

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1976.

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano
Maestría en Proyectos y Edificación Sustentables



INTEGRACIÓN DE ESTRATEGIAS DE DISEÑO SUSTENTABLE EN EDIFICACIONES VERTICALES DE USO MIXTO EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA.

TRABAJO RECEPCIONAL que para obtener el **GRADO** de
MAESTRA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES

Presenta: **ING. ARQ. SUSANA CORTÉS ARECHAVALA**

Tutor **MTRO. OSCAR HUMBERTO CASTRO MERCADO**

Tlaquepaque, Jalisco. Diciembre de 2019.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia, agradezco el apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme facilitado la beca para poder realizar mis estudios de Maestría en Proyectos y Edificación Sustentables en el ITESO.

Así mismo, agradezco infinitamente a los académicos e invitados en las sesiones de cada clase por sus valiosos conocimientos compartidos y un agradecimiento en especial a mi tutor Oscar Humberto Castro Mercado por sus aportaciones y consejos para mejorar el aprendizaje a lo largo de todo el posgrado.

Por último, agradezco a Dios por brindarme paciencia y perseverancia para poder concluir con este arduo proceso y a mi familia por siempre acompañarme y animarme en el camino.

INTEGRACIÓN DE ESTRATEGIAS DE DISEÑO SUSTENTABLE EN EDIFICACIONES VERTICALES DE USO MIXTO EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

RESUMEN

El presente Trabajo de Obtención de Grado tiene como objetivo: diseñar un proyecto de edificación vertical de alta densidad con uso de suelo mixto en Guadalajara donde se implementen estrategias de diseño que tomen en cuenta los tres pilares de la sustentabilidad.

La problemática que se busca resolver es disminuir la expansión de la mancha urbana que resulta de construir desarrollos de vivienda dispersos, la falta de infraestructura y equipamiento de dichos desarrollos, el cambio de uso de suelo periurbano y los impactos que resultan del aumento de viajes para desplazarse de la vivienda construida en la periferia hacia las zonas centrales de la ciudad donde se localizan fuentes de trabajo, servicios y equipamiento.

La propuesta de solución que se presenta plantea el desarrollo de un proyecto arquitectónico de alta densidad en donde se implementan la utilización de sistemas constructivos adecuados, estrategias de diseño ambiental y el uso de tecnologías adecuadas que sirvan como ejemplo para futuros proyectos arquitectónicos con características sustentables.

PALABRAS CLAVE

Edificaciones verticales, uso mixto, sistemas constructivos adecuados, arquitectura sustentable, eco tecnologías.

ÍNDICE

1. PLANTEAMIENTO DEL TEMA	6
1.1 Delimitación del objeto de desarrollo o innovación.....	6
1.2 Descripción de la situación-problema.....	7-8
1.2.1 Dispersión de la construcción de vivienda nueva.....	9-11
1.2.2 Desplazamiento de grandes distancias.....	11-14
1.2.3 Altos costos de predios en el núcleo de la ciudad.....	14-17
1.2.4 Afectaciones al medioambiente.....	17-19
1.2.5 Déficit de espacios públicos y áreas verdes.....	19-21
1.2.6 Retos de las edificaciones de alta densidad.....	21-22
1.3 Importancia del proyecto: justificación y pertinencia	23-24
2. MARCO CONTEXTUAL Y MARCO CONCEPTUAL.....	25
2.1 Antecedentes empíricos del tema	25
2.1.1. Antecedentes del crecimiento urbano	25-28
2.1.2. Casos de éxito en materia de edificaciones, alta densidad y usos múltiples en las ciudades	29-36
2.1.3. Modelos de proyectos de usos mixtos sustentables existentes	36-37
2.1.3.1. Proyectos internacionales	37-47
2.1.3.2. Proyectos nacionales	47-51
2.2. Indicadores de sustentabilidad en las edificaciones.....	52
2.3. Referencias conceptuales del tema	53
2.3.1. Definición de términos.....	53-55
2.3.2. Autores.....	55-58
3. DISEÑO METODOLÓGICO	59
3.1. Preguntas generadoras.....	59

3.2. Hipótesis.....	60
3.3. Objetivos	61
3.3.1. Objetivo General	61
3.3.2. Objetivos específicos.....	61
3.4. Alineación heurística	62
3.5. Postura epistémica.....	63
3.6. Elección metodológica.....	63-66
3.7. Selección de técnicas y diseño de instrumentos	66
3.7.1. Revisión documental	66
3.7.2. Observación directa.....	66
3.8. Inventario de información recabada y sistematización	67-69
3.8.1. Observación Directa.....	70-85
3.8.2. Síntesis interpretativa de los datos analizados.....	86-90
4. ANÁLISIS, DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS.....	91
4.1. Hallazgos aprovechables	91-93
4.2. Análisis del sitio y del entorno	94
4.2.1. Localización y datos generales	94
4.2.2. Climatología de la Zona Metropolitana de Guadalajara	95-97
4.2.3. Definición del contexto urbano	98-110
4.2.4. Dimensiones socio económicas	110-117
4.2.5. Análisis del perfil del usuario y tipología de la edificación	117-119
4.2.6. Selección del sitio.....	120-125
4.2.7. Programa arquitectónico	126-132
4.3. Criterios de diseño sustentable propuestos para edificaciones de usos mixtos de alta densidad en Guadalajara	133
4.4. Definición de estrategias de diseño aplicables al proyecto	134-137
4.5. Proyecto arquitectónico	138-156
4.6. Características sustentables del proyecto	157
4.6.1. Aplicación de estrategias de diseño	158-190

4.6.2. Análisis energético	191-214
4.6.3. Verificación del cumplimiento del proyecto.....	214-215
4.7. Análisis financiero	216-220
4.7.1. Estrategias financieras	221-234
4.7.2. Beneficios para el usuario	235-238
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	239-250
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	251-258

1. PLANTEAMIENTO DEL TEMA

1.1 Delimitación del objeto de desarrollo o innovación

El trabajo que se presenta a continuación tiene una amplia relación con la sustentabilidad, en los ámbitos económico, social y ambiental. Con este proyecto se busca generar alternativas de edificación de uso mixto sustentables para densificar las áreas centrales de la ciudad de Guadalajara y mitigar problemáticas como la fragmentación social, dispersión de la vivienda e infraestructura y la reducción de los grandes desplazamientos.

Este proyecto abonará conocimientos al campo disciplinar de la arquitectura vertical de alta densidad, a través de la aplicación de estrategias de diseño sustentable en un modelo de edificación vertical con usos de suelo comercial, habitacional y de oficinas ubicado en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Es importante mencionar que el enfoque de este proyecto es la solución de una edificación con uso mixto sustentable, sin embargo, la generación de este tipo de alternativas constructivas tiene como consecuencia la solución de problemáticas urbanas como una localización y conectividad óptimas y fomenta la creación de espacios públicos que benefician a la ciudad.

1.2 Descripción de la situación-problema

“El hombre contemporáneo actúa sin conciencia en los impactos que puede ocasionar al frágil sistema terrestre que lo sustenta, (aunque muchas veces actúa con conocimiento de causa), y mucho menos con la conciencia de que está afectándose a sí mismo, y a un planeta vivo del cual él es una parte...”. (Fuentes Freixanet, 2004, p.14).

Se estima que en el 2002 México emitió 643 millones de toneladas de CO₂ equivalente a 1,6% de las emisiones mundiales totales. Así, se ubicó como el decimosegundo emisor más importante del mundo (Semarnat, 2013). En cuanto al sector vivienda, este consume alrededor del 19% de la energía que produce el país y, junto con los sectores comercio, servicios y público, acumula el 23% del consumo energético en México. Las ciudades son las responsables de entre un 60% y un 80% de la emisión de GEI, por lo que están llamadas a cumplir un papel fundamental tanto para mitigar estas emisiones como para adoptar estrategias de adaptación al cambio climático, según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)-Instituto Nacional de Ecología (INE, 2006).

Aunado a esto, el crecimiento presentado en las ciudades mexicanas a lo largo de varios años ha sido desordenado, lo cual, ha acarreado un conjunto de problemáticas en detrimento en la calidad de vida de la población que las habita.

De acuerdo con el Instituto de Información Estadística y Geográfica del estado de Jalisco (IIEG), la Zona Metropolitana de Guadalajara está conformada por nueve municipios, de los cuales, únicamente cinco son considerados como centrales.

En los datos de las proyecciones de crecimiento poblacional del Consejo Nacional de Población (CONAPO) de la Tabla 1 se muestran los incrementos de población de más de medio millón de habitantes que hubo de los años 2010 al 2018 en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Municipios centrales del AMG	Habitantes		Incremento poblacional	
	2010	2018	Habitantes	Porcentajes
Guadalajara	1,492,362	1,530,658	38,296	6.64%
Zapopan	1,222,751	1,386,310	163,559	28.38%
Tlaquepaque	600,968	674,818	73,850	12.81%
Tlajomulco	378,956	580,487	201,531	34.97%
Tonalá	455,367	554,446	99,079	17.19%
Total población	4,150,404	4,726,719	576,315	100.00%

Tabla 1. Tabla comparativa de población y vivienda en la Zona Metropolitana de Guadalajara de los años 2010 al 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de IIEG-CONAPO (2018)

De estos municipios, los más poblados son Guadalajara (32.38%) y Zapopan (29.33%) que juntos representan más de la mitad de la población total de la ZMG. No obstante, a pesar de que el municipio de Guadalajara es el más poblado no fue el municipio con mayor incremento de habitantes. Del año 2010 al 2018 el municipio con mayor incremento poblacional fue Tlajomulco con un 35%, esto quiere decir que cada vez más gente vive en a la periferia de la ciudad lo que genera una mayor expansión de la mancha urbana, problemas de movilidad y dispersión de vivienda e infraestructura hacia otros municipios.

En 1961, la Organización Mundial de la Salud recomendó que los fundamentos de un entorno residencial saludable incluyen el cumplimiento efectivo de las necesidades humanas y la armonía con los factores locales como el clima, la geografía y las prácticas sociales, así como las costumbres y tradiciones que se resumen en cuatro características clave: seguridad, salud, convivencia y comodidad.

Derivado de la preocupación por el crecimiento urbano de la Zona Metropolitana de Guadalajara se identificaron seis problemáticas que se busca afrontar con la creación de edificaciones verticales de uso mixto que son: 1.2.1. Dispersión de la construcción de vivienda nueva, 1.2.2. Desplazamiento de grandes distancias, 1.2.3. Altos costos de predios en el núcleo de la ciudad, 1.2.4. Afectaciones al medioambiente, 1.2.5. Déficit de espacios públicos y áreas verdes. 1.2.6. Retos de las edificaciones de alta densidad.

1.2.1. Dispersión de la construcción de vivienda nueva

El crecimiento residencial urbano está presente en diversas ciudades de países de Latinoamérica, África y Asia. Uno de los mayores retos que afronta la gestión de los territorios urbanos en estas ciudades a nivel local, es asegurar el acceso al suelo económico y dotado de infraestructuras. (Martínez, 2018)

El crecimiento presentado en las ciudades mexicanas a lo largo de varios años se ha caracterizado por ser extensivo y desordenado. Este tipo de desarrollo, se constituye en un factor precursor de violencia al ser un proceso que hace relativamente difícil solucionar las problemáticas sociales, al aumentar el sentimiento de desconfianza entre las personas, además de generar un sentimiento de inseguridad (Jusidman, C., 2016). En las ciudades con este tipo de crecimiento las formas de convivencia social, de apropiación y disfrute de los espacios existentes desaparecen lo que afecta la generación de un tejido social.

Así, en la medida en que las ciudades se extienden de manera desmesurada, aumenta proporcionalmente el costo de la provisión de los servicios y equipamientos necesarios para la integración social y el bienestar de las familias; la inversión pública en infraestructura urbana y social se ve constantemente rezagada al tener que cubrirse áreas cada vez más amplias de territorio.

De acuerdo con el Censo Nacional de Población y Vivienda INEGI 2010, del año 2000 al 2010, México ha presentado un incremento aproximado del 20% en desarrollos habitacionales. Esto nos indica que en el país se construyeron 5'890,457 viviendas nuevas, lo que nos da un total de 28'159,373 viviendas existentes en todo el país. (INEGI, 2010).

Específicamente en los municipios centrales de la Zona Metropolitana de Guadalajara, las viviendas muestran la misma problemática que a nivel nacional. De acuerdo con INEGI existen un total de 1, 238,574 viviendas habitadas de las

cuales, los porcentajes de viviendas que disponen de tecnologías sustentables son mínimas.

HOGARES, VIVIENDA Y URBANIZACIÓN ZMG (2015)								
Municipio		Guadalajara	Zapopan	San Pedro Tlaquepaque	Tlajomulco de Zúñiga	Tonalá	El Salto	Total / Promedio
Datos	Unidades							
Viviendas particulares habitadas	Viviendas	393,530	358,742	166,239	145,220	129,922	44,921	1,238,574
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	Promedio	3.70	3.70	4.00	3.80	4.10	4.10	3.90
Porcentaje de viviendas con agua entubada	Porcentaje	98.90	95.80	94.40	96.50	94.20	88.60	94.73%
Porcentaje de viviendas con electricidad	Porcentaje	99.90	99.90	99.90	99.70	99.80	99.70	99.82%
Porcentaje de viviendas con drenaje	Porcentaje	99.20	99.00	99.10	98.80	98.60	97.60	98.72%
Porcentaje de viviendas que disponen de calentador solar de agua	Porcentaje	6.40	7.70	6.10	10.00	10.30	6.90	7.90%
Porcentaje de viviendas que disponen de panel solar para tener electricidad	Porcentaje	0.50	1.00	0.40	0.70	0.40	0.40	0.57%

Tabla 2. Datos de hogares, vivienda y urbanización en la Zona Metropolitana de Guadalajara

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2015)

Como podemos observar en la Tabla 2 se muestran viviendas que recurren a dos tipos de eco-tecnologías: calentador solar de agua y paneles solares para generar electricidad. No obstante, a pesar de que se comienzan a implementar este tipo de tecnologías en las viviendas, los porcentajes de utilización son mínimos. Por ejemplo, en los municipios como Tlajomulco y Tonalá que son de los más alejados al área central de la ciudad se cuenta con los mayores porcentajes de viviendas con calentador solar de agua y estos, apenas se utilizan en un 10% de las viviendas de los municipios. Así mismo, los porcentajes de utilización de paneles solares en todos los municipios de la Zona Metropolitana de Guadalajara a excepción de Zapopan, se encuentran por debajo del 1% de utilización. Por estas razones, a pesar de ser buena la implementación de estas eco-tecnologías, se utilizan en porcentajes mínimos y con el esparcimiento horizontal de las viviendas, se encuentran muy alejadas a la sustentabilidad.

Un ejemplo de dispersión de la vivienda en la Zona Metropolitana de Guadalajara es el caso de los desarrollos habitacionales en el municipio de Tlajomulco los cuales surgieron entre pastizales, granjas y viejas haciendas. De acuerdo con el periódico LA Times, entre los años 2001 al 2012 se estima que una sexta parte de la población abandonó las ciudades, barrios marginales y zonas rurales por una promesa de vida

mejor. En el municipio de Tlajomulco que es de los más alejados al centro de la Zona Metropolitana de Guadalajara, se aprobaron desarrollos donde los mantos acuíferos se han secado lo que afecta aproximadamente a 300,000 personas. Ahora el agua es racionada, y muchas familias reciben agua cada dos días (LA Times, 2017).

En la actualidad, el crecimiento horizontal de la vivienda en las periferias de las urbes principales de cada país se traduce en un crecimiento demográfico acelerado y puede generar mayores índices de contaminación, gastos en infraestructura, gases de efecto invernadero y desorganización urbana, problemáticas que ocasionan un inminente desequilibrio al medio ambiente. (Jusidman, C., 2016)

Las edificaciones verticales de uso mixto podrían ser la alternativa para frenar el esparcimiento de la vivienda e infraestructura y contribuir a mitigar de esta manera los impactos ambientales, económicos y sociales que genera un modelo urbano que impulsa el crecimiento horizontal de las ciudades. El presente trabajo busca avanzar en ese sentido al generar conocimiento que permita evaluar esta estrategia como una medida para incrementar la densidad y diversidad en el uso del suelo, la reducción de traslados y su viabilidad económica para distintos tipos de hogares e ingresos económicos.

1.2.2. Desplazamiento de grandes distancias

Las empresas inmobiliarias se convierten en poderes de hecho que deciden hacia dónde y en qué condiciones crecen las ciudades, guiadas exclusivamente por el interés de las ganancias por encima de cualquier consideración de ordenamiento territorial y mejoría en la calidad de vida de los habitantes (CEPAL, 2016).

En general, estas empresas compran terrenos baratos en las periferias o fuera de la mancha urbana donde construyen grandes conjuntos habitacionales que no cuentan con los servicios e infraestructura pública necesaria para cubrir los

requerimientos de sus habitantes. Al estar alejados de los centros de trabajo, las personas gastan importantes cantidades de dinero y tiempo en sus desplazamientos. Los prolongados traslados generan cansancio, estrés, enojo y reducen el tiempo disponible para la vida familiar, el esparcimiento y el descanso.

Estos complejos habitacionales se vuelven ciudades dormitorio como es el caso de los Municipios de Tlajomulco, Tlaquepaque, Tonalá y El Salto que se muestran como ejemplos emblemáticos del abandono y mal uso de viviendas nuevas.

Una de las maneras más comunes de acceder a estos complejos habitacionales es por medio del automóvil. Sobre el tema de los automóviles privados, específicamente en la Zona Metropolitana de Guadalajara existen más vehículos que viviendas. En la Tabla 3, se puede observar la cantidad de automóviles existentes en la Zona Metropolitana de Guadalajara por municipio.

TRANSPORTE / PARQUE VEHICULAR (2016)								
Municipio		Guadalajara	Zapopan	San Pedro Tlaquepaque	Tlajomulco de Zúñiga	Tonalá	El Salto	Total / Promedio
Datos	Unidades							
Vehículos de motor registrados en circulación	Viviendas	833,215	657,088	279,217	71,823	136,289	13,151	1,990,783

Tabla 3. Datos del parque vehicular de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2016)

Como se puede observar, los municipios con menor cantidad de automóviles privados son los que se encuentran en la periferia de la Zona Metropolitana de Guadalajara que son: Tlajomulco, Tlaquepaque, Tonalá y El Salto. Y los complejos de vivienda más alejados de las zonas centrales tienen menor acceso a infraestructura vial de calidad, transporte público masivo o a otras opciones de movilidad alternativa, lo que afecta la movilidad de gran parte de los usuarios de estas viviendas. Con el desplazamiento de distancias tan largas, la utilización de transporte alternativo deja de ser una opción como es el caso de los municipios mencionados anteriormente.

La falta de opciones de movilidad incrementa el uso del automóvil privado, lo que ha contribuido a que el transporte constituya una de las principales fuentes de

emisiones de contaminantes en la zona metropolitana, ya que representa el 71.27% de las emisiones de CO2 en la ciudad de Guadalajara (SEDATU, 2015)

En la Tabla 4, se muestra el porcentaje de residentes a un kilómetro de distancia del transporte público masivo. De acuerdo con los datos obtenidos de la Revista Territorio, si se compara la cantidad de población que se beneficia con la cercanía del transporte público masivo en la Zona Metropolitana de Guadalajara en el año 2015 con otras ciudades del mundo se observa que representa una tercera parte de la cercanía respecto de Hong Kong y la mitad respecto de Nueva York.

Porcentaje de residentes a un kilómetro del transporte público masivo	
Ciudad	Residentes cercanos al transporte público masivo (1 km)
Hong Kong	75%
Londres	53%
Copenhague	57%
Nueva York	48%
ZMG*	24%

*Incluye expansión de la línea 1 y 3 del tren ligero

Tabla 4. Porcentaje de residentes a 1 km del transporte público masivo
Fuente: Elaboración propia con datos de: Medina, S. (2015).

Si se compara el porcentaje de población al que sirve el transporte público masivo de la Zona Metropolitana de Guadalajara con ciudades como las mencionadas anteriormente se ve lo limitado que es. El Macrobus y el tren ligero, junto con la implementación de la línea 3, apenas cubren el 24% de la población, cifra que se queda muy por debajo de otras ciudades. (Medina, S. 2015)

Otra de las problemáticas en el tema de movilidad es que con la necesidad de recorrer distancias tan largas los fraccionamientos lejanos se vuelven ciudades dormitorio. De acuerdo con Aviña (2011): “Las viviendas se quedan solas gran parte del día y los vecinos no se conocen ni conviven, no se genera tejido social.”

Lograr una mayor concentración de densidad y usos de suelo dentro de un predio podría permitir reducir los desplazamientos en automóvil. A través de la disminución de los desplazamientos para realizar actividades cotidianas como ir de compras, ir a la oficina o acudir a espacios de recreación, los usuarios de la vivienda podrían pasar mayor tiempo en sus viviendas para mejorar su calidad de vida.

1.2.3. Altos costos de predios en el núcleo de la ciudad

Uno de los motivos principales por los que las personas deciden vivir en la periferia de la Zona Metropolitana de Guadalajara es la gran diferencia de los costos de vivir en zonas centrales contra la vivienda de la periferia.

En la Tabla 5 se muestra una comparativa de precios de renta de viviendas del entre 50 y 100 metros cuadrados de construcción en diferentes colonias de tres municipios de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Municipio	Colonia	Metros Cuadrados	Renta	Promedio
Zapopan	Altos Atemajac	76	\$ 6,500.00	\$11,260.00
	Victoria	50	\$ 7,500.00	
	Prados Vallarta	60	\$ 7,600.00	
	Jardín de San Ignacio	75	\$ 8,500.00	
	Residencial Chapalita	75	\$ 8,500.00	
	Ciudad del Sol	100	\$10,000.00	
	Arboledas	91	\$12,000.00	
	Ciudad Granja	82	\$14,000.00	
	Colinas de San Javier	85	\$18,000.00	
	Puerta de Hierro	100	\$20,000.00	
Guadalajara	San Juan de Dios	70	\$ 2,700.00	\$11,140.00
	Altas	50	\$ 3,200.00	
	Independencia Oriente	100	\$ 4,500.00	
	Jardines del Country	45	\$ 7,000.00	
	Lomas de Guevara	77	\$ 8,500.00	
	Moderna	93	\$11,500.00	
	Americana	100	\$12,500.00	
	Vallarta Norte	98	\$13,000.00	
	Colomos Providencia	100	\$18,500.00	
	Providencia 4ta seccion	55	\$30,000.00	
Tlajomulco	Hacienda Santa Fe	68	\$ 2,000.00	\$ 4,470.00
	Eucaliptos	90	\$ 2,000.00	
	San Agustín	60	\$ 3,000.00	
	Cima del Sol	60	\$ 3,200.00	
	Santa Cruz de las Flores	80	\$ 4,800.00	
	Buenavista	90	\$ 4,800.00	
	Vista Sur	76	\$ 5,500.00	
	Adamar	90	\$ 6,000.00	
	Alta California	75	\$ 5,900.00	
	Cortijo San Agustín	86	\$ 7,500.00	

Tabla 5. Costos de renta de departamentos de entre 50 y 100 m² en diferentes colonias de los municipios de Zapopan, Guadalajara y Tlajomulco en el año 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de: <https://www.vivanuncios.com.mx/>

Como podemos observar, existe una gran diferencia de precios para habitar una vivienda en la Zona Metropolitana de Guadalajara. En promedio, Zapopan y Guadalajara son los municipios que cuentan con las rentas mensuales más elevadas y con espacios más reducidos. No obstante, Guadalajara cuenta con un rango de precios más variado debido a la gran diversidad socioeconómica de las colonias donde se pueden encontrar viviendas desde 2,700 pesos mensuales por un departamento de 70 metros cuadrados en la colonia San Juan de Dios hasta

departamentos en colonias más exclusivas como Providencia con precios de renta de hasta 30,000 pesos.

Una de las razones por las que los arrendadores y compradores de viviendas deciden mudarse a municipios lejanos como Tlajomulco son sus precios más accesibles. Con rentas desde 2,000 pesos mensuales se puede vivir en casas y departamentos de más de 75 metros cuadrados en los que se pueden tener espacios interiores más amplios.

En México, el diseño y crecimiento de un gran número de sus ciudades se ha dado bajo un modelo de segregación socio espacial que se manifiesta en una fuerte segmentación o “diferenciación residencial” con zonas integradas por personas y familias pertenecientes a un mismo grupo social (Sabatini, Cáceres y Cerda, 2001). Una de las grandes problemáticas que contribuyen a la segregación social son la falta de terrenos disponibles y los altos precios de los predios disponibles en las zonas con mejor ubicación dentro de las ciudades.

En la Zona Metropolitana de Guadalajara la segregación social está muy marcada debido a que, por los precios de adquisición de la vivienda, la población menos favorecida es la que vive en la periferia y las zonas más marginadas de la mancha urbana. De acuerdo con promedios mensuales de la Tabla 5 es hasta un 250% más costoso vivir en los municipios centrales de la ciudad.

Se habla de segregación cuando en las aglomeraciones urbanas se presenta una “organización del espacio en zonas residenciales de fuerte homogeneidad interna” y dispar con respecto a zonas integradas por otros grupos sociales (Aymerich, 2004).

En el presente trabajo de obtención de grado se busca desarrollar un prototipo de edificación vertical de uso mixto de alta densidad en un área central de la ciudad que con el aprovechamiento al máximo de los espacios edificados permita tener

acceso a viviendas en zonas céntricas de la ciudad, que cuenten con: mejor con buena conectividad vial, fácil acceso a diversos usos de suelo, mayor aprovechamiento de los recursos urbanos y fomento a mejorar la interacción social.

1.2.4. Afectaciones al medioambiente

La expansión de las ciudades en México avanza a pesar del impacto negativo al medioambiente que genera la contaminación de elementos como bosques, agua y aire.

En la Zona Metropolitana de Guadalajara, por ejemplo, el crecimiento de la mancha urbana destruye áreas forestales y agrícolas, expulsa población hacia zonas semirurales de riesgo y amenaza el Área Natural Protegida “Bosque de la Primavera” (CEPAL, 2016)

Así mismo, existe escasez de agua tanto para usos productivos como para consumo humano debido a la sobreexplotación y la contaminación de cuerpos de agua superficiales y de acuíferos subterráneos. Específicamente en Guadalajara mientras la población urbana sigue aumentando, los recursos hídricos han disminuido considerablemente. Los acuíferos que sostienen un tercio de la demanda actual se abaten a un ritmo de tres a cinco metros cúbicos por año. El maestro Salvador Peniche Campos, investigador del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas explicó que:

“Las aguas subterráneas son una fuente que tradicionalmente ha sido subutilizada y se prioriza las fuentes superficiales y las obras hidráulicas para traer agua a la ciudad. El problema central es la falta de atención a las zonas de recarga, y la posibilidad de diseñar estrategias que permitan el restablecimiento de los ciclos hidrológicos, que garantice que los manantiales y los pozos puedan restablecerse”

Otro académico de la misma universidad menciona que: Con la cimentación de edificios verticales de 20 metros en promedio de profundidad, ubicados

principalmente al poniente de la ciudad, los escurrimientos subterráneos se modifican, el agua se contamina y los manantiales se dañan (Gleason, 2019).

Estos académicos señalan que el problema no son las edificaciones verticales u horizontales, sino la falta de conocimiento sobre el sistema de provisión de agua ya que se desconoce el comportamiento de las aguas.

Aparte de las problemáticas mencionadas anteriormente, otro punto de alto impacto en el tema de los recursos hídricos es el consumo excesivo de agua potable en la vivienda. De acuerdo con el Dr. José Arturo Gleason Espíndola, el consumo promedio de agua es más o menos de 120 litros diarios por persona. Se estima que una persona gasta 36% en el inodoro; 31% en higiene corporal; 14% en lavado de ropa; 8% en riego de jardines, lavado de autos, limpieza de vivienda y actividades de esparcimiento; 7% en lavado de utensilios de cocina y 4% en bebida y alimentación. En la Zona Metropolitana de Guadalajara la dotación es de 280 litros diarios por persona, lo que vuelve perceptible la falta de cultura de cuidado y ahorro de agua en la población debido a que este porcentaje de desperdicio es muy alto.

Una de las ventajas de construir en las zonas céntricas de la ciudad además de evitar la expansión urbana se relaciona con la temática del agua. Con la reducción de uso de suelo se pueden minimizar las afectaciones a las zonas de recarga de los mantos acuíferos. Al crear edificaciones verticales de uso mixto de alta densidad, pero con una huella de estacionamiento reducida se evita cruzar y dañar los escurrimientos subterráneos. Además, si se previene la utilización de mobiliario sanitario, de cocina y riego eficientes se pueden lograr los consumos de 120 litros por persona que propone Gleason. También, se pueden agregar sistemas de captación y reutilización de agua de lluvia para lograr el mayor aprovechamiento de los recursos hídricos.

Actualmente los Planes Parciales de Desarrollo Urbano de la Zona Metropolitana de Guadalajara se encuentran impugnados, sin embargo, la razón principal por la

que se impugnó fue por el impacto ambiental y el desorden de las áreas urbanas. No obstante, con el desarrollo de edificaciones verticales de uso mixto sustentables se podría ayudar a combatir las afectaciones al medio ambiente con la concentración de edificaciones en zonas más céntricas de la ciudad para frenar la construcción de edificaciones en zonas protegidas y reutilizar y reducir los consumos de agua con la reutilización del agua captada in situ, razón por la cual, los argumentos para frenar las construcciones carecen de sentido.

1.2.5. Déficit de espacios públicos y áreas verdes

En las ciudades, los espacios públicos y las áreas verdes se integran tanto por las zonas para recreación como por las vías públicas, entre ellas están plazas, calles, avenidas, viaductos, paseos, jardines, bosques, parques públicos y demás espacios de naturaleza análoga. También pueden incluirse los centros de desarrollo social, las casas de cultura, los deportivos, los mercados, los museos y los teatros públicos. Estos espacios se caracterizan por ser lugares de encuentro, de mercadeo y de tránsito a los que cualquier individuo tiene el derecho de entrar o permanecer sin ser excluido por condición personal, social o económica; donde los habitantes se encuentran como iguales haciendo uso de un espacio común (SEDESOL, ONU-Hábitat, 2007, pág. 33).

Actualmente, la Zona Metropolitana de Guadalajara padece de la carencia de áreas verdes. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se recomienda que existan nueve metros cuadrados de área verde por habitante, sin embargo, en la metrópoli hay apenas tres metros cuadrados por persona.

Específicamente Guadalajara es calificada con una de las ciudades más deficientes a nivel latinoamericano en materia de áreas verdes: La empresa Siemens realizó un estudio llamado Green Cities en el año 2012 donde Guadalajara quedó en el lugar 16 de 17 en el manejo de espacios verdes, incluso por debajo de Monterrey o Ciudad de México.

De acuerdo con el especialista Juan Ruiz Rosales: “la ciudad se expande, pero no se demanda a los desarrolladores contar con un mínimo de áreas verdes, a pesar de que la ley lo marca...urbanísticamente, la ciudad no se está planeando con áreas verdes; el arbolado se concentra en núcleos muy definidos y no es de acceso para todas las personas”. (Ruiz, 2018)

En la Imagen 1 se puede apreciar la cantidad de áreas verdes por municipio en la Zona Metropolitana de Guadalajara.



Imagen 1. Metros cuadrados de áreas verdes por municipio por habitante en la Zona Metropolitana de Guadalajara

Fuente: Escamilla, H. (2018). La Zona Metropolitana de Guadalajara padece la falta de áreas verdes. Publmetro. Online.

De acuerdo con Escamilla, H, la carencia de arbolado de la Zona Metropolitana se concentra principalmente en el oriente y norte de Guadalajara, el Centro Histórico, Zona Industrial y el municipio de Tlaquepaque. Aún en el caso de Tlajomulco donde se cuenta con mayor cantidad de áreas verdes por su lejanía con el centro de la ciudad, no se cumple con los nueve metros sugeridos por la Organización Mundial de la Salud.

En el caso de Guadalajara, la mayor parte de la vegetación esta aglomerada hacia el poniente de la ciudad donde se encuentran las zonas de mayor plusvalía como las colonias Jardines del Country, Providencia, Colinas de San Javier, Chapalita o Ciudad del Sol donde la mayor parte de las áreas verdes no son de dominio público y su utilización va de la mano con el poder adquisitivo de la zona.

Con la creación de edificaciones de uso mixto se podría incentivar que los edificios de alta densidad cuenten con áreas verdes tanto de dominio público, como privado para fomentar la interacción social, mitigar los impactos al medio ambiente y evitar la segregación social mencionada anteriormente.

1.2.6. Retos de las edificaciones de alta densidad.

“La arquitectura apropiada no solo busca la sustentabilidad ecológica, sino también económica y cultural” (Aalto, 2014).

Con el término de edificación sustentable, comúnmente se piensa en los aspectos ambientales, no obstante, el término es mucho más amplio, pues abarca aspectos sociales, institucionales y económicos.

En la Zona Metropolitana de Guadalajara ya comienza a tomarse conciencia en temáticas sobre sustentabilidad, sin embargo, aún queda bastante camino por recorrer. Además de las problemáticas mencionadas en los puntos anteriores, las edificaciones verticales de alta densidad presentan los siguientes retos:

- El primer reto tiene que ver con los ciudadanos, ya que el cuidado al medio ambiente todavía no preocupa a toda la población por lo que es necesario educar a la población para que apliquen la sustentabilidad en cada aspecto de su vida diaria. Esto también incluye las opciones sustentables para la construcción y adaptación de casas y edificaciones y los materiales usados en las mismas.
- Otro gran reto que debe realizarse es evitar todos los proyectos de construcción que no toman en cuenta o se preocupan por el impacto que pueden generar al ambiente y a la sociedad. En este reto deben colaborar

tanto las constructoras como el gobierno, ciudadanos y proveedores de materias primas.

- Por último, el gobierno y el sistema financiero deben promover la construcción de edificaciones sustentables con créditos preferenciales o con incentivos para los constructores. Por lo general, la construcción sustentable requiere inversiones mayores. Una inversión inicial se amortiza al reducirse los costos de operación durante la vida útil de la edificación, sin embargo, este beneficio lo recibe el usuario de la edificación y no su constructor.

Las edificaciones verticales de uso mixto de alta densidad tienen el potencial de densificar el núcleo de las ciudades y cumplir con los criterios de sustentabilidad, para ofrecer beneficios a los usuarios como:

- Reducir de las distancias entre vivienda, lugares de trabajo, comercio, entre otros.
- Creación de entornos amigables para peatones y ciclistas, lo que se traduce en una alternativa a los problemas de movilidad.
- Mayor aprovechamiento de los recursos urbanos que a la larga, puede traducirse en una inversión en infraestructura menor.

Este trabajo busca contribuir con la disminución del crecimiento excesivo de las ciudades y evitar el esparcimiento horizontal de la Zona Metropolitana de Guadalajara a través de explorar la aportación que en este sentido pueden tener las edificaciones verticales de uso mixto y alta densidad.

También se busca establecer las mejoras con las que puede contribuir para tener una mejor calidad de vida a través de la concentración de las personas y sus actividades diarias en el núcleo de la ciudad como ya se hace en otros países.

1.3. Importancia del proyecto: Justificación y pertinencia

Justificación social: Los casos de edificaciones verticales de alta densidad y programas mixtos que existen en la ZMG en la actualidad únicamente satisfacen la demanda de estratos sociales altos y para que las ciudades sean verdaderamente sustentables deben existir edificaciones para diferentes niveles socioeconómicos, con la creación de edificaciones verticales de uso mixto se fomentan comunidades vecinales distintas, atractivas y con un fuerte sentimiento local.

Existen diferentes ventajas al utilizar estrategias de diseño sustentable en edificaciones verticales con uso de suelo mixto como: ahorro energético, reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, menor desperdicio de agua, reducción de gastos en movilidad, entre otros.

Justificación de campo profesional: La crítica situación de nuestro planeta en temas de contaminación reclama profesionistas que se especialicen en temas de sustentabilidad. En el caso de la arquitectura y construcción existen diversas maneras para lograr mitigar los efectos del cambio climático y contribuir al cuidado del medio ambiente.

En este proyecto, a través de la utilización de estrategias que fomenten la arquitectura sustentable se busca resolver problemas sociales, económicos y ambientales. Así mismo, al generar conocimiento sobre sustentabilidad aplicada en edificaciones verticales con uso de suelos mixto, se pretende sirva como ejemplo para futuras construcciones con características similares.

Justificación personal: El objetivo de realizar mi trabajo de investigación en un tema como *Integración de estrategias de diseño sustentable en edificaciones verticales de uso mixto en la Zona Metropolitana de Guadalajara*, es poder englobar y aplicar los conocimientos adquiridos en temas de arquitectura sustentable en mi vida profesional en el área de proyectos arquitectónicos y ejecutivos, por medio del

desarrollo de ideas y estrategias que me hagan una profesional más consciente de las problemáticas económicas, ambientales y sociales que existen en las edificaciones que realizamos.

2. MARCO CONTEXTUAL Y MARCO CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes empíricos del tema

Para lograr un proyecto de investigación completo, es necesaria la compilación de información sobre diferentes obras, proyectos urbanos, arquitectónicos y tesis que se han realizado y que sean relevantes para el trabajo. El análisis de los antecedentes se divide en tres categorías:

2.1.1. Antecedentes del crecimiento urbano.

2.1.2. Casos de éxito en materia de edificaciones, alta densidad y usos múltiples en las ciudades.

2.1.3. Modelos de proyectos de usos mixtos sustentables existentes.

2.1.1. Antecedentes del crecimiento urbano

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, más de la mitad de la población mundial se ha desplazado a vivir a zonas urbanas. El 54 por ciento de la población mundial actual reside en áreas urbanas y se prevé que para 2050 este número llegará al 66 por ciento (ONU, 2014). A medida que cubrimos el mundo con ciudades, hemos desarrollado una forma de urbanización menos compatible con el entorno. Nuestros asentamientos y su configuración se han vuelto contradictorios ya que, que cuanta más gente se mude a las ciudades y los suburbios, los sistemas operativos de todo el planeta se vuelven más alarmantes.

Barnett y Beasley (2015) afirman que toda esta problemática viene desde los orígenes del esparcimiento de las ciudades y que el crecimiento original de cientos de años atrás fue creado por tres influencias muy poderosas:

- Límites de crecimiento basados en las distancias que la gente podía caminar, cabalgar o conducir.
- La localización de las ciudades en la cercanía de un río o puerto.

- Construcciones dentro de las fortificaciones para protegerse de las invasiones armadas.



Imagen 2. Ejemplo de la ciudad de Zurich, Suiza en 1581

Fuente: George Braun and Franz Hogenberg. (1617). Cities of the world. Alemania: Taschen



Imagen 3. Vista de la ciudad de Granada, España en 1609

Fuente: George Braun and Franz Hogenberg. (1617). Cities of the world. Alemania: Taschen

El primer gran cambio que hubo fue en la ciudad de Londres donde los ingleses mostraron crecimiento afuera de las murallas de la ciudad ya que, los ingleses creían que la marina los protegería de cualquier invasión. Así, comenzaron a construir edificios de todo tipo en el exterior y a mediados del siglo XVIII ya había caminos que se dirigían hacia cualquier dirección.

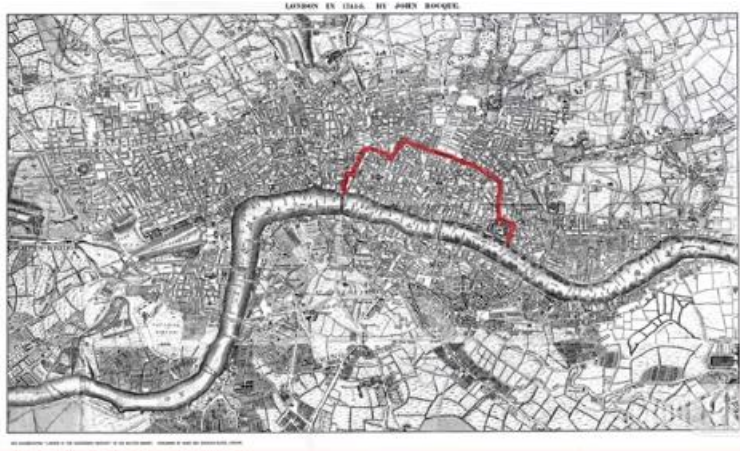


Imagen 4. Vista de los límites originales y el crecimiento de la ciudad de Londres, Inglaterra en el siglo XVIII

Fuente: George Braun and Franz Hogenberg. (1617). Cities of the world. Alemania: Taschen

El siguiente avance vino con la llegada del ferrocarril, el cual, abrió los caminos para recorrer grandes distancias en un tiempo menor por lo que la gente perdió el miedo a moverse a lugares sin ríos ni puertos y por lo consiguiente, las murallas en las ciudades se volvieron obsoletas y el esparcimiento horizontal comenzó a ser más evidente. A continuación, se muestra un ejemplo de la ciudad de Baltimore donde se puede observar el desarrollo alrededor de las calles vehiculares en 1910 y como las líneas del tren conectan los pueblos en las afueras de Baltimore y una gran concentración a lo largo de las calles en el centro.



Imagen 5. Mapa de la ciudad de Baltimore, USA en 1910

Fuente: Barnett Jonathan and Beasley Larry. (2015). Ecodesign for Cities and Suburbs. USA: Island Press

Nuevamente, hubo un cambio en los asentamientos urbanos para 1925 con la llegada del automóvil; mismo que nos dio la habilidad de ir a cualquier lugar. A partir de ese momento, los caminos se comenzaron a esparcir de manera desmedida.

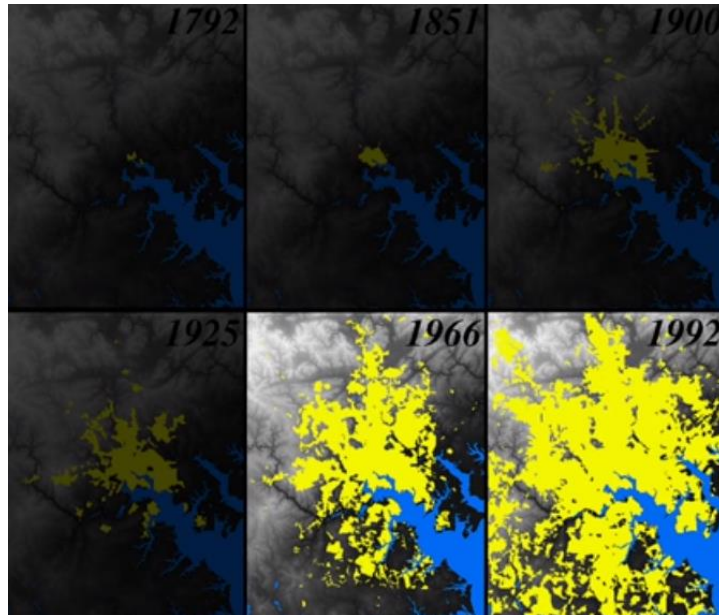


Imagen 6. Mapa del crecimiento de la ciudad de Baltimore, USA de 1792 hasta 1992
Fuente: Barnett Jonathan and Beasley Larry. (2015). Ecodesign for Cities and Suburbs. USA: Island Press

Con el crecimiento de las ciudades se comenzaron a construir anillos periféricos alrededor de las ciudades para desviar el tránsito del centro de la ciudad; estos caminos se volvieron grandes facilitadores para los automóviles abriendo acceso a áreas que no podrían haberse desarrollado sin ellos.

Sin embargo, este tipo de crecimiento en la actualidad es alarmante y en el futuro será insostenible y es ahora cuando debemos actuar para mitigar esta situación.

2.1.2. Casos de éxito en materia de edificaciones, alta densidad y usos múltiples en las ciudades

Existen ejemplos de lugares que cuentan con un desarrollo responsable y sostenible y que sirven como modelos a seguir. Estas ciudades nos dan la pauta para diseñar estrategias sustentables e integrarlas en edificaciones y su entorno urbano creando así, espacios en los que la gente quiera estar. En la Tabla 4 se enlistan los casos de éxito en materia de edificaciones, alta densidad y usos múltiples que se analizaron.

Casos de éxito en materia de edificaciones, alta densidad y usos múltiples en las ciudades			
Proyecto	Ciudad/País	Año de proyecto	Características sustentables
Master plan Vancouver city	Vancouver, Canadá	1980's	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción de costos de infraestructura. - Densificación con usos mixtos en el núcleo de la ciudad. - Creación de áreas verdes y de esparcimiento. - Sistema de transporte eficiente. - Sistemas avanzados de manejo de residuos.
Master plan "Hafen city project"	Hamburgo, Alemania	2011	<ul style="list-style-type: none"> - Reurbanización de terrenos industriales. - Densificación con usos mixtos en el núcleo de la ciudad. - Creación de áreas verdes y de esparcimiento. - Sistema de transporte eficiente.
Master the Green Building and Development Program	Portland, USA	2007	<ul style="list-style-type: none"> - Densificación con edificación vertical con certificación LEED en el centro de la ciudad. - Sistema de transporte eficiente. - Plan de reducción de emisiones de carbono 2020. - Comunidad en busca de prácticas sustentables.

Tabla 4. Casos de éxito en materia de edificaciones, alta densidad y usos múltiples en las ciudades

Fuente: Elaboración propia

Vancouver, Canadá

La ciudad de Vancouver, Canadá sufrió una dramática transformación cuando puso en marcha un plan comenzando con una idea muy simple que fue; poner los espacios de trabajo y los hogares, en un mismo lugar.

En los años 80's había una gran preocupación acerca de los costos de infraestructura impresionantemente elevados para la creación de nuevos caminos y puentes entrecruzados por ríos y entradas de mar. Es por ello que sus gobernantes decidieron que sería más barato y fácil agrupar a la población en el interior de la ciudad donde se localizan la mayoría de los trabajos.

La idea despegó y se transformó en una visión completa y nueva de cómo vivir en Norte América; agregando también nociones progresivas sobre habitabilidad, compatibilidad medioambiental, gobierno emprendedor y un compromiso público inclusivo que hace énfasis en un diseño urbano elegante.



Imagen 7. Transformación del centro de Vancouver, Canadá. Vista del vecindario de Coal Harbour donde se muestran delgadas torres residenciales con vistas abiertas hacia el parque frente al mar.

Fuente: Barnett Jonathan and Beasley Larry. (2015). Ecodesign for Cities and Suburbs. USA: Island Press.

A los vecindarios resultantes se les conoce con el término Vancouverism que significa que hay altas densidades urbanas con grandes amenidades. El resultado de estas propuestas ahora luce como en (Imagen 6) Casi 120,000 personas viven en el núcleo de la ciudad en densas edificaciones de usos mixtos y espacios para peatones. Esta población incluye no solo personas solteras y parejas; también hay miles de familias con niños, hogares de bajos ingresos y gente con necesidades especiales. Es un conjunto de vecindarios con diferentes tipos de casas, tiendas locales, lugares de trabajo dispersos y servicios comerciales agrupados alrededor de un centro de negocios con aproximadamente 200,000 trabajos. El vecindario

cuenta con un sistema planeación de la ciudad bien estudiado que cuenta con: parques, playas, caminos peatonales y ciclo vías protegidas.



Imagen 8. Vista aérea de la ciudad de Vancouver, Canadá.

Fuente: Barnett Jonathan and Beasley Larry. (2015). Ecodesign for Cities and Suburbs. USA: Island Press.

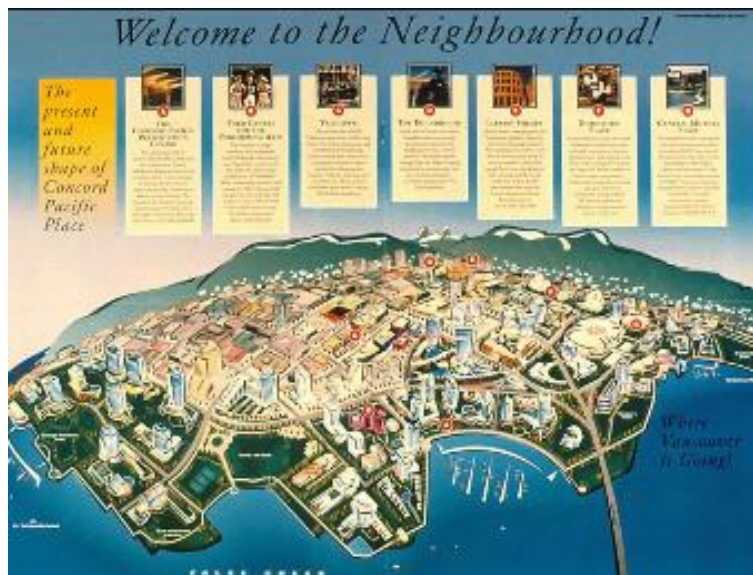


Imagen 9. Ejemplo de "vecindario" en el centro de Vancouver, Canadá.

Fuente: Barnett Jonathan and Beasley Larry. (2015). Ecodesign for Cities and Suburbs. USA: Island Press.

El vecindario donde se realizaron los juegos olímpicos del 2010 se ha convertido en un ejemplo de nuevos estándares para la aplicación de sistemas avanzados de manejo de desperdicios, agua y energía.



Imagen 10. Vecindario sustentable en Vancouver, Canadá.

Fuente: Barnett Jonathan and Beasley Larry. (2015). Ecodesign for Cities and Suburbs. USA: Island Press.

Hamburgo, Alemania

La ciudad de Hamburgo, Alemania ganó en el año 2011 el premio de capital verde europea ya que, a pesar de tener los problemas típicos de una gran urbe, lograron encontrar soluciones verdes. En esta ciudad se aplicó un programa de reurbanización en terrenos del centro que eran industriales, con estándares verdes. Lo mismo que en zonas de fábricas, barrios de inmigrantes y viviendas públicas.

El movimiento que realizaron para ser verdes fue llamado “HafenCity Project”, el cual se centró en dos acciones principales: la primera fue el desarrollo de edificaciones y zonas urbanas en el núcleo de la ciudad para que las personas realicen viajes más cortos y disminuir el esparcimiento y la segunda fue alentar a la industria para promover acciones medio ambientales.

El resultado de estas acciones se manifestó durante dos décadas de varias maneras que incluyen: alteraciones en la infraestructura de transporte, sustentar espacios verdes en el interior de la ciudad, códigos de edificación e innovaciones estrictos para lograr una mayor eficiencia y promover cambios en el comportamiento individual de los ciudadanos.



Imagen 11. Vista de la ciudad de Hamburgo y el río Alster

Fuente: Mulder Osenga, Elise. (2014). Greening Hamburg: A model for sustainability. 12 de noviembre del 2017, de Earthzine Sitio web: <https://earthzine.org/2014/04/11/greening-hamburg-a-model-for-sustainability/>

Los cambios en el comportamiento de los ciudadanos se alentaron de varias formas. Se desincentivó el uso de los vehículos de gasolina agregando impuestos elevados a la gasolina, mientras que se incentivó el uso de bicicletas económicas, la instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos y cercanía a estaciones de camión o metro logrando que el 99% de las personas que no habitan en la ciudad vivan a menos de 300 metros del transporte público.



Imagen 12. Bicicletas en renta

Fuente: Mulder Osenga, Elise. (2014). Greening Hamburg: A model for sustainability. 12 de noviembre del 2017, de Earthzine Sitio web: <https://earthzine.org/2014/04/11/greening-hamburg-a-model-for-sustainability/>

Este desarrollo de regeneración del núcleo de la ciudad es el más grande de Europa. Cuando HafenCity project sea completado en el 2025, el proyecto de 157 hectáreas y 14 billones de dólares contará con un puerto, una universidad, comercios y desarrollos residenciales de diferentes rangos económicos, conectados por una red de transporte público bien planeada con la palabra “sustentabilidad” como su núcleo.



Imagen 23. Ejemplo del desarrollo de Hafencity Project. Actualmente 50 proyectos han sido completados y faltan otros 57 por terminar

Fuente: Hafencity Hamburg. (2014). The Hafencity Project. 12 de noviembre del 2017, de Hafencity Hamburg Sitio web: <http://www.hafencity.com/>



Imagen 34. Vecindario Elbrücken que se convertirá en una densa locación de edificaciones residenciales y de oficinas

Fuente: Hafencity Hamburg. (2017). Hafencity 2017: Urban development with high power innovation. 12 de noviembre del 2017, de Hafencity Hamburg Sitio web: <http://www.hafencity.com/>

En el vecindario de la zona este de Hamburgo que se muestra en la Imagen 13 se desarrollan 9 proyectos de alrededor de 180,000 m², el proyecto de esta zona además de contar con el puerto más grande, contará con torres de aproximadamente 500 residencias de alta densidad y usos mixtos para zonas comerciales, de abastecimiento, entretenimiento, hoteles y oficinas.

Portland, Estados Unidos de América

La ciudad de Portland, Oregón es un ejemplo importante ya que tiene más torres residenciales con certificación LEED que cualquier otra ciudad de EUA. También, fue la primera en adoptar un plan de acción contra el cambio climático, en 2007, para bajar sus niveles de emisiones a 2020.



Imagen 45. Edificio con certificación LEED Gold Asa Flats + Lofts visto desde el exterior
Fuente: GGLO Design. (2009). Asa Flats + Lofts. 12 de noviembre del 2017, de USGBC Sitio web:
<https://www.usgbc.org/projects/asa-flats-lofts>

Desde el año 2000, el gobierno de Portland creó un programa llamado “The Green Building and Development Program” el cual funciona con residentes, negocios y miembros de la comunidad para avanzar en prácticas de construcción sustentable.

La ciudad cuenta con una red de transporte eficiente que comprende calles para coches, una red de autobuses y tren ligero, muchas rutas se extienden desde la periferia de los suburbios hasta el centro de la ciudad. También es considerada la ciudad más importante para ciclistas en EUA, ya que muchos caminos cuentan con ciclo vías.



Imagen 56. Ejemplo de transporte público de la ciudad de Portland

Fuente: Jeffries, Adrienne. (2008). Is it green? Portland, Oregon. 12 de noviembre del 2017, de Inhabitat Sitio web: <https://inhabitat.com/is-it-green-portland-oregon/>



Imagen 67. Calle con balizamiento para ciclistas

Fuente: Jeffries, Adrienne. (2008). Is it green? Portland, Oregon. 12 de noviembre del 2017, de Inhabitat Sitio web: <https://inhabitat.com/is-it-green-portland-oregon/>

2.1.3. Modelos de proyectos de usos mixtos sustentables existentes

Los complejos de usos mixtos son presentados como construcciones interconectadas y un programa mixto con un contenido intensivo. Este tipo de edificaciones no son un fenómeno del último siglo como solía pensarse, sino que tienen un largo curso en la historia determinado por políticas fuertes. (Fleurke, 2009)

Existen varios proyectos arquitectónicos en diversas partes del mundo que sirven como referencia para ver los alcances y avances en el campo de las edificaciones verticales de usos mixtos. A continuación, se describen cuatro proyectos internacionales, donde se integraron estrategias de diseño sustentable de manera exitosa, todos estos proyectos tienen en común que cuentan con algún tipo de certificación sustentable y funcionan de manera eficiente en temas como el ahorro energético, confort térmico, ahorro de agua, materiales de bajas emisiones, entre otros. También se tomó en cuenta para la selección de los proyectos su ciudad de ubicación, todos ellos se encuentran en países con avances significativos en temas de arquitectura sustentable y tecnologías verdes.

3.1.3.1. Casos internacionales

CASOS DE ÉXITO EN PROYECTOS DE USOS MIXTOS SUSTENTABLES INTERNACIONALES			
<i>Proyecto</i>	<i>Ciudad/País</i>	<i>Año de proyecto</i>	<i>Certificación de Edificación Sustentable</i>
Olympic Village	Vancouver, Canadá	2010-2020	Certificación LEED Platinum para el vecindario False Creek. Certificación LEED Gold para el complejo de usos mixtos Olympic Village.
Asa Flats+Lofts	Portland, USA	2008	Certificación LEED Gold for New Buildings. Certificación Green Roofs for Healthy Cities.
Canopia	Burdeos, Francia	2016 - En construcción	Certificación Biosourcé.
South Beach	Singapur	2007-2016	Green Mark Non-Residential Platinum Green Mark Non-Residential Platinum

Tabla 5. Casos de éxito en proyectos de usos mixtos sustentables internacionales

Fuente: Elaboración propia.

Olympic Village

Localización: Vancouver, Canadá

Año de proyecto: 2010-2020

Tipo: Usos mixtos

Arquitecto: GBL Architects

Estatus: Terminado



Imagen 78. Vista aérea de Olympic Village en el vecindario Southeast False Creek
Fuente: GBL Architects. (2010). Olympic Village. 14 de noviembre del 2017, de GBL Architects Sitio web: <http://www.gblarchitects.com/>

El desarrollo de Olympic Village fue una transformación de 50,000 m² de una zona industrial a un modelo de comunidad sustentable. El proyecto del vecindario Southeast False Creek fue certificado como vecindario LEED Platino y específicamente, el complejo de usos mixtos Olympic Village cuenta con la certificación LEED Gold.



Imagen 89. Edificio del complejo de usos mixtos de Olympic Village
Fuente: GBL Architects. (2010). Olympic Village. 14 de noviembre del 2017, de GBL Architects Sitio web: <http://www.gblarchitects.com/>

En el año 2010 el proyecto sirvió como hogar para 2,800 atletas y oficiales durante los Juegos Olímpicos de Invierno, en la actualidad, el complejo de edificios se convirtió en 1,100 unidades residenciales. Además, cuenta con zonas comerciales, restauración de patrimonio, instalaciones comunitarias, áreas naturales exteriores y

espacios públicos que incluyen: dos parques, plaza central, una isla de restauración del hábitat y un paseo marítimo recreativo.



Imagen 20. Azoteas verdes **Fuente:** GBL Architects. (2010). Olympic Village. 14 de noviembre del 2017, de GBL Architects Sitio web: <http://www.gblarchitects.com/>

Los arquitectos de GBL Architects mencionan que algunas de las estrategias de diseño sustentable que se utilizaron para la creación de los edificios fueron:

- Optimización energética.
- Diseño bioclimático de los espacios.
- Materiales de alta calidad y de bajas emisiones que son mejores para la salud.
- Plantas arquitectónicas que se adaptan a su entorno.
- Captación y reutilización de aguas residuales y pluviales.

De acuerdo con Green Building Brain (2014), el vecindario cuenta con 130,000 m² construidos habitados en la actualidad, pero continúa en expansión, se espera que para el año 2020 sean 550,000 m² donde se incluyan:

- Más de 5,000 unidades residenciales
- Tiendas de alimentos, restaurantes, comercios y servicios
- Centro comunitario
- Puerto para botes no motorizados
- Facilidades para el cuidado infantil y una escuela primaria
- 5 edificios patrimoniales restaurados
- 10 hectáreas de áreas verdes



Imagen 91. Esquema con el área del vecindario en expansión

Fuente: Lauren. (2014). Southeast False Creek-Olympic Village. 14 de noviembre del 2017, de Green Building Brain Sitio web: <http://greenbuildingbrain.org/>

Asa flats + lofts

Localización: Portland, Oregon

Año de proyecto: 2008

Tipo: Usos mixtos

Arquitecto: GGLO Design

Estatus: Terminado

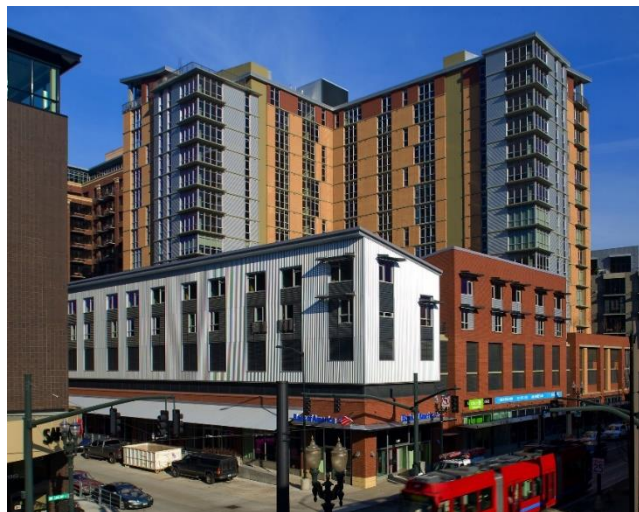


Imagen 102. Edificio con certificación LEED Gold Asa Flats + Lofts desde el exterior

Fuente: GGLO Design. (2009). Asa Flats + Lofts. 19 de noviembre del 2017, de USGBC Sitio web: <https://www.usgbc.org/projects/asa-flats-lofts>

Asa flats + lofts es un proyecto de edificación vertical de alta densidad, que combina 231 unidades de vivienda, 1860 m² de comercio y 1450 m² de áreas verdes y

espacios abiertos. Se encuentra ubicado en Pearl District de Portland, se encuentra a unos pasos del servicio de tranvía que te lleva al centro de la ciudad.



Imagen 113. Vista aérea de las azoteas verdes del complejo Asa Flats + Lofts

Fuente: GGLO Design. (2009). Asa Flats + Lofts. 19 de noviembre del 2017, de USGBC Sitio web: <https://www.usgbc.org/projects/asa-flats-lofts>

La torre de vivienda tiene forma de L y está compuesta por lofts de dos pisos que enmarcan un patio residencial. Todo esto se encuentra sobre un estacionamiento envuelto por el espacio del lobby residencial y el comercio. Este proyecto también cuenta con un huerto urbano conservado gracias al tamaño de los edificios, la escala inferior está al suroeste y la torre residencial al noreste.

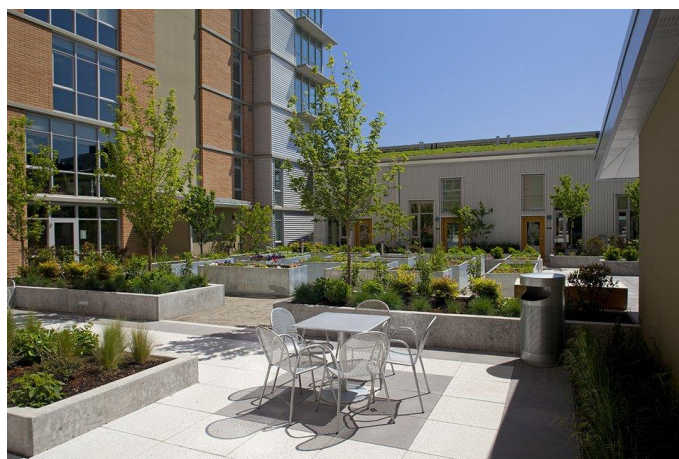


Imagen 124. Huerto urbano de Asa Flats + Lofts

Fuente: GGLO Design. (2009). Asa Flats + Lofts. 19 de noviembre del 2017, de USGBC Sitio web: <https://www.usgbc.org/projects/asa-flats-lofts>

En temas de sustentabilidad, el proyecto cuenta con la certificación LEED Gold for New Construction y con el premio Green Roofs for Healthy Cities en el año 2010 que es un premio de excelencia para residencia intensiva. De acuerdo con la firma de arquitectos GGLO Design, las características de sustentabilidad con las que cuenta este complejo son las siguientes:

Sitio sustentable

- Fácil acceso al transporte público, prioridad de estacionamiento para vehículos verdes, estacionamiento seguro para ciclistas.
- Más del 30% del sitio es hábitat restaurado y más del 40% del terreno son espacios verdes abiertos.
- Azoteas verdes del 30% del tamaño del sitio que sirven para filtrar y mitigar el agua pluvial.
- Más del 75% del área de azotea está cubierta por vegetación o cuenta con reflectantes solares que mitigan el efecto isla de calor.

Eficiencia del agua

- Reducción del agua de riego del 50% con riego por goteo de alta eficiencia.
- Reducción en el consumo de agua en un 41%

Energía y atmósfera

- Ahorro energético del 39% anual comparado con un edificio convencional.
- Sistemas de aire acondicionado de bajas emisiones para la capa de ozono.

Materiales y recursos

- El 97% de los residuos de la demolición se aprovecharon y se reutilizaron materiales como las vigas de madera para la creación de mobiliario urbano.
- El 55% de los materiales utilizados son de la región.

Calidad ambiental interior

- Adhesivos, impermeabilizantes, pinturas y alfombras Low VOC, es decir, con bajo contenido de volátiles.
- Alto control en los sistemas de aire acondicionado para proveer un mayor confort.
- La luz del sol baña más del 78% de los espacios interiores.

Canopia

Localización: Burdeos, Francia

Año de proyecto: 2016

Tipo: Usos mixtos

Arquitecto: Sou Fujimoto Architects, Laisné Roussel

Estatus: En construcción



Imagen 13. Render del proyecto Canopia en Burdeos, Francia

Fuente: Archdaily. (2016). Canopia project. 16 de junio del 2018, de Archdaily. Sitio web: <https://www.archdaily.mx/mx/784018/sou-fujimoto-y-laisne-roussel-proponen-para-burdeos-uno-de-los-edificios-en-madera-mas-altos-del-mundo>

La propuesta del Proyecto Canopia, desarrollada por Sou Fujimoto Architects en colaboración con Laisné Roussel, es el desarrollo de una estructura de madera que alcanza los 50 metros de altura, caracterizada por la construcción de jardines temáticos y espacios verdes a distintos niveles. El equipo de arquitectos ha apostado por un edificio híbrido, en el que tienen cabida casi doscientas unidades residenciales, 4,000 metros cuadrados de oficinas y 500 metros cuadrados de zonas comerciales.



Imagen 14. Planta de conjunto del proyecto Canopia en Burdeos, Francia

Fuente: Archdaily. (2016). Canopia project. 16 de junio del 2018, de Archdaily. Sitio web: <https://www.archdaily.mx/mx/784018/sou-fujimoto-y-laisne-roussel-proponen-para-burdeos-uno-de-los-edificios-en-madera-mas-altos-del-mundo>

La mayor peculiaridad del proyecto es su aprovechamiento de la madera, lo que la convierte en uno de los proyectos de mayor altura construidos en este material. La estructura de madera de abeto se completa con suelos de madera laminada cruzada conocida como CLT (Cross laminated timber). La madera empleada en los paneles CLT recurre a árboles de diámetros muy pequeños, incapaces de ser utilizados para otros usos e, incluso, árboles muertos, lo que favorece la sostenibilidad de la edificación. El proyecto también cuenta con numerosas áreas verdes, distribuidas a distintos niveles y terrazas con jardines temáticos.

A través de sus edificios separados, una serie de pasarelas conectan las terrazas ajardinadas, lo que ofrece vistas espectaculares de los montes cercanos y el río Garona. El proyecto incluirá espacios dedicados a la agricultura como: jardines, árboles frutales, áreas de composta y reservas de agua, un invernadero, terraza con restaurant y jardines infantiles que fomentan la interacción social.



Imagen 15. Terrazas ajardinadas del proyecto Canopia en Burdeos, Francia

Fuente: Archdaily. (2016). Canopia project. 16 de junio del 2018, de Archdaily. Sitio web: <https://www.archdaily.mx/mx/784018/sou-fujimoto-y-laisne-roussel-proponen-para-burdeos-uno-de-los-edificios-en-madera-mas-altos-del-mundo>

También es importante mencionar que todos los edificios buscan obtener la certificación francesa Biosourcé, la cual, destaca la calidad ambiental de los edificios nuevos que incluyen una proporción significativa de materiales de base biológica en su construcción como madera, cáñamo, paja, lana de ovejas o plumas.

South Beach Singapur

Localización: South Beach, Singapur

Año de proyecto: 2007

Tipo: Usos mixtos

Arquitecto: Foster + Partners

Estatus: Terminado



Imagen 16. Avenida peatonal en complejo South Beach, Singapur

Fuente: Foster + Partners. (2016). South Beach Singapore. Junio 24, 2018, de Foster + Partners
Sitio web: <https://www.fosterandpartners.com/projects/south-beach/>

El desarrollo de South Beach abarca una manzana completa en el centro de Singapur, entre Marina Center el Distrito Cívico. Concebido como un espacio urbano sustentable, el proyecto combina nuevas construcciones con la restauración de edificios existentes, y mezcla espacios de vivienda y trabajo con tiendas, cafés, restaurantes, un hotel y espacios públicos. Una amplia avenida peatonal ajardinada, considerada una columna vertebral verde se teje a través del sitio y es protegido por una gran cubierta que llena los espacios de luz del día y los protege del extremoso clima tropical.



Imagen 17. Exterior del complejo South Beach, Singapur

Fuente: Foster + Partners. (2016). South Beach Singapore. Junio 24, 2018, de Foster + Partners
Sitio web: <https://www.fosterandpartners.com/projects/south-beach/>

Las curvas de las dos torres del proyecto son una continuación de la cubierta ondulada debajo. El ángulo de sus fachadas fue diseñado para prevenir los vientos y dirigir el flujo del aire para enfriar los espacios de los niveles inferiores. La torre sur se divide entre hotel y departamentos, mientras que la torre norte está es un corporativo con oficinas. Siguiendo con el ideal de ciudad en un jardín de Singapur, los edificios incorporan densos jardines verticales, con vistas ininterrumpidas del Central Business District. El tratamiento de los edificios perimetrales fue cuidadosamente restaurado e intercalado para conservar en buen estado los árboles maduros existentes.



Imagen 30. Restauración y conservación del área perimetral del complejo South Beach, Singapur.
Fuente: Foster + Partners. (2016). South Beach Singapore. Junio 24, 2018, de Foster + Partners
Sitio web: <https://www.fosterandpartners.com/projects/south-beach/>

Las cintas de la cubierta de acero y los elementos de aluminio se flexionan sobre las rutas de circulación primaria y los espacios públicos se sumergen cerca de los bordes para encontrarse con los edificios de Beach Road. Las cintas se sostienen por esbeltos pilares y se elevan por las elevaciones este y oeste de las torres para formar una serie de celosías verticales cuidadosamente inclinadas que favorecen la ventilación natural. La entrada de viento al pabellón sube para formar un arco, el cual actúa como un recogedor de viento, lo que permite brisas en el espacio y propicia una ventilación natural. Con la combinación estrategias como la recolección de agua, fácil acceso peatonal, acceso al transporte público integrado en el complejo y otra variedad de estrategias medioambientales, el objetivo del desarrollo fue alcanzar la calificación Green Mark Platinum.

3.1.3.2. Proyectos nacionales

Dentro de los casos nacionales se identificaron dos en particular que cuentan con pre certificación LEED debido a que aún se encuentran en construcción. No obstante, a pesar contar con esta certificación no se consideran del todo sustentables debido a que dejan fuera el ámbito económico y ambiental de la sustentabilidad.

CASOS DE ÉXITO EN PROYECTOS DE USOS MIXTOS SUSTENTABLES NACIONALES			
<i>Proyecto</i>	<i>Ciudad/Pais</i>	<i>Año de proyecto</i>	<i>Certificación de Edificación Sustentable</i>
Reforma 432	Ciudad de México, México	2014- En construcción	Pre certificación LEED Gold Core and Shell.
Arboleda	Monterrey, México	2011	Pre certificación LEED for Neighborhood para el vecindario. Pre certificación LEED para los edificios de manera individual.

Tabla 6. Casos de éxito en proyectos de usos mixtos sustentables nacionales

Fuente: Elaboración propia.

Reforma 432

Localización: Ciudad de México, México

Año de proyecto: 2014

Tipo: Usos mixtos

Arquitecto: Foster + Partners

Estatus: En construcción



Imagen 31. Render del exterior del edificio de Reforma 432 y su contexto urbano

Fuente: Foster + Partners. (2014). Reforma 432. Junio 24, 2018, de Foster + Partners. Sitio web: <https://www.fosterandpartners.com/projects/reforma-432>

Ubicado en Paseo de la Reforma eje cultural y comercial de la Ciudad de México, Reforma 432 es un proyecto de uso mixto de 54 niveles que contempla oficinas de alta calidad sobre cuatro niveles de comercio con tiendas, cafés y restaurantes. El edificio ocupa el último sitio sin construcción en la unión entre Paseo de la Reforma y Avenida Sevilla quedando frente al hito local de La Diana.

La torre de 264 metros de alto está diseñada para alcanzar altos estándares de desempeño ambiental, así como un criterio estructural sísmico eficiente. El núcleo se compensa en respuesta al sitio en forma de L. Al colocar el núcleo en la porción

más estrecha del terreno, se libera el área restante para crear una plancha de suelo grande y abierta que aumenta el perímetro de vistas y luz. Los ascensores de dos pisos se incorporan para ayudar a una circulación eficiente.



Imagen 32. Render del ingreso al edificio de Reforma 432 y las terrazas comerciales
Fuente: Foster + Partners. (2014). Reforma 432. Junio 24, 2018, de Foster + Partners. Sitio web: <https://www.fosterandpartners.com/projects/reforma-432/>

A pesar de que este proyecto cuenta con diversos elementos de sustentabilidad ambiental deja un poco fuera el tema social debido a que por la densidad y las dimensiones del proyecto puede generar un incremento en el problema de gentrificación. Además, no contempla vivienda dentro del complejo, lo que genera que todos los usuarios de la torre vendrán de otras partes de la ciudad, lo que ocasionará una mayor cantidad de desplazamientos y contaminación ambiental.

Arboleda

Localización: San Pedro Garza García, Monterrey, México

Año de proyecto: 2011

Tipo: Usos mixtos

Arquitecto: Pelli Clarke Pelli Architects

Estatus: En construcción

Arboleda es un importante desarrollo de uso mixto en San Pedro Garza García, uno de los suburbios más prósperos de México y América Latina y un importante centro

corporativo. El despacho de arquitectos Pelli Clarke Pelli, en colaboración con la oficina de James Burnett, buscan crear una aldea urbana en un terreno de 10.5 hectáreas a lado del campo de golf Club Campestre Monterrey con vistas a la zona montañosa de la Sierra Madre.



Imagen 33. Render del complejo de usos mixtos Arboleda

Fuente: Pelli Architects. (2011). Arboleda Master Plan. Junio 24, 2018, de Pelli Clark Pelli Architects Sitio web: <http://pcparch.com/project/arboleda-master-plan>

El desarrollo incluirá una zona comercial vibrante y una zona residencial segura ambas organizadas alrededor de un parque central. Llamado *The Leaf*, el parque toma su nombre y plan elíptico de la hoja del árbol de roble, una variedad que se encuentra alrededor de toda la propiedad.

El proyecto también ofrece una gran variedad de opciones de vivienda agrupados en tres torres de alta densidad, 35 villas de menor escala y dos edificios de departamentos de mediana altura más cerca del área comercial. Este vecindario también cuenta con torres de oficinas, tiendas, restaurantes, un hotel y un centro cultural.



Imagen 34. Render del complejo de usos mixtos Arboleda

Fuente: Pelli Architects. (2011). Arboleda Master Plan. Junio 24, 2018, de Pelli Clark Pelli Architects Sitio web: <http://pcparch.com/project/arboleda-master-plan>

Arboleda cumplirá con la certificación LEED for Neighborhood Development por sus principios de crecimiento inteligente, urbanismo y construcción ecológica. Además, de manera independiente los edificios contarán con la certificación LEED para edificaciones.

2.2. Indicadores de sustentabilidad en las edificaciones

De todos los proyectos de uso mixto descritos en el punto anterior, se realizó una síntesis con los principales indicadores de edificación sustentable que se utilizaron en los proyectos. Como se puede observar en la Tabla 7, los proyectos que acumularon la mayor cantidad de estrategias de diseño sustentable fueron Olympic Village y South Beach los cuales presentaron una localización estratégica, sitio sustentable, ahorro de agua, eficiencia energética, materiales y recursos de bajo impacto ambiental y espacios interiores de calidad. Estos indicadores serán tomados en cuenta para la selección de estrategias de diseño a utilizar en el presente proyecto.

TABLA SÍNTESIS DE ESTRATEGIAS EN CASOS ANÁLOGOS							
Categoría	Estrategias	Proyecto					
		Olympic Village	Asa Flats+Lofts	Canopia	South Beach	Reforma 432	Arboleda
Localización y transporte	Ubicación estratégica de terreno	X	X	X	X	X	X
	Densidad y usos mixtos en los alrededores	X	X		X	X	
	Fácil acceso a transporte público	X	X		X	X	
	Ciclopuestos	X	X		X	X	
Sitio sustentable	Evaluación del sitio	X	X	X	X	X	X
	Desarrollo, protección o restauración del sitio	X	X	X	X		X
	Espacios abiertos	X	X	X	X		X
	Manejo de agua de lluvia	X	X	X	X	X	X
	Reducción de isla de calor	X	X	X	X		X
Agua	Reducción de utilización de agua exterior	X	X		X	X	X
	Reducción de utilización de agua interior	X	X		X	X	X
	Medición del gasto de agua	X	X		X	X	X
Energía y atmósfera	Rendimiento energético mínimo	X	X	X	X	X	X
	Medición del gasto de energía	X	X		X	X	X
	Optminización energética	X	X		X	X	X
	Producción de energía renovable	X			X	X	X
	Mejora de la gestión de refrigerantes	X	X		X	X	X
Materiales y recursos	Almacenamiento y recolección de materiales reciclables	X		X	X		
	Manejo de desperdicios de demolición	X		X	X		
	Reducción del impacto y ciclo de vida del edificio	X	X	X	X	X	X
	Utilización de materiales de bajo impacto ambiental	X	X	X	X	X	X
Calidad del ambiente interior	Materiales de bajas emisiones de carbono	X	X	X	X	X	X
	Confort térmico	X	X		X	X	X
	Iluminación interior	X	X	X	X	X	X
	Luz del día	X	X	X	X	X	X
	Vistas de calidad	X	X	X	X	X	X
	Rendimiento acústico	X	X		X	X	X
	Menor utilización de aire acondicionado	X	X		X		X

Tabla 7. Tabla síntesis de estrategias en casos análogos

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Referencias conceptuales del tema

Las referencias conceptuales del tema son todos aquellos conceptos relacionados entre sí, y que ayudan a la comprensión del objeto de estudio. Para este trabajo de investigación, se tomaron en cuenta varios conceptos relacionados a la sustentabilidad, arquitectura, confort, entre otros y de esta manera, mejorar la percepción de los lectores.

2.3.1. Definición de términos

Existen algunos términos referentes a temáticas de arquitectura y sustentabilidad que es necesario definir para poder entender mejor el texto. Uno de los conceptos más importantes es el de edificación y arquitectura vertical, que de acuerdo con el arquitecto mexicano Sordo Madaleno es:

Una construcción de grandes dimensiones cuya extensión es perpendicular al horizonte. Las edificaciones verticales nacen de avances y eventos cuya sincronía histórica permitieron su concepción y desarrollo. En la actualidad, los nuevos modelos de edificación vertical difieren mucho de las obras que se habían hecho en el pasado, pero todos tienen el común denominador de seguir hacia arriba. Arquitectura vertical es un amplio término que abarca a los nuevos tipos de rascacielos, no sólo en su diseño y tamaño, sino también en su uso, que con el paso de los años se ha diversificado, de ser exclusivamente para oficinas y servicios, pasando por el espacio residencial, hasta llegar a la tendencia moderna de los usos mixtos. (Sordo Madaleno, 2015).

Otra de las palabras clave en este proyecto es *uso mixto* que según Vázquez (2015) “es la combinación de distintos usos de suelo dentro de una misma comunidad, es decir, conviven lo mismo un área comercial con oficinas, con zona residencial; hay quien incluso agregan hoteles u otro tipo de proyectos como los culturales (museos) o de esparcimiento, entre otros.”

Para que este proyecto cumpla con su objetivo debe contar con ciertas características que lo vuelvan sustentable, de acuerdo con la revista Huellas para la humanidad: “La *arquitectura sustentable*, es un modo de concebir el diseño arquitectónico, buscando optimizar recursos naturales y sistemas de la edificación de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes.” (Huellas para la humanidad, 2016).

Algunas de las estrategias que son tomadas en cuenta para este proyecto tienen que ver con el *diseño bioclimático*, el cual, consiste en el diseño de edificios donde se tomen en cuenta las condiciones climáticas y el aprovechamiento de los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales y reducir los consumos de energía. (CENER, 2004).

Otra de las características clave de una edificación es que cuente con espacios confortables. El *confort*, que es todo aquello que produce bienestar y comodidades. Según RAE (2010): “En la arquitectura, para que el hombre pueda sentir sensación de confort, la producción de calor debe ser igual a la pérdida.”

La *calidad de vida* es el objetivo al que debería tender el desarrollo de un país que se preocupe por el ser humano integral. Este concepto alude al bienestar en todas las facetas del hombre, atendiendo a la creación de condiciones para satisfacer sus necesidades materiales (comida y cobijo), psicológicas (seguridad y afecto), sociales (trabajo, derechos y responsabilidades) y ecológicas (calidad del aire, del agua). (Gildenberger, 1978).

Otro concepto que también debe ser tomado en cuenta para cualquier proyecto con características sustentables que se realice en la actualidad es el de *Desarrollo sustentable*, el cual, según el informe de Brundtland, 1987 significa: “atender las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las necesidades futuras para satisfacer sus propias necesidades garantizando así un equilibrio entre el crecimiento de sus tres vertientes: ambiental, económica y social.”

La definición del término *calentamiento Global* se refiere al: “aumento gradual de las temperaturas de la atmósfera y océanos de la Tierra que se han detectado en la actualidad, además del continuo aumento que se proyecta a futuro.” (Gallardo, 2015).

Otros términos muy utilizados en el apartado de definición del contexto urbano definidos por el departamento de Gestión Integral de la Ciudad del Gobierno de Guadalajara (2017) son los que se refieren a ICOS e ICUS:

- ICOS es el Incremento del Coeficiente de Ocupación del Suelo en un predio. Es un factor o porcentaje otorgado en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Guadalajara para determinar los metros cuadrados máximos permitidos para desplantar una edificación en un predio.
- ICUS. Es el Incremento del Coeficiente de Utilización del Suelo en un predio. Es un factor o porcentaje otorgado en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Guadalajara para determinar los metros cuadrados máximos permitidos para desarrollar una edificación de manera vertical dentro de un predio.

2.3.2. Autores

Uno de los exponentes más importantes de la arquitectura ambiental es Kean Yeang, cuya visión sobre la arquitectura verde es la siguiente:

“Los términos arquitectura verde y arquitectura sostenible no son sino diferentes formas de expresar el hecho de proyectar con la naturaleza y de un modo ambientalmente responsable...Para proyectar de una manera ecológicamente responsable y sensible, es preciso adoptar un planteamiento del proyecto de edificios holista y globalizador...” (Yeang, 2001, p.33)

Como menciona Yeang, la arquitectura sustentable busca proyectar de una manera más natural a través de la reducción de los impactos generados al medio ambiente.

Así mismo, los proyectistas deben entender de una manera distinta su entorno para lograr concebir espacios más amables con medio ambiente. No obstante, a pesar de que la idea de Yeang sobre arquitectura ambiental y diseño bioclimático es muy acertada, sus proyectos arquitectónicos no son sustentables puesto que la sustentabilidad toma en cuenta otros aspectos como los económicos y sociales y sus proyectos están pensados únicamente para satisfacer las necesidades de estratos sociales altos.

Otro despacho de arquitectura que implementa estrategias de arquitectura sustentable es Foster + Partners, ellos afirman que han abrazado los valores ambientales en el sentido más amplio desde el comienzo de la firma. Es una de las pocas firmas de arquitectura internacionales que ha recibido diversos premios por sus diseños sustentables desde los años noventa antes del boom de la arquitectura sustentable. Sobre arquitectura sustentable Norman Foster dice que: “Mientras los arquitectos no podamos resolver los problemas ecológicos del mundo, podemos diseñar de manera eficiente energéticamente, crear edificaciones socialmente responsables y podemos influenciar los patrones de transporte a través de la planeación urbana. Es importante destacar que la sustentabilidad también implica un modo de construir que sea sensible con su ubicación y la cultura que ha modelado eso” (Foster, 2003).

En cuanto a las características arquitectónicas de un edificio para lograr la sustentabilidad este debe ser bioclimático, hacer uso eficiente de la energía, utilizar las energías alternativas y lograr la autosuficiencia, sobre esto Morillón menciona que:

“La mayoría de los métodos de diseño se preocupan casi sólo en las fases del método que organiza y define los diversos pasos que el diseñador debe seguir para resolver un problema cualquiera. Este panorama parcial, que reduce al método a guía o receta de acciones en detrimento de los niveles de conciencia y conocimiento

del diseñador, ha propiciado que los métodos se vuelvan prescriptivos y no generadores de ideas.” (Morillón, 2000)

En arquitectura, esto quiere decir que los métodos de diseño ya no son innovadores y así mismo, las técnicas de diseño y construcción que se han vuelto como guías o recetas prescriptivas donde ya no se generan ideas nuevas. Es por ello que las tendencias actuales buscan relacionarse con el desarrollo sustentable, el cual: “...pretende quitarles a los métodos de diseño la estrechez de lo prescriptivo evitando las proposiciones ideales (así debe ser el proceso de diseño) y procurando secuencias de facto (esto hacen los diseñadores), que finalmente esbozan las fases del proceso” (Morillón, 2000).

La arquitectura tradicional de una localidad o región también muestra ciertas ventajas y características sustentables con las que se busca evitar un deterioro no sólo ambiental, sino también cultural, definiendo la esencia de la arquitectura de una región, Ferreiro menciona que:

“Conocer las características de la arquitectura propia de cada localidad o región en estudio, detectando tipologías que permitan establecer un criterio para evitar la destrucción o deterioro de un medio ambiente cultural significativo. La tipología en este caso se define como el conjunto de valores esenciales que caracterizan y determinan a la arquitectura de una región.” (Ferreiro, 1991)

En cuanto al tema de arquitectura bioclimática, uno de los exponentes principales son los hermanos Olgyay, ellos mencionan en sus metodologías de diseño bioclimático que: “El procedimiento deseable será trabajar con y no contra las fuerzas naturales y hacer uso de sus potencialidades para crear mejores condiciones de vida...” (Olgyay, 1963)

Para construir edificaciones balanceadas climáticamente los hermanos Olgyay dividen el proceso en cuatro pasos, de los cuales, la expresión arquitectónica es el

paso final. Como se muestra en el Gráfico 01, primeramente, deben estudiarse las variables climáticas, biológicas y tecnológicas.

Campos interrelacionados del equilibrio climático
(Victor Olgyay, 1963)

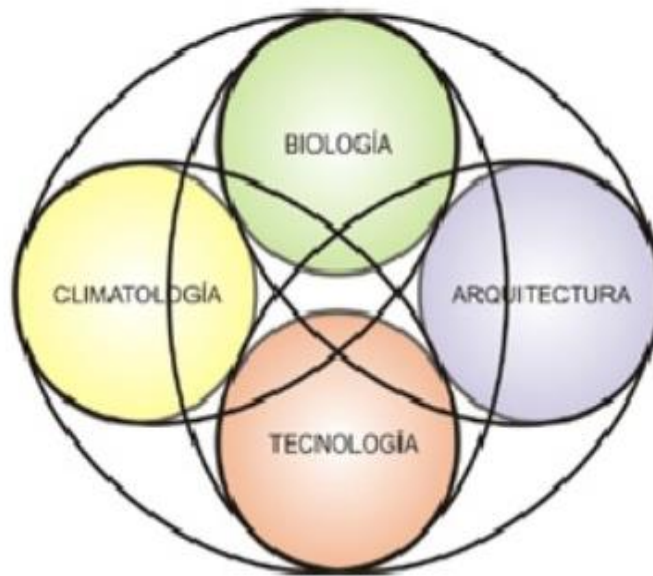


Gráfico 01. Campos interrelacionados del equilibrio climático (Victor Olgyay, 1963)
Fuente: Fuentes Freixanet. (1999). Arquitectura Bioclimática. 14 de noviembre del 2017.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Preguntas generadoras

Las preguntas de investigación de este tema surgen a partir de una reflexión sobre el crecimiento de las edificaciones verticales en la Zona Metropolitana de Guadalajara y la calidad de las mismas en comparación con las que se desarrollan en otros países.

¿Qué problemáticas se pueden solucionar con el desarrollo de edificaciones verticales de uso mixto?

¿Es la opción de realizar nuestras actividades diarias dentro de edificaciones de uso mixto la manera más sustentable de vivir en la Zona Metropolitana de Guadalajara?

¿Es posible ofrecer un modelo de edificación vertical de uso mixto sustentable a familias con diferentes niveles socioeconómicos?

¿Qué estrategias son más adecuadas para que las edificaciones verticales de alta densidad respondan a los retos de la sustentabilidad?

3.2. Hipótesis

Actualmente la Zona Metropolitana de Guadalajara ya no debe extenderse de manera horizontal y los desarrollos verticales con uso de suelo mixto pueden ser una alternativa para densificar el núcleo de la ciudad. Lo que se comprobará al diseñar una edificación vertical con uso de suelos mixto es que:

- Hacer vivienda en la periferia de las ciudades genera diversos problemas de movilidad e infraestructura. Ante los problemas de movilidad, la creación de edificaciones con uso de suelo mixto fomenta la convivencia sin el uso de automóviles. En cuanto a infraestructura, el crecimiento vertical puede ayudar a tener un mayor aprovechamiento de los recursos urbanos.
- De acuerdo a la forma en la que realizamos nuestras actividades diarias, la mejor manera de vivir los espacios arquitectónicos es con la reducción de distancias hacia las áreas centrales de la ciudad. Con desarrollos de uso mixto que cuenten con viviendas con alta densidad y menores dimensiones, mayor parte de la población podrá tener acceso vivir en zonas de mayor plusvalía.
- Con la creación de edificaciones verticales de uso mixto con características sustentables se puede reducir el impacto de las edificaciones al medio ambiente, se pueden generar ahorros en los consumos de la edificación y se puede promover la interacción social.

3.3. Objetivos

3.3.1. Objetivo General

Diseñar un proyecto de edificación vertical de alta densidad en un predio de uso mixto en un área central del municipio de Guadalajara que combine el uso habitacional, comercial y de oficinas, donde se implementen estrategias de diseño que tomen en cuenta las distintas dimensiones de la sustentabilidad para minimizar los impactos al medioambiente y su entorno inmediato.

3.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las problemáticas que se pueden solucionar en Guadalajara con el desarrollo de edificaciones verticales de uso mixto a través de la investigación de conceptos y autores clave y el análisis de normativas y certificaciones de construcción sustentable para seleccionar las estrategias de diseño sustentable más adecuadas para el presente proyecto.
- Identificar los antecedentes, casos de éxito y fracaso existentes en materia de edificaciones de alta densidad y usos múltiples a nivel internacional, nacional y estatal.
- Definir el perfil de los usuarios y la tipología de vivienda, comercio y oficinas que se va a ofrecer para determinar la dimensión económica y social del proyecto de uso mixto.
- Determinar las estrategias de diseño sustentable más adecuadas para crear edificaciones verticales de uso mixto eficientes.
- Evaluar a través de las herramientas BIM si la implementación de estrategias de diseño sustentable reduce los impactos ambientales, económicos y sociales que generan las edificaciones de uso mixto.

3.4. Alineación heurística

Alineación Heurística		
Objetivo general		
Diseñar un proyecto de edificación vertical de alta densidad en un predio de uso mixto en un área central del municipio de Guadalajara que combine el uso habitacional, comercial y de oficinas, donde se implementen estrategias de diseño que tomen en cuenta las distintas dimensiones de la sustentabilidad para minimizar los impactos al medioambiente y su entorno inmediato.		
Preguntas de investigación	Objetivos particulares	Hipótesis
¿Qué problemáticas se pueden solucionar con el desarrollo de edificaciones verticales de uso mixto?	Identificar las problemáticas que se pueden solucionar en Guadalajara con el desarrollo de edificaciones verticales de uso mixto a través de la investigación de conceptos y autores clave y el análisis de normativas y certificaciones de construcción sustentable para seleccionar las estrategias de diseño sustentable más adecuadas para el presente proyecto.	Hacer vivienda en la periferia de las ciudades genera diversos problemas de movilidad e infraestructura. Ante los problemas de movilidad, la creación de edificaciones con uso de suelo mixto fomenta la convivencia sin el uso de automóviles. En cuanto a infraestructura, el crecimiento vertical puede ayudar a tener un mayor aprovechamiento de los recursos urbanos.
¿Es la opción de realizar nuestras actividades diarias dentro de edificaciones de uso mixto la manera más sustentable de vivir en la Zona Metropolitana de Guadalajara?	Identificar los antecedentes, casos de éxito y fracaso existentes en materia de edificaciones de alta densidad y usos múltiples a nivel internacional, nacional y estatal.	
¿Es posible ofrecer un modelo de edificación vertical de uso mixto sustentable a familias con diferentes niveles socioeconómicos?	Definir el perfil de los usuarios y la tipología de vivienda, comercio y oficinas que se va a ofrecer para determinar la dimensión económica y social del proyecto de uso mixto.	De acuerdo a la forma en la que realizamos nuestras actividades diarias, la mejor manera de vivir los espacios arquitectónicos es con la reducción de distancias hacia las áreas centrales de la ciudad. Con desarrollos de uso mixto que cuenten con viviendas con alta densidad y menores dimensiones, mayor parte de la población podrá tener acceso vivir en zonas de mayor plusvalía.
¿Qué estrategias son más adecuadas para que las edificaciones respondan a los retos de la sustentabilidad?	Determinar las estrategias de diseño sustentable más adecuadas para crear edificaciones verticales de uso mixto eficientes. Evaluar a través de las herramientas BIM si la implementación de estrategias de diseño sustentable reduce los impactos ambientales, económicos y sociales que generan las edificaciones de uso mixto.	Con la creación de edificaciones verticales de uso mixto con características sustentables se puede reducir el impacto de las edificaciones al medio ambiente, se pueden generar ahorros en los consumos de la edificación y se puede promover la interacción social.

Cuadro 01. Alineación heurística

Fuente: Elaboración propia

3.5. Postura epistémica

Esta investigación se basará en el paradigma epistemológico positivista puesto que se estudiará el mundo físico-natural bajo principios que el ser humano no puede intervenir ni modificar a través de cálculos y mediciones. Se pretende comprobar por medio de la revisión documental, observación directa, diseño arquitectónico y modelado ambiental, que los proyectos de arquitectura vertical de usos mixtos al ser sustentables pueden contribuir con la sustentabilidad y genera mejores formas de vida.

3.6. Elección metodológica

El presente proyecto de obtención de grado se delimitará a partir de un enfoque metodológico mixto.

El enfoque cuantitativo es necesario ya que el proyecto está orientado hacia la descripción, predicción y explicación de datos medibles como: datos climáticos de la zona de estudio, gráficas de monitoreo de temperatura, diagnóstico de ruido, encuestas, análisis de geometría solar, gasto de agua, residuos, entre otros. Sin embargo, la dimensión cualitativa también es un factor importante ya que, para obtener resultados más puntuales, se requiere analizar el comportamiento de los usuarios, conocer su opinión, intereses, problemas y necesidades.

Este proyecto se abordará a partir de dos métodos. El primero es el método hermenéutico- interpretativo porque el sentido de esta investigación se basa principalmente en la observación de distintos modelos de ciudad y edificaciones de distintas partes del mundo y de la revisión bibliográfica. El segundo método que utilizar es el estadístico el cual, servirá para describir la realidad a partir de variables medibles como lo es el análisis de los datos obtenidos del modelado 3D y simulaciones computacionales.

La metodología que se presenta a continuación está basada en los trabajos de investigadores como: los hermanos Olgyay, Givoni, Szokolay, Morillón y Freixanet. El proyecto se divide en fases que a su vez se dividen en sub-fases que se pueden desarrollar de manera simultánea o secuencial. La metodología funciona como un ciclo que comienza con la comprensión de los objetivos y finaliza con el proyecto arquitectónico, la evaluación de su aporte a la sustentabilidad y como las fases se relacionan entre sí.



Gráfico 2. Metodología para el diseño sustentable de edificaciones verticales de usos mixtos

Fuente: Elaboración propia en base a la metodología de Freixanet

Preliminares

Sirven para comprender la problemática existente para el desarrollo del proyecto, en esta fase se trazan objetivos, metas claras, alcances y limitaciones para la resolución del problema.

Recopilación de información

Durante esta fase se estudian los antecedentes de la problemática que se profundiza en la definición de términos y autores clave. También se investiga sobre

los modelos exitosos de proyectos de usos mixtos sustentables internacionales y nacionales.

Diagnóstico

En este punto se realiza la técnica de observación directa en proyectos de uso mixto en la Zona Metropolitana de Guadalajara, también se analizan las normativas y certificaciones internacionales y nacionales en temas de construcción sustentable para seleccionar unas estrategias de diseño generales.

Definición de estrategias de diseño

El objetivo de este punto es conocer, analizar y evaluar las variables ambientales, naturales y artificiales para lograr una integración arquitectónica adecuada. En este punto se estudia a profundidad el sitio, la climatología, antecedentes arquitectónicos, infraestructura y equipamiento, estudio de tecnología local y apropiada y el medio sociocultural.

En esta etapa se determinan estrategias de diseño como la eficiencia energética, selección de materiales de bajo impacto ambiental, eficiencia en el consumo de agua, localización y conectividad vial, calidad en los ambientes interiores y análisis de los aspectos económicos y sociales.

Proyecto arquitectónico

Durante esta fase se definen los primeros conceptos y esbozos arquitectónicos, también se integran las estrategias de diseño sustentable al proyecto.

Evaluación del aporte a la sustentabilidad

En este punto se evalúa el diseño arquitectónico del proyecto, también se analizan elementos como: la funcionalidad de los espacios, estética, confort térmico, eficiencia energética, impacto ambiental, cumplimiento con la normativa vigente y la propuesta económica (comparativo de presupuesto tradicional vs. bioclimático)

Conclusiones

Se exponen los resultados obtenidos en el proyecto arquitectónico y sus aportaciones a la sustentabilidad.

3.7. Selección de técnicas y diseño de instrumentos

El objetivo de realizar la selección de técnicas y diseño de instrumentos es la recopilación de datos tanto cuantitativos como cualitativos para su análisis e interpretación. Para para el presente trabajo se utilizaron las siguientes dos técnicas:

3.7.1. Revisión documental

En esta técnica se recopiló información sobre los antecedentes empíricos del tema como el crecimiento urbano y casos de éxito en materia de edificación, alta densidad y uso mixto con características sustentables en diferentes ciudades a nivel internacional. También se investigaron y definieron términos y autores clave en materia de edificación sustentable.

3.7.2. Observación directa

La técnica de observación se utilizó para identificar las características arquitectónicas y estrategias de diseño de las edificaciones de uso mixto con características sustentables en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Para la recopilación de información se realizó un formato dividido en: materiales y sistemas constructivos, elementos arquitectónicos, características de la envolvente y elementos de diseño sustentable.

Este método es de gran importancia porque con él se puede realizar un diagnóstico e identificación de estrategias positivas y negativas en las edificaciones existentes y lograr una propuesta más eficiente.

3.8. Inventario de información recabada y sistematización

En este apartado se recogen los hallazgos obtenidos en la etapa correspondiente del proceso metodológico de la técnica de observación directa, así como la síntesis e interpretación de los mismos.

Objetivo

Identificar a través de observación directa las características de diseño arquitectónico y sistemas constructivos empleados en edificaciones verticales con uso de suelos mixto con características sustentables ya existentes en el núcleo de la Zona Metropolitana de Guadalajara para poder diseñar un desarrollo vertical que sea eficiente en el ámbito económico, social y ambiental.

Introducción

Para definir los observables en esta herramienta se realizaron dos tablas en donde se compararon las normativas de edificación sustentable a nivel nacional e internacional (Tabla 8 y Tabla 9).

Existen diversas normativas referentes a la edificación sustentable que sirvieron como pauta para la selección de las estrategias de diseño sustentable para el presente trabajo. Las más reconocidas a nivel internacional son: BREAM, EDGE, VERDE y LEED.

Las certificaciones mencionadas anteriormente comparten los elementos que se presentan a continuación como necesarios para el diseño y construcción de una edificación vertical con uso de suelos mixto sustentable:

- Eficiencia energética
- Materiales de bajo impacto ambiental
- Consumo de agua

- Localización y movilidad
- Calidad de ambiente interior
- Aspectos económicos y sociales

En la Tabla 8 que se muestra a continuación se realizó una comparativa de las normativas de construcción sustentable más difundidas a nivel internacional.

NORMATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE A NIVEL INTERNACIONAL				
NOBMR DE LA CERTIFICACIÓN	PAÍS	INSTITUCIÓN	ESTRATEGIAS SUSTENTABLES	VERSIONES
BREEAM				
<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology</i>	Reino Unido	<i>BRE Trust</i>	Gestión, salud y bienestar, energía, transporte, agua, materiales, residuos, suelo y ecología, contaminación e innovación.	BREEAM nueva construcción, BREEAM en uso, BREEAM urbanismo y BREEAM vivienda.
EDGE				
<i>Excellence in Design for Greater Efficiencies</i>	E.U.A.	<i>International Finance Corporation (IFC)</i>	Consumo de energía, consumo de agua, energía invertida en los materiales.	EDGE Vivienda (individual o desarrollo), EDGE Oficina, EDGE Hotel, EDGE Comercio o industria ligera, EDGE Hospital.
VERDE				
Valoración de Eficiencia de Referencia de edificios	España	<i>Green Building Council España (GBCe)</i>	Parcela y emplazamiento, energía y atmósfera, recursos naturales, calidad del ambiente interior, calidad de servicio y aspectos sociales y económicos.	VERDE NE Residencial y oficinas, VERDE NE Equipamiento y VERDE NE Unifamiliar, VERDE RH Residencial y VERDE RH Equipamiento. (NE=nueva edificación, RH= rehabilitación)
LEED				
<i>Leadership in Energy & Environmental Design</i>	E.U.A.	<i>United States Green Building Council (USGBC)</i>	Proceso integrador, localización y transporte, parcela sostenible, eficiencia en el uso del agua, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad del aire interior, innovación y prioridad regional.	LEED Diseño y construcción, LEED Envoltente y Nucleo, LEED Diseño Interior, LEED Operación y Mantenimiento, LEED Desarrollo de Barrios, LEED Hogares.

Tabla 6. Normativas para la construcción sustentable a nivel internacional

Fuente: Elaboración propia con datos recuperados de Green Building Rating System, (2010)

A pesar de que todas estas certificaciones internacionales cuentan con estrategias sustentables similares, en nuestro país la única que se utiliza es LEED.

En cuanto a las certificaciones de construcción sustentable vigentes en México, existen varios programas y normas para analizar temas como: eficiencia energética, agua, impactos ambientales, manejo de residuos, entre otros. Sin embargo, la mayor parte de estas normativas se enfocan en el sector vivienda, las únicas que toman en cuenta otras edificaciones son:

PCES, a pesar de tener estrategias de diseño sustentable de calidad, únicamente es válida en la Ciudad de México.

Norma Oficial Mexicana de Eficiencia Energética, cuenta con versiones para analizar edificaciones residenciales y no residenciales, sin embargo, sólo analiza la eficiencia energética y el aislamiento térmico.

En la Tabla 9 se realizó una comparativa de las normativas para la construcción sustentable a nivel nacional en México.

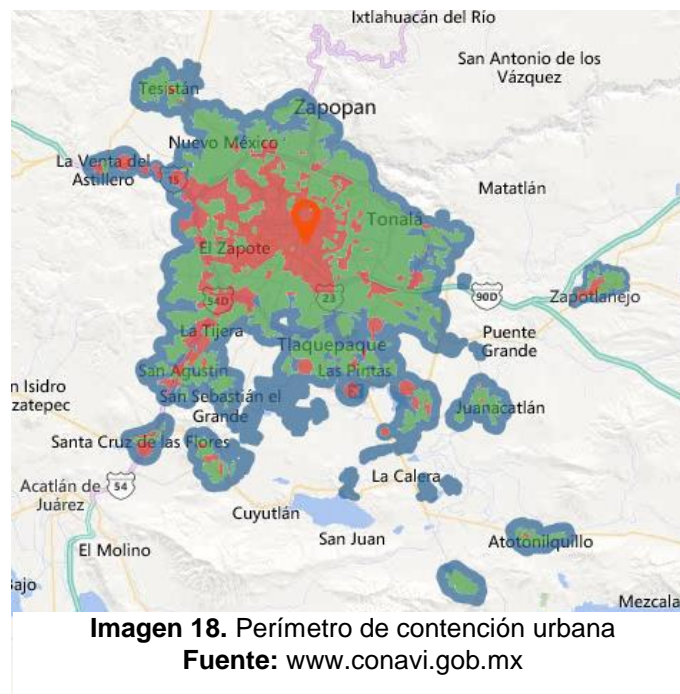
NORMATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE A NIVEL NACIONAL			
NOMBRE DE LA CERTIFICACIÓN	INSTITUCIÓN	ESTRATEGIAS SUSTENTABLES	VERSIONES
PCES			
Programa de Certificación de Edificios Sustentables	Gobierno del Distrito Federal	Energía, Agua, Calidad de Vida y responsabilidad social, impactos ambientales y otros impactos, residuos sólidos.	PCES en operación o edificaciones nuevas para vivienda y oficina.
CONAVI			
Comisión Nacional de Vivienda	SEMARNAT	Calentamiento de agua, iluminación, envolvente, aire acondicionado, energía fotovoltaica y ahorro de agua	Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el cambio Climático. Primera edición 2008.
NOM-008-ENER-2001			
Norma Oficial Mexicana de Eficiencia energética en edificaciones	Secretaría de Energía	Mide la eficiencia energética y aislamiento termica. Norma aplicable a todos los edificios nuevos y ampliaciones de edificios existentes no residenciales.	Envolvente de edificios no residenciales. Sólo existe una edición.
NOM-020-ENER-2011			
Norma Oficial Mexicana de Eficiencia energética en edificaciones	Secretaría de Energía	Mide la eficiencia energética y aislamiento termica. Norma aplicable a todos los edificios nuevos y ampliaciones de edificios existentes residenciales.	Envolvente de edificios para uso habitacional. Sólo existe una edición.

Tabla 7. Normativas para la construcción sustentable a nivel nacional

Fuente: Elaboración propia

3.8.1. Observación Directa

De acuerdo con el INEGI los municipios más poblados de la Zona Metropolitana de Guadalajara son Guadalajara (30.6%) y Zapopan (27.5%) lo cual representa más de la mitad de la población del núcleo de la zona metropolitana. Además, dentro de estos dos municipios se concentran la mayor parte de las actividades comerciales, laborales y de esparcimiento de los jaliscienses. Para la selección de las edificaciones verticales de usos mixtos a analizar se tomó en cuenta su ubicación dentro del núcleo del Perímetro de Contención Urbana (Zona roja) de la Zona Metropolitana de Guadalajara.



Dentro de los municipios de Guadalajara y Zapopan se localizaron ocho proyectos de edificación vertical con uso de suelos mixtos y características sustentables los cuales se señalan en la Imagen 31.

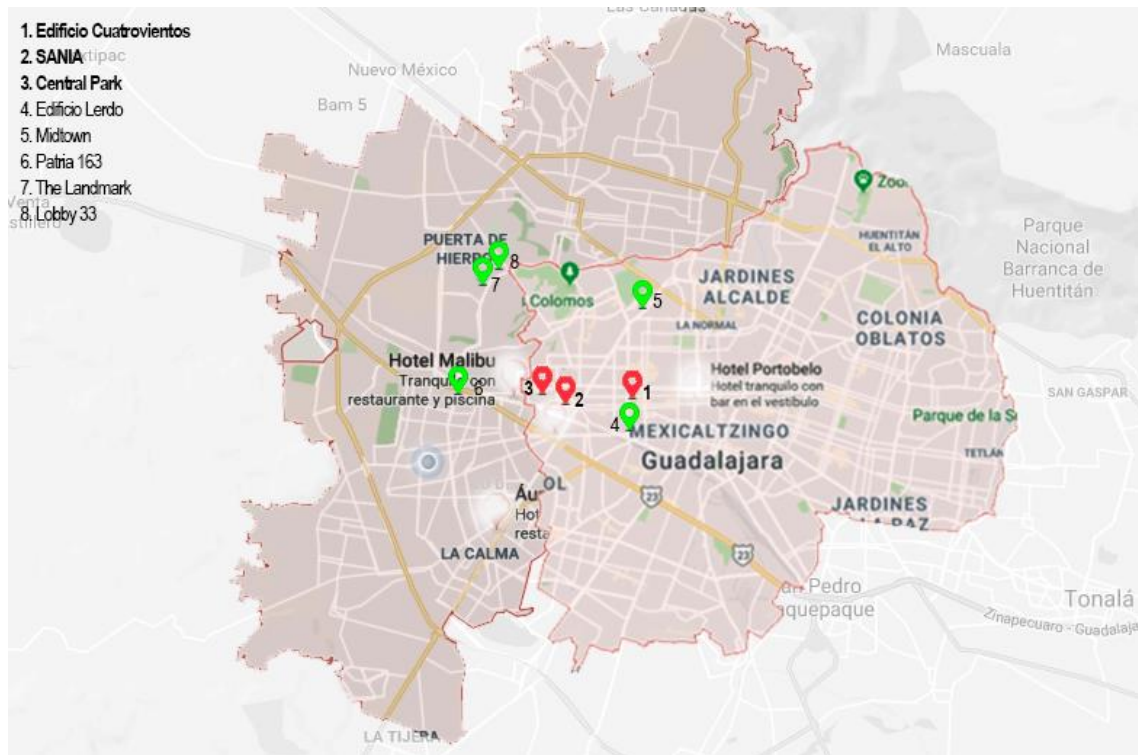


Imagen 19. Mapa de ubicación de edificaciones con uso de suelos mixto en Zapopan y Guadalajara

Fuente: Elaboración propia con base en Google Maps

De los proyectos mencionados en la imagen anterior, Midtown, Landmark y Lobby 33 aún se encuentran en construcción y los edificios de Lerdo y Patria 163 son proyectos con ciertas características sustentables, pero son de menor escala, por lo tanto, para realizar la actividad de observación directa se seleccionaron el Edificio Cuatro vientos, SANIA y Central Park. El proceso de observación se llevó a cabo desde el 27 de febrero hasta el 04 de marzo del 2017. En la Imagen 28 se puede observar la ubicación de los tres proyectos analizados.



Imagen 20. Mapa de ubicación de los observables
Fuente: Elaboración propia con base en Google Maps

Las razones por las que se eligieron estos proyectos fueron:

- Las diferentes escalas de los tres proyectos. Cuatro vientos es un proyecto de aproximadamente 6,500 m², Sania de 90,000 m² y Central Park de 125,000 m² con el fin de tener una comparativa de las diferentes combinaciones de usos y distribución que se pueden hacer en un mismo terreno.
- Ubicación estratégica en el corazón del municipio de Guadalajara
- Cuentan con alguna certificación sustentable
- Programa arquitectónico con diferentes usos de suelo

Descripción y características Torre Cuatro vientos

La torre Cuatro vientos, es un edificio con uso de suelos mixto donde se combinan una planta baja comercial y 38 unidades de departamentos distribuidos en 15 niveles. Este edificio está ubicado en la Calle Pedro Moreno #1775, Colonia Americana, en Guadalajara, Jalisco. La construcción del proyecto comenzó en el año 2012 y finalizó en el 2014. Este proyecto está en proceso de obtener la

certificación LEED BD+C New Construction por lo que cuenta con diversas estrategias de diseño sustentable.

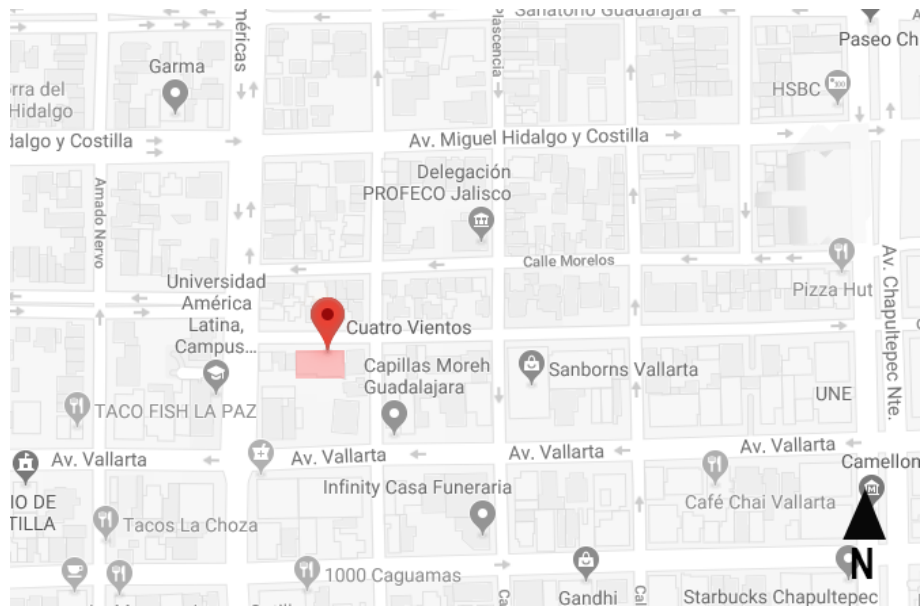


Imagen 21. Mapa de ubicación Torre Cuatrovientos
Fuente: Elaboración propia con base en Google Maps

Para el levantamiento de la información se utilizó la herramienta de investigación de observación directa en formato de tabla de Excel y en el sitio se realizaron las siguientes actividades:

- Toma de fotografías
- Observación del diseño del edificio en cuanto a orientación, forma y materiales.
- Croquis del sitio



Fotografía 1. Vista de torre Cuatrovientos desde su contexto urbano
Autora: Cortés, S.



Fotografía 2. Vista de la planta comercial de Torre Cuatrovientos
Autora: Cortés, S.

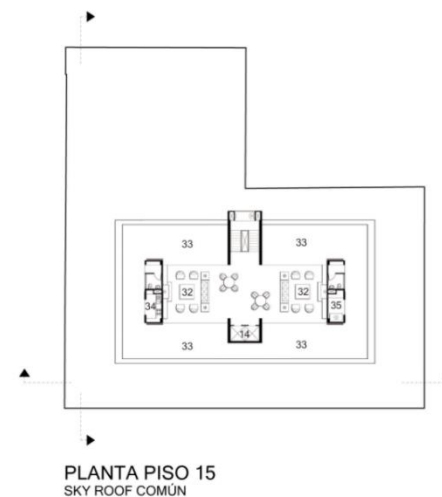
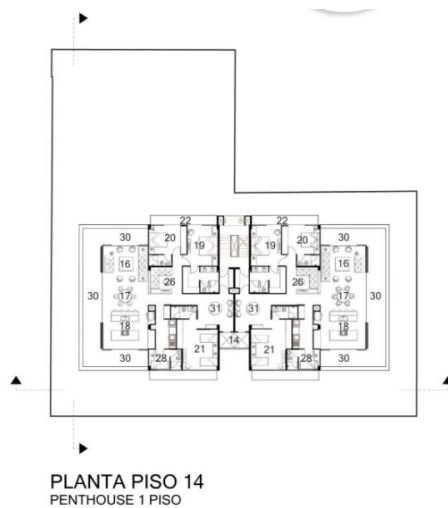
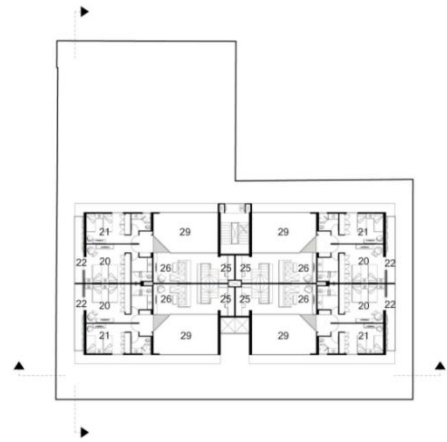
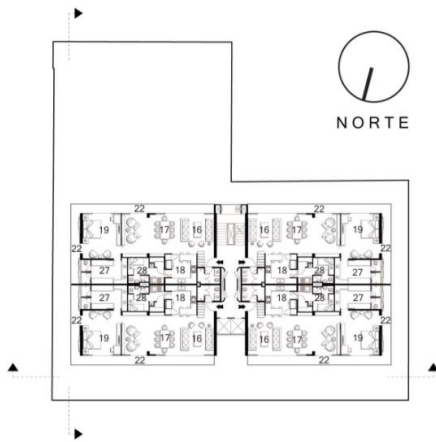
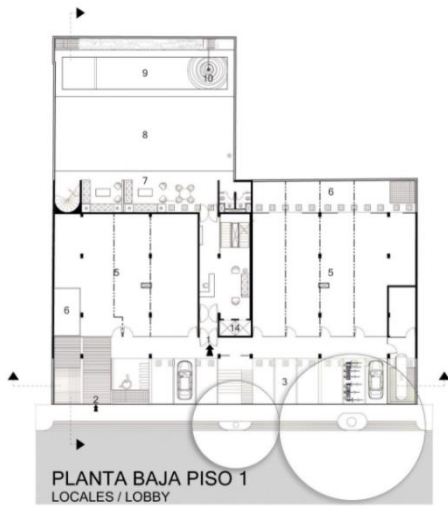


Fotografía 3. Piscina en planta baja de Torre Cuatrovientos
Autora: Cortés, S.



Fotografía 4. Terraza con barrera vegetal de Torre Cuatrovientos
Autora: Cortés, S.

Plantas arquitectónicas



PROGRAMA ARQUITECTÓNICO			
Planta Baja (Nivel 01)			
7 locales comerciales			
Lobby			
Recepción			
Área común			
Terraza			
Piscina			
2 Elevadores			
Escaleras de emergencia			
Planta Tipo (Nivel 02 al 10)			
2 Elevadores			
Escaleras de emergencia			
Departamento Tipo A	Departamento Tipo B	Departamento Tipo C	Departamento Tipo D
Cocina	Cocina	Cocina	Cocina
Sala	Sala	Sala	Sala
Comedor	Comedor	Comedor	Comedor
Área de servicio	Área de servicio	Área de servicio	Área de servicio
2 1/2 Baños	2 1/2 Baños	2 1/2 Baños	Cuarto de servicio
3 recámaras	2 recámaras	2 recámaras	Baño de servicio
2 Balcones	2 Balcones	2 Balcones	1/2 Baño
	Estudio	Sala de TV	Sala de TV
			Recámara principal
			Vestidor
			Baño principal
			2 Balcones
Planta Nivel 11		Planta Nivel 14	
2 Elevadores		2 Elevadores	
Escaleras de emergencia		Escaleras de emergencia	
Penthouse 2 pisos planta baja (2)		Penthouse (2)	
Cocina		Distribuidor	
Sala		3 Recámaras	
Comedor		3 Baños	
Área de servicio		Sala de estar	
Cuarto de servicio		Área de servicio	
Baño de servicio		Cuarto de servicio	
Recámara principal		Baño de servicio	
Baño-Vestidor		Cocina	
1/2 Baño		Sala	
Terraza		Comedor	
Escaleras		Terraza	
Planta Nivel 12		Planta Nivel 15	
2 Elevadores		2 Elevadores	
Escaleras de emergencia		Escaleras de emergencia	
Penthouse 2 pisos planta alta (2)		Sky Bar	
Estudio		Baños	
Sala de estar		Cocina	
2 Recámaras			
2 Baños			
Balcón			
Terraza			

Tabla 8. Programa arquitectónico torre Cuatrovientos
Fuente: Elaboración propia

Descripción y características SANIA

El complejo de Sania es un proyecto con uso de suelo mixto donde se combinan centro comercial en dos niveles, una torre de 10 niveles de oficinas integrada dentro del centro comercial y otra torre de vivienda de 12 niveles con un total de 50 departamentos dentro de un mismo predio con un total de más de 50,000 m² construidos. Este conjunto está ubicado en Av. Vallarta #3300, Colonia Vallarta Norte, en Guadalajara, Jal. Específicamente el proyecto de oficinas está en proceso de obtener la certificación LEED Core and Shell, sin embargo, tanto el centro comercial como la torre de vivienda cuentan con características arquitectónicas y sistemas constructivos tradicionales.

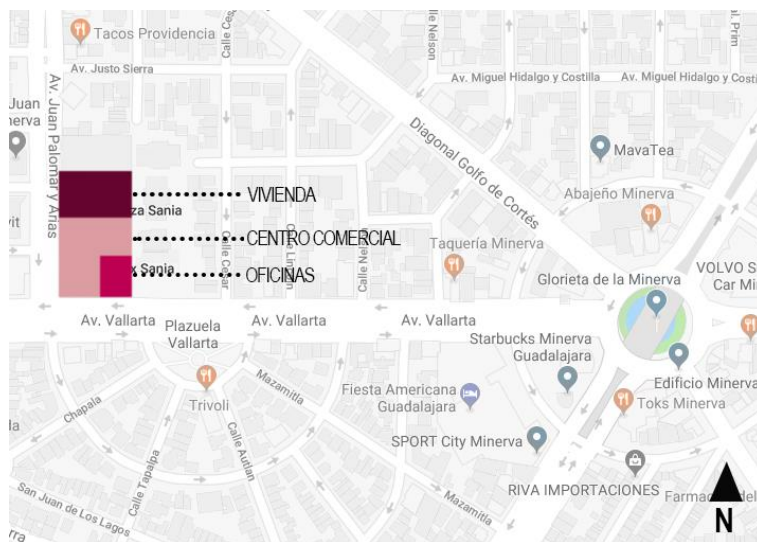


Imagen 22. Mapa de ubicación Sania

Fuente: Elaboración propia con base en Google Maps

Para el levantamiento de la información se utilizó la herramienta de investigación de observación directa en formato de tabla de Excel y en el sitio se realizaron las siguientes actividades:

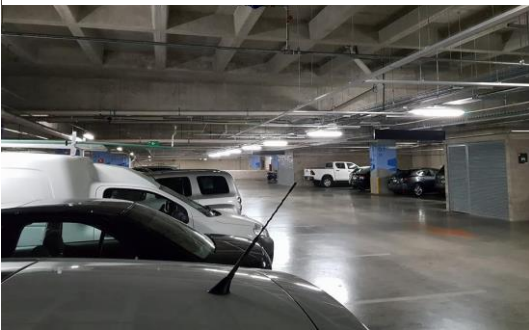
- Toma de fotografías
- Observación del diseño de los edificios en cuanto a orientación, forma y materiales.
- Croquis del sitio



Fotografía 6. Planta alta de centro comercial **Autora: Cortés, S.**



Fotografía 5. Planta baja de centro comercial **Autora: Cortés, S.**



Fotografía 7. Sótano de centro comercial **Autora: Cortés, S.**



Fotografía 8. Ingreso por Av. Juan Palomar y Arias centro comercial **Autora: Cortés, S.**



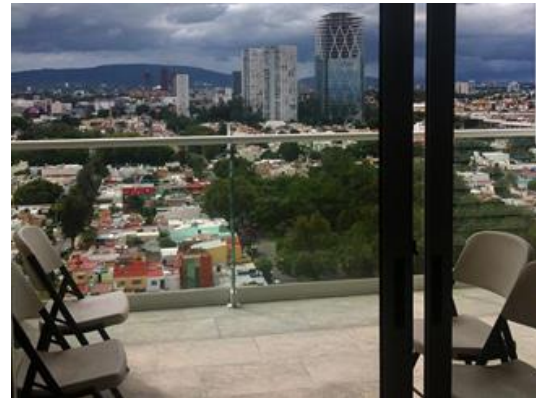
Fotografía 10. Fachada oficinas y centro comercial **Autora: Cortés, S.**



Fotografía 9. Fachada departamentos por Av. Juan Palomar y Arias **Autora: Cortés, S.**



Fotografía 11. Fachada departamentos por Av. Juan Palomar y Arias **Autora:** Cortés, S.



Fotografía 12 Vista al interior de un departamento **Autor:** Cambrano, O.

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO				
Comercio				
900 cajones de estacionamiento				
30 Locales comerciales				
Baños				
Núcleo de servicio				
Oficinas administrativas				
Cines				
Restaurantes				
Escaleras de emergencia				
Elevadores				
Escaleras eléctricas				
Cines				
Vivienda				
2 Elevadores				
Escaleras de emergencia				
Lobby				
Ludoteca				
Gimnasio				
Salón de usos múltiples				
Departamento 1 (153 m2)	Departamento 2 (143 m2)	Departamento 3 (117 m2)	Departamento 4 (135 m2)	Departamento 5 (140 m2)
Cocina	Cocina	Cocina	Cocina	Cocina
Sala	Sala	Sala	Sala	Sala
Comedor	Comedor	Comedor	Comedor	Comedor
Área de servicio	Área de servicio	Área de servicio	Área de servicio	Área de servicio
Cuarto de servicio	Cuarto de servicio	2 1/2 Baños	2 1/2 Baños	2 1/2 Baños
Baño de servicio	Baño de servicio	2 recámaras	3 recámaras	3 recámaras
2 1/2 Baños	2 1/2 Baños	Terraza	Terraza	Terraza
3 recámaras	3 recámaras	2 Cajones de estacionamiento	2 Cajones de estacionamiento	2 Cajones de estacionamiento
Terraza	Terraza	Bodega	Bodega	Bodega
2 Cajones de estacionamiento	2 Cajones de estacionamiento			
Bodega	Bodega			
Oficinas				
4 Elevadores				
2 Escaleras de emergencia				
Ducto de instalaciones				
Montacarga				
Vestibulo				
Cuarto de servicio				
1095 m2 de área rentable				

Tabla 9. Programa arquitectónico complejo Sania

Fuente: Elaboración propia

Plantas arquitectónicas

DEPARTAMENTO 1



CARACTERÍSTICAS
 153 m²
 3 recámaras
 2 1/2 baños
 Sala
 Comedor
 Cocina
 Área de lavado
 Cuarto de servicio con baño
 Terraza
 2 cajones de estacionamiento
 Bodega propia

DEPARTAMENTO 2



CARACTERÍSTICAS
 143 m²
 3 recámaras
 2 1/2 baños
 Sala
 Comedor
 Cocina
 Área de lavado
 Cuarto de servicio con baño
 Terraza
 2 cajones de estacionamiento
 Bodega propia

DEPARTAMENTO 3



CARACTERÍSTICAS
 117 m²
 2 recámaras
 2 1/2 baños
 Sala-comedor
 Cocina
 Área de lavado
 Terraza
 2 cajones de estacionamiento
 Bodega propia

DEPARTAMENTO 4



CARACTERÍSTICAS
 135 m²
 3 recámaras
 2 1/2 baños
 Sala
 Comedor
 Cocina
 Terraza
 Área de lavado
 2 cajones de estacionamiento
 Bodega propia

DEPARTAMENTO 5



CARACTERÍSTICAS
 140 m²
 3 recámaras
 2 1/2 baños
 Sala
 Cocina
 Comedor
 Terraza
 Área de lavado
 2 cajones de estacionamiento
 Bodega propia

Imagen 23. Plantas arquitectónicas tipo departamentos Sania
Fuente: www.sania.com.mx

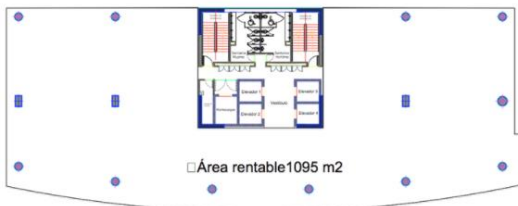


Imagen 24. Planta arquitectónica tipo torre de oficinas Sania
Fuente: www.sania.com.mx

Descripción y características CENTRAL PARK

El complejo de Central Park es un proyecto con uso de suelos mixto donde se combinan una torre de 29 niveles con área comercial y oficinas y 3 torres de vivienda de 26 niveles con un total de 111 departamentos por torre dentro de un mismo predio. Este conjunto está ubicado en la calle Diagonal San Jorge 97, Vallarta San Jorge, en Guadalajara, Jal. Específicamente el proyecto del corporativo está en proceso de obtener la certificación LEED Core and Shell, sin embargo, las torres de vivienda cuentan con características como materiales y eco tecnologías distintas.



Imagen 25. Mapa de ubicación Central Park

Fuente: Elaboración propia con base en Google Maps

Para el levantamiento de la información se utilizó la herramienta de investigación de observación directa en formato de tabla de Excel y en el sitio se realizaron las siguientes actividades:

- Toma de fotografías
- Observación del diseño del edificio en cuanto a orientación, forma y materiales.
- Croquis del sitio.



Fotografía 14. Conjunto de oficinas y torres de departamentos
Autora: Cortés, S.



Fotografía 13. Ingreso de oficinas
Autora: Cortés, S.



Fotografía 16. Ingreso peatonal a departamentos
Autora: Cortés, S.



Fotografía 15. Torre de oficinas
Autora: Cortés, S.



Fotografía 18. Ingreso peatonal a departamentos
Autora: Cortés, S.



Fotografía 17. Ingreso vehicular a departamentos
Autora: Cortés, S.

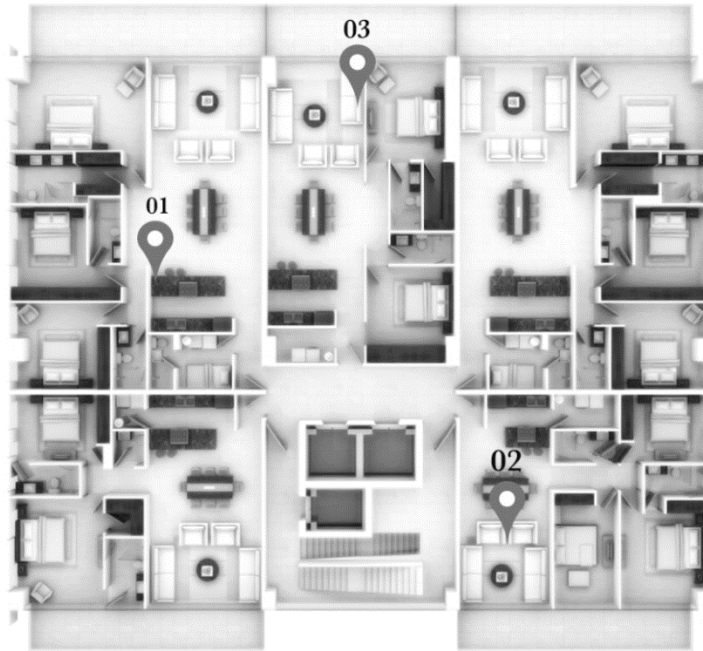


Imagen 26. Planta arquitectónica tipo departamentos Central Park
Fuente: centralparkguadalajara.mx

Planta arquitectónica corporativo

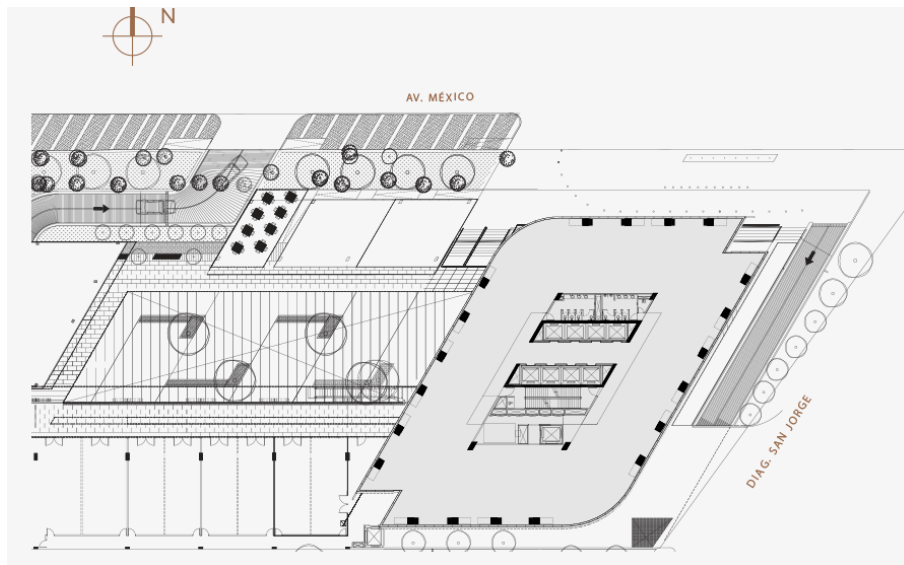


Imagen 39. Planta arquitectónica tipo corporativo Central Park
Fuente: centralparkguadalajara.mx

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO		
Torre corporativo		
Motor Lobby		
Lobby doble altura		
Ocho elevadores		
Núcleo de baños		
Montacarga		
Cuarto de servicio		
Gimnasio		
2 niveles de área comercial		
Servicios premium		
Zona de restaurantes		
Gourmet y cocina de autor		
Cafetería		
Helipuerto		
Azoteas verdes		
Valet Parking		
Área rentable por planta 1,329 m ²		
Torre de vivienda (3)		
2 Elevadores		
Escaleras de emergencia		
Lobby		
Alberca		
Gimnasio		
Bar		
Spa		
Home Theater		
<u>Departamento 1 (198.80 m²)</u>	<u>Departamento 2 (133.86 m²)</u>	<u>Departamento Tipo C (135.19 m²)</u>
Cocina	Cocina	Cocina
Sala	Sala	Sala
Comedor	Comedor	Comedor
Cuarto de servicio	Cuarto de servicio	Cuarto de servicio
Baño de servicio	2 Baños	2 Baños
3 Baños	3 recámaras	3 recámaras
3 recámaras	Terraza	Terraza
Terraza	2 Cajones de estacionamiento	2 Cajones de estacionamiento
2 Cajones de estacionamiento	Bodega	Bodega
Bodega		

Tabla 10. Programa arquitectónico complejo Central Park
Fuente: Elaboración propia

3.8.2. Síntesis interpretativa de los datos analizados

Las Tablas 13, 14, 15 y 16 muestran el resultado del levantamiento de información en cada una de las torres. Para estructurar la información se dividió la observación en cuatro partes: materiales y sistemas constructivos, elementos arquitectónicos, características de la envolvente y elementos de diseño sustentable. Todo esto con el fin de conocer características como la eficiencia energética, materiales de bajo impacto ambiental, consumos de agua, localización y movilidad, calidad en ambientes interiores y aspectos económicos y sociales en las edificaciones de uso mixto existentes en Guadalajara.

La Tabla 13 habla sobre los materiales y sistemas constructivos utilizados en los tres casos de edificaciones verticales con uso de suelo mixto que se analizaron.

1. Materiales y sistemas constructivos		CUATROVIENTOS	SANIA			CENTRAL PARK	
OBSERVABLES	DESCRIPCIÓN	Vivienda - Oficinas	Centro comercial	Oficinas	Vivienda	Vivienda	Corporativo
a. Sistema constructivo predominante	Estructura de acero						
	Estructura de concreto						
	Mampostería tradicional con arcillas						
b. Material utilizado en muros	Muro de mampostería 10 cms						
	Muro de mampostería 15 cms						
	Tablaroca						
	Novaceramic						
	Durock						
	Block de jalcreto						
	Otros						
c. Material utilizado en losas	Concreto reforzado						
	Losa aligerada con casetones						
	Losa acero						
	Prefabricada						
	Otros						

Tabla 11. Comparativa de hallazgos de materiales y sistemas constructivos

Fuente: Elaboración propia

En cada uno de los casos se identificó que:

- El edificio Cuatrovientos fue realizado con una estructura con columnas de acero reciclado y losas de concreto. Los muros exteriores están rellenos de fibra de vidrio y lana la cual funge como aislante térmico y acústico. Los muros que llevan instalaciones y los muros divisorios entre departamentos

están hechos de block de jalcreto con el fin de dar mayor privacidad entre departamentos.

- En cuanto al complejo Sania, a pesar de estar dividido en dos torres, el sistema constructivo en todo el complejo es a base de columnas de acero con losas de concreto aligerado. Los materiales divisorios en todos los casos son de Tablaroca y Durock con los muros de instalaciones de block de jalcreto. En la torre de oficinas la envolvente del edificio es de cristal y los pisos se entregan a los clientes finales sin ningún tipo de muro divisorio para que los usuarios tengan flexibilidad en los espacios.
- En el complejo Central Park, el sistema constructivo predominante es el concreto y el material utilizado en muros es mampostería de 10 y 15 cm en el interior de los departamentos y una envolvente a base de paneles de concreto prefabricado. En cuanto al corporativo, los muros divisorios son de Tablaroca y la envolvente es a base de cristal reflejante Low-E o de bajas emisiones.

La Tabla 14 habla sobre los elementos arquitectónicos de las torres como elementos de protección solar, recubrimiento en muros interiores y exteriores y la tipología de las ventanas.

2. Elementos arquitectónicos		CUATROVIENTOS	SANIA			CENTRAL PARK	
OBSERVABLES	DESCRIPCIÓN	Vivienda - Oficinas	Centro comercial	Oficinas	Vivienda	Vivienda	Corporativo
a. Elementos de protección solar	Barrera vegetal						
	Pérgolas						
	Aleros						
	Partesol						
	Celosía						
b. Recubrimiento en muros	Enjarre cemento: arena						
	Enjarre yeso						
	Concreto						
	Madera						
	Otro						
c. Tipología de ventanas	Fijas						
	Proyección						
	Batientes						
	Corrediza						
	Doble cristal						

Tabla 12. Comparativa de hallazgos de elementos arquitectónicos

Fuente: Elaboración propia

En cada uno de los casos se identificó que:

- El edificio Cuatrovientos es el único de los tres complejos analizados que implementa estrategias de diseño sustentable tanto en la vivienda, como en el comercio, en el edificio se utilizan elementos de protección solar como aleros, celosías y barreras vegetales que funcionan como sistemas reguladores de temperatura en el interior de los departamentos.
- El complejo de Sania cuenta con elementos de protección solar únicamente en el área de terraza de la zona comercial. Sin embargo, en la torre de vivienda la orientación de los espacios principales es de oriente-poniente y salvo las terrazas techadas en el área de sala-comedor, los espacios no cuentan con ningún tipo de protección solar, los espacios más desprotegidos son los de las recámaras los cuales pueden presentar problemas de discomfort térmico.
- En el caso de Central Park, al igual que en Sania, las tres torres de vivienda presentan algunos problemas de falta de protección solar en las fachadas oriente-poniente. Aunque los materiales de la envolvente del edificio son de concreto y este absorbe grandes cantidades de calor, existen muchas ventanas que más que generar ventilaciones cruzadas pueden hacer habitaciones demasiado cálidas. Un punto a favor en la torre del corporativo es que la envolvente es de cristal de bajas emisiones lo cual minimiza la cantidad de luz ultravioleta que entra a los espacios lo que genera espacios interiores luminosos, confortables y con una mayor eficiencia energética.

En la Tabla 15 se habla sobre las características de la envolvente de los proyectos, también en ésta tabla se toma en cuenta la altura libre y cantidad de niveles de las torres. En todos los proyectos se cuenta con alturas libres mayores a los 3 metros lo que se traduce en una sensación de espacios más amplios y frescos.

3. Características de la envolvente		CUATROVIENTOS	SANIA			CENTRAL PARK	
OBSERVABLES	DESCRIPCIÓN	Vivienda - Oficinas	Centro comercial	Oficinas	Vivienda	Vivienda	Corporativo
a. Tipología general de las construcciones	Mayor volumen de muro sólido	50/50	50/50		50/50	50/50	
	Mayor volumen de vanos y ventanas						
b. Promedio de alturas interiores		3.00 m libres	4.00 m libres	3.00 m libres	3.00 m libres	3.00 m libres	3.00 m libres
c. Cantidad de niveles		15	2	10	15	26	29
d. Ventilación cruzada		Sí	Sí		No	No	No
e. Características ópticas	Predominancia de colores claros			Envolvente de cristal gris			Envolvente de cristal
	Predominancia de colores oscuros						
	Texturas lisas						
	Texturas rugosas						

Tabla 13. Comparativa de hallazgos de características de la envolvente

Fuente: Elaboración propia

Específicamente en cada uno de los proyectos se encontró que:

- En la envolvente de la torre Cuatrovientos predominan los colores claros y texturas lisas, esto sirve para lograr una mejor eficiencia energética ya que estos tonos no absorben el calor. También cuenta con una ventilación cruzada lo cual disminuye la utilización de sistemas de enfriamiento.
- Las fachadas de la torre de vivienda de Sania, al igual que en Cuatrovientos, son de colores claros. El centro comercial a pesar de ser de colores oscuros cuenta con una muy buena altura libre y ventilaciones cruzadas lo que genera espacios frescos y confortables. La envolvente de la torre de oficinas es de cristal gris mismo que repele un poco la entrada de calor permitiendo la entrada de luz solar lo que genera espacios luminosos.
- Al igual que en los otros edificios, en Central Park las torres de vivienda son de color blanco, sin embargo, por la posición de los edificios y distribución de los espacios no se generan ventilaciones cruzadas en las recámaras lo que puede generar espacios demasiado cálidos.

La Tabla 16 habla sobre los elementos de diseño sustentable utilizados en cada uno de los proyectos.

4. Elementos de diseño sustentable		CUATROVIENTOS	SANIA			CENTRAL PARK	
OBSERVABLES	DESCRIPCIÓN	Vivienda - Oficinas	Centro comercial	Oficinas	Vivienda	Vivienda	Corporativo
a.	Orientación de la edificación	Norte - Sur	Sur - Oeste	Sur	Oeste-Este	Norte - Sur	Norte - Sur
b.	Sistemas para el ahorro energético	Si	No	Si	No	Si	Si
c.	Sistemas de captación de energía solar	Si	No	Si	No	No	Si
d.	Sistemas de aislamiento	Si	Si	Si	Si	Si	Si
e.	Sistemas de ventilación	Si	Si	Si	Si	Si	Si
f.	Sistemas de calentamiento de agua por tecnología solar	Si	No	Si	No	Si	Si
g.	Ahorro de agua	Si	No	Si	Si	Si	Si
h.	Climatización natural	No	Si	No	No	No	No
i.	Utilización de materiales ecológicos	Si	No	Si	No	No	No
j.	Captación de agua pluvial	No	No	No	No	No	No
k.	Sistemas vegetales reguladores de temperatura	Si	No	No	No	No	No
l.	Ecotecnologías	Si	No	Si	No	Si	Si

Tabla 14. Comparativa de hallazgos de elementos de diseño sustentable

Fuente: Elaboración propia

En cada uno de los casos se identificó que:

- El edificio Cuatrovientos es el único de los tres complejos analizados que implementa estrategias de diseño sustentable tanto en la vivienda como en el comercio, la edificación completa cuenta con una buena orientación, sistemas para el ahorro energético, captación solar, aislamiento térmico y acústico, utilización de materiales ecológicos y sistemas vegetales reguladores de temperatura.
- En el caso del complejo de Sania, el edificio de oficinas está en proceso de conseguir la certificación LEED Core and Shell, sin embargo, la torre de vivienda del complejo muestra una orientación y distribución de los espacios deficiente. Además, por la densidad de torre de vivienda podría ser de gran utilidad el uso de tecnologías para la obtención de energía y calentamiento de agua.
- El complejo de Central Park salvo por algunas ventanas en las recámaras de las torres de vivienda, cuenta con una buena orientación, sistemas de aislamiento, ventilación, y eco tecnologías para el ahorro de agua y energía. También cuenta con buenas amenidades y áreas verdes que sirven para disipar el calor y la contaminación del exterior del complejo.

4. ANÁLISIS, DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS

Con base en los *indicadores de sustentabilidad en las edificaciones* obtenidos en el *Capítulo 2*, punto *2.1.3. Modelos de proyectos de usos mixtos sustentables existentes* (p. 21-34.), el análisis de las certificaciones internacionales y los resultados obtenidos en la técnica de observación directa realizada en la Zona Metropolitana de Guadalajara (p. 41-73.) se realizó un resumen con los hallazgos aprovechables. Así mismo, en este capítulo se analizan factores como: el sitio y el entorno, localización geográfica, climatología y el perfil de los usuarios, para definir la tipología de edificación y crear un listado de estrategias de diseño aplicables en un proyecto arquitectónico.

4.1. Hallazgos aprovechables

Con la información recabada sobre los edificios de usos mixtos en la Zona Metropolitana de Guadalajara se puede deducir que:

A pesar de que en México ya se comienzan a implementar algunas normativas o certificaciones para evaluar la sustentabilidad de las edificaciones, la mayoría de ellas se enfocan principalmente en el tema de vivienda, para la evaluación de edificios como comercios u oficinas únicamente existe la NOM-008-ENER-2001 sin embargo, ésta solo se enfoca en evaluar el funcionamiento energético de las envolventes de las edificaciones, dejando de lado otros factores importantes en el tema de la arquitectura sustentable.

Existen certificaciones de edificación sustentable a nivel internacional que son muy completas y que marcan una pauta de los pasos a seguir en los nuevos modelos de construcción. Los elementos como eficiencia energética, materiales de bajo impacto ambiental, consumo de agua, localización y movilidad y calidad de ambiente interior que están presentes en las certificaciones internacionales serán elementos clave para el diseño de la edificación vertical con uso de suelos mixtos de este Trabajo de Obtención de Grado.

En cuanto a las edificaciones de uso mixto que se analizaron en la Zona Metropolitana de Guadalajara se encontró que ninguno de los complejos analizados cumple con todos los lineamientos y categorías necesarios para obtener alguna certificación internacional. El único edificio donde se puede observar un avance en el concepto de sustentabilidad aplicado al diseño arquitectónico y construcción es en la torre Cuatro vientos, puesto que, además de contar con sistemas encaminados hacia la eficiencia de los sistemas, desde su diseño se procuró el análisis de elementos como fachadas, asoleamiento, materiales y la tipología de las ventanas utilizadas las cuales procuran una menor ganancia de calor, así mismo, se tomaron en cuenta otros indicadores como la utilización de materiales reciclados o el manejo y ahorro de agua.

Si bien es cierto que ya se comienzan a crear edificios de uso mixto que implementan tecnologías verdes o estrategias de arquitectura bioclimática en la Zona Metropolitana de Guadalajara, estos no son arquitectura sustentable, puesto que, para serlo deben cumplir con los tres pilares de la sustentabilidad y tomar en cuenta el impacto ambiental, económico y social de las edificaciones en su entorno inmediato.

En resumen, en cuanto al impacto ambiental se puede decir que todos los complejos analizados cuentan con ciertas estrategias de sustentabilidad ambiental, no obstante, ninguno de los complejos en conjunto cumple con todos los puntos de los estándares internacionales por lo que para el desarrollo de este proyecto se analizará desde la selección del sitio y su entorno hasta la viabilidad de sus estrategias de diseño sustentable.

Comparativa de precios de vivienda en complejos de usos mixtos en la Zona Metropolitana de Guadalajara			
<i>Nombre del proyecto</i>	<i>Precio departamento</i>	<i>M²</i>	<i>Precio por M²</i>
Edificio Cuatrovientos	\$3,800,000	135	\$28,148.15
Sania	\$4,000,000	117	\$34,188.03
Central Park	\$5,000,000	130	\$38,461.54
Edificio Lerdo	\$4,300,000	160	\$26,875.00
Patria 163	\$3,300,000	117	\$28,205.13

Tabla 155. Comparativa de precios de vivienda en complejos de usos mixtos en la Zona Metropolitana de Guadalajara
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 15 se realizó una comparativa de los precios de las viviendas analizadas en la técnica de observación directa. Respecto al ámbito de la sustentabilidad económica, se puede observar que todos los complejos analizados están enfocados en un estrato socio económico medio-alto o alto, lo que ocasiona que vivir en el núcleo de la Zona Metropolitana de Guadalajara sea únicamente para la gente con mayores ingresos y genera que la población menos favorecida se desplace a las periferias de la ciudad.

En este proyecto se propone analizar el tipo de usuarios que existen en la zona del proyecto para generar tipologías de viviendas asequibles para diferentes perfiles de usuario.

Por último, en el ámbito social se encontró que los edificios analizados no cuentan con vinculación entre los espacios con uso de suelo distinto, lo que más que fortalecer el sentido de barrio o comunidad fomenta la fragmentación social. En este proyecto se busca crear espacios de transición entre los cambios de uso de suelo que fomenten la interacción entre los usuarios de las zonas comerciales, de vivienda u oficinas, así mismo, se pretende que con la combinación de diferentes tipos de vivienda se logre una cohesión social más favorable.

4.2. Análisis del sitio y del entorno

4.2.1. Localización y datos generales

La Zona Metropolitana de Guadalajara es el área geográfica que resulta de la conurbación que ha tenido la capital del Estado de Jalisco. Como se mencionó en la página 5 la Zona Metropolitana de Guadalajara está conformada por nueve municipios, de los cuales únicamente seis son considerados como centrales. De acuerdo con el Sistema Geoestadístico Mundial está ubicada en la latitud norte $20^{\circ}40'00''$, $103^{\circ}23'30''$ longitud oeste del meridiano de Greenwich y altitud de 1598 metros sobre el nivel del mar.

Según el Instituto De Información Estadística y Geográfica la Zona Metropolitana de Guadalajara cuenta con una población aproximada de cinco millones de habitantes los cuales se distribuyen en una superficie total de 2,384.66 km² (IIEG, 2017).

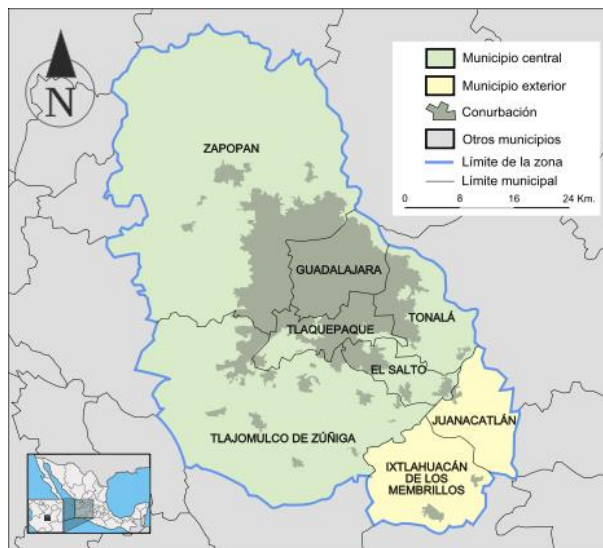


Imagen 27. Mapa de la Zona Metropolitana de Guadalajara y su respectiva conurbación
Fuente: Jpablo cad. (abril 30, 2018). *Zona Metropolitana de Guadalajara*. Julio 03, 2018, de Wikipedia Sitio web: De Jpablo cad - Trabajo propio, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5521222>

4.2.2. Climatología de la Zona Metropolitana de Guadalajara

Para analizar los datos climatológicos de la Zona Metropolitana de Guadalajara se utilizó el programa Bioclimarq en el cual, con los datos de latitud, longitud y altitud, se obtuvo un resumen del clima anual y estacional.

Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura media (C°)	17.2	18.4	20.1	22.3	24.2	23.7	21.7	21.6	21.5	20.8	19.5	17.7
Radiación s/p horizontal (w/m ²)	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1
Precipitación total (mm)	13.0	5.8	5.8	9.7	27.4	152.9	269.5	221.3	159.7	63.4	14.9	17.0
Índice ombrotérmico	-0.6	-0.8	-0.9	-0.8	-0.4	2.2	5.2	4.1	2.7	0.5	-0.6	-0.5
Humedad relativa media (%)	18.5	5.4	7.3	9.9	20.2	100.0	100.0	100.0	100.0	57.9	14.7	13.1
Humedad absoluta media (gr/kg)	2.2	0.7	1.0	1.6	3.6	19.5	16.9	16.9	16.8	8.7	2.0	1.6
Índice termohigróico	9.67	9.55	10.56	11.96	13.90	21.60	19.31	19.26	19.15	14.72	10.73	9.63
Clasificación												
Temperatura	T	T	C	C	C	C	C	C	C	C	T	T
Radiación	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Índice Ombrotérmico	D	D	D	D	D	LL	LL	LL	LL	LL	D	D
Humedad	A	A	A	A	A	H	H	H	H	SH	A	A
Contenido de vapor	B	B	B	B	B	A	A	A	A	M-	B	B
Índice Termohigróico	B	B	B	M	M	A	A	A	A	M	B	B
Clima estacional	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	B	B

Tabla 166. Resumen del clima anual y estacional de la Zona Metropolitana de Guadalajara
Fuente: Gómez Azpeitia, G. (2016). Bioclimarq (Versión 1) "Software"

Tipo	Parámetro	Clave	Denominación	Rango
Térmico	Temperatura (Ta media)	F	Frío	< 15 ° C
		T	Templado	15 a 20 ° C
		C	Cálido	20 a 25 ° C
		K	Caluroso	> 25 ° C
	Radiación s / p horizontal nublado típico	I	Intensa	> 7.500 w/m ²
		M	Moderada	5,000 a 7,5000 w/m ²
Higróicos	Ombrotérmico (PP / 2Ta) -1	LL	Lluvioso	> 0
		D	Despejado	< 0
	Humedad (HR media)	H	Húmedo	> 70 %
		SH	Sub húmedo	50 a 70 %
		SS	Semi seco	30 a 50 %
		A	Árido o Seco	< 30 %
	Contenido de vapor (HA media)	A	Alto	> 15 gr/m ²
		M+	Medio Alto	10 a 15 gr/m ²
		M-	Medio Bajo	5 a 10 gr/m ²
		B	Bajo	< 5 gr/m ²
	Índice termohigróico (Ta + HA / 2)	A	Alto	> Media + (desvest / 2)
		M	Medio	Media ± (desvest / 2)
B		Bajo	< Media - (desvest / 2)	

Tabla 177. Indicadores y claves de Tabla 15.
Fuente: Gómez Azpeitia, G. (2016). Bioclimarq (Versión 1) "Software"

Como se puede observar en la Tabla 16 y 17 los datos climatológicos de la Zona Metropolitana de Guadalajara indican características de un clima cálido y semiseco a lo largo del año. Así mismo, pueden observarse cuando menos dos estaciones diferentes al año.

La primera temporada abarca los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre y se caracteriza como una estación de clima cálido y húmedo. Sus principales indicadores son:

- Temperatura promedio: 21.9 °C
- Precipitación mensual promedio: 173.4 mm
- Índice ombrotérmico promedio: 3
- Humedad relativa promedio: 91.6%
- Humedad absoluta promedio: 15.7 gr/kg
- Radiación s/p horizontal promedio (nublado típico): 2K
- Índice termohigróico promedio: 18.81

La segunda temporada abarca los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre y se caracteriza como una estación de clima templado y seco. En esta temporada los principales indicadores son:

- Temperatura promedio: 19.9 °C
- Precipitación mensual promedio: 13.4 mm
- índice ombrotérmico promedio: - 0.7
- Humedad relativa promedio: 12.7%
- Humedad absoluta promedio: 1.8 gr/kg
- Radiación s/p horizontal promedio (nublado típico): 1 K
- Índice termohigróico promedio: 10.86

En la Tabla 18 podemos observar un promedio de las diferentes variaciones de temperatura y humedad que existen a lo largo del día en todos los meses del año.

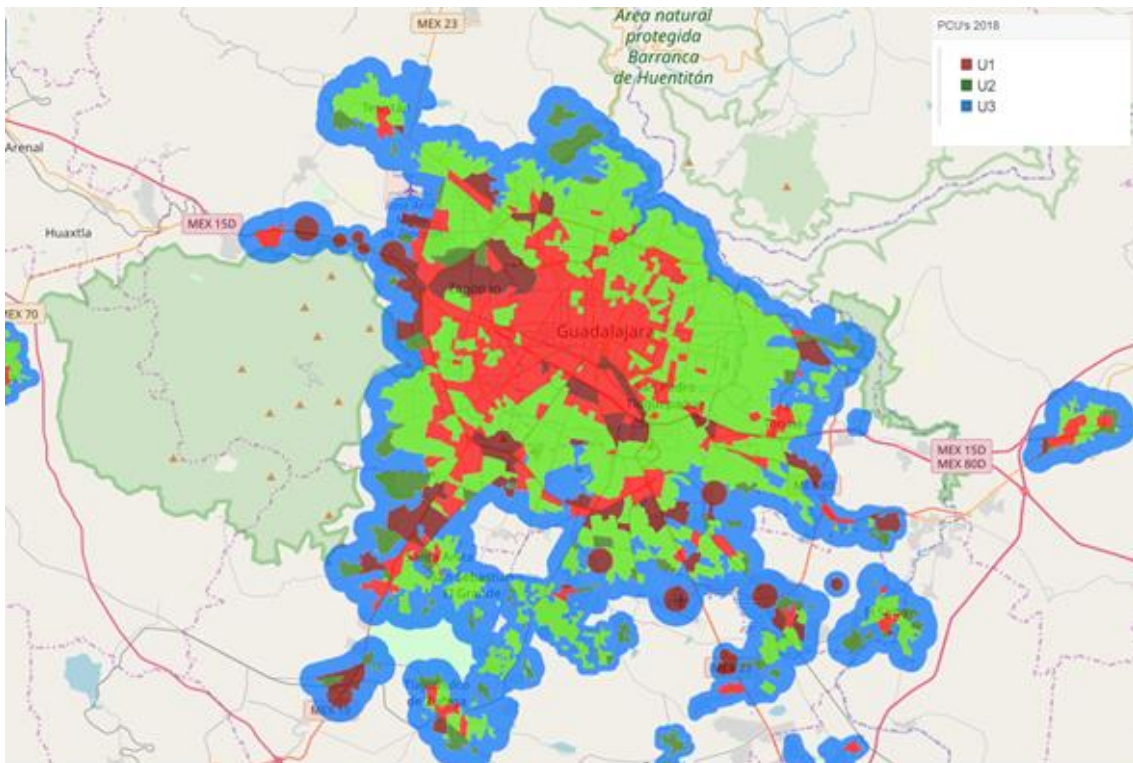
También la temperatura requerida en cada mes para lograr el confort térmico en el interior de los espacios que en promedio es de 24°C.

HORA	TEMPERATURA ^A °C												HUMEDAD RELATIVA ^B %											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	12.9	13.7	14.6	16.7	18.8	19.2	17.9	18.0	18.0	16.9	15.4	13.7	22.4	6.7	9.1	12.5	25.2	100.0	100.0	100.0	100.0	69.2	17.6	15.7
2	12.2	13.0	14.1	16.3	18.3	18.8	17.6	17.7	17.7	16.5	14.7	13.1	23.0	6.9	9.3	12.7	25.6	100.0	100.0	100.0	100.0	70.3	18.1	16.1
3	11.7	12.5	13.7	15.9	18.0	18.5	17.4	17.4	17.5	16.2	14.2	12.5	23.5	7.0	9.4	12.9	25.9	100.0	100.0	100.0	100.0	71.2	18.5	16.5
4	11.2	12.0	13.4	15.6	17.8	18.3	17.2	17.3	17.3	15.9	13.8	12.1	23.9	7.1	9.5	13.0	26.1	100.0	100.0	100.0	100.0	71.8	18.8	16.7
5	10.9	11.7	13.2	15.4	17.6	18.2	17.1	17.1	17.1	15.8	13.4	11.7	24.3	7.2	9.6	13.1	26.3	100.0	100.0	100.0	100.0	72.4	19.1	17.0
6	10.6	11.4	13.0	15.3	17.5	18.1	17.0	17.0	17.0	15.6	13.2	11.5	24.5	7.3	9.6	13.1	26.3	100.0	100.0	100.0	100.0	72.8	19.3	17.1
7	10.5	11.3	13.0	16.3	18.8	19.4	18.0	17.7	17.0	15.6	13.1	11.3	24.6	7.3	9.6	12.7	25.1	100.0	100.0	100.0	100.0	72.9	19.3	17.2
8	10.8	12.2	16.5	19.9	22.4	22.4	20.5	20.0	19.3	17.3	13.4	11.5	24.3	7.1	8.5	11.1	21.8	100.0	100.0	100.0	100.0	67.9	19.1	17.1
9	13.5	15.4	20.8	24.2	26.6	25.9	23.4	22.9	22.0	20.3	16.0	14.0	21.8	6.2	7.0	9.1	18.0	100.0	100.0	100.0	100.0	59.3	17.2	15.5
10	17.1	19.2	24.9	28.0	30.0	28.8	25.8	25.4	24.6	23.5	19.4	17.3	18.6	5.2	5.7	7.4	14.8	100.0	100.0	100.0	100.0	50.3	14.8	13.3
11	20.6	22.8	27.9	30.6	32.3	30.7	27.4	27.1	26.5	25.9	22.7	20.6	15.4	4.3	4.7	6.2	12.6	100.0	100.0	100.0	100.0	43.2	12.3	11.1
12	23.3	25.5	29.6	31.9	33.4	31.5	28.1	27.9	27.6	27.5	25.4	23.3	12.9	3.6	4.1	5.6	11.7	100.0	100.0	100.0	100.0	38.8	10.4	9.4
13	25.0	27.0	30.0	32.0	33.3	31.4	28.0	28.0	27.8	28.0	27.0	25.0	11.3	3.2	4.0	5.6	11.7	100.0	100.0	100.0	100.0	37.2	9.2	8.3
14	25.8	27.5	29.4	31.2	32.4	30.6	27.4	27.5	27.4	27.8	27.7	25.8	10.7	3.0	4.2	5.9	12.6	100.0	100.0	100.0	100.0	37.9	8.7	7.8
15	25.6	27.2	28.1	29.8	31.0	29.4	26.5	26.5	26.6	26.9	27.6	25.7	10.8	3.1	4.6	6.6	13.9	100.0	100.0	100.0	100.0	40.3	8.8	7.9
16	24.7	26.1	26.4	28.0	29.3	28.0	25.3	25.4	25.5	25.8	26.7	24.9	11.6	3.4	5.2	7.4	15.4	100.0	100.0	100.0	100.0	43.6	9.4	8.4
17	23.4	24.7	24.5	26.2	27.6	26.5	24.1	24.2	24.4	24.4	25.5	23.7	12.8	3.8	5.8	8.2	17.0	100.0	100.0	100.0	100.0	47.5	10.3	9.1
18	21.9	23.0	22.7	24.4	25.9	25.1	22.9	23.0	23.2	23.1	24.0	22.3	14.2	4.2	6.4	9.0	18.6	100.0	100.0	100.0	100.0	51.4	11.4	10.1
19	20.3	21.3	21.0	22.7	24.3	23.8	21.8	21.9	22.1	21.8	22.5	20.8	15.7	4.7	7.0	9.8	20.0	100.0	100.0	100.0	100.0	55.1	12.5	11.1
20	18.7	19.7	19.4	21.3	22.9	22.7	20.8	20.9	21.1	20.6	21.0	19.2	17.1	5.1	7.5	10.4	21.3	100.0	100.0	100.0	100.0	58.5	13.6	12.1
21	17.2	18.1	18.1	20.0	21.8	21.7	20.0	20.1	20.2	19.6	19.5	17.8	18.5	5.5	7.9	11.0	22.4	100.0	100.0	100.0	100.0	61.4	14.6	13.0
22	15.9	16.8	16.9	18.9	20.8	20.8	19.3	19.4	19.5	18.7	18.3	16.6	19.7	5.9	8.3	11.5	23.3	100.0	100.0	100.0	100.0	64.0	15.6	13.8
23	14.7	15.6	16.0	18.0	19.9	20.2	18.7	18.8	18.9	17.9	17.1	15.5	20.7	6.2	8.6	11.9	24.1	100.0	100.0	100.0	100.0	66.1	16.4	14.5
24	13.7	14.6	15.2	17.3	19.3	19.6	18.3	18.3	18.4	17.3	16.2	14.5	21.7	6.4	8.9	12.2	24.7	100.0	100.0	100.0	100.0	67.8	17.1	15.2
Promedio	17.2	18.4	20.1	22.3	24.2	23.7	21.7	21.6	21.5	20.8	19.5	17.7	18.5	5.4	7.3	9.9	20.2	100.0	100.0	100.0	100.0	57.9	14.7	13.1
Oscilación	15.3	16.2	17.0	16.7	15.9	13.4	11.1	11.0	10.8	12.4	14.7	14.4	14.0	4.3	5.7	7.6	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	35.6	10.6	9.4
Confort	23.1	23.5	24.0	24.7	25.3	25.2	24.5	24.5	24.5	24.2	23.8	23.3												

Tabla 188. Temperaturas y humedades relativas horarias
Fuente: Gómez Azpeitia, G. (2016). Bioclimarq (Versión 1) “Software”

4.2.3. Definición del contexto urbano

Uno de los retos principales al que se enfrenta el presente trabajo de obtención de grado es identificar medidas de densificación que contribuyan a frenar la expansión urbana horizontal y reducir el número de viajes diarios realizados por los habitantes de la Zona Metropolitana de Guadalajara a través de la creación de complejos de usos mixtos.



Mapa 1. Perímetro de Contención Urbana de la Zona Metropolitana de Guadalajara

Fuente: Mapas CONAVI. (2018). Agosto 23, 2018, CONAVI.

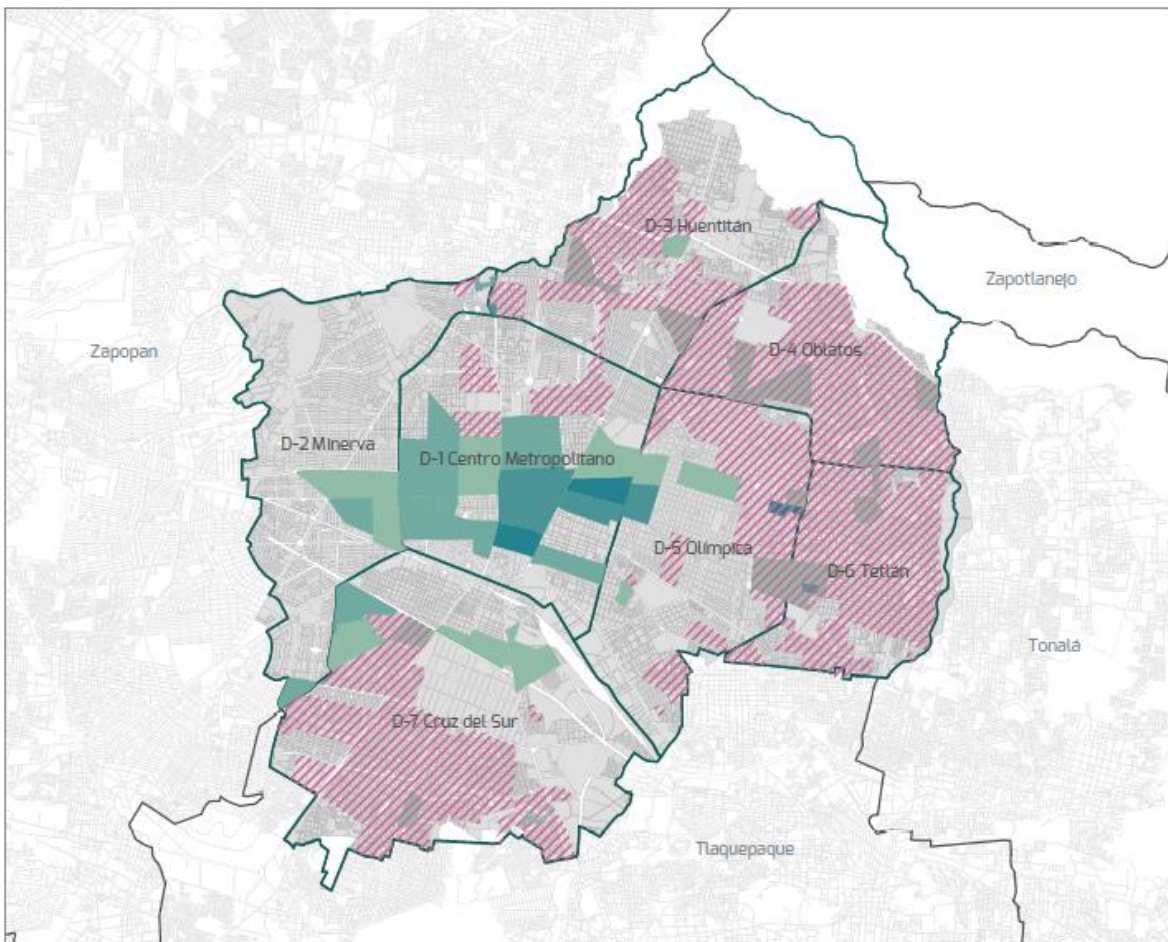
Dentro del Perímetro de Contención Urbana (PCU) de la Zona Metropolitana de Guadalajara el municipio donde se genera la mayor cantidad de actividades diarias es el Municipio de Guadalajara. Derivado de la preocupación por las problemáticas de desplazamiento y expansión, se realizó un análisis de distintas zonas urbanas de todos los distritos urbanos del Municipio de Guadalajara. En el Mapa 2 se muestran las colonias a tractoras y generadoras de viajes en los siete Sub-distritos del Municipio de Guadalajara.

PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO



SIMBOLOGÍA:

- LIMITE MUNICIPAL
- LIMITE DISTRITAL
- LIMITE SUBDISTRITO
- MANZANAS
- Nombre de Calle
- COLONIA GENERADORA DE VIAJES
- COLONIA ATRACTORA DE VIAJES:
 - ◀ MEDIO
 - ◀ ALTO



Mapa 2. Colonias generadoras y atractoras de viajes en el municipio de Guadalajara
Fuente: Gestión integral de la Ciudad. (2017). Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Julio 07, 2018, de Gobierno de Guadalajara

Como se puede observar, existen más de treinta colonias a tractoras de viajes en el municipio de Guadalajara. De éstas, 20 se encuentran dispersas entre los siete distritos y 11 colonias a tractoras de viajes concentran únicamente en los Distritos 1 y 2. Si delimitamos estas colonias entre calles estas serían: Av. Adolfo López Mateos, Av. Circunvalación Agustín Yáñez, la Calzada Independencia y la Calle Jesús García.

Algunas de las ventajas identificadas en estos distritos son la diversidad de usos de suelo, infraestructura vial ya consolidada, cercanía a distintas zonas culturales y de esparcimiento.

Un punto idóneo para la ubicación de un proyecto de usos mixtos es dentro de una zona a tractora de viajes. Si el proyecto se encuentra dentro de algún punto de concentración es más factible que los usuarios puedan resolver la mayor parte de sus actividades diarias recorriendo distancias más cortas.

Para la elaboración de este trabajo de obtención de grado se descarta la utilización del Distrito 1 debido a que la mayor parte de los Sub-districtos se encuentran dentro del perímetro A de la ciudad conformado por fincas históricas, barrios tradicionales y áreas de preservación urbana de gran valor para la ciudad en los que crear edificaciones verticales de alta densidad se vuelve inadecuado e ilegal bajo el actual marco normativo.

El otro distrito con gran atracción de viajes sería Distrito 2, específicamente el Sub-districto 7 “Arcos-Ladrón de Guevara”. Este cuenta con un nivel de atracción de viajes alto en más de la mitad de su contorno. Por su cercanía y conectividad con las colonias a tractoras de viajes del Distrito 1, el Distrito 2 Sub-districto 7 es una opción que hasta esta etapa del análisis parece cumplir con los requisitos para desarrollar proyectos de usos mixtos. En el Mapa 3 se muestran las diferentes opciones de transporte público masivo, colectivo y movilidad no motorizada del Sub-districto 7.

SIMBOLOGÍA:

D2SD07

TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO Y COLECTIVO

- L1 ■ L1 Tren eléctrico - Línea 1
- L2 ■ L2 Tren eléctrico - Línea 2
- L3 ■ L3 Tren eléctrico - Línea 3
- T Estación de Tren eléctrico
- BMT ■ BMT1 Línea BRT - Macrobiús
- M Estación Macrobiús
- BMT ■ BMT1 Circuito BRT - Peribús
- RT ■ RT Rutas Troncales de transporte colectivo

MOVILIDAD NO MOTORIZADA

- Validad de prioridad ciclista / Corredor metropolitano de infraestructura ciclista
- Validad de prioridad ciclista / Red interbarrial
- Validad de prioridad peatonal
- Zona de accesibilidad preferencial:
 - Prioridad alta
 - Prioridad media
 - Cruce seguro/ Prioridad alta
 - Cruce seguro/ Prioridad media

- Límite Municipal
- Límite de Subdistingo
- Restricción por RTT VL
- Validad en Proyecto
- Centro de transferencia modal



Mapa 3. Opciones de transporte público, colectivo y movilidad no motorizada.
Fuente: Gestión integral de la Ciudad. (2017). Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Julio 07, 2018, de Gobierno de Guadalajara

El Sub-distrito 7 está delimitado por dos vialidades principales que son: Av. Adolfo López Mateos y Av. Américas, y una vialidad colectora que es Av. Inglaterra. Además, en el interior del polígono cruzan varias vialidades que son arterias importantes que conectan con puntos importantes de la ciudad como: Av. Vallarta, Av. Hidalgo, Av. Niños Héroe y Av. Circunvalación que cuentan con una jerarquía de vialidades principales, y otras vialidades colectoras como: Luis Pérez Verdía, Manuel Acuña, Av. México y Av. La Paz.

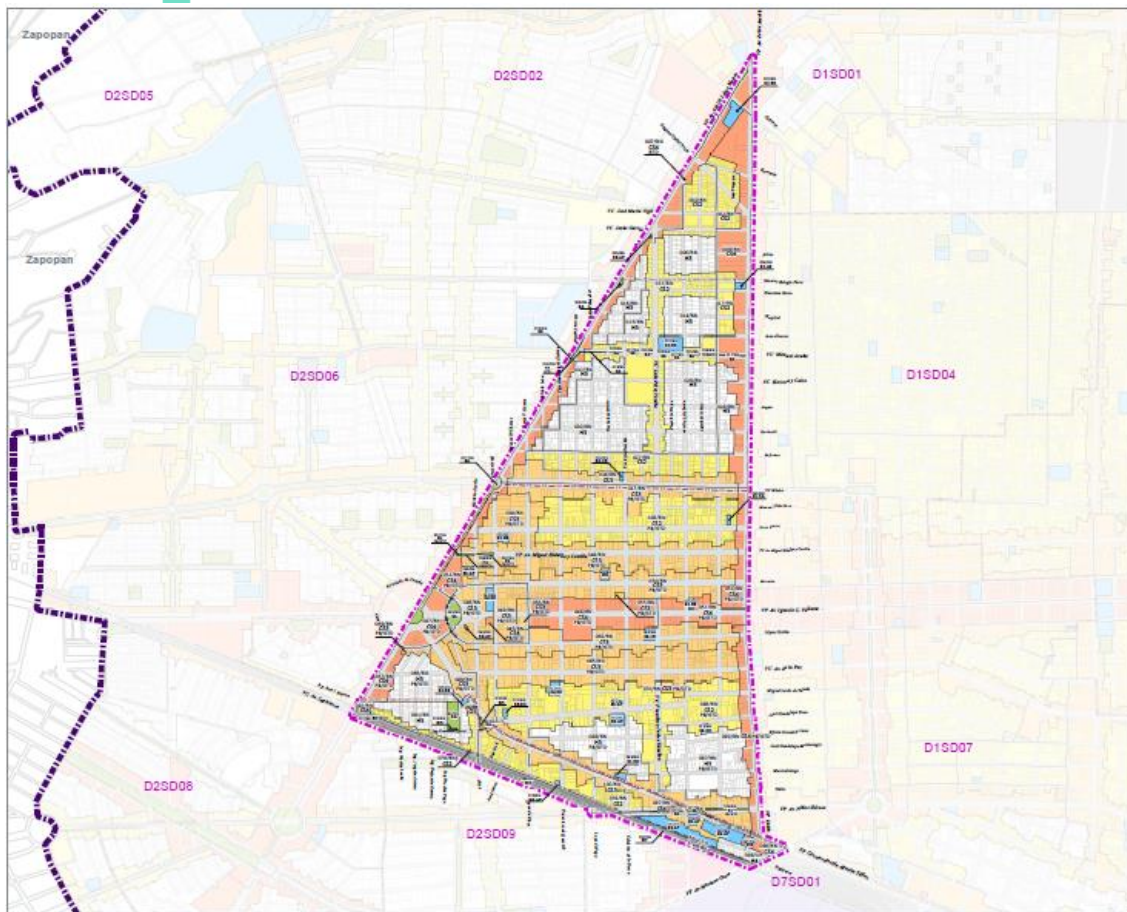
De estas vialidades, Av. Adolfo López Mateos y Av. Inglaterra cuentan con rutas troncales de transporte colectivo. Además de las rutas en el perímetro del polígono, el Sub-Distrito cuenta con seis rutas troncales que pasan por las calles y avenidas interiores. Esto puede traducirse en una conectividad óptima de transporte público a grandes distancias y puntos estratégicos de la ciudad.

En el tema de transporte no motorizado, el Sub-distrito 7 cuenta con vialidades adecuadas en gran parte de sus calles y avenidas. Catorce de las vialidades ya son de prioridad ciclista. De estas vialidades, las avenidas son corredores metropolitanos de prioridad ciclista. Además, existen más de veinte vialidades con prioridad ciclista que son parte de la red Inter barrial. En cuanto a la accesibilidad preferencial para peatones en todo el perímetro del Sub-distrito podemos encontrar más de catorce cruces seguros de prioridad media. En el cruce de las dos arterias principales del polígono (Av. Adolfo López Mateos y Av. Américas) existe un cruce de prioridad alta.

Para la realización de un proyecto vertical de usos mixtos de alta densidad, contar con una infraestructura de transporte y conectividad vial tan consolidada como la del Distrito Arcos-Ladrón de Guevara es un punto determinante para elegir un predio. Por los diferentes tipos de accesibilidad, vialidades como Av. México, Av. Hidalgo o Av. Vallarta se vuelven puntos clave para la ubicación del proyecto.

Otro de los fenómenos que se busca satisfacer con los proyectos de usos mixtos es poder atender varias actividades dentro de un perímetro corto. En el Mapa 4 que se muestra a continuación, podemos observar la clasificación de áreas, usos de suelo y equipamiento existentes en el Sub-districto 07.

CLASIFICACIÓN DE ÁREAS	ZONIFICACIÓN SECUNDARIA	CLAVE	CLASIFICACIÓN EQUIPAMIENTO	LÍMITES ADMINISTRATIVOS	LÍNEAS DE RESTRICCIÓN
Área Incorporada (AU)	Habitacional	H1		Límite Municipal Límite de Subdistrito	Energía Eléctrica Gas Natural Transporte Ferroviario Restricción por Vialidad en Proyecto Protección a Recursos Hídricos Área Directa de Protección a Acuíferos Área Inmediata de Protección a Acuíferos
	Habitacional	H2			
	Habitacional	H3			
	Habitacional	H4			
	Habitacional	H6			
	Comercio y Servicios Impacto Mínimo	C81			
Área de Renovación Urbana (RN)	Comercio y Servicios Impacto Bajo	C82		JERARQUÍA VIAL VP Calle Vialidad Principal VC Calle Vialidad Colectora Calle Vialidad local	
	Comercio y Servicios Impacto Medio	C83			
Área de Urbanización Progresiva (UP)	Comercio y Servicios Impacto Alto	C84		PROTECCIÓN AL PATRIMONIO Perímetro de Protección al Patrimonio PA Perímetro A Zona de Protección del Centro Histórico PB Perímetro B Zona de Monumentos Artísticos del Centro de Guadalajara AT Áreas Típicas (Barrios Tradicionales)	
	Comercio y Servicios Impacto Máximo	C86			
Área de Reserva Urbana (RU)	Industrial Impacto Mínimo	I1	TRANSFERENCIA DE DERECHOS DE DESARROLLO GTD Áreas Generadoras de Derechos de Desarrollo RTD Áreas Receptoras de Derechos de Desarrollo	CLAVE: 001/RN — Número de Zona CS3 — Clasificación de Área U — Uso o Destino del Suelo PA/GTD — Transferencia de Derechos de Desarrollo Perímetro de Protección al Patrimonio	
	Industrial Impacto Bajo	I2			
	Industrial Impacto Medio	I3			
	Industrial Impacto Alto	I4			
	Industrial Impacto Máximo	I6			
	Educativo	ED			
Área No Urbanizable (NU)	Equipamiento Impacto Mínimo	E1	Cultura	CR	
	Equipamiento Impacto Bajo	E2	Salud	SA	
	Equipamiento Impacto Medio	E3	Asistencia Social	AS	
	Equipamiento Impacto Alto	E4	Religioso	RE	
	Equipamiento Impacto Máximo	E6	Comercio y Abasto	CA	
	Espacios Abiertos	EA	Deportivo	DE	
Restricción por Infraestructura de Instalaciones Especiales	RIE	Administración Pública	AP		
Restricción por Infraestructura de Servicios Públicos	RIS				
Restricción por Infraestructura de Transportes	RIT				
Área Natural Protegida	ANP				
Áreas de Conservación	PC				
Protección de Recursos Hídricos	PRH				
Aprovechamiento de Recursos Naturales	ARN				



Mapa 4. Uso de suelos del Sub-distrito 7

Fuente: Gestión integral de la Ciudad. (2017). Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Julio 07, 2018, de Gobierno de Guadalajara

Como se puede observar, prácticamente todos los usos en el polígono del Sub-districto 7 están destinados para áreas de comercios y servicios. En las avenidas Adolfo López Mateos y Américas que delimitan el Sub-districto se encuentran las opciones de comercio y servicios de impacto alto (actividades comerciales y de servicio para todo el municipio ej. Hospitales, dependencias de gobierno, etc.), en las avenidas interiores las de impacto medio (servicios de frecuencia semanal-mensual para gran parte del municipio, ej. Centro comercial, supermercado, etc.), en las vialidades menores comercio y servicios de impacto bajo (servicios de frecuencia diaria-mensual, ej. Tienda de abarrotes, escuela, gimnasio, etc.).

En el presente proyecto se busca satisfacer las necesidades de comercio, oficinas y vivienda por lo que un uso de suelo de impacto medio como el que hay en Av. México, Av. Hidalgo o Av. La Paz sería el más adecuado.

En cuanto a opciones de equipamiento, el Sub-districto cuenta con veintitrés predios de equipamiento, sus usos están repartidos en: salud, religioso, educativo, cultural y de administración pública. Sobre equipamiento de áreas verdes, podemos observar que el Sub-districto carece de espacios abiertos; prácticamente los únicos espacios verdes con los que cuenta el Sub-districto son el corredor de Av. México y el Parque Portland entre las calles Francisco Ugarte y Juan I. Matute.

Con la creación de este proyecto de usos mixtos se busca crear una planta baja con áreas verdes que se integre a la ciudad y fomente la interacción de los usuarios para devolver al Sub-districto áreas de esparcimiento que sean amables con el medio ambiente.

Otro punto importante en el plano de clasificación de áreas son las claves y normativas para aplicar en cada predio. Para la realización de este proyecto se van a tomar las clasificaciones de las avenidas México, Hidalgo y La Paz que son zonas con uso de suelo de comercios y servicios de impacto medio. En la Tabla 19 se muestra la clasificación de las avenidas mencionadas.

CLASIFICACIÓN DE AVENIDAS			
CLAVE	AV. MÉXICO	AV. HIDALGO	AV. LA PAZ
Número de Zona	037	048	065
Clasificación del área	RN	RN	RN
Uso o destino del suelo	CS3	CS3	CS3
Perímetro de protección al patrimonio	PB	PB	PB
Transferencia de derechos de desarrollo	GTD	GTD	GTD

Tabla 199. Clasificación de áreas en avenidas del Distrito 2, Sub-distrito 7.

Fuente. Elaboración propia con datos del Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Guadalajara 2018.

Al contar con características similares en las tres avenidas su clasificación es básicamente la misma. Las claves de la tabla anterior se traducen en que la clasificación del área es de Renovación Urbana (RN), el uso de suelo es de Comercios y Servicios de Impacto Medio (CS3), se encuentran dentro del Perímetro B Zona de Monumentos Artísticos del Centro de Guadalajara (PB) y los derechos de desarrollo son Áreas Generadoras de Desarrollo (GTD).

En la Tabla 20 se muestran las normativas de edificación que aplican para cada una de las claves dadas a las avenidas del proyecto.

NORMAS DE CONTROL DE LA URBANIZACIÓN Y LA EDIFICACIÓN			
NORMAS / CLAVE	037 (AV. MÉXICO)	048 (AV. HIDALGO)	065 (AV. LA PAZ)
Superficie mínima del predio (m ²)	270	270	270
Frente mínimo del predio (m)	12	12	12
Coefficiente de Ocupación del Suelo (COS)	0.7	0.7	0.7
Coefficiente de Utilización del Suelo (CUS)	2.1	2.1	2.1
Incremento del Coeficiente de Ocupación del Suelo (ICOS)	0.1	0.1	0.1
Incremento del Coeficiente de Utilización del Suelo (ICUS)	5.1	5.1	5.1
Altura Máxima	Resultante	Resultante	Resultante
Retranqueo	No aplica	No aplica	Tipo B
Índice de Edificación	No aplica	No aplica	No aplica
Modalidades de vivienda admitida	Unifamiliar y plurifamiliar	Unifamiliar y plurifamiliar	Unifamiliar y plurifamiliar
Restricción Frontal (m)	5	5	5
Restricción Lateral (m)	0	0	0
Restricción Posterior (m)	3	3	3
Ajardinado en la Superficie de restricción frontal (%)	30	30	30
Cajones de estacionamiento	Ver artículo 66	Ver artículo 66	Ver artículo 66

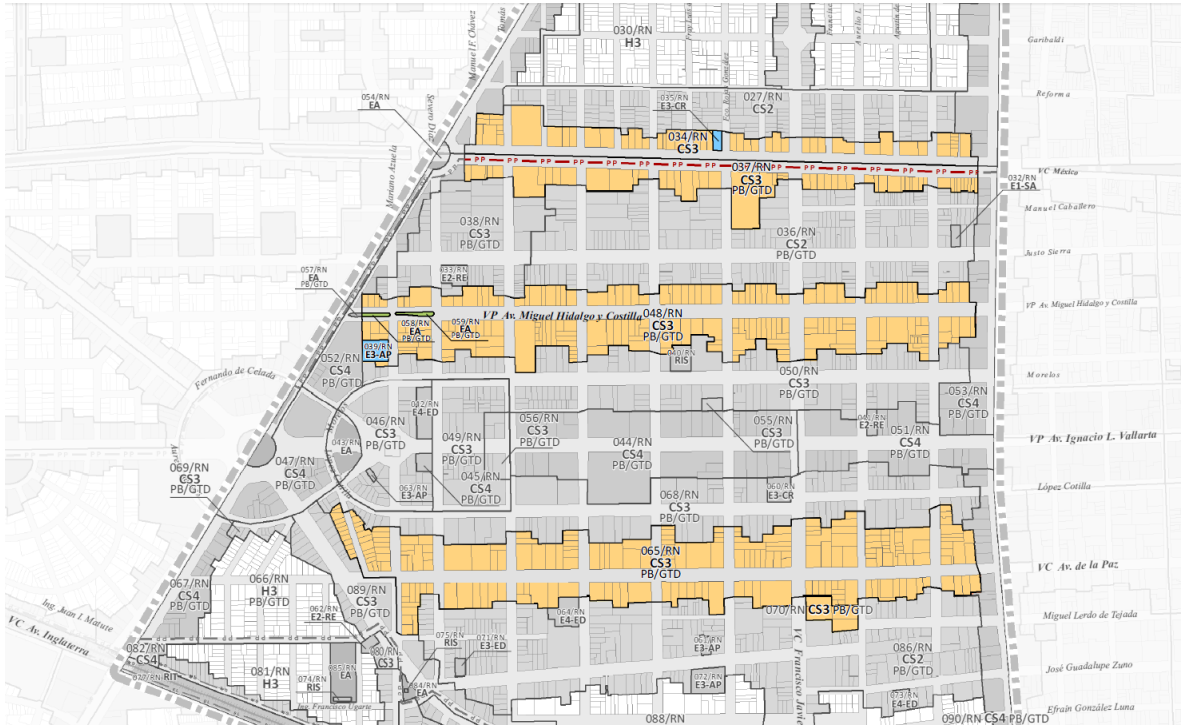
Tabla 20. Normas de control de la urbanización y la edificación del Distrito 2, Sub-distrito 7.

Fuente. Elaboración propia con datos del Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Guadalajara 2018.

Como se puede observar, los coeficientes y normativas son los mismos en las tres avenidas de estudio. Por ejemplo, si aplicamos esta información en un terreno de 1000 m² podríamos construir una edificación con una huella de desplante de hasta 700 m² y de hasta 2,100 m² distribuidos en todos los niveles del edificio. Si este proyecto contara con vivienda, la única limitante para la cantidad de unidades son los metros cuadrados por unidad que se quieran manejar puesto que el índice de edificación no aplica en la zona. El terreno tendría una servidumbre frontal de 5 metros, posterior de 3 metros y un porcentaje ajardinado del 30% de su servidumbre frontal.

Si quisiéramos utilizar estos coeficientes en un proyecto vertical de usos mixtos de alta densidad, contar con 2,100 m² no es una superficie suficiente para un proyecto de usos mixtos. Sin embargo, la zona cuenta con Incremento de ocupación y utilización del suelo, descritos en los artículos 97 y 99 del Reglamento de Gestión Integral del Municipio de Guadalajara el cual, permite incrementar la densidad de las edificaciones. Si aplicamos estos incrementos al mismo predio de 1,000 m² podríamos obtener un desplante del edificio de hasta 800 m² y hasta 7,200 m² totales de construcción. Con esta cantidad de metros cuadrados podríamos jugar con diferentes alturas cuyas limitantes únicamente serían referentes a los temas de ventilación y asoleamiento.

Otro ejemplo sería si aplicáramos estos coeficientes de edificación a todos los predios de las tres avenidas analizadas en el Sub-distrito 07. En el Mapa 5 se muestran los predios a los que se pueden aplicar los coeficientes.



Mapa 5. Predios de densidad media en Av. México, Av. Hidalgo y Av. La Paz.

Fuente: Gestión integral de la Ciudad. (2017). Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Octubre 01, 2018, de Gobierno de Guadalajara

Los metros cuadrados de terreno que tienen estas avenidas son los siguientes:

- Av. México: 105,000 m²
- Av. Hidalgo: 110,000 m²
- Av. De la Paz: 127,000 m²

Si a la suma de estos metros cuadrados (342,000 m²) le aplicamos los coeficientes de edificación del Plan Parcial con sus respectivos incrementos tendríamos una capacidad de carga de terreno de:

- ICOS: 273,600 m²
- ICUS: 2,462,400 m²

Con esta cantidad de metros cuadrados podría realizarse una gran cantidad de combinaciones de usos de suelo. Por ejemplo, podría destinarse el 40% del área de desplante de los proyectos para espacios verdes y de esparcimiento que se integren

a la ciudad (109,440 m²) y el resto del nivel de desplante a comercio (164,160 m²). Si destináramos todo el siguiente nivel también para espacios comerciales y de equipamiento tendríamos 273,600 m² más para la cubrir las necesidades de la zona. Para cubrir la demanda oficinas también se podría destinar un 20% del ICUS, es decir, 492,480 m². Si el resto de los metros cuadrados que representan el 57% de los metros cuadrados construibles lo destináramos para vivienda tendríamos 1,422,720 m², si tomamos un promedio de 65 m² por vivienda este gran total podría traducirse en más de 22,000 viviendas de distintas tipologías.

Sin embargo, con un aumento en la capacidad de carga de los terrenos como el que se propone en el ejercicio anterior sería necesario replantear y mejorar la infraestructura urbana de la zona.

Para un área con una diversidad de usos de suelo tan amplia como la del Sub-districto Arcos-Ladrón de Guevara, la densificación con edificios de usos mixtos que combinen vivienda sería una opción viable ayudar a combatir la expansión horizontal de infraestructura urbana a las periferias de la ciudad.

Para la delimitación del contexto urbano del proyecto se seleccionó el Distrito Urbano 2 “Minerva”, Sub-districto 07 “Arcos-Ladrón de Guevara” del municipio de Guadalajara por las siguientes razones:

- Es una zona con gran atracción de viajes diarios que no se encuentra dentro del perímetro histórico de la ciudad, pero está muy cercano e interconectado con esta área.
- Cuenta con una infraestructura urbana ya consolidada.
- Tiene varias vías de acceso para vehículos y rutas de transporte masivo, vías para transporte no motorizado y cruces peatonales seguros bien delimitados.
- Cuenta con usos de suelo muy variados lo que hace factible la creación de edificios de uso mixto.

- Cuenta con incrementos en los coeficientes de ocupación y utilización de suelos que permiten la creación de edificaciones más densas.

4.2.4. Dimensiones socio económicas

Para delimitar la dimensión socio económica de la Zona Metropolitana de Guadalajara se utilizó el índice de Niveles Socio Económicos (NSE) de la Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercado (AMAI) que es una herramienta de segmentación y clasificación que busca reflejar adecuadamente las condiciones de la sociedad mexicana de consumo.

Los alcances y limitaciones del índice son:

- Enfoque a segmentar hogares, no individuos.
- No es un indicador de riqueza o pobreza; su propósito es segmentar hogares por su grado de bienestar patrimonial.
- No pretende ser excluyente de otras clasificaciones similares, ni tampoco de otras que busquen segmentar por variables específicas pertinentes a ciertas categorías de productos o servicios.

Como podemos observar en la Tabla 21 el AMAI clasifica los niveles socioeconómicos en siete grupos distintos los cuales son definidos a partir de distintos indicadores como vivienda, educación, alimentos, vestido y calzado, limpieza, salud, transporte, entre otros.

CLASIFICACIÓN DE NIVELES SOCIO ECONÓMICOS SEGÚN AMAI							
Nivel socio-económico	A/B	C+	C	C-	D+	D	E
Jefe de hogar con estudios profesionales	82.0%						
Jefe de hogar con estudios mayores a primaria			81.0%	73.0%	62.0%		
Jefe de hogar con estudios menores a primaria						56.0%	95.0%
Internet Fijo	98.0%	91.0%	73.0%	47.0%	19.0%	4.0%	1.0%
Inversión en educación	13.0%	13.0%	9.0%	9.0%	7.0%	7.0%	5.0%
Gasto en alimentos	25.0%	31.0%	35.0%	38.0%	41.0%	46.0%	52.0%
Vehículos de transporte	100.0%	89.0%					
Calzado y vestido	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%			

Tabla 21. Clasificación de niveles socio económicos según AMAI
Fuente. Elaboración propia con datos de AMAI

En la Tabla 22 se reunió información de los niveles socioeconómicos de AMAI y los ingresos promedio de las familias mexicanas según el Instituto de Investigaciones Sociales (IIS) en el año 2016.

DISTRIBUCIÓN DE NIVEL SOCIO ECONÓMICO EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA			
Nivel socio-económico	Porcentaje de población en la ZMG	Ingreso promedio mensual por hogar	Cantidad de salarios mínimos mensuales
A/B	12%	\$80,458.00	29.95
C+	20%	\$32,215.00	11.99
C	19%	\$20,062.00	7.47
C-	15%	\$14,023.00	5.22
D+	11%	\$10,103.00	3.76
D-	19%	\$6,788.00	2.53
E	4%	\$3,355.00	1.25

NOTA: Para obtener la cantidad de salarios mínimos mensuales se tomó el salario mínimo mensual en México 2018 que es de \$2,686.14 MXN.

Tabla 22. Distribución de nivel socioeconómico de la Zona Metropolitana de Guadalajara.
Fuente: Elaboración propia con datos de AMAI e IIS

Como podemos observar, en la Zona Metropolitana de Guadalajara la población con mayores ingresos A/B apenas alcanza un 12% de la población. El nivel socio económico medio que son las familias del tipo C+, C, C- representa la mayor parte de la población con un 54%. Las familias del tipo D también representan un porcentaje importante el cual, corresponde al 30% de la población con ingresos promedio bajos. Por último, los ingresos mensuales del 4% menos favorecido de la población apenas rebasan el salario mínimo mexicano.

4.2.4.1. Vivienda

Para evaluar el costo de la vivienda vertical en la Zona Metropolitana de Guadalajara en la técnica de observación directa se obtuvo información sobre el costo de varios departamentos en edificaciones de usos mixtos. En la Tabla 23 se realizó una comparativa de precios de vivienda en diferentes complejos de usos mixtos de la Zona Metropolitana de Guadalajara con características sustentables.

Comparativa de precios de vivienda en complejos de usos mixtos en la Zona Metropolitana de Guadalajara			
<i>Nombre del proyecto</i>	<i>Precio departamento</i>	<i>M²</i>	<i>Precio por M²</i>
Edificio Cuatrovientos	\$3,800,000	135	\$28,148.15
Sania	\$4,000,000	117	\$34,188.03
Central Park	\$5,000,000	130	\$38,461.54
Edificio Lerdo	\$4,300,000	160	\$26,875.00
Patria 163	\$3,300,000	117	\$28,205.13

Tabla 23. Comparativa de precios de vivienda en complejos de usos mixtos en la Zona Metropolitana de Guadalajara
Fuente: Elaboración propia

Lo que se puede observar es que el costo de los departamentos varía desde los 3 hasta los 5 millones de pesos y los factores determinantes para el precio son: metros cuadrados, terminados, ubicación, amenidades, entre otros.

Si se realiza un promedio del costo de la vivienda por metro cuadrado en los proyectos anteriores tenemos un precio aproximado de 30,000 MXN por metro

cuadrado. La manera más común para obtener una vivienda es obtener un crédito hipotecario. En la Tabla 24 se realizó una comparativa de los ingresos económicos necesarios para obtener un crédito hipotecario para viviendas de diferentes metros cuadrados.

COSTO DE VIVIENDA POR M2 E INGRESOS REQUERIDOS PARA ADQUIRIR UN CRÉDITO HIPOTECARIO				
<i>m2 de vivienda</i>	<i>Costo x m²</i>	<i>Costo total vivienda</i>	<i>Ingresos requeridos para adquirir un crédito</i>	<i>Pago mensual del crédito hipotecario</i>
100	\$30,000.00	\$3,000,000.00	\$62,000.00	\$23,700.00
80	\$30,000.00	\$2,400,000.00	\$51,000.00	\$18,900.00
60	\$30,000.00	\$1,800,000.00	\$40,000.00	\$15,000.00
50	\$30,000.00	\$1,500,000.00	\$34,000.00	\$12,500.00
40	\$30,000.00	\$1,200,000.00	\$27,000.00	\$10,000.00

Tabla 24. Comparativa de precios de vivienda en complejos de usos mixtos en la Zona Metropolitana de Guadalajara

Fuente: Elaboración propia con datos de simulador hipotecario Bancomer

Para realizar esta tabla se revisaron los requerimientos de diferentes instituciones bancarias y se utilizó el simulador de créditos hipotecarios de Bancomer. Si cruzamos la información de los ingresos mensuales por hogar, con los requeridos para la adquisición de un crédito hipotecario se puede observar a los únicos niveles socioeconómicos a los que se les autorizaría un crédito completo sería a los niveles A/B y C+ que representan solo al 32% de la población.

4.2.4.2. Comercio

Respecto al tema comercial, de acuerdo con la información obtenida del Plan Parcial en las avenidas señaladas en el punto 4.2.3. Delimitación del contexto urbano las zonas CS3 (comercios y servicios de impacto medio) funcionan para alojar comercios y servicios de frecuencia semanal para abastecimiento del municipio. A continuación, se mencionan algunos ejemplos de comercios y servicios del tipo CS3, con dimensiones variables provenientes de distintas fuentes:

- Supermercado (de 400 a 2,500 m²)
- Tienda de abarrotes (de 120 a 300 m²)
- Tienda local (de 25 a 100 m²)

- Tienda departamental (de 400 a 1,500 m²)
- Gimnasio (de 100 a 600 m²)
- Restaurante (de 50 a 200 m²)
- Salón de belleza (de 65 a 150 m²)
- Banco (de 70 a 150 m²)
- Lavandería (de 50 a 75 m²)

Dentro del presente proyecto se pretende destinar el nivel de desplante y uno o dos niveles más para el uso comercial y dentro de esta área y se generarán lotes comerciales de diferentes dimensiones. Para conocer los costos aproximados de un local comercial para alguno de los usos mencionados anteriormente se revisaron diferentes proyectos de usos mixtos y centros comerciales cercanos a la zona del proyecto con locales en renta de diferentes dimensiones. En la Tabla 25 se muestran algunos ejemplos.

EJEMPLOS DE LOCALES EN CENTROS COMERCIALES GUADALAJARA					
Opciones de espacio de trabajo	Círculo Francés (López Cotilla)	Plaza fusión Galerías Providencia	Centro Magno (Arcos Vallarta)	Plaza Argos (Av.México)	Plaza Sania (Isla al centro de la plaza)
<i>m² en renta</i>	130	120	80	54	12
Precio de renta	\$27,000.00	\$42,000.00	\$28,000.00	\$14,040.00	\$22,000.00
Precio por m²	\$207.69	\$350.00	\$350.00	\$260.00	\$1,833.33
NOTAS: * Se entrega en obra gris * Se entrega en obra gris * Se entrega en obra gris * Se entrega en obra gris * Se entrega isla terminada					

Tabla 25. Ejemplo de precios de renta de locales comerciales de distintas dimensiones en diferentes centros comerciales y proyectos de uso mixto.

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por los prestadores de servicio.

En los casos mencionados anteriormente se puede apreciar que los cuatro primeros locales rondan los 300 pesos por metro cuadrado, sin embargo, el último de los locales se sale por completo del rango de precio de los anteriores. Este último caso se trata de un local en isla ubicado al centro de plaza Sania, en este caso el local se entrega prácticamente terminado únicamente para que el cliente presente sus productos, además, cuenta con una ubicación céntrica en la plaza por lo que su costo de renta es mucho más elevado.

4.2.4.3. Oficinas

Se denomina oficina a los espacios preparados especialmente para trabajar en tareas que requieran concentración (Definición, 2014). Para la presente investigación se analizaron los tipos de oficinas que existen en el mercado de los cuales, se identificaron dos tipos: oficina tradicional y nuevos espacios de oficina.

Las oficinas tradicionales son aquellas con espacios de trabajo separados y específicos, en los cuales los trabajadores no comparten ni funciones ni espacios de trabajo. En estos predomina la privacidad y los procesos. Estas oficinas son ideales para las empresas con procesos y canales estrictos.

En la Tabla 26 se muestran algunos precios de oficinas con el esquema tradicional ubicadas en edificaciones verticales cercanas al sitio del presente proyecto.

EJEMPLOS DE OFICINAS TRADICIONALES EN GUADALAJARA					
Opciones de espacio de trabajo	Torre Altus (Providencia)	Torre Bansi (López Mateos)	Av. Rubén Darío (Providencia)	Torre Helix (Av. Américas)	Av. Rubén Darío y Eulogio Parra
<i>m² en renta</i>	120	628	200	600	380
Precio de renta	\$90,000.00	\$238,640.00	\$69,000.00	\$300,000.00	\$106,400.00
Precio por m ²	\$750.00	\$380.00	\$345.00	\$500.00	\$280.00
NOTAS:	* Elección de acabados	* Se entrega en obra gris	* Se entrega en obra gris	* Se entrega en obra gris	* Se entrega en obra gris

Tabla 26. Ejemplo de precios de renta y venta de pisos de oficina en torres verticales y de uso mixto en Guadalajara.

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por los prestadores de servicio.

Lo que se puede observar es que el único que muestra un costo más elevado es el de Torre Altus, sin embargo, ya incluye ya instalación de los acabados del proyecto. Los otros ejemplos de las diferentes torres presentan costos de renta que rondan los 350 MXN por metro cuadrado en promedio debido a que todos se entregan en obra gris y se encuentran dentro del mismo perímetro.

La segunda tipología de oficinas son los nuevos espacios de oficinas que han aparecido como consecuencia de las necesidades de la era moderna en los trabajos. Las responsabilidades y metodologías han cambiado y como

consecuencia se han ideado nuevas áreas de trabajo. Este tipo de oficinas cuentan con espacios flexibles para crear comunidades de trabajo y sus beneficios son: favorecer la comunicación entre trabajadores, incremento de creatividad, aumento de productividad y diseño actual.

Para conocer los costos de este tipo de espacios se analizaron cuatro empresas con el esquema de coworking y sus beneficios. En la Tabla 27 se muestra el análisis costo-beneficio de WeWork, Regus, IOS Offices y Nevermind.

EJEMPLOS DE OFICINAS DE COWORK EN GUADALAJARA						
Opciones de espacio de trabajo	Nº de personas	We work Midtown (Av. López Mateos)	We work Landmark (Puerta de Hierro)	Regus (Country Club)	IOS Offices (Torre Américas 1500)	Nevermind (Ladrón de Guevara)
Espacio de trabajo compartido (Cowork)	1	\$ 4,100.00	\$ 4,800.00	\$ 145 (USD)	\$ 150 (USD)	\$2,500.00
Oficina privada	1	\$ 5,900.00	\$ 6,800.00	\$ 240 (USD)	\$ 250 (USD)	\$3,000.00
	2	\$ 11,200.00	\$ 13,100.00	\$ 480 (USD)	\$ 600 (USD)	\$5,200.00
	5	\$ 29,800.00	\$ 28,900.00	\$ 1200 (USD)	\$ 1400 (USD)	\$9,200.00
	10	\$ 49,100.00	\$ 57,200.00	\$ 2400 (USD)	\$ 2500 (USD)	-
	11 a 20	\$ 54,100.00	\$ 64,800.00	\$ 3000 (USD)	-	-
	21 a 50	\$ 129,000.00	\$ 240,300.00	\$ 6000 (USD)	-	-
Servicios incluidos	Internet de alta velocidad					
	Limpieza					
	Soporte de TI (en horario de oficina)					
	Servicio de recepción (en horario de oficina)					
	Acceso al edificio 24/7					
	Red Global					
	Material de oficina					
	Eventos profesionales/sociales					
	Salas de conferencias					
	Craft on Draft					
	Cafetería y agua					
	Almacenamiento de bicicletas					
	Impresoras empresariales					
	Manejo de correo y paquetes					
	Cabinas telefónicas					
	Estacionamiento			*Costo extra		*Costo extra
	Pet friendly					
Acceso a salas de espera en aeropuertos						
Áreas comunes						
Acceso a otros centros de coworking alrededor del mundo						

Tabla 27. Análisis del costo-beneficio de oficinas en la ZMG.

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por los prestadores de servicio.

Como se puede observar, las variaciones de precio dependen de diversos factores. Por ejemplo, la empresa con los costos más elevados es WeWork y presenta variaciones de precio según su ubicación. En el complejo donde es más caro alquilar una oficina es en Landmark (Puerta de Hierro) que es una de las zonas más exclusivas de la Zona Metropolitana de Guadalajara. Si comparamos el precio del proyecto en Puerta de Hierro con el del complejo Midtown en Av. López Mateos podemos encontrar que los costos se elevan casi un 15%. No obstante, éste complejo no se encuentra cercano a la zona del proyecto por lo que únicamente se compararán las oficinas de WeWork Midtown, Regus, IOS Offices y Nevermind.

De estas cuatro empresas con el concepto de cowork las tres primeras son empresas trasnacionales con sedes en gran parte del mundo por lo que cuentan con servicios y precios muy similares. La última empresa Nevermind es una empresa local con precios moderados que cuenta con la mayoría de los servicios de las grandes empresas de cowork, pero sin la red global de oficinas.

4.2.5. Análisis del perfil del usuario y la tipología de la edificación

Para definir el perfil de los usuarios y la tipología de la edificación en el presente proyecto se analizó la información recabada de los distintos tipos de uso de suelo por separado.

El primer uso es el de la vivienda. De acuerdo con la información analizada en este trabajo se identificó que resulta prácticamente imposible en las condiciones actuales que toda la población de la Zona Metropolitana de Guadalajara pueda adquirir viviendas en este tipo de edificios. Con los salarios obtenidos de la Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercado solo un 32% de la población puede acceder a algún tipo de financiamiento hipotecario en las zonas de mayor plusvalía de la ciudad de Guadalajara, razón por la cual, el resto de la población se ve orillada a adquirir viviendas en municipios periféricos.

No obstante, para tomar en cuenta la sustentabilidad social en el diseño de este proyecto, uno de los principales retos que se buscó atender fue reducir el costo por metro cuadrado en la vivienda y crear de espacios eficientes de pocos metros cuadrados para que una mayor parte de la población tenga acceso a viviendas en edificaciones de uso mixto en el núcleo de la ciudad.

De acuerdo con el Código de Edificación de Vivienda, Capítulo 3, Tabla 301.2 una vivienda digna debe contar con al menos 30 m², sin embargo, para que el programa arquitectónico de la vivienda pueda contar con baño, cocina, sala-comedor y de una a dos recámaras es necesario un espacio de más de 40 m². A través de la creación de diferentes tipologías de viviendas de entre 40 y 100 metros cuadrados, se pretende mezclar diferentes perfiles de usuario para lograr un proyecto asequible. El reto será crear espacios eficientes y reducir el costo por metro cuadrado del proyecto en el tema de vivienda incrementando los costos de renta en los otros dos usos de suelo. Una de las metas del proyecto de vivienda será acceder a los usuarios de hasta el tipo C- lo cual representaría hasta el 66% de la población de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Respecto al uso de suelo comercial se buscará la creación de distintas tipologías de locales para que se combinen desde comercios grandes como supermercados o tiendas departamentales hasta locales destinados al comercio local como restaurantes, salones de belleza o tiendas que fomenten el consumo de productos nacionales.

También para este uso de suelo se pretende utilizar la planta baja y uno o dos de los siguientes niveles debido a que estos espacios son los que tienen mayor contacto con el contexto urbano. Para el uso comercial se busca crear espacios con amplias áreas verdes que se integren con el contexto urbano y aporten áreas de convivencia amables con el medio ambiente para los usuarios.

El tercer uso de suelo que se quiere dar al proyecto está destinado a oficinas. Para este uso el proyecto contempla la creación de espacios bajo el concepto de coworking. El objetivo de diseñar este tipo de oficinas es crear espacios que salgan de concepto típico de oficina con espacios multifuncionales donde se promueve la interacción social y la creación de comunidades laborales.

Para la promoción de la sustentabilidad económica y social en el proyecto se propondrá una oficina con el concepto de nuevos espacios de oficinas proporcionada por una empresa local como es el caso de Nevermind (ver Tabla 27). Por último, para lograr la sustentabilidad ambiental en el proyecto se aplicarán en el proyecto distintos criterios de diseño sustentable descritos de la Tabla 31 a la 38 que incluyen temáticas como: localización y transporte, sitio sustentable, uso eficiente del recurso hídrico, eficiencia energética, materiales y recursos, calidad del ambiente interior y equidad económica y social.

4.2.6. Selección del sitio

Para la selección del sitio del proyecto se tomó en cuenta la información obtenida en el apartado 4.2.3. (Análisis del contexto urbano) y se analizaron los predios existentes en el Distrito 2, Sub-Distrito 7 y los costos de algunos predios en venta dentro de la zona. En la Tabla 28 se muestran los costos de tres casos de predios en venta y en el Mapa 06 se muestra su ubicación.

RANGO DE PRECIOS Y UBICACIÓN DE LOTES EN VENTA						
Nº	Ubicación del terreno	M2	Costo por m2	Costo total	ICUS* (m2)	Precio por m2 de terreno (ICUS)**
1	Av. México y Chapultepec	2,302.00	\$ 23,457.86	\$ 54,000,000.00	16,574.40	\$ 3,258.04
2	Calle Bernardo Balbuena (entre Justo Sierra y Av. México)	1,430.00	\$ 23,000.00	\$ 32,890,000.00	10,296.00	\$ 3,194.44
3	Av. México y Victoriano Salado Álvarez	1,035.00	\$ 19,323.67	\$ 20,000,000.00	7,452.00	\$ 2,683.84

* Este valor es la resultante en metros cuadrados del ICUS (Incremento del Coeficiente de Utilización del Suelo) aplicables en el predio.

** Este valor es el costo por metro cuadrado si se edificara el total del predio utilizando los incrementos permitidos por el ICUS.

Tabla 28. Precios y ubicación de lotes en venta.

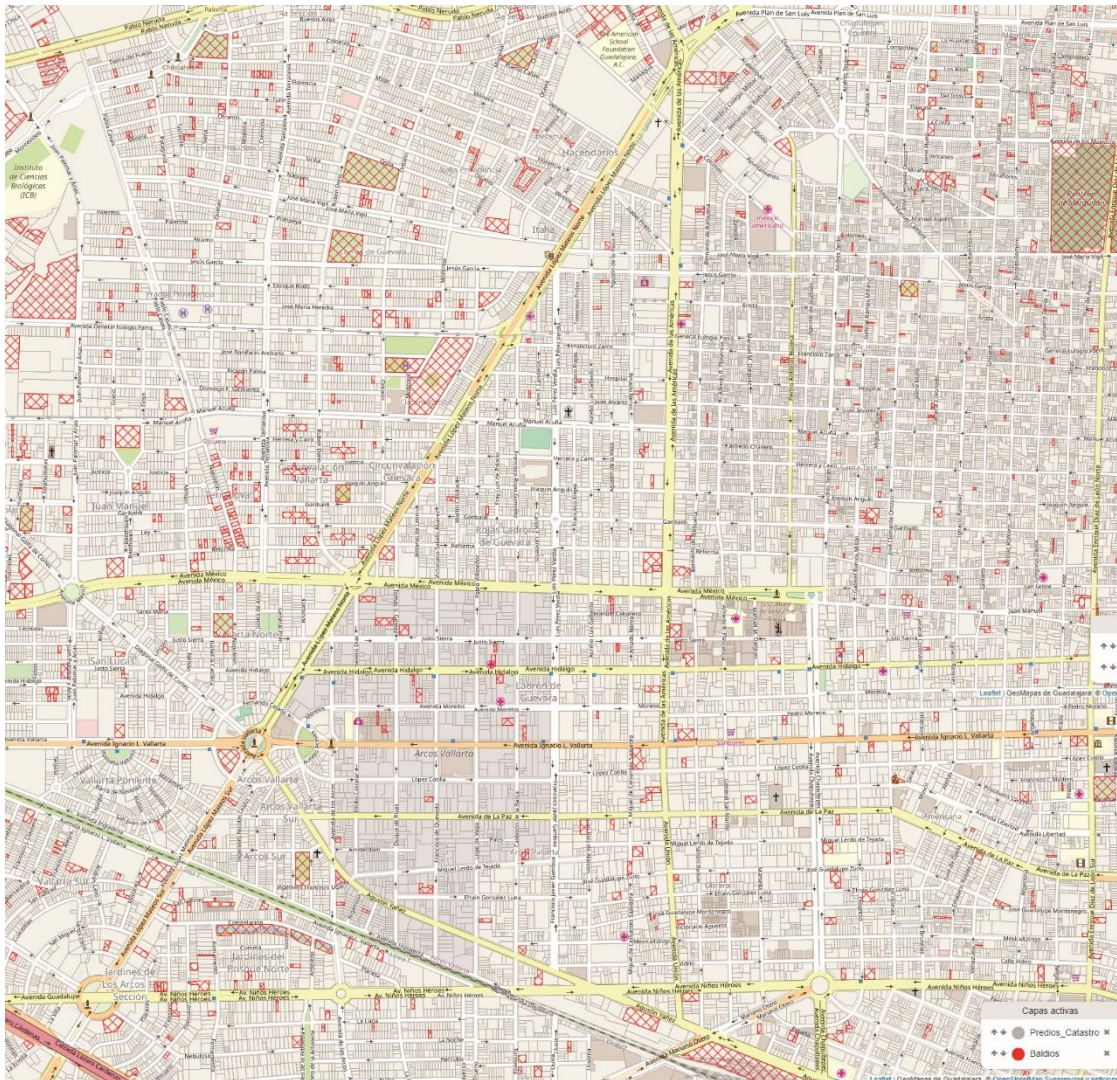
Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por los prestadores de servicio.



Mapa 6. Predios en venta dentro y en los alrededores del Sub-Distrito 07

Fuente: © Colaboradores de OpenStreetMap. (2018). Geo Mapas de Guadalajara. octubre 20, 2018, de GeoGDL Sitio web: <https://mapa.guadalajara.gob.mx/geomap>

Si se saca un promedio por metro cuadrado de estos predios se obtiene un costo aproximado de 23,000 MXN por metro cuadrado de la superficie del terreno. Cabe mencionar, que estos lotes ya cuentan con una construcción existente como prácticamente todos los predios de la zona. En el Mapa 7 se muestra la ubicación de los únicos predios sin construcción de la zona.



Mapa 7. Lotes baldíos dentro y en los alrededores del Sub-Distrito 7

Fuente: © Colaboradores de OpenStreetMap. (2018). Geo Mapas de Guadalajara. octubre 20, 2018, de GeoGDL Sitio web: <https://mapa.guadalajara.gob.mx/geomap>

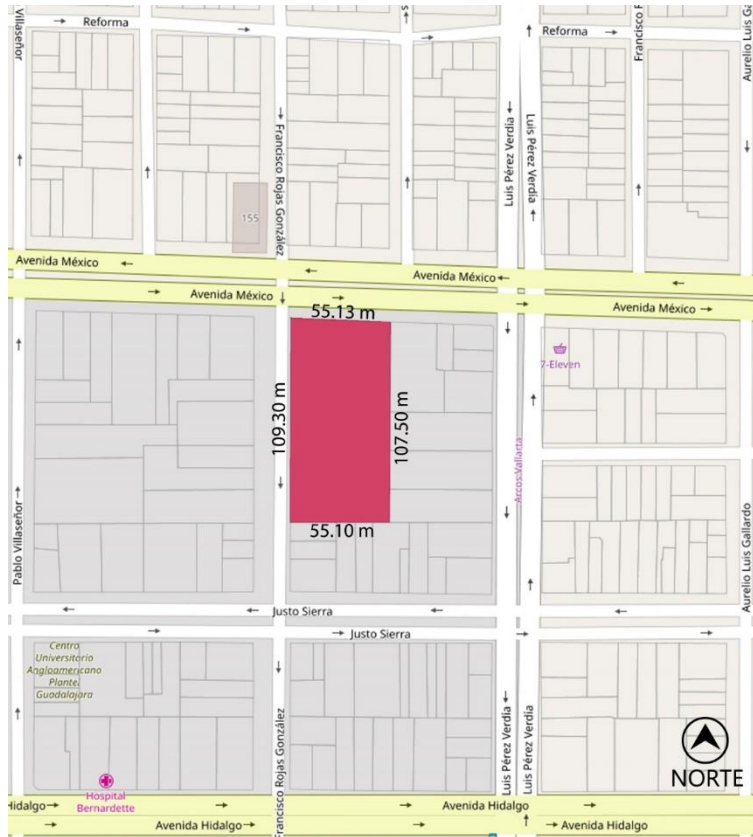
Para la elaboración del presente trabajo de obtención de grado no se tomará ninguno de los lotes señalados por tres razones:

- Los lotes más grandes señalados son áreas verdes o espacios públicos. La zona carece de este tipo de espacios por lo que no es factible utilizarlos.
- Los lotes más pequeños o se encuentran en vialidades menores o cuentan con superficies menores a 270 m² que es el mínimo requerido para poder utilizar los incrementos de edificación que permiten la creación de edificaciones densas.
- Los predios pequeños podrían ser utilizados como espacios de mejora urbana y destinarse para la creación de áreas verdes o espacios de esparcimiento para abastecer las necesidades del Sub-distrito.

Para el desarrollo del presente Trabajo de Obtención de Grado se seleccionó un predio ya construido que cumple con las siguientes características:

- Ubicación en una zona con alta atracción de viajes diarios.
- Infraestructura urbana ya consolidada.
- Accesibilidad a la zona por diferentes medios de transporte.
- Uso de suelo variado.
- Predio con flexibilidad para orientar la edificación de manera óptima.
- Ubicación en esquina permite accesibilidad eficiente.
- Cuenta con incrementos en los coeficientes de ocupación y utilización de suelos para la creación de edificaciones densas.
- Es una zona con gran atracción de viajes diarios que no se encuentra dentro del perímetro histórico de la ciudad, pero está muy cercano e interconectado con esta área.

En el Mapa 8 se muestra la ubicación del predio propuesto para el desarrollo del proyecto.



Mapa 8. Predios en venta dentro y cerca del Sub-Distrito 07

Fuente: © Colaboradores de OpenStreetMap. (2018). Geo Mapas de Guadalajara. octubre 20, 2018, de GeoGDL Sitio web: <https://mapa.guadalajara.gob.mx/geomap>

El predio presentado anteriormente ubicado en Av. México esquina con la calle Francisco Rojas González cuenta con una superficie de 5,973.90 metros cuadrados y una orientación en sus fachadas principales Norte-Oeste. En la Tabla 28 se muestra la clasificación correspondiente al terreno de acuerdo con el Plan Parcial de Desarrollo Urbano.

DATOS DEL TERRENO	
Ubicación: Av. México esquina Calle Francisco Rojas Gonzalez	
Superficie (m2):	5973.9
Clasificación del sitio	
Número de zona:	37
Clasificación del área	RN
Uso o destino del suelo:	CS3
Perímetro de protección al patrimonio:	PB
Transferencia de derechos de desarrollo:	GTD
Normas/clave	
Superficie mínima del predio (m2):	270
Frente mínimo del predio (m):	12
Coefficiente de Ocupación del Suelo (COS):	0.7
Coefficiente de Utilización del Suelo (CUS):	2.1
Incremento del Coeficiente de Ocupación del Suelo (ICOS):	0.1
Incremento del Coeficiente de Utilización del Suelo (ICUS):	5.1
Altura máxima (m):	Resultante
Retranqueo:	No aplica
Índice de Edificación:	No aplica
Modalidades de vivienda admitida:	Unifamiliar y plurifamiliar
Restricción Frontal (m):	5
Restricción Lateral (m):	0
Restricción Posterior (m):	3
Área ajardinada en restricción frontal (%)	30
Cajones de estacionamiento	Ver artículo 66

Tabla 29. Datos del terreno, clasificación y normativas aplicables.

Fuente: Elaboración propia con datos del Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Guadalajara.

Aplicando la clasificación de sitio correspondiente al predio seleccionado se obtiene un área de Renovación Urbana (RN) con zonificación de Comercios y Servicios de Impacto Medio (CS3) dentro del perímetro correspondiente a las Zona de Monumentos Artísticos del Centro de Guadalajara (PB).

Sobre la normativa aplicable al proyecto encontramos que el predio cumple con la superficie mínima de predio (270 m²). Cuenta con dos frentes, uno de 55.13 m² al

norte y uno de 109.30 m² al oeste por lo que cumple con la normativa del frente mínimo (12m).

Respecto a los coeficientes encontramos que el COS permitido es de 4,181.73 m² (0.7), el CUS permitido es de 12,545.19 m² (2.1), sin embargo, si aplicamos los incrementos de edificación se puede alcanzar un ICOS de 4,779.12 m² (0.7+0.1) y un ICUS de 43,012.08 m² (2.1+5.1).

También el predio cuenta con restricciones de servidumbres frontal (5m) y lateral (3m). Como el predio cuenta con dos frentes las colindancias con los terrenos vecinos se tomarán como servidumbres laterales.

Para revisar las restricciones de los cajones de estacionamiento se revisó el Reglamento de Zonificación Urbana del Municipio de Guadalajara en el Artículo 66 y Cuadro 50 donde se mencionan los cajones de estacionamiento requeridos para cada uso de suelo y se identificó que:

- Vivienda: para viviendas menores a 90 m² se requiere 1 cajón por unidad y para visitantes 1 cajón por cada 4 unidades de vivienda. Para viviendas mayores a 90 m² se requieren 2 cajones y para visitantes 1 cajón por cada 3 unidades de vivienda.
- Oficinas: se requiere un cajón por cada 30 m² construidos.
- Comercio: se requiere un cajón por cada 40 m² construidos.

4.2.7. Programa arquitectónico

Para el desarrollo del prototipo de edificación vertical de uso mixtos la utilización de eco tecnologías, estrategias de diseño pasivo y un terreno en el núcleo de la ciudad serán los elementos clave del proyecto. En las Tablas 30.1 a 30.7 se muestra el programa arquitectónico del proyecto con su tabla de áreas correspondiente por nivel. Los diferentes usos de suelo se dividen por colores como se muestra a continuación:

	Comercio
	Corporativo (Oficinas)
	Vivienda

NIVEL	ÁREA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	M2 CONSTRUIDOS	M2 TERRAZA ABIERTA Y/O ÁREA COMÚN	M2 TOTAL VENDIBLE (Abierto + Techado)	
N1	LOCAL ANCLA 01		1	984.14 Mt2.		984.14 Mt2.	
	LOCAL 01		1	50.15 Mt2.	31.41 Mt2.	81.56 Mt2.	
	LOCAL 02		1	40.80 Mt2.		40.80 Mt2.	
	LOCAL 03		1	47.20 Mt2.	41.60 Mt2.	88.80 Mt2.	
	LOCAL 04		1	38.40 Mt2.		38.40 Mt2.	
	LOCAL 05		1	47.79 Mt2.	42.12 Mt2.	89.91 Mt2.	
	LOCAL 06	Locales en obra gris con preparación para bodega y baño propio.	1	38.88 Mt2.		38.88 Mt2.	
	LOCAL 07		1	47.20 Mt2.	41.60 Mt2.	88.80 Mt2.	
	LOCAL 08		1	38.40 Mt2.		38.40 Mt2.	
	LOCAL 09		1	61.36 Mt2.	54.08 Mt2.	115.44 Mt2.	
	LOCAL 10		1	49.92 Mt2.		49.92 Mt2.	
	LOCAL 11		1	82.32 Mt2.		82.32 Mt2.	
	LOCAL 12		1	78.40 Mt2.		78.40 Mt2.	
	LOCAL 13		1	84.28 Mt2.		84.28 Mt2.	
	CIRCULACIONES ÁREA COMERCIAL		Jardines, áreas verdes, caminos peatonales, vehiculares y ciclopuentes.	1	1,184.64 Mt2.	2,938.00 Mt2.	
	CIRCULACIONES VERTICALES COMERCIO		Escaleras, elevadores, ductos de instalaciones y para separación de basura.	1	45.51 Mt2.	.00 Mt2.	
	BAÑOS COMERCIO			1	24.87 Mt2.		
	ASEO			1	4.58 Mt2.		
	ALMACEN		Espacio para material de mantenimiento	1	24.79 Mt2.		
	OFICINA ADMON	Con módulo de atención a usuarios	1	19.00 Mt2.			
CIRCULACIONES VERTICALES CORPORATIVO	Escaleras, elevadores, ductos de instalaciones y para separación de basura.		62.64 Mt2.	.00 Mt2.			
LOBBY VIVIENDA	Ingreso al complejo de vivienda vertical con sala de espera, vigilancia, baño, site y acceso a circulaciones verticales (escaleras, elevadores, ductos de instalaciones y para separación de basura.)		176.03 Mt2.				
LOCALES	14		3,231.30 Mt2.	3,148.81 Mt2.	1,900.05 Mt2.		

Tabla 30.1. Propuesta de programa arquitectónico
Fuente: Elaboración propia

NIVEL	ÁREA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	M2 CONSTRUIDOS	M2 TERRAZA ABIERTA Y/O ÁREA COMÚN	M2 TOTAL VENDIBLE (Abierto + Techado)
N2	LOCAL ANCLA 02		1	376.20 Mt2.		376.20 Mt2.
	LOCAL ANCLA 03		1	461.61 Mt2.		461.61 Mt2.
	LOCAL 14		1	40.27 Mt2.		40.27 Mt2.
	LOCAL 15		1	36.20 Mt2.		36.20 Mt2.
	LOCAL 16		1	36.20 Mt2.		36.20 Mt2.
	LOCAL 17		1	36.58 Mt2.		36.58 Mt2.
	LOCAL 18		1	39.20 Mt2.		39.20 Mt2.
	LOCAL 19		1	39.20 Mt2.		39.20 Mt2.
	LOCAL 20		1	39.20 Mt2.		39.20 Mt2.
	LOCAL 21		1	39.20 Mt2.		39.20 Mt2.
	LOCAL 22	Locales en obra gris con preparación para bodega y baño propio.	1	39.20 Mt2.		39.20 Mt2.
	LOCAL 23		1	40.18 Mt2.		40.18 Mt2.
	LOCAL 24		1	39.20 Mt2.		39.20 Mt2.
	LOCAL 25		1	39.20 Mt2.		39.20 Mt2.
	LOCAL 26		1	101.92 Mt2.		101.92 Mt2.
	LOCAL 27		1	54.45 Mt2.		54.45 Mt2.
	LOCAL 28		1	48.40 Mt2.		48.40 Mt2.
	LOCAL 29		1	48.40 Mt2.		48.40 Mt2.
	LOCAL 30		1	48.40 Mt2.		48.40 Mt2.
	LOCAL 31		1	49.01 Mt2.		49.01 Mt2.
	LOCAL 32	1	49.01 Mt2.		49.01 Mt2.	
	LOCAL 33	1	48.40 Mt2.		48.40 Mt2.	
	LOCAL 34	1	48.40 Mt2.		48.40 Mt2.	
	LOCAL 35	1	125.84 Mt2.		125.84 Mt2.	
CIRCULACIONES ÁREA		1	746.13 Mt2.			
BAÑOS COMERCIO		1	33.60 Mt2.			
VACÍOS TECHADOS		1	451.16 Mt2.			
CIRCULACIONES VERTICALES CORPORATIVO	Escaleras, elevadores, ductos de instalaciones y para separación de basura.			62.64 Mt2.	.00 Mt2.	
CIRCULACIONES VERTICALES VIVIENDA	Escaleras, elevadores, ductos de instalaciones y para separación de basura.			.00 Mt2.		
LOCALES	24			3,217.40 Mt2.	.00 Mt2.	1,923.87 Mt2.

Tabla 30.2. Propuesta de programa arquitectónico
Fuente: Elaboración propia

NIVEL	ÁREA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	M2 CONSTRUIDOS	M2 TERRAZA ABIERTA Y/O ÁREA COMÚN	M2 TOTAL VENDIBLE (Abierto + Techado)	
N3	DEPARTAMENTO TIPO A	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, cocina, lavandería y terraza.	1	83.37 Mt2.	10.00 Mt2.	93.37 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO B	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado, terraza	1	43.93 Mt2.	10.00 Mt2.	53.93 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO C	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado, terraza	1	47.53 Mt2.	10.00 Mt2.	57.53 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO D	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, cocina, lavandería y terraza.	1	81.58 Mt2.	10.00 Mt2.	91.58 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO E	Departamento de una recámara, sala, cocina con barra antecomedor, lavandería, baño-vestidor y terraza.	1	67.14 Mt2.	10.00 Mt2.	77.14 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO J	Departamento de una recámara, sala, cocina con barra antecomedor, lavandería, baño-vestidor y terraza.	1	64.87 Mt2.	10.00 Mt2.	74.87 Mt2.	
	ÁREA COMÚN	Terraza de usos múltiples abierta y cerrada, lounge bar, ludoteca, gimnasio, huertos urbanos, área pet friendly.		291.90 Mt2.	252.32 Mt2.		
	CIRCULACIONES + AREAS COMUNES	Escaleras, elevadores, ductos de instalaciones y para separación de basura.		86.00 Mt2.			
	DEPT. X NIVEL	6			766.32 Mt2.	312.32 Mt2.	448.42 Mt2.
	CIRCULACIONES CORPORATIVO	Ingreso al área de oficinas con sala de espera, recepción y distribución a circulaciones: escaleras, elevadores, ducto de instalaciones y ducto de separación de residuos.			89.30 Mt2.		
M2 VENDIBLES CORPORATIVO	Espacio de trabajo flexible con opción de: sala de juntas, oficinas privadas, áreas de trabajo generales, centro de copiado e impresiones, núcleo de baños, y cuarto de aseo.			1,096.28 Mt2.		1,096.28 Mt2.	
ROOF GARDEN	Terraza con jardineras y espacios de trabajo al aire libre.			.00 Mt2.	270.84 Mt2.		
				1,185.58 Mt2.	270.84 Mt2.	1,096.28 Mt2.	

Tabla 30.3. Propuesta de programa arquitectónico
Fuente: Elaboración propia

NIVEL	ÁREA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	M2 CONSTRUIDOS	M2 TERRAZA ABIERTA Y/O ÁREA COMUN	M2 TOTAL VENDIBLE (Abierto + Techado)	
N4-7	DEPARTAMENTO TIPO A	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, dos balcones.	1	83.37 Mt2.		83.37 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO B	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado y balcón.	1	43.93 Mt2.		43.93 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO C	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado y balcón.	1	47.53 Mt2.		47.53 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO D	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, cocina, lavandería y dos balcones.	1	81.58 Mt2.		81.58 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO E	Departamento de una recámara, sala, cocina con barra antecomedor, lavandería, baño-vestidor y balcón.	1	67.14 Mt2.		67.14 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO F	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, dos balcones.	1	81.55 Mt2.		81.55 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO G	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado y balcón.	1	47.58 Mt2.		47.58 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO H	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado y balcón.	1	43.93 Mt2.		43.93 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO I	Departamento de una recámara, sala, cocina con barra antecomedor, lavandería, baño-vestidor y balcón.	1	83.37 Mt2.		83.37 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO J	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, cocina, lavandería y dos balcones.	1	64.87 Mt2.		64.87 Mt2.	
	CIRCULACIONES	Escaleras, elevadores, ductos de instalaciones y para separación de basura.	1	121.47 Mt2.			
	DEPT. X NIVEL	10			766.32 Mt2.	.00 Mt2.	644.85 Mt2.
		CIRCULACIONES CORPORATIVO	Ingreso al área de oficinas con sala de espera, recepción y distribución a circulaciones: escaleras, elevadores, ducto de instalaciones y ducto de separación de residuos.	4	89.30 Mt2.		357.20 Mt2.
	M2 VENDIBLES CORPORATIVO	Espacio de trabajo flexible con opción de: sala de juntas, oficinas privadas, áreas de trabajo generales, centro de copiado e impresiones, núcleo de baños, y cuarto de aseo.	4	1,096.28 Mt2.		4,385.12 Mt2.	
				1,185.58 Mt2.	.00 Mt2.	4,385.12 Mt2.	

Tabla 30.4. Propuesta de programa arquitectónico
Fuente: Elaboración propia

NIVEL	ÁREA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	M2 CONSTRUIDOS	M2 TERRAZA ABIERTA Y/O ÁREA COMÚN	M2 TOTAL VENDIBLE (Abierto + Techado)	
N8	DEPARTAMENTO TIPO A	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, dos balcones.	1	83.37 Mt2.		83.37 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO B	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado y balcón.	1	43.93 Mt2.		43.93 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO C	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado y balcón.	1	47.53 Mt2.		47.53 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO D	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, cocina, lavandería y dos balcones.	1	81.58 Mt2.		81.58 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO E	Departamento de una recámara, sala, cocina con barra antecomedor, lavandería, baño-vestidor y balcón.	1	67.14 Mt2.		67.14 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO F	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, dos balcones.	1	81.55 Mt2.		81.55 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO G	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado y balcón.	1	47.58 Mt2.		47.58 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO H	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado y balcón.	1	43.93 Mt2.		43.93 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO I	Departamento de una recámara, sala, cocina con barra antecomedor, lavandería, baño-vestidor y balcón.	1	83.37 Mt2.		83.37 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO J	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, cocina, lavandería y dos balcones.	1	64.87 Mt2.		64.87 Mt2.	
	CIRCULACIONES	Escaleras, elevadores, ductos de instalaciones y para separación de basura.		121.47 Mt2.			
	DEPT. X NIVEL	10			766.32 Mt2.	.00 Mt2.	644.85 Mt2.
		CIRCULACIONES CORPORATIVO	Ingreso al área de oficinas con sala de espera, recepción y distribución a circulaciones: escaleras, elevadores, ducto de instalaciones y ducto de separación de residuos.		112.55 Mt2.		
	M2 VENDIBLES CORPORATIVO	Espacio de trabajo flexible con opción de: terraza, sala de juntas, oficinas privadas, áreas de trabajo generales cerradas y abiertas, centro de copiado e impresiones, núcleo de baños, y cuarto de aseo.		487.36 Mt2.	614.80 Mt2.	487.36 Mt2.	
				599.91 Mt2.	614.80 Mt2.	487.36 Mt2.	

Tabla 30.5. Propuesta de programa arquitectónico
Fuente: Elaboración propia

NIVEL	ÁREA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	M2 CONSTRUIDOS	M2 TERRAZA ABIERTA Y/O ÁREA COMÚN	M2 TOTAL VENDIBLE (Abierto + Techado)	
N9-12	DEPARTAMENTO TIPO A	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, dos balcones.	1	83.37 Mt2.		83.37 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO B	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado y balcón.	1	43.93 Mt2.		43.93 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO C	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado y balcón.	1	47.53 Mt2.		47.53 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO D	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, cocina, lavandería y dos balcones.	1	81.58 Mt2.		81.58 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO E	Departamento de una recámara, sala, cocina con barra antecomedor, lavandería, baño-vestidor y balcón.	1	67.14 Mt2.		67.14 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO F	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, dos balcones.	1	81.55 Mt2.		81.55 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO G	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado y balcón.	1	47.58 Mt2.		47.58 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO H	Estudio de una recámara, un baño, sala, cocina con espacio para comedor, closet de lavado y balcón.	1	43.93 Mt2.		43.93 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO I	Departamento de una recámara, sala, cocina con barra antecomedor, lavandería, baño-vestidor y balcón.	1	83.37 Mt2.		83.37 Mt2.	
	DEPARTAMENTO TIPO J	Departamento de dos recámaras con closet, dos baños y medio, sala-comedor, cocina, lavandería y dos balcones.	1	64.87 Mt2.		64.87 Mt2.	
	CIRCULACIONES	Escaleras, elevadores, ductos de instalaciones y para separación de basura.			121.47 Mt2.		
	DEPT. X NIVEL	10			766.32 Mt2.	.00 Mt2.	644.85 Mt2.

Tabla 30.6. Propuesta de programa arquitectónico
Fuente: Elaboración propia

ESTACIONAMIENTO			
SÓTANO 1	VIVENDA	Sótano de estacionamiento con: cuarto eléctrico, cisterna de retención de agua pluvial, cisterna y cuarto de máquinas para tratamiento de agua pluvial, bodegas de almacenamiento para cada departamento y circulaciones verticales de comercio, vivienda y oficinas.	5,902.52 Mt2.
	No. DE CAJONES		136
	No. DE CICLOPUERTOS		27
SÓTANO 2	COMERCIO	Estacionamiento con circulaciones verticales de comercio, vivienda y oficinas.	5,902.52 Mt2.
	No. DE CAJONES		152
SÓTANO 3	OFICINAS	Estacionamiento con circulaciones verticales de comercio, vivienda y oficinas. Cuarto de máquinas y cisternas de abastecimiento y reseva contra incendios para vivienda, comercio y oficinas.	5,902.52 Mt2.
	No. DE CAJONES		158

Tabla 30.7. Propuesta de programa arquitectónico

Fuente: Elaboración propia

4.3. Criterios de diseño sustentable propuestos para edificaciones de usos mixtos de alta densidad en Guadalajara

Derivado de las buenas prácticas de diseño internacionales presentadas en el Capítulo 2 y la información recabada sobre los casos nacionales y regionales se identificaron oportunidades de diseño sustentable para ser aplicadas en el presente proyecto. El proyecto presenta su propia manera de evaluar la sustentabilidad de la edificación basándose en los lineamientos de diseño sustentable de diversas normativas y certificaciones para aplicar específicamente en proyectos de usos mixtos.

En la Tabla 31 se presenta un resumen de las categorías en las que se van a dividir los criterios de diseño sustentable para aplicar en el proyecto.

CLASIFICACIÓN DE CRITERIOS DE DISEÑO SUSTENTABLE		
Nº	Criterio	Descripción
1	Localización y transporte	Ubicar el proyecto de manera estratégica para que genere el menor impacto al medio ambiente.
2	Sitio sustentable	Evaluación del sitio para considerar todas las posibles estrategias de diseño sustentables a aplicar en el proyecto. Conservar y crear espacios verdes que fomenten la interacción social y no impacten al medio ambiente.
3	Uso eficiente del recurso hídrico	Reducción y reutilización del uso de agua en interiores y exteriores del edificio.
4	Eficiencia energética	Optimización y mejorar la eficiencia energética para reducir las emisiones de CO2.
5	Materiales y recursos	Diseñar con materiales óptimos y con un ciclo de vida que genere bajos impactos al medio ambiente.
6	Calidad del ambiente interior	Obtener espacios confortables que promuevan la productividad y el bienestar de los usuarios que mejoren su calidad de vida.
7	Equidad económica y social	Promover la creación de espacios que se integren con el entorno urbano y sean asequibles tanto para ocupantes del edificio como para usuarios del contexto inmediato. Promover la interacción entre las diferentes tipologías de vivienda para evitar la segregación social.

Tabla 31. Clasificación de criterios de diseño sustentable.

Fuente: Elaboración propia

4.4. Definición de estrategias de diseño aplicables al proyecto

De las siete categorías mencionadas anteriormente en las que se clasificaron los criterios de diseño sustentable, se realizaron tablas específicas para cada una de ellas. Dentro de cada una se definieron las estrategias de diseño, objetivo y la certificación o normativa de donde se obtuvieron.

Para asignar el rango de prioridad en el proyecto se clasificaron las estrategias por colores de acuerdo a su importancia para este proyecto en específico.

	Es una estrategia prioritaria para la sustentabilidad del proyecto
	Es una estrategia útil pero no es indispensable para la sustentabilidad del proyecto
	No es una estrategia útil para cumplir con la sustentabilidad del proyecto

Estrategias de diseño				
Categoría	Estrategia de diseño	Objetivo	Certificación o norma	Prioridad para el proyecto
Localización y transporte	Ubicación estratégica del terreno	Localizar el proyecto en áreas con restricciones de desarrollo para promover el bienestar del contexto inmediato.	LEED, BREEAM, DGNB	
	Densidad, usos mixtos y alrededores	La conservación del hábitat fomentando el desarrollo en áreas con infraestructura urbana. También se promueve la transitabilidad, transporte eficiente y reducción de la distancia de viajes en vehículo para mejorar el bienestar público con la promoción de actividad física diaria.	LEED, BREEAM, DGNB	
	Accesibilidad a diversas formas transporte de calidad	Promover el desarrollo en locaciones que cuenten con opciones de transportación diversas o que reduzcan el uso de vehículos de motor.	LEED, BREEAM, DGNB	
	Facilidades ciclistas	Promover las facilidades ciclistas y una transportación eficiente para reducir las distancias recorridas en vehículos de motor.	LEED, BREEAM, DGNB, Secretaría de movilidad	
	Huella de estacionamiento reducida	Minimizar los peligros ambientales asociados con las facilidades de estacionamiento. Incluye: dependencia del automóvil, consumo de terreno y escorrentía de agua de lluvia.	LEED, BREEAM, DGNB	

Tabla 32. Estrategias de diseño: localización y transporte
Fuente: Elaboración propia

Estrategias de diseño				
Categoría	Estrategia de diseño	Objetivo	Certificación o norma	Prioridad para el proyecto
Sitio sustentable	Prevención de contaminación de actividad constructiva	Reducir la contaminación derivada de las actividades de construcción a través del control de la erosión del suelo, sedimentación del agua y polvo en el aire. (Estudio de mecánica de suelo)	LEED, BREEAM, DGNB, Cambio Climático y Resiliencia Urbana Guadalajara	
	Evaluación del sitio	Valorar las condiciones del sitio antes del diseño para evaluar las opciones sustentables para diseñar. (Estudio de movilidad, asoleamiento, ventilación, etc.)	LEED, BREEAM, DGNB, Secretaría de movilidad, Cambio Climático y Resiliencia Urbana Guadalajara	
	Protección o restauración del hábitat	Conservar las áreas naturales existentes y restaurar las áreas dañadas para proveer el hábitat y promover la biodiversidad.	LEED, BREEAM, DGNB, Cambio Climático y Resiliencia Urbana Guadalajara	
	Espacios abiertos	Crear espacios exteriores que fomenten la interacción con el medio ambiente, interacción social, recreación pasiva y actividades físicas.	LEED, BREEAM, DGNB	
	Manejo de agua de lluvia	Reducir el volumen de escorrentía, mejorar la calidad del agua y el equilibrio hídrico del sitio.	LEED, BREEAM, DGNB, SIAPA	
	Reducción de la isla de calor	Minimizar los efectos micro climáticos a través de la reducción de la isla de calor.	LEED, BREEAM, DGNB	
	Reducción de contaminación luminica	Garantizar que la iluminación externa se concentre en las áreas apropiadas y que la iluminación ascendente se minimice, reduciendo la contaminación luminica innecesaria, el consumo de energía y las molestias a las propiedades vecinas.	LEED, BREEAM, DGNB	

Tabla 33. Estrategias de diseño: sitio sustentable

Fuente: Elaboración propia

Estrategias de diseño				
Categoría	Estrategia de diseño	Objetivo	Certificación o norma	Prioridad para el proyecto
Uso eficiente del recurso hídrico	Reducción de uso de agua en exteriores	Reducir el uso de agua en exteriores	LEED, BREEAM, DGNB	
	Reducción de uso de agua en interiores	Reducir el uso de agua en interiores	LEED, BREEAM, DGNB	

Tabla 34. Estrategias de diseño: uso eficiente del recurso hídrico

Fuente: Elaboración propia

Estrategias de diseño				
Categoría	Estrategia de diseño	Objetivo	Certificación o norma	Prioridad para el proyecto
Eficiencia energética	Optimización energética	Reducir los peligros económicos y ambientales resultantes del uso excesivo de energía a través de lograr un nivel mínimo de eficiencia energética para el edificio y sus sistemas.	LEED, BREEAM, DGNB, NOM-008-ENER-2001, NOM-020-ENER-2011	
	Mejora en el manejo de refrigerantes	Reducir el agotamiento de la capa de ozono a través de la reducción del uso de refrigerantes. Utilización de estrategias de diseño pasivo.	LEED, BREEAM, DGNB, NOM-008-ENER-2001, NOM-020-ENER-2011	
	Producción de energía renovable	Reducir los peligros económicos y ambientales asociados con los combustibles fósiles implementando la utilización de energías renovables.	LEED, BREEAM, DGNB	
	Energía verde y compensaciones de carbono	Fomentar la reducción de gases de efecto invernadero mediante el uso de fuentes de energía de red, tecnologías de energía renovable y proyectos de mitigación de carbono.	LEED, BREEAM, DGNB	

Tabla 35. Estrategias de diseño: eficiencia energética

Fuente: Elaboración propia

Estrategias de diseño				
Categoría	Estrategia de diseño	Objetivo	Certificación o norma	Prioridad para el proyecto
Materiales y recursos	Optimización y utilización de productos de construcción sustentables	Fomentar el uso de materiales y productos de los cuales se dispone de información sobre su ciclo de vida y que cuentan con impactos de ciclo de vida ambiental, económica y socialmente responsables.	LEED, BREEAM, DGNB	
	Manejo de desperdicios de construcción y demolición	Reducir los desechos de construcción y demolición eliminados en vertederos e instalaciones de incineración a través de la recuperación, reutilización y reciclaje de materiales.	LEED, BREEAM, DGNB	
	Diseño durable y resiliente	Reducir la necesidad de reparar y reemplazar materiales para evitar daños a los elementos expuestos del edificio y paisaje.	BREEAM	

Tabla 36. Estrategias de diseño: materiales y recursos

Fuente: Elaboración propia

Estrategias de diseño				
Categoría	Estrategia de diseño	Objetivo	Certificación o norma	Prioridad para el proyecto
Calidad del ambiente interior	Materiales de bajas emisiones	Reducir la concentración de contaminantes químicos que puedan dañar la calidad del aire, la salud humana, productividad o el medio ambiente.	LEED, BREEAM, DGNB	
	Confort térmico	Promover la productividad de los ocupantes, confort y bienestar al proporcionar confort térmico.	LEED, BREEAM, DGNB, NOM-008-ENER-2001, NOM-020-ENER-2011	
	Iluminación interior	Promover la productividad de los ocupantes, confort y bienestar al proporcionar iluminación de calidad.	LEED, BREEAM, DGNB, NOM-008-ENER-2001, NOM-020-ENER-2011	
	Luz de día	Conectar a los ocupantes del edificio con el exterior y reducir el uso de iluminación eléctrica mediante la introducción de luz diurna en el espacio.	LEED, BREEAM, DGNB, NOM-008-ENER-2001, NOM-020-ENER-2011	
	Vistas de calidad	Proporcionar a los ocupantes del edificio conexión con el ambiente exterior al proporcionarles vistas de calidad.	LEED, BREEAM, DGNB	
	Desempeño acústico	Proveer espacios que promuevan el bienestar, productividad y comunicación de los ocupantes a través de un diseño acústico efectivo.	LEED, BREEAM, DGNB	
	Calidad pasiva del edificio	Evaluar las pérdidas de la envolvente térmica, pérdidas por ventilación, ganancias a través de la radiación solar y ganancias debido a la producción de calor interno.	PASSIVHAUS, NOM-008-ENER-2001, NOM-020-ENER-2011	
	Ventilación de confort	Mantener un considerable nivel de higiene y confort en el interior de los edificios a través de la utilización de ventilación natural y el sistema de ventilación de confort que consta de conductos de admisión de aire fresco, extracción de aire viciado y amortiguadores acústicos.	PASSIVHAUS	

Tabla 37. Estrategias de diseño: calidad del ambiente interior
Fuente: Elaboración propia

Estrategias de diseño				
Categoría	Estrategia de diseño	Objetivo	Certificación o norma	Prioridad para el proyecto
Equidad económica y social	Consulta del impacto sobre la comunidad	Considera la necesidad de consultar tanto con la comunidad como con los principales agentes en la fase de diseño y uso del edificio, y el papel que éste tendrá en la comunidad local.	Green Globes, HQE	
	Impactos locales y regionales	Considera el costo económico y los beneficios que proporcionará a la región y su contribución a la sostenibilidad de la economía de la misma (oportunidades de empleo y materiales locales)	LEED, HQE, GUÍAS PV	

Tabla 38. Estrategias de diseño: equidad económica y social
Fuente: Elaboración propia

4.5. Proyecto arquitectónico

El proyecto arquitectónico es el producto medular de la investigación. A través de este se determina si las estrategias de diseño sustentables elegidas previamente son factibles y si el proyecto es económicamente viable. La propuesta se desarrolla con base en los hallazgos aprovechables de la investigación de campo y la información obtenida sobre el sitio del proyecto.

Para la elaboración del diseño arquitectónico además de los criterios de diseño sustentable de las normativas internacionales, se toman en cuenta los lineamientos del Reglamento Estatal de Zonificación y del Plan Parcial de Desarrollo Urbano. De acuerdo con la clasificación de sitio del Plan Parcial correspondiente al predio del proyecto, los Coeficientes de Ocupación y Utilización del Suelo son:

COS: 0.7 ICOS: 0.1

CUS: 2.1 ICUS: 5.1

La superficie del predio propuesto es de 5,973.90 m². Para el desplante de la huella del edificio se respetaron las restricciones de servidumbres frontales y posteriores requeridas, también se aplicó una restricción de altura correspondiente a los artículos 34° y 35° del Reglamento Estatal de Zonificación. Con esta información los Coeficientes de Ocupación y Utilización del Suelo resultantes del proyecto son:

COS: 0.54 3,232 m²

CUS: 3.45 20,639.71 m²

Con esta información el proyecto se desplanta en 12 niveles a nivel de calle y tres niveles de sótano. En la Imagen 40 que se presenta a continuación, se muestra la volumetría general del proyecto arquitectónico, el emplazamiento de los distintos usos de suelo y la ubicación de sus estrategias de diseño sustentable más relevantes.

Como se puede observar, a pesar de que el complejo comparte el mismo terreno, cada uso de suelo se encuentra delimitado en espacios independientes para mayor privacidad de los usuarios.

El área comercial del proyecto se encuentra ubicada a nivel de calle en los niveles 01 y 02. Para fomentar la interacción entre los distintos usuarios y que el proyecto no sea tan invasivo, en la servidumbre frontal del proyecto se colocó un área verde recreativa. También cuenta con accesibilidad universal, ciclo puertos y área de estacionamiento en sótano 02.

A partir del nivel 03, el proyecto se dividió en dos torres. La torre que queda al frente de la avenida principal es la de oficinas y cuenta con seis niveles con espacios flexibles de los cuales, dos tienen terrazas con jardín que sirven como áreas comunes de las oficinas, ayudan a la reducción de gases de efecto invernadero y regulan la temperatura de los ambientes interiores. El estacionamiento de las oficinas se encuentra en el último sótano del proyecto, el acceso es por Av. México.

En la torre de la parte posterior se desplantan 10 niveles de vivienda. En el nivel 03 se encuentran las amenidades del proyecto y 7 unidades de vivienda, del nivel 04 al 12 la torre cuenta con plantas tipo que tienen 10 unidades por nivel. El estacionamiento de la vivienda se ubica en el sótano 01 y tiene su acceso independiente por la calle de Francisco Rojas González.

Algunas de las estrategias de diseño sustentable del proyecto son:

- Captación, tratamiento y reutilización de aguas pluviales.
- Áreas verdes como parque, huertos urbanos y azoteas verdes
- Acceso al sitio por diversos medios de transporte
- Ciclo puertos
- Separación de residuos
- Azoteas con impermeabilizante blanco para reflejar la luz

Nivel 01



Imagen 41. Planta Baja (Nivel 01)
Fuente: Elaboración propia

Aspectos generales

En la Imagen 41 se observa que la planta baja del proyecto está destinada principalmente al comercio. Cuenta con 1,690 m² rentables que se dividen en una tienda ancla y trece locales comerciales de distintas dimensiones, los que están en la fachada frontal tienen opción a terraza. A estos espacios se puede acceder por amplios pasillos de accesibilidad universal.

Otro de los elementos importantes en este nivel son las circulaciones. El proyecto cuenta con dos accesos vehiculares, se pensó dejar el ingreso a los comercios y oficinas por la vialidad principal (Av. México) y el acceso al estacionamiento de vivienda por la vialidad secundaria (Calle Francisco Rojas González). Así mismo por esta calle se dejó un acceso para carga y descarga de la zona comercial con su patio de maniobras correspondiente. Los accesos peatonales para la vivienda y oficinas también se encuentran en este nivel.

En este nivel también podemos encontrar las circulaciones verticales. Para este proyecto se pensó tener tres núcleos de circulaciones independientes para cada uno de los usos con: elevadores, escaleras de emergencia, ducto de instalaciones general y punto limpio con ducto de separación de residuos. El manejo independiente de estos accesos es para lograr un mejor control de accesos y para evitar mezclar los usos del edificio. Junto a las circulaciones verticales del comercio se destinó un área para servicios donde podemos encontrar: baños, cuarto de aseo, oficina administrativa y bodega de mantenimiento.

Las estrategias de diseño sustentable específicas de esta planta son las que tienen que ver con localización y transporte. El sitio cuenta con fácil acceso a transporte público y conexión a una red ciclovías por Avenida México. También cuenta con facilidades ciclistas a nivel de calle para acceso a la zona comercial y cuenta con espacios abiertos en las servidumbres frontales del predio donde se aprovechó para crear un área verde que fomente la interacción social y con el medio ambiente.

Nivel 2



CALLE FRANCISCO ROJAS GONZÁLEZ

SIMBOLOGÍA

- Locales ancla
- Locales comerciales
- Terrazas
- Circ. verticales vivienda
- Circ. verticales comercio
- Circ. verticales oficinas
- Baños
- Circulaciones

AV. MÉXICO

Imagen 42. Nivel 02
Fuente: Elaboración propia

Aspectos generales

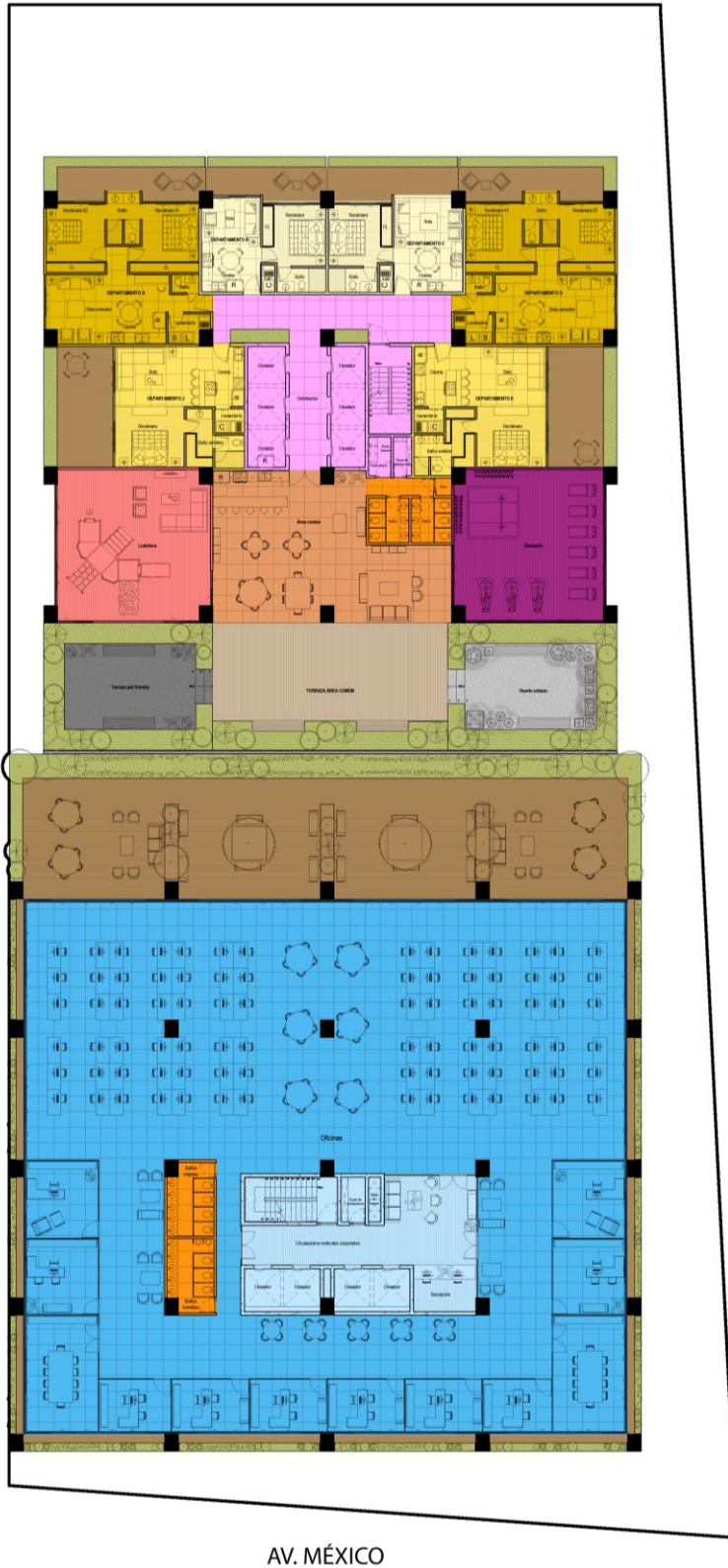
Como podemos observar en la imagen 42 el nivel dos las áreas rentables del proyecto están igualmente destinadas al comercio. La distribución de la planta se conforma por dos tiendas ancla de 376 y 461 m², veinte locales comerciales de aproximadamente 40 m² y dos locales al frente de 80 m² con opción a terraza. El total de metros cuadrados rentables para este nivel es de 1,924 m².

En este nivel las circulaciones verticales de la vivienda y oficinas se encuentran cerradas y se conectan directamente hasta el nivel tres. Junto al núcleo de circulaciones verticales del comercio se encuentra un área destinada a baños y el aseo del piso.

En este nivel se jugó con algunas dobles alturas que benefician al proyecto para obtener una sensación de amplitud y lograr una ventilación cruzada en los pasillos de manera natural. Los locales comerciales que se encuentran más expuestos a la exposición solar cuentan con terrazas que generan sombras en el interior de los locales y benefician la reducción de energía utilizada en equipos de aire acondicionado. También cuentan con ventanas al este y oeste para generar ventilaciones cruzadas.

Nivel 03

A partir del nivel 03 inicia en el proyecto un cambio de uso de suelo. En este nivel el proyecto se divide en dos torres que trabajan de manera independiente una de otra. En la Imagen 43 se observa más a detalle la distribución general del nivel de desplante de los usos de suelo de oficinas y vivienda.



SIMBOLOGÍA

- Área rentable oficinas
- Recepción y circ. verticales
- Terraza
- Áreas verdes
- Área pet friendly
- Huerto Urbano
- Terraza área común
- Salón de usos múltiples
- Ludoteca
- Gimnasio
- Baños
- Circulaciones vivienda
- Departamentos E, J
- Departamentos A, D
- Departamentos B, C

Imagen 43. Nivel 03
Fuente: Elaboración propia

Aspectos generales

En este nivel se dejó al frente de Av. México la torre de oficinas. Esta torre cuenta con 1,096 m² vendibles por planta. Para los interiores se diseñó una planta tipo donde al centro del proyecto se ubican: el núcleo de circulaciones, un lobby por nivel y un área de sanitarios y aseo. Las oficinas privadas tienen la opción de tener ventilación natural y vista hacia la calle, y el área de trabajo general tiene vista y ventilación hacia una terraza ajardinada.

Para aprovechar la azotea del comercio y ayudar a reducir el efecto isla de calor en azoteas se realizó en este nivel una azotea verde de 270 m², las oficinas del nivel 04 al 07 también tendrán vista y acceso a esta área. Otro beneficio de este espacio es que funciona como área recreativa y ayuda a filtrar las vistas hacia la torre de vivienda.

Respecto a la torre de vivienda en este nivel podemos observar que el proyecto cuenta con seis unidades de vivienda y un área común con varios usos.

Aunque los departamentos son tipo, en este nivel se aprovecharon las azoteas para dar terrazas a los departamentos que generan espacios más amplios y filtran las vistas y el sonido del nivel de calle. Con este esquema, las unidades de vivienda A y D rondan los 90 m², B y C los 55 m² y los E y J los 75 m² incluyendo espacios interiores y exteriores.

Como amenidades para el edificio se crearon 291 m² de áreas comunes interiores donde se ubicó un gimnasio, una ludoteca y salón de usos múltiples con una barra de cocina y área de sanitarios. En el espacio abierto se creó una terraza con área de asadores, un patio pet friendly y un espacio para huerto urbano con plantas y especias de la región y de bajo mantenimiento. Las áreas exteriores suman un total de 250 m².

Nivel 4 al 7 (Oficinas)



*Imagen 44. Planta de oficinas tipo
Fuente: Elaboración propia*

En la Imagen 44 se muestra la planta tipo de la torre de oficinas. A partir de este nivel la torre cuenta con la misma distribución propuesta que en el nivel tres, sin embargo, ningún muro interior es de carga por lo que se vuelven espacios flexibles para poder lograr cualquier distribución. Salvo por la estructura, la torre es prácticamente de cristal con ventanas corredizas de piso a techo y pequeñas jardineras al paño exterior de la estructura para lograr espacios abiertos con ventilación cruzada y con mucha iluminación natural que benefician la estrategia de diseño de espacios interiores de calidad y reducción de consumo energético.

Nivel 8 (Oficinas)



Imagen 45. Roof garden de oficinas en nivel 08
Fuente: Elaboración propia

En la Imagen 45 se muestra la última planta de la torre de oficinas. En este esquema el núcleo de servicios y lobby sigue siendo el mismo, también cuenta con espacios flexibles. En este nivel al igual que en el nivel 03 se utilizó toda el área de azotea como terraza y jardineras para que los niveles inferiores no sean tan vulnerables a la exposición térmica y generar espacios con vistas de calidad. La losa tapa de este nivel de oficinas también cuenta con aislante térmico e impermeabilizante color blanco para reflejar la luz solar y reducir el calor en los espacios interiores.

Nivel 4 al 12 (vivienda)



Imagen 46. Planta de departamentos tipo

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la planta tipo de vivienda en la Imagen 46 podemos observar la distribución general. La torre cuenta con 10 unidades habitacionales por nivel. Los elevadores, escaleras de emergencia y ductos de la torre se encuentran en el centro para generar la menor cantidad de metros cuadrados de circulaciones.

Por la modulación de la estructura, las unidades de vivienda varían un poco en sus metros cuadrados interiores, sin embargo, existen prácticamente tres tipos de departamento:

Departamentos A, D, F, I: estos departamentos rondan los 82 m², y cuentan con una distribución arquitectónica de dos recámaras con closet y baño completo, sala-comedor, cocina, lavandería y medio baño. En este esquema los espacios están orientados hacia dos fachadas, los espacios que se cuidaron principalmente de la incidencia solar fueron las recámaras, se ubican al norte y sur del proyecto y

cuentan con unos pequeños balcones para tener espacios iluminados pero sombreados que mejoran el confort térmico.

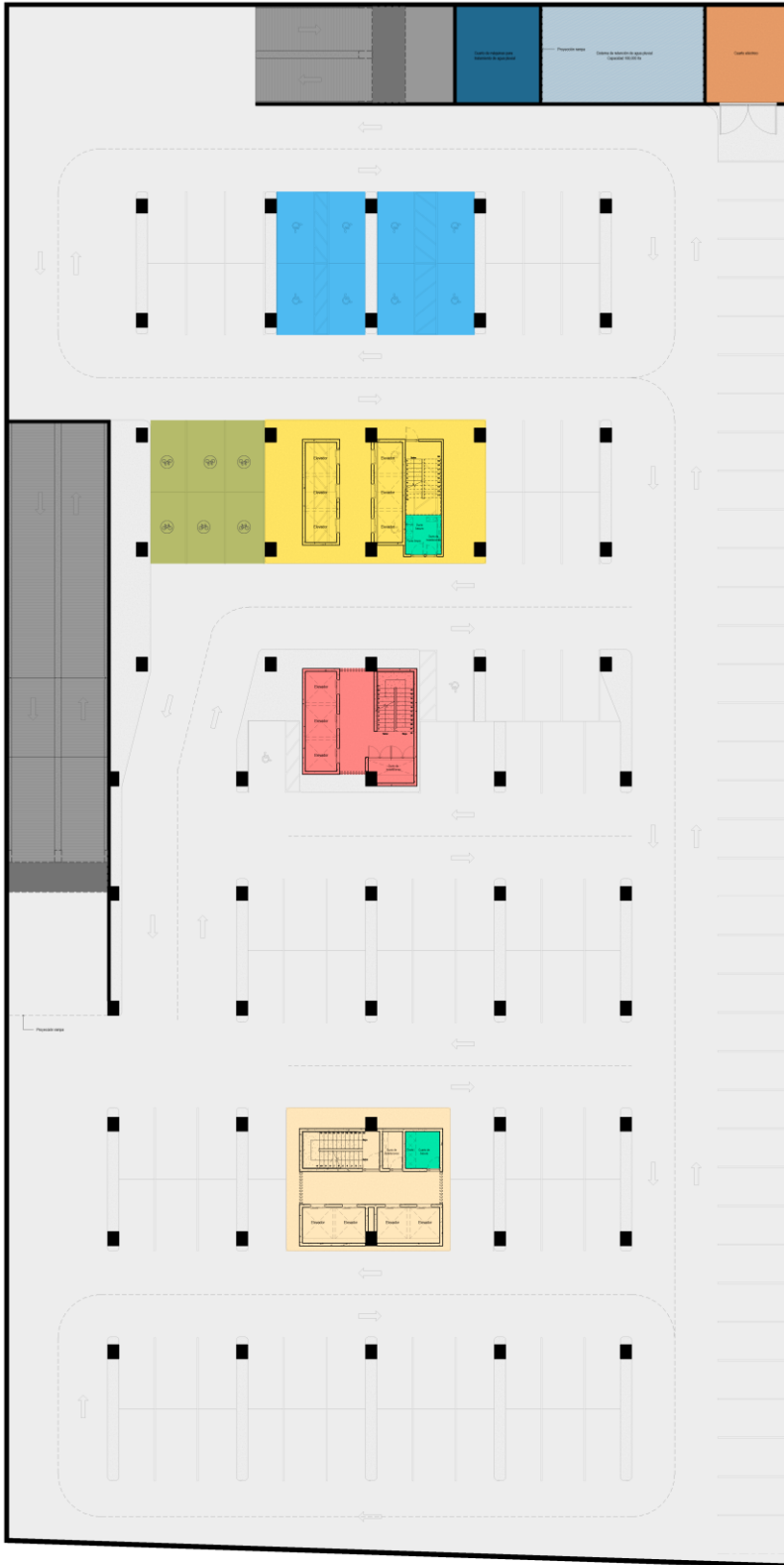
Departamentos B, C, G, H: estas unidades son las más pequeñas con alrededor de 45 m². Se trabajaron como estudios y únicamente cuentan con una recámara con closet, baño y balcón, sala, cocina con antecomedor y closet de lavado. Los departamentos quedaron al centro de la torre con ventilación hacia las fachadas norte y sur.

Departamentos E y J: estos departamentos tienen 65 m² y son los que cuentan con la orientación más crítica. Su distribución es también tipo estudio, pero con espacios más amplios que en la versión anterior. Su programa arquitectónico es de una recámara con baño completo y vestidor, sala-comedor, cocina y lavandería. También cuenta con una amplia terraza antes de las ventanas de recámara y sala ya que por la orientación del departamento es necesario generar sombra en la mayor parte de la ventana para obtener espacios confortables térmicamente.

Las estrategias de diseño sustentables para la vivienda se enfocan principalmente en la eficiencia energética ya que son los espacios más utilizados del proyecto, por eso se utilizaron materiales térmicos y volados que ayuden a utilizar la menor cantidad de equipos de enfriamiento. También se utilizaron estrategias para el ahorro de agua como muebles ahorradores y reutilización del agua de lluvia en sanitarios y ducto de separación de residuos por nivel.

Sótanos

A continuación, se presentan las plantas arquitectónicas de los sótanos del proyecto. En la imagen 47 se muestra el primer sótano del proyecto.



SIMBOLOGÍA

- Circ. verticales comercio
- Circ. verticales oficinas
- Circ. verticales vivienda
- Punto limpio (llegada ductos de basura)
- Rampas vehiculares
- Cajones de movilidad reducida
- Ciclopuertos
- Cuarto eléctrico
- Cisterna de retención de agua pluvial
- Cuarto de tratamiento de agua pluvial

Imagen 47. Sótano 01
Fuente: Elaboración propia

Sótano 01

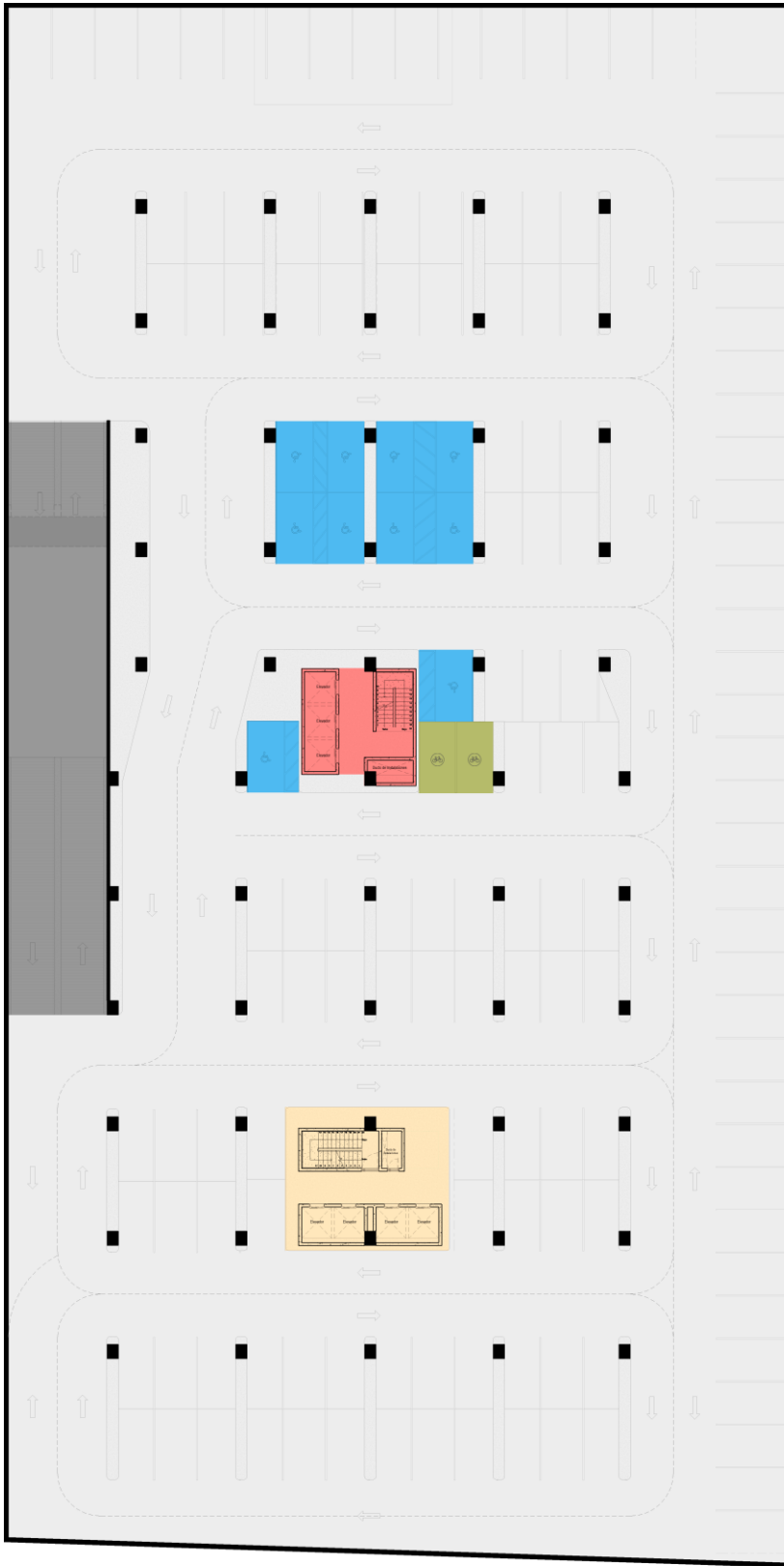
El sótano 01 está destinado únicamente para el uso de los condóminos de la vivienda. El acceso a este sótano es por la Calle Francisco Rojas González y cuenta con 136 cajones de estacionamiento de los cuales, 96 son para los habitantes, 30 son para visitantes y 10 son para discapacitados. En este sótano también se consideraron cajones para ciclo puertos.

Respecto a la accesibilidad peatonal a este nivel únicamente se puede acceder por medio del lobby de la vivienda. Para dar mayor privacidad y seguridad a los usuarios las circulaciones verticales del comercio y oficinas se encuentran cerradas en este nivel.

Además de los espacios de estacionamiento y circulaciones este nivel cuenta con un cuarto eléctrico para colocar una planta eléctrica y la conexión a los transformadores de CFE, una cisterna de retención de agua pluvial y un cuarto de máquinas para el manejo del tratamiento y reutilización de esta agua para baños y riego del complejo cuyas características se describen en el capítulo 4.6.1. Aplicación de estrategias de diseño en el apartado de *manejo de lluvia*.

Sótanos 02 y 03

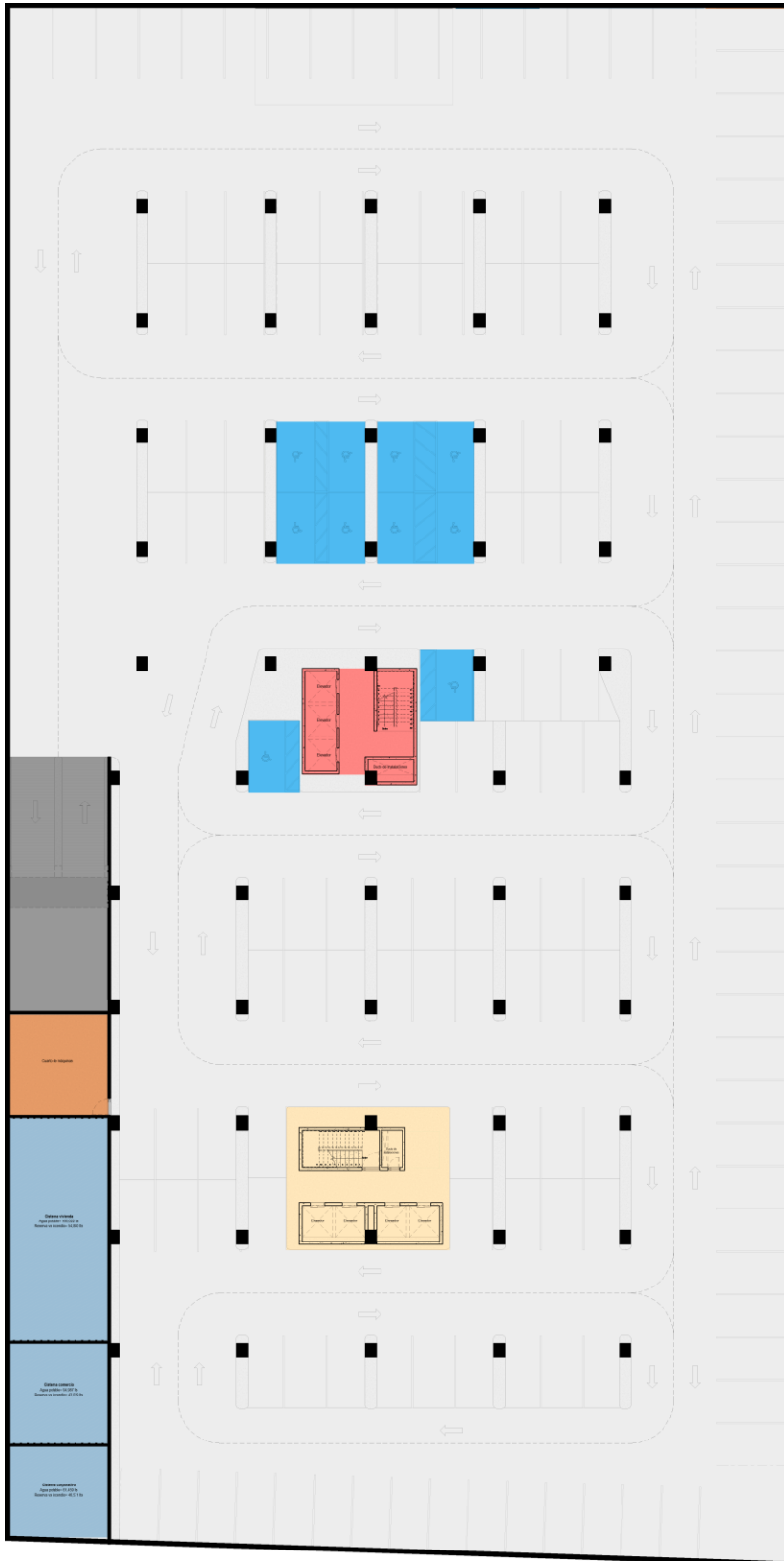
A estos sótanos se tiene acceso por la avenida principal y la rampa baja directamente dos niveles para evitar el contacto con los usuarios de la vivienda. Se pensó realizar un motor lobby y una rampa tan larga para evitar generar mayor tránsito en la avenida con el tránsito interno de los usuarios del comercio y oficinas. En la imagen 48 y 49 se muestran las plantas de distribución de los sótanos 02 y 03 y una breve descripción de los usos y sus características



SIMBOLOGÍA

- Circ. verticales comercio
- Circ. verticales oficinas
- Circ. verticales vivienda
- Rampas vehiculares
- Cajones de movilidad reducida
- Ciclopuertos

Imagen 48. Sótano 02
Fuente: Elaboración propia



- SIMBOLOGÍA**
- Circ. verticales comercio
 - Circ. verticales oficinas
 - Circ. verticales vivienda
 - Rampas vehiculares
 - Cajones de movilidad reducida
 - Cuarto de máquinas
 - Cisternas

Imagen 49. Sótano 03
Fuente: Elaboración propia

El sótano 02 cuenta con 152 cajones de estacionamiento. De acuerdo con el Reglamento de Zonificación Urbana del Municipio de Guadalajara en el Artículo 66 es necesario contar con un cajón por cada 40 m² rentables de comercio. Esto quiere decir que para el proyecto únicamente se requiere 100 cajones por lo que el sótano cumple e incluso se pueden generar más metros cuadrados de comercio.

Al igual que en el sótano 01, este cuenta con 10 cajones para discapacitados en los puntos más cercanos a las circulaciones verticales de la vivienda. También, a partir de este nivel las circulaciones verticales de las oficinas ya se encuentran abiertas puesto que los ciclo puertos de las oficinas se encuentran en este nivel en el punto más cercano al núcleo de elevadores.

Para los usuarios en automóvil de las oficinas el acceso también será por avenida México. Debajo de la rampa de acceso al sótano comercial comienza la rampa de acceso al sótano 03. Los usuarios de las oficinas tendrán que ingresar por la misma rampa del comercio y seguir hasta su sótano correspondiente.

El sótano 03 cuenta con 158 cajones de estacionamiento. De acuerdo con el Artículo 66 del Reglamento de zonificación para el uso de oficinas se requiere un cajón de estacionamiento por cada 30 m² de oficina y las oficinas requieren 150 cajones por lo que el proyecto cumple con la cantidad requerida.

Por último, en el sótano 03 se encuentra un cuarto de máquinas general para todo el complejo, así como las cisternas de abastecimiento de agua potable separadas por cada uso y con su respectiva reserva contra incendios. Para el cálculo de la capacidad de estas cisternas se utilizaron los lineamientos básicos de diseño de SIAPA y los resultados son los que se muestran en la Tabla 39.

CÁLCULO DE CISTERNAS							
Vivienda							Litros
Consumo departamentos	212.00	hab	250.00	lt	3.00	día	159,000.00
Consumo áreas comunes y circ.	1,404.00	m2	5.00	lt	1.00	día	7,020.00
					Agua pluvial		166,020.00
Reserva contra incendios	7,840.00	m2	7.00	lt	1.00	día	54,880.00
Comercio							Litros
Circulación	12,083.00	m2	2.00	lt	1.00	día	24,166.00
Locales	2,613.11	m2	10.00	lt	1.00	día	26,131.10
Restaurantes	1,000.00	m2	30.00	lt	1.00	día	30,000.00
Jardín	2,938.00	m2	5.00	lt	1.00	día	14,690.00
					Agua pluvial		94,987.10
Reserva contra incendios	6,147.00	m2	7.00	lt	1.00	día	43,029.00
Oficinas							Litros
Roof garden	886.00	m2	2.00	lt	1.00	día	1,772.00
Locales	5,968.76	m2	10.00	lt	1.00	día	59,687.60
					Agua pluvial		61,459.60
Reserva contra incendios	6,653.00	m2	7.00	lt	1.00	día	46,571.00

Tabla 39. Cálculo de cisternas

Fuente: Elaboración propia

Esta cantidad de litros de agua requerida es la que se utilizó en las cisternas del sótano 03. Quedan al mismo nivel de desplante del sótano 03 para evitar excavar el terreno más profundo ya que, aunque no se tiene un estudio de mecánica de suelos del proyecto, entre más se excave es más probable que se llegue al nivel freático del terreno lo que puede generar la contaminación de los mantos acuíferos subterráneos.

4.6. Características sustentables del proyecto

El presente subcapítulo está dedicado a describir las principales características correspondientes a la dimensión ambiental de la sustentabilidad en el proyecto. Aquí se muestra la aplicación de la información obtenida sobre diseño sustentable de las normativas y certificaciones internacionales. El objetivo es analizar elementos como eficiencia energética, materiales de bajo impacto ambiental, consumo de agua, localización, movilidad, calidad del ambiente interior, entre otros. La información del subcapítulo está dividida en 4.6.1. Aplicación de estrategias de diseño y 4.6.2. Análisis energético.

4.6.1. Aplicación de estrategias de diseño

En este apartado se expone la aplicación de las estrategias de diseño derivadas de las siete categorías de diseño sustentable definidas en el subcapítulo 4.4 que son:

- Localización y transporte
- Sitio sustentable
- Uso eficiente del recurso hídrico
- Eficiencia energética
- Materiales y recursos
- Calidad del ambiente interior
- Equidad económica y social

Localización y transporte

La categoría de localización y transporte está dividida en cinco estrategias de diseño que fungen como promotoras de una localización ambiental y socialmente responsable para generar el menor impacto al medio ambiente. A continuación, se explica a detalle cada estrategia y su aplicación en el proyecto arquitectónico.

Ubicación estratégica del terreno

El objetivo de la estrategia es ubicar el proyecto en áreas urbanas ya consolidadas para promover el bienestar del contexto inmediato. Para cumplir con esta estrategia la certificación LEED BD+C pide que al menos un 75% del área total del terreno donde se va a construir el proyecto haya estado previamente edificada descontando cuerpos de agua y lotes de estacionamiento.

El predio seleccionado para la elaboración del proyecto arquitectónico actualmente funge como escuela primaria, los metros cuadrados construidos de la huella del edificio, las áreas pavimentadas y ajardinadas se desglosan como se muestra en la Imagen 50.

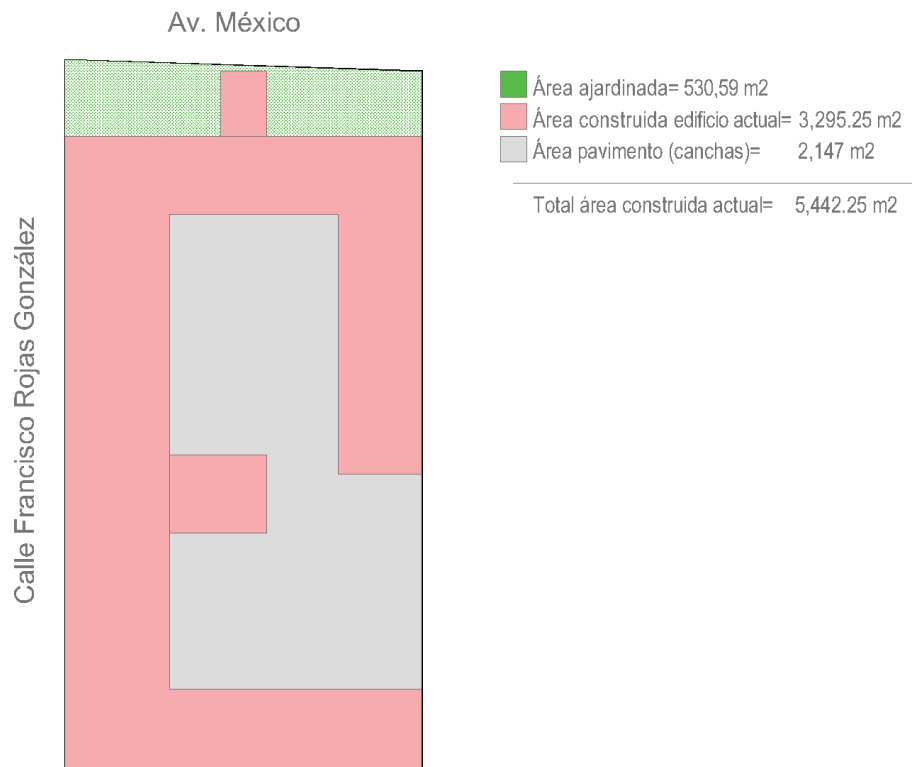


Imagen 50. Esquema de áreas previamente desarrolladas en el lote del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

La superficie del predio propuesto es de 5,973.90 m². De acuerdo con las medidas del terreno el porcentaje de edificación previa del terreno sería de:

$$5,973.90 \text{ m}^2 \times 0.75 = 4,480.42 \text{ m}^2$$

Como se puede observar, la construcción actual es mayor al porcentaje mínimo requerido y de acuerdo con las normas de construcción del Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Guadalajara un proyecto nuevo no puede contar con un Coeficiente de Utilización del Suelo mayor a 0.70 y el presente proyecto apenas utiliza un 0.54 por lo que el proyecto cumple con la estrategia de ubicación estratégica del terreno.

Densidad, usos mixtos y alrededores

El objetivo de la estrategia es fomentar la conservación del hábitat a través del desarrollo de proyectos compactos en áreas con infraestructura urbana ya consolidada. También generar proyectos que promuevan la transitabilidad, cercanía de transporte público eficiente y reducción de distancia de viajes en vehículo privado para mejorar el bienestar público con la promoción de actividad física diaria.

Para que el proyecto cumpla con esta estrategia deberá contar con una gran diversidad de usos de suelo en los alrededores del proyecto. De acuerdo con los datos obtenidos en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del municipio de Guadalajara, Distrito 2, Sub-distrito 7 en la imagen 50 se muestra la clasificación de uso de suelos en el contexto inmediato del lote del proyecto.

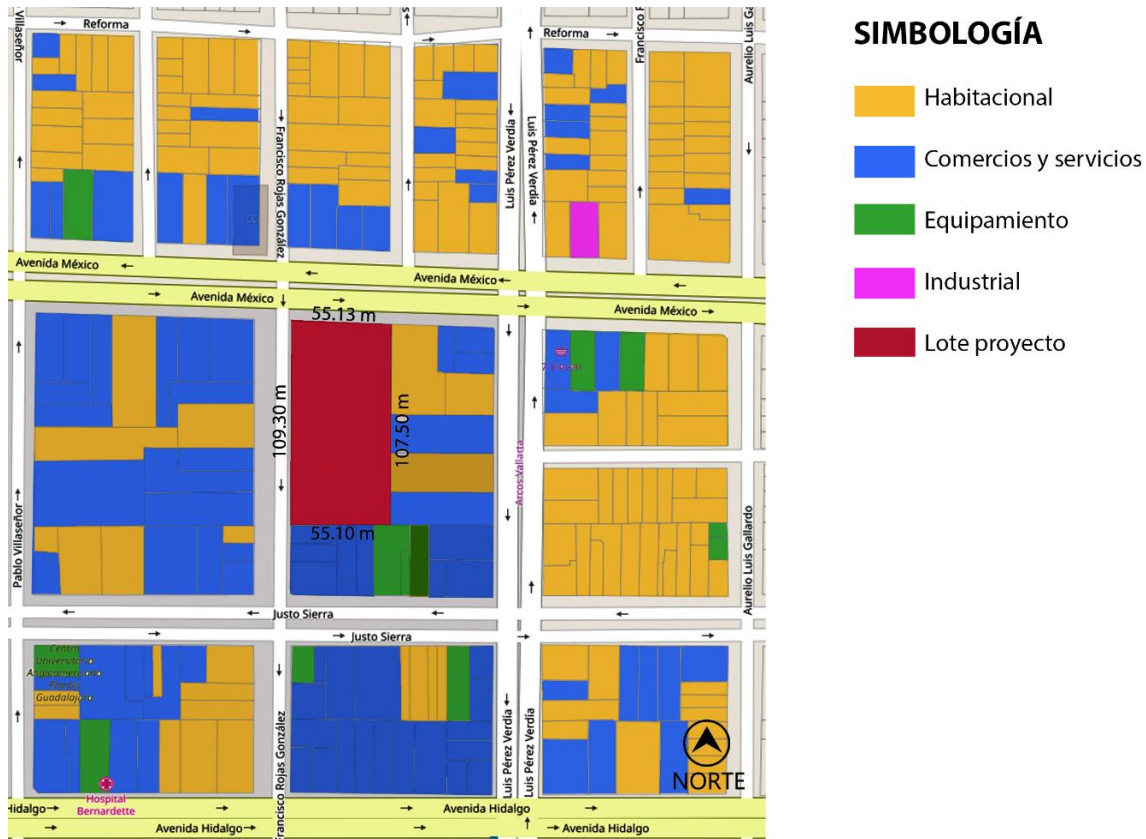


Imagen 50. Esquema de diversidad de usos de suelo en el perímetro del predio.
Fuente: Elaboración propia con datos del Plan Parcial de Desarrollo Urbano (2018)

Como se observa, los principales usos de suelo de los alrededores son habitacionales, comercios, servicios y equipamiento lo que favorece realizar las actividades cotidianas de los usuarios recorriendo distancias cortas.

Respecto al tema de la vivienda, los proyectos habitacionales multifamiliares eficientes en la norma LEED BD+C deben cumplir con la densidad mínima que se muestra en la Tabla 40.

Puntos por densidad en la vivienda multifamiliar	
Unidades de vivienda/ hectárea de tierra edificable	Puntos
≥ 74	1
≥ 136	2
≥ 198	3

Tabla 40. Cálculo de densidad de vivienda. DU= Dwelling Units (Unidades de vivienda)
Fuente: Elaboración propia con datos de: Reference Guide for Homes Design and Construction v4 (2018)

El predio donde se desarrolla el proyecto arquitectónico es de 0.597 hectáreas y el proyecto cuenta con 106 unidades de vivienda, si se calcula la relación de la cantidad de unidades de vivienda por hectárea con los datos del proyecto en la certificación LEED correspondiente se obtienen dos puntos porque la cantidad de viviendas se encuentra entre 136 y 198. En la propuesta de diseño de la vivienda se utilizan 766 m² construidos por nivel. Si se realizara un esquema de vivienda horizontal con esta misma cantidad de viviendas serían necesarios 7,600 m² de terreno para realizar el desplante únicamente de la vivienda. Si se agregara además comercio y oficinas el terreno tendría que ser tres veces mayor.

La información anterior, sugiere que el proyecto cumple con la estrategia de densidad de la edificación y usos mixtos dentro del predio y sus alrededores que sugiere la certificación LEED.

Accesibilidad a diversas formas transporte de calidad

Esta estrategia habla sobre promover el desarrollo en locaciones que cuenten con opciones de transportación diversas o que reduzcan el uso de vehículos de motor. De acuerdo con la información del Plan Parcial de Desarrollo Urbano, el terreno del proyecto cuenta con una conectividad vial eficiente. En la Imagen 51 se muestra un esquema con el cruce de distintas alternativas de movilidad y transporte para acceder al predio.

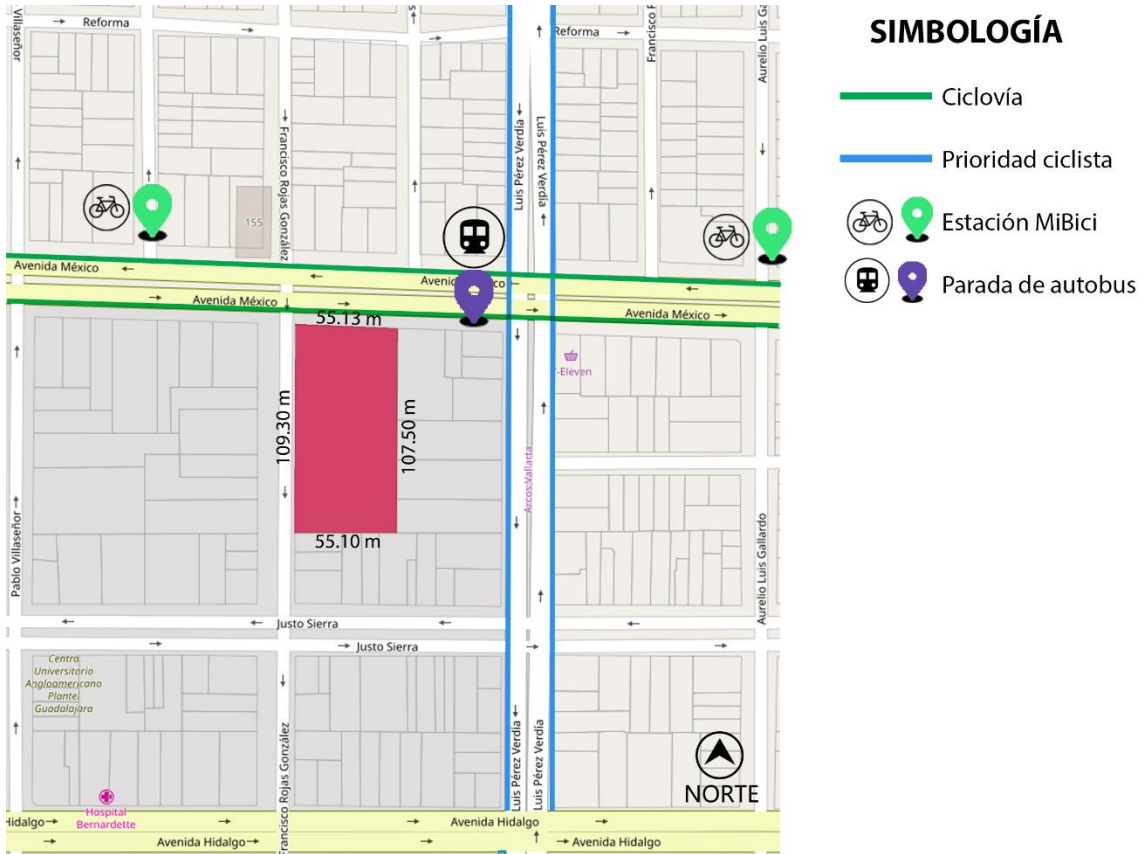


Imagen 51. Esquema de alternativas de transporte y movilidad

Fuente: Elaboración propia con datos del Plan Parcial de Desarrollo Urbano (2018)

Como se puede observar, el terreno cuenta con una ubicación estratégica respecto al tema de movilidad y transporte alternativos. Sobre la avenida principal del proyecto se encuentra una ciclovía consolidada, cercanía a la renta de bicicletas y una parada de transporte público a 50 metros de distancia. Esta diversidad de formas de acceder al proyecto hace que cumpla con la estrategia de accesibilidad de transporte.

Facilidades ciclistas

La estrategia de facilidades ciclistas trata sobre promover las facilidades ciclistas y una transportación eficiente para reducir las distancias recorridas en vehículos de motor. Además de contar con vías de acceso en bicicleta el proyecto cuenta con facilidades ciclistas para los distintos usos del edificio.

En planta baja cuenta con dos áreas de ciclo puertos tanto en Av. México como en la Calle de Francisco Rojas González para los usuarios del comercio. También, cuenta con ciclo puertos en el primer sótano para los usuarios de la vivienda y en el segundo para los usuarios del corporativo. Todos ellos se encuentran ubicados en los cajones más próximos a las circulaciones verticales de cada uso para brindar acceso prioritario a los usuarios ciclistas lo que fomenta la utilización de este medio de transporte. En la Imagen 52, se muestra la ubicación propuesta se los ciclo puertos y su ruta de acceso más directa al edificio.

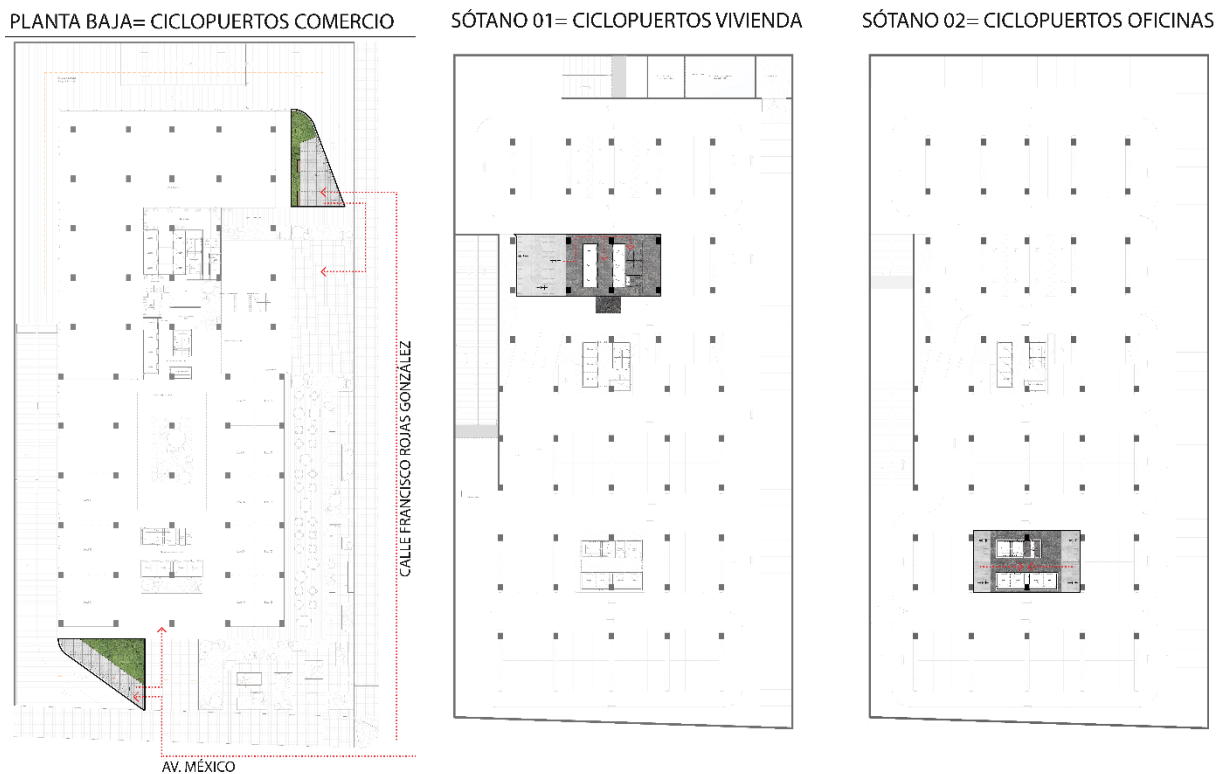


Imagen 52. Ubicación de ciclo puertos en proyecto arquitectónico
Fuente: Elaboración propia.

Huella de estacionamiento reducida

El objetivo de esta estrategia es minimizar la dependencia del automóvil, reducir la utilización de terreno y escorrentía de agua de lluvia asociados con las facilidades de estacionamiento.

Esta estrategia no se consideró como prioritaria para el desarrollo del proyecto porque en el diseño arquitectónico se asignó un sótano de estacionamiento para cada uso de suelo. No obstante, si se toman como referencia los requerimientos de la norma LEED BD+C el proyecto obtendría un punto debido a que no cuenta con estacionamiento a nivel de calle y tiene una huella de estacionamiento reducida a nivel de calle. En la Tabla 41 se muestra la cantidad de cajones y los metros cuadrados de estacionamiento utilizados por sótano.

ESTACIONAMIENTO			SUPERFICIE CONSTRUIDA
SÓTANO 1	VIVENDA		
	No. DE CAJONES	136	5,902.52 Mt2.
SÓTANO 2	COMERCIO		
	No. DE CAJONES	150	5,902.52 Mt2.
SÓTANO 3	OFICINAS		
	No. DE CAJONES	146	5,902.52 Mt2.

Tabla 41. Cantidad de cajones de estacionamiento por sótano

Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos, si se comparan los datos del proyecto vertical aquí propuesto con un escenario horizontal, con la cantidad de cajones de estacionamiento requeridos para abastecer al proyecto sería necesario tener una plancha de estacionamiento de más de una hectárea que, además de no cumplir con las buenas prácticas de diseño internacional sustentable, contribuiría a generar el efecto isla de calor.

Sitio sustentable

A pesar de que las normativas internacionales se enfocan principalmente en la sustentabilidad de la edificación en sí, la categoría de sitio sustentable busca que el proyecto beneficie algunos aspectos de su contexto inmediato y genere el menor impacto al medioambiente. A continuación, se describen las siete estrategias que conforman esta categoría y su aplicación en el proyecto arquitectónico.

Prevención de contaminación de actividad constructiva.

El objetivo de la estrategia es reducir la contaminación derivada de las actividades de construcción a través del control de la erosión del suelo, sedimentación del agua y polvo en el aire.

Como el proyecto de estudio se encuentra en etapa conceptual y no cuenta con los estudios de mecánica de suelo correspondientes, esta estrategia no se consideró como prioritaria en esta etapa del proyecto.

Evaluación del sitio

Para cumplir con esta estrategia se busca valorar las condiciones del sitio antes del diseño para evaluar las opciones sustentables para diseñar. Para cumplir con la estrategia el sitio seleccionado deberá cumplir con los requerimientos de estudios de movilidad, asoleamiento, ventilación e impacto ambiental.

A pesar de que se analizaron las generalidades de los estudios mencionados anteriormente, al igual que en la estrategia de prevención de contaminación de actividad constructiva debido a que el proyecto se encuentra en etapa conceptual no se realizaron los estudios mencionados.

Protección o restauración del hábitat

La estrategia de protección o restauración del hábitat busca conservar las áreas naturales existentes y restaurar las áreas dañadas para proveer el hábitat y promover la biodiversidad.

El terreno seleccionado para la realización del proyecto actualmente se encuentra construido y sin áreas verdes por lo que esta estrategia se cumplirá con la restauración del hábitat. El proyecto cuenta con áreas verdes en planta baja, nivel 03 y nivel 08. En la Tabla 42 se muestran algunas de las especies de bajo mantenimiento y consumo de agua de la región que pueden ser utilizadas para el paisajismo del proyecto.















Vegetación del proyecto								
Tipo	Nombre de especie	Imagen	Tipo	Nombre de especie	Imagen	Tipo	Nombre de especie	Imagen
Árboles	Jacaranda		Flores y arbustos	Vivurnio		Flores y arbustos	Lirope Verde	
	Arrayán			Rosa Laurel			Ipomea Verde	
	Encino Blanco			Ruhellia			Ipomea Morada	
	Ficus Pandurata			Agapando			Oreja Amarilla	
				Acanto			Corteza	

Tabla 42. Vegetación de la región propuesta para las áreas naturales del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Espacios abiertos

El objetivo de la estrategia es crear espacios exteriores que fomenten la integración con el medio ambiente, interacción social, recreación pasiva y actividades físicas.

El proyecto arquitectónico cumple con esta estrategia porque en el área destinada a servidumbre frontal se creó un área verde recreativa de índole público en la esquina principal del predio que se integra a la banqueta. En la Imagen 53 se observa el espacio exterior propuesto y su integración con el contexto del predio.

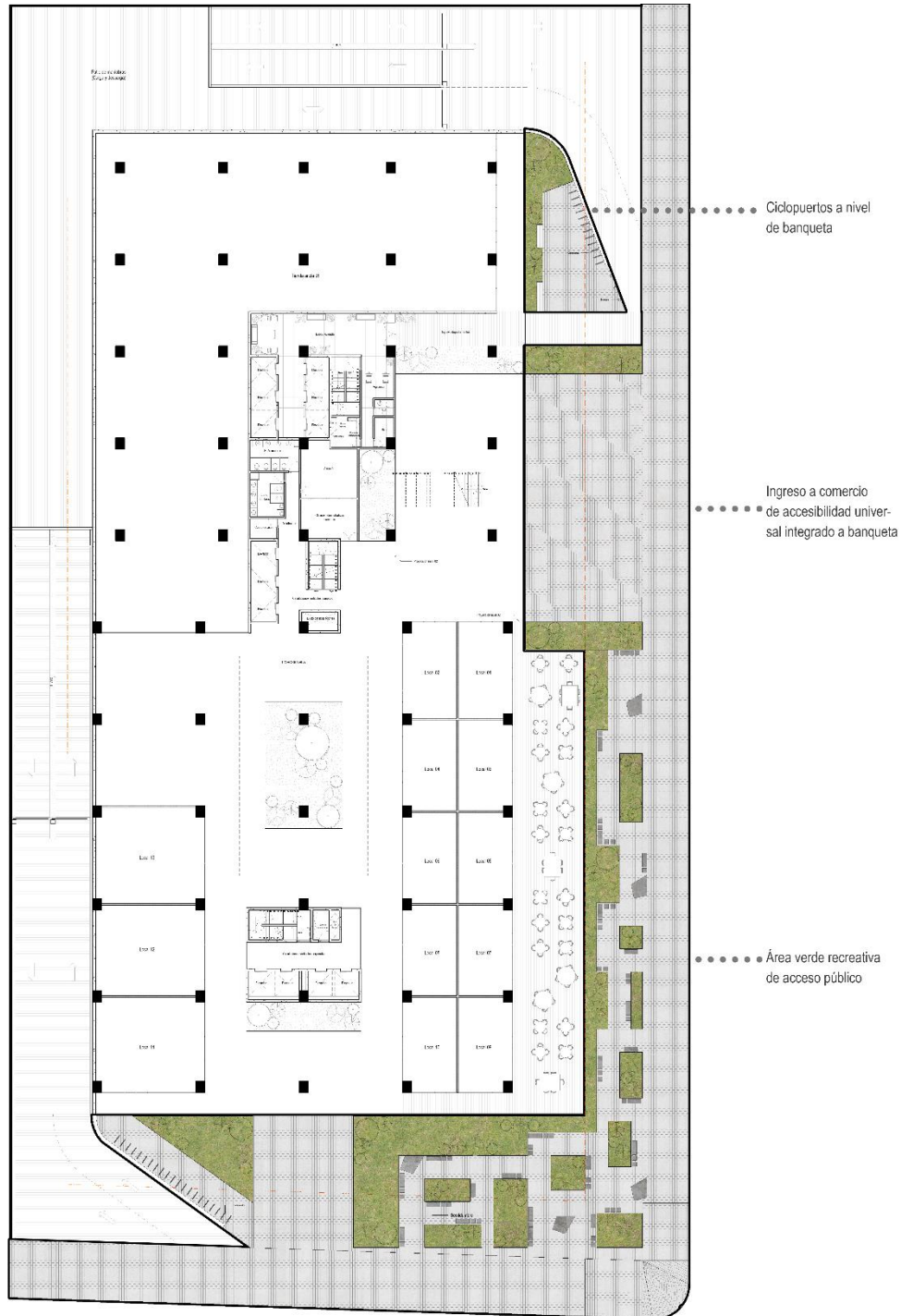


Imagen 53. Esquema de espacio exterior público
Fuente: Elaboración propia.

Reducción de la isla de calor

El objetivo de la estrategia es minimizar los efectos micro climáticos a través de la reducción de la isla de calor.

Para cumplir con la estrategia se propone la utilización de materiales no absorbentes de calor. Para el tratamiento de azoteas se utilizaron aislantes térmicos e impermeabilizante color blanco para reflejar la luz solar y reducir la absorción de calor hasta un 80%. También, en las azoteas de los niveles 03 y 08 se utilizó toda el área de azotea como terraza y jardineras para evitar que los niveles inferiores sean vulnerables a la exposición térmica y generar espacios interiores con vistas de calidad.

En la imagen 54 se presenta un esquema donde se muestra la reducción del efecto isla de calor en el proyecto arquitectónico.

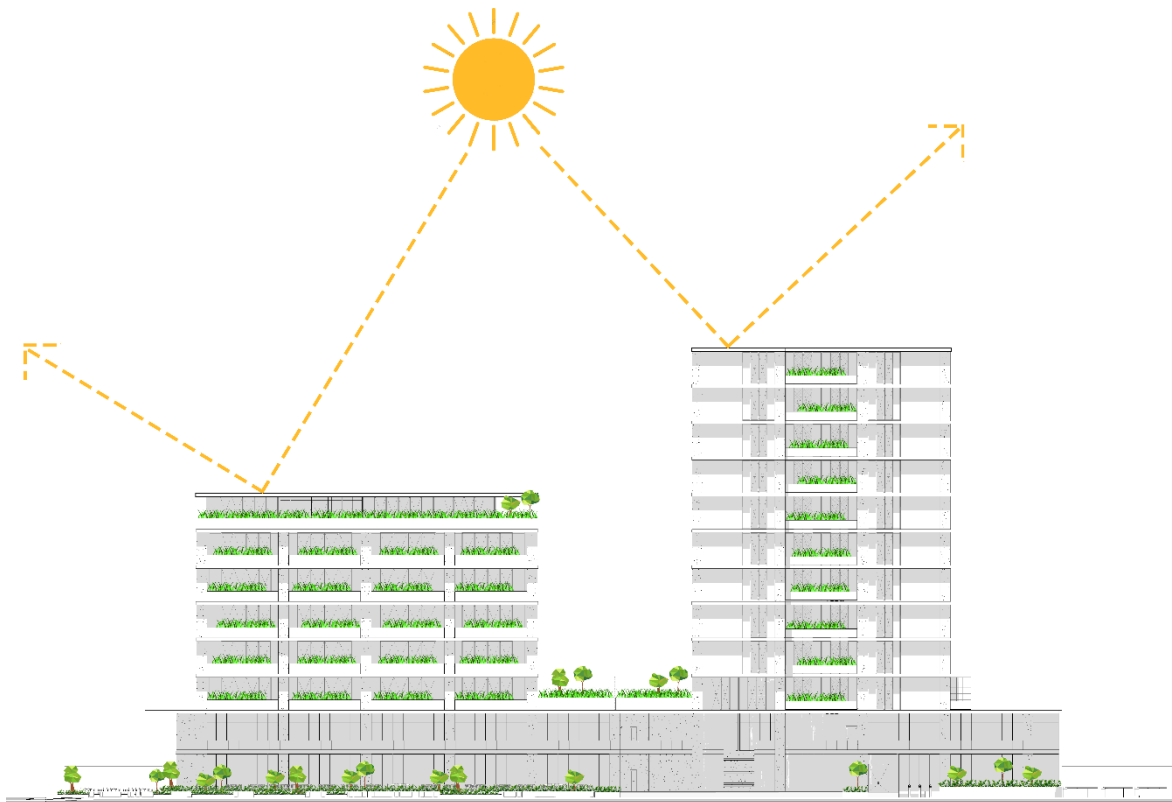


Imagen 54. Esquema de reducción de isla de calor en proyecto arquitectónico

Fuente: Elaboración propia.

Reducción de contaminación lumínica

Esta estrategia busca garantizar que la iluminación externa se concentre en las áreas apropiadas y que la iluminación ascendente se minimice, para reducir la contaminación lumínica innecesaria, el consumo de energía y las molestias a las propiedades vecinas.

Para cumplir con esta estrategia el proyecto utilizará luminarias exteriores de bajo consumo que reflejen hacia el piso como la que se muestra en la Imagen 55.



Imagen 55. Ejemplo de luminarias urbanas de baja contaminación lumínica

Fuente: Construlita. (2018). Catálogo Construlita 2018. junio 05, 2019, de Construlita Sitio web: <https://www.construlitalighting.com>

Manejo de agua de lluvia

Esta estrategia busca reducir el volumen de escorrentía, mejorar la calidad de agua y el equilibrio hídrico del sitio. Para cumplir con la estrategia el proyecto debe cumplir con los requerimientos de la certificación LEED BD+C, la cual, analiza dos factores:

Infraestructura Verde y/o Desarrollo de Bajo Impacto. En la Tabla 43 se muestra el resumen de las aplicaciones y consideraciones de cada enfoque o tecnología a evaluar para el manejo de agua de lluvia.

	No aplicable en el proyecto
	Parcialmente aplicable en el proyecto
	Aplicable en el proyecto
Resumen de infraestructura verde (GI) y desarrollo de bajo impacto ambiental (LID)	
GI/LID enfoque o tecnología	Consideraciones y aplicaciones comunes
Biorientación: riego de jardines, cajones de árboles e infiltración con vegetación	A. Aplicable en cualquier tipo de clima. B. Aplicación en sitios de 2 hectáreas o menos. C. Aplicable en áreas altamente urbanizadas. D. Vegetación diseñada para infiltración o filtración. E. Vegetación robusta.
Drenaje sostenible	A. Usado para tratamiento de agua de lluvia en sitio. B. Normalmente se usa para transportación, no obstante provee algo de infiltración. C. Las líneas de filtrado requieren áreas largas D. Se aplica mejor en sitios menores a 2 hectáreas con pendientes reducidas. E. Puede requerir riego en climas áridos y semi-áridos.
Humedales compactos	Aplicable en las afueras de áreas altamente urbanizadas y climas áridos
Preservación de vegetación natural o re-vegetación	Aplicable a todos los sitios con vegetación existente en estado semi-desarrollado o en áreas previamente desarrolladas. Puede ser re-vegetado.
Protección de amortiguadores verdes y llanuras de inundación	A. Apropiado para todos los sitios adyacentes a una costa, arroyo, humedal u otros cuerpos de agua. B. Protección de amortiguadores verdes a través de la restricción o prohibición de actividades de construcción en esas áreas.
Azoteas verdes	A. Aplicable en azoteas con pendientes menores a 20% B. Apropiaada en cualquier locación, incluye áreas urbanas densas. C. Sistemas de riego son necesarios para mantener azoteas verdes dependiendo la región climática y el diseño de paisaje. D. El incremento de cargas en las azoteas debe ser considerado para el diseño del edificio.
Pavimento permeable	A. Los pavimentos permeables se desempeñan bien en caminamientos peatonales, banquetas, arroyos vehiculares, estacionamientos y vías de bajo volumen. B. las capacidades de carga e infiltración del suelo, la capacidad de infiltración del concreto permeable y la capacidad de almacenamiento de la piedra base y sub-base son la clave para el diseño de los parametros de absorción de agua de lluvia de los pavimentos porosos. C. No apropiado para grandes volúmenes de obra o aplicación de cargas extremas
Recolección de agua de lluvia	A. Ampliamente aplicable para proyectos donde el agua recolectada sea permitida en los reglamentos locales. B. Utilización de agua de lluvia para reducir el uso de agua potable para riego de en las áreas verdes, descargas sanitarias, enfriamiento y otros usos dentro del sitio.

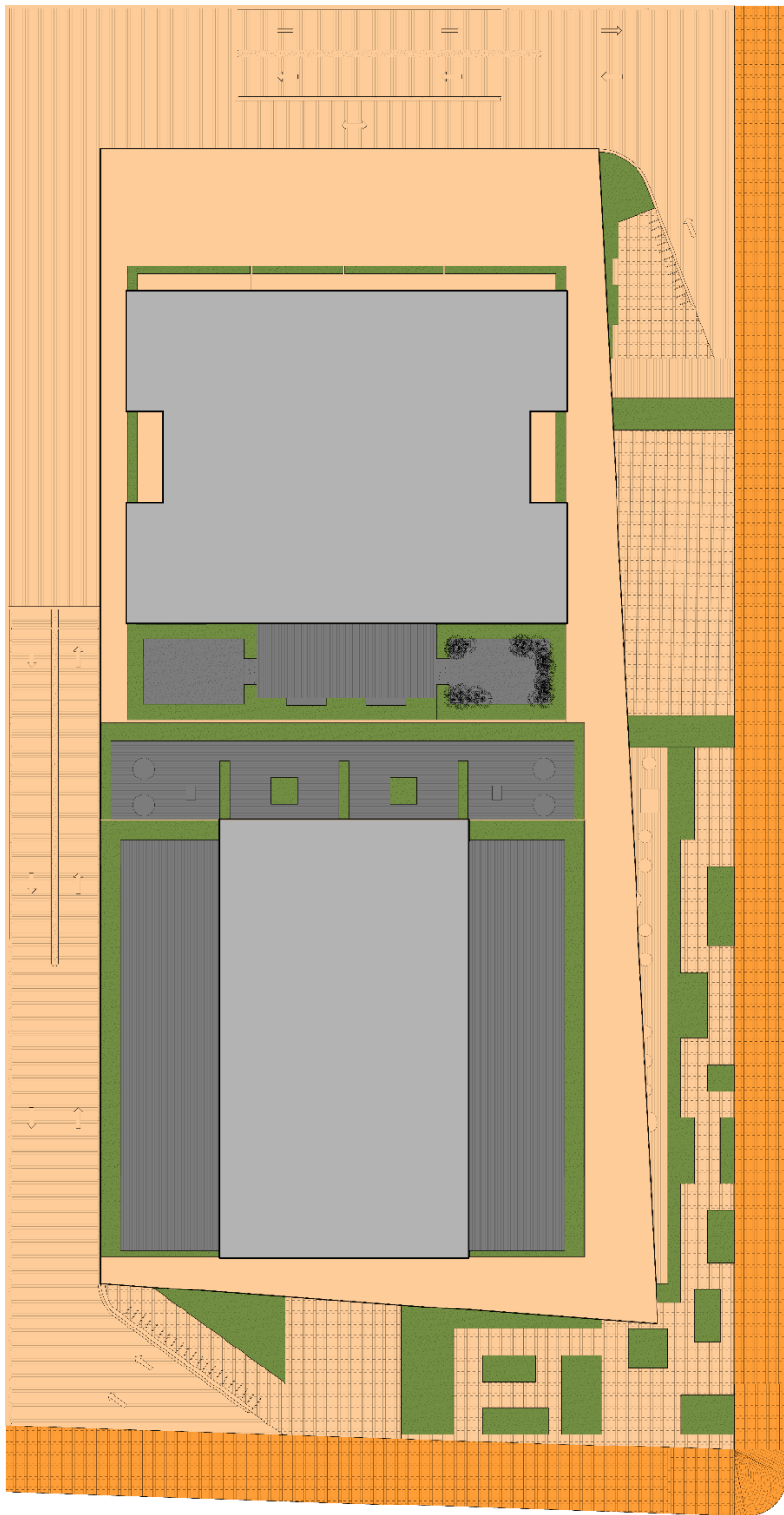
Tabla 43. Resumen de infraestructura verde y desarrollo de bajo impacto ambiental del manejo de agua de lluvia.

Fuente: Elaboración propia con datos de: Reference Guide for Homes Design and Construction v4 (2018)

Como se puede observar, existen diversos enfoques para cumplir con la estrategia de manejo de lluvia sustentable, no obstante, para este proyecto únicamente se tomaron en cuenta tres enfoques para que el desarrollo sea de bajo impacto ambiental.

El enfoque de azoteas verdes se utiliza parcialmente en el proyecto ya que únicamente el 9.28% del área de azoteas cuenta con jardineras que absorben el agua pluvial. Respecto a pavimentos y materiales permeables, el 10.94% de los materiales son absorbentes y solo son los correspondientes a la banquetta debido a que el proyecto cuenta con estacionamiento subterráneo. Es por ello que la mayor parte del agua que cae dentro del predio se resuelve con la principal infraestructura verde implementada que es la recolección de agua de lluvia, estrategia que representa el 79.37% del total del agua que cae en el predio.

En la Imagen 56 se muestra la planta de conjunto del proyecto con las superficies en metros cuadrados y los porcentajes de utilización de cada material implementado en el proyecto.



TIPO DE MATERIAL EN SUPERFICIES DEL PREDIO

- Adoquín permeable
Superficie: 1,418,88 m² ó 10.94%
- Concreto impermeable con captación de agua pluvial
Superficie: 3,035.78 m² ó 45%
- Azoteas impermeables con captación de agua pluvial
Superficie: 1,418.88 m² ó 21.23%
- Terrazas impermeables con captación de agua pluvial
Superficie: 878.60 m² ó 13.14%
- Áreas verdes
Superficie: 620.44 m² ó 9.28%

Imagen 56. Tipo de material en superficies del predio
Fuente: Elaboración propia

Para el tema de recolección de agua de lluvia se utilizó un sistema de captación de agua que llega a una cisterna de retención diseñada con base en los lineamientos de diseño de SIAPA-PROMIAP y CONAGUA. Las medidas de esta cisterna son resultado de un cálculo realizado con el método de cálculo racional americano que es igual a:

$$Q = 0.000278 \times C \times I \times A$$

Donde:

Q= Gasto en Litros por segundo L.P.S.

C= Coeficiente de escurrimiento en función del tipo de superficie

I= Intensidad de precipitación de diseño en mm/hora

A= Área tributaria en m²

0.000278= Factor de conversión de unidades al sistema métrico

Si sustituimos estos valores con los datos del proyecto tenemos:

C= 0.95 para concreto impermeable en azoteas

I = 177.8 correspondiente a la cuenca San Juan de Dios

A= 5,953.7 m² que es el área total a drenar

Para obtener el volumen de agua requerido se utilizó la siguiente fórmula:

$$V = Q \times \text{Lluvia máxima}$$

Donde:

$$Q = 279.57 \text{ L.P.S.}$$

$$\text{Lluvia máxima 10 minutos} = 600 \text{ s}$$

Por lo tanto, es necesario que la cisterna almacene 167,742 litros y tenga un volumen de 167,74 m³. En el proyecto arquitectónico la cisterna de retención tiene

una capacidad de almacenamiento de 188 m³ por lo que cumple con el requisito. Si comparamos la capacidad de la cisterna de retención con la de las cisternas de agua pluvial el espacio es de la mitad de la capacidad (ver Tabla 39, pág. 137); no obstante, esta agua únicamente se utilizará para abastecimiento de muebles sanitarios e hidrantes exteriores. El consumo de agua de estos elementos se muestra a detalle en la siguiente categoría que es: uso eficiente del recurso hídrico.

Para el manejo de los volúmenes de agua, se seleccionaron unos filtros ascendentes para tratar el agua antes utilizarse. El sistema que se propone utilizar es de filtrado ascendente que retira del escurrimiento pluvial materia orgánica, metales, hidrocarburos, basura y nutrientes, con una capacidad de remoción del 90% para partículas mayores a 20 micras. En la imagen 57 se muestra el modelo del filtro propuesto para el proyecto.

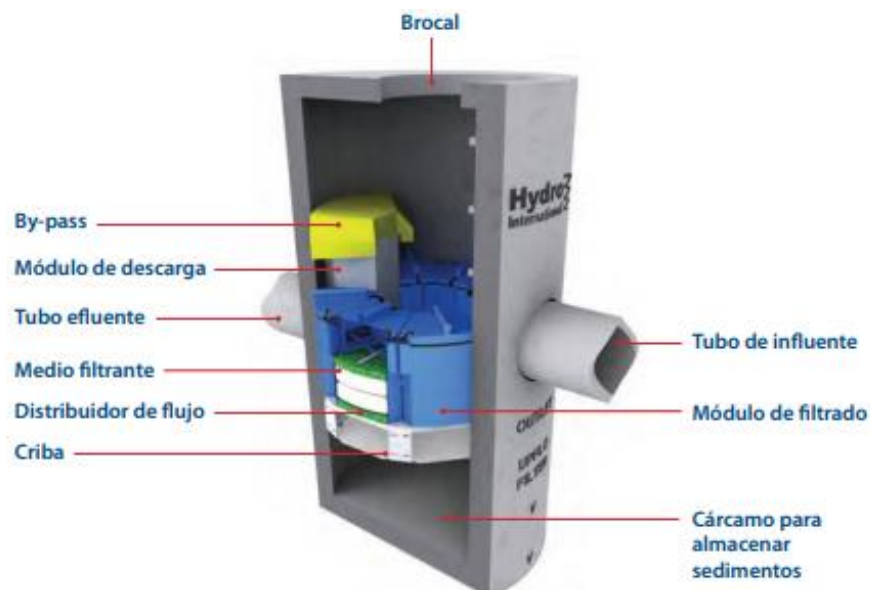
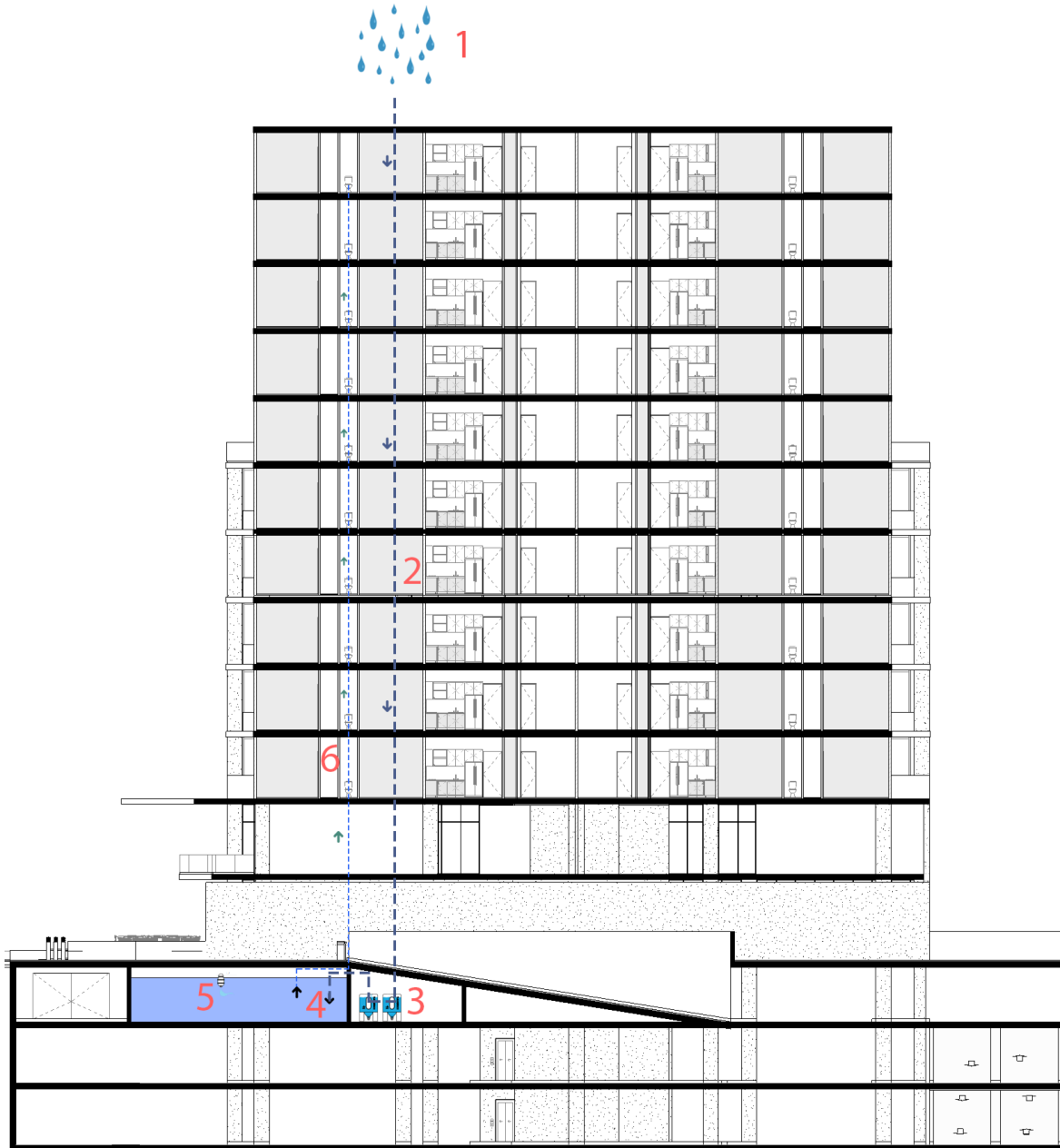


Imagen 57. Filtro de flujo ascendente Up-Flo®

Fuente: Hidro soluciones pluviales. (2018). Filtro de flujo ascendente. mayo 05, 2019, de Hidro soluciones pluviales Sitio web: <https://hidropluviales.com/wp-content/uploads/2012/10/ESP-FT-UP-FLO-2013-1.pdf>

Con todos estos elementos, en la Imagen 58 se muestra un diagrama donde se esquematiza el funcionamiento de la reutilización de agua pluvial en una sección sanitaria.



- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1. Captación de lluvia azoteas | 4. Almacenamiento cisterna |
| 2. Bajantes | 5. Desinfección/Cloro |
| 3. Filtro de flujo ascendente | 6. Bombeo hacia sanitarios |

Imagen 58. Sección esquemática de reutilización de agua de lluvia
Fuente: Elaboración propia

Uso eficiente del recurso hídrico

En esta categoría tiene como objetivo la reducción de consumos de agua y únicamente cuenta con dos estrategias.

Reducción de uso de agua en exteriores

Para cumplir con esta estrategia el proyecto busca reducir el consumo de agua en el riego de exteriores. En el proyecto arquitectónico el área ajardinada es de apenas 620.44 m² por lo que únicamente se dejaron hidrantes y no un sistema de riego. Para el cálculo de agua en áreas ajardinadas se requieren 5 litros por metro cuadrado por lo que para todo el complejo se requieren 3,102.20 litros que serán surtidos con el agua de lluvia.

Reducción de uso de agua en interiores

Para cumplir con la estrategia se tomó como pauta la línea base de consumo por persona por día de la certificación LEED Homes BD+C que es como se muestra en la Tabla 44.

Línea base de consumo de agua en interiores (por persona por día)			
Accesorio	Línea de consumo base	Tiempo estimado de uso	Uso de agua estimado (Litros)
Regadera	9.5 LPM	6.15 minutos	58.4 litros
Lavamanos	8.4 LPM	5 minutos	41.5 litros
Grifo de cocina	8.4 LPM	5 minutos	41.5 litros
WC	6 LPD	5.05 Descargas	30.3 litros
Lavadora	9.5 FA	0.37 ciclos @ 0.1 m ³	57.1 litros
Lavatrastes	24 LPC	0.1 ciclos	2.4 litros





LPM = Litros por minuto
LPD = Litros por descarga

FA = Factor de agua
LPC = Litros por ciclo

Tabla 44. Línea base de consumo de agua interior (por persona por día)

Fuente: Elaboración propia con datos de: Reference Guide for Homes Design and Construction v4 (2018)

Para el diseño del proyecto arquitectónico, los equipos utilizados y sus consumos correspondientes son los que se muestran en la Tabla 45.

Consumo de agua base con accesorios ahorradores (por persona por día)						
Accesorio	Imagen	Modelo	Marca	Consumo equipos ahorradores	Tiempo estimado de uso	Uso de agua estimado (Litros)
Regadera		Regadera con brazo y chapetón NEO	URREA	5 LPM	6.15 minutos	30.75
Lavamanos		Monomando corto	URREA	6 LPM	5 minutos	30
Grifo de cocina		Monomando de cocina nariz flexible	URREA	6 LPM	5 minutos	30
WC		WC REAL AL	URREA	4.8 LPD	5.05 Descargas	24.24
Lavadora	N/A	N/A	N/A	9.5 FA	0.37 ciclos @ 0.1 m3	57.1 litros
Lavatrastes	N/A	N/A	N/A	24 LPC	0.1 ciclos	2.4 litros

LPM = Litros por minuto
LPD = Litros por descarga

FA = Factor de agua
LPC = Litros por ciclo

Tabla 45. Consumo de agua base con accesorios ahorradores
Suente: Elaboración propia

Si comparamos la información de ambas tablas con la utilización de equipos de grado ecológico observamos que pueden existir grandes ahorros en el consumo de agua. Sin embargo, para los usos de suelo comercial y de oficinas los tiempos estimados de uso pueden variar.

Con esta información se realizó una comparativa de los consumos de agua en el proyecto de la línea base contra los consumos con la utilización de accesorios ahorradores en baños y cocinas del proyecto. Para el cálculo de uso estimado en comercio y oficinas se consideró un tiempo de utilización de los equipos tres veces mayor. En la Tabla 46 se muestran los resultados obtenidos.

Comparativa de consumos de agua en baños y cocinas															
COMERCIO															
Accesorio/Piezas por Nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Piezas totales	C. Base	C. Ahorrador
Regadera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Lavamanos	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1,992.00	1,440.00
Grifo de cocina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
WC	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1,454.40	1,163.52
Total =													32	3,446.40	2,603.52
VIVIENDA															
Accesorio/Piezas por Nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Piezas totales	C. Base	C. Ahorrador
Regadera	0	0	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	96	5,606.40	2,952.00
Lavamanos	1	0	17	19	19	19	19	19	19	19	19	19	189	7,843.50	5,670.00
Grifo de cocina	0	0	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	97	4,025.50	2,910.00
WC	1	0	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	141	4,272.30	3,417.84
Total =													523	21,747.70	14,949.84
OFICINAS															
Accesorio/Piezas por Nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Piezas totales	C. Base	C. Ahorrador
Regadera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Lavamanos	0	0	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	60	7,470.00	5,400.00
Grifo de cocina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
WC	0	0	9	9	9	9	9	9	0	0	0	0	54	4,908.60	3,926.88
Total =													114	12,378.60	9,326.88

Tabla 46. Comparativa de consumos de agua en baños y cocinas
Fuente: Elaboración propia

En el uso comercial se obtuvo un ahorro de 842.88 litros por día que representa una reducción de consumo del 24.45%, en la vivienda existe un ahorro de 6,797.86 litros por día o un 31.25% de ahorro y en las oficinas una reducción de uso de 3,051.72 litros por día que se traduce en 24.65% menos. Si quisiéramos que el proyecto cumpla con los requerimientos de la certificación LEED puedes obtener puntos desde el 10% de ahorro de agua por lo que el proyecto cumple con esta estrategia. Además de la utilización de muebles sanitarios y de cocina de alta eficiencia, se propone la reutilización del agua captada en lluvias cuya cisterna se calculó en la estrategia anterior.

En la Tabla 47 se muestran los muebles propuestos para la reutilización de agua de lluvia y sus consumos por día y mes.

Consumos de muebles sanitarios e hidrantes vs captación de agua de lluvia			
Área	Accesorio	Litros por día	Litros por mes
Comercio	Sanitarios	1,163.52	34,905.60
	Hidrantes nivel 01	2,302.95	69,088.50
	Consumo de agua promedio por mes	3,466.47	103,994.10
Vivienda	Sanitarios	3,417.84	102,535.20
	Hidrantes área común nivel 03	414.00	12,420.00
	Consumo de agua promedio por mes	3,831.84	114,955.20
Oficinas	Sanitarios	3,926.88	117,806.40
	Hidrantes roof garden nivel 03	557.35	16,720.50
	Hidrantes roof garden nivel 08	814.25	24,427.50
	Consumo de agua promedio por mes	5,298.48	158,954.40
Consumo de agua promedio total		12,596.79	377,903.70
Captación de agua de lluvia promedio por mes		167,742.00	167,742.00

Tabla 47. Consumos de muebles sanitarios e hidrantes vs captación de agua de lluvia
Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar, el consumo de agua promedio total de la torre en sanitarios e hidrantes es mucho mayor a la cantidad de litros de la cisterna de agua pluvial, por lo que no es posible abastecer a toda la torre con agua reciclada. Sin embargo, si separamos por uso de suelo, el consumo alcanza perfectamente para cubrir alguno de los tres usos.

Para el presente proyecto, el agua reutilizada se utilizará en los accesorios sanitarios de la vivienda para reducir los costos de mantenimiento para los propietarios de las viviendas. Esto quiere decir que si la cisterna capta 167,742 litros por mes y la vivienda requiere 114,955.20 litros por mes para abastecer sanitarios e hidrantes para riego, queda un 45% de agua adicional como respaldo para los meses en los que se reciba menor cantidad de agua de lluvia.

Eficiencia energética

El objetivo de la categoría de eficiencia energética es optimizar y mejorar los rendimientos energéticos para reducir las emisiones de CO₂. En el proyecto arquitectónico por el tema económico únicamente se aplicaron dos de las cuatro estrategias de la lista de la Tabla 35 (página 117).

Optimización energética

La estrategia busca reducir los riesgos económicos y ambientales resultantes del uso excesivo de energía a través de lograr un nivel mínimo de eficiencia energética para el edificio y sus sistemas.

Mejora en el manejo de refrigerantes

El objetivo de la estrategia es reducir el agotamiento de la capa de ozono a través de la reducción del uso de refrigerantes con la utilización de estrategias de diseño pasivo.

En este apartado no se explican a detalle las estrategias de eficiencia energética porque se explican a detalle en el capítulo 4.6.2 Análisis energético del presente trabajo.

Materiales y recursos

La elección de materiales para la construcción del proyecto arquitectónico es importante para la creación de proyectos sustentables debido a la extracción, proceso y transportación que requieren. Así mismo, las actividades para la producción de materiales pueden contaminar otros elementos de la naturaleza como el agua o el aire o la destrucción de hábitats naturales. Es por ello que para la categoría de materiales y recursos se identificaron tres estrategias de diseño.

Optimización y utilización de productos de construcción sustentables

El objetivo de esta estrategia es fomentar el uso de materiales y productos de los cuales se dispone de información sobre su ciclo de vida y que cuentan con impactos de ciclo de vida ambiental, económica y socialmente responsables.

Para que el proyecto cumpla con esta estrategia se utilizaron materiales de bajo impacto ambiental. A continuación, en la Tabla 48 se muestran los principales materiales propuestos y sus características de sustentabilidad ambiental.

Materiales sustentables del proyecto				
Ubicación	Material	Descripción	Características	Certificaciones y normativas
Fachadas torre de vivienda	Panel Hebel para muros de fachadas	Concreto celular activado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aislamiento térmico con ahorros de hasta 35% en consumo energético de sistemas de climatización. 2. Resistencia estructural 3. Resistencia al fuego 4. Material 4 veces más ligero que el concreto tradicional 5. Aislamiento acústico 6. Resistencia a la humedad 7. Ecológico y sustentable 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ACI 2. ASTM C 1693-11 3. ASTM C 1660-09 4. IAPMO ES 5. NOM 018-ENER-2011 6. UL 7. USGBC LEED 8. Energy Efficiency Alemania
Muros perimetrales y de instalaciones interiores	Block Hebel practimuro para muros interiores	Concreto celular activado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aislamiento térmico 2. Resistencia estructural 3. Resistencia al fuego 4. Material 4 veces más ligero que el concreto tradicional 5. Aislamiento acústico 6. Resistencia a la humedad 7. Ecológico y sustentable 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ACI 2. ASTM C 1693-11 3. ASTM C 1660-09 4. IAPMO ES 5. NOM 018-ENER-2011 6. UL 7. USGBC LEED 8. Energy Efficiency
Fachadas norte torre de vivienda, oficinas y comercio	Ventanas de PVC cristal 9mm	Puertas y ventanas de uPVC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aislamiento térmico 2. Hermeticidad, mantiene el sonido aislado 3. 100% reciclable 4. Fácil limpieza 5. Vida útil de más de 50 años 6. Disminución en la utilización de sistemas de climatización 7. Fabricación nacional 	<ol style="list-style-type: none"> 1. NOM 018-ENER-2011 2. USGBC LEED
Fachadas sur, este y oeste torre de vivienda, oficinas y comercio	Ventanas de PVC cristal doble 6 mm	Puertas y ventanas de uPVC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mayor aislamiento térmico 2. Hermeticidad, mantiene el sonido aislado 3. 100% reciclable 4. Fácil limpieza 5. Vida útil de más de 50 años 6. Disminución en la utilización de sistemas de climatización 7. Fabricación nacional 	<ol style="list-style-type: none"> 1. NOM 018-ENER-2011 2. USGBC LEED
Azoteas	Composición de losas con: concreto f'c 350 kg/cm 30 cm, hormigón de nivelación de 10 a 6 cm, aislante térmico de celulosa 5 cm de espesor, ladrillo de azotea 2 cm e impermeabilizante acrílico reflejante color blanco.	Composición de azoteas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aislamiento térmico 2. Resistencia estructural 3. Resistencia a la humedad 	USGBC LEED

Tabla 48. Listado de materiales con características sustentables del proyecto

Fuente: Elaboración propia con datos de: Grupo Xella. (2017). Folletería comercial y técnica. mayo 01, 2019, de Hebel Sitio web: https://www.hebel.mx/es/content/guias_de_instalacion_1232.php y Dicovent. (2017). Todo sobre ventanas PVC. mayo 01, 2019, de Dicovent Sitio web: https://www.dicovent.com.mx/todo_ventanas.html

Manejo de desperdicios de construcción y demolición

El objetivo de la estrategia es reducir los desechos de construcción y demolición eliminados en vertederos e instalaciones de incineración a través de la recuperación, reutilización y reciclaje de materiales.

Aunque esta es una estrategia primordial a la hora de resolver un proyecto arquitectónico, en esta etapa del proyecto no es posible definir si esta estrategia puede cumplirse o no.

Lo que si se consideró respecto al manejo de desperdicios es para la operación futura del proyecto arquitectónico donde se implementaron ductos de separación de residuos en cada uso del edificio. En la Imagen 59 se muestra un esquema del funcionamiento del manejo de residuos en la torre.

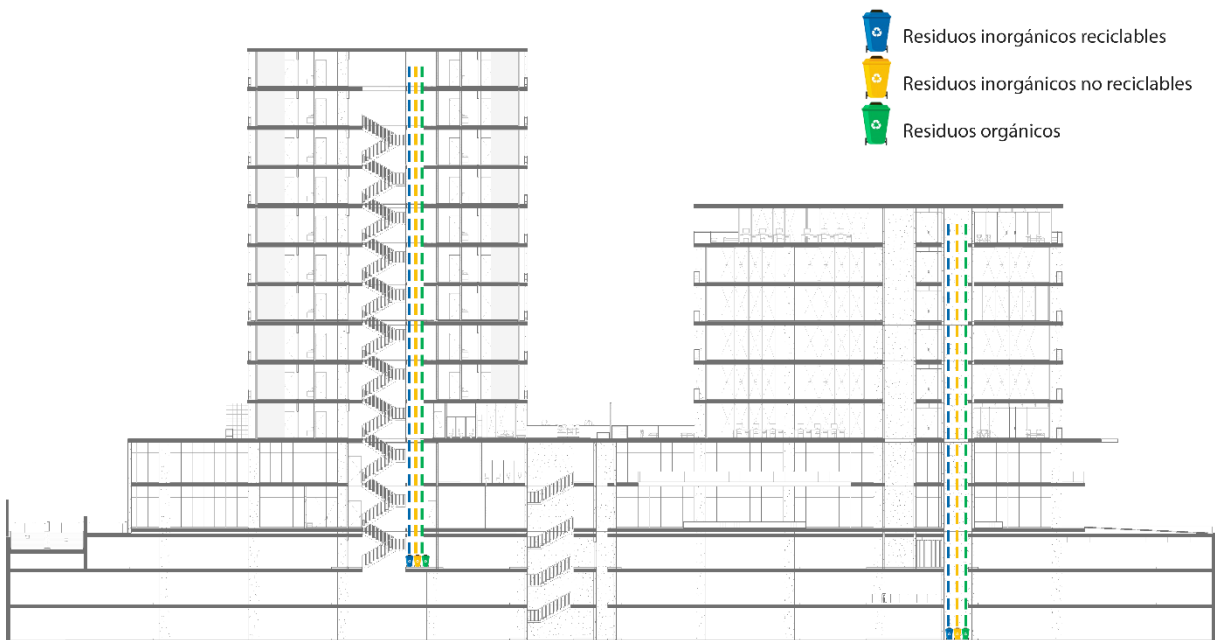


Imagen 59. Esquema de separación de residuos
Fuente: Elaboración propia

Estos ductos se encuentran dentro de un cuarto de aseo en cada una de las torres donde se pueden separar los residuos en: residuos inorgánicos reciclables,

inorgánicos no reciclables y residuos orgánicos. Estos ductos llegan a contenedores de basura de 1,100 litros de capacidad que se encuentran ubicados en el respectivo sótano de cada uso de suelo del edificio.

Diseño durable y resiliente

Esta estrategia busca reducir la necesidad de reparar y reemplazar materiales para evitar daños a los elementos expuestos del edificio y paisaje.

Para que el proyecto cumpla con esta estrategia se buscó que los materiales expuestos a factores medioambientales que son los de la envolvente del edificio fueran durables y resistentes. En la Tabla 47 se pueden observar con las características de los materiales utilizados en las fachadas y cubiertas que el proyecto cumple con esta estrategia.

Calidad del ambiente interior

Esta categoría aborda los efectos significativos que la calidad del ambiente interior tiene en los ocupantes, también busca mejorar la ventilación, controlar los contaminantes en el aire y mejorar el confort de los mismos. Para el proyecto se identificaron ocho estrategias de diseño que se presentan a continuación.

Materiales de bajas emisiones

Esta estrategia busca reducir la concentración de contaminantes químicos que puedan dañar la calidad del aire, la salud humana, productividad o el medio ambiente. Para cumplir con la estrategia el proyecto deberá utilizar impermeabilizantes, adhesivos, selladores y pinturas de emisiones orgánicas volátiles bajas. Debido a que el proyecto se encuentra en etapa conceptual, actualmente no se encuentran definidos estos materiales.

Confort térmico

Esta estrategia tiene como objetivo promover la productividad de los ocupantes, confort y bienestar al proporcionar confort térmico.

Para cumplir con esta estrategia en el apartado 4.6.2 Análisis energético se realizó una simulación energética donde se muestran consumos energéticos, materiales, elementos, equipos de climatización, entre otros para lograr un confort térmico óptimo.

Iluminación interior

Esta estrategia busca promover la productividad de los ocupantes, confort y bienestar al proporcionar iluminación de calidad.

Para cumplir con esta estrategia en el apartado 4.6.2 Análisis energético también se definieron las potencias de iluminación artificial y sensores de ocupación a utilizar en el proyecto para proporcionar una iluminación de calidad y de bajo consumo energético.

Luz de día

El objetivo de la estrategia es conectar a los ocupantes del edificio con el exterior y reducir el uso de iluminación eléctrica mediante la introducción de luz diurna en el espacio. En esta estrategia se buscó que todos los espacios del proyecto cuenten con el mayor espacio de ventana posible para lograr aprovechar la iluminación natural la mayor parte del día. En la Imagen 60 se muestra la entrada de luz en las fachadas del proyecto.

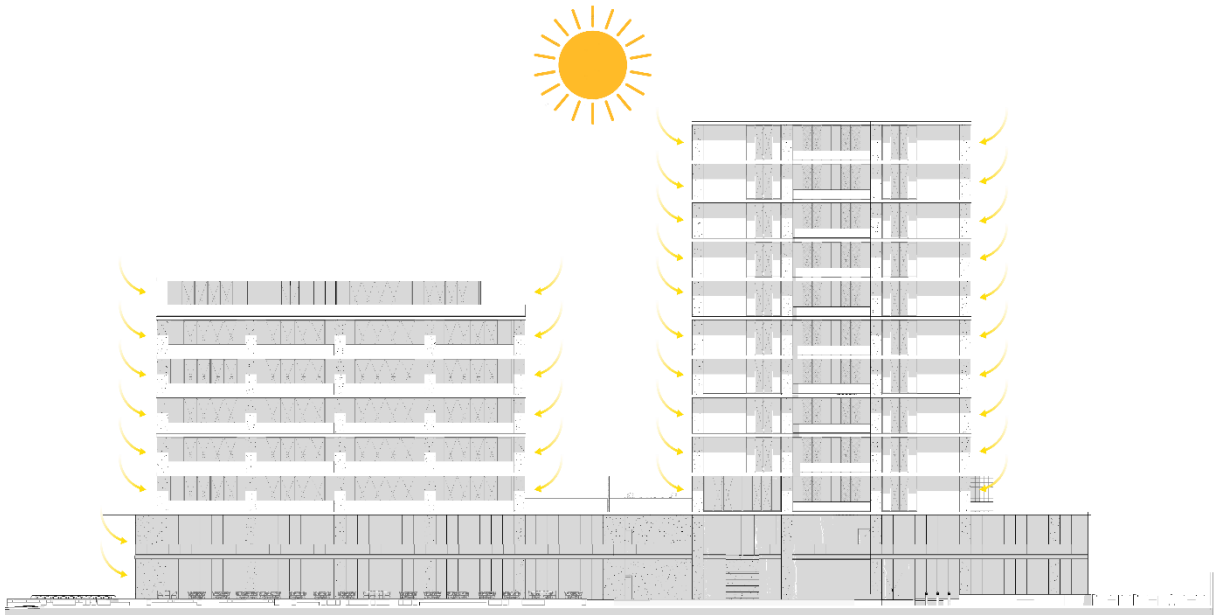


Imagen 60. Entrada de iluminación natural en las fachadas del proyecto
Fuente: Elaboración propia

Vistas de calidad

El objetivo de la estrategia es proporcionar a los ocupantes del edificio conexión con el ambiente exterior al proporcionarles vistas de calidad. Esta estrategia se cumple porque el proyecto además de contar con vistas hacia dos calles, cuenta con vistas en el interior del predio hacia las terrazas ajardinadas de la vivienda y oficinas.

En la Imagen 61 se muestra una sección esquemática con el ejemplo de vistas de calidad del proyecto.

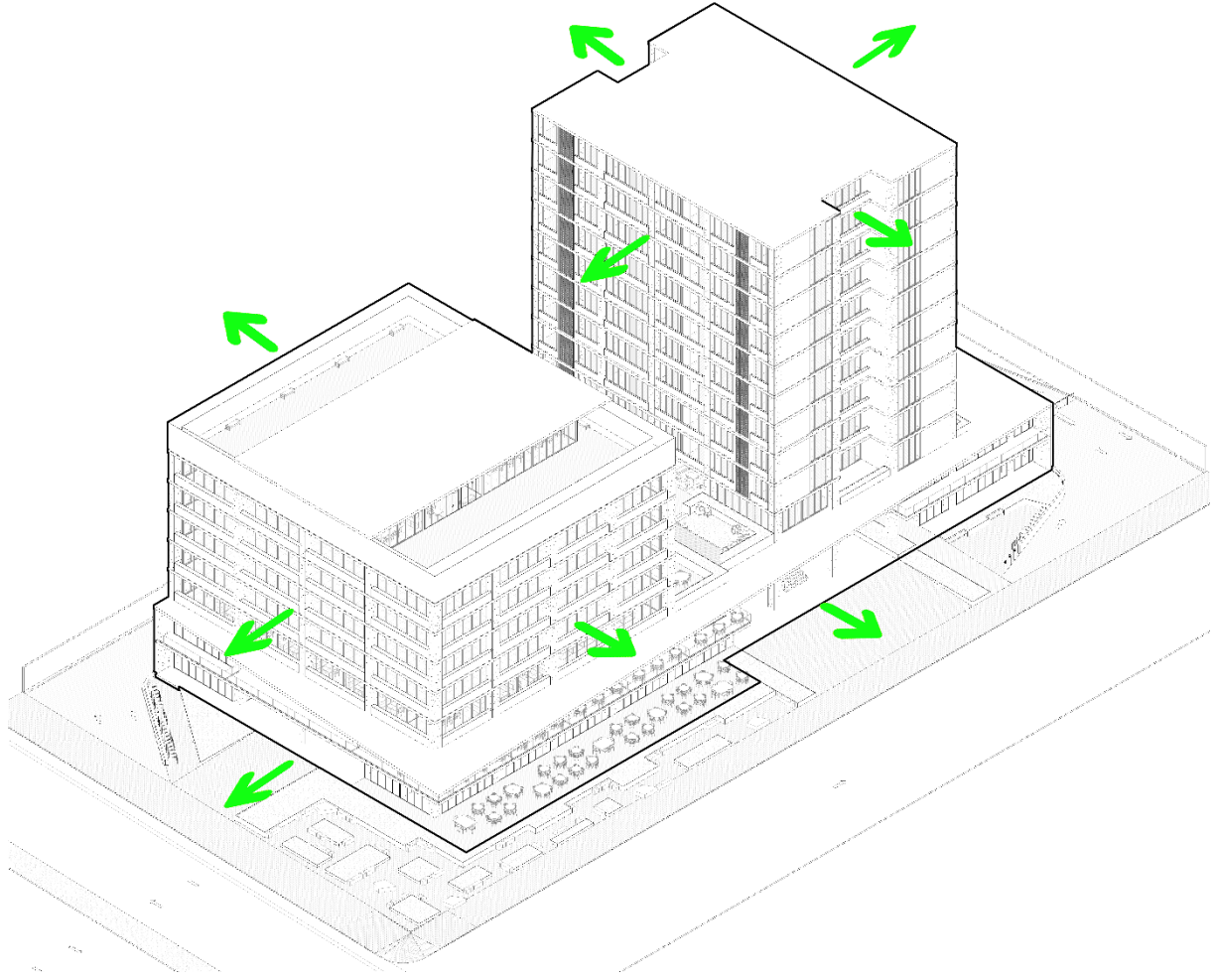


Imagen 61. Sección de vistas de calidad del proyecto arquitectónico
Fuente: Elaboración propia

Desempeño acústico

Busca proveer espacios que promuevan el bienestar, productividad y comunicación de los ocupantes a través de un diseño acústico efectivo.

Con los materiales utilizados para la envolvente del edificio este cuenta con un aislamiento acústico efectivo si lo comparamos con materiales tradicionales; sin embargo, no se considera que el proyecto cumpla con esta estrategia debido a que no se realizó ninguno estudio o simulación para medir el desempeño acústico de los espacios interiores del proyecto.

Calidad pasiva del edificio

El objetivo de la estrategia es evaluar las pérdidas de la envolvente térmica, pérdidas por ventilación, ganancias a través de la radiación solar y ganancias debido a la producción de calor interno. Esta información se analizó más a detalle en el subcapítulo 4.6.2. Análisis energético.

Ventilación de confort

Esta estrategia tiene como objetivo mantener un considerable nivel de higiene y confort en el interior de los edificios a través de la utilización de ventilación natural y el sistema de ventilación de confort que consta de conductos de admisión de aire fresco, extracción de aire viciado y amortiguadores acústicos.

En el proyecto arquitectónico, todos los locales comerciales y pasillos cuentan con ventilación cruzada, también los espacios de trabajo de las oficinas. Respecto a la vivienda, aunque por la configuración de los espacios no es posible generar ventilaciones cruzadas, todas las recámaras y salas-comedores cuentan con ventilación natural.

También se consideró en el diseño del edificio un sistema de climatización de consumo energético reducido descrito en el subcapítulo 4.6.2. Análisis energético que por el diseño pasivo del edificio se pretende se utilice el menor tiempo posible. En la Imagen 62 se muestra una sección con la ventilación cruzada del edificio.

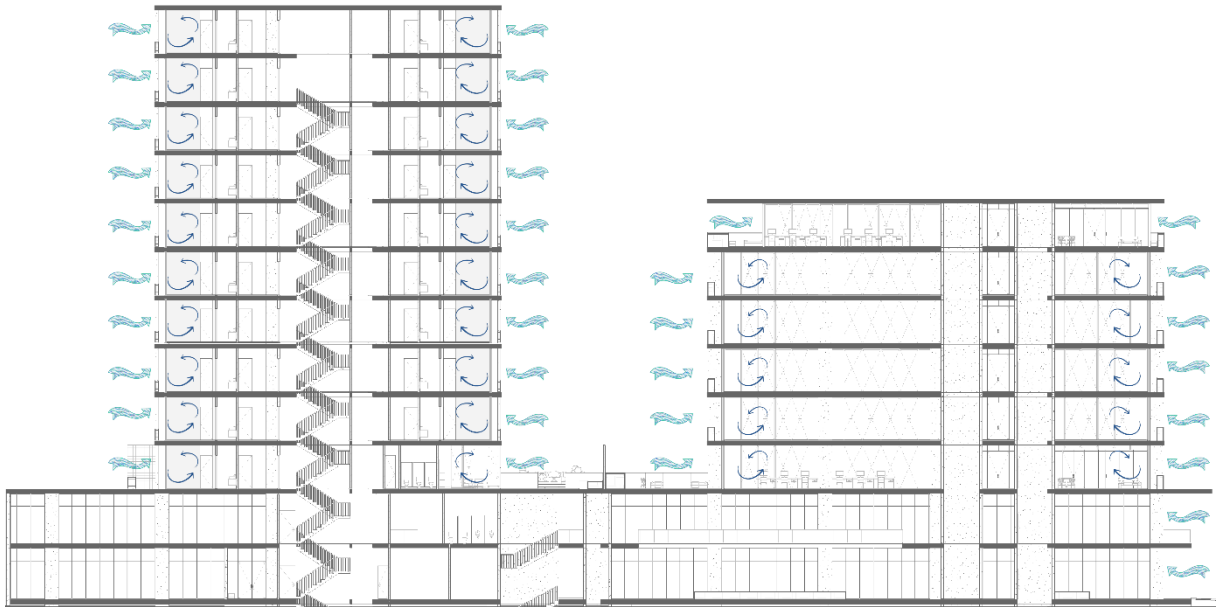


Imagen 62. Sección de ventilación cruzada
Fuente: Elaboración propia

Equidad económica y social

El objetivo de esta categoría es promover la creación de espacios que se integren con el entorno urbano y sean asequibles tanto para ocupantes del edificio como para usuarios del contexto inmediato, así mismo, busca fomentar la interacción entre las diferentes tipologías de vivienda para evitar la segregación social. Esta categoría únicamente cuenta con dos estrategias.

Consulta del impacto sobre la comunidad

La estrategia considera la necesidad de consultar tanto con la comunidad como con los principales agentes en la fase de diseño y uso del edificio el papel que éste tendrá en la comunidad local.

Para la elaboración del proyecto arquitectónico no se tomó en cuenta esta estrategia ya que el proyecto todavía se encuentra en etapa conceptual y es únicamente un caso hipotético como para consultar con la comunidad local.

Impactos locales y regionales

Esta estrategia busca considerar el coste económico y los beneficios que proporcionará a la región y su contribución a la sostenibilidad de la economía de la misma (oportunidades de empleo y materiales locales).

En esta etapa del proyecto no se puede saber el impacto económico y social que tendrá el proyecto puesto que no se sabe el giro que tendrán las oficinas y comercios del complejo ni se cuenta con un estudio de mercado. No obstante, la información obtenida en el sub capítulo 4.7 Factibilidad y validación puede servir para conocer el impacto financiero del proyecto arquitectónico y los beneficios para el usuario del proyecto.

4.6.2. Análisis energético

El análisis energético del proyecto arquitectónico se realizó con la herramienta BIM Revit Insight 360°. Este es un software de modelado y simulación energética que mide el rendimiento energético de un edificio. Una de las características importantes del programa es que compara los factores del proyecto con estándares de normativas internacionales como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) y ASHRAE 90.1 (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) para cumplir con los estándares de sustentabilidad.

Para entender mejor el funcionamiento de la simulación y los resultados del análisis se explican los factores de diseño del programa que se tomarán en cuenta para el proyecto:

Orientación del edificio. Gira el edificio en sentido de las agujas del reloj. Se calcula el edificio para los siguientes valores:

- 0
- 45
- 90
- 135
- 180
- 225
- 270
- 315

Porcentaje de ventana respecto al muro. Es el área que ocupa el vidrio de las ventanas en relación con el área de las fachadas exteriores. En conjunto con las propiedades de las ventanas influyen en la iluminación natural y en la calefacción y refrigeración. Se calcula el edificio para los siguientes valores:

- 0% (equivale que no existe ventana)
- 15%

- 30%
- 40%
- 50%
- 65%
- 80%
- 95% (equivale a que prácticamente toda la fachada es de vidrio)

El factor de porcentaje de ventana se aplica en las fachadas norte, sur este y oeste del proyecto.

Sombreado en las ventanas. Se calcula el edificio para los siguientes valores:

- 1/6 Win Height. Una sexta parte de la altura de la ventana (el 16,67%) está sombreada.
- 1/4 Win Height. Una cuarta parte de la altura de la ventana (el 25%) está sombreada.
- 1/3 Win Height. Un tercio de la altura de la ventana (el 33,33%) está sombreada.
- 1/2 Win Height. La mitad de la altura de la ventana está sombreada.
- 2/3 Win Height. Dos tercios de la altura de la ventana (el 66,67%) está sombreada.

El factor de sombreado en las ventanas aplica para las fachadas norte, sur, este y oeste del proyecto.

Propiedades de ventanas. Para analizar las ventanas del edificio el programa compara las propiedades de las ventanas del proyecto con las de la Tabla 49.

Nombre	U-Value (W/m ² K)	SHGC	VLT
Sgl Clr	6,17	0,81	0,88
Dble Clr	2,74	0,7	0,78
Trp LoE	1,55	0,47	0,66
Dbl LoE	1,99	0,73	0,74

Tabla 49. Valores de propiedades térmicas de ventana de Insight
Fuente: Elaboración propia con datos de Insight 360°

Donde:

U-Value (W/m²K) es el coeficiente de transferencia de calor. Cuanto menor sea, menos calor se transmite por conducción por el vidrio.

SHGC es el factor de sombra, que equivale a la energía procedente del sol que traspasa el vidrio dividido por la energía procedente del sol que incide en el vidrio. Puede variar de 0 a 1.

VLT es la transmisión de luz visible. Cuanto más cercano sea de 1 es más transparente y cuanto más bajo el vidrio está más oscurecido.

Este factor aplica para las fachadas norte, sur, este y oeste.

Muros exteriores. Se analizan los materiales que forman los muros de la fachada. Se calcula el edificio con las composiciones de muro tomadas de ASHRAE 90.1 que se muestran en la Tabla 50.

Nombre	Descripción	U (W/m ² K)	Capacidad calorífica (kJ/m ² k)
Uninsulated	Ro Wood Frame Wall	1,911	219,01
R13 Metal	R13 Metal Frame Wall	0,985	205,51
R13 Wood	R13 Wood Frame Wall, Wood Shingle	0,487	35,58
R13+R10 Metal	R13+ Ra10 Metal Frame Wall	0,331	232,04
14-inch ICF	Insulated Concrete Form Wall 14 inch (36 cm) U-0.034	0,196	288,46
R38 Wood	R38 Wood Frame Wall	0,154	36,84
R2 CMU	R2 CMU Wal	1,412	382,10
12.25-inch SIP	Structurally Ins. Panel (SIP) Wall 12.25 inch (311 mm)	0,152	86,06

Tabla 50. Valores de propiedades térmicas de muros de Insight
Fuente: Elaboración propia con datos de Insight 360°

Azotea. Se analizan los materiales que forman la cubierta. Las composiciones de muro también están tomadas de ASHRAE 90.1 y para comparar con nuestro análisis lo importante son las características térmicas que son los que se muestran en la Tabla 51.

Nombre	Descripción	U (W/m ² K)	Capacidad calorífica (kJ/m ² k)
Uninsulated	R0 Over roof deck	4,268	29,17
R10	R10 over roof deck	0,483	42,20
R15	R15 wood frame roof	0,364	41,52
R19	R19 insulation wood frame roof assembly U-0.061	0,346	24,14
R38	R38 wood frame roof	0,133	26,65
R60	R60 wood frame roof	0,086	28,10
10.25-inch SIP	Structurally Ins. Panel (SIP) Roof 10.25 in (260 mm)	0,151	29,53

Tabla 51. Valores de propiedades térmicas de azoteas de Insight
Fuente: Elaboración propia con datos de Insight 360°

Infiltración. Corresponde a la entrada de aire exterior en los espacios acondicionados de forma no intencionada debido normalmente a aberturas en el cerramiento exterior del edificio. No se considera infiltración la ventilación que se realiza para mantener una calidad de aire interior adecuada.

Se calcula el edificio para los siguientes valores:

- 0,17 ACH
- 0,4 ACH
- 0,8 ACH
- 1,2 ACH
- 1,6 ACH
- 2,0 ACH

Donde ACH corresponde a las renovaciones de aire en un espacio o habitación por hora. Por ejemplo, si una habitación es de 10 x 4 metros y 2,5 metros de altura, su volumen es 100 m³. Si las infiltraciones son 0,8 ACH, significa que han entrado del exterior 80 m³ de aire en una hora. Normalmente, la forma más efectiva de reducir las infiltraciones es instalando ventanas lo más herméticas posibles. También se pueden producir infiltraciones por las rejillas de ventilación que pueden tener las cocinas, por la puerta exterior etc.

Rendimiento de la iluminación. Representa la ganancia de calor en las habitaciones u el consumo de energía eléctrica debido a la iluminación artificial. Se

mide en potencia (Watts) por unidad de superficie (mm). Se calcula el edificio para los siguientes valores:

- 3,23 W/mm
- 7,53 W/mm
- 11,84 W/mm
- 16,15 W/mm
- 20,45 W/mm

Para calcularlo hay que sumar las potencias eléctricas de todas las lámparas del edificio y dividirlo por la superficie de éste. Para este proyecto se toma como referencia el Código Técnico de la Edificación de España en el apartado DB-HE3 fija los valores de potencia máxima en iluminación que se muestran en la Tabla 52.

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m2]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Tabla 52. Potencia máxima de iluminación

Fuente: Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento. (2015). Código Técnico de la edificación. mayo 01, 2019. Sitio web: <https://www.codigotecnico.org/>

Estas potencias se refieren al 100% de la iluminación encendida. Al hacer los cálculos de consumo energético debido a la iluminación se tiene en cuenta las horas de funcionamiento según la planificación de la operación.

HVAC. Representa a los equipos de calefacción (Heating), ventilación (Ventilation) y aire acondicionado (Air Conditioning) Se calcula el edificio para los sistemas de

climatización descritos en la norma ASHRAE 90.1. en la Tabla 53 se muestran las propiedades de los equipos.

Nombre	Descripción
ASHRAE Package System	ASHRAE 90.1-2010 minimum efficiency Packaged Single Zone System, 11 EER, 70F economizer
High Eff. Package System	Packaged Single Zone System, small unit, 20 SEER 85% AFUE
High Eff. Heat Pump	Heat Pump, 17.4 SEER, 9.6 HSPF, Electric Heat
ASHRAE Heat Pump	ASHRAE 90.1-2010 minimum efficiency Heat Pump, 9.5 EER, COP 3.2 Electric Heat, 70F economizer
ASHRAE VAV	ASHRAE 90.1-2010 minimum efficiency Variable Air Volume, COP 6.10 Chiller, Gas Boiler, 75F economizer
High Eff. VAV	VAV, Underfloor Air Distribution, COP7.5 Chiller, 95% Eff. Gas Boiler, economizer
ASHRAE Package Terminal Heat Pump	ASHRAE 90.1-2010 minimum efficiency Package Terminal Heat Pump 11.9 EER
High Eff. Package Terminal AC	Package Terminal Air Conditioner unit, 12.7 EER, 90.4% Gas Boiler

Tabla 53. Descripción de diferentes sistemas de climatización

Fuente: Elaboración propia con datos de Insight 360°

Planificación de operación. Representa la planificación de la ocupación, que son las horas que el edificio está ocupado. Se calcula el edificio para los siguientes valores:

- 24/7. 24 horas al día los 7 días de la semana.
- 12/7. 12 horas al día los 7 días de la semana.
- 12/6. 12 horas al día los 6 días de la semana.
- 12/5. 12 horas al día los 5 días de la semana.

Iluminación natural y controles de ocupación. Representa la reducción de iluminación artificial con sensores de detección de iluminación natural y de ocupación. Se calcula el edificio para los siguientes valores:

- Ninguno.
- Control con la iluminación natural.

- Control con la ocupación.
- Control con la iluminación natural u la ocupación.

Potencia eléctrica. Representa la potencia eléctrica usada por equipos como ordenadores, impresoras y pequeños electrodomésticos. No incluye iluminación ni climatización. Se mide en potencia (Watts) por unidad de superficie (mm). Se calcula el edificio para los siguientes valores:

- 6,46 W/mm
- 10,76 W/mm
- 13,99 W/mm
- 17,22 W/mm
- 21,53 W/mm
- 27,99 W/mm

Estas potencias se refieren al 100% de equipos en funcionamiento. Al hacer los cálculos de consumo energético, se tiene en cuenta las horas de funcionamiento según la planificación de la operación.

Una vez comprendidos los factores de diseño se realizó el análisis del edificio incluyendo los tres usos de suelo. Para obtener un análisis más detallado de la evolución energética del proyecto se dividió el estudio en tres prototipos:

- a. Conceptual. En esta etapa los únicos factores de diseño definidos son la orientación del edificio y los metros cuadrados de fachadas.
- b. Esquemático. En esta etapa se detallan todos los factores que afectan la envolvente del edificio que son los porcentajes de ventana respecto al muro, sombreado en ventanas, propiedades de las ventanas, muros exteriores, azoteas e infiltración.

- c. Arquitectónico. En esta etapa se realizan ajustes mínimos en los factores de la envolvente y se definen las eco tecnologías que tienen que ver con la eficiencia energética del proyecto como HVAC, iluminación natural y controles de ocupación, potencia eléctrica, rendimiento de la iluminación y planificación de operación.

a. Prototipo conceptual.

En esta etapa del proyecto ya se encuentra definida la volumetría general del proyecto y la orientación de los espacios interiores de todo el complejo. Con las indefiniciones que existen en el proyecto en esta etapa el prototipo energético únicamente nos sirve para conocer los espacios más vulnerables a la incidencia solar del proyecto. En la Imagen 50 se muestran los resultados de la radiación solar del proyecto en las fachadas norte y oeste y en la Imagen 51 los resultados de las fachadas sur y este.

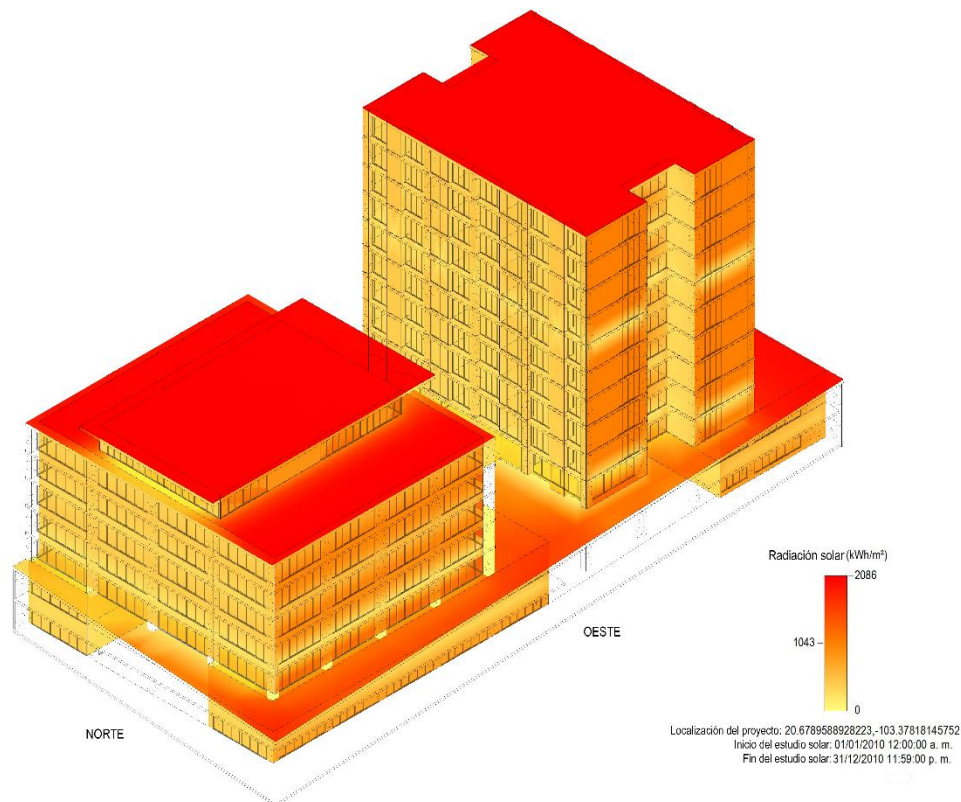


Imagen 50. Modelo de radiación solar en fachadas norte y oeste
Fuente: Elaboración propia

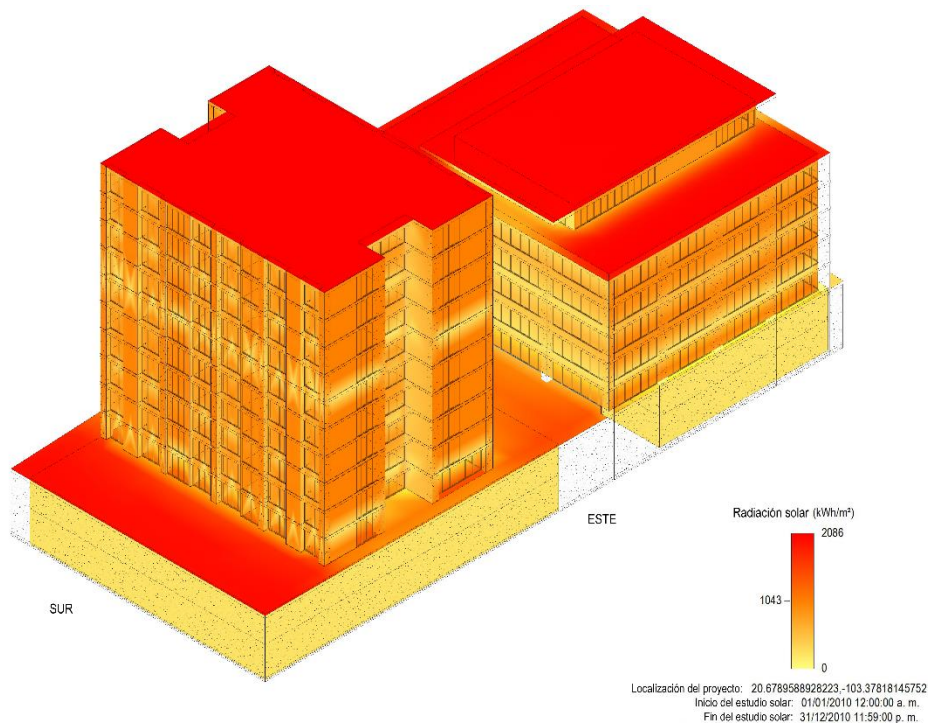


Imagen 51. Modelo de radiación solar en fachadas sur y este
Fuente: Elaboración propia

Con esta información se dedujo que los puntos más vulnerables a la radiación solar de la envolvente son las azoteas puesto que son las que reciben de manera más directa los rayos del sol. Después, seguirían las fachadas de las torres que se desplantan a partir del nivel tres. Los puntos más vulnerables son las fachadas este y oeste, aunque también en la fachada sur existe una exposición intermedia, la temperatura de esta se puede regular con algún tipo de parasol. Los puntos con menor exposición a la radiación solar son la fachada norte y todas las fachadas del volumen de planta baja y nivel dos que se protegen con la cubierta del nivel dos y las torres de oficinas y vivienda.

Con este análisis tan general de la envolvente del edificio el software Insight 360° arroja el consumo energético anual que se muestra en el Gráfico 03.

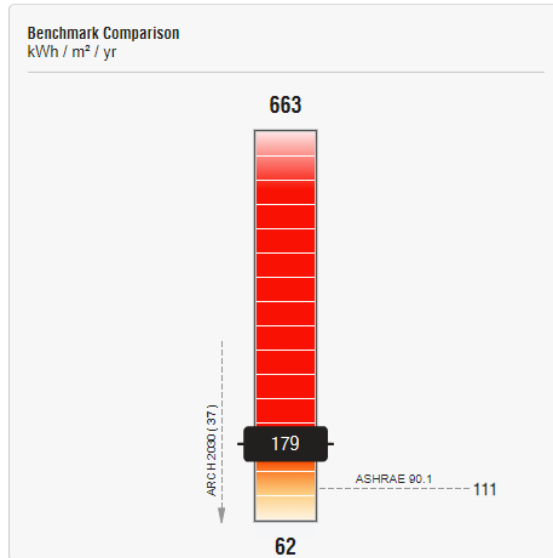


Gráfico 03. Gráfica de consumo energético del prototipo conceptual
Fuente: Elaboración propia con datos de Autodesk Insight 360

Como se puede observar, el consumo energético del prototipo conceptual del proyecto se muestra en kilowatts-hora por metro cuadrado por año. Si comparamos este consumo con lo solicitado por la norma ASHRAE 90.1 vemos que el edificio sin parámetros consume un 61% más de energía. Para que el edificio cumpla con los estándares energéticos de alguna normativa internacional como LEED, la edificación debe ser al menos 5% más eficiente que estándar de ASHRAE por lo que es necesario realizar definiciones de proyecto.

b. Prototipo esquemático.

En esta etapa del proyecto se definieron los factores que tienen que ver con la envolvente del edificio.

Porcentaje de ventana respecto al muro

El primer elemento analizado fue el porcentaje de ventana respecto al muro, los porcentajes quedaron configurados como se muestra en el Gráfico 04.

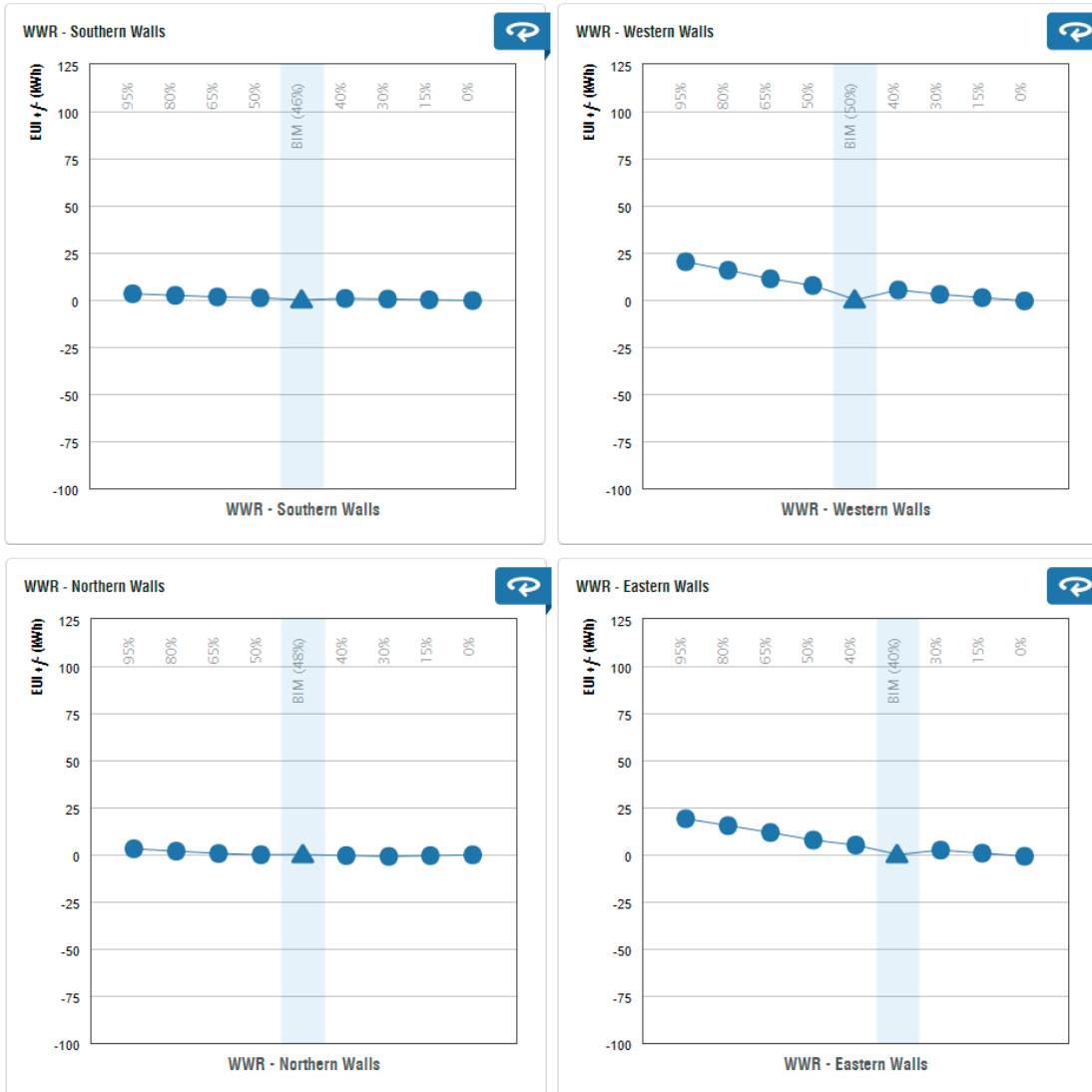


Gráfico 04. Gráficas de porcentaje de ventana respecto al muro WWR por fachada
Fuente: Elaboración propia con datos de Autodesk Insight 360

En estas gráficas el eje X representa el porcentaje de ventanas respecto al muro y el eje Y representa la intensidad del uso de la energía (EUI). Como se puede observar, en todos los casos los muros del proyecto se encuentran en el valor cero que representa el punto más eficiente para el diseño del proyecto por lo que en este factor el proyecto cumple.

Sombreado de ventanas

Para revisar el factor de sombreado de ventanas se estudiaron las fachadas a detalle para definir las dimensiones de losas y resacaes que se iban a realizar en el complejo. En las Imágenes 52, 53, 54 y 55 se muestran los resultados del estudio de fachadas que se realizó.



Imagen 52. Sombreado de fachada norte
Fuente: Elaboración propia

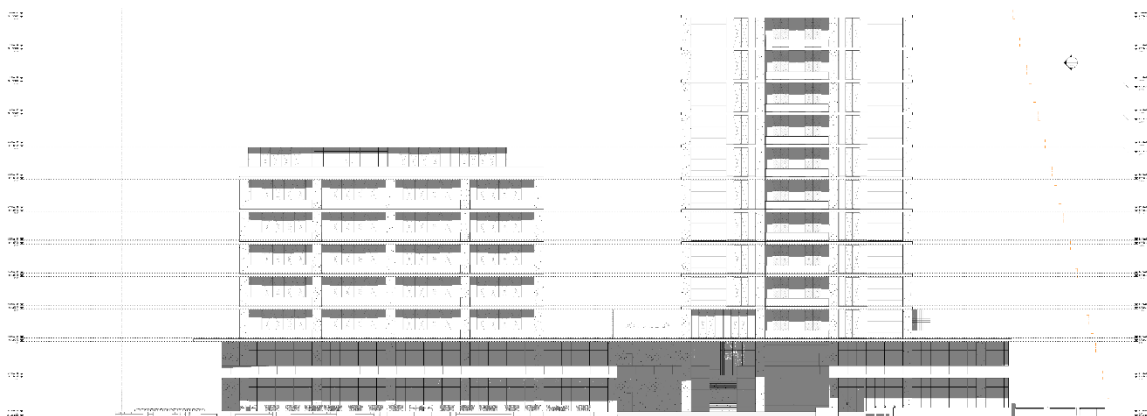


Imagen 53. Sombreado de fachada oeste
Fuente: Elaboración propia

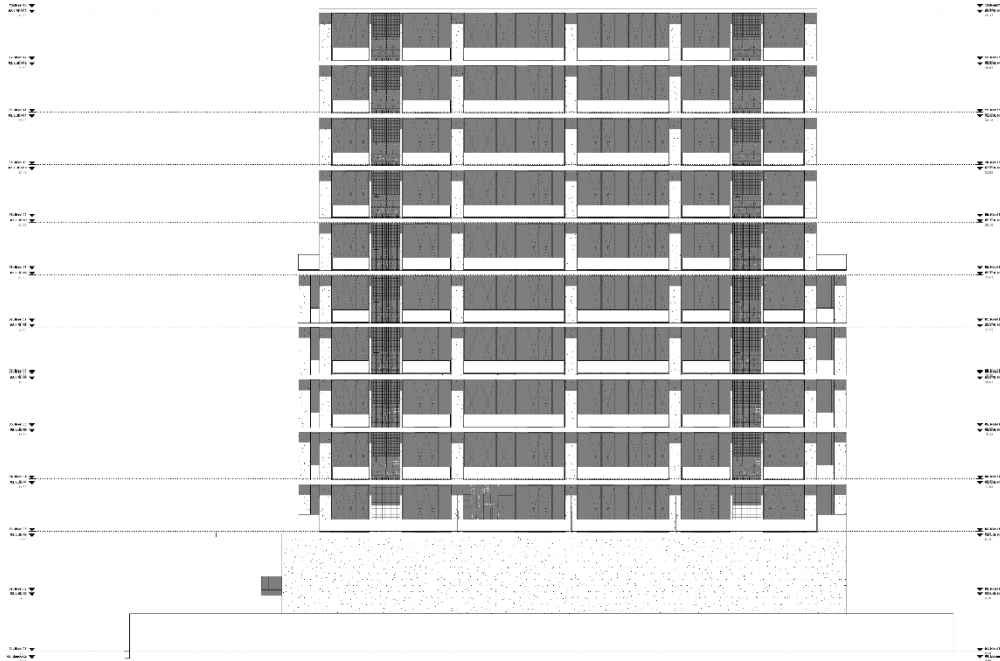


Imagen 54. Sombreado de fachada sur
Fuente: Elaboración propia

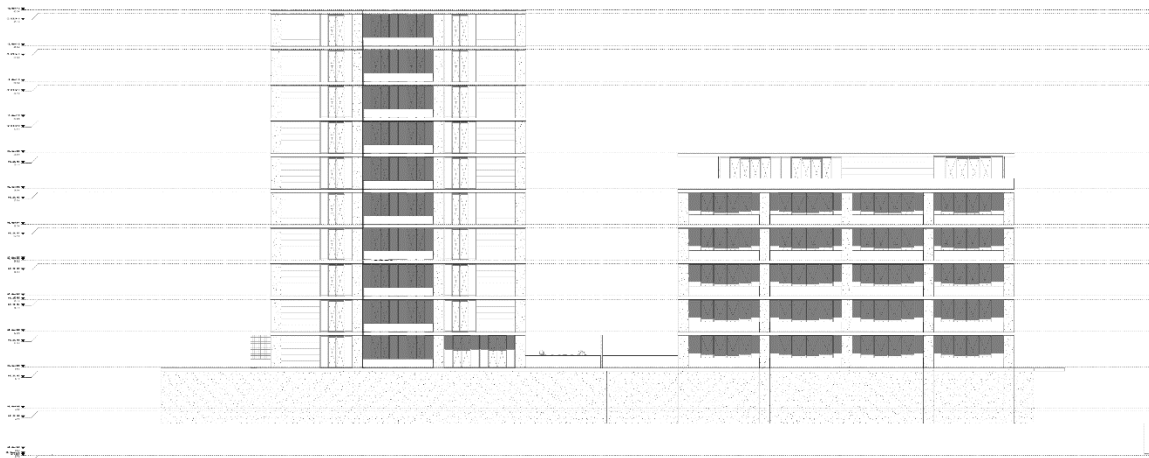


Imagen 55. Sombreado de fachada este
Fuente: Elaboración propia

Puesto que el clima en Guadalajara es cálido, se tomó la decisión de sombrear la mayor parte de las fachadas, con el diseño pasivo del edificio, las únicas ventanas del proyecto que quedan expuestas a la radiación solar son las de las fachadas este y oeste de la torre de vivienda, no obstante, para no crear más metros cuadrados se optó por aislar estos espacios con materiales con aislamiento térmico que se

explicarán más adelante. En el Gráfico 05 se muestra que los porcentajes de sombreado del proyecto superan los valores de comparación de ASHRAE 90.1.

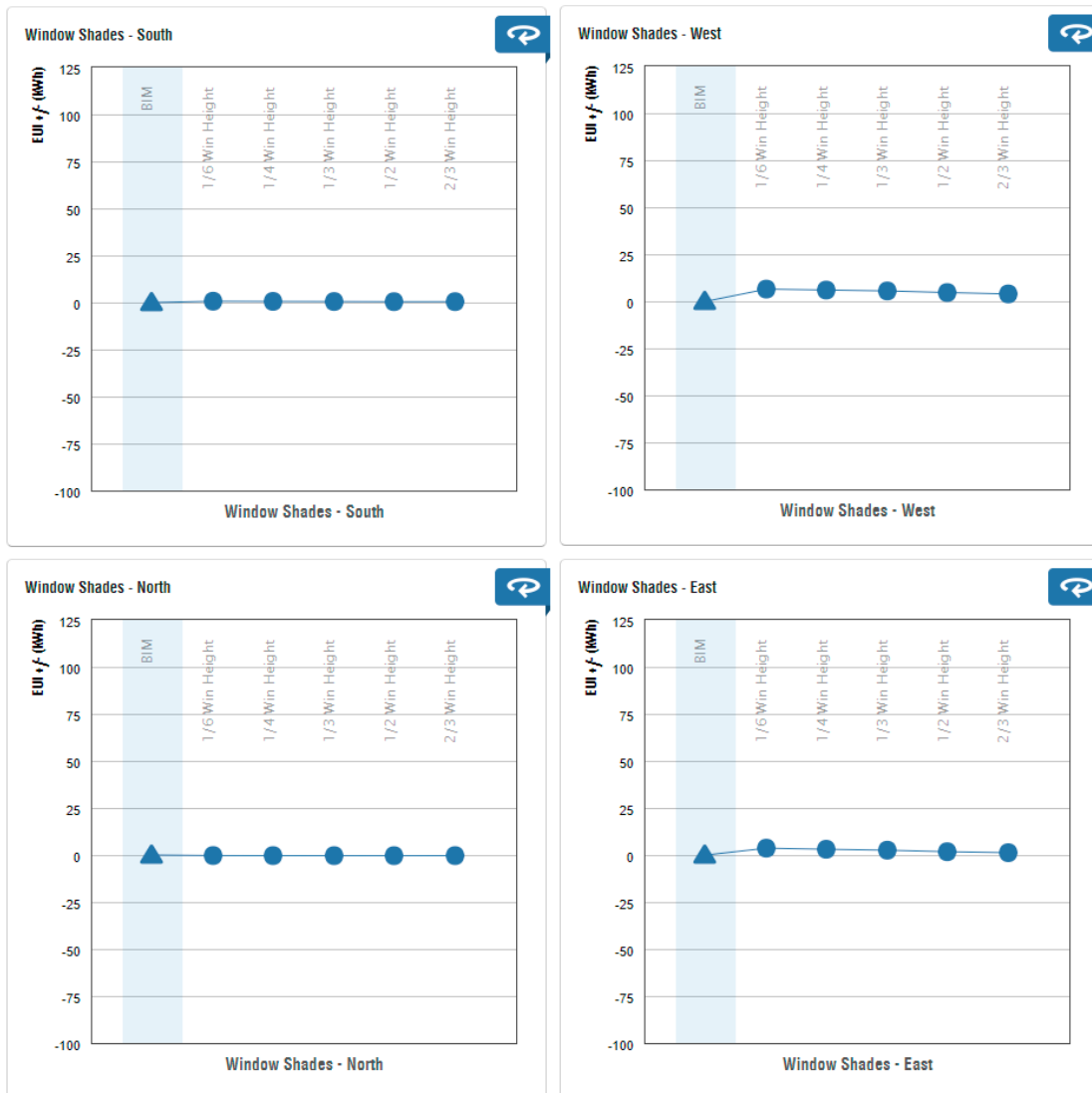


Gráfico 05. Gráficas de sombreado de ventanas (*Window Shades*) por fachada
Fuente: Elaboración propia con datos de Autodesk Insight 360

Propiedades de las ventanas

Para llegar al valor cero en la intensidad del uso de la energía en las propiedades de ventana del proyecto se utilizaron dos tipos de cristal para el diseño del edificio.

- Norte y Sur: Sgl Clr vidrio simple transparente 9 mm.

- Este y Oeste: Dbl LoE vidrio doble bajo emisivo formado por dos vidrios de 6 mm cada uno y cámara de aire de 13 mm.

Muros exteriores

La composición de los muros exteriores está hecha con dos materiales:

- Panel de concreto celular para muro Hebel de 15 cm de espesor por 61 cm de largo por 6 m de ancho. Su coeficiente de conductividad térmica es de 0.1059 W/m*K
- Aplanado mortero cemento arena 1 cm de espesor. Su coeficiente de conductividad térmica es de 0.63 W/m*K

En el Gráfico 06 se puede observar que los resultados de la utilización de estos materiales vuelven la composición del muro eficiente.

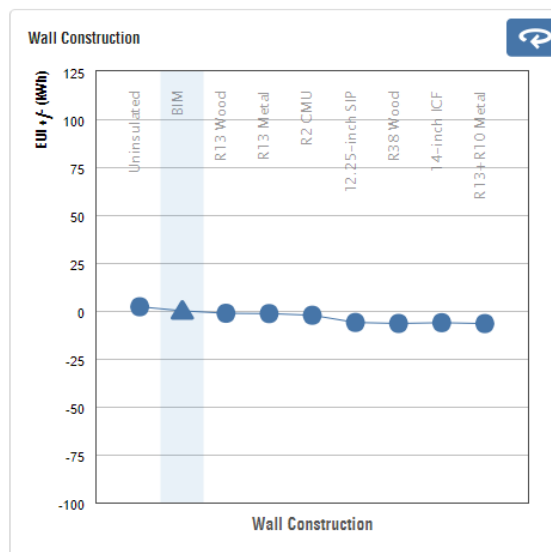


Gráfico 05. Gráfica de eficiencia de la composición de muros exteriores
Fuente: Elaboración propia con datos de Autodesk Insight 360

Azotea

Para la composición de las losas de azotea se utilizaron los siguientes materiales:

- Losa de concreto f'c 350 kg/cm de 30 cm de espesor. Su coeficiente de conductividad térmica es de 0.21 W/m*K
- Hormigón de nivelación de espesor variable de entre 10 y 6 cm. Su coeficiente de conductividad térmica es de 0.21 W/m*K
- Aislante térmico de celulosa de 5 cm de espesor. Su coeficiente de conductividad térmica es de 0.04 W/m*K
- Ladrillo de azotea 2 cm de espesor. Su coeficiente de conductividad térmica es de 0.84 W/m*K
- Impermeabilizante acrílico base agua color blanco. Sin conductividad térmica.

El resultado de la utilización de estos elementos constructivos se muestra en el Gráfico 07.

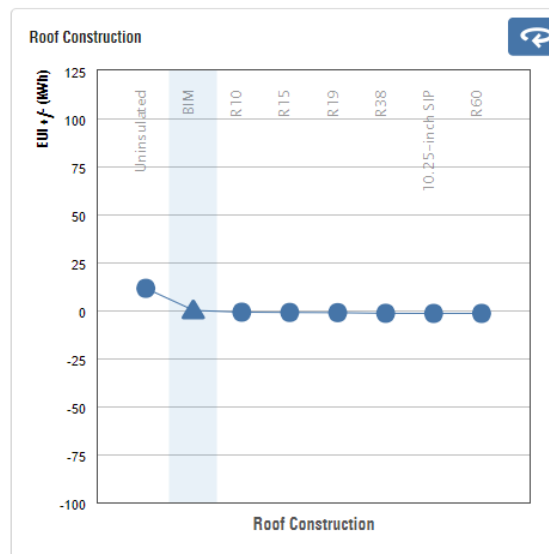


Gráfico 07. Gráfica de eficiencia de la composición de azotea
Fuente: Elaboración propia con datos de Autodesk Insight 360

Infiltración

Por la composición de los muros, puertas y ventanas del proyecto la infiltración de aire es prácticamente nula. En el Gráfico 08 se muestra que la infiltración de aire del proyecto es de cero.

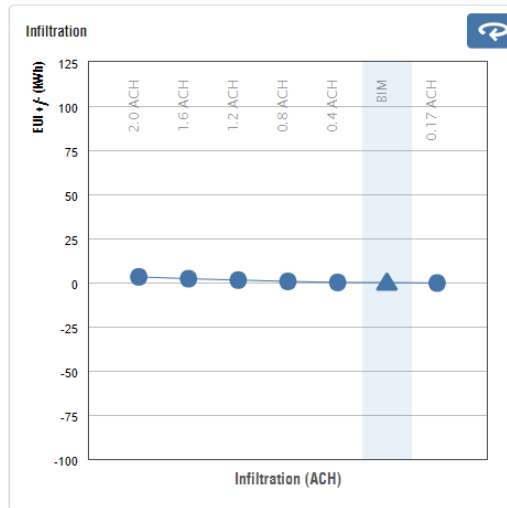


Gráfico 08. Gráfica de infiltración de aire exterior a espacios acondicionados
Fuente: Elaboración propia con datos de Autodesk Insight 360

Con todos estos factores de diseño de la envolvente ya definidos el consumo energético del prototipo esquemático mejora considerablemente respecto al prototipo conceptual. En el Gráfico 09 se muestran las barras de consumo energético por metro cuadrado anuales de los dos prototipos.

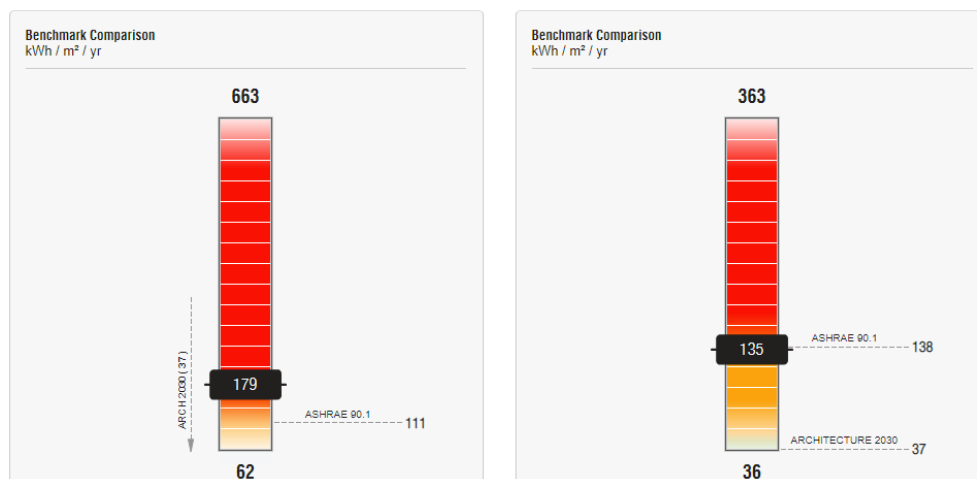


Gráfico 09. Gráficas de consumo energético del prototipo conceptual vs esquemático
Fuente: Elaboración propia con datos de Autodesk Insight 360

Como se puede observar, el consumo máximo y mínimo de kWh/m² por año se reduce casi en un 50% respecto a la volumetría anterior y el proyecto cumple con los requerimientos de la norma ASHRAE. Esto quiere decir que, si se aplican algunas técnicas de arquitectura pasiva, se pueden mejorar los consumos energéticos notablemente.

c. Prototipo arquitectónico

En esta última etapa del análisis se implementaron algunas eco tecnologías para mejorar el rendimiento energético de la torre y alcanzar el consumo energético requerido para obtener puntaje en la certificación LEED.

En esta etapa del proyecto se definieron los espacios interiores de cada área de la torre para ver cuales requieren ventilación natural, extractores o equipos de aire acondicionado y los horarios de operación de cada uso en específico para poder realizar la planificación del edificio.

Con esta información definida se tomaron las siguientes decisiones en los factores de diseño de las eco tecnologías:

HVAC

La climatización de los espacios interiores es uno de los elementos que generan mayor consumo de energía eléctrica en las edificaciones. Por eso, se tomó la decisión de utilizar un equipo de alta eficiencia tipo High Eff Package Terminal AC. En este equipo la refrigeración es por un equipo montado en el espacio a climatizar con alto rendimiento de 12,7 EER y la calefacción se realiza por caldera de gas de alto rendimiento de 90,4%.

Con la utilización de este equipo la gráfica de intensidad de la energía utilizada (EUI) de los equipos HVAC queda como se muestra en el Gráfico 10.

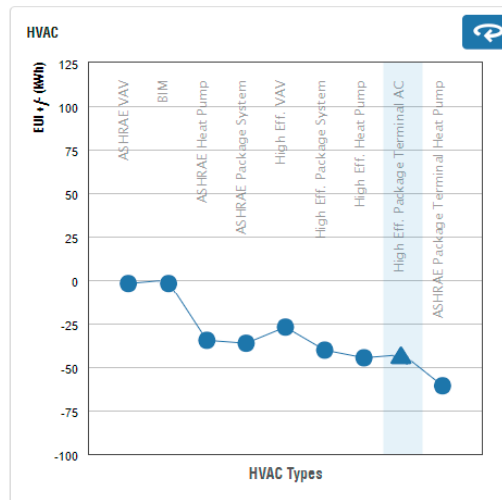


Gráfico 10. Gráfica de intensidad de energía utilizada en equipos HVAC
Fuente: Elaboración propia con datos de Autodesk Insight 360

De acuerdo con los equipos de comparación de la norma ASHRAE 90.1 el equipo seleccionado es de los más eficientes por lo que el proyecto cumple con el factor de HVAC.

Iluminación natural y controles de ocupación.

Para el diseño del edificio se consideraron controles de iluminación natural y sensores de movimiento por lo que, como se puede observar en el Gráfico 11 la intensidad de la energía utilizada en el proyecto es de cero.

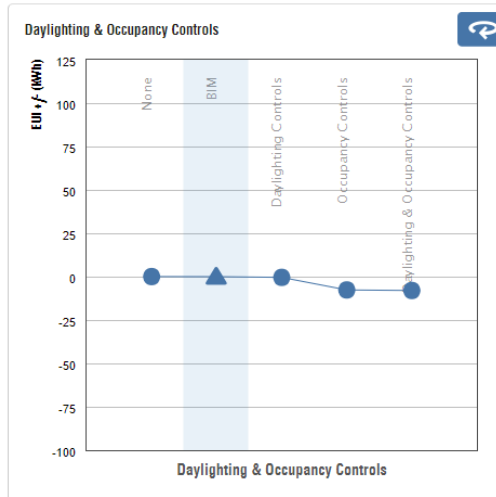


Gráfico 11. Gráfica de intensidad de energía utilizada en iluminación natural y controles
Fuente: Elaboración propia con datos de Autodesk Insight 360

Rendimiento de la iluminación

Para el diseño de los espacios interiores se consideraron luminarias con el menor consumo energético y sensores de movimiento para encendido en áreas comunes de vivienda y oficinas por lo que el rendimiento de la iluminación es el mínimo. En el Gráfico 12 se puede observar que con los valores dados a la iluminación el edificio alcanza el menor consumo posible.

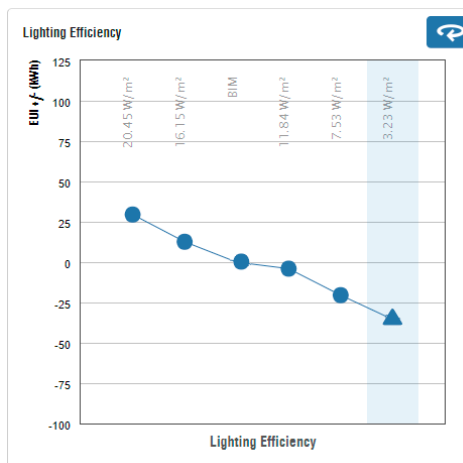


Gráfico 12. Gráfica de intensidad de energía utilizada en rendimiento de iluminación
Fuente: Elaboración propia con datos de Autodesk Insight 360

Potencia eléctrica

El Gráfico 13 muestra que derivado de la planificación de operación y la definición de los espacios interiores el consumo eléctrico usado en el edificio es el mejor escenario de potencia eléctrica posible.

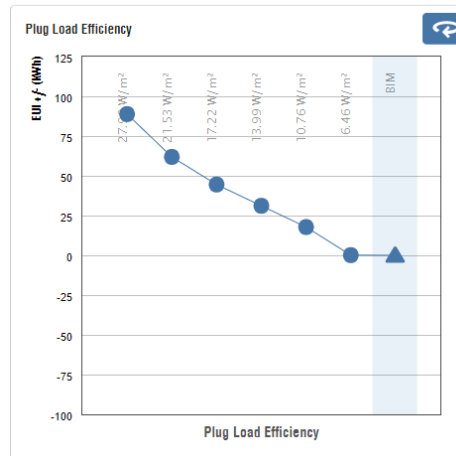


Gráfico 13. Gráfica de intensidad de energía utilizada en rendimiento de iluminación
Fuente: Elaboración propia con datos de Autodesk Insight 360

Con estos ajustes en el análisis energético la gráfica de consumo energético por metro cuadrado por año del prototipo arquitectónico queda como se muestra en el Gráfico 14.

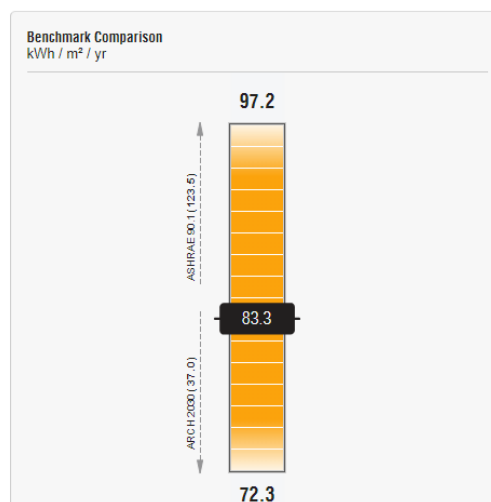


Gráfico 14. Gráfica general del consumo energético del prototipo arquitectónico
Fuente: Elaboración propia con datos de Autodesk Insight 360

En esta gráfica podemos observar que el consumo energético máximo requerido por ASHRAE es 123.5 kWh/m² por año, con las estrategias utilizadas en el proyecto el consumo energético alcanza los 83.3 kWh/m² por año. Esto quiere decir que el proyecto arquitectónico es un 32.5% más eficiente que los estándares de la normativa ASHRAE.

Para poder analizar la información de manera más detallada se realizó una la Tabla 54 que resume los consumos de cada uno de los factores analizados en las distintas fases del prototipo del edificio propuesto.

RESUMEN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA POR FACTOR POR PROTOTIPO														
Prototipo		Conceptual					Esquemático					Arquitectónico		
Factor		Máximo	Medio	Mínimo	Ahorro	Máximo	Medio	Mínimo	Ahorro	Máximo	Medio	Mínimo	Ahorro	
		KWh/m ² /año	KWh/m ² /año	KWh/m ² /año	KWh/m ² /año	KWh/m ² /año	KWh/m ² /año	KWh/m ² /año	KWh/m ² /año	KWh/m ² /año	KWh/m ² /año	KWh/m ² /año	KWh/m ² /año	
FACTORES DE LA ENVOLVENTE	Orientación del edificio	494.00	144.75	35.00	1.53	100.68	86.75	75.79	0.03	100.68	86.75	75.79	0.03	
	SUR	Porcentaje de ventana respecto al muro	481.13	143.53	35.20	1.22	285.22	132.00	48.85	0.26	285.22	132.00	48.85	0.26
		Sombreado en ventanas	477.00	143.06	35.00	0.47	100.39	86.45	75.49	0.29	100.39	86.45	75.49	0.29
		Propiedades de las ventanas	473.00	142.72	35.00	0.34	285.08	132.64	49.00	0.34	285.08	132.64	49.00	0.34
	NORTE	Porcentaje de ventana respecto al muro	464.00	142.07	35.00	0.65	285.08	132.49	49.00	0.09	285.08	132.49	49.00	0.09
		Sombreado en ventanas	460.00	142.03	35.00	0.05	100.59	86.66	75.70	0.20	100.59	86.66	75.70	0.20
		Propiedades de las ventanas	440.00	141.60	35.00	0.43	285.08	132.64	49.00	0.34	285.08	132.64	49.00	0.34
	OESTE	Porcentaje de ventana respecto al muro	440.00	139.69	35.00	1.91	285.08	132.29	49.00	0.19	109.72	95.78	84.82	1.50
		Sombreado en ventanas	434.00	139.02	35.00	0.67	98.02	84.09	73.13	2.57	98.02	84.09	73.13	2.57
		Propiedades de las ventanas	427.00	138.25	35.00	0.77	285.08	132.64	49.00	0.34	285.08	132.64	49.00	0.34
ESTE	Porcentaje de ventana respecto al muro	403.00	135.29	35.00	2.36	285.08	133.00	50.00	0.68	285.08	133.00	50.00	0.68	
	Sombreado en ventanas	395.00	134.92	35.00	0.61	97.21	83.27	72.32	0.81	97.21	83.27	72.32	0.81	
	Propiedades de las ventanas	390.00	134.52	35.00	0.37	285.08	132.64	49.00	0.34	285.08	132.64	49.00	0.34	
ECO TECNOLOGÍAS	Muros exteriores	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	388.00	134.52	35.00	0.40	109.72	94.28	81.89	2.66	
	Azotea	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	360.00	133.90	36.00	0.61	109.72	94.28	81.59	2.66	
	Infiltración	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	355.00	132.99	36.00	0.92	109.69	95.76	84.80	0.03	
	HVAC	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	348.00	126.50	36.00	36.40	121.96	94.59	68.28	6.46	
	Iluminación natural y controles de ocupación	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	255.37	123.29	50.14	0.65	166.09	101.35	54.19	2.54	
	Potencia eléctrica	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	Sin definir	
	Rendimiento de la iluminación	255.42	123.92	50.14	9.40	109.72	91.62	77.25	3.27	100.71	86.78	75.82	8.98	

Tabla 54. Resumen de eficiencia energética
Fuente: Elaboración propia con datos de Insight 360°

La Tabla 54 muestra un cambio en la eficiencia energética únicamente con la modificación de los factores de diseño de la envolvente ya que para el diseño energético conceptual el programa toma valores de materiales de construcción convencionales y al utilizar materiales sustentables y técnicas de diseño pasivas para generar sombreados y ventilaciones cruzadas el proyecto alcanza los estándares de construcción de normativas internacionales como ASHRAE 90.1.

También, se muestra una mejora en el consumo energético del tercer prototipo de diseño donde con la utilización de equipos eficientes el consumo de energía puede ser hasta tres veces mejor como es el caso de los equipos de climatización (HVAC). Por el alcance económico que se busca que tengan las viviendas del proyecto el factor de generación de energía limpia no fue tomado en cuenta para el diseño del proyecto. No obstante, dependiendo de los alcances económicos y ambientales que se tengan para cada proyecto se pueden agregar más eco tecnologías como sistemas de paneles fotovoltaicos que contribuyan a mejorar los consumos energéticos de las edificaciones para que sean prácticamente nulos.

4.6.3. Verificación del cumplimiento del proyecto

En la Tabla 55 se muestra un resumen del cumplimiento de las estrategias de diseño en el proyecto arquitectónico basado en las tablas de revisión de proyectos de la certificación LEED.

En este resumen, de las estrategias de diseño propuestas para aplicar en el proyecto arquitectónico se muestra que, de 30 estrategias totales, 21 si se cumplen, 7 están pendientes por falta de estudios e indefiniciones del proyecto y 2 no se cumplen. Si se utiliza el sistema de puntuación de la certificación LEED con el proyecto arquitectónico resuelto hasta la etapa donde se encuentra actualmente, el proyecto obtiene 45 puntos que son suficientes para que el proyecto se acredite como edificio certificado (de 40 a 49 puntos).

LISTADO DE VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO

✓	?	✘	Credit	Categorías y estrategias de diseño	Puntos
5	0	0	Localización y transporte		14
✓			Credito	Ubicación estrategica del terreno	1
✓			Credito	Densidad, usos mixtos y alrededores	2
✓			Credito	Accesibilidad a diversas formas de transporte de calidad	5
✓			Credito	Facilidades ciclistas	5
✓			Credito	Huella de estacionamiento reducida	1
5	2	0	Sitio sustentable		8
?			Credito	Prevencion de contaminación de actividad constructiva	
?			Credito	Evaluación del sitio	
✓			Credito	Protección o restauración del hábitat	1
✓			Credito	Espacios abiertos	3
✓			Credito	Reducción de contaminación lumínica	1
✓			Credito	Reducción de la isla de calor	1
✓			Credito	Manejo de agua de lluvia	2
2	0	0	Uso eficiente del recurso hídrico		5
✓			Credito	Reducción de uso de agua en exteriores	2
✓			Credito	Reducción de uso de agua en interiores	3
2	0	2	Eficiencia energética		9
✓			Credito	Optimización energética	6
✓			Credito	Mejora en el manejo de refrigerantes	6
?		✘	Credito	Producción de enrgía renovable	
?		✘	Credito	Energía verde y compensaciones de carbono	
2	1	0	Materiales y recursos		2
✓			Credito	Optimización y utilización de productos de construcción sustent	5
?			Credito	Manejo de desperdicios de construcción y demolición	
✓			Credito	Diseño durable y resiliente	2
5	2	0	Calidad del ambiente interior		7
?			Credito	Materiales de bajas emisiones	
✓			Credito	Confort térmico	3
✓			Credito	Iluminación interior	1
✓			Credito	Luz de día	2
✓			Credito	Vistas de calidad	1
?			Credito	Desempeño acústico	
✓			Credito	Ventilación de confort	3
0	2	0	Equidad económica y social		0
?			Credito	Consulta del impacto sobre la comunidad	
?			Credito	Impactos locales y regionales	
21	7	2	TOTALS		Possible Points: 45

Certificado: 40 to 49 points, Plata: 50 to 59 points, Oro: 60 to 79 points, Platino: 80 to 110

Tabla 55. Listado de verificación del cumplimiento del proyecto

Fuente: Elaboración propia

4.7. Análisis financiero

Una vez que el proyecto arquitectónico y las estrategias de diseño sustentable a utilizar quedaron definidas, se realizó una cuantificación de volúmenes y áreas para la realización del presupuesto, en el cual, se separó la información por niveles y usos de suelo.

En la Tabla 55 se muestra un resumen general de las áreas del proyecto totales separadas por tipo de uso de suelo.

RESUMEN NÚMEROS GENERADORES (M2 CONSTRUIDOS PROYECTO)		
1 TOTAL M2 DEPARTAMENTOS VENTA (CONSTRUIDOS)	6,252.07	
2 TOTAL M2 DEPTOS CIRCULACIONES + AREAS COMUNES + LOBBY'S + SERVICIOS	1,647.16	
3 TOTAL M2 COMERCIO VENTA (CONSTRUIDOS)	3,613.11	
4 TOTAL M2 COMERCIO CIRCULACIONES + AREAS COMUNES + LOBBY'S + SERVICIOS	2,534.28	
5 TOTAL M2 CORPORATIVO VENTA (CONSTRUIDOS)	5,968.76	
6 TOTAL M2 CORPORATIVO CIRCULACIONES + AREAS COMUNES + LOBBY'S + SERVICIOS	684.33	
7 TOTAL M2 SOTANOS	17,707.56	
TOTAL M2 CONSTRUIDOS		38,407.27
8 TOTAL M2 TERRAZAS VIVIENDA (NO CONSTRUIDO)	312.320	
9 TOTAL M2 TERRAZAS COMERCIO (NO CONSTRUIDO)	3,148.81	
10 TOTAL M2 TERRAZAS CORPORATIVO (NO CONSTRUIDO)	270.840	
11 TOTAL M2 AREAS COMUNES + CIRCULACIONES ABIERTAS (NO CONSTRUIDO)	3,732.0	

Tabla 55. Resumen de números generadores
Fuente: Elaboración propia

Para poder analizar mejor la información financiera se trabajó el presupuesto con dos escenarios.

Escenario A: Modelo tradicional vs Escenario B: Modelo sustentable

Escenario A: Modelo tradicional

En este presupuesto paramétrico se utilizaron la cantidad de áreas, niveles y metros cuadrados del proyecto realizado, pero sin incluir los precios de la las eco

tecnologías y materiales sustentables. Los precios de este presupuesto muestran los costos de la elaboración de un proyecto arquitectónico tradicional desde la etapa de permisos hasta su construcción. En la Tabla 56 se muestra un resumen general del costo paramétrico del proyecto.

COSTO PARÁMETRICO DEL PROYECTO					
		m2	costo x m2	Total	
Áreas privativas construidas, vivienda		6,252.07	\$ 10,000.00	\$ 62,520,700.00	
Áreas terrazas vivienda		312.32	\$ 4,500.00	\$ 1,405,440.00	
Áreas de jardines, áreas comunes y circulaciones vivienda		1,647.16	\$ 4,500.00	\$ 7,412,220.00	
Área estacionamientos, rampas, bodegas, cisternas y cto de máquinas vivienda		5,902.52	\$ 5,000.00	\$ 29,512,600.00	
Sub total costo de obra vivienda		14,114.07		\$ 100,850,960.00	
Áreas privativas construidas, comercio		3,613.11	\$ 4,000.00	\$ 14,452,440.00	
Áreas terrazas comerciales		2,534.28	\$ 2,000.00	\$ 5,068,560.00	
Áreas de jardines, áreas comunes y circulaciones comercio		3,148.81	\$ 4,000.00	\$ 12,595,240.00	
Área estacionamientos, rampas, bodegas, cisternas y cto de máquinas		5,902.52	\$ 5,000.00	\$ 29,512,600.00	
Sub total costo de obra comercio		15,198.72		\$ 61,628,840.00	
Áreas privativas construidas, corporativo		5,968.76	\$ 5,000.00	\$ 29,843,800.00	
Áreas terrazas corporativo		684.33	\$ 4,500.00	\$ 3,079,485.00	
Áreas de jardines, áreas comunes y circulaciones corporativo		270.84	\$ 4,500.00	\$ 1,218,780.00	
Área estacionamientos, rampas, bodegas, cisternas y cto de máquinas corporativo		5,902.52	\$ 5,000.00	\$ 29,512,600.00	
Sub total costo de obra corporativo		12,826.45		\$ 63,654,665.00	
TOTAL COSTO DE OBRA (estimado)				\$ 226,134,465.00	
Trámites, estudios y varios					
		Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
Licencias y Permisos	licencias y permisos de Obras Publicas CUS	lote	12,545.19	\$ 60.00	\$ 752,711.40
	Excedente ICUS	lote	8,094.52	\$ 120.00	\$ 971,342.40
	SIAPA	lote	1.00	\$ 800,000.00	\$ 800,000.00
	CFE	lote	1.00	\$ 1,000,000.00	\$ 1,000,000.00
Validación de negocio	Estudios de mercado y validación		0.5%	\$ 226,134,465.00	\$ 1,130,672.33
Proyecto Arquitectónico	Proyecto Ejecutivo, ingenierías y catálogos	%	4%	\$ 226,134,465.00	\$ 9,045,378.60
Preliminares y Estudios	Topografías, Demoliciones, Estudios	Dpto	140	\$ 15,000.00	\$ 2,100,000.00
Contraloría	Control y directrices del negocio		1%	\$ 226,134,465.00	\$ 2,261,344.65
Estrategia Fiscal y Legal	Contabilidad, IMSS, administración de la venta		1.25%	\$ 226,134,465.00	\$ 2,826,680.81
Imagen Publicidad y Prom	Naming, diseño de imagen etc		0.10%	\$ 226,134,465.00	\$ 226,134.47
Comisión de Ventas			3%	\$ 226,134,465.00	\$ 6,784,033.95
Notariales	Escritura terreno y constitución de R P C	lote	1.00	\$ 1,200,000.00	\$ 1,200,000.00
Supervisión Arquitectónica			1.0%	\$ 226,134,465.00	\$ 2,261,344.65
Planeación y Gerencia de	Presupuestos, concursos, contratos y Supervisión		3.0%	\$ 226,134,465.00	\$ 6,784,033.95
TOTAL DE OTROS (estimado)					\$ 38,143,677.20
Imprevistos y Extraordinarios			2.0%	\$ 226,134,465.00	\$ 4,522,689.30
IVA			16%	\$ 38,143,677.20	\$ 6,102,988.35
COSTO TOTAL TRÁMITES, ESTUDIOS Y VARIOS (estimado)					\$ 48,769,354.85
		m2	costo x m2		
Terreno		5,973.90	\$ 16,739.48	\$ 100,000,000.00	
COSTO TOTAL INTEGRADO (estimado)				\$ 374,903,819.85	

Tabla 56. Costo paramétrico del proyecto con total integrado Escenario A
Fuente: Elaboración propia

Una vez integrados los costos de construcción, trámites, estudios, licencias y terreno se obtuvo un costo total integrado de \$374'903,819.85 MXN pesos que

representa la inversión inicial del proyecto en un esquema de construcción tradicional.

Escenario B: Modelo sustentable

En el escenario B correspondiente al modelo sustentable, se integran todos los elementos de eco tecnologías y materiales sustentables. Para la elaboración del análisis financiero, se consideraron los siguientes elementos sustentables:

- Sistema constructivo con block Hebel.
- Ventanas de cristal doble de bajas emisiones en fachadas este y oeste.
- Filtros de tratamiento de agua pluvial y sistema de abastecimiento a torre de vivienda (construcción de cisterna incluido).
- Equipos sanitarios de ahorro de agua.
- Iluminación de bajo consumo energético.

El elemento de construcción que genera el mayor incremento en el presupuesto inicial es el sistema constructivo de los muros. Con la utilización de block Hebel como sistema constructivo en toda la envolvente del complejo, la construcción de los muros aumenta un 53.75% respecto al costo utilizado para el presupuesto paramétrico tradicional (Sistema Novaceramic). En la Tabla 57 se muestra una comparativa de precios por metro cuadrado con diferentes sistemas constructivos de muros.

Comparativa de precios por sistema constructivo en muros	
Sistema de muros	Costo x m²*
Muro block HEBEL 15 cm	\$ 400.00
Muro tablaroca 12 cm	\$ 250.00
Muro Novaceramic 12 cm	\$ 215.00
Muro de tabique de barro 12 cm	\$ 150.00

Nota: El costo incluye materiales, mano de obra y herramienta

Tabla 57. Comparativa de precios por sistema constructivo en muros

Fuente: Elaboración propia con datos de distintos proveedores

El segundo elemento que genera un incremento de inversión son las ventanas que para los muros este y oeste se consideraron con cristal doble. En la Tabla 58 se muestra una comparativa de precios por metro cuadrado con diferentes sistemas de ventanas.

Comparativa de precios en diferentes sistemas de ventanas	
Sistema de ventana	Costo x m²*
Corrediza PVC de doble cristal con termo panel	\$ 2,791.90
Abatible PVC de doble cristal con termo panel	\$ 3,932.54
Corrediza de aluminio un cristal 9 mm	\$ 2,089.70
Abatible de aluminio un cristal 9 mm	\$ 2,148.39

Nota: El costo incluye materiales, mano de obra y herramienta

Tabla 58. Comparativa de precios en diferentes sistemas de ventanas

Fuente: Elaboración propia con datos de distintos proveedores

Para el presupuesto del escenario B se consideró un incremento del 33% para las ventanas de las fachadas este y oeste puesto que estas llevarán doble cristal y un panel térmico.

Respecto a los filtros de tratamiento de agua pluvial en el proyecto, se presupuestó únicamente el costo del sistema de filtros de flujo ascendente con sus respectivos accesorios de instalación. La construcción de la cisterna de agua pluvial ya viene incluida en el presupuesto inicial debido a que en los requerimientos de SIAPA ya se requiere tener la capacidad de retener el agua de lluvia del predio.

Por los filtros, accesorios y su instalación se consideró un 25% más del costo de construcción de la cisterna de retención de agua pluvial y cuarto de máquinas.

También, en el tema de los accesorios de baño con ahorro de agua ya existe bastante desarrollo y competencia en el mercado por lo que únicamente se consideró un 10% más en el costo de la partida de instalaciones sanitarias. Por último, para las luminarias a integrar en el proyecto del escenario B se consideran lámparas LED y sensores de movimiento, por lo que para el presupuesto paramétrico se consideró un incremento del 30% en la partida eléctrica.

Con estos elementos sustentables integrados en el presupuesto inicial del proyecto, el costo paramétrico del proyecto sufrió los cambios mostrados en la Tabla 59.

COSTO PARÁMETRICO DEL PROYECTO				
		m2	costo x m2	Total
Áreas privadas construidas, vivienda		6,252.07	\$ 11,000.00	\$ 68,772,770.00
Áreas terrazas vivienda		312.32	\$ 4,950.00	\$ 1,545,984.00
Áreas de jardines, áreas comunes y circulaciones vivienda		1,647.16	\$ 4,950.00	\$ 8,153,442.00
Área estacionamientos, rampas, bodegas, cisternas y cto de máquinas vivienda		5,902.52	\$ 5,500.00	\$ 32,463,860.00
Sub total costo de obra vivienda		14,114.07		\$ 110,936,056.00
Áreas privadas construidas, comercio		3,613.11	\$ 4,400.00	\$ 15,897,684.00
Áreas terrazas comerciales		2,534.28	\$ 2,200.00	\$ 5,575,416.00
Áreas de jardines, áreas comunes y circulaciones comercio		3,148.81	\$ 4,400.00	\$ 13,854,764.00
Área estacionamientos, rampas, bodegas, cisternas y cto de máquinas		5,902.52	\$ 5,500.00	\$ 32,463,860.00
Sub total costo de obra comercio		15,198.72		\$ 67,791,724.00
Áreas privadas construidas, corporativo		5,968.76	\$ 5,500.00	\$ 32,828,180.00
Áreas terrazas corporativo		684.33	\$ 4,950.00	\$ 3,387,433.50
Áreas de jardines, áreas comunes y circulaciones corporativo		270.84	\$ 4,950.00	\$ 1,340,658.00
Área estacionamientos, rampas, bodegas, cisternas y cto de máquinas corporativo		5,902.52	\$ 5,500.00	\$ 32,463,860.00
Sub total costo de obra corporativo		12,826.45		\$ 70,020,131.50
TOTAL COSTO DE OBRA (estimado)				\$ 248,747,911.50
Trámites, estudios y varios				
		Unidad	Cantidad	P.U.
Licencias y Permisos	licencias y permisos de Obras Publicas CUS	lote	12,545.19	\$ 60.00
	Excedente ICUS	lote	8,094.52	\$ 120.00
	SIAPA	lote	1.00	\$ 800,000.00
	CFE	lote	1.00	\$ 1,000,000.00
Validación de negocio	Estudios de mercado y validación		0.5%	\$ 248,747,911.50
Proyecto Arquitectónico	Proyecto Ejecutivo, ingenierías y catálogos	%	4%	\$ 248,747,911.50
Preliminares y Estudios	Topografías, Demoliciones, Estudios	Dpto	140	\$ 15,000.00
Contraloría	Control y directrices del negocio		1%	\$ 248,747,911.50
Estrategia Fiscal y Legal	Contabilidad, IMSS, administración de la venta		1.25%	\$ 248,747,911.50
Imagen Publicidad y Prom	Naming, diseño de imagen etc		0.10%	\$ 248,747,911.50
Comisión de Ventas			3%	\$ 248,747,911.50
Notariales	Escritura terreno y constitución de R P C	lote	1.00	\$ 1,200,000.00
Supervisión Arquitectónica			1.0%	\$ 248,747,911.50
Planeación y Gerencia de	Presupuestos, concursos, contratos y Supervisión		3.0%	\$ 248,747,911.50
TOTAL DE OTROS (estimado)				\$ 41,275,639.54
Imprevistos y Extraordinarios			2.0%	\$ 248,747,911.50
IVA			16%	\$ 41,275,639.54
COSTO TOTAL TRÁMITES, ESTUDIOS Y VARIOS (estimado)				\$ 52,854,700.10
		m2	costo x m2	
Terreno		5,973.90	\$ 16,739.48	\$ 100,000,000.00
COSTO TOTAL INTEGRADO (estimado)				\$ 401,602,611.60

Tabla 59. Costo paramétrico del proyecto con total integrado Escenario B

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar, el presupuesto que sufrió el aumento de precio fue el del costo de la obra el cual, respecto al Escenario A aumenta un 10%. No obstante, con una buena planeación, los costos de trámites y estudios conservan los mismos valores por lo que el costo total integrado de la obra apenas aumenta un 7%.

4.7.1 Estrategias financieras

Una vez obtenidos los dos escenarios con el costo del proyecto, se trabajó con los números generadores de los ingresos del proyecto por uso de suelo. Para trabajar con los flujos de ingresos del proyecto se realizaron tres escenarios donde:

Escenario A: Se toma como base el modelo tradicional analizado en el escenario A del análisis financiero para conocer las ganancias paramétricas del proyecto.

Escenario B: Se toma como base el modelo sustentable analizado en el escenario B del análisis financiero para conocer las ganancias paramétricas del proyecto.

Escenario C: Se toma como base el modelo sustentable analizado en el escenario B del análisis financiero para conocer las ganancias paramétricas del proyecto. En este escenario también se muestran algunas estrategias financieras para mejorar el modelo de negocio.

Escenario A: modelo tradicional

Derivado de los análisis de costos de vivienda, comercio y oficinas realizados en el apartado 4.2. Análisis del sitio y el entorno, los costos de ejecución del proyecto arquitectónico y el diseño de la propuesta conceptual de torre de usos mixtos se realizaron los números generadores de ingresos por partida y las diferencias de los costos de la elaboración del proyecto contra las ganancias.

En las Tablas 60 a 63 se muestran los precios de venta por uso de suelo y la comparativa del costo total integrado contra los ingresos totales del proyecto.

NÚMEROS GENERADORES INGRESOS						
Áreas Privativas construidas		Superficie	Precio venta	Valor de vta.	Número de	Ingreso
Nivel	Descripción	x unidad	x mt2.	x unidad	unidades	neto
Nivel 03	Departamento A	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento B	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento C	47.53	\$ 30,000.00	\$ 1,425,900.00	1	\$ 1,425,900.00
	Departamento D	81.58	\$ 25,000.00	\$ 2,039,500.00	1	\$ 2,039,500.00
	Departamento E	67.14	\$ 28,000.00	\$ 1,879,920.00	1	\$ 1,879,920.00
Nivel 04	Departamento J	64.87	\$ 28,000.00	\$ 1,816,360.00	1	\$ 1,816,360.00
	Departamento A	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento B	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento C	47.53	\$ 30,000.00	\$ 1,425,900.00	1	\$ 1,425,900.00
	Departamento D	81.58	\$ 25,000.00	\$ 2,039,500.00	1	\$ 2,039,500.00
	Departamento E	67.14	\$ 28,000.00	\$ 1,879,920.00	1	\$ 1,879,920.00
	Departamento F	81.55	\$ 25,000.00	\$ 2,038,750.00	1	\$ 2,038,750.00
	Departamento G	47.58	\$ 30,000.00	\$ 1,427,400.00	1	\$ 1,427,400.00
	Departamento H	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento I	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
Nivel 05	Departamento J	64.87	\$ 28,000.00	\$ 1,816,360.00	1	\$ 1,816,360.00
	Departamento A	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento B	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento C	47.53	\$ 30,000.00	\$ 1,425,900.00	1	\$ 1,425,900.00
	Departamento D	81.58	\$ 25,000.00	\$ 2,039,500.00	1	\$ 2,039,500.00
	Departamento E	67.14	\$ 28,000.00	\$ 1,879,920.00	1	\$ 1,879,920.00
	Departamento F	81.55	\$ 25,000.00	\$ 2,038,750.00	1	\$ 2,038,750.00
	Departamento G	47.58	\$ 30,000.00	\$ 1,427,400.00	1	\$ 1,427,400.00
	Departamento H	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento I	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
Nivel 06	Departamento J	64.87	\$ 28,000.00	\$ 1,816,360.00	1	\$ 1,816,360.00
	Departamento A	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento B	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento C	47.53	\$ 30,000.00	\$ 1,425,900.00	1	\$ 1,425,900.00
	Departamento D	81.58	\$ 25,000.00	\$ 2,039,500.00	1	\$ 2,039,500.00
	Departamento E	67.14	\$ 28,000.00	\$ 1,879,920.00	1	\$ 1,879,920.00
	Departamento F	81.55	\$ 25,000.00	\$ 2,038,750.00	1	\$ 2,038,750.00
	Departamento G	47.58	\$ 30,000.00	\$ 1,427,400.00	1	\$ 1,427,400.00
	Departamento H	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento I	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
Nivel 07	Departamento J	64.87	\$ 28,000.00	\$ 1,816,360.00	1	\$ 1,816,360.00
	Departamento A	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento B	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento C	47.53	\$ 30,000.00	\$ 1,425,900.00	1	\$ 1,425,900.00
	Departamento D	81.58	\$ 25,000.00	\$ 2,039,500.00	1	\$ 2,039,500.00
	Departamento E	67.14	\$ 28,000.00	\$ 1,879,920.00	1	\$ 1,879,920.00
	Departamento F	81.55	\$ 25,000.00	\$ 2,038,750.00	1	\$ 2,038,750.00
	Departamento G	47.58	\$ 30,000.00	\$ 1,427,400.00	1	\$ 1,427,400.00
	Departamento H	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento I	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
Nivel 08	Departamento J	64.87	\$ 28,000.00	\$ 1,816,360.00	1	\$ 1,816,360.00
	Departamento A	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento B	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento C	47.53	\$ 30,000.00	\$ 1,425,900.00	1	\$ 1,425,900.00
	Departamento D	81.58	\$ 25,000.00	\$ 2,039,500.00	1	\$ 2,039,500.00
	Departamento E	67.14	\$ 28,000.00	\$ 1,879,920.00	1	\$ 1,879,920.00
	Departamento F	81.55	\$ 25,000.00	\$ 2,038,750.00	1	\$ 2,038,750.00
	Departamento G	47.58	\$ 30,000.00	\$ 1,427,400.00	1	\$ 1,427,400.00
	Departamento H	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento I	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
Departamento J	64.87	\$ 28,000.00	\$ 1,816,360.00	1	\$ 1,816,360.00	

Tabla 60. Números generadores ingresos vivienda nivel 01 al 08 Escenario A
Fuente: Elaboración propia

NÚMEROS GENERADORES INGRESOS						
Áreas Privativas construidas		Superficie	Precio venta	Valor de vta.	Número de	Ingreso
Nivel	Descripción	x unidad	x mt2.	x unidad	unidades	neto
Nivel 09	Departamento A	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento B	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento C	47.53	\$ 30,000.00	\$ 1,425,900.00	1	\$ 1,425,900.00
	Departamento D	81.58	\$ 25,000.00	\$ 2,039,500.00	1	\$ 2,039,500.00
	Departamento E	67.14	\$ 28,000.00	\$ 1,879,920.00	1	\$ 1,879,920.00
	Departamento F	81.55	\$ 25,000.00	\$ 2,038,750.00	1	\$ 2,038,750.00
	Departamento G	47.58	\$ 30,000.00	\$ 1,427,400.00	1	\$ 1,427,400.00
	Departamento H	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento I	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento J	64.87	\$ 28,000.00	\$ 1,816,360.00	1	\$ 1,816,360.00
Nivel 10	Departamento A	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento B	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento C	47.53	\$ 30,000.00	\$ 1,425,900.00	1	\$ 1,425,900.00
	Departamento D	81.58	\$ 25,000.00	\$ 2,039,500.00	1	\$ 2,039,500.00
	Departamento E	67.14	\$ 28,000.00	\$ 1,879,920.00	1	\$ 1,879,920.00
	Departamento F	81.55	\$ 25,000.00	\$ 2,038,750.00	1	\$ 2,038,750.00
	Departamento G	47.58	\$ 30,000.00	\$ 1,427,400.00	1	\$ 1,427,400.00
	Departamento H	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento I	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento J	64.87	\$ 28,000.00	\$ 1,816,360.00	1	\$ 1,816,360.00
Nivel 11	Departamento A	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento B	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento C	47.53	\$ 30,000.00	\$ 1,425,900.00	1	\$ 1,425,900.00
	Departamento D	81.58	\$ 25,000.00	\$ 2,039,500.00	1	\$ 2,039,500.00
	Departamento E	67.14	\$ 28,000.00	\$ 1,879,920.00	1	\$ 1,879,920.00
	Departamento F	81.55	\$ 25,000.00	\$ 2,038,750.00	1	\$ 2,038,750.00
	Departamento G	47.58	\$ 30,000.00	\$ 1,427,400.00	1	\$ 1,427,400.00
	Departamento H	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento I	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento J	64.87	\$ 28,000.00	\$ 1,816,360.00	1	\$ 1,816,360.00
Nivel 12	Departamento A	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento B	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento C	47.53	\$ 30,000.00	\$ 1,425,900.00	1	\$ 1,425,900.00
	Departamento D	81.58	\$ 25,000.00	\$ 2,039,500.00	1	\$ 2,039,500.00
	Departamento E	67.14	\$ 28,000.00	\$ 1,879,920.00	1	\$ 1,879,920.00
	Departamento F	81.55	\$ 25,000.00	\$ 2,038,750.00	1	\$ 2,038,750.00
	Departamento G	47.58	\$ 30,000.00	\$ 1,427,400.00	1	\$ 1,427,400.00
	Departamento H	43.93	\$ 30,000.00	\$ 1,317,900.00	1	\$ 1,317,900.00
	Departamento I	83.37	\$ 25,000.00	\$ 2,084,250.00	1	\$ 2,084,250.00
	Departamento J	64.87	\$ 28,000.00	\$ 1,816,360.00	1	\$ 1,816,360.00
Sub-total de ingresos vivienda						\$ 166,839,400.00

Tabla 61. Números generadores ingresos vivienda nivel 09 al 12 Escenario A

Fuente: Elaboración propia

NÚMEROS GENERADORES INGRESOS						
Áreas Privativas construidas		Superficie	Precio venta	Valor de vta.	Número de	Ingreso
Nivel	Descripción	x unidad	x mt2.	x unidad	unidades	neto
Nivel 01	Local ancla 01	984.14 M2.	\$ 25,000.00	\$ 24,603,500.00	1	\$ 24,603,500.00
	Local 01	50.15 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,253,750.00	1	\$ 1,253,750.00
	Local 02	40.80 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,020,000.00	1	\$ 1,020,000.00
	Local 03	47.20 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,180,000.00	1	\$ 1,180,000.00
	Local 04	38.40 M2.	\$ 25,000.00	\$ 960,000.00	1	\$ 960,000.00
	Local 05	47.79 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,194,750.00	1	\$ 1,194,750.00
	Local 06	38.88 M2.	\$ 25,000.00	\$ 972,000.00	1	\$ 972,000.00
	Local 07	47.20 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,180,000.00	1	\$ 1,180,000.00
	Local 08	38.40 M2.	\$ 25,000.00	\$ 960,000.00	1	\$ 960,000.00
	Local 09	61.36 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,534,000.00	1	\$ 1,534,000.00
	Local 10	49.92 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,248,000.00	1	\$ 1,248,000.00
	Local 11	82.32 M2.	\$ 25,000.00	\$ 2,058,000.00	1	\$ 2,058,000.00
	Local 12	78.40 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,960,000.00	1	\$ 1,960,000.00
Local 13	84.28 M2.	\$ 25,000.00	\$ 2,107,000.00	1	\$ 2,107,000.00	
Nivel 02	Local ancla 02	376.2	\$ 20,000.00	\$ 7,524,000.00	1	\$ 7,524,000.00
	Local ancla 03	461.61	\$ 20,000.00	\$ 9,232,200.00	1	\$ 9,232,200.00
	Local 14	40.27	\$ 20,000.00	\$ 805,400.00	1	\$ 805,400.00
	Local 15	36.2	\$ 20,000.00	\$ 724,000.00	1	\$ 724,000.00
	Local 16	36.2	\$ 20,000.00	\$ 724,000.00	1	\$ 724,000.00
	Local 17	36.58	\$ 20,000.00	\$ 731,600.00	1	\$ 731,600.00
	Local 18	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 19	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 20	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 21	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 22	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 23	40.18	\$ 20,000.00	\$ 803,600.00	1	\$ 803,600.00
	Local 24	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 25	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 26	101.92	\$ 20,000.00	\$ 2,038,400.00	1	\$ 2,038,400.00
	Local 27	54.45	\$ 20,000.00	\$ 1,089,000.00	1	\$ 1,089,000.00
	Local 28	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00
	Local 29	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00
	Local 30	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00
	Local 31	49.01	\$ 20,000.00	\$ 980,200.00	1	\$ 980,200.00
	Local 32	49.01	\$ 20,000.00	\$ 980,200.00	1	\$ 980,200.00
	Local 33	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00
Local 34	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00	
Local 35	125.84	\$ 20,000.00	\$ 2,516,800.00	1	\$ 2,516,800.00	
					Sub-total de ingresos comercio	\$ 80,708,400.00

Tabla 62. Números generadores ingresos comercio Escenario A

Fuente: Elaboración propia

NÚMEROS GENERADORES INGRESOS						
Áreas Privativas construidas		Superficie	Precio venta	Valor de vta.	Número de	Ingreso
Nivel	Descripción	x unidad	x mt2.	x unidad	unidades	neto
Nivel 03	Terraza roofgarden corporativo	270.84	\$ 10,000.00	\$ 2,708,400.00	1	\$ 2,708,400.00
Nivel 04	Piso de venta corporativo	1096.28	\$ 30,000.00	\$ 32,888,400.00	1	\$ 32,888,400.00
Nivel 05	Piso de venta corporativo	1096.28	\$ 30,000.00	\$ 32,888,400.00	1	\$ 32,888,400.00
Nivel 06	Piso de venta corporativo	1096.28	\$ 30,000.00	\$ 32,888,400.00	1	\$ 32,888,400.00
Nivel 07	Piso de venta corporativo	1096.28	\$ 30,000.00	\$ 32,888,400.00	1	\$ 32,888,400.00
Nivel 08	Piso de venta corporativo	487.36	\$ 30,000.00	\$ 14,620,800.00	1	\$ 14,620,800.00
					Sub-total de ingresos corporativo	\$ 181,771,200.00
					Ingresos totales estimado	\$ 429,319,000.00
DIFERENCIAS						
Costo total integrado (estimado) (-) ingresos totales (estimado)						\$54,415,180.15
Ganancia contra inversión total						14.51%

Tabla 63. Números generadores ingresos oficinas y diferencias del costo vs ingresos totales Escenario A

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos sobre inversión y precios de venta del proyecto se obtiene una ganancia de \$54'415,180.15 MXN pesos que representa una ganancia contra la inversión total del 14.51%. Actualmente, para que un inversionista en el ramo de la construcción participe en un desarrollo vertical pide una ganancia de al menos 15% por lo que el escenario A se queda un poco por debajo de lo solicitado.

Escenario B: Modelo sustentable

Una de las ventajas al implementar estrategias de diseño sustentable en los proyectos es que se vuelven proyectos de mayor plusvalía por lo que se puede incrementar un poco su precio de venta. Los usos de suelo que contarán con mayores beneficios en tema de ahorro de agua y energía son la vivienda y las oficinas, por lo que a estos dos usos se les incrementó un 10% su precio de venta.

En las Tablas 64 a 67 se muestran los precios de venta por uso de suelo y la comparativa del costo total integrado contra los ingresos totales del proyecto.

NÚMEROS GENERADORES INGRESOS						
Áreas Privativas construidas		Superficie	Precio venta	Valor de vta.	Número de	Ingreso
Nivel	Descripción	x unidad	x mt2.	x unidad	unidades	neto
Nivel 03	Departamento A	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento B	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento C	47.53	\$ 33,000.00	\$ 1,568,490.00	1	\$ 1,568,490.00
	Departamento D	81.58	\$ 27,500.00	\$ 2,243,450.00	1	\$ 2,243,450.00
	Departamento E	67.14	\$ 30,800.00	\$ 2,067,912.00	1	\$ 2,067,912.00
	Departamento J	64.87	\$ 30,800.00	\$ 1,997,996.00	1	\$ 1,997,996.00
Nivel 04	Departamento A	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento B	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento C	47.53	\$ 33,000.00	\$ 1,568,490.00	1	\$ 1,568,490.00
	Departamento D	81.58	\$ 27,500.00	\$ 2,243,450.00	1	\$ 2,243,450.00
	Departamento E	67.14	\$ 30,800.00	\$ 2,067,912.00	1	\$ 2,067,912.00
	Departamento F	81.55	\$ 27,500.00	\$ 2,242,625.00	1	\$ 2,242,625.00
	Departamento G	47.58	\$ 33,000.00	\$ 1,570,140.00	1	\$ 1,570,140.00
	Departamento H	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento I	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento J	64.87	\$ 30,800.00	\$ 1,997,996.00	1	\$ 1,997,996.00
Nivel 05	Departamento A	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento B	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento C	47.53	\$ 33,000.00	\$ 1,568,490.00	1	\$ 1,568,490.00
	Departamento D	81.58	\$ 27,500.00	\$ 2,243,450.00	1	\$ 2,243,450.00
	Departamento E	67.14	\$ 30,800.00	\$ 2,067,912.00	1	\$ 2,067,912.00
	Departamento F	81.55	\$ 27,500.00	\$ 2,242,625.00	1	\$ 2,242,625.00
	Departamento G	47.58	\$ 33,000.00	\$ 1,570,140.00	1	\$ 1,570,140.00
	Departamento H	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento I	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento J	64.87	\$ 30,800.00	\$ 1,997,996.00	1	\$ 1,997,996.00
Nivel 06	Departamento A	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento B	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento C	47.53	\$ 33,000.00	\$ 1,568,490.00	1	\$ 1,568,490.00
	Departamento D	81.58	\$ 27,500.00	\$ 2,243,450.00	1	\$ 2,243,450.00
	Departamento E	67.14	\$ 30,800.00	\$ 2,067,912.00	1	\$ 2,067,912.00
	Departamento F	81.55	\$ 27,500.00	\$ 2,242,625.00	1	\$ 2,242,625.00
	Departamento G	47.58	\$ 33,000.00	\$ 1,570,140.00	1	\$ 1,570,140.00
	Departamento H	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento I	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento J	64.87	\$ 30,800.00	\$ 1,997,996.00	1	\$ 1,997,996.00
Nivel 07	Departamento A	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento B	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento C	47.53	\$ 33,000.00	\$ 1,568,490.00	1	\$ 1,568,490.00
	Departamento D	81.58	\$ 27,500.00	\$ 2,243,450.00	1	\$ 2,243,450.00
	Departamento E	67.14	\$ 30,800.00	\$ 2,067,912.00	1	\$ 2,067,912.00
	Departamento F	81.55	\$ 27,500.00	\$ 2,242,625.00	1	\$ 2,242,625.00
	Departamento G	47.58	\$ 33,000.00	\$ 1,570,140.00	1	\$ 1,570,140.00
	Departamento H	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento I	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento J	64.87	\$ 30,800.00	\$ 1,997,996.00	1	\$ 1,997,996.00
Nivel 08	Departamento A	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento B	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento C	47.53	\$ 33,000.00	\$ 1,568,490.00	1	\$ 1,568,490.00
	Departamento D	81.58	\$ 27,500.00	\$ 2,243,450.00	1	\$ 1,568,490.00
	Departamento E	67.14	\$ 30,800.00	\$ 2,067,912.00	1	\$ 2,067,912.00
	Departamento F	81.55	\$ 27,500.00	\$ 2,242,625.00	1	\$ 2,242,625.00
	Departamento G	47.58	\$ 33,000.00	\$ 1,570,140.00	1	\$ 1,570,140.00
	Departamento H	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento I	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento J	64.87	\$ 30,800.00	\$ 1,997,996.00	1	\$ 1,997,996.00

Tabla 64. Números generadores ingresos vivienda nivel 01 al 08 Escenario B

Fuente: Elaboración propia

NÚMEROS GENERADORES INGRESOS						
Áreas Privativas construidas		Superficie	Precio venta	Valor de vta.	Número de	Ingreso
Nivel	Descripción	x unidad	x mt2.	x unidad	unidades	neto
Nivel 09	Departamento A	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento B	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento C	47.53	\$ 33,000.00	\$ 1,568,490.00	1	\$ 1,568,490.00
	Departamento D	81.58	\$ 27,500.00	\$ 2,243,450.00	1	\$ 2,243,450.00
	Departamento E	67.14	\$ 30,800.00	\$ 2,067,912.00	1	\$ 2,067,912.00
	Departamento F	81.55	\$ 27,500.00	\$ 2,242,625.00	1	\$ 2,242,625.00
	Departamento G	47.58	\$ 33,000.00	\$ 1,570,140.00	1	\$ 1,570,140.00
	Departamento H	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento I	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento J	64.87	\$ 30,800.00	\$ 1,997,996.00	1	\$ 1,997,996.00
Nivel 10	Departamento A	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento B	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento C	47.53	\$ 33,000.00	\$ 1,568,490.00	1	\$ 1,568,490.00
	Departamento D	81.58	\$ 27,500.00	\$ 2,243,450.00	1	\$ 2,243,450.00
	Departamento E	67.14	\$ 30,800.00	\$ 2,067,912.00	1	\$ 2,067,912.00
	Departamento F	81.55	\$ 27,500.00	\$ 2,242,625.00	1	\$ 2,242,625.00
	Departamento G	47.58	\$ 33,000.00	\$ 1,570,140.00	1	\$ 1,570,140.00
	Departamento H	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento I	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento J	64.87	\$ 30,800.00	\$ 1,997,996.00	1	\$ 1,997,996.00
Nivel 11	Departamento A	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento B	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento C	47.53	\$ 33,000.00	\$ 1,568,490.00	1	\$ 1,568,490.00
	Departamento D	81.58	\$ 27,500.00	\$ 2,243,450.00	1	\$ 2,243,450.00
	Departamento E	67.14	\$ 30,800.00	\$ 2,067,912.00	1	\$ 2,067,912.00
	Departamento F	81.55	\$ 27,500.00	\$ 2,242,625.00	1	\$ 2,242,625.00
	Departamento G	47.58	\$ 33,000.00	\$ 1,570,140.00	1	\$ 1,570,140.00
	Departamento H	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento I	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento J	64.87	\$ 30,800.00	\$ 1,997,996.00	1	\$ 1,997,996.00
Nivel 12	Departamento A	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento B	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento C	47.53	\$ 33,000.00	\$ 1,568,490.00	1	\$ 1,568,490.00
	Departamento D	81.58	\$ 27,500.00	\$ 2,243,450.00	1	\$ 2,243,450.00
	Departamento E	67.14	\$ 30,800.00	\$ 2,067,912.00	1	\$ 2,067,912.00
	Departamento F	81.55	\$ 27,500.00	\$ 2,242,625.00	1	\$ 2,242,625.00
	Departamento G	47.58	\$ 33,000.00	\$ 1,570,140.00	1	\$ 1,570,140.00
	Departamento H	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento I	83.37	\$ 27,500.00	\$ 2,292,675.00	1	\$ 2,292,675.00
	Departamento J	64.87	\$ 30,800.00	\$ 1,997,996.00	1	\$ 1,997,996.00
Sub-total de ingresos vivienda						\$ 183,523,340.00

Tabla 65. Números generadores ingresos vivienda nivel 09 al 12 Escenario B

Fuente: Elaboración propia

NÚMEROS GENERADORES INGRESOS						
Áreas Privativas construidas		Superficie	Precio venta	Valor de vta.	Número de	Ingreso
Nivel	Descripción	x unidad	x mt2.	x unidad	unidades	neto
Nivel 01	Local ancla 01	984.14 M2.	\$ 25,000.00	\$ 24,603,500.00	1	\$ 24,603,500.00
	Local 01	50.15 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,253,750.00	1	\$ 1,253,750.00
	Local 02	40.80 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,020,000.00	1	\$ 1,020,000.00
	Local 03	47.20 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,180,000.00	1	\$ 1,180,000.00
	Local 04	38.40 M2.	\$ 25,000.00	\$ 960,000.00	1	\$ 960,000.00
	Local 05	47.79 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,194,750.00	1	\$ 1,194,750.00
	Local 06	38.88 M2.	\$ 25,000.00	\$ 972,000.00	1	\$ 972,000.00
	Local 07	47.20 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,180,000.00	1	\$ 1,180,000.00
	Local 08	38.40 M2.	\$ 25,000.00	\$ 960,000.00	1	\$ 960,000.00
	Local 09	61.36 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,534,000.00	1	\$ 1,534,000.00
	Local 10	49.92 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,248,000.00	1	\$ 1,248,000.00
	Local 11	82.32 M2.	\$ 25,000.00	\$ 2,058,000.00	1	\$ 2,058,000.00
	Local 12	78.40 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,960,000.00	1	\$ 1,960,000.00
Nivel 02	Local 13	84.28 M2.	\$ 25,000.00	\$ 2,107,000.00	1	\$ 2,107,000.00
	Local ancla 02	376.2	\$ 20,000.00	\$ 7,524,000.00	1	\$ 7,524,000.00
	Local ancla 03	461.61	\$ 20,000.00	\$ 9,232,200.00	1	\$ 9,232,200.00
	Local 14	40.27	\$ 20,000.00	\$ 805,400.00	1	\$ 805,400.00
	Local 15	36.2	\$ 20,000.00	\$ 724,000.00	1	\$ 724,000.00
	Local 16	36.2	\$ 20,000.00	\$ 724,000.00	1	\$ 724,000.00
	Local 17	36.58	\$ 20,000.00	\$ 731,600.00	1	\$ 731,600.00
	Local 18	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 19	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 20	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 21	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 22	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 23	40.18	\$ 20,000.00	\$ 803,600.00	1	\$ 803,600.00
	Local 24	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 25	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 26	101.92	\$ 20,000.00	\$ 2,038,400.00	1	\$ 2,038,400.00
	Local 27	54.45	\$ 20,000.00	\$ 1,089,000.00	1	\$ 1,089,000.00
	Local 28	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00
	Local 29	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00
	Local 30	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00
	Local 31	49.01	\$ 20,000.00	\$ 980,200.00	1	\$ 980,200.00
	Local 32	49.01	\$ 20,000.00	\$ 980,200.00	1	\$ 980,200.00
	Local 33	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00
Local 34	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00	
Local 35	125.84	\$ 20,000.00	\$ 2,516,800.00	1	\$ 2,516,800.00	
Sub-total de ingresos comercio						\$ 80,708,400.00

Tabla 66. Números generadores ingresos comercio Escenario B
Fuente: Elaboración propia

NÚMEROS GENERADORES INGRESOS						
Áreas Privativas construidas		Superficie	Precio venta	Valor de vta.	Número de	Ingreso
Nivel	Descripción	x unidad	x mt2.	x unidad	unidades	neto
Nivel 03	Terraza roofgarden corporativo	270.84	\$ 11,000.00	\$ 2,979,240.00	1	\$ 2,979,240.00
Nivel 04	Piso de venta corporativo	1096.28	\$ 33,000.00	\$ 36,177,240.00	1	\$ 36,177,240.00
Nivel 05	Piso de venta corporativo	1096.28	\$ 33,000.00	\$ 36,177,240.00	1	\$ 36,177,240.00
Nivel 06	Piso de venta corporativo	1096.28	\$ 33,000.00	\$ 36,177,240.00	1	\$ 36,177,240.00
Nivel 07	Piso de venta corporativo	1096.28	\$ 33,000.00	\$ 36,177,240.00	1	\$ 36,177,240.00
Nivel 08	Piso de venta corporativo	487.36	\$ 33,000.00	\$ 16,082,880.00	1	\$ 16,082,880.00
Sub-total de ingresos corporativo						\$ 199,948,320.00
Ingresos totales estimado						\$ 464,180,060.00

DIFERENCIAS	
Costo total integrado (estimado) (-) ingresos totales (estimado)	\$62,577,448.40
Ganancia contra inversión total	15.58%

Tabla 67. Números generadores ingresos oficinas y diferencias del costo vs ingresos totales
Escenario B
Fuente: Elaboración propia

Con el ajuste realizado en el presupuesto ahora la ganancia del proyecto es de \$62'577,448.40 MXN lo que representa una ganancia contra la inversión total del 15.58% que es 1% más eficiente que el escenario anterior. A pesar de que en este escenario ya se cumple con el 15% de ganancia aún se pueden realizar otras estrategias de negocio para mejorar el porcentaje de ganancia del proyecto.

Escenario C: modelo sustentable mejorado

En este escenario se toman como base los resultados obtenidos en el escenario B, debido a que es el que beneficia tanto al usuario de la torre como al desarrollador. A pesar de que en el escenario B el proyecto ya se encuentra mejorado, se realizaron cuatro estrategias financieras para hacer más eficiente el modelo de negocio.

- Desincentivar el uso del automóvil a través de la venta de los cajones de estacionamiento en la vivienda y oficinas. Se puede reducir el precio de venta de los departamentos si se venden los cajones de estacionamiento por separado para beneficiar a los usuarios que utilicen medios de transporte alternativos. Con la ubicación del proyecto en una zona con tantas alternativas de transporte el automóvil se vuelve un lujo y no una necesidad. El único uso de suelo al que se le dará estacionamiento incluido será al comercio debido a que puede tener locales comerciales que atiendan usuarios de nivel regional y acuda gente que recorra grandes distancias.
- De acuerdo con el Artículo 120, inciso II del Reglamento de Gestión Integral del Municipio de Guadalajara se pueden disminuir hasta un 70% los cajones de estacionamiento requeridos en zonas de conservación patrimonial. El proyecto arquitectónico propuesto se encuentra ubicado en el perímetro B del Municipio de Guadalajara por lo que es factible quitar un sótano de estacionamiento, lo cual, además de generar un ahorro considerable en el

costo de ejecución de la obra, contribuye a alejarse aún más de los mantos freáticos.

- Escalonar los precios de venta de los departamentos a través del incremento de precio en los departamentos con mejores vistas. Debido a que el proyecto cuenta con elevadores los departamentos de los niveles superiores son los que cuentan con las mejores vistas de la ciudad por lo que son los que tendrán mayor plusvalía y vuelve factible incrementar sus precios de venta.
- Otra estrategia financiera en este modelo de negocio fue considerar una aportación inicial del costo del terreno de un 50% para reducir el costo del financiamiento para realizar la obra y aumentar el porcentaje de ganancia contra la inversión total.

En las Tablas 68 a 71 se muestran los precios de venta por uso de suelo y la comparativa del costo total integrado contra los ingresos totales del proyecto una vez integradas las dos estrategias mencionadas anteriormente.

NÚMEROS GENERADORES INGRESOS						
Áreas Privativas construidas		Superficie Precio venta		Valor de vta.	Número de	Ingreso
Nivel	Descripción	x unidad	x mt2.	x unidad	unidades	neto
Nivel 03	Departamento A	83.37	\$ 20,000.00	\$ 1,667,400.00	1	\$ 1,667,400.00
	Departamento B	43.93	\$ 25,000.00	\$ 1,098,250.00	1	\$ 1,098,250.00
	Departamento C	47.53	\$ 25,000.00	\$ 1,188,250.00	1	\$ 1,188,250.00
	Departamento D	81.58	\$ 20,000.00	\$ 1,631,600.00	1	\$ 1,631,600.00
	Departamento E	67.14	\$ 23,000.00	\$ 1,544,220.00	1	\$ 1,544,220.00
	Departamento J	64.87	\$ 23,000.00	\$ 1,492,010.00	1	\$ 1,492,010.00
Nivel 04	Departamento A	83.37	\$ 20,000.00	\$ 1,667,400.00	1	\$ 1,667,400.00
	Departamento B	43.93	\$ 25,000.00	\$ 1,098,250.00	1	\$ 1,098,250.00
	Departamento C	47.53	\$ 25,000.00	\$ 1,188,250.00	1	\$ 1,188,250.00
	Departamento D	81.58	\$ 20,000.00	\$ 1,631,600.00	1	\$ 1,631,600.00
	Departamento E	67.14	\$ 23,000.00	\$ 1,544,220.00	1	\$ 1,544,220.00
	Departamento F	81.55	\$ 20,000.00	\$ 1,631,000.00	1	\$ 1,631,000.00
	Departamento G	47.58	\$ 25,000.00	\$ 1,189,500.00	1	\$ 1,189,500.00
	Departamento H	43.93	\$ 25,000.00	\$ 1,098,250.00	1	\$ 1,098,250.00
	Departamento I	83.37	\$ 20,000.00	\$ 1,667,400.00	1	\$ 1,667,400.00
	Departamento J	64.87	\$ 23,000.00	\$ 1,492,010.00	1	\$ 1,492,010.00
Nivel 05	Departamento A	83.37	\$ 22,000.00	\$ 1,834,140.00	1	\$ 1,834,140.00
	Departamento B	43.93	\$ 27,000.00	\$ 1,186,110.00	1	\$ 1,186,110.00
	Departamento C	47.53	\$ 27,000.00	\$ 1,283,310.00	1	\$ 1,283,310.00
	Departamento D	81.58	\$ 22,000.00	\$ 1,794,760.00	1	\$ 1,794,760.00
	Departamento E	67.14	\$ 25,000.00	\$ 1,678,500.00	1	\$ 1,678,500.00
	Departamento F	81.55	\$ 22,000.00	\$ 1,794,100.00	1	\$ 1,794,100.00
	Departamento G	47.58	\$ 27,000.00	\$ 1,284,660.00	1	\$ 1,284,660.00
	Departamento H	43.93	\$ 27,000.00	\$ 1,186,110.00	1	\$ 1,186,110.00
	Departamento I	83.37	\$ 22,000.00	\$ 1,834,140.00	1	\$ 1,834,140.00
	Departamento J	64.87	\$ 25,000.00	\$ 1,621,750.00	1	\$ 1,621,750.00
Nivel 06	Departamento A	83.37	\$ 22,000.00	\$ 1,834,140.00	1	\$ 1,834,140.00
	Departamento B	43.93	\$ 27,000.00	\$ 1,186,110.00	1	\$ 1,186,110.00
	Departamento C	47.53	\$ 27,000.00	\$ 1,283,310.00	1	\$ 1,283,310.00
	Departamento D	81.58	\$ 22,000.00	\$ 1,794,760.00	1	\$ 1,794,760.00
	Departamento E	67.14	\$ 25,000.00	\$ 1,678,500.00	1	\$ 1,678,500.00
	Departamento F	81.55	\$ 22,000.00	\$ 1,794,100.00	1	\$ 1,794,100.00
	Departamento G	47.58	\$ 27,000.00	\$ 1,284,660.00	1	\$ 1,284,660.00
	Departamento H	43.93	\$ 27,000.00	\$ 1,186,110.00	1	\$ 1,186,110.00
	Departamento I	83.37	\$ 22,000.00	\$ 1,834,140.00	1	\$ 1,834,140.00
	Departamento J	64.87	\$ 25,000.00	\$ 1,621,750.00	1	\$ 1,621,750.00
Nivel 07	Departamento A	83.37	\$ 24,000.00	\$ 2,000,880.00	1	\$ 2,000,880.00
	Departamento B	43.93	\$ 29,000.00	\$ 1,273,970.00	1	\$ 1,273,970.00
	Departamento C	47.53	\$ 29,000.00	\$ 1,378,370.00	1	\$ 1,378,370.00
	Departamento D	81.58	\$ 24,000.00	\$ 1,957,920.00	1	\$ 1,957,920.00
	Departamento E	67.14	\$ 27,000.00	\$ 1,812,780.00	1	\$ 1,812,780.00
	Departamento F	81.55	\$ 24,000.00	\$ 1,957,200.00	1	\$ 1,957,200.00
	Departamento G	47.58	\$ 29,000.00	\$ 1,379,820.00	1	\$ 1,379,820.00
	Departamento H	43.93	\$ 29,000.00	\$ 1,273,970.00	1	\$ 1,273,970.00
	Departamento I	83.37	\$ 24,000.00	\$ 2,000,880.00	1	\$ 2,000,880.00
	Departamento J	64.87	\$ 27,000.00	\$ 1,751,490.00	1	\$ 1,751,490.00
Nivel 08	Departamento A	83.37	\$ 24,000.00	\$ 2,000,880.00	1	\$ 2,000,880.00
	Departamento B	43.93	\$ 29,000.00	\$ 1,273,970.00	1	\$ 1,273,970.00
	Departamento C	47.53	\$ 29,000.00	\$ 1,378,370.00	1	\$ 1,378,370.00
	Departamento D	81.58	\$ 24,000.00	\$ 1,957,920.00	1	\$ 1,957,920.00
	Departamento E	67.14	\$ 27,000.00	\$ 1,812,780.00	1	\$ 1,812,780.00
	Departamento F	81.55	\$ 24,000.00	\$ 1,957,200.00	1	\$ 1,957,200.00
	Departamento G	47.58	\$ 29,000.00	\$ 1,379,820.00	1	\$ 1,379,820.00
	Departamento H	43.93	\$ 29,000.00	\$ 1,273,970.00	1	\$ 1,273,970.00
	Departamento I	83.37	\$ 24,000.00	\$ 2,000,880.00	1	\$ 2,000,880.00
	Departamento J	64.87	\$ 27,000.00	\$ 1,751,490.00	1	\$ 1,751,490.00

Tabla 68. Números generadores ingresos vivienda nivel 01 al 08 Escenario C
Fuente: Elaboración propia

NÚMEROS GENERADORES INGRESOS						
Áreas Privativas construidas		Superficie Precio venta		Valor de vta.	Número de	Ingreso
Nivel	Descripción	x unidad	x mt2.	x unidad	unidades	neto
Nivel 09	Departamento A	83.37	\$ 26,000.00	\$ 2,167,620.00	1	\$ 2,167,620.00
	Departamento B	43.93	\$ 31,000.00	\$ 1,361,830.00	1	\$ 1,361,830.00
	Departamento C	47.53	\$ 31,000.00	\$ 1,473,430.00	1	\$ 1,473,430.00
	Departamento D	81.58	\$ 26,000.00	\$ 2,121,080.00	1	\$ 2,121,080.00
	Departamento E	67.14	\$ 29,000.00	\$ 1,947,060.00	1	\$ 1,947,060.00
	Departamento F	81.55	\$ 26,000.00	\$ 2,120,300.00	1	\$ 2,120,300.00
	Departamento G	47.58	\$ 31,000.00	\$ 1,474,980.00	1	\$ 1,474,980.00
	Departamento H	43.93	\$ 31,000.00	\$ 1,361,830.00	1	\$ 1,361,830.00
	Departamento I	83.37	\$ 26,000.00	\$ 2,167,620.00	1	\$ 2,167,620.00
	Departamento J	64.87	\$ 29,000.00	\$ 1,881,230.00	1	\$ 1,881,230.00
Nivel 10	Departamento A	83.37	\$ 26,000.00	\$ 2,167,620.00	1	\$ 2,167,620.00
	Departamento B	43.93	\$ 31,000.00	\$ 1,361,830.00	1	\$ 1,361,830.00
	Departamento C	47.53	\$ 31,000.00	\$ 1,473,430.00	1	\$ 1,473,430.00
	Departamento D	81.58	\$ 26,000.00	\$ 2,121,080.00	1	\$ 2,121,080.00
	Departamento E	67.14	\$ 29,000.00	\$ 1,947,060.00	1	\$ 1,947,060.00
	Departamento F	81.55	\$ 26,000.00	\$ 2,120,300.00	1	\$ 2,120,300.00
	Departamento G	47.58	\$ 31,000.00	\$ 1,474,980.00	1	\$ 1,474,980.00
	Departamento H	43.93	\$ 31,000.00	\$ 1,361,830.00	1	\$ 1,361,830.00
	Departamento I	83.37	\$ 26,000.00	\$ 2,167,620.00	1	\$ 2,167,620.00
	Departamento J	64.87	\$ 29,000.00	\$ 1,881,230.00	1	\$ 1,881,230.00
Nivel 11	Departamento A	83.37	\$ 28,000.00	\$ 2,334,360.00	1	\$ 2,334,360.00
	Departamento B	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento C	47.53	\$ 33,000.00	\$ 1,568,490.00	1	\$ 1,568,490.00
	Departamento D	81.58	\$ 28,000.00	\$ 2,284,240.00	1	\$ 2,284,240.00
	Departamento E	67.14	\$ 31,000.00	\$ 2,081,340.00	1	\$ 2,081,340.00
	Departamento F	81.55	\$ 28,000.00	\$ 2,283,400.00	1	\$ 2,283,400.00
	Departamento G	47.58	\$ 33,000.00	\$ 1,570,140.00	1	\$ 1,570,140.00
	Departamento H	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento I	83.37	\$ 28,000.00	\$ 2,334,360.00	1	\$ 2,334,360.00
	Departamento J	64.87	\$ 31,000.00	\$ 2,010,970.00	1	\$ 2,010,970.00
Nivel 12	Departamento A	83.37	\$ 28,000.00	\$ 2,334,360.00	1	\$ 2,334,360.00
	Departamento B	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento C	47.53	\$ 33,000.00	\$ 1,568,490.00	1	\$ 1,568,490.00
	Departamento D	81.58	\$ 28,000.00	\$ 2,284,240.00	1	\$ 2,284,240.00
	Departamento E	67.14	\$ 31,000.00	\$ 2,081,340.00	1	\$ 2,081,340.00
	Departamento F	81.55	\$ 28,000.00	\$ 2,283,400.00	1	\$ 2,283,400.00
	Departamento G	47.58	\$ 33,000.00	\$ 1,570,140.00	1	\$ 1,570,140.00
	Departamento H	43.93	\$ 33,000.00	\$ 1,449,690.00	1	\$ 1,449,690.00
	Departamento I	83.37	\$ 28,000.00	\$ 2,334,360.00	1	\$ 2,334,360.00
	Departamento J	64.87	\$ 31,000.00	\$ 2,010,970.00	1	\$ 2,010,970.00
Sub-total de ingresos vivienda						\$ 161,707,100.00

Tabla 69. Números generadores ingresos vivienda nivel 09 al 12 Escenario C

Fuente: Elaboración propia

NÚMEROS GENERADORES INGRESOS						
Áreas Privativas construidas		Superficie	Precio venta	Valor de vta.	Número de	Ingreso
Nivel	Descripción	x unidad	x mt2.	x unidad	unidades	neto
Nivel 01	Local ancla 01	984.14 M2.	\$ 25,000.00	\$ 24,603,500.00	1	\$ 24,603,500.00
	Local 01	50.15 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,253,750.00	1	\$ 1,253,750.00
	Local 02	40.80 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,020,000.00	1	\$ 1,020,000.00
	Local 03	47.20 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,180,000.00	1	\$ 1,180,000.00
	Local 04	38.40 M2.	\$ 25,000.00	\$ 960,000.00	1	\$ 960,000.00
	Local 05	47.79 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,194,750.00	1	\$ 1,194,750.00
	Local 06	38.88 M2.	\$ 25,000.00	\$ 972,000.00	1	\$ 972,000.00
	Local 07	47.20 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,180,000.00	1	\$ 1,180,000.00
	Local 08	38.40 M2.	\$ 25,000.00	\$ 960,000.00	1	\$ 960,000.00
	Local 09	61.36 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,534,000.00	1	\$ 1,534,000.00
	Local 10	49.92 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,248,000.00	1	\$ 1,248,000.00
	Local 11	82.32 M2.	\$ 25,000.00	\$ 2,058,000.00	1	\$ 2,058,000.00
	Local 12	78.40 M2.	\$ 25,000.00	\$ 1,960,000.00	1	\$ 1,960,000.00
Local 13	84.28 M2.	\$ 25,000.00	\$ 2,107,000.00	1	\$ 2,107,000.00	
Nivel 02	Local ancla 02	376.2	\$ 20,000.00	\$ 7,524,000.00	1	\$ 7,524,000.00
	Local ancla 03	461.61	\$ 20,000.00	\$ 9,232,200.00	1	\$ 9,232,200.00
	Local 14	40.27	\$ 20,000.00	\$ 805,400.00	1	\$ 805,400.00
	Local 15	36.2	\$ 20,000.00	\$ 724,000.00	1	\$ 724,000.00
	Local 16	36.2	\$ 20,000.00	\$ 724,000.00	1	\$ 724,000.00
	Local 17	36.58	\$ 20,000.00	\$ 731,600.00	1	\$ 731,600.00
	Local 18	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 19	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 20	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 21	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 22	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 23	40.18	\$ 20,000.00	\$ 803,600.00	1	\$ 803,600.00
	Local 24	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 25	39.2	\$ 20,000.00	\$ 784,000.00	1	\$ 784,000.00
	Local 26	101.92	\$ 20,000.00	\$ 2,038,400.00	1	\$ 2,038,400.00
	Local 27	54.45	\$ 20,000.00	\$ 1,089,000.00	1	\$ 1,089,000.00
	Local 28	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00
	Local 29	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00
	Local 30	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00
	Local 31	49.01	\$ 20,000.00	\$ 980,200.00	1	\$ 980,200.00
	Local 32	49.01	\$ 20,000.00	\$ 980,200.00	1	\$ 980,200.00
	Local 33	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00
Local 34	48.4	\$ 20,000.00	\$ 968,000.00	1	\$ 968,000.00	
Local 35	125.84	\$ 20,000.00	\$ 2,516,800.00	1	\$ 2,516,800.00	
Sub-total de ingresos comercio						\$ 80,708,400.00

Tabla 70. Números generadores ingresos comercio Escenario C
Fuente: Elaboración propia

NÚMEROS GENERADORES INGRESOS						
Áreas Privativas construidas		Superficie	Precio venta	Valor de vta.	Número de	Ingreso
Nivel	Descripción	x unidad	x mt2.	x unidad	unidades	neto
Nivel 03	Terraza roofgarden corporativo	270.84	\$ 10,000.00	\$ 2,708,400.00	1	\$ 2,708,400.00
Nivel 04	Piso de venta corporativo	1096.28	\$ 30,000.00	\$ 32,888,400.00	1	\$ 32,888,400.00
Nivel 05	Piso de venta corporativo	1096.28	\$ 30,000.00	\$ 32,888,400.00	1	\$ 32,888,400.00
Nivel 06	Piso de venta corporativo	1096.28	\$ 30,000.00	\$ 32,888,400.00	1	\$ 32,888,400.00
Nivel 07	Piso de venta corporativo	1096.28	\$ 30,000.00	\$ 32,888,400.00	1	\$ 32,888,400.00
Nivel 08	Piso de venta corporativo	487.36	\$ 30,000.00	\$ 14,620,800.00	1	\$ 14,620,800.00
Sub-total de ingresos corporativo						\$ 181,771,200.00
Sótano 01	Cajones de estacionamiento vivienda y oficinas	136	\$ 250,000.00	\$ 34,000,000.00	1	\$ 34,000,000.00
Sótano 02	Cajones de estacionamiento comercio	150	\$ -	\$ -	1	\$ -
Sótano 03	Se elimina en este escenario	0	\$ -	\$ -	0	\$ -
Sub-total de ingresos estacionamiento						\$ 34,000,000.00
Ingresos totales estimado						\$ 458,186,700.00

DIFERENCIAS		
Costo total integrado (estimado) (-) ingresos totales (estimado)		\$ 144,912,867.61
Ganancia contra inversión total		46.26%

Tabla 71. Números generadores ingresos oficinas y diferencias del costo vs ingresos totales
Escenario C
Fuente: Elaboración propia

Con la aplicación de estas cuatro estrategias financieras ahora la ganancia del proyecto es de \$144,912,867.61 MXN pesos que representa un porcentaje de ganancia contra la inversión total del 46.26%. Esto quiere decir que ahora el proyecto es más atractivo tanto para los desarrolladores e inversionistas, como para los compradores debido a las variaciones de precios de adquisición.

Con estas estrategias se sugiere que el inversionista que aporte la mitad del terreno obtendrá como ganancia aproximadamente 2,500 metros cuadrados de los locales comerciales con un retorno de la inversión del 1.6% más lo que obtenga por la renta de los locales.

A través de las estrategias de financiamiento y comercialización que se expusieron anteriormente, la información obtenida sugiere que con dichas medidas sería posible adquirir una vivienda de 43.93 metros cuadrados con una inversión inicial de un millón de pesos en un área de gran plusvalía de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Si bien es cierto que este precio aún está fuera del alcance del mayor porcentaje de la población, de acuerdo con la distribución de nivel socio económico en la Zona Metropolitana de Guadalajara (Tabla 22, pág. 110), ahora el nivel socio económico C, un hogar con ingresos promedio mensuales de \$20,062 pesos, y que representa un 19% de la población, tendría acceso a un crédito hipotecario para adquirir una vivienda de 43.93 metros cuadrados en esta edificación. (Ver tabla de amortización Bancomer en Anexo 01).

4.7.2. Beneficios para el usuario

Con toda la información recopilada sobre el proyecto y sus costos de ejecución se puede decir que existe una gran cantidad de beneficios tanto para los usuarios como para los inversionistas y desarrolladores. En el Gráfico 15 se muestran los beneficios existentes al desarrollar proyectos de construcción verdes de acuerdo con el World Green Building Council.

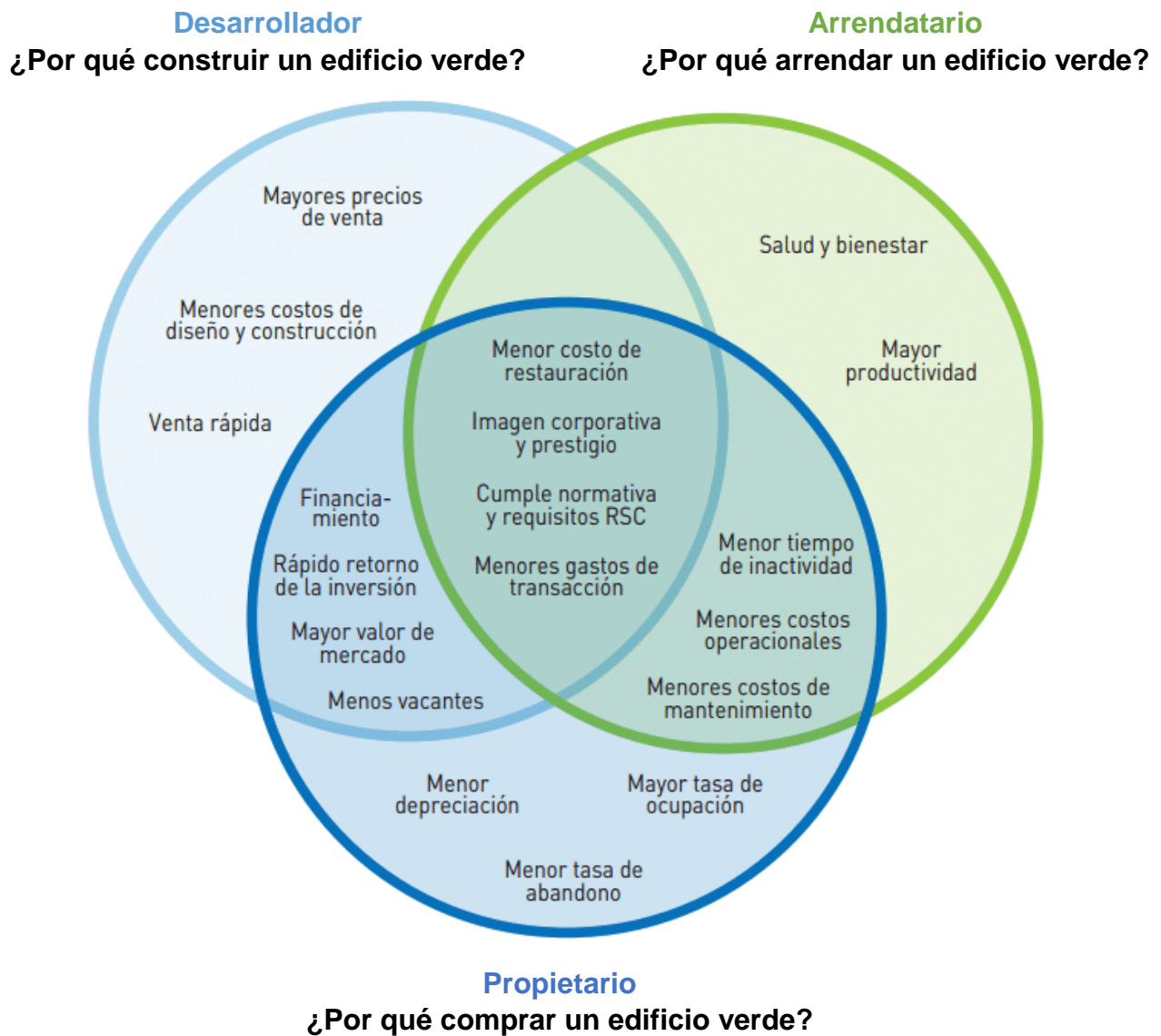


Gráfico 15. Beneficios de los edificios verdes.
Fuente: Elaboración propia con datos del informe World Green Building Council

Dimensión económica

Desde la dimensión económica de la sustentabilidad, el construir, rentar o habitar un edificio con características sustentables puede tener beneficios como: menores costos operacionales y de mantenimiento, menor depreciación, menores costos de restauración y aunque la inversión inicial es un poco mayor con los beneficios que ofrece el edificio, la venta se vuelve más rápida y puede mejorar el retorno de la inversión.

En el caso del proyecto de edificación vertical de usos mixtos de alta densidad trabajado en el presente trabajo de obtención de grado, el incremento del costo general del proyecto fue apenas del 7% lo cual era de esperarse, debido a que la industria de la construcción ha presentado avances en su capacidad para desarrollar edificaciones, materiales y accesorios sustentables que se traducen en menores costos y precios eficientes en las edificaciones.

En el Gráfico 16 se muestra un ejemplo del incremento de los costos reales de construcción en proyectos con certificación LEED. Con el paso del tiempo, los costos adicionales de construir edificaciones sustentables se han ido reduciendo hasta llegar a porcentajes mínimos.

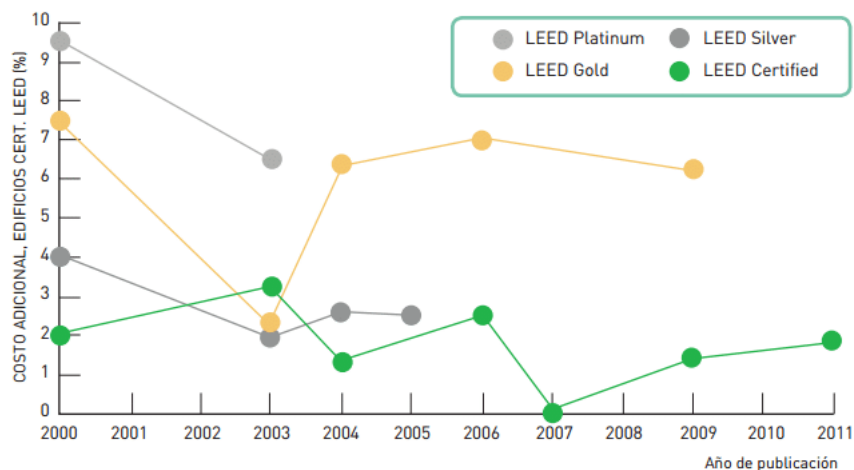


Gráfico 16. Porcentaje de incremento de precio de edificaciones con certificación LEED del año 2000 al 2011.

Fuente: Elaboración propia con datos del informe World Green Building Council

Dimensión ambiental

La dimensión ambiental de la sustentabilidad es la que trae mayores beneficios en este proyecto ya que la razón principal por la que se crean edificaciones sustentables es para minimizar los impactos negativos al medio ambiente.

Con la implementación de las estrategias de diseño sustentable en el proyecto se logran mejoras en:

Localización y transporte. Los usuarios cuentan con diversas opciones de movilidad para acceder al edificio, facilidades ciclistas y cercanía a diversos usos de suelo y equipamientos.

- Sitio sustentable. Los usuarios cuentan con espacios públicos tanto en el interior como en el exterior de la edificación, materiales especiales para reducir el efecto isla de calor y mantener los espacios interiores frescos y recolección de agua de lluvias para ayudar a evitar inundaciones.
- Uso eficiente del recurso hídrico. Los usuarios cuentan con accesorios de baño ahorradores y reutilización de agua de lluvia en sanitarios y llaves de riego lo que reduce sus consumos de agua y beneficia tanto en el ámbito económico, como en el ambiental.
- Eficiencia energética. Al igual que en el punto anterior, además de beneficiar al medio ambiente con la reducción de consumo energético, se ven mejoras sustanciales en el ámbito económico. Con el modelado energético que se realizó para el proyecto se comprobó que el edificio es hasta cuatro veces más eficiente que un edificio sin estrategias de ahorro energético.
- Materiales y recursos. Con la utilización de materiales de construcción sustentables los usuarios se ven beneficiados puesto a que este tipo de

materiales generan menos contaminantes y en los espacios interiores mejora la calidad del aire. También son materiales más duraderos y resilientes.

- Calidad del ambiente interior. Respecto a este punto, los usuarios cuentan con mayor aprovechamiento de la luz natural, confort térmico, vistas de calidad y ventilaciones naturales que benefician su calidad de vida.

Dimensión social

La dimensión social de la sustentabilidad trata sobre la interacción del usuario con su entorno inmediato. Los beneficios sociales que pueden existir con la creación de edificaciones verticales de uso mixto de alta densidad sustentables como el presentado en el presente proyecto son dos:

- Con la creación de un espacio público en la planta baja se forma un espacio de convivencia tanto para los usuarios de la torre, como para los del contexto inmediato y alrededores. Este tipo de espacios fomenta la interacción social.
- A pesar de que la vivienda sigue estando fuera del alcance de gran cantidad de la población, con las estrategias financieras realizadas el proyecto se vuelve accesible para el nivel socio-económico C-. Con la variedad de tamaños de unidades de vivienda será posible cohesionar a tres tipos de familias.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar un proyecto de edificación vertical de alta densidad en un predio de uso mixto en un área central del municipio de Guadalajara que combine el uso habitacional, comercial y de oficinas, donde se implementen estrategias de diseño que tomen en cuenta las distintas dimensiones de la sustentabilidad, para minimizar los impactos al medioambiente y su entorno inmediato.

Para tal fin, se analizaron las áreas centrales del municipio de Guadalajara para identificar predios susceptibles a ser desarrollados con un modelo de urbanización de alta densidad y usos de suelo mixto.

Se analizó específicamente el Distrito 2 “Minerva” Sub-distrito 7 “Arcos-Ladrón de Guevara” donde se encontró que, de acuerdo con el Plan Parcial vigente, si se aplican los coeficientes de edificación para corredores de impacto medio que permiten uso de suelo mixto y alta densidad en avenidas como Av. México, Av. Hidalgo y Av. La Paz, la capacidad señalada en el plan parcial correspondiente abarca una superficie de 273,600 m² de terreno y un potencial para construir 2,462,000 m² de edificación vertical.

Un ejemplo de utilización de los predios podría ser destinar el 40% del área de desplante de los proyectos para espacios verdes y de esparcimiento, que se integren a la ciudad (109,440 m²), y el resto del nivel de desplante a otros usos de servicio y equipamiento, con una superficie de 164,160 m². Este incremento de espacios verdes y de esparcimiento puede traducirse en una mejora en la calidad de vida de los usuarios de la ciudad. Por ejemplo, en el proyecto desarrollado en este trabajo, se destinó la mayor parte de la servidumbre frontal del predio como espacio abierto de índole público. Este espacio, además de funcionar como área verde recreativa para usuarios del complejo y externos, se integra a la ciudad mejorando el contexto urbano de la zona.

Dentro del mismo ejemplo, si se destina todo el siguiente nivel también para usos comerciales y de servicio se contaría con 273,600 m² adicionales para cubrir las necesidades de la zona. Lo que se puede traducir en una reducción de desplazamientos y en la utilización del automóvil.

Para cubrir la demanda de oficinas, también se podría destinar un 20% del ICUS, es decir, 492,480 m². Si el 57% restante, es decir 1,422,720 m² de metros cuadrados construibles, se destinan para vivienda, y se considera un promedio de 65 m² por vivienda, este gran total podría traducirse en más de 22,000 viviendas de distintas tipologías.

Esto sugiere que, si se utilizan al máximo los coeficientes de ocupación y utilización del suelo en avenidas de impacto medio, dentro del sub distrito que fue objeto de este trabajo, en un poco más de tres millones de metros cuadrados verticales, podrían cubrirse las necesidades de vivienda de municipios como El Salto que, en el año 2015 contaba con 44,921 viviendas habitadas. Una política urbana en este sentido tendría el potencial para frenar la construcción dispersa de viviendas que tuvo lugar en Tlajomulco del año 2000 al 2010, que fue del orden del 415 % (Tabla 2, Pág. 10). Lo anterior sugiere que, con la densificación de los predios intraurbanos, se podrían satisfacer las necesidades de vivienda de la población sin desarrollar predios en la periferia de la Zona Metropolitana de Guadalajara. Sin embargo, el costo de los predios en el centro de la ciudad, sumado con el bajo poder adquisitivo de los habitantes, hacen que este tipo de vivienda aún no sea accesible para hogares con ingresos inferiores a 20,062 pesos mexicanos mensuales.

No obstante, aunque el Sub Distrito 7 cuenta con fortalezas como infraestructura, equipamiento y coeficientes que harían posible este tipo de desarrollo, se identificaron diversas limitantes para que todos los habitantes de la Zona Metropolitana de Guadalajara tengan un acceso equitativo a este modelo de desarrollo urbano.

Primeramente, la carencia de predios para desarrollar proyectos de grandes dimensiones. Un ejemplo sería el predio donde se desarrolló el presente proyecto. Se eligió el predio donde actualmente se encuentra ubicado el Instituto Colón por la clasificación asignada en el plan parcial correspondiente, la ubicación privilegiada y sobre todo sus dimensiones. No obstante, es uno de los pocos predios dentro del Sub Distrito con estas características y para el desarrollo de edificaciones de uso mixto de alta densidad se requieren predios de grandes dimensiones. Esta realidad dificulta la replicabilidad del modelo propuesto en este trabajo.

En segundo lugar, otra limitante importante está relacionada con el factor económico. Actualmente, el costo de un predio en el Sub Distrito 7 ronda los 23,000 pesos mexicanos por metro cuadrado, razón por la cual los precios de los proyectos se elevan considerablemente y dificultan realizar proyectos de vivienda de interés social dentro de la zona. El predio que se desarrolló es un caso excepcional, puesto que en la zona no existen más predios con estas dimensiones, sin embargo, una alternativa para poder desarrollar proyectos de usos mixtos podría ser la combinación de varios predios para generar desarrollos de mayores densidades. Es posible que a través de la adquisición de predios de menores dimensiones juntos se puedan reducir los costos de adquisición de los terrenos. Sin embargo, para que estos modelos de vivienda y usos mixtos de alta densidad sean viables en áreas centrales de Guadalajara reducir el costo inicial del terreno es un factor clave.

En tercer lugar, otra de las problemáticas encontradas que determina fuertemente los precios de los predios en el Sub Distrito 07 son las políticas urbanas. En el estudio presentado el capítulo 4.2.3 Definición del contexto urbano, se encontró que únicamente en tres de los corredores principales es posible generar edificaciones de alta densidad, lo cual ocasiona que los precios de los predios privilegiados con esta condición se eleven de tal manera que impulsan la especulación y benefician a solamente a hogares con altos ingresos, lo que agrava la inequidad social en el acceso a vivienda digna, equipamiento y servicios. Una estrategia para disminuir esta oferta controlada que impulsa la especulación podría ser una modificación en

las políticas de urbanización de la ciudad donde algunos de los corredores secundarios permitan incrementar los coeficientes de densificación para generar mayor oferta de terrenos y disminuir los costos de adquisición del terreno.

Para la realización del proyecto se utilizó un predio dentro de esta zona de estudio y se buscó crear un proyecto de alta densidad para alcanzar precios de venta que fueran atractivos tanto para los usuarios de la vivienda, como para los inversionistas.

El predio seleccionado para este proyecto, ubicado en Av. México esquina con la calle Francisco Rojas González, cuenta con una superficie de 5,973.90 m² que tiene un uso de suelo de zonificación de comercios y servicios de impacto medio. Con la aplicación de los incrementos en los coeficientes de edificación, el proyecto propuesto logró hasta 43,012.08 m² de construcción. La propuesta presentada sugiere que se puede edificar una torre de hasta 12 niveles. Se propusieron los dos primeros niveles de comercio, con una superficie de 6,147.38 m², una torre para oficinas de 6 niveles, con una superficie de 6,653 m², y otra torre de 10 niveles de vivienda, con una superficie de 7,899.23 m².

Para el estacionamiento, se topó el límite de sótanos a 3 para cuidar el tema de los mantos freáticos que en la zona se encuentran cerca de los 11 metros de profundidad. Cada uno de los sótanos está destinado para uso de estacionamiento para el comercio, para viviendas y para las oficinas respectivamente, en una superficie de 5,900 m² por nivel. No obstante, ya avanzada la investigación se exploró un escenario donde únicamente se dejaron dos sótanos de estacionamiento, uno exclusivo para comercio, porque atiende usuarios a nivel regional, y otro con cajones de venta para vivienda y oficinas. Este cambio resultó en una solución interesante porque, además de desincentivar el uso del automóvil, minimizar la posibilidad de impactar en los mantos freáticos y mejorar el modelo de negocio, se redujeron los precios de venta de los departamentos y las utilidades del proyecto resultaron mucho mayores.

Respecto a la torre destinada para vivienda, se lograron desarrollar seis prototipos diferentes con las siguientes superficies: 83.37 m², 81.55 m², 64.87 m², 67.14 m², 47.58 m² y 43.93 m². De acuerdo con el presupuesto y el análisis financiero, se determinó que el precio de la unidad más pequeña, de 43.93 m², tendría un costo comercial de aproximadamente 1,098,250 pesos mexicanos. De acuerdo con la información recabada en este trabajo el 54% de la población de la Zona Metropolitana de Guadalajara podría adquirir un inmueble de estas características. Se requiere tener ingresos mensuales mayores a 20,062 pesos para que una institución de crédito otorgue a un hogar los recursos para su adquisición a través de una hipoteca.

Esta evidencia sugiere que las edificaciones de alta densidad y usos de suelo mixto en zonas centrales del municipio de Guadalajara pueden contribuir a evitar la expansión de la mancha urbana solamente de aquellos hogares que tienen ingresos mayores a 20,062 pesos mensuales y aceptan adquirir una vivienda en esta modalidad vertical de alta densidad. Esta no es una opción para el 46% de los hogares que reciben ingresos mensuales menores a 7 salarios mínimos.

En este proyecto se identificaron dos posibles escenarios para que un mayor porcentaje de la población tenga acceso a vivienda intraurbana. El primero sería que con el incremento y diversificación de la oferta de vivienda vertical de alta densidad en los predios intraurbanos se podría generar una mayor competencia entre los desarrolladores e inversionistas y con el paso del tiempo se genere una reducción de precios. No obstante, por las tendencias de crecimiento presentadas en la ciudad de Guadalajara, se identificó un segundo escenario menos favorable donde los costos de la vivienda no bajen conforme pase el tiempo si existen variables externas que influyan en el negocio de adquisición de vivienda, como el exceso de inversión en edificios y espacios que no buscan ser habitados en el corto plazo o que buscan ser habitados de manera temporal, por ejemplo, para rentarse vía Airbnb. A lo largo de toda la Zona Metropolitana de Guadalajara se observan edificios con departamentos que están vendidos, pero se encuentran vacíos en las

zonas de mayor plusvalía. Una posible medida para contrarrestar esta inversión en pisos vacíos sería gravar la vivienda desocupada con un impuesto como el que se aplica en Países Vascos, lo que podría generar una mayor competencia en los precios de renta y venta de vivienda y disminuir sus precios.

Por otro lado, desde la perspectiva de la sustentabilidad, la dimensión económica no es la única que no contribuye a resolver esta modalidad de vivienda vertical, ya que, al concentrar a los hogares con los ingresos más altos en estas edificaciones, podría contribuir a intensificar la segregación e inequidad social. El proyecto presentado únicamente satisface las necesidades de vivienda de usuarios con ingresos mayores a 7 salarios mínimos. Esto, además de ser una problemática social, se vuelve una problemática de políticas públicas y planeación urbana.

En este trabajo se identificaron varias problemáticas relacionadas con estos temas. Por ejemplo, que el crecimiento presentado en las ciudades mexicanas a lo largo de varios años se ha caracterizado por ser extensivo y desordenado. De acuerdo con Jusidman, C. este tipo de desarrollo, se constituye en un factor precursor de violencia al ser un proceso que hace relativamente difícil solucionar las problemáticas sociales, al aumentar el sentimiento de desconfianza entre las personas, además de generar un sentimiento de inseguridad. Otro factor identificado fue que, en la medida en que las ciudades se extienden de manera desmesurada, aumenta proporcionalmente el costo de la provisión de los servicios y equipamientos necesarios para la integración social y el bienestar de las familias; la inversión pública en infraestructura urbana y social se ve constantemente rezagada al tener que cubrirse áreas cada vez más amplias de territorio.

Otra de las problemáticas identificadas son las empresas inmobiliarias, las cuales, se convierten en poderes de facto que deciden hacia dónde y en qué condiciones crecen las ciudades, guiadas tanto por el interés de las ganancias por encima de cualquier consideración de ordenamiento territorial y mejoría en la calidad de vida de los habitantes. Una opción para evitar la segregación social podría ser la

configuración de barrios en zonas con predios de menor precio que la presentada en esta propuesta que aseguren un buen funcionamiento y que consideren la disponibilidad de servicios, áreas verdes y conectividad con el resto de la ciudad.

Desde la perspectiva de la sustentabilidad ambiental, este proyecto permitió identificar lo siguiente:

- Construir vivienda en la periferia de las ciudades incrementa la demanda de movilidad e infraestructura. Ante los problemas de movilidad, la creación de edificaciones con uso de suelo mixto favorece la solución de actividades cotidianas de los usuarios en un radio reducido, lo que puede minimizar la utilización del automóvil como principal medio de transporte. En cuanto al tema de infraestructura, el crecimiento vertical puede mejorar el aprovechamiento de los recursos urbanos debido a que se utilizan los recursos ya existentes en las zonas con infraestructura ya consolidada. El no expandir la red de infraestructura a la periferia de la ciudad se puede traducir en ahorros significativos para los recursos económicos públicos y pueden ser una reducción importante de la contaminación generada por la expansión de la ciudad.
- De acuerdo con la forma en la que los hogares realizan sus actividades diarias, una buena alternativa de vivir los espacios arquitectónicos es con la reducción de distancias entre las distintas actividades. Con desarrollos de uso mixto en áreas centrales de las ciudades, que cuenten con edificios de viviendas con alta densidad, menores dimensiones y sacrificando el cajón de estacionamiento, una mayor cantidad de la población podría tener acceso a vivir en zonas mejor conectadas y que tengan más equipamiento e infraestructura, lo que contribuiría a minimizar los desplazamientos en automóvil y los diversos impactos asociados.

-

- La creación de espacios públicos en las edificaciones dentro de las áreas centrales de Guadalajara podría permitir aumentar la cantidad de metros cuadrados de áreas verdes por habitante requeridos en el municipio de Guadalajara y acercarse más a los metros cuadrados de áreas verdes sugeridos por la Organización Mundial de la Salud. Por ejemplo, en el proyecto desarrollado en el presente trabajo, se generó un espacio público que además de ser un beneficio para los usuarios del edificio, aporta un espacio recreativo para los usuarios de la ciudad del cual, se hacen cargo los usuarios de la torre y se vuelve una aportación a la ciudad.
- Actualmente, el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito 2 se encuentra impugnado. Una de las principales razones son las afectaciones a los recursos hídricos y al medioambiente que generan las edificaciones de alta densidad. Sin embargo, el desarrollo de edificaciones verticales de uso mixto con características sustentables busca combatir las afectaciones al medio ambiente. La concentración de edificaciones de alta densidad en zonas céntricas de la ciudad contribuye por un lado a frenar las construcciones en zonas periféricas de la ciudad, cuyos usos deben estar protegidos por los servicios ambientales que prestan, y por otro lado a fomentar la reducción y reutilización del agua pluvial captada in situ. Con la generación de este tipo de edificios, existen argumentos que sugieren que la creación de edificaciones puede beneficiar al Sub Distrito Urbano 2 si se desarrollan desde la perspectiva de la sustentabilidad y se protegen los mantos freáticos.
- La utilización de estrategias de diseño pasivo y eco tecnologías en el proceso de diseño permitió identificar ahorros potenciales sustanciales en los consumos energéticos y de agua. En términos del consumo de agua, por ejemplo, se encontró que con la utilización de accesorios de baño y grifos de cocina ahorradores se pueden obtener ahorros de: 24.45% en las áreas comerciales, de 31.25% en la vivienda y de 24.65% en las oficinas. Adicionalmente, se pueden reutilizar 114.95 m³ de agua de lluvia mensuales en los sanitarios de las viviendas, lo que se traducen en ahorros de 1,379,400

litros de agua anuales. Esto quiere decir que, con la correcta planeación de las edificaciones y con aumento mínimo del costo de inversión inicial, pueden existir beneficios económicos tanto para los usuarios, como para el medio ambiente.

- Respecto al tema de la eficiencia energética, el análisis energético realizado en el programa Insight permitió identificar que con la utilización de materiales eficientes y un diseño arquitectónico pasivo el proyecto podría mejorar un 50% su rendimiento energético. Si se implementan adicionalmente eco tecnologías de alta eficiencia, como la utilización de luminarias ahorradores, sensores de movimiento o equipos de HVAC eficientes, se superan los estándares de la normativa ASHRAE y se pueden obtener consumos energéticos 32.5% más eficientes respecto al modelo anterior. Esto se traduce en ahorros energéticos, que a su vez son ahorros económicos para los usuarios de la torre y reducción de impactos resultantes de la emisión de GEI.

Sobre la metodología de diseño sustentable utilizada para el desarrollo del proyecto, se identificó lo siguiente:

- El proyecto desarrollado en esta propuesta se llevó a cabo con base en las buenas prácticas de diseño presentadas en las certificaciones internacionales LEED y BREEAM. En el Capítulo 4.3. del presente proyecto se identificaron los criterios de diseño sustentable más adecuados para el su desarrollo. A lo largo del desarrollo del proyecto hubo que desarrollar una metodología propia para evaluar la sustentabilidad de la edificación conformada por treinta estrategias. Las fortalezas encontradas al realizar esta combinación entre metodologías de distintas certificaciones y la selección de estrategias de diseño propio para este proyecto fue que pueden ser adaptadas y aplicadas en proyectos de edificación vertical de usos mixtos en cualquier parte de México sin necesidad de tener una certificación

nacional específica para ello. Esto puede ser una oportunidad si se requiere generar edificaciones sustentables de un menor rango de precio. Sin embargo, para edificaciones de estrato socioeconómico medio alto, la carencia de una etiqueta o certificación podría ser una debilidad a la hora de la promoción y venta del proyecto, puesto que son mejor aceptados los proyectos con certificaciones.

- En la etapa de diseño arquitectónico en la que se encuentra el desarrollo del proyecto actualmente, se comprobó que se pueden cumplir con 21 de las 30 estrategias de diseño propuestas en la metodología. No obstante, si se realizan los estudios, trámites y procesos de construcción pertinentes para la correcta construcción de la obra, el proyecto podría cumplir con las 30 estrategias de diseño planteadas.
- Actualmente, las únicas viviendas con certificaciones sustentables están dirigidas al sector socioeconómico alto de la población. La información obtenida en este trabajo sugiere que, con la correcta planeación y diseño de las edificaciones y la utilización de este tipo de adaptaciones de las estrategias de diseño de las certificaciones internacionales, es posible reducir los impactos medioambientales de la construcción sin necesidad de certificar o etiquetar las edificaciones. La utilización de estas adaptaciones de estrategias de diseño podría ser muy útil principalmente para el tema de vivienda. Si se integran estas estrategias en los estándares de las normativas de diseño nacionales, por ejemplo, podrían existir mejoras en la calidad de las viviendas, beneficios económicos a largo plazo, pero sobretodo, beneficios al medio ambiente.
- Aunque la implementación de coeficientes de utilización del suelo con incrementos para fomentar la densificación de los predios en zonas urbanas ya consolidadas amortiza el alto costo de los bienes inmuebles y aminora el precio final de venta, los precios alcanzados en el presente proyecto no son suficientes para satisfacer las necesidades de vivienda del 46% de la

población de la Zona Metropolitana de Guadalajara, en concreto, la de los hogares que perciben menos de 7 salarios mínimos mensuales. El que exista aún un porcentaje tan elevado de la población que no tiene acceso a este tipo de desarrollos tiene que ver principalmente con un tema de salarios bajos y la falta de poder adquisitivo en México.

- A pesar de que en el proyecto se redujeron las superficies de los espacios interiores en la vivienda, la mitad de la población de la Zona Metropolitana de Guadalajara no puede acceder a viviendas con estas características en el núcleo de la ciudad. Con el proyecto arquitectónico desarrollado en el presente proyecto únicamente los hogares del nivel socio económico C, con ingresos promedio mensuales de \$20,062 pesos, y que sumados con los hogares AB y C+ que representan un 54%, tendrían acceso a un crédito hipotecario para adquirir una vivienda de 43.93 metros cuadrados en esta edificación.

Con base en los descubrimientos del presente trabajo, las posibilidades de hacer accesible este modelo de vivienda en áreas centrales de Zona Metropolitana de Guadalajara a hogares con ingresos menores a 7 salarios mínimos mensuales serían:

- Desarrollar el proyecto dentro de otro Sub-distrito que cuente con fortalezas de equipamiento e infraestructura similares al Sub-distrito 7 pero con un costo de adquisición de terreno más bajo. El precio del terreno eleva los costos por metro cuadrado de venta de las unidades de vivienda. El precio de terreno presentado en el plan de negocio es de 23,000 metro cuadrado. Sin embargo, para, poder realizar proyectos más atractivos, sería necesario encontrar predios para desarrollar con precios menores a 23,000 pesos por metro cuadrado. Si se utiliza el mismo modelo de negocio generado para el presente proyecto y se reduce el costo del terreno en un 50% los precios de venta de la vivienda podrían disminuir hasta en un 30%. Ahora el

departamento más económico, de 43.93 metros cuadrados tendría un costo de 768,775 pesos mexicanos, lo que permitiría que un mayor porcentaje de habitantes de la Zona Metropolitana de Guadalajara tuviera acceso a una vivienda intraurbana. En este sentido, podría pensarse en una política pública que permita a autoridades de distintos niveles de gobierno adquirir terrenos intraurbanos para subsidiar la inversión en vivienda vertical para hacerla más accesible a un mayor número de hogares. ¿Qué pasaría si el gobierno comprara estos terrenos para subsidiar viviendas más accesibles?

- Finalmente, otra posibilidad sería desarrollar modelos con escenarios de uso de suelo mixto que incluyan combinaciones de diversos modelos financieros con el fin de identificar si es posible mejorar el modelo de negocio con diferentes combinaciones.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Aalto, A., & McCarter, R. (n.d). *Aalto*. Londres, Inglaterra: Phaidon, 2014, c2014.
2. Aviña, Gustavo (2011a), "El espacio habitacional y la violencia en el municipio de San Luis Potosí" (Cap. 2), Diagnóstico de las realidades sociales, económicas y culturales de la violencia y la delincuencia en el municipio de San Luis Potosí, Ignacio Rafael Acosta Díaz de León (coord.), México, SUBSEMUN. _____ (2011b), "Diagnostico territorial para la prevención de la violencia en el municipio de San Luis Potosí" (Cap. 1), Diagnóstico de las realidades sociales, económicas y culturales de la violencia y la delincuencia en el municipio de San Luis Potosí, Ignacio Rafael Acosta Díaz de León (coord.), México, SUBSEMUN.
3. Aymerich, Jaime (2004), "Segregación urbana y políticas públicas con especial referencia a América Latina", en Revista de sociología, N°18, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.
4. AMAI. (2018). *Niveles Socio Económicos*. Julio 06, 2018, de Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercado Sitio web: <http://www.amai.org/nse/>
5. ASHRAE. (2016). ASHRAE 90.1. abril 15, 2019, de American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Sitio web: <https://www.ashrae.org/>
6. Barnett Jonathan and Beasley Larry. (2015). *Ecodesign for Cities and Suburbs*. USA. Island Press.
7. Barnett Jonathan and Beasley Larry. (2017). *Ecodesign for cities*. 2017, de edX Sitio web: <https://courses.edx.org/courses/course-v1:UBCx+EcodesignX+1T2017/>
8. BREEAM UK. (2018). *Technical Manual: BREEAM UK for New Construction*. 08 Julio, 2018, de Building Research Establishment Environmental Assessment Method BREEAM Sitio web: https://tools.breeam.com/filelibrary/Consultations/SD5078_DRAFT-UK_nondom_NC_2018-manual.pdf

9. Bustos, A. (2011). *Niveles de marginación: una estrategia multivariada de clasificación*. Julio 05, 2018, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía
Sitio web: http://www.inegi.org.mx/rde/rde_02/doctos/rde_02_art10.pdf
10. CENER. (2004). *Arquitectura Bioclimática*. 21 de octubre del 2017, de Centro Nacional de Energías Renovables
Sitio web: <http://www.cener.com/arquitectura-bioclimatica/index.asp>
11. Centro de Noticias ONU. (2014). *Más de la mitad de la población vive en áreas urbanas y seguirá creciendo*. Febrero 24, 2018, de ONU
Sitio web: <http://www.un.org/es/development/desa/news/population/world-urbanization-prospects-2014.html>
12. CONAGUA. (2016). *Lineamientos técnicos: Sistema de captación de agua de lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel vivienda*. abril 15, 2019, de CONAGUA-SEMARNAT
Sitio web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/152776/LINEAMIENTOS_CAPTACION_PLUVIAL.pdf
13. CONAPO. (2010). *Zona Metropolitana de Guadalajara: Grado de marginación por AGEB*. Julio 05, 2018, de Consejo Nacional de Población
Sitio web: http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_marginacion_urbana/AnexoA/Mapas/02_Zona_Metropolitana_de_Guadalajara.pdf
14. Construlita. (2018). *Catálogo Construlita 2018*. junio 05, 2019, de Construlita
Sitio web: https://www.construlitalighting.com/website_2016/web/uploads/file/Catalogo_Construlita_2018-file140349416.pdf
15. Escamilla, H. (2013). *Descuida Guadalajara sus mantos acuíferos*. Publímtero, Online: <https://www.publimetro.com.mx/mx/guadalajara-noticias/2013/07/22/descuida-guadalajara-mantos-acuiferos.html>.
16. Escamilla, H. (2018). *La Zona Metropolitana de Guadalajara padece la falta de áreas verdes*. Publímtero, Online: <https://www.publimetro.com.mx/mx/noticias/2018/01/08/metropoli-falta-areas-verdes.html>

17. Del Castillo, A. (2018). Vecinos y consultores respaldan planes parciales 2018. Milenio, Sitio web: <http://www.milenio.com/politica/organismos/vecinos-consultores-respaldan-planes-parciales-2018>
18. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. (2009). DGNB Handbook. Stuttgart, Alemania: DGNB.
19. Espacios Sustentables y Desarrollo Sustentable A.C. (2014). *Entendiendo el Desarrollo Sustentable*. 2017, de Espacios Sustentables y Desarrollo Sustentable A.C. Sitio web: <http://sustentable.endesu.org.mx/>
20. Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento. (2015). Código Técnico de la edificación. mayo 01, 2019. Sitio web: <https://www.codigotecnico.org/>
21. Eusko Jaurlaritza Gobierno Vasco. (2010). *Green Building Rating Systems: ¿Cómo evaluar la sostenibilidad de la edificación?* España: Departamento del Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca.
22. Fleurke, N. (2010). The mixed-use complex as eco-city concept. *Next generation infrastructure systems for eco-cities, infrastructure systems and services: next generation infrastructure systems for Eco-cities* (INFRA), 2010 Third International Conference on, 1. Doi:10.1109/INFRA.2010.5679202
23. Foster, Norman (2003). *Architecture and Sustainability (Essay style)*. 2018 Sitio web: <https://www.fosterandpartners.com/media/546486/essay13.pdf>
24. Foster + Partners. (2016). *South Beach Singapore*. Junio 24, 2018, de Foster + Partners Sitio web: <https://www.fosterandpartners.com/projects/south-beach/>
25. Foster + Partners. (2014). *Reforma 432*. Junio 24, 2018, de Foster + Partners Sitio web: <https://www.fosterandpartners.com/projects/reforma-432/>
26. Fuentes Freixanet. (1999). *Arquitectura Bioclimática*. 14 de noviembre del 2017, de Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco Sitio web: <https://es.scribd.com/doc/102028439/Arquitectura-Bioclimatica-Victor-Armando-Fuentes-Freixanet>
27. Gallardo, M.A. (2015). *Evidencia del cambio climático y el calentamiento global*. 04 de noviembre del 2017, de Cambio Climático Global Sitio web: <http://cambioclimaticoglobal.com/evidencias-cambio-climatico>

28. Gardey, A. & Pérez, A. (2010). *Definición de confort*. 21 de octubre del 2017, de Definición.de Sitio web: <https://definicion.de/confort/>
29. GBL Architects. (2010). *Olympic Village*. 14 de noviembre del 2017, de GBL Architects Sitio web: <http://www.gblarchitects.com/work/olympic-village/>
30. Gestión integral de la Ciudad. (2017). *Plan Parcial de Desarrollo Urbano*. Julio 07, 2018, de Gobierno de Guadalajara.
31. GGLO Design. (2009). *Asa Flats + Lofts*. 12 de noviembre del 2017, de USGBC Sitio web: <https://www.usgbc.org/projects/asa-flats-lofts>
32. Gildenberger, C. (1978). *Desarrollo y Calidad de Vida*. En: Revista Argentina de Relaciones Internacionales, N 12. CEINAR. Buenos Aires.
33. Gleason, J. (2011, enero 01). Hacia una gestión sustentable del agua en la Zona Conurbada de Guadalajara. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 1, p. 113-126.
34. Gobierno del Estado de Jalisco. (2016). *Reglamento de Gestión Integral del Municipio de Guadalajara*. Agosto 25, 2018, de Gobierno del Estado de Jalisco Sitio web: <https://transparencia.guadalajara.gob.mx/sites/default/files/GacetaTomolVEjemplar6Julio15-2016.pdf>
35. Gobierno del Estado de Jalisco. (2001). Reglamento estatal de zonificación. febrero 20, 2019, de Gobierno del Estado de Jalisco Sitio web: <https://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/Reglamento%20Estatad%20de%20Zonificacion.pdf>
36. Gómez Azpeitia, G. (2016). Bioclimarq (Versión 1) “Software”
37. GT III. (2014). *Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático*. 15 de octubre del 2017, de IPCC Sitio web: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/WG3AR5_SPM_brochure_es.pdf
38. HafenCity Hamburg. (2014). The HafenCity Project. 12 de noviembre del 2017, de HafenCity Hamburg Sitio web: <http://www.hafencity.com/en/overview/the-hafencity-project.html>

39. Herrera López, A. (2015). *Propuesta de adecuación bioclimática sustentable para lograr el confort térmico en viviendas unifamiliares de interés social en Tepic, Nayarit*. (Tesis de maestría). ITESO, Tlaquepaque, Jalisco.
40. Herrera, S. (2015). Oportunidades de desarrollo orientado al transporte bajo en emisiones en Guadalajara. junio 10, 2019, de Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. Sitio web: <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Guadalajara-1jun.pdf>
41. Huellas para la humanidad. (2016). *Arquitectura Sustentable y Bio-construcción*. 04 de noviembre del 2017, de Huellas para la humanidad Sitio web: <https://centrohuellas.wordpress.com/2016/03/28/arquitectura-sustentable-y-bio-construccion/>
42. Instituto de Información Estadística y Geográfica. (2018). Población en Jalisco 2018. febrero 10, 2019, de IIEG Sitio web: <https://iieg.gob.mx/strategos/portfolio/poblacion-en-jalisco-2018/>
43. Instituto de Información Estadística y Geográfica. (2015). En el año 2010 el Área Metropolitana de Guadalajara contaba con más de mil colonias. febrero 10, 2019, de IIEG Sitio web: <https://iieg.gob.mx/strategos/en-el-ano-2010-el-area-metropolitana-de-guadalajara-contaba-con-mas-de-mil-colonias/>
44. Jansson, M. (2014). Green space in compact cities: the benefits and values of urban ecosystem services in planning. *Nordic journal of architectural research*, 2, 139-160. 2019, junio 10, De BASE Base de datos.
45. Jeffries, Adrienne. (2008). *Is it green?* Portland, Oregon. 12 de noviembre del 2017, de Inhabitat Sitio web: <https://inhabitat.com/is-it-green-portland-oregon/>
46. Jusidman, C; Camas, F; Carreón, I & Marín, O. (2016). Factores que inciden en las violencias en las ciudades a partir de un enfoque territorial. El crecimiento urbano y las violencias en México (17-22). Ciudad de México: CEPAL-INCIDE social.
47. Lauren. (2014). *Southeast False Creek-Olympic Village*. 14 de Noviembre del 2017, de Green Building Brain Sitio web:

http://greenbuildingbrain.org/buildings/Southeast_False_Creek_Olympic_Village

48. López Romo, A. (2016). Niveles Socio-Económicos en México. Agosto 28, 2018, de Instituto de Investigaciones Sociales Sitio web: <http://www.iisociales.mx/>
49. Marosi, R. (2017). Una visión fallida. LA Times, Artículo Online.
50. Martínez, L. (2019). El crecimiento urbano sostenible en las ciudades medianas en países en desarrollo, el problema de los asentamientos informales. Universidad Politécnica de Valencia, p. 19-31. 2019, junio 10, De RiuNet / Politechnical University of Valencia Base de datos.
51. Medina, S. (2015). La popularidad del auto en Guadalajara, un producto de la ciudad. Territorio, 12, Online.
52. Ming Wey, W. (2018). A Commentary on Sustainably Built Environments and Urban Growth Management. Sustainability, 10, 1-5. 2019, junio 10, De MDPI Base de datos.
53. Mulder Osenga, Elise. (2014). *Greening Hamburg: A model for sustainability*. 12 de noviembre del 2017, de Earthzine Sitio web: <https://earthzine.org/2014/04/11/greening-hamburg-a-model-for-sustainability/>
54. Naciones Unidas. (2016). Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2016: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los desafíos del financiamiento para el desarrollo. junio 10, 2019, de Comisión Económica para América Latina y el Caribe Sitio web: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40326-estudio-economico-america-latina-caribe-2016-la-agenda-2030-desarrollo>
55. Revista ARQHYS. (2010). *Qué es el confort*. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com. Obtenido el 01 de octubre del 2017 de <http://www.arqhys.com/blog/que-es-el-confort.html>
56. ONU. (2014). La situación demográfica en el mundo. noviembre, 2017, de Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU Sitio web: <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/trends/>

Concise%20Report%20on%20the%20World%20Population%20Situation%202014/es.pdf

57. ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. 15 de octubre del 2017, de ONU Sitio web: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-y-metas-de-desarrollo-sostenible/?1234>
58. Oh, E. (2016). *Sou Fujimoto y Laisné Roussel proponen para Burdeos uno de los edificios en madera más altos del mundo*. Julio 16, 2018, de Archdaily Sitio web: <https://www.archdaily.mx/mx/784018/sou-fujimoto-y-laisne-roussel-proponen-para-burdeos-uno-de-los-edificios-en-madera-mas-altos-del-mundo>
59. Pelli Architects. (2011). *Arboleda Master Plan*. Junio 24, 2018, de Pelli Clark Pelli Architects Sitio web: <http://pcparch.com/project/arboleda-master-plan>
60. Pérez, P. (2010) *Green Building Rating Systems: ¿Cómo evaluar la sostenibilidad en la edificación?* Bilbao, España: Ilobe <https://www.activatie.org/web/publicacion.php?id=329>
61. Portland Government. (2016). *The city of Portland Oregon*. 12 de Noviembre del 2017, de Portland Government Sitio web: <https://www.portlandoregon.gov/>
62. Sabatini, Cáceres y Cerda (2001), "Segregación residencial en las principales ciudades chilenas: Tendencias de las tres últimas décadas y posibles cursos de acción", EURE.
63. SEMADET. (2014). ProAire Jalisco. junio 01, 2019, de SEMARNAT Sitio web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/418381/13_ProAire_Jalisco.pdf
64. SIAPA. (2011). Programa de Manejo Integral de Aguas Pluviales. abril 15, 2019, de SIAPA-PROMIAP Sitio web: <https://docplayer.es/58333264-Programa-de-manejo-integral-de-aguas-pluviales-promiap.html>
65. SIAPA. (2014). Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades. abril 10, 2019, de SIAPA Sitio web:

http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_1._criterios_basicos_de_diseno.pdf

66. Sordo Madaleno, Javier. (2015). *Usos mixtos: la imaginación es el límite*. Real State: Market & Lifestyle, 103, -. 04 de noviembre del 2017, De <http://realestatemarket.com.mx/articulos/mercado-inmobiliario/ usos-mixtos/17690-usos-mixtos-la-imaginacion-es-el-limite> Base de datos.
67. The worldwatch institute. (2013). *Is sustainability still possible?* Washington, D.C: Island Press.
68. USGBC. (2019). LEED Reference Guide for Building Design and Construction. Washington, D.C: U.S. Green Building Council.
69. USGBC. (2018). LEED Reference Guide for Homes Design and Construction. Washington, D.C: U.S. Green Building Council.
70. U.S. Green Building Council. (2013). *LEED Credit Library*. Julio 07, 2018, de U.S. Green Building Council Sitio web: <https://www.usgbc.org/credits/new-construction/v4>
71. Vázquez, Ricardo. (2015). *Usos mixtos*. Real State: Market and Lifestyle, 103.
72. Wassouf, M. (2016). *De la casa pasiva al estándar Passivhaus: la arquitectura pasiva en climas cálidos*. Barcelona, España: Gustavo Gili.
73. World Green Building Council. (2013). *The bussiness case for green building*. California, USA: World Green Building Council.
74. Yeang, Ken (2001). *El rascacielos ecológico*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona
75. Zhang, H.; Wey, W.-M.; Chen, S.-J. Demand-Oriented Design Strategies for Low Environmental Impact Housing in the Tropics. *Sustainability* 2017, 9, 1614.