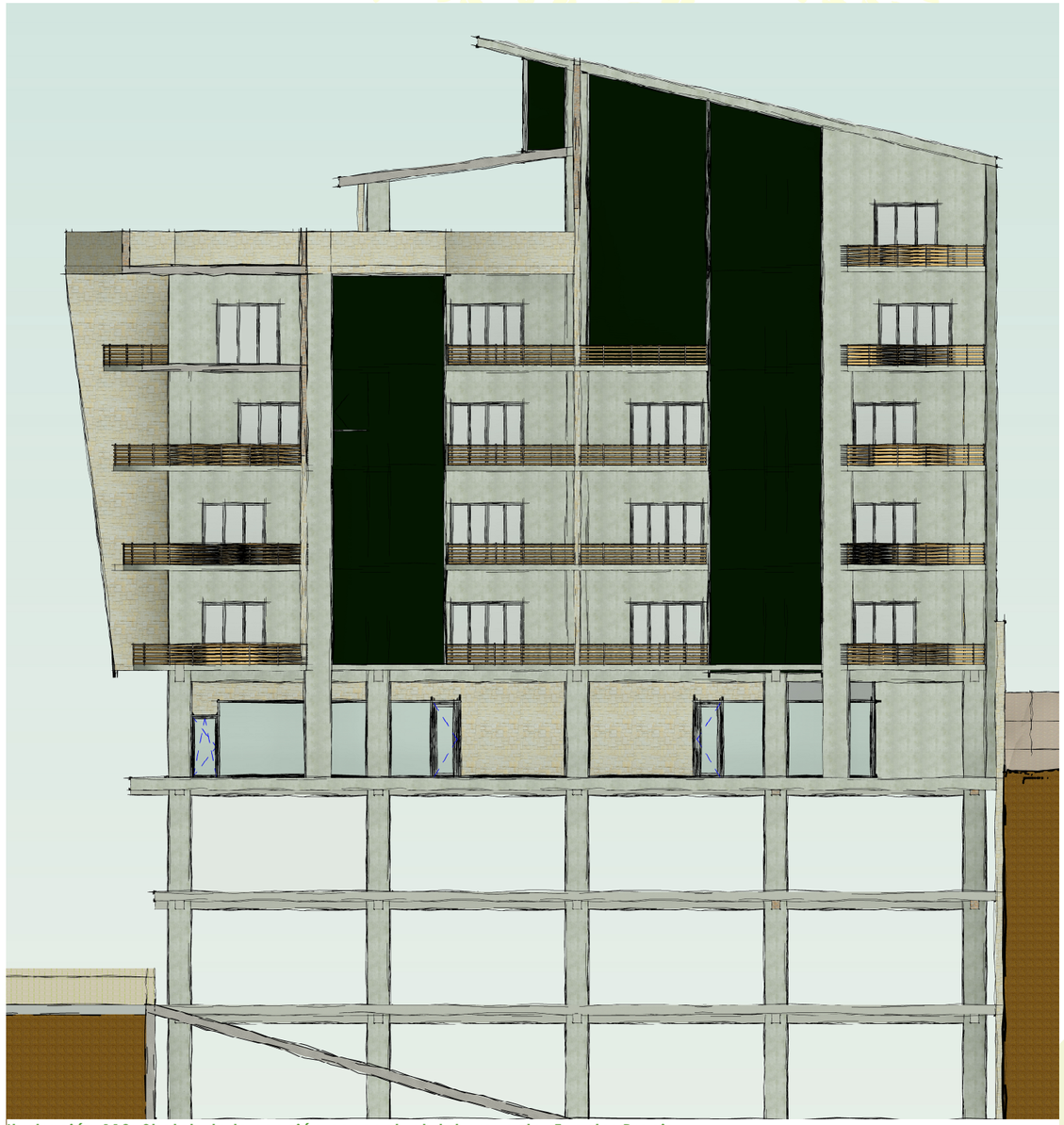


Ilustración 113: Sketch de la sección conceptual del proyecto. Fuente: Propia.



Ilustración 114: Sketch tridimensional de la propuesta volumétrica del proyecto. Fuente: Propia.

El edificio busca tener absoluta ausencia de estática, es decir, que el concepto exige una dinámica visual que imite los movimientos ligeros y agradables de un árbol, esto se logra con un aumento progresivo en el tamaño de las plantas conforme aumenta el nivel y un ritmo alternado entre elementos curvos y lineales, que a su vez forman planos seriados como el conjunto de parteluces o puntos focales como el contraste entre materiales rocosos y elementos naturales como la vegetación (ilustración 114). Además, a pesar de tener ausencia de estática, se logra un equilibrio visual de manera axial visto desde cualquier punto y, también visto en planta arquitectónica. Es muy importante tomar en cuenta como las texturas visuales y físicas invitan al usuario a explorar y experimentar su entorno, por eso se buscan obtener espacios iluminados de forma natural y una mezcla de materiales y colores que le den identidad al edificio.

La volumetría de Radix y su distribución arquitectónica necesita tener una lógica estructural, por ende, este paso no se pasa por alto y se aprovecha para sea parte de la arquitectura. Desde una vista inferior, los elementos estructurales como las columnas, dan la sensación de que son las raíces de un árbol frondoso, siendo esto la culminación de años de historia de civilización humana que mezcla el hogar con la naturaleza.

Para facilitar el proceso de diseño, es importante conocer las áreas que se deben considerar dentro del programa de necesidades arquitectónicas. Con los espacios definidos es útil saber los metros cuadrados que estos implican, y a la vez su volumen, para así poder tener una idea de la escala y proporción del diseño. Durante el proceso de diseño, se utilizan dos herramientas básicas que son: la matriz de relaciones y diagrama de bloques en tres dimensiones.

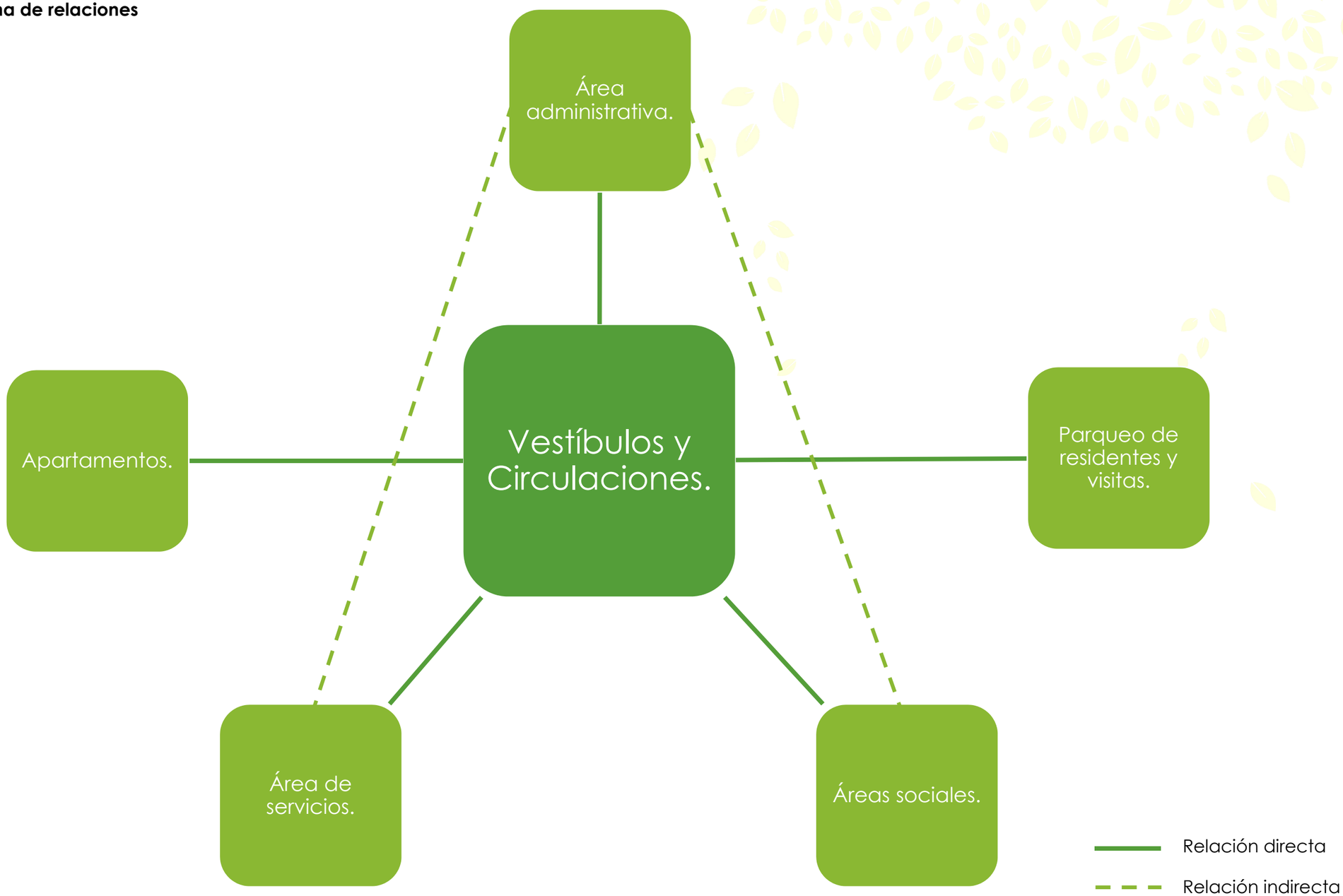
5.3. Proceso de diseño

5.3.1. Programa arquitectónico

No.	Ambiente	Cantidad (unidad)	Área unitaria (m².)	Subtotal de área (m².)	Altura promedio (m.)	Subtotal de volumen (m³.)	Usuarios	
							Fijos	Variables
1	Apartamentos de 95 m².	2.00	95.00	190.00	3.50	665.00	54	8
2	Apartamentos de 165 m².	1.00	165.00	165.00	3.50	577.50		
3	Apartamentos de 170 m².	4.00	170.00	680.00	3.50	2,380.00		
4	Apartamentos de 175 m².	1.00	175.00	175.00	3.50	612.50		
5	Apartamentos de 180 m².	1.00	180.00	180.00	3.50	630.00		
6	Apartamentos de 185 m².	1.00	185.00	185.00	3.50	647.50		
7	Apartamentos de 190 m².	1.00	190.00	190.00	3.50	665.00		
8	Apartamentos de 195 m².	3.00	195.00	585.00	3.50	2,047.50		
9	Apartamentos de 200 m².	2.00	200.00	400.00	3.50	1,400.00		
10	Apartamentos de 295 m².	2.00	295.00	590.00	4.50	2,655.00		
11	Calles, parqueos y sus circulaciones.	1.00	2,810.00	2,810.00	3.00	8,430.00		
12	Área administrativa.	1.00	230.00	230.00	3.50	805.00	3	5
13	Área de servicios.	1.00	700.00	700.00	3.50	2,450.00	2	2
14	Áreas sociales, amenidades y áreas verdes.	1.00	1,850.00	1,850.00	3.10	5,735.00	0	65
15	Vestíbulos.	1.00	400.00	400.00	3.50	1,400.00		
16	Circulaciones (10%).	1.00	100.00	100.00	3.50	350.00		
	TOTALES			**9,430.00**		**31,450.00**	**59**	**80**

5.3.2. Diagramas de áreas y volúmenes de conjunto

5.3.2.1. Diagrama de relaciones



5.3.2.2. Diagrama de bloques 3D

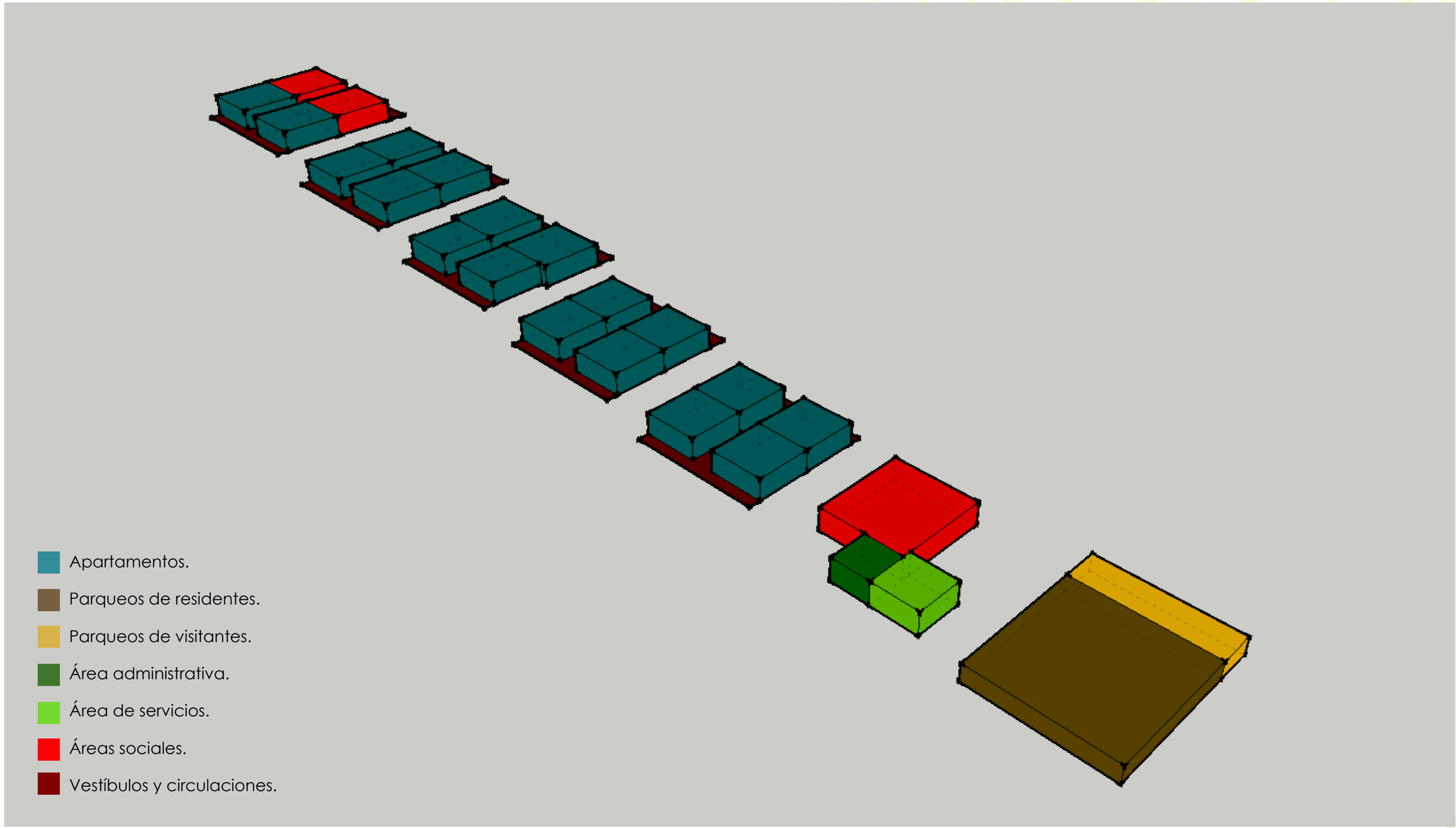


Ilustración 115: Diagrama de bloques 3D separado por nivel. Fuente: propia.

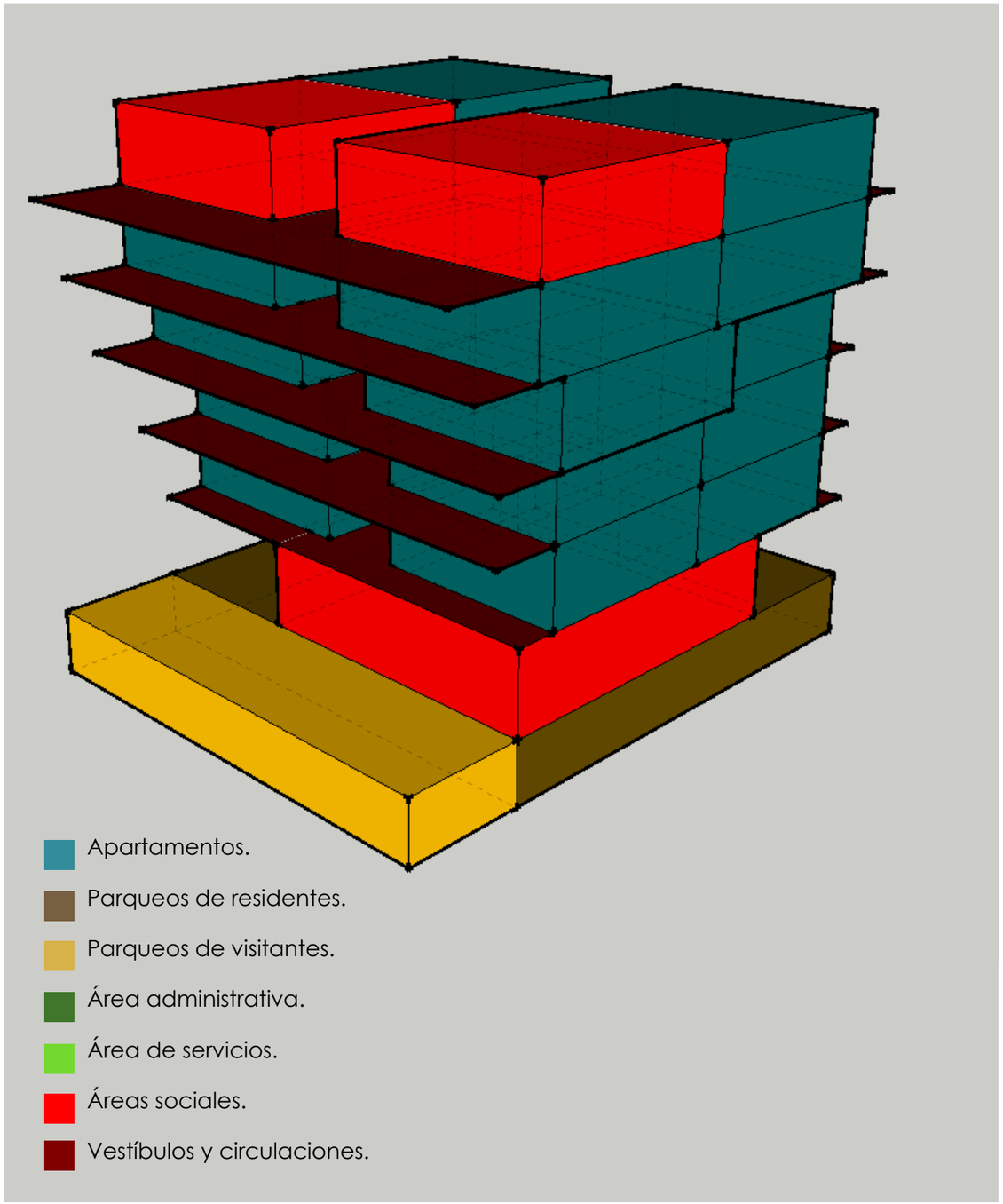


Ilustración 117: Diagrama de bloques 3D. Fuente: propia.

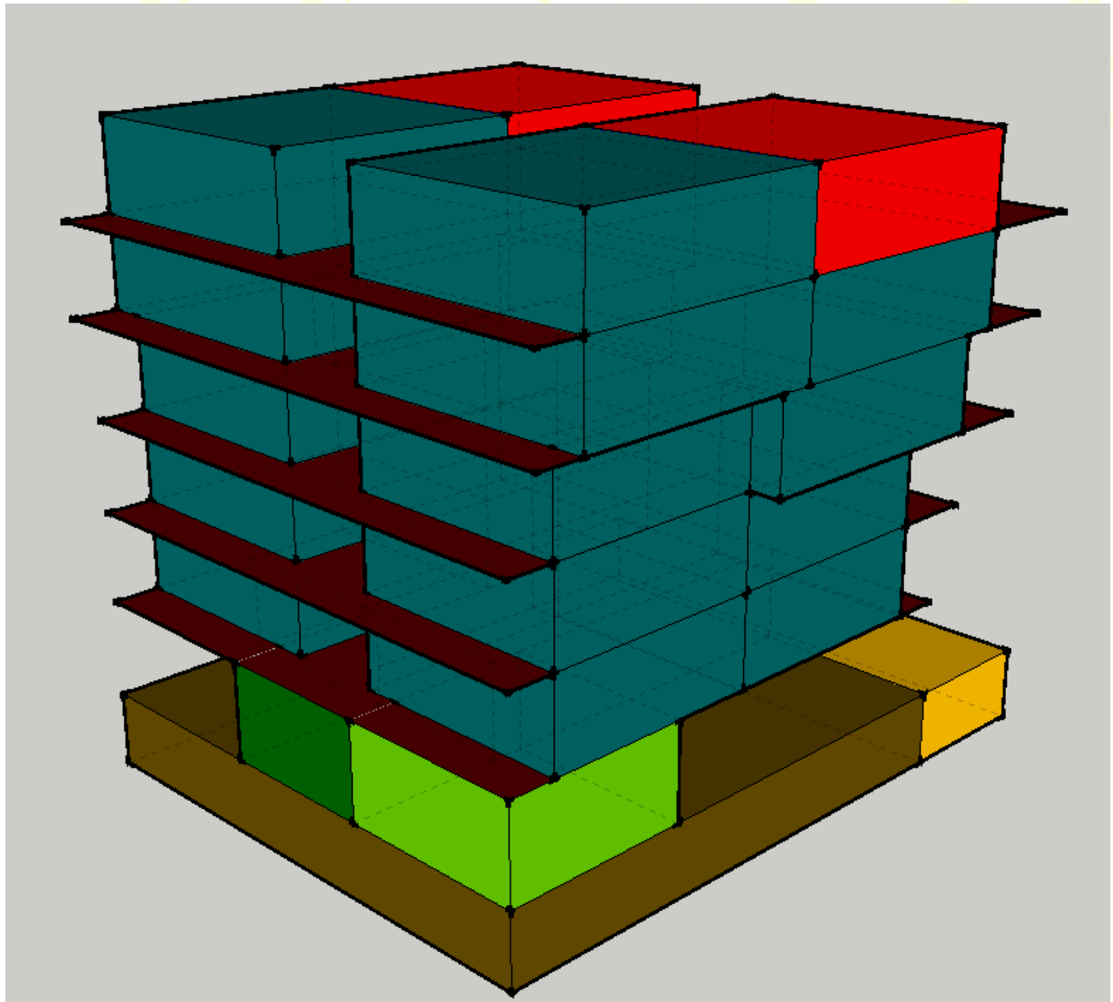


Ilustración 116: Diagrama de bloques 3D. Fuente: propia.

5.3.3. Análisis climático del conjunto

Santa Catarina Pinula es un municipio que ronda entre los 1550.00 metros sobre el nivel del mar, además, es un lugar considerablemente cálido porque tiene temperaturas promedio de 16° Celsius a lo largo del año. A esto se le suma que en promedio llueven 125 días cada año, siendo un 34% de los días en el periodo de un año, con la intensidad suficiente para captar 1500 milímetros de agua, que es igual a tener 1500 litros de agua dentro de un metro cuadrado de superficie plana, lo cual es bastante si se considera el municipio de Santa Catarina Pinula solo tiene 50 kilómetros cuadrados de superficie. Esto genera un llamativo índice de humedad relativa presente en el aire, siendo del 77% en el sector; hay que tomar en cuenta que la humedad depende relativamente del soleamiento y del viento y, según el INSIVUMEH (2017), en Guatemala el solsticio de invierno es el 21 de diciembre y tiene un recorrido de este a oeste con una inclinación máxima de 53°53' al sur, mientras que el 21 de junio ocurre el solsticio de verano el cual tiene un recorrido de este a oeste con una inclinación máxima de 85°7' desde el norte. Esto dice que exactamente en estos dos días el Ecuador se encuentre lo más alejado posible del sol, es decir, que se tienen días más largos y noches más cortas; como también indica que las fachadas del lado sur son las que sufren la mayor radiación solar y que las inclinaciones al sur pueden ser aprovechadas para crear energía solar. En cuestión de vientos, en Guatemala los predominantes suceden en dirección del noreste al suroeste con una velocidad promedio de 9 kilómetros por hora, lo cual es suficiente como para botar las hojas de los árboles y empezar a mover los molinos de viento, pero en el 2016 se registraron vientos mayores a los 17 kilómetros por hora, siento ya capaz de agitar una bandera (INSIVUMEH, 2017).

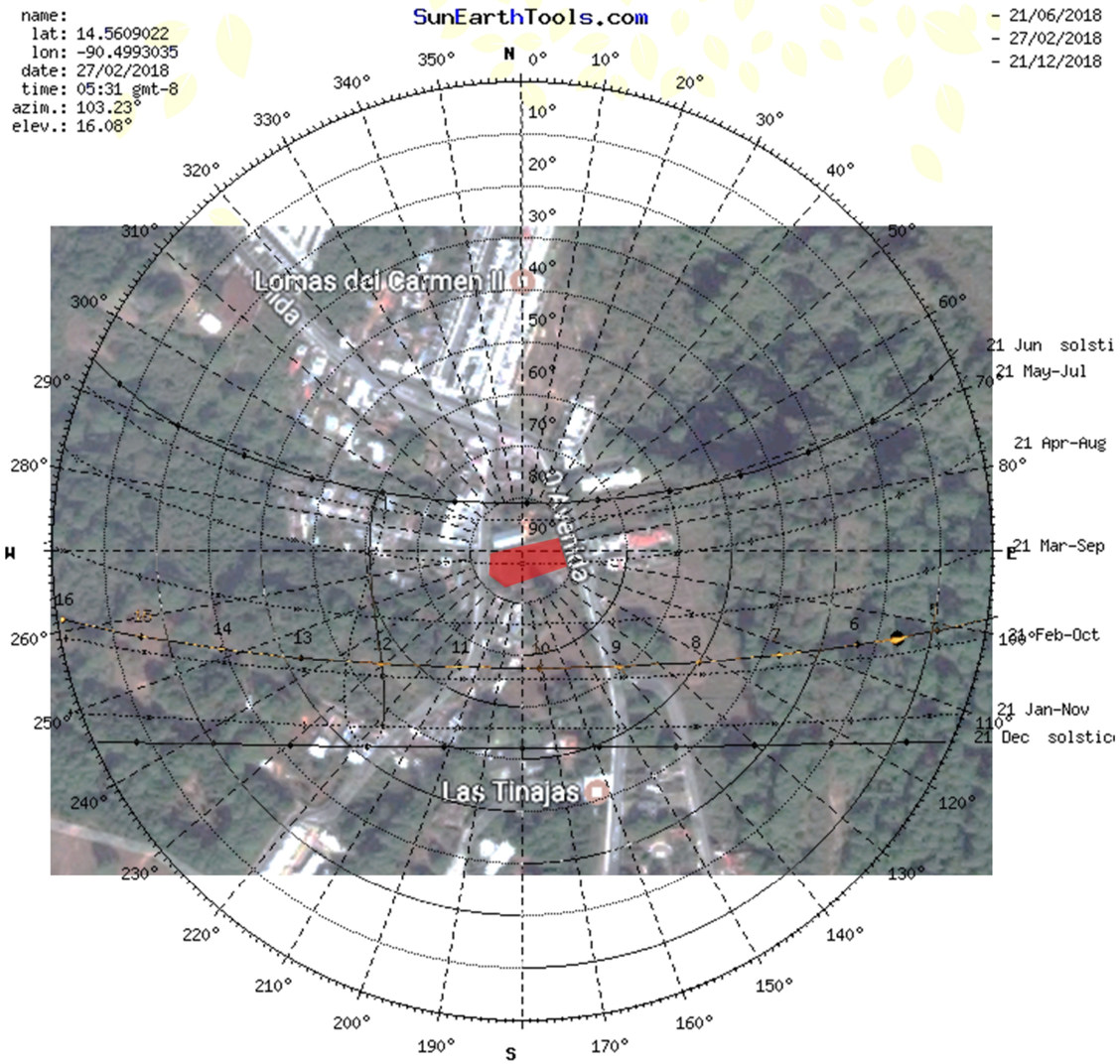


Ilustración 118: carta solar con las coordenadas del terreno donde se ubica el proyecto. Fuente: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es

Ubicación del terreno



Ilustración 119: Vista de Santa Catarina Pinula. Fuente: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=721878&page=156

El municipio de Santa Catarina Pinula puede estar conformado por solo 50 kilómetros cuadrados, pero esto no impide que tenga un crecimiento evidente. En el 2016, según el Banco de Guatemala, este municipio representa el 3.50% del total de construcciones autorizadas en toda la República de Guatemala, esto es igual a 315 proyectos con un área de construcción de 96,116 metros cuadrados por un costo total de Q. 292,138,038.00, es decir que, por cada metro cuadrado de construcción se invierte en total Q. 3,040.00 (INE, 2017). A este crecimiento ha respondido la Municipalidad de Santa Catarina Pinula, según el Ministerio de Finanzas Públicas del Gobierno de Guatemala, invirtiendo Q. 68,674,975.00 dedicados para el mejoramiento de servicios públicos, transporte y medio ambiente; dentro de estos rubros se especifica que hay mejoras en el servicio de transporte público y se ve una inversión para la protección del medio ambiente, también hay mejoras en la disposición y tratamiento de aguas residuales y de desechos, servicio de energía eléctrica y de agua potable (INE, 2017). Este último, se ve respaldado por la necesidad del consumo de agua, según la Empresa Municipal de Agua –EMPAGUA–, en el año 2016 se extrajo 53,292,752 metros cúbicos de agua para ser distribuidos solamente en la municipalidad de Guatemala (INE, 2017). A todas estas actividades se expresa el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente diciendo que Guatemala aporta a la contaminación mundial por temas de construcción y los relacionados al mismo de la siguiente manera: en dióxido de nitrógeno 39.7 µg/m^3 y en dióxido de azufre 1.9 µg/m^3, sabiendo que estas dos partículas son las que afectan en mayor parte al calentamiento global, esto se suma a los datos de contaminación ya presentado en la introducción respecto al sector constructivo de Guatemala presentado por el Guatemalan Green Building Council.

5.3.4. Análisis de riesgo

Empezando desde lo general, Guatemala es un país totalmente activo sismológicamente, siendo este un tema que provoca demasiada inquietud en cualquier proyecto. En principio porque el terreno nacional está distribuido sobre tres placas tectónicas: Caribe, Cocos y Norteamérica. Por ende, en respuesta a las actividades sismológicas es que se definen los rasgos topográficos del país. El contacto entre la Placa de Cocos y la Placa del Caribe, que se encuentra a 50 kilómetros dentro del Océano Pacífico, da lugar a pequeñas deformaciones que se ubican en el municipio de Guatemala y una de ellas es la falla de Santa Catarina Pinula (INSIVUMEH, 2017).

En la ilustración 121 se observa que en la ubicación del terreno existe riesgo de sufrir un sismo de octavo grado en la Escala Mercalli Modificada, la cual es capaz de crear daños en estructuras de mampostería, puede botar paredes y romper repellos, botar chimeneas y tanques elevados, hasta incluso agrietar taludes y provocar deslizamientos (MARN, 2017). Para este tipo de riesgos la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica –AGIES- ha elaborado una serie de normas para la seguridad estructural en los edificios, esto con el ejemplo del Instituto Americano de Concreto (American Concrete Institute –ACI–) quienes también han creado normas según estándares americanos, como lo es el caso del Estado de San Francisco, otro sector que ha tenido reseñas sísmicas a lo largo del tiempo.

Para el levantamiento del proyecto Radix, se consideran las normas AGIES de cálculo estructural para el pre-dimensionamiento de los elementos estructurales que lo componen, todo esto a nivel de anteproyecto y con la asesoría indicada.

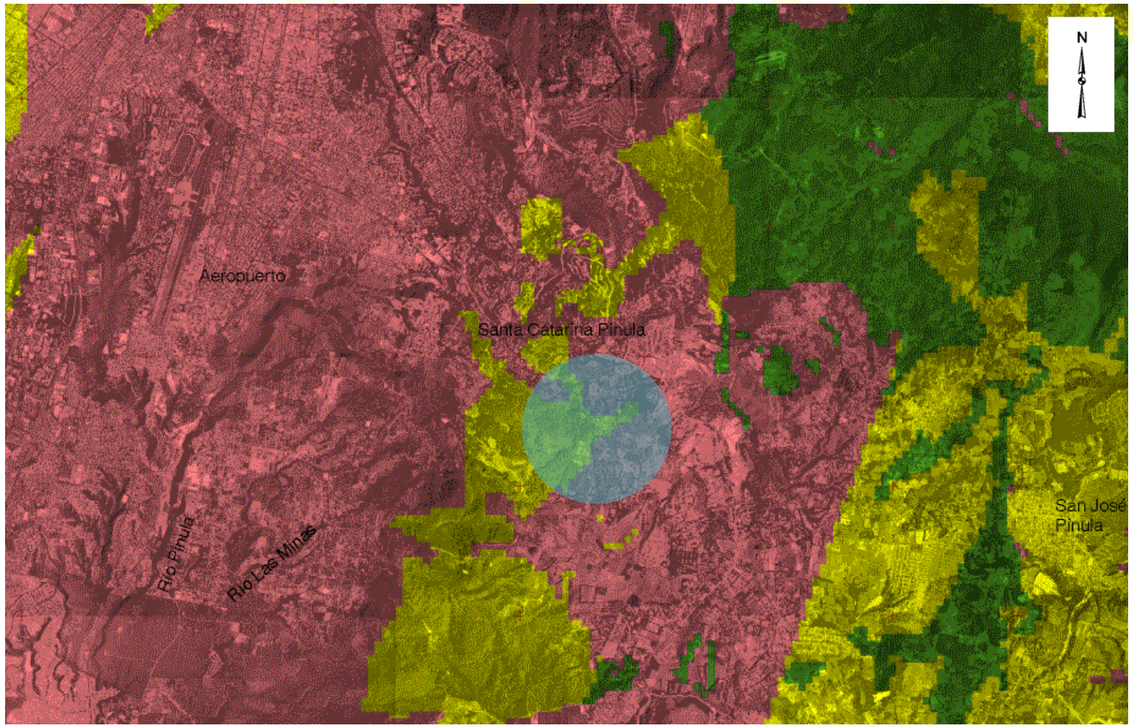


Ilustración 121: Mapa de amenaza sísmica, falla de Santa Catarina Pinula. Fuente: http://www.insivumeh.gob.gt/geofisica/sismologia/mapas/amenaza%20sismica/SEISMIC_02_Falla_Pinula.gif

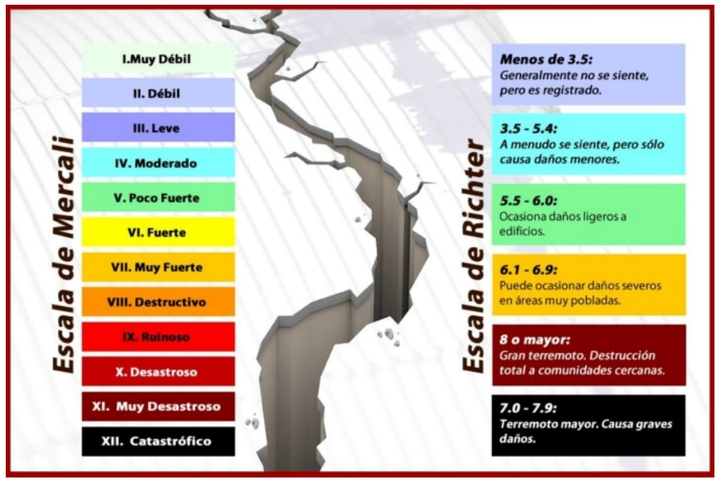
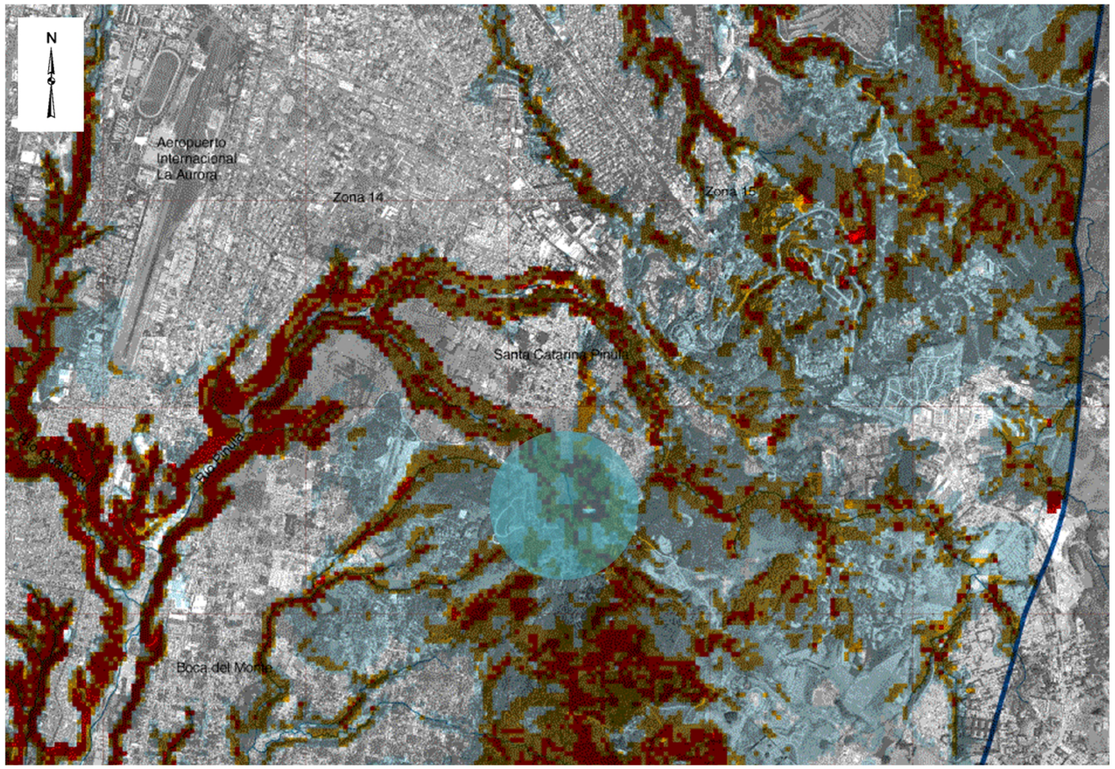


Ilustración 120: Escala comparativa y explicativa entre la Escala de Mercalli y la Escala de Richter. Fuente: https://cuadrocomparativo.org/diferencias-entre-escala-mercalli-y-escala-ritcher-cuadros-comparativos/



Sector donde se ubica el terreno

Ilustración 122: Mapa de amenaza por deslizamientos en el municipio de Santa Catarina Pinula. Fuente: http://www.insivumeh.gob.gt/geofisica/sismologia/mapas/amenaza%20deslizamientos/LANDSLIDE-7_Guate_Sureste.gif



Ilustración 123: Imagen aérea del deslizamiento del Cambray II. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=7SVpH-HuU0w

En el departamento de Guatemala durante el año 2016, hubo 39 sismos con epicentro dentro del área del mismo entre los 2.2 y 4.4 grados en la escala de Richter (INE, 2017). Con la información presentada anteriormente se logra comprender el porqué de la topografía en el municipio de Santa Catarina Pinula, además, a partir de la actividad sismológica del territorio se genera un segundo riesgo que amenaza el proyecto constantemente, los deslizamientos. Para la Municipalidad de Santa Catarina Pinula es un hecho que todo el sector se encuentra amenazado con un 80% de recibir cualquier tipo de daño provocado por deslizamientos (SCP, 2017). Estos movimientos de masa son provocados por dos elementos fundamentales y que están presentes en Guatemala: los sismos y constantes lluvias (INSIVUMEH, 2017). Estos dos estímulos en conjunto a una topografía quebrada son los protagonistas de eventos que pueden llegar a ser trágicos y, el último evento devastador ocurrido por deslizamiento en el municipio de Santa Catarina Pinula fue en el año 2015, en la colonia El Cambray II, a partir de este evento hubieron alrededor de 350 involucrados fatales, de estos 280 fallecidos y 70 desaparecidos (El Siglo, 2017). En el proyecto se toma en cuenta este tema y se busca mitigar desde un punto de vista estructural. Se propone realizar un corte de terreno que sea suficiente para que luego sea asegurado con el sistema de contención 'soil nailing'. Para proteger al proyecto contra los riesgos se debe considerar el factor de la lluvia, la cual es equivalente a 1500 mm. de lluvia al año. Para esto es importante aclarar que se propone un sistema de rejillas de drenaje pluvial ubicados a lo largo de la calle de acceso y distribuidos en el último sótano, este sistema tiene conexión directa con pozos de absorción que mantendrán al edificio libre de inundaciones indeseadas o acumulación de agua que provoque humedad.

5.4. Aplicación de normativas

Cualquier tipo de proyecto, alrededor del mundo, se ve ligado a proceder según las normativas del lugar donde se ubique. Este caso con es la excepción, por lo que el proyecto Radix debe cumplir según las leyes que impone la municipalidad de Santa Catarina Pinula con el apoyo de la Dirección Municipal de Planificación. De manera puntual se detallan las entidades involucradas para el desarrollo del presente proyecto:

- Municipalidad de Santa Catarina Pinula –MSCP–: Se debe cumplir con todos los requisitos que se solicitan para tramitar la licencia de construcción.
- Registro General de la Propiedad –RGP–: Debe brindar los documentos necesarios en respaldo de la propiedad del inmueble en donde se piensa edificar.
- Instituto Nacional de Bosques –INAB–: Se debe tramitar la resolución para el cambio de uso de suelo.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social –MSPAS–: Se debe tramitar la resolución referente a la calidad del agua y el tratamiento de las aguas residuales y pluviales.
- Caminos: Se debe tramitar la autorización para derecho de vía.
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres –CONRED–: Se debe cumplir con las normas propuestas por CONRED y AGIES.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN–: Se realizan los trámites necesarios para la licencia de impacto ambiental.

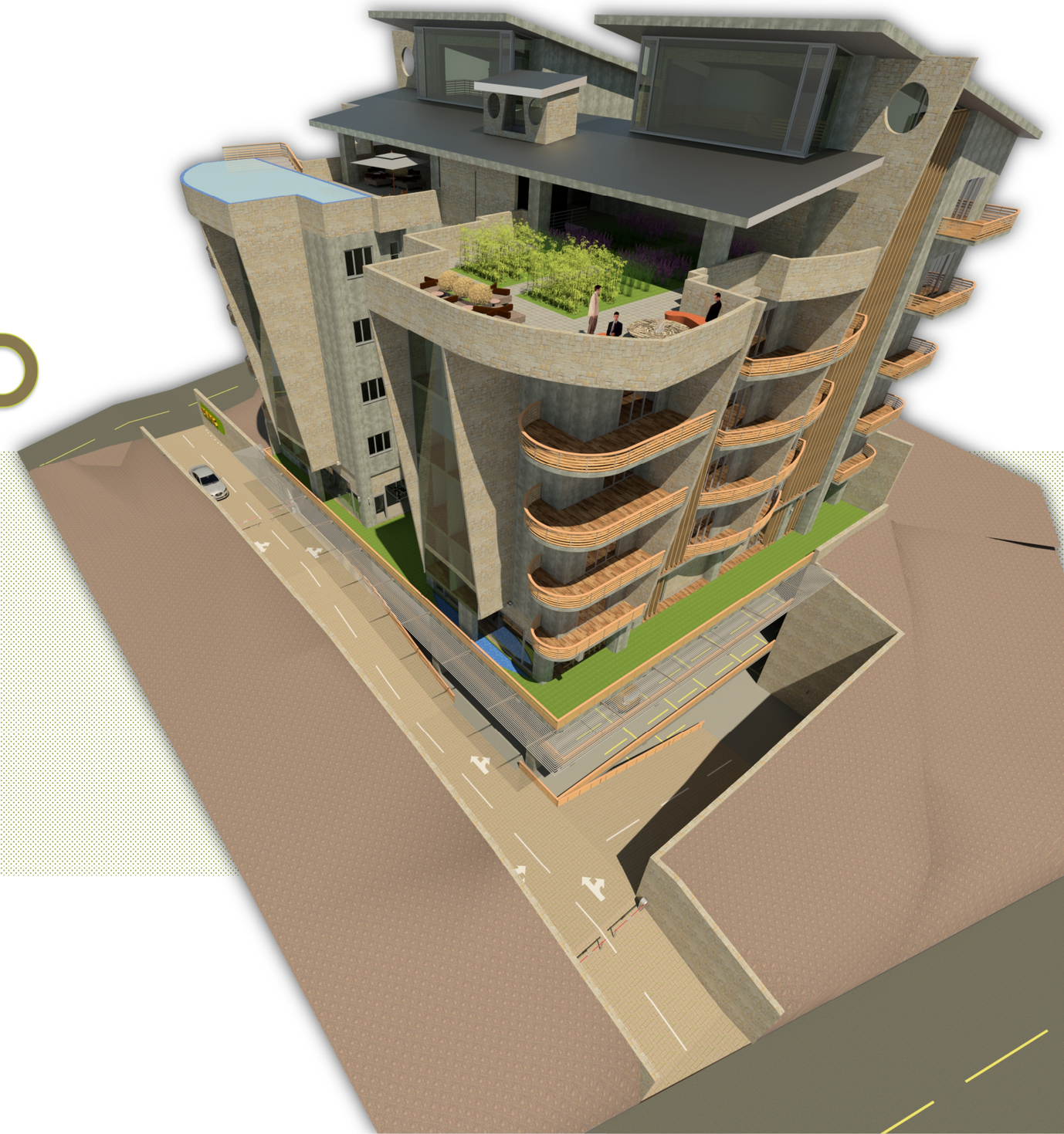


Ilustración 124: Conjunto de logotipos correspondientes a las entidades involucradas en la aplicación de normativas al proyecto Radix. Fuente: Cada uno obtenido de su página oficial en interet.

5.5. DESARROLLO ARQUITECTÓNICO DEL ANTEPROYECTO

DISEÑO ARQUITECTÓNICO

- Proyecto: Radix.
- Ubicación: Santa Catarina Pinula, Guatemala.
- Uso: Residencial.
- Área: 9,430.00 m².





A 0 Avenida.

B Calle Cuchilla del Carmen.

C Piscina.

D Huertos.

E Calle interna del proyecto.

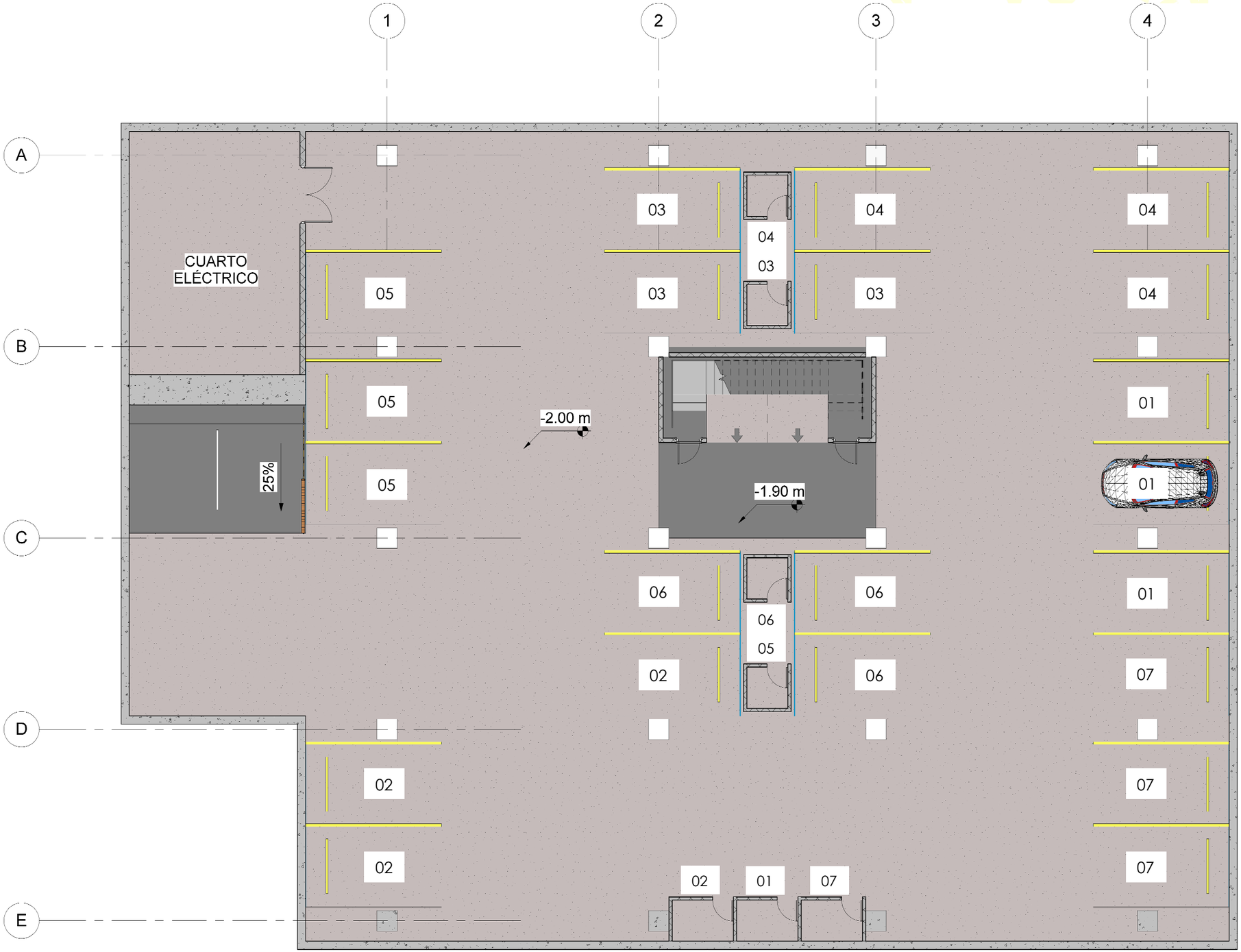
F Paneles fotovoltaicos.

G Ducto de elevadores.

Terreno de expansión.

PLANTA DE CONJUNTO

ARQUITECTURA



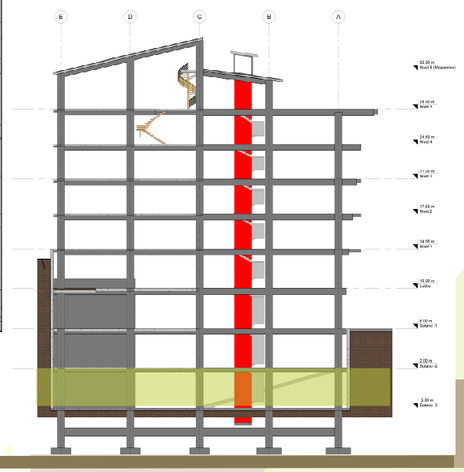
PLANTA DE SÓTANO -3

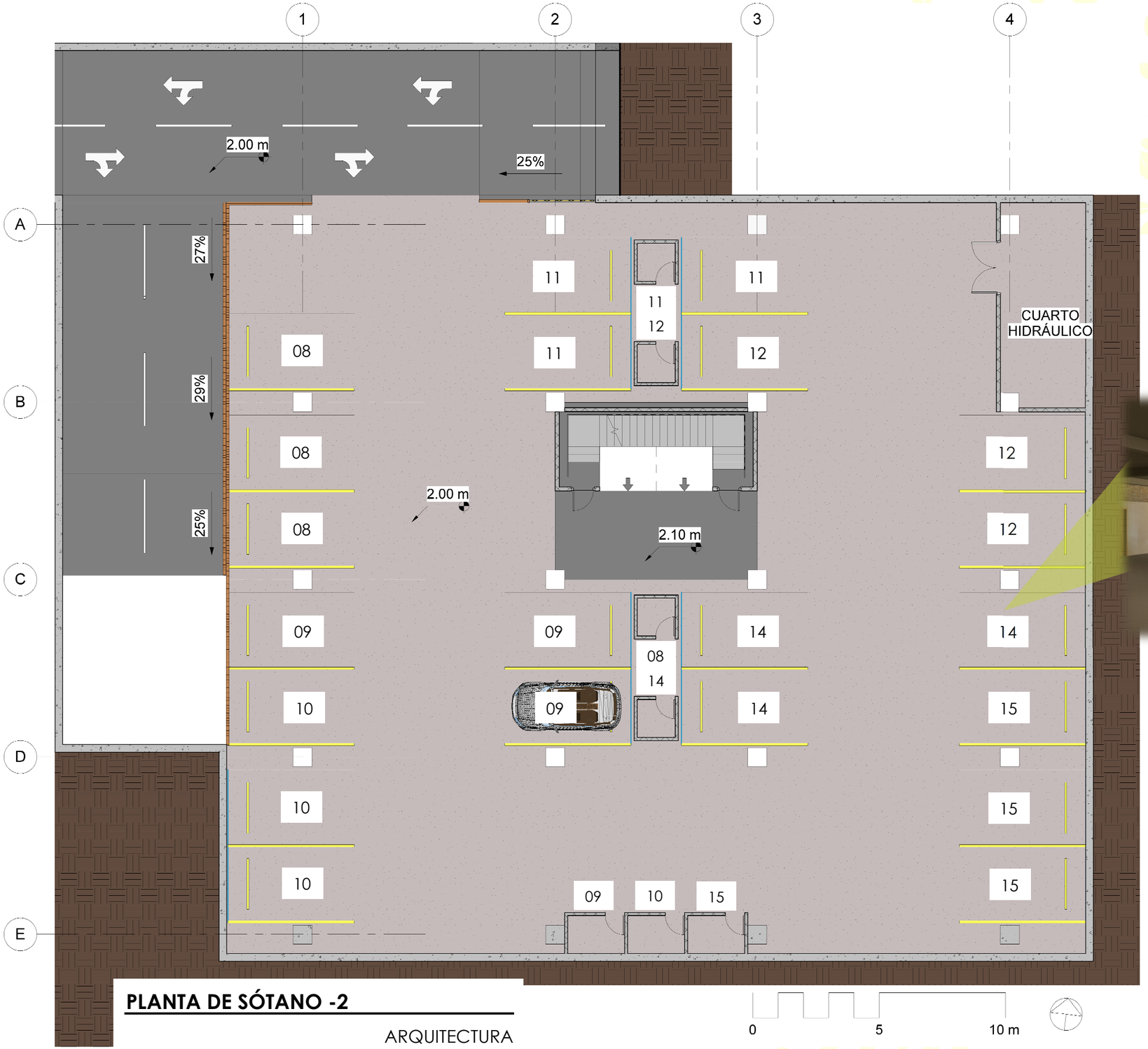
ARQUITECTURA

Para el desarrollo arquitectónico del proyecto se hace un cálculo base de tres vehículos por apartamento (aparcamientos de tres metros de acho por cinco metros de largo). También, se considera un espacio de bodega de 2.25 metros cuadrados para los apartamentos 03, 04, 05, 06, en este caso, y de 3.38 metros cuadrados para los apartamentos 01, 02 y 07 respectivamente.

El cuarto eléctrico se ubica en este nivel por motivos de confort auditivo, al igual que los registros para la planta de tratamiento, cisterna y pozos de absorción (por motivos de mantenimiento).

DEL 01 AL 07 Número de apartamento para la asignación de parqueo y de bodega.





PLANTA DE SÓTANO -2

ARQUITECTURA

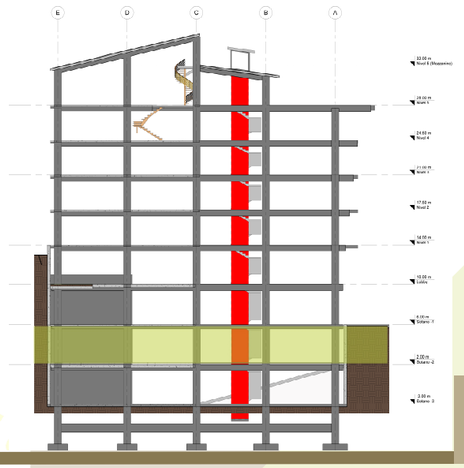
En este sótano se encuentran los estacionamientos y bodegas de 2.25 metros cuadrados para los apartamentos 08, 11, 12, 14 y de 3.38 metros cuadrados para los apartamentos 09, 10 y 15 respectivamente.

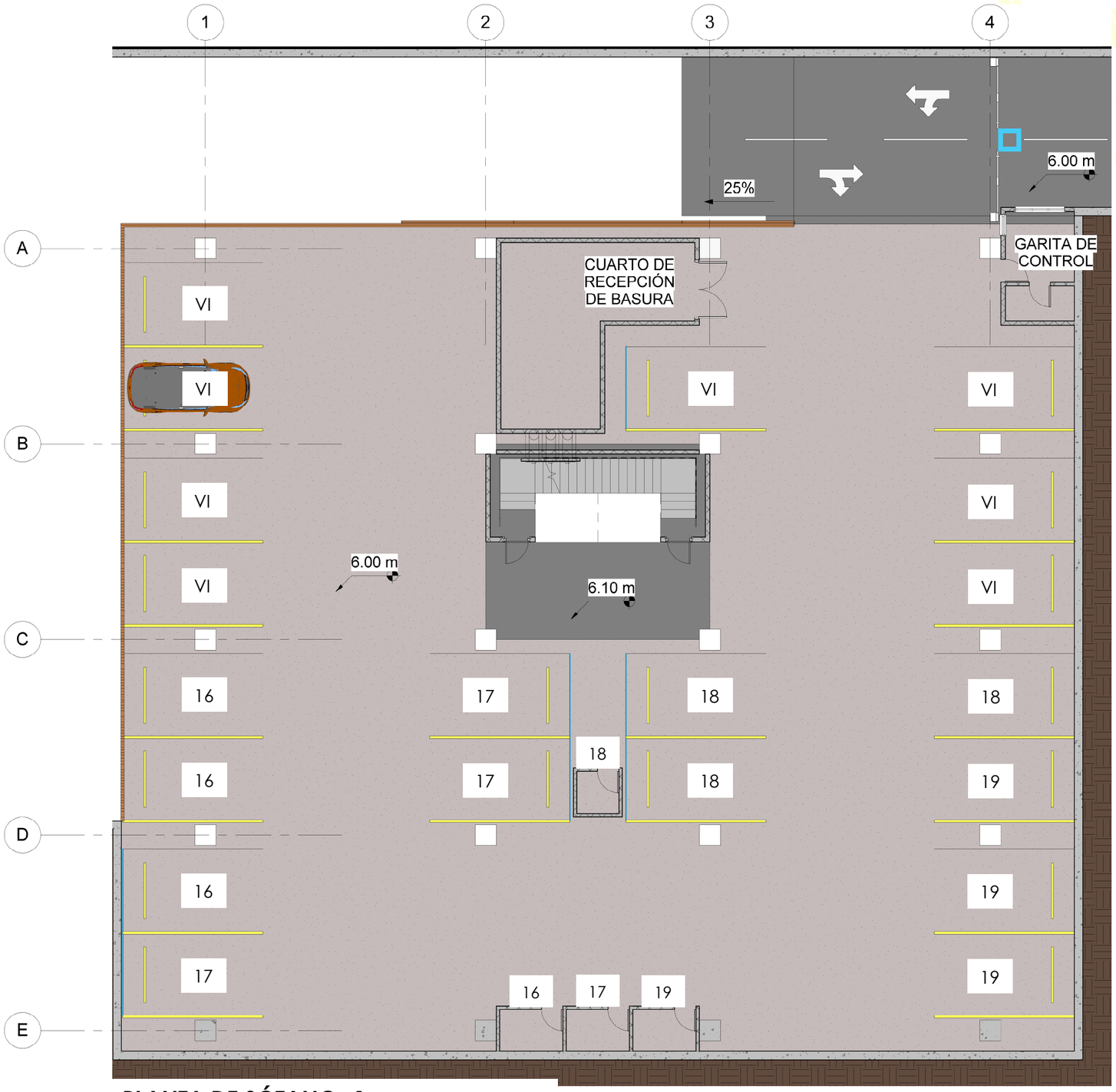
El cuarto hidráulico se ubica en este nivel, es decir, todos los equipos para el suministro de agua en el proyecto (bomba centrífuga, tanque hidroneumático, switch de presión, llaves de control, flipones de energía, entre otros).

Se omite el apartamento N°. 13 por motivos de superstición culturales, se detalla más adelante.



DEL 08 AL 15 Número de apartamento para la asignación de parqueo y de bodega.





PLANTA DE SÓTANO -1

ARQUITECTURA

0 5 10 m

En este sótano se encuentran los estacionamientos y bodegas de 2.25 metros cuadrados para el apartamento 18 y de 3.38 metros cuadrados para los apartamentos 16, 17 y 19 respectivamente.

El cuarto de recepción de basura se ubica en este nivel por su cercanía a la garita de control de acceso y porque este nivel ofrece la mejor ventilación de los tres sótanos. Cabe resaltar que este método de recolección de basura está diseñado para recolectar los desechos de manera clasificada y separada, además, el sistema puede almacenar la basura hasta por siete días de manera cómoda.

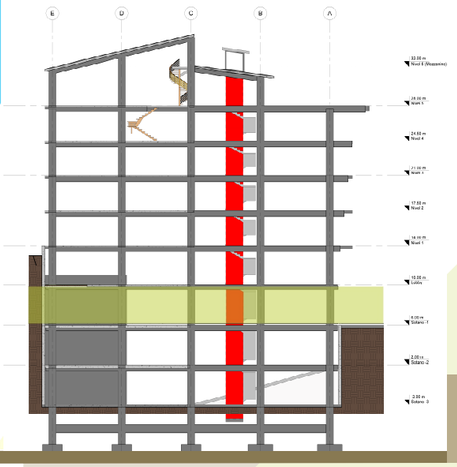
La garita de control se ubica de manera estratégica para un control eficiente, tanto de las visitas como la circulación de los residentes, dentro de la calle privada y propia del terreno del proyecto. Se considera espacio suficiente para que tres personas de seguridad desarrollen sus actividades en el lugar, al igual que un baño completo para los turnos de 24 horas. El proyecto se planifica con talanqueras eléctricas mejorando así la circulación vehicular, para que sea un ingreso más rápido y automatizado por medio de un sistema tele-entry conectado a una planta telefónica.



Ilustración 125: Imagen de un sistema tele-entry en la garita de una residencial. Se ubia en planta el tele-entry con el mismo color de contorno en un recuadro. Fuente: http://reliablesecurity.ca/our-services/telephone-entry-systems/

VI Parqueo de visita.

DEL 16 AL 19 Número de apartamento para la asignación de parqueo y de bodega.





PLANTA DE LOBBY

ARQUITECTURA

0 5 10 m

En el lobby se tiene la recepción como el ambiente de bienvenida, conectada con la sala de espera e inmediatamente conectado con el área administrativa, la cual se compone con recepción, área de administración y contabilidad, bodega de almacenaje, comedor, áreas de limpieza y baños. En este nivel se encuentran algunas amenidades: el gimnasio, la sala de reuniones, amplia área verde con vista a la Ciudad de Guatemala y los salones de eventos, que se pueden separar para que puedan funcionar simultáneamente durante eventos distintos.

El ingreso al gimnasio y a la sala de reuniones es de manera automatizada por medio de códigos de ingreso que cada condómino posee. El funcionamiento del elevador es controlado, es decir, para acceder a niveles superiores al lobby debe ser autorizado en recepción o con el mismo código de cada condómino.

***(ver detalle): en los baños intermedios se utiliza un sistema de extracción de olores el cual se dirige a la ventana del baño más próximo. Esta tubería se ubica entre el cielo falso y la losa superior.**

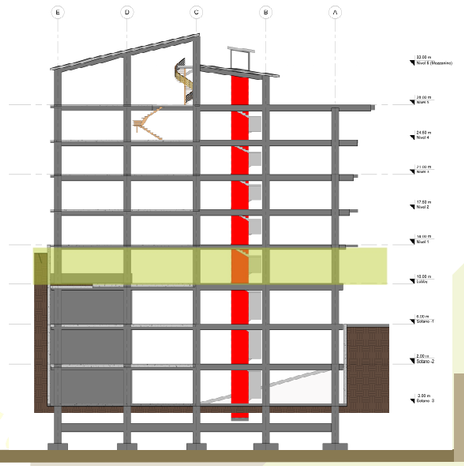




Ilustración 126: Vista de la sala de espera, se observa el ingreso al área de gimnasio. También, se muestra el uso del sillón 'Radix'. Al lado derecho de la imagen se ven las puertas de ingreso a los baños de visita y la bodega de servicio. Fuente: Propia.



Ilustración 127: Vista de la recepción desde el ingreso, al lado izquierdo de la imagen se ve el ingreso al área administrativa y al lado derecho se observa el ingreso al salón de eventos N.° 2. Se aprecia el mueble de recepción elaborado para el proyecto; el muro conceptual de la recepción se incorpora al mismo tiempo con el jardín de fondo, a través de un muro cortina que inicia en el lobby y termina en el quinto nivel. El jardín resalta por su iluminación decorativa instalada en el suelo y como estos elementos enfocan el nombre de proyecto que se encuentra en alto relieve, el mismo, está proyectado sobre un muro conceptual con fachaleta de piedra natural y un muro verde detrás. En la composición del ambiente resalta el uso de piedra natural, mármol, madera y bastante vegetación, como materiales conceptuales para el proyecto. Fuente: Propia.



Ilustración 129: Vista panorámica nocturna del salón de eventos N.° 1, se ha realizado una composición limpia para poder apreciar principalmente los parteluces que se encuentran protegiendo la fachada oeste. Se aprecian las luminarias LED que compone este espacio. Fuente: Propia.

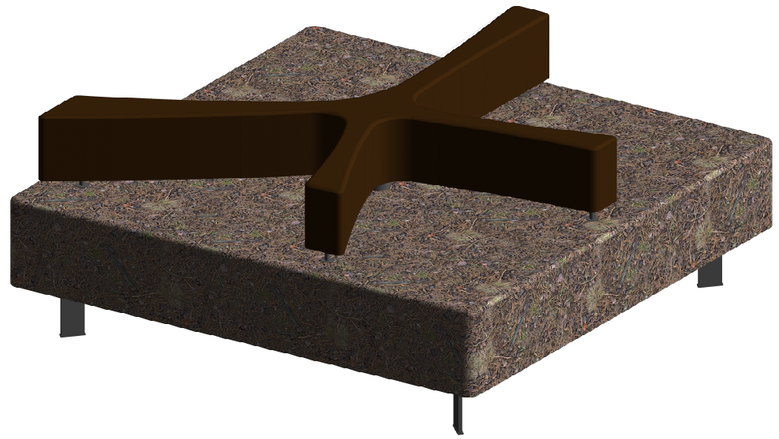
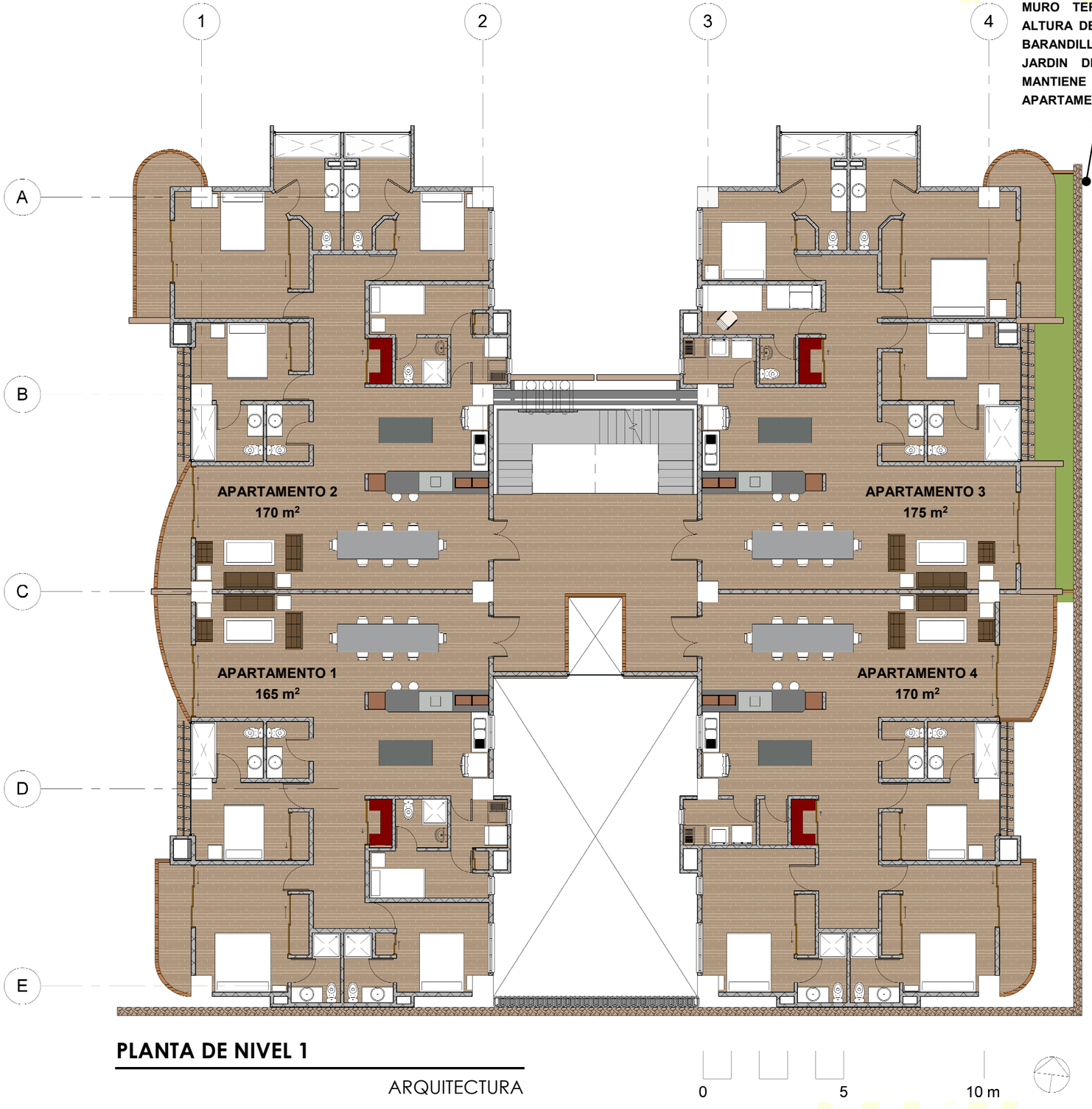
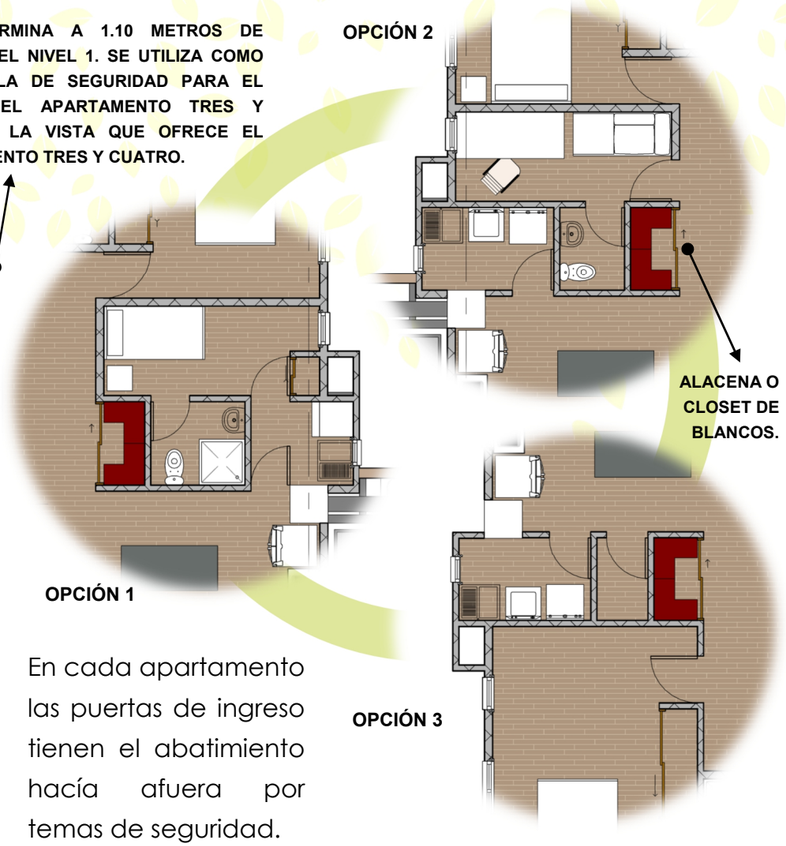


Ilustración 128: Detalle del sillón 'Radíx' utilizado en varios ambientes del proyecto. Fuente: Propia.



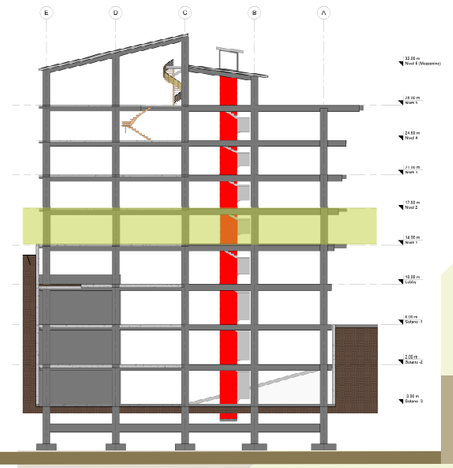
PLANTA DE NIVEL 1

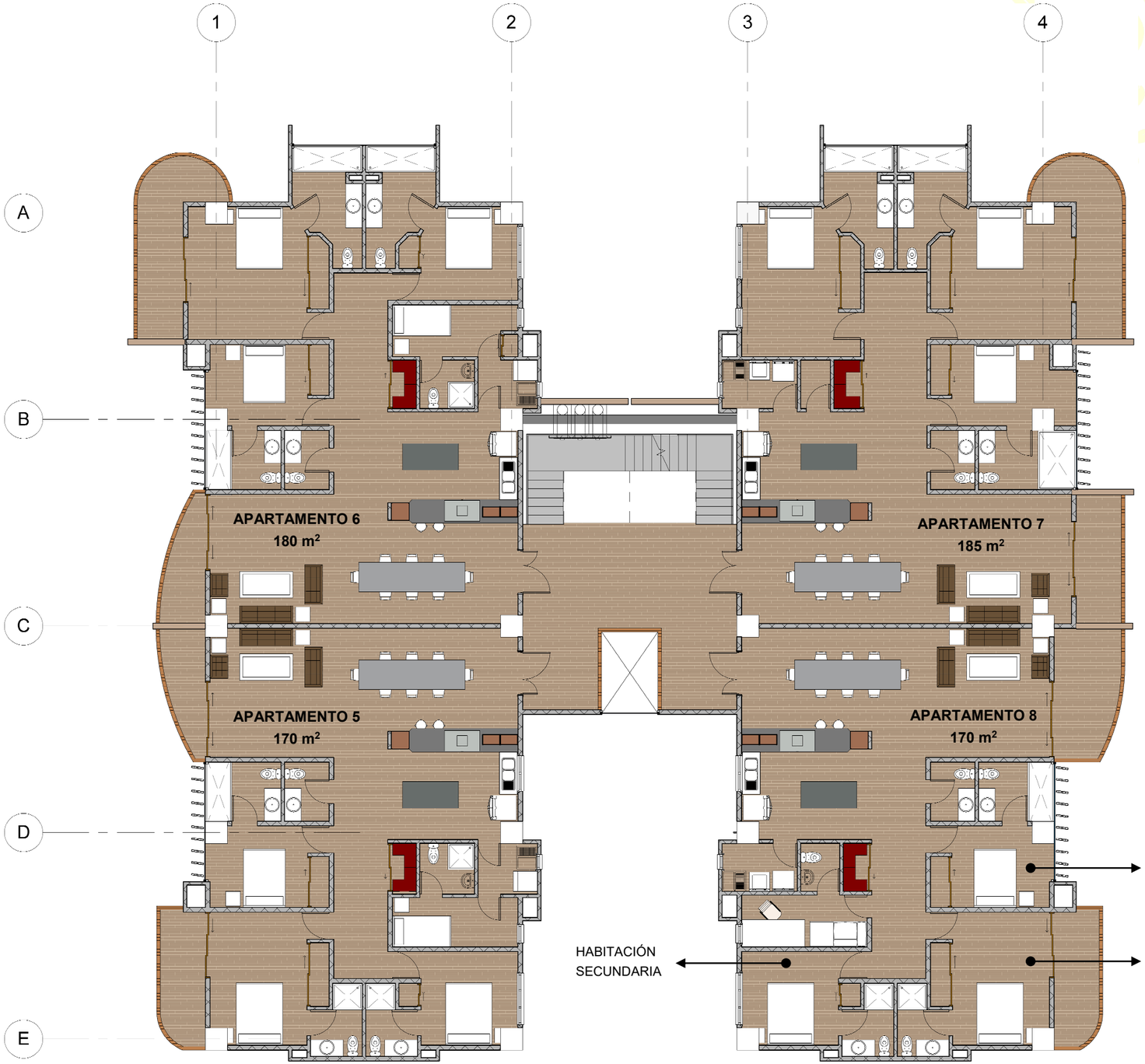
ARQUITECTURA



En cada apartamento las puertas de ingreso tienen el abatimiento hacía afuera por temas de seguridad.

En los apartamentos existe un área 'comodín', designada a modularse al gusto del cliente, para esto se tienen opciones pre-diseñadas mostradas arriba. En la opción uno se tiene un área de lavandería, alacena y una habitación de servicio con baño y closet. En la opción número dos se modula un área de lavandería, alacena, y estudio con baño. Mientras tanto, en la opción tres se agranda una de las habitaciones secundarias y se deja área de lavandería, una bodega de almacenamiento y alacena.



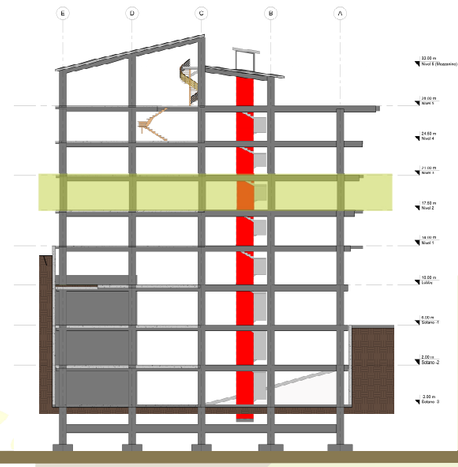


PLANTA DE NIVEL 2

ARQUITECTURA

Dentro del marco de la sostenibilidad, actualmente se ofrece un sinfín de opciones para la aplicación en el hogar; estos métodos sustentables se conocen como domótica y se aplican con el objetivo de alcanzar la sostenibilidad. La domótica hace referencia a los distintos métodos utilizados para automatizar una vivienda, esto puede ser en la eficiencia del consumo de servicios básicos, sistemas de seguridad y comunicaciones. La tecnología dispuesta en el mercado ha brindado opciones para la automatización de los deberes cotidianos, estos mismos métodos son de vital apoyo para el cumplimiento con las diversas normas requeridas para distintas certificaciones en edificios sostenibles.

Como estrategias de diseño para el control climático se considera la orientación del proyecto y la zonificación de los ambientes de cada apartamento para que cada área cuente con la mayor iluminación natural posible y que con esto se pueda aprovechar la ventilación que existe en el lugar. Además, se implementa un sistema de enfriamiento central por medio de agua y muy importante mencionar que el uso de materiales naturales en colores claros ayuda a evitar absorber el calor. Un detalle arquitectónico muy visible e importante en las estrategias se ubican en las fachas oeste y este del proyecto, son los parteluces que forman parte de esta estrategia, los cuales son graduables automáticamente según la hora y el mes del año.



En 'RADIX' se busca implementar la domótica como parte integral del apartamento, es decir, se le entrega al residente un apartamento totalmente automatizado. Las mejoras a aplicar en cada apartamento son las siguientes: cerraduras electrónicas, termostatos inteligentes, iluminación LED, cámaras de seguridad, artefactos sanitarios eficientes, sensores, enchufes programables, extensores de señal y métodos de irrigación automatizada. Todo lo anterior se puede activar, programar, ajustar y apagar desde un aparato celular, con el tiempo cada función cotidiana se puede personalizar al gusto de cada miembro familiar permitiendo aprovechar al máximo cada recurso del que dispone cada apartamento.

El método de riego automatizado se aplica en todos los jardines dentro del edificio, en apartamentos o áreas comunes; este sistema permite programar el sistema de riego para irrigar una zona específica por un tiempo limitado automáticamente con el fin de consumir de manera eficiente el agua según la necesidad de cada área verde. Las cerraduras eléctricas permiten controlar hasta que sector tiene autorizado el ingreso cada persona que ingresa, por ejemplo, si es residente podrá ingresar hasta su apartamento y áreas comunes, si es personal administrativo tiene acceso a áreas de uso administrativo únicamente, pero un visitante se limita su acceso hasta el vestíbulo, donde con la respectiva autorización se le da acceso al lugar donde se dirige. Los enchufes programables permiten activar electrodomésticos desde la distancia, se puede programar la lavadora desde la oficina o el horno para preparar la cena durante el camino de regreso a casa.

Las cámaras facilitan la vigilancia del hogar para el residente, puede controlar cada habitación desde su lugar de trabajo o durante un viaje fuera del país y con el apoyo de sensores de movimiento le alarmará cuando se detecte un movimiento inesperado dentro del apartamento. Igualmente se utilizan sensores de humo y sensores de agua para cualquier emergencia dentro del apartamento. Los extensores de señal permiten el acceso de redes de internet desde cualquier punto dentro del apartamento. Las luces LED de por si ayudan a reducir el consumo energético, pero las mismas podrán activarse a la distancia para una visita o apagar la luz de la mesa de noche en caso se haya quedado encendida. De la misma manera, los artefactos sanitarios eficientes permiten reducir el consumo de agua y ofrecer el mismo fin para el usuario, inodoros de doble válvula, lavamanos con sensor de movimiento y regaderas a presión. El termostato inteligente mantendrá el ambiente interior a la temperatura exacta en invierno o verano, incluso se puede activar en caso sienta un aumento de temperatura en una reunión familiar.



Ilustración 132: Imagen de un extensor de señal WiFi. Fuente: https://www.tp-link.com/us/



Ilustración 131: Bombillo LED blanco, programable. Fuente: https://ozom.com/es/catalogo/categorias/mas



Ilustración 130: Enchufe programable para conectar electrodomésticos. Fuente: https://ozom.com/es/catalogo/categorias/mas



Ilustración 133: Cámara de vigilancia interna con conexión a la nube. Fuente: https://www.zyxel.com/us/en/products_services/home.shtml?t=s



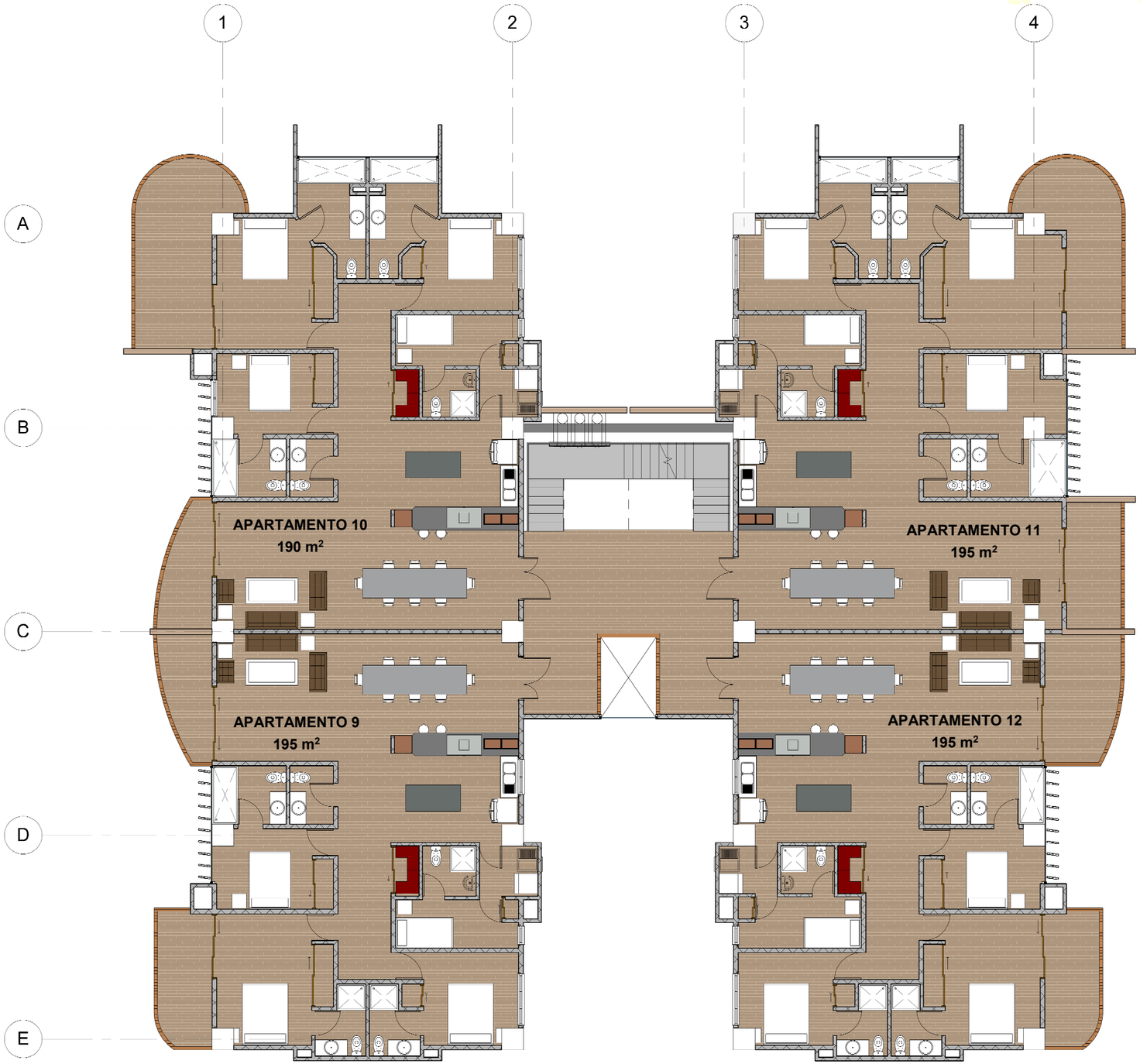
Ilustración 134: Rociador de jardín con punta dura, programable. Fuente: https://www.orbitonline.com/



Ilustración 135: Imagen de cerradura eléctrica con lector de huellas biométricas. Fuente: https://www.kwikset.com/products/categories/electronic-locks.aspx



Ilustración 136: Control central de un termostato. Fuente: https://www.devolo.com/en/Products/Home-Control



PLANTA DE NIVEL 3

ARQUITECTURA

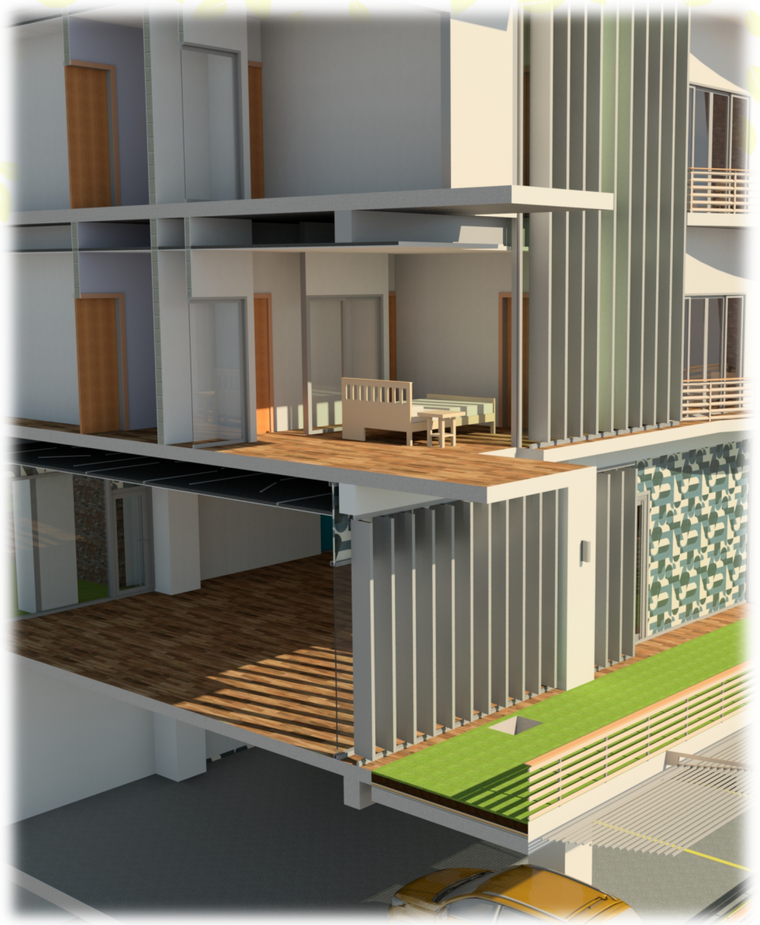


Ilustración 137: Detalle del funcionamiento de los parteluces, durante temporada de verano, instalados en la fachada oeste del proyecto. Método para el control climático de la arquitectura. Fuente: Propia.

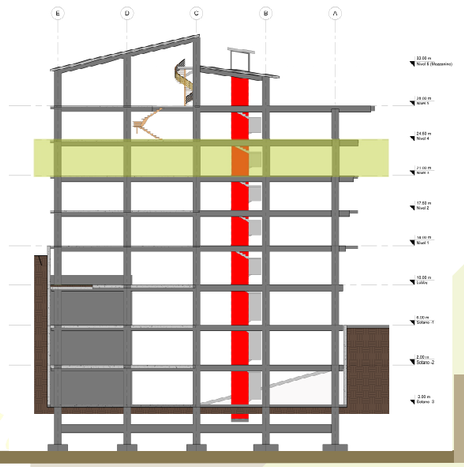




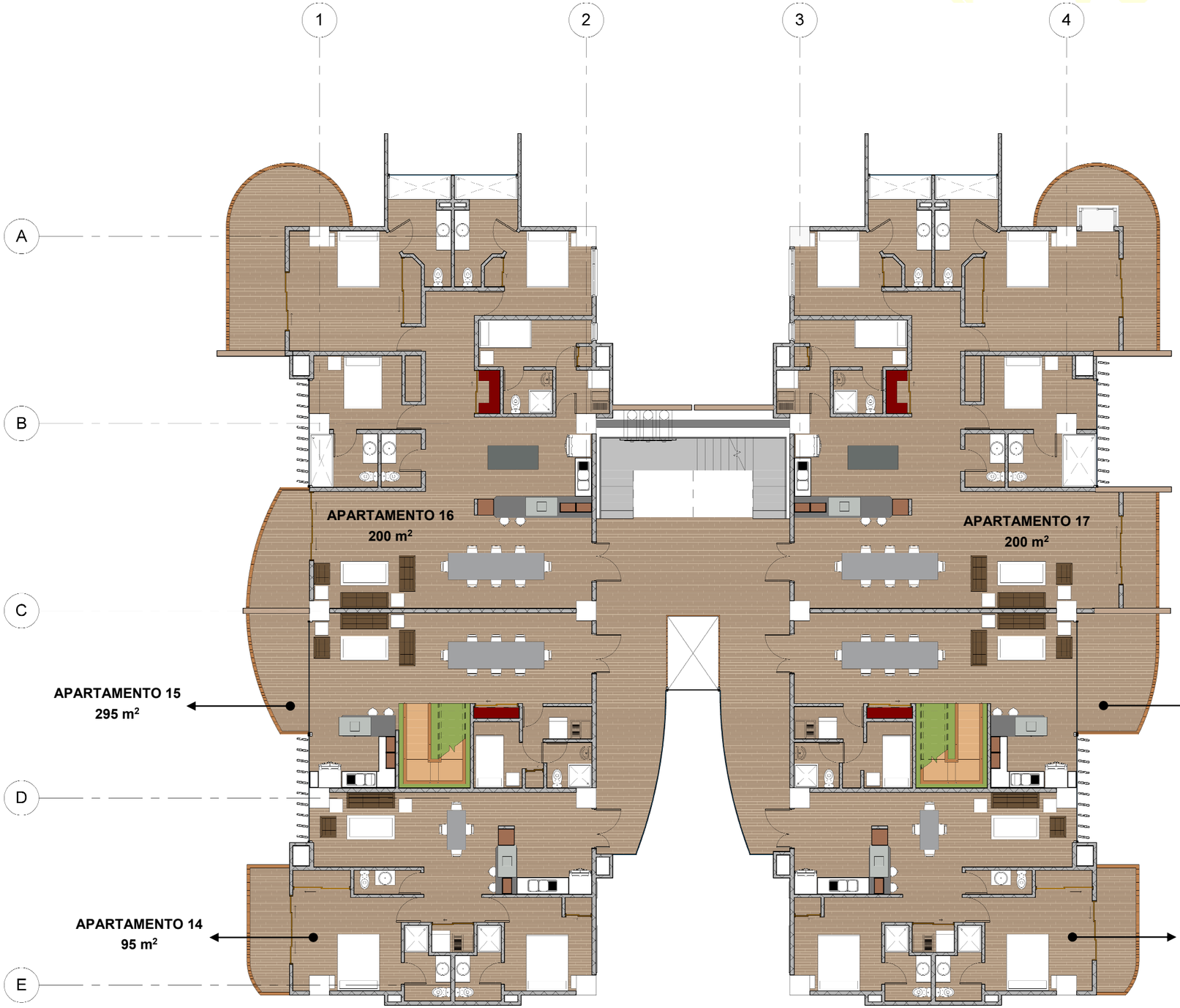
Ilustración 138: Vista de la cocina y comedor del apartamento once, como muestra típica del proyecto. Se aprecian los materiales utilizados. Fuente: Propia.



Ilustración 139: Vista de la sala del apartamento once, como muestra típica del proyecto. Se aprecian los materiales utilizados. Fuente: Propia.



Ilustración 140: Vista de la habitación principal del apartamento once, como muestra típica del proyecto. Se aprecian los materiales utilizados. Fuente: Propia.



PLANTA DE NIVEL 4

ARQUITECTURA

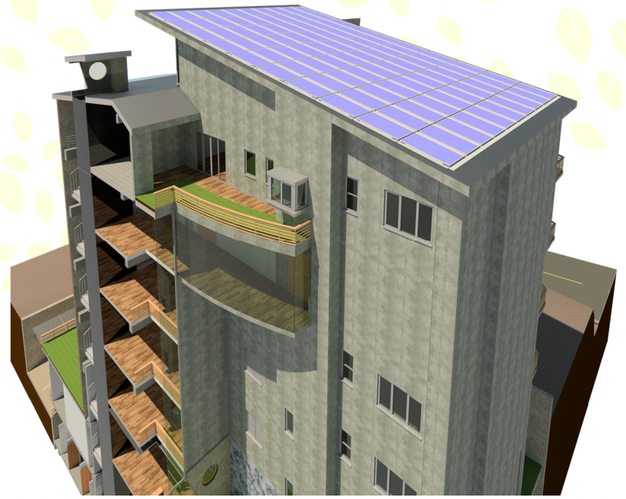
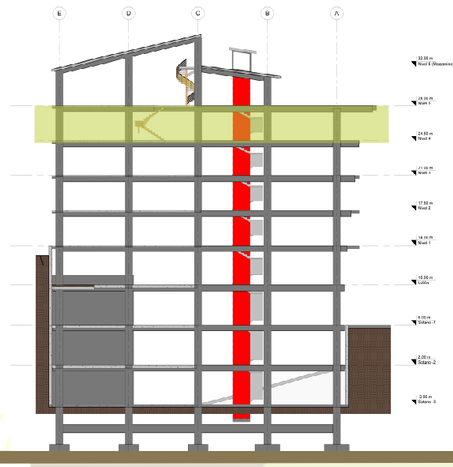
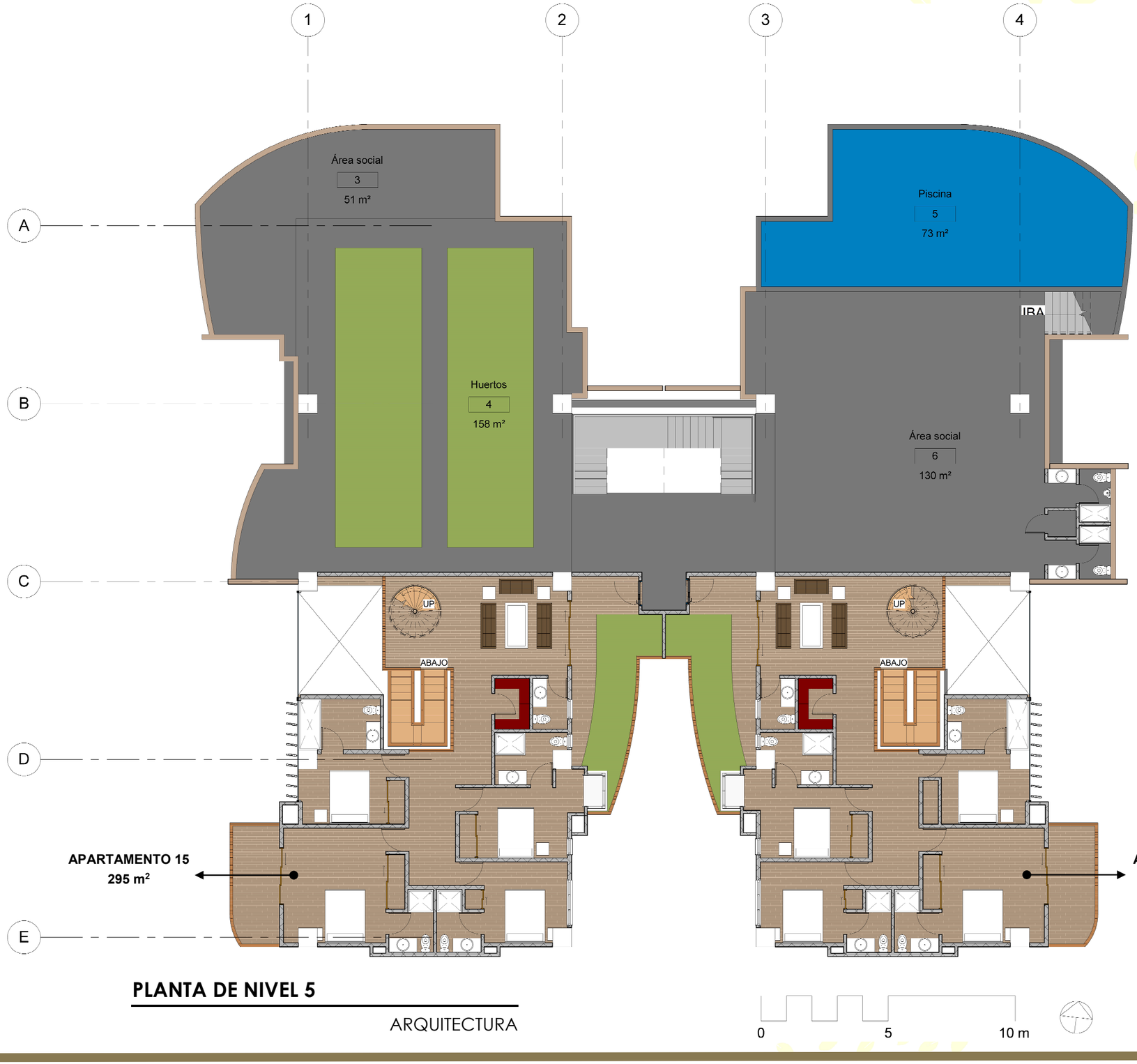


Ilustración 141: Sección de corte que muestra el detalle de los pasillos elevados para ingresar a los apartamentos catorce y diecinueve. Fuente: Propia.

El apartamento N°. 13 se omite por temas de superstición cultural, es común que todo apartamento o nivel relacionado con este número sea evitado por los usuarios y en un proyecto como este no se puede arriesgar la venta de ningún apartamento.





PLANTA DE NIVEL 5

ARQUITECTURA

Este quinto nivel es de suma importancia para 'RADIX', porque es acá donde se desarrollan la mayoría de actividades sociales del proyecto. Entre los ejes uno y dos se observa que se ubica el área de huertos, es acá donde se tiene la intención de ofrecer a cada usuario un espacio seleccionado para que puedan realizar sus siembras de consumo hogareño. En este mismo sector se encuentra un área social con sillas y mesas, parrilla para churrascos y un fogatero. Ideal para que en este lugar los usuarios puedan disfrutar de la mejor vista del proyecto, volviendo la experiencia única y placentera.

Mientras, que entre los ejes tres y cuatro es donde se coloca una piscina infinita con una vista espectacular a la Ciudad de Guatemala, esta piscina climatizada tiene la intención de ofrecer un lugar de relajación a los usuarios. Compartiendo este lugar se establece otra área social, con sillas de piscina para tomar el sol y una sala para compartir con familia y visitas de un espacio muy cómodo, tranquilo y relajante. Los apartamentos 15 y 18 son los únicos con acceso directo a estas áreas, mientras que los demás apartamentos y las visitas acceden por medio de los elevadores.

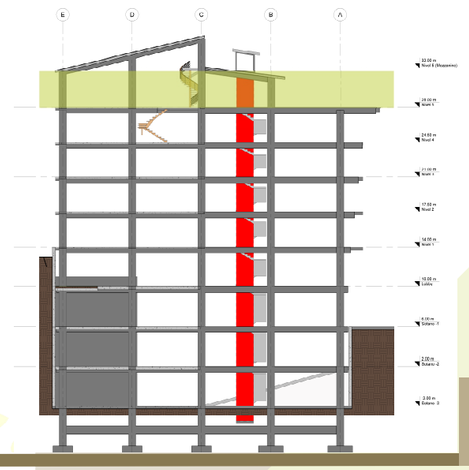




Ilustración 142: Vista de los jardines de huertos en la terraza y el área social que se encuentran entre el eje uno y dos. La idea del funcionamiento de los huertos es que se sectorice un espacio para cada apartamento, siendo este lugar, el indicado para el crecimiento de hortalizas. En el área social próxima a los huertos, se ubica la parrilla, la fogata, sillas y mesas para el uso de todos los usuarios. Fuente: Propia.



Ilustración 143: Vista de la piscina infinita de 75,000 litros ubicada en la terraza del proyecto, entre los ejes tres y cuatro. Esta piscina climatizada busca ofrecer a los usuarios un espacio para relajarse junto al área social donde podrán descansar en las sillas de sol o recibir invitados o realizar eventos. Fuente: Propia.

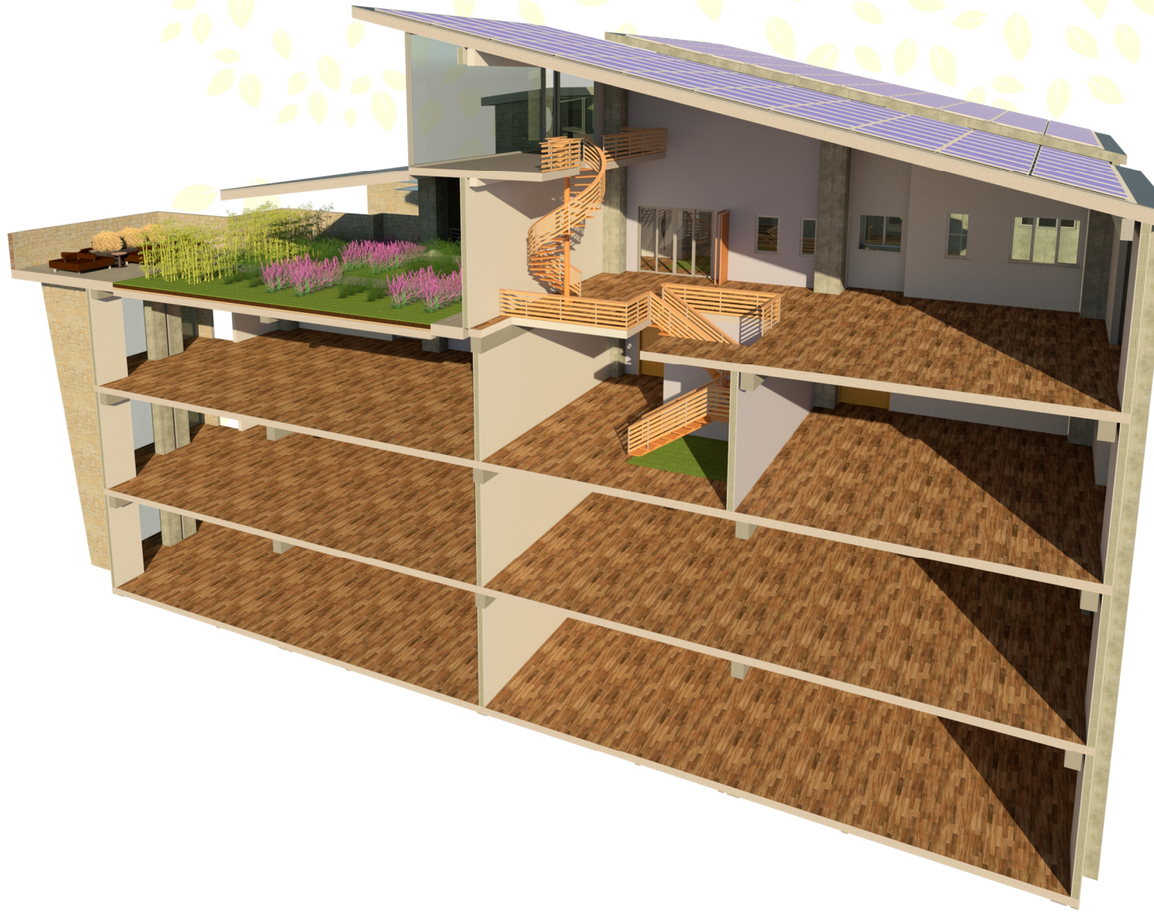
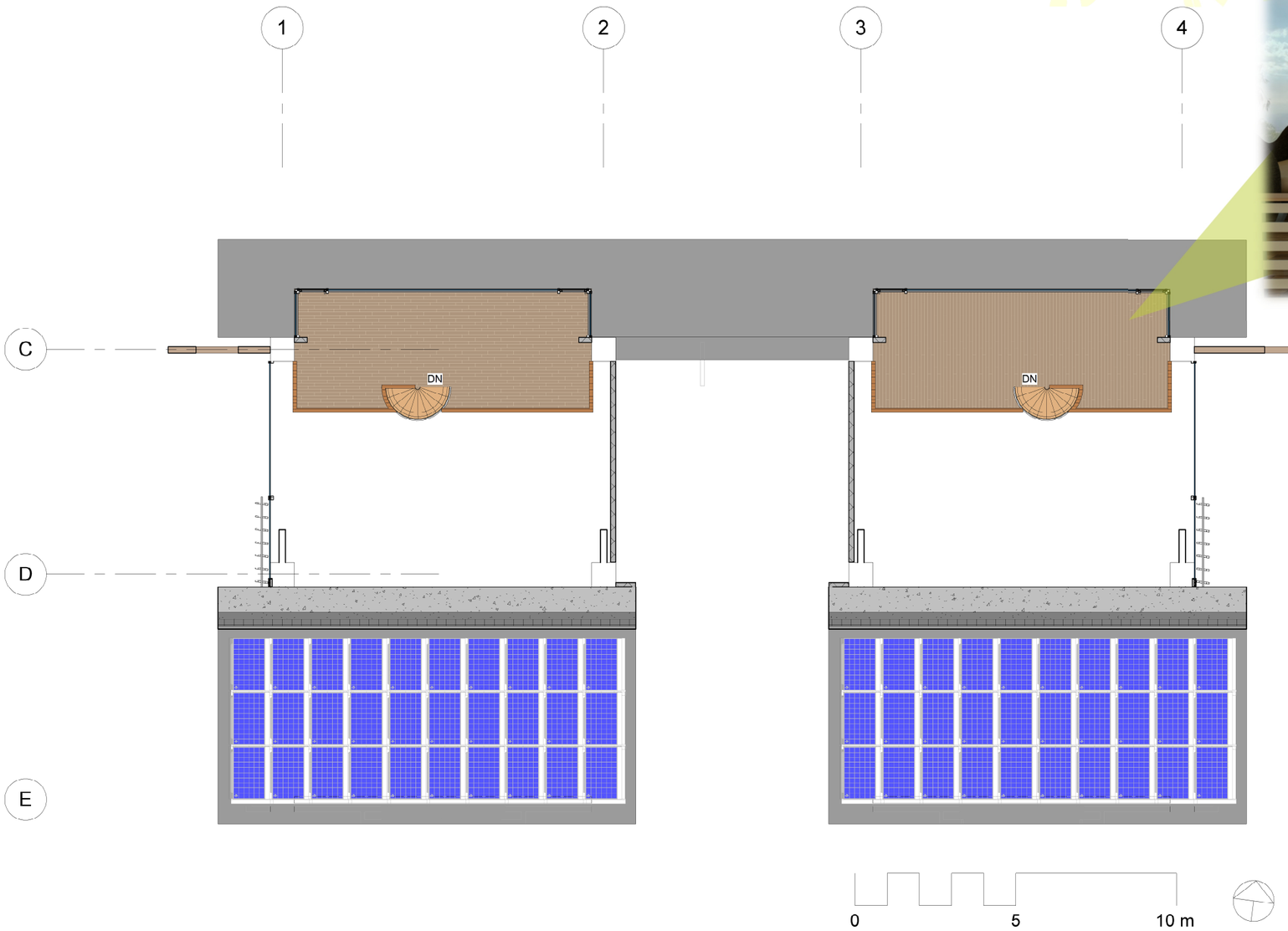


Ilustración 144: Imagen conceptual del término 'apartamento triplex' utilizado en los apartamentos 15 y 18. Fuente: Propia.

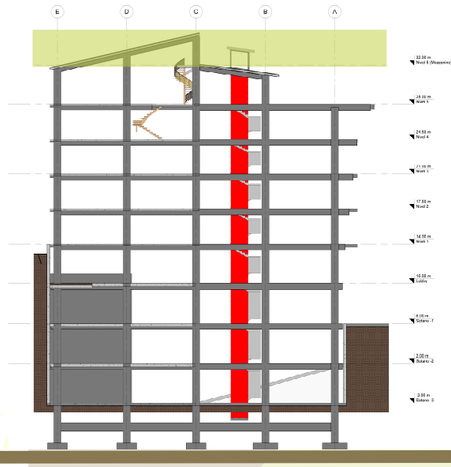
Los apartamentos 15 y 18 tienen un concepto muy interesante, se les puede identificar como 'apartamentos triplex' porque son apartamento que abarcan tres niveles a través de escaleras interiores para uso de cada apartamento únicamente. Este concepto se puede identificar claramente en la imagen de arriba y con el apoyo visual de las vistas en planta del cuarto nivel, quinto nivel y el mezzanine del quinto nivel. Este concepto se utiliza para aprovechar la distribución vertical que ofrece el edificio y poder ofrecer a los residentes espacios más cómodos y holgados para que se adapten totalmente a sus necesidades que ese tipo de familia está buscando.





Este espacio ofrece una vista de la Ciudad de Guatemala y está a la disposición de cada apartamento para el uso que mejor le convenga, ya sea un área de trabajo o un espacio de descanso.

Es importante resaltar que, en la terraza del proyecto se ubican 200 paneles fotovoltaicos a 17 grados de inclinación, distribuidos entre las dos losas de techo, este detalle se aprecia de mejor manera en la planta de emplazamiento. Cada panel, marca 'First Solar', ofrece una producción de 445 Watts de energía, es decir, el sistema completo en serie pone a disposición 13,958.70 kWh al mes para todo el proyecto, esto equivale al 40% del consumo requerido mensual para el proyecto.



PLANTA DE NIVEL 5 (MEZZANINE)

ARQUITECTURA



Ilustración 145: Vista del ingreso al proyecto estando sobre la cero avenida. Fuente: Propia.



Ilustración 146: Vista del ingreso al proyecto estando sobre la calle de la Cuchilla del Carmen. Fuente: Propia.



Ilustración 147: Vista general del proyecto y la vista que ofrece de la Ciudad de Guatemala, ubicándose sobre la cero avenida. Fuente: Propia.



Ilustración 148: Vista general del proyecto, ubicándose sobre la calle de la Cuchilla del Carmen. Fuente: Propia.

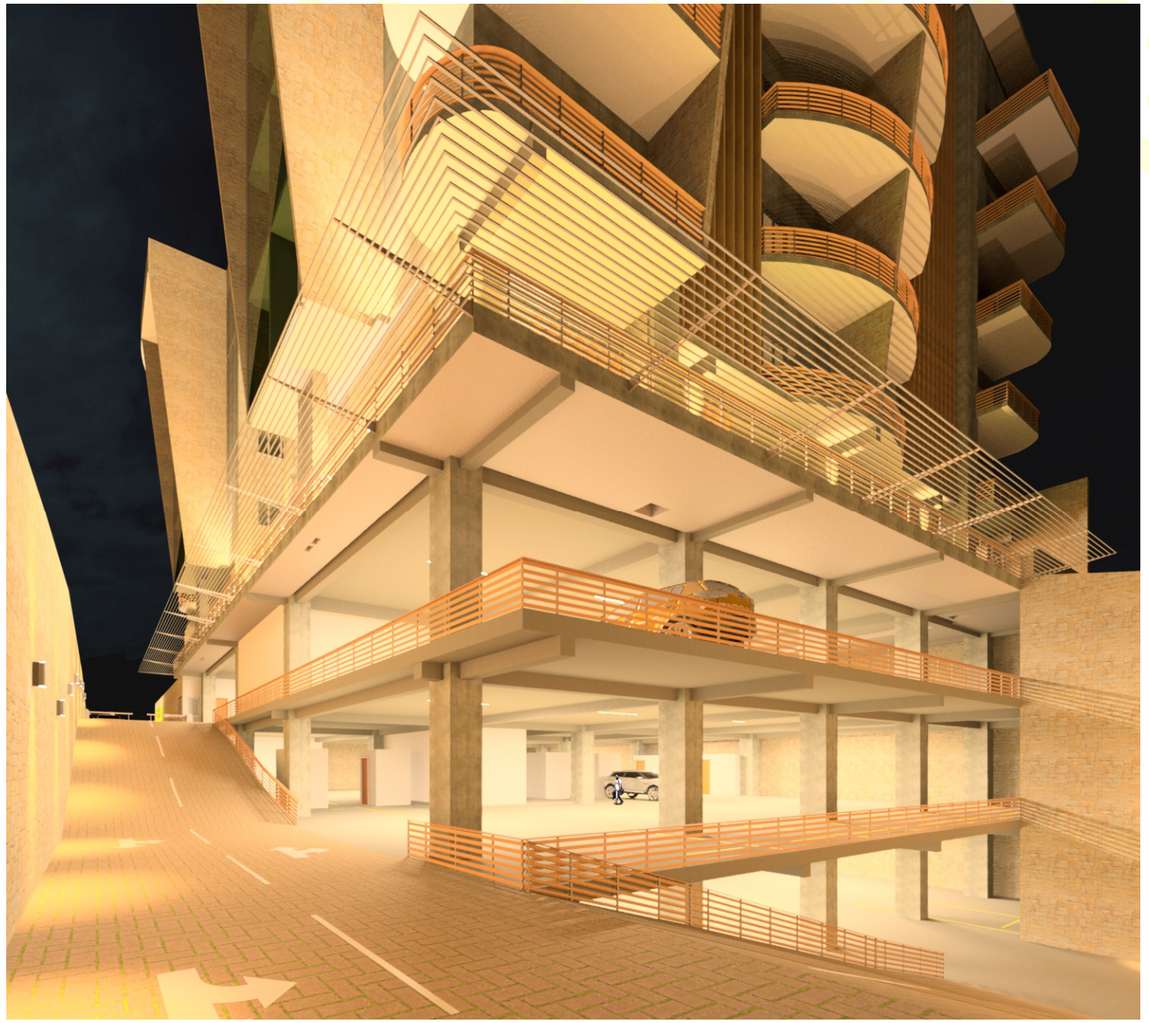


Ilustración 149: Vista desde el ingreso a los sótanos ingresando por la calle de la Cuchilla del Carmen, por este lado solamente tienen autorizado el ingreso los residentes. Se aprecia la distribución y el ingreso a los tres sótanos del proyecto. Fuente: Propia.

El control de ingreso al proyecto se desarrolla aprovechando las dos calles que colindan con el terreno, la cero avenida y la calle de la Cuchilla del Carmen, siendo motivo por la que se proyecta la calle interna del proyecto, la cual es propiedad privada porque se desarrolla dentro de los límites de la propiedad del terreno. Se proyecta atravesando desde un extremo a otro y, sobre esta calle de circulación se tiene el ingreso directo a los sótanos. Es importante aclarar que sobre la cero avenida pueden ingresar todos los residentes, visitas y personal administrativo, mientras que sobre la calle de la Cuchilla del Carmen solamente pueden ingresar los residentes, como también puede ser utilizado como salida para camiones de mudanza o cualquier otro vehículo pesado que necesite salir del proyecto, debido a que este tipo de transporte no tiene lugar para dar la vuelta dentro del proyecto.

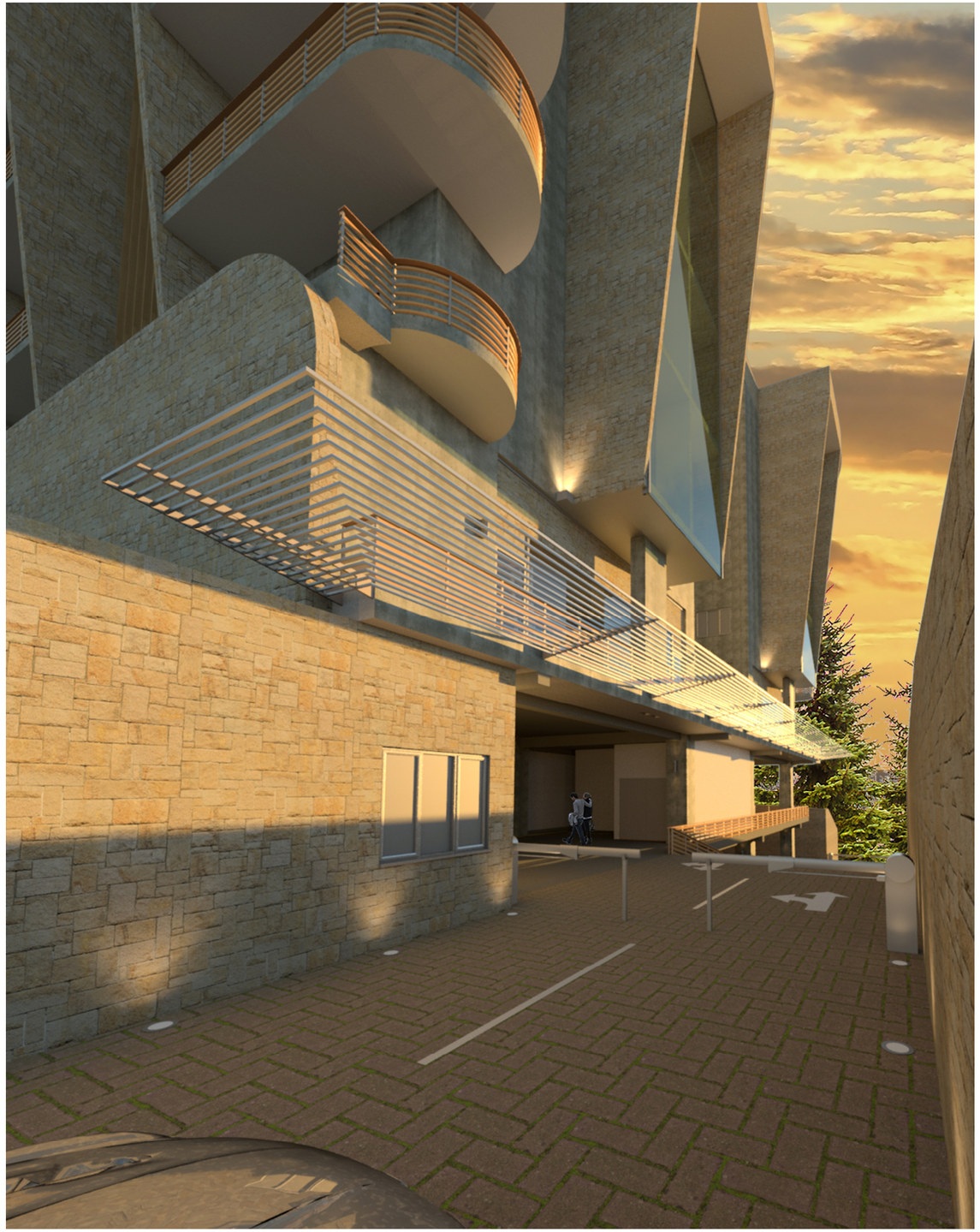
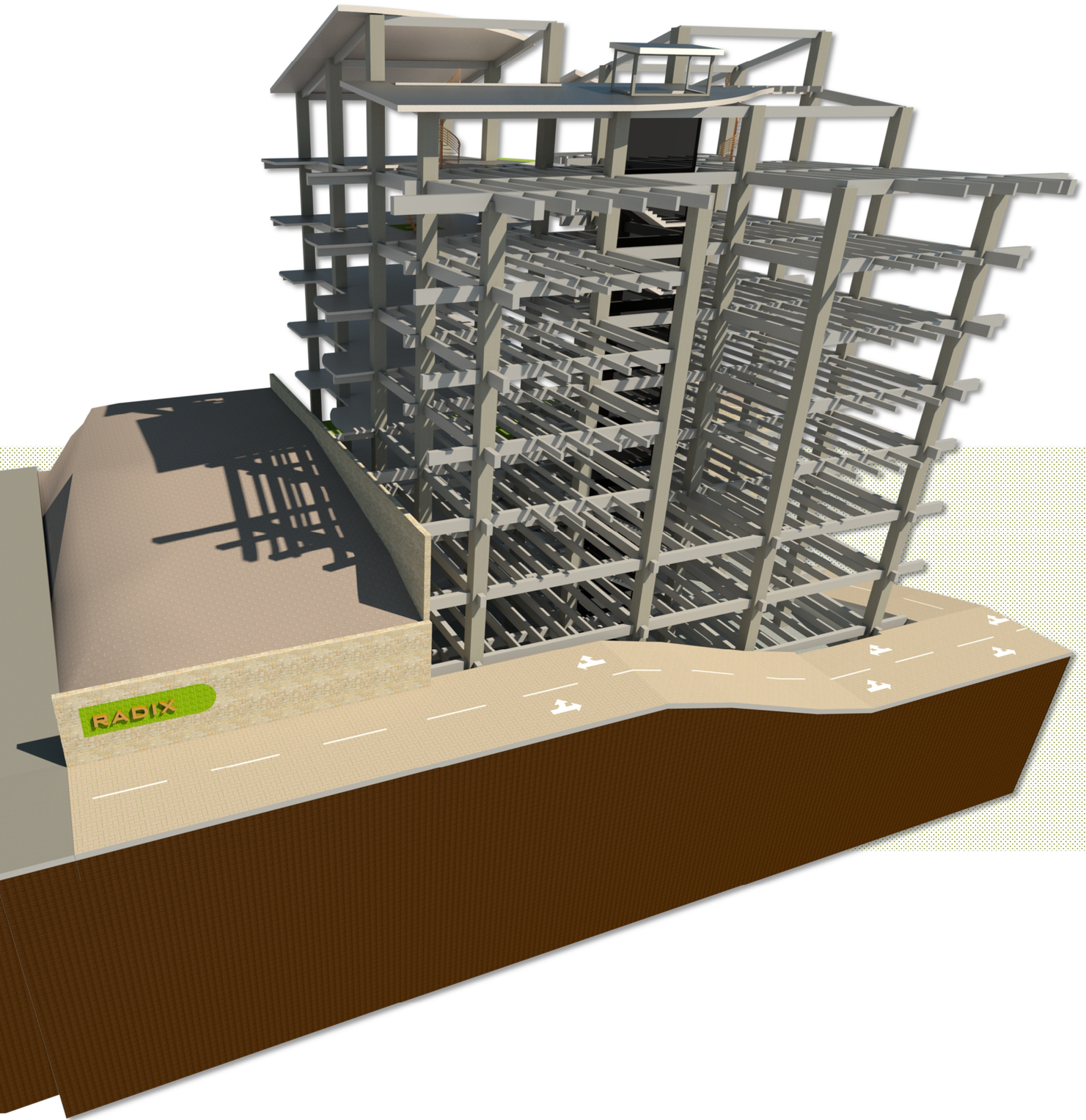
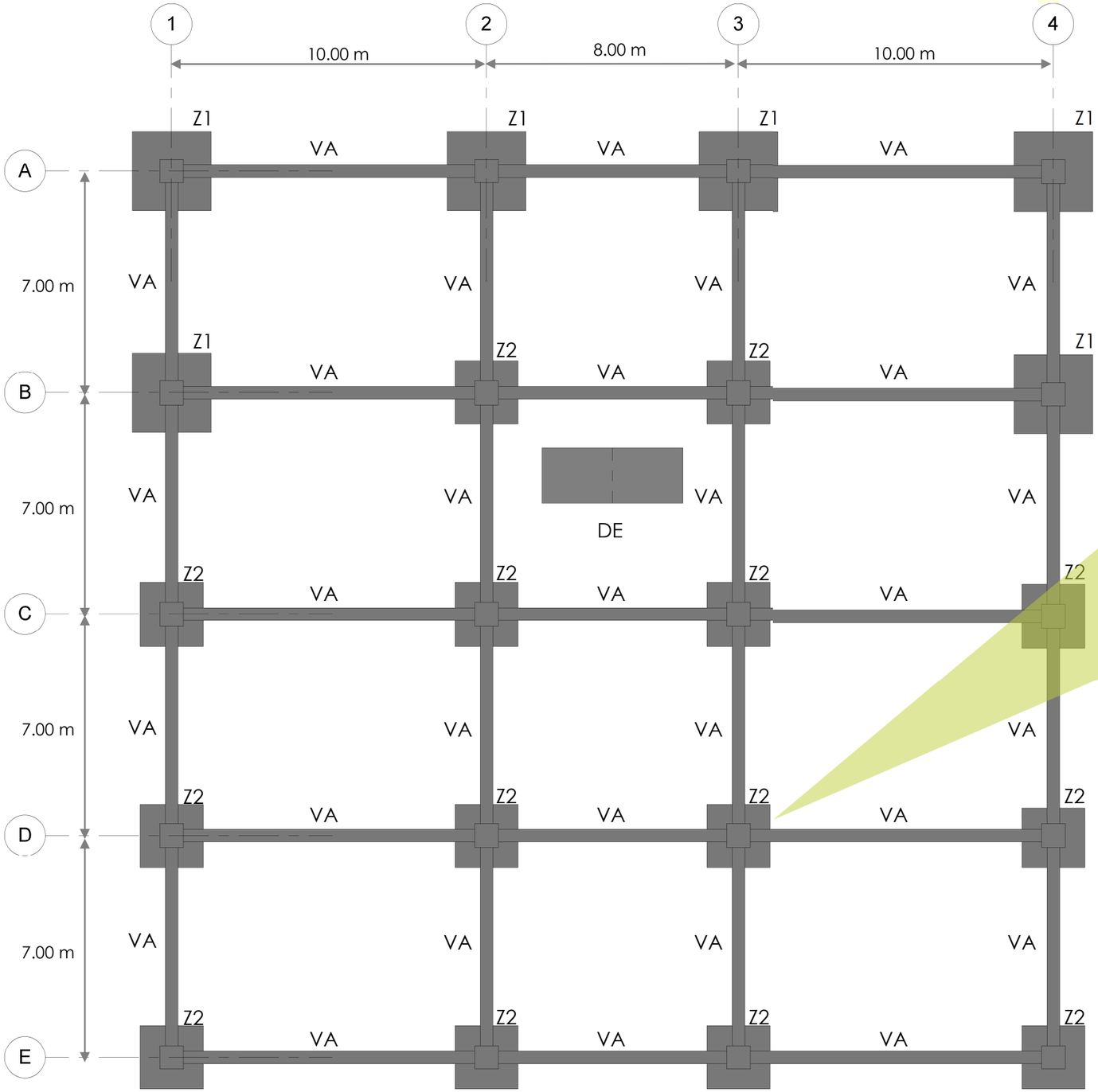


Ilustración 150: Vista desde el la entrada a los sótanos, ingresando desde la cero avenida, es por acá donde ingresan tanto los residentes como las visitas. Se observa el ingreso al sótano 1, en este mismo nivel se encuentra la garita de control. Fuente: Propia.



DISEÑO ESTRUCTURAL

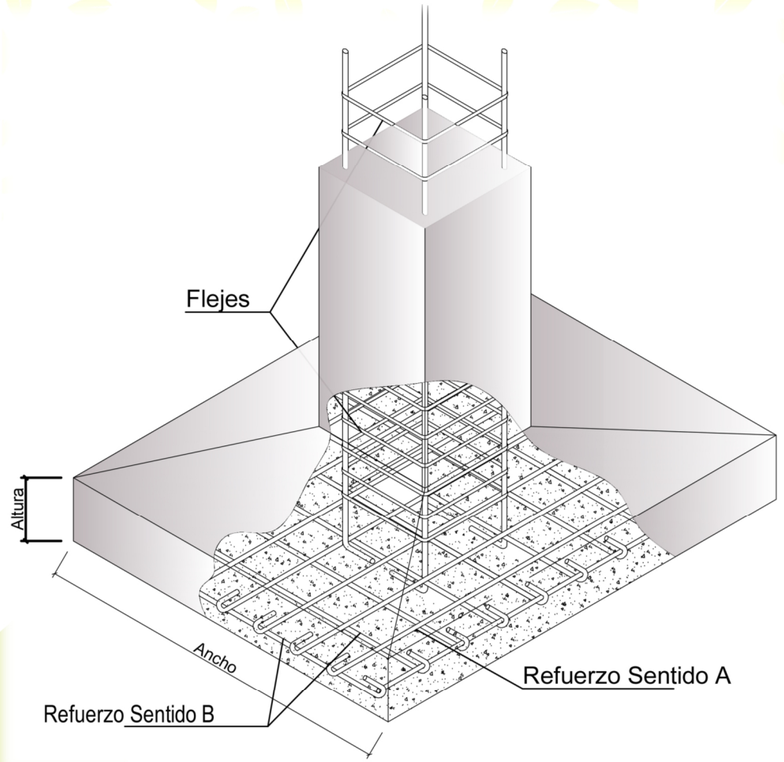
- Proyecto: Radix.
- Ubicación: Santa Catarina Pinula, Guatemala.
- Uso: Residencial.
- Área: 9,430.00 m².



PLANTA DE ZAPATAS

ESTRUCTURA

0 5 10 m

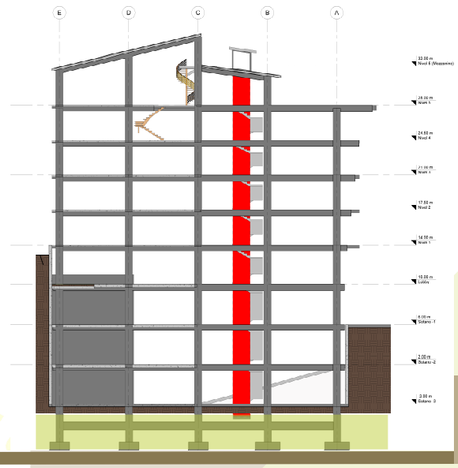


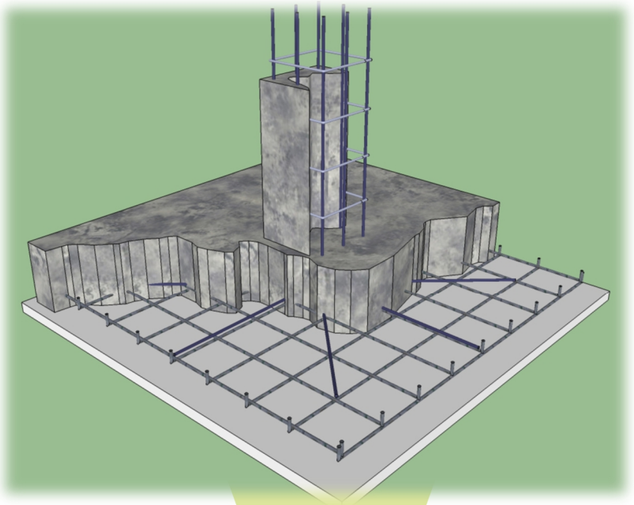
Z1 Zapata tipo 1

Z2 Zapata tipo 2

VA Viga de amarre

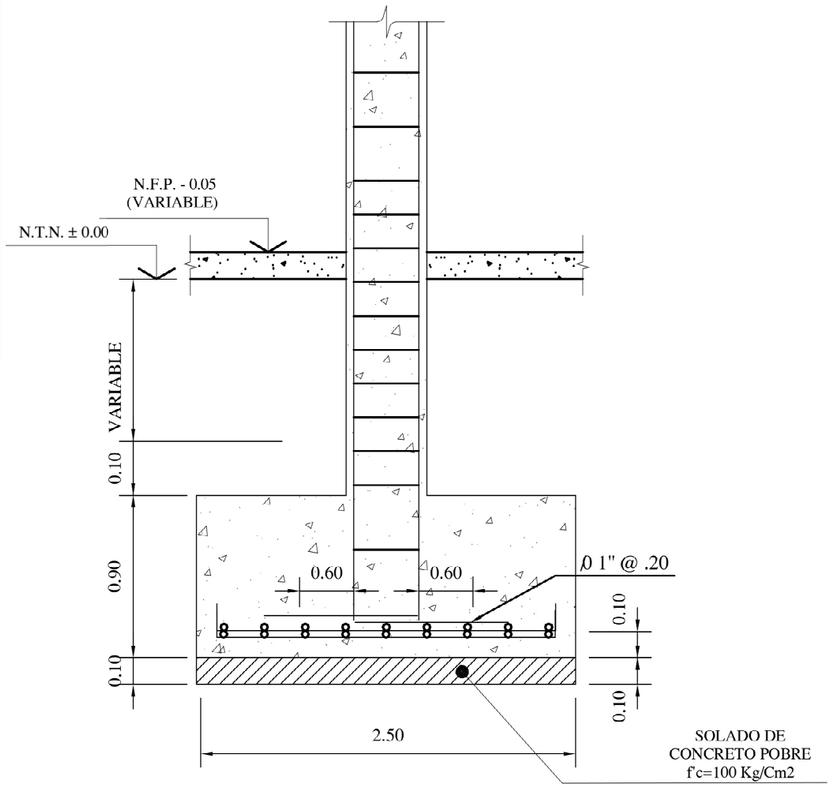
DE Ducto de elevadores

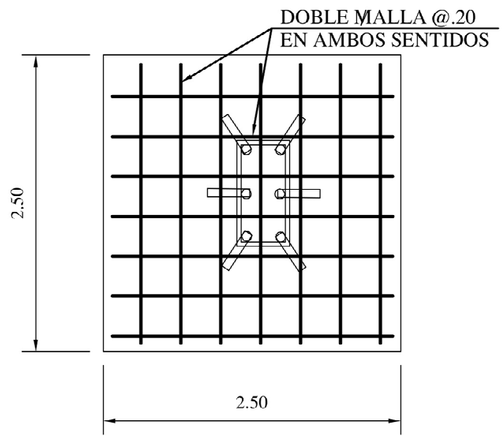




DETALLE TÍPICO DE ZAPATA

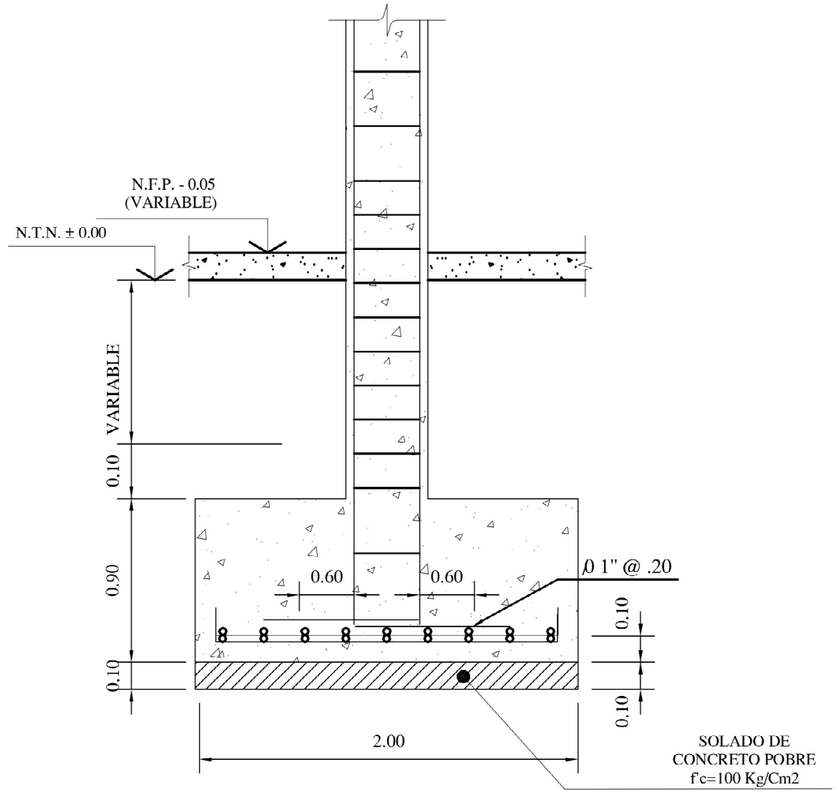
SIN ESCALA

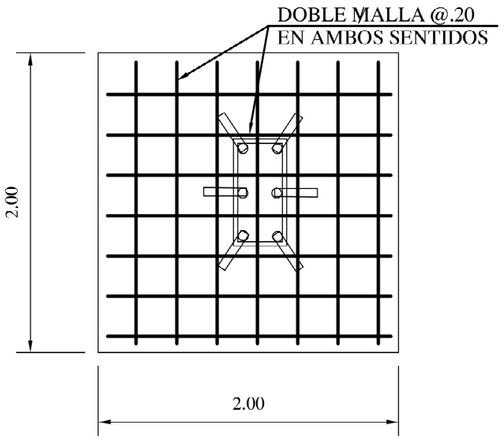




DETALLE DE ZAPATA TIPO Z-1

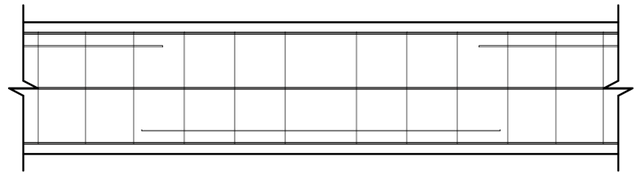
SIN ESCALA





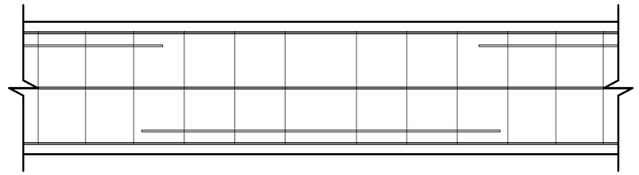
DETALLE DE ZAPATA TIPO Z-2

SIN ESCALA



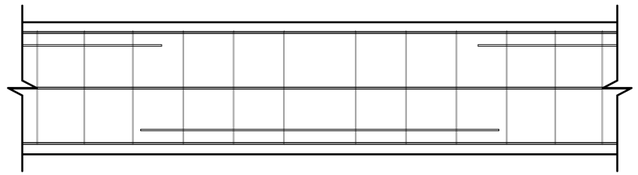
VIGA TIPO V-1

ESCALA 1:50



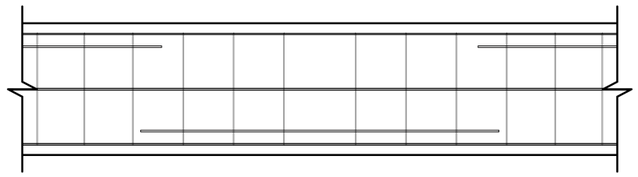
VIGA TIPO V-2

ESCALA 1:50



VIGA TIPO V-3

ESCALA 1:50



VIGA TIPO VA

ESCALA 1:50

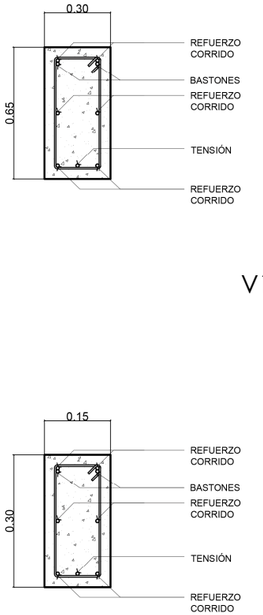


Ilustración 151: Planta de referencia para ubicación de los tipo de vigas utilizados estructuralmente. La viga tipo V-2 se utiliza como refuerzo de cargas dentro de la retícula de vigas tipo V-1. La viga tipo V-3 se utiliza hasta en el nivel cinco, se detallará en su planta. Fuente: Propia.

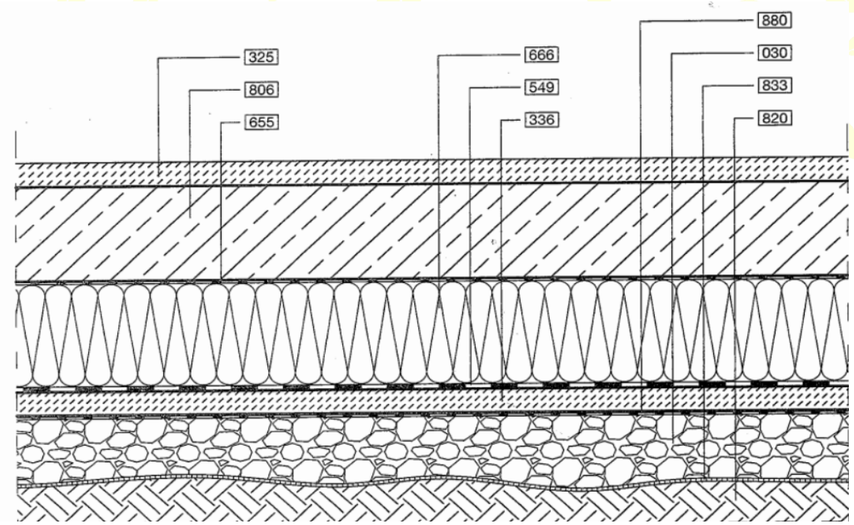
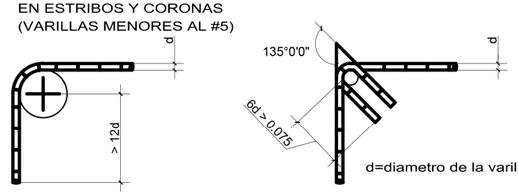


Ilustración 152: Detalle de los elementos que conforman la losa de suelo, como lo es el caso de la losa de suelo del sótano -3. Fuente: Atlas de detalles constructivos de Peter Beinhauer (segunda edición).

- MATERIALES		
	CONCRETO:	4,000 psi
	ACERO REFUERZO :	40,000 psi
	BLOCK:	50 kg/cm2
CODIGOS DE DISEÑO		
	SISMO:	UBC 1997
	CONCRETO:	ACI 318 - 08
	ACERO:	AISC ASD
RECUBRIMIENTOS		
	LOSAS Y MOCHETAS	0.05 m
	VIGAS Y COLUMNAS	0.03 m
	ZAPATAS	0.08 m
	CIMIENTOS CORRIDOS	0.08 m
LONGITUDES BASICAS DE DESARROLLO		
	No. 3	0.30 m
	No. 4	0.40 m
	No. 5	0.50 m
	No. 6	0.65 m
	No. 7	0.80 m
	No. 8	1.00 m
	No. 11	2.00 m

DETALLADO DEL REFUERZO:

EN ESTRIBOS Y CORONAS (VARILLAS MENORES AL #5)



GANCHO DE 90 °

DOBLECES DE 135 °

TODAS LAS MEDIDAS EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRAS DIMENSIONES

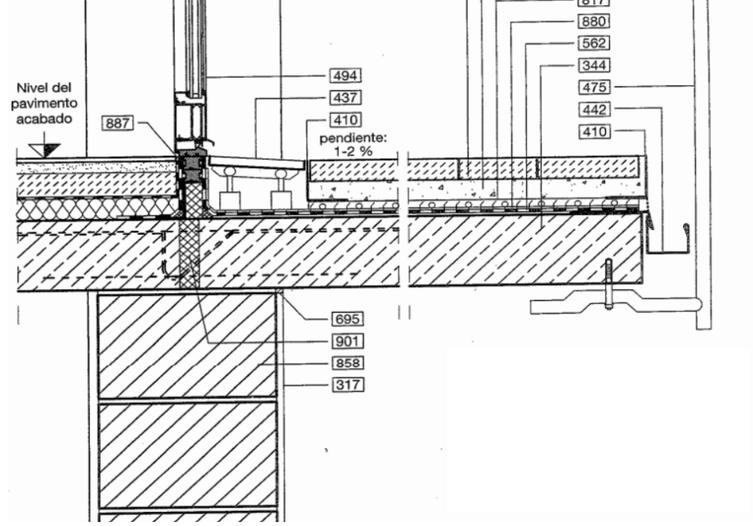
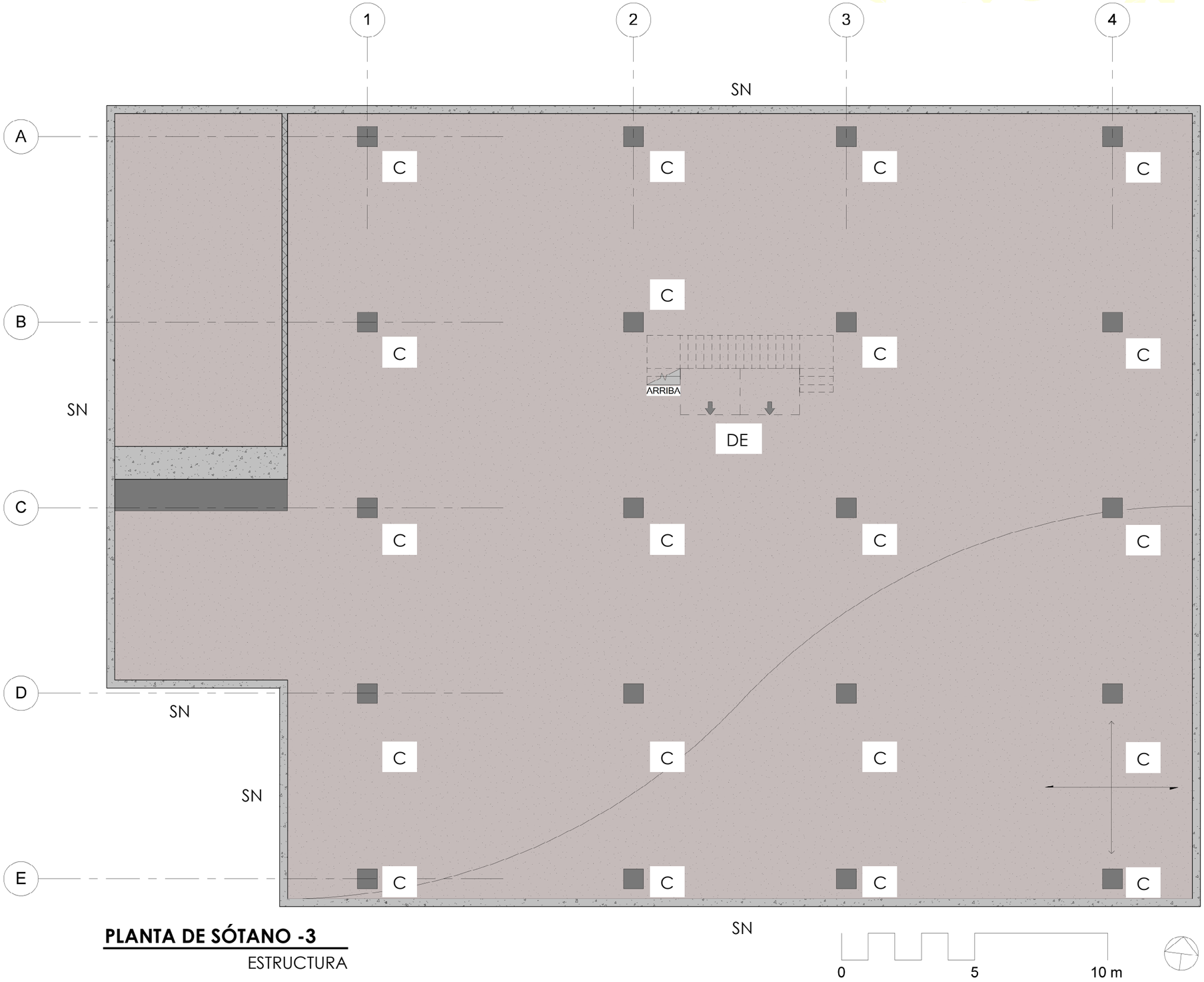


Ilustración 153: Detalle constructivo de una terraza en voladizo, como el que se ubica en los apartamentos del proyecto. Fuente: Atlas de detalles constructivos de Peter Beinhauer (segunda edición).



PLANTA DE SÓTANO -3

ESTRUCTURA

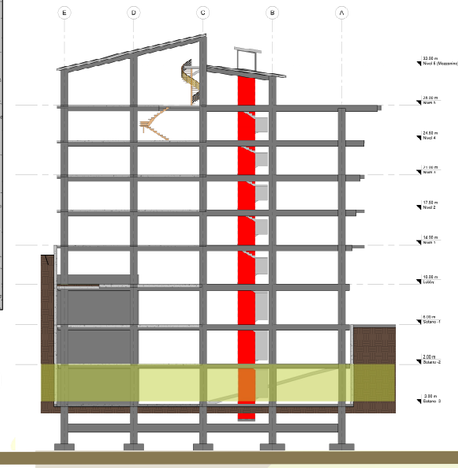
El método de contención de tierra es a través del tipo 'soil nailing' o también conocido como 'suelo enclavado'. El sistema de la contención es con anclajes pasivos por el motivo de que en las colindancias del terreno no existe ningún tipo de empuje horizontal producido por construcciones existentes, es decir, que el proyecto "Radix" está rodeado de terrenos baldíos.

La ventaja de este método de contención se refleja en la velocidad de construcción, además, los anclajes pasivos reducen costos.

C Columna

SN Muro 'soil nailing'

DE Ducto de elevadores





PLANTA DE SÓTANO -2

ESTRUCTURA

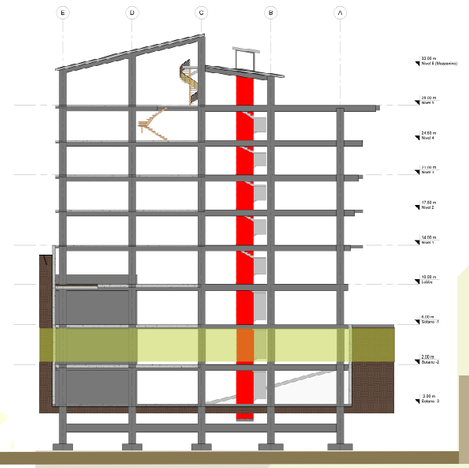
La estructura de marcos rígidos se compone por cuatro ejes en el lado horizontal y cinco ejes en el lado vertical. Las columnas tienen un pre dimensionamiento de 0.75 metros en forma cuadrada, medida que se va reduciendo conforme aumenta el nivel de altura. Las vigas principales tienen un peralte pre dimensionado de 0.65 metros por 0.30 metros de ancho, con su debido refuerzo estructural.

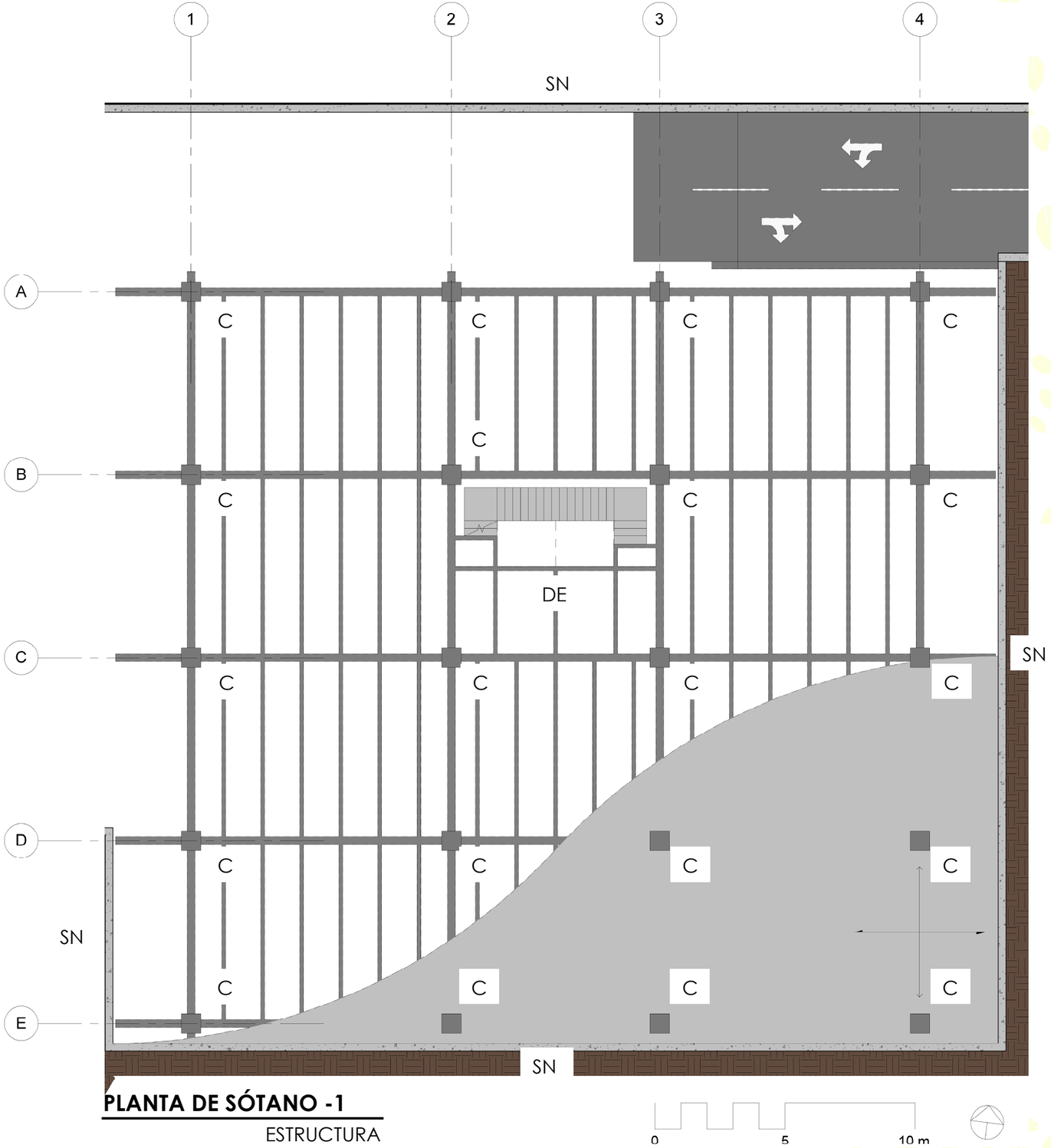
La losa tipo alveolar se distribuye en todos los niveles superiores al sótano -1 tomando en cuenta los requisitos sísmicos, como se contemplan en las regulaciones estructurales de la República de Guatemala y la Municipalidad de Santa Catarina Pinula. En los sótanos, la losa tiene un pre dimensionamiento de 30 centímetros de espesor, mientras que, del Lobby al Nivel 5 el espesor de la fundición sobre la losa alveolar es de 7.50 centímetros, los cuales estarán reforzados con fibra de acero.

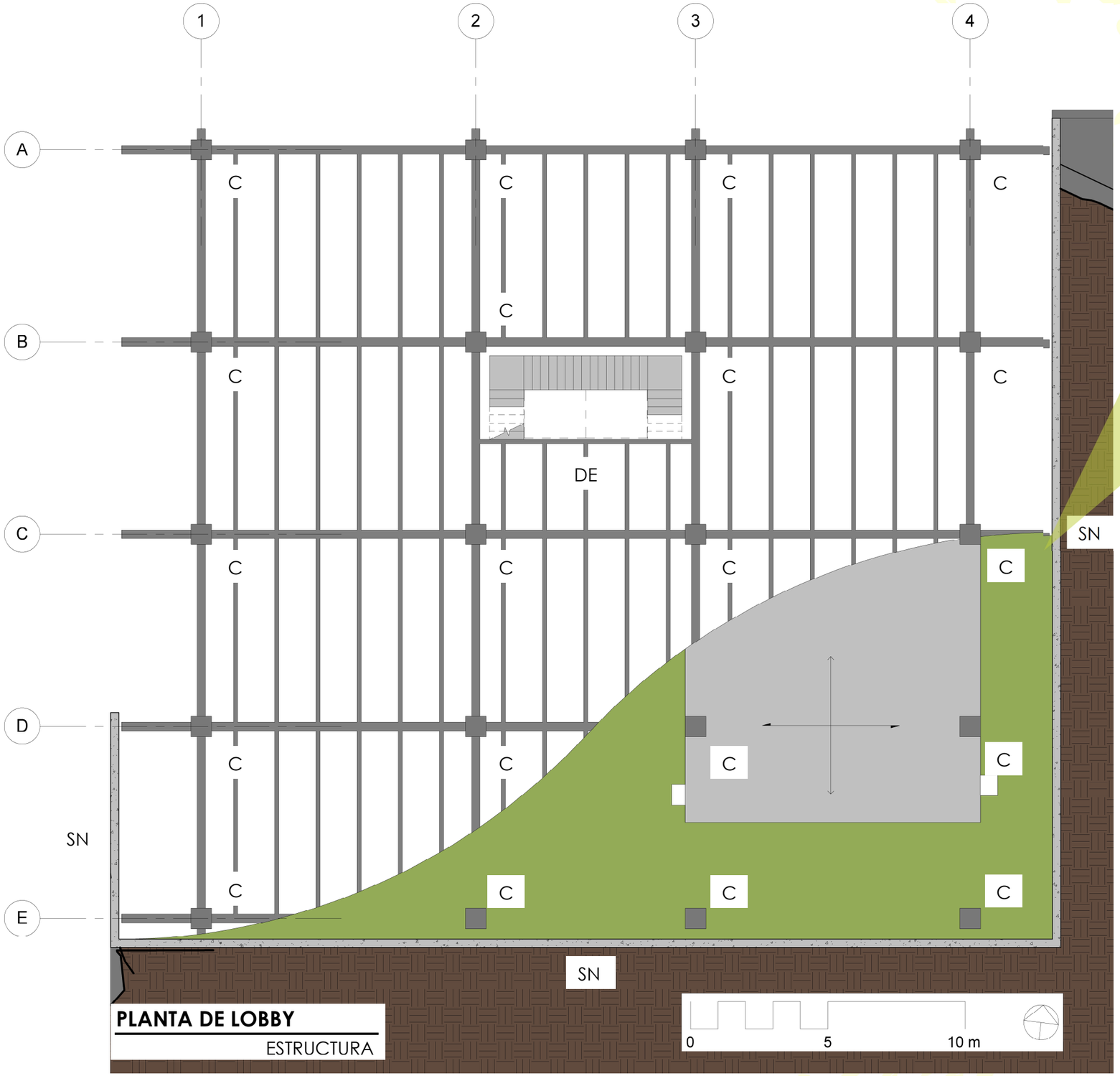
C Columna

SN Muro ‘soil nailing’

DE Ducto de elevadores




1
2
3
4
SN
A
B
C
D
E
C
C
C



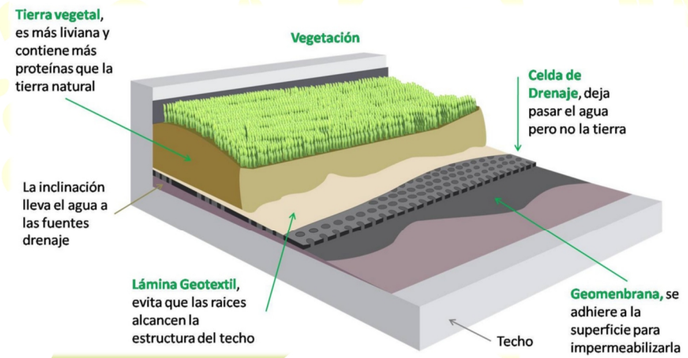


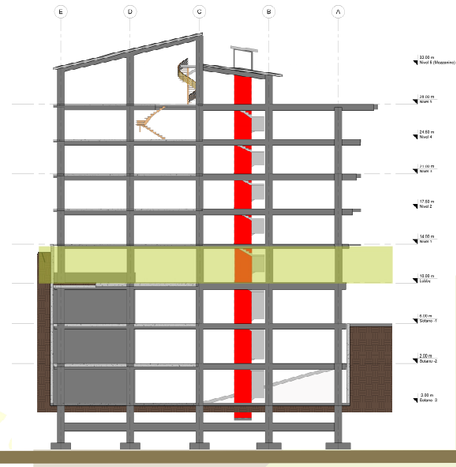
Ilustración 156: Diagrama de estructuración de una terraza jardín. Fuente: https://hologramacomunicacion.wordpress.com/tag/ecologia/

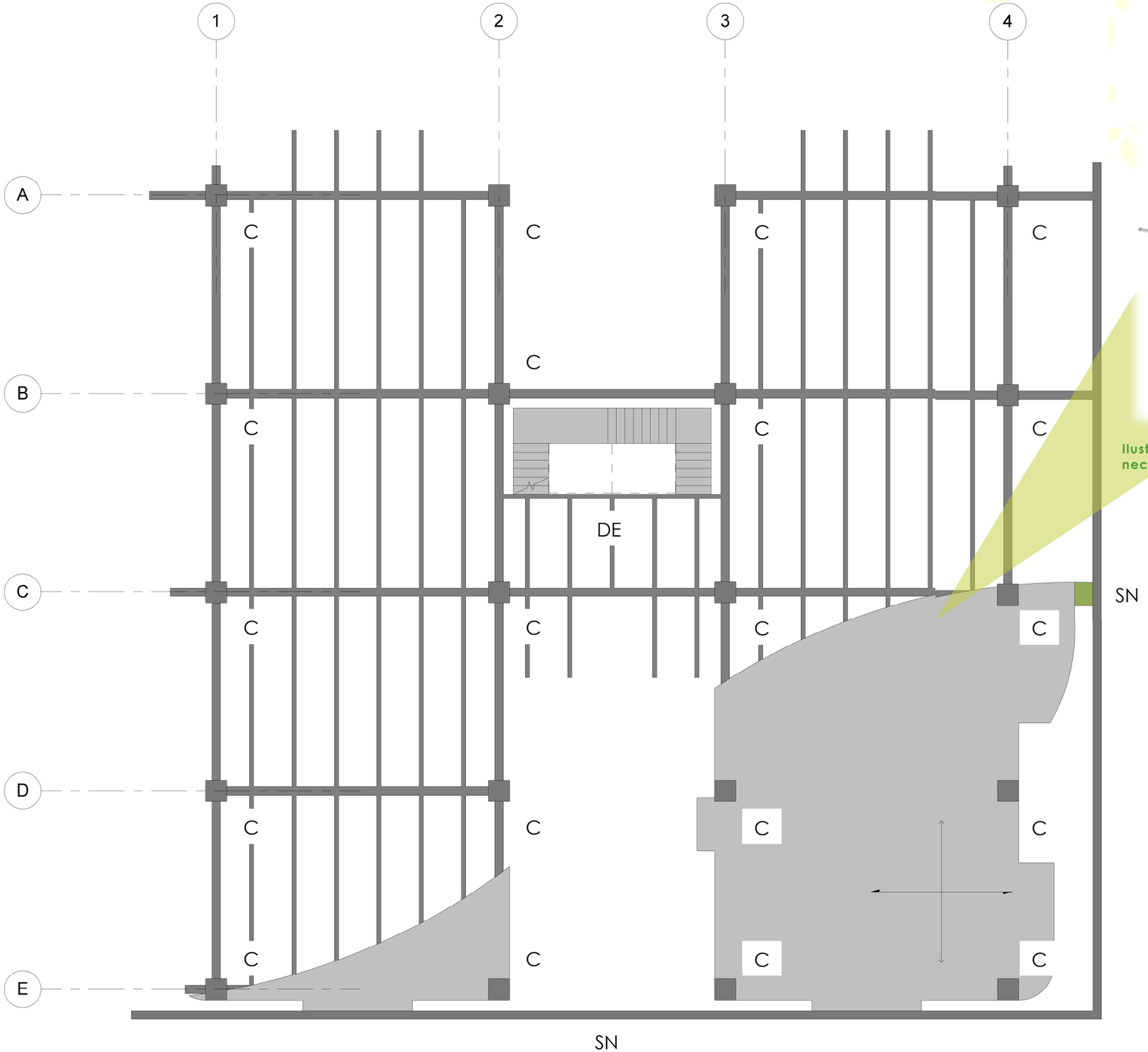
A nivel de Lobby se empieza a observar el uso de terraza jardín. En "Radix" el uso de la vegetación es parte del concepto y la integración de estos jardines en niveles superiores es esencial, este tipo de losa se compone de la manera en la que se describe en la imagen superior.

C Columna

SN Muro 'soil nailing'

DE Ducto de elevadores





PLANTA DE NIVEL 1

ESTRUCTURA

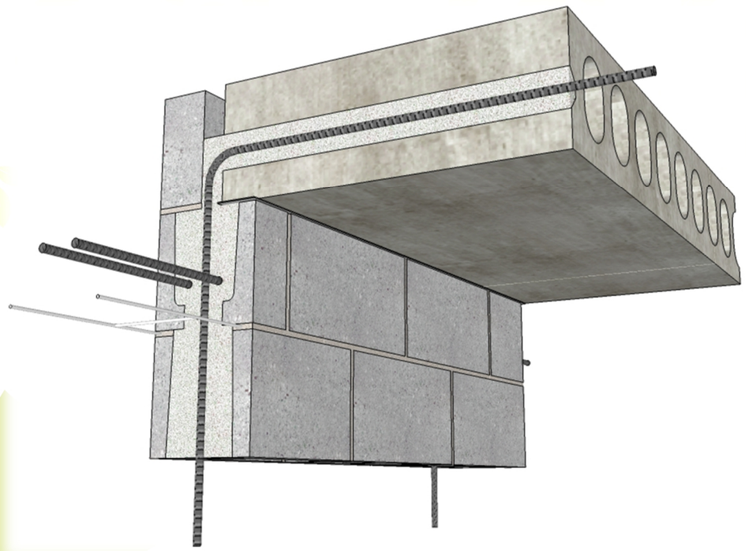
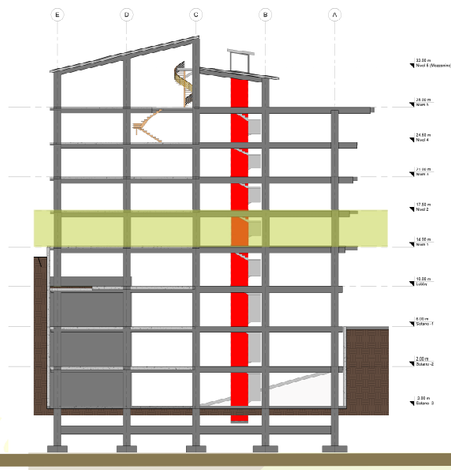


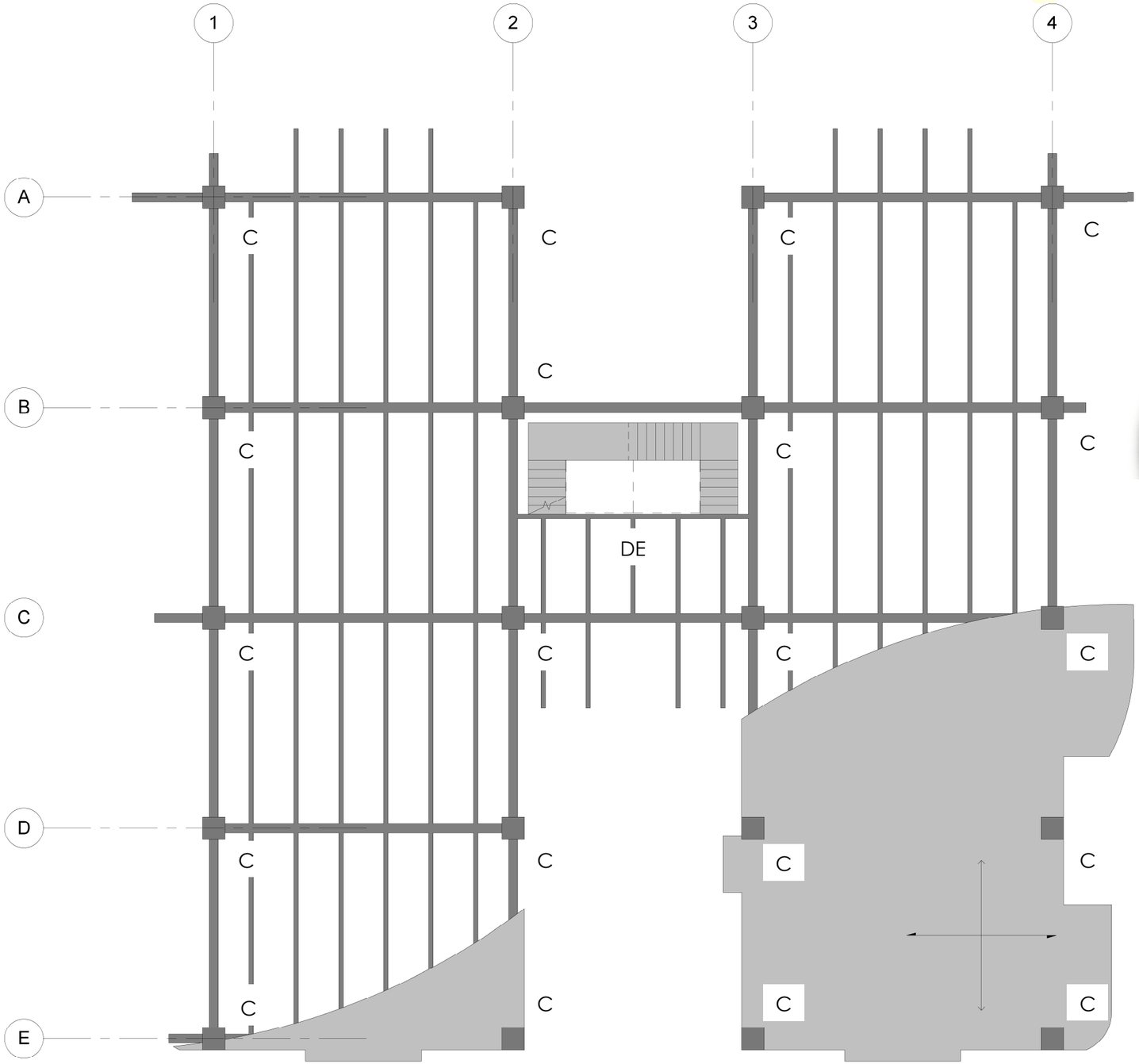
Ilustración 157: Anclaje de una losa tipo alveolar, los refuerzo pueden variar según la necesidad estructural del caso. Fuente: Propia.

C Columna

SN Muro 'soil nailing'

DE Ducto de elevadores





C Columna

DE Ducto de elevadores

PLANTA DE NIVEL 2

ESTRUCTURA

0 5 10 m

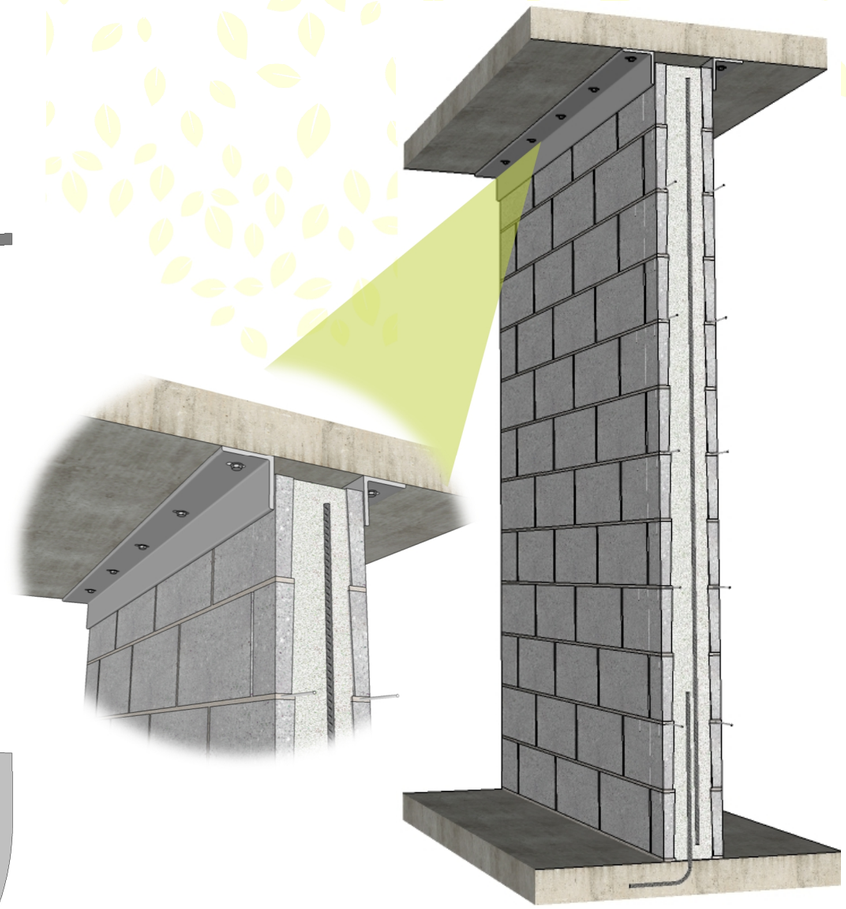
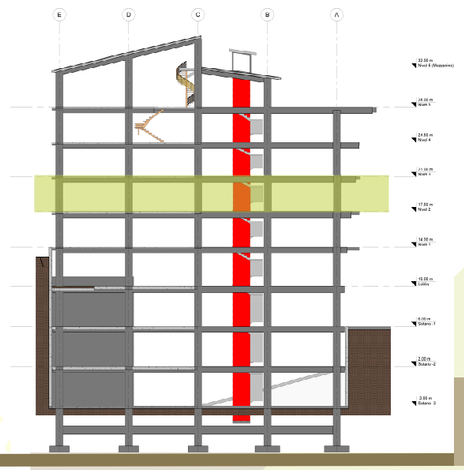
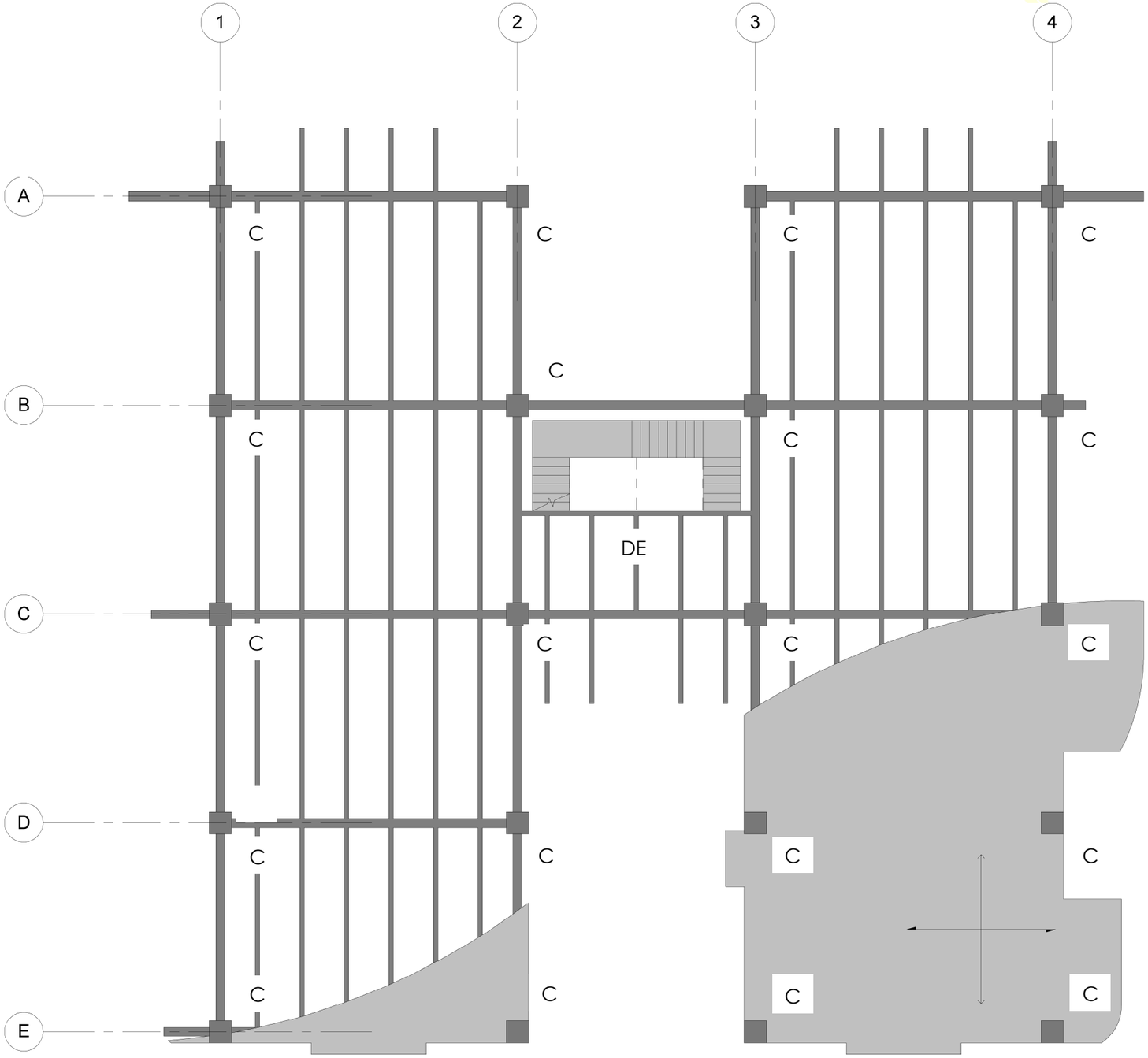


Ilustración 158: Detalle de la fijación de los muros en edificaciones con sistema de marcos rígidos. Fuente: Propia.





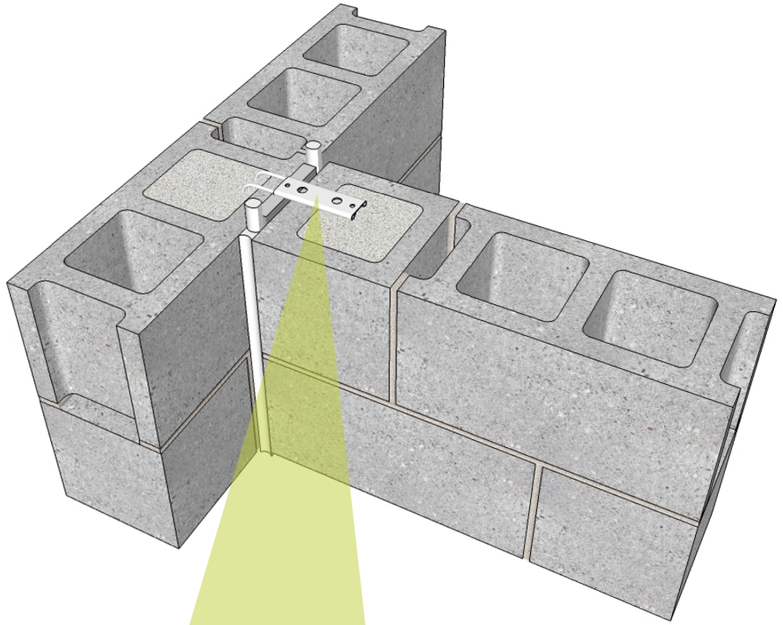
PLANTA DE NIVEL 3

ESTRUCTURA

0 5 10 m

C Columna

DE Ducto de elevadores



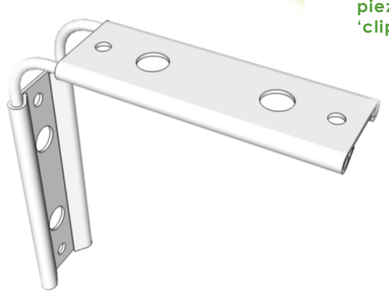
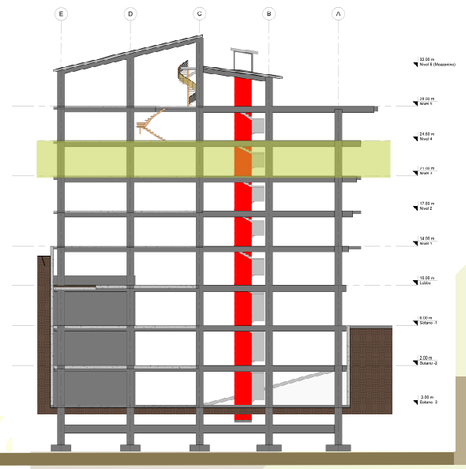
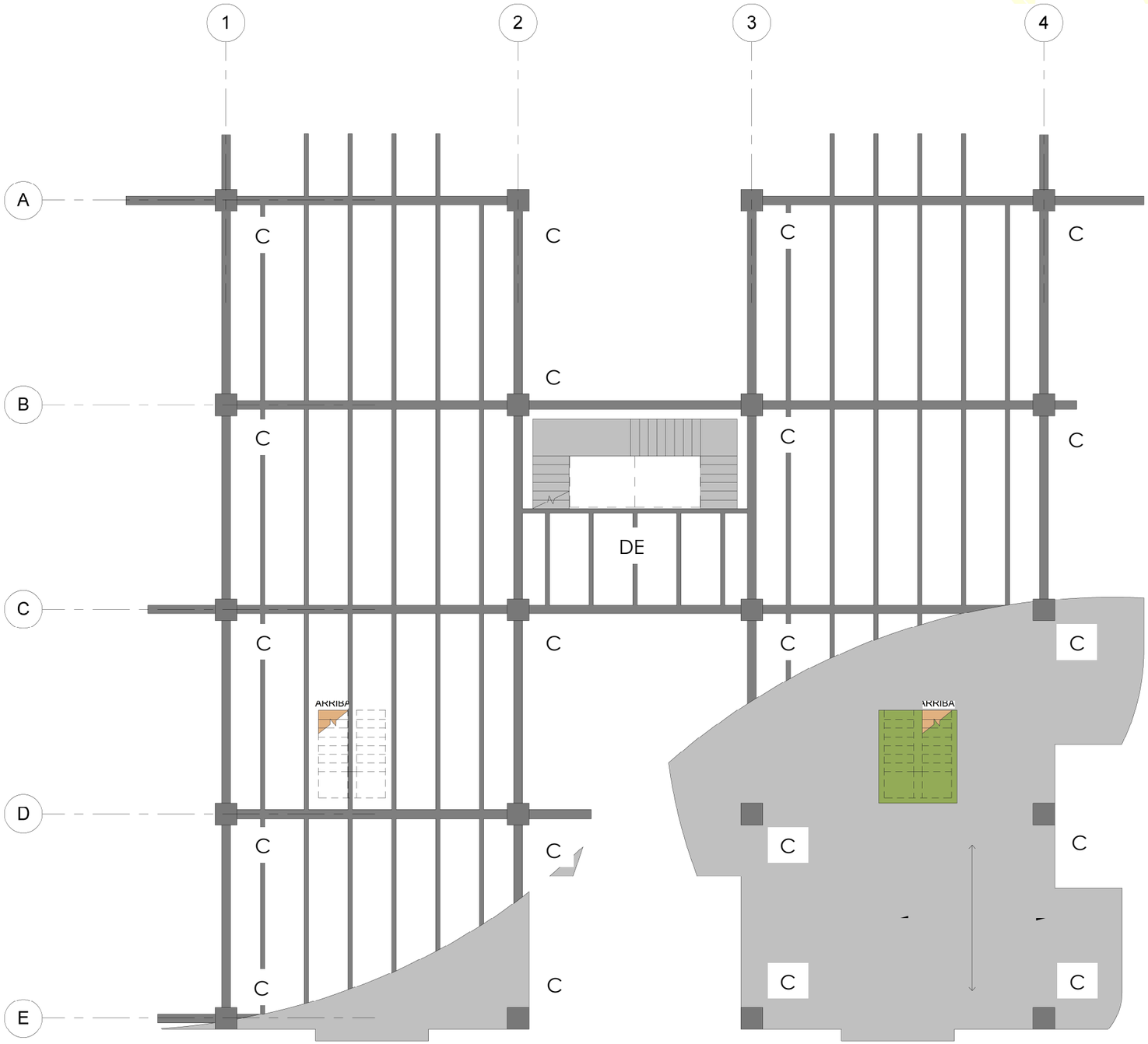


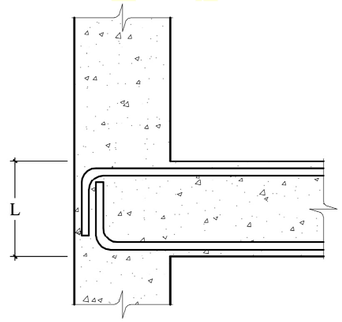
Ilustración 159: Detalle del anclaje de muros tabique en espacios interiores, la pieza de fijación se le conoce como 'clip'. Fuente: Propia.





PLANTA DE NIVEL 4

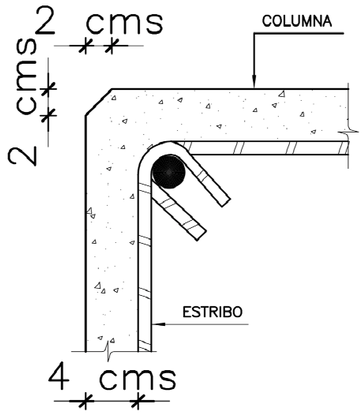
ESTRUCTURA



DETALLE: ANCLAJE DE VIGA EN COLUMNAS

SIN ESCALA

Ilustración 160: Detalle sin escala del anclaje de las vigas en columnas. Fuente: Propia.



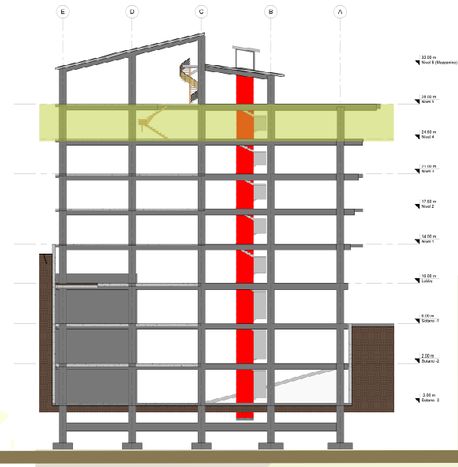
RECUBRIMIENTOS EN COLUMNAS

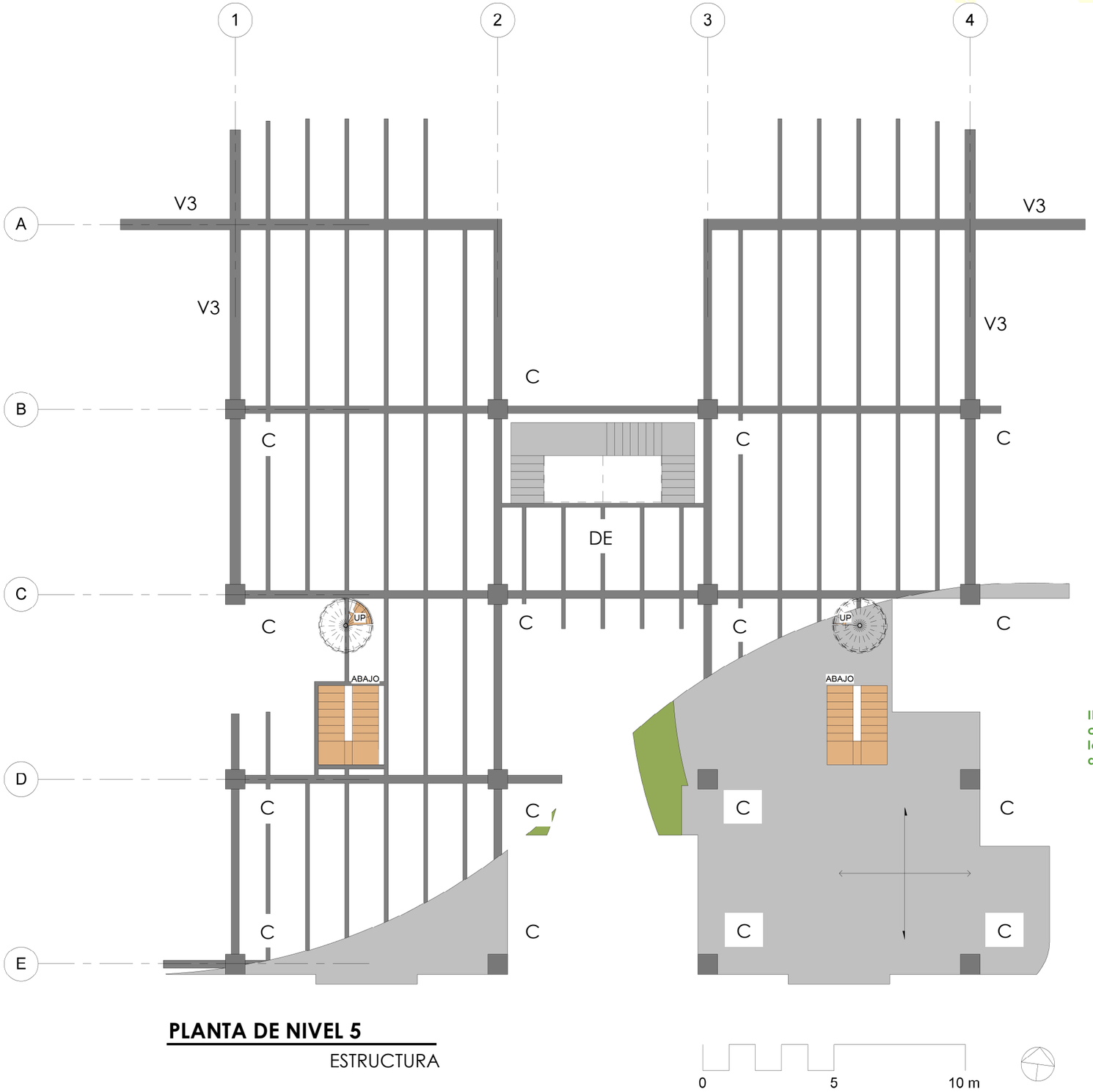
SIN ESCALA

Ilustración 161: Detalle sin escala del recubrimiento del refuerzo estructural de las columnas. Fuente: Propia.

C Columna

DE Ducto de elevadores

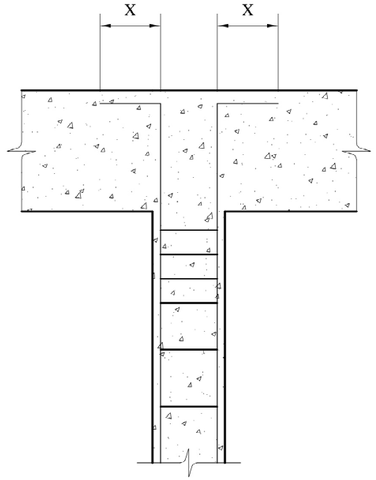


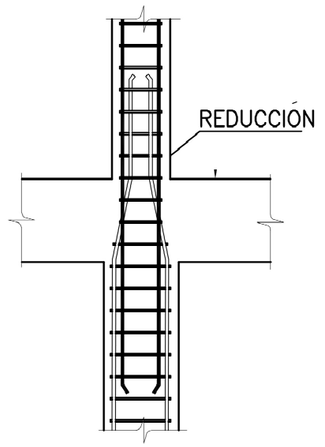


PLANTA DE NIVEL 5

ESTRUCTURA

Estructuralmente, este nivel se considera el más crítico por el peso muerto que existe por el área de piscina y los huertos. La respuesta estructural se refleja en el aumento de la dimensión de las vigas como también se observa en las zapatas de cimiento.





REMATE DE COLUMNAS

SIN ESCALA

Ilustración 162: Detalle sin escala del remate del refuerzo estructural de las columnas. Fuente: Propia.

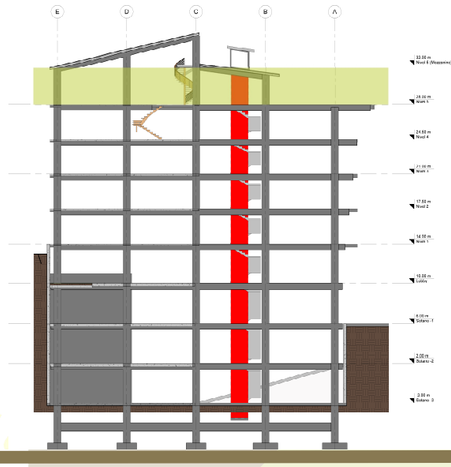
REDUCCIÓN EN COLUMNAS. DETALLE

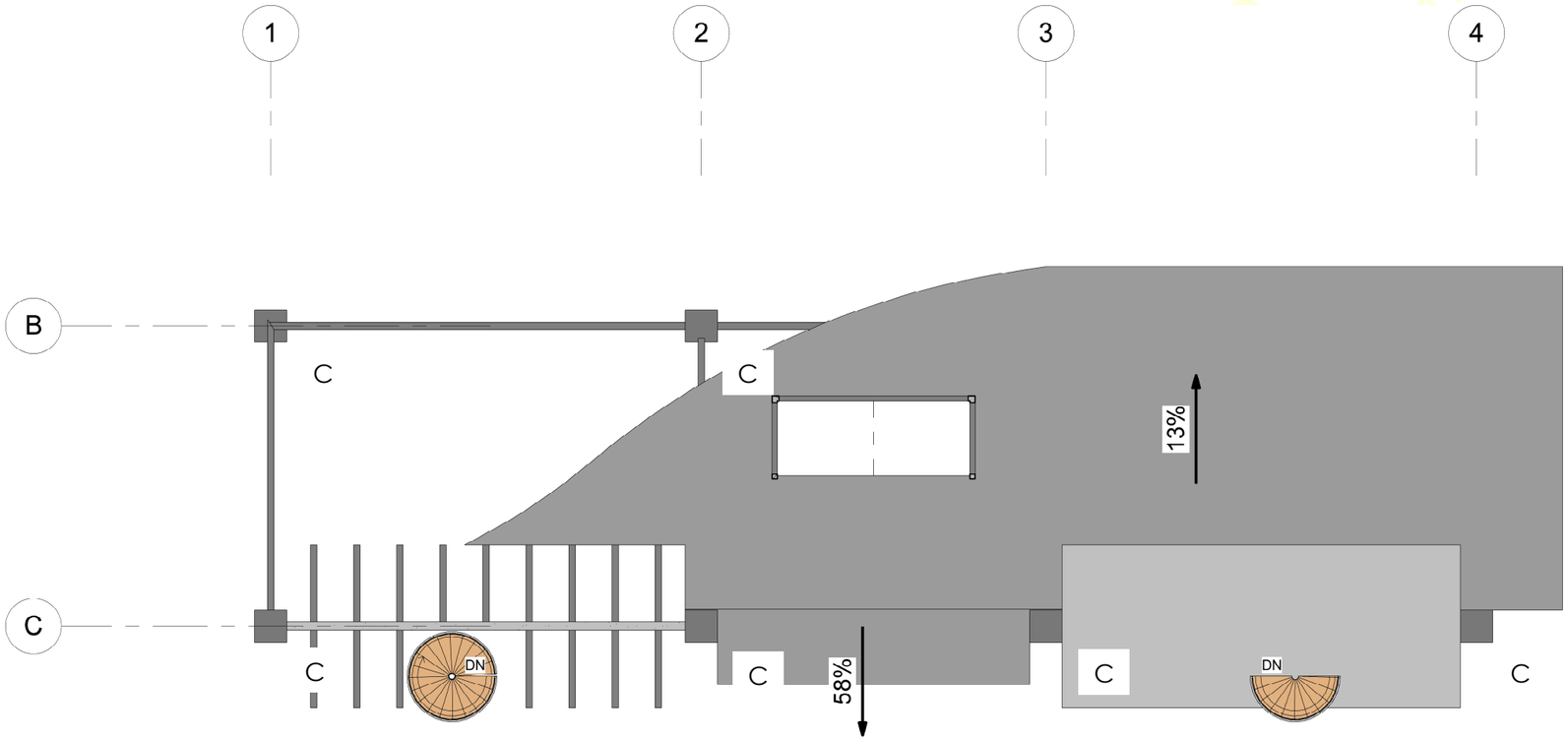
SIN ESCALA

Ilustración 163: Detalle sin escala demostrando la manera correcta de realizar el armado estructural de las columnas para la reducción de las mismas, el cual se aplica en el quinto nivel del proyecto. Fuente: Propia.

C Columna

DE Ducto de elevadores





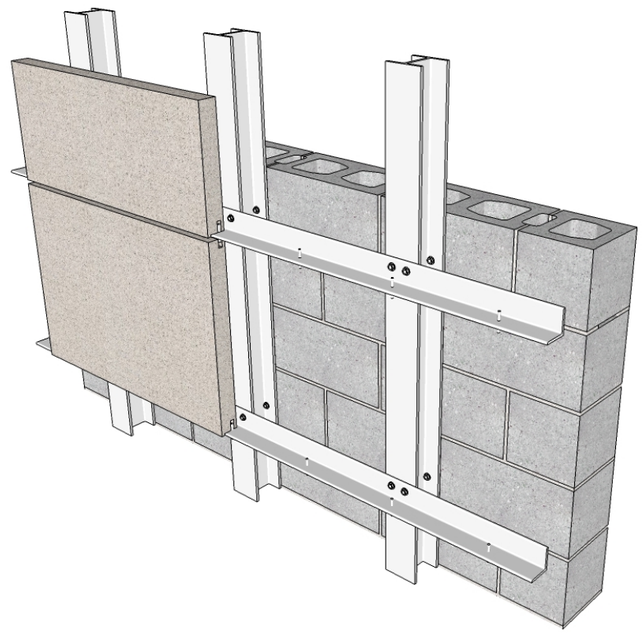
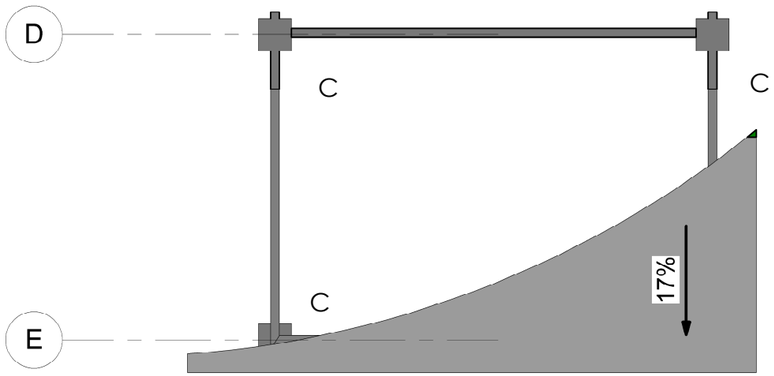
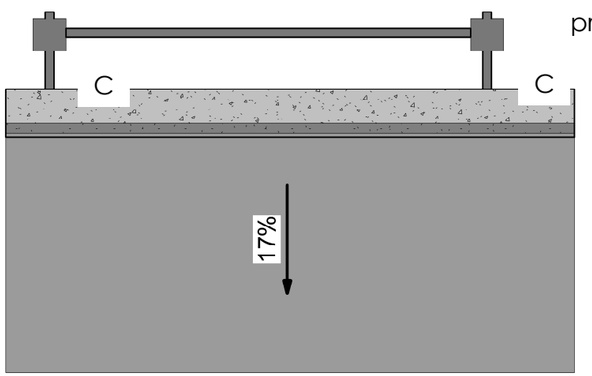


Ilustración 164: Método de anclaje para fachaletas de piedra pesada, como por ejemplo, mármol. Fuente: Propia.

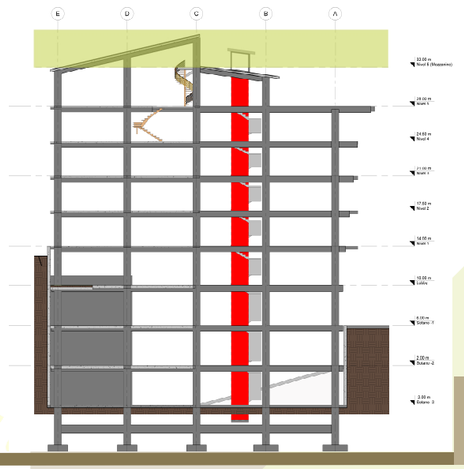
Para la terraza, es importante resaltar que la carga existente por los paneles fotovoltaicos, que se presentan en la sección de arquitectura, han sido considerados para las dimensiones estructurales del proyecto.

C Columna



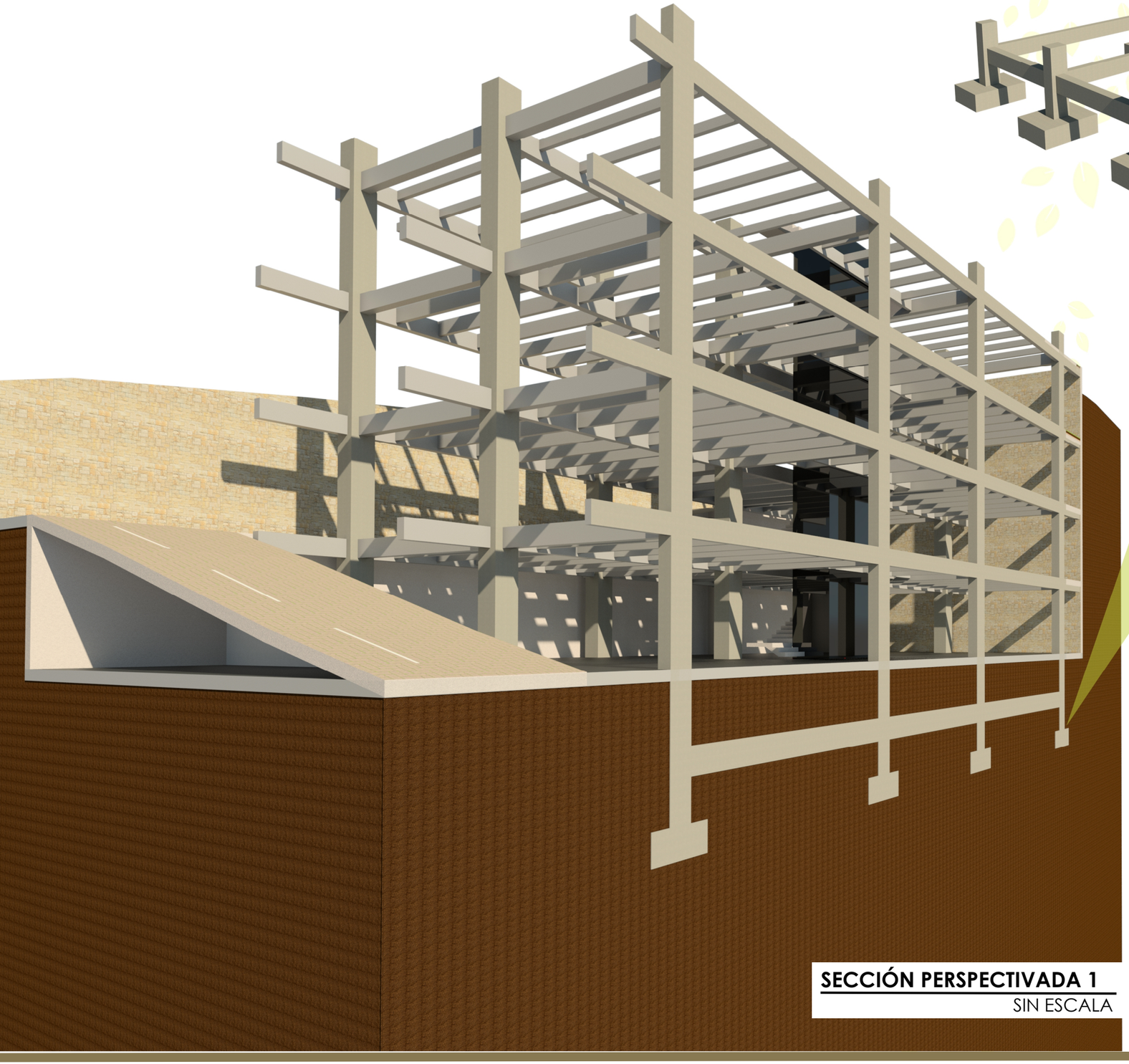






PLANTA DE NIVEL 5 (MEZZANINE)

ESTRUCTURA



SECCIÓN PERSPECTIVADA 1
SIN ESCALA

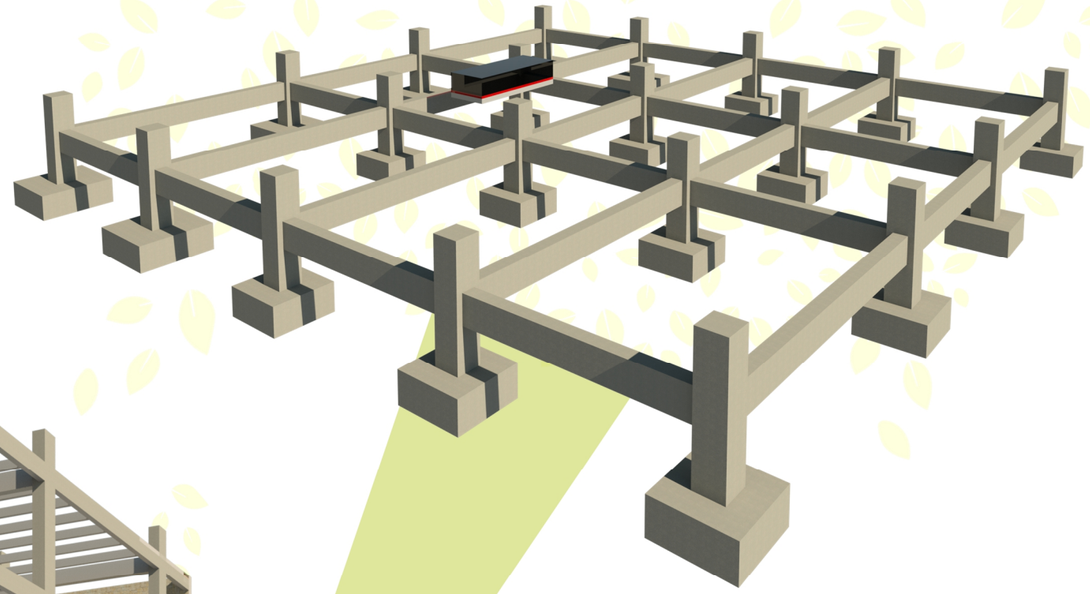


Ilustración 165: Sección perspectivada del proyecto donde se muestra a detalle el armazón estructural, la rampa de ingreso al último sótano, además, se muestra un aumento perspectivado de las zapatas, vigas de amarre, troncos de columna y los ductos de elevadores. Fuente: Propia.

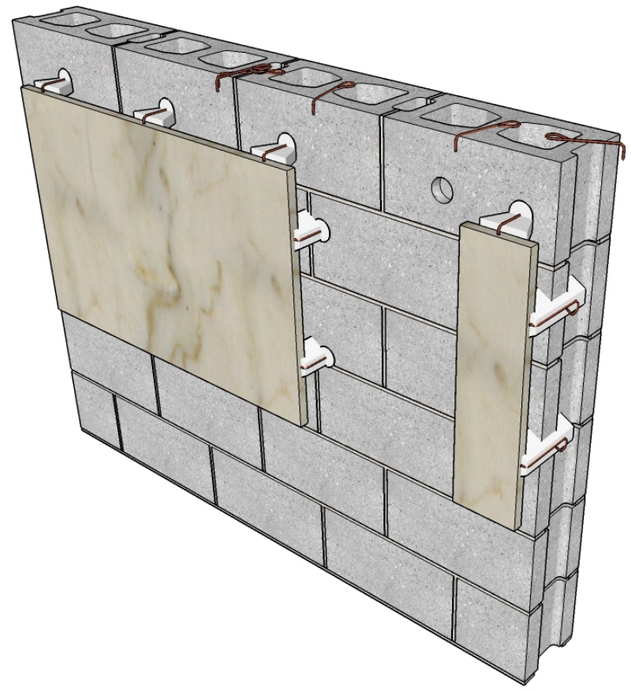
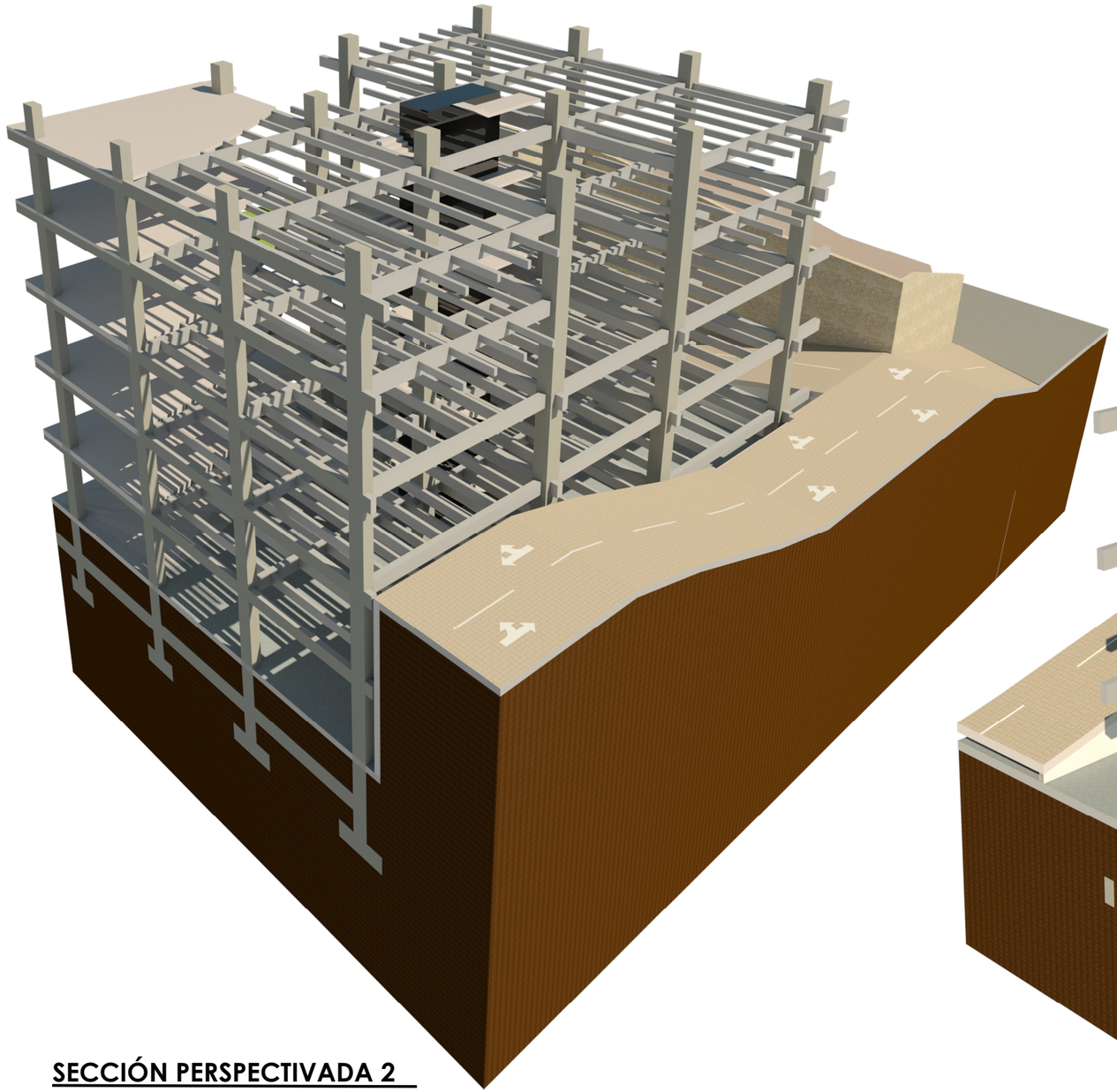


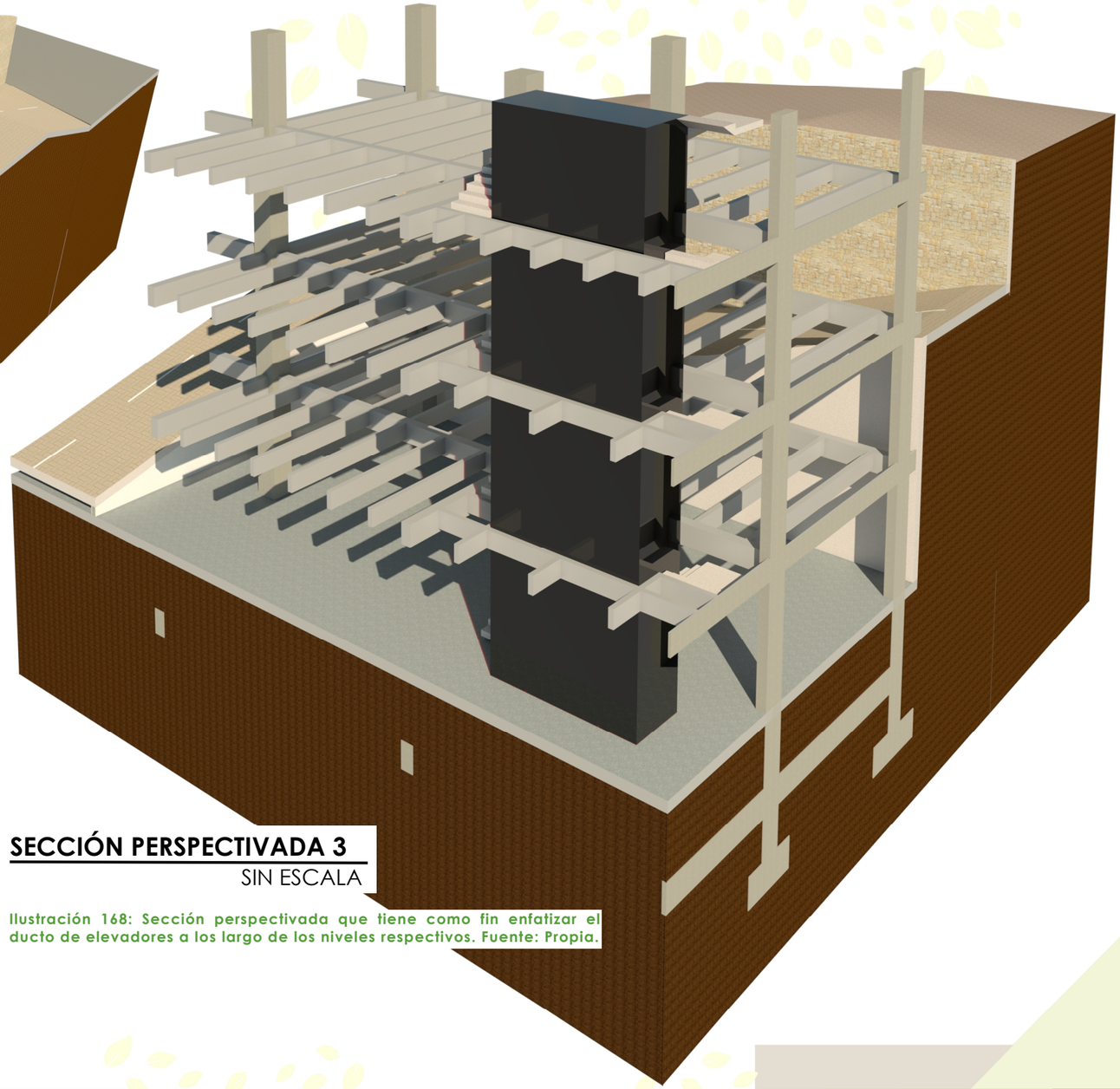
Ilustración 166: Otro método de anclaje para fachaletas, en este caso, para piedra liviana. Fuente: Propia.



SECCIÓN PERSPECTIVADA 2

SIN ESCALA

Ilustración 167: Sección perspectivada donde se muestra a detalle la calle principal del proyecto "Radix" y las rampas que la componen. Fuente: Propia.



SECCIÓN PERSPECTIVADA 3

SIN ESCALA

Ilustración 168: Sección perspectivada que tiene como fin enfatizar el ducto de elevadores a los largo de los niveles respectivos. Fuente: Propia.

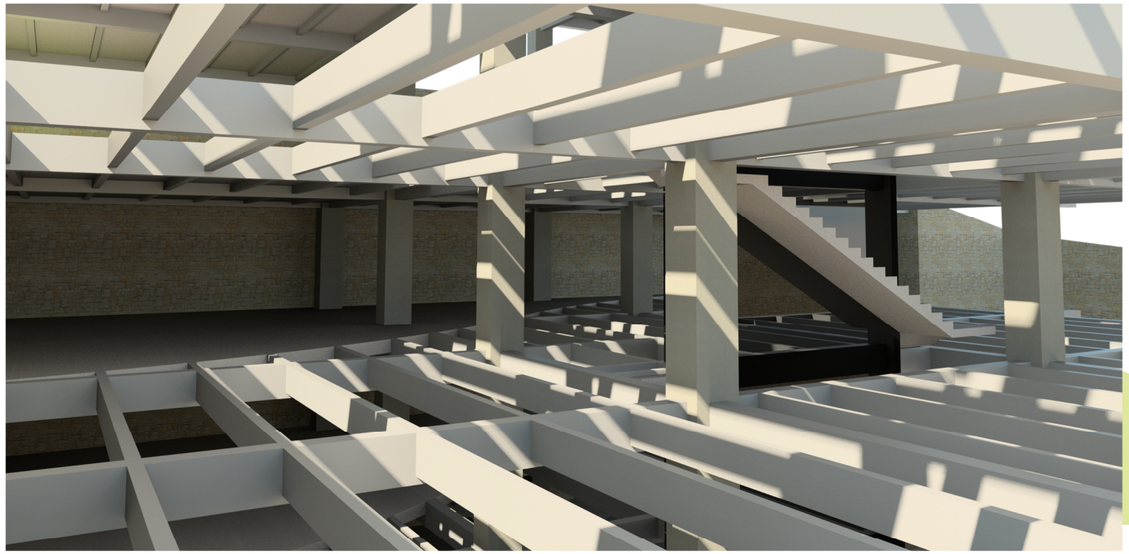


Ilustración 169: Vista interior desde el sótano -1. Fuente: Propia.

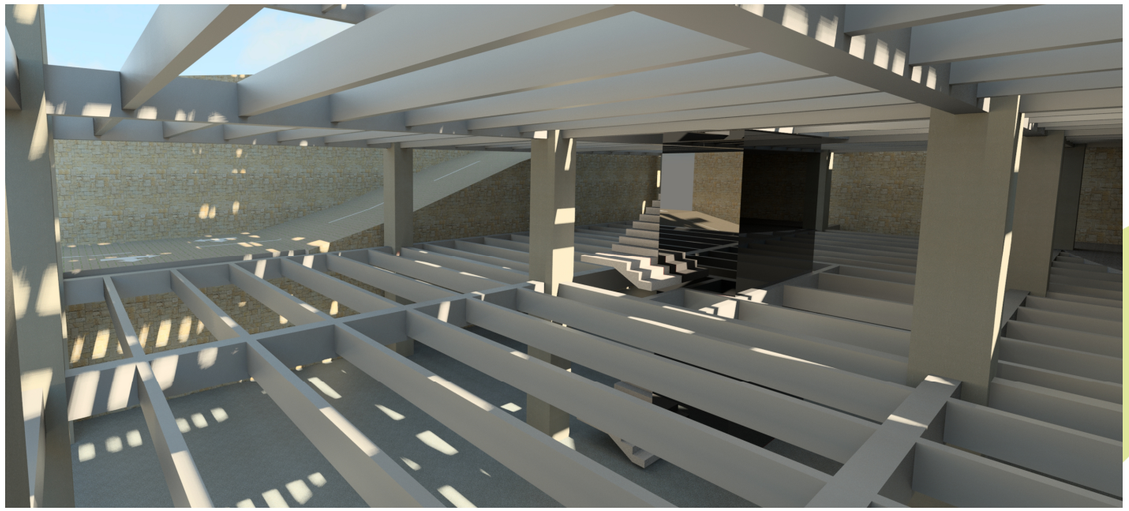


Ilustración 170: Vista interior desde el sótano -1. Fuente: Propia.

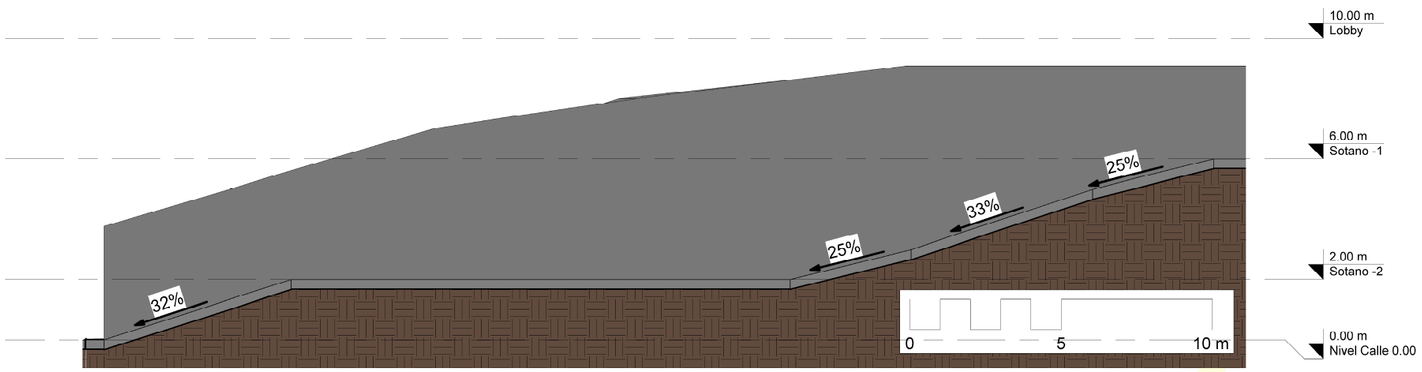
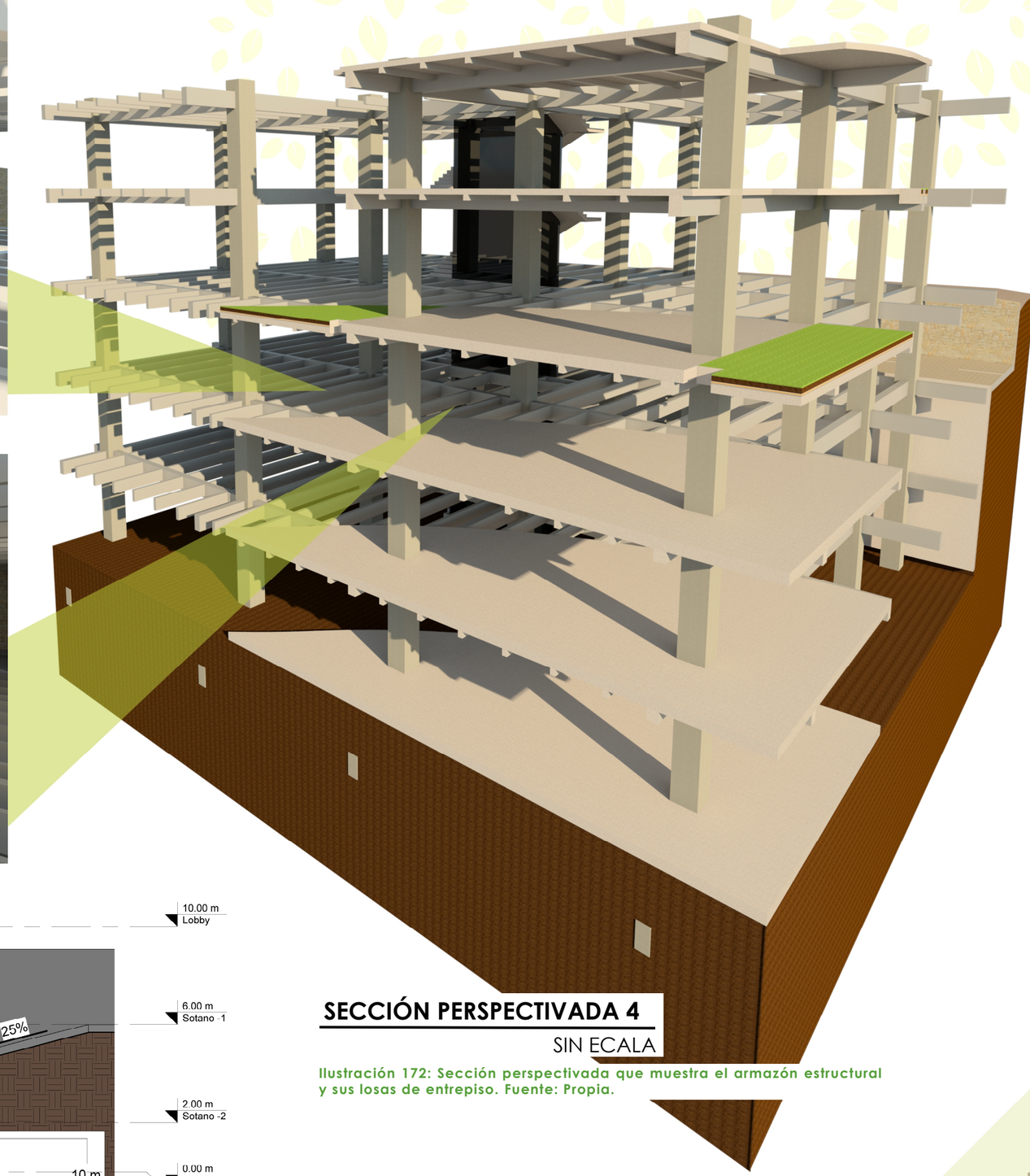


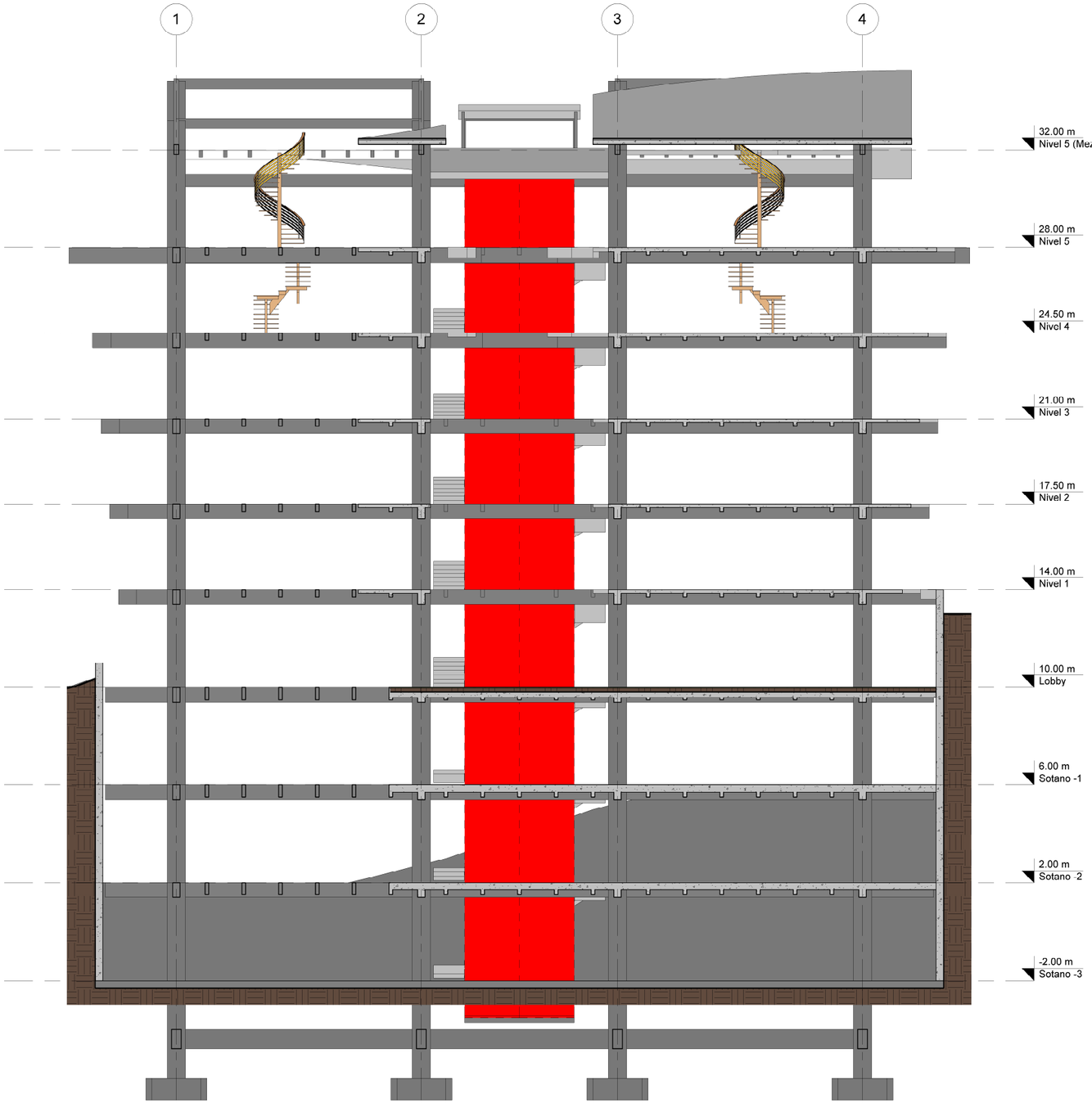
Ilustración 171: Sección de calle principal en donde se muestran las pendientes de las rampas. Fuente: Propia.



SECCIÓN PERSPECTIVADA 4

SIN ECALA

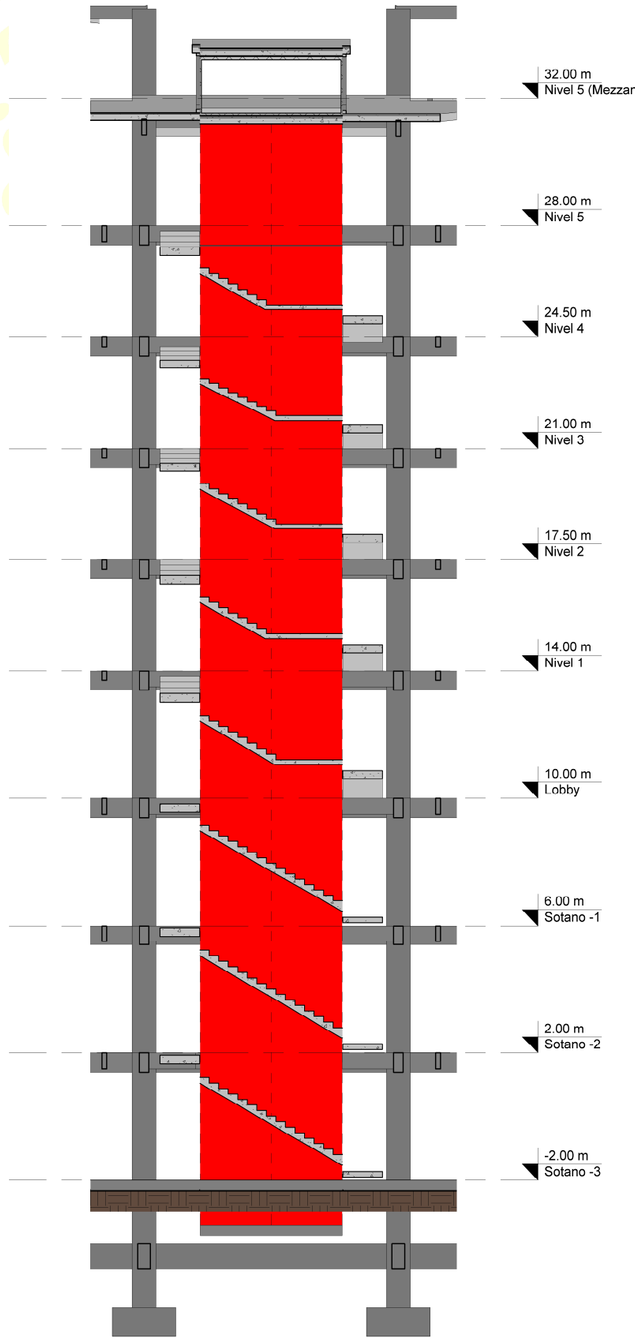
Ilustración 172: Sección perspectivada que muestra el armazón estructural y sus losas de entrepiso. Fuente: Propia.



SECCIÓN LONGITUDINAL

1:100

0 5 10 m



SECCIÓN DE GRADAS

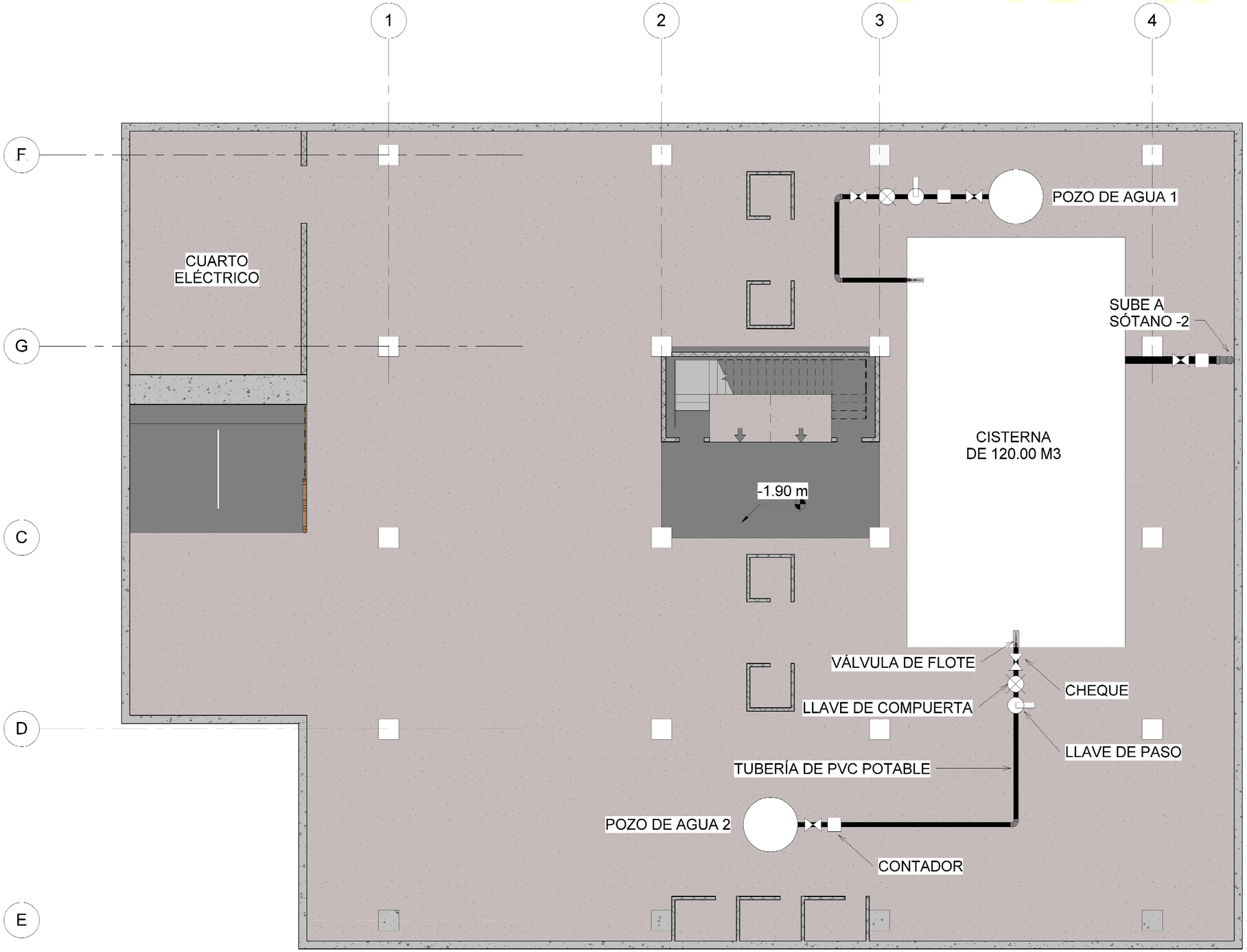
1:100

0 5 10 m

"VIVIENDA VERTICAL SOSTENIBLE PARA PERSONAS DE NIVEL SOCIOECONÓMICO ALTO EN LA ALDEA 'EL PUEBLITO', SANTA CATARINA PINULA."
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR – DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA
KEVIN ANDRÉ CASTILLO FALLA – CARNET No. 1184113

INSTALACIONES HIDRÁULICAS

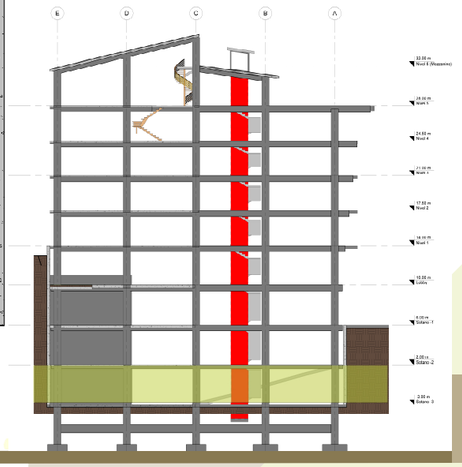
- Proyecto: Radix.
- Ubicación: Santa Catarina Pinula, Guatemala.
- Uso: Residencial.
- Volumen: 31,500.00 m³.

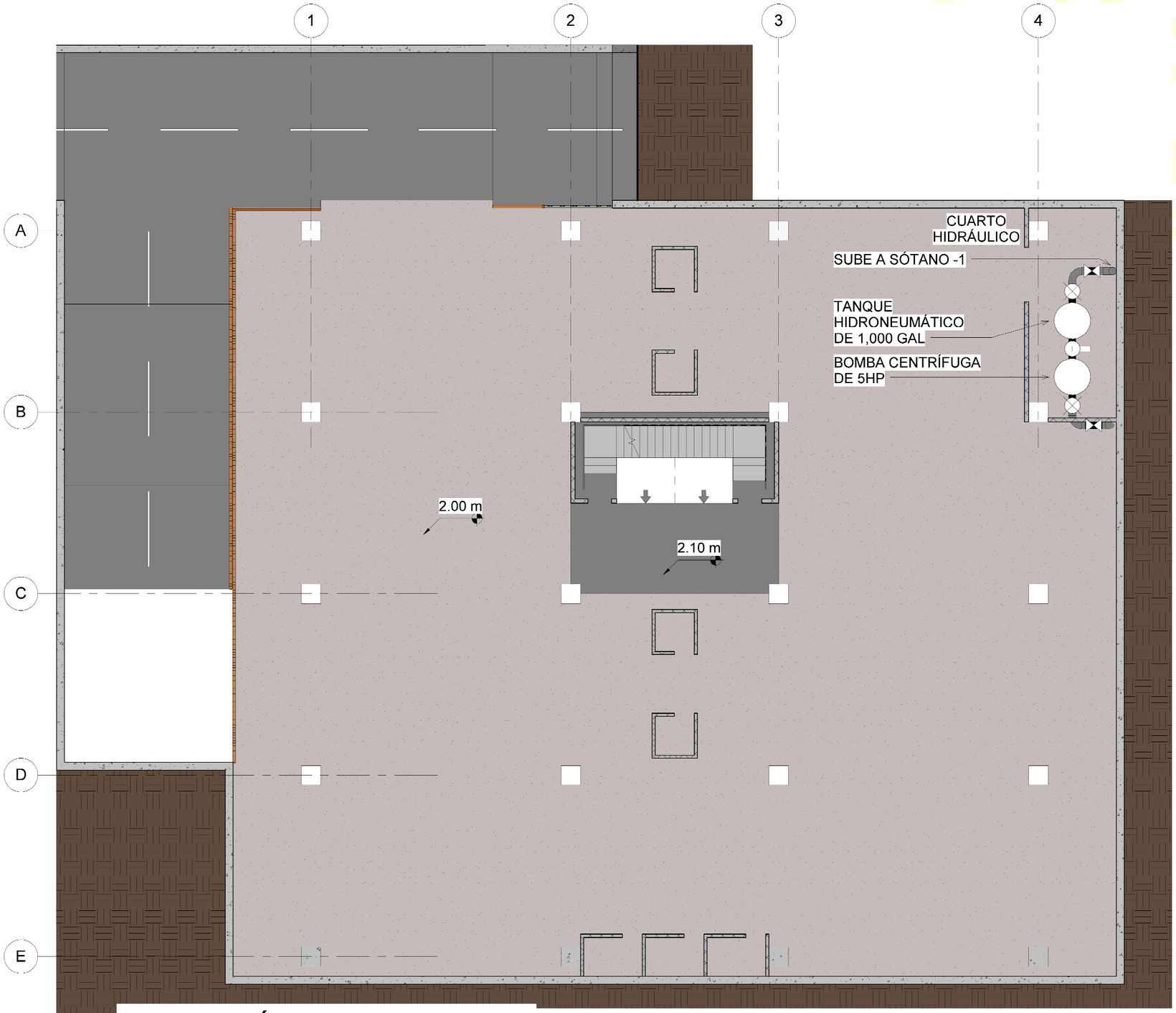


PLANTA DE SÓTANO -3

INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE

El sistema de agua potable del proyecto, se abastece por dos pozos mecánicos de 195 pies de profundidad con un diámetro de 69" de perforación, para producir un estimado de 200 galones por minuto que pasan por un filtrado de grava y carbón negro. Con un caudal de 200 galones por minuto, producido por una bomba sumergible en cada pozo mecánico, se hace llegar el agua a la cisterna de 120.00 metros cúbicos, suficiente para abastecer a todos los usuarios hasta por siete días. La distribución a cada apartamento se hace desde la cisterna por medio de una bomba centrífuga de 5 HP con el apoyo de un tanque hidroneumático de 1,000 galones. El cuarto de máquinas hidráulicas se encuentra en el sótano 2.





PLANTA DE SÓTANO -2

INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE

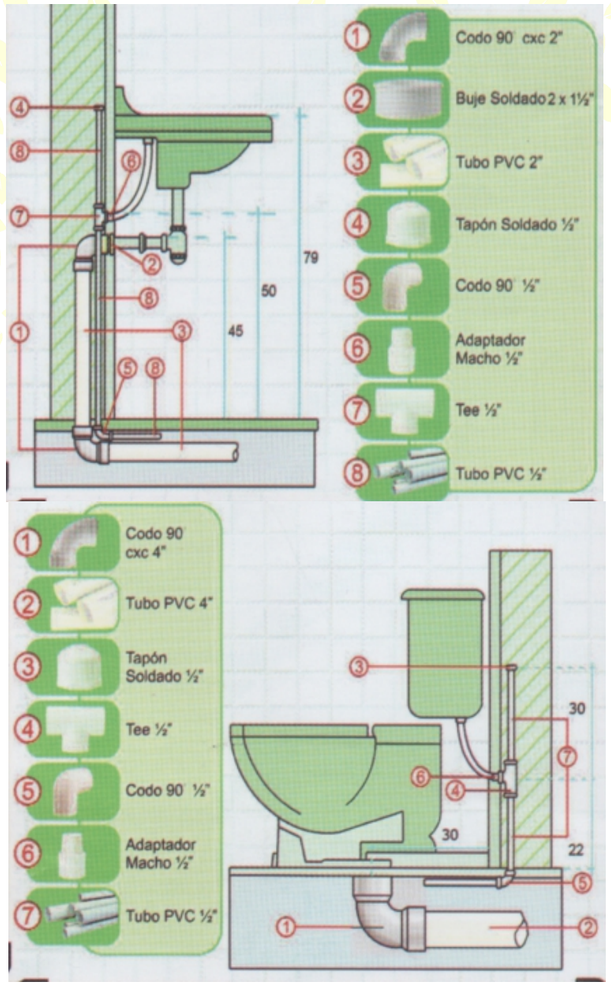
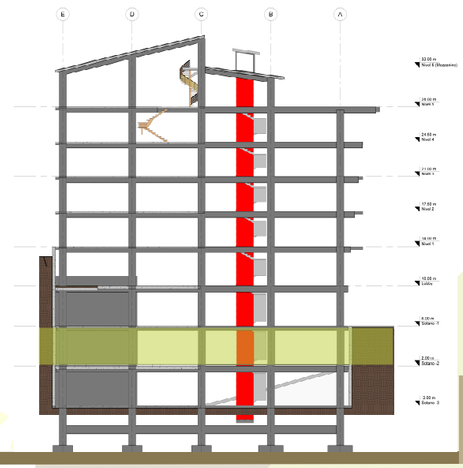
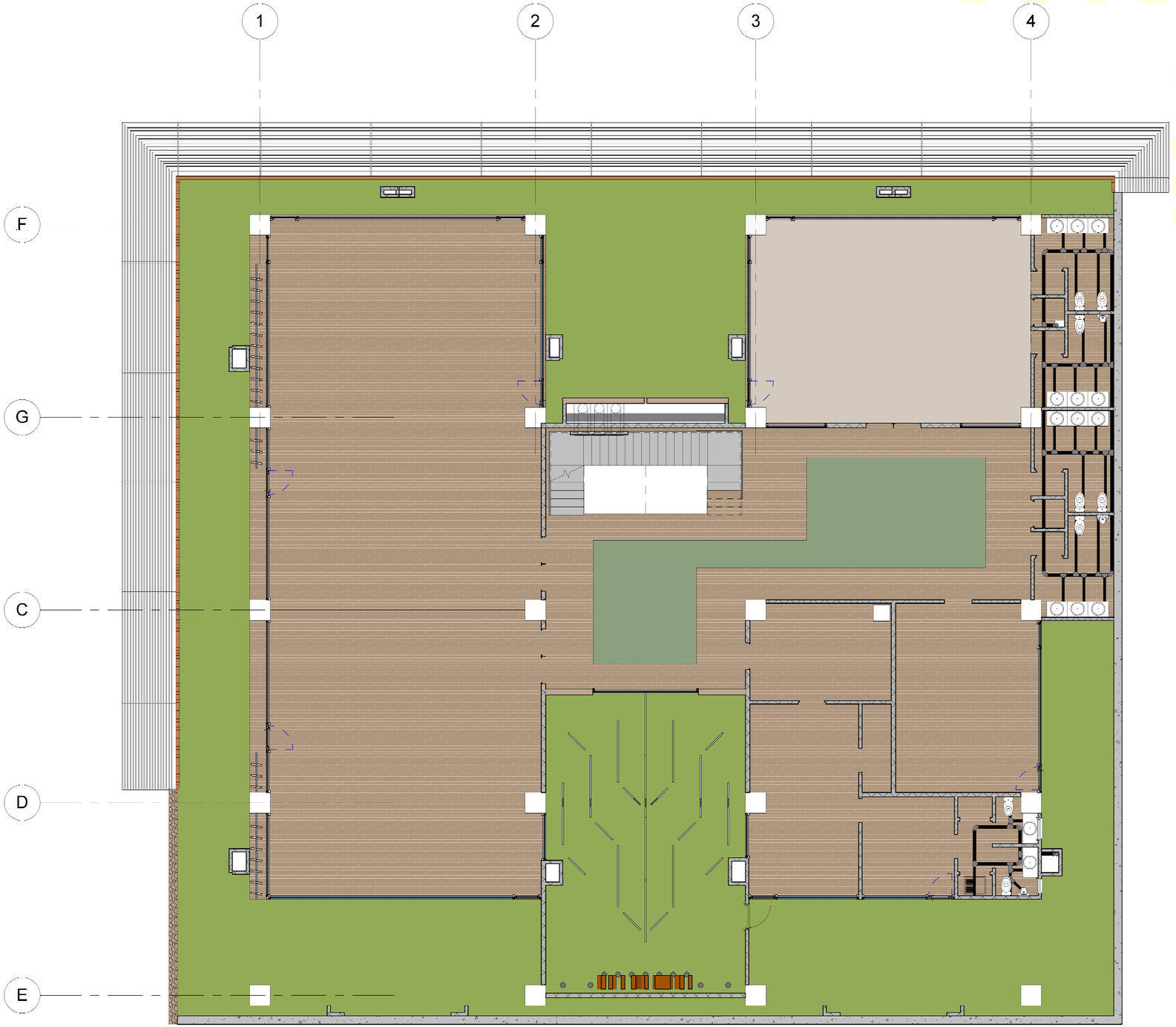


Ilustración 173: Diagrama de instalación de artefactos sanitarios y su abastecimiento de agua potable y tubería de drenajes. Fuete: www.regeplast.com

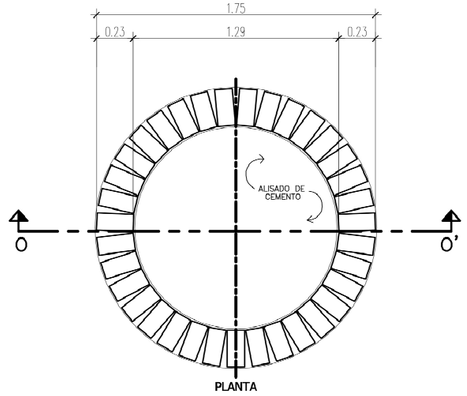




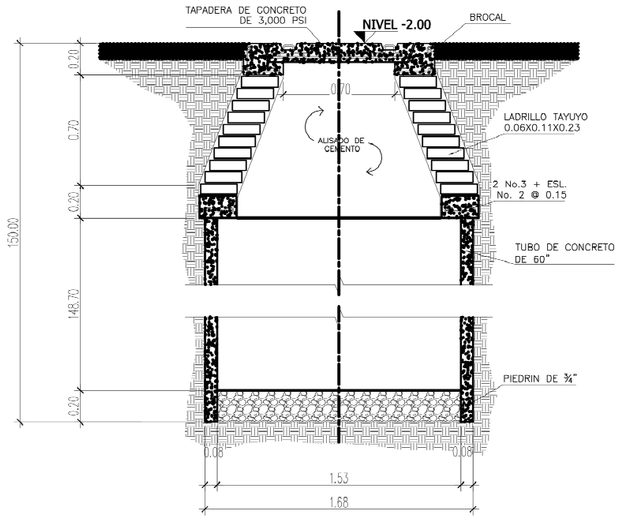
PLANTA DE LOBBY

INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE

0 5 10 m



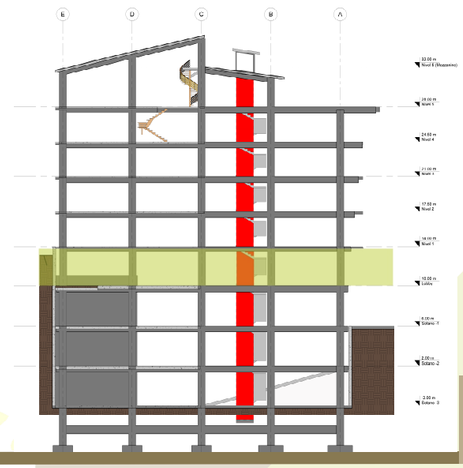
PLANTA

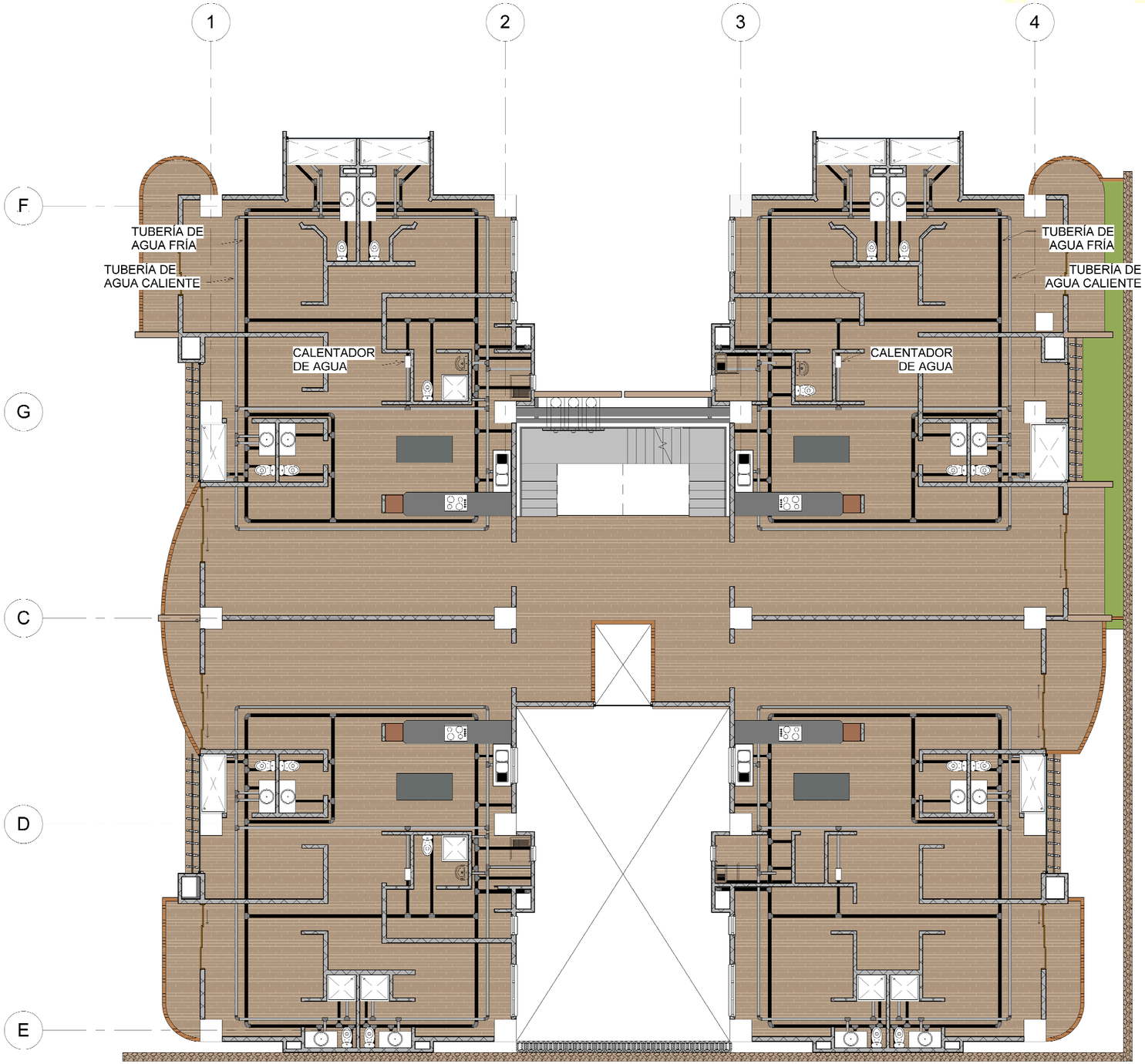


CORTE O-O'

DETALLES DE LOS POZOS DE AGUA

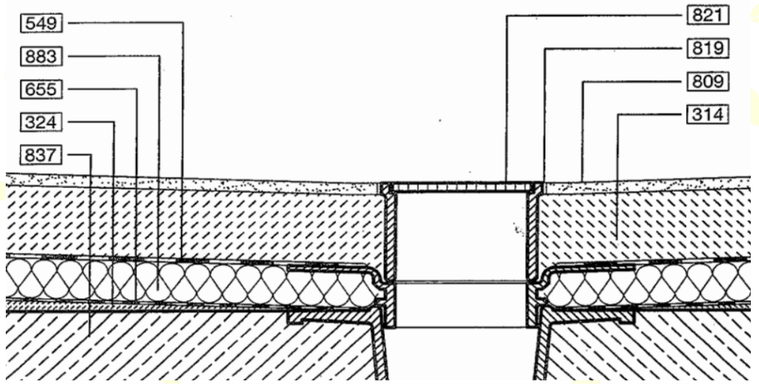
ESCALA 1/25





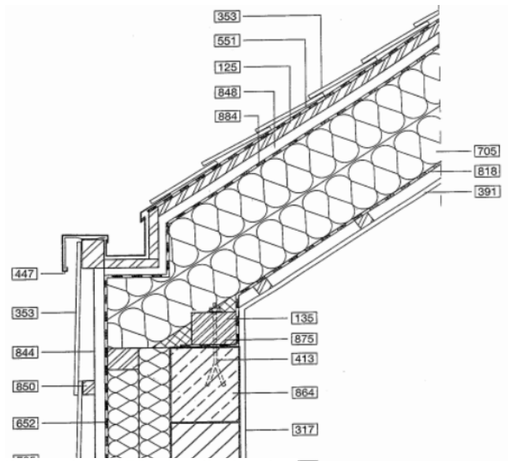
PLANTA DE NIVEL 1 AL 3

INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE



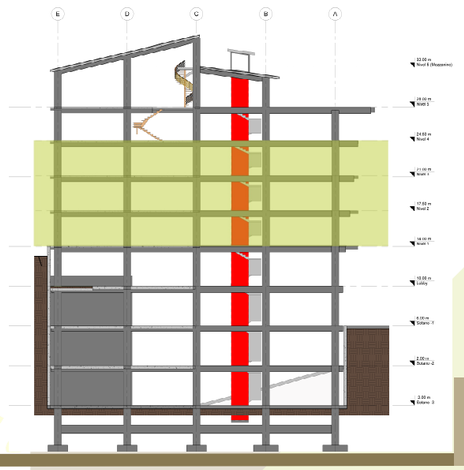
314 Capa de mortero
324 Mortero de pendientes
549 Lámina impermeable horizontal
655 Lámina de protección de polietileno
809 Pavimento
819 Junta de dilatación
821 Sumidero
837 Forjado
883 Manta acústica

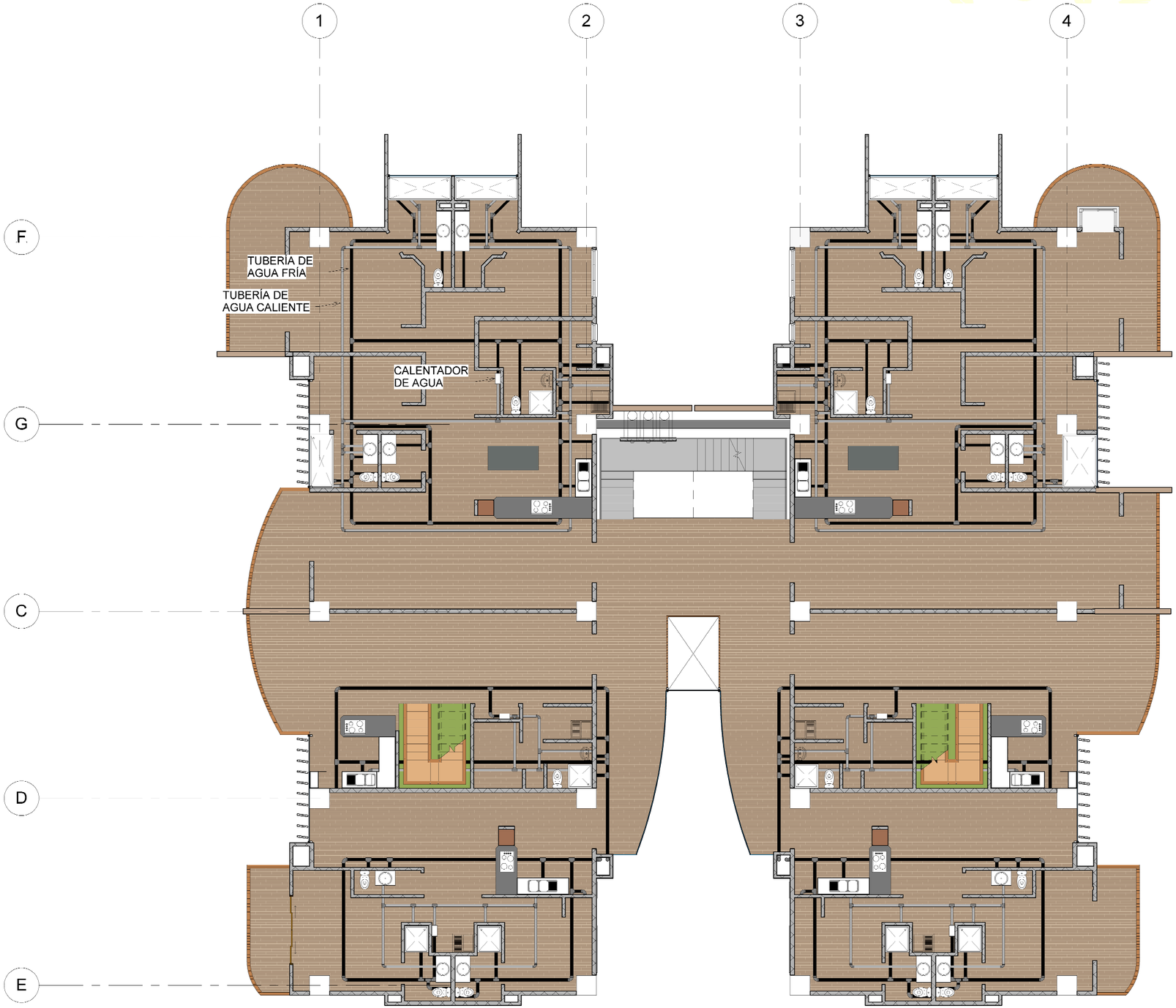
Ilustración 174: Detalle de captación de agua pluvial a finales de rampa y zona central del tercer sótano. Fuente: Atlas de detalles constructivos por Peter Beinhauer (Segunda Edición).



125 Tablero de densidad media (DM)
135 Durmiente
317 Revoque interior
353 Tablero de cemento con fibras
391 Panel de cartón yeso
413 Perfil de anclaje
447 Chapa de coronación
551 Lámina bituminosa sin protección
652 Lámina de polietileno
705 Lana de roca

Ilustración 175: La ilustración anterior es un ejemplo de la manera ideal para captación de agua pluvial en terrazas con acabado en madera. Conceptualmente se utiliza el mismo método de captación de agua pluvial en terrazas. Fuente: Atlas de detalles constructivos por Peter Beinhauer (Segunda Edición).





PLANTA DE NIVEL 4

INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE

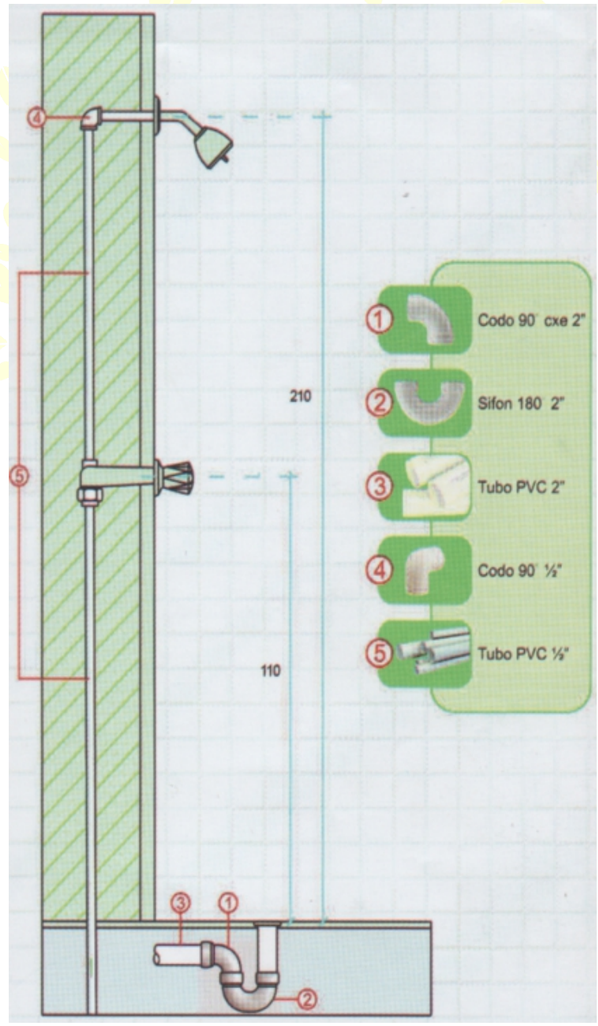
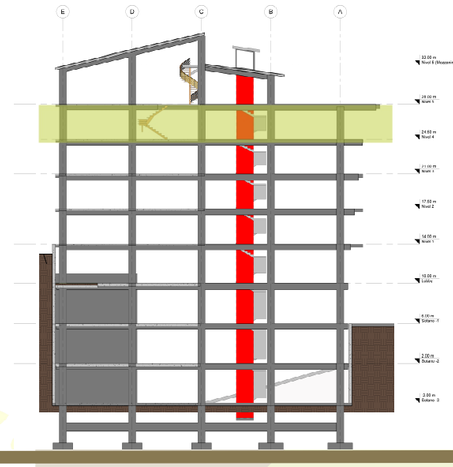
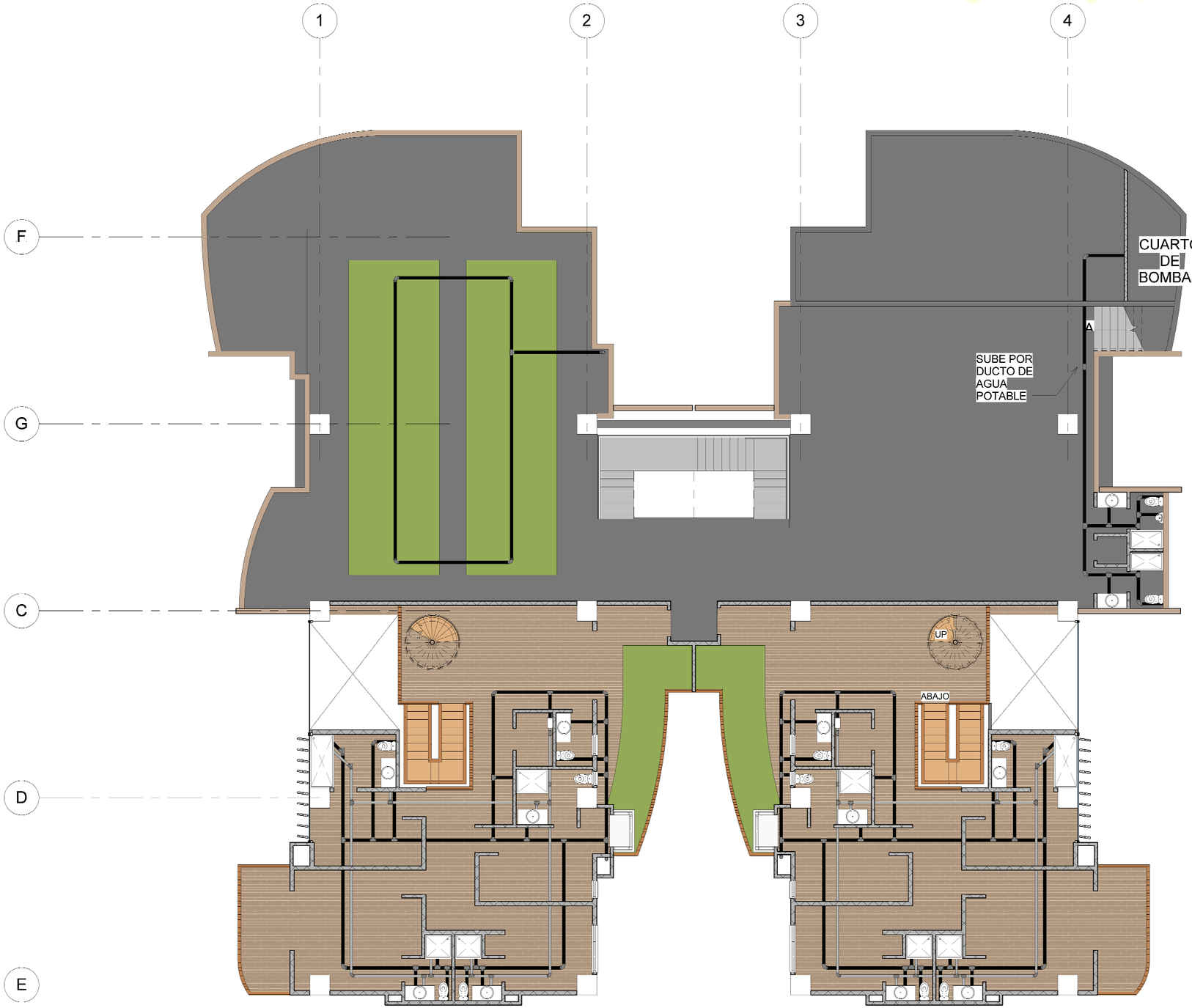


Ilustración 176: Diagrama de instalación de artefactos sanitarios y su abastecimiento de agua potable y tubería de drenajes. Fuete: www.regeplast.com





PLANTA DE NIVEL 5

INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE

0 5 10 m

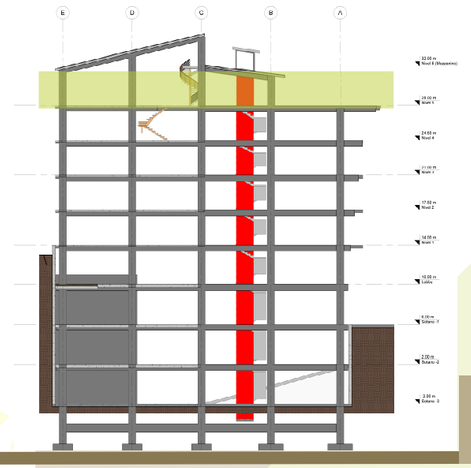
Cabe resaltar que en el proyecto se logra un ahorro de 40% en agua, gracias al uso de artefactos sanitarios que permiten asegurar el bajo consumo de agua como también la guía de prácticas para el mejor uso de los recursos enfocada para cada usuario.

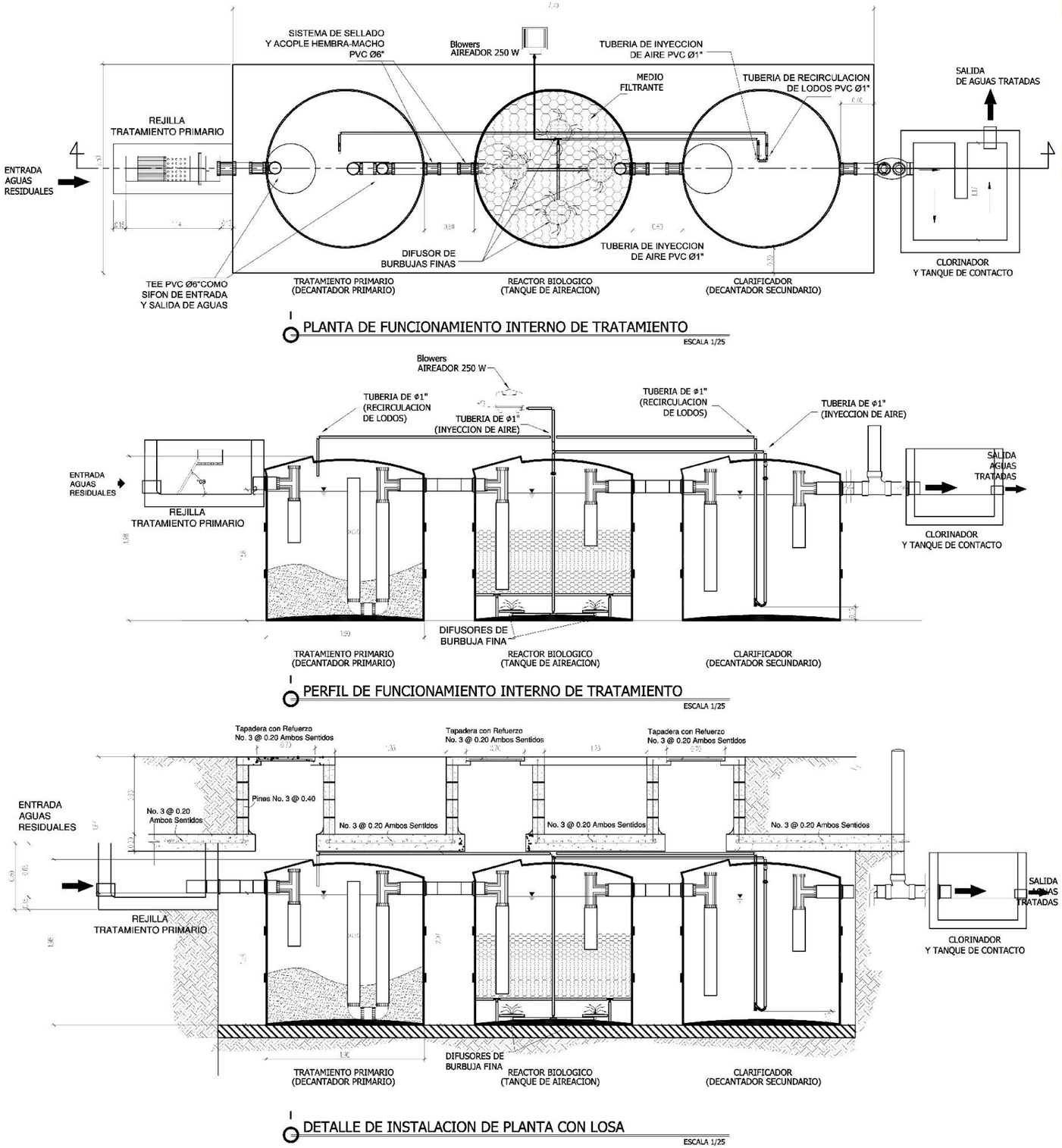






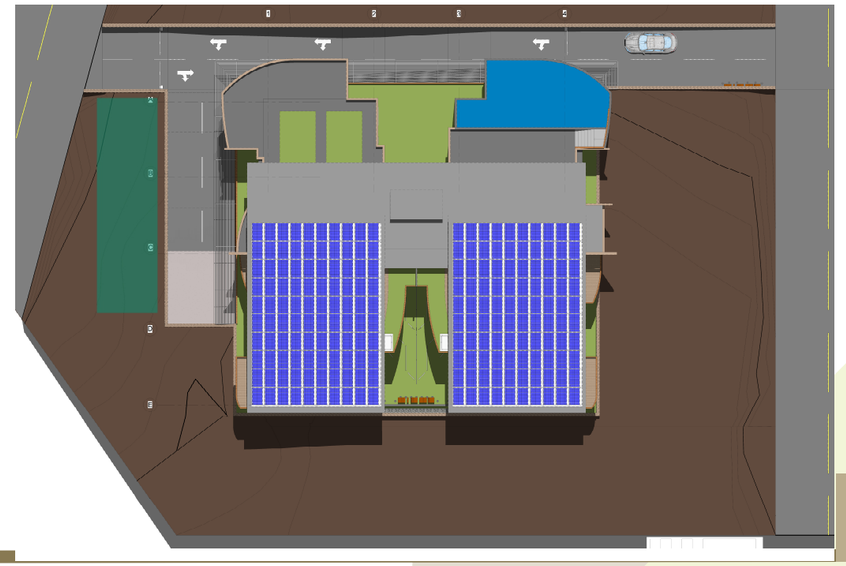
Ilustración 177: Artefactos de bajo consumo de agua, todos los elementos sanitarios utilizados en el proyecto deberán cumplir con esta característica. La imagen del lavamanos cuenta con un sensor de movimiento; en el caso de la regadera el agua se distribuye en partículas más pequeñas con la misma eficiencia y en el caso del inodoro hay un pequeño lavamanos en la tapadera del tanque para re utilizar esa agua en la descarga del inodoro. Hay variedad de ejemplos para la eficiencia en el consumo de agua. Fuente: http://www.ecologicbarna.com





El proyecto termina su ciclo de instalaciones hidráulicas en una planta de tratamiento aeróbica de tres cameras con una capacidad de proceso de 10 metros cúbicos en 24 horas. Este sistema de tratamiento de aguas residuales consta de tres cámaras, cada una para realizar un proceso específico. La primera cámara se le conoce como *decantador primario*, es acá donde ingresan las aguas negras y sus lodos para que los lodos sean separados del agua en la mayor parte posible, luego de haber pasado por una rejilla de separación de materiales sólidos. Una vez asentados los lodos, las aguas todavía negras con una menor cantidad de lodos ingresan al *tanque de aireación*, este método provocar una reacción biológica en los lodos restantes para que sean degradados de manera natural y acelerada. Al final de este proceso, las aguas negras ingresan al decantador secundario en su total mayoría libre de lodos, para que acá inicie un proceso de clarificación con el apoyo final de un tanque clorinador, es decir, que el agua al salir de la tercera cámara ingresa a este tanque y por medio de un contacto directo con pastillas de cloro se finaliza el proceso de tratamiento del agua para ser desfogada en un pozo de absorción en un 99.99% libre de contaminantes.

En el siguiente plano de emplazamiento se muestra la ubicación de la planta de tratamiento.



UNIDADES DE CONSUMO CIRCUITO PRINCIPAL (MÉTODO HUNTER) INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE

No.	CIRCUITO	CANTIDAD DE U.H.	TOTAL DE NIVELES	TOTAL DE U.H
1	SÓTANO -3 A -1	6	3	18
2	LOBBY	66	1	66
3	NIVEL 1 A 3	148	3	444
6	NIVEL 4	150	1	150
7	NIVEL 5	122	1	122
			TOTAL U.H.	**800**

PIE^3 / MINUTO	800
LITRO / MINUTO	22400
LITRO / SEGUNDO	376

GASTO PROBABLE (LITROS/SEGUNDO)	11.2
FACTOR DE SIMULTANIEDAD	0.6
CONSUMO MÁXIMO	6.72
	TUBERÍA DE 2-1/2"

CÁLCULO DE CISTERNA

DOTACIÓN (LITROS/PERSONA/DÍA)	250
No. DE PERSONAS	70
No. DE DÍAS	7
VOLUMEN DE AGUA (LITROS)	**122500**
VOLUMEN DE AGUA (M^3)	**122.5**

ÁREA (ALTURA 2 METROS)	61.25
VOLUMEN INTERNO (COLCHÓN DE AIRE)	140.875

CÁLCULO BOMBA CENTRÍFUGA (PRIMER TRAMO)

RECORRIDO MÁXIMO (MÉTROS)	40
CAUDAL (LITROS/SEGUNDO)	6.72
EFICIENCIA	75%
POTENCIA PRÁCTICA	**4.78**
BOMBA CENTRÍFUGA	**5 HP**

CÁLCULO TANQUE HIDRONEUMÁTICO

CAUDAL (GALONES/HORA)	6391.55
PRESIÓN PROMEDIO (LB/PULG^2)	40
CAPACIDAD (GALONES)	**1000**

UNIDADES DE CONSUMO UNIDAD IZQUIERDA (MÉTODO HUNTER) DRENAJES

No.	TIPO DE APARATO	CANTIDAD DE U.H.	TOTAL DE APARATOS	TOTAL DE U.H
1	INODORO CON TANQUE	4	2	8
2	LAVAMANOS	1	2	2
3	DUCHA (DOMÉSTICA)	2	2	4
4	LAVAPLATOS	2	0	0
5	LAVADORA	2	0	0
6	PILA	2	0	0
			TOTAL U.H.	**14**

RAMAL 1	14	**DIÁMETRO 3 PULG.**
RAMAL 2	28	**DIÁMETRO 3 PULG.**
RAMAL 3	42	**DIÁMETRO 3 PULG.**
RAMAL 4	56	**DIÁMETRO 3 PULG.**

UNIDADES DE CONSUMO UNIDAD DERECHA (MÉTODO HUNTER) DRENAJES

No.	TIPO DE APARATO	CANTIDAD DE U.H.	TOTAL DE APARATOS	TOTAL DE U.H
1	INODORO CON TANQUE	4	2	8
2	LAVAMANOS	1	2	2
3	DUCHA (DOMÉSTICA)	2	2	4
4	LAVAPLATOS	2	0	0
5	LAVADORA	2	0	0
6	PILA	2	0	0
			TOTAL U.H.	**14**

RAMAL 1	14	**DIÁMETRO 3 PULG.**
RAMAL 2	28	**DIÁMETRO 3 PULG.**
RAMAL 3	42	**DIÁMETRO 3 PULG.**
RAMAL 4	56	**DIÁMETRO 3 PULG.**

UNIDADES DE CONSUMO UNIDAD HORIZONTAL PENDIENTE 1 % (MÉTODO HUNTER)

RAMAL 5	140	**DIÁMETRO 4 PULG.**

Las tablas anteriores son las respectivas memorias de cálculo para obtener datos aproximados, pero certeros, de las dimensiones a utilizar en cada elemento que integra el sistema de instalaciones hidráulicas. Por este medio se obtienen dimensiones aproximadas de la cisterna, capacidades de la bomba centrífuga y del tanque hidroneumático y diámetros de tuberías de agua potable y de drenajes.

PRESUPUESTO

- Proyecto: Radix.
- Ubicación: Santa Catarina Pinula, Guatemala.
- Uso: Residencial.
- Volumen: 31,500.00 m^3.

PRESUPUESTO
CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO 'RADIX'
9,430.00 MTS^2

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL PRELIMINAR	COSTO TOTAL FINAL*
10	**COSTO DEL TERRENO**					**Q 373,085.00**
101	TERRENO	2,407.00	M2	Q 155.00	Q 373,085.00	*0.64%*
20	**COSTO DE LA EDIFICACIÓN**					**Q 48,062,492.53**
201	OBRA GRIS	8,800.00	M2	Q 1,705.80	Q 15,011,040.00	*25.72%*
202	ACABADOS	8,800.00	M2	Q 501.02	Q 4,408,976.00	*7.55%*
203	DRENAJES	6,675.00	M2	Q 264.57	Q 1,766,004.75	*3.03%*
204	AGUA POTABLE	6,675.00	M2	Q 1,092.13	Q 7,289,967.75	*12.49%*
205	ELECTRICIDAD	7,425.00	M2	Q 2,637.91	Q 19,586,504.03	*33.56%*
30	**COSTO DE URBANIZACIÓN Y TRABAJOS COMPLEMENTARIOS**					**Q 5,013,748.35**
301	MOVIMIENTO DE TIERRA	10,404.59	M3	Q 65.00	Q 676,298.35	*1.16%*
302	MURO SOIL NAILING	775.00	M2	Q 1,300.00	Q 1,007,500.00	*1.73%*
303	MURO PERIMETRAL	16.00	ML	Q 1,200.00	Q 19,200.00	*0.03%*
304	CALLES DE URBANIZACIÓN	600.00	M2	Q 700.00	Q 420,000.00	*0.72%*
305	POZO DE AGUA	2.00	UNIDAD	Q 360,000.00	Q 720,000.00	*1.23%*
306	POZO DE ABSORCIÓN	4.00	UNIDAD	Q 35,000.00	Q 140,000.00	*0.24%*
307	CISTERNA DE AGUA	1.00	UNIDAD	Q 120,000.00	Q 120,000.00	*0.21%*
308	PLANTA DE TRATAMIENTO	12.00	M3	Q 20,000.00	Q 240,000.00	*0.41%*
309	ELEVADORES	2.00	UNIDAD	Q 735,000.00	Q 1,470,000.00	*2.52%*
310	PISCINA	73.00	M2	Q 2,750.00	Q 200,750.00	*0.34%*
40	**COSTO DE LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN, ESTUDIOS Y TRAMITES LEGALES**					**Q 4,920,000.00**
401	LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN	1.00	GLOBAL	Q 100,000.00	Q 100,000.00	*0.17%*
402	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	1.00	GLOBAL	Q 65,000.00	Q 65,000.00	*0.11%*
403	ESTUDIO DE SUELOS	1.00	GLOBAL	Q 30,000.00	Q 30,000.00	*0.05%*
404	REGIMEN DE PROPIEDAD HORIZON	1.00	GLOBAL	Q 55,000.00	Q 55,000.00	*0.09%*
405	HONORARIOS PROFESIONALES INVOLUCRADOS	1.00	GLOBAL	Q 1,750,000.00	Q 1,750,000.00	*3.00%*
406	HONORARIO ARQUITECTO DISEÑADOR	1.00	GLOBAL	Q 2,920,000.00	Q 2,920,000.00	*5.00%*

** EN LA COLUMNA SE MUESTRA EL PORCENTAJE QUE REPRESENTA CADA RENGLÓN, SEGÚN EL COSTO FINAL DE CONSTRUCCIÓN.*

COSTO FINAL DE CONSTRUCCIÓN EN Q.	**Q 58,369,325.88**
COSTO FINAL DE CONSTRUCCIÓN EN $.	**$ 7,782,576.78**
COSTO POR METRO CUADRADO EN Q.	**Q 6,189.75**
COSTO POR METRO CUADRADO EN $.	**$ 825.30**

PLAN DE VENTA

UTILIDAD BRUTA DEL EDIFICIO 'RADIX'

9,430.00 MTS^2

9430

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL PRELIMINAR	COSTO TOTAL FINAL*
10	**PRUPUESTA DE VENTA DE LOS APARTAMENTOS**					**$ 11,790,000.00**
101	APARTAMENTO DE 90 M2	2.00	UNIDAD	$ 215,000.00	$ 430,000.00	***0.49%***
102	APARTAMENTO DE 165 M2	1.00	UNIDAD	$ 450,000.00	$ 450,000.00	***0.51%***
103	APARTAMENTO DE 170 M2	4.00	UNIDAD	$ 510,000.00	$ 2,040,000.00	***2.31%***
104	APARTAMENTO DE 175 M2	1.00	UNIDAD	$ 570,000.00	$ 570,000.00	***0.64%***
105	APARTAMENTO DE 180 M2	1.00	UNIDAD	$ 630,000.00	$ 630,000.00	***0.71%***
106	APARTAMENTO DE 185 M2	1.00	UNIDAD	$ 690,000.00	$ 690,000.00	***0.78%***
107	APARTAMENTO DE 190 M2	1.00	UNIDAD	$ 755,000.00	$ 755,000.00	***0.85%***
108	APARTAMENTO DE 195 M2	3.00	UNIDAD	$ 815,000.00	$ 2,445,000.00	***2.77%***
109	APARTAMENTO DE 200 M2	2.00	UNIDAD	$ 875,000.00	$ 1,750,000.00	***1.98%***
110	APARTAMENTO DE 295 M2	2.00	UNIDAD	$ 1,015,000.00	$ 2,030,000.00	***2.30%***

** EN LA COLUMNA SE MUESTRA EL PORCENTAJE QUE REPRESENTA CADA RENGLÓN, SEGÚN LA GANANCIA NETA.*

GANANCIA NETA DE VENTA EN Q.	**Q 88,425,000.00**
GANANCIA NETA DE VENTA EN $.	**$ 11,790,000.00**
(34%) UTILIDAD BRUTA DE VENTA EN Q.	**Q 30,055,674.13**
(34%) UTILIDAD BRUTA DE VENTA EN $.	**$ 4,007,423.22**

6. CONCLUSIONES

- El presente trabajo logra integrar la cantidad de información necesaria para ser considerado un documento de referencia para futuros proyectos dentro de los campos involucrados. Se cuentan con gráficos, datos oficiales e información respaldada para mantener un enfoque educativo respectivos al tema de proyección residencial y arquitectura sostenible.
- Este proyecto de grado se considera un anteproyecto arquitectónico, a pesar de esto se cumple con un respaldo estructural de pre-cálculo para fundamentar la propuesta, más no así, se desarrolla información de instalaciones eléctricas, especiales o información profunda en el área estructural.
- Con los datos que se muestran en todo el desarrollo del trabajo, se crea concientización ambiental para que futuras generaciones logren disfrutar de los mismos recursos naturales que hoy en día se tienen.
- Los métodos necesarios para crear un proyecto sostenible requieren una inversión considerable para inversionistas por el tipo de tecnología que se utiliza.
- La propuesta, Radix, agrupa varias características que involucran un desarrollo social, económico y ambiental, pudiendo clasificar la edificación como un edificio sostenible.
- Radix se dirige a una clase socioeconómica alta, porque este proyecto es totalmente rentable por cumplir con todas las características de diseño y de confort que requiere el grupo objetivo al que va enfocado.



Ilustración 178: Vista del lobby del edificio, saliendo del elevador de aaceso desde el parqueo de visitas. Fuente: Propia.



Ilustración 179: Vista de la sala de espera, el ingreso al área de gimnasio y al fondo se ve el ingreso a los baños de visitas. Fuente: Propia.

7. GLOSARIO

1. American Concrete Institute (ACI): el Instituto Americano de Concreto, es una organización fundada en 1904 y que, a lo largo de su historia se ha dedica a desarrollar normas para la construcción técnica de estructuras en concreto reforzado. Actualmente su cede centras se ubica en Farmington Hills, Michigan, USA.
2. Anteproyecto: se le conoce así, dentro del campo de la arquitectura, al conjunto de trabajos preliminares utilizados para estudiar el comportamiento del edificio en relación a su entorno físico, demográfico, económico, socio-cultural y tecnológico.

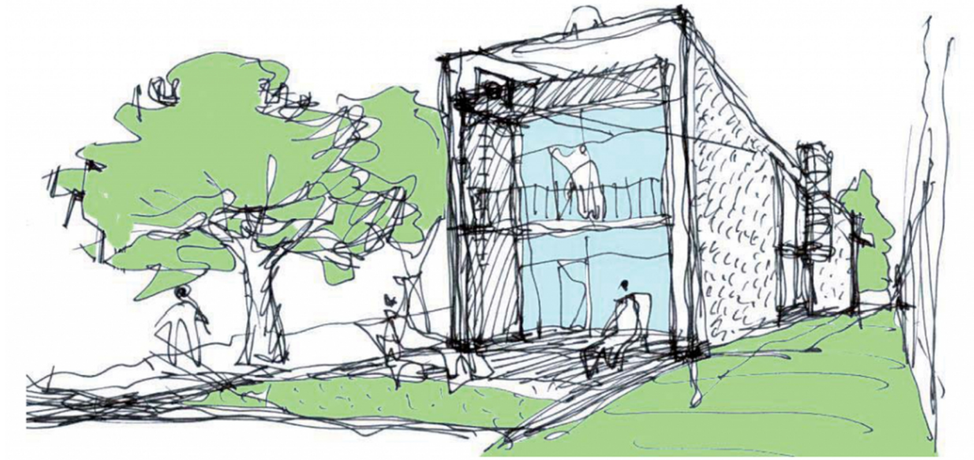


Ilustración 180: Ilustración de estudio durante un trabajo de anteproyecto. Fuente: http://mm-arquitectura.com/?p=3267

3. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES): organización guatemalteca que brinda normas de seguridad estructural para edificaciones.
4. Brutalismo: corriente arquitectónica que surgió en el siglo XX, este movimiento enfatiza la naturaleza de los materiales y sus elementos estructurales.



Ilustración 181: Ejemplo de la corriente arquitectónica brutalista, la Biblioteca de Geisel de la Universidad de California en San Diego. Fuente: http://arqbrutalista.blogspot.com/2013/04/estructuras-iv.html

5. Cámara Guatemalteca de la Construcción (CGC): entidad que representa el sector de la construcción en Guatemala a nivel nacional e internacional, fue fundada en 1971.
6. Ciclo de vida del proyecto: se considera que el ciclo de vida de un proyecto arquitectónico son todas las fases que existen desde el momento en que se concibe la idea hasta que sea derribado en su totalidad.



Ilustración 183: Gráfico explicando el ciclo de vida de un edificio. Fuente: http://spara.es/ecodiseno/ciclo-de-vida/

7. Circulación: es el tránsito peatonal o vehicular dentro de los espacios públicos destinados para cada acción, en la circulación peatonal comúnmente se divide en dos: circulación horizontal y circulación vertical.

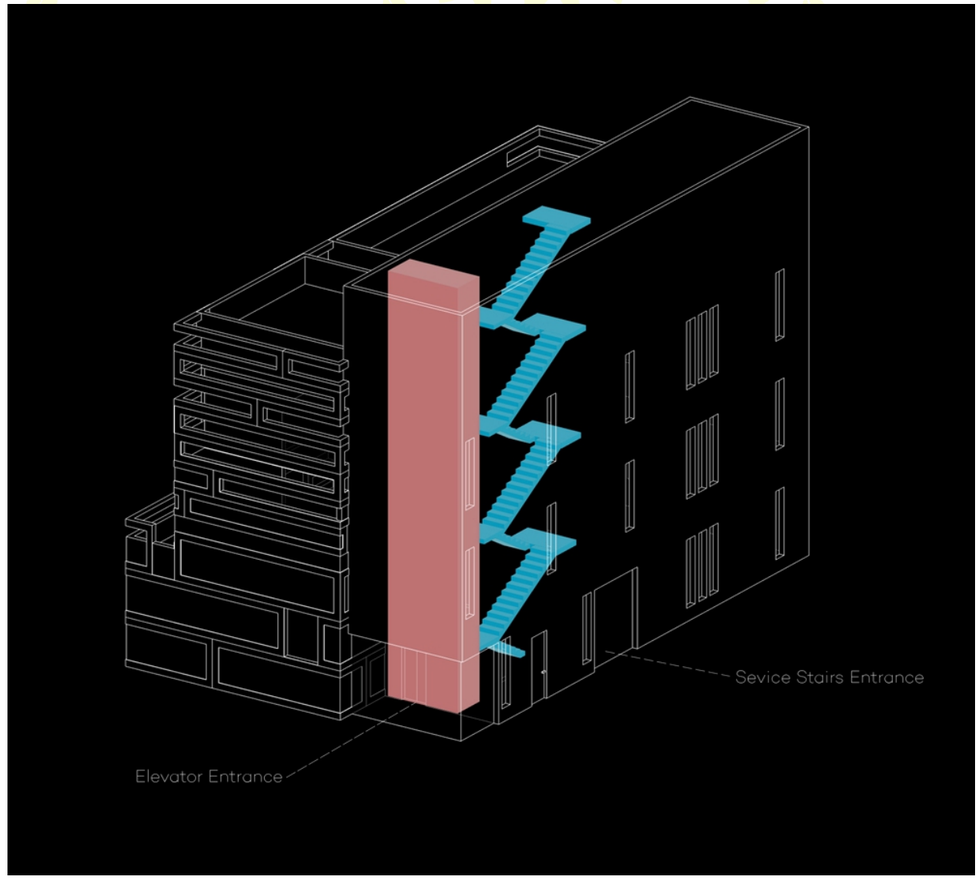


Ilustración 182: Ilustración resaltando la circulación vertical de un edifcio y los elementos utilziados para este tipo de movimiento, en rojo un conjunto de elevadores y en azul un módulo de gradas. Fuente: https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/888148/casa-altruista-massive-order/5a5d81f0f197cc8f52000167-altruistic-house-massive-order-vertical-circulation-diagram

8. Celosía: este elemento es utilizado como método para evitar la radiación solar que afecten espacios interiores en alguna

edificación, estas mallas tienen cualquier tipo de forma, puede ser reticular, y se produce en cualquier material, puede ser en madera.

9. Cotas invert: son las cotas verticales que determinan la distancia de la entrada y salida de las tuberías desde el nivel de piso terminado 0.00 metros.

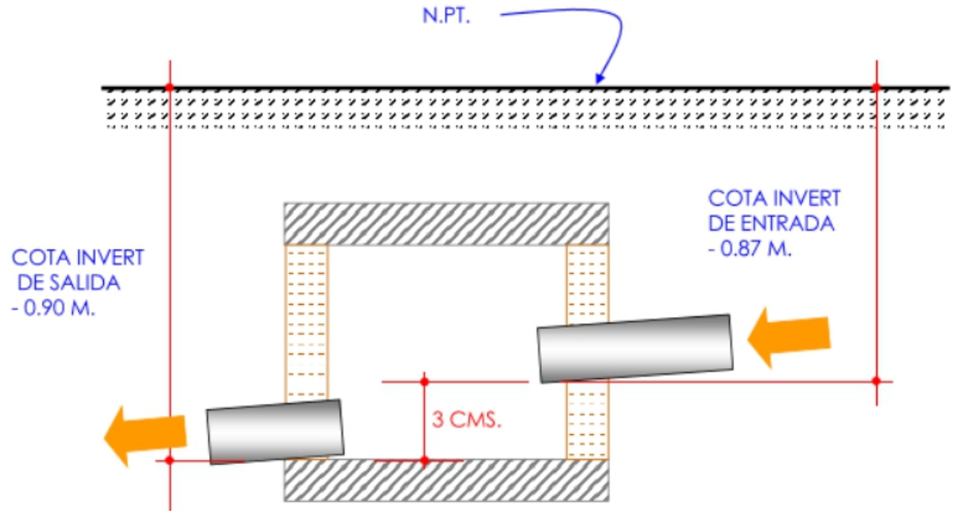


Ilustración 184: Ilustración de explicación de las cotas invert. Fuente: Arq. Luis Fernando Ruano

10. Deslumbramiento: el efecto provocado por el exceso de brillo o un destello repentino, en donde se llega a turbar el sentido de la vista.

11. Escala de Mercalli: nivel escalar sísmico escrito en números romanos y que se utiliza para calificar los daños causados a diversas estructuras a partir de la intensidad del terremoto.
12. Escala de Richter: escala utilizada sismológicamente para registrar numéricamente la intensidad de energía liberada por un terremoto.
13. Estidama: sinónimo de sostenibilidad en lengua árabe.
14. Fachada: todo el contorno exterior de un edificio, generalmente se refiere a la elevación de ingreso principal.



Ilustración 185: Fachada principal de una casa. Fuente: http://fachadadecasasmodernas.blogspot.com/2017/03/fachadas-de-casas-pequenas-de-dos-pisos.html

15. Ganancia solar: es un método pasivo por el cual un objeto aumenta la temperatura de calor por el hecho de ser expuesto a la radiación solar directa.

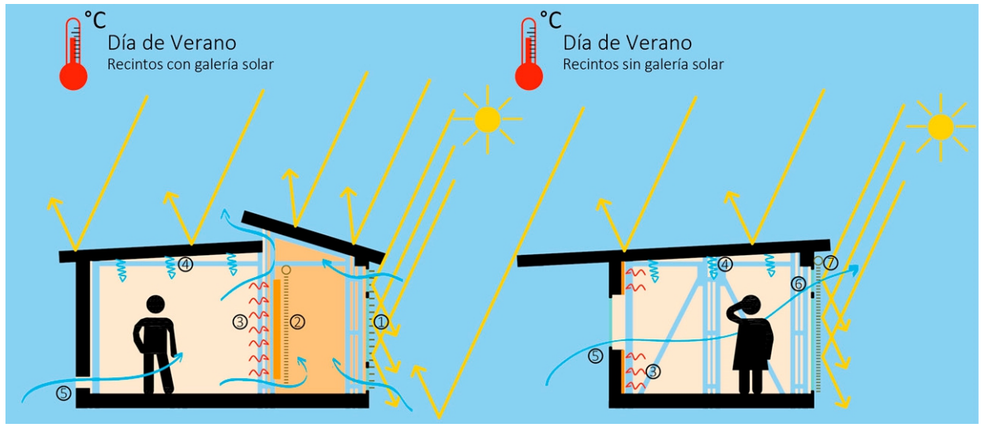


Ilustración 186: La ganancia solar se muestra como efecto del impacto solar, en la imagen se muestra una posible solución arquitectónica al problema. Fuente: https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-328034/equipo-de-la-utfsm-representara-a-chile-en-el-proximo-decatlon-solar-europa-2014

16. Grupo objetivo: se le llama así a un grupo de personas que tienen como común denominador ciertas características que los hacen ideales para cierto producto a servicio.
17. Guatemalan Green Building Council (GGBC): organización no lucrativa que busca promover el diseño y construcción sostenible.
18. Impacto ambiental: es la consecuencia provocada al medio ambiente generada por cualquier acción humana, esta puede ser positiva o negativa.
19. Impacto solar: el efecto de recibir la radiación solar constantemente sobre un objeto, arquitectónicamente generalmente este se ve reflejado sobre el techo o la fachada de una edificación.
20. Índice mensual de actividad en la construcción (IMACON): estadísticas que muestran un índice mensual sobre la actividad del sector constructivo.
21. Iniciativa de Masdar: es una ciudad ecológica en construcción de los Emiratos Árabes Unidos. Su principal fuente de energía será la energía solar y se planta a ser también autoabastecida.



Ilustración 187: Imagen de lo que será la ciudad moderna de Masdar en los Emiratos Árabes Unidos, por Norman Foster + Partners. Fuente: https://www.fosterandpartners.com/es/projects/masdar-city/

22. Leadership in Energy & Environmental Design (LEED): es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council).

23. Lucernario: es una ventana que se ubica en el techo de cualquier tipo de habitación, con el fin de iluminar naturalmente el espacio o para ayudar a la ventilación del mismo. La palabra claraboya es un sinónimo conocido en arquitectura.



Ilustración 188: Lucernario en un edificio. Fuente: http://www.arquitecturadelvidrio.com/

24. Mashrabiya: es el término árabe que se refiere a un tipo de ventana saliente tipo oriel incluida con la celosía tallada. El "mashrabiya" es un elemento de la arquitectura árabe tradicional utilizada desde la Edad Media hasta mediados del siglo para sombreado en red.

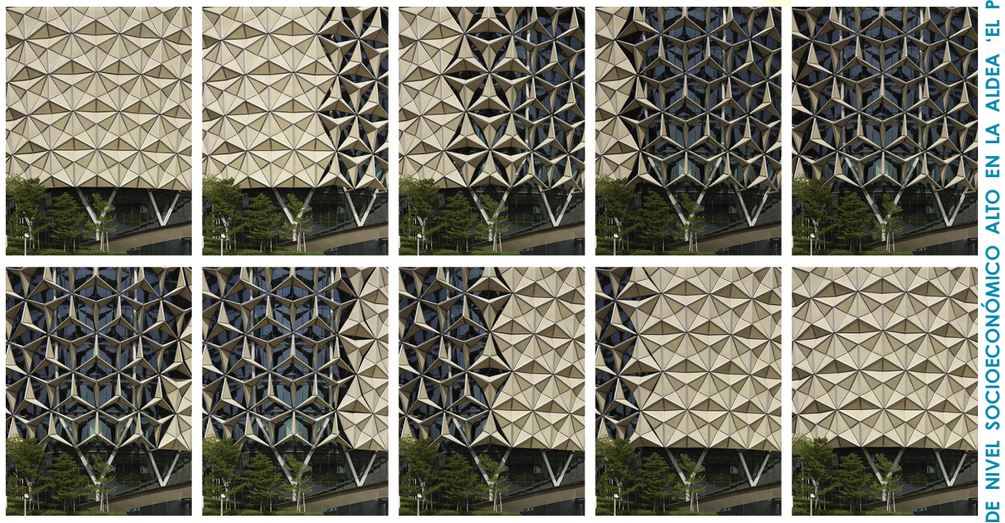


Ilustración 189: Funcionamiento de la "mashrabiya" en el caso del proyecto Torres Al Bahar, presentado en el capítulo de casos análogos. Fuente: https://www.archdaily.com/510226/light-matters-mashrabiyas-translating-tradition-into-dynamic-facades

25. Minergie-P-Eco: etiqueta que se utiliza en nuevas construcciones de consumo mínimo de energía, estos edificios buscan incluso menos consumo que en el estándar MINERGIE.

26. Modernismo: es un movimiento arquitectónico que nace en Alemania a principios del siglo XX. En Guatemala marcó la

ruptura de lo tradicional con la arquitectura. El concepto de arquitectura moderna es entendido como algo estilístico y no cronológico, porque se caracteriza por lo simple de su forma, en cuanto a la ausencia de ornamentación e influido por la estética de las referencias de las tendencias del denominado arte moderno.



Ilustración 190: El centro financiero de Guatemala, lugar ejemplar del modernismo guatemalteco; en la imagen se observa el Crédito Hipotecario Nacional (derecha) y el Banco de Guatemala (izquierda) Fuente: https://lugardemuchosarboles.wordpress.com/tag/ciudad-de-guatemala/

27. Nivel socioeconómico: clasificación por segmentos de un grupo de personas individuales o familiares, basado en su nivel de educación, ocupación y patrimonio económico.
28. Norma SIA 181: es un reglamento suizo enfocado a la protección acústica de los edificios.
29. Panel fotovoltaico: se les conoce como paneles solares, estos aparatos se utilizan para transformar la energía solar en energía eléctrica a través de celdas fotovoltaicas distribuidas a lo largo de este panel.



Ilustración 191: Conjunto de paneles fotovoltaicos o también conocidos como paneles solares. Fuente: http://energiaydesarrollo.com/diferencia-entre-celda-modulo-panel-y-arreglo-fotovoltaico/

30. Parteluz: un tipo de columna esbelta o delgada, que se repite de manera lineal con el fin de reducir el impacto solar en espacios interiores.



Ilustración 192: Edificio con parteluces en una de sus fachadas: Fuente: http://worktrait.com/landaarquitectos/proyecto/607/uiac

31. Piscina infinita: este tipo de piscina produce un efecto visual para aparentar que el agua se extiende en el horizonte sin final alguno.



Ilustración 193: Ejemplo de piscina infinita. Fuente: http://www.canexel.es/blog/infinity-pool-la-piscina-mas-espectacular/

32. Planta arquitectónica: se proyecta en arquitectura como una representación horizontal de dos dimensiones de la distribución de los espacios interiores de una edificación, en relación a sus elementos internos que compone cada espacio. Con el fin de

estudiar su funcionalidad y también su conexión con el diseño volumétrico de la propuesta.



Ilustración 194: Ejemplo de una planta arquitectónica. Fuente: http://amtrane.blogspot.com/2014/04/planta-arquitectonica.html

33. Rentabilidad: es la relación directa que existe entre el beneficio económico que proporciona un servicio o producto con la inversión que se utilizó para llevar este a cabo. Generalmente se hacen estudios para analizar si la producción final del servicio o producto es mayor al capital invertido para concretar la idea.

34. Segmento de mercado: en mercadotecnia, es el efecto de dividir en secciones menores a un grupo de personas a partir de las variables o características que tengan influencia en la decisión final de compra o adquisición de un servicio, como, por ejemplo, estatus socioeconómico.

35. Soil nailing: esta técnica estructural provisional o permanente, se utiliza con el fin de contener y reforzar áreas de tierra que pueden ser afectas a un deslizamiento. Este método reduce considerablemente los tiempos de ejecución y es común que sea utilizado en construcciones donde excavaciones de gran escala provocan áreas verticales de tierra muy amplias que son susceptibles a derrumbarse por la fuerza de empuje que genera el peso de la tierra.

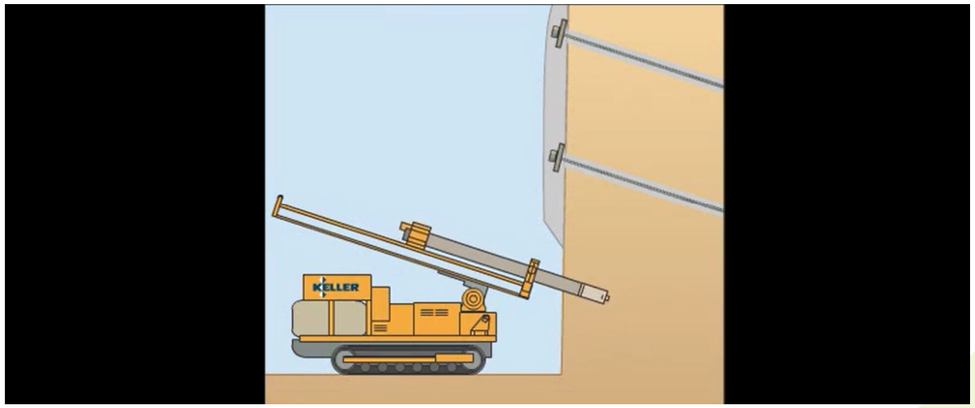


Ilustración 195: Explicación de cómo se construye y utiliza el sistema soil nailing. Fuente: https://www.keller-cimentaciones.com/soil-nailing/.

36. Uso de suelo: esto se refiere a los eventos o acciones que se llevan a cabo en determinada área de tierra. Este es un control utilizado municipalmente para regular las prácticas comerciales, residenciales o industriales que se realizan en zonas definidas

37. Vanguardismo: en arquitectura, se les conoce así a las propuestas que buscan innovar o renovar, que tienen muestras de avances en tecnología para tener un proyecto más eficiente en beneficio del usuario y del medio ambiente.



Ilustración 196: Propuesta vanguardista por el grupo chino MAD, este proyecto se ubica en Mississauga, Canadá. Fuente: http://equipodosac.weebly.com/historia-y-definicion.html

38. Ventilación cruzada: este concepto de arquitectura bioclimática, es un método natural en donde la orientación de la edificación permite aprovechar el viento para lo que sea necesario.

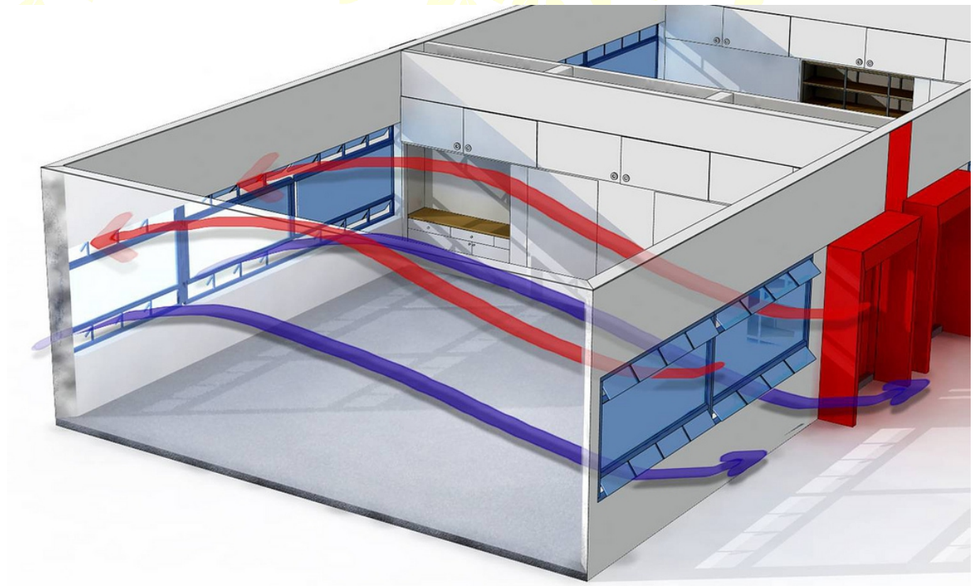


Ilustración 197: Ilustración que explica como el viento ingresa de forma cruzada en el edificio, para reducir así la temperatura del interior. Fuente: https://www.flickr.com/photos/arquitecturas/2412341100

39. Voladizo: se le conoce así por ser un elemento que sobresale y pareciera que vuela, metafóricamente, esto en relación al resto de la estructura.

40. Volumetría: este es un término arquitectónico utilizado que hace referencia a la propuesta en tres dimensiones del volumen de una edificación.

8. FUENTES DE INFORMACIÓN Y CONSULTA

ACI. (2017). *American Concrete Institute*. Obtenido de https://www.concrete.org/

Aedas vía CTBUH. (2017). *The Skycraper Center*. Obtenido de CTBUH (Council on Tall Buildings and Urban Habitat): http://skyscrapercenter.com/building/id/9129

AGIES. (2017). *Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica*. Obtenido de https://www.agies.org/

Anónimo. (2017). *Wikiarquitectura*. Obtenido de https://es.wikiarquitectura.com/edificio/Torres-Al-Bahar/

Arquitectura Sotenible. (2017). *Arquitectura Sotenible*. Obtenido de Certificación: http://www.arquitecturasostenible.org/certificacion/

Asociación Española para la Calidad (AEC). (2017). *Arquitectura sostenible*. Obtenido de https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/arquitectura-sostenible

BANGUAT. (2017). *Banco de Guatemala*. Obtenido de http://www.banguat.gob.gt/

Behnisch Architekten. (2017). *Behnisch Architekten*. Obtenido de http://behnisch.com/work/projects/0349

CADIG. (2017). *Cámara de Administración Inmobiliaria de Guatemala*. Obtenido de http://www.cadig.net/

Cambiaso, F. (2017). *Alchimag*. Obtenido de Svizzera: l'eco-condominio certificato Minergie-P-Eco: https://alchimag.net/architettura/bioedilizia/svizzera-leco-condominio-certificato-minergie-p-eco/

Casa, L. M. (s.f.). *Xavier Fonseca.* Mexico: Pax Mexico.

CCBRG. (2017). *Cámara de Corredores de Bienes Raices de Guatemala*. Obtenido de http://www.ccbrg.com/

CGC. (2017). *Cámara Guatemalteca de la Construcción*. Obtenido de http://www.construguate.com/

Chin, F. (2002). *Formas, Espacio y Orden.* Mexico: GG.

CTBUH, T. M. (2017). *The Skycraper Center*. Obtenido de CTBUH (Council on Tall Buildings and Urban Habitat): http://skyscrapercenter.com/building/id/9129

Definicion.de. (2018). *Definición de vivienda unifamiliar*. Obtenido de https://definicion.de/vivienda-unifamiliar/

Ecolabel Index. (2017). *Ecolabel Index*. Obtenido de Minergie-P: http://www.ecolabelindex.com/ecolabel/minergie-p

El Siglo. (2017). *Siglo 21*. Obtenido de http://s21.gt/

EMPAGUA. (2017). *Empresa Municipal de Agua*. Obtenido de http://www.muniguate.com/muni/entidades-municipales/empagua/

Forum Zona Viva. (2017). *Forum Zona Viva*. Obtenido de http://www.forumzonaviva.com/

GGBC. (2017). *Guatemalan Green Building Coucil*. Obtenido de http://www.guatemalagbc.org/

GGBC. (s.f.). *Guatemalan Green Building Council*. Obtenido de http://www.guatemalagbc.org/

Guatemala Mi Pais. (s.f.). *Cuál es la extensión territorial de Guatemala*. Obtenido de http://guatemalamipais.com/extension-territorial-de-guatemala

Halle 58 Architekten GmbH. (2017). *Halle 58 Architekten GmbH*. Obtenido de http://www.halle58.ch/projekte/neubauten/wohnhaus-gebhartstrasse-liebefeld/

Halle 58 Architekten GmbH. (2017). *Plataforma Arquitectura*. Obtenido de http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-49370/edificio-gebhartstrasse-halle-58-architekten

Hernández, M. (06 de Enero de 2016). Población supera los 17.1 millones. *Prensa Libre*.

INE. (2017). *Instituto Nacional de Estadísticas*. Obtenido de https://www.ine.gob.gt

INGUAT. (2017). *Instituto Guatemalteco de Turismo*. Obtenido de http://www.inguat.gob.gt/inicio.php

INSIVUMEH. (2017). *Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología*. Obtenido de http://www.insivumeh.gob.gt/

Juana Libedinsky; La Nación (Argentina). (22 de enero de 2011). *El Tiempo.* Obtenido de Normal Foster: imaginar el futuro: http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-4354714

Kwikset. (s.f.). *Electronic Locks*. Obtenido de https://www.kwikset.com/products/categories/electronic-locks.aspx3

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). (2017). *LEED*. Obtenido de http://www.usgbc.org/leed

Maps of World. (s.f.). *Guatemala Latitude and Longitude Map*. Obtenido de https://www.mapsofworld.com/lat_long/guatemala-lat-long.html

MARN. (2017). *Ministerio de Ambientes y Recursos Naturales*. Obtenido de http://www.marn.gob.sv/

Mas De Arte. (07 de Agosto de 2018). *La instalación como creación en el espacio: características, tipos y casos*. Obtenido de http://masdearte.com/especiales/la-instalacion-como-creacion-en-el-espacio-caracteristicas-tipos-y-casos/

MINFIN. (2017). *Ministerio de Finanzas Públicas*. Obtenido de http://www.minfin.gob.gt/

Moore, F. (2001). *Comprensión de las estructuras en arquitectura.* México: McGraw Hill.

Municipalidad de Santa Catarina Pinula. (2017). *Documentos*. Obtenido de http://scp.gob.gt/documentos/#1488949221945-f55a7f2f-d0f7

Neufert, E. (1992). *Arte de Proyectar en Arquitectura.* Barcelona: Gustavo Gili, S.A.

ORBIT. (s.f.). *Orbit Irrigation*. Obtenido de https://www.orbitonline.com/

OZOM. (s.f.). *Catálogo*. Obtenido de https://ozom.com/es/catalogo/categorias/mas

Rocha-Tamayo, E. (2017). *Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA.* Obtenido de Dialnet: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3983370.pdf

SCP. (2017). *Municipalidad de Santa Catarina Pinula*. Obtenido de http://scp.gob.gt/

Studio Domus. (2017). *Studio Domus*. Obtenido de http://www.studiodomus.com/forum-zona-viva/xin6tuimyrsuybapwp6fpgrlbis870

Studio Domus Architecture. (2017). *Studio Domus*. Obtenido de Studio Domus: Arquitectura de Vanguardia Guatemala y Centroamérica: http://www.studiodomus.com/modus/2015/8/28/arquitectura-de-vanguardia-en-guatemala-y-la-regin-de-centroamrica

TP-LINK. (s.f.). *WiFi Networking Equipment*. Obtenido de https://www.tp-link.com/us/

Twenergy. (2017). *Arquitectura sostenible*. Obtenido de https://twenergy.com/sostenibilidad/arquitectura-sostenible

Universidad Rafael Landívar. (2011). *Temáticas Proyectuales 2012.* Ciudad de Guatemala: Cara Parens.

Zelnik, J. P. (s.f.). *Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores.*

Zyxel. (s.f.). *Zyxel*. Obtenido de https://www.zyxel.com/us/en/products_services/home.shtml?t=s