

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

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

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano

MAESTRÍA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES



DISEÑO DE UN MÓDULO DE TECHO VERDE INTELIGENTE PARA LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Trabajo que para obtener el grado de

MAESTRO EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES

PRESENTA: JOSÉ LUIS CAMACHO TORREBLANCA

Tutores: DR. DAVID VARGAS DEL RIO,
DR. JAVIER AVALOS GARCÍA

Tlaquepaque, Jalisco. 29 Abril de 2016.

Resumen de contenidos

Resumen	1
Abstract	1
1. Introducción	2
2. Los techos verdes automatizados como tecnología de apropiación: antecedentes, funcionamiento y beneficios.	8
3. Diseño Metodológico	11
3.1 Supuesto inicial	11
3.2 Preguntas de investigación	11
Generales:.....	11
Subsidiarias:.....	11
3.3 Objetivos	12
Objetivos específicos	12
3.4 Selección de técnicas y diseño de instrumentos	13
3.5 Actividades a realizar:	19
3.6 Alcances previstos	21
4. Resultados	21
4.1 Fabricación de prototipos a escala del sistema modular de techo verde y análisis.	21
4.2 Diseño y fabricación de la tarjeta electrónica.	37
4.3 Diseño conceptual de sistema modular de techo verde automatizado.....	38
4.4 Análisis de beneficios potenciales por la implementación de techos verdes en la ZMG.	47
5. Análisis financiero.	56
6. Conclusiones y recomendaciones.	63
7. Líneas futuras de investigación y limitaciones de este estudio.	65
8. Bibliografía	67
9. Anexos.	70

Resumen de tablas, ilustraciones y gráficas

- Tabla 1 Área Total. INEGI, 2010
- Tabla 2 Componentes Experimento 1
- Tabla 3 Condiciones de siembra para cada semilla.
- Tabla 4 Producción de los módulos experimento 2.
- Tabla 5 Estimación de producción de los módulos experimento 2.
- Tabla 6 Suma del peso tota por módulo del experimento 2.
- Tabla 7 Ahorro total anual por metro cuadrado.
- Tabla 8 Componentes 10 metros cuadrados al 80%.
- Tabla 9 Componentes 100 metros cuadrados al 80%.
- Tabla 10 Áreas muestreo.
- Tabla 11 Áreas Totales.
- Tabla 12 Ahorro total anual por kilómetro cuadrado.
- Tabla 13 Valores del Coeficiente de Escurrimiento. SIAPA
- Tabla 14 Caudal máximo por porcentaje de instalación de techos verdes.
- Tabla 15 Inversión 100 metros cuadrados a 80%.
- Tabla 16 Gastos fijos anuales.
- Tabla 17 Proyecciones a 5 años.
- Tabla 18 Amortización a 5 años.

- Ilustración 1 Diagrama de Instrumentación y Control Experimento 1.
- Ilustración 2 Diagrama de Flujo del Programa Experimento 1.
- Ilustración 3 Acomodo de los Módulos.
- Ilustración 4 Módulo vacío.
- Ilustración 5 Módulos vegetados 1.
- Ilustración 6 Módulos con brotes.
- Ilustración 7 Módulos experimento 1.
- Ilustración 8 Jícama.
- Ilustración 9 Acelga.
- Ilustración 10 Hortalizas.
- Ilustración 11 Zanahoria.
- Ilustración 12 Diagrama de Instrumentación y Control experimento 2.
- Ilustración 13 Semillas.
- Ilustración 14 Diagrama de Flujo del Programa Experimento 2.
- Ilustración 15 Módulos Experimento 2, día 1.
- Ilustración 16 Módulo 1.
- Ilustración 18 Módulo 2 vegetado.
- Ilustración 17 Módulo 1 vegetado.
- Ilustración 19 Zanahorias experimento 2.
- Ilustración 20 Diseño de la tarjeta PCB.
- Ilustración 21 Arduino y tarjeta PCB.
- Ilustración 22 Inundación en el panel de control.
- Ilustración 23 Módulo 1.
- Ilustración 24 Módulos en 10 metros cuadrados a 60%.

Ilustración 25 Sistema de aspersión del módulo propuesto.

Ilustración 26 Dimensiones en mm del sensor de humedad propuesto.

Ilustración 27 Caja de componentes eléctricos y válvulas solenoides.

Ilustración 28 Comparación entre la Ortofoto y el análisis geo–estadístico cuadrante 10.

Ilustración 29 Acercamiento en dos zonas de comparación del análisis geo–estadístico cuadrante 10.

Ilustración 30 Comparación entre la Ortofoto y el análisis geo–estadístico cuadrante 36.

Gráfica 1 Ahorro anual.

Gráfica 2 Costo total vs costo por metro cuadrado al 80%.

Gráfica 3 Período de retorno para la instalación de 100 metros cuadrados de módulo de techo verde.

Agradecimientos

A mi asesor el Dr. David Vargas del Rio por el todo tiempo que le dedico a este trabajo.

A el Mtro. Carlos Vázquez Arias por su ayuda con el análisis geo-estadístico.

A René Dávila Velarde y Omar de Santiago Alcaraz por su ayuda en el apartado electrónico.

A las personas que me acompañaron en el proceso: GG, NA, GN.

Y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por haberme otorgado a beca sin la cual no hubiera sido posible este trabajo.

Resumen

Las cubiertas impermeables de las ciudades modernas implican modificaciones climáticas, inundaciones y pérdida de espacios que antes eran utilizados para alimentación. Las soluciones más comunes implican nuevas infraestructuras hidráulicas y sanitarias, expansión de la frontera agraria, y el uso de aire acondicionado. Una solución más sustentable sería recuperar espacios verdes mediante el uso extendido de techos verdes; sin embargo, para ello se requiere que esta tecnología sea accesible a la población general. Este trabajo plantea el diseño y evaluación de la viabilidad de un módulo de techo verde automatizado, que sea de bajo coste y que se convierta en tecnología de apropiación social. Se presenta además un análisis de los potenciales impactos hidrológicos regionales, climáticos y de soberanía alimentaria como consecuencia de su uso extendido en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Palabras clave: Automatización, Techos verdes, Calidad de Vida, Contaminación, Inundaciones, Soberanía Alimentaria, huerto urbano, ZMG.

Abstract

Modern cities waterproof covers implicate climate changes, floods and loss of previously used food growth spaces. The most common solutions to this problems involve new water and sanitation infrastructure, agricultural frontier expansions and the use of air conditioning systems. A more sustainable solution would be recover green spaces through the widespread use of green roof; however, this requires for this technology to be accessible to the entire population. This paper presents the design and evaluation of the viability of an automated green roof module, which needs to be low cost and become a social appropriation. An analysis of potential

regional, climate and hydrologic impacts and food sovereignty as a result of its widespread use in the Zona Metropolitana de Guadalajara is also presented.

Key words: Automated irrigation, Green roof, Quality of life, Contamination, Floods, Food sovereignty, Urban garden, ZMG

1. Introducción

“Wisdom demands a new orientation of science and technology toward the organic, the gentle, the elegant and beautiful.” (Schumacher, 1973)

El aumento en el parque vehicular, las altas tasas de emisiones industriales y el incontrolable crecimiento de la mancha urbana de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) han traído como consecuencias grandes problemas de contaminación ambiental y degradación en la calidad de vida. Por ejemplo, sólo por la contaminación, la baja calidad del aire provocó que en el año 2010 murieran alrededor de 14,700 personas, convirtiendo a México en el segundo país de Latinoamérica con más muertes por esta causa (OMS, 2011). Esto sumado a la reducción de los espacios públicos y áreas verdes en la ciudad, nos ha llevado a sobrepasar los niveles recomendados por la OMS de exposición de contaminación a los PM10; una compleja mezcla de partículas líquidas y sólidas suspendidas en el aire. En efecto, se ha demostrado que la exposición a este tipo de contaminantes aumenta el riesgo de contraer enfermedades de tipo cardiovascular y respiratorio. Así, el *Clear Air Institute* en su reporte sobre la calidad del aire en ciudades latinoamericanas reporta que la Zona Metropolitana de Guadalajara rebasa las tasas de contaminación respecto a la Ciudad de México en tres indicadores: PM10, ozono (O₃) y dióxido de nitrógeno (NO₂). Esto es preocupante. Si comparamos la ZMG con 4,434,878 habitantes en 2,734 km² –Tabla 1-, contra el Distrito Federal con 8,851,080 habitantes en 1,495 km² (INEGI, 2010), resulta que la ZMG es un

asentamiento urbano con menor número de habitantes, mayor extensión territorial y, sin embargo, índices similares de contaminación.

Tabla 1. Área Total. INEGI, 2010

Número	Municipio	Población	Superficie (km ²)	hab./km ²
1	Guadalajara	1,495,189	151.4	9,874.40
2	Zapopan	1,243,756	1,163.60	1,068.90
3	San Pedro Tlaquepaque	608,114	110.4	5,506.20
4	Tonalá	478,689	166.1	2,881.90
5	Tlajomulco de Zúñiga	416,626	714	583.5
6	El Salto	138,226	87.9	1,573.30
7	Ixtlahuacán de los Membrillos	41,060	202.4	202.9
8	Juanacatlán	13,218	138.3	95.6
	Total ZMG	4,434,878	2,734.10	1,622.10

Por otro lado, las enormes superficies asfálticas y de hormigón han generado cambios en los ciclos naturales y propiciado el incremento de las temperaturas medias de la ZMG (Efecto Isla de Calor). Esto ocurre a pesar de que cuenta con grandes zonas vegetadas y espacios de recarga pluvial, evapotranspiración y por tanto reducción de la temperatura: como La Primavera y Los Colomos, que se han visto gravemente afectados por los recientes aumentos en los incendios forestales y las malas prácticas de urbanización. Por ejemplo en el año 2005 un incendio forestal en el bosque de la primavera devastó 15,115 hectáreas de las 30,500 totales, casi el 50% de su extensión (Martínez & Montoya, 2014). Esta reducción en

las áreas vegetadas puede propiciar, a mediano plazo, el aumento en la temperatura media de la mancha urbana. Aumento en la temperatura que asociado al cambio climático puede afectar de manera negativa los ciclos naturales de la región, la flora y fauna y generar daños potencialmente irreversibles (FAO, 2010).

Al mismo tiempo las lluvias temporales características de la región –por su gran cantidad de mm de precipitación que se generan en poco tiempo– parecen estar en aumento desde el 2004 a la fecha (CONAGUA, 2014). Este aumento, sumado a una red sanitaria diseñada a principios de los sesentas para una población de un millón de habitantes, basada en coeficientes de escurrimiento de suelos agrícolas en las áreas no urbanizadas —pero que sufrió un crecimiento poblacional de más de un 400% en 50 años—, da lugar a una poca capacidad de desahogo y una reducida retención temporal, que producen grandes pérdidas materiales para la ciudad (Zarate del Valle & Vargas del Río, 2010). Por consiguiente, los colectores se ven sobrepasados y pierden su capacidad de captar y conducir el agua de manera eficiente por lo que la devuelven a las calles provocando que éstas corran superficialmente y propiciando las inundaciones.

Otro punto es la seguridad alimentaria. Según la FAO (2014), la seguridad alimentaria se da cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico permanente a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales y preferencias alimentarias, y así poder llevar una vida activa y saludable. Sin embargo, en la actualidad México se ha convertido en un país dependiente ya que importa más del 40 % de los alimentos que se consumen (INIFAP, 2012). A esto se puede añadir otro tipo de implicaciones ambientales que trae consigo la compra de productos no regionales como la contaminación por las grandes distancias de transportación, expansión de la frontera agraria, etc. Al mismo tiempo, las ciudades son abastecidas con alimentos que son pobres en términos nutricionales, ya que el uso de agroquímicos durante su producción y conservación deteriora su calidad. También altos riesgos

alimentarios como la presencia de residuos de plaguicidas, contaminantes químicos, toxinas biológicas, adulteraciones entre otras (FAO, 2003) Son además alimentos caros, entre otras razones, por el sin fin de procesos e intermediarios que intervienen en la cadena de distribución de dichos alimentos.

El cultivo de alimentos orgánicos es también un negocio potencial, pues los precios de estos alimentos aumentan entre un 1% y 2% al año, mientras que los alimentos orgánicos lo hacen en un 20% (Cummins, 2011). Si tomamos en cuenta que el gasto promedio en alimentación para las familias mexicanas es de aproximadamente el 52% de sus gastos totales (INEGI, 2012) éste representa un gran porcentaje de los ingresos, pero también una oportunidad de ahorro al utilizarse cultivos urbanos.

Sin embargo, la producción de alimentos en las áreas urbanas está limitada por la falta de espacios abiertos e iluminados, que son factores indispensables para la misma. A esto debe añadirse un estilo de vida que da poco tiempo libre disponible.

Una posible solución a estos problemas son los techos verdes. Estos son sistemas integrales compuestos por varias capas cubiertas de vegetación que no sólo funcionan como espacios de cultivo, sino que además regulan la temperatura interior de los inmuebles, ya sea en invierno o en verano, y gestionan el agua de lluvia en sitio (Penn State University, 2008). Así, se pueden usar para mejorar la climatización, prolongar la vida del techo, reducir el riesgo de inundación, filtrar contaminantes en el aire, como barrera acústica, cultivar frutas y verduras y proteger la biodiversidad (EPA, 2008).

Existen tres tipos de techos verdes: los intensivos, semi-intensivos y extensivos. Esto depende de la profundidad del sustrato y el grado de mantenimiento, así como la posibilidad de alojar actividades humanas productivas o de interés relacionada al tipo de vegetación y el grado de pendiente en las cubiertas. Los intensivos son aquellos en los que el sustrato es bastante profundo, y se pueden cultivar desde

arbustos hasta arboles de porte bajo (como los cítricos) y en consecuencia requieren de mucho mantenimiento. En cambio los extensivos son aquellos en el que la profundidad del sustrato no es mucha y están diseñados para tener un bajo mantenimiento ya que se limitan a plantas pequeñas. Los semi-intensivos son una mezcla de los anteriores en los que se utilizan las principales ventajas de cada uno para obtener mejores resultados, buena diversidad y poco mantenimiento. Los techos verdes surgieron por la necesidad de los habitantes de países de Europa y de Norte América de conservar confortable la temperatura interna de sus hogares debido a las bajas temperaturas de los inviernos (EPA, 2008).

Los techos verdes tienen mayor potencial de alojar superficie vegetal en las ciudades que los espacios públicos, debido a su escala y proporción en la trama urbana. De acuerdo con Minke (2004) un incremento de un 20% de éstos en los techos de las ciudades puede reducir la temperatura y devolver los ciclos hidrológicos naturales de la región. Además de los grandes beneficios a la ciudad menciona también que existen beneficios puntuales en donde se lleve a cabo su instalación como regulación térmica y bajos cambios de temperatura, aislamiento acústico, regulación de la humedad, soberanía alimentaria, mejoramiento de los climas internos, efectos psicológicos, etc. (Green Roofs for Healthy Cities, 2012). Gracias a todos estos beneficios los techos verdes empiezan a ser una solución ambiental en muchas partes del mundo.

Todos estos beneficios son la causa de que en el año 2012 se hayan instalado más de 519,151 metros cuadrados de techo verde en Norte América, siendo Washington la ciudad que presentó mayor instalación con más de 111,483, seguido de Chicago con 55,740, New York con casi 37,160 y Toronto con 32,516 metros cuadrados (Green Roofs for Healthy Cities, 2012). En Europa existen varios países que promueven el uso de éstos, como Alemania, Suiza, Holanda, Noruega, Italia, Austria, Hungría, Inglaterra, etc. La Penn State University estima que en Alemania se han instalado techos verdes en el 10% de sus azoteas, además que por año se



instalan alrededor de 100'000,000 de pies cuadrados en este país (Penn State University, 2008).

Sin embargo la complicada y cuidadosa instalación que conllevan, la fuerte inversión inicial así como el intensivo mantenimiento que requieren al principio de su instalación, son razones por las que su uso no se ha extendido en ciudades de países en vías de desarrollo. Por este motivo, la creación de una tecnología de techos verdes que sea capaz de mantener los grandes beneficios que éstos generan a la población, aunado a la posibilidad de un mantenimiento autónomo y a costos bajos podría propiciar un cambio importante hacia la sustentabilidad urbana de la ZMG y otras ciudades de países en vías de desarrollo.

Como ha sucedido en ciudades de países desarrollados, los techos verdes podrían reducir el clima polucionado de la ZMG reduciendo los contaminantes, las variaciones de la temperatura y limpiando el aire (Minke, 2004), ya que las plantas producen oxígeno y la tierra húmeda y la evapotranspiración funcionan como reguladores climáticos. Además el aumento en la evo–traspiración urbana propicia el aumento de las precipitaciones que beneficia a la misma vegetación (Köhler & Schmidt, 2003). Así mismo podrían regular las intensas inundaciones reduciendo las tasas de concentración de estas y evitando que los grandes caudales de las lluvias sobrecarguen el sistema de alcantarillado (Alessandra Bonoli, 2013). La retención de las aguas en el sustrato de los techos verdes reduce los metros cúbicos por segundo que son conducidos desde los techos urbanos hacia los colectores de la ciudad, además en algunos casos se pueden utilizar como aguas grises para aprovechar el almacenamiento temporal de los mismos (Penn State University, 2008). Todos estos beneficios, pero en particular el retardo en la tasa de escurrimiento, resulta de gran interés en una ciudad como Guadalajara que, por un lado, su población superó en más de 400% al valor de diseño, ocasionando que los colectores pluviales fueran sobrepasados. Y por otro lado, las condiciones

geográficas de la ciudad sitúan a su centro urbano en una de sus partes más bajas, ocasionando inundaciones.

Es por esto que se busca generar las condiciones para que pueda darse un uso extendido de techos verdes como estrategia de transformación social hacia la sustentabilidad urbana. Considerando lo mencionado, se plantea el diseño de un módulo de techo verde automatizado que sea capaz de identificar las condiciones en las que se encuentra y realizar operaciones de control para facilitar su propio mantenimiento. Para la creación de estos módulos se tendrá muy en cuenta los costos de manufactura, instalación y operación, ya que el objetivo es que sean accesibles para la población y que no se limite su uso extendido por la falta de recursos como sucede con otras tecnologías verdes.

Cabe mencionar que si bien esta investigación se centra a la ZMG, no está limitada a ésta, se planea que los módulos sean de fácil adaptación a distintas condiciones y zonas geográficas. La ventaja esperada es que los techos puedan acondicionarse a las distintas condiciones climatológicas de nuestro país y planeta.

2. Los techos verdes automatizados como tecnología de apropiación: antecedentes, funcionamiento y beneficios.

“Si el sol, el viento y la tierra se reincorporaran a la tecnología, a los medios de la supervivencia humana, los lazos que unen al hombre con la naturaleza experimentarían un cambio revolucionario” (David y Ruth Elliott, 281)

El movimiento emergente de la apropiación tecnológica, que puede leerse en libros como *Lo pequeño es hermoso* de E.F. Shumacher, se interpreta como el esfuerzo por producir un diseño o innovación que incluya aspectos sociales y culturales; su propósito principal es que el usuario pueda permitirse la adaptación de la esta

tecnología a sus necesidades. Esto en conjunto con los techos verdes podría reducir algunos de los problemas ambientales de la ZGM.

Los techos verde traen consigo grandes beneficios a las construcciones en las que se instalan tales como: regulación térmica, regulación del agua de lluvia, limpieza en la contaminación en el aire, proveen un habitat para la flora y fauna, etc. (Fifield, 2010). Plantean también una re-naturalización de espacios artificiales como son las ciudades y su uso se ha ido extendiendo, sobre todo en los países más desarrollados. Sin embargo también traen limitaciones. Algunas de las ventajas y desventajas de las experiencias que se han desarrollado nos permiten generar suposiciones y comparaciones. Por ejemplo, Bonoli (2013) nos presenta el caso de un techo verde en Génova en el que el monitoreo arroja un 70 por ciento de reducción de la escorrentía. Resultados igualmente alentadores se presentan para el caso del primer techo verde de la ciudad de Bolonia, que estudia el desempeño del manejo de aguas pluviales. De manera similar, Pandey (2013) aborda a los techos verdes desde la perspectiva de la reducción de la temperatura al interior de la edificación en comparación con las de cemento y concluye que el grosor de la cubierta vegetada no tiene influencia sobre la reducción de esta temperatura sin embargo la densidad de ella sí, y propone arbustos como la solución más eficiente puesto que consumen menos espacio.

El aspecto económico es central cuando se habla de cubiertas vegetadas. Se pueden obtener grandes beneficios al ser instalados, pero si estos no son justificables en costos se puede optar por otras tecnologías. Es por esto que se debe hacer un análisis puesto que la edificación en la que se vaya a instalar es un gran factor influyente en la validación económica (Michael Blackhurst, 2010)

Hoy en día en México se han hecho pocos estudios sobre los beneficios del uso extendido de los techos verdes en el país. Lo mismo pasa para la ZMG, no existen datos que se pueden utilizar para evaluar sus beneficios concretos en las condiciones de la ciudad. Sin embargo existen algunos estudios nacionales de los

que se puede sacar información valiosa, tal es el caso del que desarrollo Alpuche (2010). Éste nos pauta una comparativa inicial puesto que utiliza una simulación para analizar la reducción de la temperatura con la cubierta vegetada. Aunque su universo radica en Sonora se pretende comparar sus tasas de reducción con las que se obtengan de éste estudio.

Además de los nacionales existen algunos estudios latinoamericanos que pueden ser adaptados a las condiciones ambientales de la ZMG. Gracias a Rosatto (2013) y en función de los datos de escurrimiento que recopila éste estudio, se pueden generar simulaciones y escenarios que clarifiquen la relación directa que existe entre las cubiertas vegetadas y la reducción en las inundaciones urbanas. Además concluye gracias a sus pruebas que la profundidad óptima del sustrato es de 30 centímetros ya que esta altura presentó la mayor disminución de la tasa de escurrimiento.

Por otro lado, en cuanto a los techos verdes modulares, existen algunas soluciones en el mercado como Gavi Green o Roof Greening. Sin embargo estas solo se limitan a proveer los contenedores o bandejas. Además no son sistemas baratos, ya que se encuentran alrededor de los mil pesos por metro cuadrado. Aunque en el caso de Roof Greening cuentan con opciones que incluyen el riego, este es un sistema tradicional que está basado en regar a horas programadas.

Las conclusiones de los estudios, nacionales y latinoamericanos en materia de techos verdes, podrían generar comparativas gracias al Índice de Ciudades Verdes de América Latina. Esto permitiría aterrizar todos estos datos y categorizarlos en aspectos tales como: Energía y CO₂, Uso de la Tierra y Edificios, Transporte, Deshechos, Agua y Calidad del Aire.

En cuanto a la automatización de los módulos se han hecho algunos estudios en el país pero se limitan a utilizar tecnología como los PLC –Control lógico programable-



que no son económicos por lo que su acceso es limitado, además se ser sensibles a las condiciones ambientales. Sin embargo los resultados de estos son notables y en algunos casos incluyen tecnologías como el celular para interactuar con los cerebros ((Lugo Espinosa, Quevedo Nolasco, Bauer Mengelberg, & del Valle Paniagua, 2011).

Aunado a todo esto no debemos olvidar que el éxito del proyecto no es posible si no se crea una conciencia social hacia la sustentabilidad y el cuidado ambiental. Por eso es importante generar estrategias que lleven de la mano a los habitantes para que adopten un estilo de vida verde (Smith, 2009).

3. Diseño Metodológico

3.1 Supuesto inicial

El uso extendido de techos verdes puede traer beneficios hidrológicos, en la calidad del aire, en la regulación climática y en la soberanía alimentaria de Guadalajara.

3.2 Preguntas de investigación

Generales:

¿De qué forma puede contribuir a la sustentabilidad de la Zona Metropolitana de Guadalajara el uso masificado de techos verdes y como se puede aportar a esto desde la perspectiva de la Ingeniería Mecánica?

Subsidiarias:

¿Qué forma, dimensiones y materiales deben tener los módulos?

¿Cómo es posible controlar los módulos para automatizar su riego?

¿De qué forma se pueden reducir los costos de manufactura, instalación y operación de los módulos para generar un mayor consumo?

¿Cuáles son las condiciones de humedad y los cultivos preferenciales en la ZMG que favorecen el auto-abasto de alimentos?

¿Qué beneficios podría traer un uso extendido de techos verdes en términos alimentarios e hidrológicos en la ZMG?

3.3 Objetivos

A partir de una simulación de los beneficios potenciales del uso masivo de techos verdes basada en la geo-estadística y el diseño de una propuesta de módulo económica con riego automatizado contribuir a la sustentabilidad de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Objetivos específicos:

- Construir un prototipo de un techo verde automatizado que permita observar las dificultades en su fabricación, y estudiar sus parámetros óptimos de humedad, de cultivos preferenciales y rendimiento alimentario.
- Diseñar un prototipo de techo verde automatizado y barato.
- Análisis de costos de la producción en serie del módulo de techo verde.
- Estimar la posible contribución de un uso extendido de techos verdes para la soberanía alimentaria de la ZMG.
- Estimar la posible contribución de un uso extendido de techos verdes para reducir las inundaciones de la ZMG.
- Análisis financiero de viabilidad.

3.4 Selección de técnicas y diseño de instrumentos



Con base en lo estudiado en la bibliografía, se deduce que la altura del sustrato deberá ser de treinta centímetros, y convendría destinarlo a uso arbustivo en caso de considerar sólo el aspecto térmico e hidrológico. Sin embargo, también se propone estudiar su uso para producción alimentaria, pues se considera un aspecto que puede ser relevante para obtener alimentos de buena calidad y contribuir a la sustentabilidad de la región de influencia de la ZMG sin sacrificar los beneficios térmicos e hidrológicos. Además, el uso cotidiano puede incluir un aspecto de educación ambiental e integración de la población con los ciclos naturales.

Para el desarrollo metodológico de este trabajo primero se ha previsto identificar los parámetros de humedad y otras condiciones y elementos de diseño para la supervivencia de los techos verdes, mediante la revisión del estado del arte, para después buscar la forma de controlarlos y garantizar la misma. Para controlar estos parámetros se utilizara un “cerebro” (Basado en la plataforma arduino), que vigilará que el rango de humedad se mantenga dentro de las condiciones ideales y de no hacerlo así realizará actividades correctivas.

Una vez identificados estos parámetros se construirán tres módulos prototipo para recolectar datos durante un lapso de tiempo específico, seleccionado en base al tiempo de vida estimado del sistema “cerebro”. Los componentes que se usarán selección y el costo de cada uno se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Componentes Experimento 1

Componentes Módulos					
	Componente	Costo \$USD	Unidades	Total \$USD	Foto
Componentes Electrónicos	Arduino UNO (Open source)	\$ 9.7700	1	\$ 9.77	
	Fuente de alimentación 12V	\$ 5.7100	1	\$ 5.71	
	Relevadores 4 canales 5v	\$ 12.9700	1	\$ 12.97	
	Electroválvula de plástico 12V, 1/2"	\$ 9.6900	3	\$ 29.07	
	Sensor de humedad de suelo	\$ 0.8491	3	\$ 2.55	

	Tarjeta SD 2GB	\$ 3.1900	1	\$ 3.19	
			Total	\$ 63.26	
Componentes de Riego	Módulo	\$ 15.0000	3	\$ 45.00	
	Tubería PVC 1/2" (metros)	\$ 0.7867	6	\$ 4.72	
	Codos PVC 1/2"	\$ 0.1686	7	\$ 1.18	
	Tees PVC 1/2"	\$ 0.2135	2	\$ 0.43	
	Llave PVC 1/2"	\$ 0.7876	3	\$ 2.36	
	Manguera riego 1/2" (metros)	\$ 0.1981	3	\$ 0.59	
	Boquillas aspersoras autorrosca- bles	\$ 0.1313	9	\$ 1.18	
			Total	\$ 4.57	
			Total	\$ 67.82	
	Tipo de Cambio		17.5	\$ 1,919.73	\$ MXN

La elección de los componentes se basó en diferentes factores, por ejemplo la selección del Arduino se debió a que este en una plataforma open-source (Código abierto) lo que significa que es una plataforma desarrollada y distribuida libremente. Además de que ofrece la libertad de modificar su software de manera gratuita, sin licencia, es fácilmente manipulable y tiene la capacidad de leer entradas (Sensores de humedad) y convertirlas en salidas (Activación del riego). Su uso es sencillo especialmente para aquellos que no tienen mucho conocimiento en electrónica o programación. Las válvulas solenoides fueron elegidas por su sencillez y durabilidad. Estas cuentan con muy pocos componentes por lo que la probabilidad de que falle es baja. Además, al ser una válvula de tipo sencilla normalmente cerrada, si la corriente eléctrica falla esta permanece cerrada y no permite el paso del flujo. En el caso de los sensores de humedad su elección se hizo por disponibilidad. Además de que no existen muchas opciones en el mercado para este componente, normalmente vienen de china, lo que dificulta la elección de estos en el corto plazo. La elección de la placa de los relevadores se hizo ya que estos se venden ya sea solos o por pares, y el objetivo al comprar una con cuatro además de que suelen ser más económico que comprarlos individuales fue el de tener uno extra por si alguno llegara a fallar.

De acuerdo a lo señalado en la literatura y lo observado durante la construcción de los módulos, se decidió utilizar tres porcentajes de humedad: 300, 400 y 500 valor de lectura del sensor que equivalen a 44, 46 y 52 por ciento de humedad respectivamente. A estos se les colocó una amplia variedad de semillas seleccionadas de acuerdo al consumo típico que se desarrolla en la ZMG y el tamaño de la planta¹. Las semillas elegidas fueron: Acelga, betabel, calabaza redonda, chícharo, chile habanero, espinaca, jícama, jitomate cherry, jitomate

¹ Según el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (2014) las hortalizas más consumidas por los mexicanos son: la cebolla, el chile poblano, el jitomate, la papa, la zanahoria, el chile jalapeño, el melón, la sandía, el tomate verde y la calabacita.

saladette, lechuga, melón, pepino, pimiento, rábano, sandía, tomate verde y zanahoria. Fueron colocadas en los módulos de forma aleatoria como una adaptación del principio del método Fokuoka; es decir, seleccionar semillas aleatoriamente y regarlas para un mismo campo de cultivo, donde sobreviven aquellas que se adaptan mejor a las condiciones del campo (Fukuoka, 2011). De esta forma se pretende conocer qué semillas y qué condiciones de humedad se adaptan mejor a los módulos de techo verde que se están proponiendo para la ZMG.

En la tabla que se muestra a continuación se enlistan las semillas elegidas así como algunos parámetros de siembra sugeridos por el proveedor.

Tabla 3. Condiciones de siembra para cada semilla.

Semilla	Luz	Profundidad de Siembra cm	Distancia entre plantas cm	Días de Germinación	Días de Maduración
Acelga	Sol y media sombra	10 mm	25	40–50	100–180
Betabel	Sol	3 mm	10–15	9–13	90–120
Calabaza Redonda	Sol	3–4	40	6–8	60–70
Chícharo	Sol	2–3	10–15	3–6	75–90
Chile Habanero	sol	6–10 mm	60–70	N/D	70–120
Espinaca					
Jícama	Sol y media sombra	1	20–30	N/D	85–90
Jitomate Cherry	Sol	1.6 mm	60	10–14	90–120

Jitomate Saladette	Sol	2–3 mm	80	10–14	90–120
Lechuga	Sol	2	25	4–6	30–40
Melón	Sol	4–5	30	10–18	90
Pepino	Sol y media sombra	3 mm	30–45	N/D	90–100
Pimiento	Sol	3	60	15–20	90
Rábano	Sol y media sombra	6 mm	2.5–5	15–30	28–30
Sandía					
Tomate Verde	Sol	10–12 mm	40–50	6–10	70–90
Zanahori a	Sol	1–2 mm	20–25	12–15	60–90

Una vez que se obtengan los datos del experimento 1 se pretende repetir el experimento pero esta vez dejando sólo la humedad que produjo mejores resultados, en otras palabras aquella en la que en su módulo se produjo más biomasa.

Después de terminar los experimentos 1 y 2 se proyecta hacer la propuesta de diseño definitivo, acortando las áreas de control para facilitar al “cerebro” las acciones correctivas. De igual forma esta partición de los techos facilitara su mantenimiento e instalación, pudiendo adaptarse a diferentes condiciones de techos en la ZMG. Los módulos propuestos tendrán que conectarse unos a otros para reducir el número de unidades de control y reducir así los costos de la inversión y operación. Además deben de contemplar y asegurar la buena gestión sobre el agua pluvial y de riego, pudiendo recuperarla para su reutilización.

En conjunto y en forma paralela con las pruebas se realizará un análisis geoestadístico de la ZMG por medio de la creación de una retícula de cuadrantes de 500 x 500 metros sobre la mancha urbana. Se seleccionaran aleatoriamente 151 de estos cuadrantes, para obtener una confiabilidad del 7.5%, en los que se contabilizaran posibles zonas de instalación. Con esta información se generaran escenarios potenciales de los beneficios hidrológicos, de producción de alimentos y reducción del efecto isla de calor resultantes del uso extendido de los techos verdes sobre la región.

3.5 Actividades a realizar:

- Geoestadística para el análisis de escenarios:
 - Conteo de áreas y análisis geoestadístico: Muestreo aleatorio representativo del 10% de cuadrantes de 500 x 500 m de la ZMG.
 - Análisis de imagen sobre los cuadrantes, con selección aleatoria.
 - A partir del conteo de áreas se extrapolan datos numéricos y se obtienen el porcentaje de áreas verdes en la ZMG.
 - Simulación numérica hidrológica basada en los resultados del conteo de áreas y en la generación de escenarios.
 - Simulación numérica de producción de alimentos basada en los resultados del conteo de áreas y en la generación de escenarios.
 - Discusión y análisis de los escenarios.

- Prototipo preliminar:

Diseño y fabricación de tres prototipos de prueba, con diferentes parámetros de humedad y condiciones fijas similares.

- Experimento uno:

Monitoreo durante 6 meses de 3 prototipos:

1. Factores controlados:

- Humedad, tres niveles:
 - 300= 44%
 - 400= 46%
 - 500= 52%

2. Factores fijos:

- Condiciones climáticas.
- Variedad de semillas.
- Tipo de sustrato.
- Forma y profundidad del módulo.

3. Variables de respuesta:

- Valoración cualitativa de la producción de alimentos.

- Experimento dos:

Monitoreo durante seis meses de dos módulos prototipo:

1. Factores controlados:

- Humedad, un niveles:
 - Mejor humedad= 52%

2. Factores fijos:

- Condiciones climáticas.
- Variedad de semillas.
- Tipo de sustrato.
- Forma y profundidad del módulo.

3. Variables de respuesta:

- Valoración cualitativa de la producción de alimentos.
 - Total de la biomasa.
-
- Prototipo propuesta final:

Diseño y evaluación financiera de un prototipo de techo verde “inteligente” para la ZMG.

- Diseño y producción de una tarjeta electrónica que permita la conexión entre el Arduino y los componentes eléctricos de una manera más sencilla para que de esta forma el módulo sea de fácil instalación.

3.6 Alcances previstos

- Fabricación de prototipos a escala del sistema modular de techo verde y análisis.
- Propuesta de tipos de cultivo y rangos de humedad para su uso en estos módulos para la ZMG con base en el método Fukuoka.
- Diseño conceptual de sistema modular de techo verde automatizado.
- Diseño y fabricación de la tarjeta electrónica.
- Análisis de beneficios potenciales por la implementación de techos verdes en la ZMG.
- Discusión de la viabilidad económica y ambiental para el prototipo propuesto.

4. Resultados

4.1 Fabricación de prototipos a escala del sistema modular de techo verde y análisis.

Lo primero que se hizo fue construir el sistema que se encargaría de controlar los modelos de techo verde. Para esto se utilizó, como ya se mencionó anteriormente el Arduino UNO. La siguiente Ilustración es un diagrama de tuberías e instrumentación en el que se muestra la forma en que este se conectó con los demás componentes (Conexión de agua, sensores de humedad, corriente eléctrica etc.).

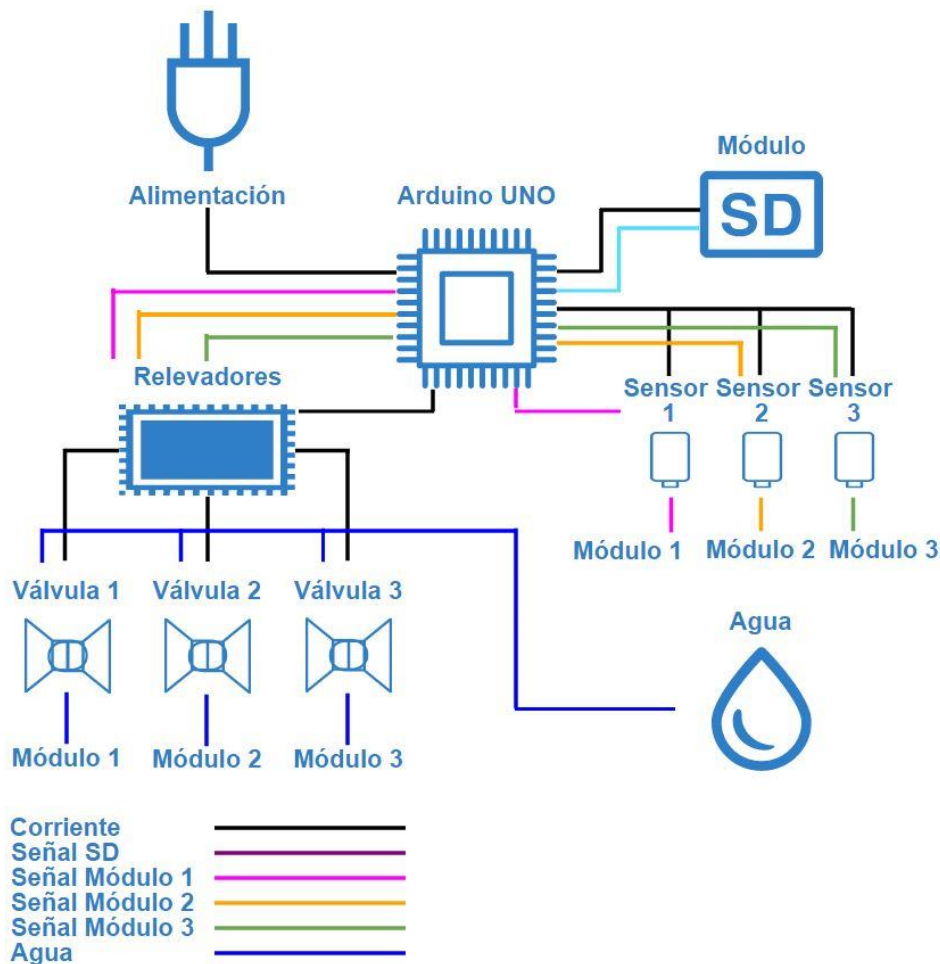


Ilustración 1. Diagrama de Instrumentación y Control Experimento 1.

De esta forma y con todos los componentes en conexión se creó un código (ver Anexo 1) para el experimento el cual ordena el riego de los módulos cuando los

parámetros de humedad no se cumplen. En la Ilustración 2 se observa un diagrama de flujo dictado por este código.

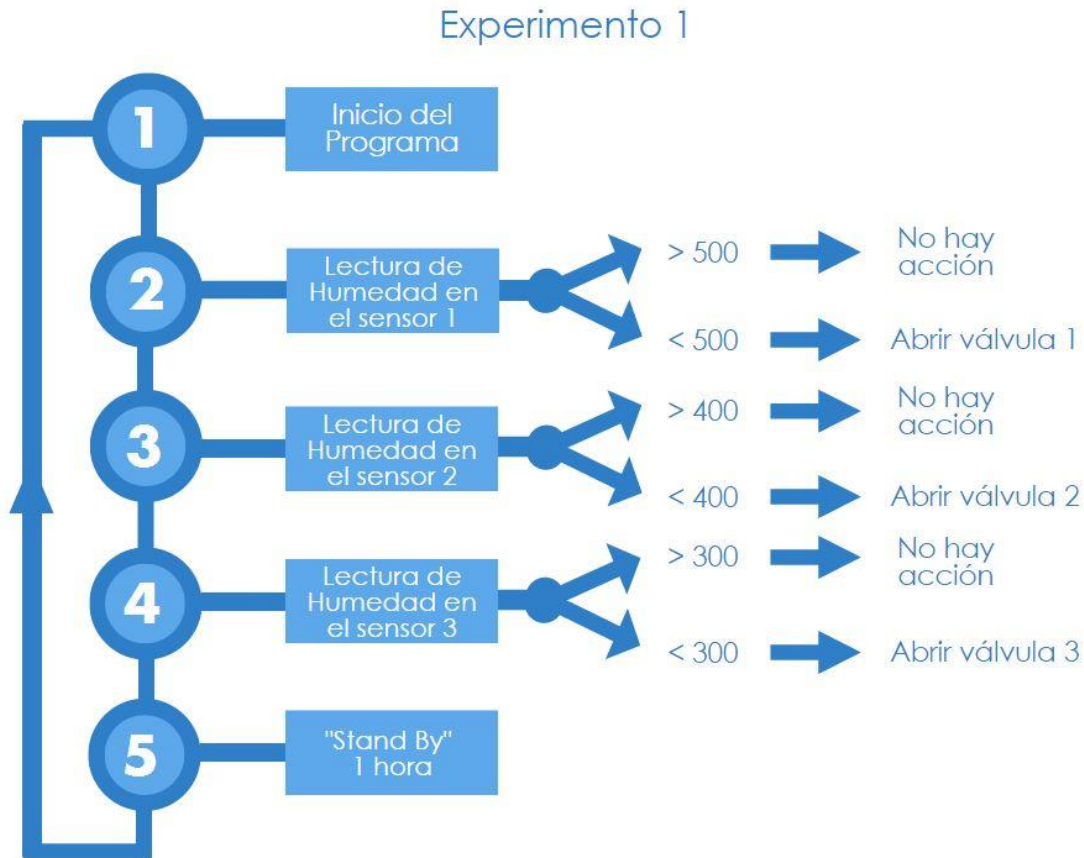


Ilustración 2. Diagrama de Flujo del Programa Experimento 1.

Una vez que la programación estuvo terminada se prosiguió con la construcción de los tres módulos para dar inicio al experimento 1. Para esto se consiguieron tres cajas de plástico de plástico de aproximadamente 50cm de largo por 30cm de ancho y 40cm de profundidad. Así como todos los componentes de riego mencionados en la tabla 2. El lugar del experimento se concretó en el edificio Q-5 del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente por la conveniencia de cercanía al Dr. David Vargas. Además todo el arreglo se puso sobre un pallet de reuso para separar el piso del módulo de la azotea y evitar la acumulación de humedad.



Ilustración 3. Acomodo de los Módulos.

Todos los componentes electrónicos incluyendo las válvulas solenoides se pusieron en una caja de plástico para evitar que se mojaran –ver Ilustración 3-. Además se construyó una estructura alrededor del módulo con la misma tubería de PVC para poner un techo plástico para mantener la humedad de cada módulo en los valores deseados –ver Ilustración 4-.



Ilustración 4. Módulo vacío.

Una vez que los módulos estuvieron instalados se prosiguió con la siembra de las semillas mencionadas en la tabla 3, utilizando el método Fukuoka. De esta forma

se dejó funcionando el módulo desde el primero de mayo de 2015 hasta el 14 de diciembre del mismo año. Sin embargo se presentaron varios problemas tanto en los componentes electrónicos como en las condiciones ambientales que deben ser mencionados. Para empezar el riego que en un principio se había propuesto como riego de goteo, no tuvo el impacto positivo que se esperaba al no humedecer de manera uniforme, por lo que se optó por cambiarlo y utilizar en su lugar microaspersores.



Ilustración 5. Módulos vegetados 1.

El módulo estuvo funcionando bien durante un tiempo hasta que el tiempo de lluvias devastadoras características de la zona empezó. Estas en un principio destruyeron el techo plástico de los módulos por lo que se cambió por malla sombra –ver Ilustración 5-. Además una de estas lluvias termino por quemar algunos componentes electrónicos como el módulo SD y un relevador por lo que se tuvieron que conseguir de nuevo. Sin embargo hay que mencionar que el programa no guardaba los datos por problemas con la fuente de alimentación.

Además pasando aproximadamente un mes y medio de que el módulo estuviera ya funcionando de forma autónoma surgió uno de los problemas más grandes y que se tuvo a lo largo de todos los seis meses que estuvo en funcionamiento. Este problema tiene que ver con los sensores de humedad, los cuales, después de un tiempo de estar funcionando constantemente tienden a generar electrólisis. Esto es el proceso por el cual un componente sumergido en un líquido se empieza a descomponer por la acción de la corriente eléctrica continua. Gracias a esto los tres sensores de humedad de los módulos tuvieron que ser reemplazados en varias ocasiones. Sin embargo esto no evito que las semillas empezaran a crecer como se muestra en la Ilustración 6. Lo que finalmente ocasiono grandes problemas en los módulos fueron las granizadas que se presentaron en los meses posteriores a su instalación. Estas además de destruir en algunas ocasiones el techo, apalastraron y ocasionaron que las plantas que ya estaban germinadas murieran. No obstante una vez que este temporal termino el módulo se recuperó y se volvió a presentar el crecimiento de hortalizas en él.



Ilustración 6. Módulos con brotes.

Además después de un tiempo de normalización de pudo observar la diferencia en cuanto a biomasa en cada uno de los módulos siendo en el de más alta humedad el que mejor resultados presento como se puede observar en la siguiente imagen.



Ilustración 7. Módulos experimento 1.

Una vez que transcurrieron los seis meses del experimento se prosiguió con la cosecha de las hortalizas –ver Ilustración 11-. A pesar de todos los problemas que ocurrieron durante el transcurso del experimento se encontraron jícamas –ver Ilustración 9-, acelgas –ver Ilustración 10-, zanahorias –ver Ilustración 12- y tomates verdes.



Ilustración 8. Jícama.



Ilustración 9. Acelga.



Ilustración 10. Hortalizas.



Ilustración 11. Zanahoria.

Después de obtener datos sobre las mejores condiciones de trabajo en los tres módulos, se observó en aquel en el que se dieron las mejores condiciones para el crecimiento de las semillas. Se prosiguió con la segunda fase del experimento en el que se seleccionó la humedad de 500 y se sembraron solamente dos módulos utilizando el mismo proceso de sembrado Fukuoka así como la misma variedad de hortalizas (ver Tabla 3).

El experimento en si es igual al anterior solo que en este se maneja nada más una humedad. En la siguiente imagen se puede observar los cambios en la conexión de los componentes.

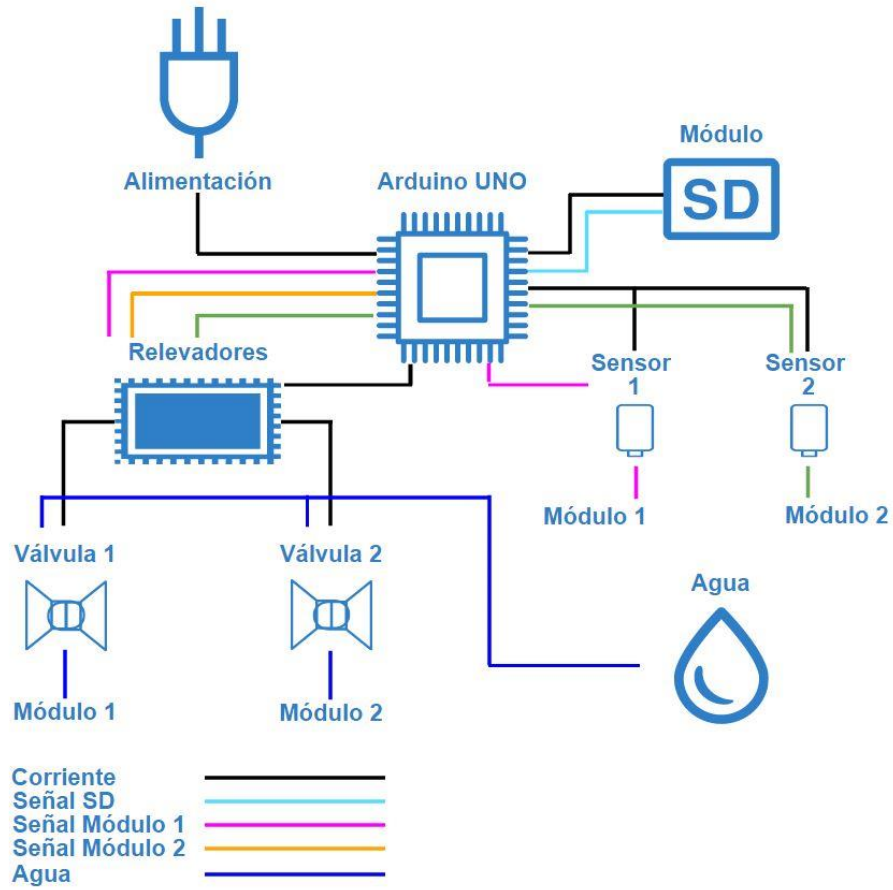


Ilustración 12. Diagrama de Instrumentación y Control experimento 2.



Ilustración 13. Semillas

Este experimento se pensó de tal forma que si alguno de los sensores de humedad llegara a fallar (lo cual era muy probable por la electrólisis como se observó en el primer experimento) se tuviera un módulo de respaldo en el cual las semillas pudieran seguir germinando sin interrupción. El código solo fue modificado del que se tenía para el experimento uno (ver Anexo 2).

En la Ilustración 13 se muestran las semillas que se utilizaron antes del proceso de aleatorización. En la Ilustración 14 se muestra un diagrama de flujo para este código. Al iniciar el segundo experimento ya se pensaba reemplazar los sensores de humedad por otros más resistentes, por lo que se optó por conseguir unos en los que el sensor estuviera separado de las varillas de medición y que de esta forma duraran un poco más. Pero a pesar de este cambio se siguió observando con el paso del tiempo que los sensores sufren de electrólisis al cabo de no más de dos meses. Por lo que estos se reemplazaron en tres ocasiones. Una preocupación que se tenía para este experimento era la de las bajas temperaturas para el mes de diciembre. Ya que los módulos comenzaron a funcionar el 16 de este mes –ver Ilustración 15-. Y estuvieron sin supervisión alguna un mes ya que la institución cierra sus puertas por temporal vacacional.

Experimento 2

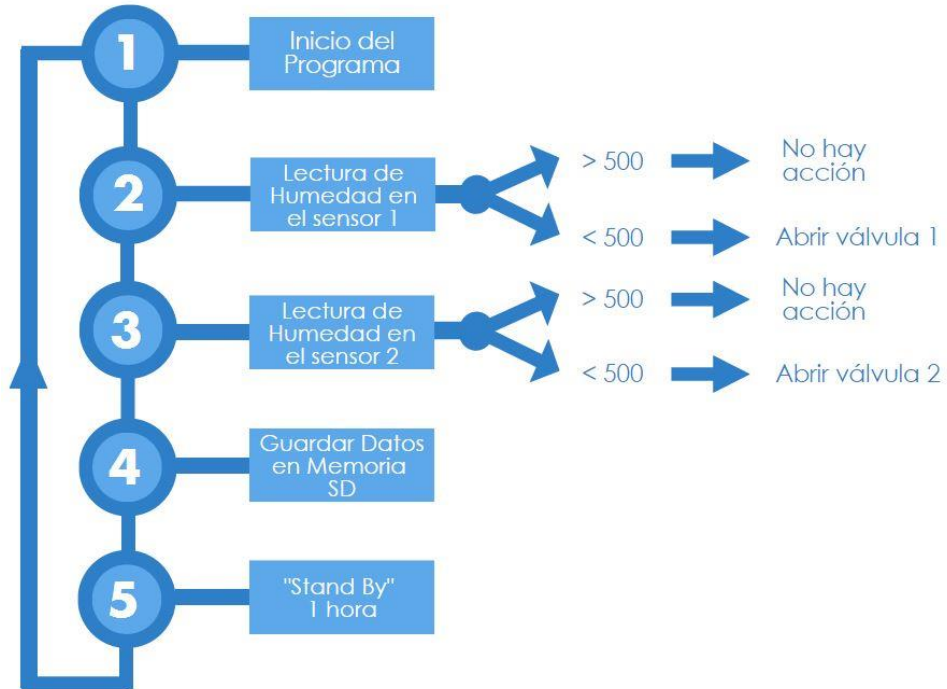


Ilustración 14. Diagrama de Flujo del Programa Experimento 2.



Ilustración 15. Módulos Experimento 2, día 1.



Ilustración 16. Módulo 1.

Después de un mes (una vez que las instalaciones abrieron) se pudo observar que los módulos estaban funcionando perfectamente y que además habían germinado bastantes semillas. Como se puede ver en la Ilustración 17 prácticamente todo el módulo está vegetado. Además ya se podían observar algunas verduras como rábanos y chicharos. También se pudo comprobar (como en el experimento anterior) que la zanahoria es una de las hortalizas con mayor adaptación a esta zona puesto que ocupan en el módulo una gran parte.

Sin embargo los sensores de humedad –como era de esperarse– siguieron consumiéndose por lo que su reemplazo como ya se mencionó anteriormente fue constante. En el experimento dos, los problemas se redujeron significativamente, no obstante para el periodo de semana santa del 2016 –del 21 al 25 de marzo– la caja de componentes eléctricos en donde se encontraban el Arduino, los relevadores, y el módulo SD se inundó –por causa de una lluvia atemporal– y provocó la electrólisis en varios de estos componentes hasta que dejaron de funcionar. Esto tuvo un impacto negativo en las hortalizas de los módulos las cuales empezaron a secarse. No obstante se mantuvo los módulos con riego intermitente de forma manual y estas se recuperaron.



Ilustración 17. Módulo 1 vegetado.



Ilustración 18. Módulo 2 vegetado.

Sin embargo cuando se trataron de recuperar los datos en la tarjeta SD estos no estaban, fue aquí donde surgió la hipótesis de que la demanda energética de las válvulas solenoides y los relevadores es muy alta y evita el funcionamiento correcto del módulo que se encarga de escribir los datos. Por lo que si esto es cierto el fallo en la recopilación de datos en el experimento uno pudo no haberse debido a la quema del módulo SD. Si esto es así la solución es simplemente separar la alimentación en dos partes: un circuito para el Arduino y otro para las válvulas solenoides y los relevadores.

Tabla 4. Producción de los módulos experimento 2.

	Área m2	Peso Módulo kg	Peso Sustrato kg	Peso Biomasa kg	Peso Total kg
Módulo 1	0.2622	2.9	25.95	0.65	29.47
Módulo 2	0.2622	2.9	30.04	0.66	33.6

Según la FAO (2014) en apenas 1 m² de huerto urbano se pueden cultivar 20 kg de alimentos al año. Sin embargo si consideramos que el módulo estuvo funcionando aproximadamente seis meses, desde el 16 de diciembre de 2015 al 29 de abril de 2016 y extrapolamos los datos para el año completo y un metro cuadrado de área, los resultados de la FAO parecen muy optimistas. No obstante los resultados obtenidos no son una mala noticia, es verdad que la cantidad de biomasa no alcanza estas expectativas –ver tabla 5- pero esto se debe al método de sembrado el cual se estaba analizando. El método Fukuoka nos funcionó para encontrar cuales hortalizas de las sembradas en los módulos son las que tienen las mayores probabilidades de supervivencia en la ZMG, en otras palabras busca la supervivencia de la más apta. Sin embargo no prioriza los kilogramos por metro cuadrado de producción de alimentos. Si los módulos desde un principio se hubieran pensado para maximizar la producción de alimentos lo más probable es que se hubieran alcanzado valores muy cercanos a los que menciona la FAO.

Tabla 5. Estimación de producción de los módulos experimento 2.

Anualmente					
	Área m ²	Peso Módulo kg	Peso Sustrato kg	Peso Biomasa kg	Peso Total kg
Módulo 1	1	11.06	98.97	5.41	115.44
Módulo 2	1	11.06	115.94	5.49	132.49

De nuevo para este módulo las semillas dominantes fueron las zanahorias –ver Ilustración 19, aunque no se lograron extraer ejemplares de tamaño normal – presentaban dimensiones como de aquellas a las que se les llama baby– esto se debió principalmente al sustrato ya que era demasiado firme para que estas se pudieran desarrollar por completo. En la tabla 6 se presentan los porcentajes de vegetales por módulo.



Ilustración 19. Zanahorias experimento 2.

Tabla 6. Suma del peso tota por módulo del experimento 2.

	Módulo 1	Módulo 2
	g	g
Zanahoria	320	300
Acelga	120	200
Otros	210	160
Total	650	660

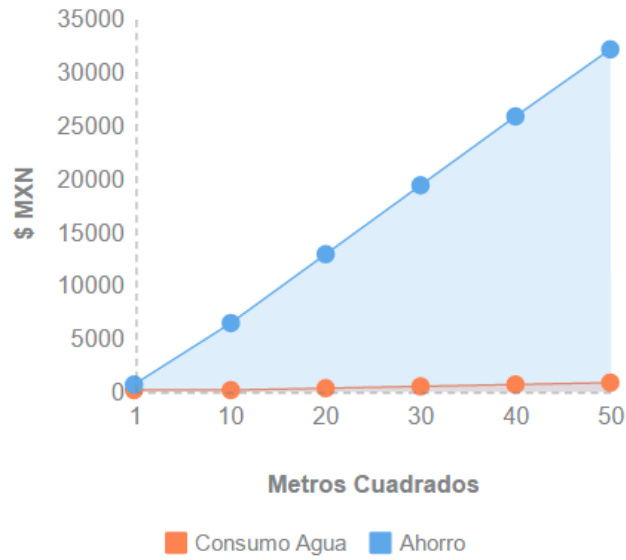
Según las estimaciones de producción de la FAO (2014) y el ahorro anual por metro cuadrado, se generó la siguiente tabla en la que se estima el ahorro anual total al que se puede aspirar según el área dedicada a la producción de alimentos.

Tabla 7. Ahorro total anual por metro cuadrado.

m²	kg/Anual	Ahorro/ Anual \$ MXN	Consumo de agua anual m³	Costo Aproximado m³	Ahorro total \$ MXN
1	20	\$ 660.00	1.00	\$ 16.65	\$ 643.35
10	200	\$ 6,600.00	10.00	\$ 166.50	\$ 6,433.50
20	400	\$ 13,200.00	20.00	\$ 333.00	\$ 12,867.00
30	600	\$ 19,800.00	30.00	\$ 499.50	\$ 19,300.50
40	800	\$ 26,400.00	40.00	\$ 666.00	\$ 25,734.00
50	1,000	\$ 33,000.00	50.00	\$ 832.50	\$ 32,167.50

Si consideramos que el consumo en verduras, legumbre y tubérculos representa alrededor de un 12.5% del salario mensual de una familia (INEGI, 2012) este ahorro no es nada despreciable, puede significar una mejora en la calidad de vida de muchas familias así como una mejora notable en su seguridad alimentaria. Cabe mencionar que las estimaciones a las que llega la FAO son bastante optimistas en comparación con los resultados obtenidos en ambos experimentos.

Ahorro Anual



Gráfica 1. Ahorro anual.

4.2 Diseño y fabricación de la tarjeta electrónica.

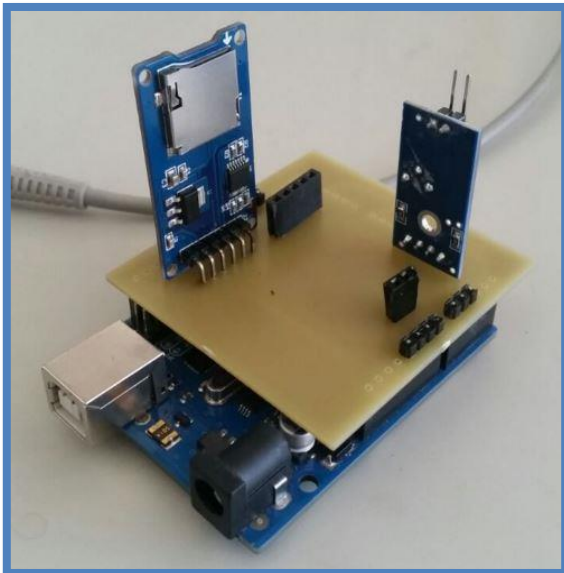


Ilustración 21. Arduino y tarjeta PCB.

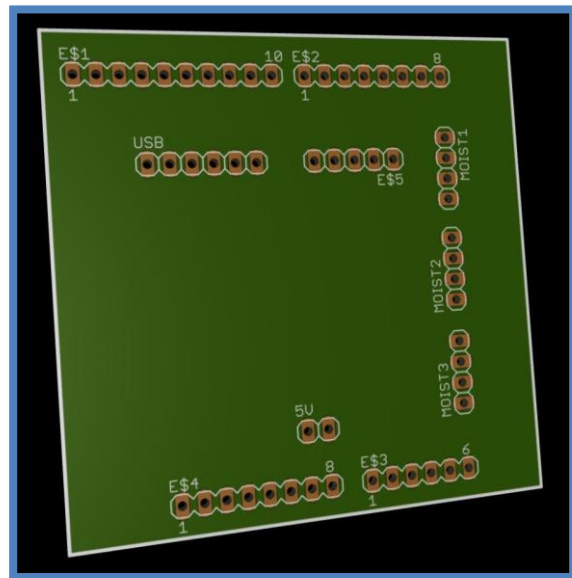


Ilustración 20. Diseño de la tarjeta PCB.

En conjunto con el diseño del módulo automatizado se vio en la necesidad de diseñar una tarjeta electrónica de circuito impreso – PCB – personalizada para facilitar la conexión entre los componentes eléctricos – ver Ilustración 20 y 21 –. Además de esta forma se obtiene una mejor presentación del cerebro eliminando cables innecesarios –ver Ilustración 22. El diseño se hizo en un programa especializado –Eagle– y su manufactura se encargó en el departamento de electrónica del ITESO.

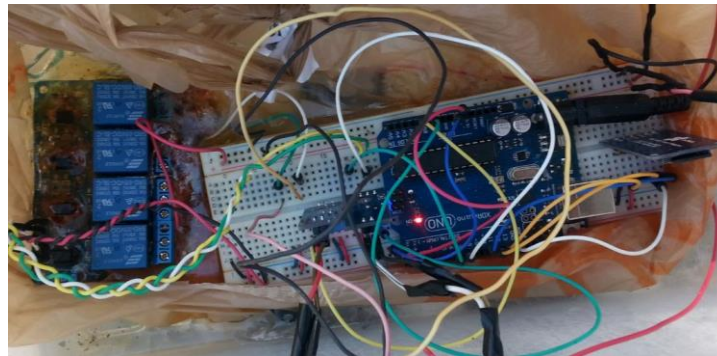


Ilustración 22. Inundación en el panel de control.

4.3 Diseño conceptual de sistema modular de techo verde automatizado.

Con base en lo aprendido durante la puesta en marcha del experimento y el diseño del prototipo, se trabajó en el diseño en SOLIDWORKS de un módulo para producción de techo verde. El objetivo de este diseño es el de eliminar o reducir de manera significativa los contras que trae consigo la instalación de un techo verde, además de facilitar su manteniendo así como aumentar su adaptabilidad a los diferentes tipos de azoteas o áreas potenciales de la ZMG.

Tomando en cuenta estas dificultades que se presentaron tanto en el primer experimento como en el segundo se diseñó un módulo –ver plano MPTV–0001– capaz de gestionar el recurso hídrico de forma eficiente así como de proveer un ambiente seguro para el crecimiento de la vegetación.

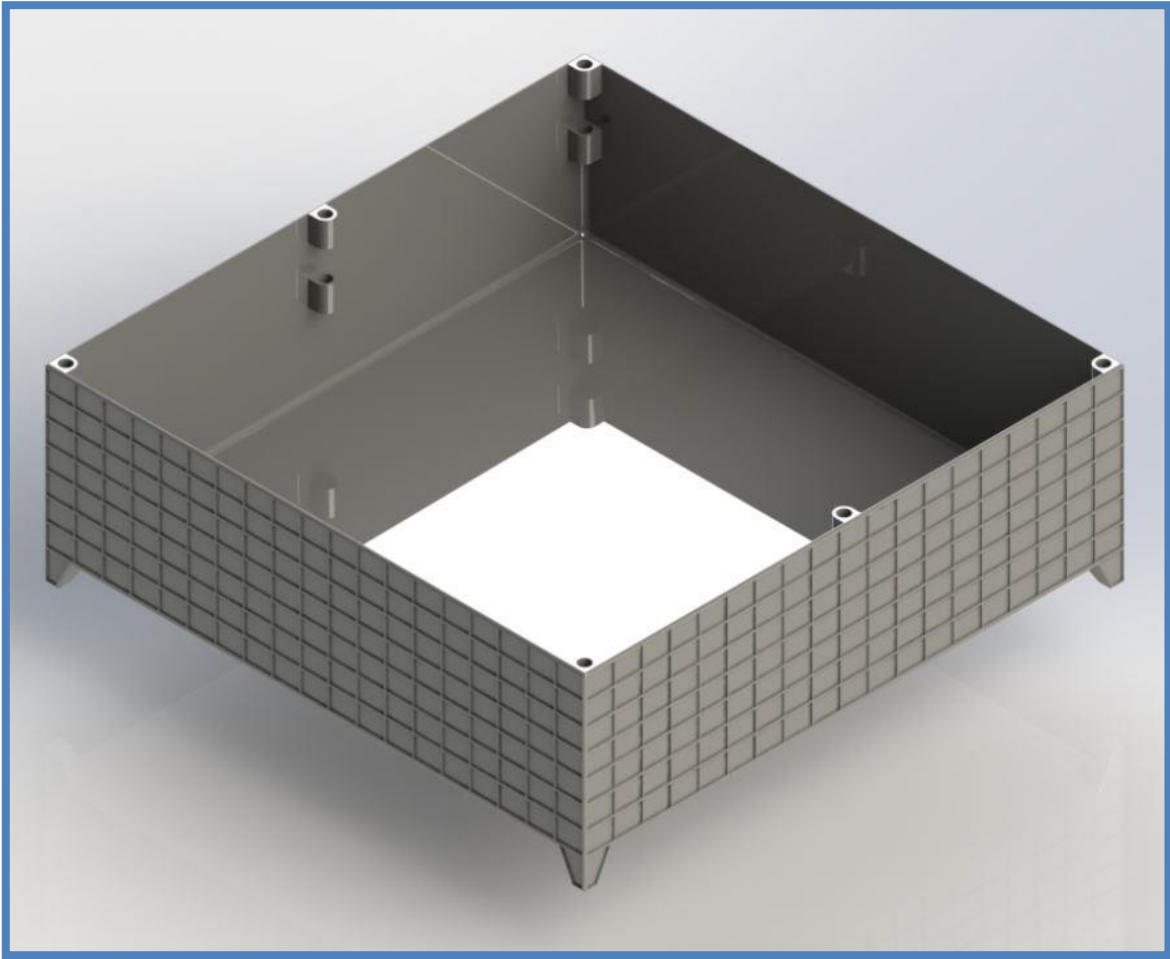


Ilustración 23. Módulo 1.

En la Ilustración 23 se presenta el diseño final de este módulo. En primer lugar, la ventaja de utilizar este tipo de techos en módulo en comparación a los convencionales es que no es necesario la impermeabilización común de los mismos para evitar daños en la azotea. Además que el modulo está diseñado para dejar un espacio de 5 cm entre este y el piso que permite dos cosas: la primera es que el aire pase entre él y el techo lo que evita la generación de moho y la segunda es que



permite la instalación de tuberías de desagüe que facilitan la gestión del agua una vez que atraviesa el sustrato. Esto a su vez permite que este recurso pueda ser reutilizado o almacenado para reducir aún más la descarga al alcantarillado de la mancha urbana.

El interior el piso del módulo cuenta con una pequeña inclinación que conduce el agua hacia un espacio de retención que a su vez la conduce hacia una boquilla de ½” en donde se conecta la tubería de desagüe. Además se le añadieron seis soportes que permiten que se agregue un techo de tubería de PVC de ½” en el que se puede anexar malla sombra para proteger la vegetación de granizo, lluvias muy fuertes, sobreexposición al sol, etc. Se seleccionó como material de construcción el polietileno por sus cualidades, ventajas y su larga vida útil. Se diseñó de tal forma que se evita el exceso de material por lo que el peso del módulo –que es uno de los factores más preocupantes– se reduce. Además tiene mucho resistencia térmica y a la corrosión, por lo que puede durar mucho tiempo bajo fatiga térmica. Por último el color blanco fue seleccionado por su baja absorción térmica. Esto ayuda a reducir la temperatura en los alrededores y mantener en su interior condiciones óptimas la humedad.

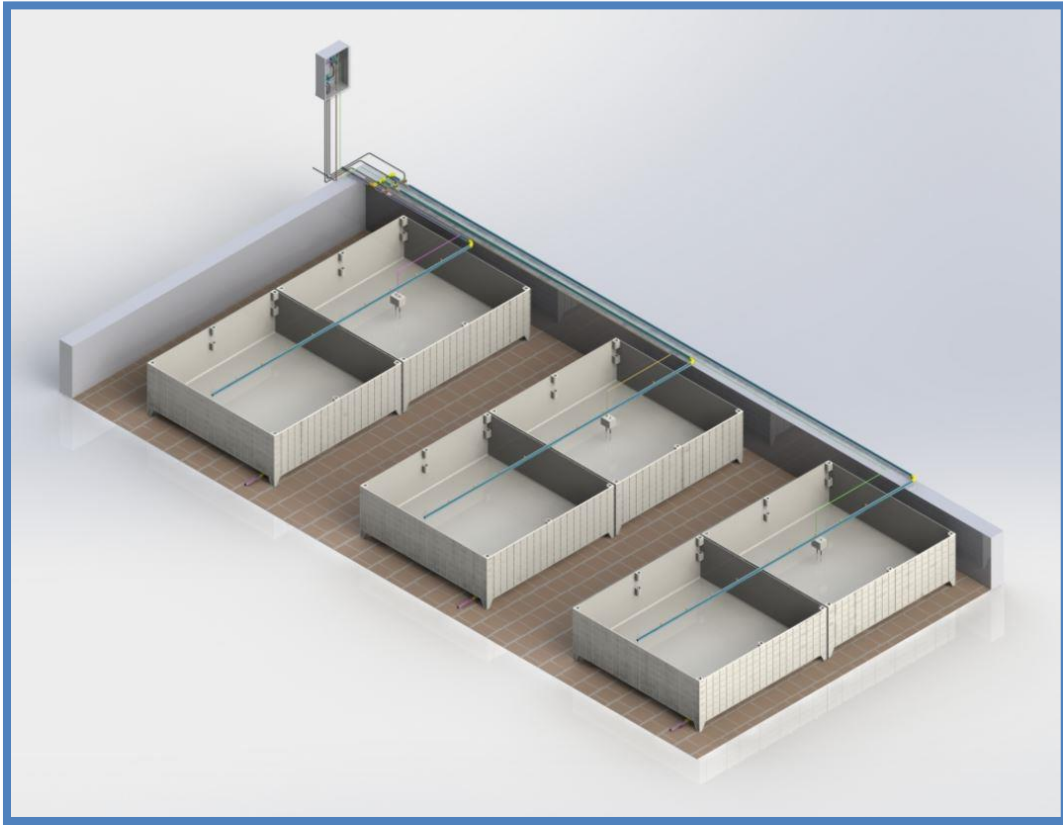


Ilustración 24. Módulos en 10 metros cuadrados a 60%.

En la Ilustración 24 se puede observar seis de estos módulos en una superficie de alrededor de diez metros cuadrados, cubriendo aproximadamente un 60% de esta. Esto se hizo de esta forma para facilitar el mantenimiento de los módulos, según la literatura se debe de dejar un fácil acceso a los techos. Sin embargo este acceso se puede reducir aún más hasta dejar un 80% de la superficie total vegetada. Para referencias sobre los componentes totales de este ensamble consultar el plano MPTV-0002.

En cuanto a la colocación de los componentes en el nuevo diseño se estableció que las mangueras agrícolas pasaran por el centro del módulo, de esta forma los aspersores se pueden colocar de manera más eficiente.

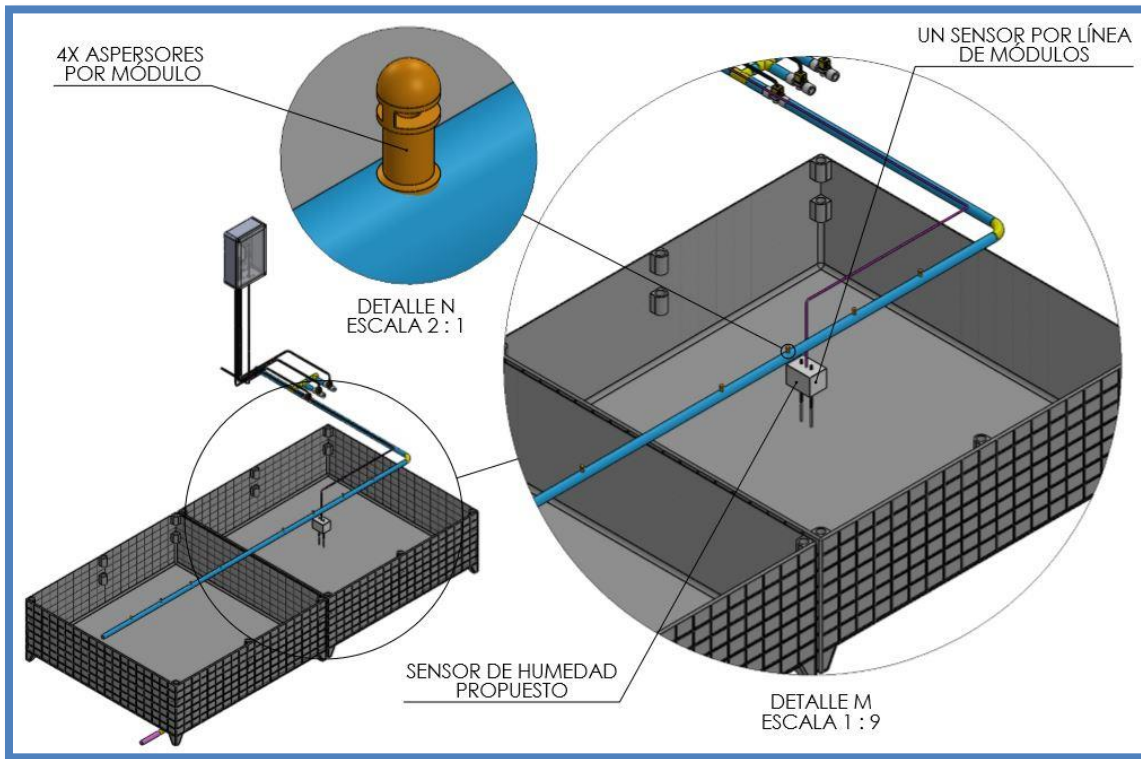


Ilustración 25. Sistema de aspersión del módulo propuesto.

En la Ilustración 25 se puede observar el acomodo de estos aspersores y en este caso, a diferencia de los experimentos, se optó por cuatro en lugar de tres. Además también se plantea tener solo un sensor de humedad por línea de módulos para de esta forma reducir el número de válvulas solenoides requeridas y en consecuencia el costo total del techo automatizado.

En conjunto con el diseño del módulo se trabajó en el diseño de un sensor de humedad “casero” el cual reemplazara a los sensores convencionales de poca vida útil. En la Ilustración 26 se pueden observar las dimensiones en milímetros de este. Sin embargo están se pueden adecuar a las necesidades de cada módulo, pudiendo variar la altura de los alambres así como el material y dimensiones del bloque. Sin embargo se aconseja no variar la distancia horizontal entre los alambres ya que esta es necesaria para el paso de la corriente. De igual forma es importante conservar la

relación entre el aislamiento y el largo de las puntas del alambre. Para ver más detalles consultar el plano MPTV-0006.

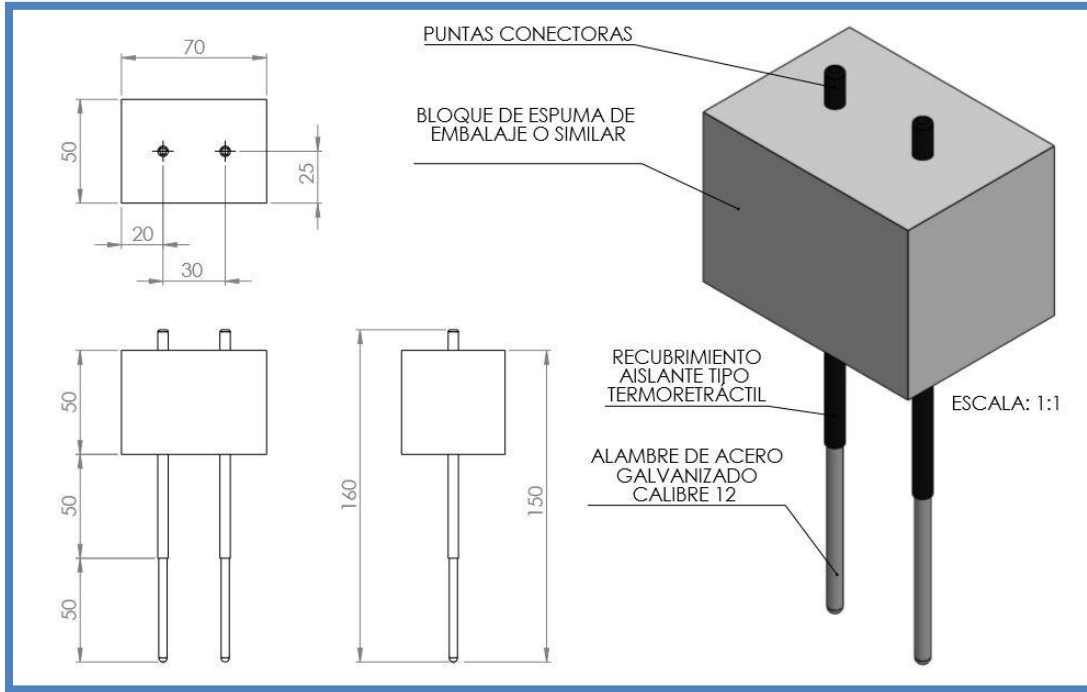


Ilustración 26. Dimensiones en mm del sensor de humedad propuesto.

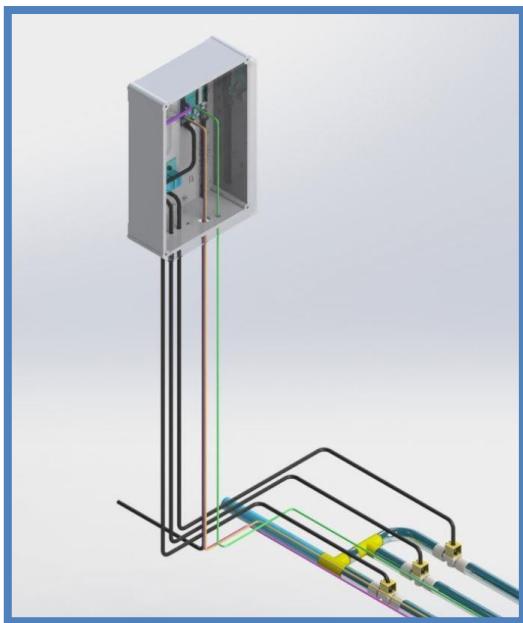


Ilustración 27. Caja de componentes eléctricos y válvulas solenoides.

En cuanto a los componentes eléctricos importantes se decidió empotrarlos dentro de una caja eléctrica contra agua para protegerlos contra los cambios ambientales –ver Ilustración 27-. Dentro de esta se encontrarían el Arduino, el módulo SD y los relevadores. Las válvulas solenoides quedarían fuera de la caja, como se muestra en la Ilustración 27, ya que en los casi 12 meses de los experimentos no se observó ningún problema con estas estando a la intemperie.

A continuación en la Tabla 5 se muestran los costos totales para un arreglo de módulos al 80%, de aproximadamente ocho metros cuadrados de área vegetada.

Tabla 8. Componentes 10 metros cuadrados al 80%.

	Componente	Costo \$USD	Unidades	Total \$USD
Componentes Electrónicos	Arduino UNO (Open source)	\$ 9.7700	1	\$ 9.77
	Fuente de alimentación 12V	\$ 5.7100	1	\$ 5.71
	Relevadores 4 canales 5v	\$ 12.9700	1	\$ 12.97
	Electroválvula de plástico 12V, ½"	\$ 9.6900	3	\$ 29.07
	Sensor de humedad propuesto	\$ 0.8491	3	\$ 2.55
	Tarjeta SD 2GB	\$ 3.1900	1	\$ 3.19
			Total	\$ 63.26
Componentes de Riego	Módulos	\$ 10.0000	8	\$ 78.00
	Tubería PVC ½" (metros)	\$ 0.7867	14	\$ 11.17
	Codos PVC ½"	\$ 0.1686	6	\$ 1.01
	Tees PVC ½"	\$ 0.2135	6	\$ 1.28
	Llave PVC ½"	\$ 0.7876	6	\$ 4.73
	Cople Roscado ½"	\$ 0.2135	8	\$ 1.67

	Manguera agrícola 16mm (metros)	\$ 0.1981	8	\$ 1.58
	Boquillas aspersores	\$ 0.1313	32	\$ 4.20
			Total	\$ 103.64
			Total	\$ 177.44
		Tipo de cambio USD	17.5	\$ 3,105.18

Aunque el costo total pueda parecer alto en el momento en el que aumentamos el área con el mismo número de componentes electrónicos este baja de manera significativa, haciendo que la instalación de estos módulos sea verdaderamente atractiva. En la tabla 6 se muestran los costos para un área de cien metros cuadrados y en esta se puede observar dicha disminución.

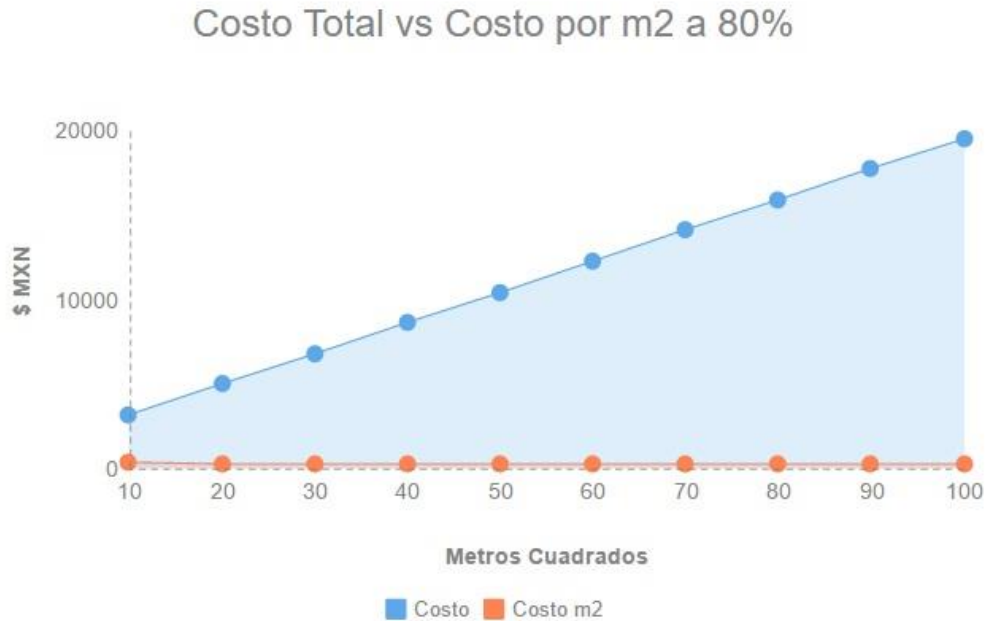
Tabla 9. Componentes 100 metros cuadrados al 80%.

	Componente	Costo \$USD	Unidades	Total \$USD
Componentes Electrónicos	Arduino UNO (Open source)	\$ 9.7700	1	\$ 9.77
	Fuente de alimentación 12V	\$ 5.7100	1	\$ 5.71
	Relevadores 4 canales 5v	\$ 12.9700	1	\$ 12.97
	Electroválvula de plástico 12V, ½"	\$ 9.6900	4	\$ 29.07

	Sensor de humedad propuesto	\$ 0.8491	4	\$ 2.55
	Tarjeta SD 2GB	\$ 3.1900	1	\$ 3.19
			Total	\$ 63.26
Componentes de Riego	Módulos	\$ 10.0000	80	\$800.00
	Tubería PVC ½" (metros)	\$ 0.7867	138	\$108.52
	Codos PVC ½"	\$ 0.1686	53	\$8.99
	Tees PVC ½"	\$ 0.2135	53	\$11.39
	Llave PVC ½"	\$ 0.7876	40	\$31.50
	Cople Roscado ½"	\$ 0.2135	80	\$17.08
	Manguera agrícola 16mm (metros)	\$ 0.1981	85	\$16.80
	Boquillas aspersores	\$ 0.1313	320	\$42.02
			Total	\$1,036.30
			Total	\$1,110.10
	Tipo de cambio USD		17.5	\$19,426.74

Si comparamos el costo por metro cuadrado de cada una de las dos opciones, \$310.52 pesos el metro cuadrado del primer arreglo contra \$194.84 pesos el metro cuadrado del segundo, es claro que el retorno de inversión es más alto mientras más metros cuadrados se vegeten –ver Gráfica 2-. Si se comparan estos resultados con datos de gasto anuales por mantenimiento de la red sanitaria o los problemas que se han mencionado para la ZMG, se podrían generar análisis financieros para

la validación del modelo de techo verde automatizado como solución o mejor alternativa a las propuestas actuales.



Gráfica 2. Costo total vs costo por metro cuadrado al 80%

4.4 Análisis de beneficios potenciales por la implementación de techos verdes en la ZMG.

Para el análisis geo-estadístico se dividió el área total – ver tabla 1– de la mancha urbana de la ZMG en cuadrantes de 500 x 500 metros o 0.25 km². De esta división se obtuvieron 1,510 cuadrantes. Posteriormente se hizo un muestreo aleatorio del 10% con base en un algoritmo geo-estadístico incorporado en el ArcGis. De este muestreo se obtiene un intervalo de confianza del 7.5%. En estos 151 cuadrantes restantes se utilizó un análisis de imagen tipo NDVI –Normalized Difference Vegetation Index– para agrupar las áreas totales de techos verdes potenciales y de esta forma poder hacer estimaciones hídricas y ambientales. Esto se hizo mediante la suposición de que todo lo que no es zona vegetada – sin incluir las calles y banquetas– es aproximadamente igual a las áreas potenciales, ya sea de azotea o

de patio. El análisis NDVI se utiliza para estimar la cantidad de vegetación y se basa en la medición de la intensidad de radiación de espectro electromagnético que estas emiten, específicamente la banda visible de roja y la banda infrarrojo cercano. Para este se utilizó una imagen del satélite estadounidense Landsat 7, el cual es capaz de tomar imágenes de todo el mundo con las bandas del espectro mencionas anteriormente.

En la Ilustración 28 se puede observar una comparativa entre la ortofoto de la ZMG contra los resultados del análisis de techos del cuadrante número 10 –ver anexo MPGE-0010-, en el lado derecho se muestran los techos sin la ortofoto ni las calles. Se puede observar que el análisis –aunque no es perfecto – nos arroja una aproximación bastante buena. Sin embargo hay algunas pocas zonas en las que interpreta a la vegetación seca como techo o concreto. En la Ilustración 29 se muestra un acercamiento de una zona con este problema.



Ilustración 28. Comparación entre la Ortofoto y el análisis geo-estadístico cuadrante 10.

En esta se puede observar en la parte central –específicamente dentro de la zona encerrada en morado– un área que parece un parque o un patio, sin embargo esta

no parece estar totalmente vegetada. Se puede suponer que las zonas en gris que se superponen a la vegetación corresponden a zonas de paso, como caminos.

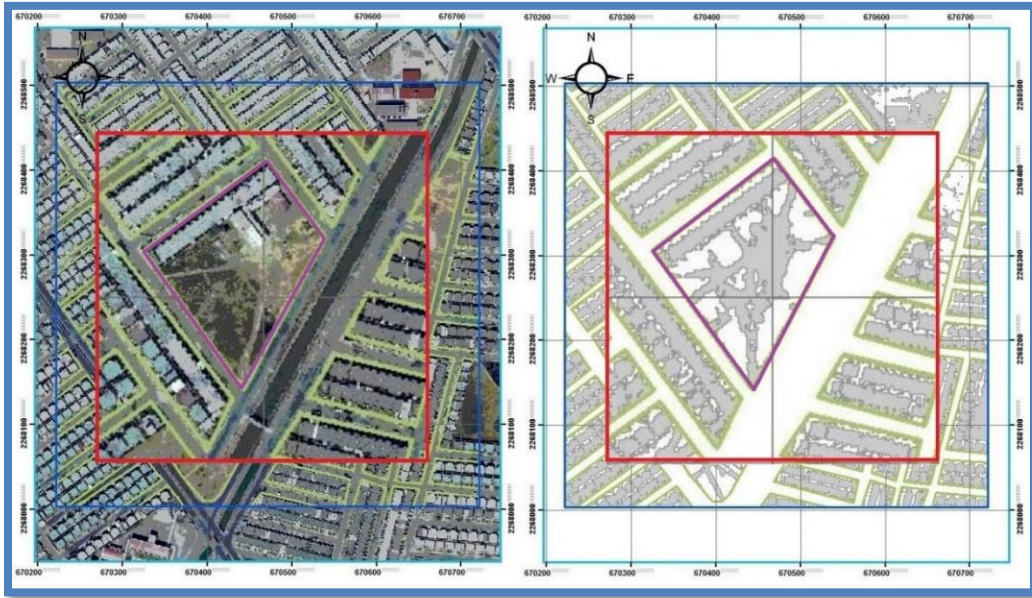


Ilustración 29. Acercamiento en dos zonas de comparación del análisis geo-estadístico cuadrante 10.

En la siguiente imagen –Ilustración 30, ver anexo MPGE-0036– se muestra un caso contrario en el que solo existen zonas vegetadas.

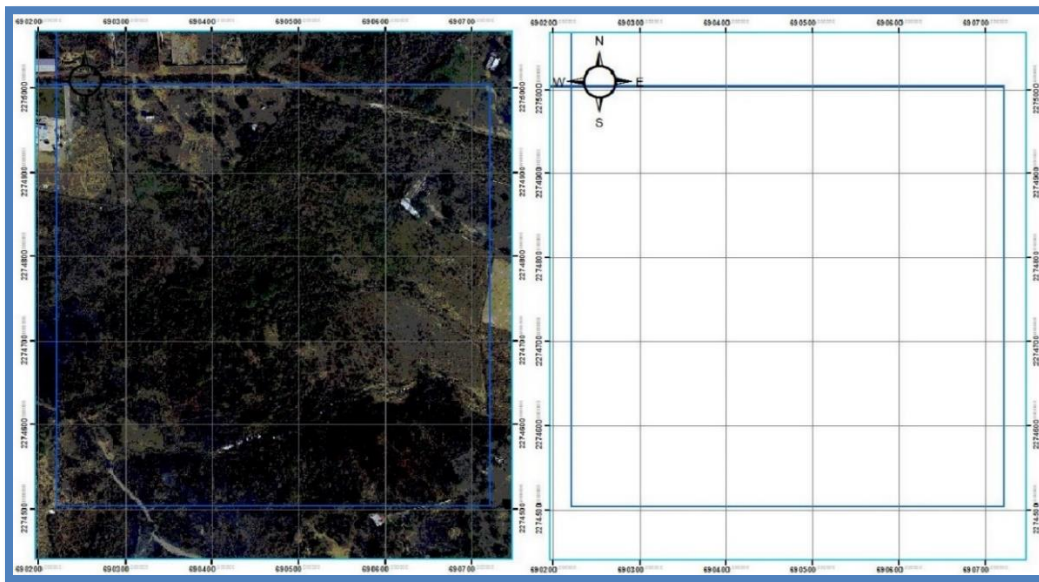


Ilustración 30. Comparación entre la Ortofoto y el análisis geo-estadístico cuadrante 36.

En este cuadrante se puede observar como el análisis interpreta de manera certera la vegetación. Del lado derecho se puede observar como no existen ni cuadras ni áreas en concreto.

Los resultados totales de áreas se pueden observar en la Tabla 10, en los que se dividen los techos de las calles y las zonas vegetadas.

Tabla 10. Áreas muestreo.

151 Cuadrantes del 10% de muestreo			
Analizados Totales Km²	Techos Km²	Calles Km²	Vegetados Km²
37.75	13.30	7.69	16.76

A partir de estos datos se puede obtener los km² totales para cada una de estas categorías para el área total de la mancha urbana de la ZMG. Estos totales se pueden observar en la Tabla 11 que se muestra a continuación.

Tabla 11. Áreas Totales.

1,510 Cuadrantes Totales			
Analizados Totales Km²	Techos Km²	Calles Km²	Vegetados Km²
377.5	133.01	76.90	167.60

Una vez que se obtienen estos datos se pueden generar escenarios que ayuden a visualizar con mayor claridad los beneficios potenciales que puede traer el uso extendido de techos verdes a la ZMG.

En el aspecto de la seguridad alimentaria se puede obtener el monto total del ahorro que podría traer a la ciudad la instalación de huertos urbanos o techos verdes. En

la siguiente tabla se muestra el ahorro potencial por km² con base en el ahorro estimado por la FAO.

Tabla 12. Ahorro total anual por kilómetro cuadrado.

Km ²	Toneladas	Ahorro \$ MMXN	Consumo de agua m ³	Costo Aproximado m ³ \$ MMXN	Ahorro total \$ MMXN
1	20,000	\$ 660	1,000,000	\$ 16.65	\$ 658.33
50	1,000,000	\$ 33,000	50,000,000	\$ 832.50	\$ 32,916.75
100	2,000,000	\$ 66,000	100,000,000	\$ 1,665.00	\$ 65,833.50
133	2,660,000	\$ 87,780	133,000,000	\$ 2,214.40	\$ 87,558.55
150	3,000,000	\$ 99,000	150,000,000	\$ 2,497.50	\$ 98,750.25

Se observa en la Tabla 12 que el dinero que se puede ahorrar la ZMG al instalar techo verdes es bastante grande, basta con instalar 1 Km² de techos vegetados para ahorrar 660 millones de pesos. Este ahorro se traduce en una mejor calidad de vida, pues se puede utilizar para otros propósitos. Sin embargo esto es solo un estimado ya que la variabilidad climática en conjunto con las dificultades observadas durante el estudio podrían reducir considerablemente estos valores.

Por otro lado en el aspecto hidrológico se puede estimar el caudal máximo para la ZMG tomando en cuenta algunos porcentajes de implementación de techos verdes. Una forma habitual de calcular el coeficiente de escorrentía es utilizar la siguiente expresión del método racional (SIAPA, 2014).

$$Q_{max} = 0.28 \cdot C \cdot i \cdot S$$

Donde Q_{max} es el caudal máximo en m³/s

I es la intensidad de lluvia en mm/h

C es el coeficiente de escorrentía

S la superficie de la cuenca en Km²

Suponiendo el área de los techos como el área total de la cuenca podemos calcular el C para techos impermeables. El coeficiente de escorrentía se obtiene de la siguiente tabla – Tabla 12- la cual aparece en los lineamientos técnicos para factibilidades del SIAPA.

Tabla 13. Valores del Coeficiente de Esgurrimento. SIAPA

Tipo de Área Drenada	Coeficiente de Esgurrimento (c)	
	Mínimo	Máximo
Zonas Comerciales:		
Zona Comercial	0.75	0.95
Zonas Mercantiles	0.70	0.90
Vecindarios	0.50	0.70
Zonas Residenciales:		
Unifamiliares	0.30	0.50
Multifamiliares, espaciados	0.40	0.60
Multifamiliares, compactos	0.60	0.75
Semiurbanas	0.25	0.40
Casas Habitación	0.50	0.70
Zonas Industriales:		
Espaciado	0.50	0.80
Compacto	0.60	0.90
Cementerios y parques	0.10	0.25
Campos de juego	0.20	0.35
Patios de ferrocarril y terrenos sin construir	0.20	0.40
Zonas Urbanas	0.10	0.30
Calles:		

Asfaltadas	0.70	0.95
De concreto hidráulico	0.80	0.95
Adoquinadas o empedradas, juntas con cemento	0.70	0.85
Adoquín sin juntar	0.50	0.70
Terracerías	0.25	0.60
Estacionamientos	0.75	0.85
Techados impermeables	0.75	0.95
Áreas boscosas	0.10	0.20
Praderas:		
Suelos arenosos planos (pendientes < 0.02)	0.05	0.10
Suelos arenosos con pendientes medias (0.02 – 0.07)	0.10	0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 o más)	0.15	0.20
Suelos arcillosos planos (0.02 o menos)	0.13	0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02 – 0.07)	0.18	0.22
Suelos arcillosos escarpados (0.07 o más)	0.25	0.35

Para calcular el Q_{max} de los techos de la ZMG se toma el coeficiente de escurrimiento máximo para techos impermeables que es de 0.95, sustituyendo los datos restantes la ecuación queda:

$$Q_{max}techos = 0.28 \cdot 0.95 \cdot 64 \cdot 133.01 = 2264.36 \frac{m^3}{s}$$

En donde la i es igual a 64 mm/h (Campos-Aranda, 2010).

Para calcular el Q_{max} de las áreas verdes de la ZMG se toma el coeficiente de escurrimiento máximo para suelos arenosos con pendientes medias que es de 0.15, sustituyendo los demás datos la ecuación queda:

$$Q_{max} \text{áreasv} = 0.28 \cdot 0.15 \cdot 64 \cdot 167.60 = 450.51 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

En donde la i es igual a 64 mm/h (Campos-Aranda, 2010).

Para calcular el Q_{max} de las calles de la ZMG se toma el coeficiente de escurrimiento máximo para calles asfaltadas o de concreto hidráulico el cual es de .95, sustituyendo los demás datos la ecuación queda:

$$Q_{max} \text{calles} = 0.28 \cdot 0.95 \cdot 64 \cdot 76.90 = 1309.15 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

En donde la i es igual a 64 mm/h (Campos-Aranda, 2010).

Para calcular el Q_{max} aproximado del total de la mancha urbana de la ZMG se presume que este es aproximadamente la suma de los Q_{max} de los techos, las calles y banquetas y las zonas vegetadas de tal forma que la ecuación quedaría:

$$Q_{max} \text{ZMG} = Q_{max} \text{techos} + Q_{max} \text{áreasv} + Q_{max} \text{calles}$$

Despejando:

$$Q_{max} \text{ZMG} = 2264.36 + 450.51 + 1309.15 = 4,024.02 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

En donde la i es igual a 64 mm/h (Campos-Aranda, 2010).

Una vez que tenemos el caudal máximo aproximado para la mancha urbana de la ZMG, podemos suponer porcentajes de instalación de techos verdes y de esta forma observar el comportamiento del Q_{max} . En la tabla 14 se puede observar que la reducción de caudal máximo disminuye de forma considerable mientras aumenta el porcentaje de techos verdes en la ciudad.

Tabla 14. Caudal máximo por porcentaje de instalación de techos verdes.

Porcentaje de Techos verdes	Intensidad de lluvia mm/h (i)	Coefficiente de escurrimiento (c)	Q_max techos m ³ /s	Q_max áreasv m ³ /s	Q_max calles m ³ /s	Q_max ZGM m ³ /s
0%	64.00	0.95	2264.36	450.51	1309.15	4,024.02
10%	64.00	0.15	2073.68	450.51	1309.15	3833.34
20%	64.00	0.15	1883.00	450.51	1309.15	3642.66
30%	64.00	0.15	1692.31	450.51	1309.15	3451.97
40%	64.00	0.15	1501.63	450.51	1309.15	3261.29
50%	64.00	0.15	1310.95	450.51	1309.15	3070.61
60%	64.00	0.15	1120.26	450.51	1309.15	2879.92
70%	64.00	0.15	929.58	450.51	1309.15	2689.24
80%	64.00	0.15	738.90	450.51	1309.15	2498.56
90%	64.00	0.15	548.21	450.51	1309.15	2307.87
100%	64.00	0.15	357.53	450.51	1309.15	2117.19

Esta reducción se traduce en ahorro en infraestructura hidráulica, aunque es poco probable la instalación de techos verdes en el 100% del área de techos ya que se deben tomar en cuenta otros factores como la carga viva máxima permisible para cada uno de estos, esto es alentador. Sin embargo los techos tienen un espesor limitado además de que los coeficientes de escurrimiento suponen superficies vegetadas sobre suelo natural. Estos factores supondrían un comportamiento

distinto para el caso de lluvias extremas superiores a los 100 mm la cual es la altura máxima antes de que el módulo se sature y comience a rebosar.

5. Análisis financiero.

Utilizando los resultados de la estimación del ahorro por metro cuadro de la tabla 7 y el análisis de costos por 100 metros cuadrados de la tabla 9, se hizo un análisis financiero para estimar el tiempo en el que se recupera la inversión de la instalación de módulos de techo verde. Esta estimación se hizo en base a una instalación de 100 m² de techo verde a 80% de área vegetada. La inversión total se puede ver en la Tabla 15.

Tabla 15. Inversión 100 metros cuadrados a 80%.

Inversión				
	Componente	Costo \$USD	Unidades	Total \$USD
Componentes Electrónicos	Arduino UNO (Open source)	\$9.77	1	\$9.77
	Fuente de alimentación 12V	\$5.71	1	\$5.71
	Relevadores 4 canales 5v	\$12.97	1	\$12.97



Diseño de un módulo de techo verde Inteligente para la Zona Metropolitana de Guadalajara.

	Electroválvula de plástico 12V, ½"	\$9.69	4	\$29.07
	Sensor de humedad propuesto	\$0.85	4	\$2.55
	Tarjeta SD 2GB	\$3.19	1	\$3.19
			Total	\$63.26
Componentes de Riego	Módulos	\$10.00	80	\$800.00
	Tubería PVC ½" (metros)	\$0.79	138	\$108.52
	Codos PVC ½"	\$0.17	53	\$8.99
	Tees PVC ½"	\$0.21	53	\$11.39
	Llave PVC ½"	\$0.79	40	\$31.50
	Cople Roscado ½"	\$0.21	80	\$17.08
	Manguera agrícola 16mm (metros)	\$0.20	85	\$16.80
	Boquillas aspersores	\$0.13	320	\$42.02
			Total	\$1,036.30

			Total	\$1,110.10
	Sustrato	\$10	40	\$400
			Total	\$1,510.10
		Tipo de cambio USD	17.5	\$26,426.75

Una vez que se tiene la inversión se calculan los gastos fijos anuales, estos se pueden observar en la siguiente tabla –Tabla 16-.

Tabla 16. Gastos fijos anuales.

CONCEPTO	Anual
Agua	\$1,665.00
Semillas	\$400.00
Mantenimiento	\$1,000.00
Consumo Energético	\$1,000.00
Total Gastos Fijos \$MXN	\$ 4,065.00

Después se realizan proyecciones anuales, en este caso las proyecciones se hicieron a 5 años que es una inversión a mediano plazo. En la Tabla 17 se pueden observar.

Tabla 17. Proyecciones a 5 años.

Ahorro, \$MXN	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
100 m2	\$43,200.00	\$48,000.00	\$52,800.00	\$52,800.00	\$52,800.00

Total \$MXN	\$43,200.00	\$48,000.00	\$52,800.00	\$52,800.00	\$52,800.00
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Gastos Fijos \$MXN	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Agua	\$1,665.00	\$1,665.00	\$1,665.00	\$1,665.00	\$1,665.00
Mantenimiento	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00
Semillas	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00	\$400.00
Consumo Energético	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00
Total \$MXN	\$4,065.00	\$4,065.00	\$4,065.00	\$4,065.00	\$4,065.00

Ahorro	\$ 39,135	\$ 43,935	\$ 48,735	\$ 48,735	\$ 48,735
---------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Una vez que se tienen las proyecciones y el ahorro total anual se procede a realizar una tabla de amortización –ver Tabla 18- la cual servirá para sacar la TIR (Tasa de retorno) la cual es un indicador financiero que se utiliza para medir la viabilidad de un negocio. Esta tabla se construye en base a meses para poder sacar los flujos y de esta forma sacar la TIR.

Tabla 18. Amortización a 5 años.

\$MXN				
Mes	Ingresos	Gastos	Total	Flujo
0				-\$26,426.75
1	\$3,600.00	\$338.75	-\$ 23,165.50	\$3,261.25
2	\$3,600.00	\$338.75	-\$ 19,904.25	\$3,261.25
3	\$3,600.00	\$338.75	-\$ 16,643.00	\$3,261.25
4	\$3,600.00	\$338.75	-\$ 13,381.75	\$3,261.25



Diseño de un módulo de techo verde Inteligente para la Zona Metropolitana de Guadalajara.

5	\$3,600.00	\$338.75	-\$ 10,120.50	\$3,261.25
6	\$3,600.00	\$338.75	-\$ 6,859.25	\$3,261.25
7	\$3,600.00	\$338.75	-\$ 3,598.00	\$3,261.25
8	\$3,600.00	\$338.75	-\$ 336.75	\$3,261.25
9	\$3,600.00	\$338.75	\$ 2,924.50	\$3,261.25
10	\$3,600.00	\$338.75	\$ 6,185.75	\$3,261.25
11	\$3,600.00	\$338.75	\$ 9,447.00	\$3,261.25
12	\$3,600.00	\$338.75	\$ 12,708.25	\$3,261.25
13	\$4,000.00	\$338.75	\$ 16,369.50	\$3,661.25
14	\$4,000.00	\$338.75	\$ 20,030.75	\$3,661.25
15	\$4,000.00	\$338.75	\$ 23,692.00	\$3,661.25
16	\$4,000.00	\$338.75	\$ 27,353.25	\$3,661.25
17	\$4,000.00	\$338.75	\$ 31,014.50	\$3,661.25
18	\$4,000.00	\$338.75	\$ 34,675.75	\$3,661.25
19	\$4,000.00	\$338.75	\$ 38,337.00	\$3,661.25
20	\$4,000.00	\$338.75	\$ 41,998.25	\$3,661.25
21	\$4,000.00	\$338.75	\$ 45,659.50	\$3,661.25
22	\$4,000.00	\$338.75	\$ 49,320.75	\$3,661.25
23	\$4,000.00	\$338.75	\$ 52,982.00	\$3,661.25
24	\$4,000.00	\$338.75	\$ 56,643.25	\$3,661.25
25	\$4,400.00	\$338.75	\$ 60,704.50	\$4,061.25
26	\$4,400.00	\$338.75	\$ 64,765.75	\$4,061.25
27	\$4,400.00	\$338.75	\$ 68,827.00	\$4,061.25
28	\$4,400.00	\$338.75	\$ 72,888.25	\$4,061.25
29	\$4,400.00	\$338.75	\$ 76,949.50	\$4,061.25
30	\$4,400.00	\$338.75	\$ 81,010.75	\$4,061.25



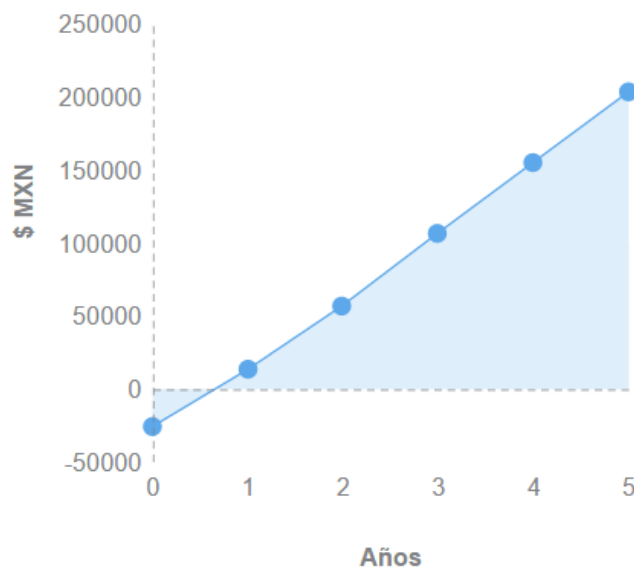
Diseño de un módulo de techo verde Inteligente para la Zona Metropolitana de Guadalajara.

31	\$4,400.00	\$338.75	\$ 85,072.00	\$4,061.25
32	\$4,400.00	\$338.75	\$ 89,133.25	\$4,061.25
33	\$4,400.00	\$338.75	\$ 93,194.50	\$4,061.25
34	\$4,400.00	\$338.75	\$ 97,255.75	\$4,061.25
35	\$4,400.00	\$338.75	\$101,317.00	\$4,061.25
36	\$4,400.00	\$338.75	\$105,378.25	\$4,061.25
37	\$4,400.00	\$338.75	\$109,439.50	\$4,061.25
38	\$4,400.00	\$338.75	\$113,500.75	\$4,061.25
39	\$4,400.00	\$338.75	\$117,562.00	\$4,061.25
40	\$4,400.00	\$338.75	\$121,623.25	\$4,061.25
41	\$4,400.00	\$338.75	\$125,684.50	\$4,061.25
42	\$4,400.00	\$338.75	\$129,745.75	\$4,061.25
43	\$4,400.00	\$338.75	\$133,807.00	\$4,061.25
44	\$4,400.00	\$338.75	\$137,868.25	\$4,061.25
45	\$4,400.00	\$338.75	\$141,929.50	\$4,061.25
46	\$4,400.00	\$338.75	\$145,990.75	\$4,061.25
47	\$4,400.00	\$338.75	\$150,052.00	\$4,061.25
48	\$4,400.00	\$338.75	\$154,113.25	\$4,061.25
49	\$4,400.00	\$338.75	\$158,174.50	\$4,061.25
50	\$4,400.00	\$338.75	\$162,235.75	\$4,061.25
51	\$4,400.00	\$338.75	\$166,297.00	\$4,061.25
52	\$4,400.00	\$338.75	\$170,358.25	\$4,061.25
53	\$4,400.00	\$338.75	\$174,419.50	\$4,061.25
54	\$4,400.00	\$338.75	\$178,480.75	\$4,061.25
55	\$4,400.00	\$338.75	\$182,542.00	\$4,061.25
56	\$4,400.00	\$338.75	\$186,603.25	\$4,061.25

57	\$4,400.00	\$338.75	\$190,664.50	\$4,061.25
58	\$4,400.00	\$338.75	\$194,725.75	\$4,061.25
59	\$4,400.00	\$338.75	\$198,787.00	\$4,061.25
60	\$4,400.00	\$338.75	\$202,848.25	\$4,061.25

Si observamos la tabla nos damos cuenta que el periodo de recuperación de la inversión se da antes del primer año de instalación, específicamente en el mes nueve. Esto quiere decir que desde este mes empezaremos a tener ganancias o ahorro con las cosechas –ver Gráfica 3 -.

Período de Retorno



Gráfica 3. Periodo de retorno para la instalación de 100 metros cuadrados de módulo de techo verde.

Con esta tabla fue posible calcular la TIR Anual la cual es de 153% anual, una TIR muy alta. Habitualmente para determinar un buen negocio se esperaría por arriba del 30% por lo en comparación la instalación de los módulos de techo verde es rentable. Cabe mencionar que para la estimación de la tasa interna de retorno no se contempla ningún tipo de financiamiento con interés.

6. Conclusiones y recomendaciones.

Este trabajo deja como aportación la propuesta de un módulo de techo verde automatizado de bajo costo y el análisis de los beneficios potenciales teóricos con base tanto en la literatura como en la práctica. La propuesta final es el resultado de un diseño idealizado y de las adaptaciones que resultan de la puesta en marcha del prototipo. El diferenciador de la propuesta que en este trabajo se presenta, radica en los componentes de bajo costo y de fácil adquisición, así como la facilidad con la que estos se pueden programar. Por otra parte la adaptabilidad a las condiciones específicas de cada usuario lo convierten en una opción aún más atractiva.

Es claro que los beneficios del uso extendido de techos verdes sobre la Zona Metropolitana de Guadalajara son numerosos. Desde la perspectiva de los usuarios los ahorros tanto energéticos como alimenticios son atractivos y esto lo demuestra el análisis financiero. Bajo una perspectiva socioambiental, a la ciudad le beneficia de forma hidrológica mediante la reducción de los coeficientes de escorrentía, que rápidamente hemos aumentado por la expansión de las zonas asfálticas, así como en el aumento en la evapotranspiración; lo que se traduce en un mayor confort térmico a nivel regional, el aumento en las precipitaciones y la reducción en las inundaciones. Sin embargo es importante recalcar que este aspecto debe ser estudiado con mayor detalle en investigaciones futuras.

No obstante hay ciertos conflictos que se tienen que superar. Desde las dificultades económicas hasta las socio-culturales y políticas. Este trabajo propone soluciones con las se pueden sobrellevar algunos de estos problemas como: el uso de malla sombra para proteger las hortalizas de las lluvias muy tempestivas o el granizo y evitar que la fauna del lugar acabe con estas, la construcción de sensores de humedad propios para minimizar el desgaste por electrólisis, entre otros. Sin embargo es necesario que su implementación se acompañe de subsidios y educación ambiental. Los subsidios se plantean para incentivar a la población a

empezar la instalación de los techos verdes, y este subsidio no debe de ser muy grande, se puede dar mediante la entrega de semillas de hortalizas o la reducción en el costo de algunos componentes. Los módulos automatizados pueden ser una gran solución ya que absorben el tiempo de atención que el usuario tendría que disponer para atender las necesidades que el techo verde requiera. Sobre todo si su consumo se encamina a la siembra de hortalizas, ya que estas necesitan de mucho más cuidado que una cubierta arbustiva. Y no se puede dejar de lado las dificultades sobre todo ambientales que se presentaron en este estudio. Las lluvias fuertes o el granizo pueden terminar con las cosechas. Además el crecimiento óptimo de las hortalizas representa otras dificultades como la presencia de plagas, la falta o sobre-exposición a la luz solar y al calor.

Este estudio presenta las bases para justificar la inversión en las cubiertas vegetadas como alternativa a la inversión en infraestructura hídrica, aunque es claro que no se debe de superponer una u otra. Los techos verdes automatizados en la ZMG deben verse como una herramienta más hacia la sustentabilidad de la ciudad. Y con esto me refiero a que no existe una simple solución a los problemas que hoy presenta nuestro hogar, es precipitado creerlo así, se deben de integrar diversas propuestas para de esta forma maximizar los resultados.

Además es importante crear soluciones que se encaminen a la población, que se puedan adaptar y modificar a sus necesidades. Por esto es que esta propuesta es modular y alterable, se puede seleccionar el número de módulos, el tipo de cultivo, el tipo de riego, etc. Es una base sobre la cual construir más conocimiento. Es una recomendación justificada y trabajada.

El costo de implementación de estos para una vivienda con un techo de 20 m² sería aproximadamente de cuatro mil pesos, o para un conjunto de viviendas de tipo Infonavit con techo compartido de 400 m² de cien mil pesos. Sin embargo existen otras opciones que pueden reducir aún más los costos como la utilización de

materiales reciclados. No obstante recomiendo que se busquen los mismos objetivos, la regulación térmica y la reducción de los coeficientes de escurrimiento para asegurar los beneficios a la población mediante su uso extendido.

Mi recomendación es que su implantación en un principio busque contribuir al ahorro en los gastos del usuario puesto que este es el que se ve en el corto y mediano plazo. De esta forma tendría sentido inmediato para la población y los beneficios ambientales vendrían como consecuencia. Además que se busque al mismo tiempo la creación de subsidios que vuelvan más atractiva la instalación de las cubiertas vegetadas en la ciudad, sobre todo que se imponga en construcciones nuevas de alto impacto como edificios de departamento de lujo, centros comerciales, edificios de oficinas, etc. Su implementación podría formar parte de las normas de construcción como lo son los pozos de absorción. También se propone incentivar el incremento en el mínimo permisible de carga viva en los techos dentro de las normas de construcción, para que esto no se vuelva un impedimento para la su instalación.

Es claro que mientras más extendido sea el uso de los techos verdes más barato va a ser su adquisición, y esto a su vez va a generar un efecto bola de nieve que beneficiara a la ZMG, pero para esto suceda hace falta la difusión de estas propuestas, por medio de canales de distribución masivos como YouTube, Instructables, etc.

7. Líneas futuras de investigación y limitaciones de este estudio.

En cuanto a la automatización se propone se busquen otras plataformas de programación open source, como el Raspberry Pi 3, el cual no estuvo a mi alcance puesto que salió al mercado para el final de este estudio. En el video veo algunas ventajas

que podrían traer aún más beneficios al uso extendió de los techos vegetados. Este cuenta con WIFI, con módulo SD y el Bluetooth integrado por lo que los problemas se reducirían aún más.

Utilizando estas capacidades en conjunto con otro tipo de sensores como de humedad ambiental, de velocidad de viento, de temperatura, nivel de agua, cámaras etc... se podrían convertir a los módulos en pequeñas estaciones meteorológicas que transmitan los datos que recopilen a una basa de datos de consulta libre. Las posibilidades pueden ser muy grandes y de esta forma se puede contribuir aún más al beneficio social.

Además también se puede utilizar las conexiones con los celulares, tabletas o computadoras para monitorear los techos y de estar forma estar más atento a lo que le sucede en el mismo. Puede convertirse en una herramienta de educación ambiental para los jóvenes utilizando alguna aplicación en la que el objetivo sea cuidar tu techo y cerciorarse de que funcione de la mejor forma posible. Esta aplicación podría tener diferentes parámetros de sembrado y cuidado para cada tipo de semillas que se desee cultivar, para de esta forma darle al usuario más control sobre su cultivo.

El poder controlar y monitorear el módulo de manera remota ayuda a su supervivencia y a el aumento en el ahorro.

En cuanto a las hortalizas es fundamental llevar a cabo otra investigación en la que se utilicen los parámetros de sembrado convencionales que aseguren la producción sobre la adaptabilidad de las semillas. De esta forma se le puede dar aún más validez a los datos aquí recabados. También se propone investigar el método de evapotranspiración del cultivo para determinar las condiciones ideales para cada tipo de semilla y anexarlos al programa de riego aquí presentado. De esta forma se podría aumentar la producción de los módulos y en consecuencia aumentar los beneficios para la ZMG. Sin embargo, como se menciona en este trabajo, el

principal beneficio potencial de esta tecnología apropiada está asociada con lo hidrológico y no tanto con la producción de alimentos.

8. Bibliografía.

- Green Roofs for Healthy Cities. (2012). *Annual green roof industry survey for 2012*.
- Alessandra Bonoli, A. c. (2013). GREEN ROOF FOR SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT IN URBAN AREAS. *Environmental Engineering and Management Journal* , 153-156.
- Campos-Aranda, D. F. (2010). Intensidades máximas de lluvia para diseño hidrológico urbano en la república mexicana. *Ingeniería Investigación y Tencología*, 179-188.
- Cervantes, B. A. (2012). Sustentabilidad ambiental, del concepto a la práctica. *Gestión y Política Pública*, 291-332.
- CONAGUA. (2014). *CONAGUA*. Retrieved Mayo 8, 2014, from 2013:
<http://www.conagua.gob.mx/inicio.aspx>
- Córdova Canela, F. (2012). Huella energética del agua y manejo sustentable urbano del agua: diagnóstico estratégico aplicado a la. *Ingeniería*,, 195-206.
- Cummins, R. (2011, Octubre 3). A special interview with Ronnie Cummins. *Organic Consumers Association*. (D. J. Mercola, Interviewer) Organic Consumers Association.
- Domni, B. V. (2008). Building Green. *bulletin of the Transilvania Univesity of Brasov*.
- ECOS. (2008). Green roof turn cities upside down. *ECOS*, 18-21.
- EPA. (2008). *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies, Green Roofs*. United States Environmental Protection Agency.
- Espíndola, J. A. (2011). Hacia una gestión sustentable del agua en la zona conurbada de Guadalajara. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 113-126.
- FAO. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2014). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Retrieved from <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/es/>
- FAO, O. d. (2003). *Garantía de la Inocuidad y Calidad de los Alimentos*.



- Fifield, J. (2010). Green roofs: a constructive design. *Chemistry & Industry*.
- Fukuoka, M. (2011). *La revolución de una brizna de paja: una introducción a la agricultura natural*.
- Green, G. (n.d.). *Gavi Green*. Retrieved from <http://www.gavigreen.com/>
- Guadalupe Alpuche, H. M. (2010). Análisis térmico de viviendas económicas en México utilizando techos verdes.
- Hector Rosatto, M. M. (2013). Eficiencia en la retención del agua de lluvia de cubiertas vegetadas de tipo "extensivo" e "intensivo". *FCA UNCUYO*, 169-183.
- INEGI. (2010). *Censo de población y vivienda 2010*.
- INEGI. (2012). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2012*.
- INEGI. (2012). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares. *Boletín de Prensa Núm. 278/13*. México.
- INEGI. (2012). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares. México.
- INIFAP. (2012). *INIFAP*. Retrieved from <http://www.inifap.gob.mx/SitePages/default.aspx>
- Iracheta, A. (2010). Ciudad sustentable: crisis y oportunidad en México. *CESLA*, 503-530.
- Jieli Sui, J. M. (2007). Shape Study on a Green Roof Interated Photovoltaic System fo Bi-objective Optimization of investment Value and CO2 Emission. *Journal of Asia Architecture and Building Engineering*, 307-314.
- Juan Cruz, J. C. (2013). Aplicacion electronia para el ahorro de energía eléctrica utilizando una energía alternativa. *Ing. Eléctrica-Electrónica*, 234-248.
- Köhler, M., & Schmidt, M. (2003). *Study of extensive "Green Roofs" in Berlin*.
- Lugo Espinosa, O., Quevedo Nolasco, A., Bauer Mengelberg, J. R., & del Valle Paniagua, D. (2011). Prototipo para automatizar un sistema de riego multicultivo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 2, núm. 5, 659-672.
- Martínez, F. H., & Montoya, J. L. (2014). INCENDIOS EN EL BOSQUE LA PRIMAVERA (JALISCO, MÉXICO): UN ACERCAMIENTO A SUS POSIBLES CAUSAS Y CONSECUENCIAS. *CienciaUAT*, 23-32.
- Michael Blackhurst, C. H. (2010). Cost-Effectiveness of Green Roofs. *Journal od Architectural Engineering*.
- Minke, G. (2004). *Techos verde; planificación, ejecución, consejos prácticos*. Fin de siglo.



- Navarro Valverde , F. A., Maroto Martos, J. C., & Cejudo Garcia, E. (2013). Casos exitosos en la construciion de sociedades sustentables. *Cuadernos Geográficos*, 398-404.
- Ochoa García, H. B.-J. (2012). Gobernanza y gestión del agua en el Occidente de México: la metrópoli de guadalajara.
- OMS. (2011). *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved Mayo 5, 2014, from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>
- Penn State University. (2008). *Penn State Green Roof Research: About Green Roofs*.
- Ramírez, M. A. (2012). Energía y Sustentabilidad: algunas características de la Energía Sustentable. *Revista Digital Universitaria UNAM*.
- Schumacher, E. (1973). *Small Is Beautiful: Economics as if People Mattered*. Blond & Briggs.
- Shrikant Pandey, D. H. (2013). Experimental investigation on green roofs over buildings. *International Journal of Low-Carbon Technologies* , 37-42.
- SIAPA. (2014). *Lineamientos Técnicos para Factibilidades*, SIAPA.
- Smith, N. D. (2009). Learnign and living green. 27-32.
- Tetreault, D. (2004, Enero). Una taxonimía de modelos de desarrollo sustentable. *Espiral*, 45-80.
- Tetreault, D. (2004). Una Taxonomía de Modelos de Desarronllo Sustentable. *Espiral*, 45-80.
- Zarate del Valle, P. F., & Vargas del Río, D. (2010). *Social creation of Risk: Flood and Land Subsidence in Guadalajara Metropolitan Zone, México (case study)*. Retrieved from ResearchGate.

Anexos

Anexo 1. Código Arduino experimento 1

/*Asignacion de Terminales del Arduino

Micro SD:

** MOSI - pin 11

** MISO - pin 12

** CLK - pin 13

** CS - pin 10

Sensores:

**Cables rojos - 5V

**Cables negros - GND

**Verdes

*Sensor 1 - AP0

*Sensor 2 - AP1

*Sendor 3 - AP2

Motores Solenoides

**Motor 1 - 7

**Motor 2 - 6

**Motor 3 - 5

*/

#include<SD.h>

#include<SPI.h>

```
#define TIM 15
#define ESPERA 60000
```

```
#define S1 300
#define S2 400
#define S3 500
```

```
//Nombre de archivo
File humedad;
```

```
const int chipSelect = 10;
```

```
//Pines de entrada para lectura de datos
```

```
int analogPin_1 = 0;
```

```
int analogPin_2 = 1;
```

```
int analogPin_3 = 2;
```

```
//Variables para datos de humedad
```

```
int humedad_1 = 0;
```

```
int humedad_2 = 0;
```

```
int humedad_3 = 0;
```

```
//Pines de salida para activación de motores
```

```
int DP1 = 7;
```

```
int DP2 = 6;
```

```
int DP3 = 5;
```

```
int cont = 14;
```

```
int contg = 0;
```

```
bool unavez = false;

void setup() {

Serial.begin(9600);
//Inicialización de pines de salida
pinMode(DP1, OUTPUT);
pinMode(DP2, OUTPUT);
pinMode(DP3, OUTPUT);

Serial.print("Inicializando tarjeta SD...");

//Configuración para el Chip Select
pinMode(chipSelect, OUTPUT);

//Interfaz con el usuario para inicialización de SD
if(!SD.begin(chipSelect))
  Serial.println("No se pudo inicializar");
else
  Serial.println("Inicialización completa");

// Asignación de pines digitales a Vcc y Gnd

// pin D2 a tierra (0v)
pinMode(2, OUTPUT);
digitalWrite(2, LOW);

// pin D4 a tierra (0v)
pinMode(4, OUTPUT);
```

```
digitalWrite(4, LOW);

}

//Funcion para activar o desactivar motores
void activarMotores(){

//Accion de motores en base al sensor 1
if(humedad_f1 < S1){
    digitalWrite(DP1, HIGH);
}else if(humedad_f1 >= S1){
    digitalWrite(DP1, LOW);
}

//Accion de motores en base al sensor 2
if(humedad_f2 < S2){
    digitalWrite(DP2, HIGH);
}else if(humedad_f2 >= S2){
    digitalWrite(DP2, LOW);
}

}

//Guardar datos en la tarjeta SD
void guardarInfo(){

File humedad = SD.open("humedad.txt", FILE_WRITE);
```



```
//Verificacion que el archivo se pudo abrir o crear
```

```
if(humedad){
```

```
    contg = contg + 1;
```

```
    //Control de mediciones
```

```
    humedad.print("Medida numero ");
```

```
    humedad.println(contg);
```

```
    //Informacion Sensor 1
```

```
    humedad.print("Sensor 1: ");
```

```
    humedad.print(humedad_1);
```

```
    humedad.print("\t\t");
```

```
    //Informacion Sensor 2
```

```
    humedad.print("Sensor 2: ");
```

```
    humedad.print(humedad_2);
```

```
    humedad.println("\t\n");
```

```
    //Informacion Sensor 3
```

```
    humedad.print("Sensor 3: ");
```

```
    humedad.print(humedad_3);
```

```
    humedad.println("\t\n");
```

```
    humedad.println("");
```

```
    humedad.flush();
```

```
    humedad.close();
```

```
Serial.println("Se ha guardado la informacion");

}

else

//No se puede abrir el archivo
Serial.println("No se pudo abrir el archivo");

}

void loop() {

//Se borra la informacion anterior al reiniciar el sistema
if(unavez == false){
  SD.remove("humedad.txt");
  unavez = true;
}

cont = cont + 1;

//Lectura de datos de los sensores
humedad_1 = analogRead(analogPin_1);
humedad_2 = analogRead(analogPin_2);
humedad_3 = analogRead(analogPin_3);

Serial.print(humedad_1);
Serial.print('\t');
Serial.println(humedad_2);
```

```
Serial.print('\t');  
Serial.println(humedad_3);  
  
//Funcion para activar o desactivar motores  
activarMotores();  
  
if(cont >= TIM){  
    //Funcion para guardar informacion  
    guardarInfo();  
    cont = 0;  
}  
  
delay(ESPERA);  
}
```

Anexo 2. Código Arduino experimento 2

/*Asignacion de Terminales del Arduino

Micro SD:

** MOSI - pin 11

** MISO - pin 12

** CLK - pin 13

** CS - pin 10

Sensores:

**Cables rojos - 5V

**Cables negros - GND

**Verdes

*Sensor 1 - AP0

*Sensor 2 - AP1

Motores Solenoides

**Motor 1 - 7

**Motor 2 - 6

*/

#include<SD.h>

#include<SPI.h>

```
#define TIM 15

#define ESPERA 60000

#define S1 48

#define S2 48

//Nombre de archivo
File humedad;

const int chipSelect = 10;

//Pines de entrada para lectura de datos
int analogPin_1 = 0;
int analogPin_2 = 1;
//Variables para datos de humedad
int humedad_1 = 0;
int humedad_2 = 0;
double humedad_f1 = 0;
double humedad_f2 = 0;
//Pines de salida para activación de motores
int DP1 = 7;
int DP2 = 6;

int cont = 14;
int contg = 0;
bool unavez = false;
```

```
void setup() {

Serial.begin(9600);
//Iniciación de pines de salida
pinMode(DP1, OUTPUT);
pinMode(DP2, OUTPUT);

Serial.print("Iniciando tarjeta SD...");

//Configuración para el Chip Select
pinMode(chipSelect, OUTPUT);

//Interfaz con el usuario para inicialización de SD
if(!SD.begin(chipSelect))
  Serial.println("No se pudo inicializar");
else
  Serial.println("Inicialización completa");

// Asignación de pines digitales a Vcc y Gnd

// pin D2 a tierra (0v)
pinMode(2, OUTPUT);
digitalWrite(2, LOW);

// pin D4 a tierra (0v)
pinMode(4, OUTPUT);
```

```
digitalWrite(4, LOW);

}

//Funcion para activar o desactivar motores
void activarMotores(){

//Accion de motores en base al sensor 1
if(humedad_f1 < S1){
    digitalWrite(DP1, HIGH);
}else if(humedad_f1 >= S1){
    digitalWrite(DP1, LOW);
}

//Accion de motores en base al sensor 2
if(humedad_f2 < S2){
    digitalWrite(DP2, HIGH);
}else if(humedad_f2 >= S2){
    digitalWrite(DP2, LOW);
}

}

//Guardar datos en la tarjeta SD
```

```
void guardarInfo(){

File humedad = SD.open("humedad.txt", FILE_WRITE);

//Verficacion que el archivo se pudo abrir o crear
if(humedad){

contg = contg + 1;

//Control de mediciones
humedad.print("Medida numero ");
humedad.println(contg);

//Informacion Sensor 1
humedad.print("Sensor 1: ");
humedad.print(humedad_f1);
humedad.print("\t\t");

//Informacion Sensor 2
humedad.print("Sensor 2: ");
humedad.print(humedad_f2);
humedad.println("\t\n");

humedad.println("");

humedad.flush();
humedad.close();
```



```
Serial.println("Se ha guardado la informacion");

}

else

//No se puede abrir el archivo

Serial.println("No se pudo abrir el archivo");

}

void loop() {

//Se borra la informacion anterior al reiniciar el sistema

if(unavez == false){

    SD.remove("humedad.txt");

    unavez = true;

}

cont = cont + 1;

//Lectura de datos de los sensores

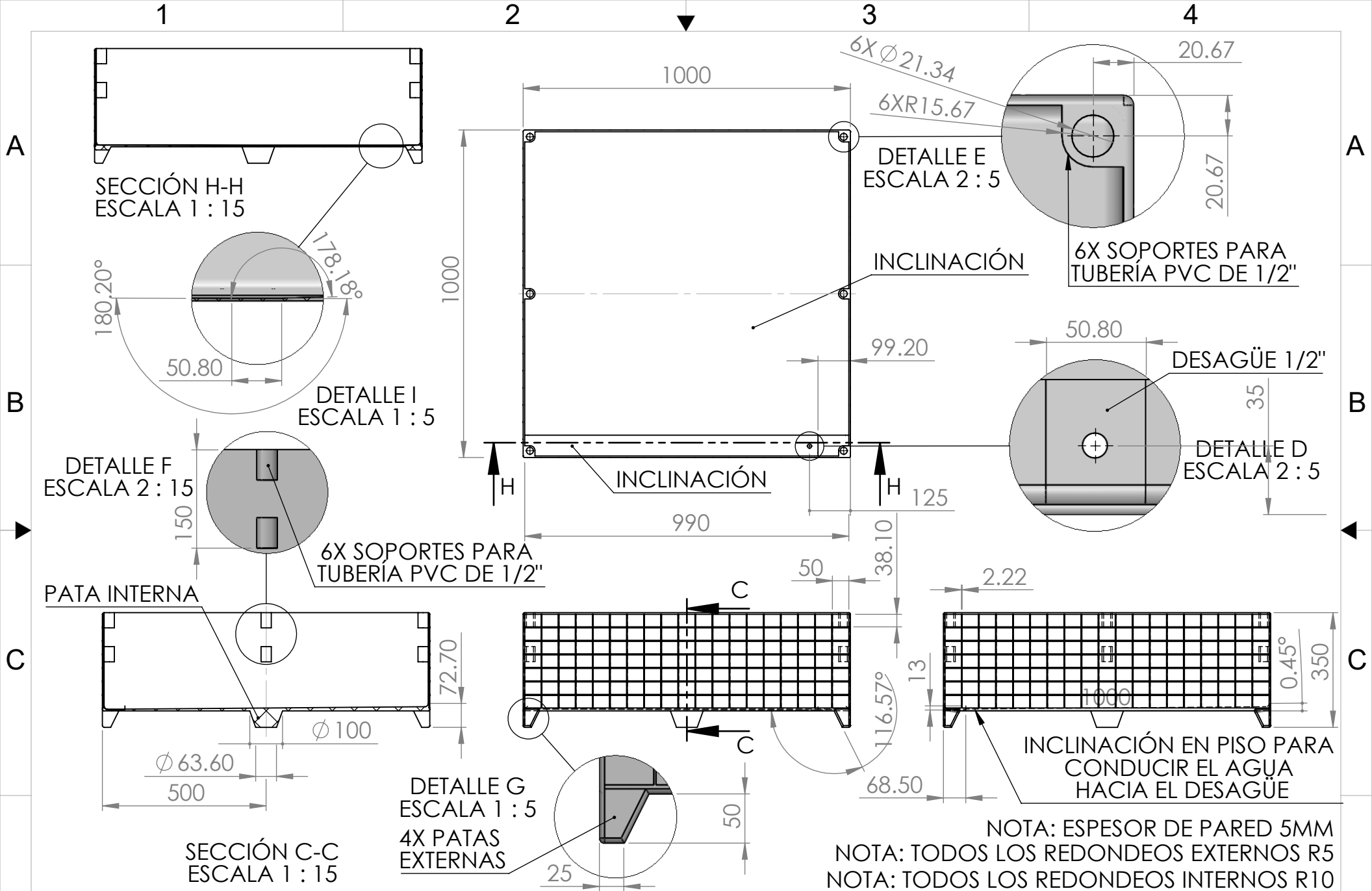
humedad_1 = analogRead(analogPin_1);


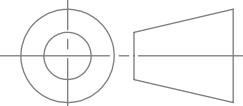
humedad_2 = analogRead(analogPin_2);

humedad_f1 = 100 - ((double)humedad_1)/1024 * 100;

humedad_f2 = 100 - ((double)humedad_2)/1024 * 100;
```

```
Serial.print(humedad_f1);  
Serial.print('\t');  
Serial.println(humedad_f2);  
  
//Funcion para activar o desactivar motores  
activarMotores();  
  
if(cont >= TIM){  
    //Funcion para guardar informacion  
    guardarInfo();  
    cont = 0;  
}  
  
delay(ESPERA);  
}
```



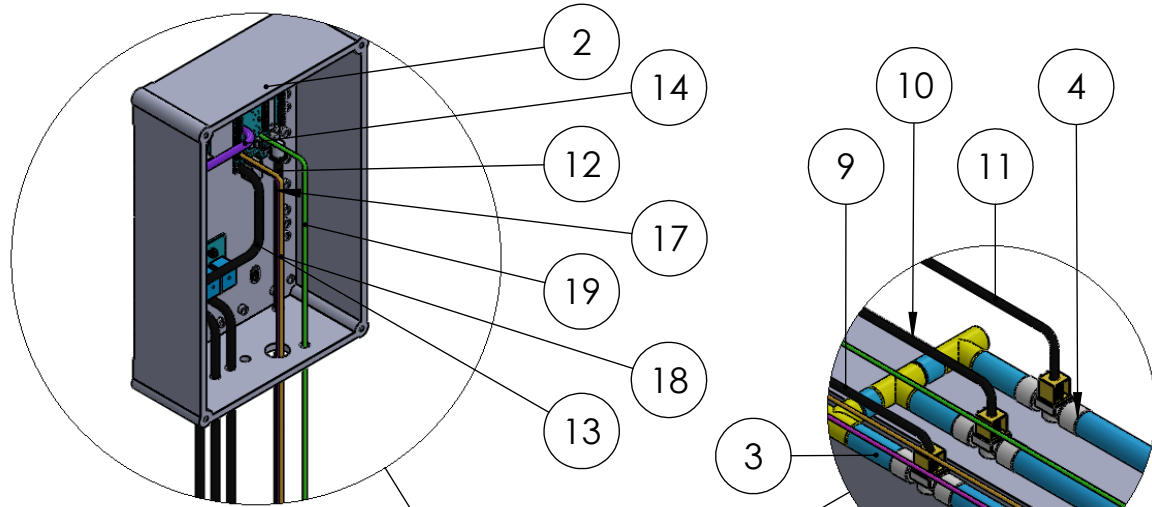
D		INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE	MATERIAL: PE ACABADO BLANCO	NÚMERO: MPTV-0001 HOJA: 1 DE 13	DIBUJANTE: J.CAMACHO REVISOR: N/A	
	TÍTULO: PROTOTIPO MÓDULO 1		FECHA: 05/05/2016	UNIDADES: MMGS	ESCALA: 1:15	A

1

2

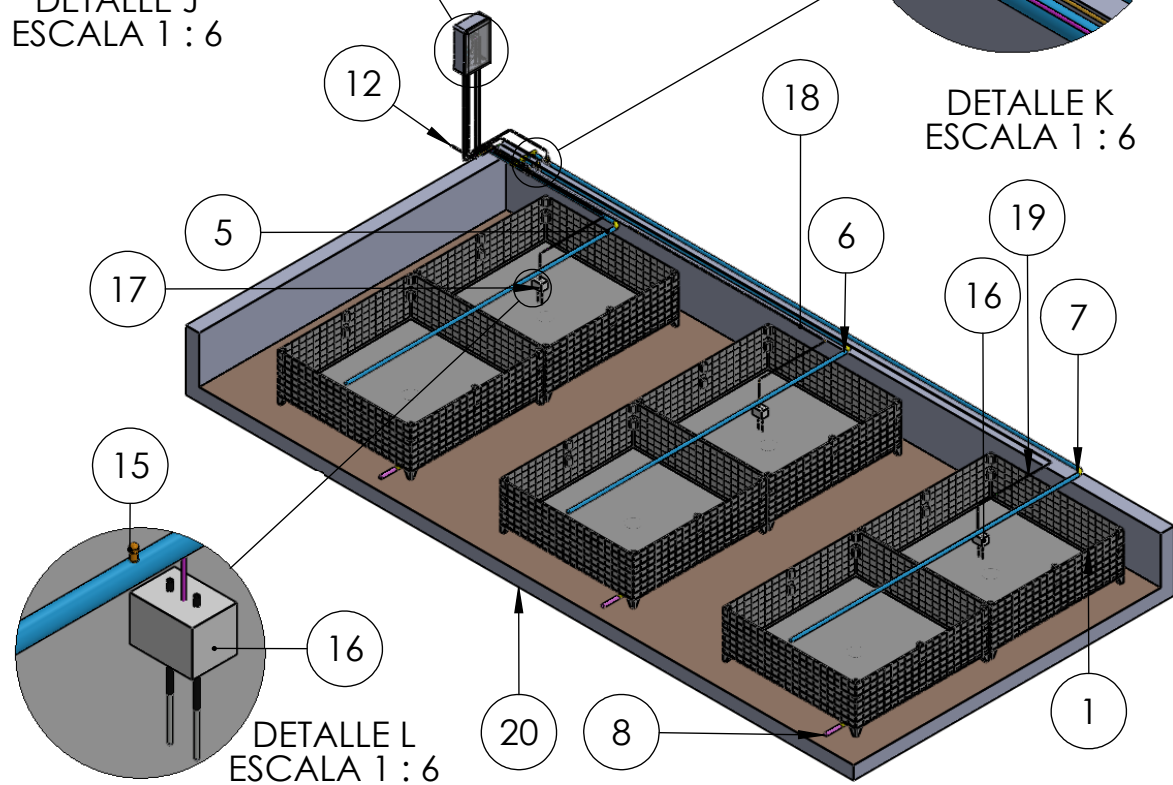
3

4



DETALLE J
ESCALA 1 : 6

DETALLE K
ESCALA 1 : 6



DETALLE L
ESCALA 1 : 6

13	Cable_12-Ensamble Completo	1
1	PROTOTIPO MÓDULO 1	6
2	CAJA DE ELECTRONICA	1
3	TUBERIA PVC MAESTRA	1
4	VÁLVULAS SOLENOIDES	3
5	TUBERÍA PVC 1	1
6	TUBERÍA PVC 2	1
7	TUBERÍA PVC 3	1
8	TUBERÍA PVC DE DESAGÜE	4
9	CABLE SEÑAL VÁLVULA 1	1
10	CABLE SEÑAL VÁLVULA 2	1
11	CABLE SEÑAL VÁLVULA 3	1
12	ALIMENTACIÓN	1
13	CABLE SEÑAL RELES	1
14	CABLE SEÑAL MÓDULO SD	1
15	ASPERSORES	24
16	SENSORES DE HUMEDAD PROPUESTOS	3
17	CABLE SEÑAL SENSORE DE HUMEDAD 1	1
18	CABLE SEÑAL SENSORE DE HUMEDAD 2	1
19	CABLE SEÑAL SENSORE DE HUMEDAD 3	1
20	AZOTEA	1



INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

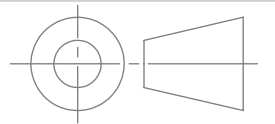
MATERIAL: N/A

NÚMERO: MPTV-0002

DIBUJANTE: J.CAMACHO

HOJA: 2 DE 13

REVISOR: N/A



ITESO
Universidad Jesuita de Guadalajara

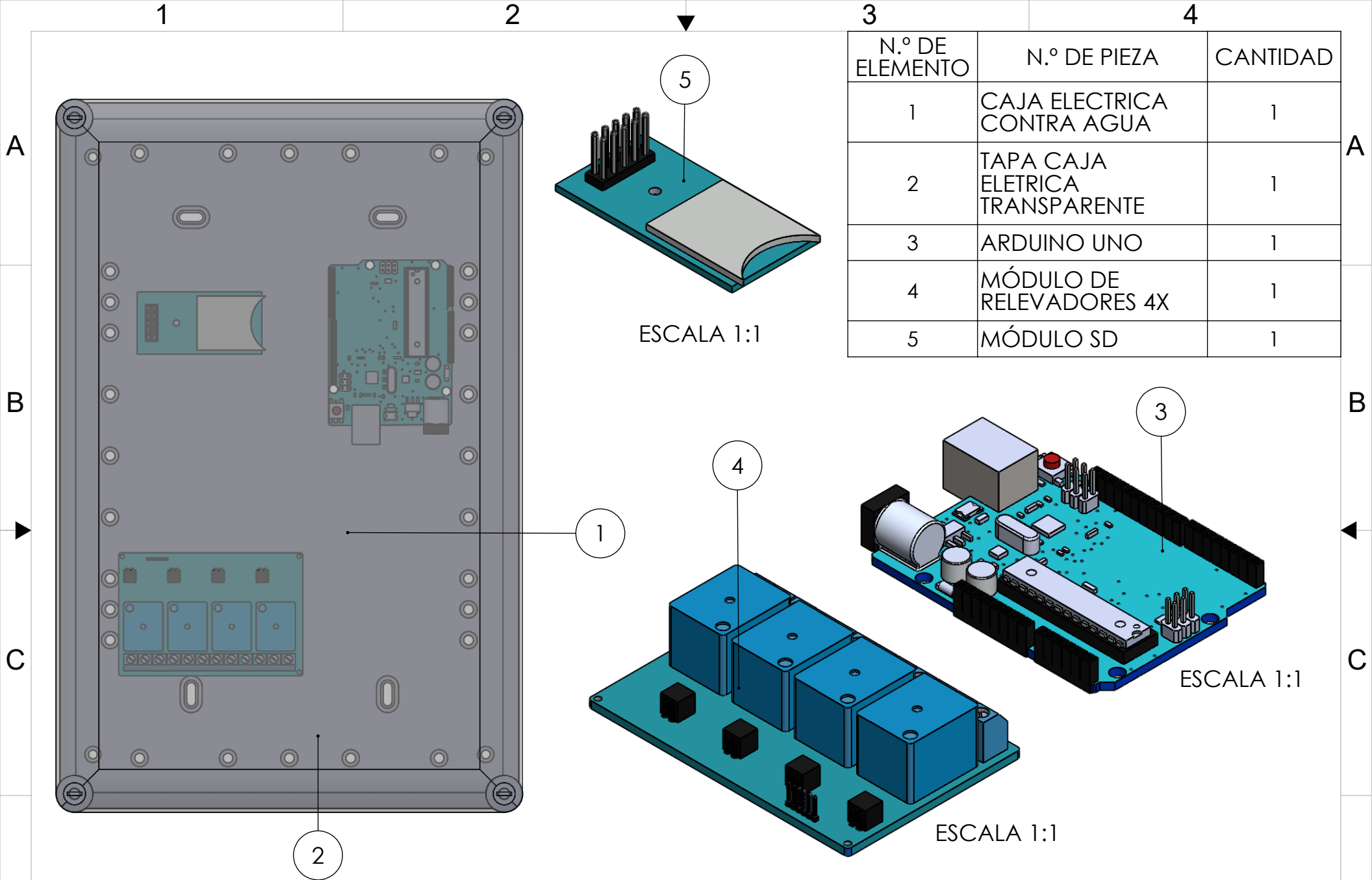
TÍTULO: LISTA DE COMPONENTES

FECHA: 05/05/2016

UNIDADES: MMGS

ESCALA:1:40

A


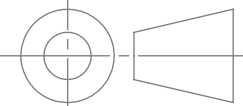


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	CAJA ELECTRICA CONTRA AGUA	1
2	TAPA CAJA ELETRICA TRANSPARENTE	1
3	ARDUINO UNO	1
4	MÓDULO DE RELEVADORES 4X	1
5	MÓDULO SD	1

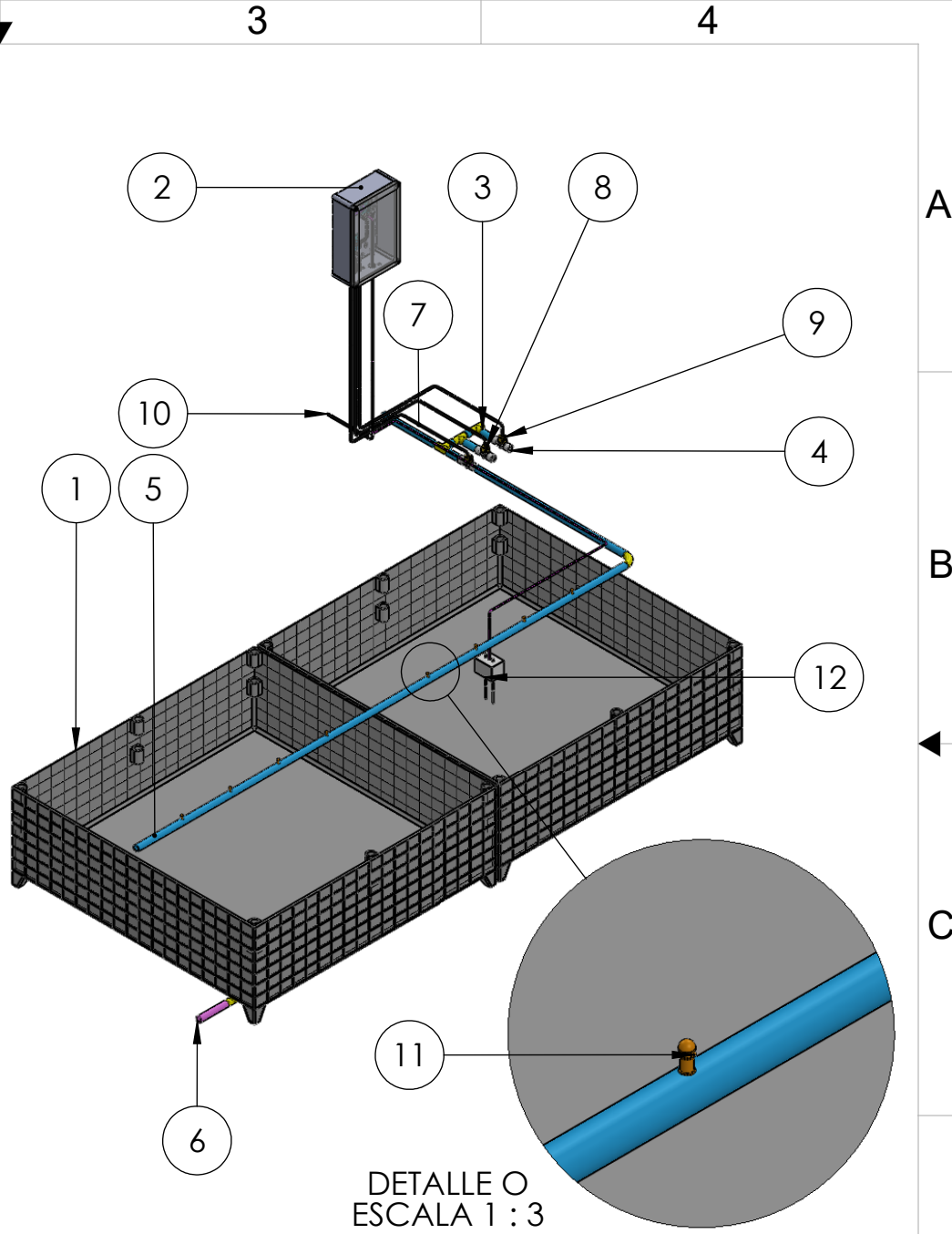
ESCALA 1:1


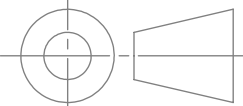
ESCALA 1:1

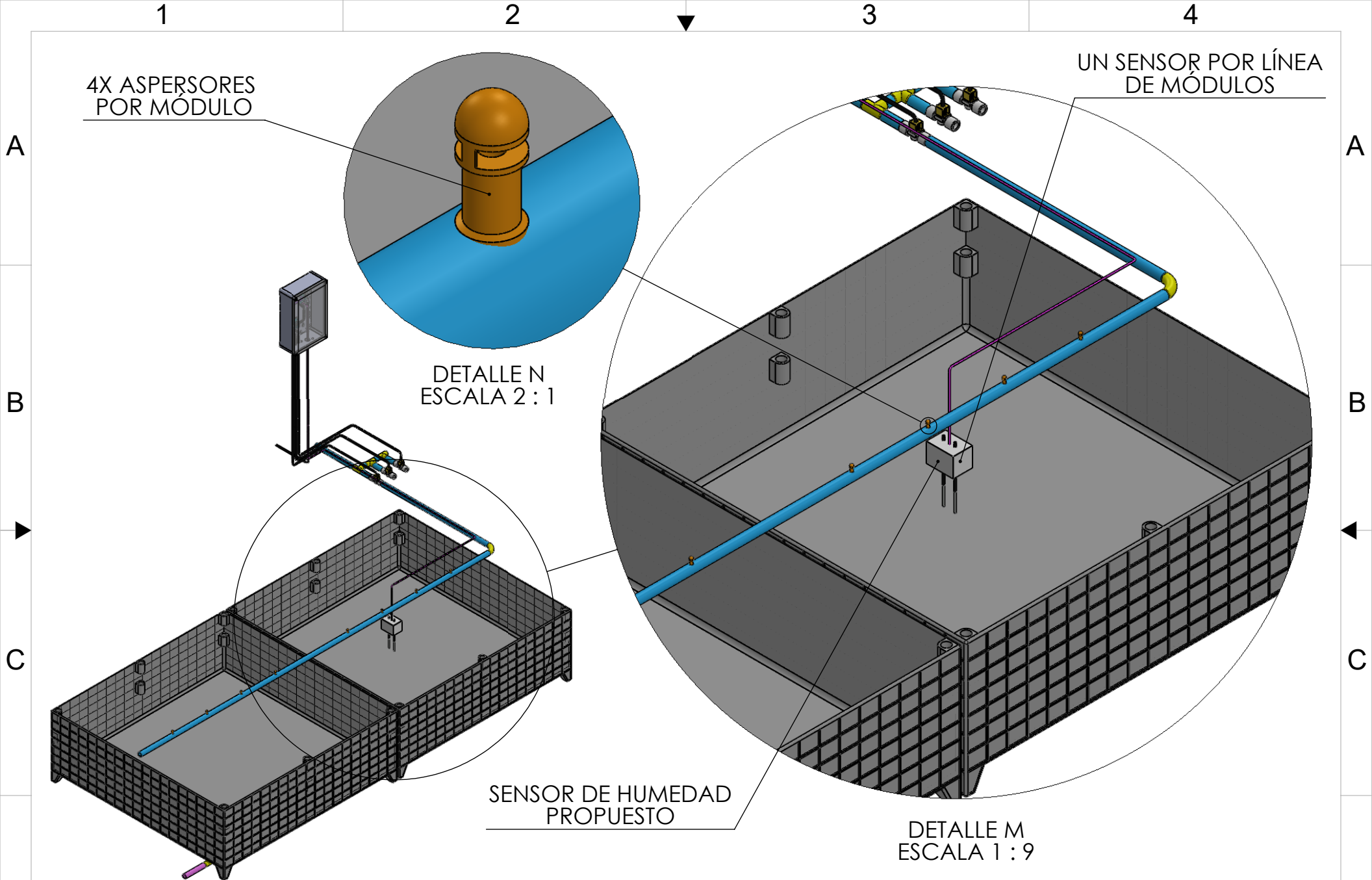
ESCALA 1:1

D		INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE	MATERIAL: N/A	NÚMERO: MPTV-0003	DIBUJANTE: J.CAMACHO		D
		TÍTULO: LISTA COMPONENTES CEREBRO	FECHA: 17/04/2016	UNIDADES: MMGS	REVISOR: N/A		
	1	2		3	4	A	

	1	2	
	N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MÓDULO CON ASPERSORES/CANTIDAD
A	1	PROTOTIPO MÓDULO 1	2
	2	CAJA DE ELECTRONICA	1
	3	TUBERÍA PVC MAESTRA	1
B	4	VÁLVULAS SOLENOIDES	3
	5	TUBERÍA PVC 1	1
	6	TUBERÍA PVC DE DESAGÜE	1
	7	CABLE SEÑAL VÁLVULA 1	1
	8	CABLE SEÑAL VÁLVULA 2	1
	9	CABLE SEÑAL VÁLVULA 3	1
	10	ALIMENTACIÓN	1
	11	ASPERSORES	8
C	12	SENSORES DE HUMEDAD PROPUESTOS	1



D		INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE	MATERIAL: N/A	NÚMERO: MPTV-0004	DIBUJANTE: J.CAMACHO		ESCALA: 1:20
		TÍTULO: MÓDULO CON ASPERSORES	MATERIAL: N/A	HOJA: 4 DE 13	REVISOR: N/A		
		1	2	3	4		A



INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

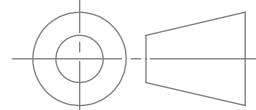
MATERIAL: N/A

NÚMERO: MPTV-0005

DIBUJANTE: J.CAMACHO

HOJA: 5 DE 13

REVISOR: N/A



ITESO
Universidad Jesuita de Guadalajara

TÍTULO: PROTOTIPO 1 DETTAE SENSOR

FECHA: 05/05/2016

UNIDADES: MMGS

ESCALA:1:20

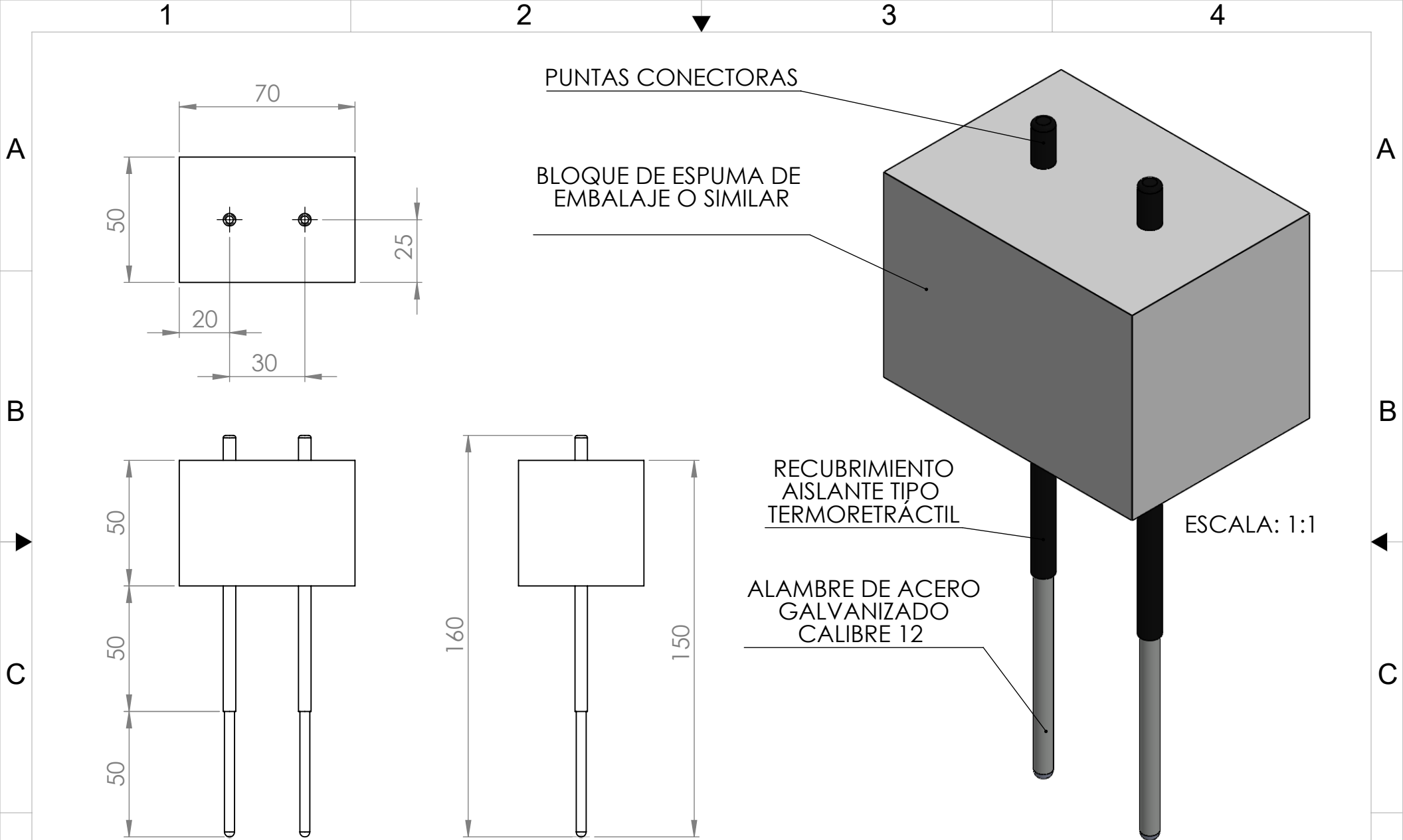
A

1

2

3

4



NOTA: LA ALTURA DE LOS ALAMBRES PUEDE CAMBIAR DEPENDIENDO DE LA PROFUNDIDAD DE MEDICIÓN DESEADA



INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

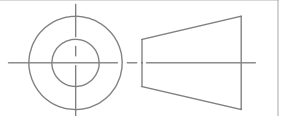
MATERIAL: VER PLANO

NÚMERO: MPTV-0006

DIBUJANTE: J.CAMACHO

HOJA: 6 DE 13

REVISOR: N/A



ITESO
Universidad Jesuita de Guadalajara

TÍTULO: SENSOR DE HUMEDAD PROPUESTO

FECHA: 17/04/2016

UNIDADES: MMGS

ESCALA: 1:2

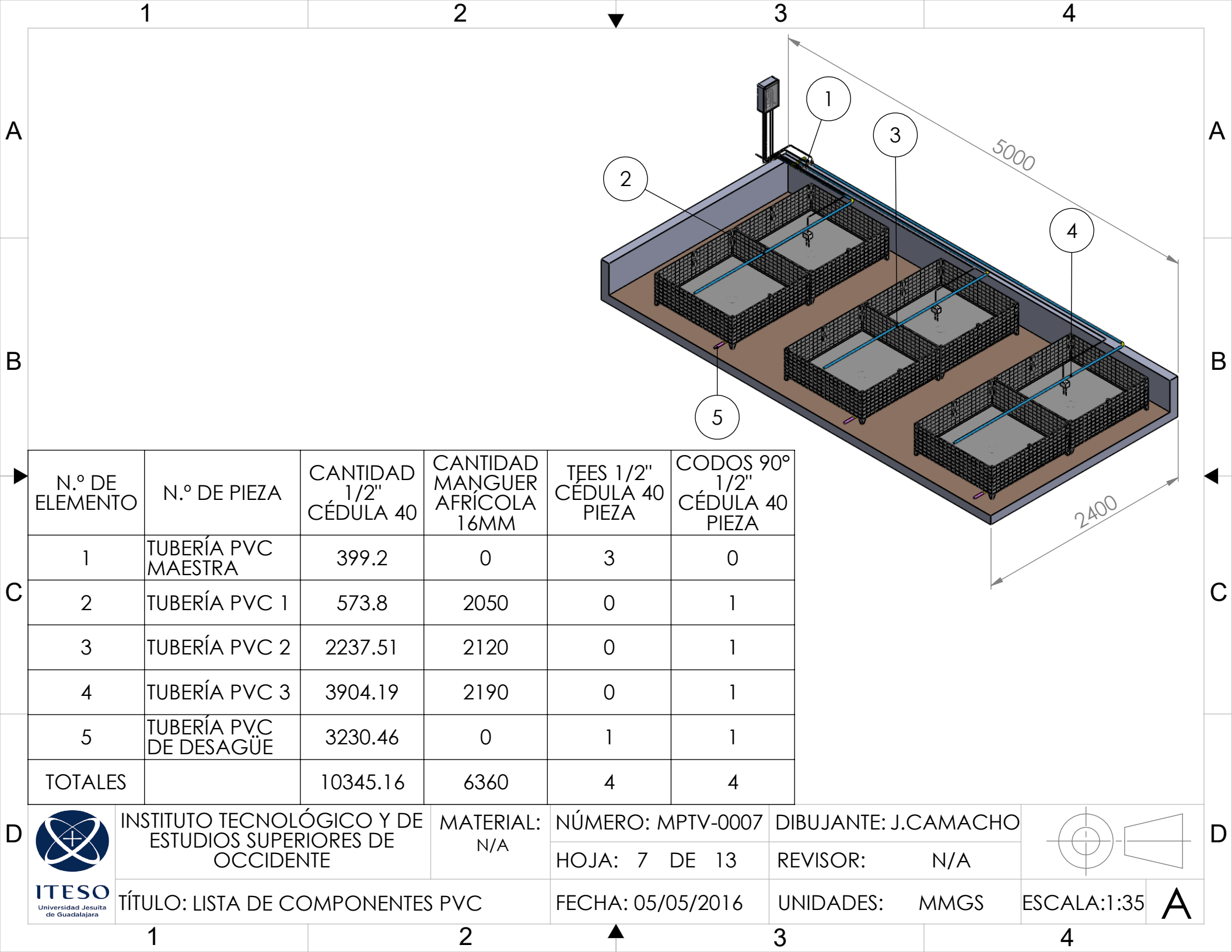
A

1


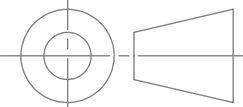
2

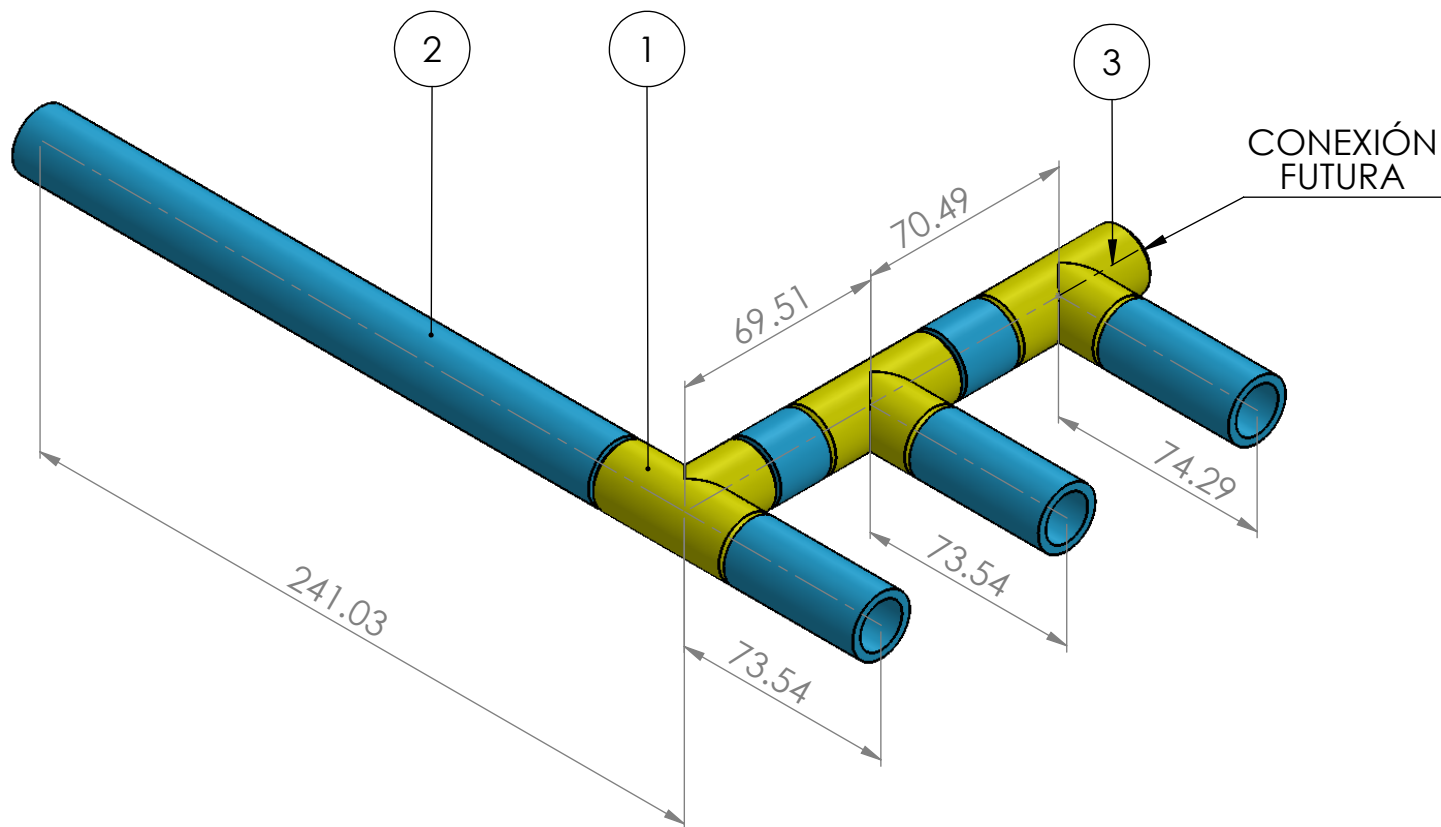
3

4



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD 1/2" CÉDULA 40	CANTIDAD MANGUER AFRÍCOLA 16MM	TEES 1/2" CÉDULA 40 PIEZA	CODOS 90º 1/2" CÉDULA 40 PIEZA
1	TUBERÍA PVC MAESTRA	399.2	0	3	0
2	TUBERÍA PVC 1	573.8	2050	0	1
3	TUBERÍA PVC 2	2237.51	2120	0	1
4	TUBERÍA PVC 3	3904.19	2190	0	1
5	TUBERÍA PVC DE DESAGÜE	3230.46	0	1	1
TOTALES		10345.16	6360	4	4

 ITESO Universidad Jesuita de Guadalajara	INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE	MATERIAL: N/A	NÚMERO: MPTV-0007 HOJA: 7 DE 13	DIBUJANTE: J.CAMACHO REVISOR: N/A	 ESCALA: 1:35
	TÍTULO: LISTA DE COMPONENTES PVC		FECHA: 05/05/2016	UNIDADES: MMGS	



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	TEE 1/2", CÉDULA 40	PVC	3/PIEZA
2	TUBERÍA 1/2", CÉDULA 40	PVC	399.2
3	TAPÓN	PVC	1/PIEZA



ITESO
Universidad Jesuita de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

TÍTULO: TUBERÍA MAESTRA

MATERIAL: PP ACABADO BLANCO

NÚMERO: MPTV-008

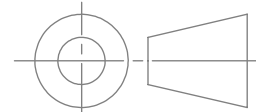
HOJA: 1 DE 13

FECHA: 05/05/2016

DIBUJANTE: J.CAMACHO

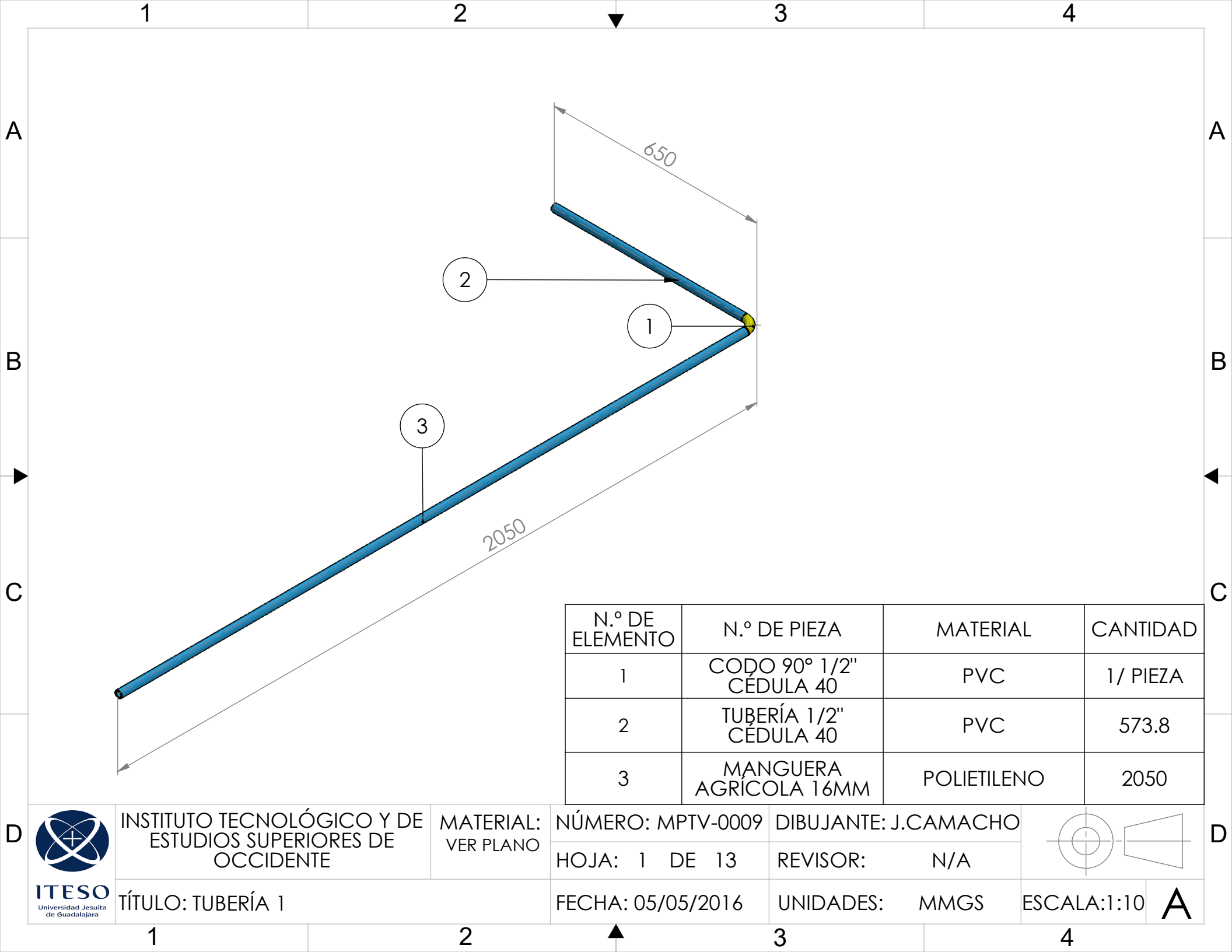
REVISOR: N/A

UNIDADES: MMGS



ESCALA: 1:2

A



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	CODO 90° 1/2" CÉDULA 40	PVC	1/ PIEZA
2	TUBERÍA 1/2" CÉDULA 40	PVC	573.8
3	MANGUERA AGRÍCOLA 16MM	POLIETILENO	2050

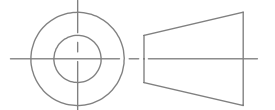


INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

MATERIAL: VER PLANO

NÚMERO: MPTV-0009

DIBUJANTE: J.CAMACHO



ITESO Universidad Jesuita de Guadalajara

TÍTULO: TUBERÍA 1

HOJA: 1 DE 13

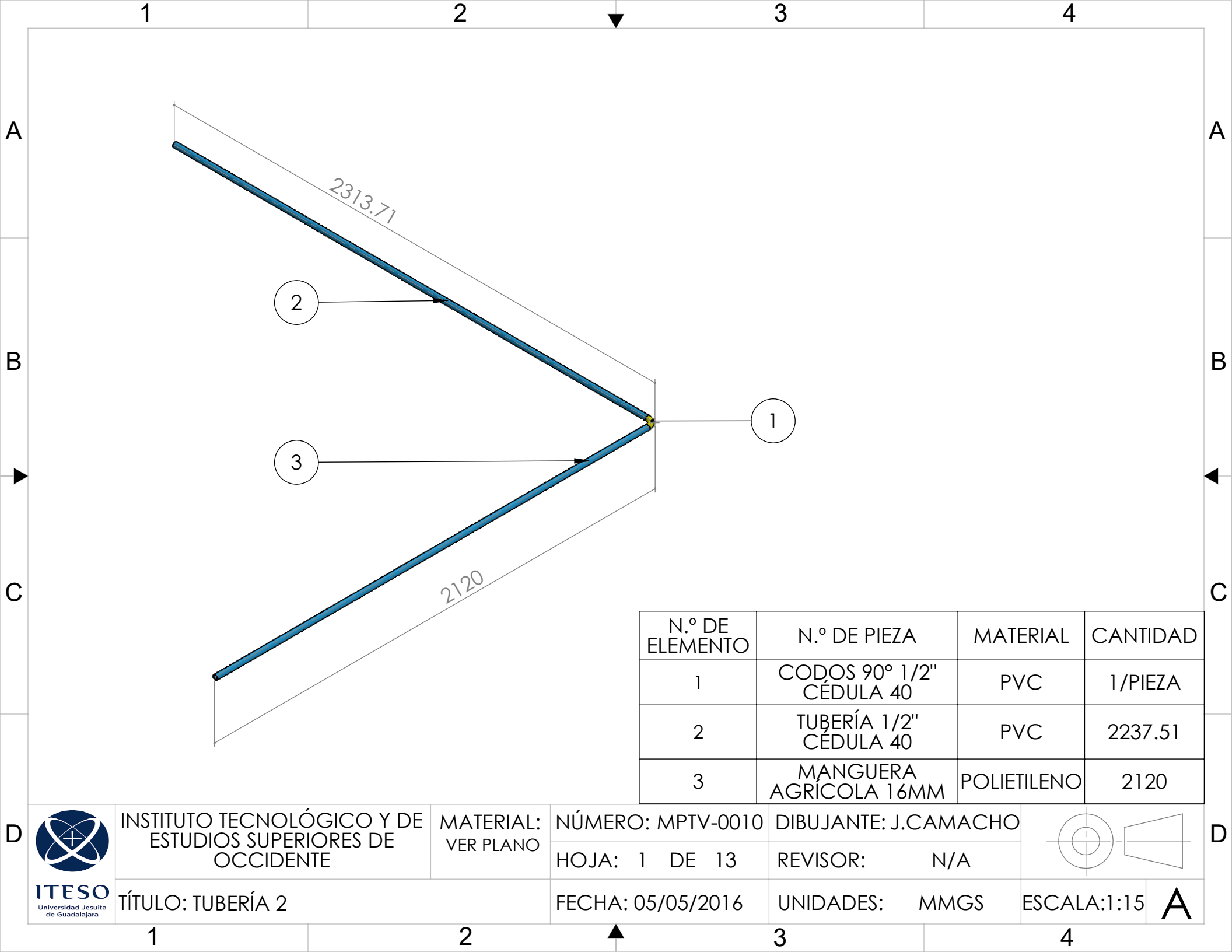
REVISOR: N/A

FECHA: 05/05/2016

UNIDADES: MMGS

ESCALA: 1:10

A



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	CODOS 90° 1/2" CÉDULA 40	PVC	1/PIEZA
2	TUBERÍA 1/2" CÉDULA 40	PVC	2237.51
3	MANGUERA AGRÍCOLA 16MM	POLIETILENO	2120

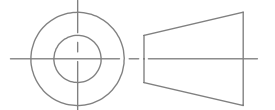


INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

MATERIAL: VER PLANO

NÚMERO: MPTV-0010

DIBUJANTE: J.CAMACHO



ITESO
Universidad Jesuita de Guadalajara

TÍTULO: TUBERÍA 2

HOJA: 1 DE 13

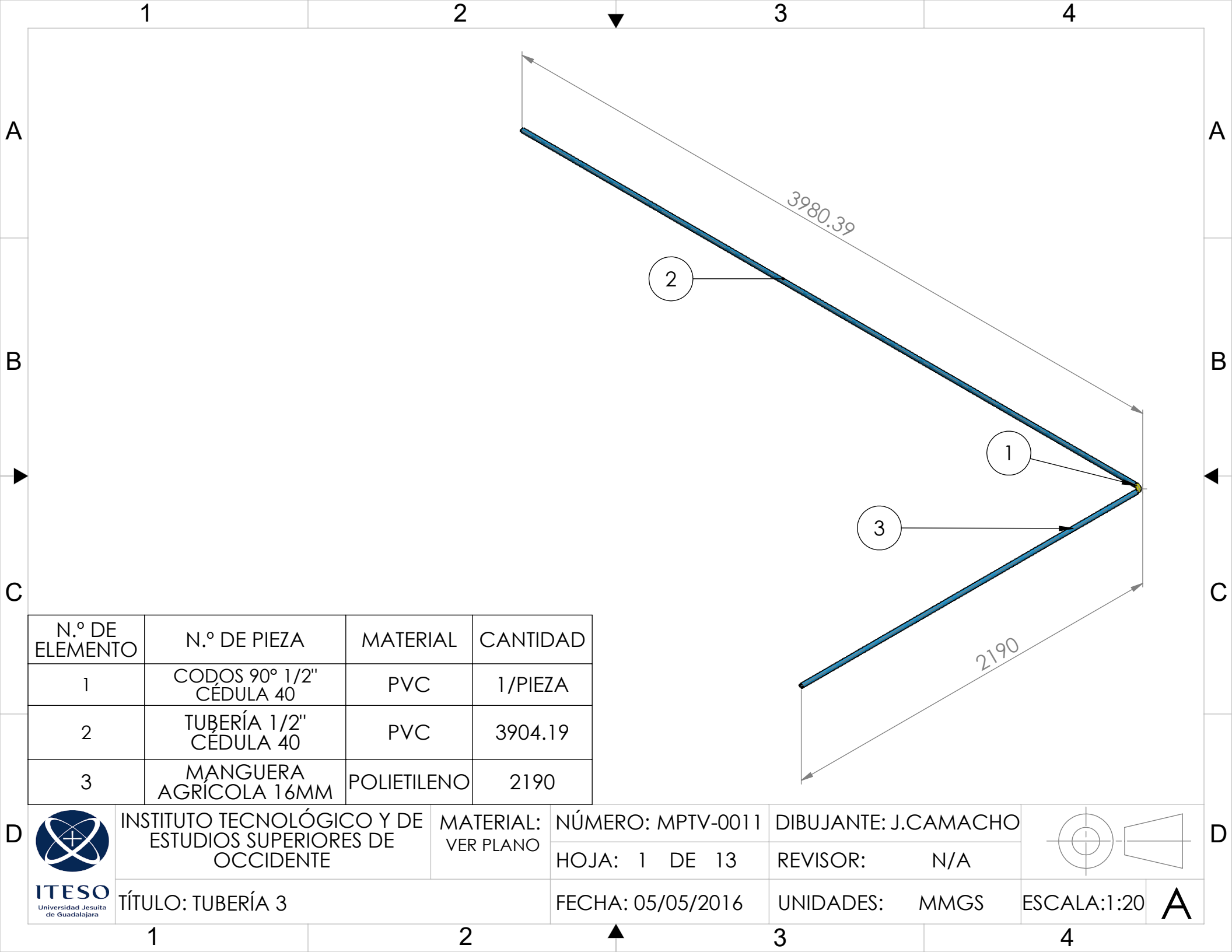
REVISOR: N/A

FECHA: 05/05/2016

UNIDADES: MMGS

ESCALA: 1:15

A



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	CODOS 90° 1/2" CÉDULA 40	PVC	1/PIEZA
2	TUBERÍA 1/2" CÉDULA 40	PVC	3904.19
3	MANGUERA AGRÍCOLA 16MM	POLIETILENO	2190



INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

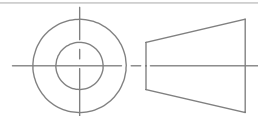
MATERIAL: VER PLANO

NÚMERO: MPTV-0011

DIBUJANTE: J.CAMACHO

HOJA: 1 DE 13

REVISOR: N/A



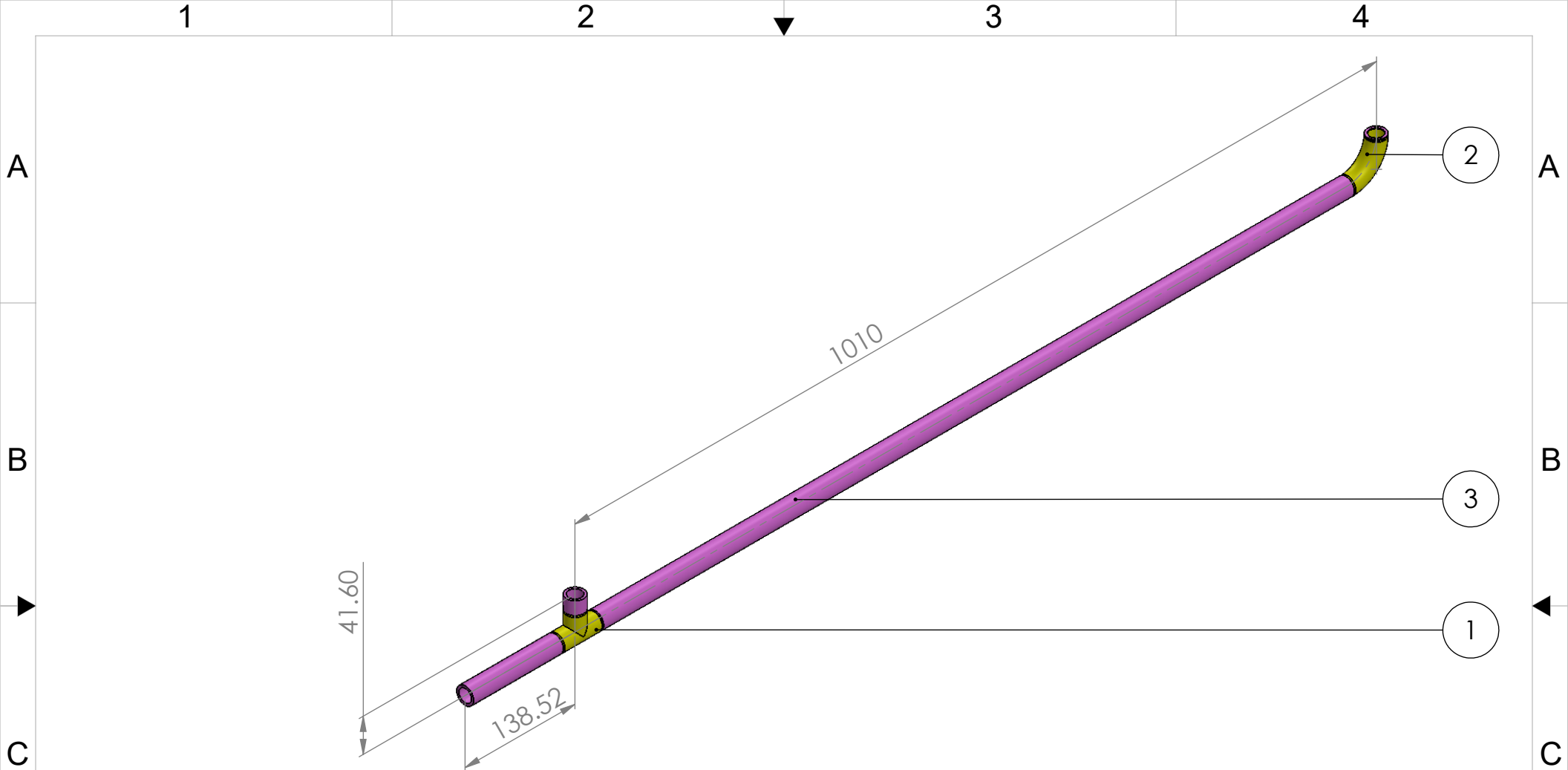
TÍTULO: TUBERÍA 3

FECHA: 05/05/2016


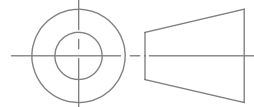
UNIDADES: MMGS

ESCALA: 1:20

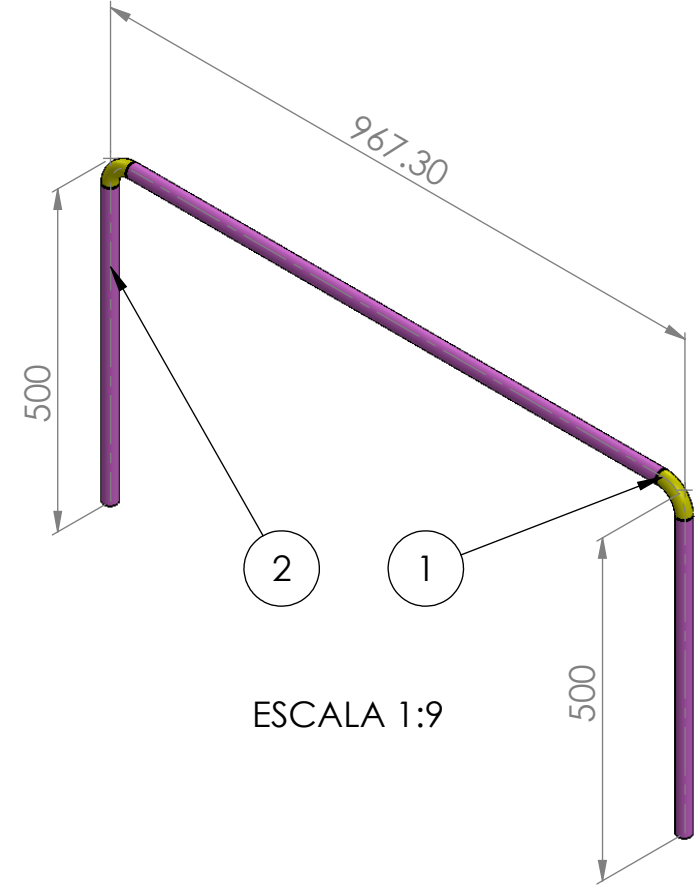
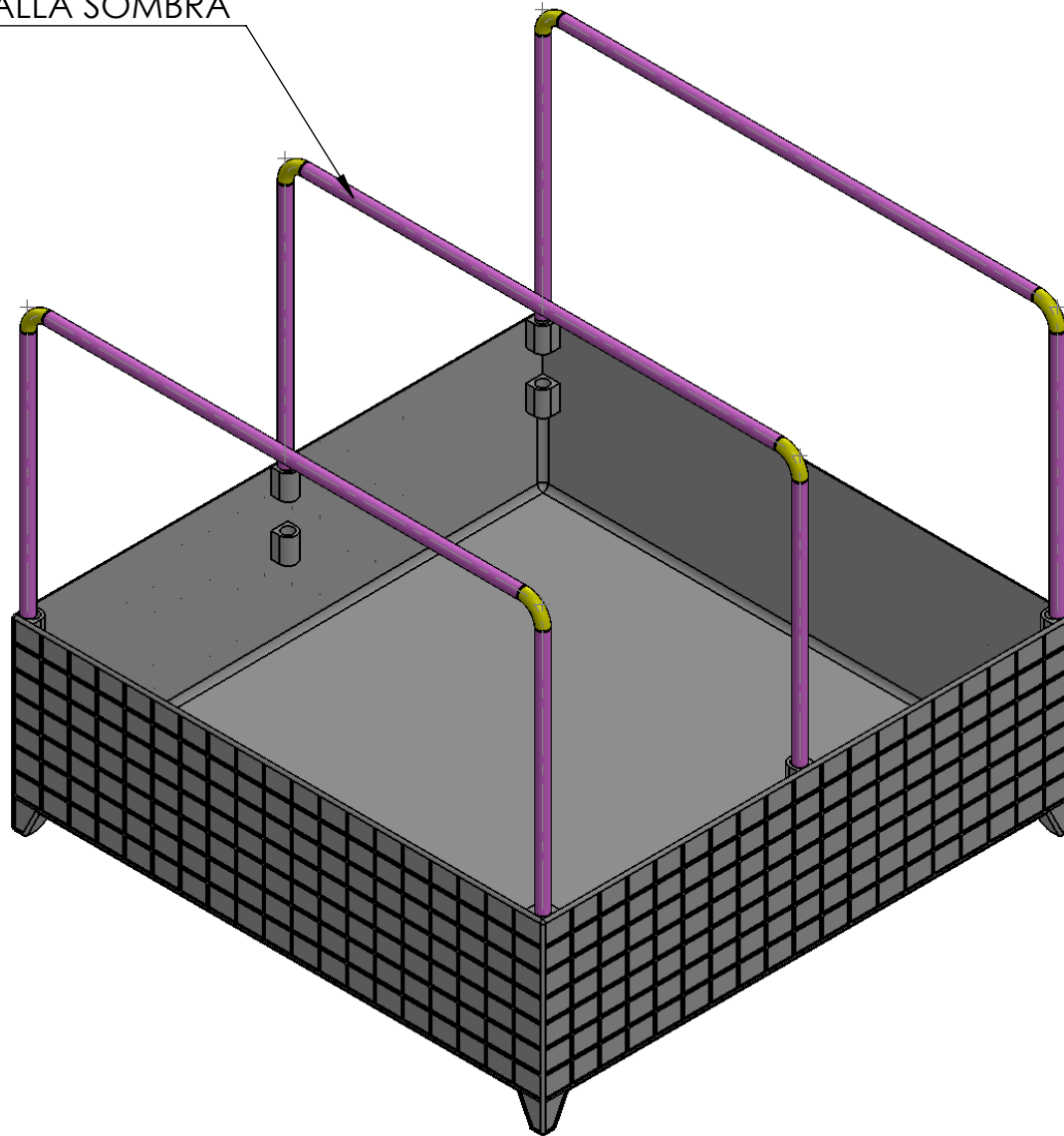
A



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	TEE 1/2" CÉDULA 40	PVC	1/PIEZA
2	CODO 90° 1/2" CÉDULA 40	PVC	1/PIEZA
3	TUBERÍA 1/2" CÉDULA 40	PVC	1076.82

 ITESO Universidad Jesuita de Guadalajara	INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE	MATERIAL: VER PLANO	NÚMERO: MPTV-0012	DIBUJANTE: J.CAMACHO		
			HOJA: 1 DE 13	REVISOR: N/A		
TÍTULO: TUBERÍA DE DESAGÜE			FECHA: 18/04/2016	UNIDADES: MMGS	ESCALA: 1:5	A

SOPORTES PARA
MALLA SOMBRA



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	CODOS 90° 1/2" CÉDULA 40	2/PIEZA
2	TUBERÍA 1/2" CÉDULA 40	3X1814.9



ITESO
Universidad Jesuita
de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE
ESTUDIOS SUPERIORES DE
OCCIDENTE

MATERIAL:
N/A

NÚMERO: MPTV-0013

DIBUJANTE: J.CAMACHO

HOJA: 1 DE 13

REVISOR: N/A

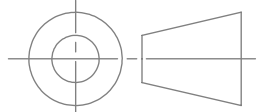
TÍTULO: PROTOTIPO 1 CON TECHO

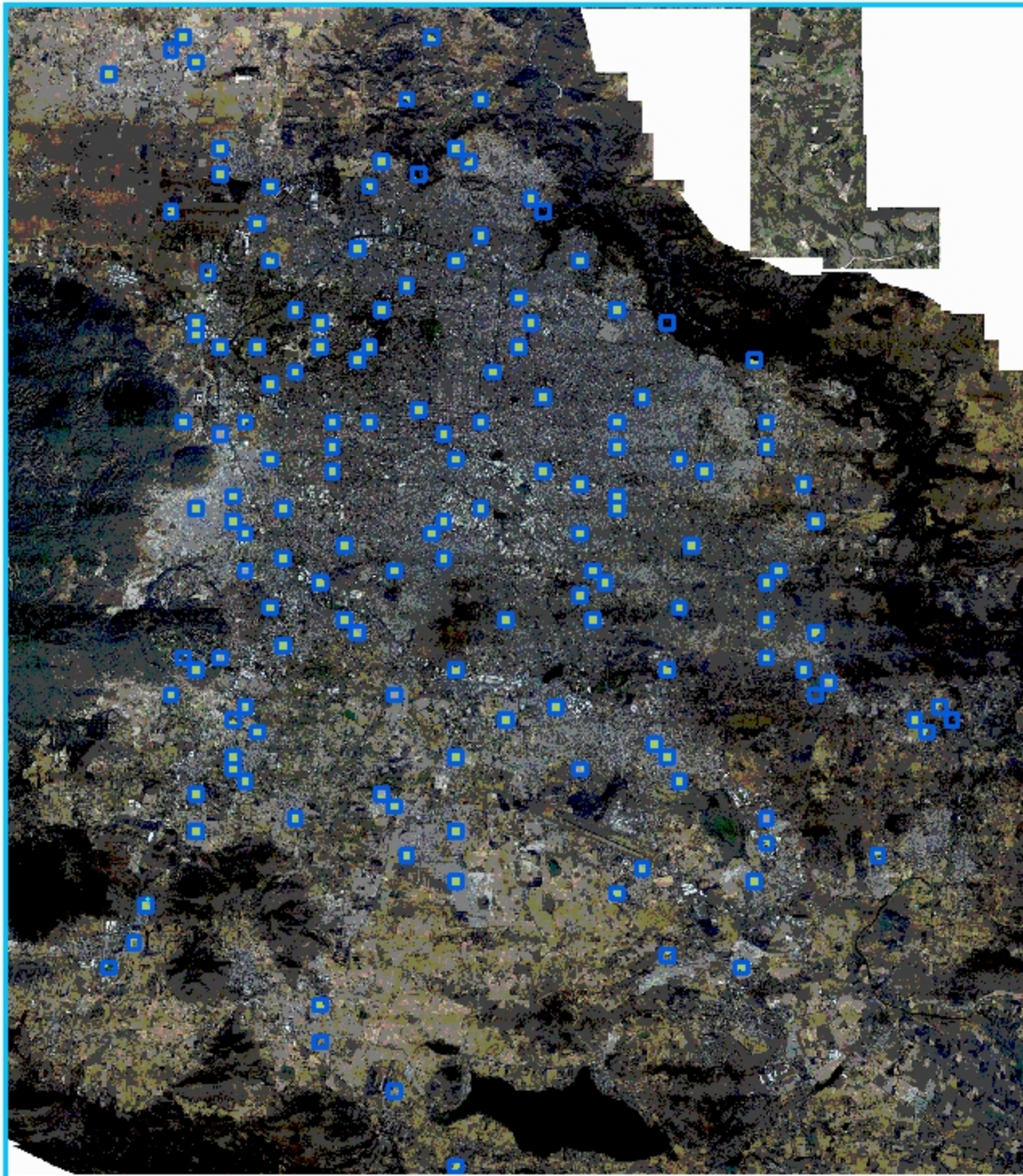
FECHA: 05/05/2016

UNIDADES: MMGS

ESCALA: 1:10

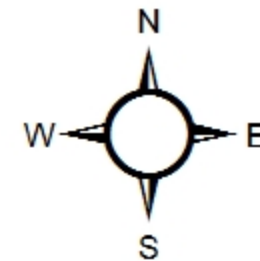
A





Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE






ITESO

6,600 3,300 0 6,600 Meters



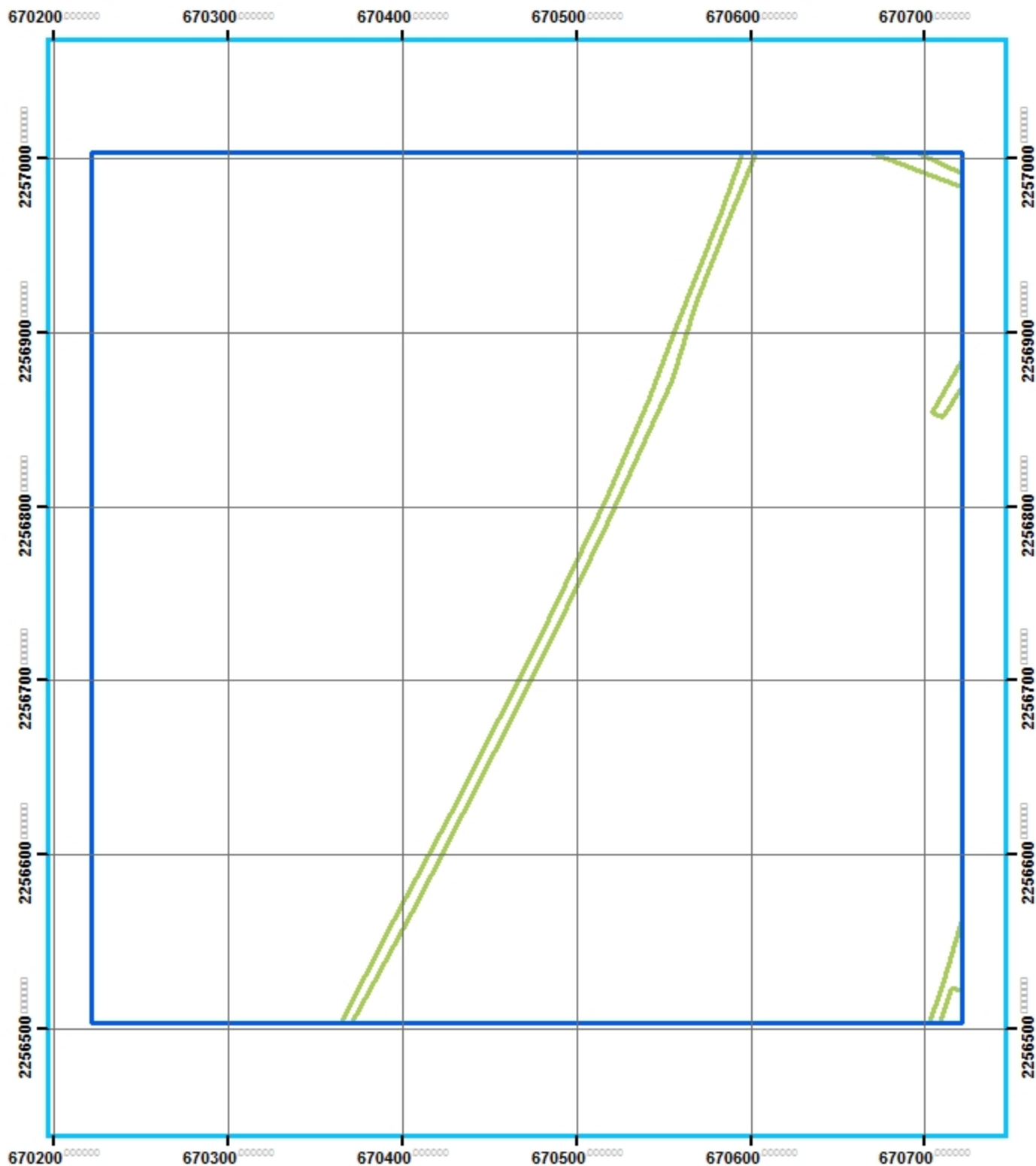
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

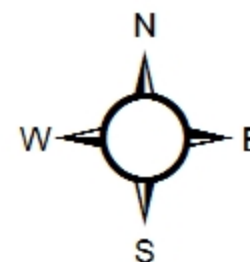
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0000



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE





ITESO

90 45 0 90 Meters



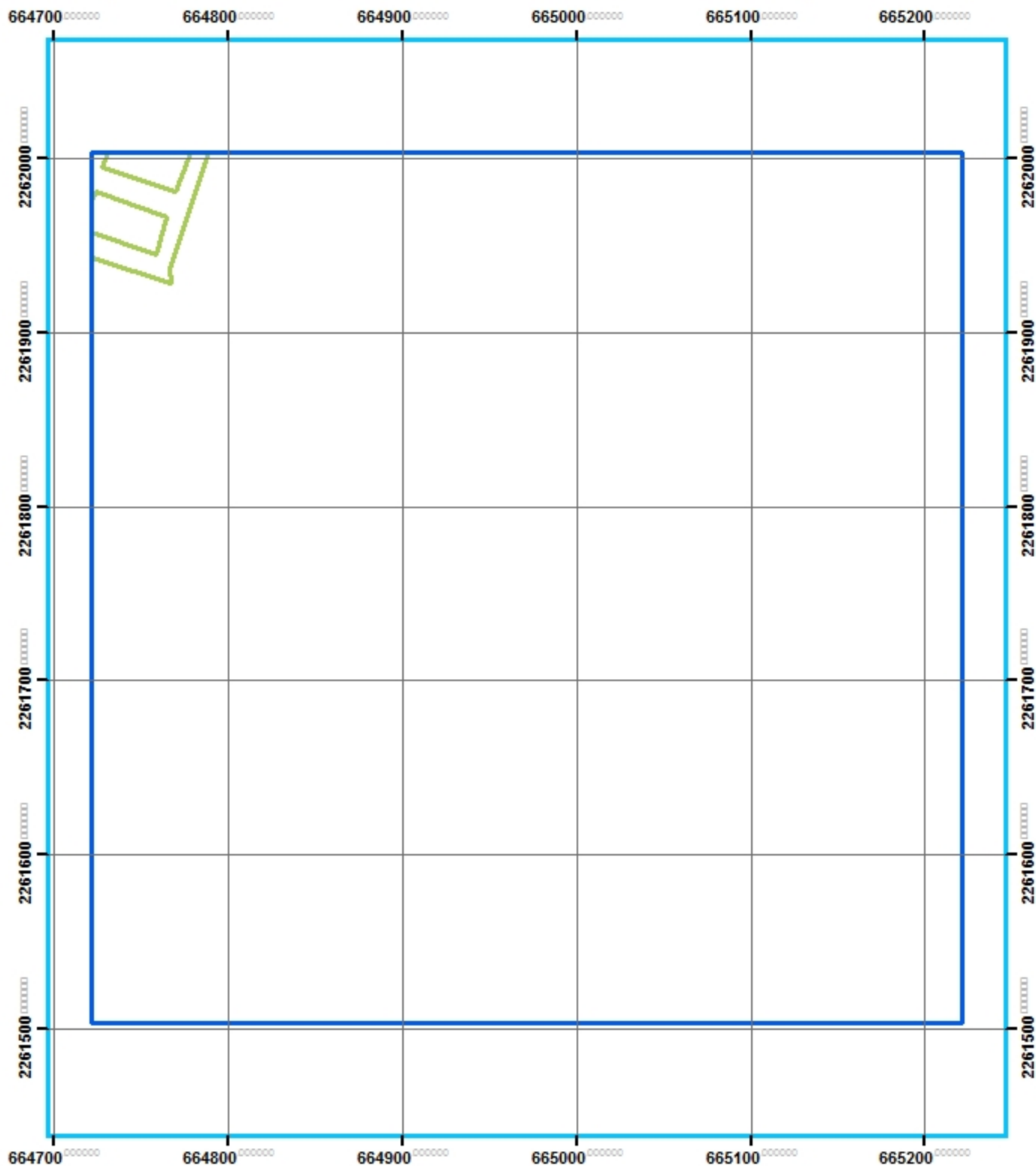
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

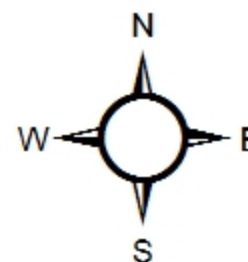
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0001



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters



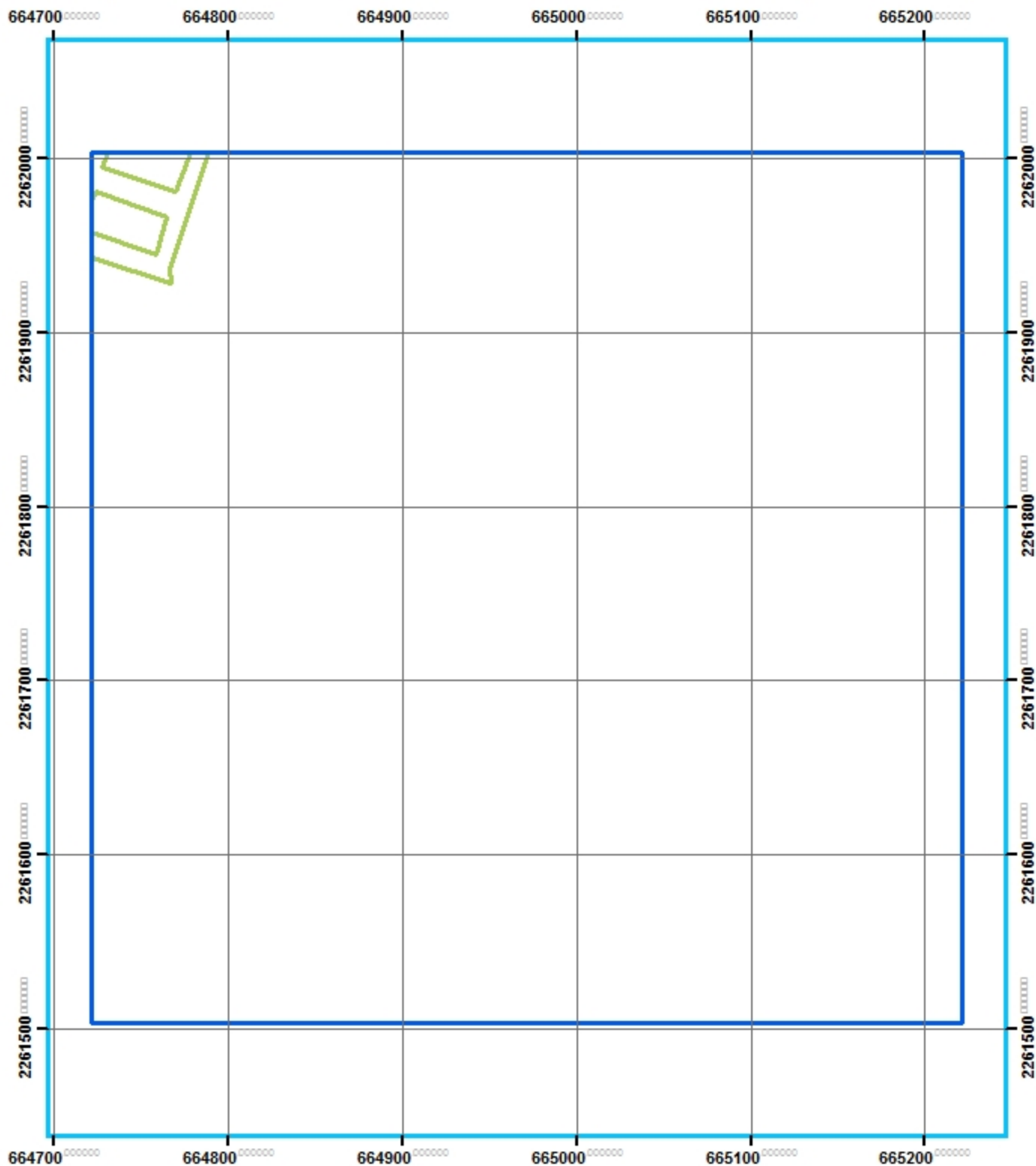
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

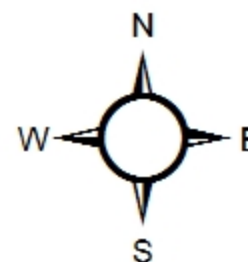
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0002



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE




ITESO

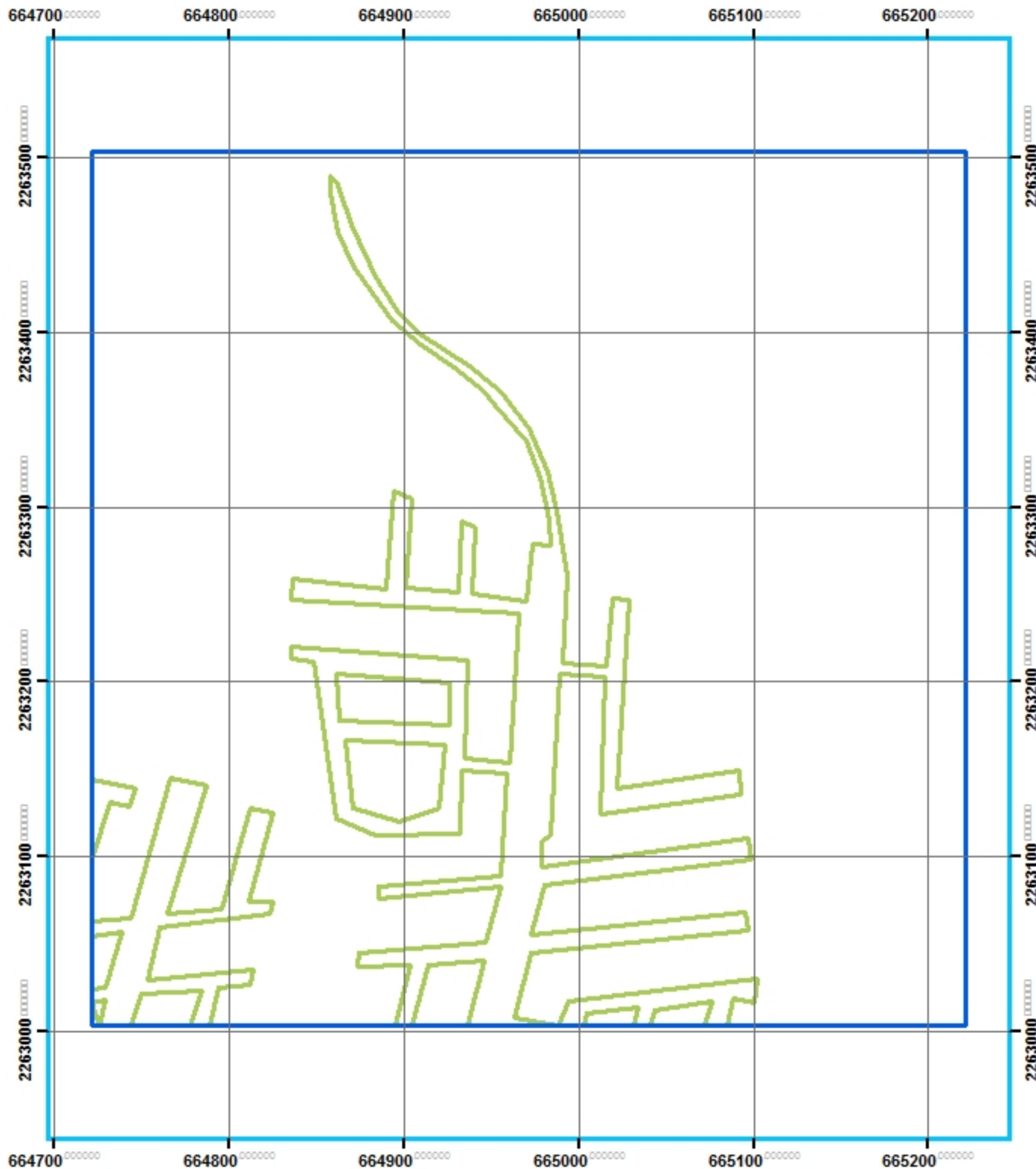
90 45 0 90 Meters



Simbología

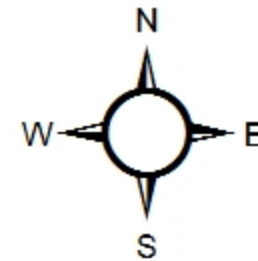
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoa/mg>
Número: MPGE-0003



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



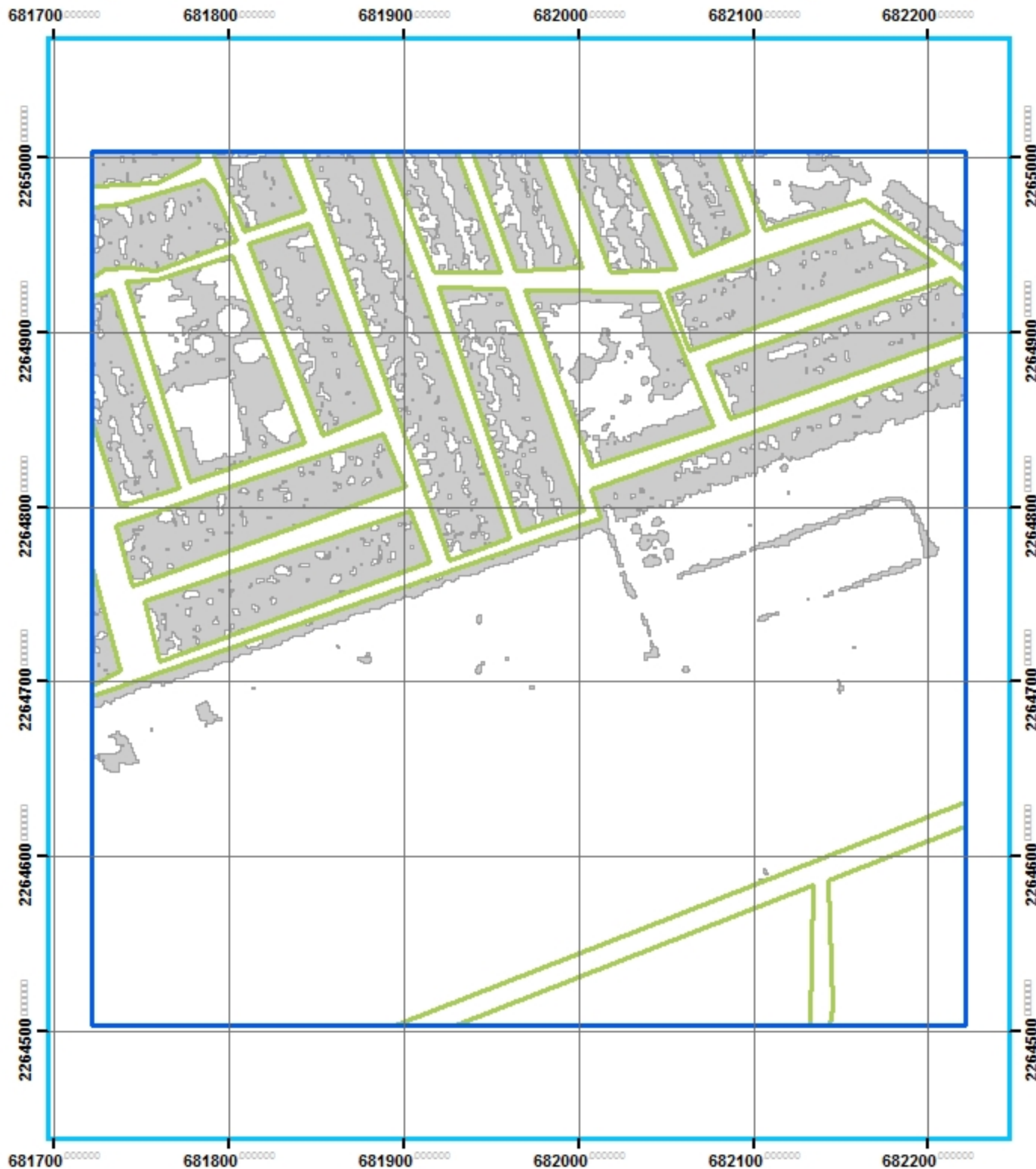
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

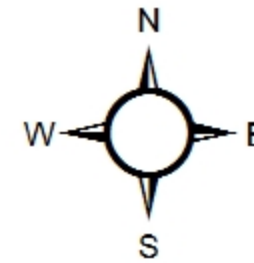
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0004



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



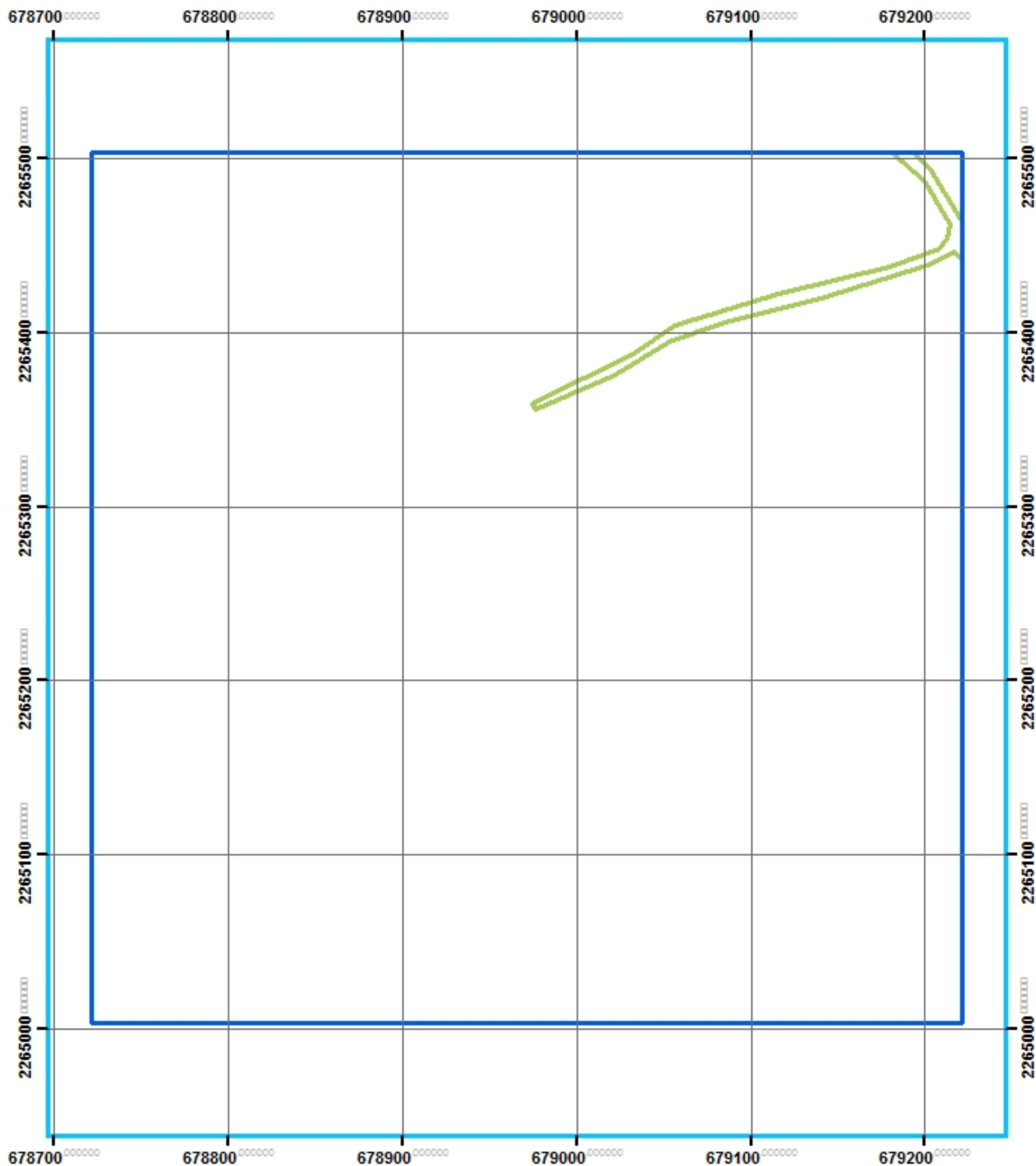
ITESO



Simbología

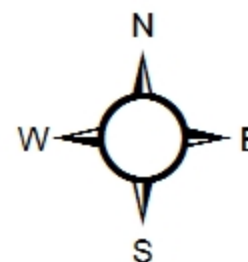
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>
Número: MPGE-0005



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters



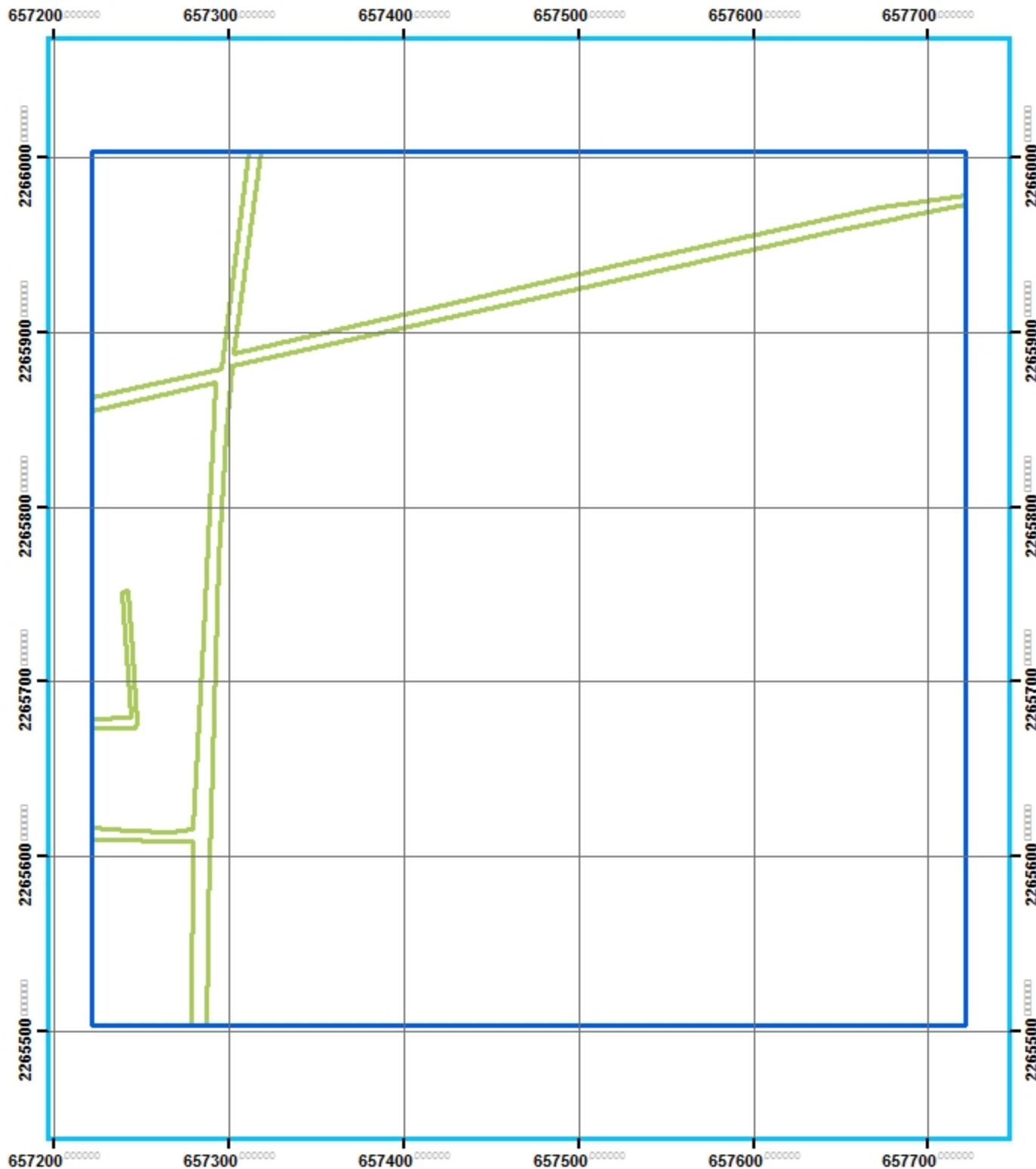
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

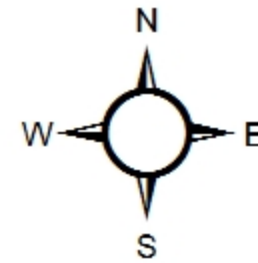
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0006



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



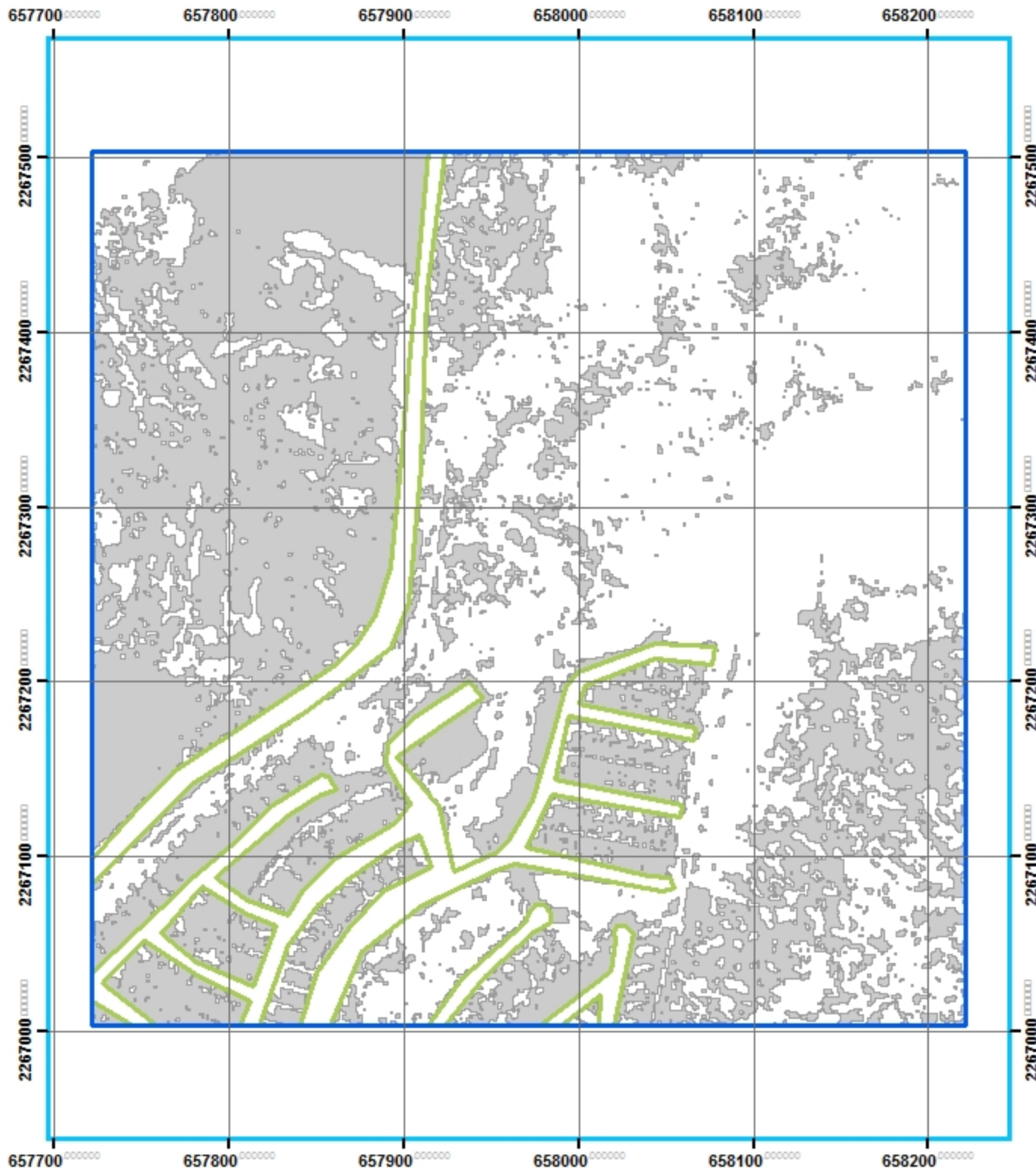
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

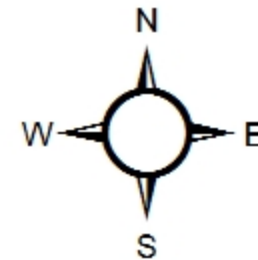
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0007



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



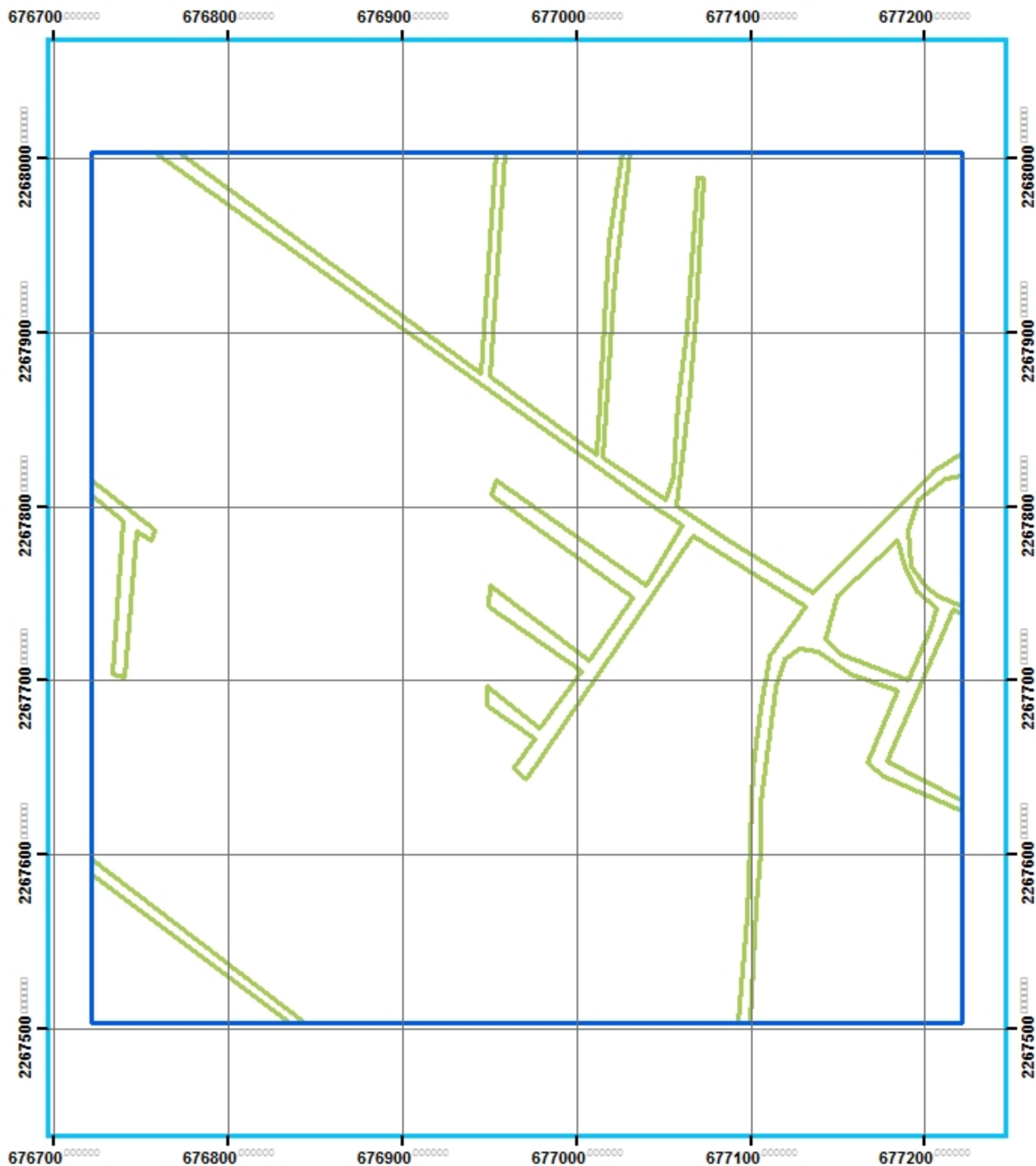
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

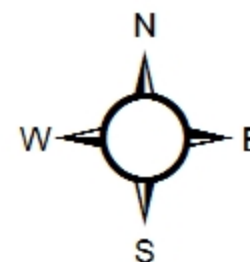
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0008



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE





ITESO

90 45 0 90 Meters



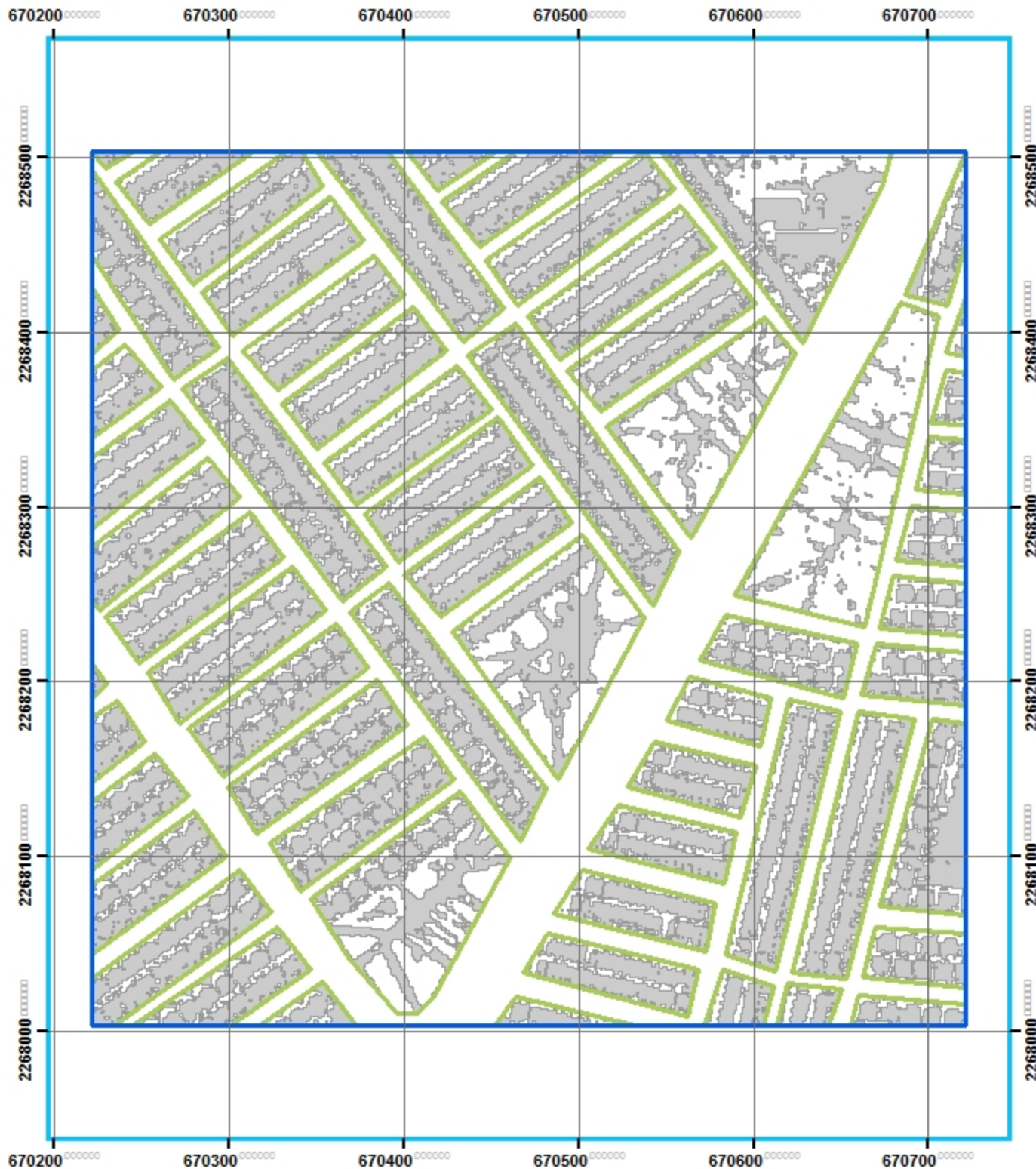
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

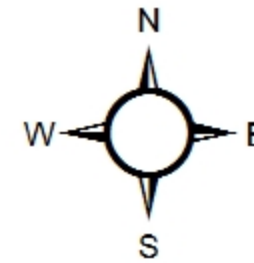
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0009



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



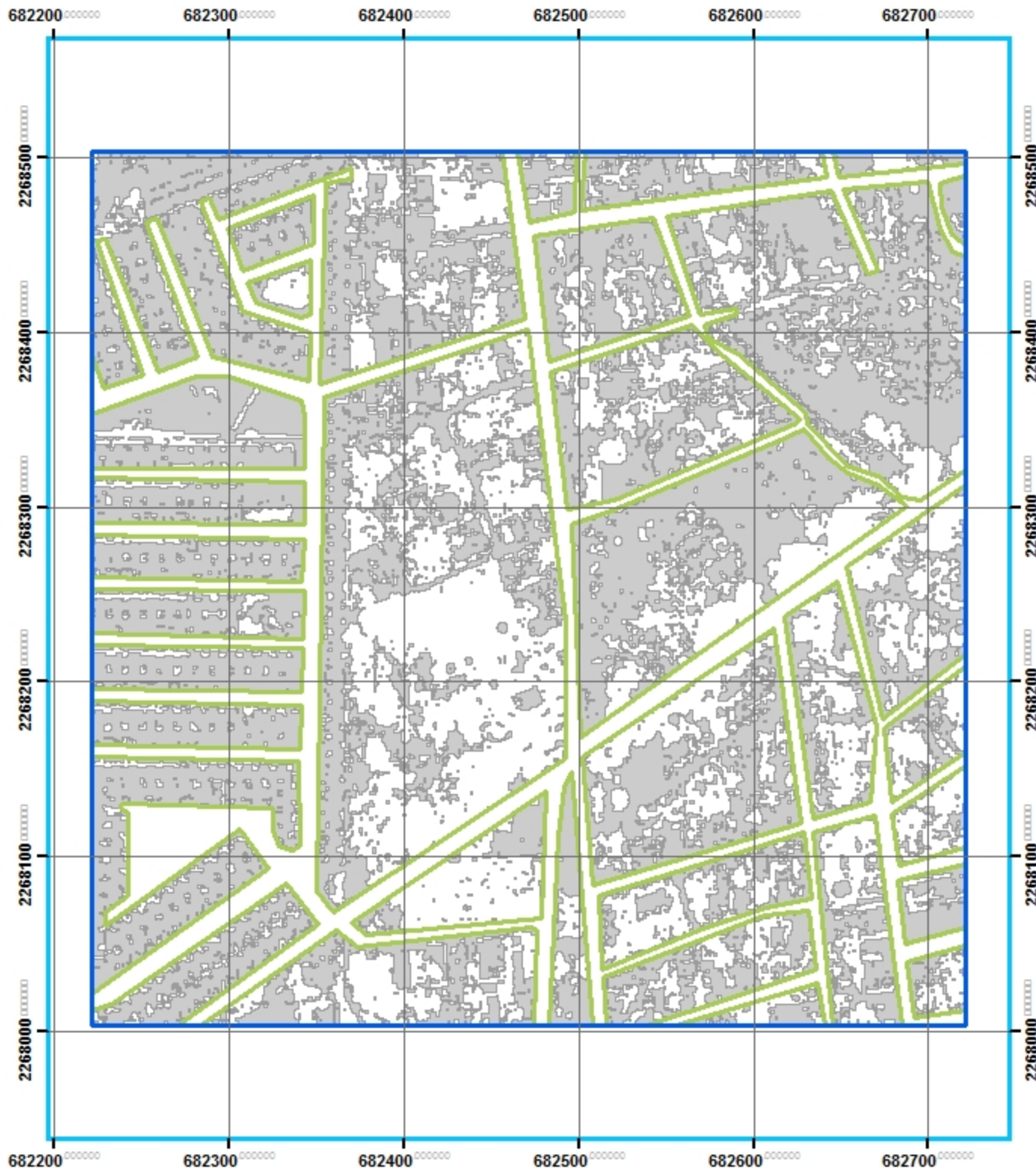
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

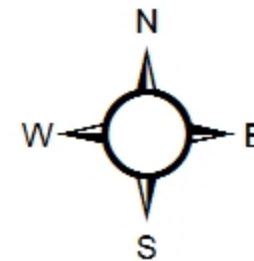
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0010



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



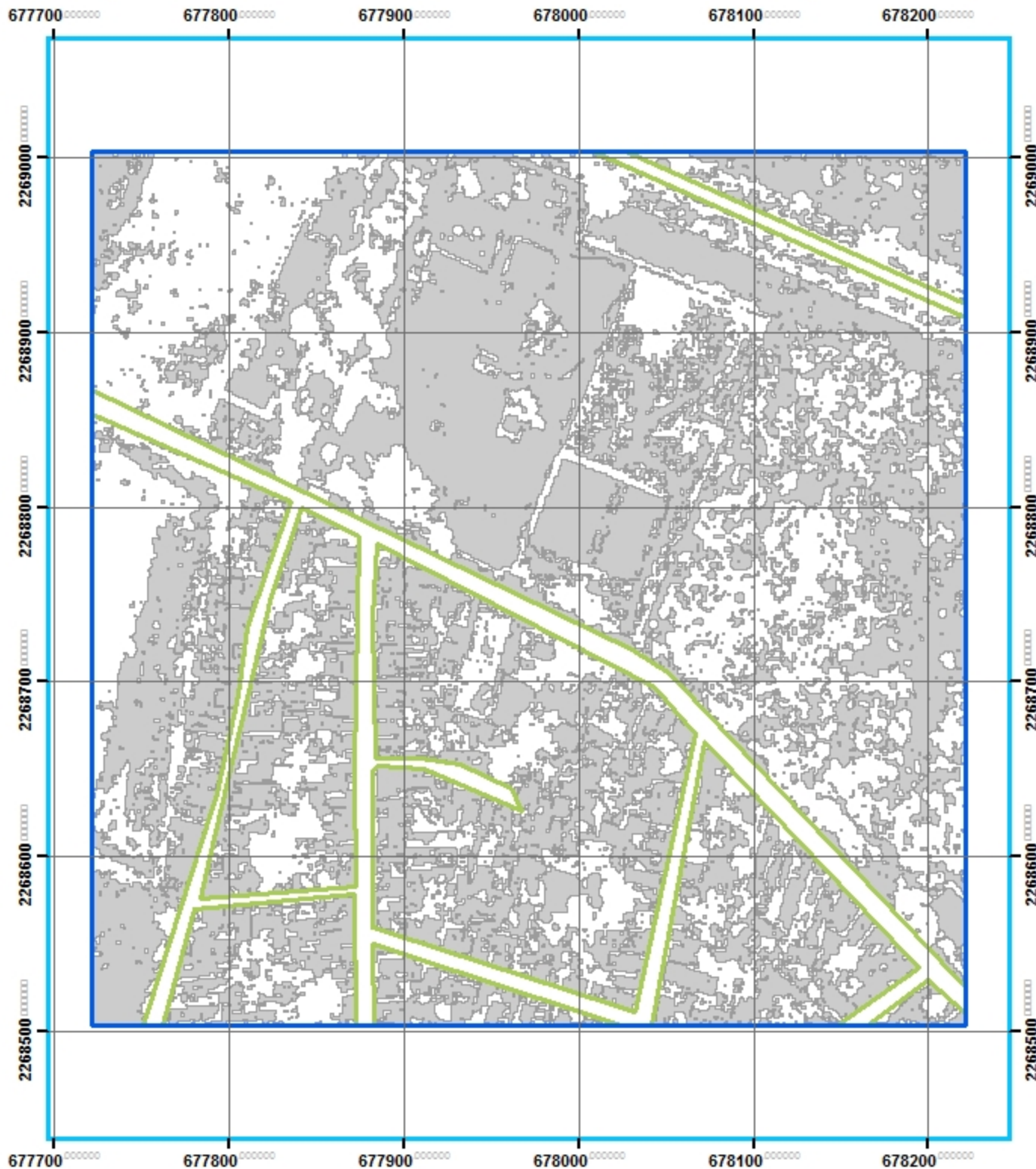
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

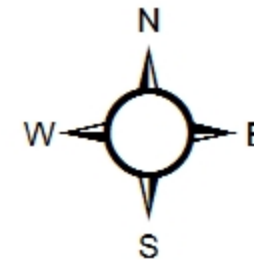
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0011



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

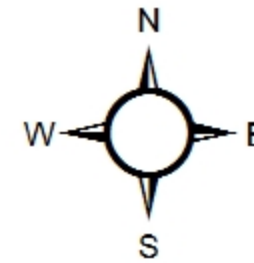
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0012



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



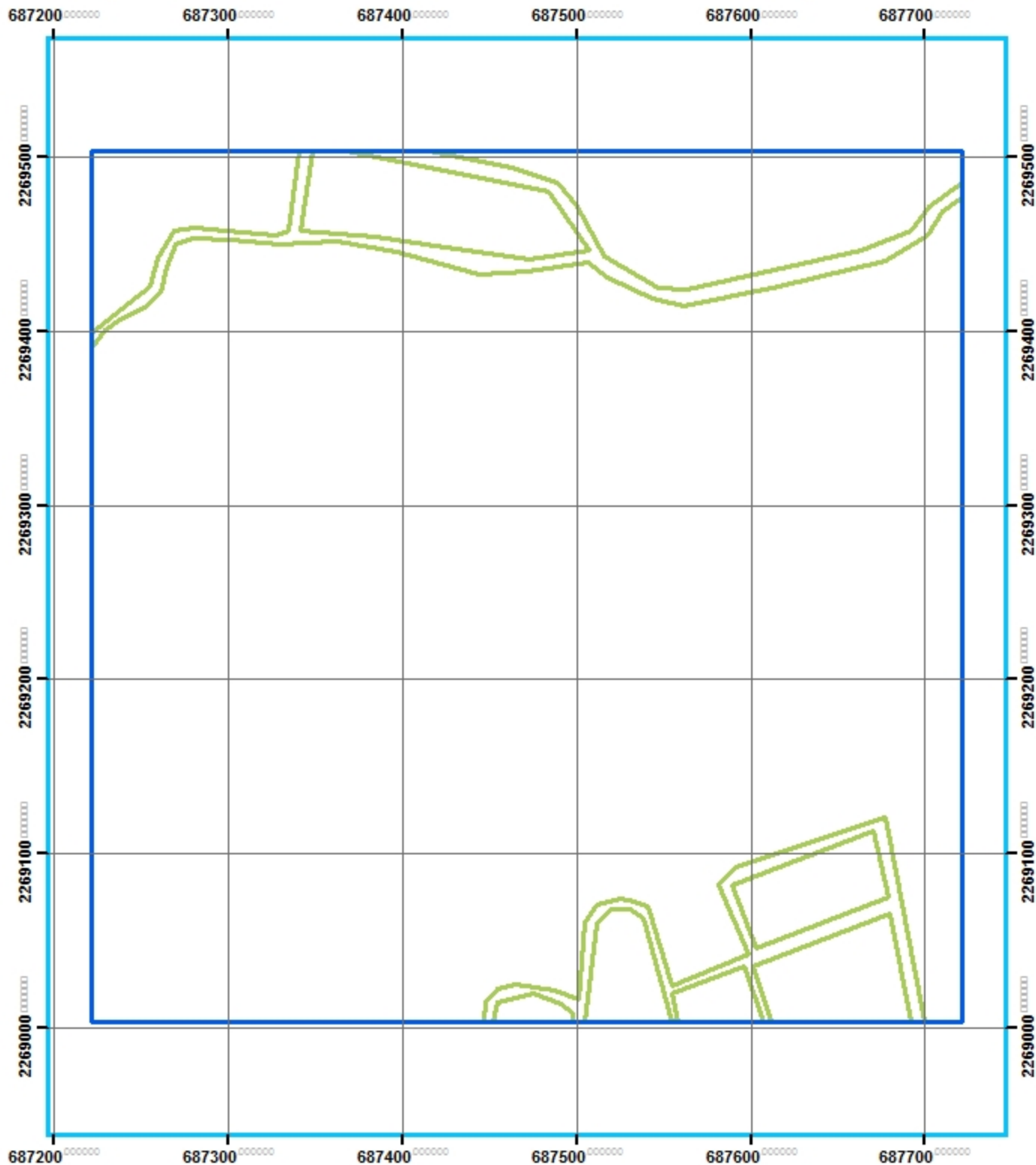
ITESO



Simbología

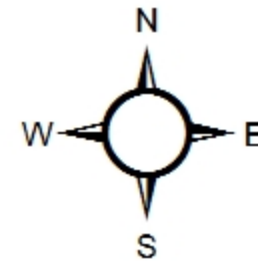
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0013



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



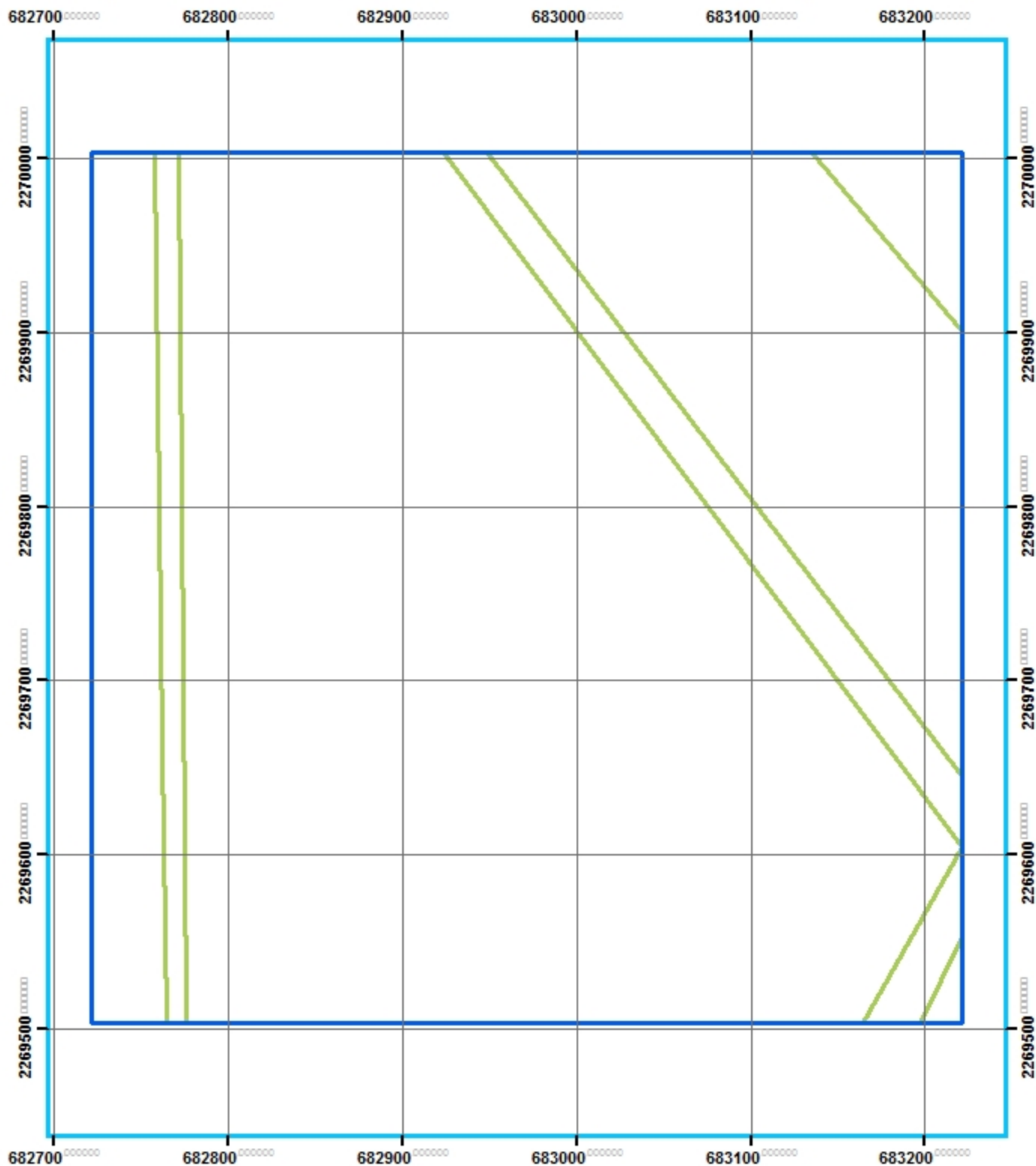
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

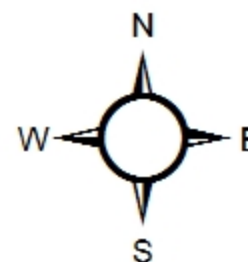
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>

Número: MPGE-0014



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE




ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

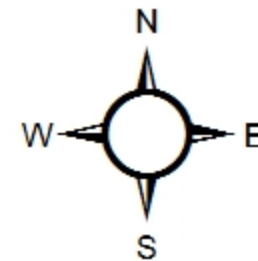
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>

Número: MPGE-0015



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE





ITESO

90 45 0 90 Meters



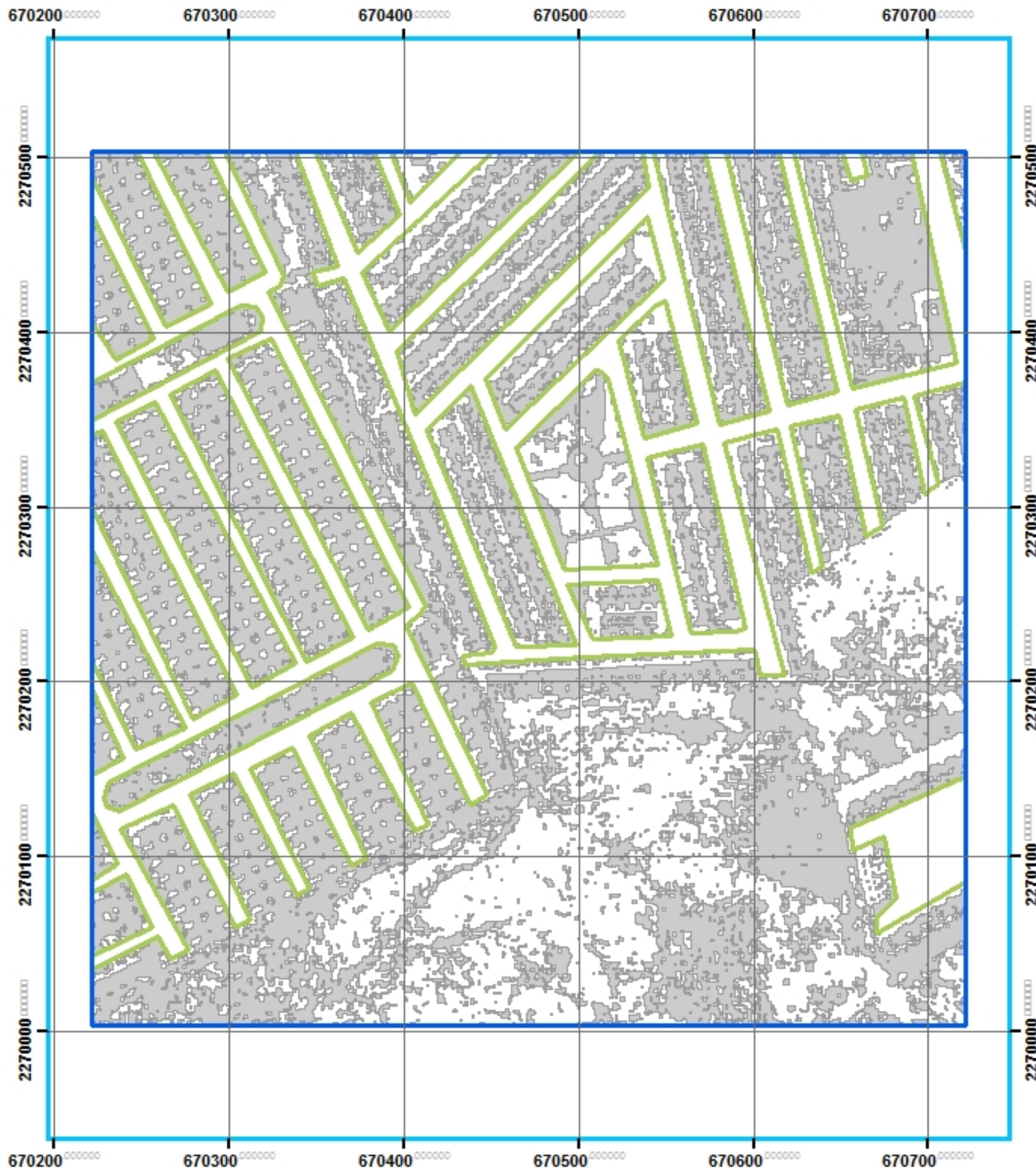
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

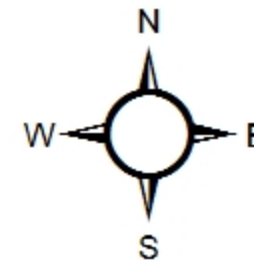
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0016



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



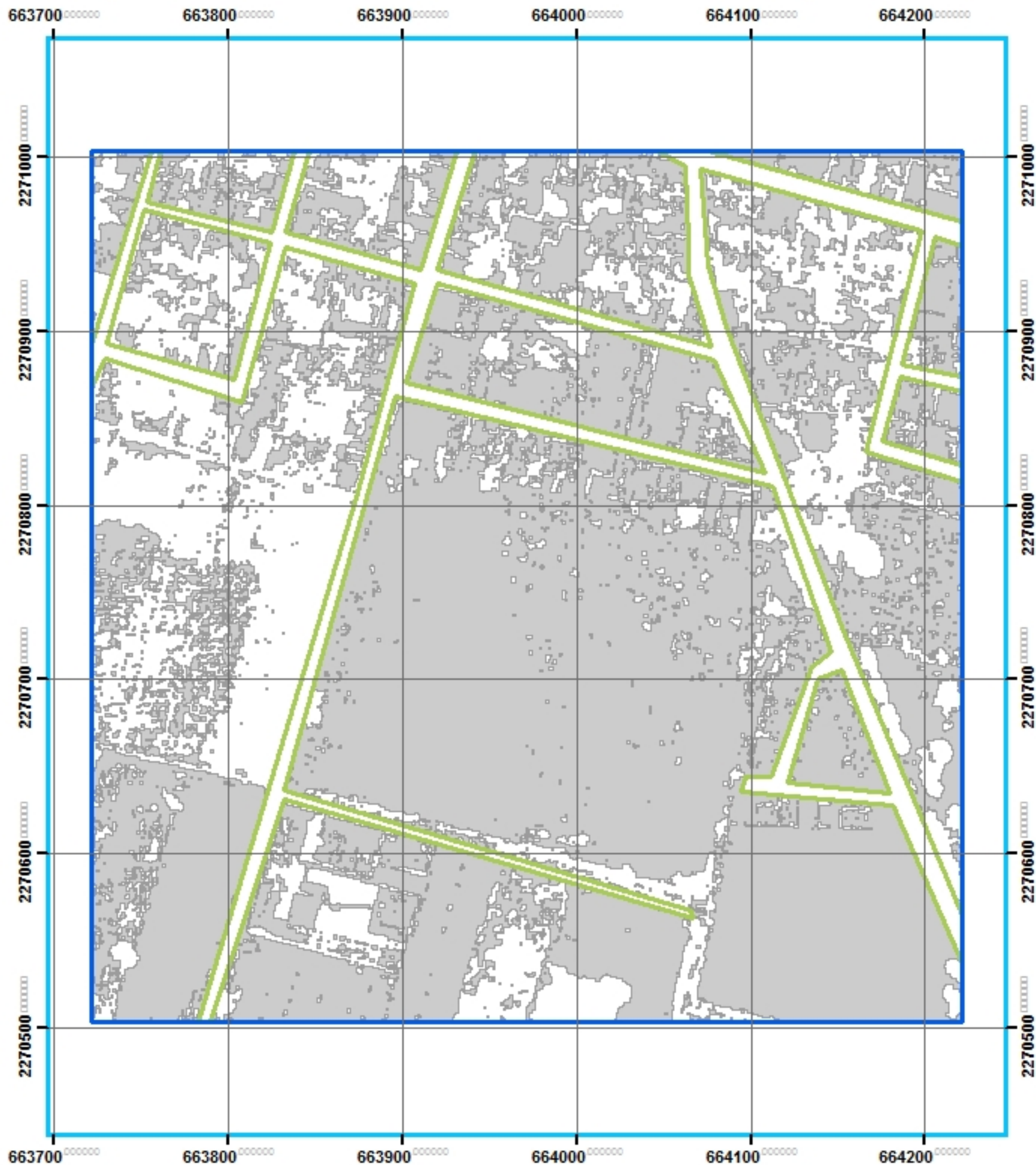
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

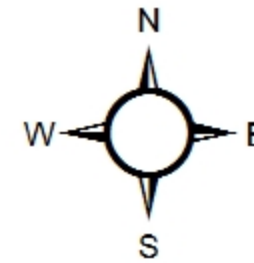
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0017



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



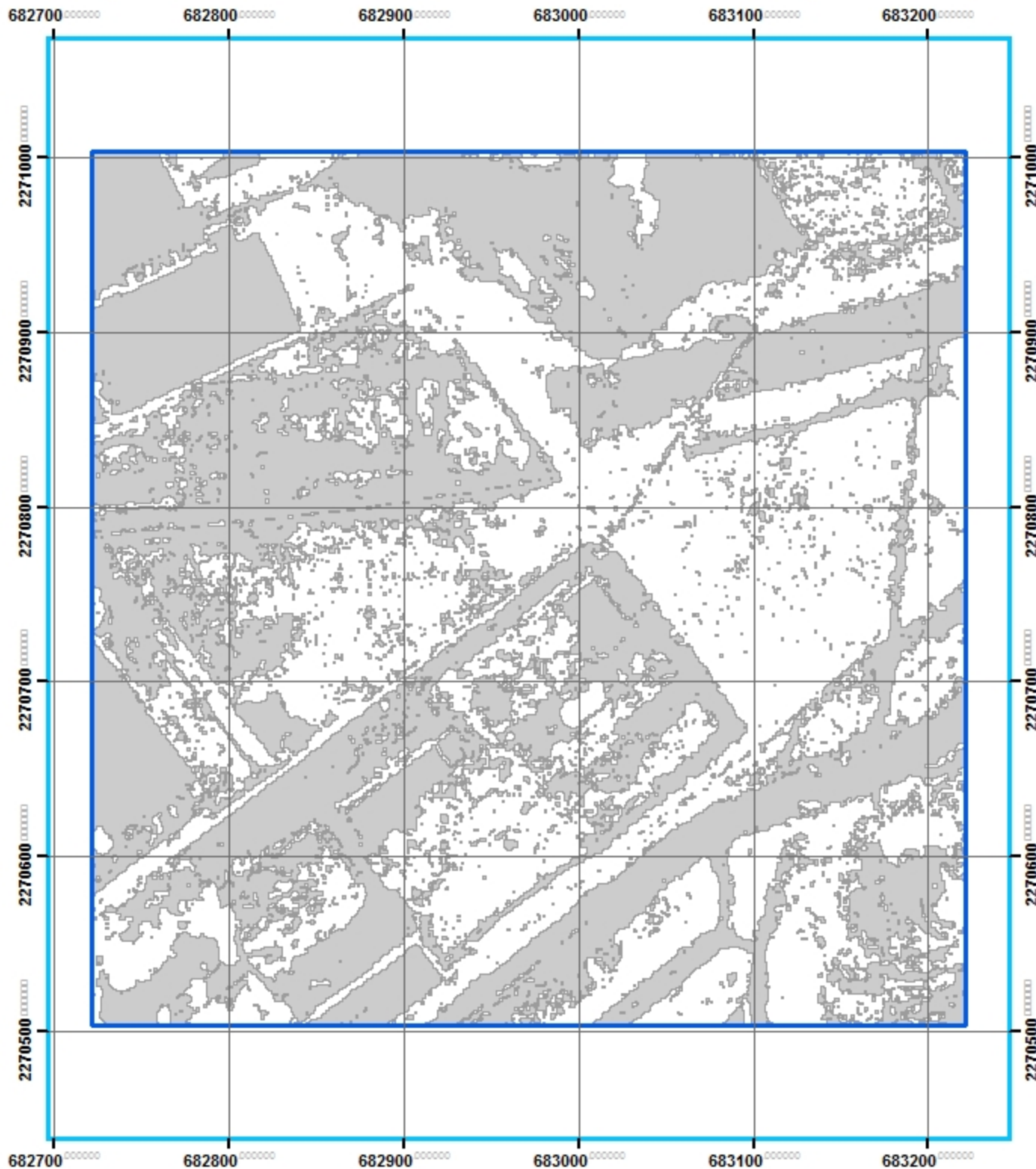
ITESO



Simbología

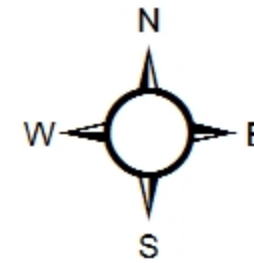
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0018



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



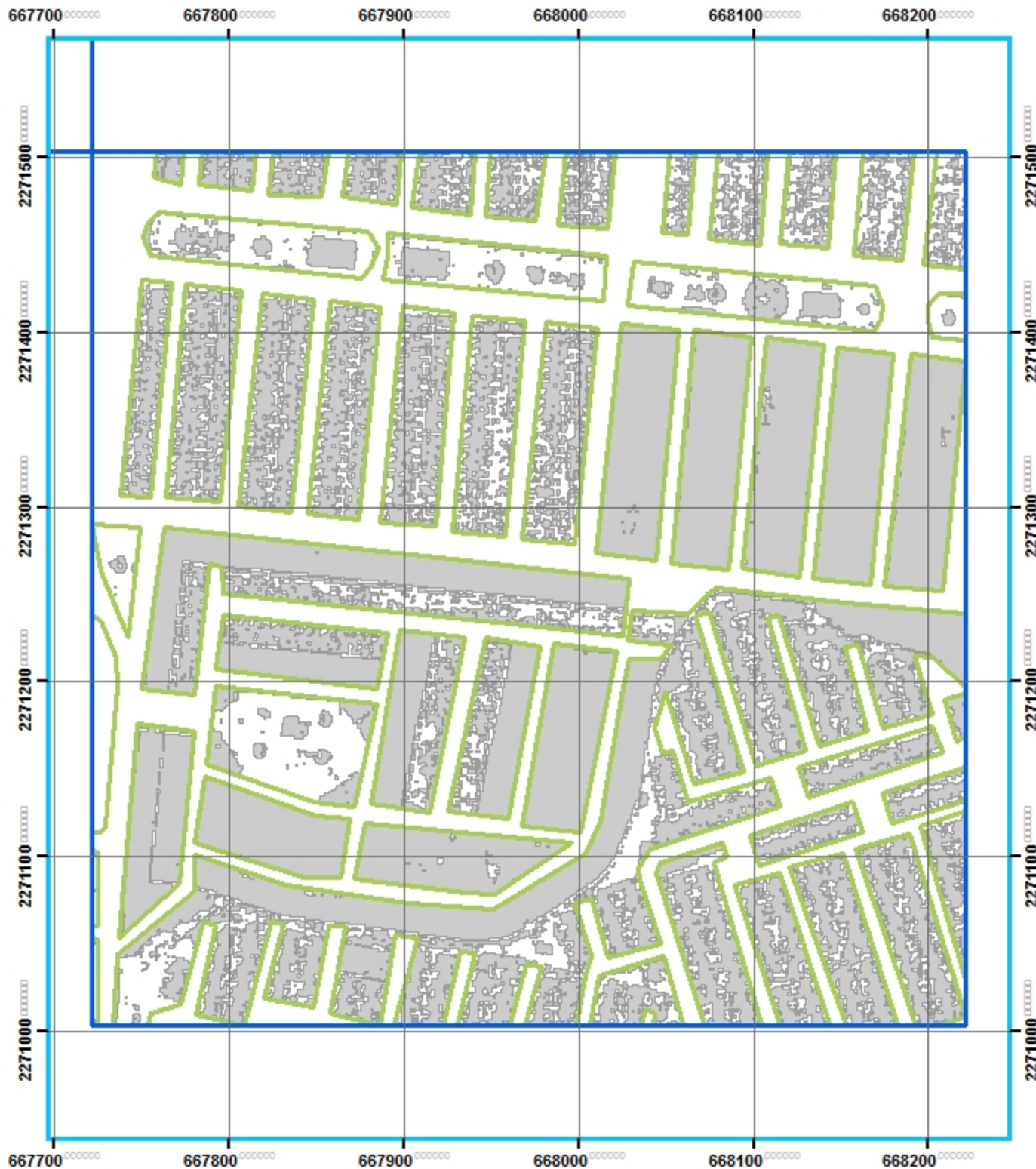
ITESO



Simbología

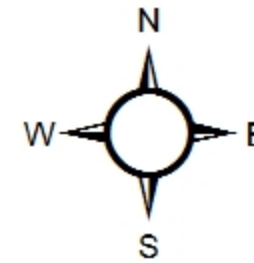
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0019



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



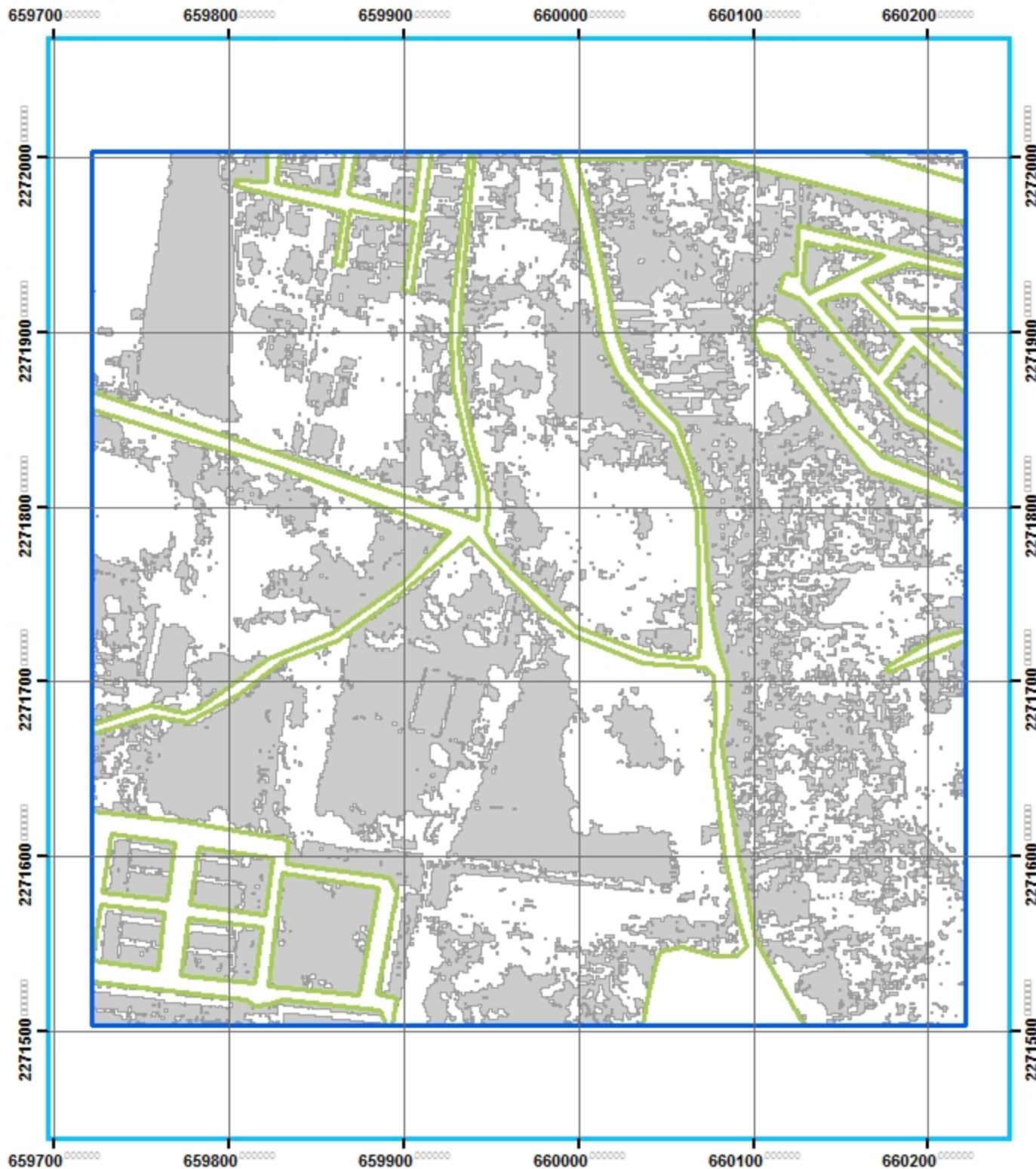
ITESO



Simbología

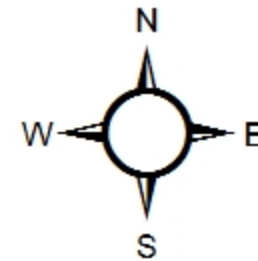
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0020



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



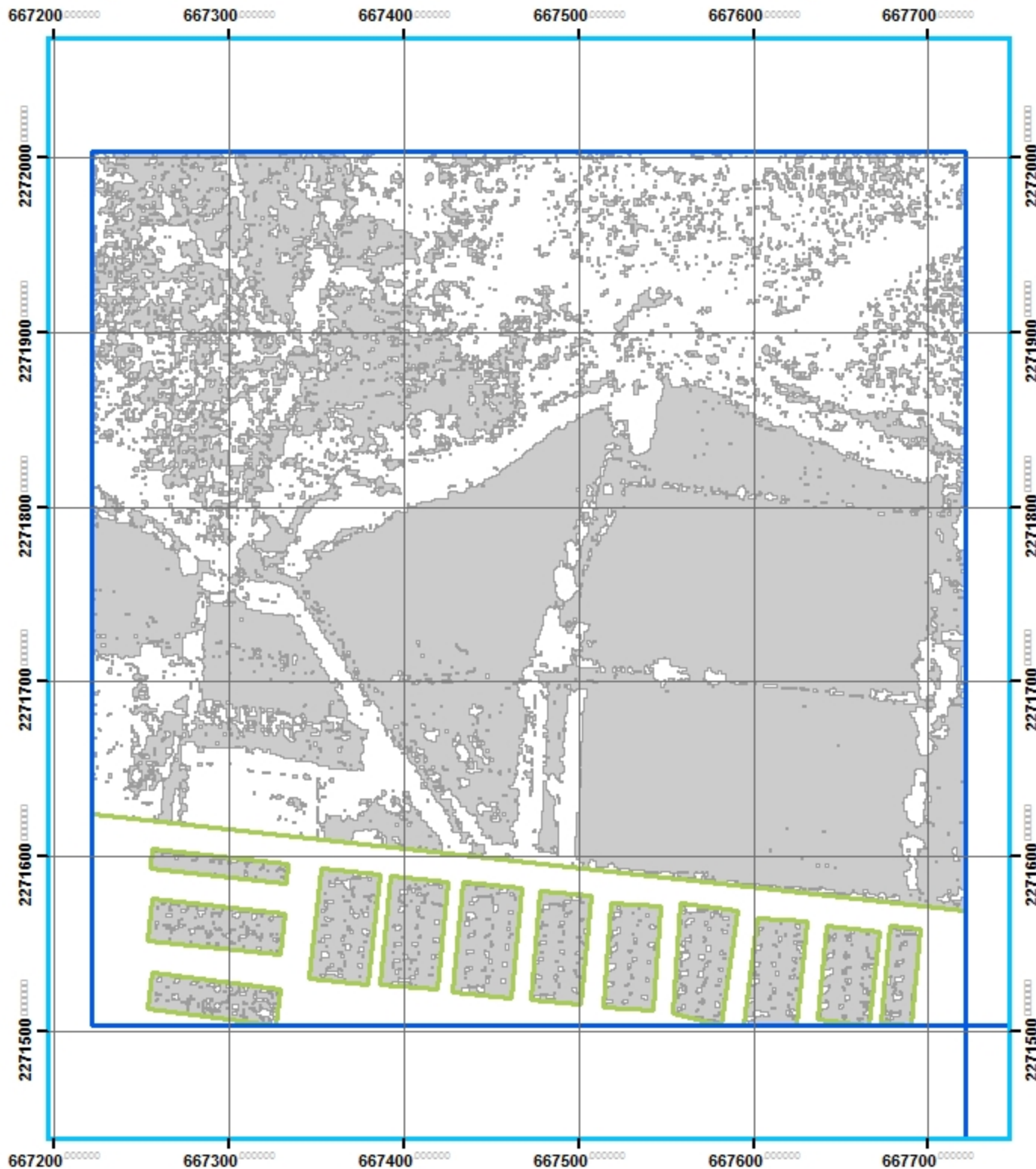
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

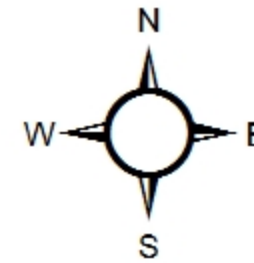
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0021



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

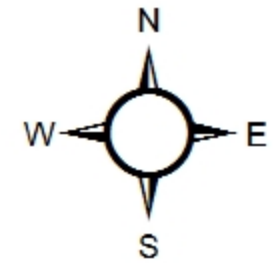
- CUADRANTES MUESTREO 10%
- MANZANAS
- TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0022

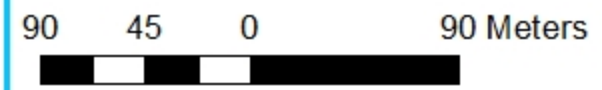


Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

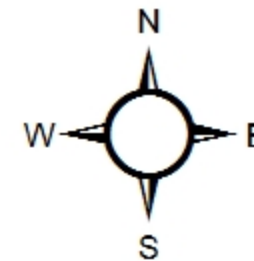
- CUADRANTES MUESTREO 10%
- MANZANAS
- TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
 Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
 Número: MPGE-0023



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



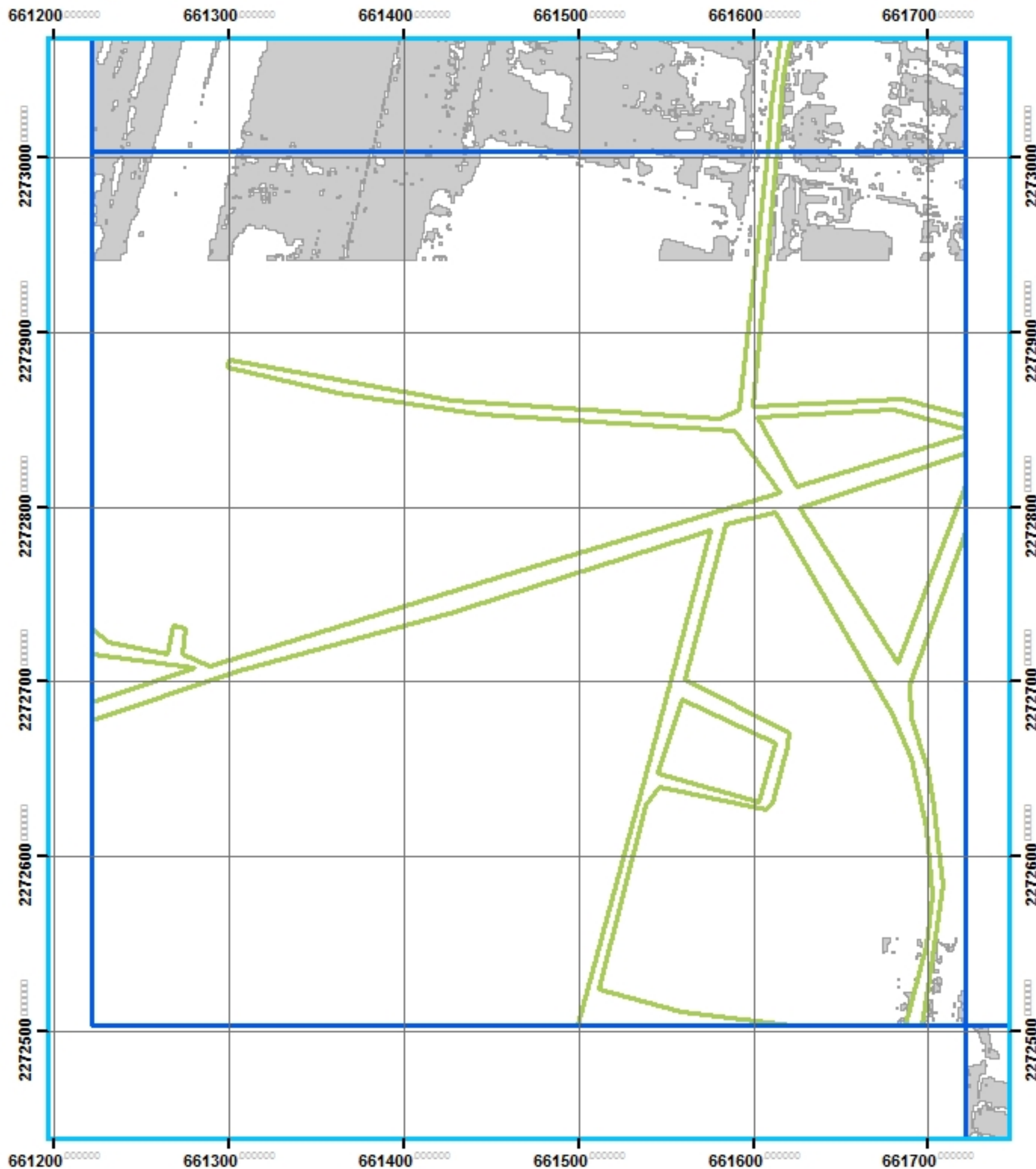
ITESO



Simbología

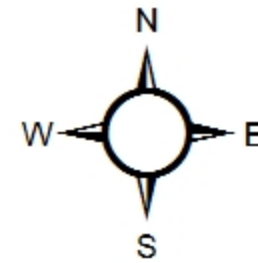
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0024



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



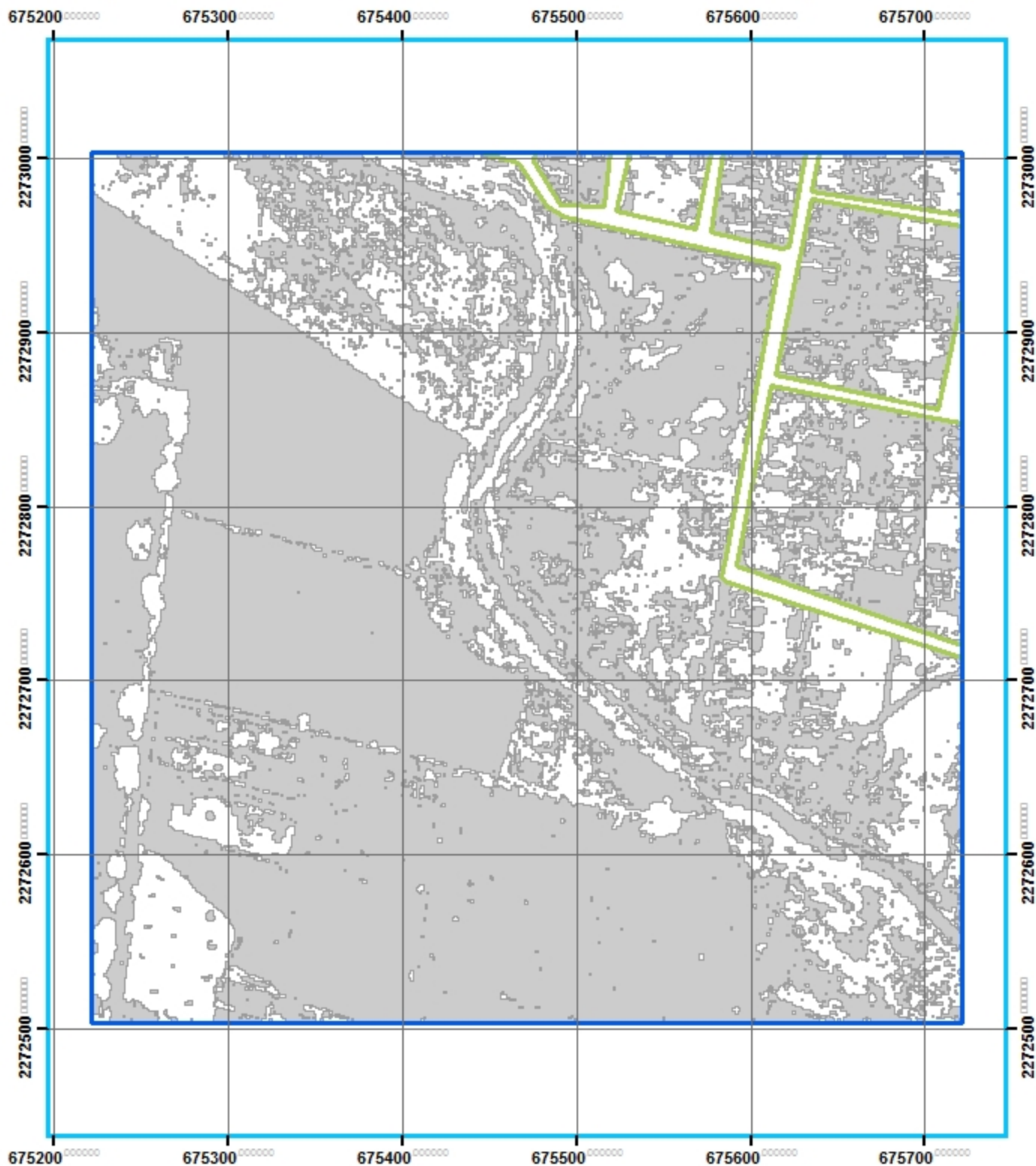
ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoa/mg>
Número: MPGE-0025



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

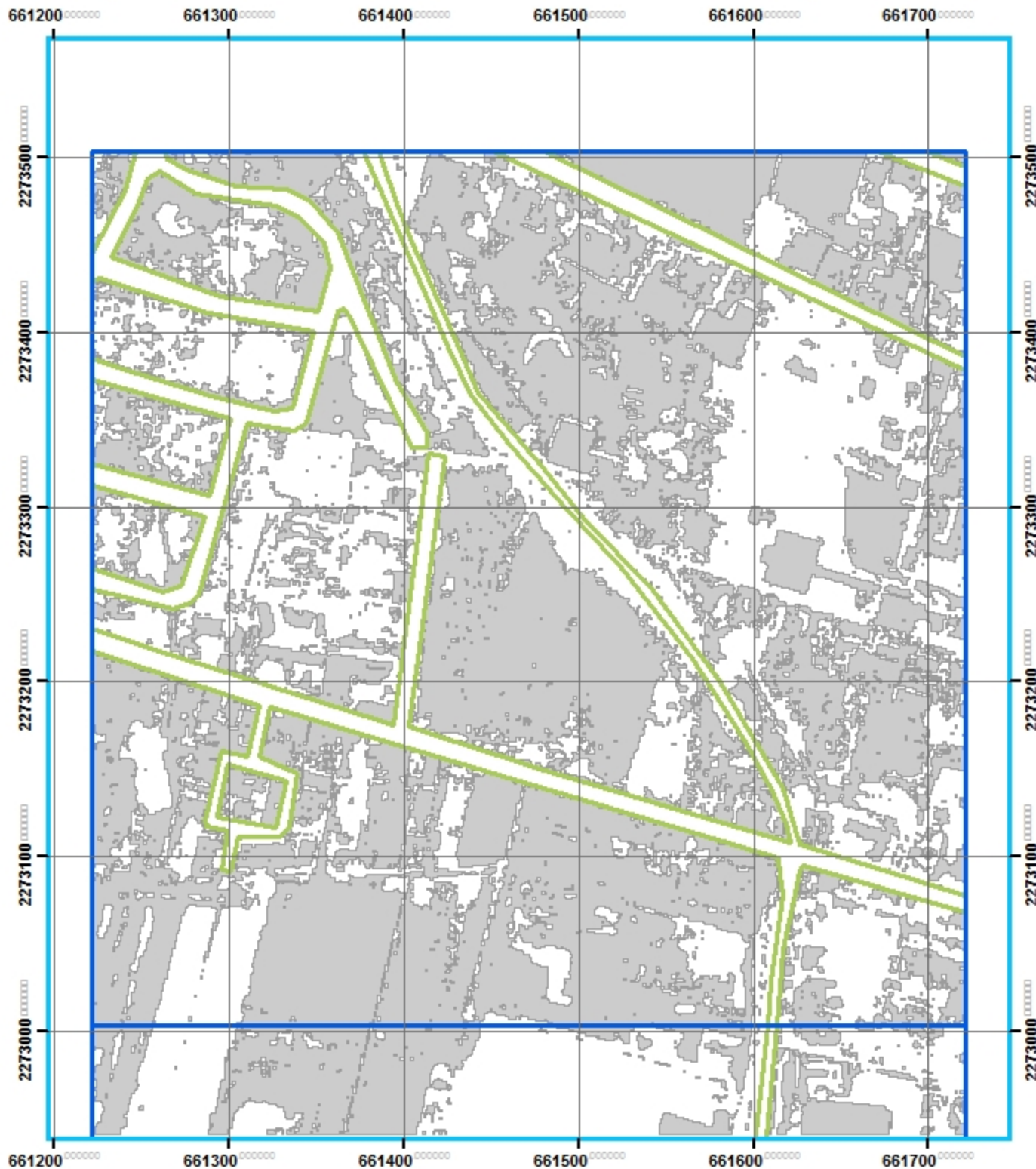
ITESO

90 45 0 90 Meters

Simbología

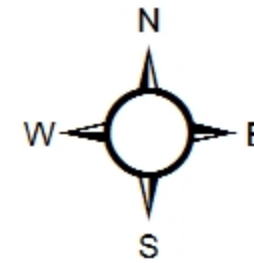
- CUADRANTES MUESTREO 10%
- MANZANAS
- TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
 Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
 Número: MPGE-0026



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

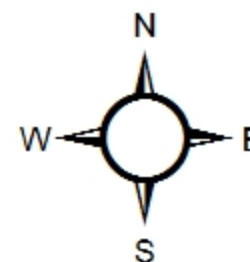
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0027



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE




ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

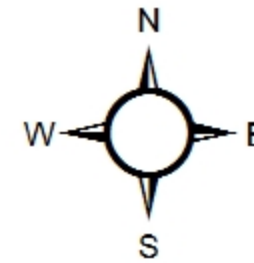
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0028



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



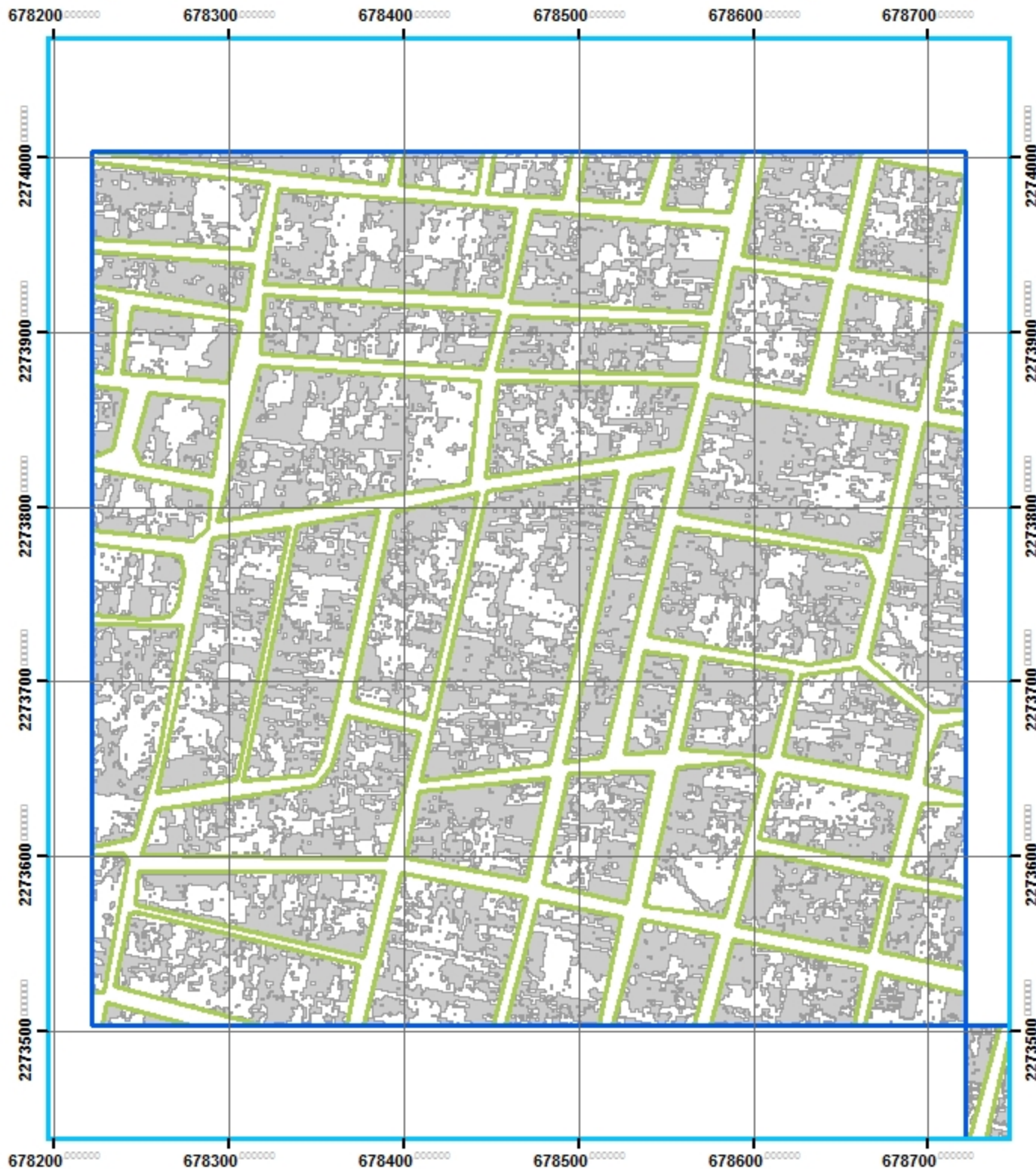
ITESO



Simbología

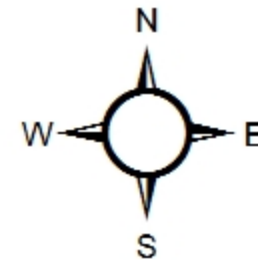
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0029



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



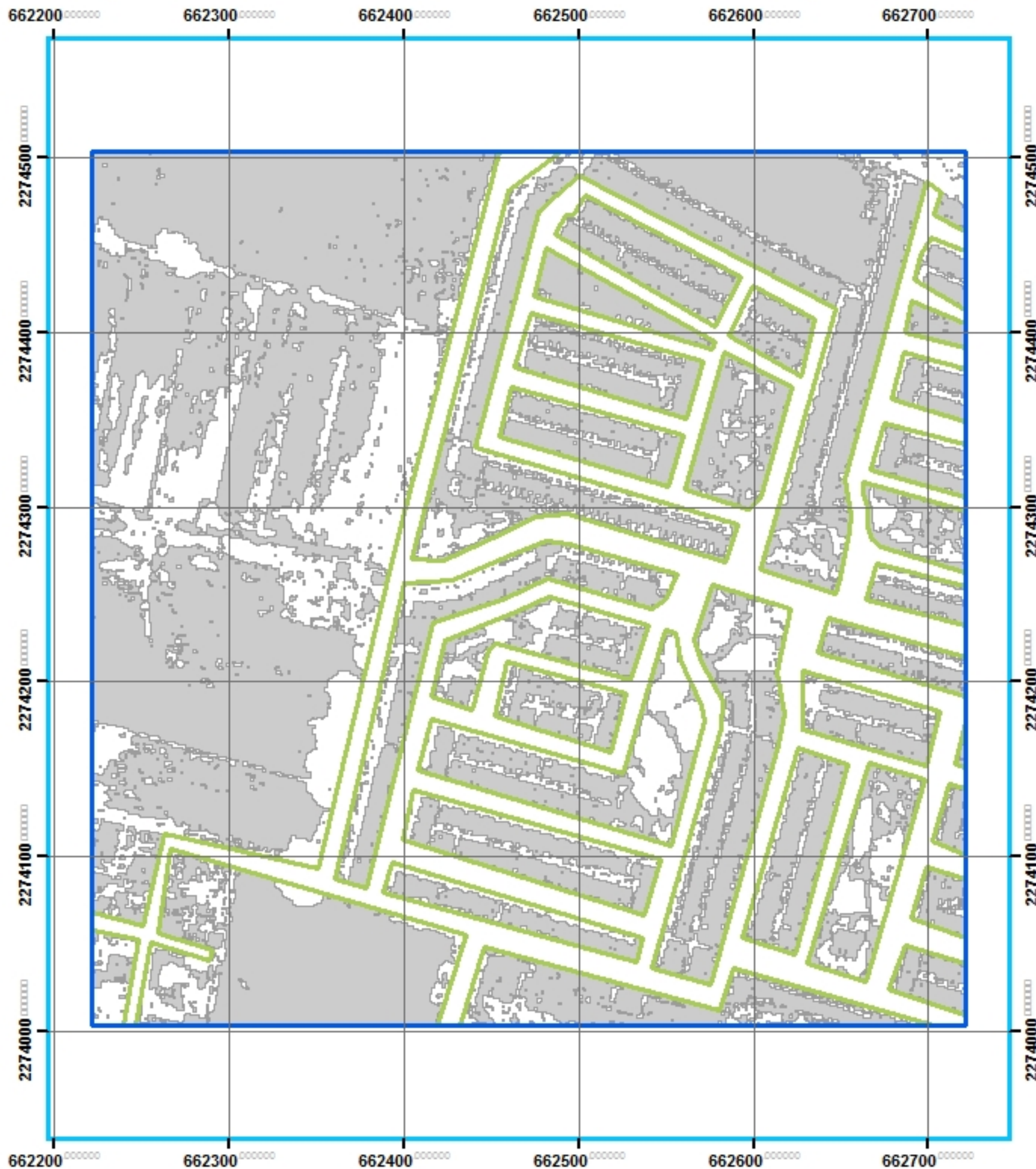
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

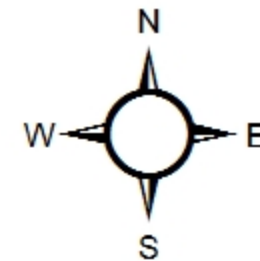
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0030



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



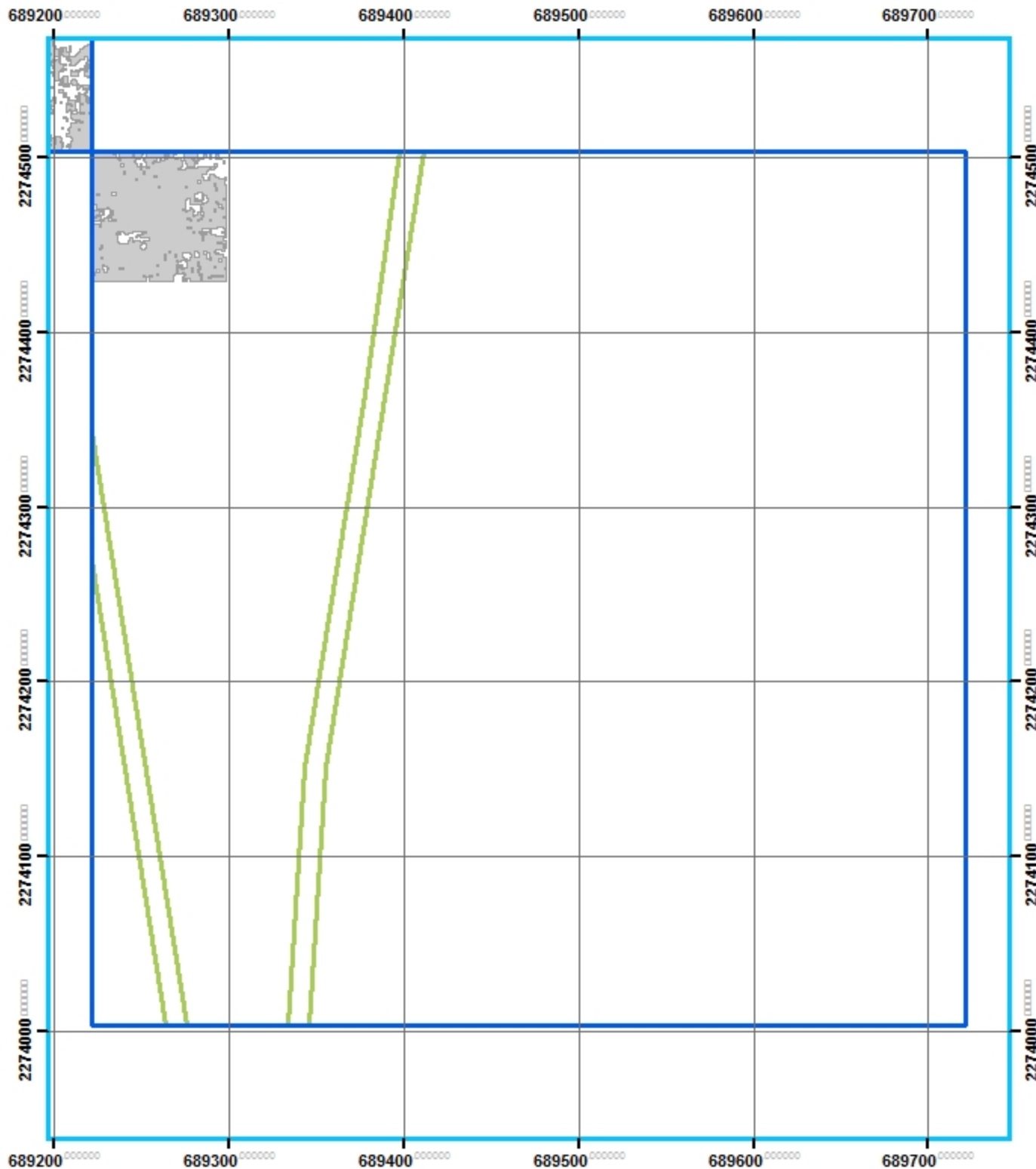
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

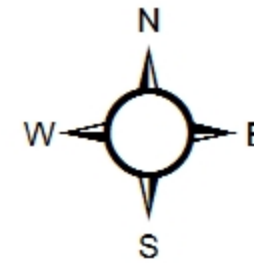
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0031



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



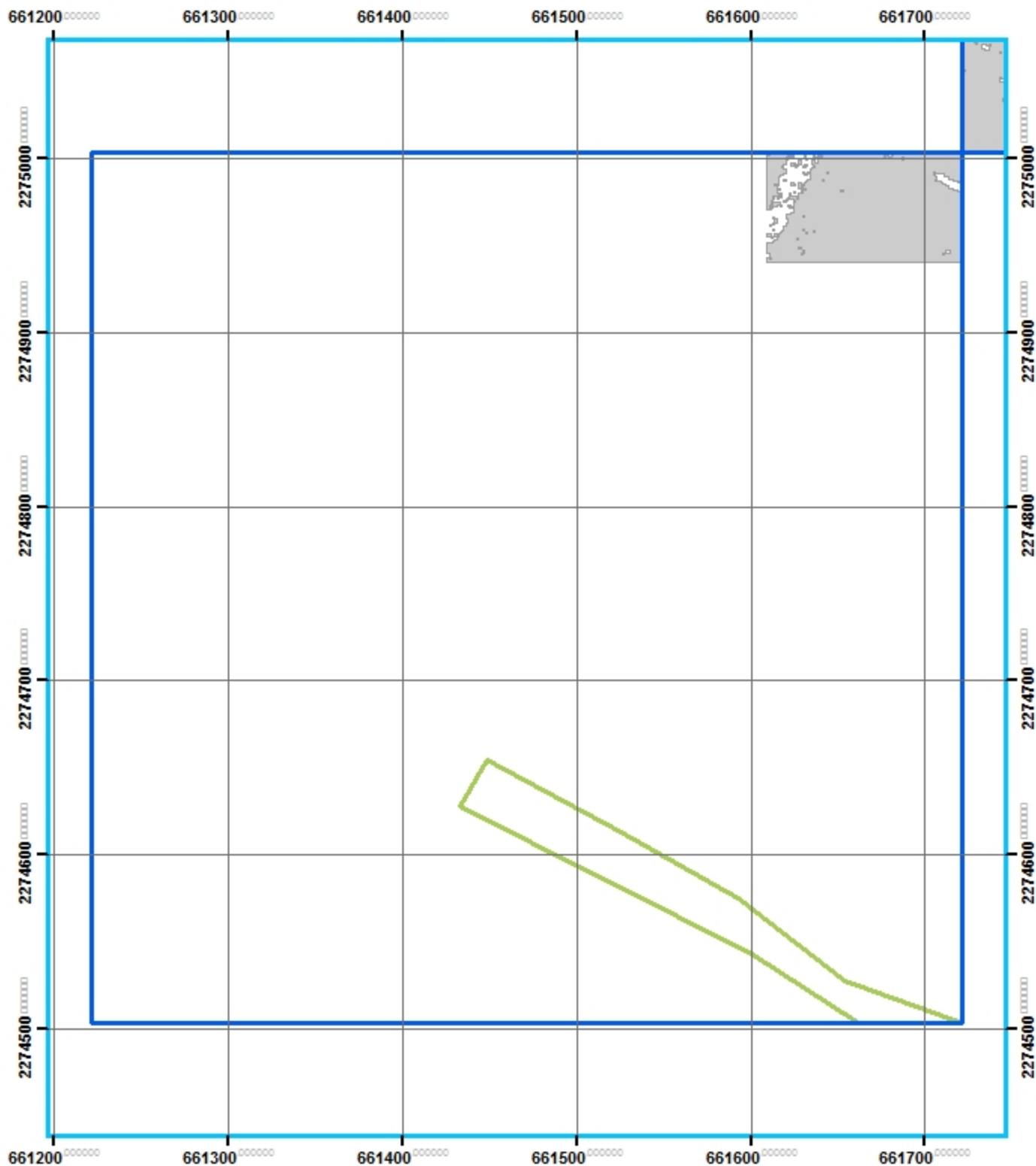
ITESO



Simbología

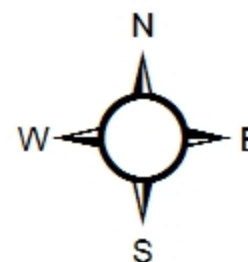
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoa/mg>
Número: MPGE-0032



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

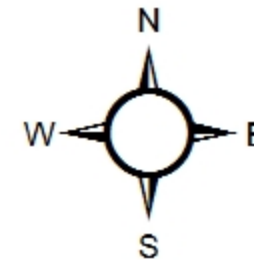
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>
Número: MPGE-0033



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

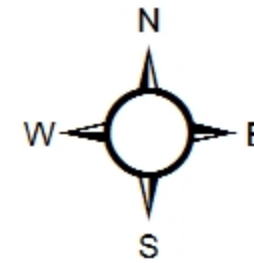
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0034



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



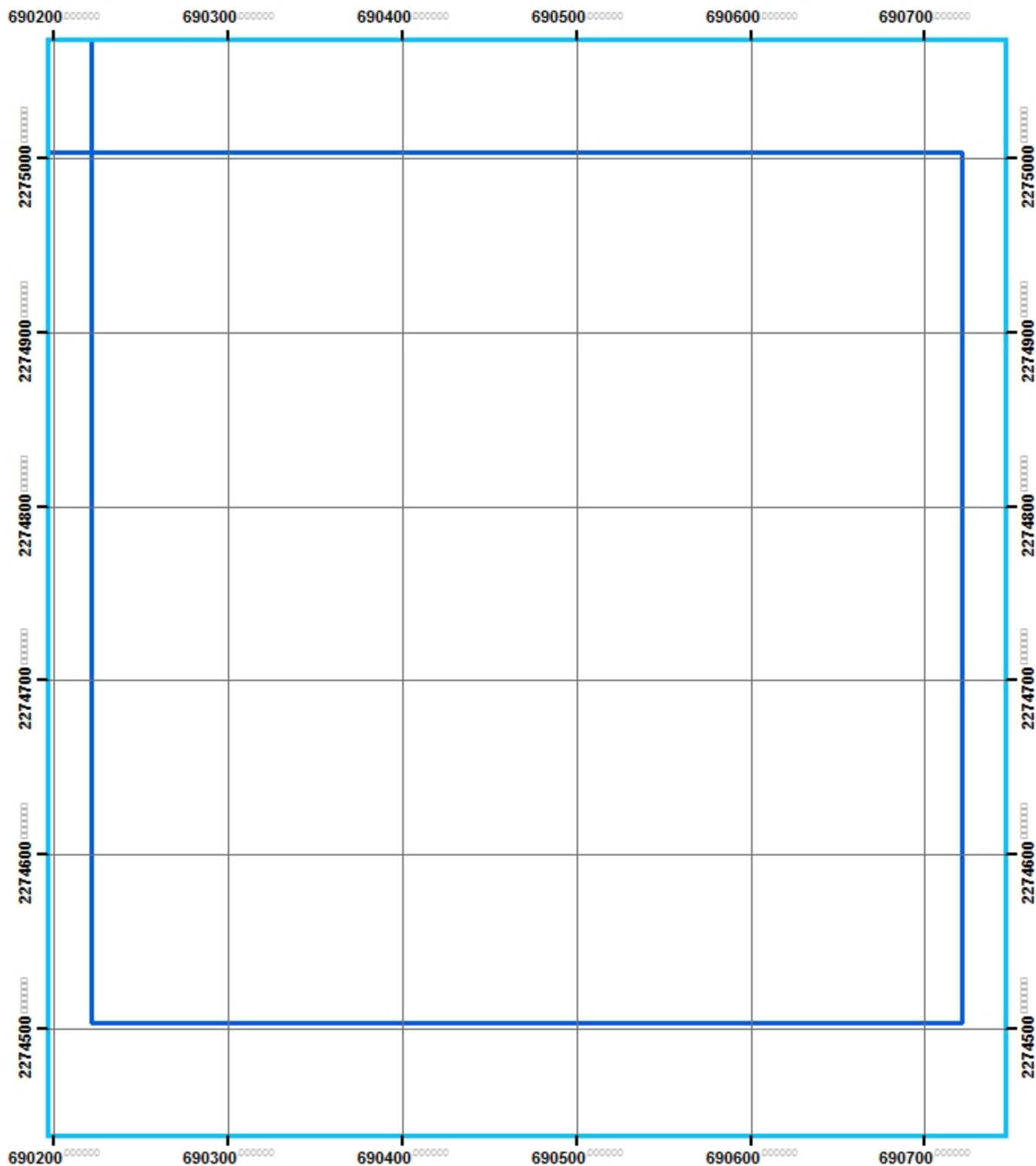
ITESO



Simbología

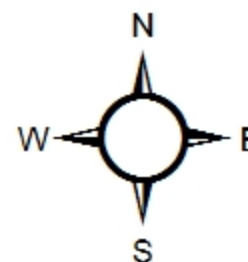
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0035



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters



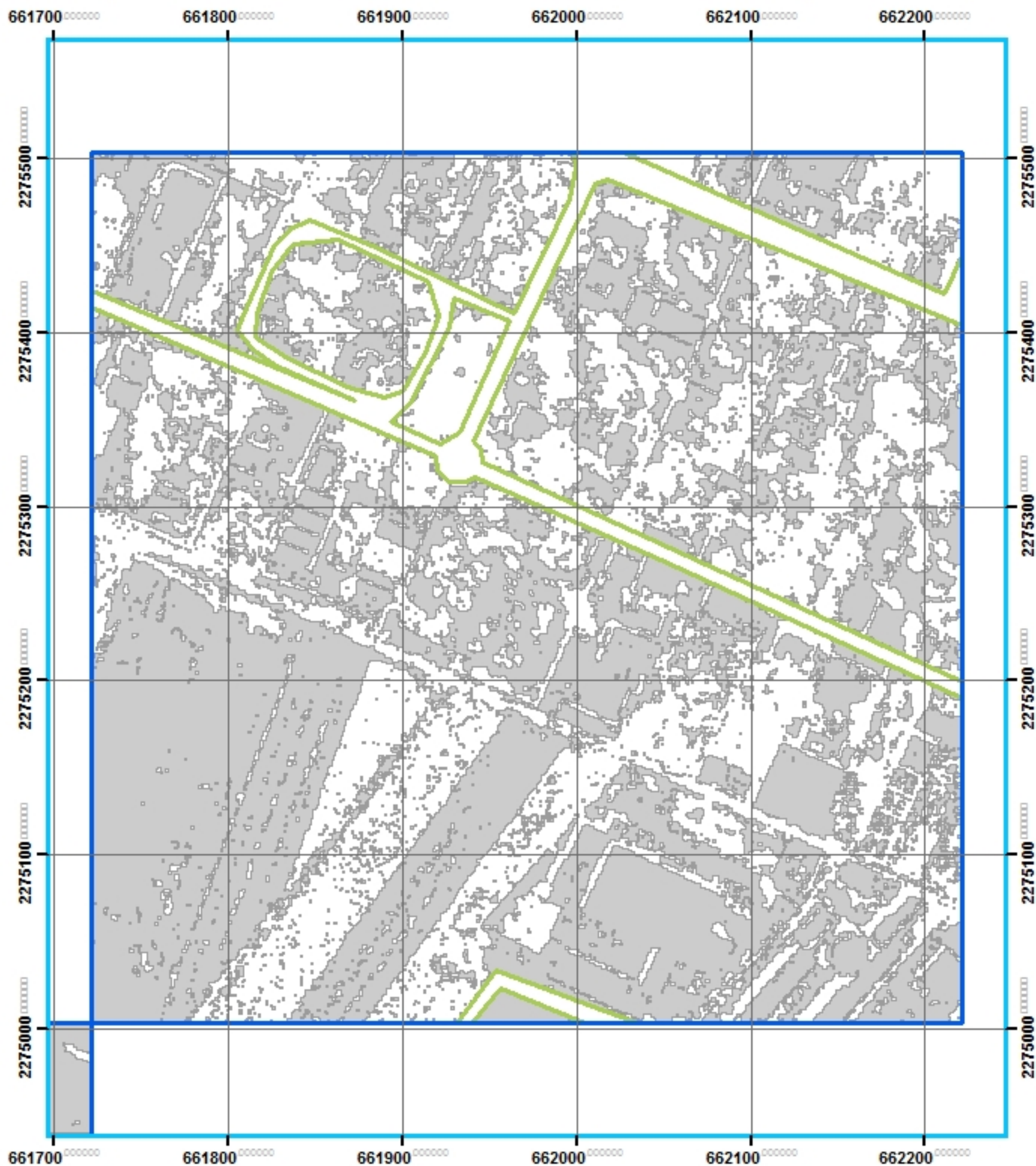
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

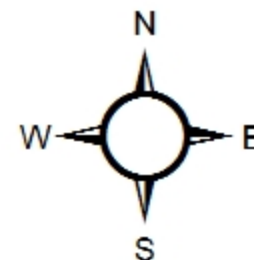
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>

Número: MPGE-0036



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

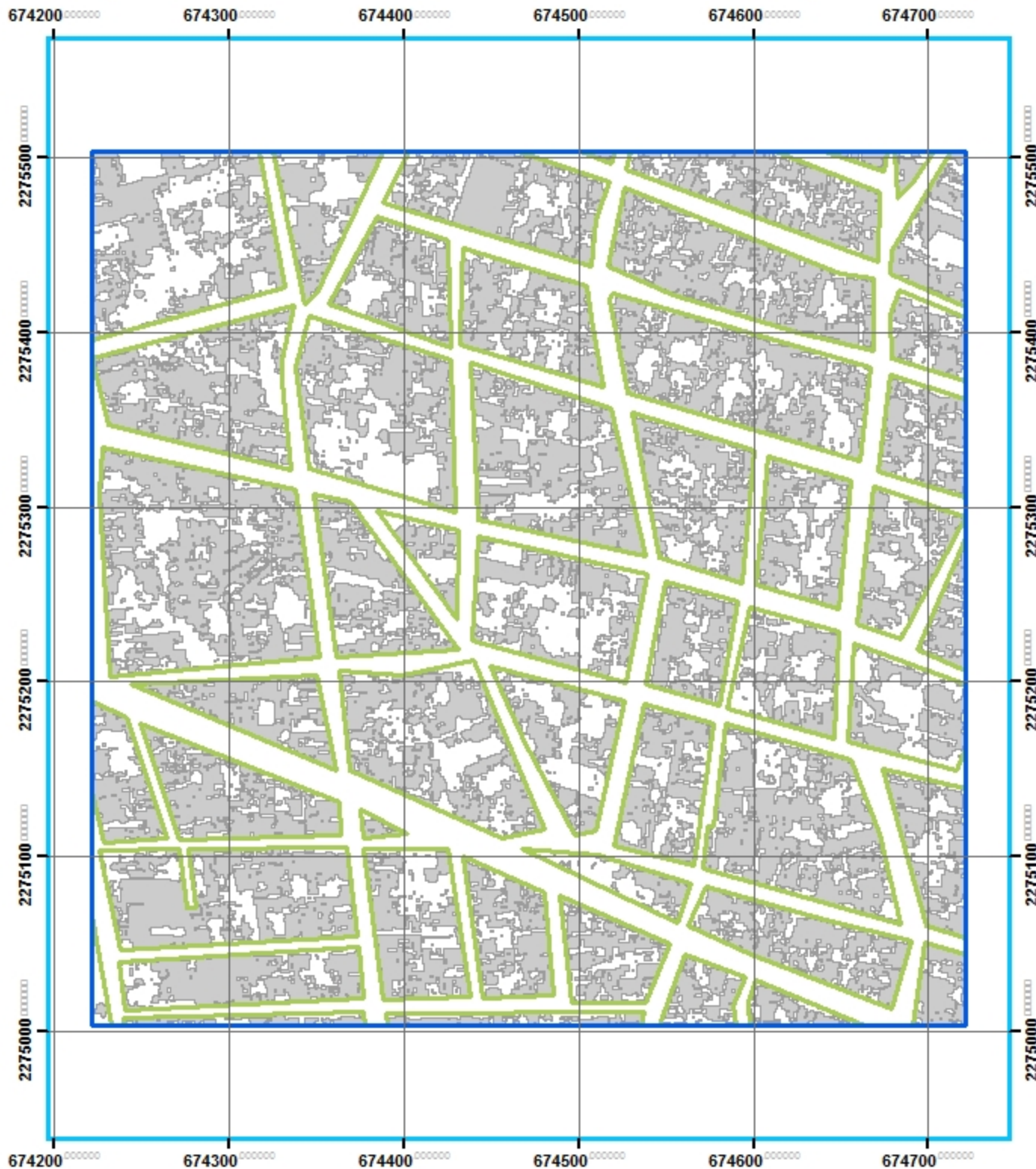
INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



Simbología

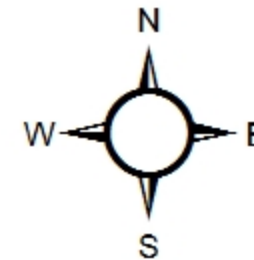
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0037



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



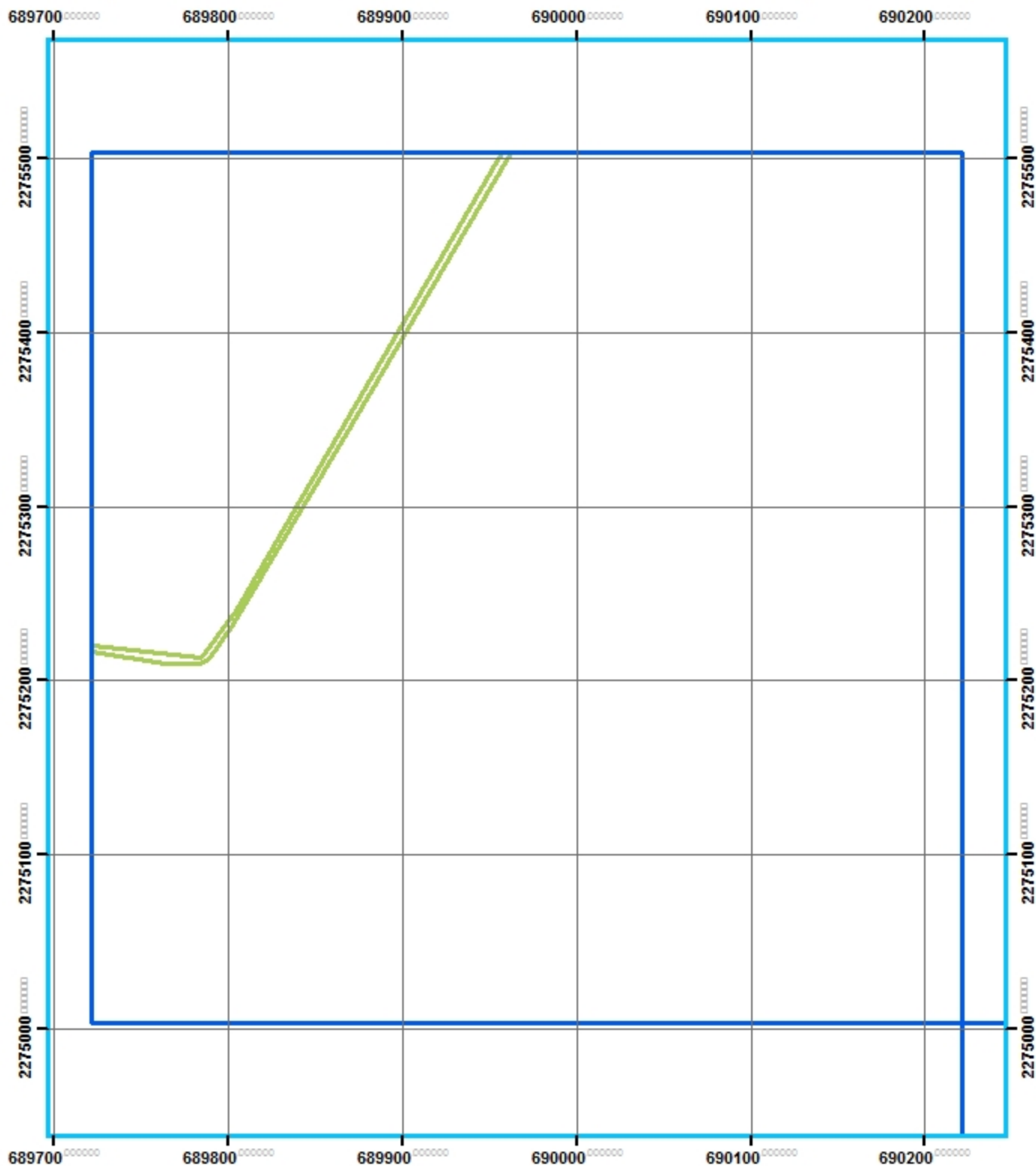
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

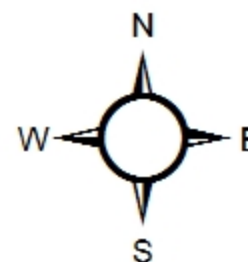
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0038



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE




ITESO

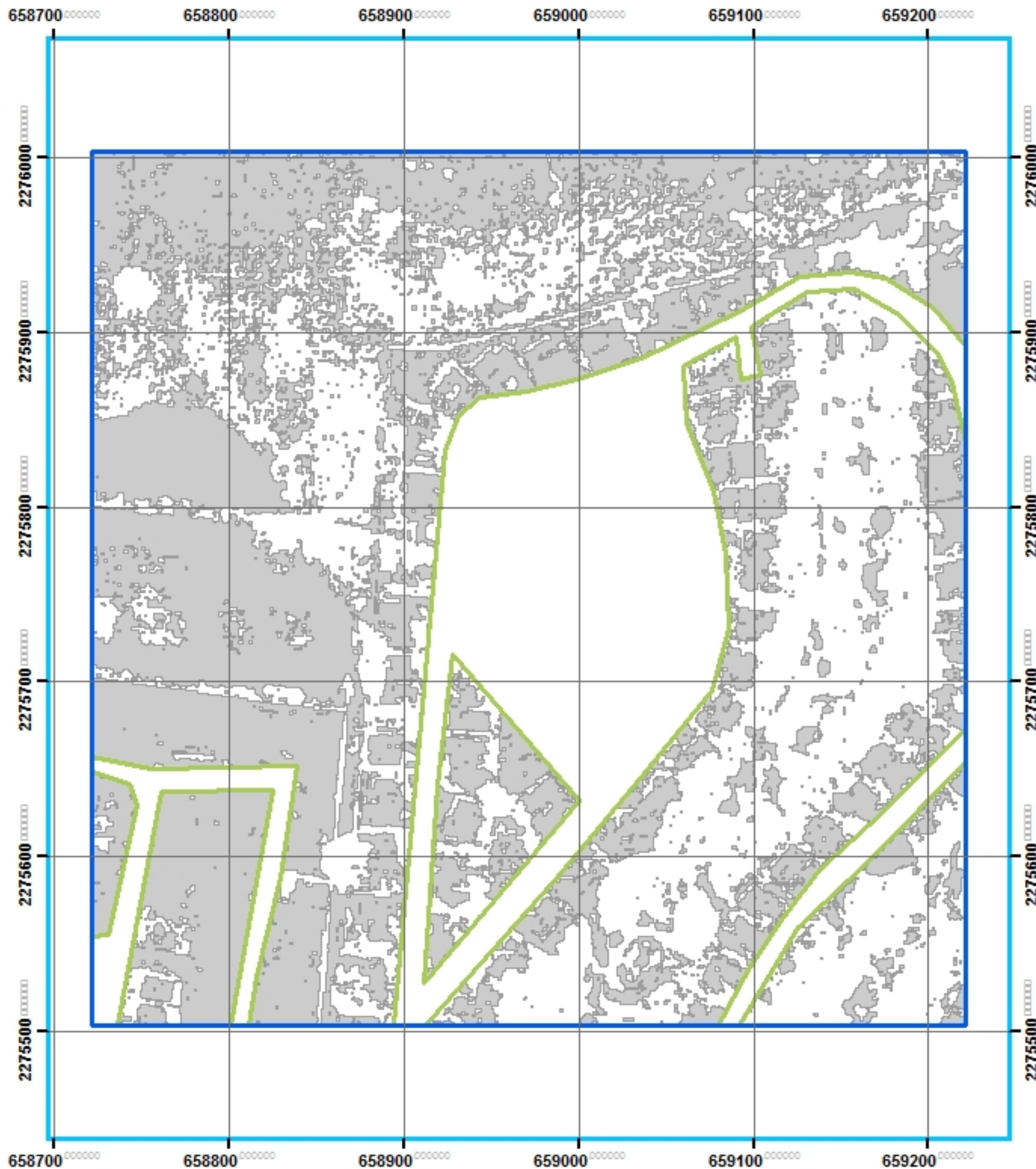
90 45 0 90 Meters



Simbología

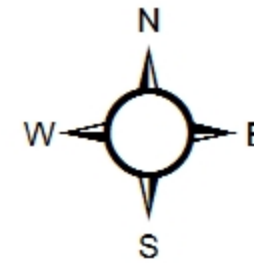
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>
Número: MPGE-0039



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



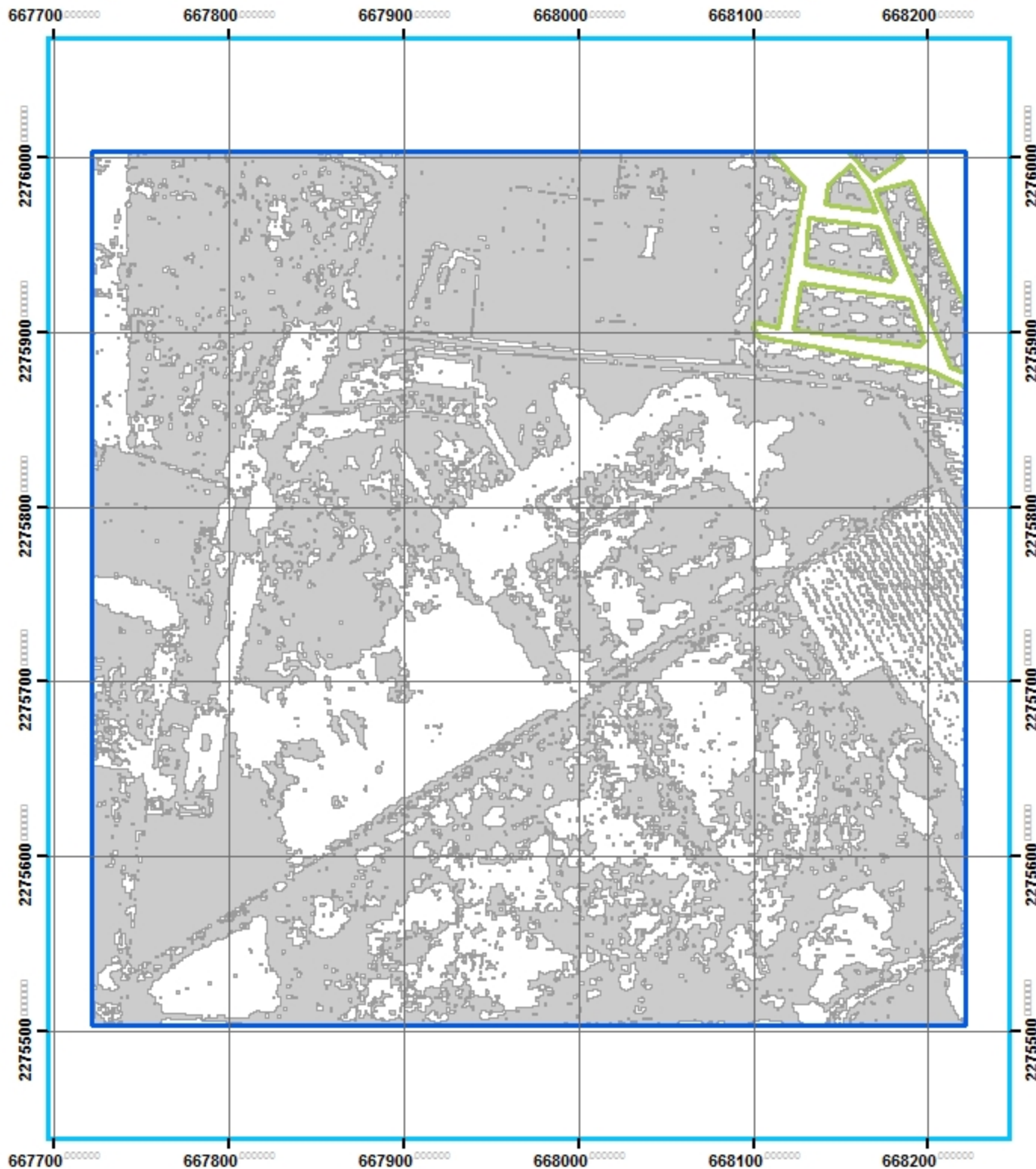
ITESO



Simbología

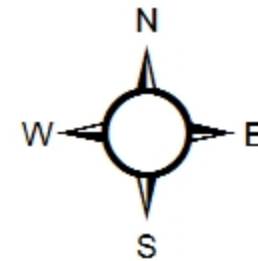
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0040



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



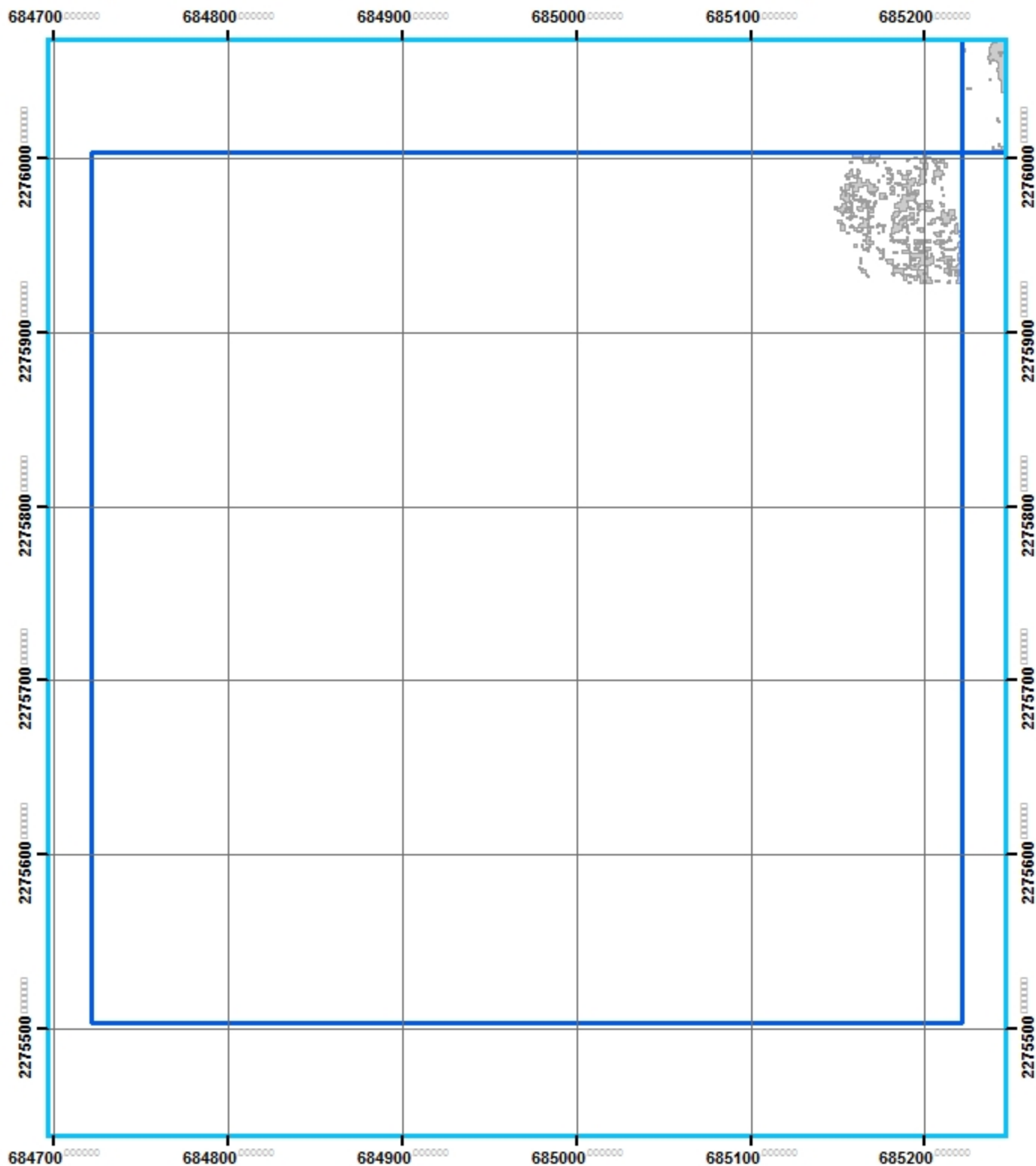
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

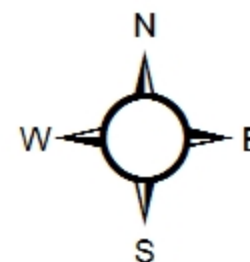
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0041



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE




ITESO

90 45 0 90 Meters



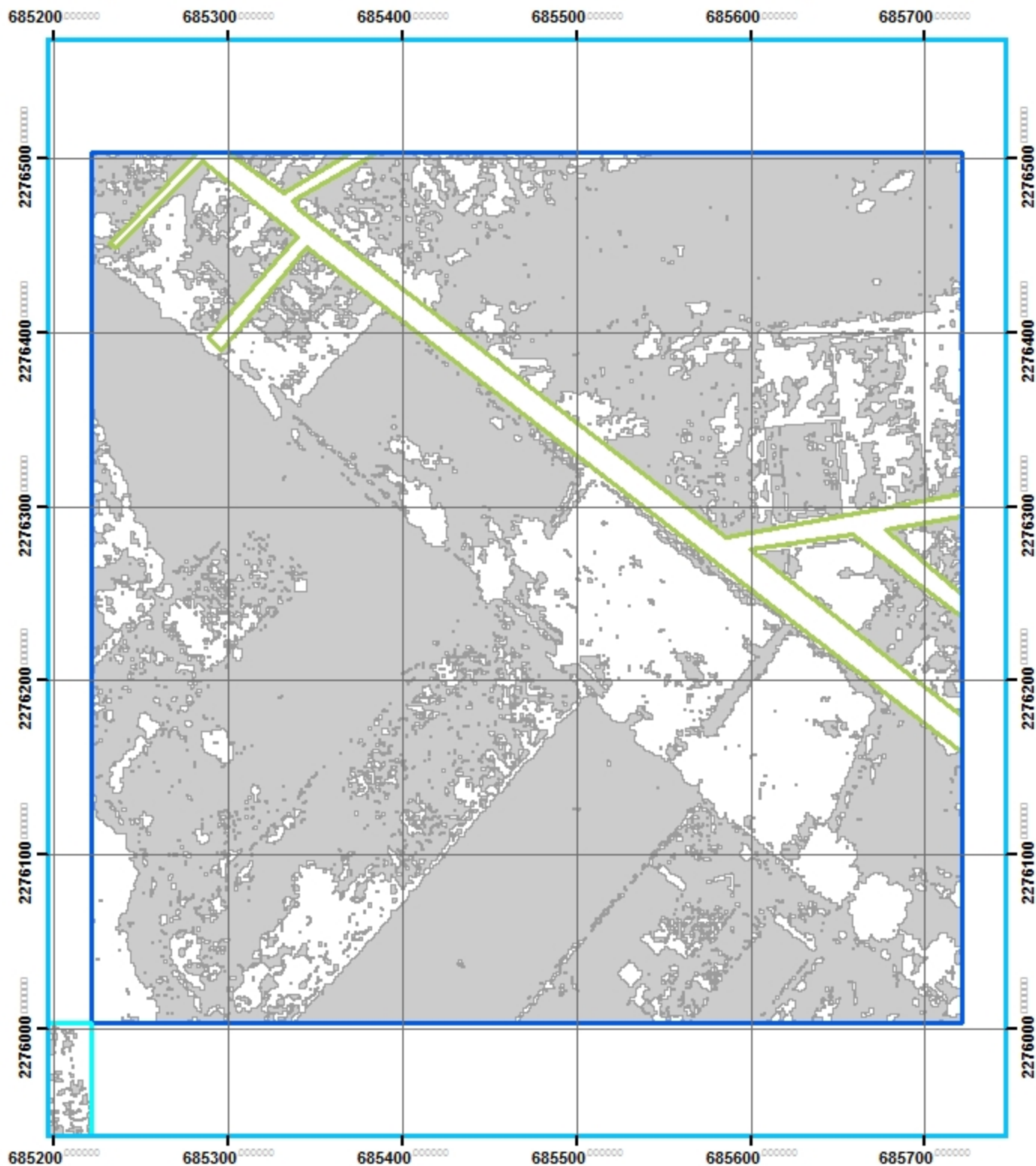
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

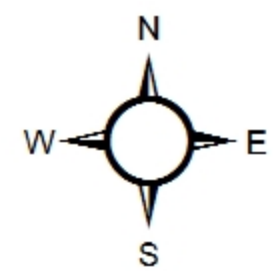
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>

Número: MPGE-0042

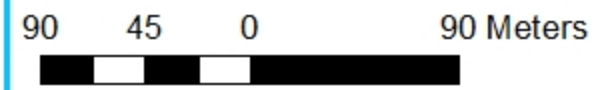


Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



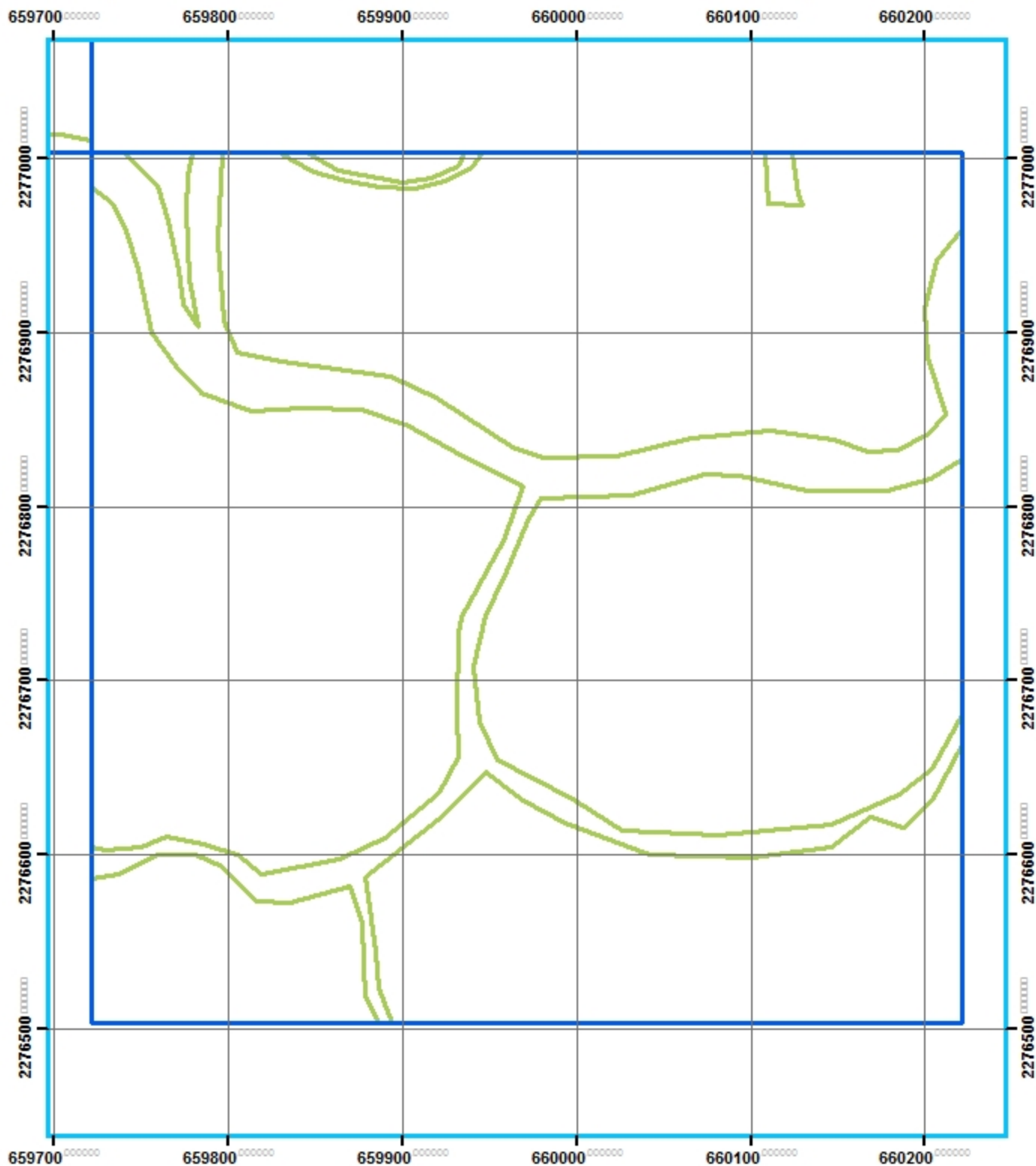
ITESO



Simbología

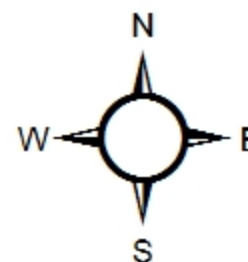
- CUADRANTES MUESTREO 10%
- MANZANAS
- TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0043



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters



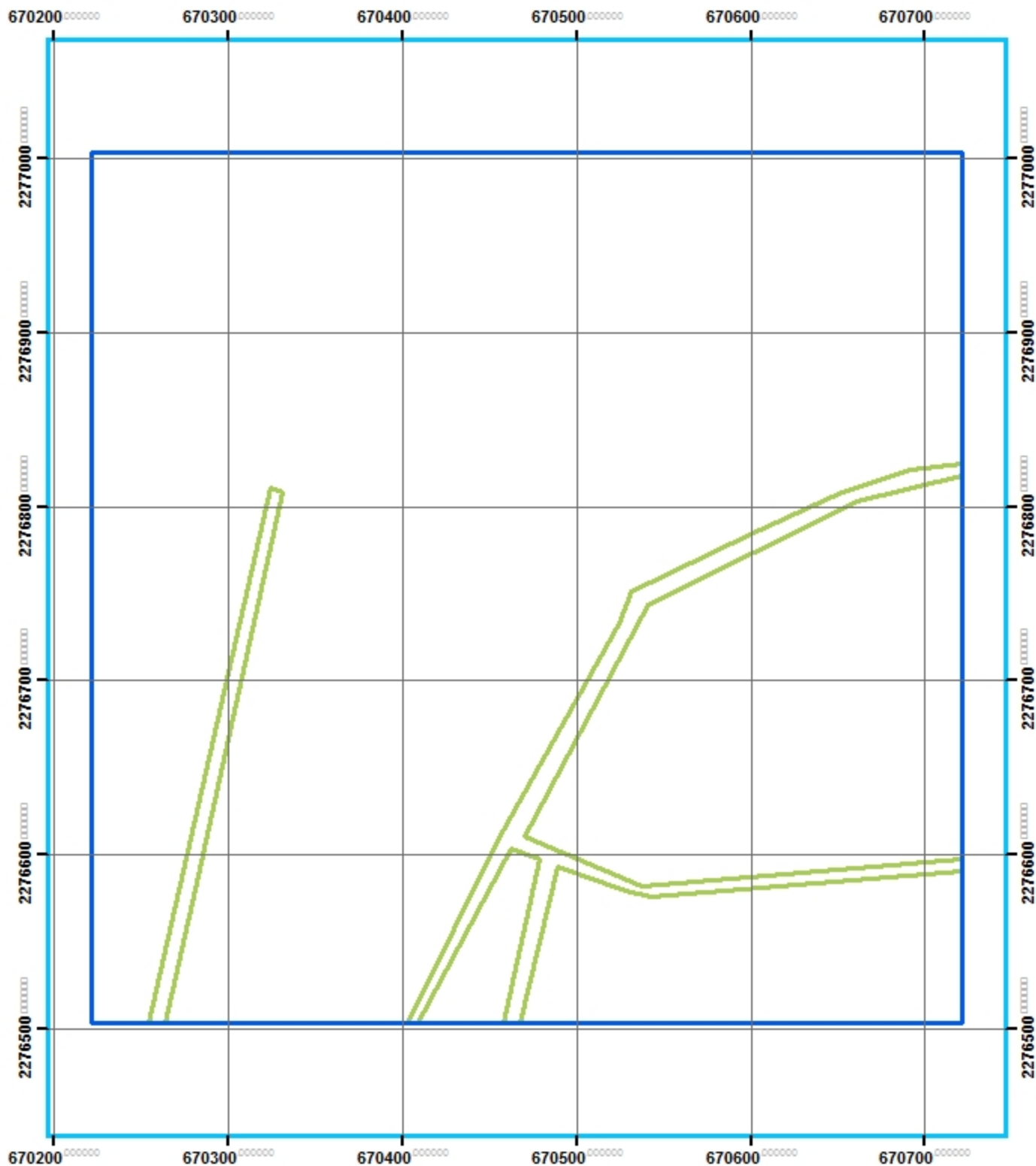
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

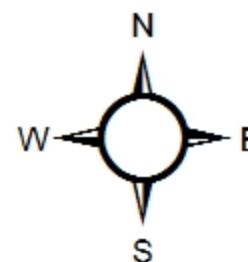
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>

Número: MPGE-0044



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters



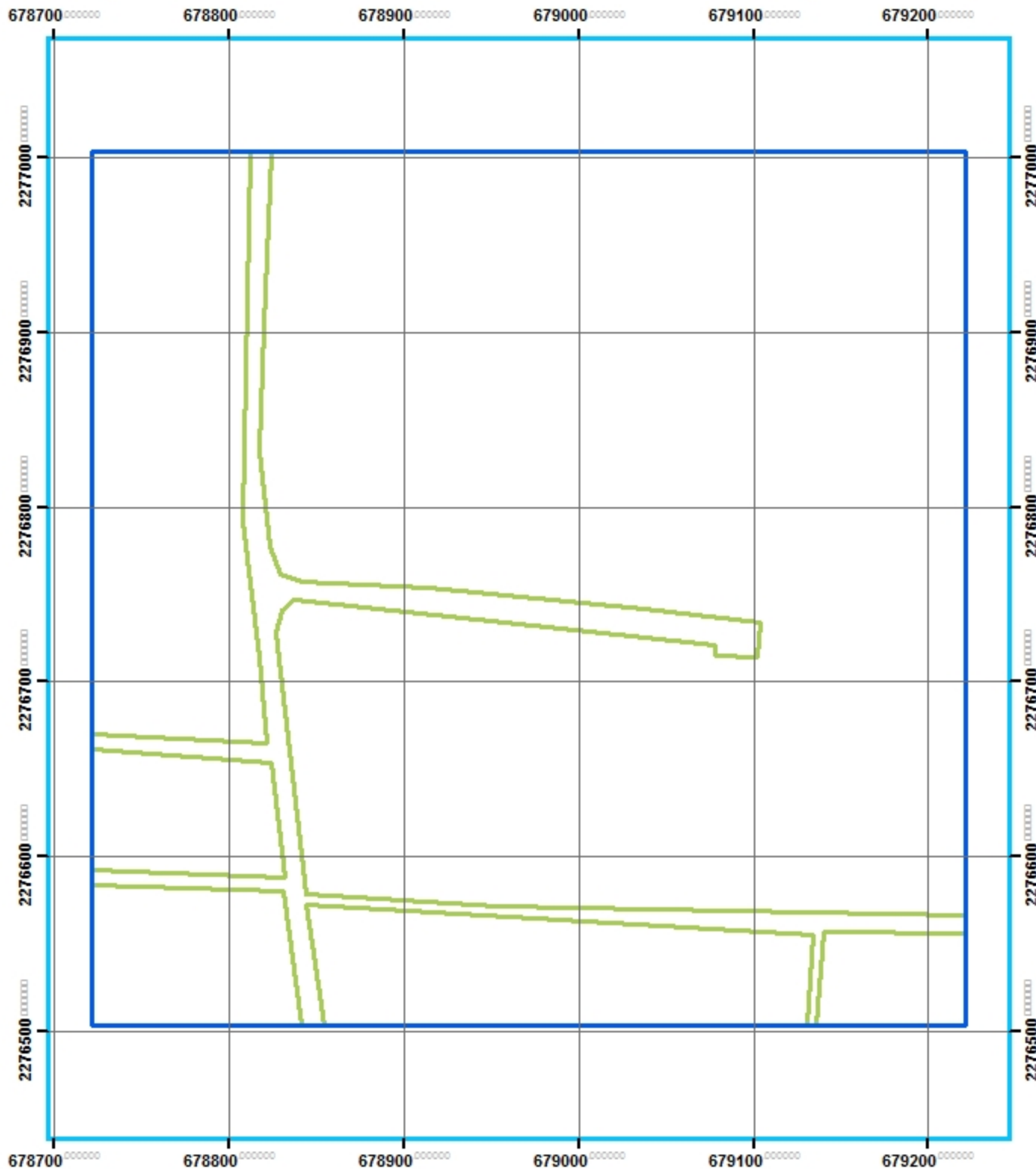
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

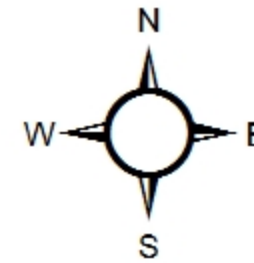
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>

Número: MPGE-0045



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



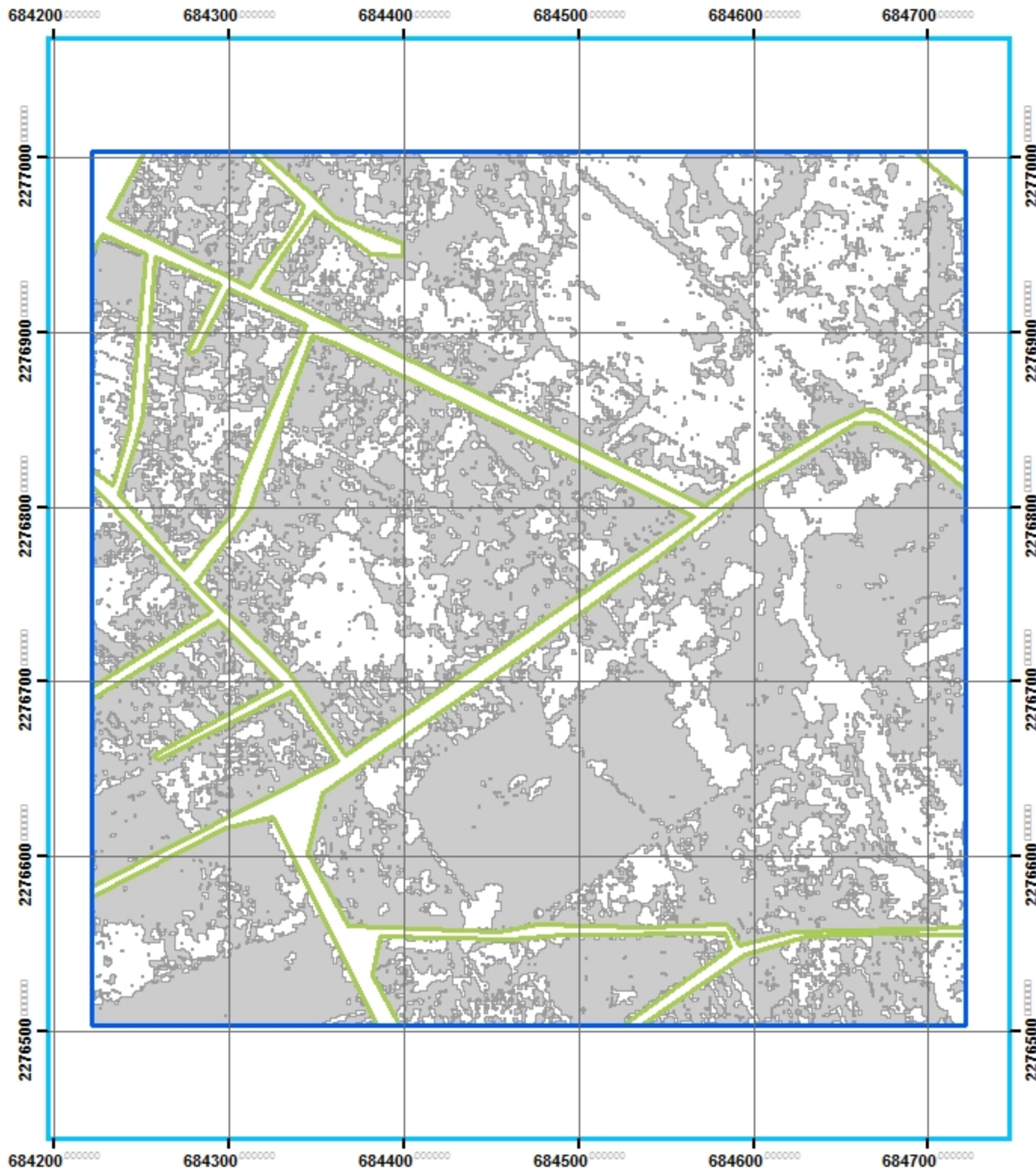
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0046



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

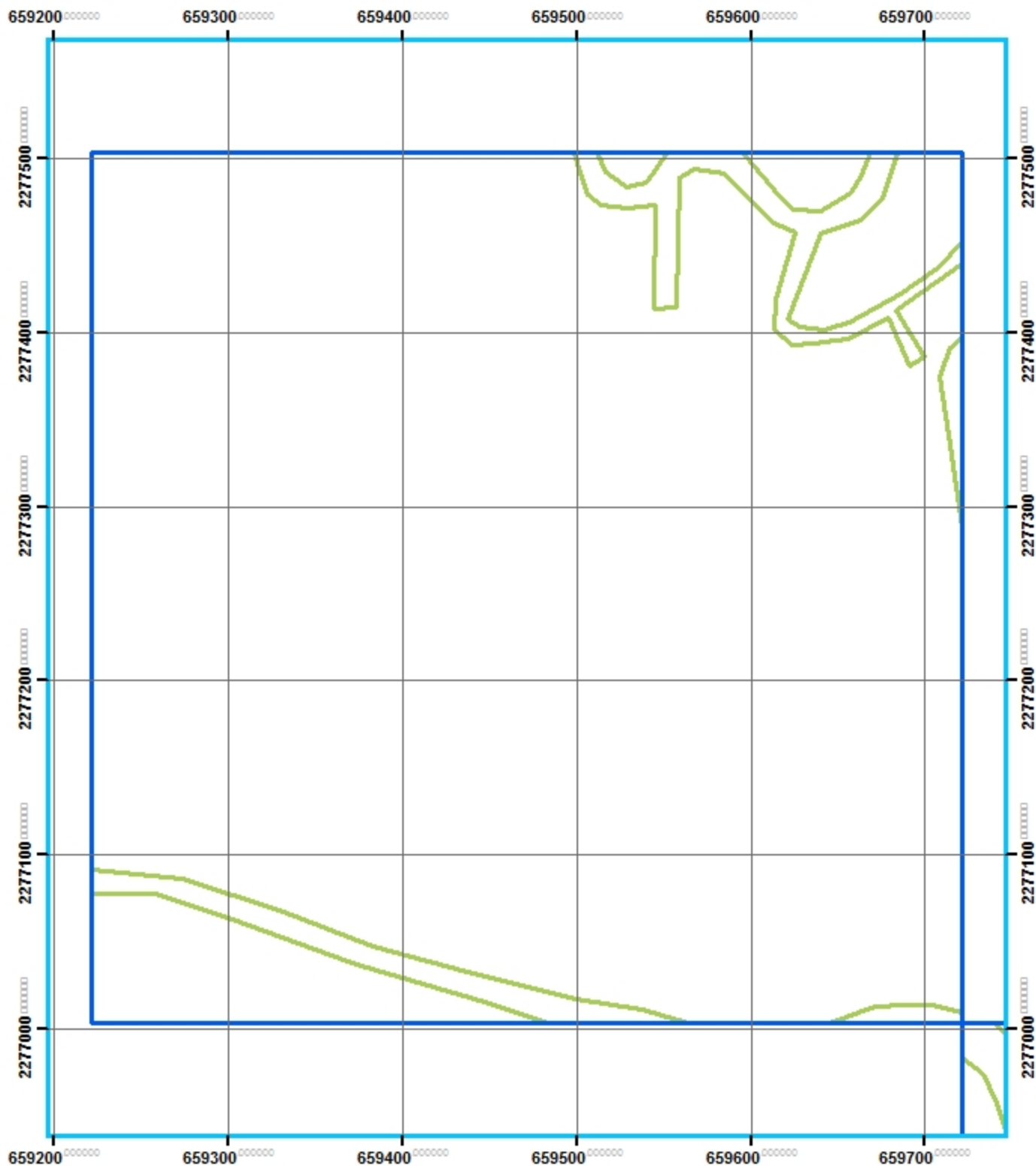
ITESO

90 45 0 90 Meters

Simbología

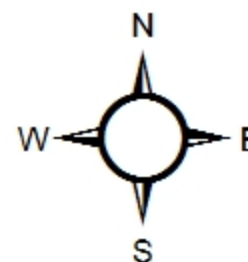
- CUADRANTES MUESTREO 10%
- MANZANAS
- TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0047



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

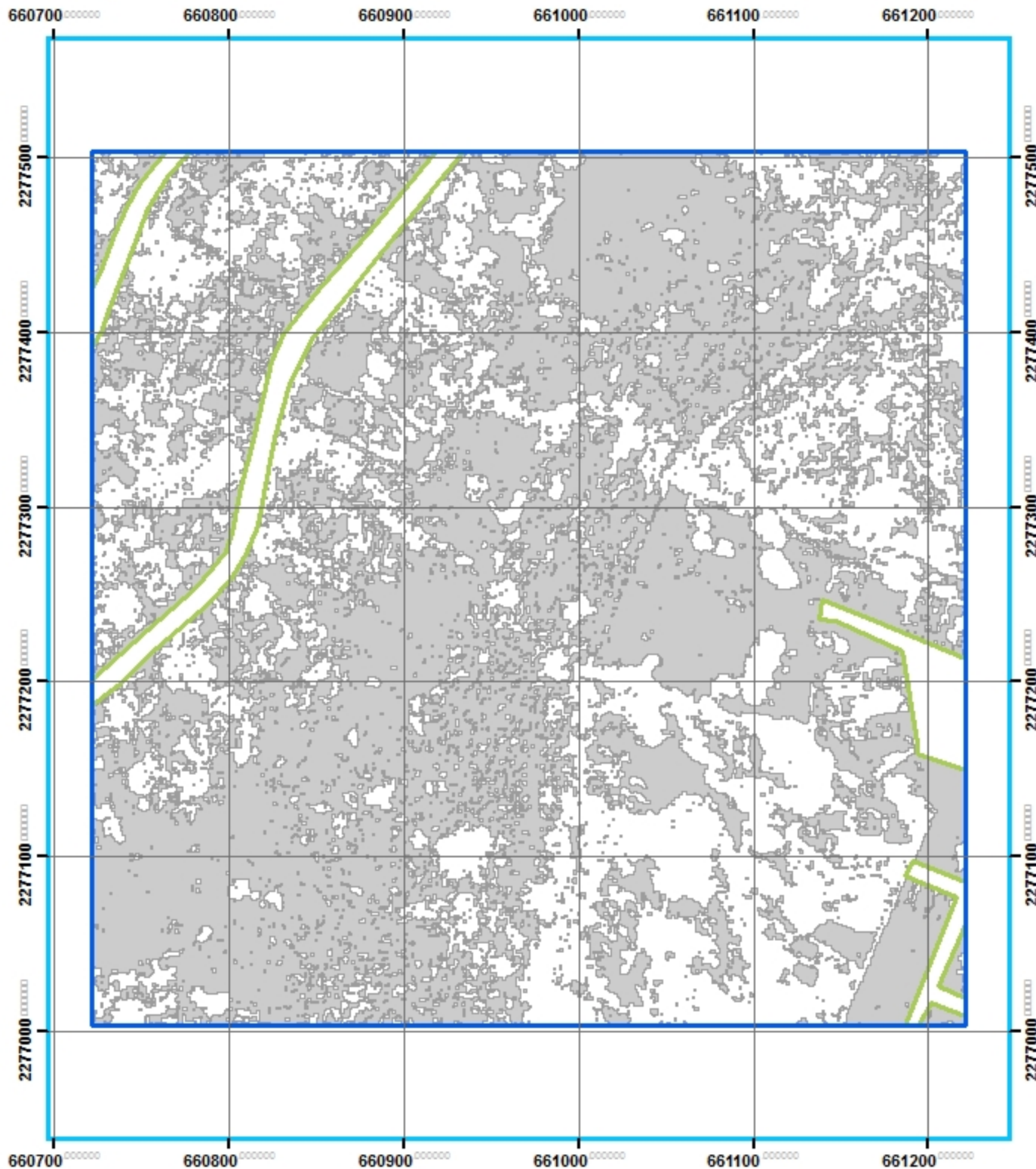
90 45 0 90 Meters



Simbología

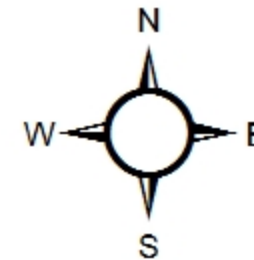
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>
Número: MPGE-0048



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



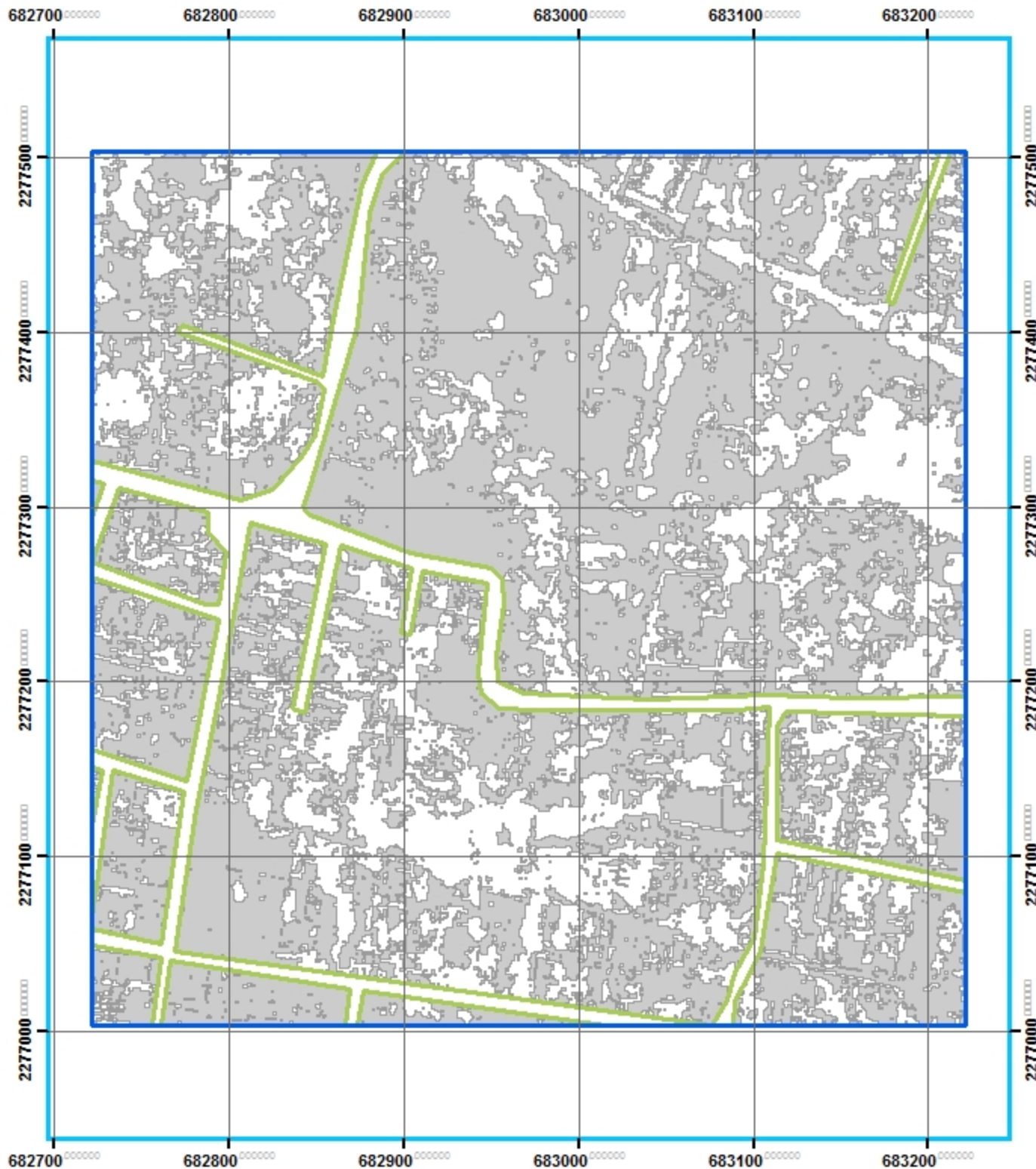
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

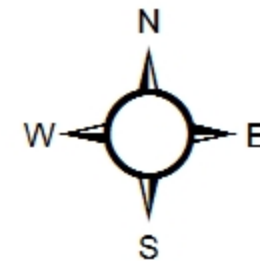
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0049



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

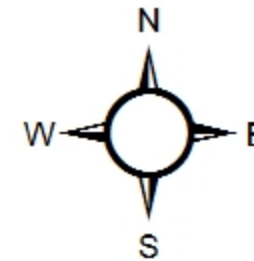
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0050



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



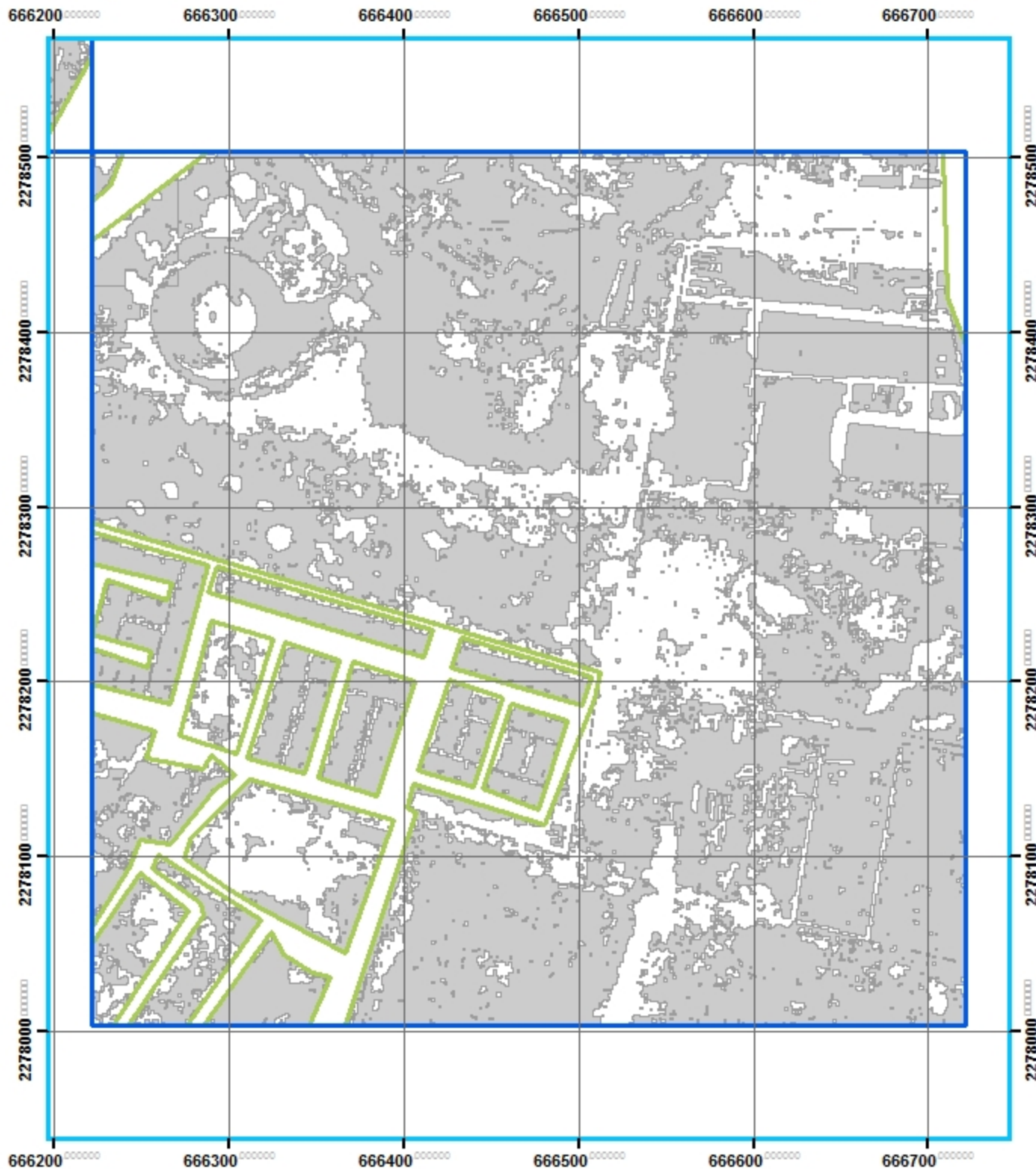
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

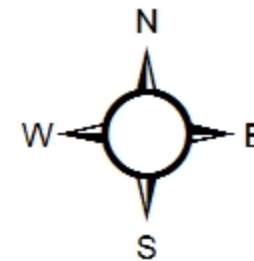
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0051



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



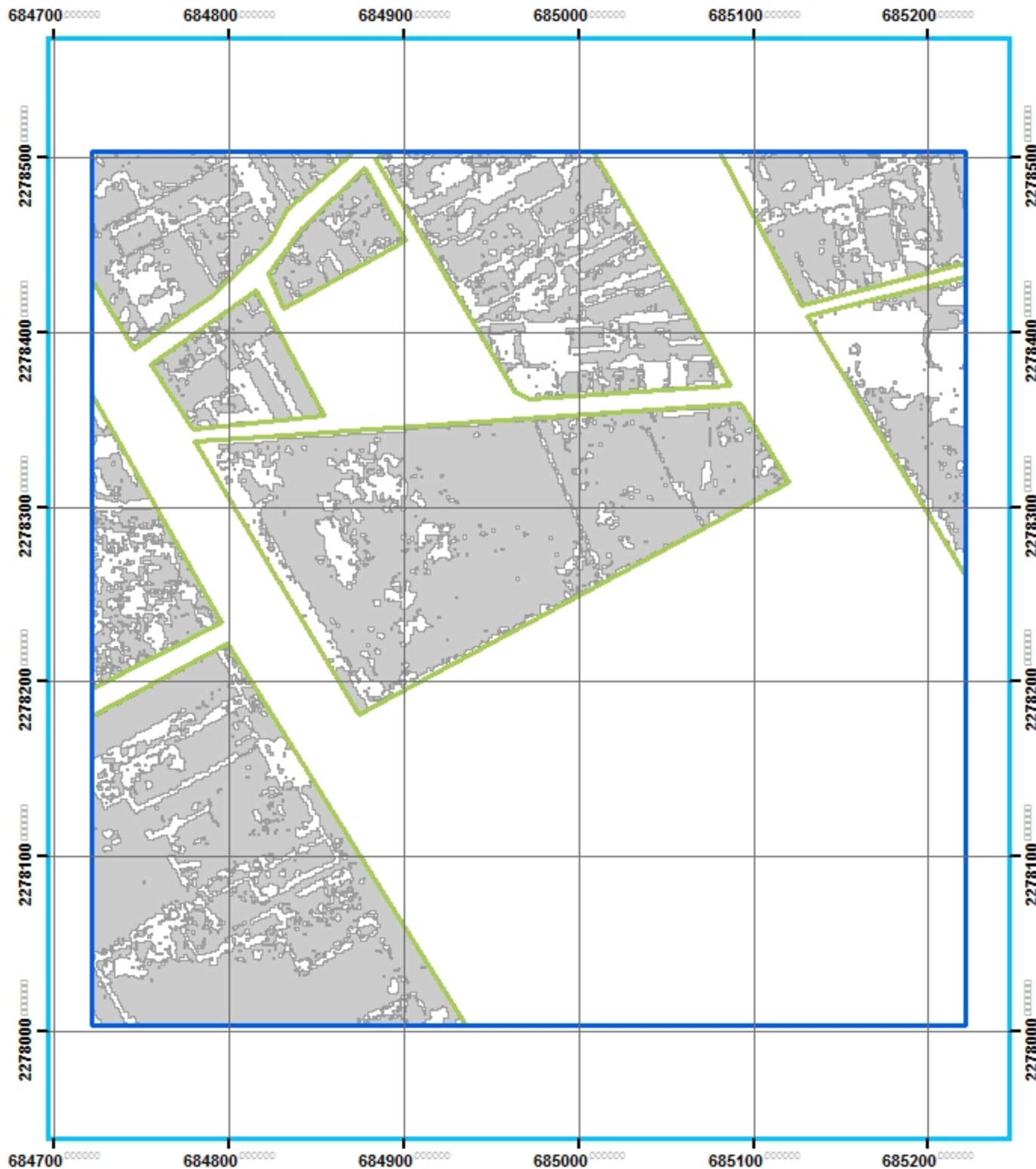
ITESO



Simbología

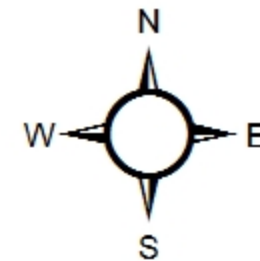
- CUADRANTES MUESTREO 10%
- MANZANAS
- TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoa/mg>
Número: MPGE-0052



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

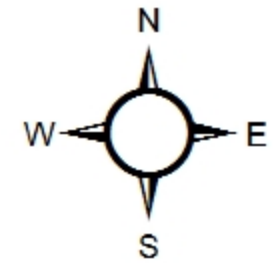

Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0053




Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE







ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

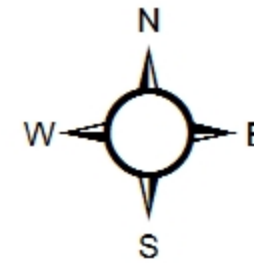
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0054



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

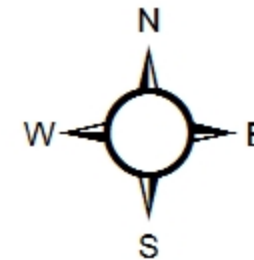
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0055



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



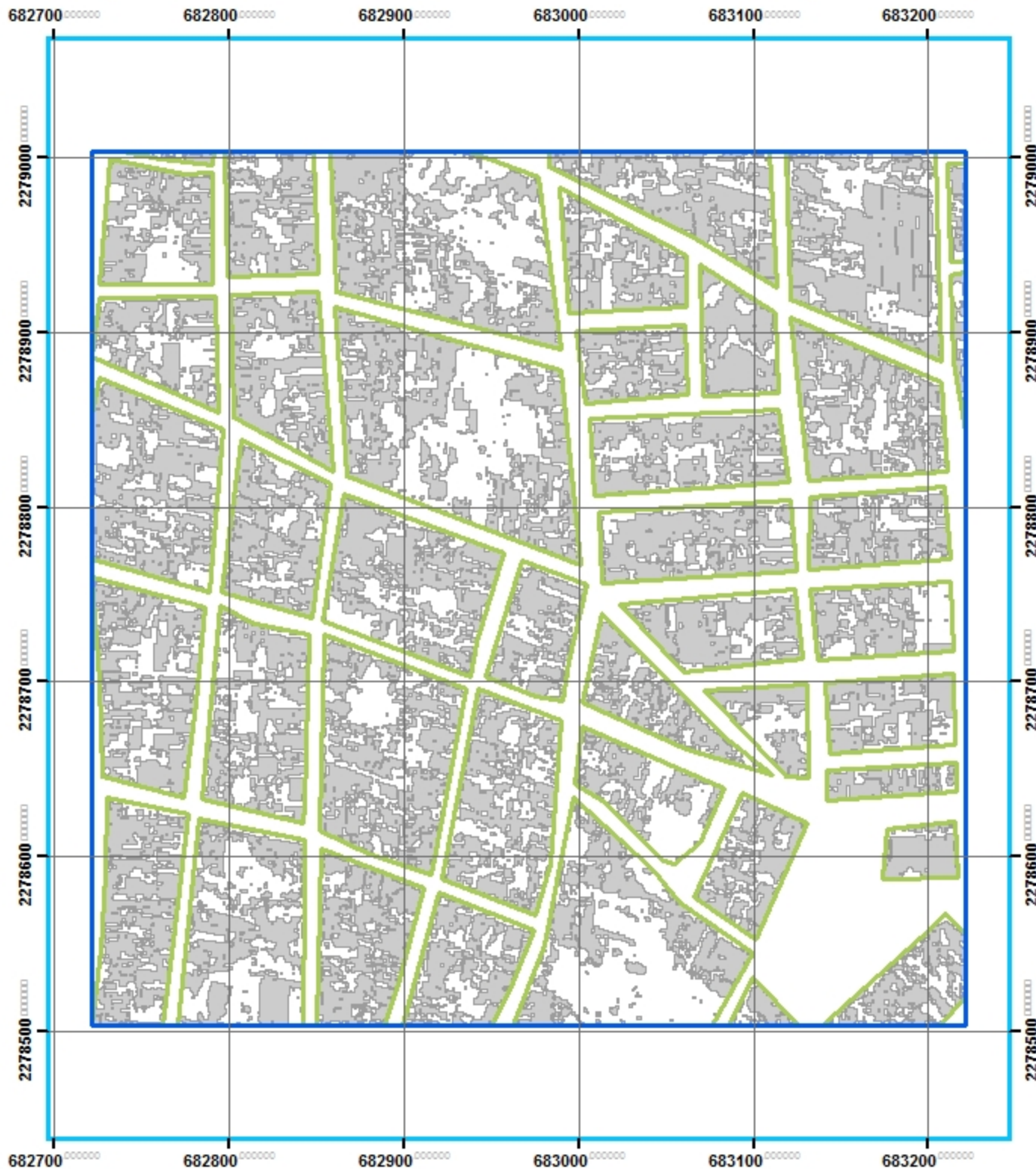
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

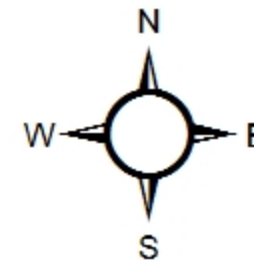
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0056



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



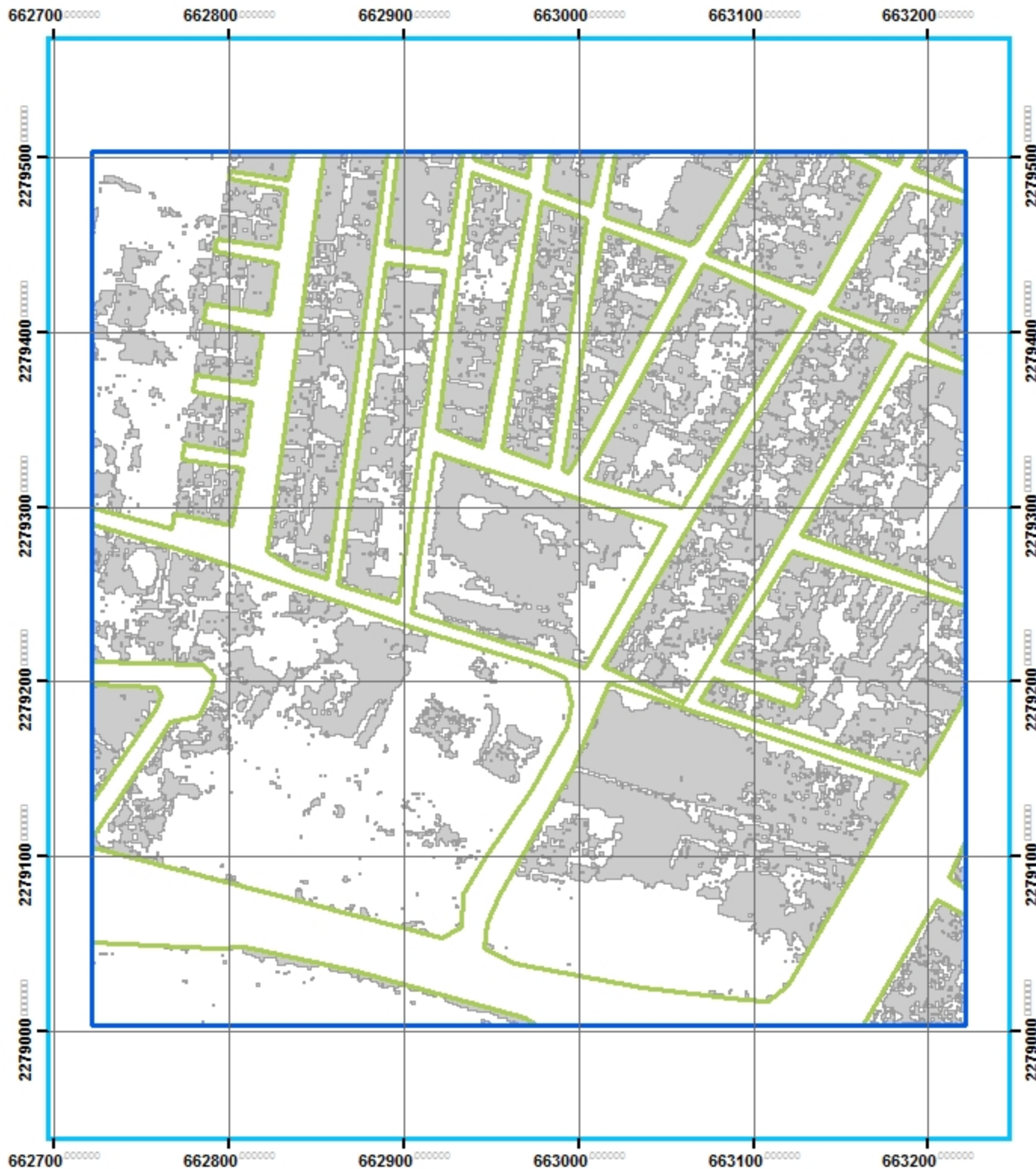
ITESO



Simbología

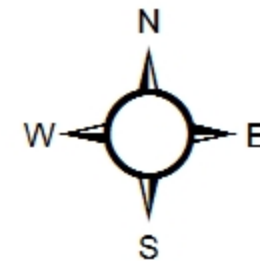
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0057



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE





ITESO

90 45 0 90 Meters



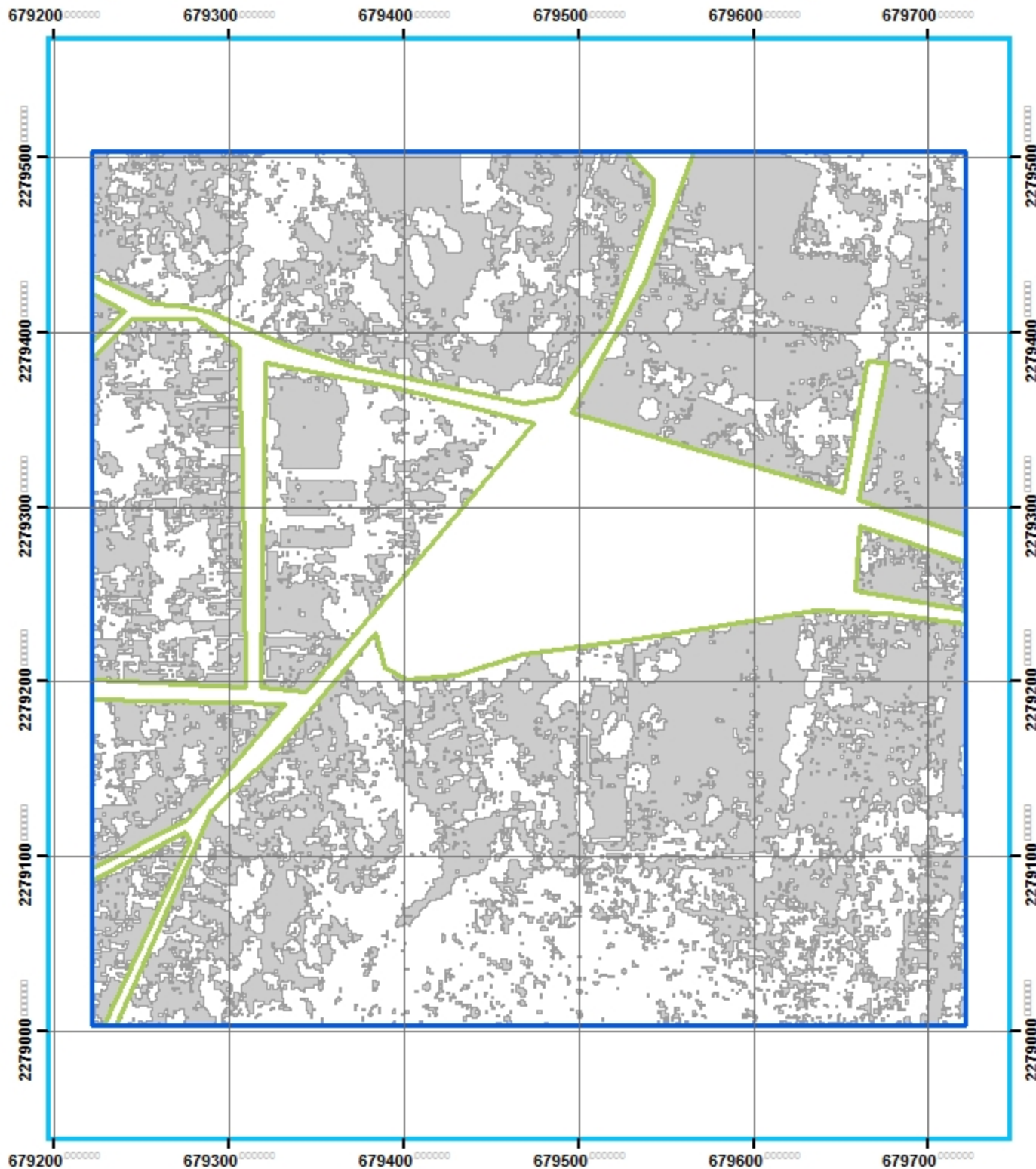
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

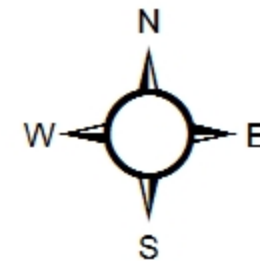
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0058



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

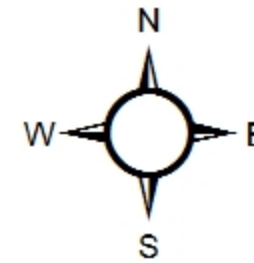
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0059



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



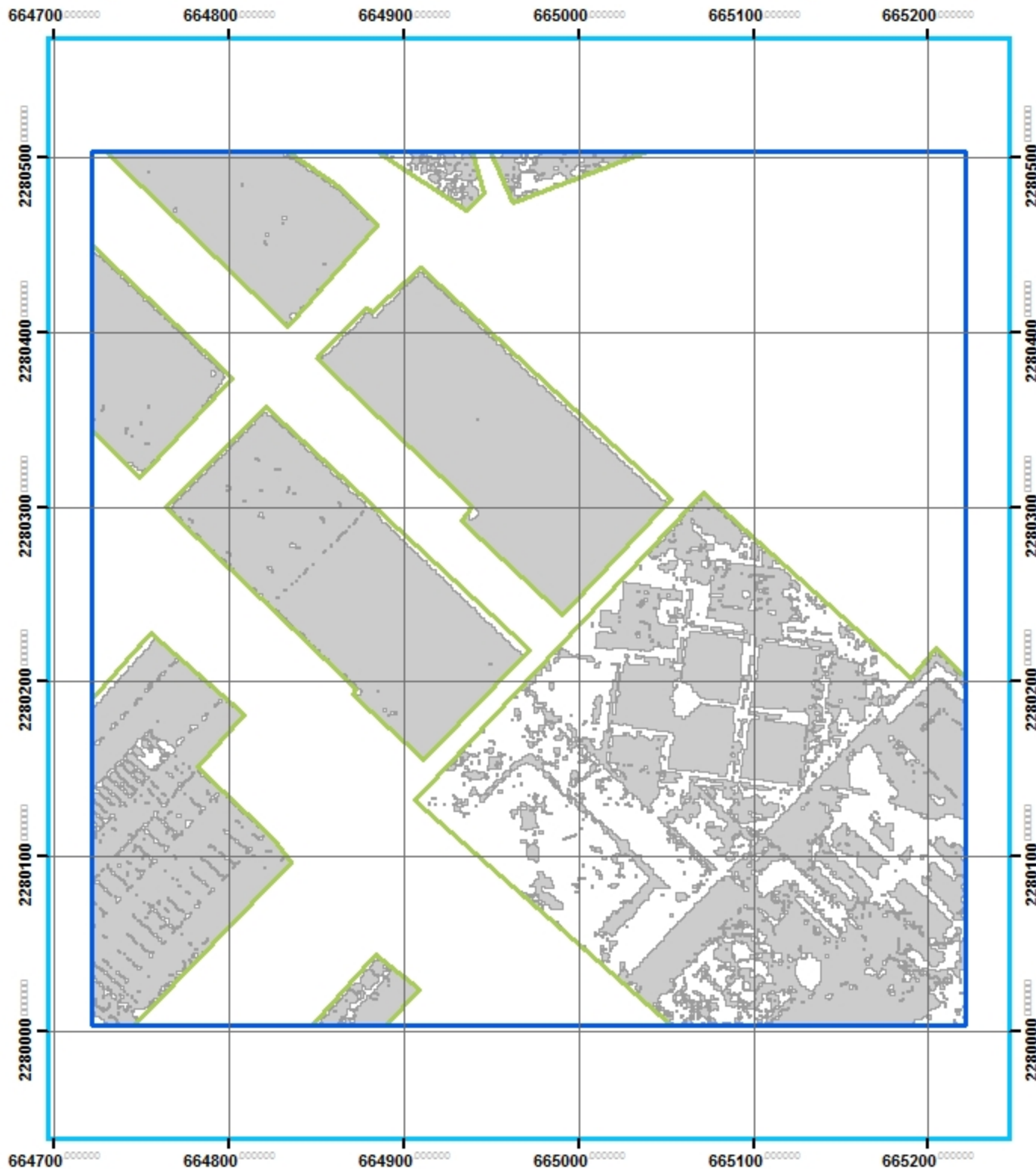
ITESO



Simbología

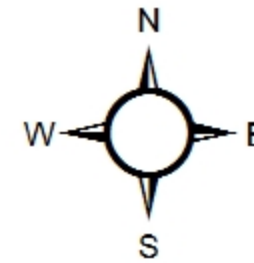
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0060



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

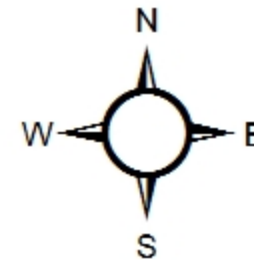
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoa/mg>
Número: MPGE-0061



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

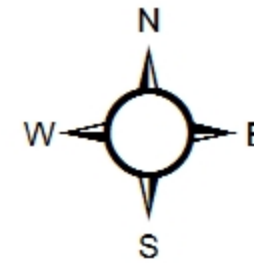
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0062



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



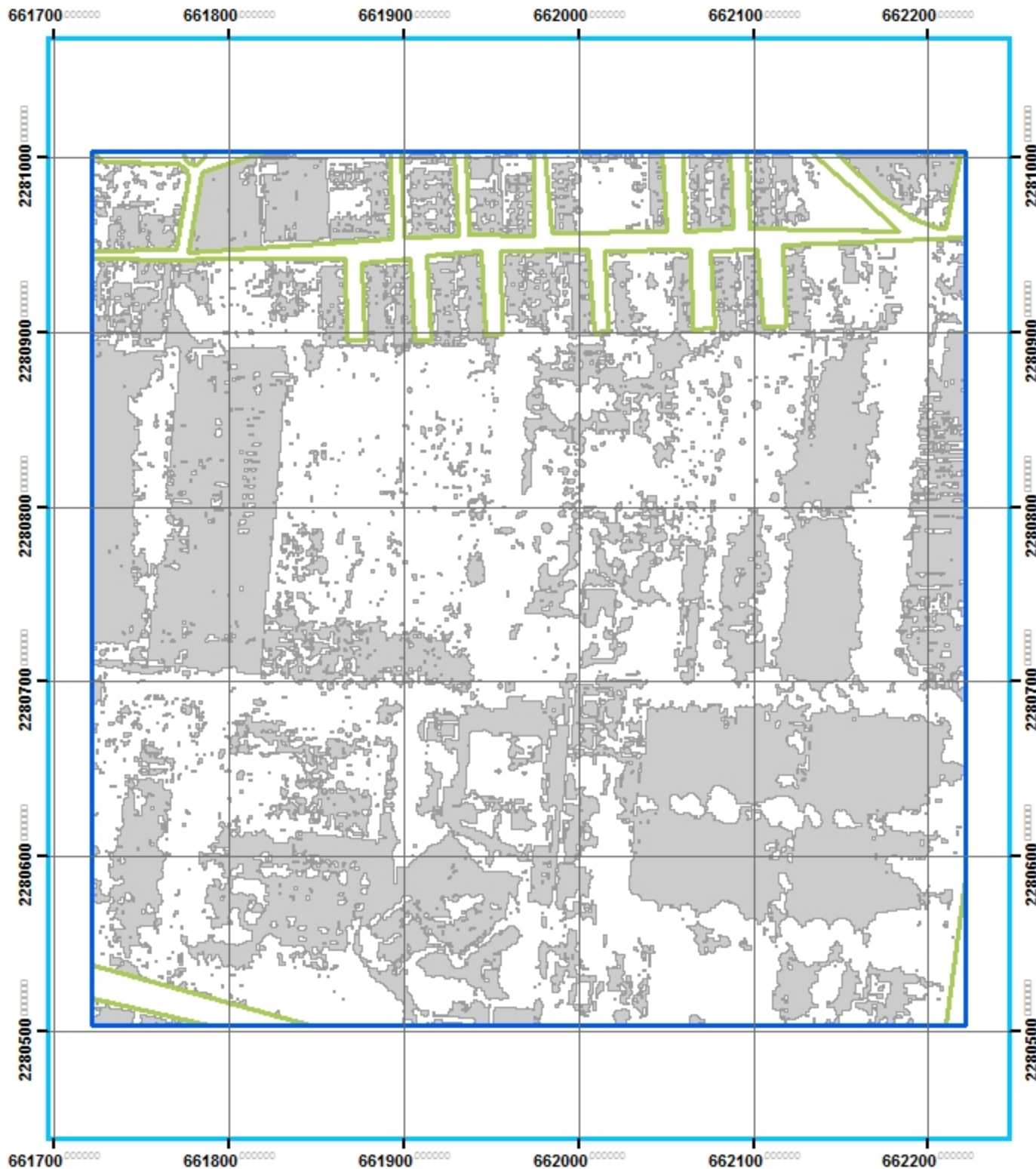
ITESO



Simbología

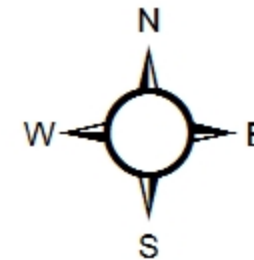
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0063



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

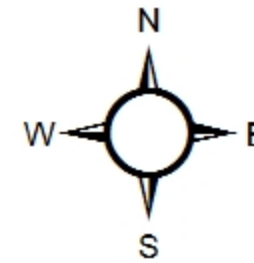
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0064



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

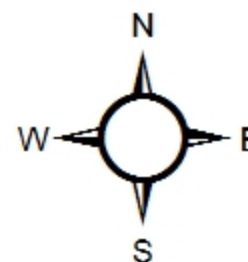
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0065



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

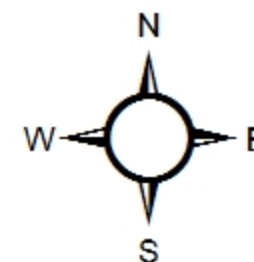
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0066



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE




ITESO

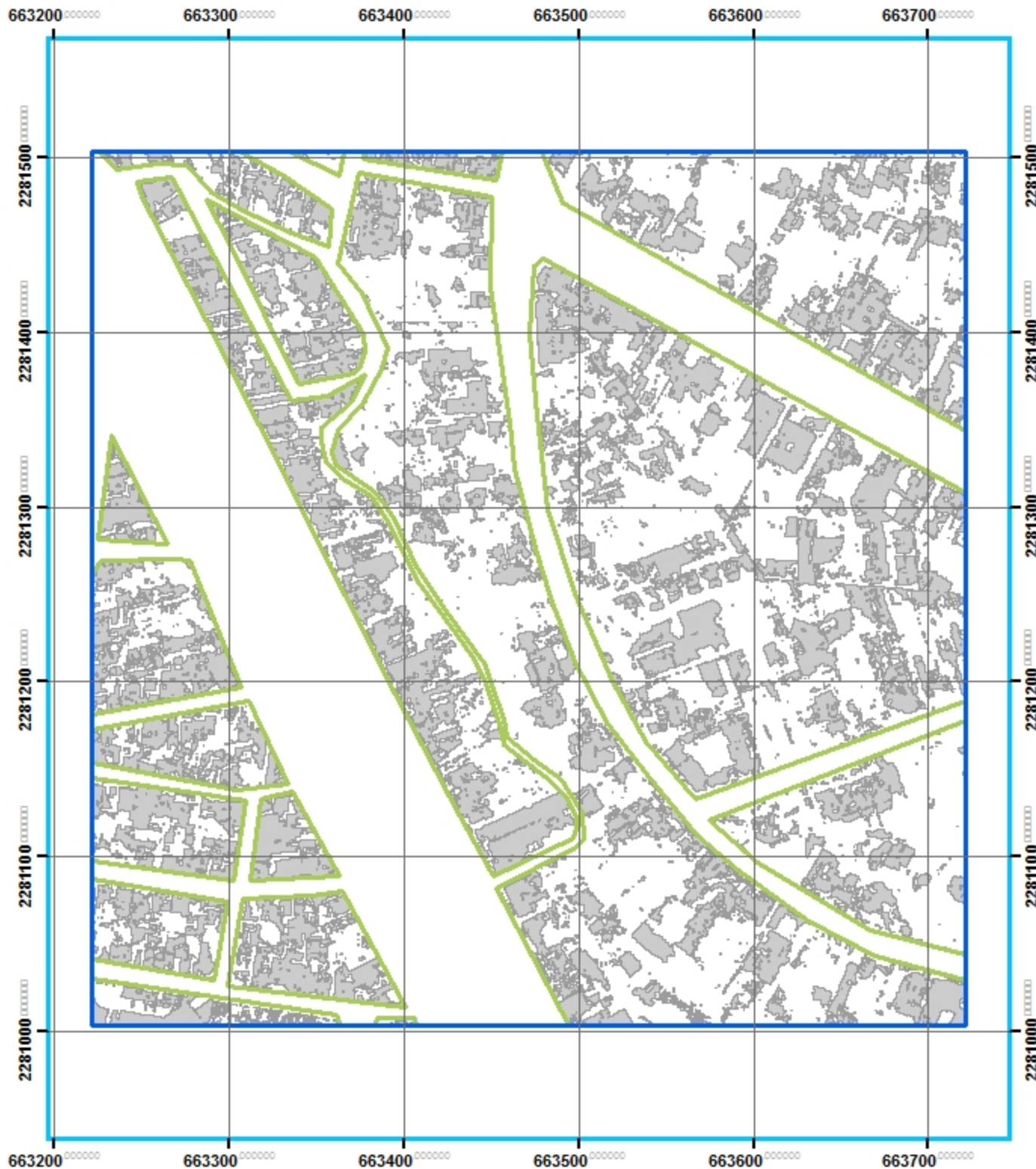
90 45 0 90 Meters



Simbología

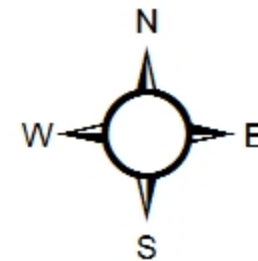
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0067



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE






ITESO

90 45 0 90 Meters



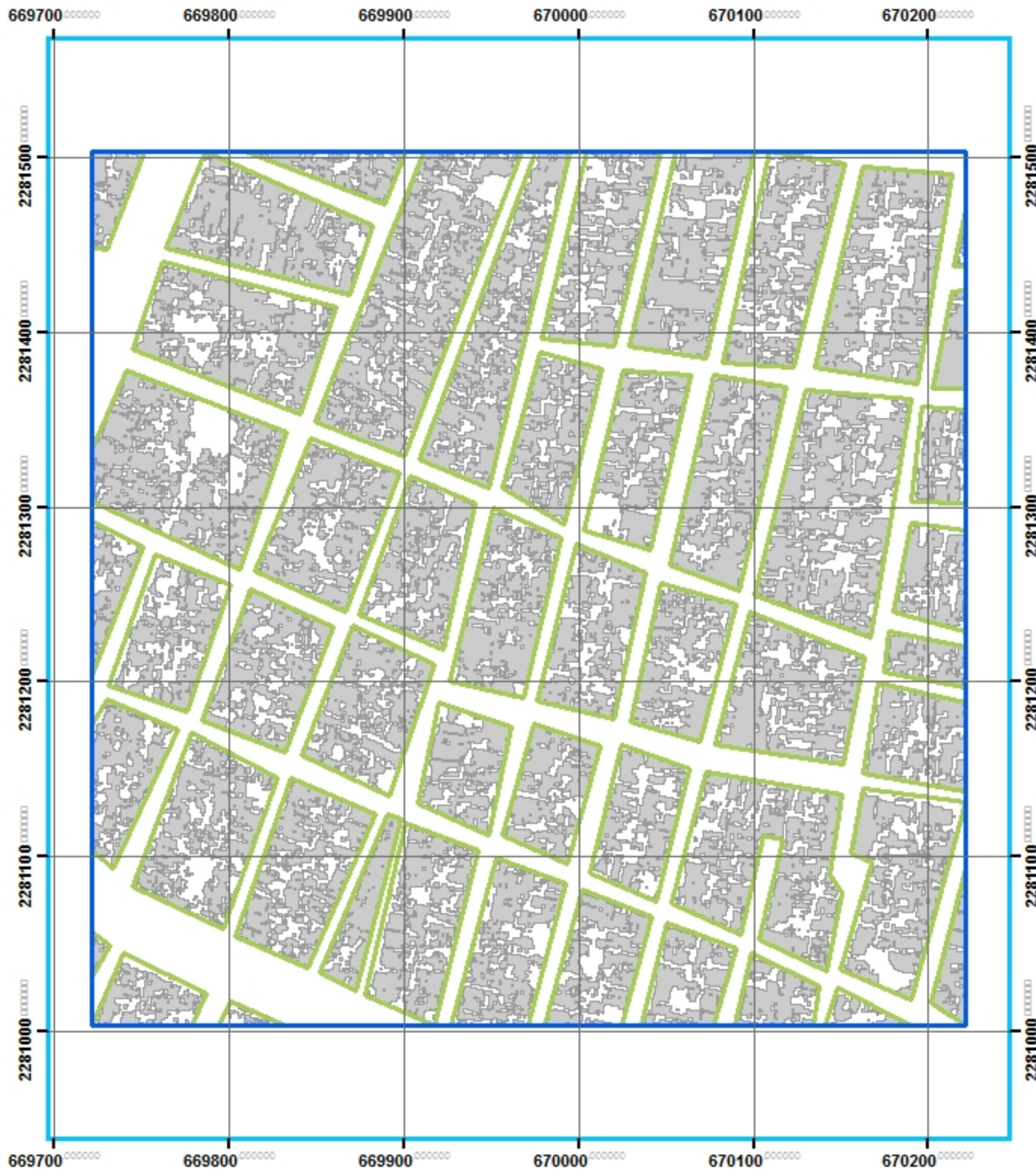
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

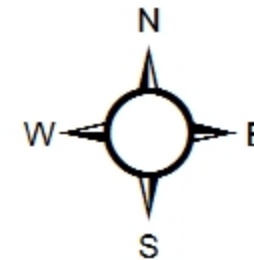
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0068



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



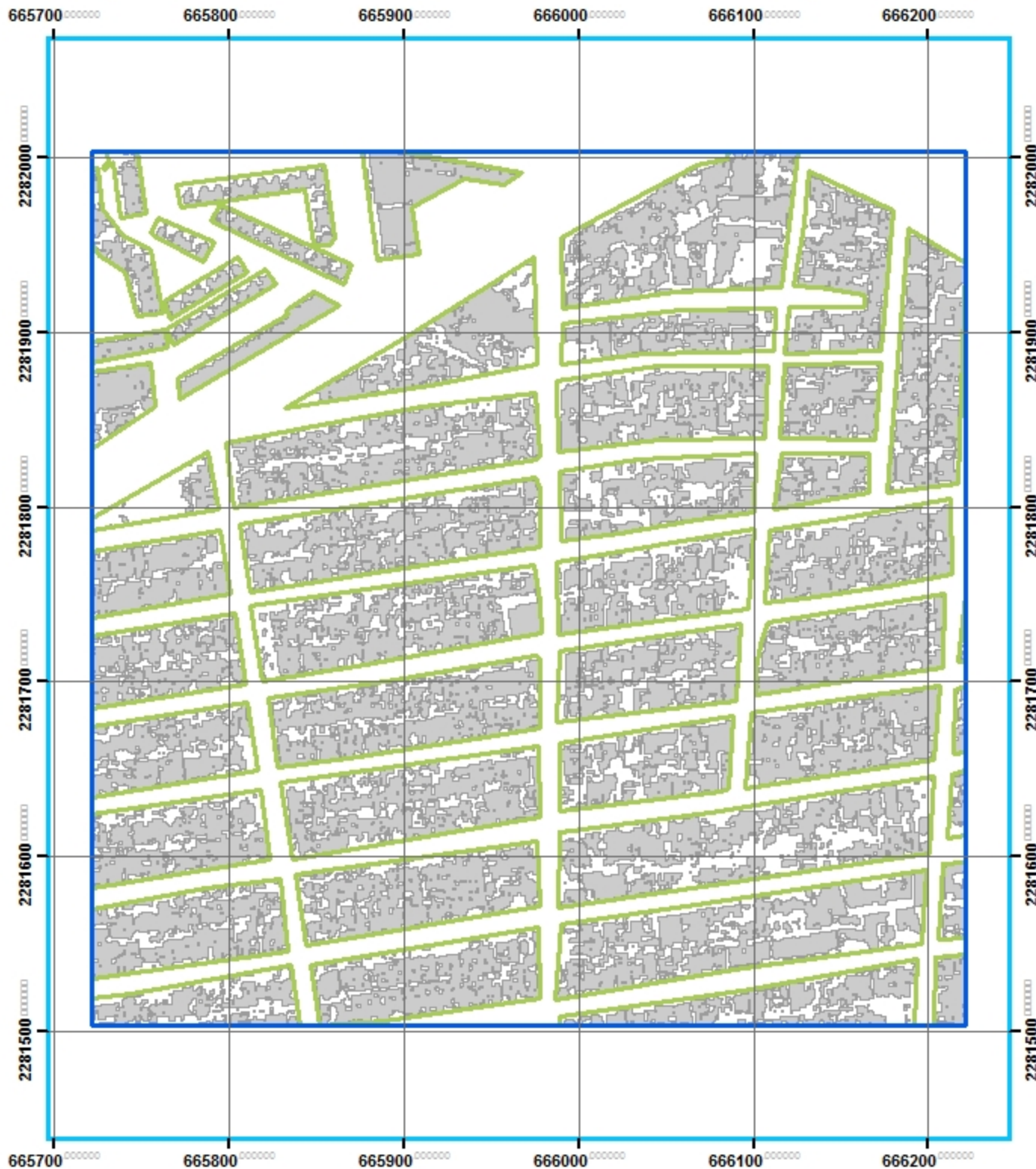
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

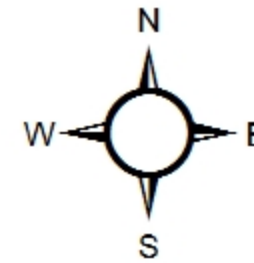
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0069



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

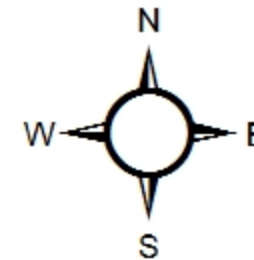
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0070



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



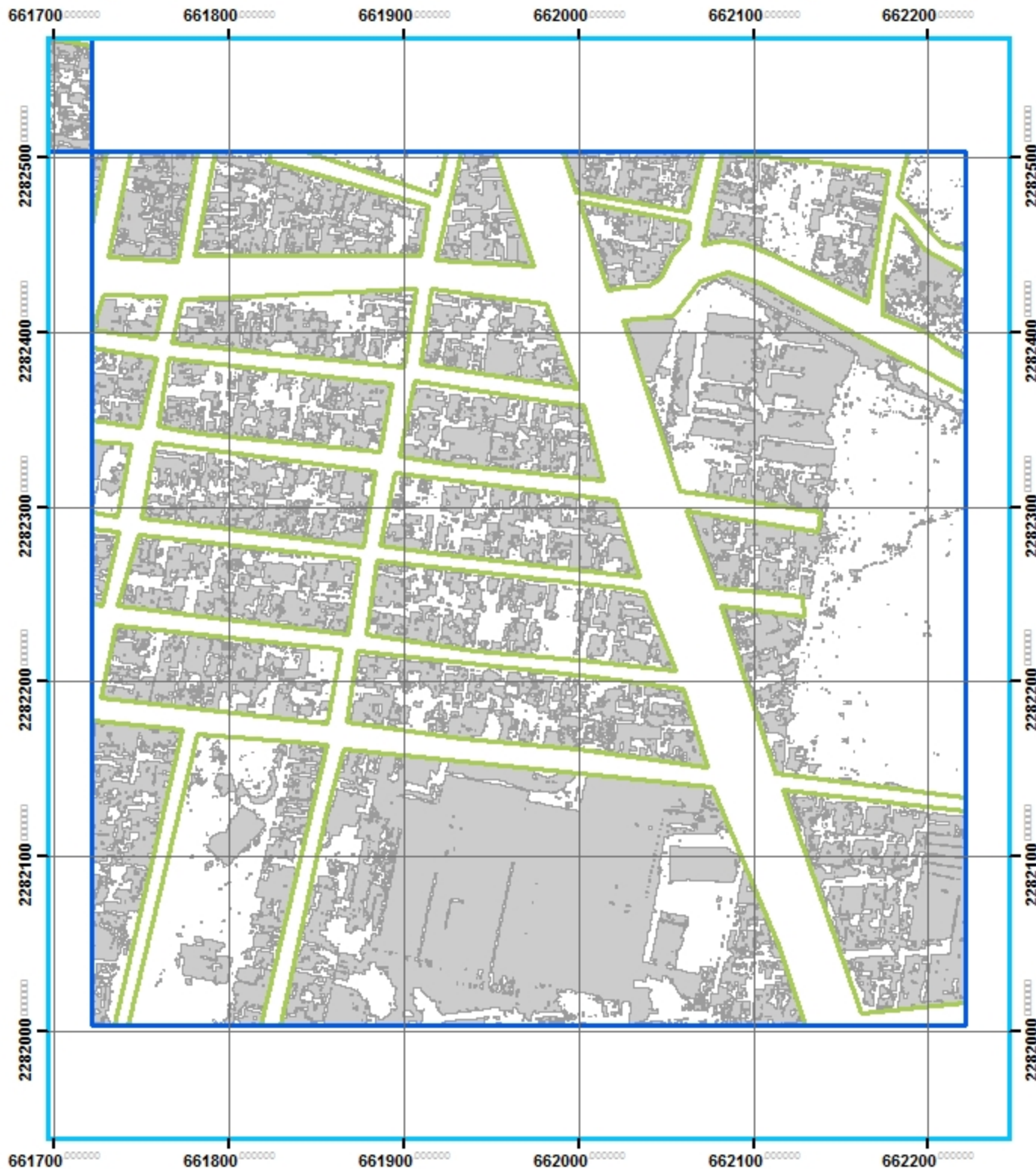
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

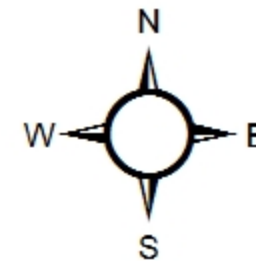
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0071



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE





ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

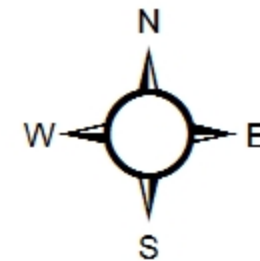
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0072



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

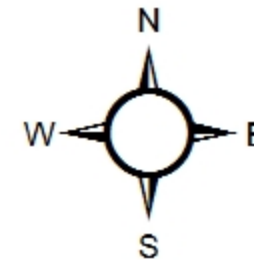
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0073



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

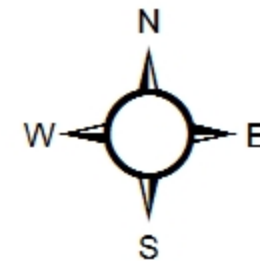
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0074



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

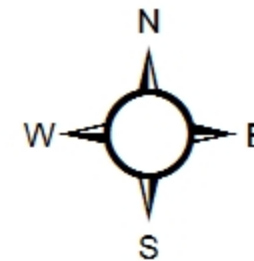
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>
Número: MPGE-0075



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



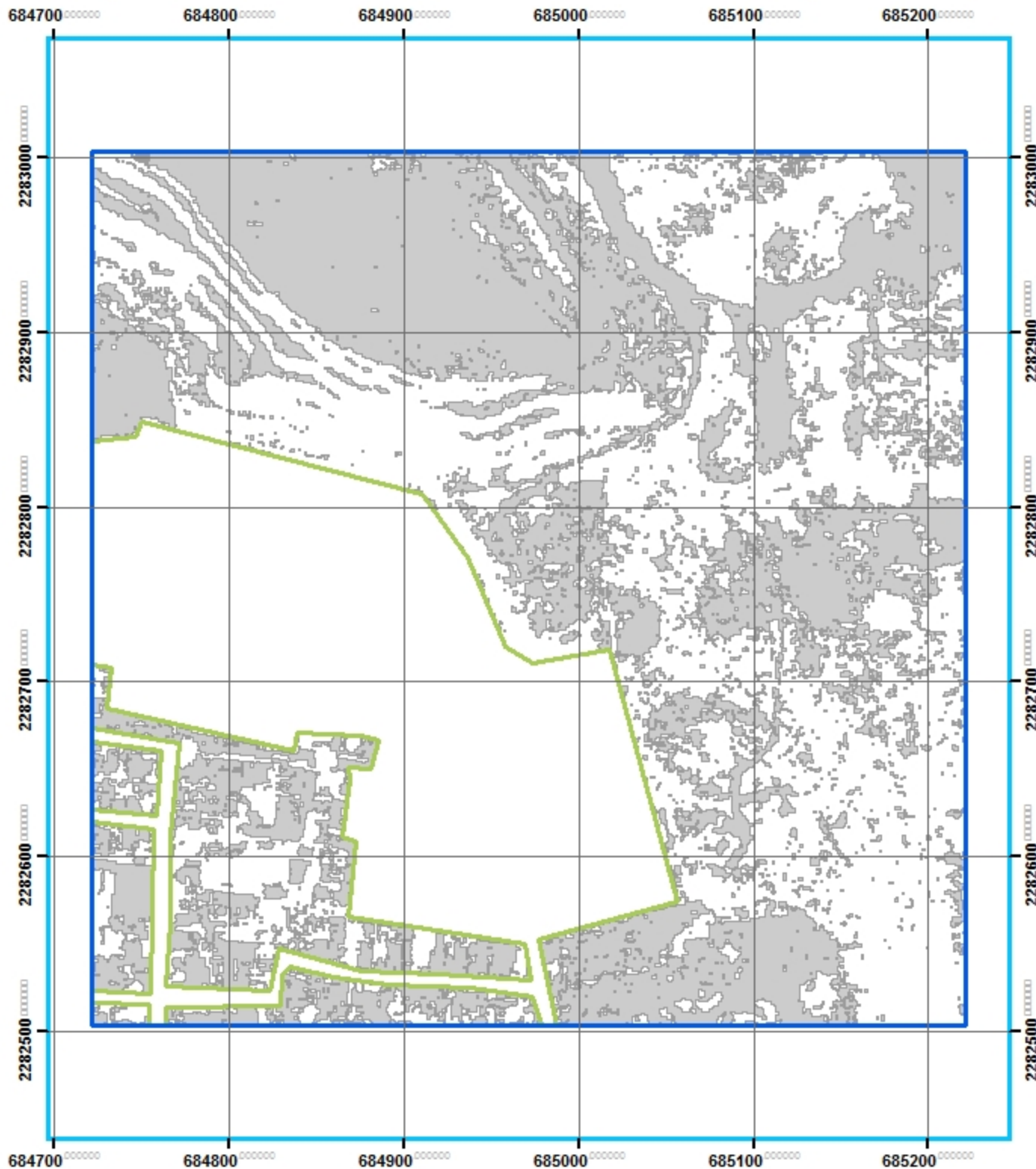
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

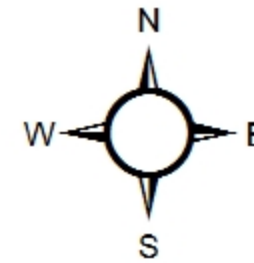
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0076



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

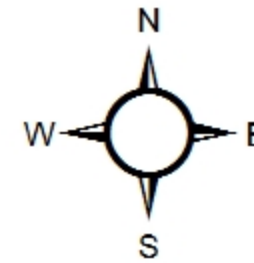
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0077



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

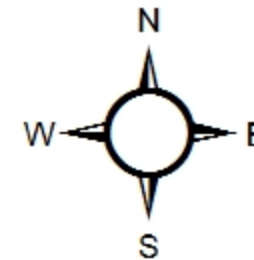
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0078



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

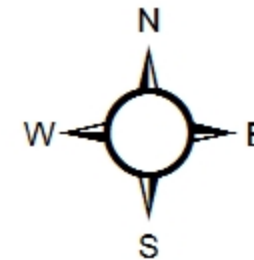
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0079



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

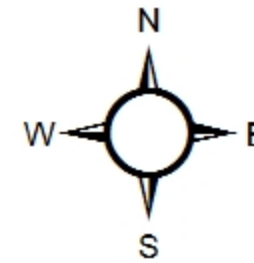
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0080



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



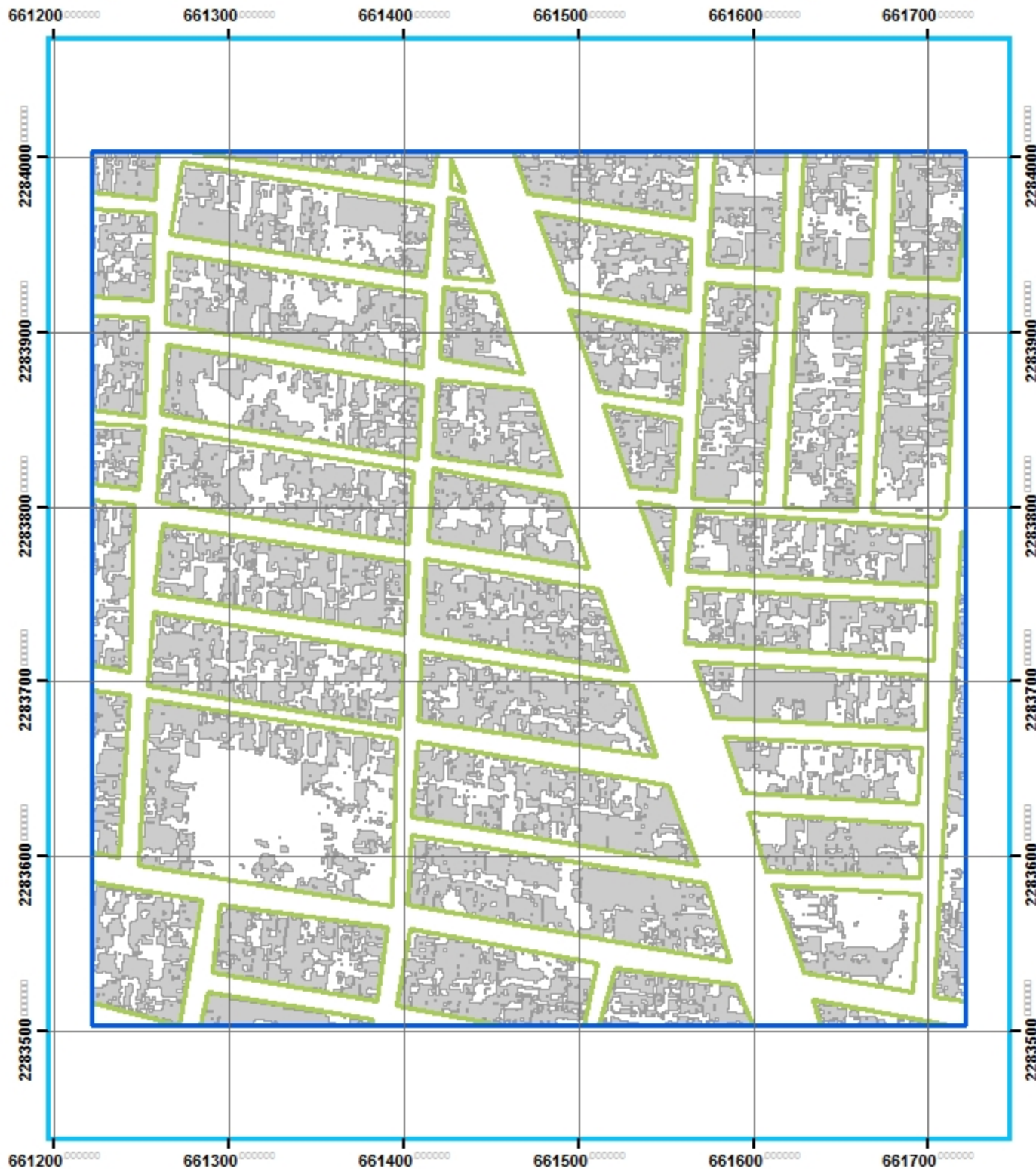
ITESO



Simbología

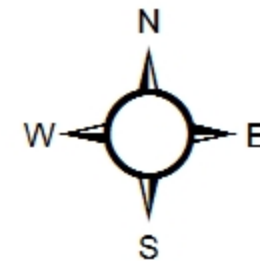
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0081



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



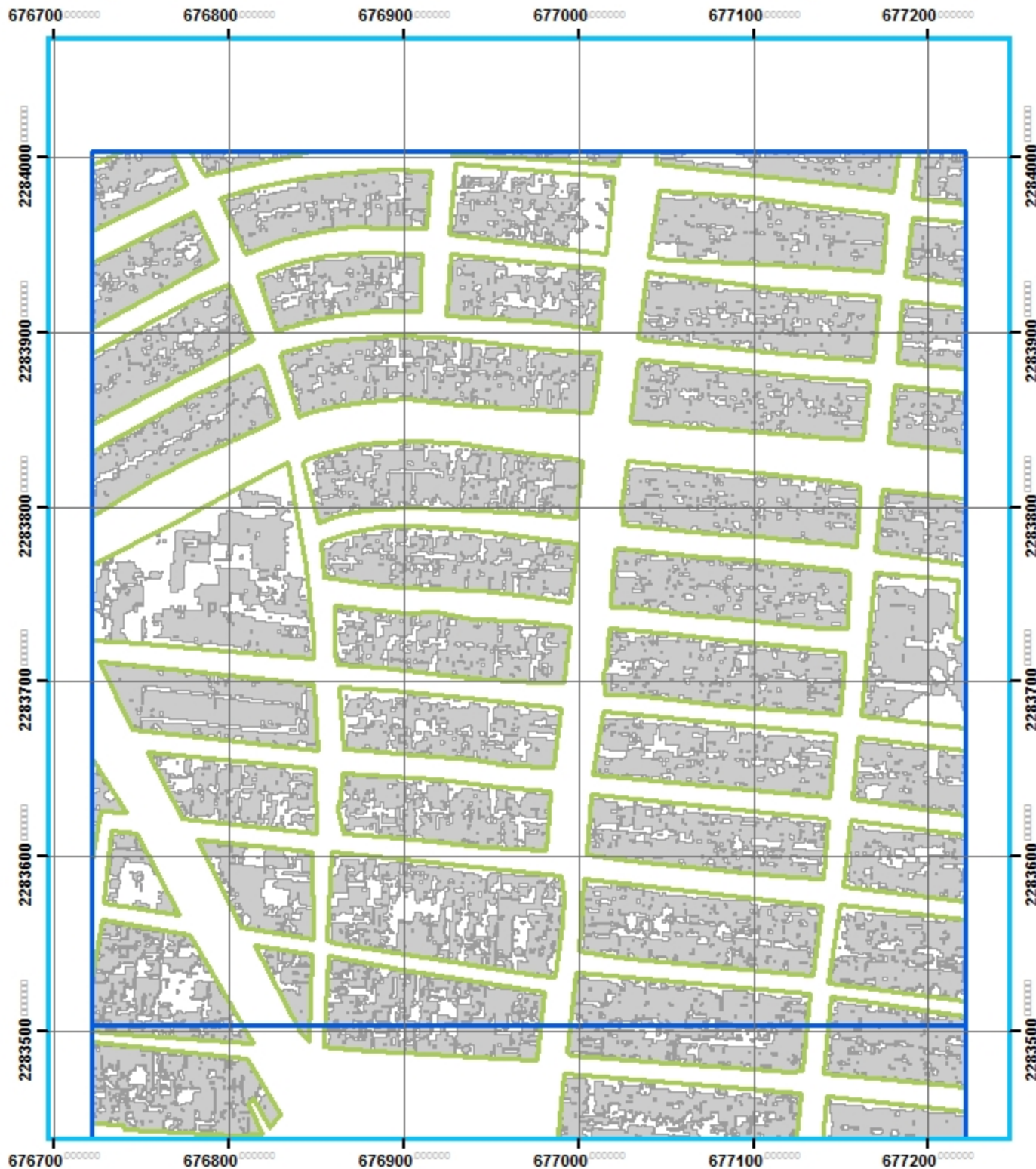
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

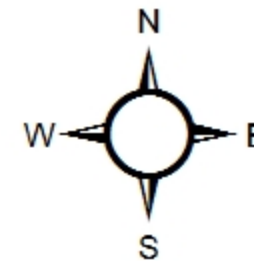
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0082



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE






ITESO

90 45 0 90 Meters



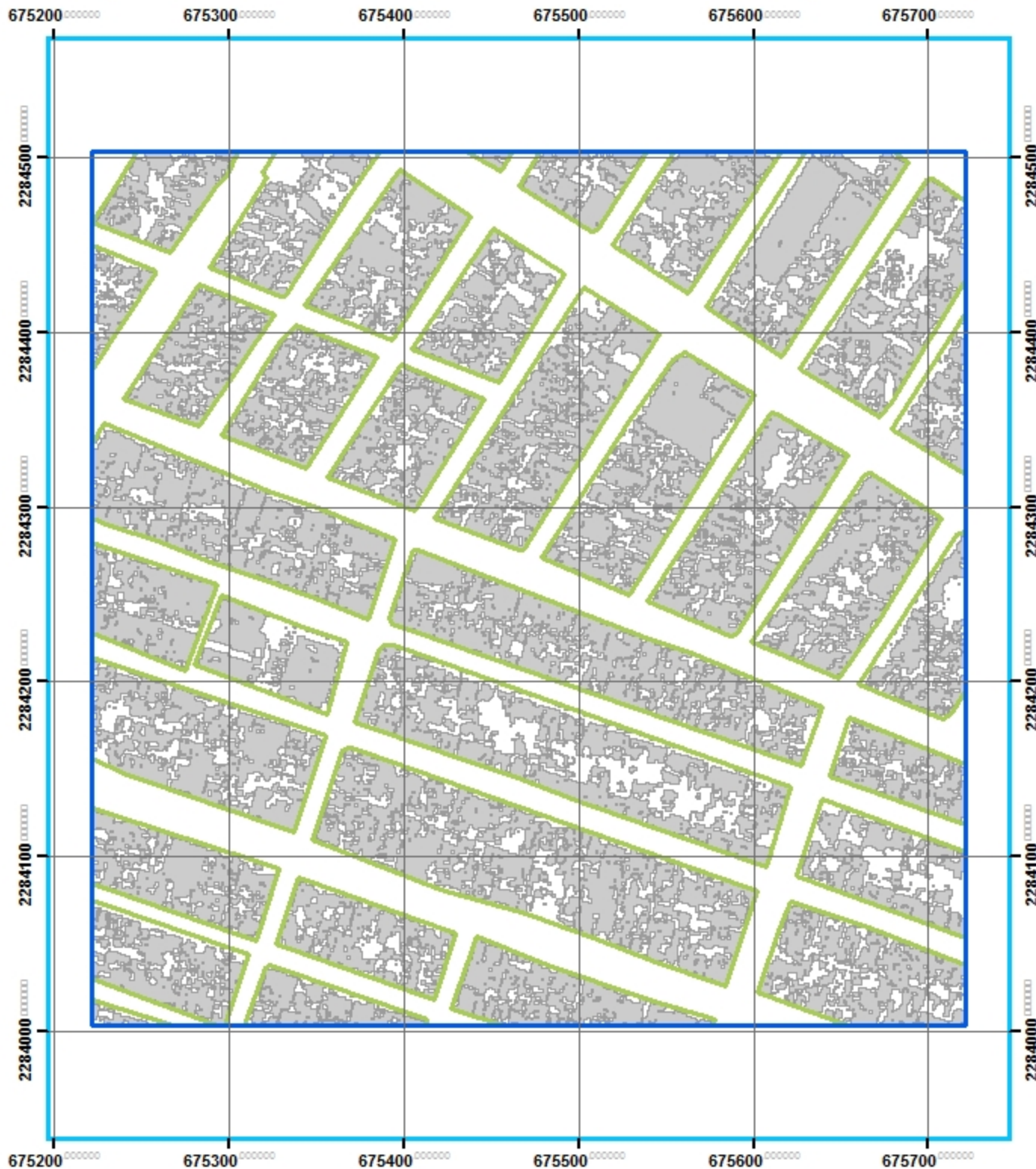
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

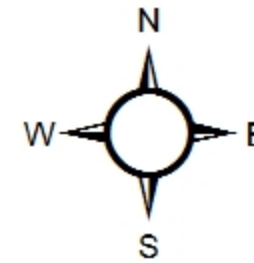
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0083



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



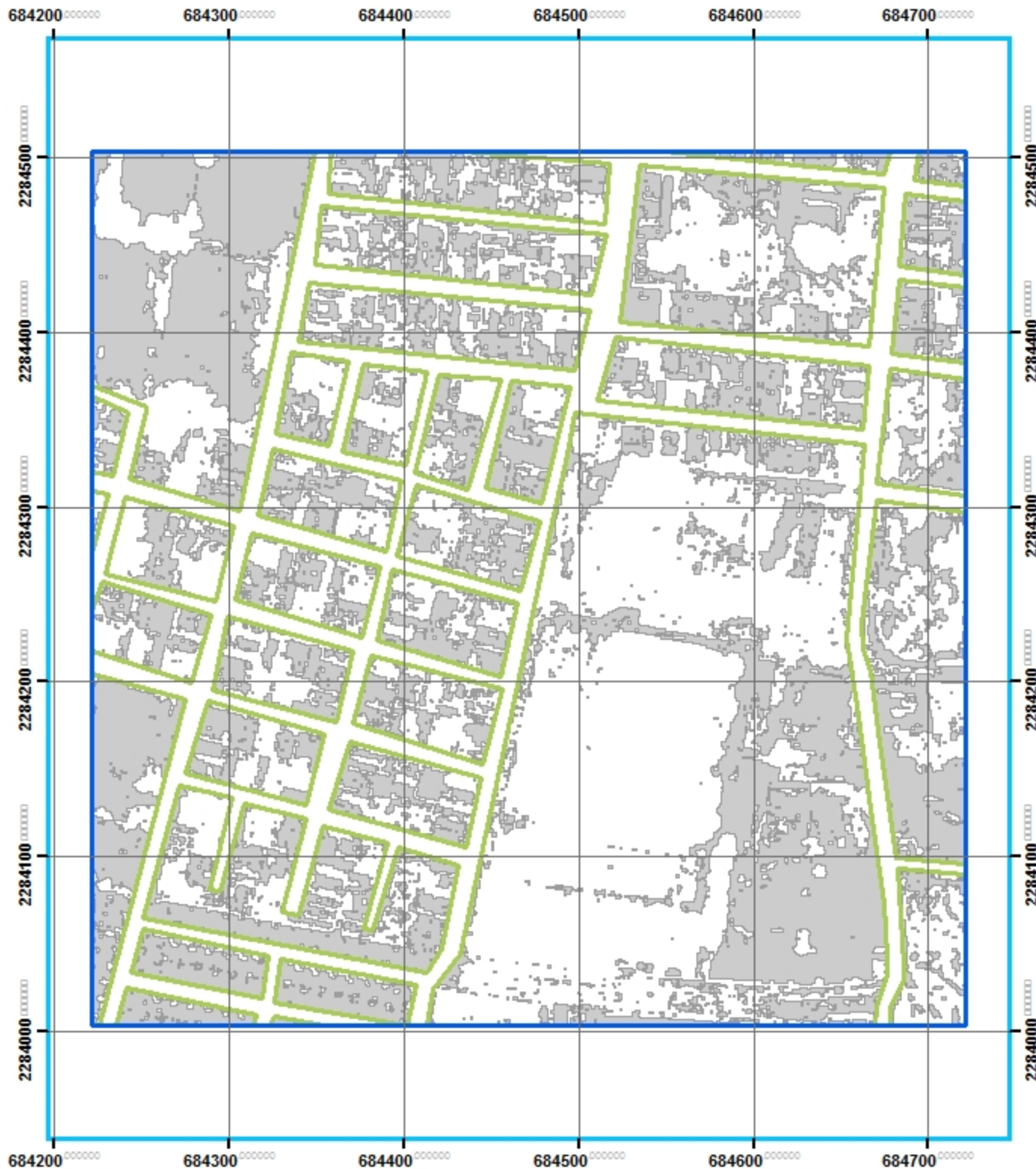
ITESO



Simbología

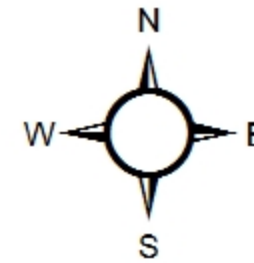
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0084



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



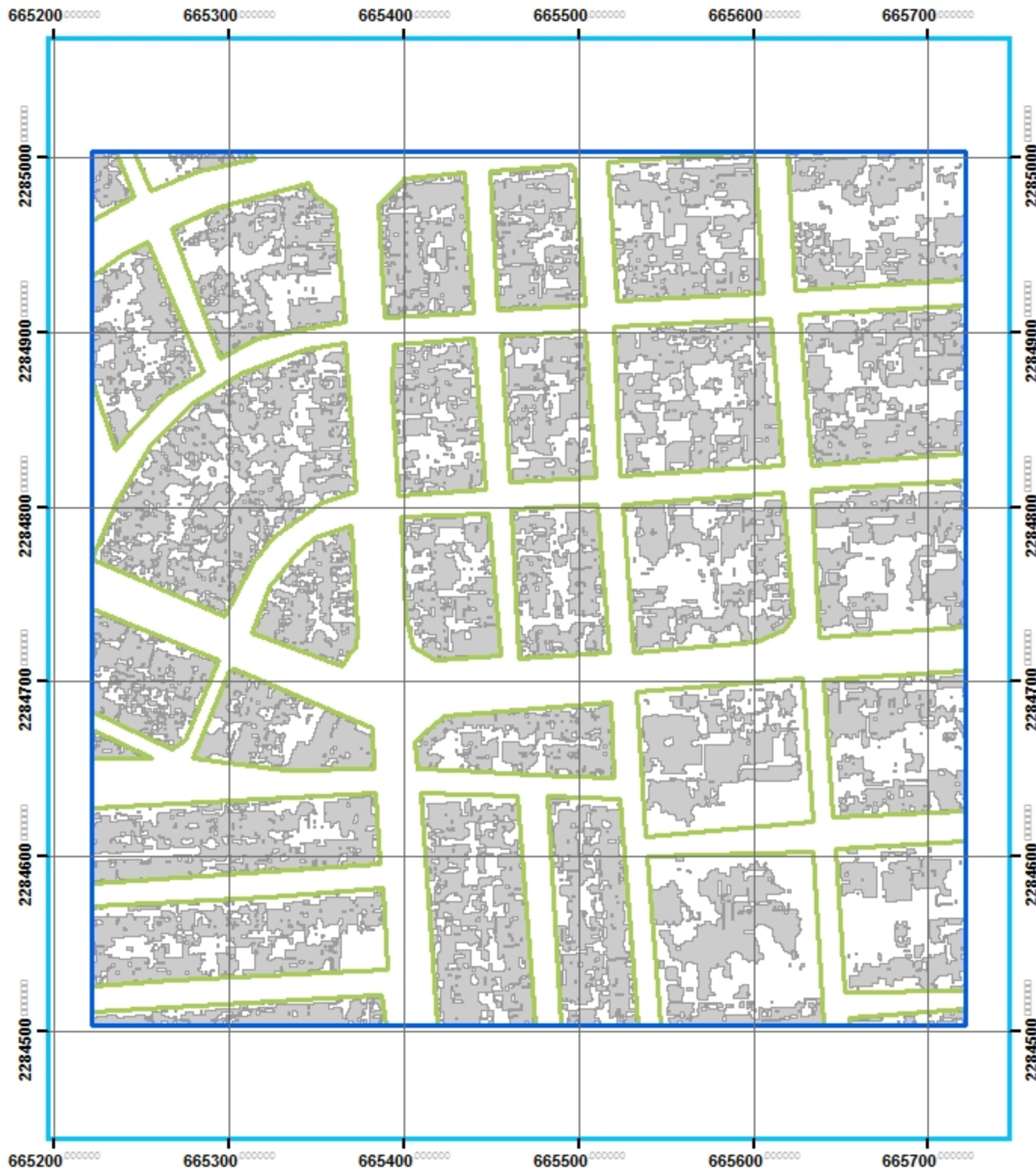
ITESO



Simbología

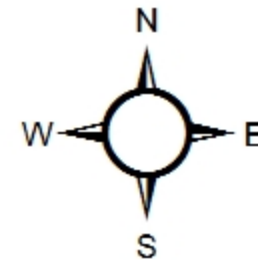
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0085



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

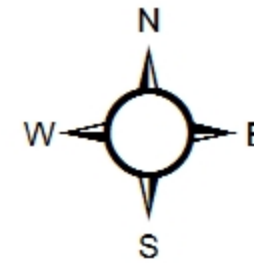
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0086



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

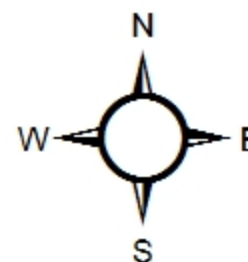
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0087



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE





ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

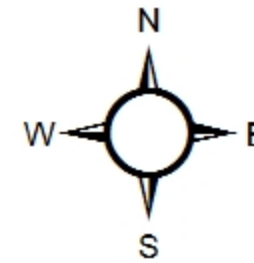
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0088



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

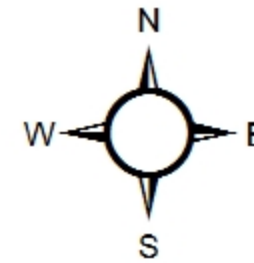
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0089



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

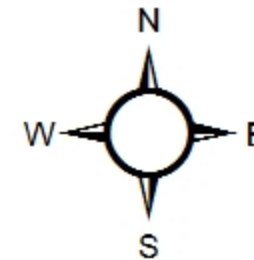
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0090



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



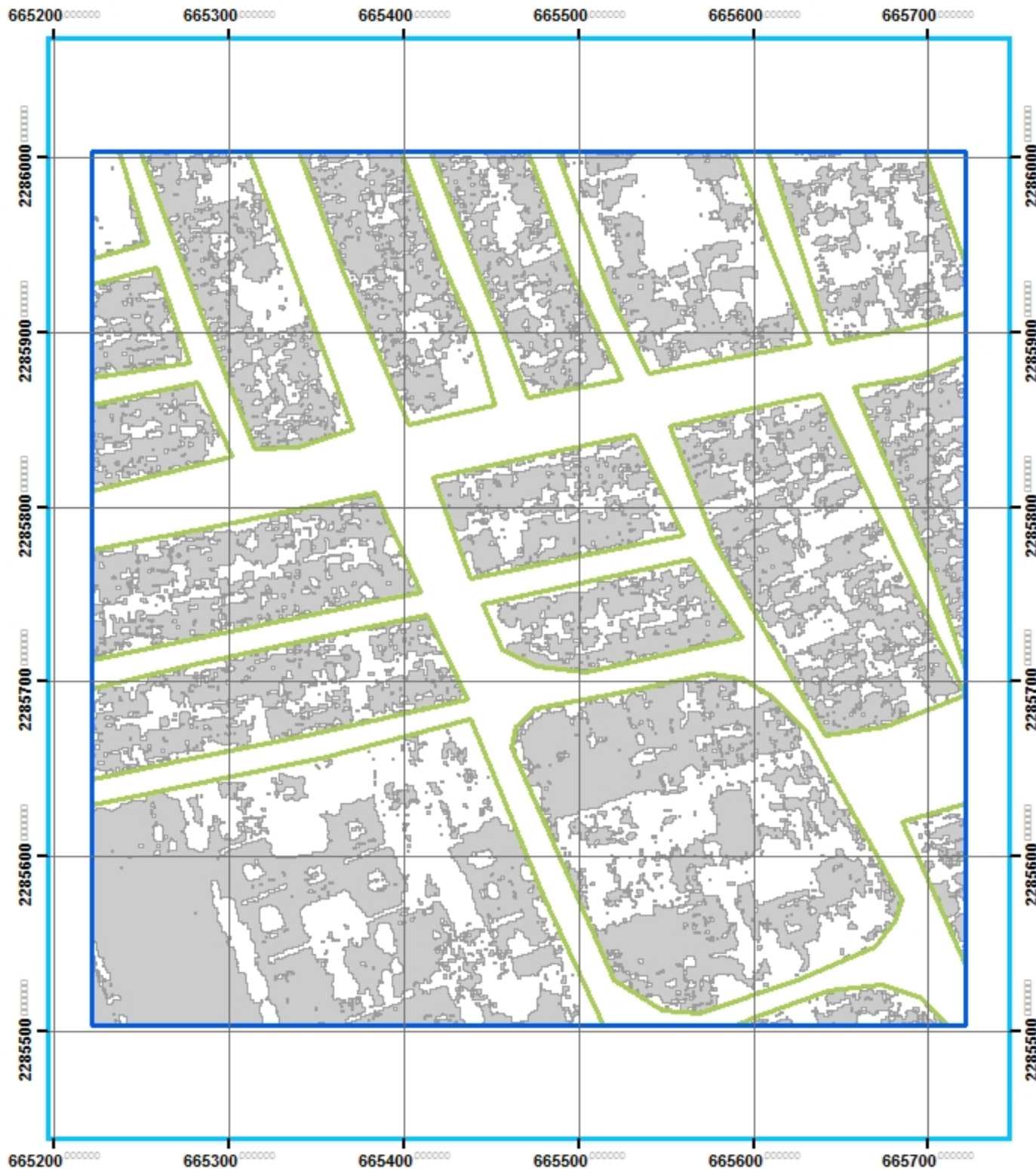
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

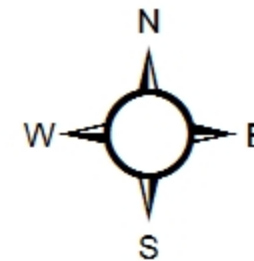
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0091



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



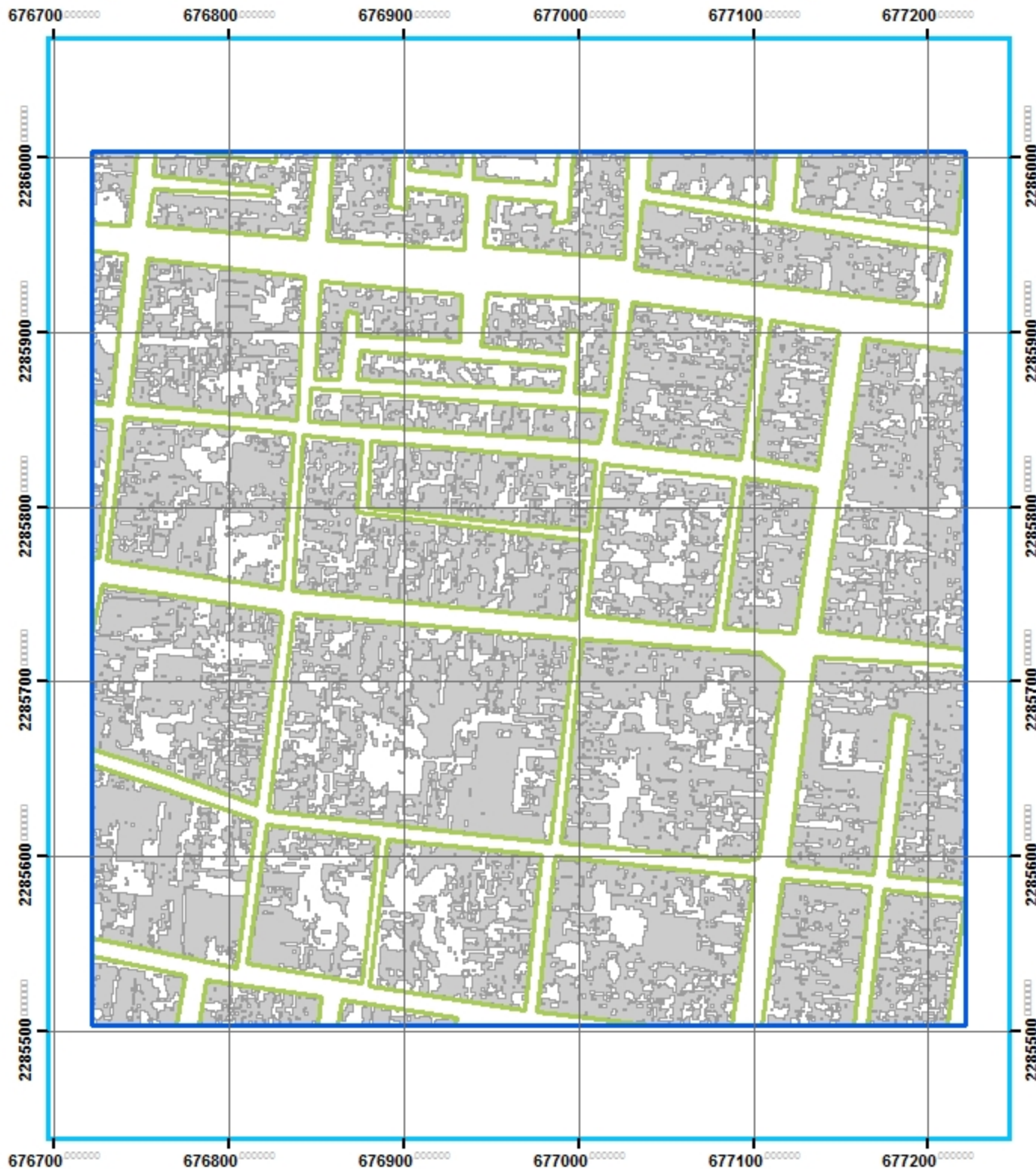
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

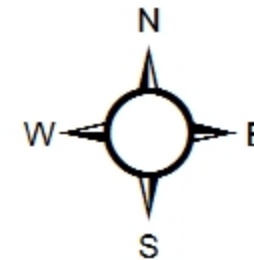
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0092



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE






ITESO

90 45 0 90 Meters



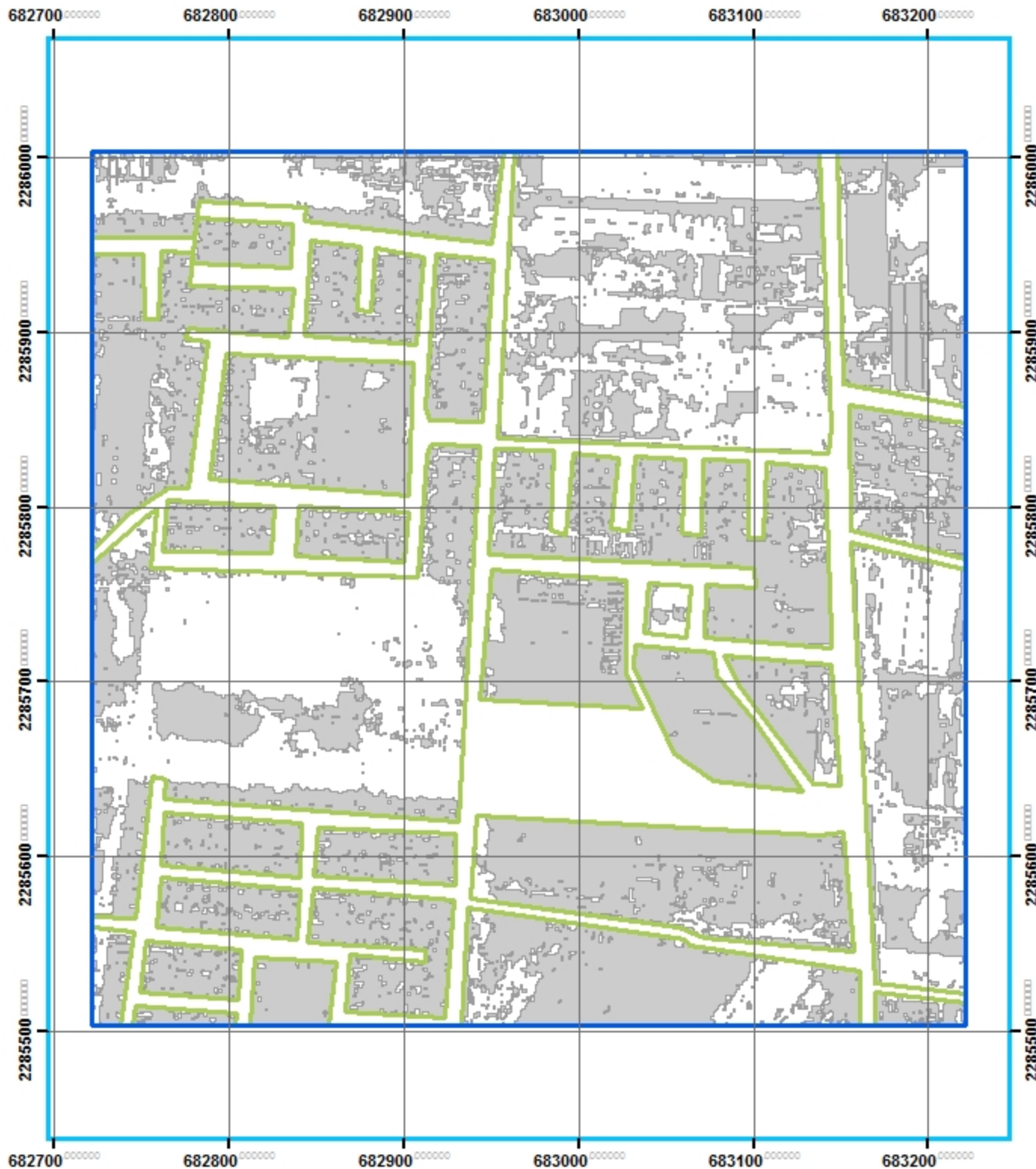
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

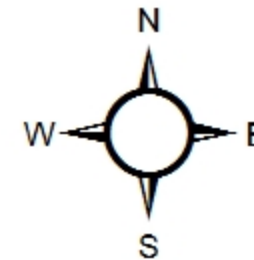
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0093



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



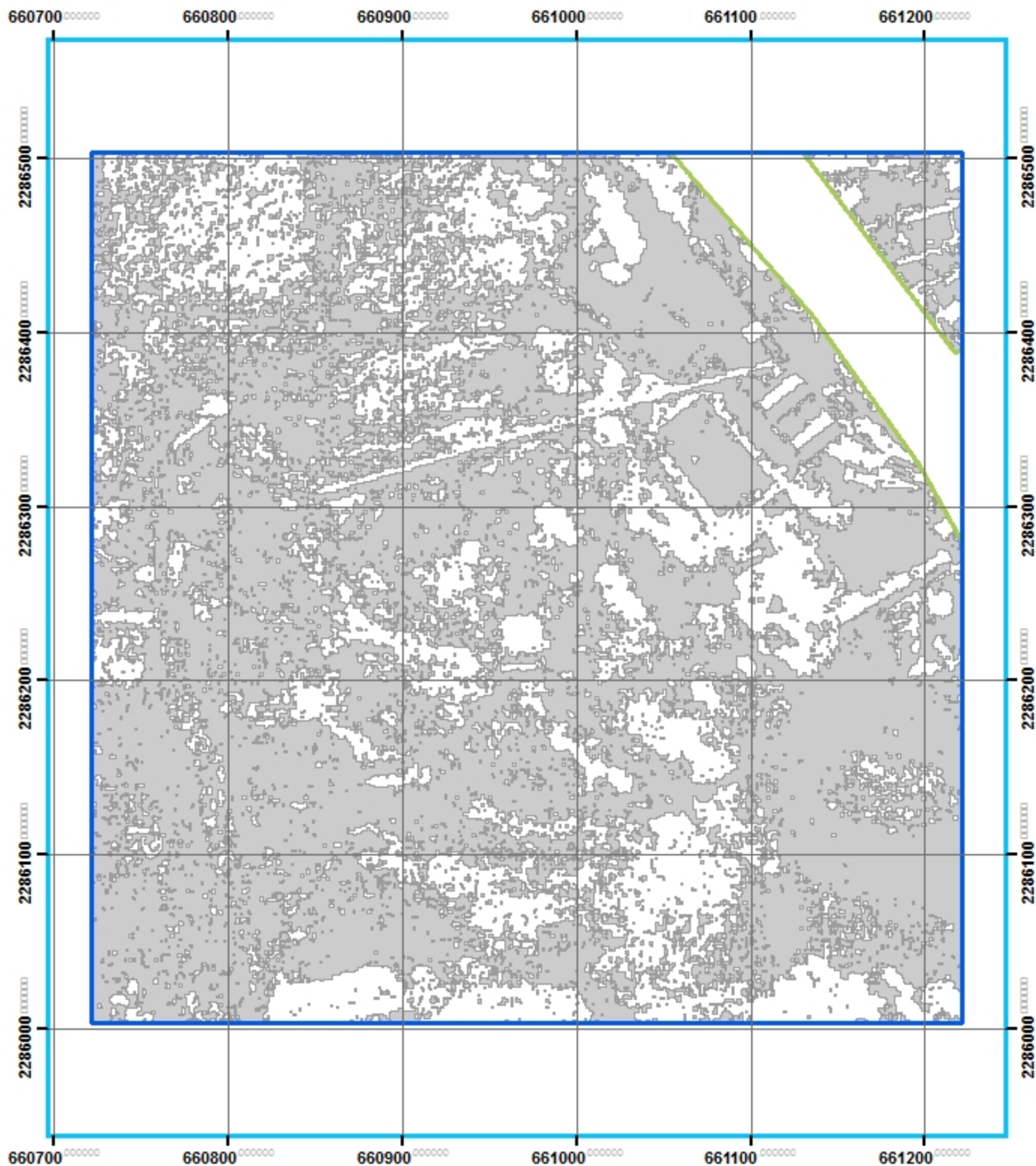
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

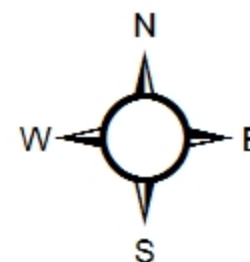
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0094



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE




ITESO

90 45 0 90 Meters



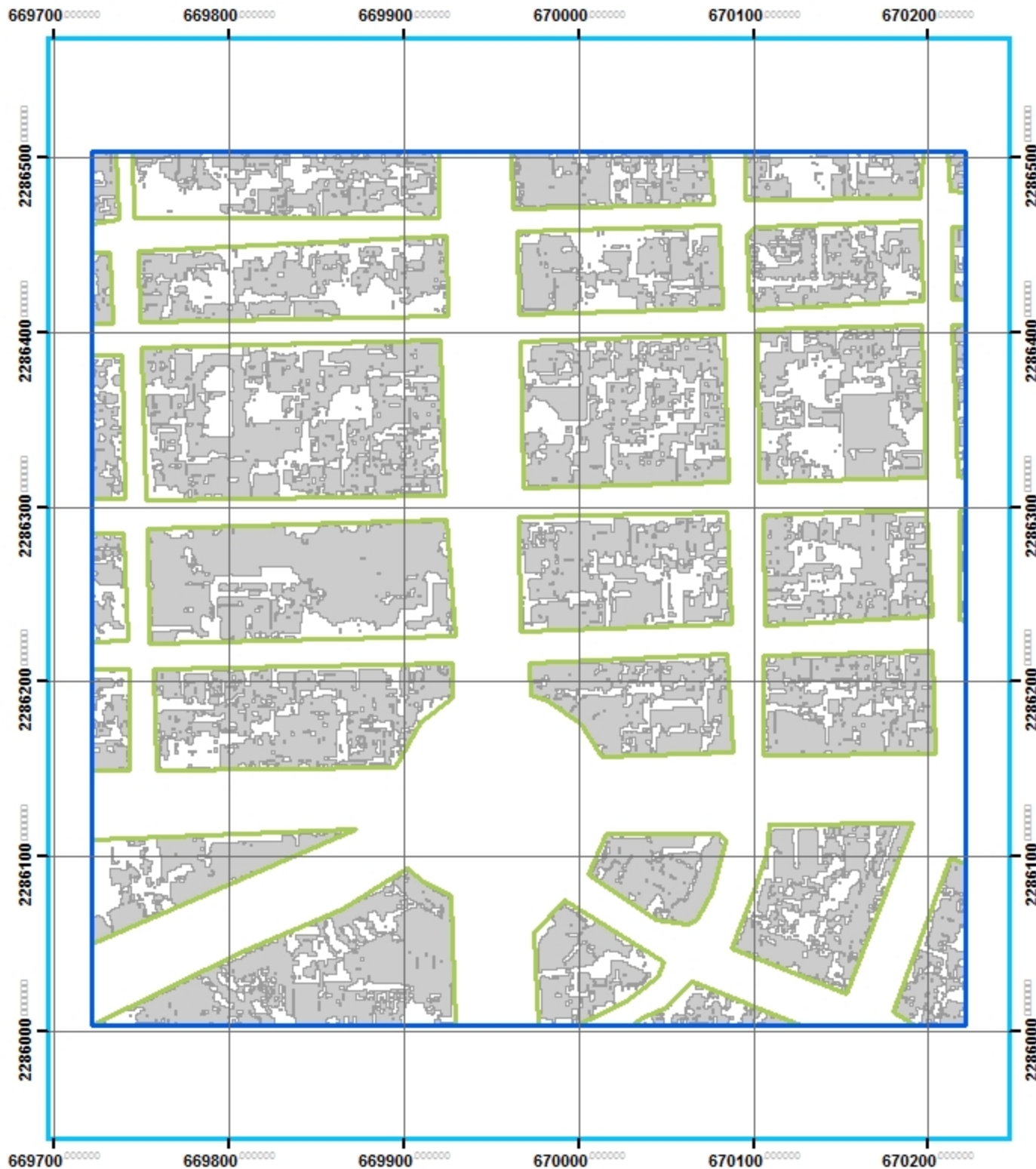
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

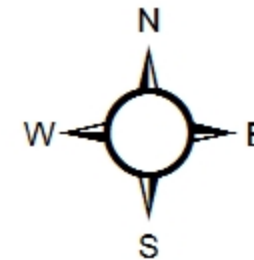
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0095



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



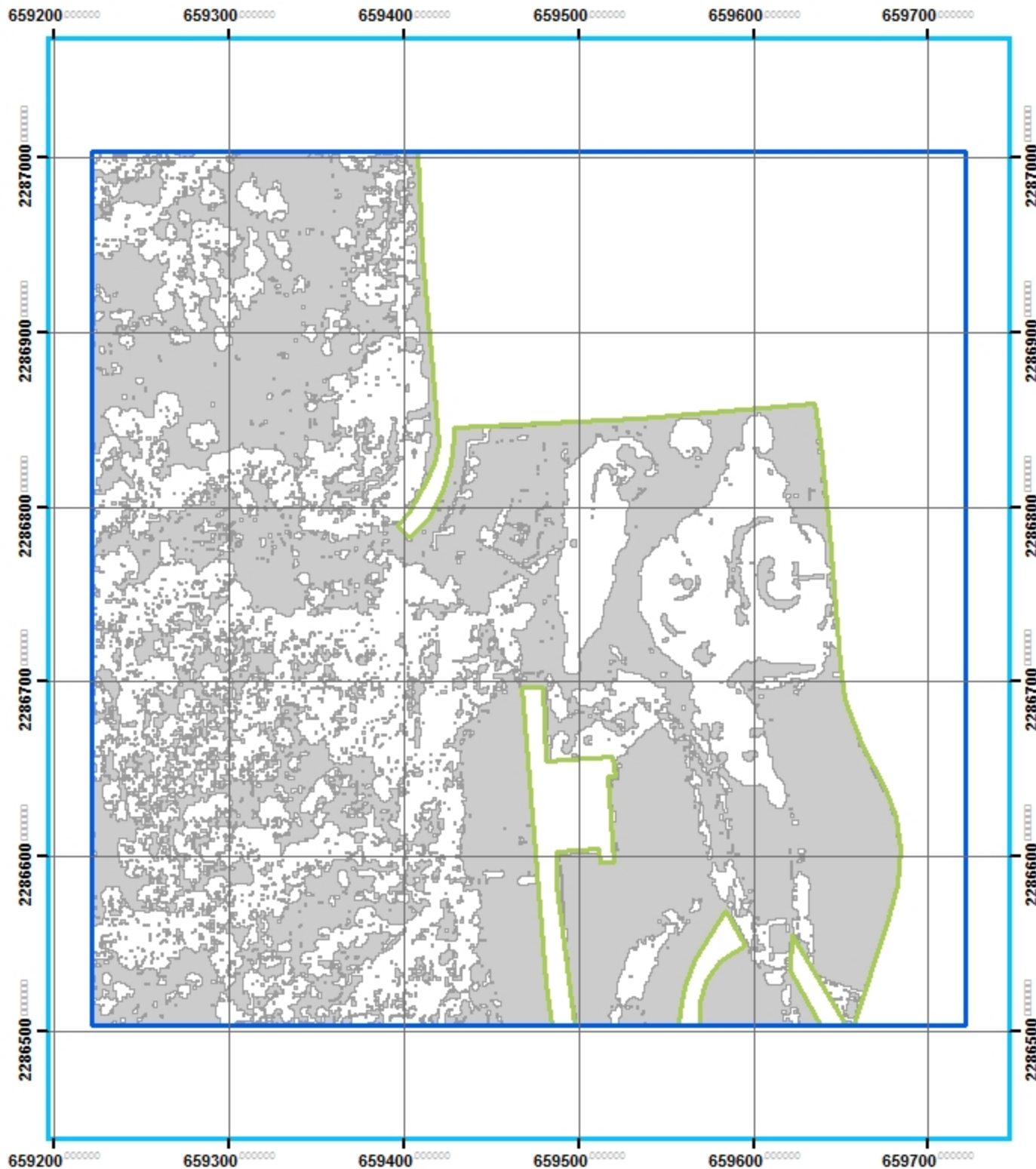
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

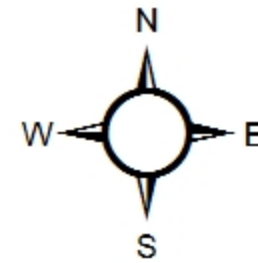
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0096



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



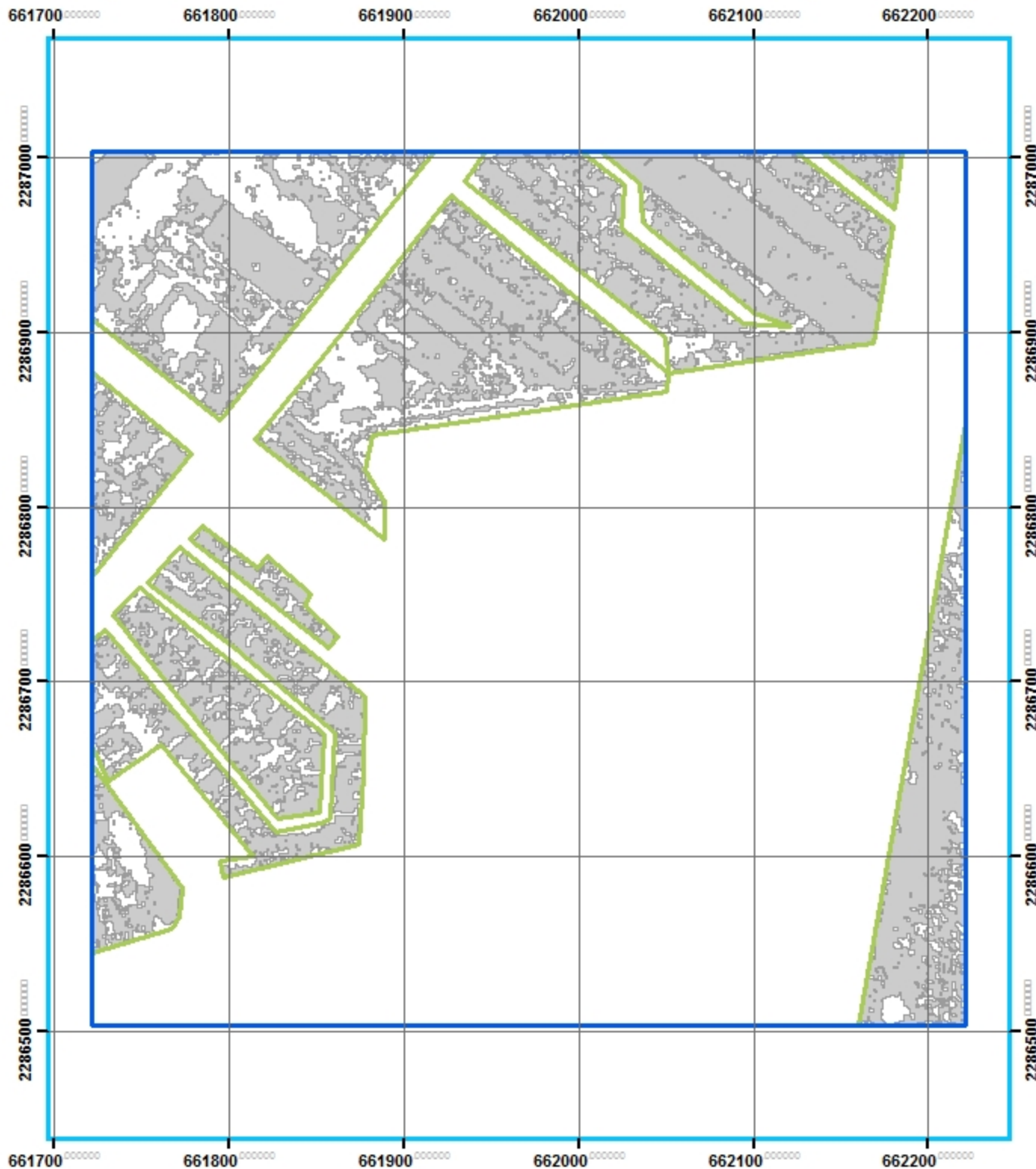
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

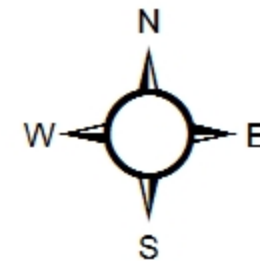
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0097



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

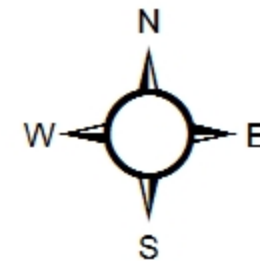
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0098



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE





ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

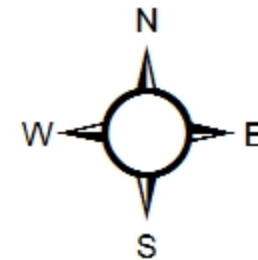
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0099



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



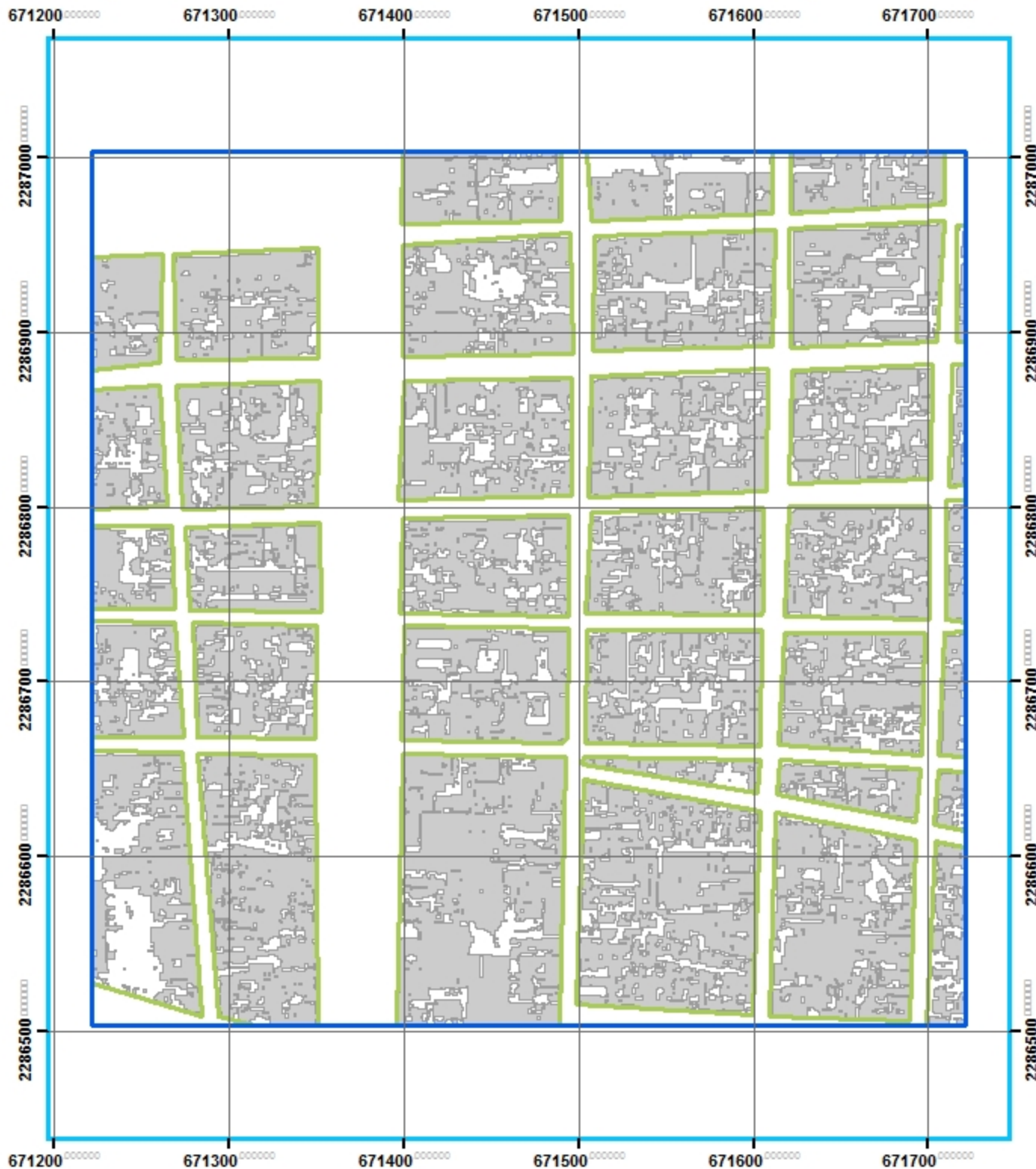
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

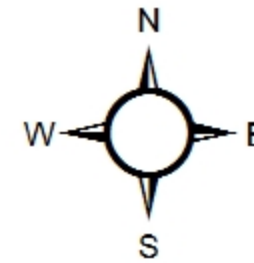
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0100



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

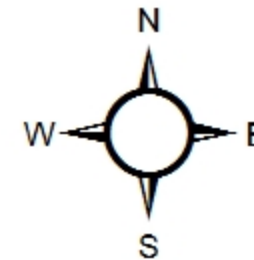
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0101



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters

Simbología

- CUADRANTES MUESTREO 10%
- MANZANAS
- TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

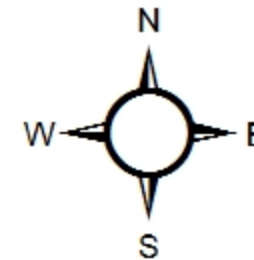
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0102



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



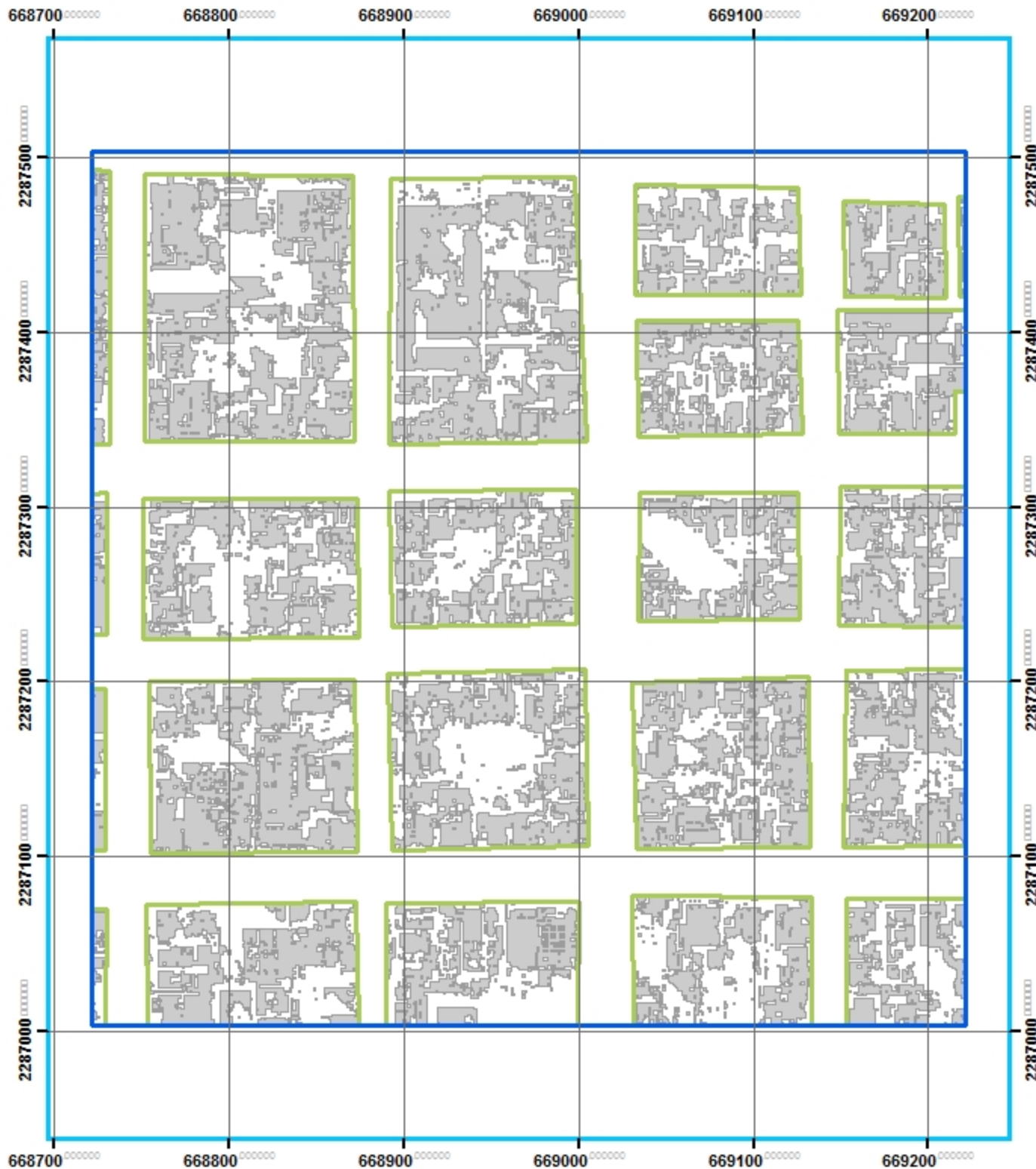
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

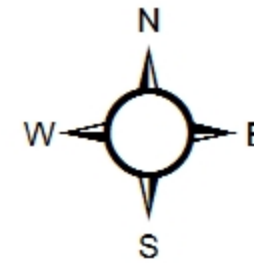
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0103



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



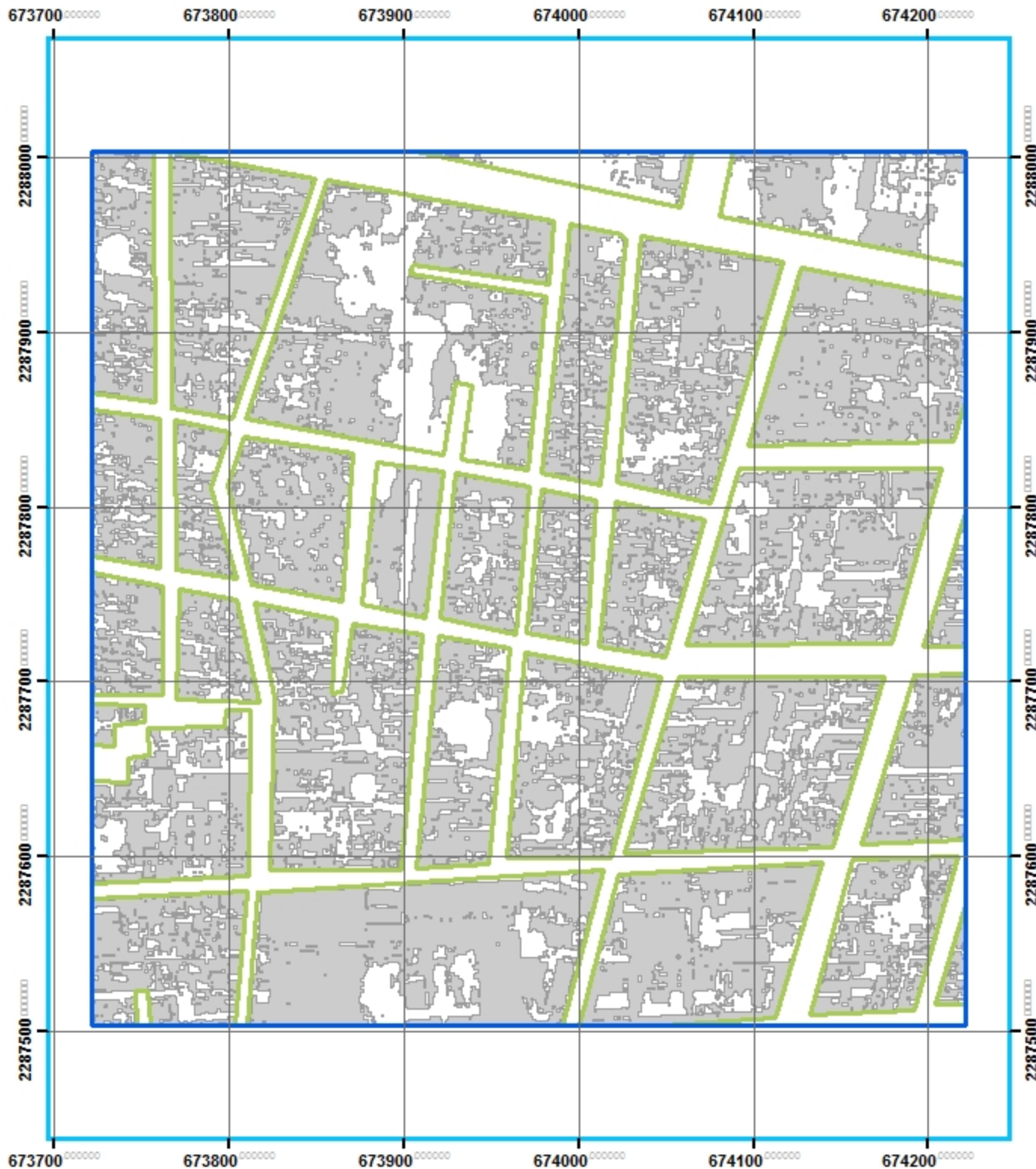
ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0104



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

ITESO

90 45 0 90 Meters

Simbología

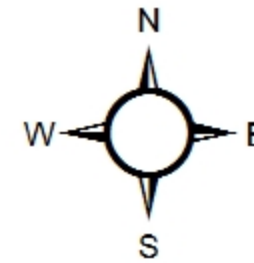
- CUADRANTES MUESTREO 10%
- MANZANAS
- TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0105



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

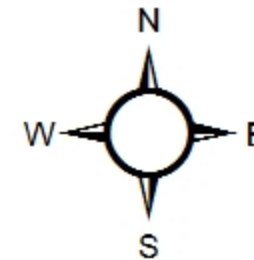
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0106



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

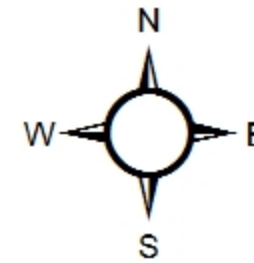
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0107



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



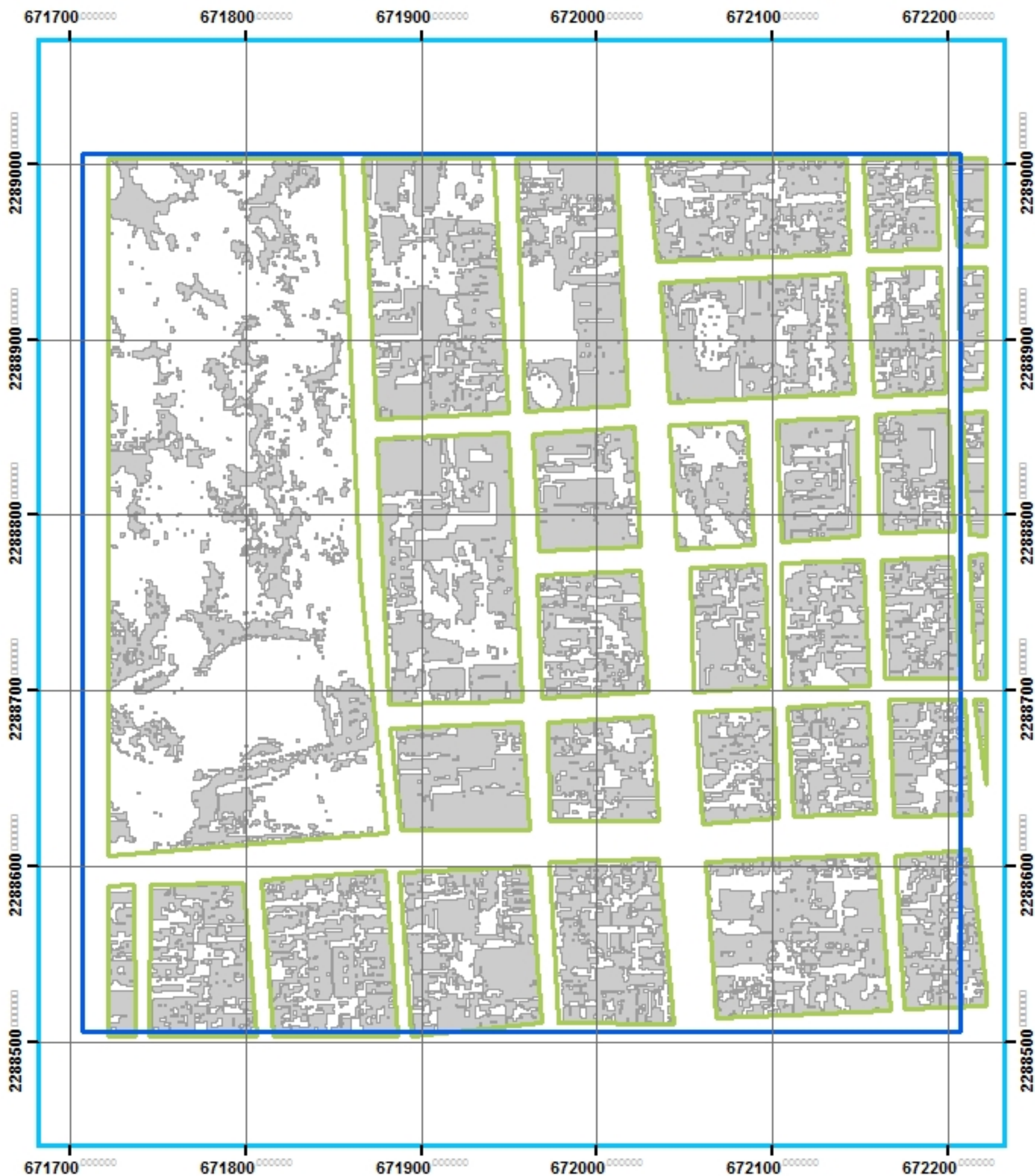
ITESO



Simbología

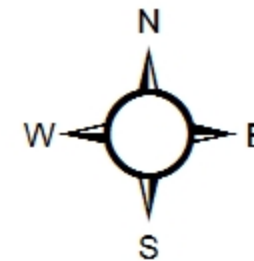
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0108



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE






ITESO

90 45 0 90 Meters



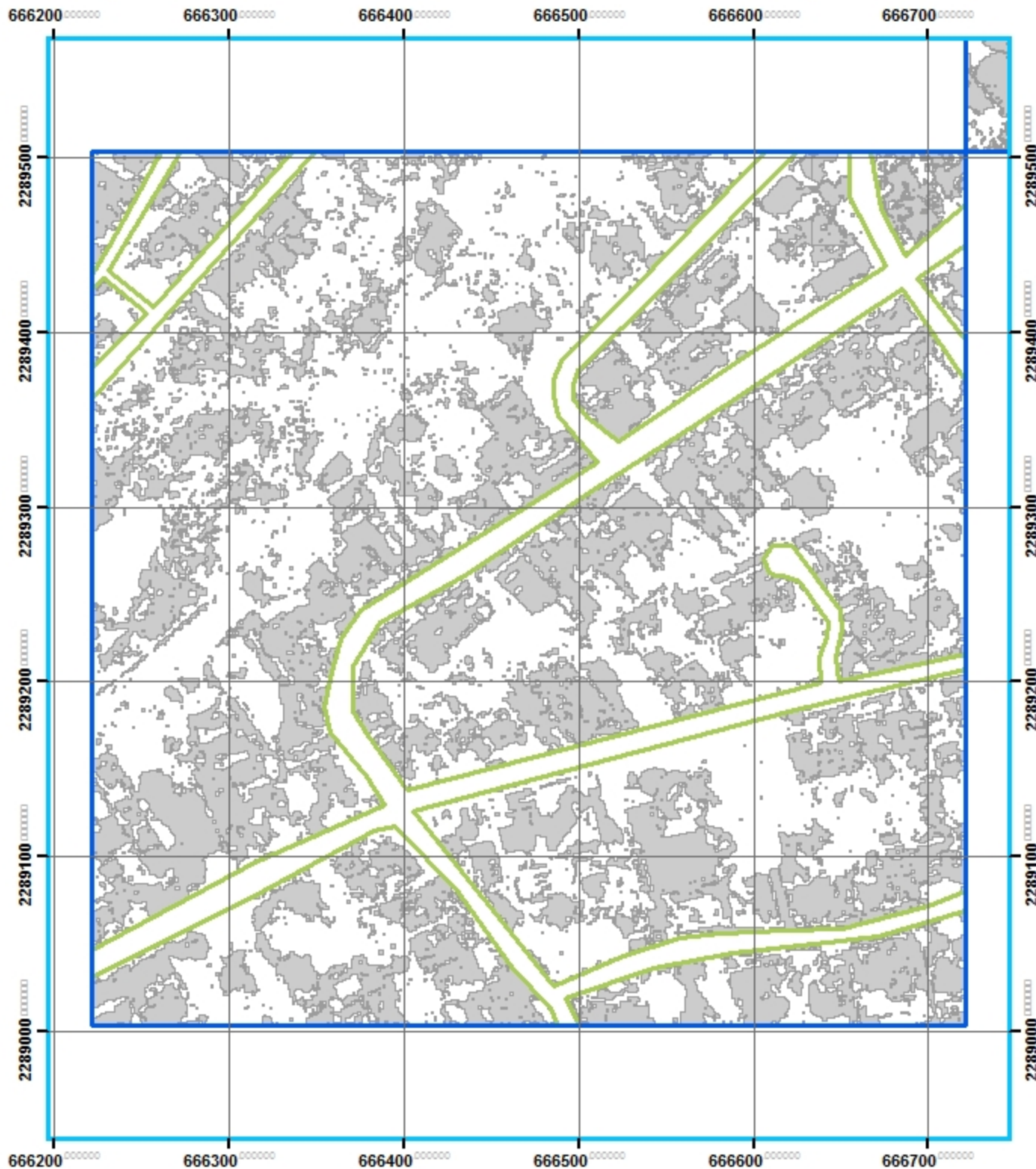
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

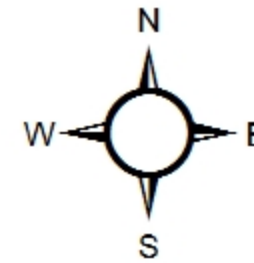
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0109



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



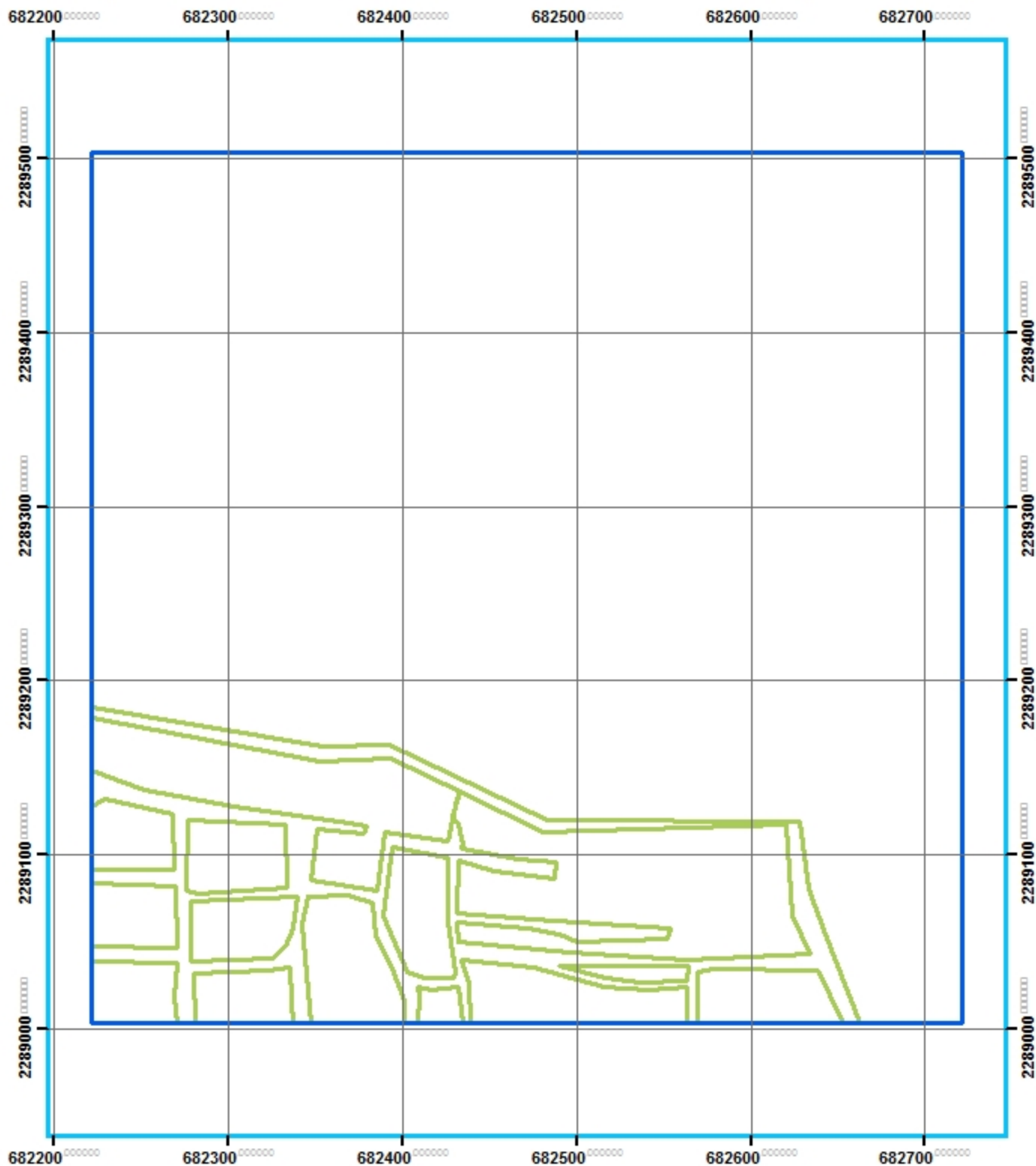
ITESO



Simbología

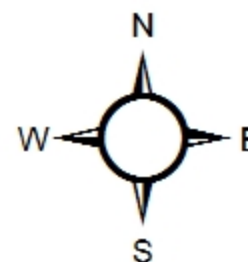
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0110



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

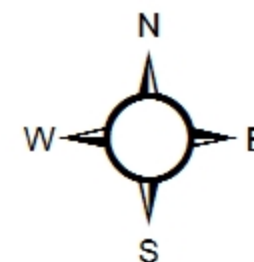
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0111



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE




ITESO

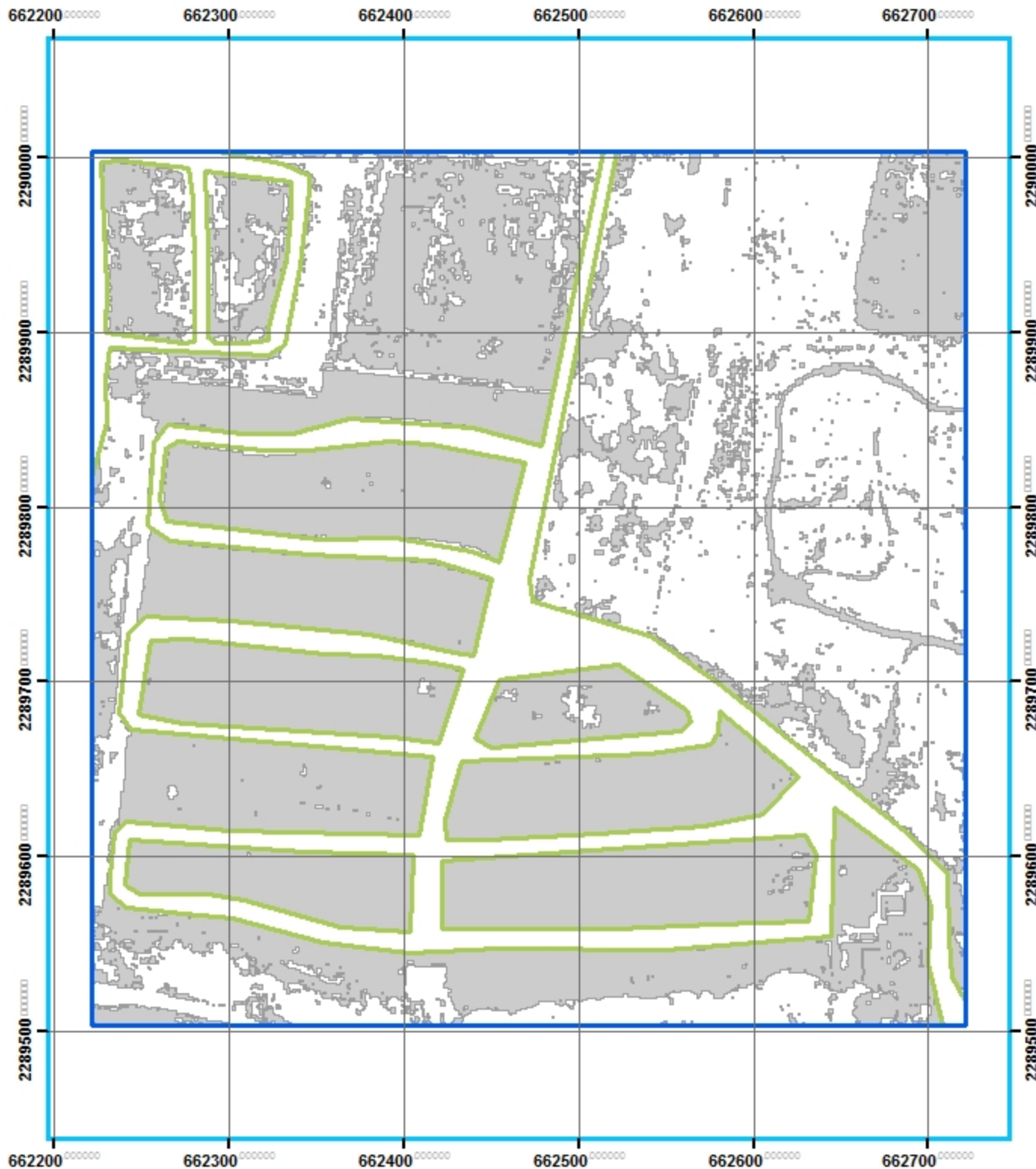
90 45 0 90 Meters



Simbología

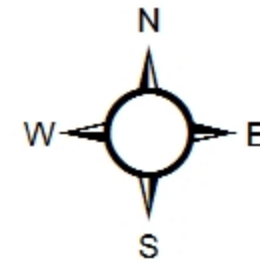
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0112



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

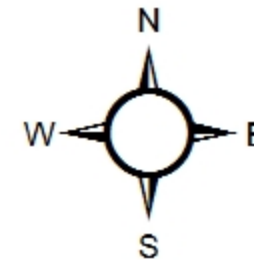
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0113



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara


INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



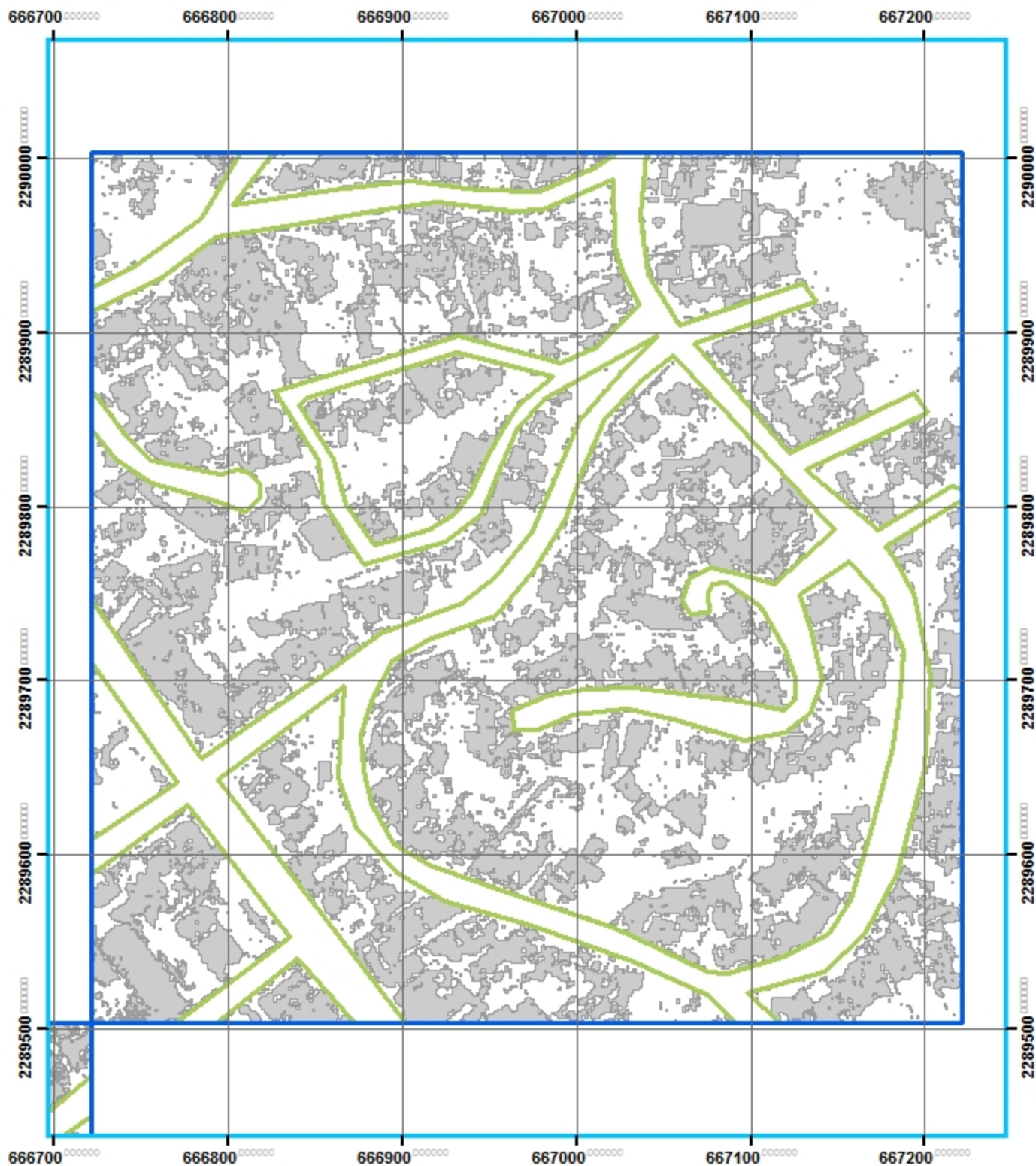
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0114



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

ITESO

90 45 0 90 Meters

Simbología

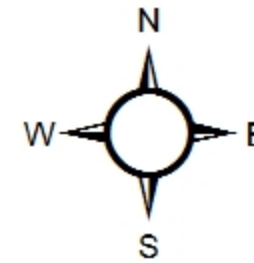
- CUADRANTES MUESTREO 10%
- MANZANAS
- TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0115



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



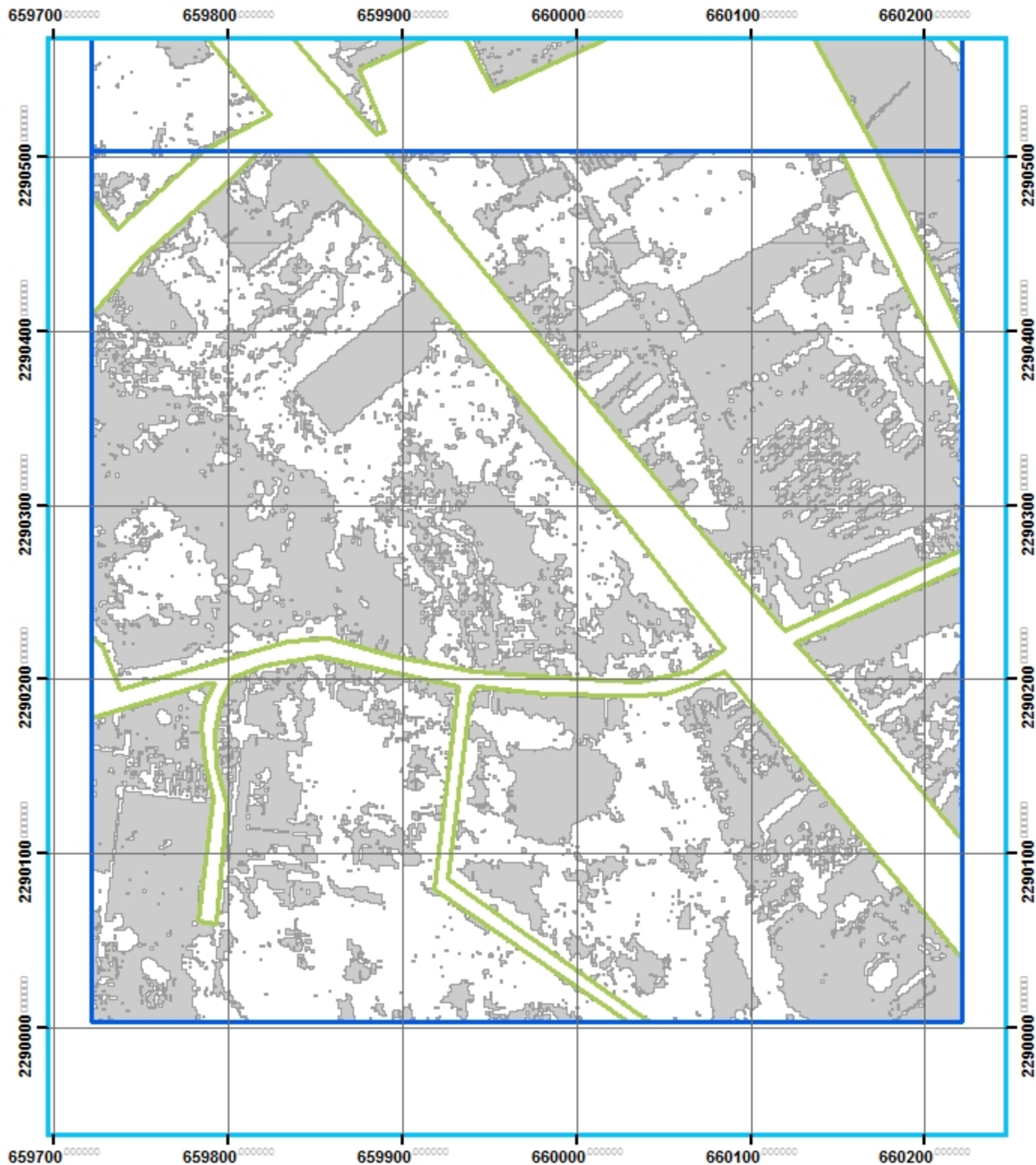
ITESO



Simbología

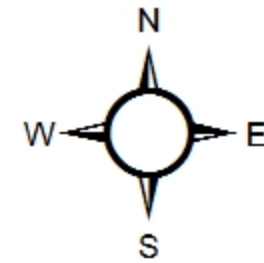
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0116



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



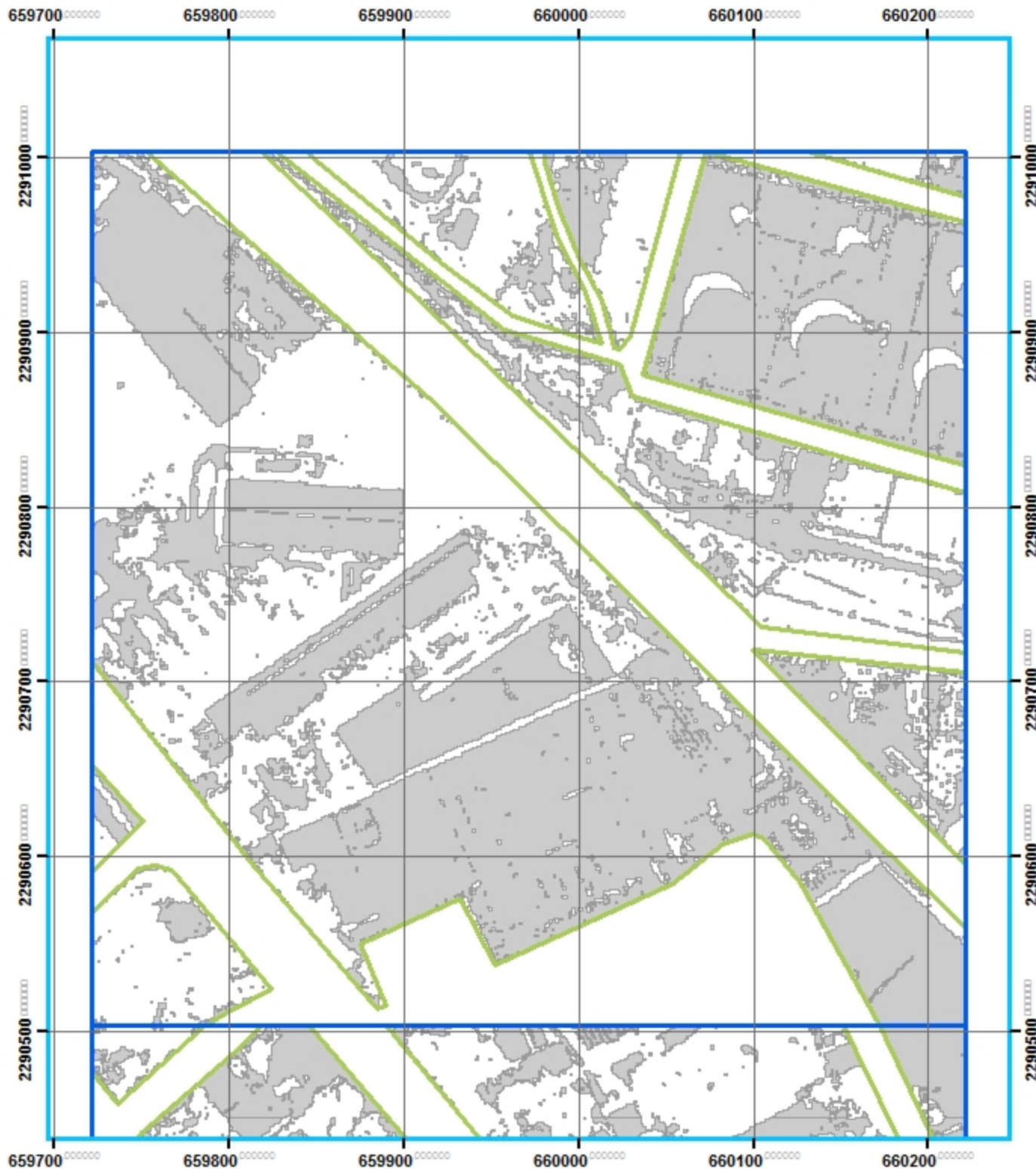
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

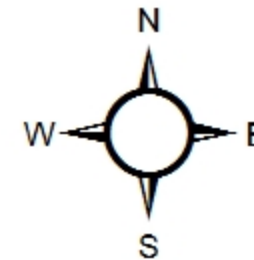
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0117



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

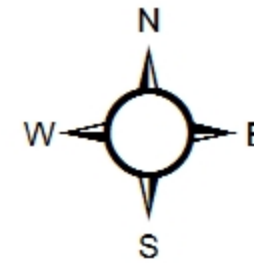
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0118



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

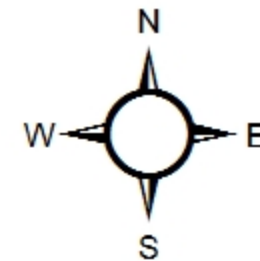
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0119



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE





ITESO

90 45 0 90 Meters



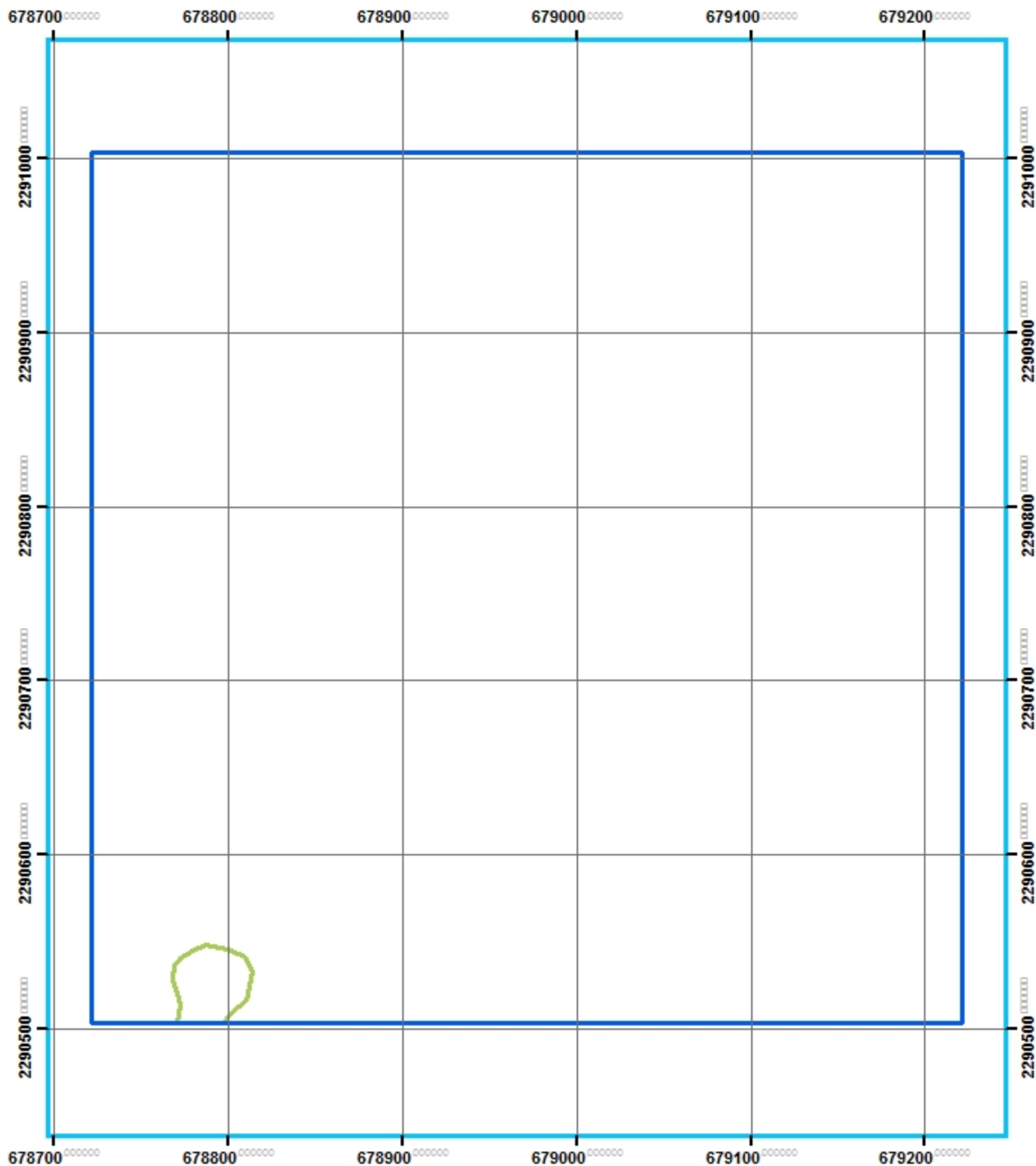
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

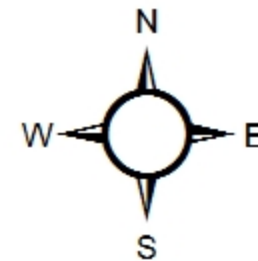
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0120



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE






ITESO

90 45 0 90 Meters



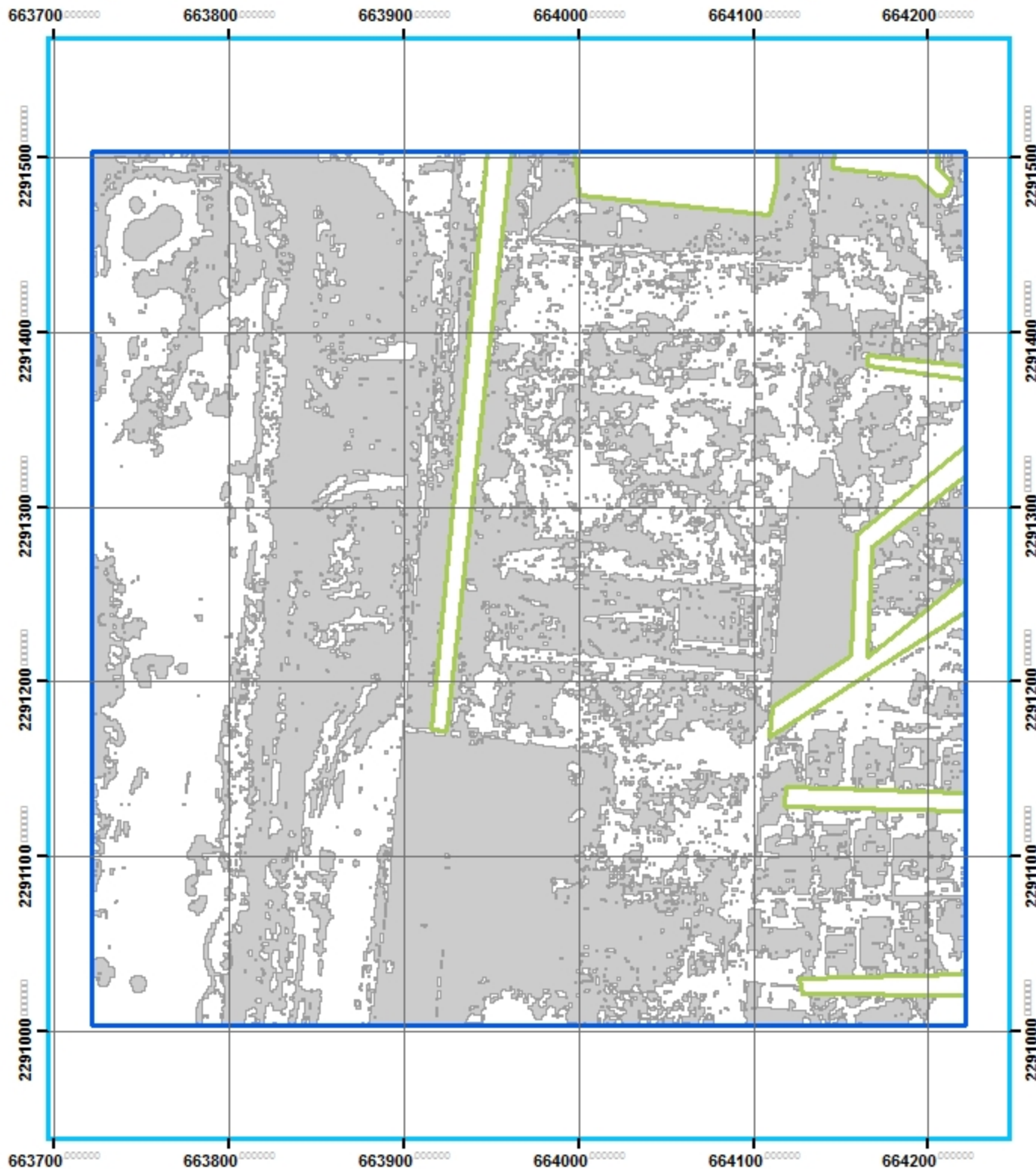
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

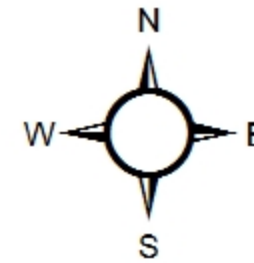
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>

Número: MPGE-0121



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



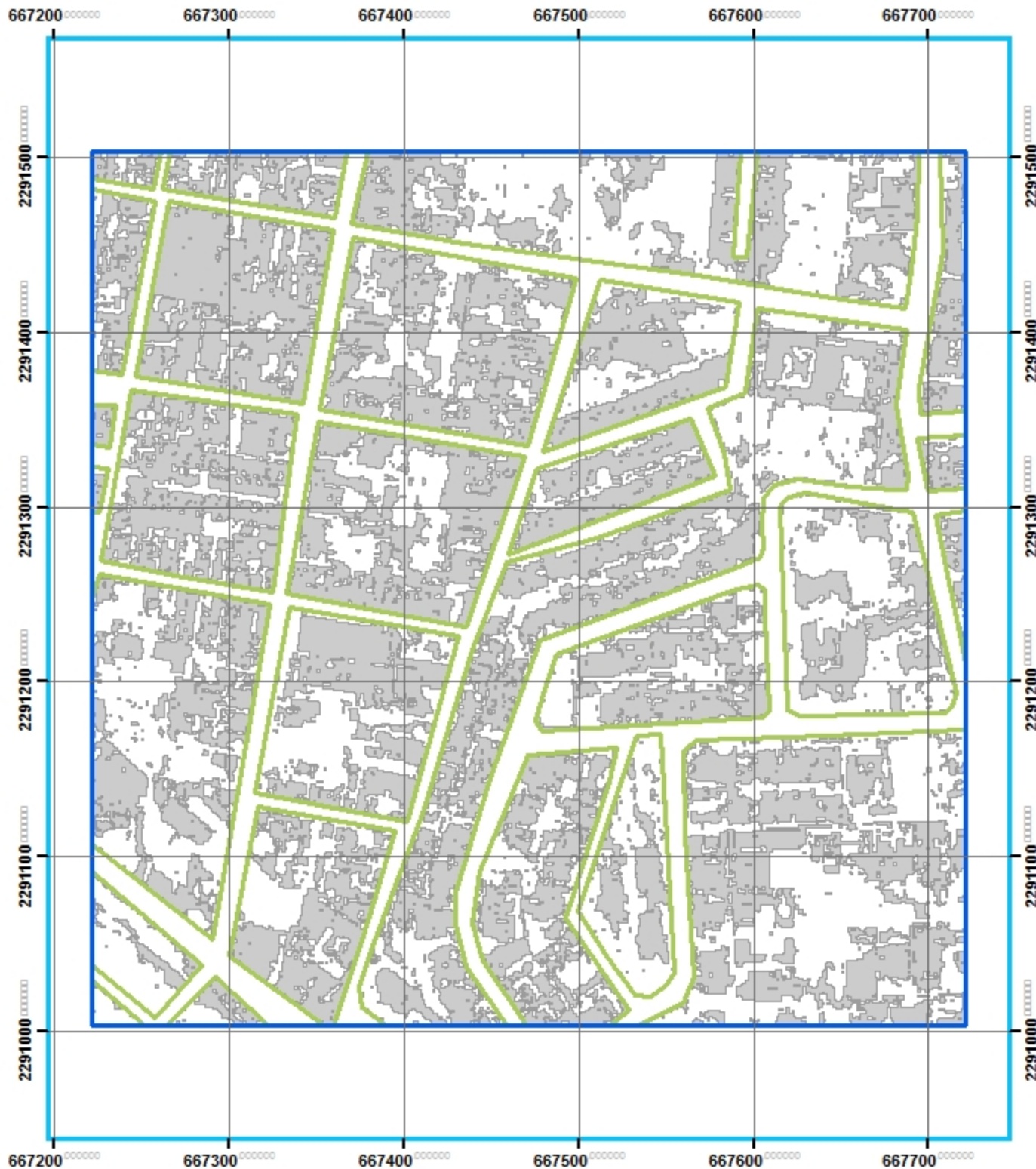
ITESO



Simbología

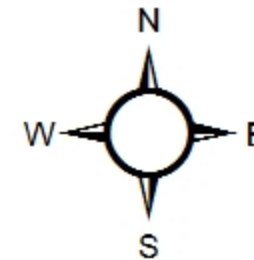
- CUADRANTES MUESTREO 10%
- MANZANAS
- TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>
Número: MPGE-0122



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



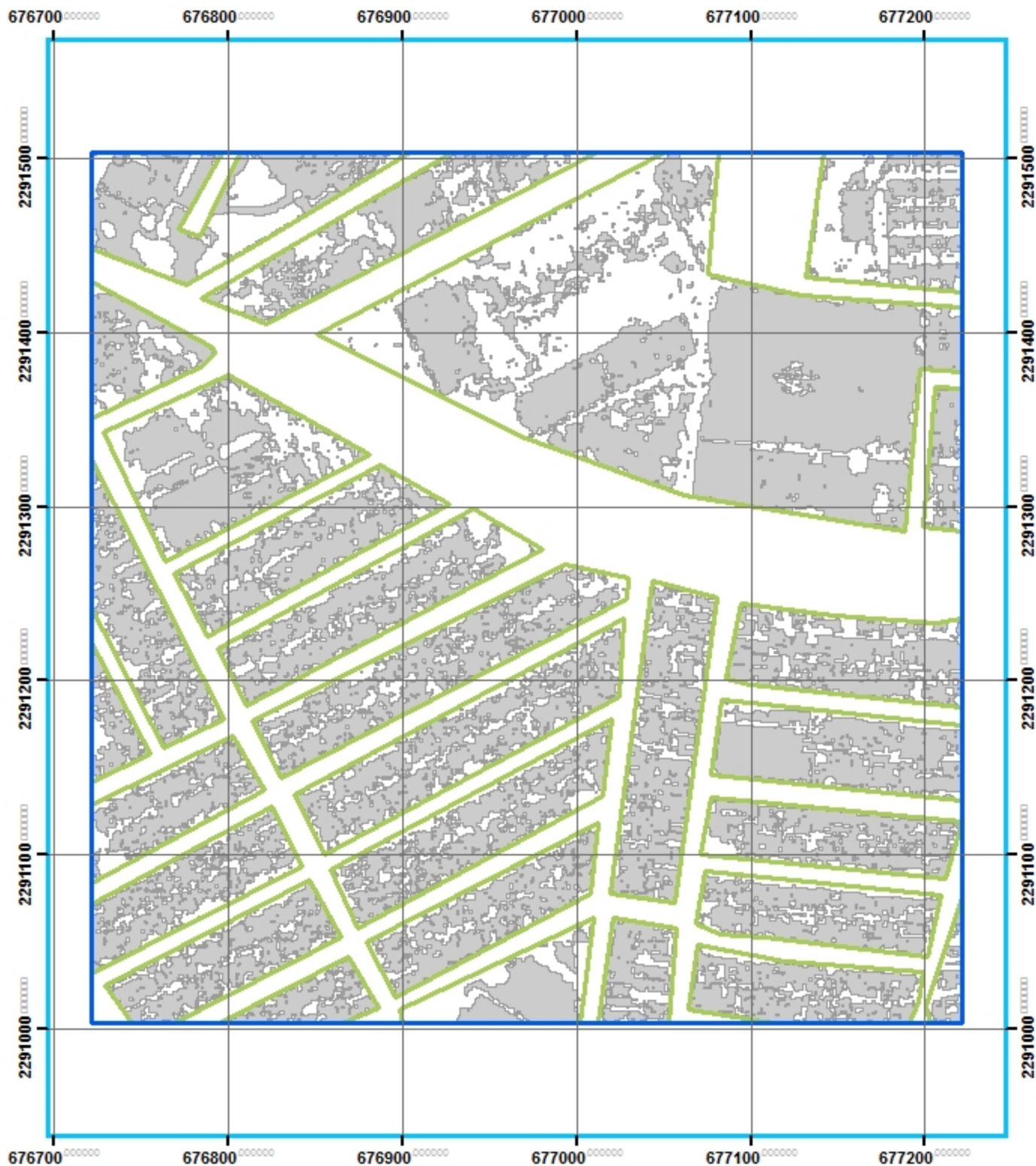
ITESO



Simbología

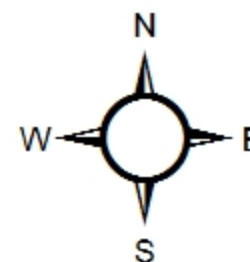
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0123



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

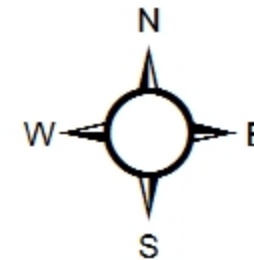
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0124



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



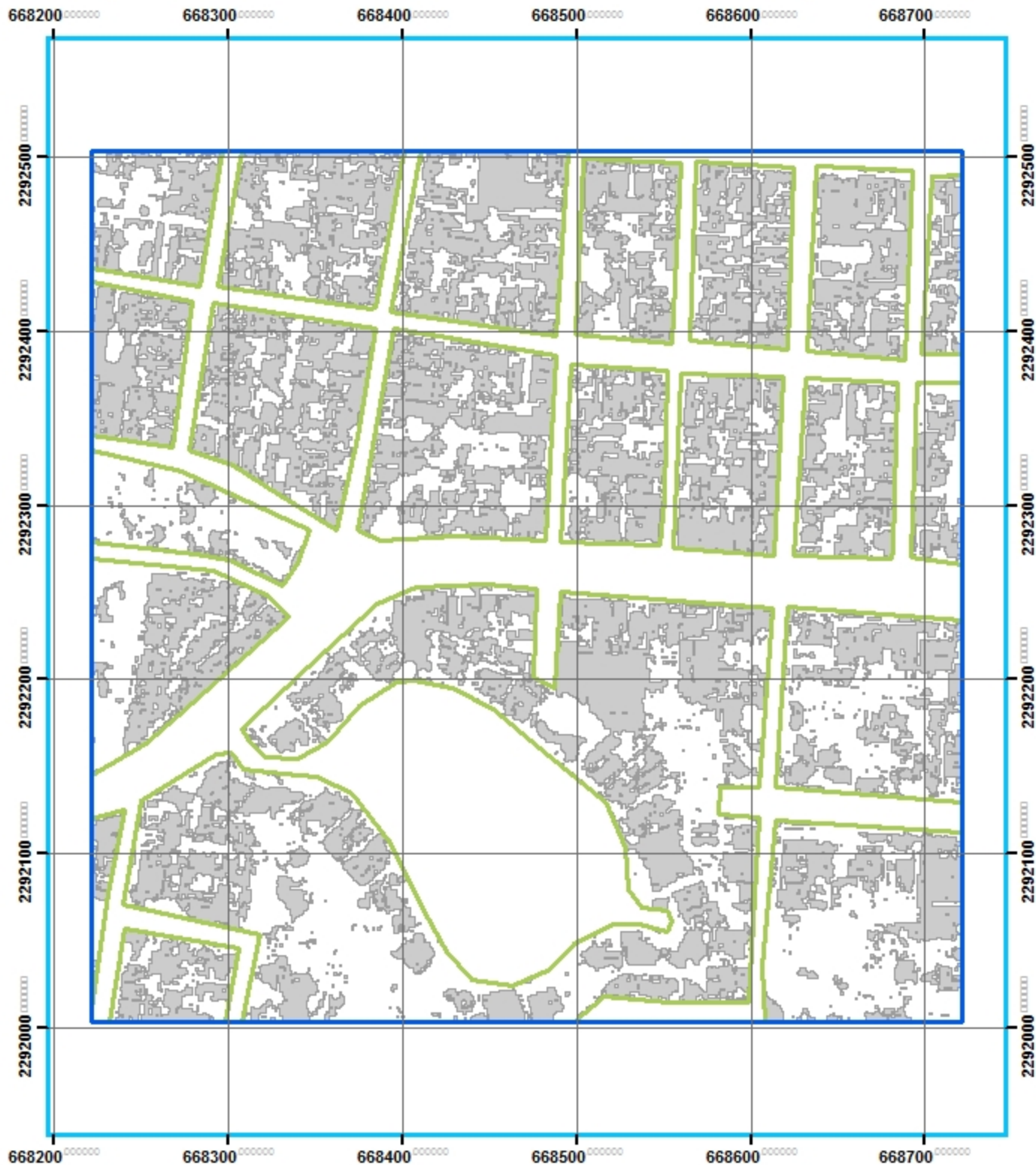
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

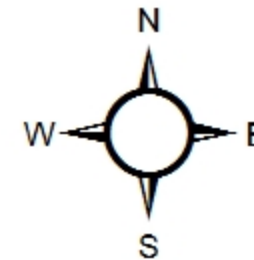
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0125



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



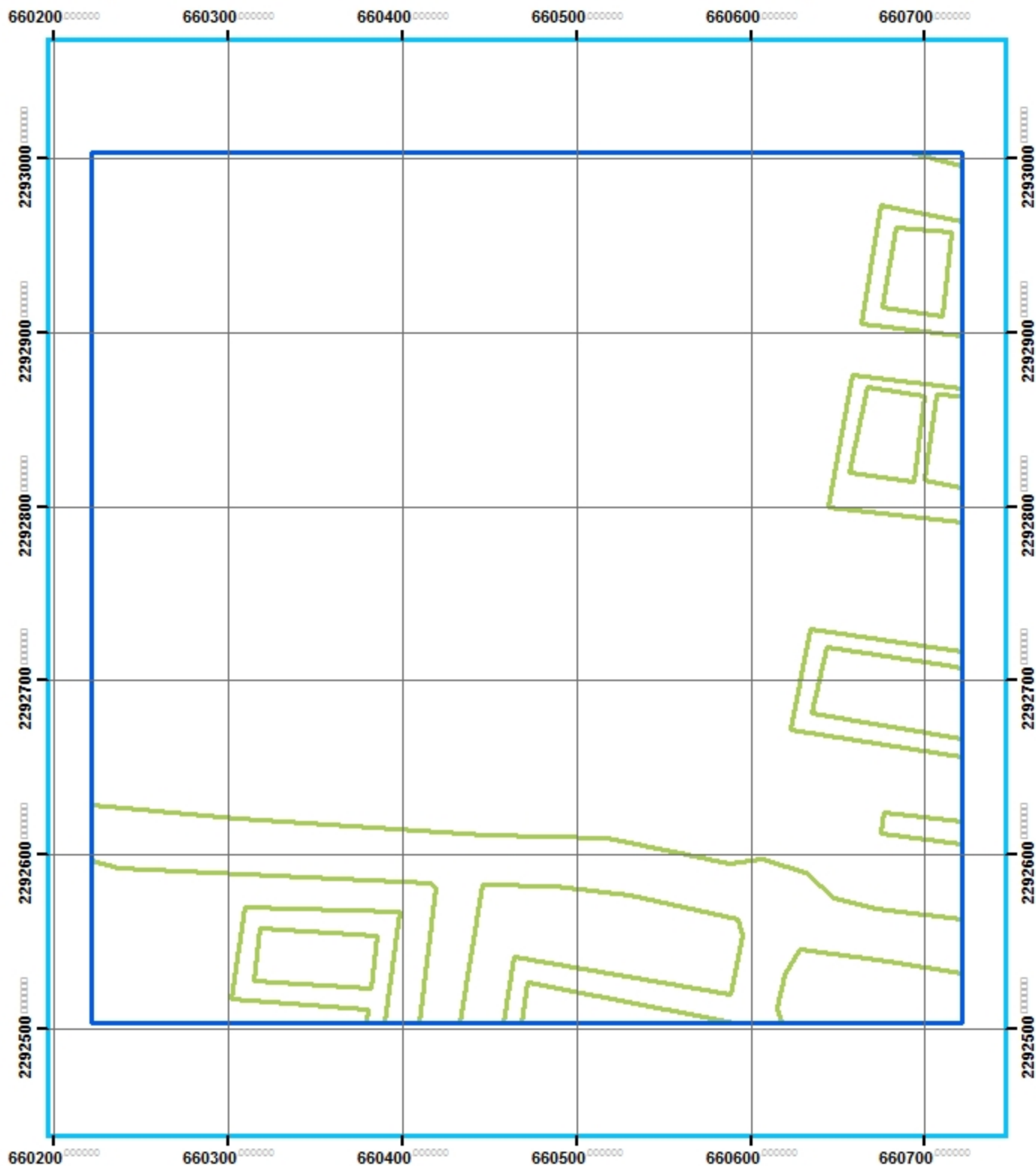
ITESO



Simbología

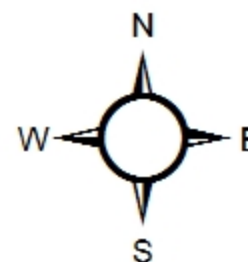
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0126



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

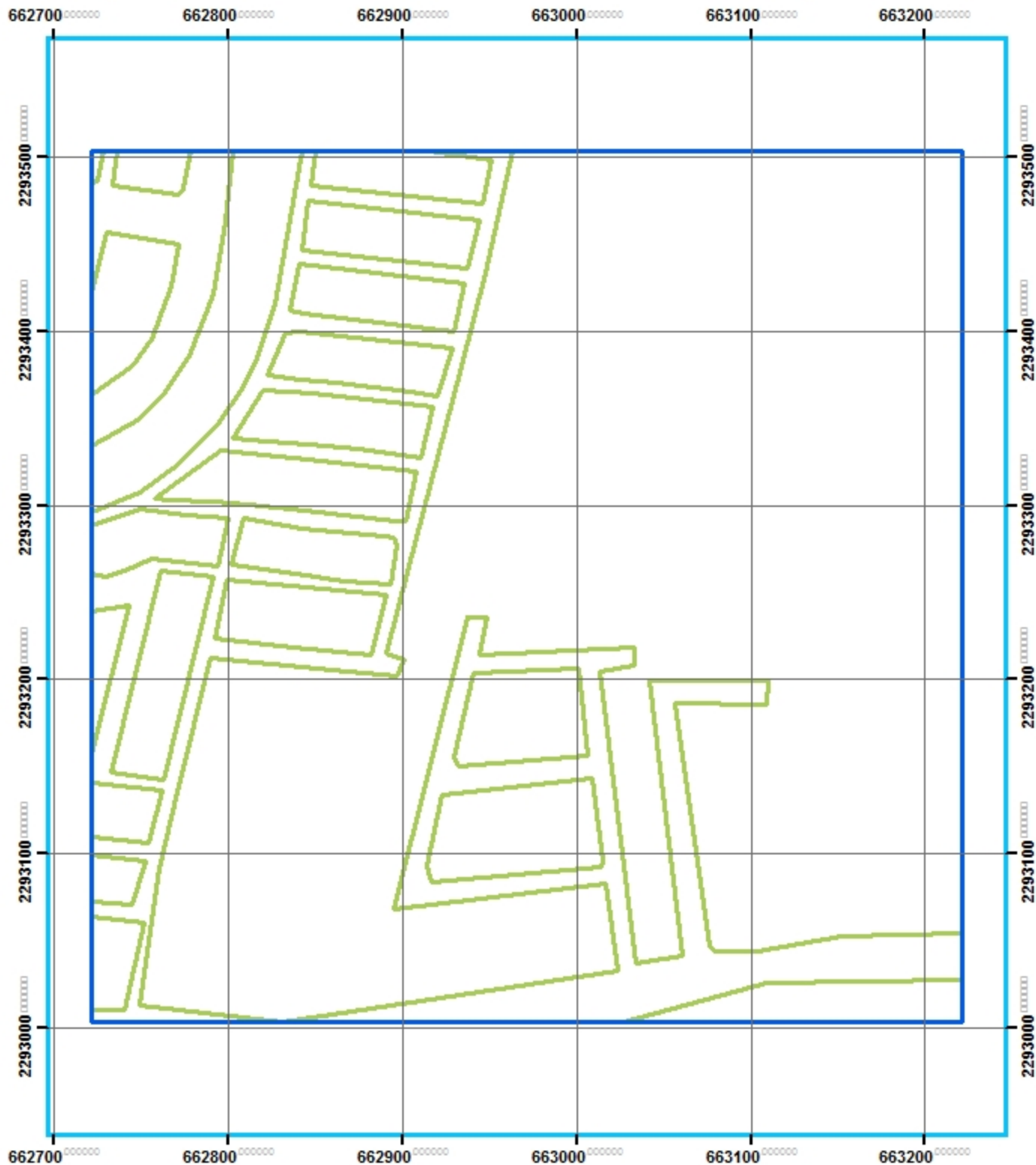
90 45 0 90 Meters



Simbología

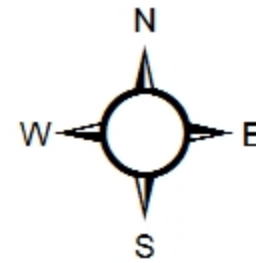
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>
Número: MPGE-0127



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

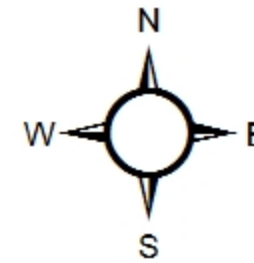
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0128



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

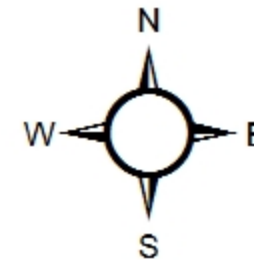
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0129



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

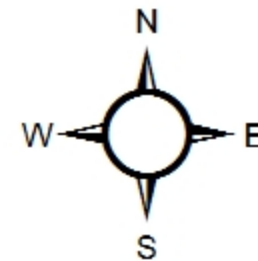
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0130



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE






ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

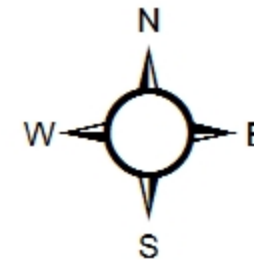
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0131



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

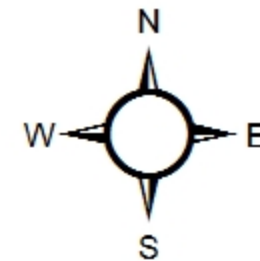
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>

Número: MPGE-0132



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



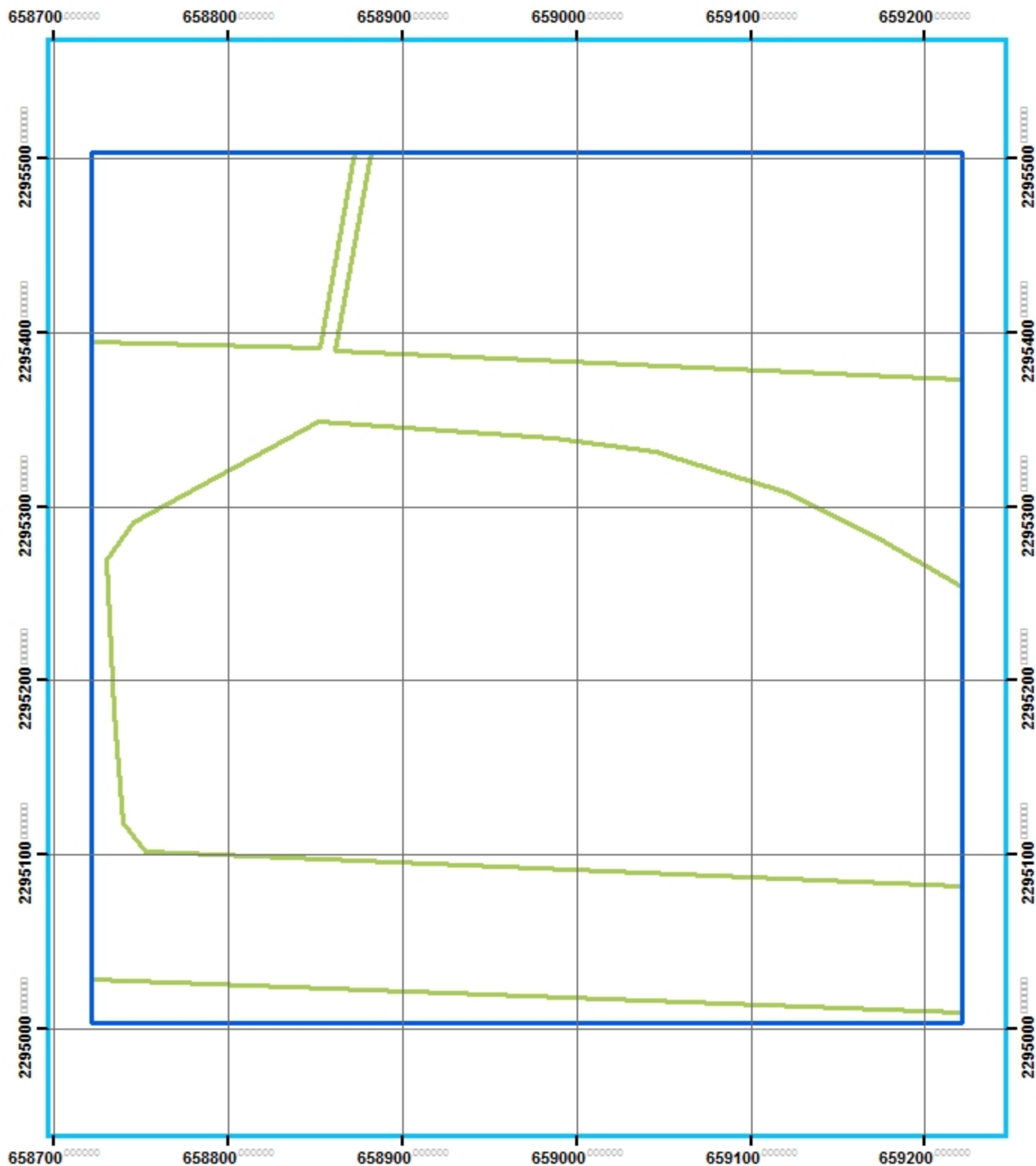
ITESO



Simbología

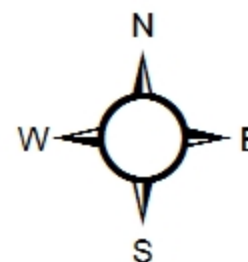
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>
Número: MPGE-0133



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE





ITESO

90 45 0 90 Meters



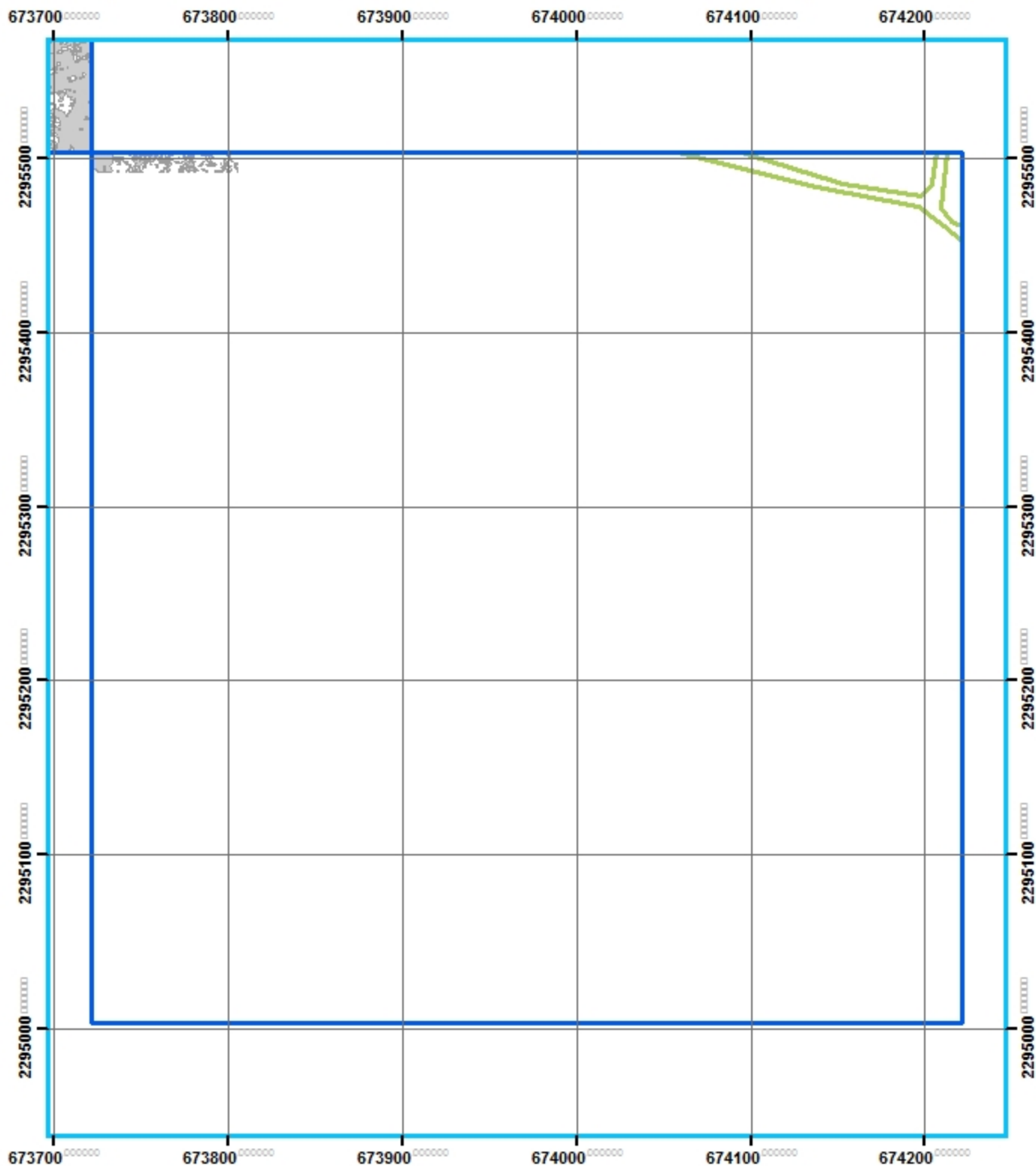
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

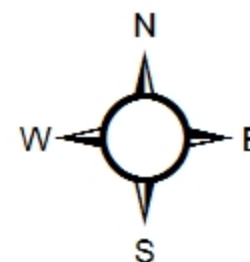
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>

Número: MPGE-0134



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE




ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

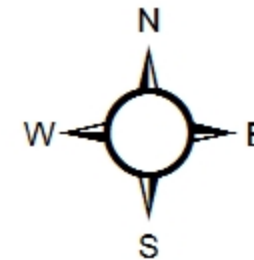
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0135



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



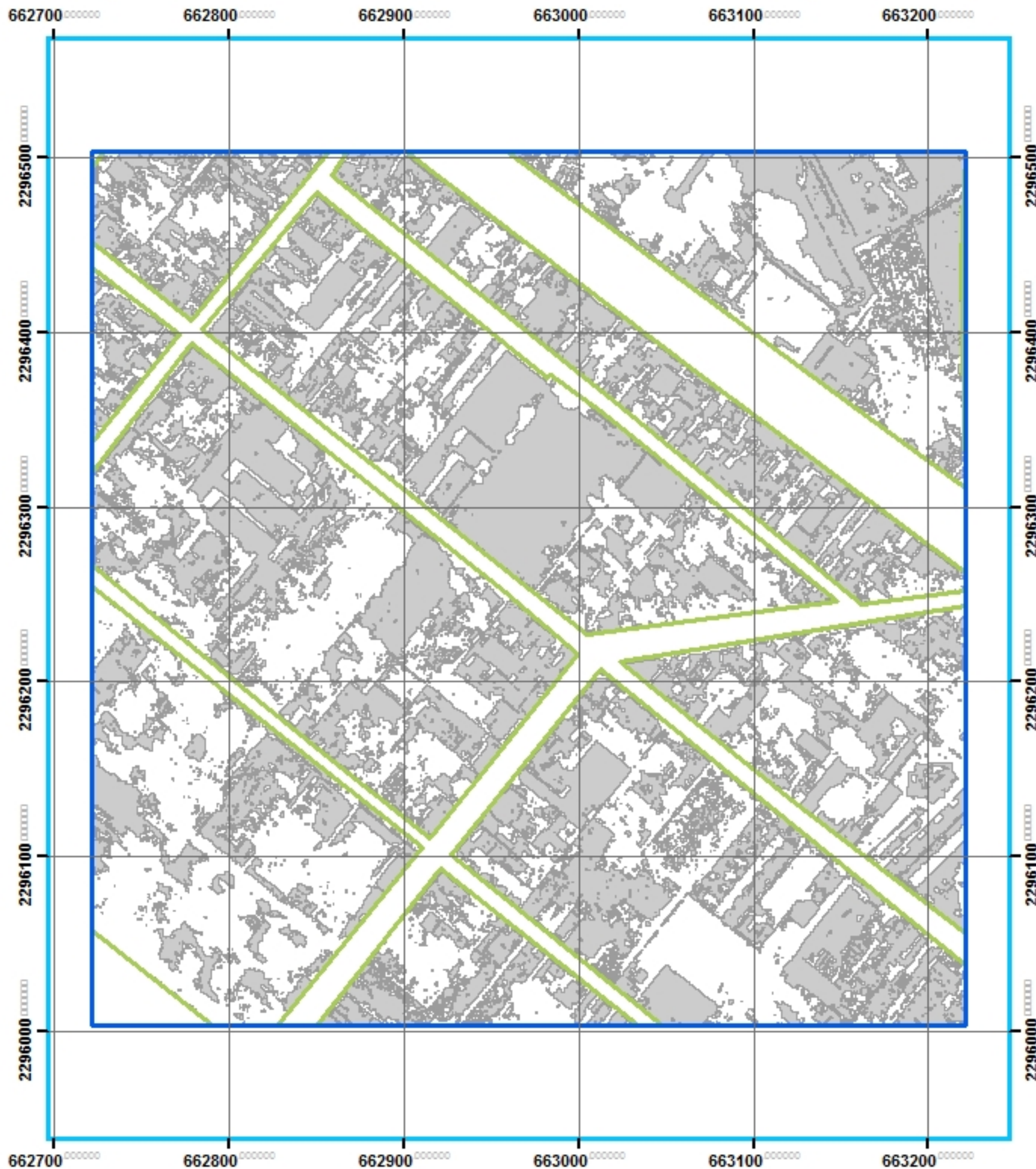
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

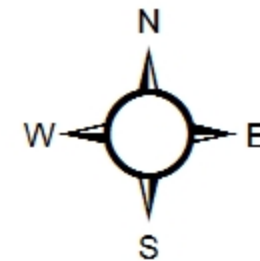
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0136



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

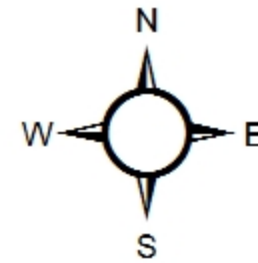
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>

Número: MPGE-0137



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

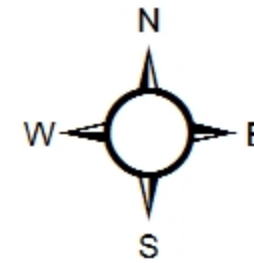
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>

Número: MPGE-0138



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



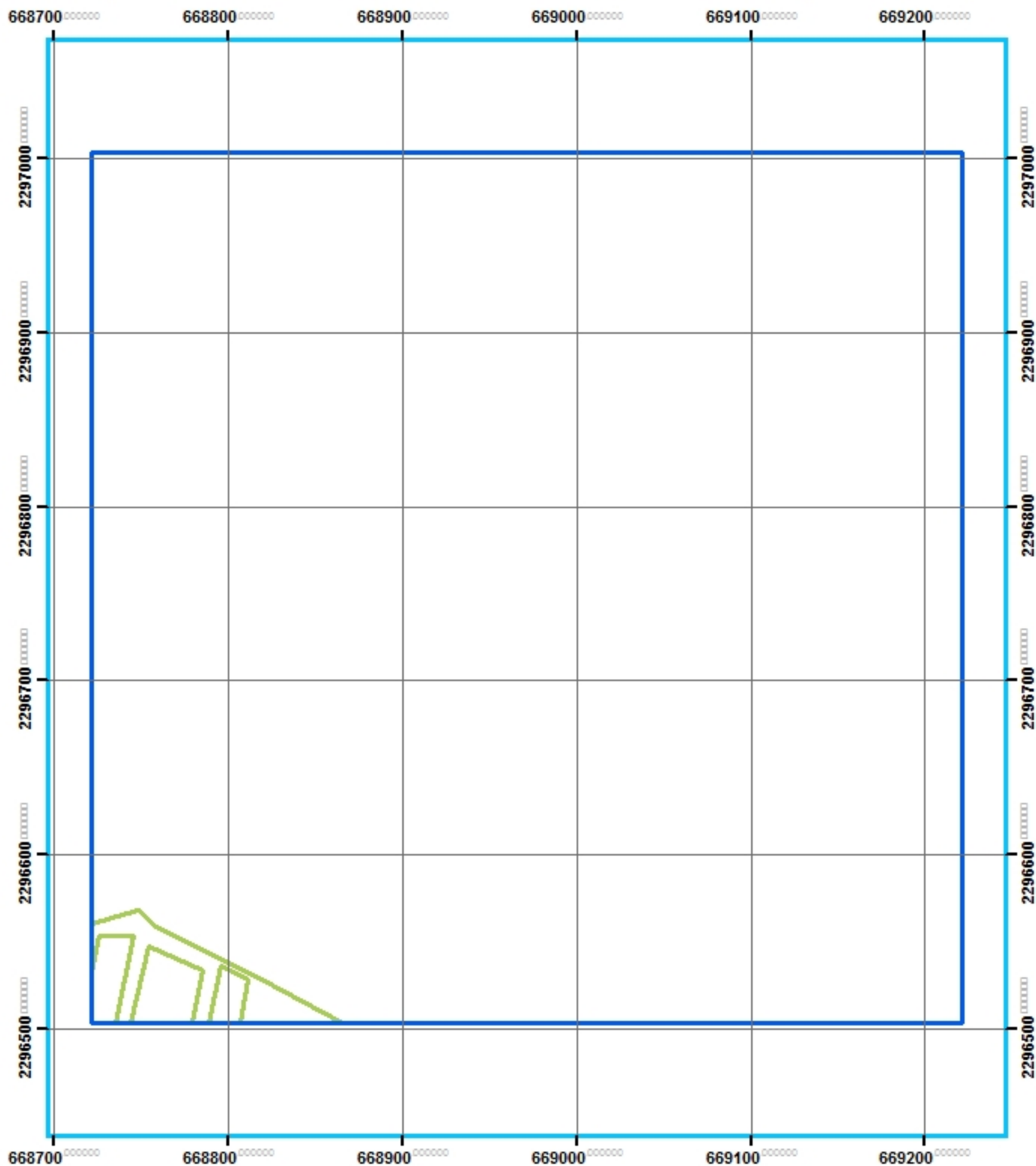
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

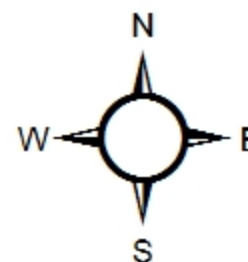
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0139



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

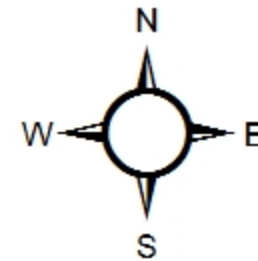
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>

Número: MPGE-0140



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



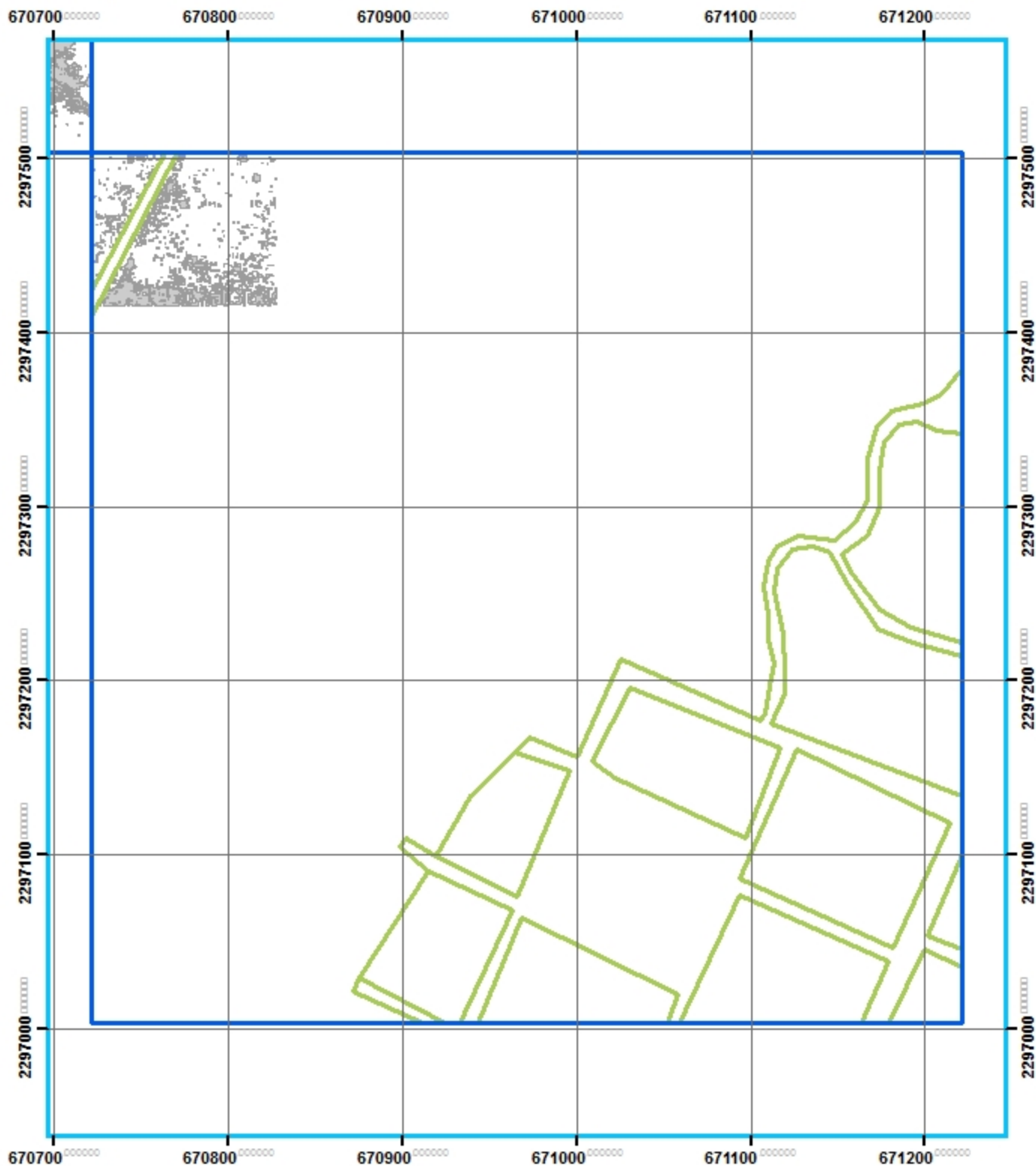
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

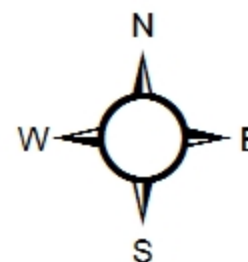
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0141



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE




ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

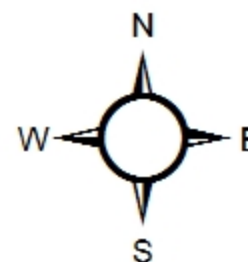
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>
Número: MPGE-0142



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE




ITESO

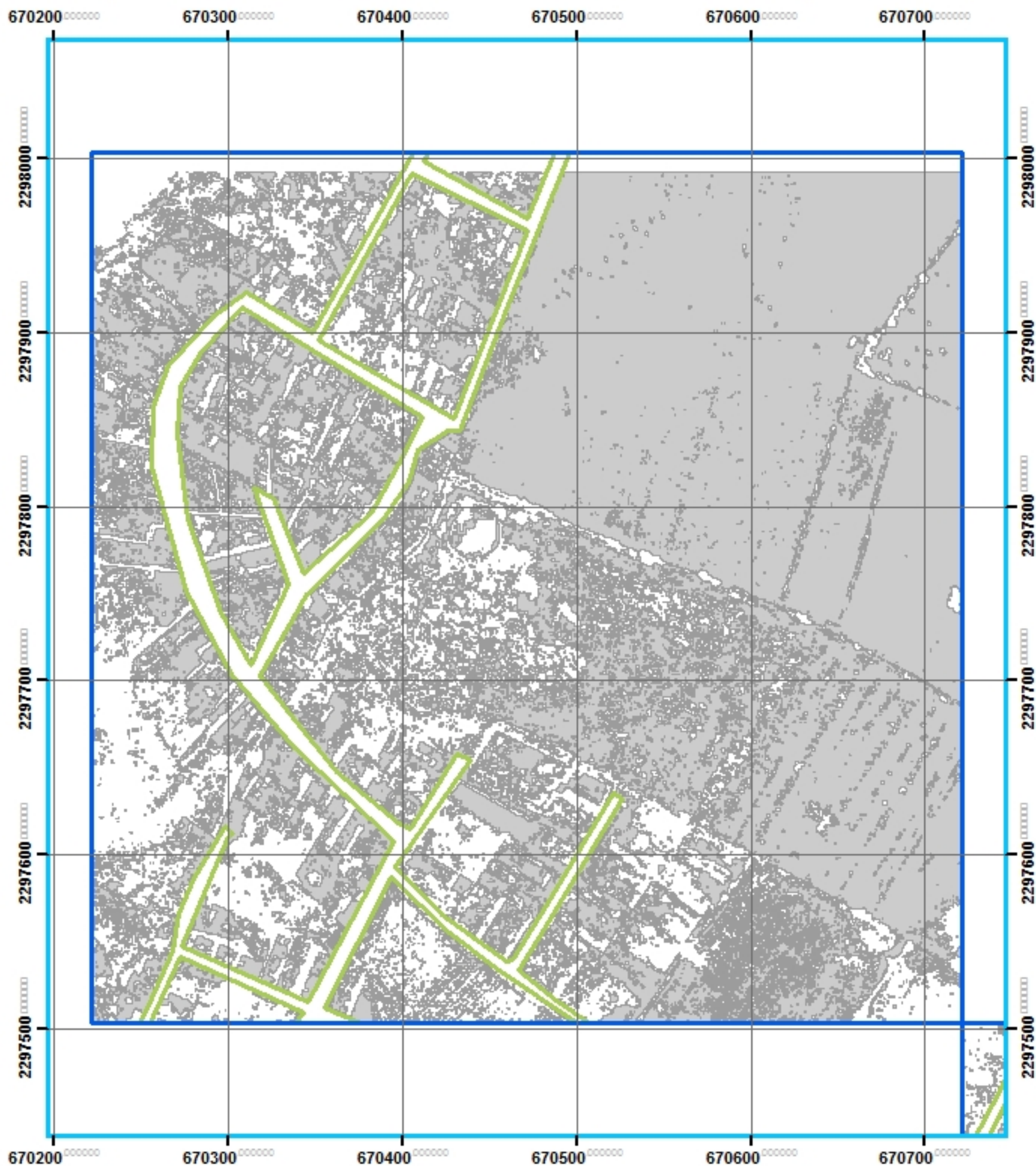
90 45 0 90 Meters



Simbología

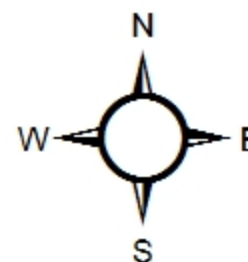
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>
Número: MPGE-0143



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters



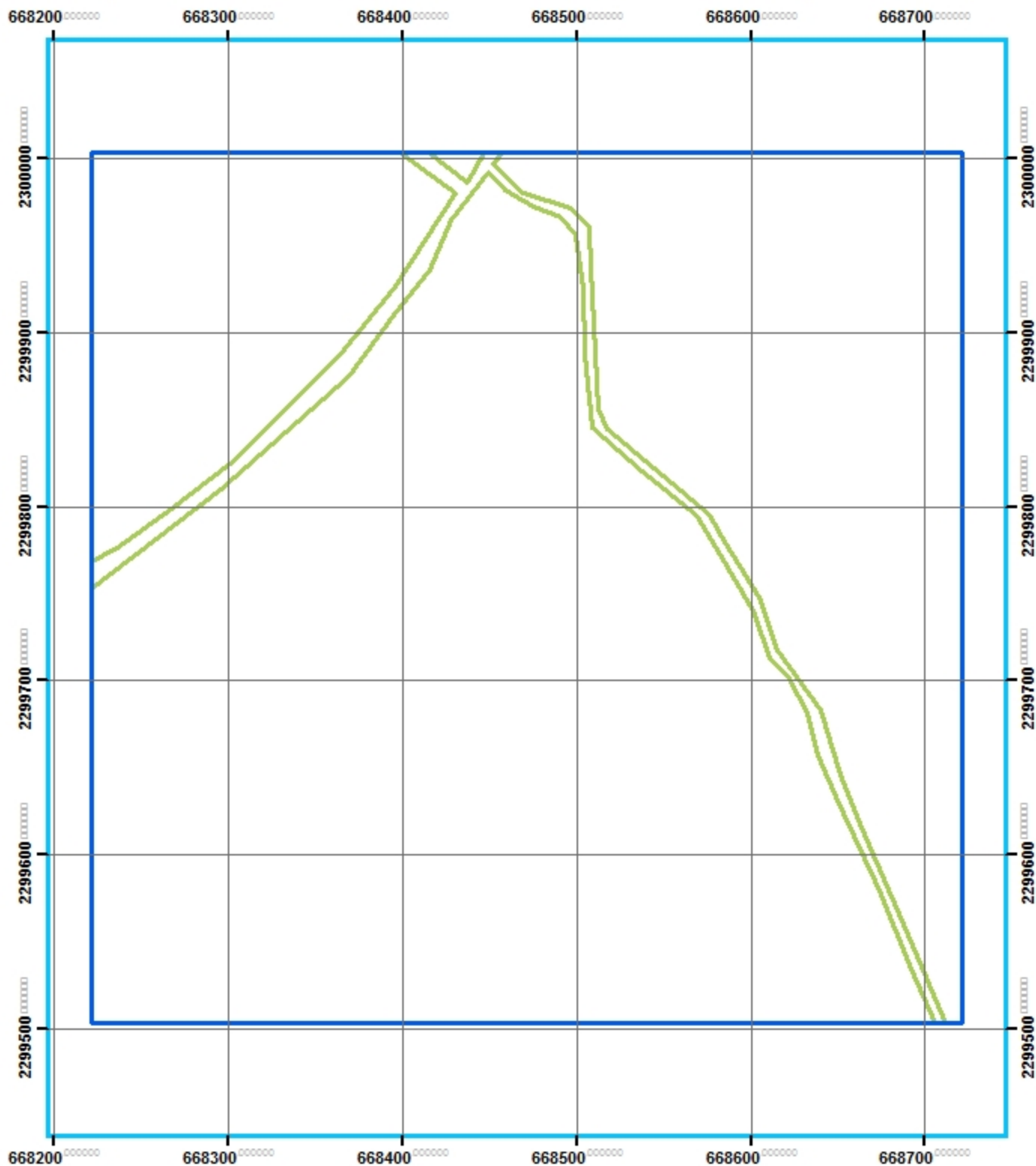
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

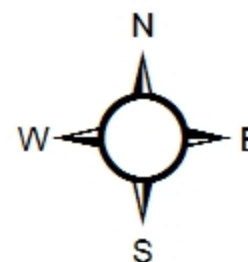
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0144



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE




ITESO

90 45 0 90 Meters



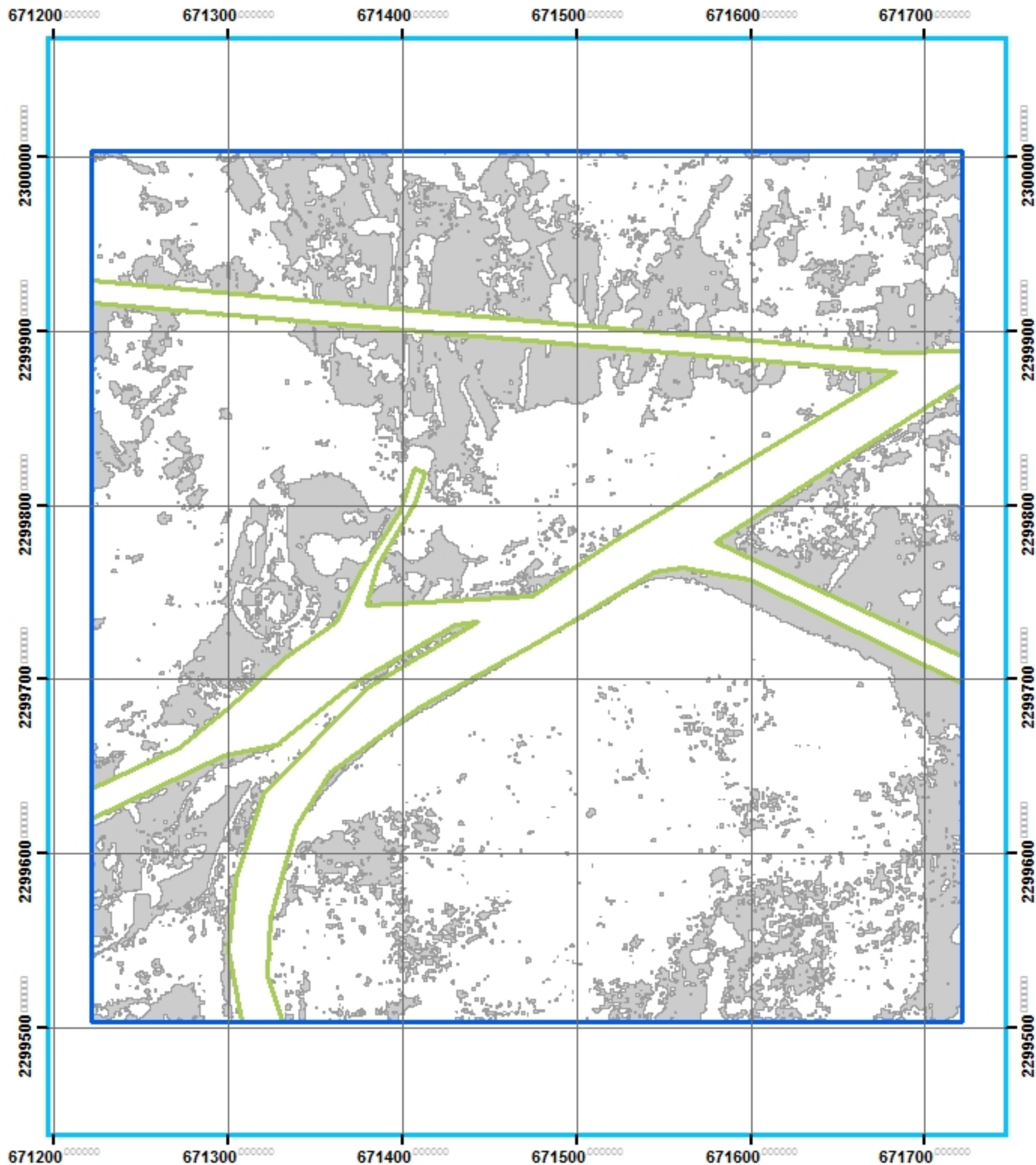
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

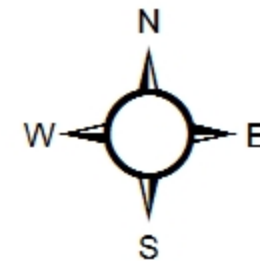
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>

Número: MPGE-0145



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

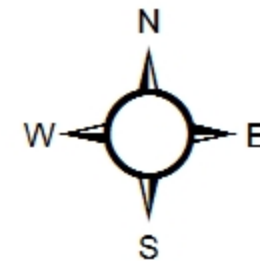
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa/mg>
Número: MPGE-0146



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara



INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



Simbología

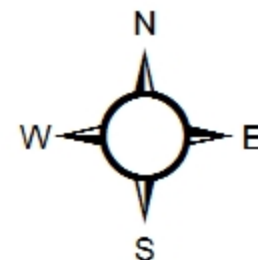
-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0147



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

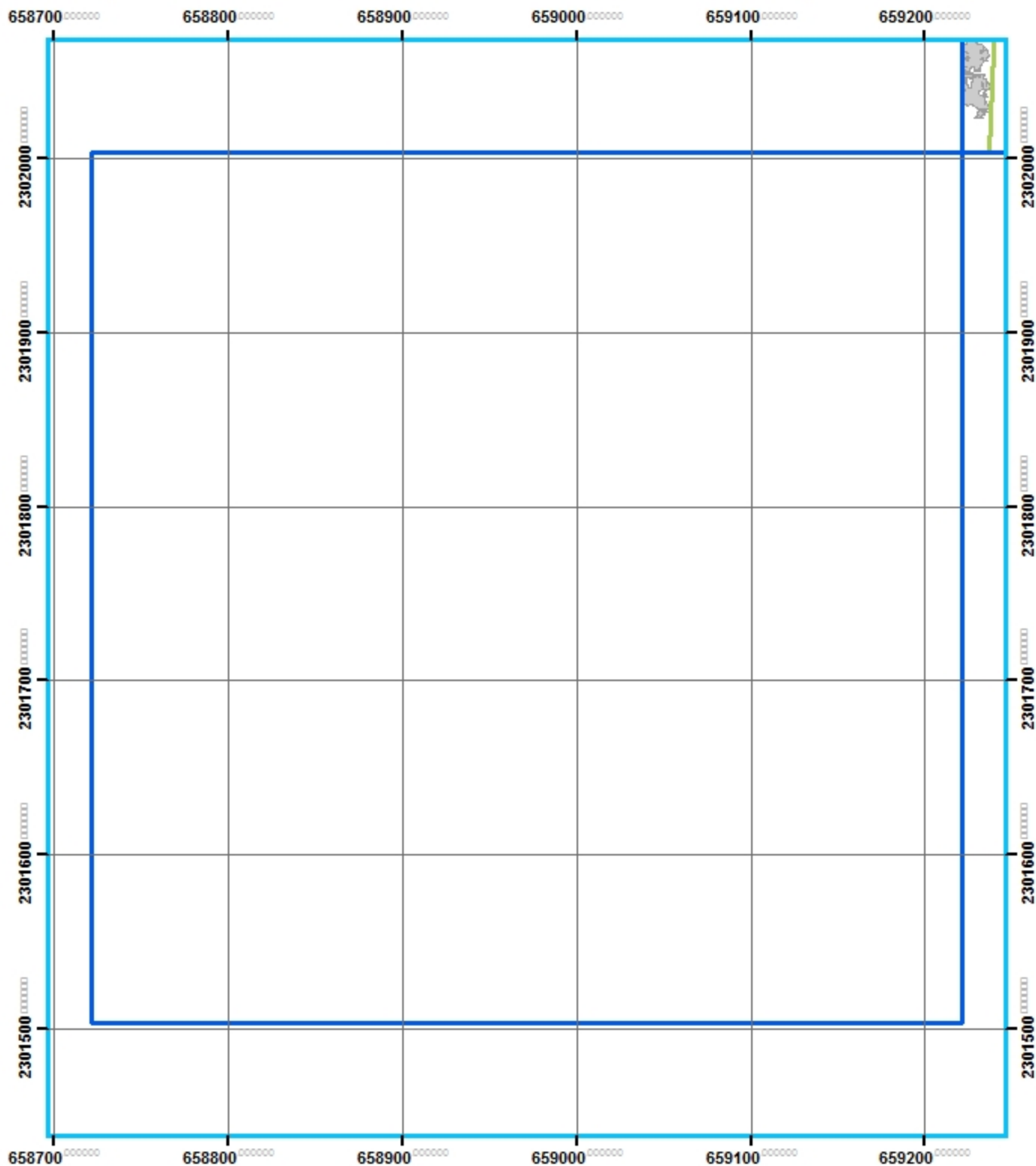
INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE



Simbología

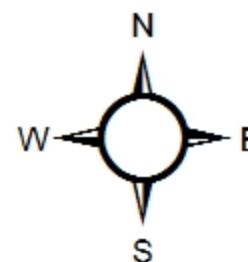
- CUADRANTES MUESTREO 10%
- MANZANAS
- TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
 Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>
 Número: MPGE-0148



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters



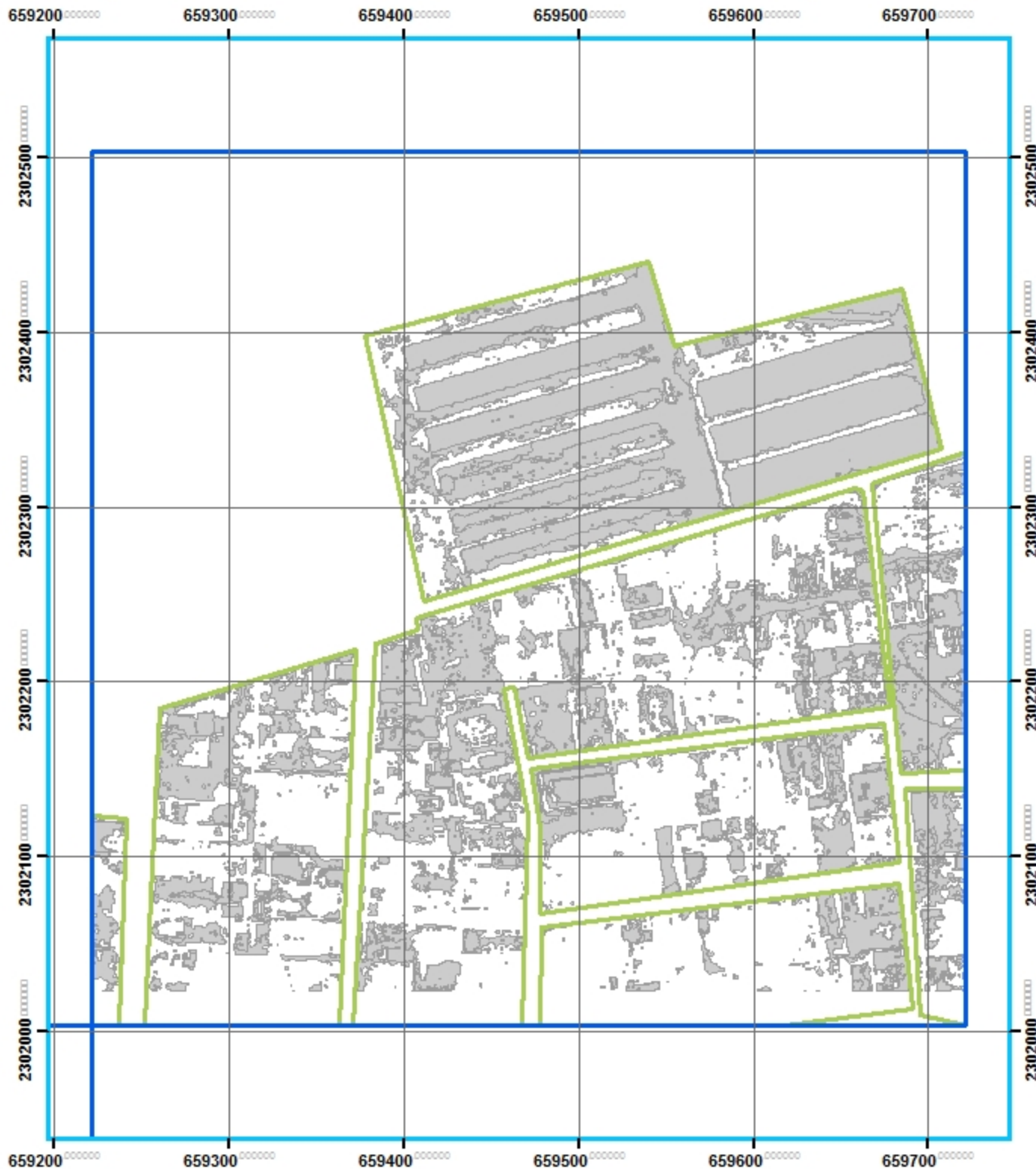
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

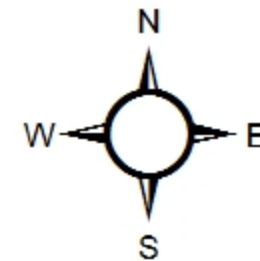
Fuente: <http://sitel.jalisco.go.b.mx/cgi-bin/ortoa.mg>

Número: MPGE-0149



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara




INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO



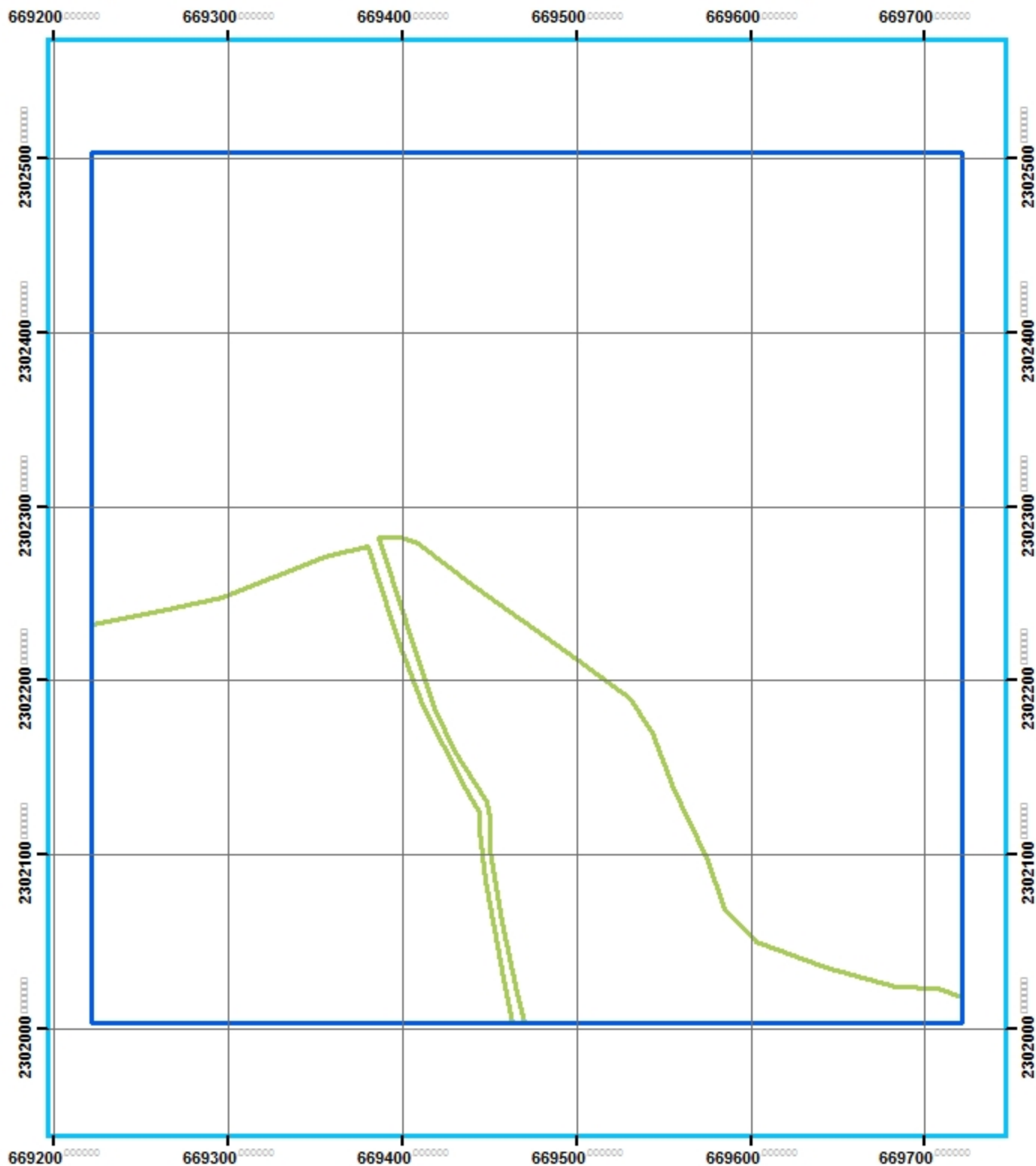
Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca

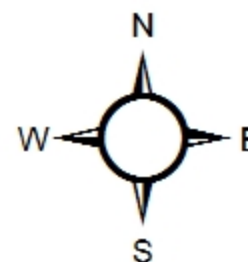
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>

Número: MPGE-0150



Análisis geo-estadístico de la Zona Metropolitana de Guadalajara

INSTITUTO TECNOLÓGICO
Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



ITESO

90 45 0 90 Meters



Simbología

-  CUADRANTES MUESTREO 10%
-  MANZANAS
-  TECHOS

José Luis Camacho Torreblanca
Fuente: <http://sitel.jalisco.gob.mx/cgi-bin/ortoamg>
Número: MPGE-0151