

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



**Complementación de la red vial jerarquizada del POT, de la zona de
expansión occidente del municipio de Quetzaltenango**

Trabajo de graduación presentado por José Pablo Barrios Alvarez para
optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil

Guatemala,

2024

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



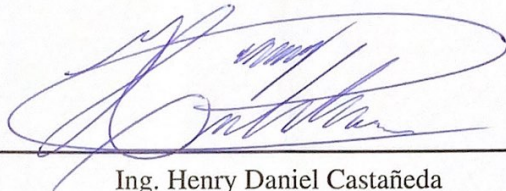
**Complementación de la red vial jerarquizada del POT, de la zona de
expansión occidente del municipio de Quetzaltenango**

Trabajo de graduación presentado por José Pablo Barrios Alvarez para
optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil

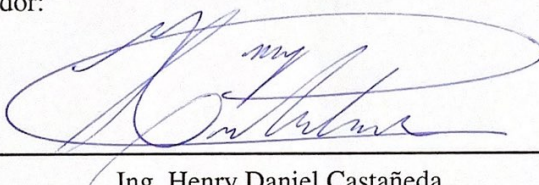
Guatemala,

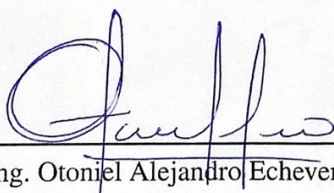
2024

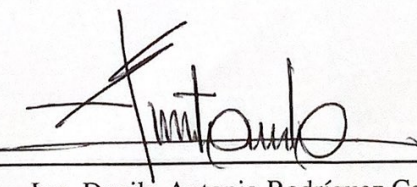
Vo.Bo.:

(f) 
Ing. Henry Daniel Castañeda

Tribunal Examinador:

(f) 
Ing. Henry Daniel Castañeda

(f) 
Ing. Otoniel Alejandro Echeverría Castellanos

(f) 
Ing. Danilo Antonio Rodríguez Cerón

Fecha de aprobación: Guatemala, 24 de junio de 2024.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE GRÁFICOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	xv
II. JUSTIFICACIÓN	1
III. OBJETIVOS	2
A Objetivo general	2
B Objetivos específicos	2
IV. MARCO TEÓRICO	3
A Ciudades	3
1 Ciudades dispersas	3
2 Ciudades compactas	3
B Traza urbana	4
1 Clasificación que conforma la traza urbana	4
C Permeabilidad	9
D Movilidad urbana.....	10
E Vialidad.....	10
F Ordenamiento territorial.....	10
1 Plan local de usos de suelos.....	11
2 Jerarquía vial.....	11
3 Reglamento: Plan de Ordenamiento Territorial (POT).....	13
4 Plan de movilidad urbana.....	14
G Plan de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Quetzaltenango.....	14
V. METODOLOGÍA	16
A Recolección de información y Shapefiles para manejo de SIG.....	16
B Determinando área de estudio.....	16
C Aplicación de la metodología de entornos vitales para el área de estudio.....	17
1 Vínculos existentes.....	17
2 Diseño del sistema vía/manzana.....	19
3 Clasificación de vías y anchos.....	21
4 Verificando el tamaño de las manzanas.....	22

VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
A Análisis del crecimiento de la ciudad de Quetzaltenango	38
1 Inicio de la ciudad	38
2 Primera expansión 1700-1900	39
3 1900-1970.....	41
4 1970-1985.....	42
5 1985-2002.....	43
6 2002-2006.....	44
7 2006-2011	44
8 2011-2016.....	46
9 2016-2020.....	47
10 2020-2023.....	48
B Análisis del área de estudio.....	49
C Definición de vías a través de los vínculos existentes	53
D Diseño del sistema vía/manzana.....	55
E Tipos de vialidades.....	61
F Verificando el tamaño de las manzanas	64
G Representación gráfica de las secciones viales.....	87
H Analizando las vialidades y sus conexiones.....	100
VII. CONCLUSIONES	104
VIII. RECOMENDACIONES	105
IX. BIBLIOGRAFÍA	106
X. APÉNDICES	107

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Clasificación de vías.....	21
2	Jerarquización vial.	22
3	Porcentaje mancha urbana correspondiente a la Zona 8.....	51
4	Porcentaje de mancha urbana correspondiente a la Zona 9.....	52
5	Porcentaje de mancha urbana correspondiente a la Zona 10.....	52
6	Porcentaje de mancha urbana correspondiente a la Zona 12.....	52
7	Datos Súper Manzana 08-01	71
8	Datos Súper Manzana 08-02	71
9	Datos Súper Manzana 08-04	71
10	Datos Súper Manzana 08-05	71
11	Datos Súper Manzana 08-06	71
12	Datos Súper Manzana 08-07	72
13	Datos Súper Manzana 08-09	72
14	Datos Súper Manzana 08-10	72
15	Datos Súper Manzana 08-11	72
16	Datos Súper Manzana 08-12	72
17	Datos Súper Manzana 08-15	72
18	Datos Súper Manzana 08-16	73
19	Datos Súper Manzana 08-17	73
20	Datos Súper Manzana 08-19	73
21	Datos Súper Manzana 09-03	73
22	Datos Súper Manzana 09-04	73
23	Datos Súper Manzana 09-05	74
24	Datos Súper Manzana 09-06	74
25	Datos Súper Manzana 09-07	74
26	Datos Súper Manzana 09-08	75
27	Datos Súper Manzana 09-10	75
28	Datos Súper Manzana 09-11	75
29	Datos Súper Manzana 09-12	75
30	Datos Súper Manzana 09-13	76
31	Datos Súper Manzana 09-14	76
32	Datos Súper Manzana 09-15	76
33	Datos Súper Manzana 09-16	77
34	Datos Súper Manzana 09-17	77
35	Datos Súper Manzana 10-01	78
36	Datos Súper Manzana 10-02	78
37	Datos Súper Manzana 10-03	79
38	Datos Súper Manzana 10-04	79

39	Datos Súper Manzana 10-05	. . . . .	80
40	Datos Súper Manzana 10-06	. . . . .	81
41	Datos Súper Manzana 10-07	. . . . .	82
42	Datos Súper Manzana 10-08	. . . . .	83
43	Datos Súper Manzana 12-02	. . . . .	84
44	Datos Súper Manzana 12-03	. . . . .	85
45	Datos Súper Manzana 12-04	. . . . .	85

LISTA DE GRÁFICOS

Ilustración		Página
1	Sistema lineal	5
2	Sistema concéntrico o radial	6
3	Sistema de "Plato Roto"	7
4	Sistema de malla o retícula	8
5	Sistemas de grandes ejes.	9
6	Ubicación de la ciudad de Quetzaltenango, Quetzaltenango.....	16
7	Crecimiento histórico ciudad de Guatemala.....	17
8	Conexiones con el resto de la ciudad	18
9	Conexiones con el sistema de vías principales.....	18
10	Conexiones con el entorno inmediato	19
11	Usando vínculos importantes como punto de partida.....	20
12	Verificando los tamaños de manzanas.....	20
13	Verificando que la trama sea permeable.....	21
14	Dimensión media de la manzana.....	23
15	Incrementando la dimensión promedio de la manzana.....	24
16	Promedio de las dimensiones de las manzanas.....	25
17	El promedio de las dimensiones de la manzana es $(A+B)/2$	25
18	Incrementando la dimensión media para incluir jardines y aparcamientos.....	26
19	Tamaños de manzanas viviendas en 2 plantas.....	27
20	Tamaños de manzanas viviendas en 3 plantas.....	28
21	Tamaños de manzanas viviendas en 4 plantas.....	29
22	Promedio de las dimensiones de la manzana es $(A+B)/2$	30
23	Aumentando la superficie media de la manzana.....	31
24	Tamaño de las manzanas: Viviendas unifamiliares para 4 personas con jardines de 50m ²	32
25	Tamaño de las manzanas: Viviendas unifamiliares para 5 personas con jardines de 50m ²	33
26	Tamaño de las manzanas: Viviendas unifamiliares para 6 personas con jardines de 50m ²	34
27	Tamaño de las manzanas: Viviendas unifamiliares para 6 personas con jardines de 100m ²	35
28	Tamaño de las manzanas: Viviendas unifamiliares para 6 personas con jardines de 100m ²	36
29	Tamaño de las manzanas: Viviendas unifamiliares para 6 personas con jardines de 100m ²	37
30	Área fundacional de Quetzaltenango.....	38
31	Crecimiento 1700-1900.....	39
32	Crecimiento 1900-1970.....	41

33	Crecimiento 1970-1985.....	42
34	Crecimiento 1985-2002.....	43
35	Crecimiento 2002-2006.....	44
36	Crecimiento 2006-2011.....	45
37	Crecimiento 2011-2016.....	46
38	Crecimiento 2016-2020.....	47
39	Crecimiento 2020-2023.....	48
40	Crecimiento histórico de la ciudad de Quetzaltenango, Quetzaltenango.....	48
41	Súper Manzanas del área de estudio.....	49
42	Crecimiento urbano en área de estudio	50
43	Analizando el emplazamiento con las conexiones existentes.....	53
44	Analizando el emplazamiento con las conexiones existentes.....	54
45	Analizando el emplazamiento con las conexiones existentes.....	55
46	Diseño del sistema vía/manzana.....	56
47	Diseño del sistema vía/manzana.....	57
48	Diseño del sistema vía/manzana.....	57
49	Desfases existentes entre las vialidades.....	58
50	Desfases existentes entre las vialidades.....	59
51	Ejemplo de la red vial completa.....	60
52	Ejemplo tomado de la tabla de atributos de las vialidades propuestas	61
53	Ejemplo de uso de Google Earth para asignación de nomenclatura	62
54	Ejemplo de análisis de vialidades adyacentes para asignación de nomenclatura	63
55	Ejemplo de nomenclatura.....	64
56	Ejemplo de las Manzanas creadas a partir de las nuevas vialidades.....	65
57	Ejemplo la información que se tiene dentro de la tabla de atributos en relación a las manzanas	66
58	Ejemplo de las mediciones de los lados de los polígonos correspondientes a las nuevas manzanas.....	67
59	Ejemplo de los datos en formato .xls para poder analizarlos en Excel.....	86
60	Ejemplo de los datos filtrados por medio de tablas dinámicas	87
61	Generando el modelo de la ciudad de Quetzaltenago en InfraWorks.....	88
62	Cargando las capas de de las vialidades propuestas	88
63	Cambiando a carretera compuesta.....	89
64	Agregando los componentes de la carretera	89
65	Vista en sección transversal.....	90
66	Añadiendo a biblioteca.....	91
67	Añadiendo a biblioteca.....	92
68	Añadiendo el nombre de la vialidad.....	93
69	Corroborando que se haya guardado plantilla de ensamblaje.....	93
70	Selección reemplazar ensamblaje.....	94
71	Seleccionando final de carretera.....	95
72	Seleccionando inicio de carretera.....	95

73	Carretera correctamente ensamblada.....	96
74	Vista en planta de las vialidades propuestas ya con sus plantillas respectivas	96
75	Sección correspondiente a una V3-Vía de Servicio	97
76	Sección correspondiente a una V2-Vía de Enlace.....	97
77	Sección correspondiente a una V1-Vía de Enlace.....	98
78	Autopistas urbanas y regionales (VR).....	98
79	Arterias principales (V1).....	99
80	Vías colectoras (V2).....	99
81	Vías de servicio general a los barrios (V3).....	99
82	Vías de tránsito local (V4)	100
83	Intersección de cuatro vías	101
84	Intersección de dos vías para una principal	101
85	Intersección de tres vías para una principal.....	102
86	Dos intersecciones juntas	103

RESUMEN

En este trabajo de graduación se enfoca en complementar la red vial jerárquica del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) para la zona de expansión urbana del municipio de Quetzaltenango. Para desarrollar dicho trabajo de proponer y enriquecer las vialidades, se tomaron como base los temas de ordenamiento territorial y jerarquía vial, los cuales se definieron dentro del marco teórico correspondiente. Para realizar los análisis y obtener los resultados, se utilizó la metodología propuesta en el libro *Entornos Vitales*, específicamente en la sección de permeabilidad, con el fin de elaborar una propuesta adecuada para la conectividad dentro de las Súper Manzanas, siguiendo la normativa vigente del POT de Quetzaltenango en su sección de jerarquía vial.

El área de estudio seleccionada fue la zona de expansión urbana occidental, empleando información georreferenciada gestionada con QGIS que dicha información se usó para obtener las medidas exactas de cada manzana y su vialidad respectiva. Con estos datos, se procedió a analizar cada nueva manzana para asignar los anchos propuestos en función de la jerarquización vial del POT. Posteriormente, se modelaron en InfraWorks las vialidades propuestas para su diseño conforme a la normativa del POT vigente, y se determinaron los gabaritos de las secciones de cada vialidad. Además, se sugirió la infraestructura vial de soporte para las áreas que lo requirieran.

ABSTRACT

This undergraduate research focuses on complementing the street hierarchical of the Zoning Plan for the urban expansion area of the municipality of Quetzaltenango. To develop this project of proposing and enhancing streets, the topics of zoning planning and street hierarchy were used as a foundation, defined within the relevant theoretical framework. For the analysis and results, the methodology proposed in the book *Responsive Environments*, specifically in the permeability section, was employed to create a suitable proposal for connectivity within the Super Blocks, adhering to the current regulations of the POT of Quetzaltenango concerning road hierarchy.

The selected study area was the western urban expansion zone, utilizing georeferenced information managed with QGIS. This information was used to obtain the exact measurements of each block and its respective roadways. With these data, each new block was analyzed to assign the proposed widths based on the street hierarchy of the zoning plan. Subsequently, the proposed roadways were modeled in InfraWorks for design according to the current zoning regulations, and the dimensions of each street section were determined. Additionally, supporting road infrastructure was recommended for areas where needed.

I. INTRODUCCIÓN

La idea del presente trabajo de graduación surgió debido a que no hay muchos estudios dedicados al área urbanística en la rama de la ingeniería civil, ni muchos estudios e investigaciones de planes de ordenamiento territorial en Guatemala. Hacer este trabajo de investigación fue todo un reto, ya que se carecía de información para desarrollarla, debido a que la mayoría de bibliografías eran muy antiguas porque fueron desarrolladas en países desarrollados, pero que hoy en la actualidad y en la situación que se encuentran las ciudades del país esa información y metodologías son bastante actuales y se pueden implementar aun.

Uno de los objetivos primordiales fue porque leyendo entre las noticias e investigando sobre temas urbanos, me llamo la atención un informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) donde indica que *"la situación en América Central el porcentaje de población urbana se sitúa en un 59 % y en Guatemala se exhibe un 46 %*. Esto nos indica que ciudades como Quetzaltenango que cuentan con una actividad económica bastante fuerte, derivado de sus cultivos y comercios. Donde todavía se puede tener bastedad de agua, calidad de vida y sobre todo que su población, a pesar que es alta, todavía puede presentar un balance entre lo urbano y lo rural. Se muestra como una ciudad donde se puede demostrar que todavía se pueden modernizar y actualizar la ciudad.

Las redes viales son vitales para un correcto desarrollo urbano, debido a que sin una buena red vial es muy probable que se haga un caos vehicular, y pasemos horas dentro del tráfico reduciendo nuestra calidad de vida. Una buena planificación de redes viales dentro de una ciudad afectan directamente en la vida de sus ciudadanos, en el índice de desarrollo y no digamos en la seguridad. Es por ello que pensar en los diseños correctos junto con una buena planificación nos podrán brindar ciudades más permeables, con una imagen de ciudad fácil de reconocer, teniendo zonas peatonales con parques y jardines. Integrando zonas destinadas a bosques urbanos y planteando distritos multiculturales que se integren directamente a la vida cotidiana con bastedad de servicios a la mano de la población.

II. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de graduación se enfocó en complementar la jerarquía vial definida en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Quetzaltenango, Quetzaltenango. Proponiendo la conectividad dentro de las divisiones administrativas inmediatas denominadas “Mega Manzanas” de la zona de expansión urbana occidental del municipio, tomando en cuenta los usos de suelos propuestos por el POT. Este trabajo permitirá, a través de una propuesta académica, servir de guía al gobierno local del municipio de Quetzaltenango, para la definición de la traza dentro de la zona de expansión que en la actualidad cuenta con más presión de desarrollo por parte del sector inmobiliario, permitiendo definir la conectividad entre las Mega Manzanas y la jerarquía vial existente, proponiendo un territorio permeable para una movilidad más eficiente.

Con este trabajo de graduación se busca que se incentive la realización de estudios específicos de movilidad dentro de las distintas ciudades intermedias de Guatemala, promoviendo propuestas que fomenten un desarrollo sustentable, contribuyendo con un crecimiento ordenado en ciudades del interior del país, velando así por la descentralización de la planificación. A su vez, con el presente trabajo de graduación se busca alcanzar los objetivos del plan K’atun 2032, de contar con un país con un crecimiento económico, social y educativo, teniendo ciudades intermedias más ordenadas, con la finalidad de obtener una mejor calidad de vida de los habitantes dentro de los entornos urbanos y rurales, erradicando la desigualdad y exclusión dentro de la población abordando temas del modelo de desarrollo humano sostenible, frenando la migración de los jóvenes por no contar con mejores oportunidades de empleo y educación dentro de sus poblados actuales.

Por último, este trabajo de graduación pretende incentivar la investigación sobre temas relacionados al ordenamiento territorial, movilidades eficientes y alternas, mismos que han sido ajenos a la ingeniería civil, sin embargo, por la formación analítica, numérica y de redes viales, es esta rama de la ingeniería la adecuada para proponer soluciones integrales dentro de las ciudades con la finalidad de poder crearlas más sostenibles enfocadas en la población.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Proponer la red vial complementaria basada en la jerarquía vial definida en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) para la zona de expansión urbana en el occidente del municipio de Quetzaltenango, Quetzaltenango.

B. Objetivos específicos

- Definir la futura conectividad que se tendrá en las Súper Manzanas dentro de la zona de expansión urbana occidental.
- Determinar los puntos clave para la creación de nueva infraestructura de soporte, nuevas conectividades y su potencial desarrollo.
- Proponer la nomenclatura preliminar de la zona de expansión urbana occidental.
- Hacer uso de los sistemas de información geográfica (SIG), para el procesamiento de información de los territorio dentro de la zona de expansión urbana occidental y generar los mapas de las futuras conectividades y su jerarquía vial.

IV. MARCO TEÓRICO

A. Ciudades

Las ciudades son organismos vivientes que cambian y se van transformando junto con el paso del tiempo, en conjunto con los temas sociales, económicos y culturales de sus ciudadanos. Es aquí donde se funda la cultura de una población con la que se identifica, expresándose por medio de sus edificaciones y espacios urbanos donde su población interactúa. Dentro de estas edificaciones y espacios es donde la población se desarrolla con sus actividades cotidianas, económicas y educativas; siendo estas últimas la base principal del desarrollo económico y social de las ciudades, formando así las distintas comunidades que integran a sus ciudadanos y sus familias que habitan en ellas. (Bazant S, 2011)

1. Ciudades dispersas. Las ciudades dispersas nacen después de la Segunda Guerra Mundial, siendo los Estados Unidos como país principal donde se empieza a desarrollar el nuevo concepto de urbanización, posteriormente se fue implementando en países europeos. Este nuevo modelo se desarrolló cuando las ciudades se empezaron a expandir hacia las zonas rurales que se encontraban cercanas a las ciudades, esto debido a el proceso de cambio que trajo consigo la superación de la llamada *Urbanización Industrial*, que se caracterizó por la concentración demográfica y del empleo no agrario en las grandes aglomeraciones humanas, en favor de la urbanización post-industrial donde la desconcentración fue dominante. (Ferrás, 2000)

Este tipo de ciudades tienen como principal característica las urbanizaciones con viviendas que cuentan con jardines, áreas verdes y de uso común para los residentes, destacando el uso exclusivo del transporte privado como medio para llegar a dicha urbanización ya que esta se comunica por medio de las carreteras o autopistas que conectan con el centro de la ciudad. Este tipo de modelo de ciudad durante décadas nos hizo creer que nuestro nivel de bienestar mejoraría al trasladarse a vivir dentro de estas urbanizaciones, pero al pasar los años y conforme se iban construyendo y habitando más urbanizaciones todo fue lo contrario con lo previsto. Ya que dentro de la *ciudad dispersa*, al pasar el tiempo este tipo de ciudad no aumenta la felicidad ni la calidad de vida, al contrario genera problemas tanto individuales como colectivos, ya que genera tráfico, esto debido que las viviendas ubicadas dentro de este modelo precisan casi un automóvil por habitante al mismo tiempo el costo de los servicios es alto en comparación con la ciudad compacta. (Camino Arias, 2016)

2. Ciudades compactas. Este tipo de ciudad se define por presentar una estructura y trama urbana de cierta compacidad, que a su vez genera ciertos espacios para poder socializar, creando así una ciudad que cuenta con los servicios básicos conectados de manera cercana, propicia el encuentro de actividades y permite el desarrollo de la vida en comunidad. Este tipo de ciudades crecen de manera que se aprovecha el espacio de forma adecuada y de forma ordenada, están mejor conectadas ya que los edificios de oficinas, hospitales, escuelas y locales que ofrecen diferentes servicios se encuentran cercanos para evitar grandes desplazamientos. (ONU-Habitat, 2021)

Este modelo de ciudades ofrece a sus habitantes desplazamientos cortos debido a que sus distancias para dirigirse de un punto a otro es corto, eso reduce la necesidad de usar automóviles y transportes privados reduciendo de esa manera los costos de traslados. Por otro lado reduce el costo de los servicios básicos como la recolección de residuos, agua potable y drenajes, costo de alumbrado público ofreciendo más seguridad. Al no tener separación entre las zonas comerciales y residenciales eso nos da como resultado que los lugares donde la población vive, trabaja y realiza

compras sean accesibles lo que generara que, durante el día, las calles se encuentren llenas de personas, beneficiando en la interacción social. Otro aspecto que tienen las ciudades compactas es que se incrementan las zonas recreativas propiciando la socialización entre grupos diversos de población. (ONU-Habitat, 2021)

B. Traza urbana

Es un elemento fundamental para saber el tipo de morfología urbana con que cuenta cada ciudad, debido a que se toma en cuenta las vías y redes de circulación que comunican los centros y las ciudades. Por medio de la traza urbana es posible notar los procesos por los cuales ha pasado una ciudad como el crecimiento, su ordenamiento territorial, trazado de calles, desarrollo de la demografía y las diferencias en su planificación. Depende de las condiciones del suelo, su relieve y el clima, estos componentes son importantes para darle es estilo urbanístico, arquitectónico y de las vías de circulación. Es posible conocer el desarrollo de la traza por medio del desarrollo de la ciudad a través del tiempo ya que nos proporciona características únicas a cada ciudad. (Lifeder, 2020)

1. Clasificación que conforma la traza urbana.

a. Sistema lineal. En este sistema la estructura urbana se crea a partir de una vía principal (avenida, carretera), ramificándose a sus lados en vías secundarias, dando por resultado un esquema lineal de desarrollo urbano. (Schjetman et al., 2008)

1) Cualidades

- a) Es fácil su crecimiento debido a que se van añadiendo partes o porciones sin modificar la estructura básica y sin provocar problemas graves.
- b) Es fácil controlar su desarrollo y forma.
- c) Facilita la orientación de sus habitantes.
- d) Es sencilla la urbanización e implementación de infraestructura.
- e) Se adapta muy bien al transporte colectivo.
- f) Facilita la concentración evitando la dispersión.
- g) Se adapta a las condiciones difíciles de la topografía tales como los valles, cañadas, costas, etc.

2) Problemas

- a) En caso de saturación o problemas de tránsito, no tiene muchas alternativas de arreglo.
- b) Al crecer linealmente las actividades se van alejando cada vez más una de las otras.
- c) No existe gran variación en su forma, pudiendo ser en algunos casos monótono el paisaje.

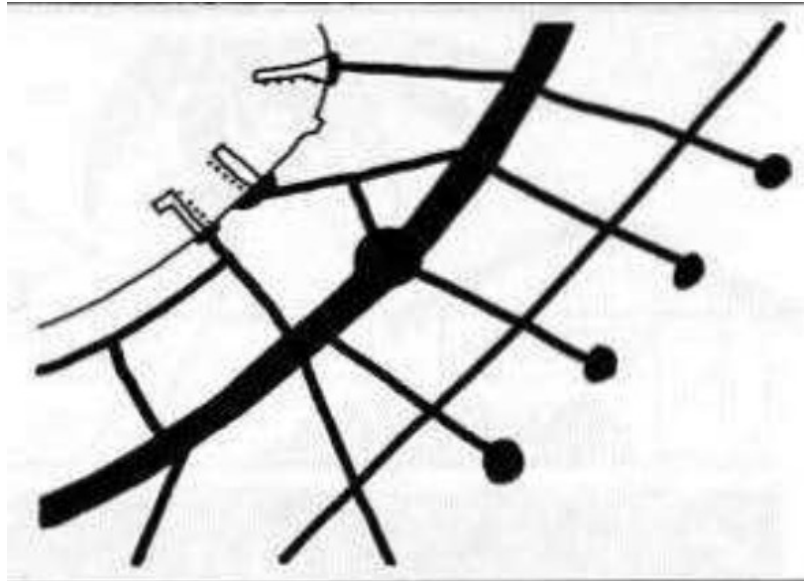


Figura 1. Sistema lineal

Fuente: Schjetman et al., 2008

b. Sistema concéntrico o radial. En este sistema la vialidad coincide en un centro generador de radiales que pueden relacionarse entre sí por anillos concéntricos. (Schjetman et al., 2008)

1) Cualidades

- a) Puede crecer con incrementos cada vez más grandes.
- b) Propicia la equidistancia al centro y, por lo tanto, vuelve accesible el centro desde cualquier punto.
- c) Se adapta a topografías planas.
- d) Propicia diferentes alternativas de desarrollo.

2) Problemas

- a) Su desarrollo para lograr buen funcionamiento debe ser equidistante, es decir, se debe desarrollar en todo su perímetro en forma equilibrada.
- b) Es costosa la implementación de infraestructura y vialidad.
- c) Propicia la dispersión.
- d) Es difícil su adaptación a topografías accidentadas.
- e) Tiende a saturarse y congestionarse el centro, siendo difícil su crecimiento y desconcentración.
- f) Se adapta mejor al transporte privado que al colectivo.



Figura 2. Sistema concéntrico o radial

Fuente: Schjetman et al., 2008

c. Sistema de "Plato roto". En este sistema la vialidad se organiza sin un orden geométrico definido. (Schjetman et al., 2008)

1) Cualidades

- a) Generalmente, provoca muchas e interesantes situaciones urbanas y arquitectónicas: diferentes tipos de plazas, de secuencias, de tipos de terreno, de diferentes alternativas de vistas, etc.
- b) Se adapta bien a la topografía y a los elementos naturales difíciles.
- c) Genera alternativas de orientación de los lotes.
- d) Propicia sistemas peatonales y una escala humana.
- e) Es característico generalmente de ciudades o zonas pintorescas.

2) Problemas

- a) Es difícil de controlar como sistema de planeación al no permitir una sistematización de sus terrenos y calles.
- b) Puede llegar a ser en ciertos casos un sistema confuso para la orientación de la población.
- c) Dificulta el tránsito y propicia el congestionamiento vial.
- d) La infraestructura es difícil de introducir y se incrementa su costo.
- e) Es difícil jerarquizar su vialidad.

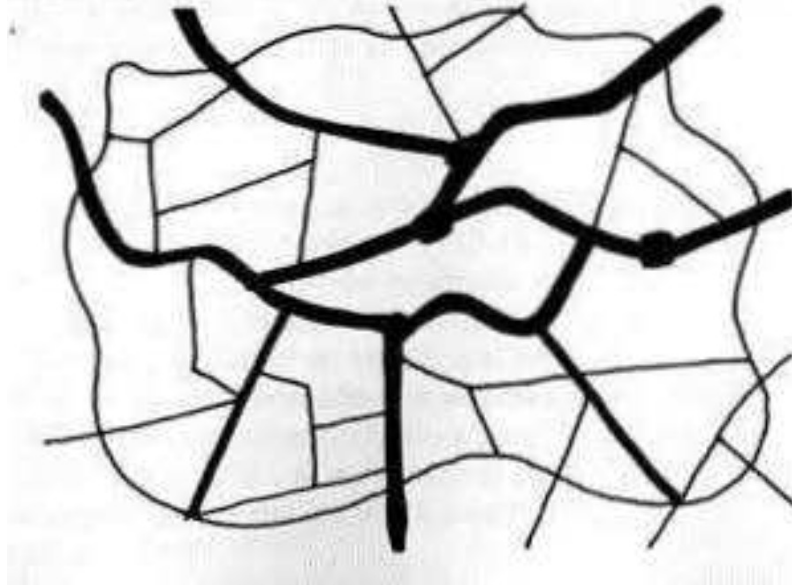


Figura 3. Sistema de "Plato Roto"

Fuente: Schjetman et al., 2008

d. Sistema de malla o retícula. Es aquella que genera manzanas cuadradas o rectangulares. Puede haber variantes al cambiar de ángulo el cruce de la vialidad, o al tomar formas curvas. (Schjetman et al., 2008)

1) Cualidades

- a) Organiza muy fácilmente la lotificación.
- b) Su forma es fácil de comprender.
- c) Es fácil su crecimiento, pues propicia la continuidad de calles y la generación de manzanas nuevas.
- d) Es muy flexible por su lotificación fácil de modular.
- e) Tiene cierto grado de adaptación a diferentes topografías.
- f) Permite mayor control de las orientaciones y vientos.
- g) En casos de saturación de algunas vías tiene alternativas de solución.
- h) Es flexible a cambios de anchura de calles, calles en diagonal, etc.

2) Problemas

- a) Si la retícula es monótona, el paisaje y la imagen urbana serán pobres.
- b) Cuando la vialidad no está bien jerarquizada se vuelven peligrosos los cruces y se saturan algunas vías al tiempo que se desperdician otras.
- c) No se adapta fácilmente a algunos elementos naturales de forma irregular como las cañadas, bosques, ríos o costas.
- d) Facilita más el transporte privado que el público.

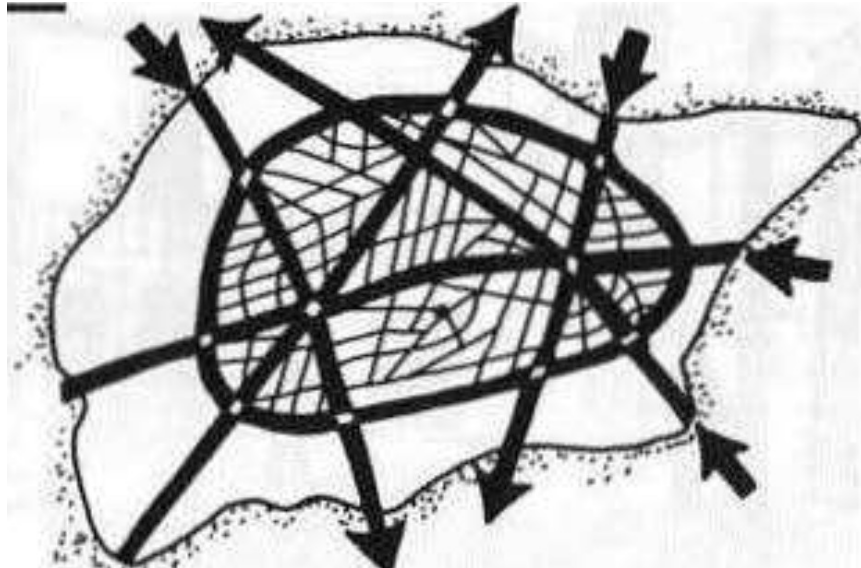


Figura 4. Sistema de malla o retícula

Fuente: Schjetman et al., 2008

e. Sistema de grandes ejes. En este tipo de sistema la vialidad se organiza a partir de grandes avenidas que cruzan la ciudad, para unir puntos importantes de ellas. (Schjetman et al., 2008)

1) Cualidades

- a) Organiza la ciudad y vialidad.
- b) Es fácil propiciar los núcleos o centros urbanos en los puntos de cruce y de origen o destino de sus avenidas.
- c) Facilita la percepción del paisaje urbano y de las diferentes actividades.
- d) Jerarquiza la vialidad.
- e) Sus avenidas son un polo de atracción de actividades tales como las de comercios, bancos, oficinas, teatros y cines, etc.
- f) Las vías dan carácter al paisaje al propiciar vistas y perspectivas de puntos importantes en la ciudad.
- g) Facilita la organización de transporte público.
- h) Propicia áreas verdes, asociadas a la vialidad, fáciles de reforestar por sus secciones amplias.

2) Problemas

- a) Los cruces entre avenidas se vuelven problemáticas.
- b) Requiere de un control en cuanto a usos del suelo y al aspecto arquitectónico de sus edificios en las vías principales.
- c) Tienden a concentrarse demasiadas actividades sobre las avenidas, saturándose por el elevado volumen de tránsito.

- d) Se adapta poco a topografías difíciles.
- e) Es costosa su implementación inicial.

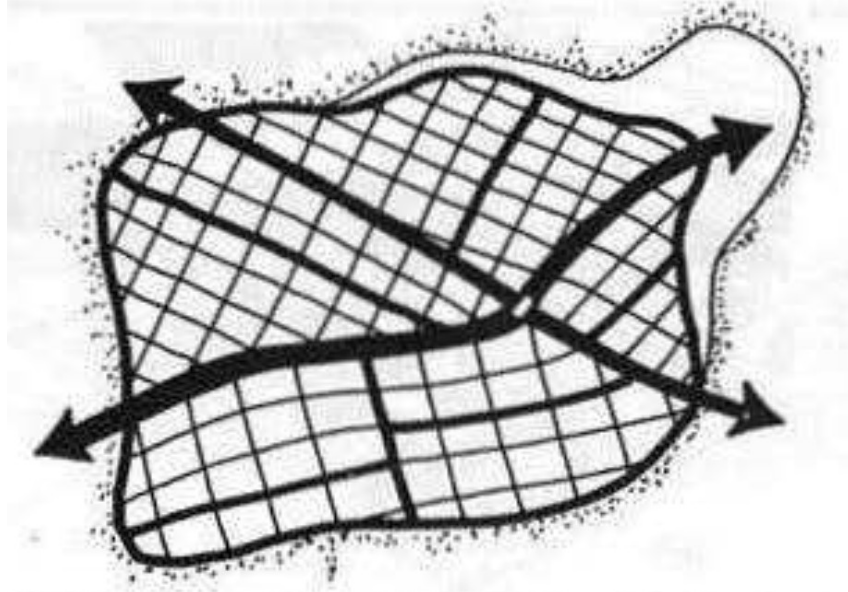


Figura 5. Sistemas de grandes ejes.

Fuente: Schjetman et al., 2008

C. Permeabilidad

Es el concepto de que los lugares sean de acceso al público y pueden ofrecernos alternativas de movilidad, así la permeabilidad es la cantidad de recorridos alternos que se pueden realizar en un lugar o entorno, siendo una cualidad para que los lugares sean receptivos y vitales para la población. La vitalidad de un lugar puede medirse a través de su capacidad de ser permeable, o que a través de él o dentro de él se pueda circular de un sitio a otro. Es por ello que es importante que este concepto se tenga en cuenta desde el inicio del proceso de diseño, ya que se deben de definir cuantas rutas habrá en el proyecto, como se unirán o relacionaran, hacia donde irán y de como establecer normas edificatorias del suelo urbanizable para obtener un conjunto armónico. (Bentley et al., 1999)

Así mismo la permeabilidad urbana es cuando se menciona y se evidencia la conexión y capacidad de un tramo o tejido urbano. Se pueden ver en las distintas edificaciones dentro de una realidad urbana y esto a su vez nos sirve como un catalizador para un área abierta y flexible, teniendo la capacidad de interconexión a través de una trama urbana continua generando el filtro entre lo público y lo privado, además de generar nuevas relaciones entre la población. En conclusión, un espacio urbano permeable se define a través su accesibilidad, confort y continuidad, esto garantiza llegar a tener una mejor movilidad además de mejorar la continuidad del tejido urbano, integrado elementos de varias escalas, interconectándolos entre ellos. La variedad genera la dinámica del espacio que se busca lograr. (Bentley et al., 1999)

D. Movilidad urbana

Se refiere a la capacidad de las personas y bienes para moverse de un lugar a otro dentro de un área urbana. Esto incluye el transporte en automóvil, transporte público, bicicletas, caminar y otros medios de transporte. La movilidad urbana también se refiere a la planificación y el diseño de las infraestructuras de transporte y las políticas que regulan su uso. Es importante para garantizar que las personas tengan acceso a servicios y oportunidades económicas para mejorar la calidad de vida en las ciudades. (Black, 2010)

La pirámide de la movilidad nos permitirá ordenar los diferentes medios de transporte dentro de la ciudad según su preferencia vial, grado de sostenibilidad y políticas de inversión en obras públicas. Dicha pirámide sigue un orden descendente. En la cima se encuentra el medio de transporte menos agresivo con el medio ambiente y el que tiene la absoluta preferencia de paso y de inversión gubernamental; en el segundo peldaño se halla el medio de transporte que tiene la preferencia sobre los otros tres, pero no sobre el que está en la cima, y así sucesivamente.

E. Vialidad

La vialidad es el sistema de calles, avenidas y carreteras que conforman la comunicación dentro de un país y sus diferentes ciudades, dentro de este sistema se debe velar por contar con una buena infraestructura ya que es un indicador de desarrollo y uno de los patrimonios más importantes dentro de una ciudad. Ya que sin una buena infraestructura no sería posible contener todos los modos de transporte de la población. La forma en que se organizan o clasifican las diferentes vías constituye el primer aspecto a considerar en la generación de una estructura urbana. (Cal & Mayor, 2018)

Por lo tanto, el diseño geométrico adecuado de las carreteras y calles incluyendo todos los elementos relacionados con los alineamientos horizontales y verticales, se deben considerar como el principio básico de un adecuado desarrollo de la estructura urbana, ya que la vialidad constituye el medio por el cual se relacionan todas las actividades y se comunica la población de cada ciudad. (Cal & Mayor, 2018)

F. Ordenamiento territorial

El ordenamiento territorial, se basa en la categorización, planificación y gestión territorial, para que por medio de directrices y lineamientos técnicos y normativos se oriente la dirección a tomar para transformar el municipio y darle un buen uso al territorio en función de su vocación del suelo y de las tendencias de crecimiento de los lugares poblados y del desarrollo urbanístico. Tomando en consideración la oferta de transporte para determinar las densidades de construcción y reduciendo la misma en zonas ambientalmente valiosas y de alto riesgo, por medio de la categorización de suelos rurales y urbanos. (SPOT, 2018)

Dentro del ordenamiento territorial, se toman en cuenta la gestión del riesgo y de los efectos del cambio climático y deben de ser atendidos por medio de una gestión integral del territorio a manera de herramienta para la reducción de amenazas y vulnerabilidades y en la planificación y ordenamiento territorial de adaptación y mitigación al cambio climático. Este es un proceso de diálogo y debate entre la ciudadanía que cuentan con diferentes intereses y que conviven dentro del territorio

municipal, y que debe de contar con una relación entre la sociedad y el gobierno municipal. (SPOT, 2018)

1. Plan local de usos de suelos. Es un instrumento técnico que incluye normas que determina los usos óptimos del suelo tomando en cuenta su función, sus limitantes y su potencial, generalmente compuesto por un mapa y una breve descripción de las diferentes categorías y subcategorías de las diferentes especificaciones de ocupación del territorio dentro de la normativa de cada municipio. En dicha normativa se explican los diferentes usos posibles, limitaciones y recomendaciones para su manejo adecuado, teniendo como base el análisis realizado en el proceso de creación del Plan de Ordenamiento Territorial (POT). (DMOT, 2015)

Este plan se elabora en función de los resultados obtenidos de la zonificación y estudio socio-económico de los diferentes territorios. Las recomendaciones están orientadas al uso adecuado de los recursos naturales y su sostenibilidad, considerando la conservación de los suelos con fines productivos ya sea de desarrollo inmobiliario, industrial o de cosecha, velando también por los demás elementos biofísicos como la vegetación, biodiversidad, agua y demás recursos. Tomando en cuenta la seguridad jurídica, declaración de parques, reservas, etc. y la necesidad de respaldar su uso con Planes de Manejo o Programas de Mejoramiento Tecnológico según sea el caso. (FAO, 2018)

2. Jerarquía vial. La jerarquía vial tiene la función de definir la capacidad vial de cada arteria dentro de un territorio urbano o rural. Esta capacidad vial es en función de las actividades que se realizan y que a su vez generan diversos tipos de volumen de tránsito, siendo así que se encuentren con calles que cuentan con una mayor capacidad que otras. Debido a esto, nos encontramos con calles de distintas secciones dentro de una estructura urbana.

a. Carretera regional o autopista. Su función principal es la de comunicar ciudades y poblados de cada región, cuenta con alambrados laterales con control de acceso (con o sin pago). Este tipo de vías solo deben conectarse con vías rápidas o primarias de la ciudad. Se debe tener un acotamiento lateral en toda su longitud (mínimo 0.60m al recomendable de 1.80 a 2.40m). Se debe de dejar un derecho de vía constante para prever futuros distribuidores viales o ampliaciones según la necesidad. (Bazant S, 1984)

- 1) Velocidad máxima: 110 km/h
- 2) Espaciamiento: Variable
- 3) Derecho de vía: 50-100m.
- 4) Ancho de carril: 3.60m.
- 5) Secciones típicas: dos sentidos
 - 4 carriles, 2 franjas laterales de acotamiento, camellón variable.
 - 4 carriles, 2 franjas de acotamiento, barrera central.
 - 2 carriles, franjas de acotamiento, raya pintada central.

b. Circuito o eje urbano rápido. La función de esta vía es la intercomunicación entre las diferentes zonas o distritos de una ciudad. Cuenta con accesos restringidos hacia las vías primarias, pasos a desnivel con accesos espaciados, calles laterales de servicio sin estacionamientos laterales. (Bazant S, 1984)

- 1) Velocidad máxima: 80 km/h.
- 2) Espaciamiento: 2 a 5 km dependiendo de la escala de la ciudad.
- 3) Derecho de vía: 30-50m.
- 4) Ancho de carril: 3.30m. de alta velocidad (3.45 m. recomendable, para permitir una circulación fluida de vehículos de transporte pesado)
- 5) Secciones típicas: dos sentidos. En cada sentido carriles de alta velocidad van separados de los carriles de baja velocidad. No deben de contar con estacionamiento lateral.
 - 6 carriles centrales (3.45m.), barrera central, 4 carriles laterales (3.30m.), banquetas laterales (2.40m.)
 - 4 carriles centrales. barra lateral, 4 carriles laterales, banquetas laterales

c. Arteria primaria o avenida urbana. Su función es la de estructurar toda la ciudad por medio de un sistema de arterias principales haciendo que una ciudad sea funcional. En este tipo de arterias se cuentan con intersecciones de dos vías primarias que requieren de carriles para girar a la izquierda, por lo que debe de contar con un camellón central que permita el giro (2.40m mínimo). Cuando el camellón central es angosto habrá que alternar vueltas a lo largo de la avenida o derivarlas a través de calles laterales con giros a la derecha, (cruces indirectos). El carril derecho es de baja velocidad usualmente para la circulación de transporte pesado y colectivo, de largos recorridos, que comunican las zonas extremas de la ciudad. Cuenta con una banqueta amplia que permite su remetimiento para las paradas de autobús. (Bazant S, 1984)

- 1) Velocidad máxima: 60 km/h.
- 2) Espaciamiento: 1 a 2 km dependiendo de la escala de la ciudad.
- 3) Derecho de vía: 16-28m.
- 4) Ancho de carril: 3.00m. (3.30 m. recomendable, para permitir una circulación fluida de vehículos de transporte pesado y colectivo)
- 5) Secciones típicas: Uno o dos sentidos, generalmente sin estacionamiento lateral.
 - 6 carriles, dos sentidos, camellón central, banquetas laterales (2.40m.), sin estacionamiento. Ancho de 20 a 28m.
 - 4 carriles, dos sentidos, camellón central variable, estacionamiento lateral (2.40m.), banquetas laterales. Ancho de 18 a 24m.
 - 4 carriles, un sentido, sin camellón, sin estacionamiento lateral, banquetas laterales. Ancho de 16-18m.

d. Vialidad secundaria o colectora. Son arterias interiores colectoras de cada zona o distrito de la ciudad. Sus calles son usadas para que circule el transporte público local dentro de las colonias, barrios, de mediano a corto recorrido y que las comunica con los centros de barrio o subcentros urbanos de la ciudad. Son corredores urbanos locales que le dan la identidad a cada zona o distrito. Se suprimen la franja de estacionamiento en esquinas para dar espacio a paradas de transporte colectivo.

- 1) Velocidad máxima: 40 km/h.
- 2) Espaciamiento: 0.5 a 1 km dependiendo de la escala de la ciudad.
- 3) Derecho de vía: 12-16m.
- 4) Ancho de carril: 3.00m. (3.30 m. recomendable, para permitir una circulación fluida de autobuses, camiones repartidores y de servicio)
- 5) Secciones típicas: De uno o dos sentidos, con o sin estacionamiento lateral de 2.40m. para automóviles y de 2.70m. para zonas de carga y descarga.
 - 2 carriles, dos sentidos, 2 franjas de estacionamiento, 2 banquetas laterales (1.80m. mínimo) Ancho de 14-16m.
 - 2 carriles, un sentido, una franja de estacionamiento lateral, 2 banquetas laterales (1.80m mínimo). Ancho de 12-14m.
 - 1 carril, un sentido, 2 franjas de estacionamiento, 2 banquetas laterales (1.80m. mínimo). Ancho de 12-14m.

e. Calle local o de penetración. Son las calles que le dan acceso a las viviendas, su función es la de propiciar sólo el tránsito local y evitar el tránsito de paso, ya que con frecuencia las calles son utilizadas como áreas de juegos por niños o de reunión por vecinos. (Bazant S, 1984)

- 1) Velocidad máxima: 20 km/h.
- 2) Espaciamiento: 40 a 50 m.
- 3) Derecho de vía: 8-12m.
- 4) Ancho de carril: mínimo 2.70m. (3.00 es lo recomendable)
- 5) Secciones típicas: Uno ó dos sentidos, con estacionamiento alterno.
 - 2 carriles, 2 sentidos, 1 franja de estacionamiento (mínimo 2.10m.), 2 banquetas (1.20m. mínimo). Ancho de 10-12m.
 - 1 carril, 2 sentidos, 2 franjas de estacionamiento lateral alterno (2.10 mínimo), 2 banquetas (1.80m mínimo). Ancho de 8-10m.
 - 1 carril, 1 sentido, estacionamiento lateral alterno (2.10m. mínimo), banquetas mínimas. Ancho de 8m.

3. Reglamento: Plan de Ordenamiento Territorial (POT). Es un documento legal con normativas básicas de planificación y regulación urbana, que sirve como instrumento de planificación y gestión territorial y nos da pautas de como se puede y debe administrar el territorio municipal, para que los municipios puedan cumplir con la función de ordenación del territorio que les corresponde. El POT esta conformado por normas técnicas, legales y administrativas que dictan que tipos de actividades y proyectos se pueden desarrollar en las diferentes áreas del territorio municipal para orientar y regular el desarrollo ordenado del territorio municipal. (DPU, 2017)

4. Plan de movilidad urbana. Es un conjunto de normativas que forman un documento estratégico que tiene como objetivo principal el implementar las diversas formas de desplazamiento sostenible dentro del espacio urbano. Este tipo de documentos contienen información importante de diagnósticos actuales dentro de zonas urbanas sobre la movilidad, logrando identificar los puntos más críticos y la forma de cómo se puede mejorar, por medio de objetivos y metas específicas definidas dentro de un plan de acción con medidas concretas junto con criterios de evaluación y seguimiento de resultados. (IDAE, 2006)

De esta manera se tiene como objetivo central que el ciudadano tenga una mejor accesibilidad a todas las áreas dentro de la zona urbana proveyéndole de transporte y diferentes alternativas de movilidad sostenible y de alta calidad logrando al mismo tiempo garantizarle calidad de vida al ciudadano. De esta manera se puede hacer una integración de los diferentes modos de movilidad y que a su vez sean compatibles con crecimiento económico, cohesión social, seguridad vial y la protección del medio ambiente. (IDAE, 2006)

G. Plan de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Quetzaltenango

La Ciudad de Quetzaltenango cuenta con 12 zona urbanas que conforman el área urbana y 15 aldeas que conforman la zona rural de la ciudad según mapa 1 que se puede observar en los anexos.

La zona urbana es el lugar destinado al crecimiento urbano con la finalidad de consolidar la ciudad, cuenta con su clasificación del uso del suelo urbano (URB), dicho suelo esta categorizado en ocho sectores según mapa 2 en anexos. Esta clasificación tiene características urbanas como servicios públicos, fácil acceso a comercios y la incidencia de desastres naturales del área. (DOT, 2019)

Las 15 aldeas conforman el suelo rural y suelo forestal, el suelo rural (RUR), dicho suelo esta categorizado en 3 sectores según se puede ver en el mapa 2. Esta clasificación es aquel suelo que se compone por áreas que por su productividad, paisaje ecológico y su topografía se consideran para vocación de desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias, forestales y de conservación del ambiente y recursos naturales con aptitud para la ocupación humana, correspondiente a una baja intensidad de construcción, en el cual no se permite el desarrollo de urbanizaciones, lotificaciones y/o condominios destinados a actividades residencial o no residenciales y actividades extracción o explotación mineras.(DOT, 2019) El suelo forestal (FOR), está categorizado en 5 sectores según se puede ver en el mapa 2. Este tipo de suelo es aquel que sus áreas debido a su orografía y paisajes ecológicos son consideradas para vocación de conservación del ambiente y los recursos naturales, que por sus condiciones para la potencial ocurrencia de deslizamientos o derrumbes, se consideran de riesgo de desastres y no aptas para la ocupación humana. En estas áreas queda prohibido todo uso del suelo que implique la ocupación humana, desarrollos de urbanizaciones, lotificaciones y/o condominios destinados a actividades residenciales o no residenciales y actividades de extracción o explotación mineras. (DOT, 2019)

Del sistema vial, se refiere a toda la normativa que comprende las vías de uso público existentes que serán la que propiciarán una movilidad balanceada. Estas se comprenden en la jerarquía vial que esta establecido dentro del Plan y que se rigió por medio de planes parciales de ordenamiento territorial y diseños específicos que sean aprobados por el consejo. (DOT, 2019)

Está compuesto por seis categorías, las cuales comprenden:

- 1) Autopistas urbanas y regionales: Son vías de alta capacidad y de largo recorrido.
 - Vía de enlace regional (VR): Las cuales tiene un ancho mínimo de cuarenta metros (40 m.) Con cinco metros (5.00m) de acera y/o arcenes o carriles de desaceleración, de cada lado y treinta metros (30.00m) de rodadura para cuatro carriles en cada sentido, que incluye el camellón central de dos metros de ancho (2.00m).
- 2) Arterias principales: Su función es movilizar el flujo vehicular de largo recorrido dentro del área urbana, uniendo entre sí las distintas zonas de la ciudad. La cual puede dividirse en:
 - Vía de enlace entre dos o más sectores urbanos (V1): Las cuales tendrán un ancho mínimo de treinta metros (30 m). Con cinco metros de acera de cada lado (5.00m) y veinte metros de rodadura (20.00m) incluyendo el camellón central ancho de uno punto cincuenta metros (1.50m) y carril exclusivo de bici vía en doble sentido, ancho de dos metros (2.00m).
- 3) Vías colectoras: Es el conjunto de vías que distribuyen y canalizan el tránsito vehicular hacia o desde el sistema arterial hasta diferentes sectores urbanos, en forma directa o con intervención complementaria de las vías de servicios. Las cuales se pueden dividir en:
 - Vía de enlace entre dos o más subsectores (V2): Las cuales tendrá un ancho mínimo de veinte metros (20 m). Con tres metros de acera de cada lado (3.00m) y catorce metros de rodadura (14.00m) incluyendo el camellón central de un metro de ancho (1.00m).
- 4) Vías de servicio o locales: Es el conjunto de vías vehiculares cuya función principal es facilitar el acceso directo a las propiedades o actividades adyacentes. Las cuales se pueden dividir en:
 - Vía de servicio general a los barrios (V3): Las cuales tendrán un ancho mínimo de quince punto cincuenta metros (15.50 m). Con cuatro metros de acera de cada lado (4.00m) y siete punto cincuenta metros de rodadura (7.50m) de los cuales dos metros pueden ser destinados para carril exclusivo o segregado de bici vía (2.00m).
 - Vía de tránsito local (V4): Las cuales tendrán un ancho mínimo de trece punto cinco metros (13.50 m). Con tres metros de acera de cada lado (3.00m) y siete punto cincuenta metros de rodadura (7.50m).
 - Vía de tránsito local (V5): Las cuales tendrán un ancho mínimo de diez punto cincuenta metros (10.50m) con uno punto cincuenta metros (1.50m) de acera de cada lado y siete punto cincuenta metros (7.50m) de rodadura.
 - Vía de tránsito local (V6): Las cuales tendrán un ancho mínimo de nueve metros (9.00m) con uno punto cincuenta metros (1.50m) de acera de cada lado y seis metros (6.00 m) de rodadura.
- 5) Ciclo-rutas: Es el conjunto de vías habilitadas o proyectadas para el uso exclusivo de medios de transporte no motorizados, las cuales tendrán un ancho mínimo de dos metros (2 m), en doble sentido y de uno punto veinticinco metros (1.20m) en un sentido.
- 6) Vías peatonales: Es el conjunto de vías habilitadas o proyectadas para el uso exclusivo del peatón que tienen un ancho mínimo de tres metros (3 metros).

V. METODOLOGÍA

A. Recolección de información y Shapefiles para manejo de SIG

A través de los shapefiles de la ciudad de Quetzaltenango, proporcionados por la municipalidad y del departamento de SIG, para luego importarla a un software GIS. Con la ayuda del software se podrá analizar toda la información geográfica que se tenga del municipio y del área de estudio, de esa manera se podrá obtener el estado en que se encuentra el área de expansión urbana a estudiar y así poder definir los siguientes aspectos:

- Súper manzanas
- Manzanas
- Nomenclatura de las vialidades
- Jerarquía vial del POT de Quetzaltenango
- Zonas administrativas del municipio de Quetzaltenango

B. Determinando área de estudio

La ciudad de Quetzaltenango, Quetzaltenango está ubicada en el occidente del país y se puede ubicar en las coordenadas Longitud: -91.5180600 y Latitud: 14.8347200 y se determinó por el crecimiento y desarrollo urbano que se ha tenido y por el acceso a la información de shapefiles.

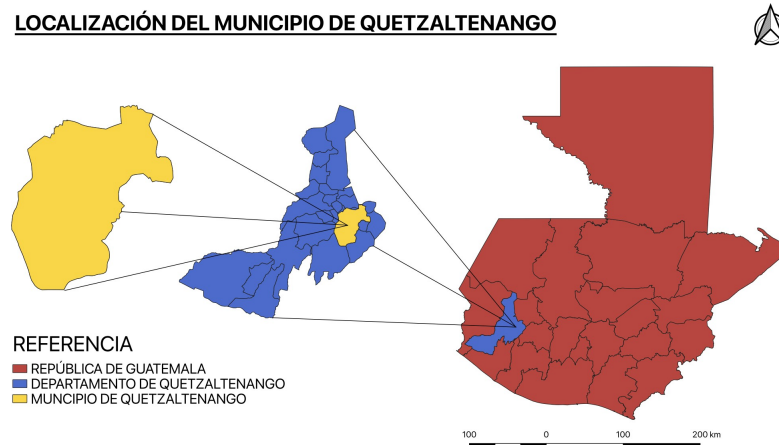


Figura 6. Ubicación de la ciudad de Quetzaltenango, Quetzaltenango

Dentro de la ciudad de Quetzaltenango, se debe de realizar un estudio de crecimiento urbano histórico para saber determinar las zonas que han tenido mayor crecimiento a lo largo de los años y de esta manera poder determinar la zona donde se deberá realizar el análisis de las súper manzanas y su conectividad.

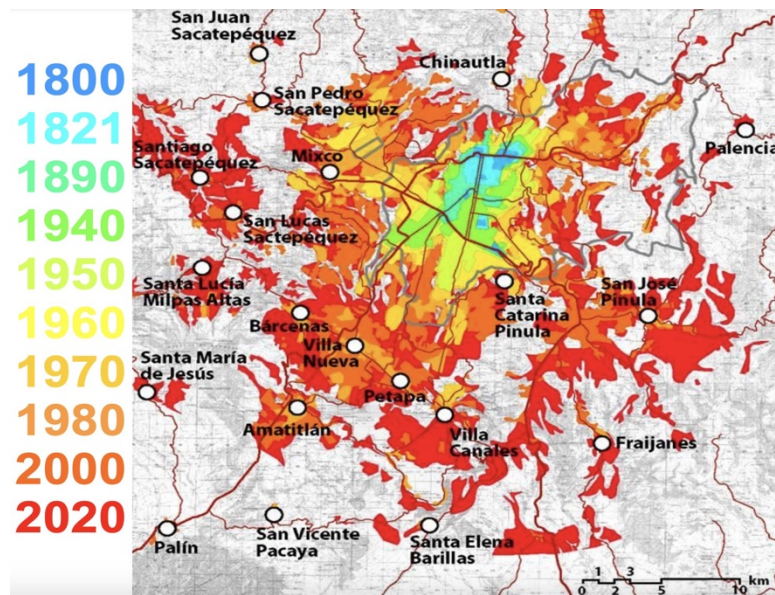


Figura 7. Crecimiento histórico ciudad de Guatemala

Fuente: DPU, 2007

En la imagen anterior se puede observar el ejemplo de un mapa de crecimiento urbano histórico que nos sirve para conocer hacia donde ha ido creciendo la ciudad de Guatemala y el tipo de ciudad que se tiene.

Teniendo ya el crecimiento histórico de la ciudad de Quetzaltenango, se puede realizar el análisis de cada súper manzana de la zona de estudio y determinar el porcentaje urbanizado contra el porcentaje sin urbanizar y tomar la decisión de proponer las vialidades de conectividad con el resto de las vialidades existentes y tener una consolidación ordenada de la ciudad.

C. Aplicación de la metodología de entornos vitales para el área de estudio

La metodología base empleada para el presente trabajo de graduación es la definida por el libro Entornos Vitales, debiéndose de generar adecuaciones al territorio en análisis, ya que esta metodología no puede ser empleada de manera directa. Esta sección será trabajada y sistematizada directamente en GIS. Por lo tanto, se utilizarán los siguientes pasos:

1. Vínculos existentes. Se verificará el sistema vial existente entre las zonas adyacentes y la zona de estudio por medio del análisis de los shapefiles en GIS, y decidir cuál es la mejor manera de unirlos por medio de la permeabilidad de la zona, es importante a dos escalas: (Bentley et al., 1999)

- Vínculos que conectan la mega manzana con la ciudad en su conjunto.
- Vínculos que conectan la mega manzana con las áreas inmediatamente adyacentes.

a. Conexiones con el resto de la ciudad. En esta parte se deberá conectar la zona de mega manzanas, con el mayor número de vínculos directos del sistema de vías principales y jerarquía vial POT, es decir las vías que soporten un volumen de tráfico considerable y que unen varias partes de la ciudad. Se deberá comenzar por determinar cuál va a ser la calle principal que se encuentre cerca de la mega manzana. (Bentley et al., 1999)

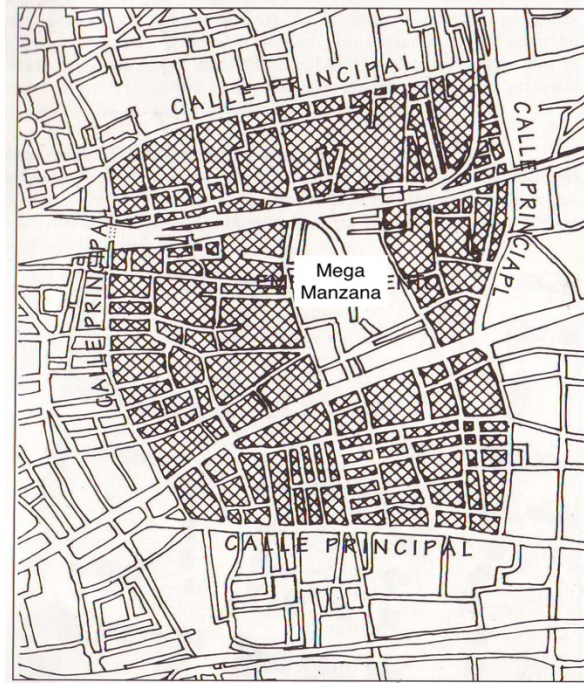


Figura 8. Conexiones con el resto de la ciudad
 Basado en: Bentley et al., 1999

b. Conexiones con el sistema de vías principales/Jerarquía vial POT. Se deberá encontrar todos aquellos vínculos dentro de la zona que comuniquen la mega manzana con el sistema vial existente dentro de la jerarquía vial. Se realizará una comparación para definir cuál es la vía que conecta más directamente con la red existente. Se deberá comparar la cantidad de cambios de directriz visual necesarios en cada recorrido entre la red de vías principales y la mega manzana. (Bentley et al., 1999)

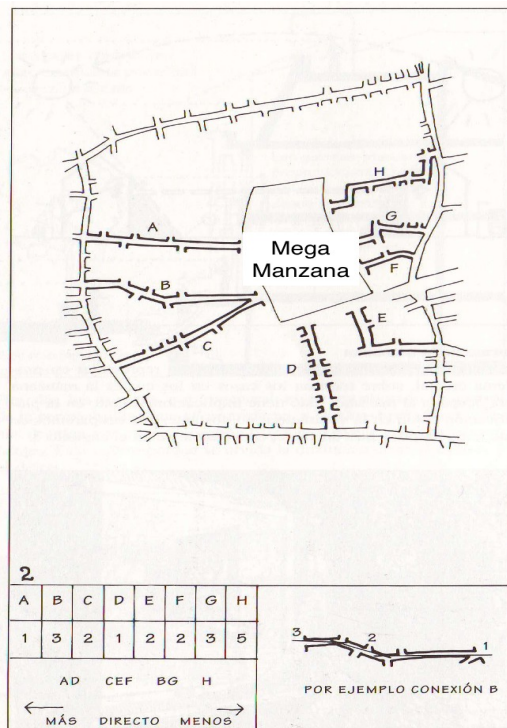


Figura 9. Conexiones con el sistema de vías principales
 Basado en: Bentley et al., 1999

c. Conexiones con el entorno inmediato. Dentro de la misma zona definida por las vías principales, se deberá considerar todos los vínculos existentes con la mega manzana, incluyendo los que no van más allá de las vías principales. Se contará el número de calles que unen cada sitio con sus alrededores inmediatos de forma más íntegra. (Bentley et al., 1999)

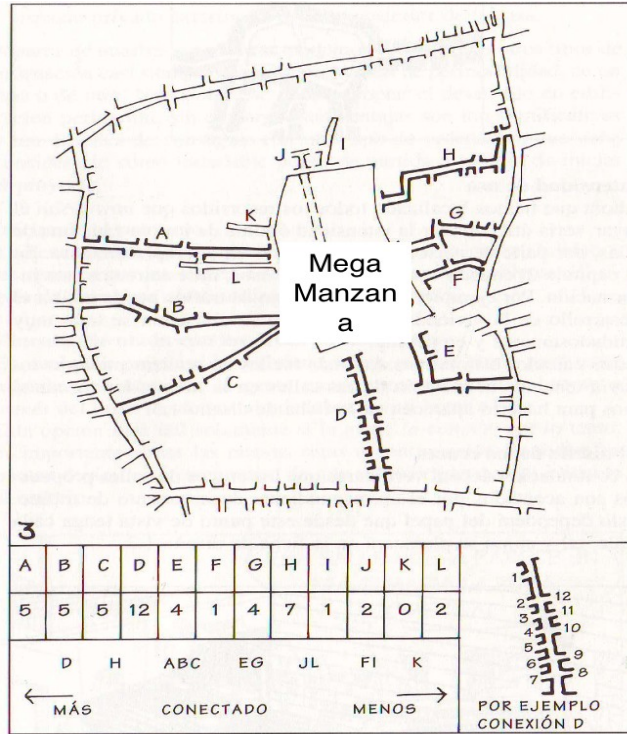


Figura 10. Conexiones con el entorno inmediato
Basado en: Bentley et al., 1999

2. **Diseño del sistema vía/manzana.** En esta sección se diseñarán las vías para que los usuarios tengan rutas alternativas a través del lugar, manteniendo el perímetro de las manzanas lo más pequeño posible. (Bentley et al., 1999)

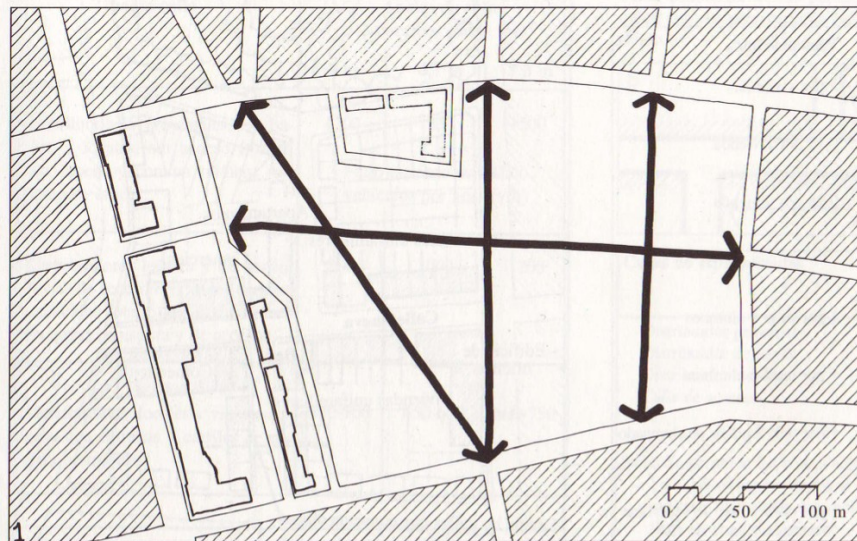


Figura 11. Usando vínculos importantes como punto de partida
Fuente: Bentley et al., 1999

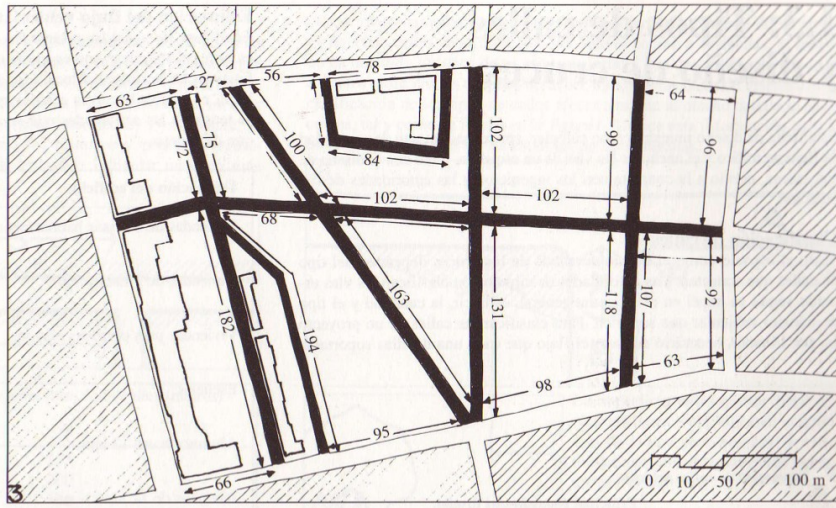


Figura 12. Verificando los tamaños de manzanas.
 Fuente: Bentley et al., 1999

Cuando se terminen de diseñar las vías y las manzanas se podrá verificar si es necesario incrementar el tamaño de aquellas manzanas que resulten excesivamente pequeñas y subdividir las que sean más grandes de lo necesario, esto con el objetivo de que la trama final sea lo más permeable posible. (Bentley et al., 1999)

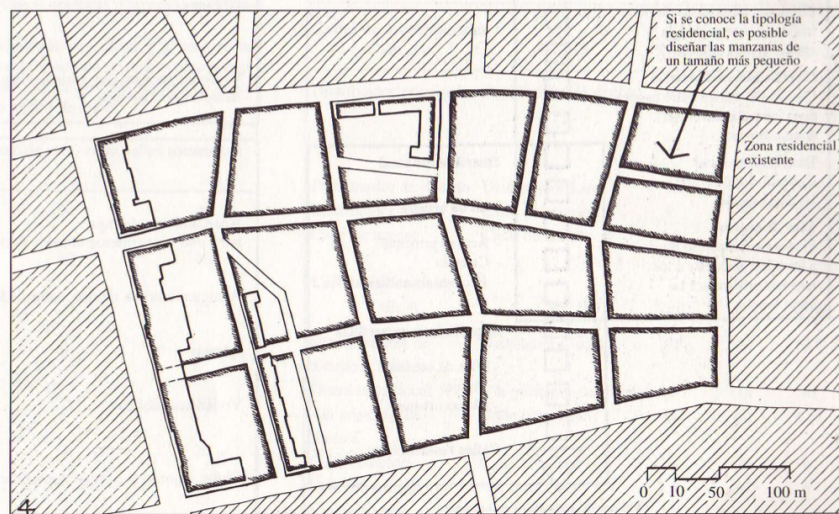


Figura 13. Verificando que la trama sea permeable.
 Fuente: Bentley et al., 1999

3. Clasificación de vías y anchos. En esta sección se definirán los espacios y anchos que deben de tener en cada vía ya sea que conecten localmente o con alguna vía principal. En esta metodología de *Entornos Vitales*, nos sugieren un tipo de tamaño y ancho de cada vía, pero en este trabajo al estudiar el POT de Quetzaltenango se aplicará lo que rige la Jerarquía Vial POT definida.

Calles no especializadas			
Tipo de calle	Ancho de calle (2 carriles, doble vía)		
	6 m	6.7 m	7.3 m
Distribuidores principales, de barrio y locales, sin acceso frontal, sin espera y con un número mínimo de cruces	1200	1350	1500
	Flujo máximo de tráfico vehículos por hora (v/h)		
Distribuidores locales y de barrio, y vías de acceso con nudos de gran capacidad pero con restricciones en zonas de espera y de acceso	800	1000	1200
Distribuidores locales y vías de acceso con entradas y carriles de espera permitidos	300-500	450-600	600-750

Cuadro 1: *Clasificación de vías.*

Fuente: Bentley et al., 1999

Jerarquización vial		
Clasificación de vías	Nomenclatura	Anchos mínimos (m)
Autopistas urbanas y regionales: Son vías de alta capacidad y de largo recorrido.	Vía de enlace regional (VR)	40 m
Arterias principales: Su función es movilizar el flujo vehicular de largo recorrido dentro del área urbana, uniendo entre sí las distintas zonas de la ciudad.	Vía de enlace entre dos o más sectores urbanos (V1)	30 m
Vías colectoras: Es el conjunto de vías que distribuyen y canalizan el tránsito vehicular hacia o desde el sistema arterial hasta diferentes sectores urbano, en forma directa o con intervención complementaria de las vías de servicios.	Vía de enlace entre dos o más subsectores (V2)	20 m

<p>Vías de servicio o locales: Es el conjunto de vías vehiculares cuya función principal es facilitar el acceso directo a las propiedades o actividades adyacentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vía de servicio general a los barrios (V3) ■ Vía de tránsito local (V4) ■ Vía de tránsito local (V5) ■ Vía de tránsito local (V6) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 15.00 m ■ 13.50 m ■ 10.50 m ■ 9.00 m
---	--	---

Cuadro 2: Jerarquización vial.

Fuente DOT, 2019

4. Verificando el tamaño de las manzanas. Este es el paso más esencial de la investigación, ya que, con los resultados mostrados en esta parte, nos ayudará a saber si el diseño de las vías y las manzanas cumplen con los criterios de diseño y permeabilidad que nos da *Entornos Vitales*.

El tamaño de la manzana con edificación perimetral depende de dos factores principales:

- 1) Las actividades privadas que deberán desarrollarse en el espacio exterior privado, por ejemplo: jardines privados, acceso a servicio y aparcamiento.
- 2) La forma de los edificios en la zona perimetral.

Debido a que estos factores varían con los diferentes usos que existen en la edificación, esta ficha de diseño se ha dividido en tres secciones que abarcan los siguientes usos:

- 1) No residenciales
- 2) Viviendas en altura
- 3) Casas con jardín

Cada apartado contiene una serie de gráficos de referencia muy útiles donde se expresa la relación entre tres factores:

- 1) El tamaño total de la manzana
- 2) El espacio exterior privado y el aparcamiento previsto en la manzana
- 3) Las características de los edificios circundantes

Los gráficos se basan en manzanas rectangulares similares a la que se muestra en la siguiente figura. La dimensión media de la manzana, toma como referencia la media de los dos lados perpendiculares $(A+B)/2$. (Bentley et al., 1999)

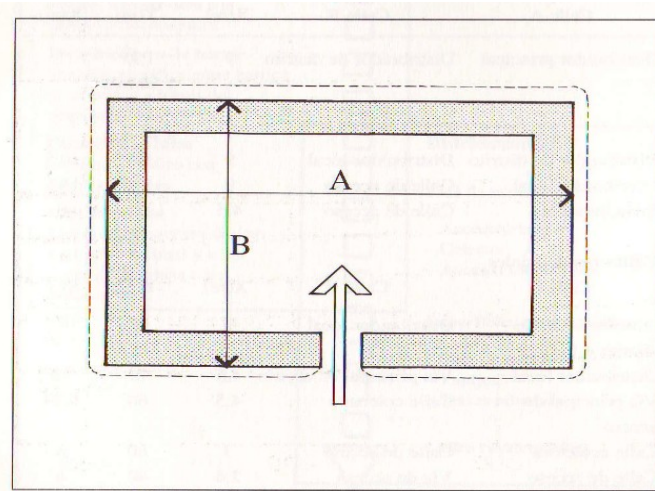


Figura 14. Dimensión media de la manzana.

Fuente: Bentley et al., 1999

En la práctica, las dimensiones A y B deberán ajustarse algunos metros para conseguir una zona de aparcamiento más eficaz. Sin embargo, para la etapa inicial del proyecto las gráficas proporcionan un método adecuado para verificar qué usos pueden alojarse en las manzanas que se están diseñando.

a. **Edificación perimetral con edificios no residenciales.** Las gráficas se basan en una tipología de edificación perimetral continua. No se ha contemplado la dimensión entre las alineaciones de fachada y aceras, tampoco entre las alineaciones traseras de la edificación y el área de aparcamiento. Si deseamos incluir ambas o alguna de las dos, deberemos incrementar la dimensión promedio de la manzana tal y como se muestra en la figura. (Bentley et al., 1999)

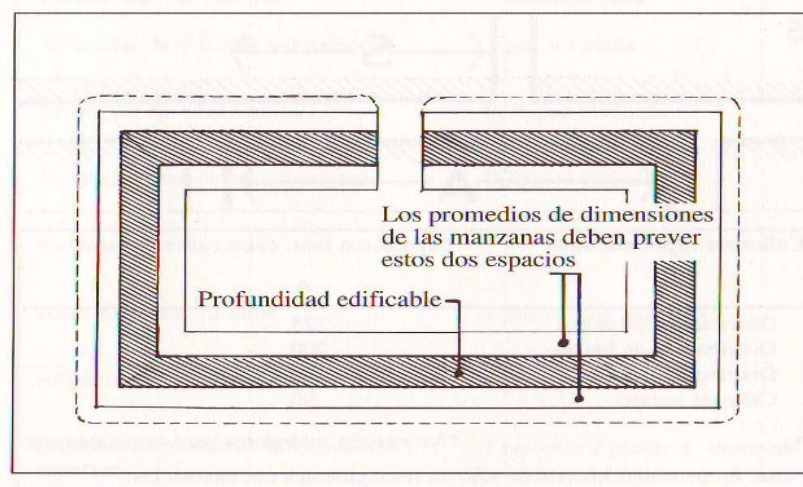


Figura 15. Incrementando la dimensión promedio de la manzana.

Fuente: Bentley et al., 1999

Tamaño de manzana para edificaciones no residenciales

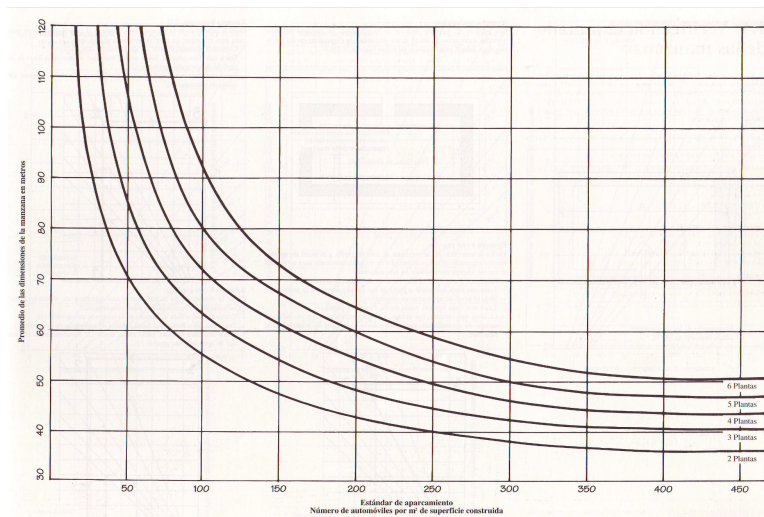


Figura 16. Promedio de las dimensiones de las manzanas.

Fuente: Bentley et al., 1999

a. Edificación perimetral con vivienda en altura.

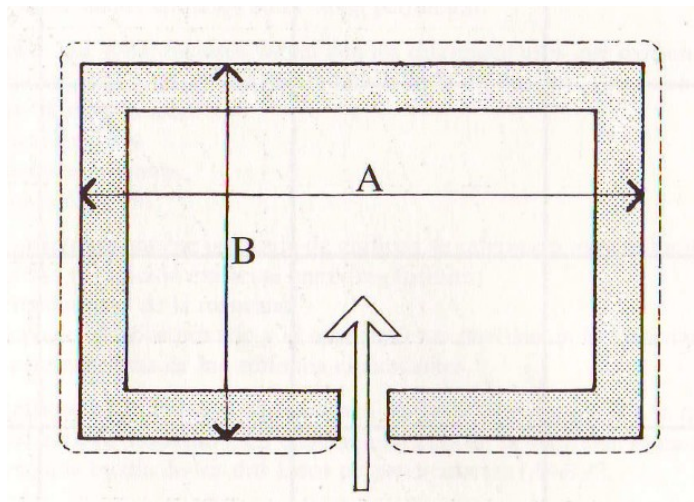


Figura 17. El promedio de las dimensiones de la manzana es $(A+B)/2$.

Fuente: Bentley et al., 1999

Los gráficos no incluyen jardines, ni aparcamientos, ni tampoco espacios privados exteriores. Si usted desea incluirlos, la dimensión media de la manzana deberá incrementarse tal como muestra la figura. (Bentley et al., 1999)

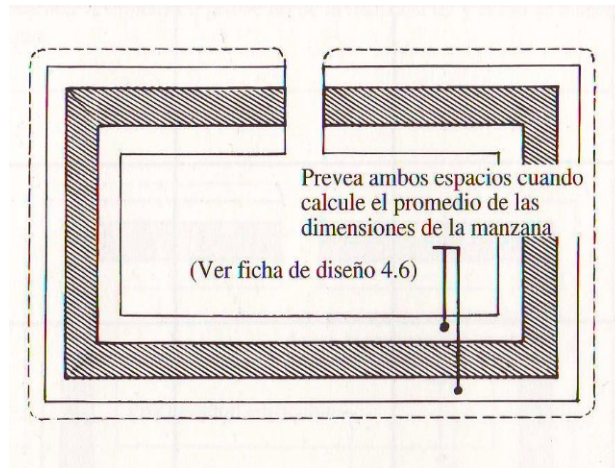


Figura 18. Incrementando la dimensión media para incluir jardines y aparcamientos.

Fuente: Bentley et al., 1999

Tamaño de manzana para apartamentos

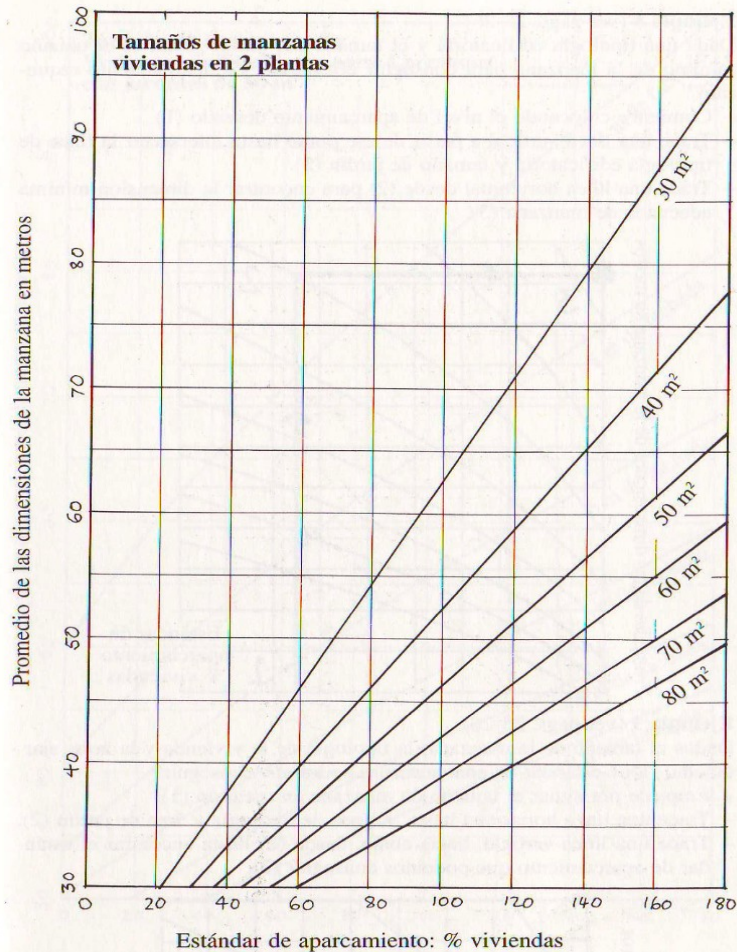


Figura 19. Tamaños de manzanas viviendas en 2 plantas.

Fuente: Bentley et al., 1999

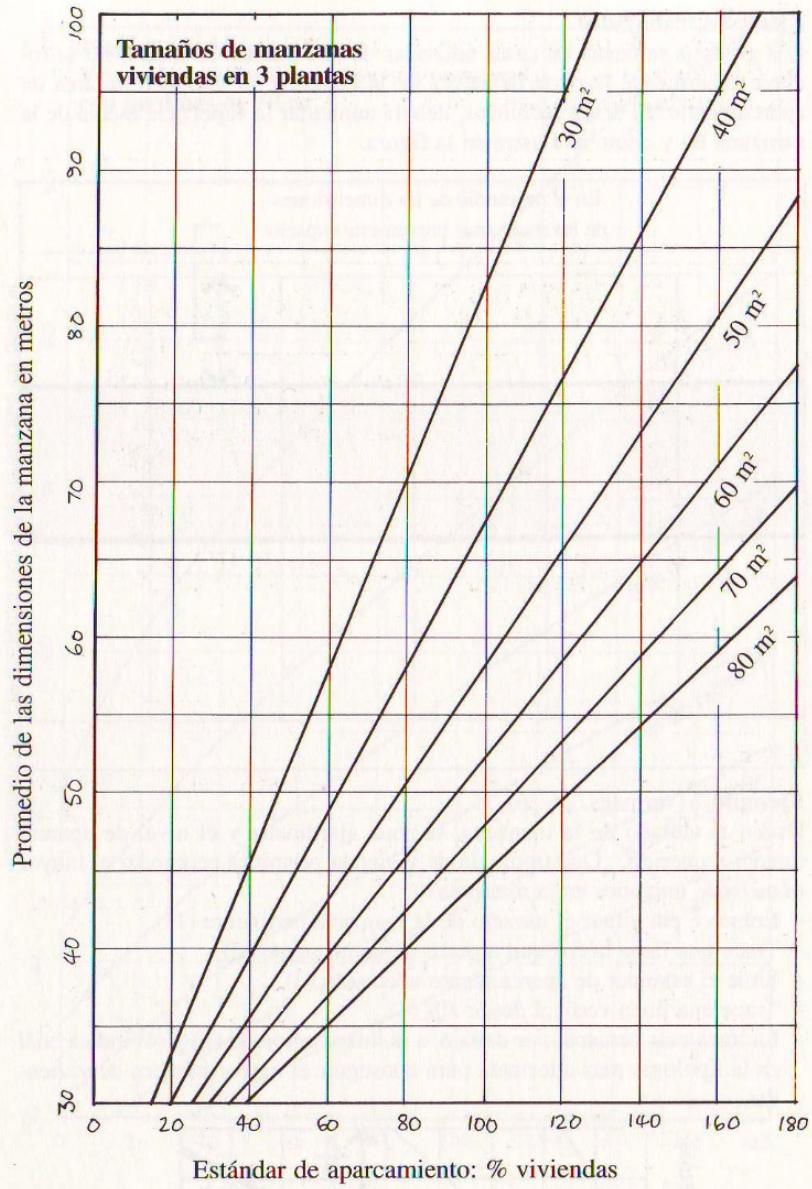


Figura 20. Tamaños de manzanas viviendas en 3 plantas.

Fuente: Bentley et al., 1999

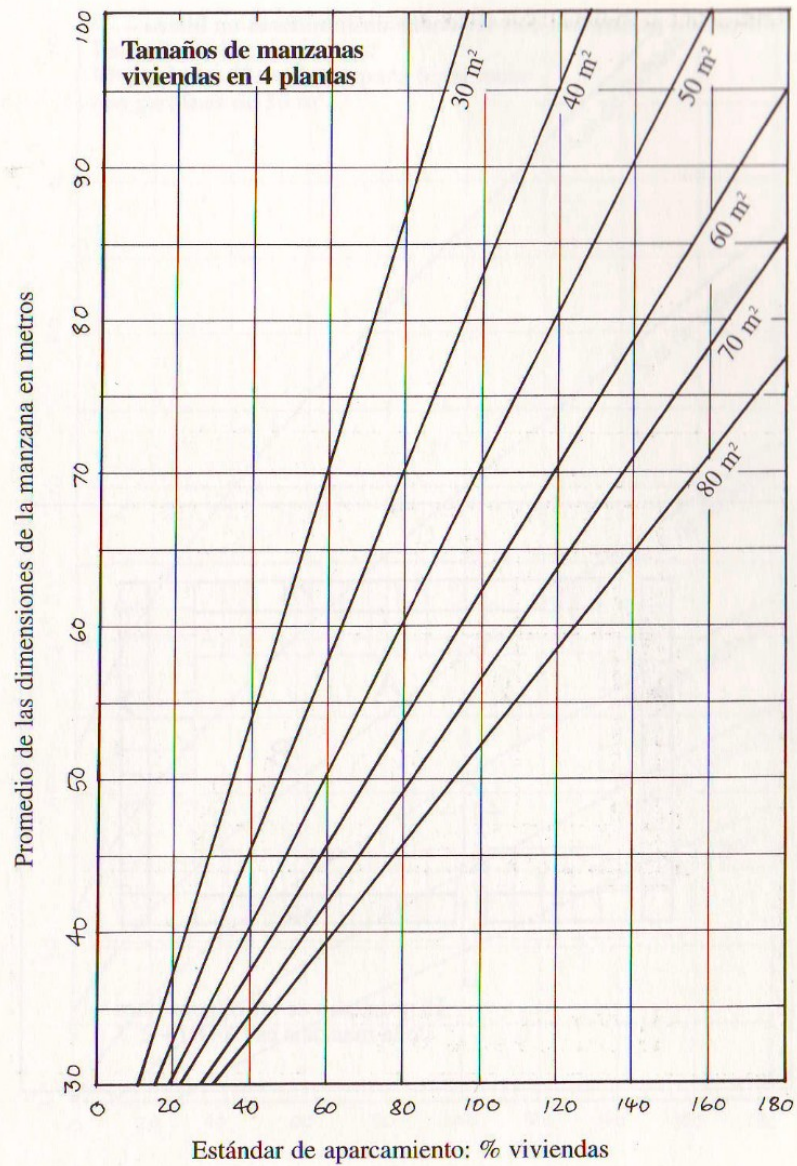


Figura 21. Tamaños de manzanas viviendas en 4 plantas.

Fuente: Bentley et al., 1999

a. **Edificación perimetral con viviendas unifamiliares en hilera.**

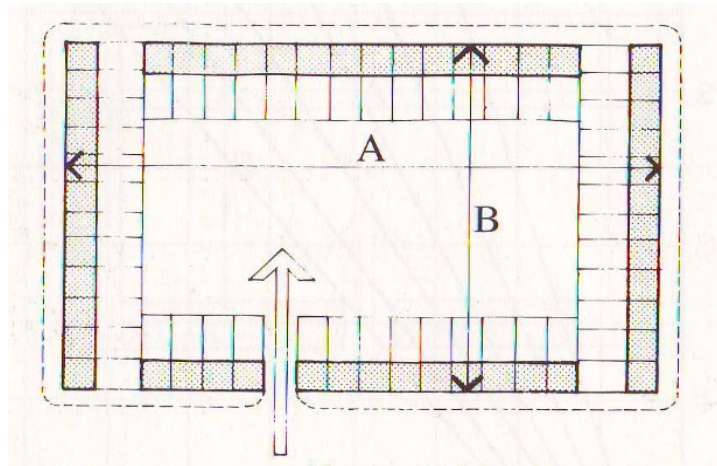


Figura 22. Promedio de las dimensiones de la manzana es $(A+B)/2$.

Fuente: Bentley et al., 1999

Los gráficos se basan en casas adosadas de dos plantas de altura, no se incluye el jardín de la parte delantera de la vivienda, ni tampoco un área de aparcamiento. Si desea, deberá aumentar la superficie media de la manzana tal y como se ilustra en la figura. (Bentley et al., 1999)

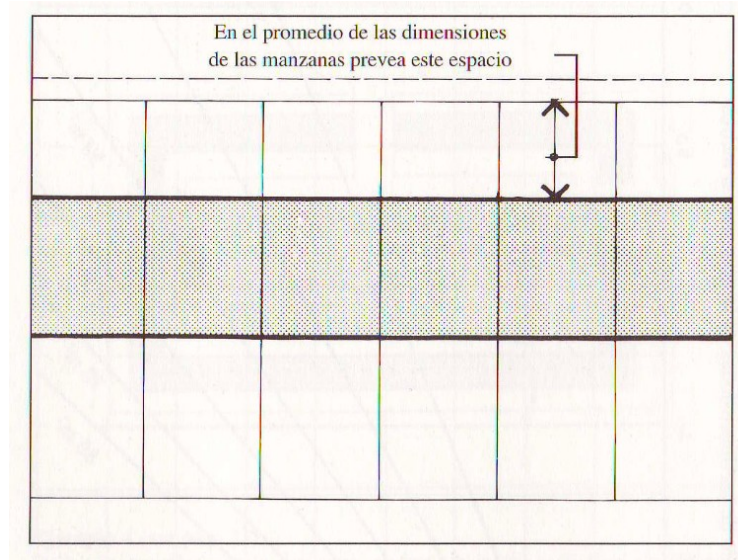


Figura 23. Aumentando la superficie media de la manzana.

Fuente: Bentley et al., 1999

Tipos de manzana para viviendas unifamiliares con jardines de 50m²

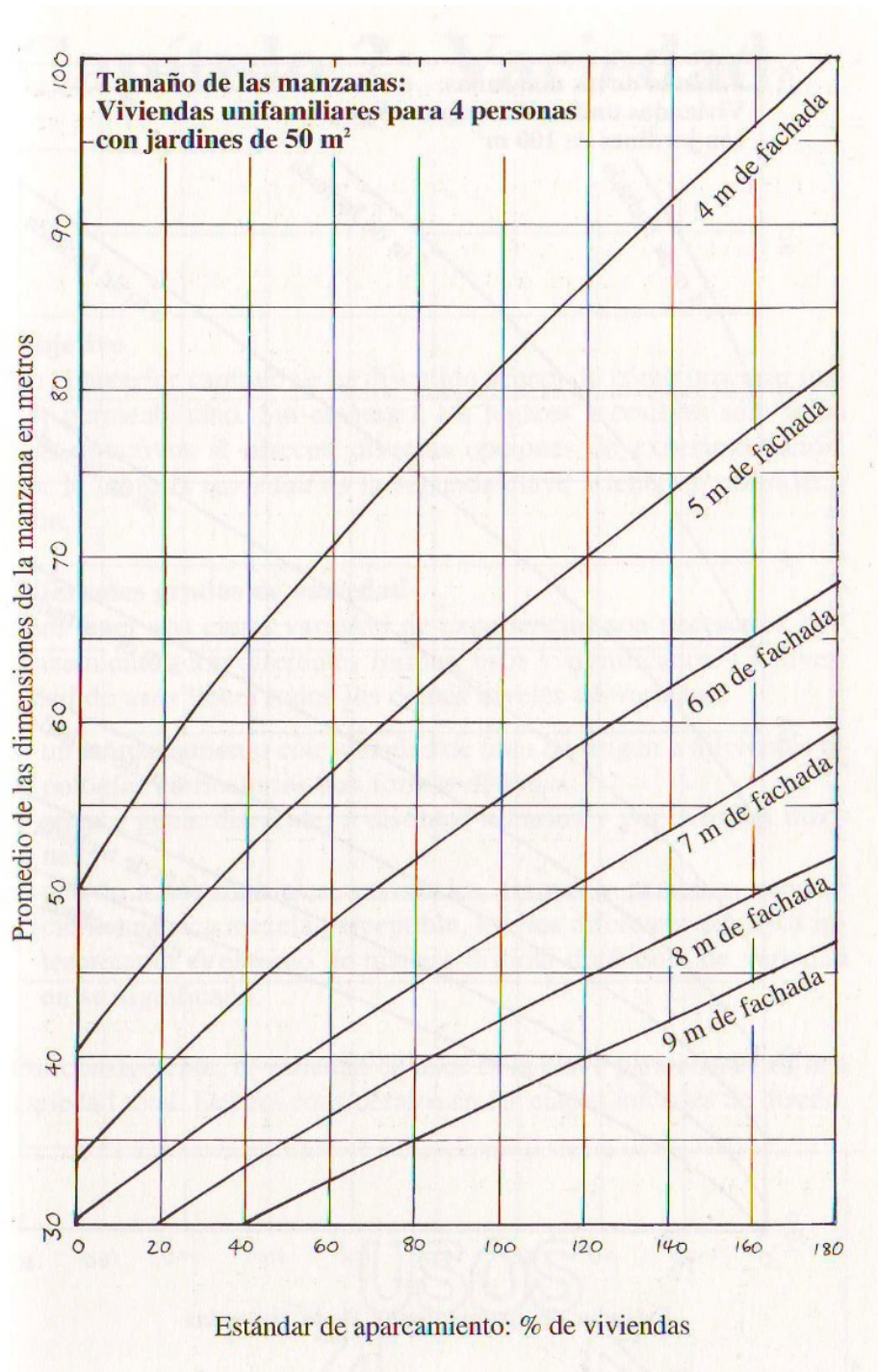
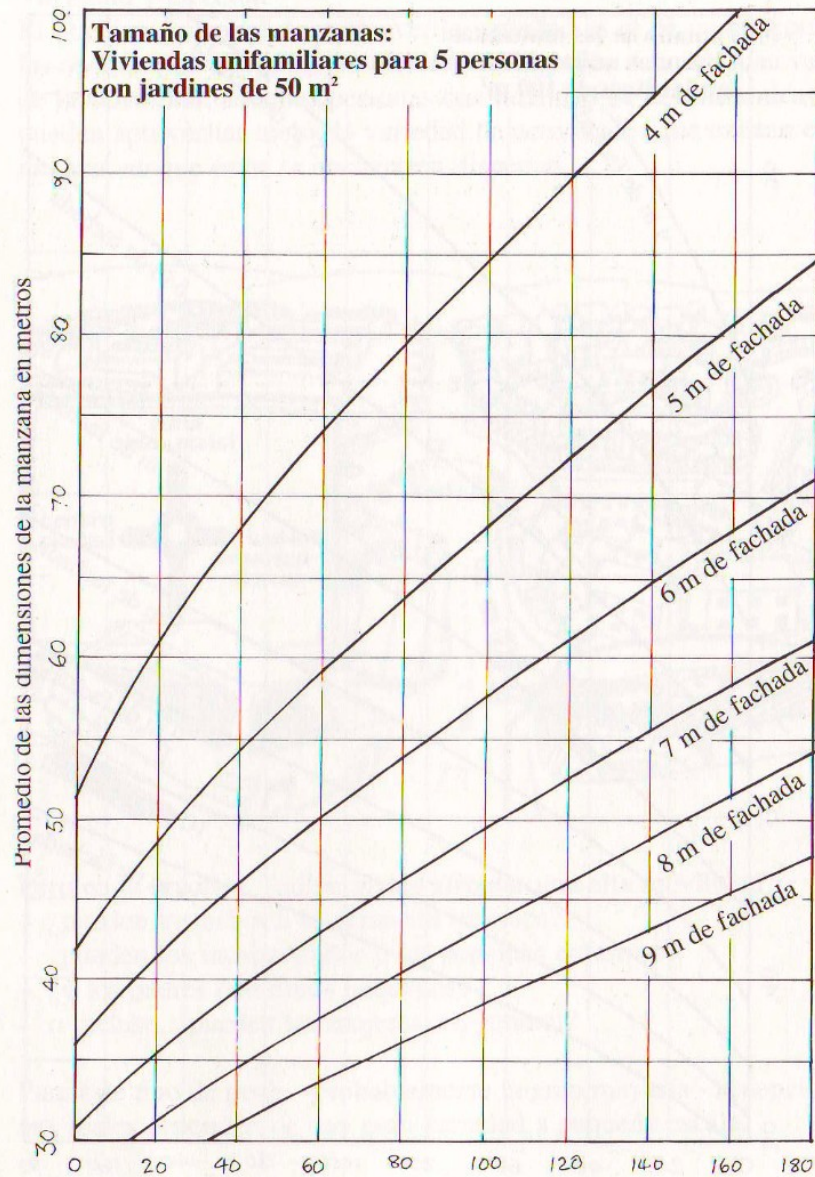


Figura 24. Tamaño de las manzanas: Viviendas unifamiliares para 4 personas con jardines de 50m²

Fuente: Bentley et al., 1999



Estándar de aparcamiento: % de viviendas

Figura 25. Tamaño de las manzanas: Viviendas unifamiliares para 5 personas con jardines de 50m²

Fuente: Bentley et al., 1999

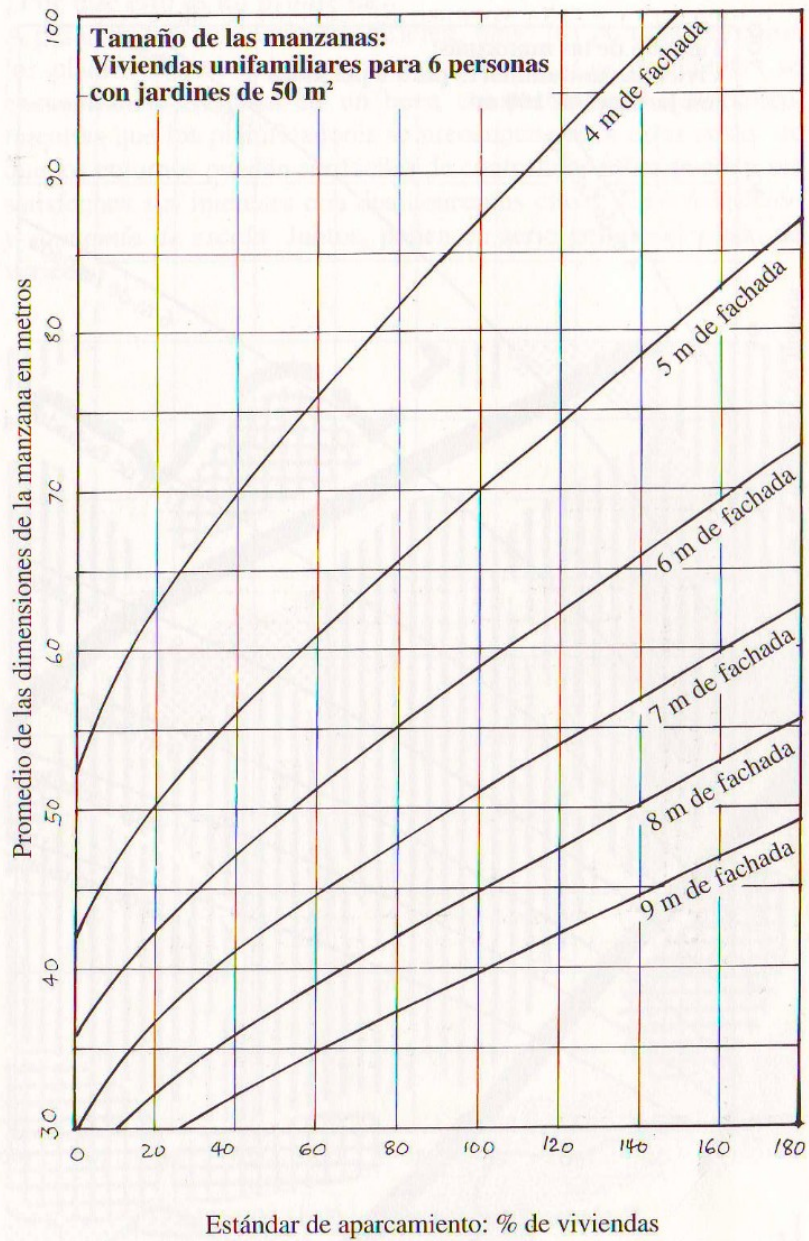


Figura 26. Tamaño de las manzanas: Viviendas unifamiliares para 6 personas con jardines de 50m²

Fuente: Bentley et al., 1999

Dimensiones de las manzanas para albergar viviendas unifamiliares con jardines de 100m²

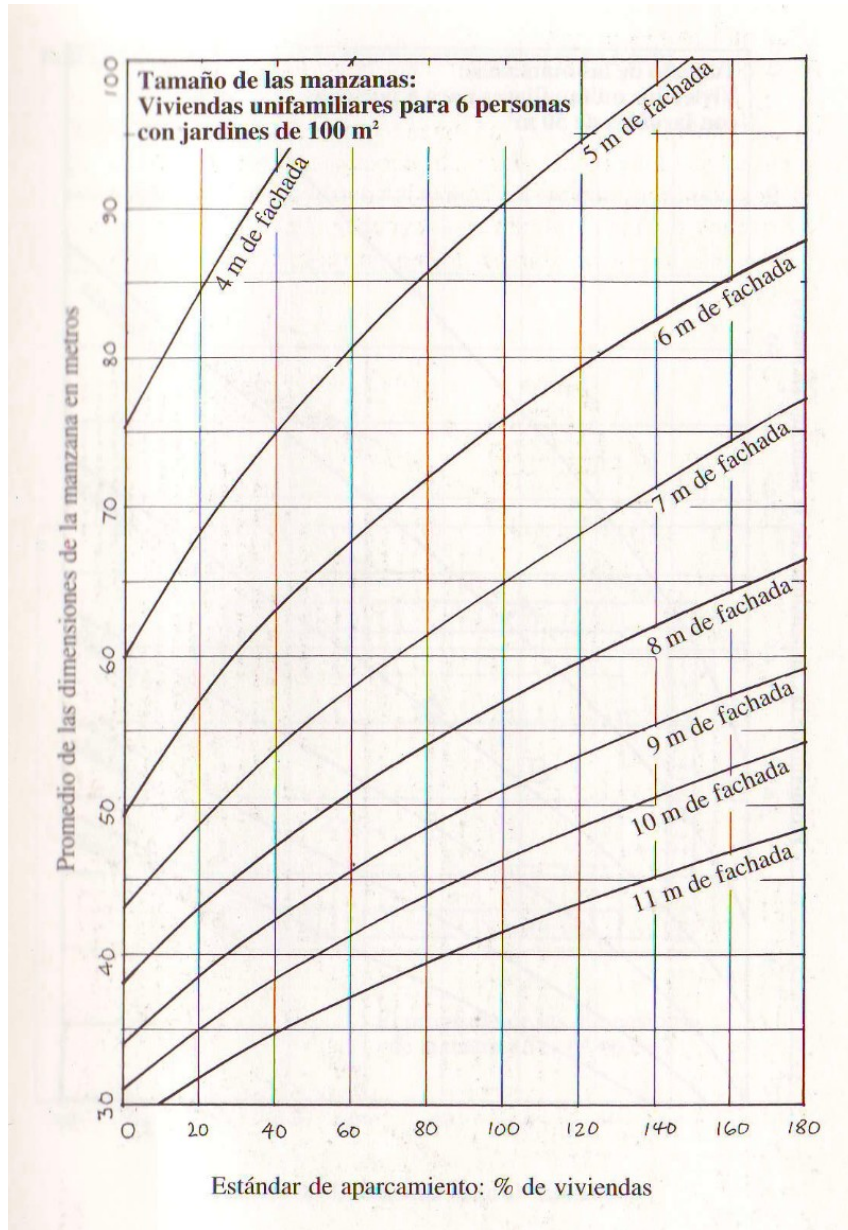


Figura 27. Tamaño de las manzanas: Viviendas unifamiliares para 6 personas con jardines de 100m²

Fuente: Bentley et al., 1999

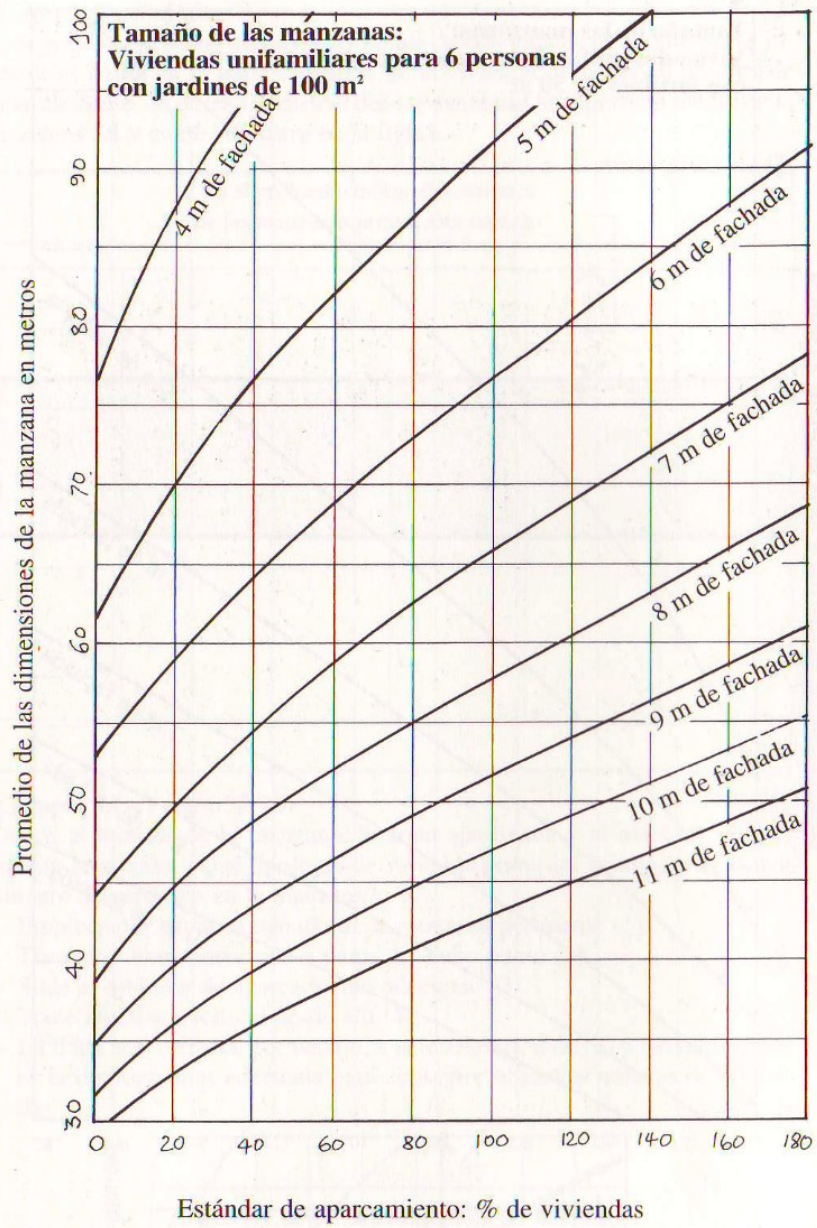


Figura 28. Tamaño de las manzanas: Viviendas unifamiliares para 6 personas con jardines de 100m²

Fuente: Bentley et al., 1999

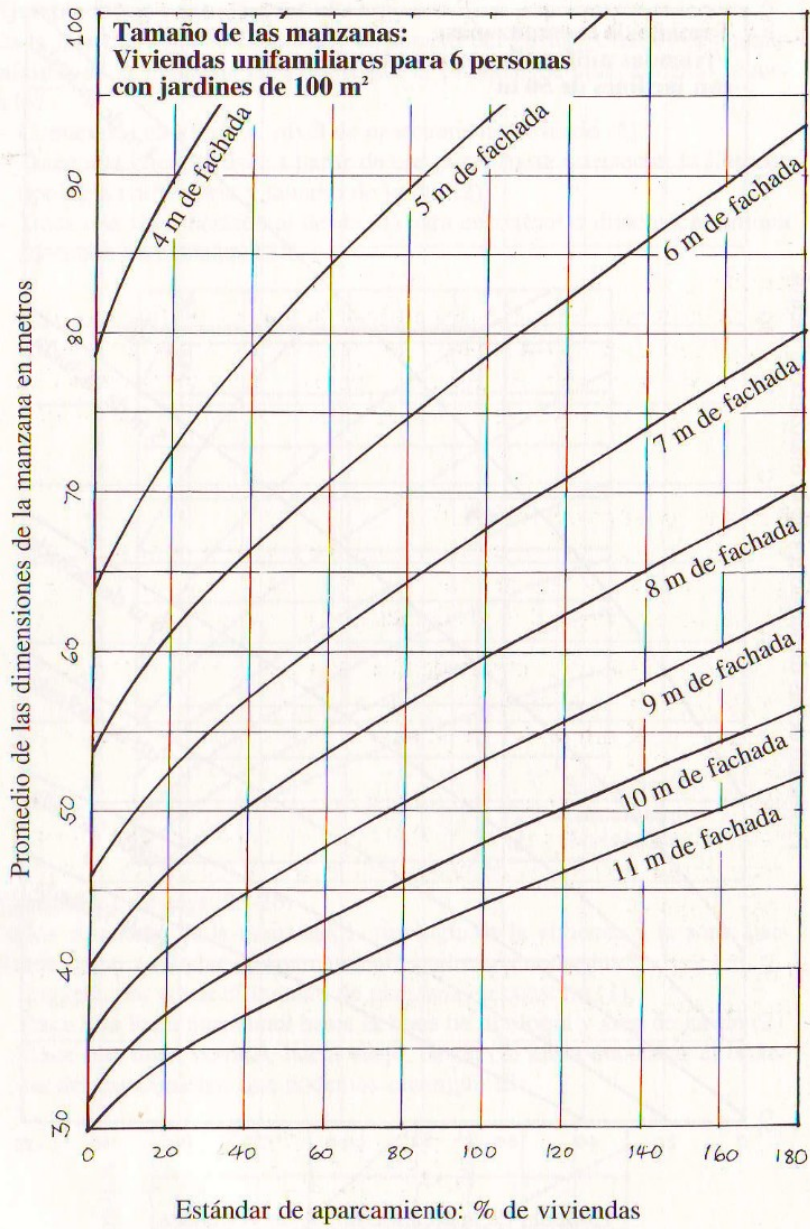


Figura 29. Tamaño de las manzanas: Viviendas unifamiliares para 6 personas con jardines de 100m²

Fuente: Bentley et al., 1999

VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A. Análisis del crecimiento de la ciudad de Quetzaltenango

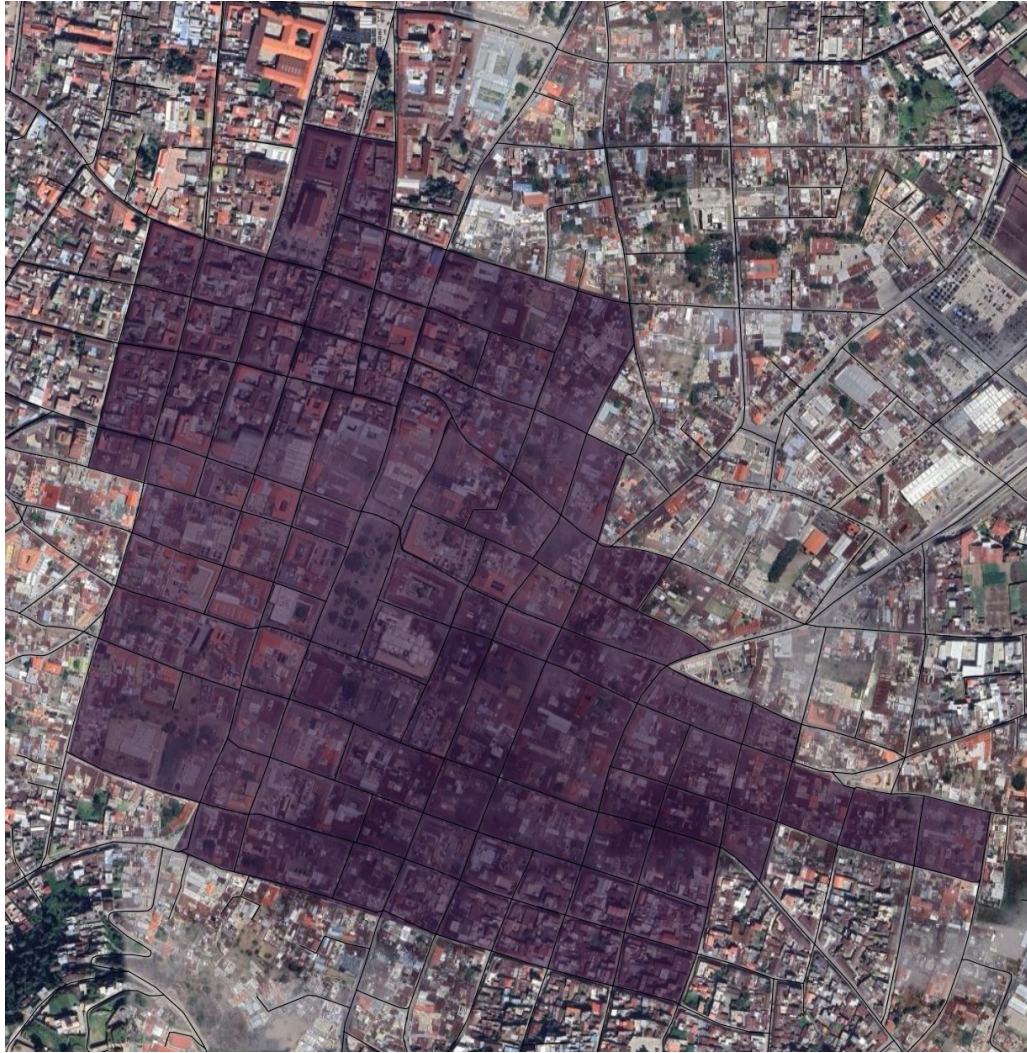


Figura 30. Área fundacional de Quetzaltenango.

Basado en: Alonso y Hernández, 2018

1. Inicio de la ciudad. Como se puede observar en la figura el área fundacional de la Ciudad de Quetzaltenango, sigue el diseño urbano tradicional que se marca en varias ciudades que fueron fundadas por los españoles, dicha traza urbana esta compuesta por: el sistema de malla o retícula que refleja claramente la aplicación de las leyes de indias para la creación de nuevos lugares poblados, pues era semejante a sus centros ceremoniales y de esta manera los indígenas se sintieran identificados como un lugar sagrado. Las ordenanzas que comprenden el estilo de las ciudades fundadas en territorio americano comprenden de la 111 a la 130, en esas ordenanzas detallan la forma que debían de tener las ciudades. (Vigliocco, 2008) Esta traza tiene la característica que en el centro de la

ciudad se encontrará la Catedral del Espíritu Santo, el parque central, el edificio de la municipalidad y viviendas al rededor. El sistema busca, por lo general que las calles y avenidas estén orientadas de por los puntos cardinales, en ejes de norte - sur y este -oeste. (Alonso & Hernández, 2018)

El trazado urbano del Centro Histórico responde de forma irregular debido a que su topografía no es plana, sino posee varias inclinaciones, es por ello que las calles fueron trazadas sobre laderas y poco a poco la ciudad fue buscando expandirse a terrenos más planos. Se puede observar que la traza urbana planificada sería para un pueblo pequeño, debido a esto se puede observar que al crecer la ciudad sus vías quedarían muy angostas e insuficientes. De está retícula tradicional de la época colonial surgen vías irregulares hacia los lugares que se fue expandiendo la ciudad, haciendo parte de la ciudad los poblados de las periferias y condicionando el crecimiento urbano. Como ejemplo se puede observar el caso de la actual 1.^a calle de la zona 1, que sirve de unión con la calle Rodolfo Robles, dicha calle se le conoce como "Calle Cajolá", ya que esta unía la ciudad con dicho poblado. Estos caminos definían grandes manzanas irregulares, destinados a la agricultura y ganadería, y con el crecimiento de la ciudad han dado lugar a calles nuevas y parcelas pequeñas de igual forma irregular. (Alonso & Hernández, 2018)

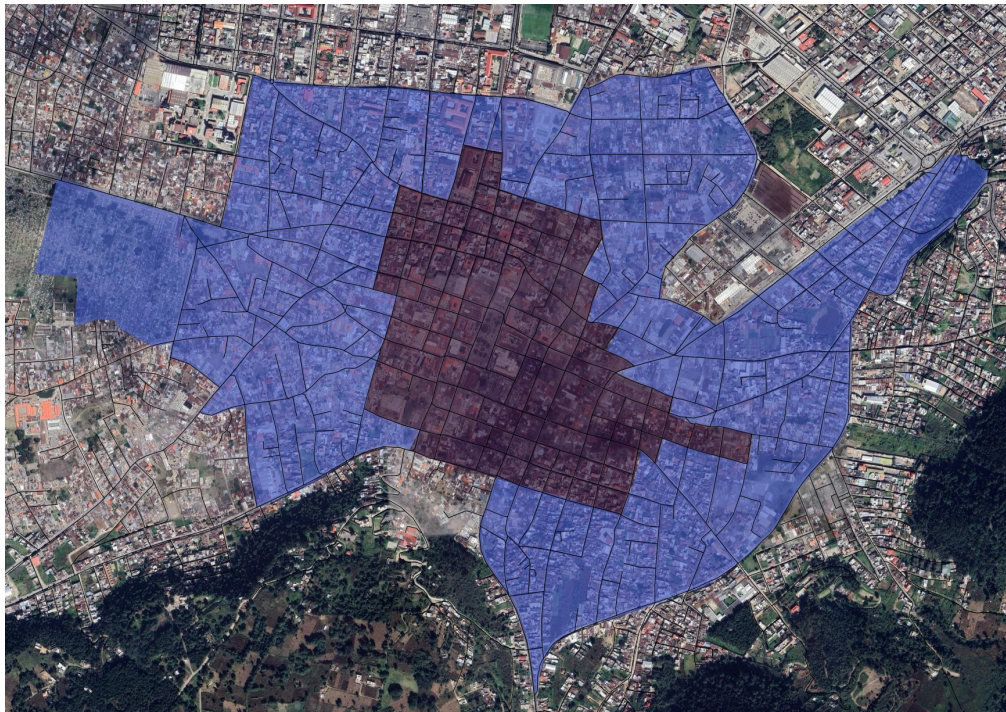


Figura 31. Crecimiento 1700-1900.

Basado en: Alonso y Hernández, 2018

2. Primera expansión 1700-1900. Debido al crecimiento poblacional y comercial que se fue dando, así como la división provisional del territorio causado por la independencia y el surgimiento del Sexto Estado, le dieron un fuerte impulso para que las autoridades de la época aprobaran el título de "Ciudad de Quetzaltenango", con esto la ciudad tendría ciertos privilegios y una mayor participación a nivel político y territorial dentro de las acciones del país. Es de esa manera que se dio crecimiento urbano existente durante esta época, más no presento mayores cambios en la traza

urbana, ya que predomina el núcleo central casi en su estado actual, con leves modificaciones viales y particiones de manzanas. En esta expansión se dio origen al cementerio general como media para evitar los cementerios cantonales y así tener el cementerio alejado de la ciudad por las enfermedades y cerca de la Iglesia del Calvario. (Alonso & Hernández, 2018)

Conforme se fue expandiendo la ciudad y por su crecimiento poblacional en conjunto con la mancha urbana, dieron origen a barrios tradicionales que muchos de ellos adoptaron sus nombres por las iglesias del sector siendo los barrios más destacados los siguientes:

- Barrio El Calvario: ubicado a los alrededores de la Iglesia del Calvario y cerca del Cementerio General, colindando con el Centro Histórico y el Barrio Las Flores.
- Barrio Las Flores: anteriormente llamado cantón Jesús Nazareno, colinda con el Barrio El Calvario, San Antonio, Santa Ana y el Centro Histórico. Dentro de este barrio se ubica la diagonal 12, siendo una vía importante.
- Barrio la Transfiguración: Dicho barrio se llama así por la iglesia de La Transfiguración que se construyó en la cima de una pequeña ermita. Se dio su origen dentro de los cantones San Antonio y San Bartolomé, cercana a la Avenida La Independencia y a la salida de la ciudad por medio de la Avenida El Cenizal.

A mediados del siglo XIX se inició la construcción de importantes vías que permitieron varias conexiones importantes para unir la ciudad con los poblados cercanos. Siendo una de las primeras la Avenida La Independencia, ubicada en la actual zona 2 y posteriormente se empezaría con el camino hacia Mazatenango. (Alonso & Hernández, 2018)

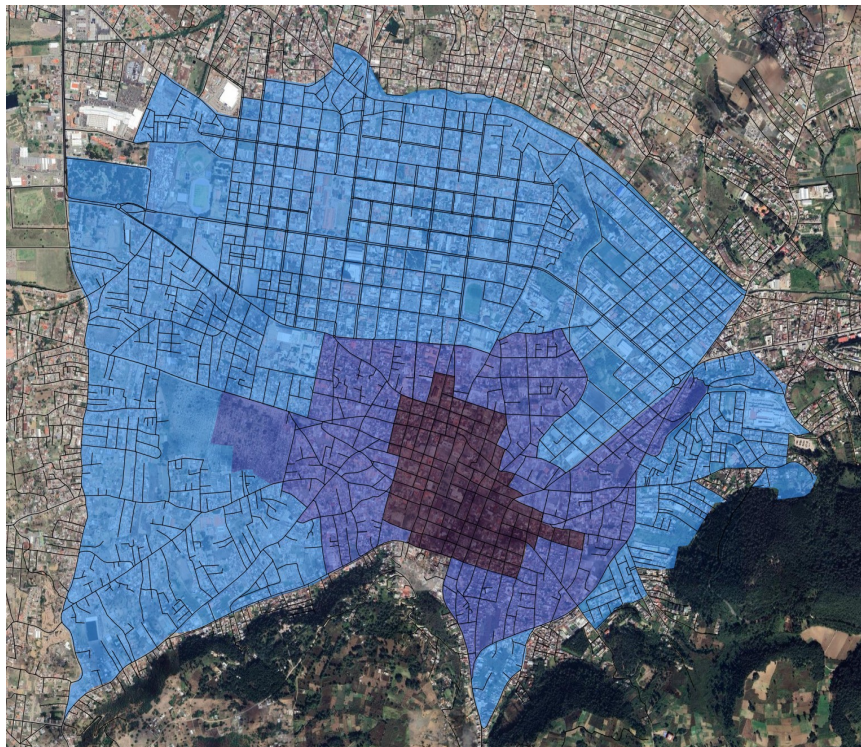


Figura 32. Crecimiento 1900-1970.

Basado en: Alonso y Hernández, 2018

3. 1900-1970. Durante este período la Ciudad de Quetzaltenango, sufre varios cambios dentro de su traza urbana ya que su crecimiento y expansión se realizó de forma más planificada, y se puede observar el origen de la zona céntrica de la ciudad. Durante esta etapa se puede observar el origen del barrio de La Democracia, que surgió debido a el terremoto de San Perfecto el 18 de abril de 1902 y sirvió para alojar viviendas para los ciudadanos sin hogar y comercio. El barrio La Democracia actualmente es la zona 3 de la Ciudad y se diseño bajo el nombre de "La Nueva Quetzaltenango", y se puede observar que su diseño es planificado debido a la traza reticular que presenta con cuadras más homogéneas extendiéndose hasta Los Olivos y con los llanos de Olintepque. Dicho diseño urbano estuvo a cargo del Ing. Francisco Vela. Con esta nueva expansión y crecimiento se dio origen a la construcción del Ferrocarril de los Altos. (Alonso & Hernández, 2018)

Posteriormente en ese periodo se puede observar que el crecimiento de la ciudad fue más acelerado esto debido al crecimiento económico de la Ciudad de Quetzaltenango, y como consecuencia se puede ver la creación del zoológico de Minerva, y la construcción de dicho Templo que marcaría de forma notable las vías de la zona 3. Después de la planificación del barrio La Democracia se puede ver que la ciudad empezó a crecer de una forma más orgánica sin tener una planificación urbana estructurada dando como origen a la forma de plato roto que se tiene como principal característica dentro de la zona 10. Para el año de 1969, el crecimiento de la población crecería de forma exponencial y la ciudad también, por lo que la municipalidad empezó a generar los primeros trazos de propuestas para la creación de la zonificación de la Ciudad de Quetzaltenango, dando como origen a la nomenclatura actual y proyectándose a las delimitaciones de 13 zonas en las cuales se dividiría la ciudad. (Alonso & Herández, 2018)

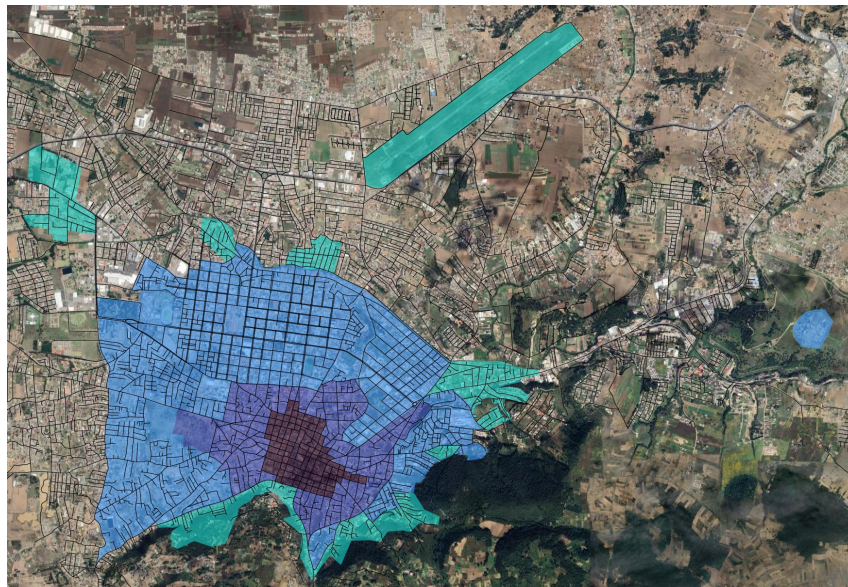


Figura 33. Crecimiento 1970-1985.

Elaboración propia

4. 1970-1985. Durante este periodo de 15 años, ya se pudo obtener imágenes del crecimiento de la mancha urbana haciendo uso de Google Earth por medio de sus imágenes satelitales. Se puede observar que se empezó a consolidar mucho mejor la ciudad en la zona central de las zonas 01, 02, 03, 04, 09 y parte de la zona 10. Cabe destacar que se logra apreciar el Aeropuerto Internacional de Occidente dándole forma ala zona 06 de la ciudad, que en ese entonces no estaba consolidada y dicho aeropuerto estaba fuera de la zona urbana.

Se puede observar que se empieza a generar esa expansión de la ciudad fuera de la zona consolidada, dando origen a la dispersión de la ciudad y una mancha urbana originada por la poca planificación urbana y crecimiento orgánico propio del lugar, ya que la zona nueve no estaba consolidada y sus traslados eran más largos que las de las zonas centrales consolidadas. En esa área se construye el Hospital Regional de Occidente y la colonia La Floresta, esto nos da como origen la Diagonal 2, vialidad que en ese entonces era la única entrada y salida de la ciudad del lado del occidente, ya que en ese entonces se empezaba con la construcción del anillo periférico y la Autopista de Los Altos aún no existía. La traza urbana que adopta ese sector de La Floresta es la de un sistema lineal, ya que su crecimiento se desarrollo a partir de la vía principal (Diagonal 2).

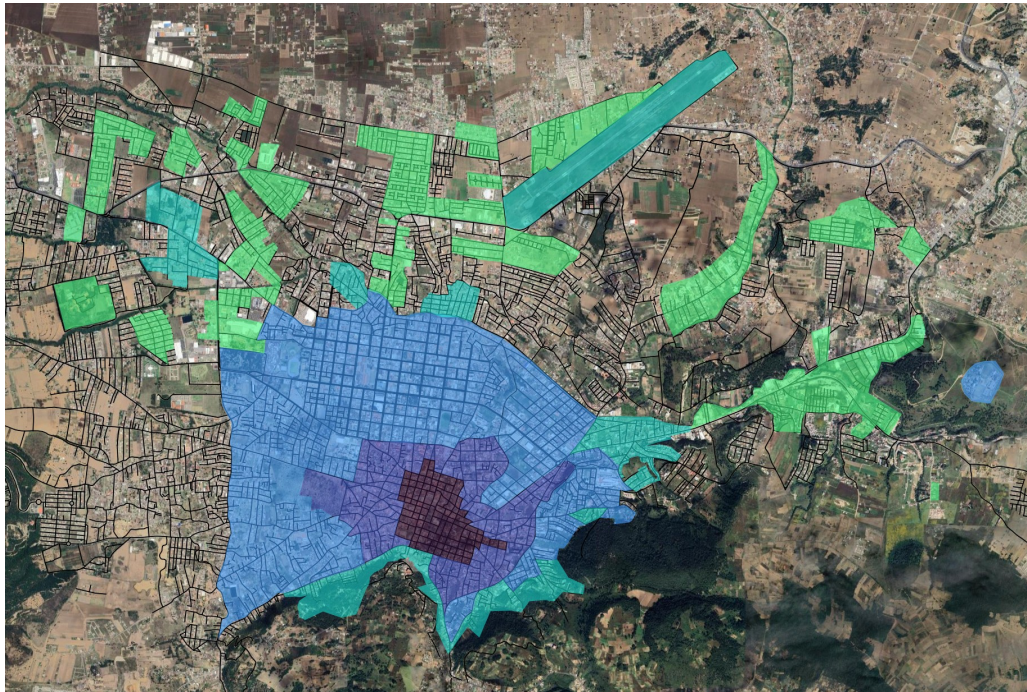


Figura 34. Crecimiento 1985-2002.

Elaboración propia

5. 1985-2002. El crecimiento urbano de la ciudad de Quetzaltenango se fue expandiendo hacia las orillas dejando de crecer en el centro de la ciudad y buscando áreas con mayor tranquilidad que poco a poco también se fueron poblando conforme pasaron los años. Se puede observar que del lado de la zona nueve se empiezan a originar varias colonias como Los Cerezos se puede ver que se tuvo una planificación ya que presenta un diseño de retícula con calles y avenidas bien definidas. En este periodo surge también la Colonia Trigales en la zona siete esto producto de la construcción del anillo periférico que se había empezado en el periodo anterior, junto con la la 29 avenida que

es extensión de la 19 avenida de la zona tres logrando así una conexión entre las zonas tres y siete dando entrada y salida hacia el periférico de la ciudad.

En el área de la salida de la ciudad hacia la aldea Chiquilajá se puede observar que el crecimiento en este periodo se dio de forma lineal debido a que la zona urbana se desarrolló sobre la vía principal hacia dicha aldea, al igual también este tipo de sistema se adoptó de forma orgánica sobre la calzada Manuel Lisandro Barillas que fue extensión de la avenida de Independencia comunicando la zona dos con las zonas cinco y once, siendo también salida de la ciudad hacia el municipio de Salcajá.

El crecimiento urbano dentro de la ciudad se va dando no solo a nivel de vivienda y desarrollo de vialidades, si no también a nivel comercial ya que se destaca el primer centro comercial de gran tamaño dentro de la ciudad ubicando en la zona tres sobre la avenida de Las Américas siendo esta vía de gran importancia, ya que a sus alrededores es donde en esta época se empieza a desarrollar una zona con edificios de comercios, oficinas y vivienda.

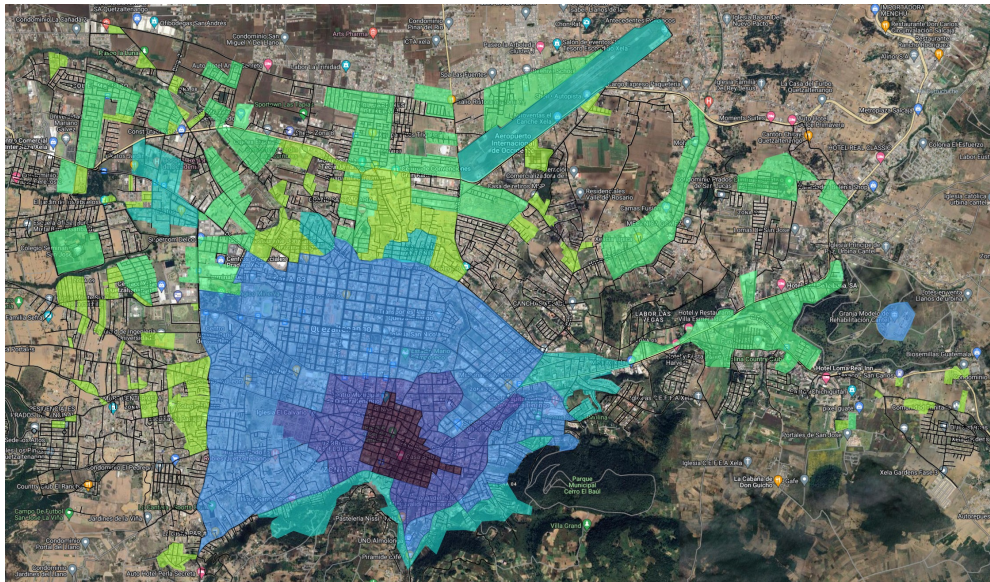


Figura 35. Crecimiento 2002-2006.

Elaboración propia

6. 2002-2006. En este periodo de crecimiento se puede observar que varias zonas ya se han ido consolidándose de poco y adoptando un crecimiento mucho más orgánico que planificado, este tipo de crecimiento se puede observar en la zona diez, ya que sus vialidades junto con su traza urbana hacen que se formen callejones y calles estrechas, originando un problema de permeabilidad en la zona. Este tipo de de crecimiento orgánico se es más evidente durante esta etapa y salvo ciertas colonias que van surgiendo de a poco son las que están mejor planificadas en cuanto a su sistema de retícula, como es el caso del residencial Nueva Ciudad de los Altos ubicada en la zona 12 y Xela Gardens ubicada en la aldea Chihuitan sobre la carretera que conduce a la costa sur.

7. 2006-2011.

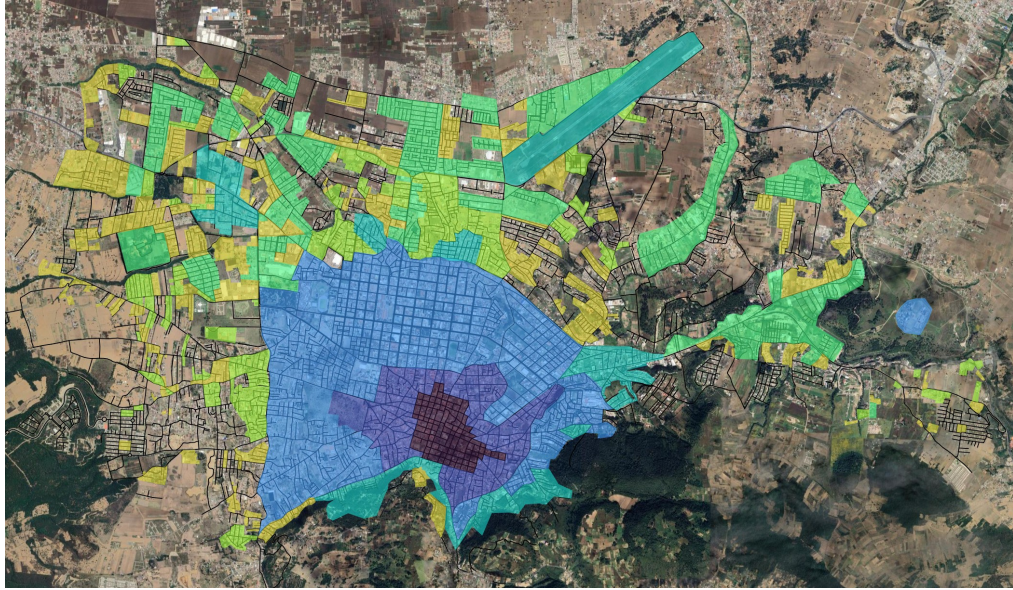


Figura 36. Crecimiento 2006-2011.

Elaboración propia

Durante este periodo de tiempo la ciudad se extendió aún más en las zonas ocho, nueve y diez en el área de la salida hacia el municipio de La Esperanza teniendo un crecimiento más notable que en las otras zonas de la ciudad., desarrollándose comercios, viviendas en calles particulares y dentro de colonias privadas.

En estos años se puede observar que la jerarquía vial se completó a como hoy la conocemos, dándole el aspecto a la ciudad actual, con el periférico ya formado, las salidas y entradas a la ciudad bien definidas junto con las vías principales, secundarias y de sus calles locales.

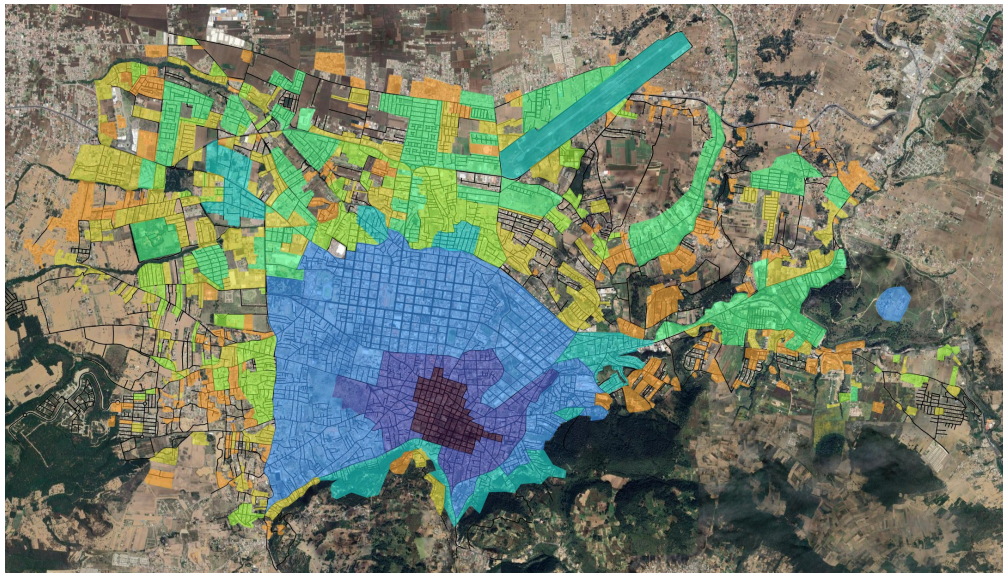


Figura 37. Crecimiento 2011-2016.

Elaboración propia

8. 2011-2016. En estos años el crecimiento de la Ciudad de Quetzaltenango no sufrió mayores cambios en la forma de su traza urbana, en cambio se puede observar que poco a poco se ha conformado y consolidando aún más. Durante este periodo de tiempo aparecieron más proyectos inmobiliarios de parte del sector privado, dando origen a los condominios y residenciales ubicados en las afueras del centro urbano.

Dicho crecimiento se desarrollo dentro de las zonas cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez, once. Buscando consolidarse dichas zonas y creciendo de una forma orgánica y adoptando trazas urbanas de estilos plato roto y lineales.

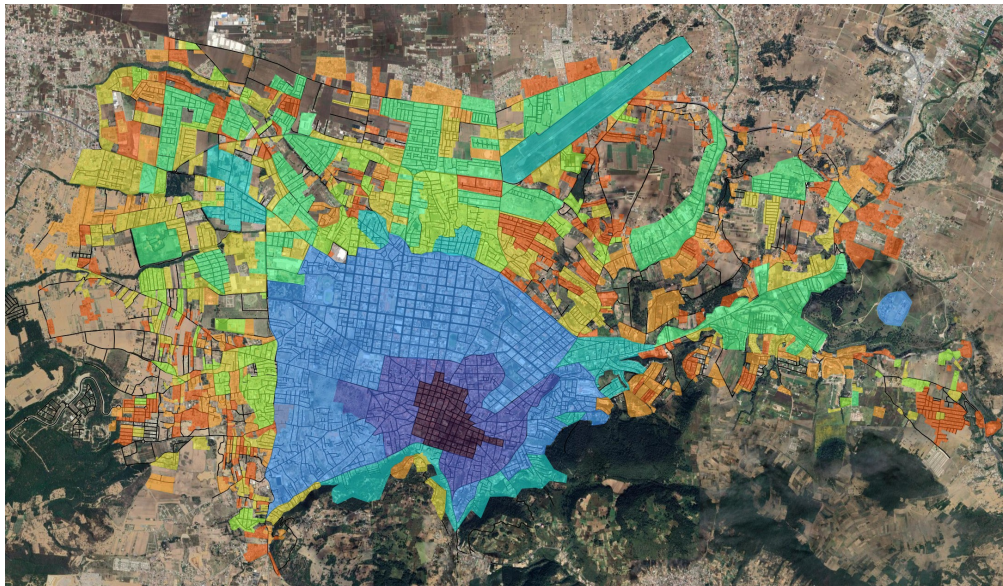


Figura 38. Crecimiento 2016-2020.

Elaboración propia

9. 2016-2020. Este crecimiento urbano se dio al rededor de la ciudad ya afuera de la zona administrativa urbana y se puede observar que creció dentro de las aldeas y caseríos más cercanas a la zona urbana, como es el caso de Chichihuitan, Chiquilajá, Chitux y a zonas adyacentes a los municipios de Olintepeque, La Esperanza y Salcajá. Esto nos dio como origen a una ciudad más dispersa y la creación de nuevas vialidades para la movilización de la población. Este crecimiento en su mayoría fueron provocados por los residenciales que fueron creando su propia traza urbana, como paso con la Nueva Ciudad de Los Altos en este caso fue Xela Gardens ubicada en el caserío Chichihuitan ya que su forma de traza urbana es de retícula.

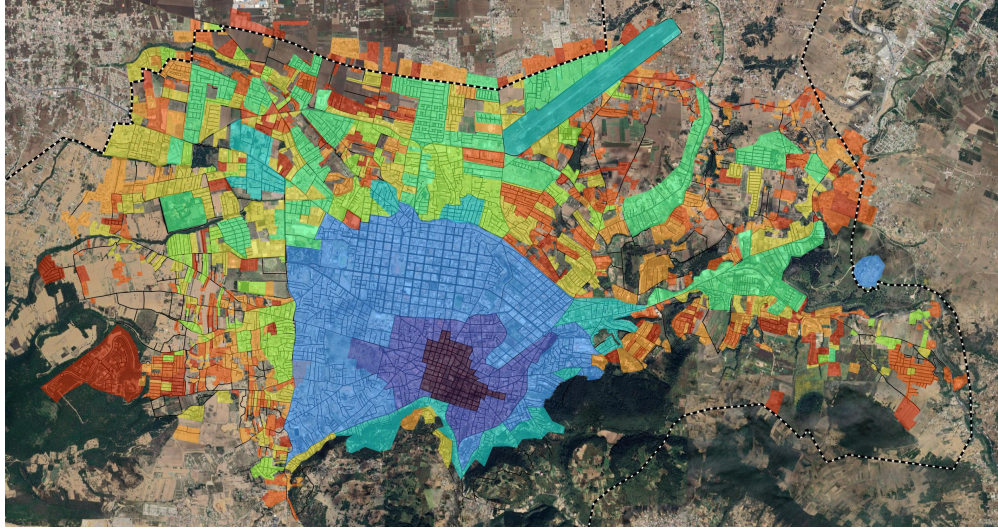


Figura 39. Crecimiento 2020-2023.

Elaboración propia

10. 2020-2023. El crecimiento urbano en esta etapa es poco, y se centra en ir consolidando las zonas donde se fue expandiendo la ciudad y desarrollando proyectos residenciales en las zonas de expansión, las cuales son las más retiradas de las zonas centrales, en cambio los proyectos comerciales se han ido desarrollando en las zonas más densas con una mayor consolidación por tener cercanía con la mayoría de la población altense. Ya en esta etapa las vialidades se han desarrollado completamente, sin embargo aún existen vialidades de terracería.

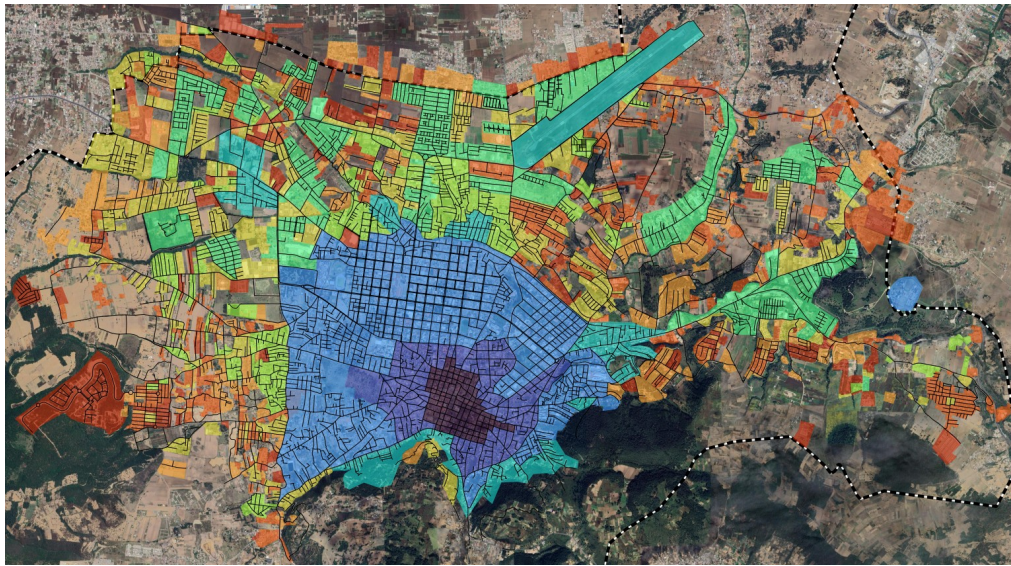


Figura 40. Crecimiento histórico de la ciudad de Quetzaltenango, Quetzaltenango

Elaboración propia

B. Análisis del área de estudio

Al observar el crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Quetzaltenango se determinó que el área occidental de la ciudad es la que más ha sufrido un incremento en los últimos años, es por eso que se tomaron las Súper Manzanas de las zonas ocho (08), nueve (09), diez (10) y doce (12). La delimitación del área de estudio se realizó haciendo uso del software QGIS, basándose en los parámetros establecidos para la delimitación de las Súper Manzanas dentro del Plan de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Quetzaltenango (POT). Dichas Súper Manzanas sirven para poder delimitar el área urbana y gestionar de mejor manera el territorio a una escala intermedia. Dichas Súper Manzanas deben de contar con una superficie contigua, igual o superior a dieciséis hectáreas y menor o igual a cincuenta hectáreas. (DOT, 2019)



Figura 41. Súper Manzanas del área de estudio

Elaboración propia

Se hizo el recorte de la capa del crecimiento urbano realizado anteriormente junto con la capa de Súper Manzanas para luego cortar ambas capas y obtener el crecimiento correspondiente al área de análisis, y poder determinar el porcentaje de área de terreno urbanizado contra el porcentaje de terreno que no se encuentra urbanizado. Esto con a finalidad de saber el tipo de vialidad que hace falta para generar la propuesta y complementar las vialidades existentes, para luego complementar la jerarquía vial propuesta por el POT.

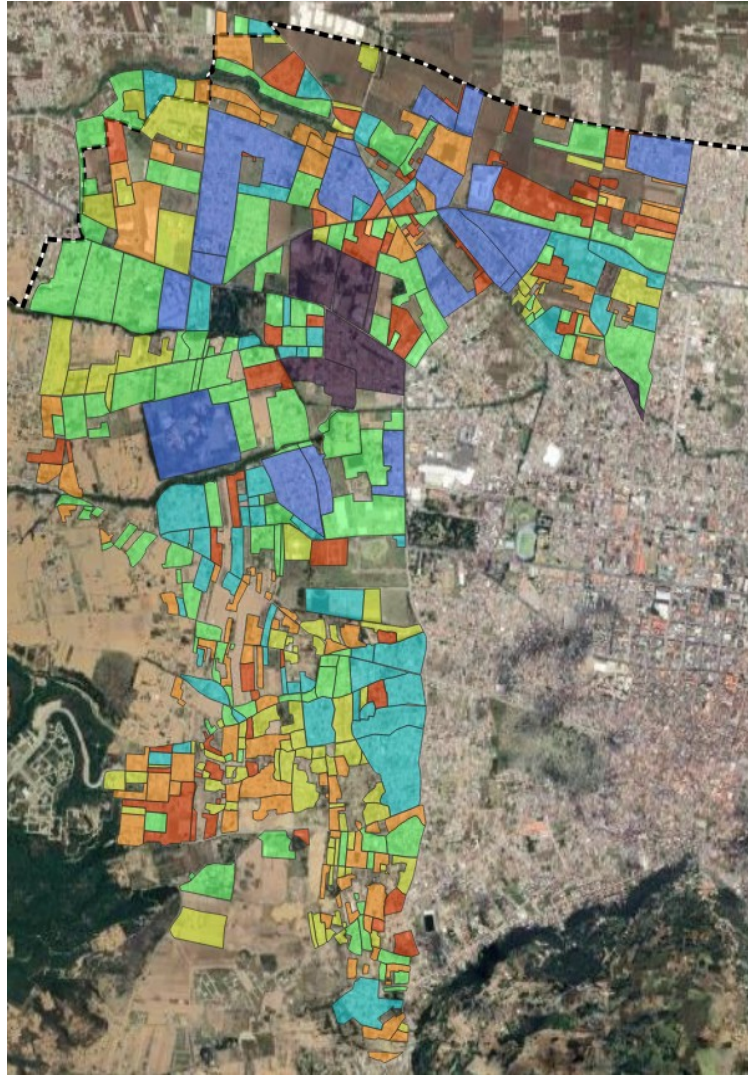


Figura 42. Crecimiento urbano en área de estudio

Elaboración propia

Usando las herramientas del software QGIS se extrajo la información de las áreas de urbanizadas y las que no estaban urbanizadas para tener un dato del porcentaje de terrenos de las Súper Manzanas que no contaban con mancha urbana y de esa manera se identificó las áreas sin una conexión de red vial. Este proceso se realizó extrayendo los datos de la tabla de atributos y exportándola a Excel, en los siguientes tres cuadros se pueden observar los porcentajes sin mancha urbana de cada Súper Manzana al mismo tiempo que se puede ver la diferencia de metros cuadrados de manzanas sin urbanizar contra las manzanas ya consolidadas.

Cuadro 3

Porcentaje mancha urbana correspondiente a la Zona 8

MNZ	M2 URB	M2 TOTALES	DIF M2	%
08-01	149233.84	323271.39	174037.55	54 %
08-02	118008.949	205823.26	87814.31	43 %
08-03	246017.82	274489.8	28471.98	10 %
08-04	292294.2998	401210.25	108915.95	27 %
08-05	382078.1135	433800.24	51722.13	12 %
08-06	185338.9942	214399.8	29060.81	14 %
08-07	133883.02	178132.91	44249.89	25 %
08-08	120760.5805	124638.69	3878.11	3 %
08-09	221561.761	302169.64	80607.88	27 %
08-10	66823.9632	175034.88	108210.92	62 %
08-11	175325.0224	217766.07	42441.05	19 %
08-12	170768.9993	230105.26	59336.26	26 %
08-13	72987.91039	221942.77	148954.86	67 %
08-14	187700.3162	266175.55	78475.23	29 %
08-15	191995.0773	214383.23	22388.15	10 %
08-16	113307.8086	145156.77	31848.96	22 %
08-17	128405.1664	185855.43	57450.26	31 %
08-18	122527.6168	148759.07	26231.45	18 %
08-19	210715.1098	239818.24	29103.13	12 %

Estos datos nos sirvieron para poder determinar las áreas donde se debe de complementar la red vial que hace falta en conjunto con los parámetros dentro de la jerarquía vial propuesta por el POT.

Cuadro 4

Porcentaje de mancha urbana correspondiente a la Zona 9

MNZ	M2 URB	M2 TOTALES	DIF M2	%
09-01	169518.8916	179315.4	9796.51	5 %
09-02	151942.5273	156703.37	4760.84	3 %
09-03	174921.3145	274124.76	99203.45	36 %
09-04	120870.9008	150659.5	29788.60	20 %
09-05	73624.7074	109544.11	35919.40	33 %
09-06	71509.99497	125775.64	54265.65	43 %
09-07	87619.51651	96187.07	8567.55	9 %
09-08	97355.89373	308734.62	211378.73	68 %
09-09	331916.1699	380254.66	48338.49	13 %
09-10	186947.4427	274365.14	87417.70	32 %
09-11	113405.356	182549.08	69143.72	38 %
09-12	156531.8269	165874.58	9342.75	6 %
09-13	287050.0744	347162.95	60112.88	17 %
09-14	50595.76227	166697.07	116101.31	70 %
09-15	93774.15849	154800.8	61026.64	39 %
09-16	258244.7888	504719.83	246475.04	49 %
09-17	138596.674	326878.49	188281.82	58 %

Cuadro 5
Porcentaje de mancha urbana correspondiente a la Zona 10

MNZ	M2 URB	M2 TOTALES	DIF M2	%
10-01	94933.4577	252886.87	157953.41	62 %
10-02	276988.9555	296349.06	19360.10	7 %
10-03	109014.0171	189234.81	80220.79	42 %
10-04	238007.9937	344597.81	106589.82	31 %
10-05	198743.8839	256656.27	57912.39	23 %
10-06	130740.8517	670146.06	539405.21	80 %
10-07	221809.893	312912.99	91103.10	29 %
10-08	190460.2555	418515.3	228055.04	54 %

Cuadro 6
Porcentaje de mancha urbana correspondiente a la Zona 12

MNZ	M2 URB	M2 TOTALES	DIF M2	%
12-02	0.00	138983.45	138983.45	100 %
12-03	27453.93529	310481.76	283027.82	91 %
12-04	226938.7237	260199.74	33261.02	13 %

C. Definición de vías a través de los vínculos existentes

Se evaluó el sistema vial existente dentro de las zonas adyacentes y las diferentes áreas de cada Súper Manzana. A partir de este análisis, se determinará la mejor manera de conectar los emplazamientos que aún no cuentan con consolidación urbana con los terrenos ya consolidados. El objetivo es convertir esta zona en un espacio permeable y ordenado para un crecimiento y desarrollo planificado.



Figura 43. Analizando el emplazamiento con las conexiones existentes

Elaboración propia

A manera de referencia para la explicación de cómo se aplicó la metodología se puede usar a manera de ejemplo la Figura 43 se puede observar que las futuras conexiones se pueden realizar hacia la Diagonal 4, Diagonal 3, 15a Calle y hacia la 10a Calle ya que son vialidades existentes, de esta manera se puede saber que también se cuenta con condominios cercanos lo que nos influye en la necesidad de también saberlos conectar de forma correcta y no dejarlos sin conexión.



Figura 44. Analizando el emplazamiento con las conexiones existentes
Elaboración propia

En el caso que se muestra en la Figura 44 y que se repitió varias veces, se realizó el análisis utilizando el shapefile de la Jerarquía Vial existente. Dado que el área de estudio es un emplazamiento extenso con conexiones limitadas, se recurrió a las vialidades propuestas en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la Municipalidad de Quetzaltenango. Estas vialidades sirvieron de base para diseñar las futuras conexiones que se desean establecer.



Figura 45. Analizando el emplazamiento con las conexiones existentes
Elaboración propia

En el análisis presentado en la Figura 45, correspondiente principalmente a la zona 10, se identificó la necesidad de completar la red vial en áreas que han experimentado un crecimiento poblacional orgánico y desordenado, se observó que en esta zona es crucial aumentar la permeabilidad del espacio urbano. Ya que la permeabilidad es vital para contar con lugares accesibles, porque pueden ofrecer alternativas de recorridos y de movilidad a la población. Es por ello la importancia de generar la continuidad de las vías existentes y darles esas cualidades indispensables para lograr que estos espacios sean más receptivos reduciendo tiempos de traslados.

Por lo tanto, se propone una conectividad que organice y vincule todas las calles y avenidas, transformando la zona en un entorno más accesible y ordenado, vinculando las vías existentes con un trazado que nos permita tener zonas más conectadas con el resto de la ciudad.

D. Diseño del sistema vía/manzana

Con base en los análisis de vínculos existentes, se ha elaborado un diseño vial para implementarse en cada Súper Manzana. Este diseño tiene como objetivo aumentar la permeabilidad de las áreas, creando una red vial de conectividad que organice y una todas las calles y avenidas de manera eficiente. Este enfoque se alinea con las directrices del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la Municipalidad de Quetzaltenango, manteniendo la jerarquía vial y los anchos de vías que se han propuesto.

Además, siguiendo la metodología del libro “Entornos Vitales”, se ha propuesto mejorar la conectividad vial en las zonas 8, 9, 10 y 12, junto con sus respectivas Súper Manzanas. Es importante destacar que esta propuesta, desarrollada como parte de este trabajo de graduación, busca definir y sugerir un ordenamiento para las nuevas manzanas que se planean construir. Por lo tanto, no se ha diseñado para manzanas de menor tamaño, sino que se ha presentado una propuesta estructural, dejando el diseño interno de cada manzana generada a discreción de la municipalidad o del desarrollador.



Figura 46. Diseño del sistema vía/manzana

A manera de ejemplo de como se implemento la metodología para el diseño de la malla vial, se puede observar en la Figura 46, se están revelando los vínculos existentes que se encuentran dentro del sitio de emplazamiento, creando las conectividades hacia la 10a Avenida, 12a Avenida, 1a Calle A y la 2a Calle, dentro de la zona 09. Esta ejemplo es similar al caso mostrado de la Figura 43, ya que se logro determinar fácilmente sus vinculaciones con el entorno inmediato.

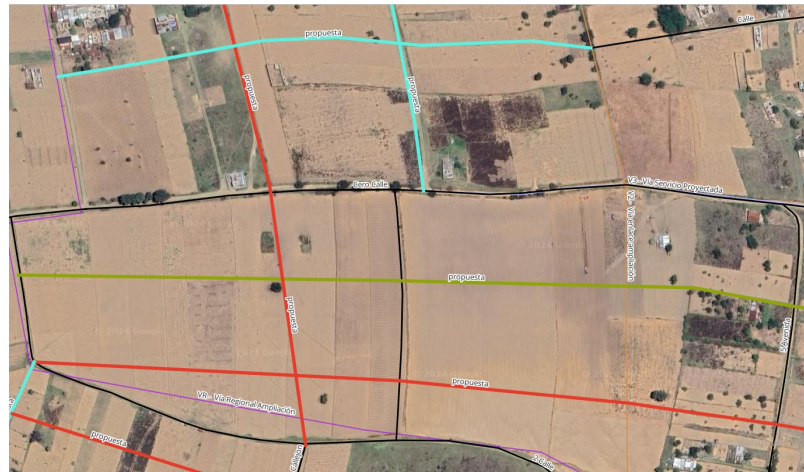


Figura 47. Diseño del sistema vía/manzana

Elaboración propia

Como se ilustra en la Figura 47, se presenta el caso previamente detallado en la Figura 44. Para este análisis, fue necesario recurrir a las vialidades propuestas dentro el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) propuestas por la Municipalidad. Este enfoque permitió establecer una conexión efectiva con la red vial existente y adaptarla al contexto urbano circundante.



Figura 48. Diseño del sistema vía/manzana

Elaboración propia

La Figura 48 demuestra una correlación con el caso previamente analizado en la Figura 45. Ambos ejemplos se localizan en la Zona 10, lo que resalta la necesidad de completar la red vial. Se ha identificado que el área en cuestión presentaba una baja permeabilidad debido a un

crecimiento urbano desorganizado y orgánico, lo que resultó en una nula conexión entre las vialidades existentes. Esto generó la necesidad de desarrollar una nueva propuesta vial que no solo vincule todas

las arterias urbanas, sino que también reestructure la zona para convertirla en un espacio cohesivo, permeable y sistemáticamente organizado.

Posterior al diseño dentro del sistema de vía/manzana, se efectuó una meticulosa revisión de la red vial propuesta, asegurando que el shapefile correspondiente se integrara de manera correcta con el shapefile de las vías establecidas por la municipalidad. Este proceso fue importante para prevenir discrepancias entre ambas conexiones, garantizando así la correcta alineación de las calles cuando el archivo se integre con Infracworks, evitando cualquier desfase dentro del software.



Figura 49. Desfases existentes entre las vialidades

Elaboración propia

Aquí se puede observar un caso de varios que se tuvo que corregir para poder tener un emplazamiento correcto entre las vialidades creadas y las ya existentes.

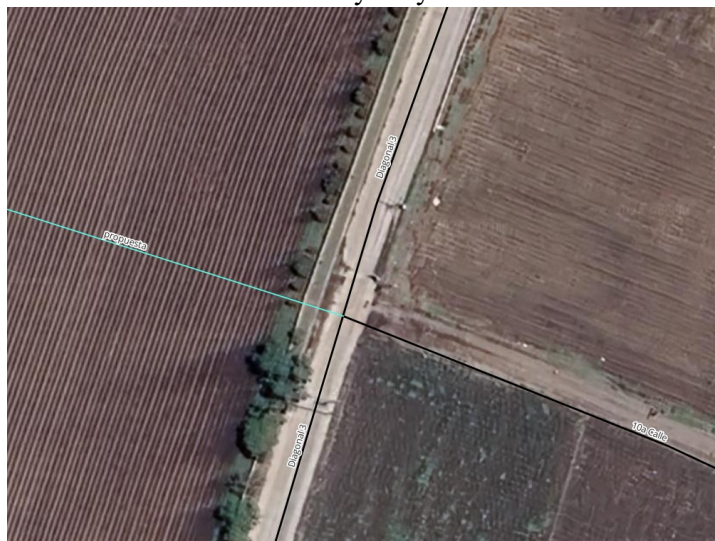


Figura 50. Desfases existentes entre las vialidades

Elaboración propia

En la Figura 50, ya se puede ver el correcto emplazamiento entre las vialidades propuestas generadas y las existentes.

La red vial completada entre las propuestas y la actual se puede ver en el siguiente ejemplo



Figura 51. Ejemplo de la red vial completa.

Elaboración propia

E. Tipos de vialidades

Para esta sección, se tomaron en cuenta los parámetros establecidos para tomar de referencia los flujos de cada vialidad propuesta dentro del libro de Entornos Vitales que esta descrito en el cuadro 1. De igual manera para analizar que tipo de vialidades y anchos deben de tener las conexiones propuestas, se hizo uso de la descripción del Cuadro 2, que se basa en la categorización de la Jerarquía vial que propone el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la Municipalidad de Quetzaltenango. Teniendo como resultado la correcta categorización de cada vialidad como se puede ver en la siguiente imagen tomada de la tabla de atributos del *Shapefile Vialidades propuestas*.

fid	Vialidad	Referencia	longitud_m	ZONA	Anchos	Nomenclatura	Flujos v/h
1	17 propuesta	V-3 Vía de Servicio	202.5905584151...	08	15.50 m	Diagonal 6	750
2	18 propuesta	V-3 Vía de Servicio	233.6054427336...	08	15.50 m	Diagonal 5	750
3	19 propuesta	V-3 Vía de Servicio	340.2869241850...	08	15.50 m	10a Calle	750
4	20 propuesta	V-3 Vía de Servicio	596.5852932820...	08	15.50 m	11a Calle	750
5	21 propuesta	V-3 Vía de Servicio	221.7970193205...	08	15.50 m	40a Avenida	750
6	22 propuesta	V-3 Vía de Servicio	350.0909818504...	08	15.50 m	39a Avenida	750
7	23 propuesta	V-2 Vía de Enlace	362.1471305624...	08	20.00 m	9a Calle B	1200
8	24 propuesta	V-2 Vía de Enlace	387.2143749292...	08	20.00 m	36a Avenida C	1200
9	25 propuesta	V-3 Vía de Servicio	311.7189085558...	08	15.50 m	5a Calle	750
10	26 propuesta	V-2 Vía de Enlace	2251.217239333...	08	20.00 m	6a Calle	1200
11	27 propuesta	V-3 Vía de Servicio	117.1049855782...	08	15.50 m	39a Avenida D	750
12	28 propuesta	V-3 Vía de Servicio	301.3890506006...	08	15.50 m	1a Calle D	750
13	29 propuesta	V-2 Vía de Enlace	2155.382891302...	08	20.00 m	7a Calle	1200
14	30 actualización	V-3 Vía de Servicio	157.4017588291...	08	15.50 m	46a Avenida	750
15	31 actualización	V-3 Vía de Servicio	170.1385679028...	08	15.50 m	46a Avenida	750
16	32 actualización	V-3 Vía de Servicio	81.66159605844...	08	15.50 m	46a Avenida	750
17	33 actualización	V-3 Vía de Servicio	156.2012973743...	08	15.50 m	46a Avenida	750
18	34 actualización	V-3 Vía de Servicio	114.8270573775...	08	15.50 m	46a Avenida	750
19	35 actualización	V-3 Vía de Servicio	150.9876125219...	08	15.50 m	46a Avenida	750
20	36 actualización	V-3 Vía de Servicio	148.3616811676...	08	15.50 m	46a Avenida	750
21	37 actualización	V-3 Vía de Servicio	311.1401266407...	08	15.50 m	46a Avenida	750

Figura 52. Ejemplo tomado de la tabla de atributos de las vialidades propuestas

Elaboración propia

Así mismo dentro de la información contenida dentro de la tabla de atributos, se puede observar que se incluye una propuesta de nomenclatura para las vialidades generadas. Dicha nomenclatura se basó usando la información contenida dentro del *Shapefile de las vialidades existentes*, y se puede apreciar en la imagen que en el archivo se incluye una nomenclatura establecida para cada una de las calles, avenidas y diagonales existentes.

De igual manera se necesitó apoyo con Google Earth para obtener más datos sobre las nomenclaturas existentes ya que en el shapefile no cuenta con la mayoría de las vialidades con su respectiva nomenclatura. De esa manera se logró obtener algunos datos que hacían falta y así asignarle la numeración correspondiente a cada vialidad.

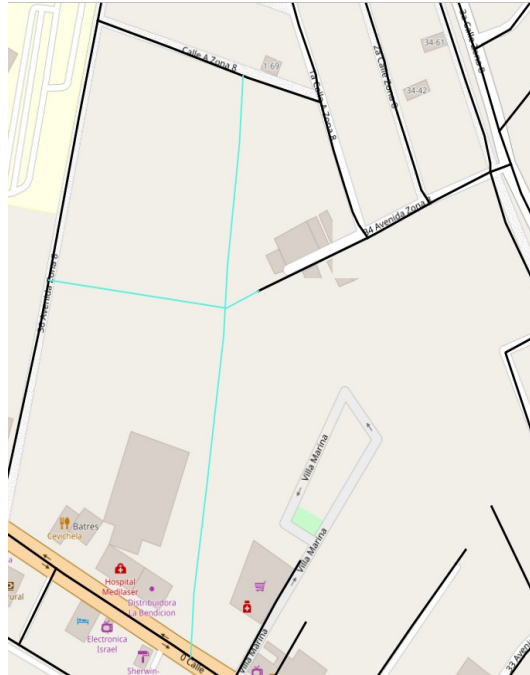


Figura 53. Ejemplo de uso de Google Earth para asignación de nomenclatura
Elaboración propia

Posteriormente se realizó un análisis de las vialidades adyacentes que contaban con su respectivo numeral para tener la referencia de la continuidad de las calles, avenidas o diagonales a las cuales se les tenía que asignar la propuesta del número de vialidad y seguir con la numeración respectiva y así lograr completar la nomenclatura propuesta de las nuevas vialidades.



Figura 54. Ejemplo de análisis de vialidades adyacentes para asignación de nomenclatura
Elaboración propia

En la siguiente figura se puede ver un ejemplo de cómo quedó compuesta la nomenclatura propuesta en conjunto con la nomenclatura existente. Esta figura se puede comparar con la Figura 43 y observar el cambio.



Figura 55. Ejemplo de nomenclatura

Elaboración propia

F. Verificando el tamaño de las manzanas

El propósito de esta sección es evidenciar las manzanas generadas en cada Súper Manzana, como consecuencia de la implementación de las nuevas vialidades propuestas. Se analizará la densidad de edificaciones que se puede tener y los tipos de construcciones que irán surgiendo en un futuro, aplicando la metodología descrita en el libro *Entornos Vitales*. Esta propuesta se complementará con las normativas descritas dentro del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la Municipalidad de Quetzaltenango. El fin es discernir las características del suelo y los patrones de densificación específicos para cada área contemplada en el estudio.

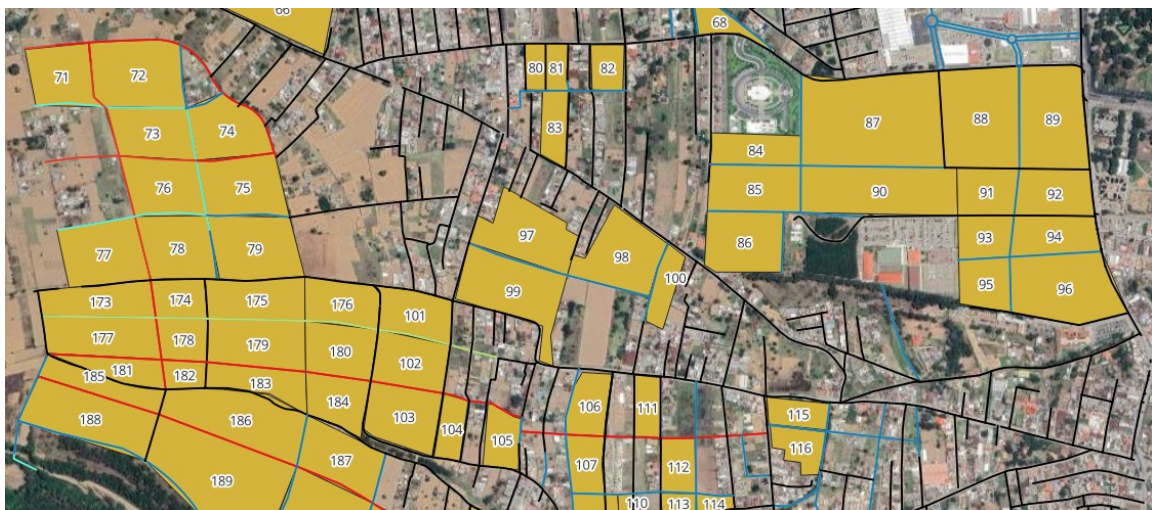


Figura 56. Ejemplo de las Manzanas creadas a partir de las nuevas vialidades

Elaboración propia

Como se ilustra en la Figura anterior56, se presenta un ejemplo de las 193 manzanas que se formaron, derivado de la implementación de la propuesta vial y su integración con la infraestructura vial preexistente. Cada manzana ha sido analizada para su adecuación y viabilidad, proponiendo asignaciones de uso basadas en la intensidad de edificabilidad y construcción para cada Súper Manzana. Este proceso se ha llevado a cabo basándose con las regulaciones actuales del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la Municipalidad de Quetzaltenango, de tal manera que cada asignación de uso del suelo esté alineada con en función de los requisitos específicos dentro del área de estudio.

fid	Manzana	Super_manzana	area_mnz generada	zona	Intensidad de construccion	Edificacion	Usos de suelo	Tipo de suelo
43	68	43 09-03	25096.26464671...	9	Muy baja	No aplica	Especial de protección	ESP
44	69	44 09-04	16409.03346832...	9	Media	No residencial	Mixto	URB-Q3
45	70	45 09-04	12800.38353924...	9	Media	No residencial	Mixto	URB-Q3
46	71	46 09-05	5775.092862905...	9	Media	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q5
47	72	47 09-05	14008.35296699...	9	Media	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q5
48	73	48 09-05	10484.25124718...	9	Media	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q5
49	74	49 09-05	32017.21528757...	9	Media	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q5
50	75	50 09-06	12145.32877254...	9	Media	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q5
51	76	51 09-06	14038.20820358...	9	Media	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q5
52	77	52 09-07	11724.56276109...	9	Baja	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q6
53	78	53 09-08	26819.72551348...	9	Baja	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q6
54	79	54 09-08	33412.49727503...	9	Baja	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q6
55	80	55 09-08	18047.68122522...	9	Baja	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q6
56	81	57 09-08	26432.17236635...	9	Baja	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q6
57	82	56 09-08	16656.24270653...	9	Baja	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q6
58	83	58 09-08	11814.41585199...	9	Baja	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q6
59	84	59 09-08	8862.452318001...	9	Baja	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q6
60	85	60 09-08	18567.11529514...	9	Baja	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q6
61	86	61 09-08	23862.94047023...	9	Baja	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q6
62	87	62 09-10	36381.11580327...	9	Media	No residencial	Mixto	URB-Q3
63	88	63 09-10	10830.92051516...	9	Media	No residencial	Mixto	URB-Q3
64	89	64 09-10	11900.99502472...	9	Media	No residencial	Mixto	URB-Q3
65	90	66 09-11	18804.67661510...	9	Baja	Vivienda en altura	Residencial	URB-Q6
66	91	67 09-12	4518.537815863...	9	Media	No residencial	Mixto	URB-Q3
67	92	68 09-12	5631.368701210...	9	Media	No residencial	Mixto	URB-Q3
68	93	69 09-13	19917.67035901...	9	Media	No residencial	Mixto	URB-Q3
69	94	70 09-13	10241.73073254...	9	Alta	No residencial	Mixto	URB-Q2
70	95	65 09-10	10944.18110025...	9	Media	No residencial	Mixto	URB-Q3
71	96	71 09-14	14009.21600782...	9	Muy baja	Vivienda con jardin	Residencial	URB-Q7
72	97	72 09-14	22986.71428194...	9	Muy baja	Vivienda con jardin	Residencial	URB-Q7
73	98	73 09-14	15264.07067576...	9	Muy baja	Vivienda con jardin	Residencial	URB-Q7

Figura 57. Ejemplo la información que se tiene dentro de la tabla de atributos en relación a las manzanas
Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura anterior 57 se tiene la información de cada manzana tal y como se describió anteriormente con su densidad de edificabilidad propuesta, tipo de edificación que se puede construir, uso del suelo asignado en función del tipo de suelo urbano propuesto por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la Municipalidad de Quetzaltenango.

Para poder verificar el tamaño de las manzanas fue necesario hacer uso de una extensión para el software QGIS llamada Shape Tools que su uso es para generar las mediciones de todos los lados de

cada polígono que este dentro de la capa que se esta analizando. Ya con las mediciones obtenidas con dicha herramienta se procedió a procesar la información exportándola a un formato .xls para abrirlo en Excel. En la siguiente imagen se puede ver un ejemplo de las mediciones obtenidas mediante Shape Tools.

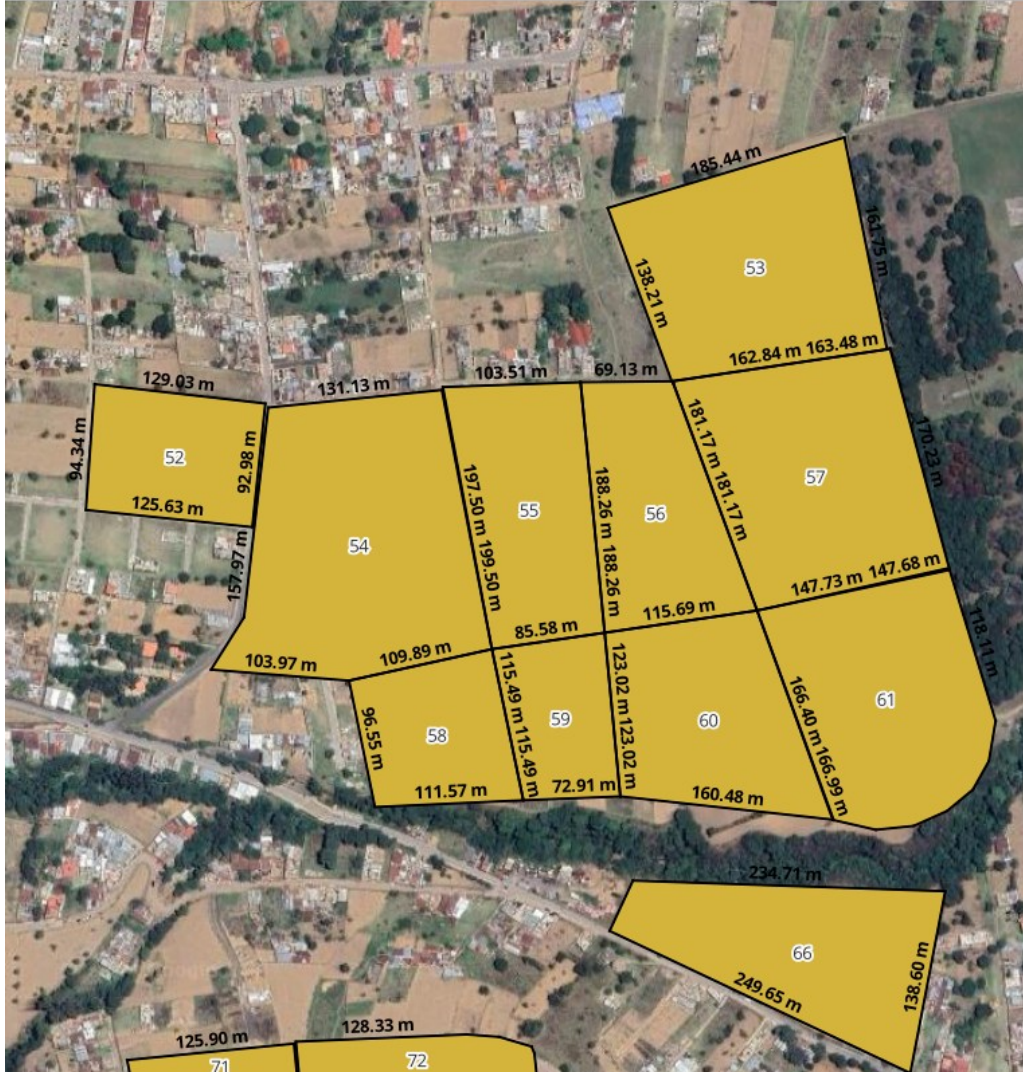


Figura 58. Ejemplo de las mediciones de los lados de los polígonos correspondientes a las nuevas manzanas
Elaboración propia

Las tablas subsiguientes exhiben los datos recopilados y analizados correspondientes a cada manzana generada. Este análisis se fundamentó en la metodología descrita en el libro *Entornos Vitales*, particularmente en lo que respecta a la clasificación de las tipologías de las edificaciones sugeridas. Las características constructivas se determinaron siguiendo las normas que rige el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la Municipalidad de Quetzaltenango. Se realizó un ajuste en el factor de chequeo de las manzanas debido a que las dimensiones propuestas exceden las estipuladas por la metodología original. Este cambio se justifica por la necesidad de adaptar el estudio a una escala más amplia, con el objetivo de darle forma a la traza urbana existente y establecer ejes principales que permitan la futura subdivisión en manzanas de menor tamaño, alineándose así con los principios de densificación de *Entornos Vitales*.

Es importante saber que para interpretar los datos tabulados en las siguientes tablas fue necesario leer e interpretar los parámetros de usos de suelo urbano según su clasificación dentro del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), dónde nos indica los siguientes criterios de asignaciones para los diferentes sectores dentro de la categorización del suelo urbano:

- 1) URBANO Q1 (URB-Q1): Sector que conforma parte de la centralidad metropolitana. Permite edificaciones de muy alta intensidad de construcción y un nivel de mixtura alto de usos residenciales y no residenciales. Permitiendo un parámetro de uso de suelo mixto y se deberá de contar con un veinte por ciento (20 %) de la superficie construida dedicada a uso de suelo residencial.
- 2) URBANO Q2 (URB-Q2): Sector que conforma parte de la centralidad metropolitana. Permite edificaciones de alta intensidad de construcción y un nivel de mixtura alto de usos residenciales y no residenciales. Permitiendo un parámetro de uso de suelo mixto y se deberá contar con un treinta por ciento (30 %) de la superficie construida dedicada a uso de suelo residencial.
- 3) URBANO Q3 (URB-Q3): Sector con conexión a la centralidad metropolitana. Permite edificaciones de mediana intensidad de construcción y un nivel de mixtura medio de usos residenciales y no residenciales. Permitiendo un parámetro de uso de suelo mixto y se deberá de contar con un cuarenta por ciento (40 %) de la superficie construida dedicada a uso de suelo residencial.
- 4) URBANO Q4 (URB-Q4): Sector con creciente presión de urbanización y conexión con arterias principales. Permite edificaciones de mediana intensidad de construcción y un nivel de mixtura bajo de usos residenciales y no residenciales. Permitiendo un parámetro de uso de suelo mixto y se deberá de contar con un cincuenta por ciento (50 %) de la superficie construida dedicada a uso de suelo residencial.
- 5) URBANO Q5 (URB-Q5): Sector con creciente presión de urbanización y con alto valor ambiental. Permite edificaciones de mediana intensidad de construcción y un nivel de mixtura bajo de usos residenciales y no residenciales. Permitiendo un parámetro de uso de suelo mixto y se deberá de contar con un sesenta por ciento (60 %) de la superficie construida dedicada a uso de suelo residencial.
- 6) URBANO Q6 (URB-Q6): Área de baja demanda de servicios con creciente presión de urbanización y un alto valor ambiental. Permite edificaciones de baja intensidad de construcción y un nivel de mixtura bajo de sus residenciales y no residenciales. Permitiendo un parámetro de uso de suelo mixto y se deberá de contar con un setenta y cinco por ciento (75 %) de la superficie construida dedicada a uso de suelo residencial.
- 7) URBANO Q7 (URB-Q7): Áreas que por su proximidad con el suelo de protección y vulnerabilidad ante desastres naturales se consideran para vocación de conservación del medio ambiente. Permite edificaciones de muy baja intensidad de construcción, Este suelo comprende aquellas superficies con pendiente del nivel natural. Permitiendo un parámetro de uso de suelo mixto y se deberá de contar con un ochenta por ciento (80 %) de la superficie construida dedicada a uso de suelo residencial.
- 8) URBANO PROTECCIÓN NATURAL (URB-PRO): Suelo de protección son áreas dentro del suelo urbano que por su paisaje ecológico se consideran de vocación para la conservación del ambiente y se constituyen como zonas de recarga hídrica. Permitiendo un parámetro de uso

de suelo mixto y se deberá de contar con un ochenta por ciento (80 %) de la superficie construida dedicada a uso de suelo residencial. No se permite la extracción del bosque natural para establecer nuevos cultivos, ganadería, ganado porcino, aves de corral, actividades de apoyo a la agricultura, extracción de madera y mineral en general.

En el libro de *Entornos Vitales*, define que para poder contar el tamaño mínimo de las manzanas con las distintas edificaciones depende de dos factores principales:

- 1) Las actividades a desarrollarse en el espacio exterior, por ejemplo, jardines, accesos a servicios y aparcamientos.
- 2) La forma de los edificios en la zona perimetral.

Es por ello que debido a estos factores varían con los diferentes usos que existen en la edificación, el libro propone la división en tres secciones que abarcan los siguientes usos:

- 1) No residenciales
- 2) Viviendas en altura
- 3) Vivienda con jardín

Con la división propuesta en *Entornos Vitales* y leyendo el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), se clasifico la información de las manzanas nuevas propuestas dentro de cada Súper Manzana siendo la siguiente:

- 1) URBANO Q1 (URB-Q1):
 - a) Uso de suelo: Mixto
 - b) Edificación: No residencial
 - c) Intensidad de construcción: muy alta
 - d) Prueba de $(A+B)/2$: No debe de ser mayor a 360
- 2) URBANO Q2 (URB-Q2):
 - a) Uso de suelo: Mixto
 - b) Edificación: No residencial
 - c) Intensidad de construcción: alta
 - d) Prueba de $(A+B)/2$: No debe de ser mayor a 360
- 3) URBANO Q3 (URB-Q3):
 - a) Uso de suelo: Mixto
 - b) Edificación: No residencial
 - c) Intensidad de construcción: mediana

- d) Prueba de $(A+B)/2$: No debe de ser mayor a 360
- 4) URBANO Q4 (URB-Q4):
- a) Uso de suelo: Mixto
 - b) Edificación: No residencial
 - c) Intensidad de construcción: mediana
 - d) Prueba de $(A+B)/2$: No debe de ser mayor a 360
- 5) URBANO Q5 (URB-Q5):
- a) Uso de suelo: Residencial
 - b) Edificación: Vivienda en altura
 - c) Intensidad de construcción: mediana
 - d) Prueba de $(A+B)/2$: No debe de ser mayor a 300
- 6) URBANO Q6 (URB-Q6):
- a) Uso de suelo: Residencial
 - b) Edificación: Vivienda en altura
 - c) Intensidad de construcción: baja
 - d) Prueba de $(A+B)/2$: No debe de ser mayor a 300
- 7) URBANO Q7 (URB-Q7):
- a) Uso de suelo: Residencial
 - b) Edificación: Vivienda con jardín
 - c) Intensidad de construcción: muy baja
 - d) Prueba de $(A+B)/2$: No debe de ser mayor a 300
- 8) URBANO PROTECCIÓN NATURAL (URB-PRO):
- a) Uso de suelo: De protección
 - b) Edificación: Vivienda con jardín
 - c) Intensidad de construcción: muy baja
 - d) Prueba de $(A+B)/2$: No debe de ser mayor a 300

La metodología nos indica que el promedio de las dimensiones de las manzanas, es variable según su tipo de edificación que se tenga. Siendo para edificaciones no residenciales ciento veinte (120) el máximo de promedio de manzanas. Para las edificaciones de vivienda en altura y con jardín es de cien (100) el máximo que se tiene en promedio de manzanas. Estos promedios máximos se modificaron debido a que el tamaño propuesto dentro de *Entornos Vitales* responde a manzanas de un menor tamaño ya que su diseño se centra en emplazamientos que cuentan con un sistema vial definido y donde la forma de la traza ya esta establecida. Por lo tanto los promedios máximos para este trabajo de graduación responden a un diseño de propuesta estructural vial con la finalidad de darle forma a la traza existente para que sea permeable y con accesos a las diferentes zonas. Por tal motivo se tomó la decisión de aumentar los promedios máximos de las manzanas y ajustarlos de tal manera que pudieran cumplir acorde a los tamaños de las manzanas propuestas. Posteriormente al diseño interno de cada manzana ya se podrá aplicar los valores de *Entornos Vitales* para su diseño de tamaño, siendo a criterio del desarrollador o de la municipalidad.

Cuadro 7
 Datos Súper Manzana 08-01

Súper Manzana 08-01							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
1	203.81	234.92	220	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
2	313.44	98.84	207	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
3	95.31	170.36	133	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
4	115.2	185.73	151	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
5	223.67	133.65	179	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
6	167.77	134.55	152	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
7	134.55	185.73	161	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
8	160.51	100.19	131	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
9	175.3	108.26	142	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 8
 Datos Súper Manzana 08-02

Súper Manzana 08-02							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
10	478.16	60.82	270	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
11	330.40	70.67	201	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
12	169.78	76.8	124	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 9
 Datos Súper Manzana 08-04

Súper Manzana 08-04							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
13	146.57	107	127	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
14	192.48	460.94	327	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
15	336.83	211.25	275	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 10
 Datos Súper Manzana 08-05

Súper Manzana 08-05							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
16	202.46	68.61	136	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
17	60.17	159.48	110	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
18	110.07	298.01	205	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 11
 Datos Súper Manzana 08-06

Súper Manzana 08-06							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
19	89.84	230.7	161	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 12
Datos Súper Manzana 08-07

Súper Manzana 08-07							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
20	289.85	54.99	173	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 13
Datos Súper Manzana 08-09

Súper Manzana 08-09							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
21	314.13	103.46	209	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
22	235.1	108.07	172	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
23	258	113.45	186	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
24	123.11	120.09	122	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 14
Datos Súper Manzana 08-10

Súper Manzana 08-10							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
25	307.32	139.51	224	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
26	276.4	136.67	207	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
27	266.3	139.51	203	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 15
Datos Súper Manzana 08-11

Súper Manzana 08-11							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
28	177.65	126.05	152	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 16
Datos Súper Manzana 08-12

Súper Manzana 08-12							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
29	174.35	130.73	153	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
30	119.74	98.66	110	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
31	176.16	98.66	138	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
32	67.71	60.78	65	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
33	176.16	61.15	119	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
34	80.40	61.15	71	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 17
Datos Súper Manzana 08-15

Súper Manzana 08-15							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
36	325.72	106.27	216	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 18

Datos Súper Manzana 08-16

Súper Manzana 08-16							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
35	102.02	140.08	122	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
37	103.68	172.68	139	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 19

Datos Súper Manzana 08-17

Súper Manzana 08-17							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
38	154.25	246.9	201	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
39	154.25	237.02	196	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 20

Datos Súper Manzana 08-19

Súper Manzana 08-19							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
40	101.61	94.99	99	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple
41	98.95	94.99	97	Mixto	No residencial	URB-Q4	cumple

Cuadro 21

Datos Súper Manzana 09-03

Súper Manzana 09-03							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
42	330.56	162.21	247	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
43	175.3	108.26	142	Especial de protección	Vivienda con jardín	URB-PRO	cumple

Cuadro 22

Datos Súper Manzana 09-04

Súper Manzana 09-04							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
44	127.41	147.1	138	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
45	108.22	133.32	121	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple

Cuadro 23
 Datos Súper Manzana 09-05

Súper Manzana 09-05							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
46	119.62	53.16	87	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q5	cumple
47	157.66	118.58	139	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q5	cumple
48	195.18	55.11	126	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q5	cumple
49	161.1	195.18	179	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q5	cumple

Cuadro 24
 Datos Súper Manzana 09-06

Súper Manzana 09-06							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
50	122.13	115.32	119	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q5	cumple
51	122.13	141.04	132	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q5	cumple

Cuadro 25
 Datos Súper Manzana 09-07

Súper Manzana 09-07							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
52	129.03	94.34	112	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple

Cuadro 26
 Datos Súper Manzana 09-08

Súper Manzana 09-08							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
53	161.75	185.44	174	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
54	197.5	131.13	165	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
55	103.51	199.5	152	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
56	188.26	115.69	152	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
57	181.17	162.84	173	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
58	109.89	115.49	113	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple

59	85.58	123.02	105	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
60	166.4	160.48	164	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
61	166.99	147.73	158	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple

Cuadro 27

Datos Súper Manzana 09-10

Súper Manzana 09-10							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
62	316.11	119.93	219	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
63	159.1	77.1	119	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
64	159.1	77.64	119	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
65	137.44	131.13	135	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple

Cuadro 28

Datos Súper Manzana 09-11

Súper Manzana 09-11							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
66	249.65	138.6	195	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple

Cuadro 29

Datos Súper Manzana 09-12

Súper Manzana 09-12							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
67	63.8	77.13	71	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
68	92.5	81.64	88	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple

Cuadro 30

Datos Súper Manzana 09-13

Súper Manzana 09-13							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
69	102.55	212.54	158	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
70	185.39	60.2	123	Mixto	No residencial	URB-Q2	cumple

Cuadro 31

Datos Súper Manzana 09-14

Súper Manzana 09-14							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
71	135.74	112.12	124	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
72	161.42	120.08	141	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple

73	161.41	104.6	134	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
74	151.47	104.1	128	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
75	162.86	128.59	146	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
76	152.92	122.92	138	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
77	161.12	129	146	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
78	141.8	129	136	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
79	120.23	162.86	142	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple

Cuadro 32
 Datos Súper Manzana 09-15

Súper Manzana 09-15							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
80	91.61	40.48	67	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
81	91.61	45.26	69	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
82	90.54	66.3	79	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
83	151.37	57.65	105	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple

Cuadro 33
 Datos Súper Manzana 09-16

Súper Manzana 09-16							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
84	179.09	60.95	121	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
85	179.09	93.02	137	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
86	150.43	117.96	135	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
87	283.69	120.19	202	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
88	158.29	201.4	180	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
89	201.4	139.35	171	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
90	309.39	94.03	202	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
91	123.07	94.03	109	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
92	159.6	92.47	127	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
93	110.82	86.78	99	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
94	181.32	81.53	132	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
95	109.27	100.78	106	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
96	181.32	131.19	157	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple

Cuadro 34
 Datos Súper Manzana 09-17

Súper Manzana 09-17							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
97	204.11	131.57	168	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
98	166.37	110.66	139	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
99	204.11	123.64	164	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
100	148.69	41.88	96	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple

Cuadro 35
 Datos Súper Manzana 10-01

Súper Manzana 10-01							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
101	145.94	85.85	116	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
102	144.84	102.11	124	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
103	144.84	125.59	136	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
104	125.35	51.14	89	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
105	121.33	70.48	96	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
106	122.68	76.85	100	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
107	115.97	76.85	97	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
108	102.02	65.24	84	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
109	87.02	26.76	57	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
110	75.99	31.54	54	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
111	121.63	51.25	87	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
112	107.89	69.97	89	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
113	98.95	38.54	69	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
114	74.60	38.76	57	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple

Cuadro 36
 Datos Súper Manzana 10-02

Súper Manzana 10-02							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA

115	52.97	125.98	90	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
116	112.22	84.92	99	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple

Cuadro 37
 Datos Súper Manzana 10-03

Súper Manzana 10-03							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
117	159.54	90.18	125	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
118	163.36	188.99	177	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
119	44.76	27.78	37	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
120	62.95	55.67	60	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
121	44.99	55.67	51	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
122	129.72	44.79	88	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
123	65.77	35.68	51	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple
124	165.09	41.53	104	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple

Cuadro 38
 Datos Súper Manzana 10-04

Súper Manzana 10-04							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
125	124.35	113.28	119	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
126	124.35	72.87	99	Especial de protección	Vivienda con jardín	URB-PRO	cumple
127	82.46	207.72	146	Especial de protección	Vivienda con jardín	URB-PRO	cumple
128	81.66	140.58	112	Especial de protección	Vivienda con jardín	URB-PRO	cumple
129	78.85	69.94	75	Especial de protección	Vivienda con jardín	URB-PRO	cumple
130	122.91	63.79	94	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple

Cuadro 39
 Datos Súper Manzana 10-05

Súper Manzana 10-05							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
131	89.88	92.86	92	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
132	166.78	101.89	135	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
133	114.45	65.1	90	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple

Cuadro 40
 Datos Súper Manzana 10-06

Súper Manzana 10-06							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
134	160.8	173.65	168	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
135	227.14	185.13	207	Especial de protección	Vivienda con jardín	URB-PRO	cumple
136	161.67	226.89	195	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
137	156.69	226.89	192	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
138	227.14	226.66	227	Especial de protección	Vivienda con jardín	URB-PRO	cumple
139	137.55	152.06	145	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
140	161	152.06	157	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
141	183.19	148.05	166	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
142	163.77	159.7	162	Especial de protección	Vivienda con jardín	URB-PRO	cumple
143	163.3	159.7	162	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
144	200.04	219.25	210	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
145	179.47	219.25	200	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
146	186.39	183.19	185	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
147	163.77	137.61	151	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
148	163.3	112	138	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
149	179.47	355.15	268	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple

150	226.82	263.26	246	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
151	222.06	148.43	186	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple

Cuadro 41
Datos Súper Manzana 10-07

Súper Manzana 10-07							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
152	159.92	83.42	122	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
153	93.94	162.31	129	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
154	140.54	73.76	108	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
155	177.77	109.32	144	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple

Cuadro 42
Datos Súper Manzana 10-08

Súper Manzana 10-08							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
156	199.58	137.88	169	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
157	280.17	142.07	212	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
158	280.17	159.18	220	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
159	189.4	118.94	155	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
160	95.23	102.95	100	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
161	102.95	135.62	120	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
162	126.6	63.59	96	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
163	111.59	149.75	131	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
164	109.74	184.83	148	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
165	137.29	184.38	161	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
166	132.82	185.79	160	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
167	137.72	109.74	124	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple

168	139.71	127.92	134	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
169	174.47	127.92	152	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
170	330.44	60.81	196	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
171	269.78	73.49	172	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
172	102.06	98.00	101	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple

Cuadro 43
Datos Súper Manzana 12-02

Súper Manzana 12-02							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
173	224.5	74.47	150	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
174	106.06	78.14	93	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
175	192.12	87.24	140	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
176	144.71	87.24	116	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
177	226.51	82.63	155	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
178	101.98	85.39	94	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
179	196.14	100.31	149	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
180	144.71	102.11	124	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
181	226.51	59.59	144	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
182	87.72	59.59	74	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
183	196.14	84.75	141	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
184	129.26	89.05	110	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple

Cuadro 44
Datos Súper Manzana 12-03

Súper Manzana 12-03							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
185	248.34	50.96	150	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple

186	290.26	102.75	197	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
187	173.45	102.75	139	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
188	262.47	95.17	179	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
189	290.26	186.39	239	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
190	165.57	194.99	181	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
191	200.11	194.99	198	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple
192	115.57	194.28	155	Residencial	Vivienda con jardín	URB-Q7	cumple

Cuadro 45
 Datos Súper Manzana 12-04

Súper Manzana 12-04							
Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación		PRUEBA
193	129.03	63.50	97	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q6	cumple

Los datos anteriormente descritos por medio de las cuadros, se obtuvieron extrayendo la información de las tablas dinámicas correspondientes a la capa de Manzanas, para luego exportarlas en formato .xls y poder trabajarlo en Excel. De esta manera se pudo filtrar mejor la información haciendo uso de las tablas dinámicas y obtener la información correcta de cada Súper Manzana.

label	distance	Manzana	Super_manzana	area_mnz generada	zona	Intesidad de construcción	Edificación	Usos de suelo	Tipo de suelo
121.28 m	121.2822413		1 08-01	37615.94839	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
234.92 m	234.915884		1 08-01	37615.94839	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
53.07 m	53.07339631		1 08-01	37615.94839	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
203.81 m	203.8119734		1 08-01	37615.94839	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
166.18 m	166.1823582		1 08-01	37615.94839	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
85.52 m	85.51948559		2 08-01	18394.55311	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
85.52 m	85.51948559		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.05 m	0.048014411		2 08-01	18394.55311	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.05 m	0.048014411		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.21 m	0.212344633		2 08-01	18394.55311	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.21 m	0.212344633		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
226.37 m	226.3650344		2 08-01	18394.55311	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
98.84 m	98.84034654		2 08-01	18394.55311	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
313.44 m	313.4381918		2 08-01	18394.55311	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
167.77 m	167.7699272		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
167.77 m	167.7699272		6 08-01	22387.65784	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.21 m	0.212344633		2 08-01	18394.55311	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.21 m	0.212344633		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.05 m	0.048014411		2 08-01	18394.55311	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.05 m	0.048014411		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
85.52 m	85.51948559		2 08-01	18394.55311	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
85.52 m	85.51948559		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
170.05 m	170.0452216		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.59 m	0.59486284		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.59 m	0.59486284		4 08-01	18681.50309	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.86 m	0.861329453		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.86 m	0.861329453		4 08-01	18681.50309	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
95.31 m	95.31098592		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
95.31 m	95.31098592		4 08-01	18681.50309	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
2.67 m	2.66504969		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
185.73 m	185.7259831		4 08-01	18681.50309	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
185.73 m	185.7259831		7 08-01	23391.84626	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
2.55 m	2.54533981		4 08-01	18681.50309	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.12 m	0.11970988		4 08-01	18681.50309	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
95.31 m	95.31098592		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
95.31 m	95.31098592		4 08-01	18681.50309	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.86 m	0.861329453		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.86 m	0.861329453		4 08-01	18681.50309	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4
0.59 m	0.59486284		3 08-01	15586.39411	8 Media		No residencial	Mixto	URB-Q4

Figura 59. Ejemplo de los datos en formato .xls para poder analizarlos en Excel

zona		9	Super Manzana 09-03							
Super_manzana		(Todas)	Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
			42	330.56	162.21	247	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
Etiquetas de fila		Cuenta de label	43	175.3	108.26	142	Especial de protección	Vivienda con jardín	URB-PRO	cumple
Especial de protección		5	Super Manzana 09-04							
ESP		5	Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
No aplica		5	44	127.41	147.1	138	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
43		5	45	108.22	133.32	121	Mixto	No residencial	URB-Q3	cumple
82.83885153		1	Super Manzana 09-05							
95.55786851		1	Manzana	A	B	(A+B)/2	Uso de suelo	Edificación	Tipo	PRUEBA
330.5639006		2	46	119.62	53.16	87	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q5	cumple
342.8219628		1	47	157.66	118.58	139	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q5	cumple
Mixto		157	48	195.18	55.11	126	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q5	cumple
URB-Q2		5	49	161.1	195.18	179	Residencial	Vivienda en altura	URB-Q5	cumple
No residencial		5								
70		5								
48.50783805		1								

Figura 60. Ejemplo de los datos filtrados por medio de tablas dinámicas

Elaboración propia

G. Representación gráfica de las secciones viales

Tras realizar los análisis pertinentes utilizando Excel y QGIS, se procedió a la integración de las vialidades mediante el software InfraWorks de Autodesk. Este paso fue esencial para la visualización detallada de las nuevas conexiones viales a nivel de GIS dentro del Shapefile de Vias Propuestas. La finalidad de esta integración fue asegurar la alineación con las disposiciones de jerarquización vial estipuladas en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la Municipalidad de Quetzaltenango, permitiendo así una representación precisa y conforme a las normativas vigentes. Fue por eso la necesidad de poder alinear correctamente las líneas tal y como se explico anteriormente.

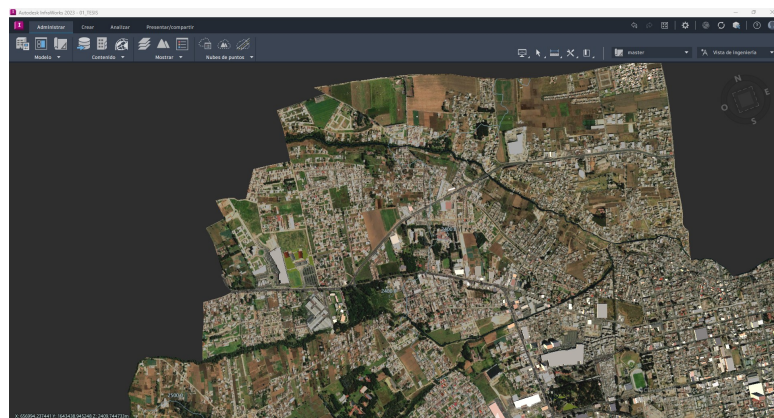


Figura 61. Generando el modelo de la ciudad de Quetzaltenango en InfraWorks

Elaboración propia

En la Figura 61 se puede observar como se generó el modelo de la Ciudad de Quetzaltenango, cargando una capa al modelo generada en QGIS en formato .shpx que es el de shapefile, en esta parte aún no se ha cargado la capa de las vialidades propuestas.



Figura 62. Cargando las capas de las vialidades propuestas

Elaboración propia

En la Figura 62 se cargó la capa de las vialidades propuestas para revisar que realmente se hayan emplazado correctamente y el diseño realizado en QGIS haya sido satisfactorio.



Figura 63. Cambiando a carretera compuesta

Elaboración propia

La carretera generada en Infracore se debe de convertir de carretera de planificación a carretera compuesta para poderla editar y así diseñarla con los parámetros de la normativa del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la Municipalidad de Quetzaltenango en el apartado de Jerarquización Vial

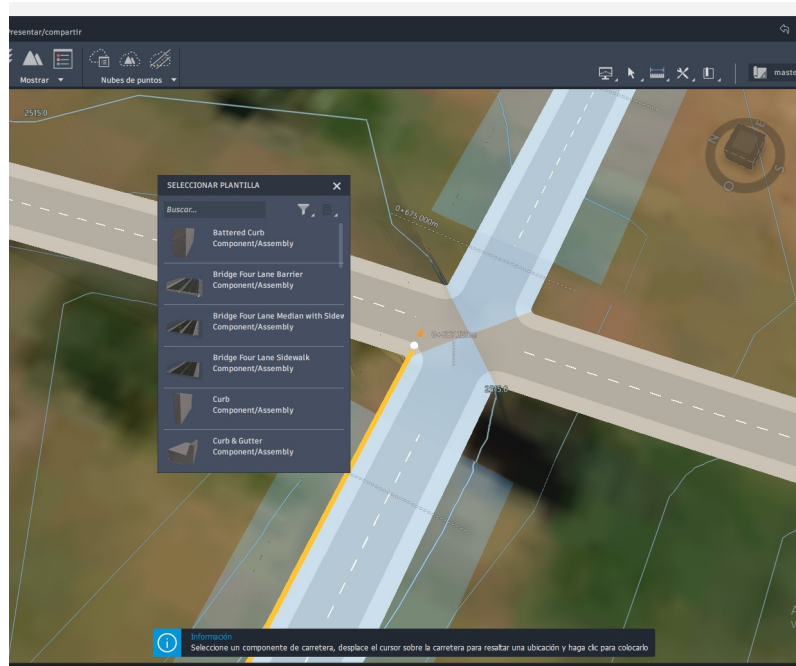


Figura 64. Agregando los componentes de la carretera

Elaboración propia

En esta sección se empieza a darle forma a la vialidad, por medio de los componentes de la carretera, agregándole más carriles en algunos casos y las banquetas, respetando siempre las medidas dadas en el POT.

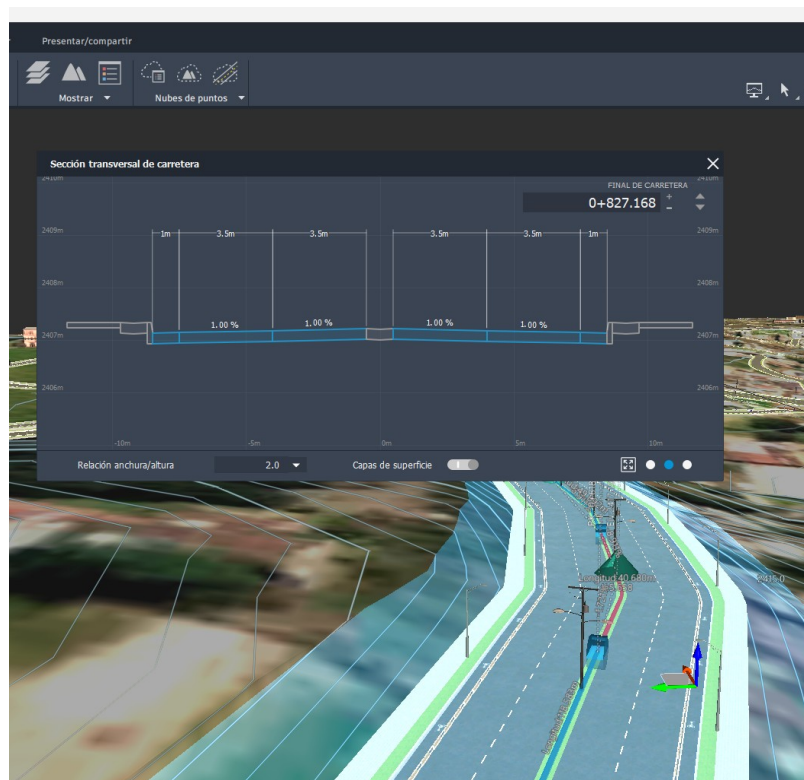


Figura 65. Vista en sección transversal

Elaboración propia

Se puede observar que en las medidas obtenidas mediante la sección transversal de la nueva vialidad se está respetando lo que indica el POT, en este caso corresponden las medidas para la vialidades tipo V2- Vías de enlace.

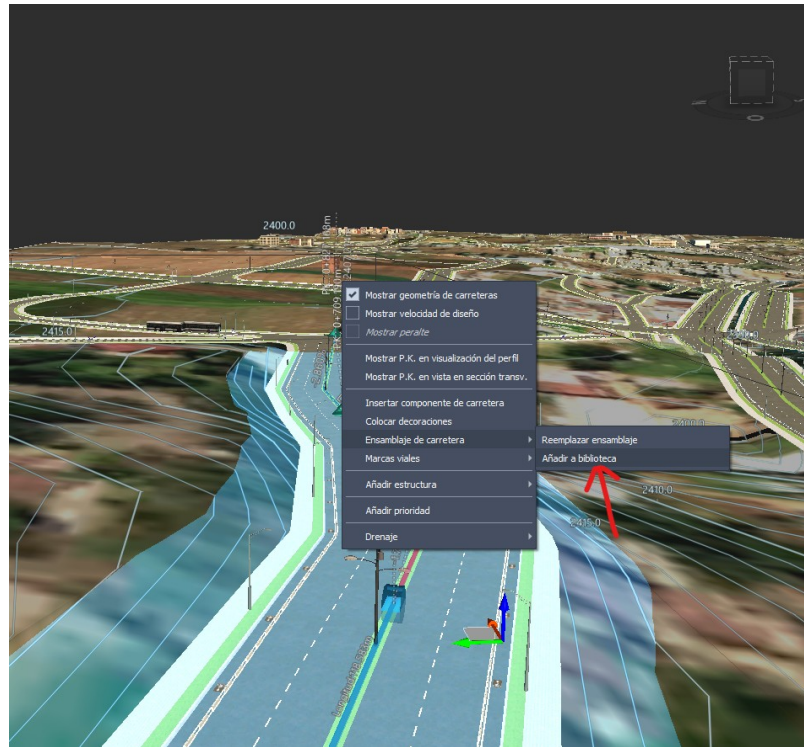


Figura 66. Añadiendo a biblioteca

Elaboración propia

Lo siguiente que se realizó fue el de añadir a la biblioteca de plantillas de ensamblajes la carretera con el diseño propuesto por medio de la normativa del POT.

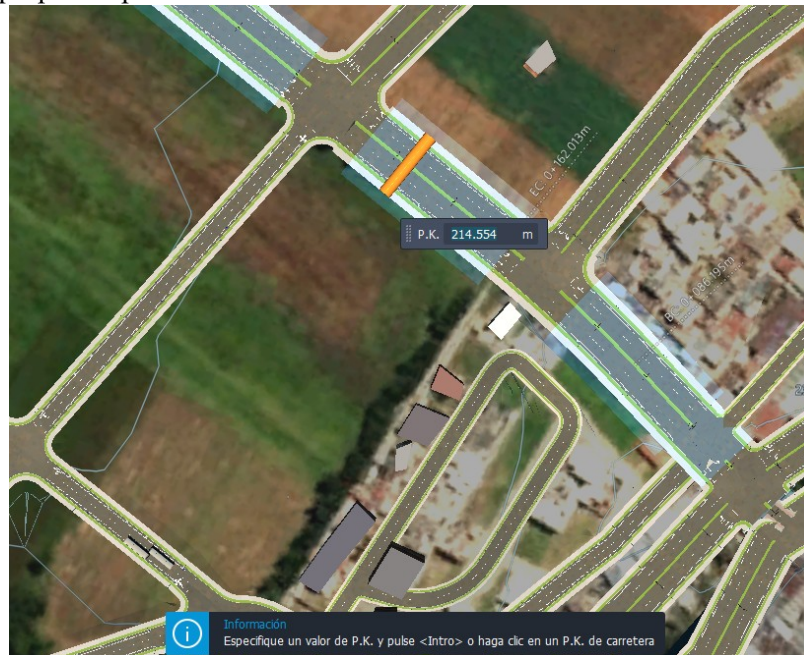


Figura 67. Añadiendo a biblioteca

Elaboración propia

Para guardar el diseño dentro de las plantillas de ensamblajes de la carretera, es necesario seleccionar una sección del camino nuevo y después se deberá nombrar respecto a cada vialidad según POT. Como es el caso de las figuras 67 y 68

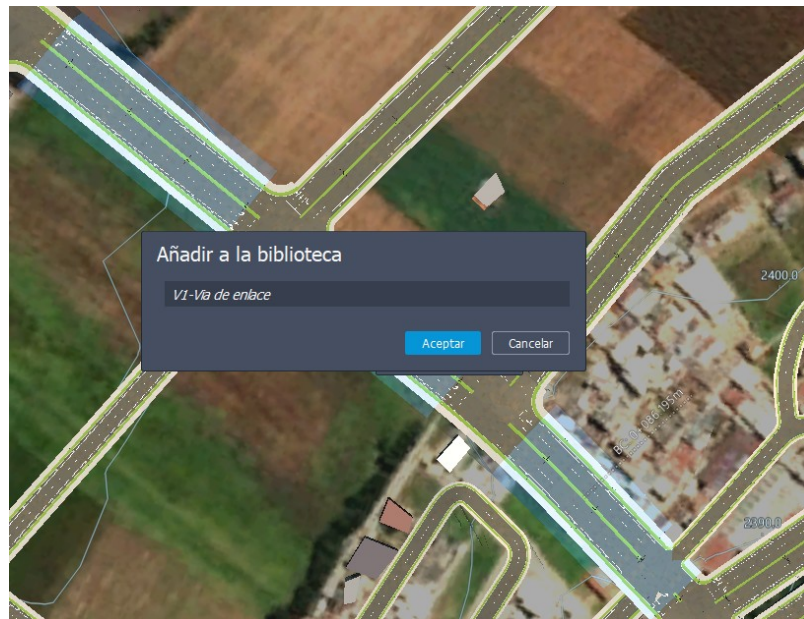


Figura 68. Añadiendo el nombre de la vialidad.

Elaboración propia

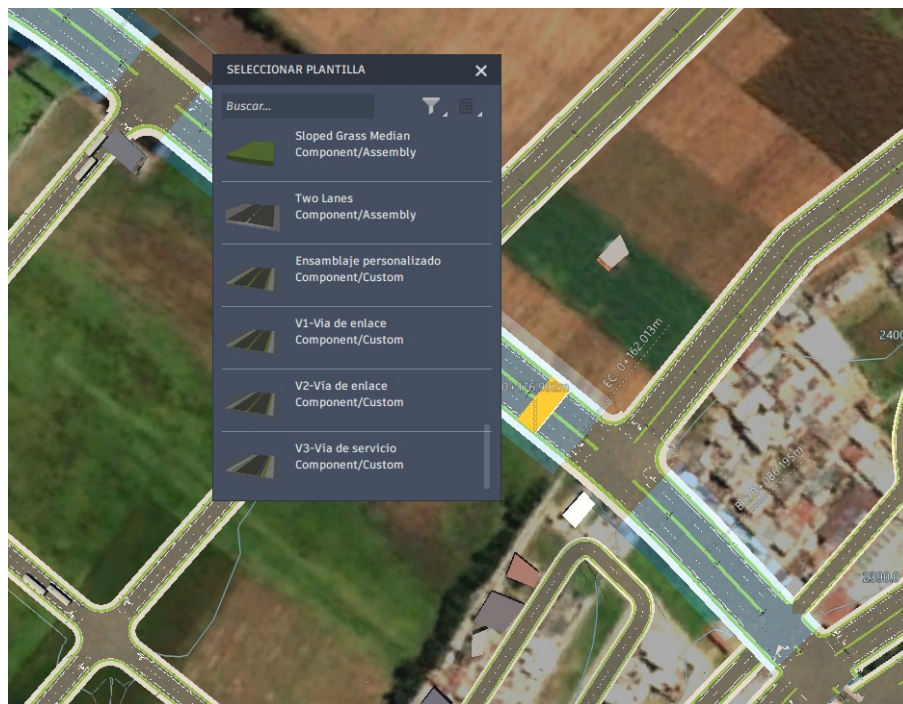


Figura 69. Corroborando que se haya guardado plantilla de ensamblaje

Elaboración propia

A continuación, se verificará dentro de las plantillas de InfraWorks se hayan guardado correctamente las tres vialidades propuestas, con su nombre respectivo según POT.

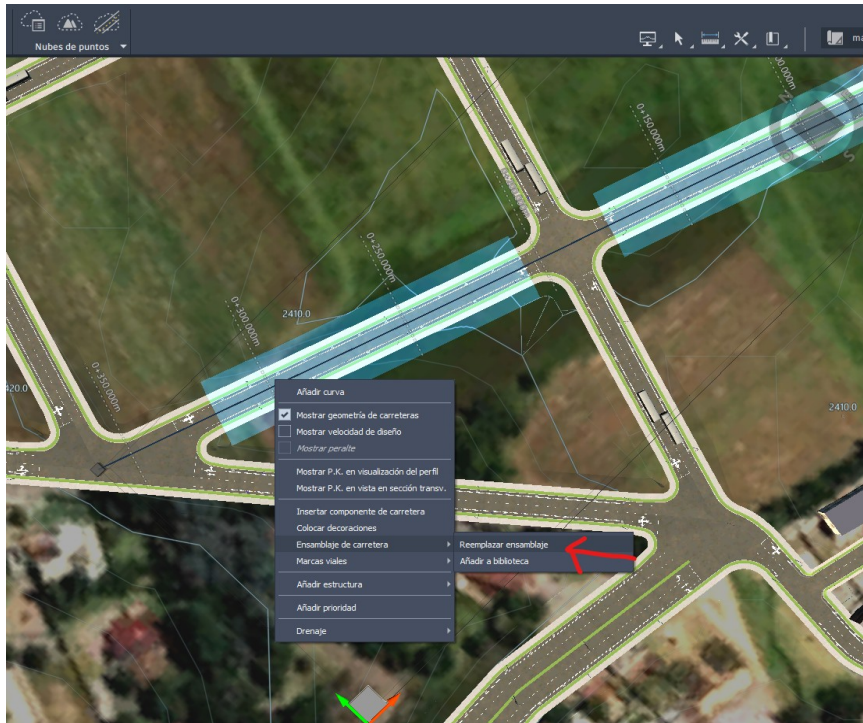


Figura 70. Selección reemplazar ensamblaje

Elaboración propia

Cuando ya se tiene cargadas las plantillas en la sección de ensamblajes con su respectiva vialidad, las siguientes carreteras que aún no están diseñadas con la normativa correspondiente se deberá de seleccionar donde dice reemplazar ensamblaje justo arriba de añadir a biblioteca. Esto nos ayudará a completar la red vial de una forma más rápida ya que automáticamente se coloca el diseño seleccionado correspondiente a la jerarquización vial asignada a cada vialidad.



Figura 71. Seleccionando final de carretera

Elaboración propia



Figura 72. Seleccionando inicio de carretera

Elaboración propia

Posteriormente se deberá de seleccionar la vialidad correspondiente al POT escogiendo entre las tres opciones guardas dentro de las plantillas de ensamblajes tal y como a parece en la Figura 69. Luego se deberá de colocar el cursor sobre el camino a cambiar el ensamblaje, para luego seleccionar donde dice inicio de carretera y final de carretera tal y como se muestra en las figuras 71 y 72. Esto se hace para que el ensamblaje se acople a todo el tramo, o si bien se quiere dejar un tramo en específico solo se mueve la barra hasta donde se requiera.



Figura 73. Carretera correctamente ensamblada

Elaboración propia

En la Figura 73 se puede observar que a la derecha de la imagen se encuentra un camino cargado por defecto dentro del modelo generado en InfraWorks. Al centro se puede observar una vialidad, cargada con la capa de las vialidades propuestas, correctamente ensamblada con la plantilla V2-Vía de enlace. A la izquierda se puede ver otra vialidad cargada con la capa importada desde QGIS, pero esta aún se encuentra como carretera de panificación, sin que se haya cambiado para carretera compuesta.



Figura 74. Vista en planta de las vialidades propuestas ya con sus plantillas respectivas
Elaboración propia

En la figura mostrada se puede ver la vista en planta de como esta correctamente ensambladas todas las vialidades con sus respectivas plantillas según su asignación en la propuesta desde QGIS. Se puede observar que ninguna vialidad se traslapa y que todas se conectan de forma correcta, dando a entender que el trabajo realizado anteriormente en QGIS fue satisfactorio.



Figura 75. Sección correspondiente a una V3-Vía de Servicio
Elaboración propia

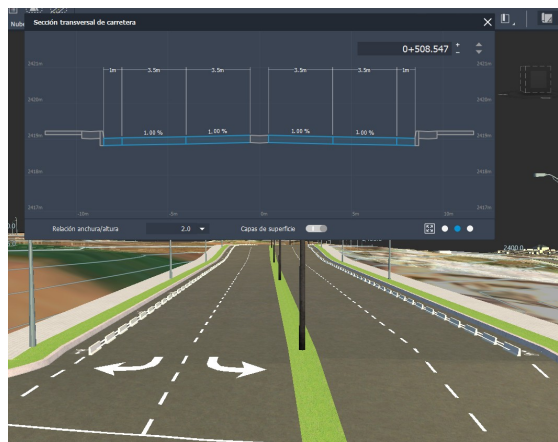


Figura 76. Sección correspondiente a una V2-Vía de Enlace
Elaboración propia



Figura 77. Sección correspondiente a una V1-Vía de Enlace

Elaboración propia

En las figuras 75, 76 y 77 se pueden ver las tres vialidades propuestas que se generaron primero en QGIS y luego se pasaron a InfraWorks para luego diseñarlas con sus respectivos anchos de aceras y carriles, que están definidos en el POT de la Municipalidad de Quetzaltenango.

Para poder contar con una mejor representación gráfica de los gabaritos de cada vialidad propuesta dentro del POT de la Municipalidad de Quetzaltenango, dichos gabaritos fueron realizados haciendo uso de la herramienta digital Streetmix. Dicha herramienta es una pagina web interactiva que busca crear diseños de calles que sean amigables con los ciudadanos, para este trabajo de graduación se hizo uso para poder visualizar de mejor manera las diferentes vialidades acorde a su tipo de jerarquía.

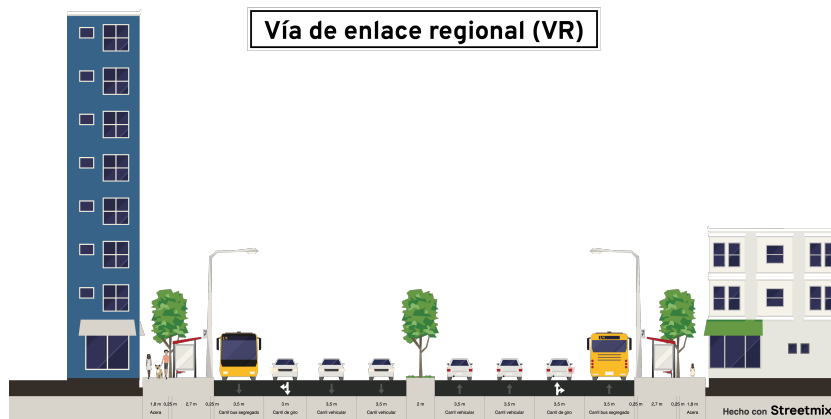


Figura 78. Autopistas urbanas y regionales (VR)

Elaboración propia



Figura 79. Arterias principales (V1)

Elaboración propia



Figura 80. Vías colectoras (V2)

Elaboración propia

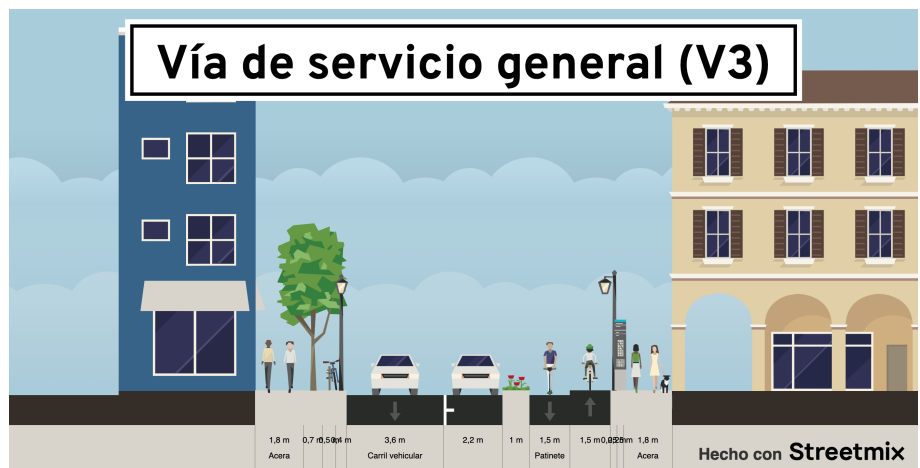


Figura 81. Vías de servicio general a los barrios (V3)

Elaboración propia

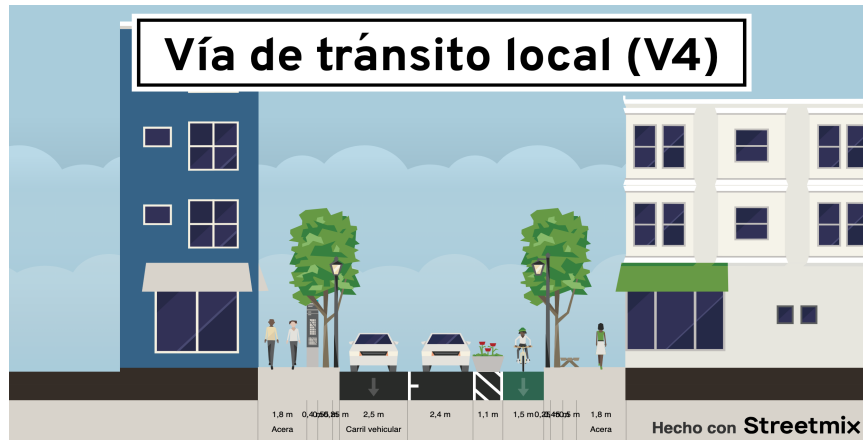


Figura 82. Vías de tránsito local (V4)

Elaboración propia

H. Analizando las vialidades y sus conexiones

Al tener el modelo generado y cargado en InfraWorks, fue de utilidad, para poder determinar, la infraestructura vial de soporte que será de utilidad para el correcto flujo de tránsito y que su conectividad sea amigable con el entorno urbano, en las siguientes figuras se puede apreciar eso

La implementación del modelo generado en InfraWorks resultó ser de mucho beneficio para la evaluación y planificación de la infraestructura vial de soporte que se requerirá para apoyar las vías propuestas. Para que las nuevas vialidades propuestas puedan tener un soporte para garantizar un flujo de tráfico eficiente, también para asegurar que la conectividad entre estas vías y el entorno urbano sea coherente y amigable con la población. La integración del modelo en el entorno urbano existente facilitó la identificación de posibles puntos de conflicto varias intersecciones ya que son áreas de mejora, lo que permitió determinar dónde debe de haber soluciones de diseño vial que promovieran la accesibilidad y la movilidad urbana. En las figuras subsiguientes, se ilustra claramente la integración entre la infraestructura propuesta y el entorno urbano, destacando dichas intersecciones y sus puntos de mejora.



Figura 83. Intersección de cuatro vías

Elaboración propia

En esta intersección se originó en un área de uso de suelo mixto con una densidad alta y su edificabilidad es no residencial, y se puede observar que está uniendo dos vías de enlace con una vialidad de servicio, por lo tanto, aquí se puede proponer una glorieta como infraestructura de soporte para evitar que se vaya acumulando el tráfico en la intersección al mismo tiempo que no interfiere con el peatón ni con los ciclistas.

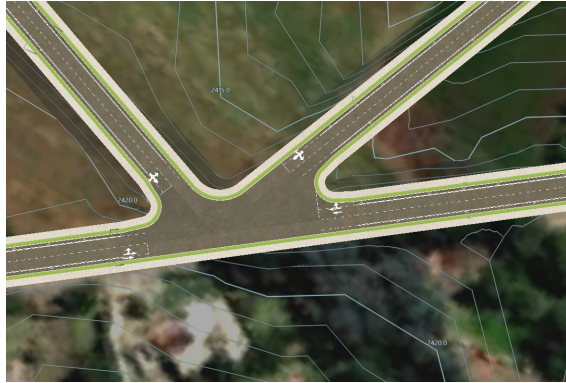


Figura 84. Intersección de dos vías para una principal

Elaboración propia

En esta intersección se puede observar que no va a ser necesaria una infraestructura vial de soporte, ya que con el semáforo pueda que sea suficiente, esto se puede ver por el tipo de vialidades que se tiene, ya que son de servicio y no de enlace. La zona donde se ubica dicha intersección es una zona de baja densidad donde su edificación es de vivienda en altura o vivienda con jardín y su uso de suelo esta destinado para uso residencial en su mayoría.



Figura 85. Intersección de tres vías para una principal

Elaboración propia

Este caso es similar al de la Figura 83, y se puede tratar de igual manera con una glorieta, ya que debe de enlazar dos vías de enlace y una servicio. En este caso la zona indica que es de uso residencial y su densidad es baja, por lo tanto su edificabilidad es de vivienda en altura o con jardín. Pero al enlazar ejes troncales como son las vías de enlace y comunican con vías de servicio que son las que nos dirigen a las zonas residenciales, por eso se adoptaron estas vialidades.

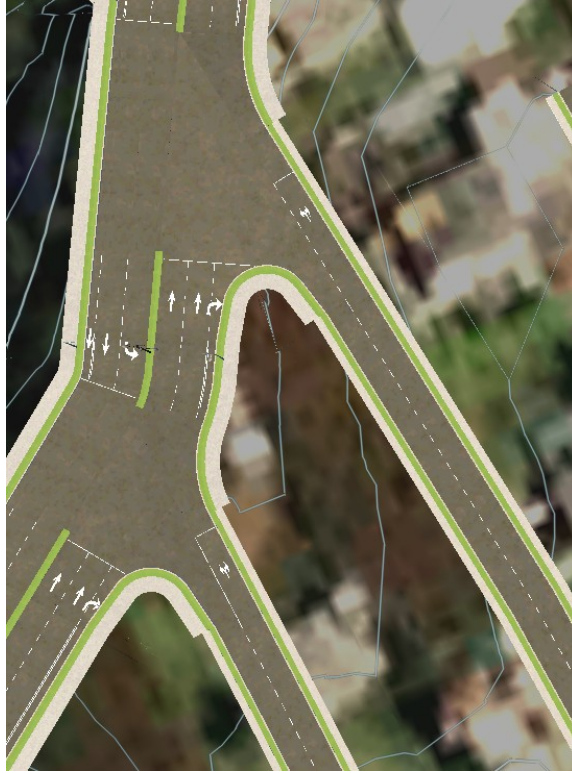


Figura 86. Dos intersecciones juntas

Elaboración propia

En esta intersección se puede ver que vienen dos vías de servicio y conectan con una vía de enlace, que es la vía principal. En este tipo de intersecciones por estar juntas, se sugiere que la infraestructura vial de soporte sea de un paso a desnivel sobre la vía principal, esto para no interrumpir el flujo del tránsito sobre la vía de enlace y la incorporación inmediata de las vías secundarias a la principal.

VII. CONCLUSIONES

- Se identificó que la Ciudad de Quetzaltenango esta sufriendo un crecimiento urbano, de una forma extensa y no compacta, creando problemas de conectividad entre las zonas residenciales y las no residencial que son donde se ubican la mayor fuente de empleo, generando un desplazamiento mayor para la población.
- Se diseñó la futura conectividad dentro de la zona de expansión urbana occidental, ya que es donde mayor impacto está recibiendo con la creciente demanda de desarrollo urbano, proporcionando permeabilidad a la zona de desarrollo con la finalidad de tener un mejor flujo vial y promoviendo una ciudad compacta reduciendo su expansión.
- Se propusieron 192 nuevas vialidades con su respectiva nomenclatura y clasificación vial. Como resultado de eso se obtuvieron 193 nuevas manzanas dentro de las Súper Manzanas dentro de la zona de estudio y un total de 121 nuevas conexiones para crear su infraestructura de soporte y analizar su seguridad vial.
- Se hizo uso de los sistemas de información geográfica (SIG), para generar y procesar información del crecimiento urbano de la ciudad de Quetzaltenango, así como para determinar que la zona occidental es el sector con mayor presión de crecimiento urbano, y posteriormente proponer las nuevas conectividades con su respectivo análisis y asignar la jerarquía vial adecuada con su nomenclatura

VIII. RECOMENDACIONES

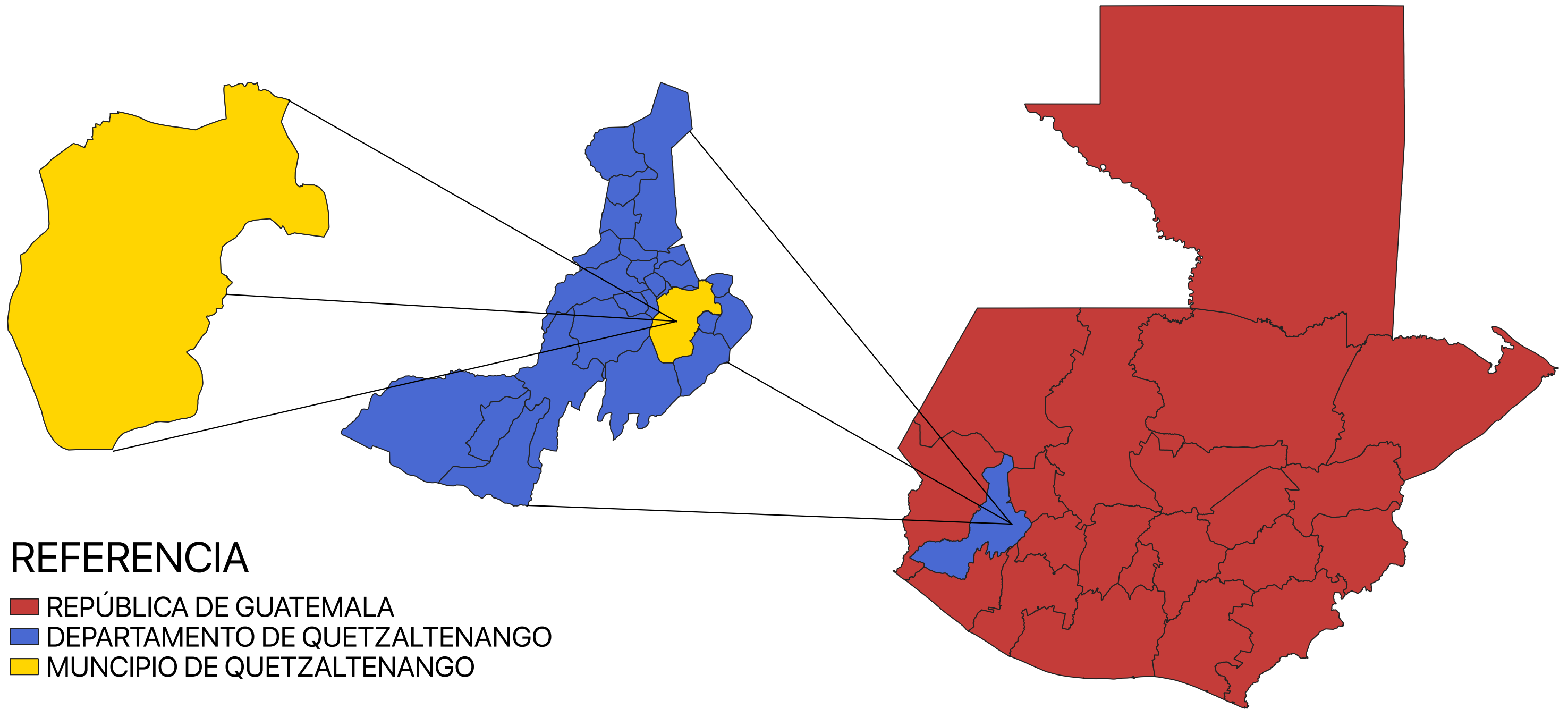
- Invertir para desarrollar imágenes LiDAR para poder tener un mejor procesamiento de datos para cuando se analice toda la mancha urbana de la Ciudad de Quetzaltenango, ya que con este tipo de imágenes el porcentaje de error para este tipo de análisis va a ser menor y se tendrá un dato mucho más certero cuando se procese la información.
- El uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Modelado de Información de Construcción (BIM) en el urbanismo debe de generar más estudios para una integración interdisciplinaria entre ingenieros civiles, arquitectos y urbanistas a fin de generar información con más tecnología.
- Tener más estudios e investigaciones de urbanismo en conjunto con la ingeniería civil y sus aportes en el desarrollo vial y de movilidad dentro de las ciudad para crear, modificar y levantar redes viales con la finalidad de contar con desplazamientos óptimos.
- Tener en cuenta banquetas, ciclovías y carriles exclusivos para la circulación de transporte público, con la finalidad de proveer sistemas de transporte asequible a toda la población creando entornos más amigables con el ciudadanos y tener ciudades menos hostiles para el ciclista y peatón.
- Tener mesas técnicas con los desarrolladores en conjunto con las municipalidades con la finalidad de tener un Plan de Ordenamiento Territorial (POT) más fuerte y que se cumpla.
- Tener información más actualizada sobre las ciudades para el correcto análisis y uso de datos en conjunto con los Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Migrar información de las ciudades a formatos más actualizados con la finalidad de tener datos correctos y generar información para tener Ciudades Inteligentes.
- Ampliar los carriles destinados para el uso de las bicicletas a fin de proteger al ciclista y darle prioridad a los modos alternativos de transporte y no darle toda la prioridad al vehículo.
- Tener en cuenta siempre la pirámide de la movilidad para diseñar las calles y avenidas en función del peatón creando ciudades más seguras e inclusivas.
- Tener en cuenta carriles exclusivos para el paso de transporte público, con la finalidad de proveer medios de transporte a toda la población creando entornos más amigables con el ciudadanos y tener ciudades menos hostiles.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, A., & Hernández, D. (2018). *Evolución Urbano Arquitectónico de la Ciudad de Quetzaltenango ca 1250-1976*, 55-140.
- Bazant S, J. (1984). Vialidad. *Manual de criterios de diseño urbano*, 133-147.
- Bazant S, J. (2011). Planificación urbana estratégica.
- Bentley, I., Alcock, A., McGlynn, S., Murrain, P., & Smith, G. (1999). Permeabilidad. *Entornos vitales: Hacia un diseño urbano y arquitectónico más humano*, 12-31.
- Black, W. R. (2010). Sustainable Transportation: Problems and solutions.
- Cal, R., & Mayor, J. (2018). Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones. *Sistema vial*, 107-114.
- Camino Arias, F. (2016). El coste de la ciudad dispersa. <https://paisajetransversal.org/2016/02/el-coste-de-la-ciudad-dispersa-arquitasal/>
- DMOT. (2015). *Plan de Ordenamiento Territorial (POT)-Salcajá* (inf. téc.). Dirección Municipal de Ordenamiento Territorial, Municipalidad de Salcajá, Quetzaltenango.
- DOT. (2019). *Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Quetzaltenango y sus Reformas* (inf. téc.). Departamento de Ordenamiento Territorial, Municipalidad de Quetzaltenango, Quetzaltenango.
- DPU. (2007). *Conociendo el POT*. Consultado el 26 de septiembre de 2023, desde https://pot.muniguatemala.com/PDFs/POT_taller_1_video.pdf
- DPU. (2017). *¿Qué es POT?* (Inf. téc.). Dirección de Planificación Urbana, Municipalidad de Guatemala, Guatemala.
- FAO. (2018). *Plataforma de territorios y paisajes inclusivos y sostenibles*. Consultado el 20 de enero de 2023, desde <https://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/ordenamiento-territorial/instrumentos-planteamiento-territorial/es/#:~:text=Planes%20de%20uso%20de%20suelos,y%20subcategor%C3%ADas%20de%20uso%20de>
- Ferrás, C. (2000). Ciudad dispersa, aldea virtual y revolución tecnológica. Reflexión acerca de sus relaciones y significado social. *Scripta Nova: Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*.
- IDAE. (2006). Que es un Plan de Movilidad Urbana Sostenible. *PMUS: Guía práctica para la elaboración e implantación de planes de movilidad urbana sostenible*, 49-51.
- Lifeder. (2020). Traza urbana: qué es, características, tipos. <https://www.lifeder.com/traza-urbana/>
- ONU-Habitat. (2021). Ciudades compactas. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/ciudades-compactas-story>
- Schjetman, M., Peniche, M., & Calvillo, J. (2008). Recomendaciones generales de estructura urbana. *Principios de Diseño Urbano Ambiental*, 48-50.
- SPOT. (2018). Ordenamiento territorial. *Guía metodológica para la elaboración del Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial en Guatemala*.
- Vigliocco, M. A. (2008). El planeamiento territorial en las Leyes de Indias. *Planeamiento físico -Taller MAY-*, 6-7.

X. APÉNDICES

LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO



REFERENCIA

- REPÚBLICA DE GUATEMALA
- DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO
- MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO



Sistema Geodesico y proyección

WGS 84 / Pseudo-Mercator
EPSG:3857
EPSG:7030
Mercator

Autor: José P. Barrios A.

Fecha: 10/10/2023

Revisó:
Henry Castañeda



10197000.0000 10191500.0000 10186000.0000 10180500.0000

1672000.0000

1666500.0000

1661000.0000

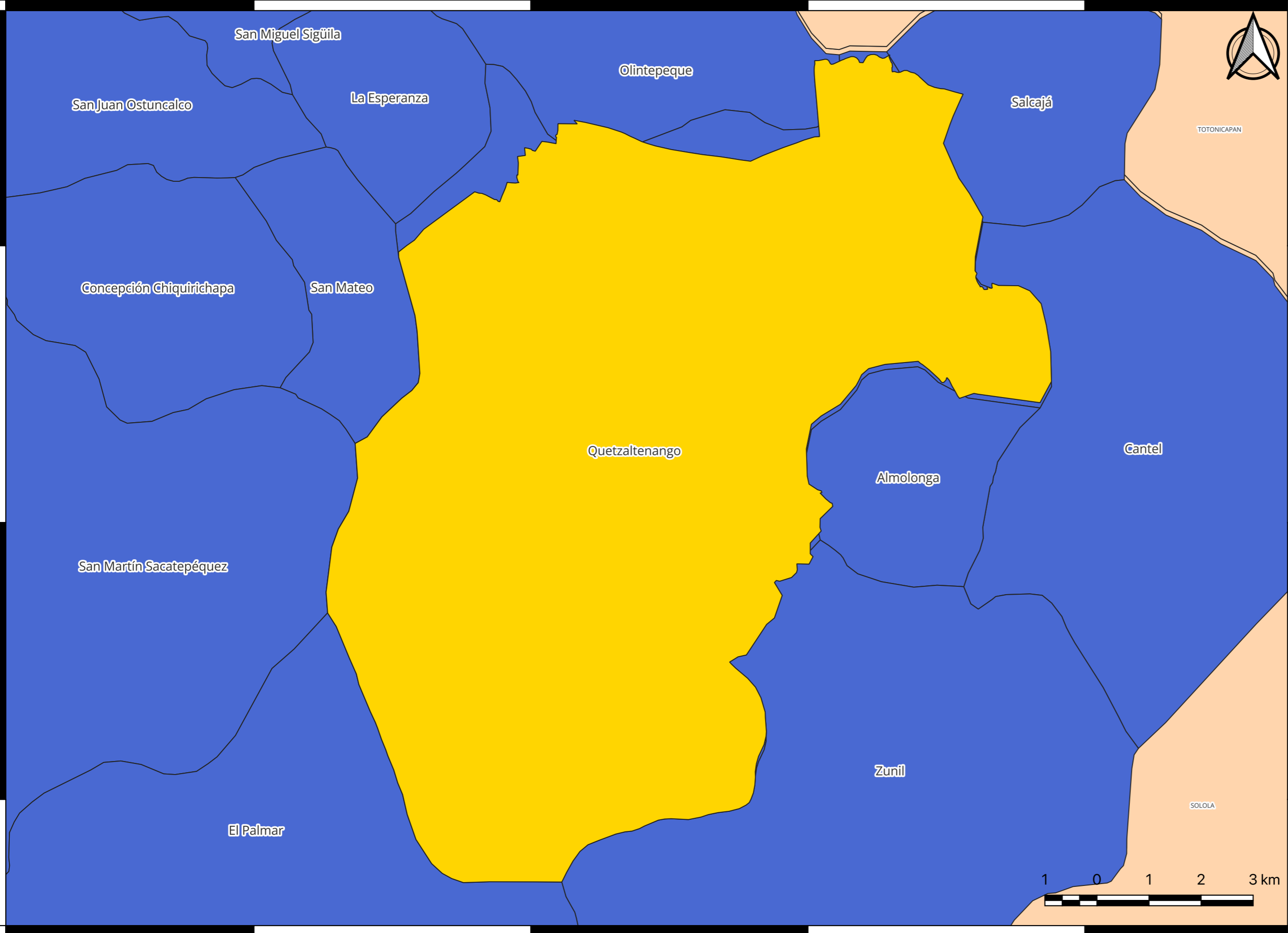
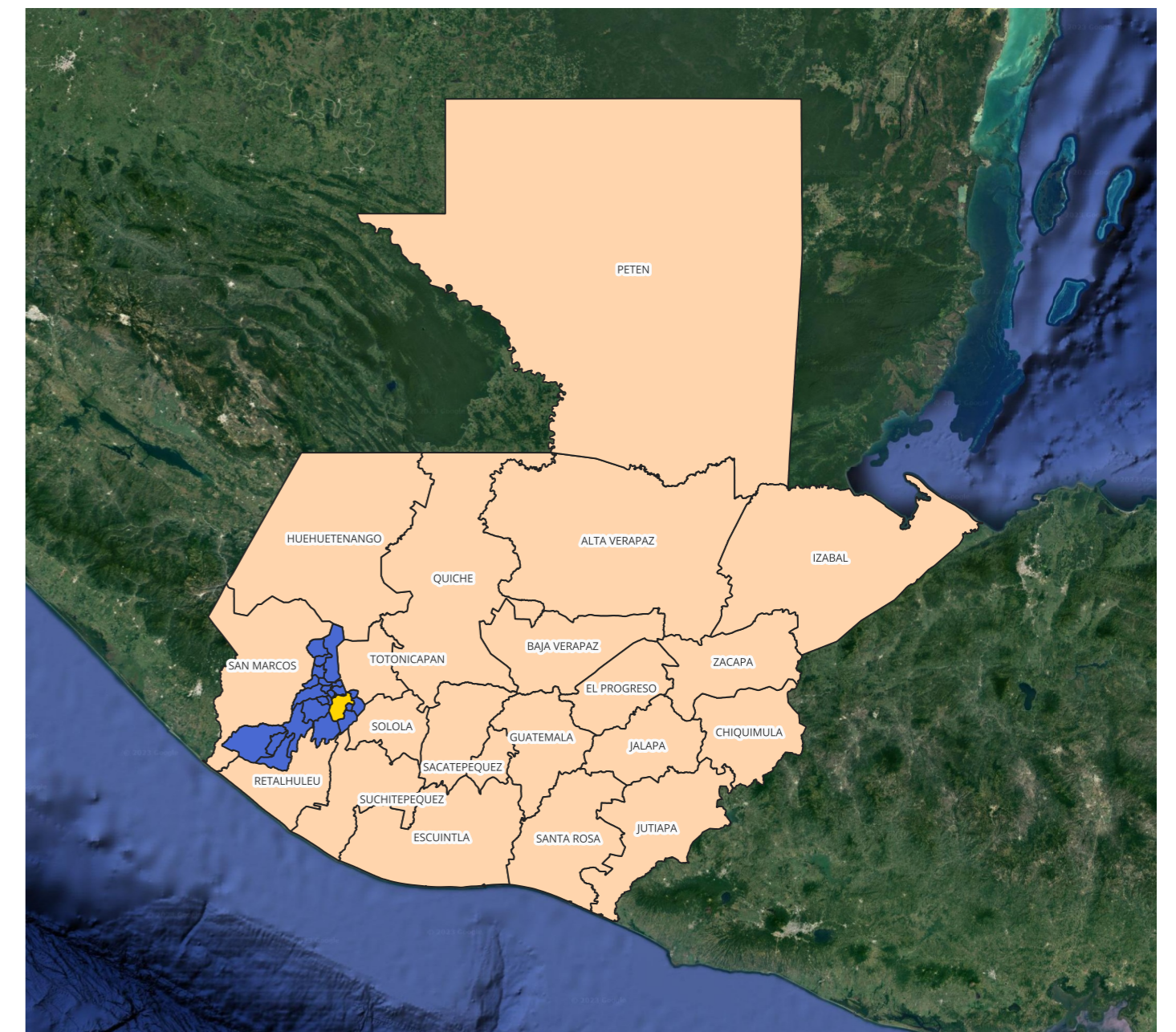
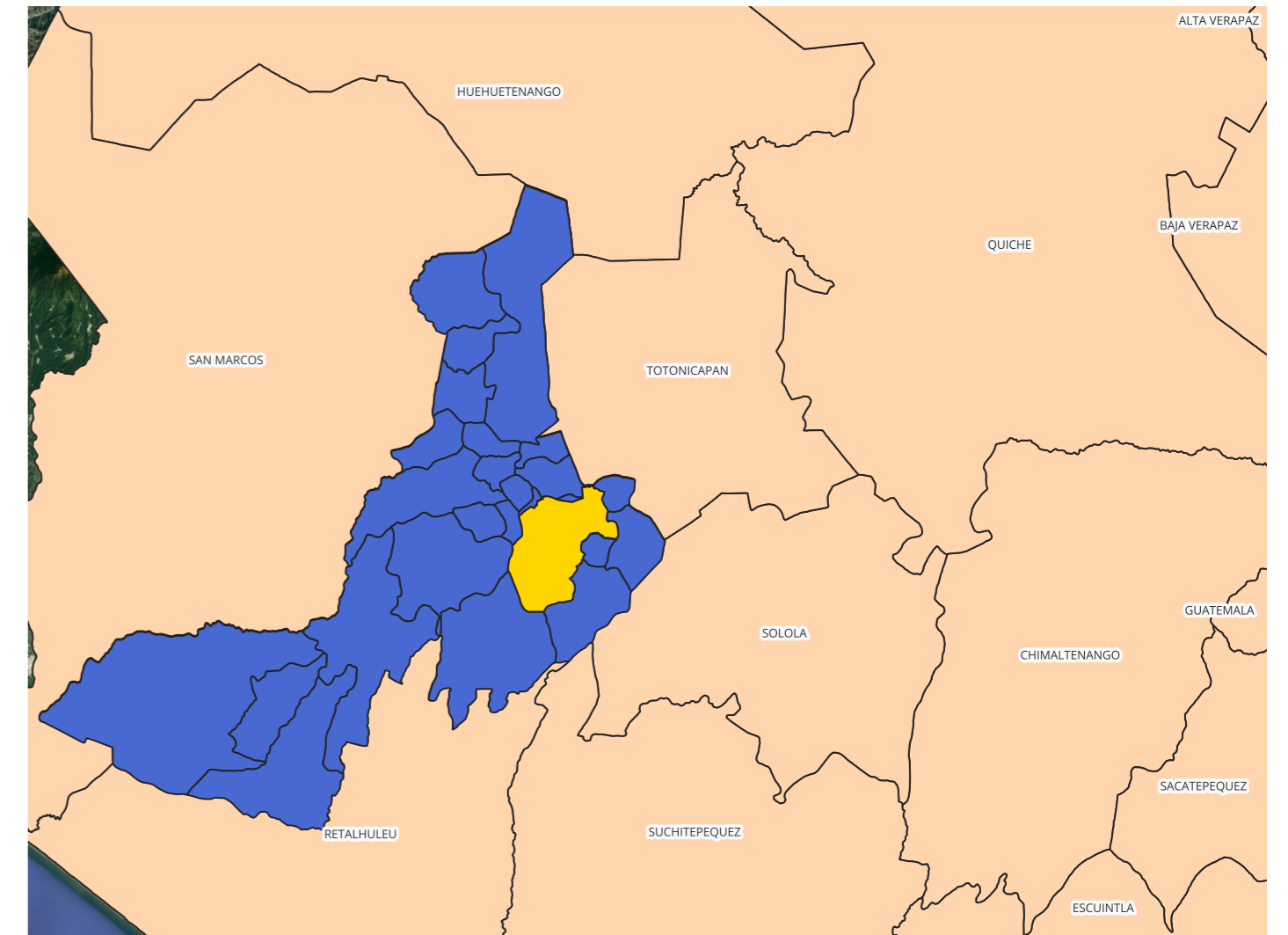
1672000.0000

1666500.0000

1661000.0000

10197000.0000 10191500.0000 10186000.0000 10180500.0000

UBICACIÓN DEL DEL MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO



LEYENDA

- Municipio de Quetzaltenango
- Departamento de Quetzaltenango
- República de Guatemala



Autor: José P. Barrios A.

Fecha: 21/10/2023

Revisó:
Ing. Henry Castañeda

SISTEMA GEODÉSICO Y PROYECCIÓN

WGS 84 / Pseudo-Mercator
EPSG:3857
EPSG:7030
Mercator

10197000.0000 10194000.0000 10191000.0000 10188000.0000 10185000.0000 10182000.0000 10179000.0000

1674000.0000

1671000.0000

1668000.0000

1665000.0000

1662000.0000

Límite Municipal y División Territorial Administrativa

Sistema Geodesico y proyección
WGS 84 / Pseudo-Mercator
EPSG:3857
EPSG:7030
Mercator

Autor: José P.Barrios A.

Fecha: 10/10/2023

Revisó:
Henry Castañeda

NOMENCLATURA

ZONAS ADMINISTRATIVAS

- BELLA VISTA
- CANDELARIA
- CHICHIHUITAN
- CHICUA
- CHIQUILAJA
- CHITUX
- CHUICARACOJ
- CHUICAVIOC
- LAS MAJADAS
- LLANO DEL PINAL
- TIERRA COLORADA ALTA
- TIERRA COLORADA BAJA
- XECARACOJ
- XEPACHE
- XETUJ
- ZONA 01
- ZONA 02
- ZONA 03
- ZONA 04
- ZONA 05
- ZONA 06
- ZONA 07
- ZONA 08
- ZONA 09
- ZONA 10
- ZONA 11
- ZONA 12
- LÍMITE MUNICIPAL



10197000.0000 10194000.0000 10191000.0000 10188000.0000 10185000.0000 10182000.0000 10179000.0000

10197000.0000 10194000.0000 10191000.0000 10188000.0000 10185000.0000 10182000.0000 10179000.0000

1674000.0000

1671000.0000

1668000.0000

1665000.0000

1662000.0000

10197000.0000 10194000.0000 10191000.0000 10188000.0000 10185000.0000 10182000.0000 10179000.0000



Clasificación de suelo

Sistema Geodesico y proyección

WGS 84 / Pseudo-Mercator
EPSG:3857
EPSG:7030
Mercator

Autor: José P.Barrios A.

Fecha: 10/10/2023

Revisó:
Henry Castañeda

NOMENCLATURA

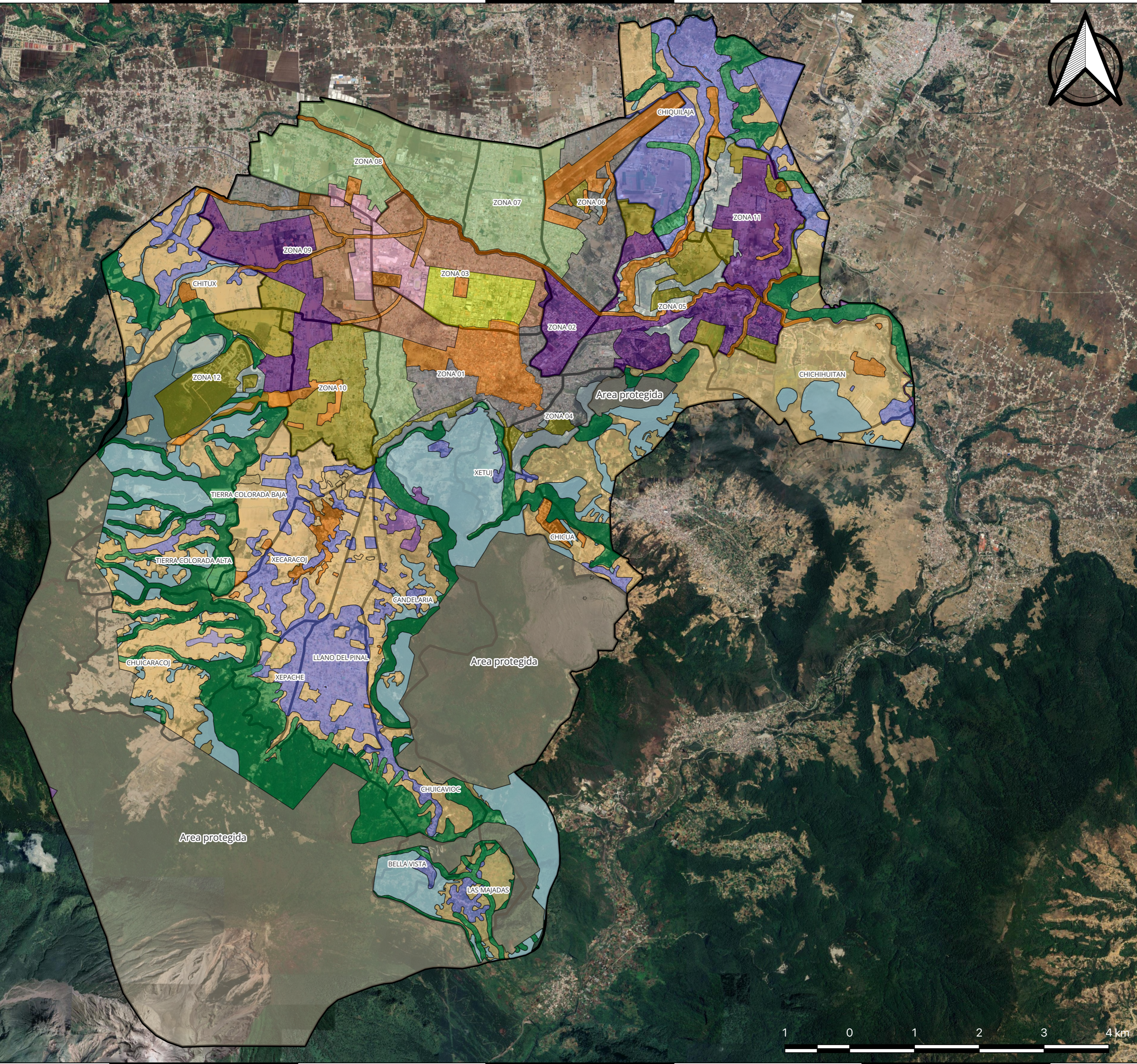
SUELO URBANO

- ESP
- URB-PRO
- URB-Q1
- URB-Q2
- URB-Q3
- URB-Q4
- URB-Q5
- URB-Q6
- URB-Q7

SUELO RURAL

- FOR-CO
- FOR-PRD
- FOR-SIGAP
- FOR-REE
- RUR-AGR
- RUR-CP

- ZONAS
- LÍMITE MUNICIPAL



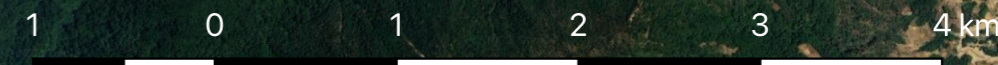
1674000.0000

1671000.0000

1668000.0000

1665000.0000

1662000.0000



10191000.0000

10188000.0000

10185000.0000



Jerarquización Vial. Municipio de Quetzaltenango, Quetzaltenango

1674000.0000

Sistema Geodesico y proyección

WGS 84 / Pseudo-Mercator
EPSG:3857
EPSG:7030
Mercator

Autor: José P. Barrios A.

Fecha: 20/10/2023

Revisó:
Henry Castañeda

REFERENCIA

Autopistas urbanas y regionales

- VR - Vía Regional Actual
- - VR - Vía Regional Ampliación
- - VR - Vía Regional proyectada

Arterias principales

- V1 - Vía Enlace Actual
- - V1 - Vía Enlace Ampliación
- - V1 - Vía Enlace Proyectada

Vías colectoras

- V2 - Vía enlace actual
- - V2 - Vía enlace ampliación
- - V2 - Vía enlace Proyectada

Vías de servicio

- V3 - Vía Servicio Actual
- - V3 - Vía Servicio Ampliación
- - V3 - Vía Servicio Proyectada

1671000.0000

1668000.0000



Excelencia que trasciende

DEL VALLE
GRUPO EDUCATIVO



10191000.0000

10188000.0000

10185000.0000

1674000.0000

1671000.0000

1668000.0000

10192000.0000

10190000.0000

10188000.0000

1674000.0000N

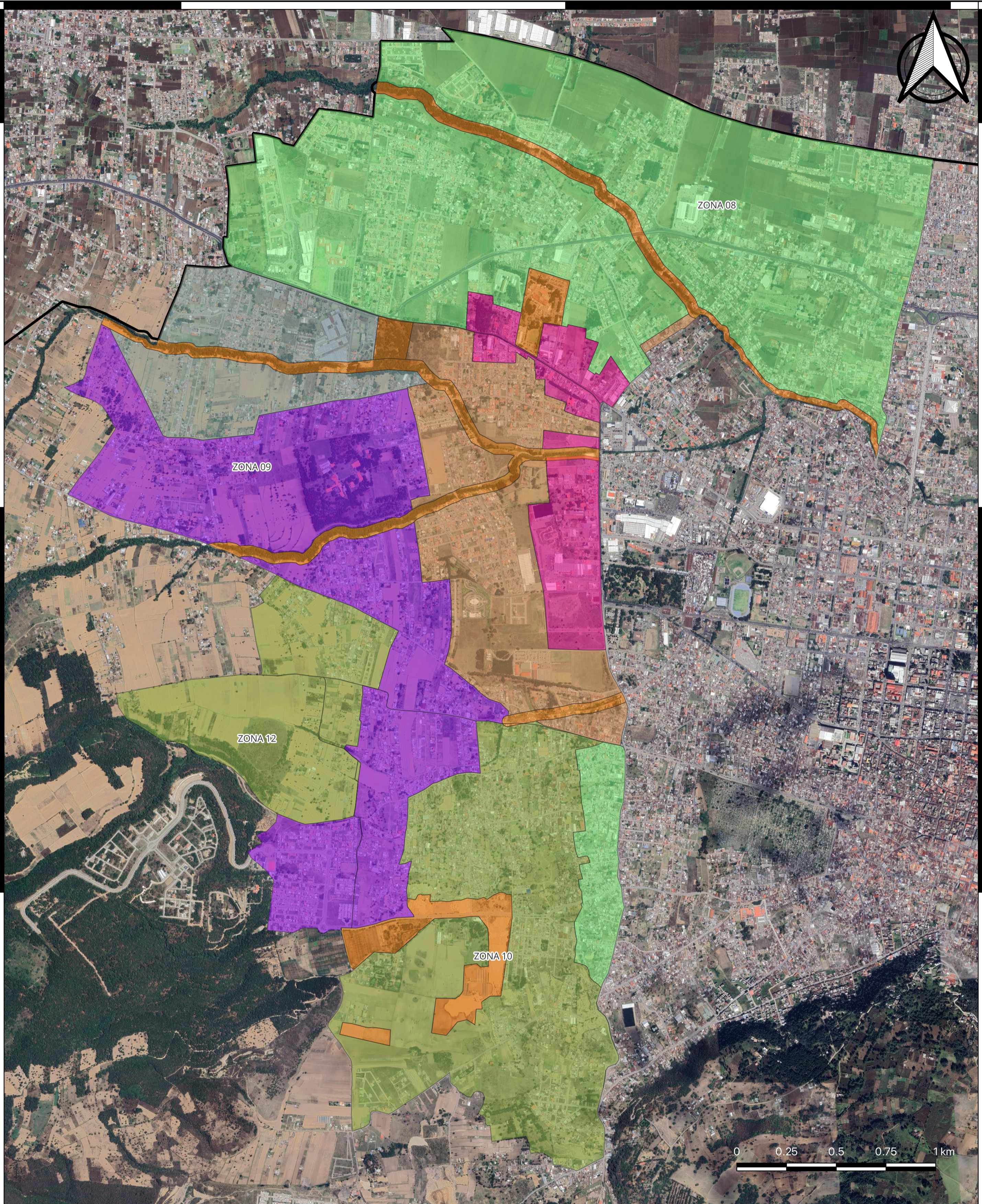
1674000.0000N

1672000.0000N

1672000.0000N

1670000.0000N

1670000.0000N



10192000.0000

10190000.0000

10188000.0000

Mapa del Área de Estudio

Sistema Geodesico y proyección
WGS 84 / Pseudo-Mercator
EPSG:3857
EPSG:7030
Mercator

LEYENDA

SUELO URBANO

- ESP
- URB-Q2
- URB-Q3
- URB-Q4
- URB-Q5
- URB-Q6
- URB-Q7
- LIMITES

Autor: José P. Barrios A.

Fecha: 10/10/2023

Revisó:
Ing. Henry Castañeda



10191000.0000

10188000.0000

10185000.0000

10182000.0000

1674000.0000N

1671000.0000N

1668000.0000N

1674000.0000N

1671000.0000N

1668000.0000N

Crecimiento Urbano de Quetzaltenango, Quetzaltenango

Sistema Geodésico y proyección

WGS 84 / Pseudo-Mercator
EPSG:3857 EPSG:7030

Autor:
José P. Barrios A.

Revisó:
Ing. Henry Castañeda

Fecha:
14/11/2023

Crecimiento Urbano

1524-1699	1.70%
1700-1899	5.07%
1900-1969	19.86%
1970-1985	8.11%
1986-2001	15.34%
2002-2006	7.43%
2007-2011	12.52%
2012-2016	9.85%
2017-2020	11.42%
2021-2023	8.70%

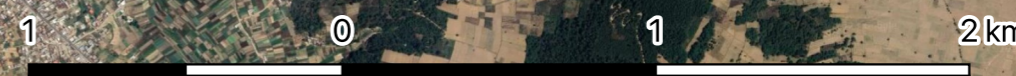
Referencia

- Vialidades
- ⬡ Limite Municipal



Excelencia que trasciende

DELVALLE
GRUPO EDUCATIVO



10191000.0000

10188000.0000

10185000.0000

10182000.0000

1674000.000N

1671000.000N

10188000.0000

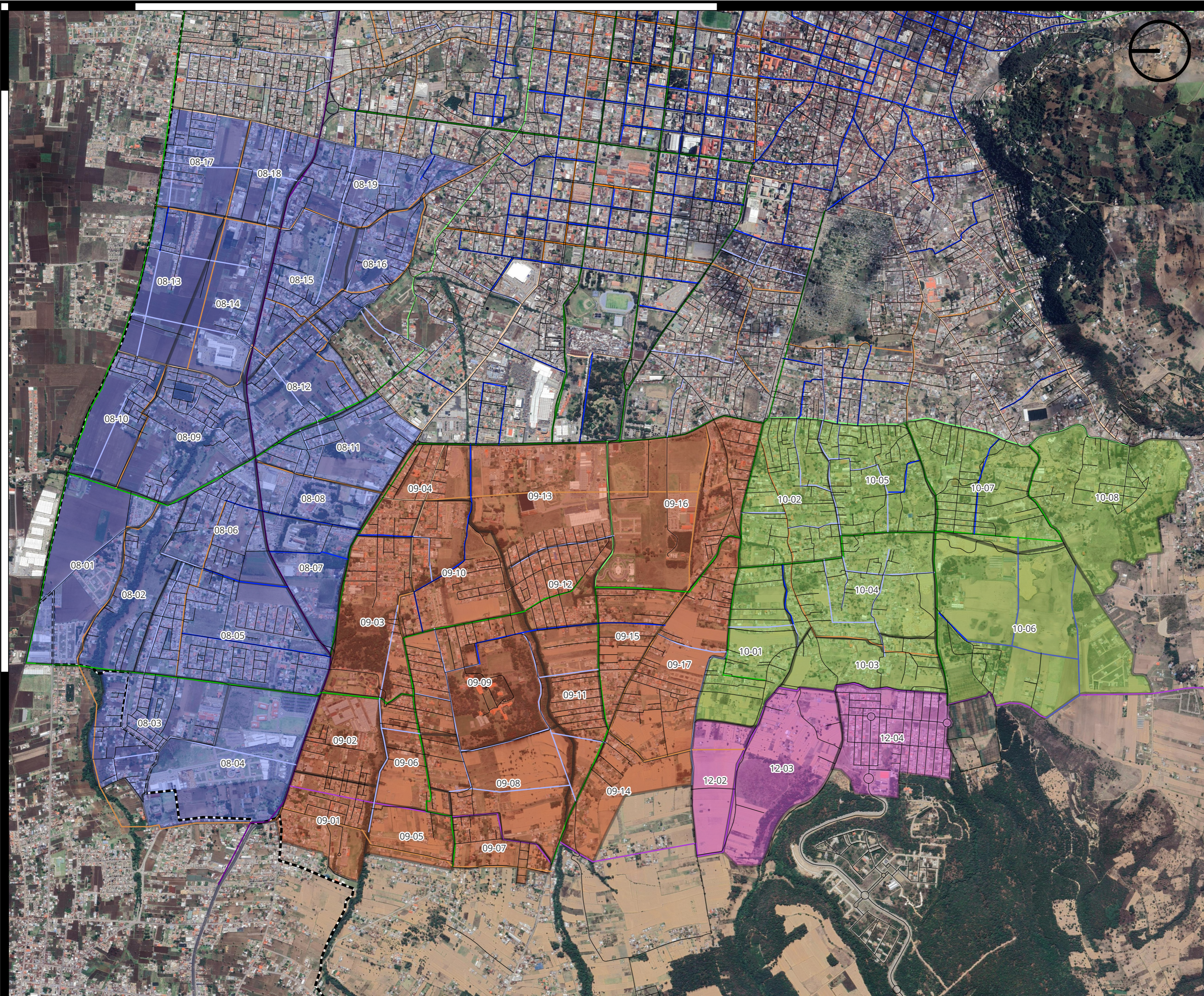
10188000.0000

10191000.0000

10191000.0000

1674000.000N

1671000.000N



Súper Manzanas del Área de estudio

Sistema Geodésico y proyección

WGS 84 / Pseudo-Mercator
EPSG:3857 EPSG:7030

Autor:
José P. Barrios A.

Revisó:
Ing. Henry Castañeda

Fecha:
14/11/2023

Jerarquización Vial

- V1 - Vía Enlace Actual
- V1 - Vía Enlace Ampliación
- V1 - Vía Enlace Proyectada
- V2 - Vía enlace actual
- V2 - Vía enlace ampliación
- V2 - Vía enlace Proyectada
- V3 - Vía Servicio Actual
- V3 - Vía Servicio Ampliación
- V3 - Vía Servicio Proyectada
- VR - Vía Regional Actual
- VR - Vía Regional Ampliación

Súper Manzanas

- Zona 08
- Zona 09
- Zona 10
- Zona 12

Referencia

- Vialidades
- ⊞ Limite Municipal



10191000.0000

10188000.0000

10185000.0000

10182000.0000



Vialidades completas Municipio de Quetzaltenango, Quetzaltenango

Sistema Geodesico y proyección

WGS 84 / Pseudo-Mercator

EPSG:3857

EPSG:7030

Mercator

Autor: José P. Barrios A.

Fecha: 02/04/2024

Revisó:
Henry Castañeda

REFERENCIA

Vías propuestas

V-1 - Vía de enlace

V-2 Vía de Enlace

V-3 Vía de Servicio

V-4 Vía Local

Jerarquizacion Vial

V1 - Vía Enlace Actual

V1 - Vía Enlace Ampliación

V1 - Vía Enlace Proyectada

V2 - Vía enlace actual

V2 - Vía enlace ampliación

V2 - Vía enlace Proyectada

V3 - Vía Servicio Actual

V3 - Vía Servicio Ampliación

V3 - Vía Servicio Proyectada

VR - Vía Regional Actual

VR - Vía Regional Ampliación

VR - Vía Regional proyectada

Vías Actuales

Limite Municipal POT



Exelencia que trasciende

DEL VALLE
GRUPO EDUCATIVO



10191000.0000

10188000.0000

10185000.0000

10182000.0000

1674000.0000

1671000.0000

1668000.0000

1674000.0000

1671000.0000

1668000.0000