

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

**Análisis del crecimiento de la red de alumbrado público y su impacto social en el
cantón de San Rafael de Heredia entre los años del 2015 al 2020**

Institución
Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH-SA)

Por:
Greivin Hernández Muñoz
Yendry Chavarría Jiménez

Práctica profesional supervisada como cumplimiento de los requisitos
para el bachillerato en
CIENCIAS GEOGRÁFICAS CON ÉNFASIS EN ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO

Junio, 2023
Heredia, Costa Rica

Índice de contenidos

I. Introducción	4
II. Planteamiento del problema	5
III. Objetivos	6
IV. Justificación del estudio	7
V. Metodología	10
VI. Análisis de resultados.....	13
VII. Bibliografía citada.....	34
VIII. Anexos.....	36

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa Área de estudio	10
Figura 2. Trabajos de alumbrado cantón san rafel	14
figura 3. Trabajos de alumbrado para el cantón de san rafael	14
figura 4. Instalación distrito ángeles	16
figura 5. Instalación distrito san rafael	17
figura 6. Permuta distrito ángeles.....	19
figura 7. Permuta distrito san rafael	20
figura 8. Instalación cantón san rafael.....	22
figura 9. Permuta cantón san rafael.....	23
figura 10. instalación distrito san rafael	24
figura 11. instalación distrito ángeles.....	25
figura 12. Permuta distrito san rafael	26
figura 13. Permuta distrito ángeles.....	27
figura 14. Grafica permutas e instalaciones, 2015-2020	28
figura 15. trabajos de alumbrado.....	29
figura 16. Parque arguedas molina.....	36
figura 17. Parque central	36
figura 17. Parque bello verde	37

Índice de Tablas

Tabla 1. Herramienta utilizada en observación del uso de las áreas de recreación.....	12
Tabla 2. Visita Áreas recreativas, Distrito San Rafael	28
Tabla 3. Visita Áreas recreativas, Distrito Ángeles	30

Lista de Acrónimos

AGOL: ArcGIS Online

ESPH-SA: Empresa de Servicios Públicos de Heredia, Sociedad Anónima

PDRT: Plan de Desarrollo Rural Territorial

IDS: Índice de Desarrollo Social

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censo

LED: Light Emitting Diode

PDRT: Plan de Desarrollo Rural Territorial

SIG: Sistema de Información Geográfica

SNIT: Sistema Nacional de Información Territorial

GT: Gestión del territorio

I. Introducción

El alumbrado público juega un papel crucial en el desarrollo y la seguridad de una comunidad. No solo proporciona iluminación en las calles y los espacios públicos durante la noche, sino que también contribuye a la reducción de la delincuencia, la mejora de la movilidad y, además, crea un entorno más seguro y acogedor para los residentes y los visitantes. (Iñiguez, 2013). Por lo tanto, el análisis del crecimiento de la red de alumbrado público es fundamental para comprender la evolución y las necesidades de iluminación en una localidad determinada.

En este contexto, la presente práctica se centra en el análisis del crecimiento de la red de alumbrado público en el cantón de San Rafael de la provincia Heredia entre los años 2015 y 2020. Durante este periodo, se han producido cambios significativos en la infraestructura de alumbrado público, lo que ha influido en la calidad de vida de los habitantes y el desarrollo del cantón en general.

El objetivo principal es examinar la expansión de la red de alumbrado público, mediante una cartografía que permita evaluar factores como: la densidad de luminarias instaladas, el tipo de tecnología utilizada, la distribución geográfica de las instalaciones y el impacto en la eficiencia energética.

Para llevar a cabo este análisis, se recopilieron datos exhaustivos y actualizados relacionados con el crecimiento de la red de alumbrado público en el cantón de San Rafael durante el período de estudio. Estos datos incluyen: registros de instalaciones de nuevas luminarias, mejoras en la tecnología utilizada y cualquier otra información relevante que permita comprender la evolución de la red.

Con el desarrollo de esta práctica, se espera proporcionar una visión integral del crecimiento de la red de alumbrado público en San Rafael, resaltando las áreas de mejora y las oportunidades para optimizar la infraestructura existente desde una visión y gestión territorial (GT).

II. Planteamiento del problema

El alumbrado es un servicio público relacionado con la iluminación artificial de las calles, plazas, parques y otros espacios públicos de una ciudad o comunidad, la cual proporciona seguridad y comodidad a los peatones, conductores y usuarios de estos espacios, mejorando la visibilidad y reduciendo el riesgo de accidentes. (Gámez & Cedeño, 2018). Es decir, corresponde a aquella iluminación de los espacios compartidos para el disfrute de la población en general y que, para el caso de Costa Rica, cada ciudadano destina un pago específico en su facturación de energía eléctrica para solventar este servicio.

Asimismo, el alumbrado público es importante para la infraestructura urbana, la cual contribuye significativamente a la seguridad. De acuerdo con Manzano (2007), uno de los beneficios más evidentes del alumbrado público es la mejora en la seguridad comunitaria, ya que las calles iluminadas pueden disuadir a los delincuentes de cometer delitos y también permiten a los residentes y los transeúntes ver lo que sucede a su alrededor, al reducir el riesgo de accidentes o su exposición ante situaciones peligrosas.

El crecimiento del alumbrado público también plantea varios desafíos y problemas. En primer lugar, no es uniforme en todo el cantón por la zona urbana y periurbana, lo que puede dar lugar a una distribución desigual de la iluminación. Esto puede generar desigualdades sociales y afectar la seguridad y el estilo de vida en zonas con una menor cobertura lumínica.

En segunda instancia, en algunos sitios la red puede ser insuficiente y no cubrir todas las zonas de manera efectiva. Por ello, a medida que las ciudades crecen y se expanden, es necesario invertir en el desarrollo y la mejora de la red para satisfacer la demanda creciente y así mantener la efectiva continuidad del servicio.

Otro desafío es garantizar que la expansión de la red sea sostenible y eficiente en términos de energía, ya que la reducción en el consumo del alumbrado público significa una medida ambiental y de ahorro económico. Esto ha sido un pilar importante para la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH-SA), pues desde el año 2015 inició con la implementación del equipo de alumbrado en tecnología LED (Light Emitting Diode, o Diodo

Emisor de Luz), debido a que esta tecnología baja el consumo energético y mejora la calidad de la iluminación, aunque su inversión por luminaria es mayor de manera inicial, respecto a la tecnología anterior (sodio de alta presión).

Cabe señalar que San Rafael formó parte de este proyecto y, por tal razón, es considerado el área de estudio de esta investigación. Es por ello por lo que, al mejorar y aumentar la red de alumbrado público puede garantizar una cobertura adecuada en todas las áreas del cantón, surgiendo las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las zonas del cantón de San Rafael que han tenido una mayor cobertura de alumbrado público, tanto en instalación como permuta?
- ¿Cuál es la tecnología más adecuada para mejorar y aumentar la red de alumbrado público?

En resumen, la problemática sobre el tipo de alumbrado público radica en la necesidad de actualizar y mejorar las tecnologías de iluminación para lograr un equilibrio entre la eficiencia energética y el crecimiento y el desarrollo urbano. Es importante considerar alternativas más eficientes, como puede ser la tecnología LED y mejorar la distribución de la iluminación en las áreas públicas.

III. Objetivos

1.1. Objetivos General

- Realizar un análisis geográfico desde una perspectiva espacial sobre el progreso del alumbrado público y su impacto social en el periodo 2015-2020 para el cantón de San Rafael.

1.2. Objetivos Específicos

- Elaborar cartografía a partir de la ubicación de la red de alumbrado público y usos de la tierra representativos.
- Analizar el crecimiento de la red de alumbrado público y el impacto social en el cantón de San Rafael.

IV. Justificación del estudio

El crecimiento de las ciudades se desarrolla en conjunto con el crecimiento poblacional, ya que la expansión urbana depende de la solicitud de servicios básicos para que la población logre asentarse. Se consideran servicios básicos el agua potable y la energía eléctrica, y con la energía viene asociado la prestación del servicio de alumbrado público. Abril et al (2007).

Es precisamente el último servicio mencionado el que se desea trabajar en esta práctica para ser utilizado como un indicador de desarrollo urbano y, así, demarcar los puntos de mayor necesidad de crecimiento poblacional. Es decir, los centros de mayor interés comunal para el esparcimiento de los habitantes.

En este punto es importante acotar que, en América Latina, el crecimiento poblacional ha tenido un impacto significativo en la demanda de servicios sanitarios y de educación. El aumento de la población ha llevado a un mayor número de personas que necesitan acceder a los servicios básicos. Abril et al (2007).

En general, en las zonas urbanas más desarrolladas, la cobertura de luminarias tiende a ser más amplia y completa, cubriendo la mayoría o la totalidad de las calles y de las áreas públicas. Sin embargo, en algunas áreas periurbanas, la cobertura puede ser más limitada o incluso inexistente, especialmente en zonas más alejadas del centro de la ciudad o con menor densidad de población, tomando en cuenta que puede ser más irregular y fragmentada, dependiendo de la permisividad de alguna ley que imponga ciertas restricciones, como por ejemplo la de Ley de Aguas N° 276, Ley de Biodiversidad N° 7788, entre otras.

Esta particularidad la tiene el cantón de San Rafael, área de estudio de esta investigación. Por estas características es que se empieza a realizar un cambio de luminarias para mejorar la iluminación nocturna del cantón. Para el año 2015, la ESPH-SA inició un riguroso control sobre la base de datos del equipo que fue cambiado por avería (denominado trabajo de permuta de equipo) y del equipo instalado como nuevo (denominado como instalación). Coincidentemente al control de la geodatabase del 2015, se da para ese año las

primeras compras de luminarias LED, buscando mejoras en la calidad de equipo, ambiental y monetaria.

Debido a que este año se inicia el control mencionado, por causas de planificación y otros preparativos, los datos a trabajar parten del mes de noviembre, por lo que para el año 2015, la medición de datos es únicamente de mes y medio aproximadamente. Un caso similar en los datos se da para el año 2020, momento en que la ESPH inicia un trabajo masivo de sustitución de equipo de alumbrado (luminarias) de tecnología de sodio a luminarias LED, proyectando dicha sustitución en poco menos de 10000 elementos existentes en campo. La omisión de incluir este trabajo masivo es porque provocaría un pico estadístico que no responde a la necesidad común del negocio de Alumbrado Público de la ESPH-SA.

Algunas de las características que se consideran en esta investigación con respecto al área de estudio son las siguientes:

- El cantón en su totalidad recibe el servicio de energía eléctrica exclusivamente de la ESPH-SA.
- Posee características urbanísticas de una ciudad dormitorio, dado que en una ciudad dormitorio, es común que la mayoría de los residentes trabajen en la ciudad principal y realicen desplazamientos diarios para ir a trabajar. Con un importante crecimiento de población exógena por asentamiento de retiro, paisajístico y de interés laboral o académico.
- Posee una zona periurbana por su cercanía a montañas del parque nacional Braulio Carrillo.
- Es una zona de recarga acuífera por lo que se regula el crecimiento urbano y las tomas de agua para aprovechamiento humano.

Esta iniciativa puede ser útil para observar el comportamiento del espacio público, ya que este se puede evaluar según la intensidad y la relación entre los actores sociales. (Borja, 1998). esto basado en el comportamiento con la iluminación, el cuál puede ser significativo en términos de consumo de energía, emisiones de gases de efecto invernadero y contaminación lumínica. La ESPH-SA busca oportunidades para mejorar la eficiencia

energética y reducir la huella de carbono del alumbrado público, lo que puede contribuir a la lucha contra el cambio climático.

Asimismo, el contar con una amplia red de alumbrado público, aumenta el bienestar de los residentes de una comunidad, puesto que el equipo de iluminación instalado en la red de distribución de energía eléctrica brinda un sentimiento de pertenencia a nivel comunitario en horarios nocturno, al hacer que los espacios públicos sean más atractivos y accesibles. Con ello, conductores o transeúntes que utilizan estas vías de noche, poseen un sentimiento de comodidad y seguridad. (Manzano, 2007).

Se puede inferir entonces, que el principal aporte de la geografía para la práctica es el análisis del crecimiento y el desarrollo urbano, puesto que el alumbrado público es un elemento visible en la infraestructura urbana para su expansión y mejora. Al analizar el crecimiento de la red, se puede obtener una visión general del desarrollo urbano de una zona, ya que esta suele ir acompañada de la construcción de nuevas viviendas, comercios y espacios públicos.

Es importante recalcar que este análisis proporciona información valiosa para la planificación urbana y la toma de decisiones. Los resultados obtenidos pueden ayudar a la identificación de áreas donde se necesita una mayor expansión del alumbrado, así como a determinar qué zonas pueden requerir mejoras o actualizaciones en su infraestructura existente. Esto permite una asignación de recursos más eficiente y una planificación a largo plazo que tenga en cuenta las necesidades actuales y futuras de la comunidad.

Además, la gestión del territorio es un enfoque integral que busca garantizar un desarrollo sostenible y equilibrado de un área geográfica, considerando aspectos sociales, económicos y ambientales. Mediante la planificación, la regulación y la participación ciudadana, se busca lograr un uso eficiente y equitativo del territorio, promoviendo la calidad de vida de las personas y la protección del medio ambiente. (Gallego Navarro, 2013)

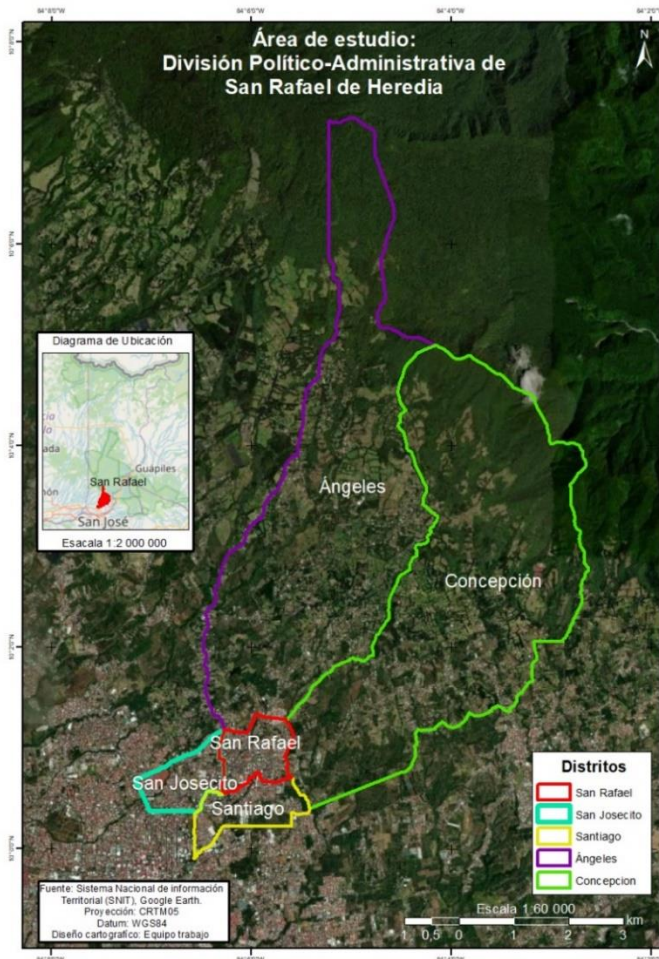
Por último, la decisión de tomar 2 distritos para el análisis se basa en la premisa de que las características de los distritos se dividen en urbanos (San Rafael, Santiago y San Josecito) y periurbanos (ángeles y Concepción). Esto implica que se espera que existan similitudes significativas

en términos de la población, la infraestructura, el desarrollo urbano y otros aspectos relevantes para el análisis del crecimiento del alumbrado público para cada uno de los grupos.

Al seleccionar un distrito urbano y otro periurbano, se busca capturar una representación de los diferentes contextos y dinámicas que pueden influir en el crecimiento del alumbrado público. El distrito urbano podría tener una mayor densidad de población, una infraestructura más desarrollada y un mayor nivel de actividad económica, lo que podría reflejarse en una mayor demanda de alumbrado público. Por otro lado, el distrito periurbano puede tener una menor densidad de población, un desarrollo urbano menos consolidado y un enfoque más centrado en áreas residenciales, además estos comparten zona inalienable de la ley 65, tomando en cuenta que son distritos de mayor desarrollo turístico.

V. Metodología

Figura 1. Mapa Área de estudio



La elección y reconocimiento del área de estudio, el cantón de San Rafael (figura 1), responde a la división político-administrativa del país, que incluye todos los distritos del cantón (San Rafael, San Josecito, Santiago, Ángeles y Concepción), y cuenta con características y particularidades propias que lo distinguen de otros municipios, tales como: desarrollo de un asentamiento periurbano, injerencia de leyes ambientales que regulan el crecimiento urbanístico, un crecimiento poblacional continuo, calidad de servicios y la particularidad de que el cantón recibe el servicio de alumbrado únicamente de la ESPH-SA.

Al seleccionar este cantón como área de estudio, se concentra la atención y el análisis en aspectos relacionados con el servicio de alumbrado. Es importante considerar, los datos del INEC (2011), señalan que la población de San Rafael de Heredia es de 45.965 habitantes, y la proyección para el 2021 es de 55 923 habitantes. Además, pertenece a la provincia de Heredia, ubicada en la Cordillera Central, entre la cordillera de Tilarán y la cordillera Volcánica Central. Limita al norte con el cantón de Barva, al sur con el cantón de Heredia, al este con el cantón de Santo Domingo y al oeste con el cantón de Santa Bárbara.

Esta práctica se basó en una investigación descriptiva, ya que se pretendió detallar y caracterizar la situación actual del alumbrado público en términos de cobertura geográfica, tecnologías utilizadas, así como crecimiento poblacional. el enfoque es mixto, ya que implicó la recopilación de datos cuantitativos, como el número de luminarias que han sido instaladas y permutadas, el análisis de la distribución espacial de la iluminación, el crecimiento y la mejora de la red de alumbrado público y el impacto que ha provocado en la población, así como datos cualitativos obtenidos a través la aplicación de los mapas de calor.

1.1. Recopilación de datos cartográficos

Para recopilar los datos necesarios, se recurrió a datos generales de la ESPH-SA recolectados desde noviembre del 2015 a abril del 2020 de trabajos de instalación y permuta del Alumbrado Público, ya que las cuadrillas del negocio son responsables de realizar una toma del punto GPS para que el departamento de Gestión de Datos GIS de Energía (GDG) trabaje con dichos datos para la cartografía empresarial y los controles internos del negocio.

Los datos existentes son a nivel general de toda la red de distribución de ESPH-SA, por lo que se realizó un escrutinio de la geodatabase general para crear una nueva base de datos geográficos únicamente del cantón en análisis, por lo que se desestimó todo trabajo realizado fuera de San Rafael.

La manipulación cartográfica de estos datos se desarrolló desde la aplicación del programa de SIG ArcMap, puesto que es el programa con licenciamiento que la empresa utiliza para las labores del departamento de GDG.

1.2. Trabajo campo

Se realizó una visita a cada una de las áreas recreativas seleccionadas con el objetivo de observar las luminarias presentes en cada uno de estos. Por lo que se seleccionó cuatro parques del cantón de San Rafael y cuatro del cantón de Ángeles. Se eligieron considerando su representación y significancia dentro del área de estudio.

La programación de la visita para las áreas recreativas fue en horario nocturno el cual inició a las 6:40 pm y terminó a las 9:00 pm. Durante las visitas, se realizó una observación sistemática de las personas presentes en cada área. Se registró la cantidad de individuos que se encontraban utilizando las áreas iluminadas, ya sea para realizar actividades recreativas, pasear, hacer ejercicio u otros usos específicos.

Por medio de una tabla, se pudo realizar un conteo directo, que se observa en la Tabla (1), una vez recopilados los datos de todas las visitas realizadas, se procedió a analizar y comparar los resultados obtenidos. Se logró identificar patrones de uso de las áreas iluminadas, momentos de mayor y menor afluencia de personas.

Tabla 1. Herramienta utilizada en observación del uso de las áreas de recreación

Áreas recreativas	Hora	Existencias visitantes	Etapas		Actividad		Observaciones
		Si	Niños		Recreación Infantil		
			Adolescentes		Paseo mascotas		
		No	Jóvenes		Dialogo		
			Adulto		Consumo		
			Tercera edad		Deportivo		

Fuente: Elaboración propia

1.3. Análisis de los datos

Una vez que los datos espaciales fueron escrutados utilizando ArcMap, se realizó un análisis de ubicación y de densidad del alumbrado público, que permitió comprender la interacción social en el cantón, específicamente relacionado con las visitas a sitios de interés. con esto se generó una cartografía web y/o digital (visor) el cual consiste en una plataforma

de ArcGIS Online, para cargar y visualizar los datos espaciales del alumbrado público en un mapa interactivo que sirva como herramienta de apoyo para la comprensión del estudio este permite visualizar y analizar los resultados de manera interactiva y accesible.

Con las observaciones de campo, se obtuvo el conocimiento técnico de las tecnologías de alumbrado y se dispuso de la cartografía elaborada, que ayudó para proceder con el análisis cualitativo del estudio sobre el alumbrado público en San Rafael. Este análisis cualitativo implicó la interpretación y la comprensión de los datos recopilados a través de diferentes métodos. Se utilizó la herramienta de análisis en mapas de calor para identificar las áreas con mayor y menor densidad de luminarias, lo que a su vez proporcionó información valiosa para la planificación y la mejora de la iluminación pública.

Por último, los resultados finales incluyeron información detallada sobre los problemas identificados, las tendencias observadas durante el proceso de análisis, los cuales han permitido observar los objetivos geográficos del estudio sobre el alumbrado público en el cantón de San Rafael. Estos resultados representan las conclusiones clave y las recomendaciones derivadas del análisis realizado.

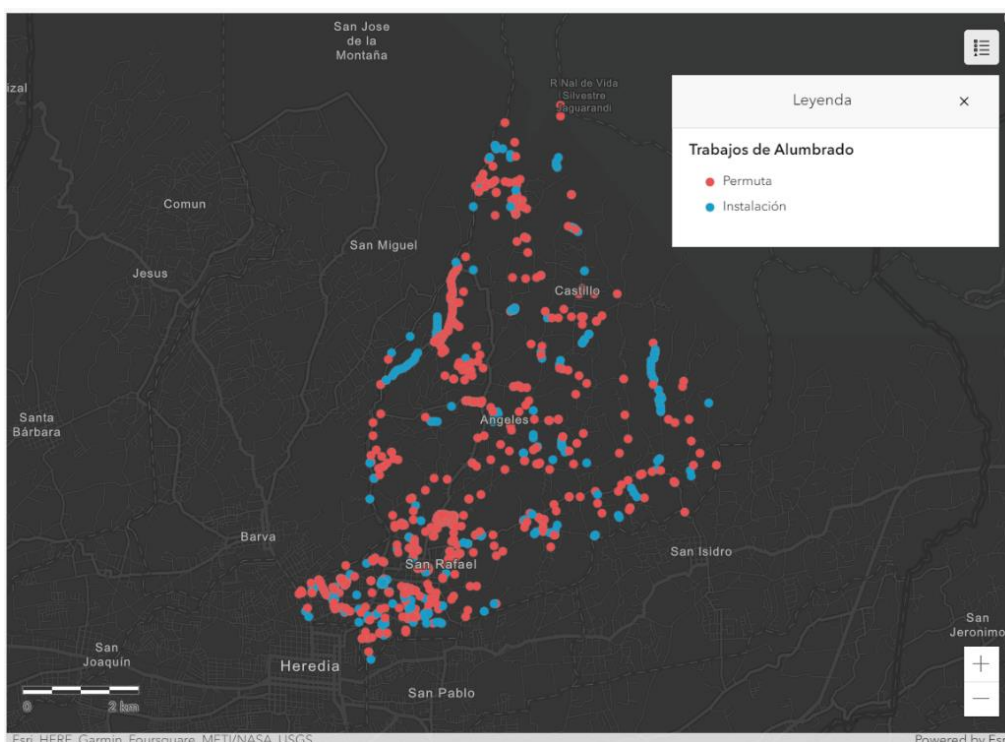
VI. Análisis de resultados

Análisis geoespacial del alumbrado público en el cantón

La cartografía desarrollada demuestra dos casos de trabajos de Alumbrado público, los cuales se emplean para analizar y explicar el comportamiento urbanístico y poblacional del cantón en estudio. El trabajo de permutas se basa específicamente en el cambio de insumos discontinuados, ya sea debido a daños o robos, por equipos en buen estado o de mejor tecnología. Figura (2)

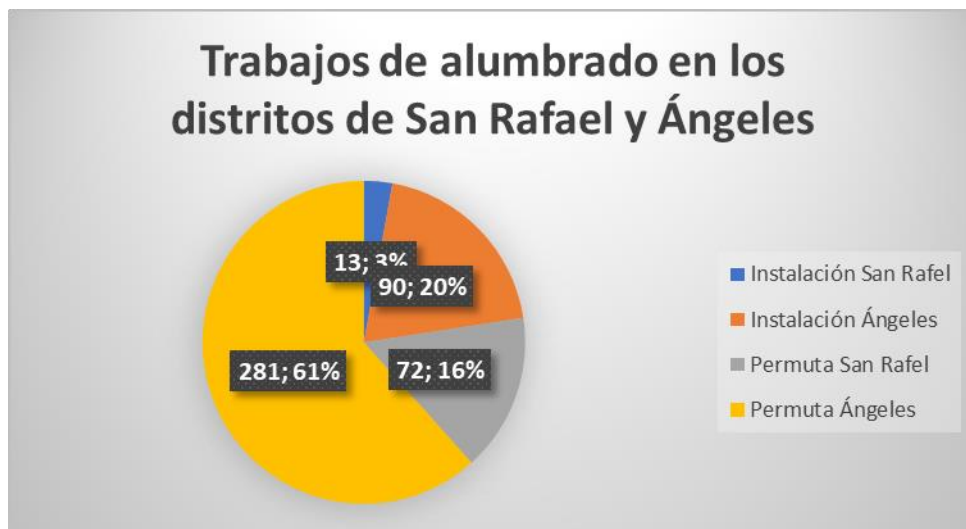
Mientras que los trabajos de instalación es la respuesta empresarial a una necesidad del municipio realizada explícitamente a la institución para que se instale alumbrado en zonas que carecen de dicho servicio. Figura (2) Cuando este identifica la necesidad de instalar nuevas luminarias o mejorar el alumbrado en determinadas áreas, se comunica con la empresa encargada del suministro eléctrico y alumbrado público, en este caso ESPH-SA, para solicitar la ejecución de los trabajos de instalación.

Figura 2. Trabajos de alumbrado cantón San Rafael



Fuente: Elaboración propia con dashboard de ArcGIS online

Figura 3. Trabajos de alumbrado para el cantón de San Rafael



Fuente: Elaboración propia con Excel.

Los casos de instalación se van a presentar en menor cantidad respecto a los de permuta, independientemente del año a analizar, puesto que antes del 2015 ya la red de luminarias, a nivel general de la cobertura de ESPH-SA, se acercaba a los 14.000 elementos

mientras que para el 2020 la cantidad alcanzaba los 17.000 elementos, por ende, la mano de obra de las cuadrillas de Alumbrado Público tienen mayor carga de trabajo para mantener la funcionalidad y cumplir con el compromiso de continuidad del servicio.

Seguidamente, los casos de instalación son responsables del crecimiento de la red de luminarias y sirven para analizar el desarrollo urbano y la necesidad de crear nuevas zonas de esparcimiento, al haber crecimiento urbano en el cantón, también hay un aumento en la poblacional tanto endógena por arraigo como exógena por atractivos para asentarse en el municipio.

El empoderamiento comunal de áreas de ocio y/o recreo en horarios nocturnos van a provocar que la ESPH-SA mejore el alumbrado existente, especialmente con una mejor y más atractiva tecnología como es el equipo LED, pues la población puede aprovechar las áreas mencionadas comúnmente posterior a sus horarios laborales, ya que son las horas que tiene la fuerza de trabajo para recrearse con sus núcleos familiares, mascotas, amistades más cercanas o para realizar actividades deportivas.

Como recién se mencionó, en las figuras (4 y 5) se visualizan datos dispersos de instalación, con la particularidad que el distrito mayormente urbanizado posee una baja cantidad de trabajos, al punto que para los años 2015 y 2019 no se registraron labores de instalación, pues es respuesta a la existencia masiva de luminarias en las principales vías y zonas de cada distrito previo al año 2015, en el cual se evidencia que el crecimiento urbano no es una constante en lugares con las características que posee el distrito 01 del cantón, es decir, para los años en estudio y la actualidad, este distrito no posee la capacidad para el crecimiento urbano horizontal, que es donde el alumbrado influye como indicador.

Para el distrito Ángeles, al poseer características periurbanas, presenta un crecimiento mayor de la red de luminarias en respuesta a nuevos focos urbanos o desarrollo de nuevas estructuras habitacionales dispersas en la parte alta del cantón, y aunque existe una regulación urbanística por zonas de recarga acuífera u otras leyes ambientales, las propiedades en el distrito poseen el atractivo para el asentamiento por recreo, retiro de vida o asentamiento permanente, en su mayoría por población con bases económicas más sólidas, esto se deduce rápidamente en campo, pues las estructuras habitacionales conservan características de viviendas de lujo o de detalles de este tipo de estructura.

Figura 4. Instalación Distrito Ángeles

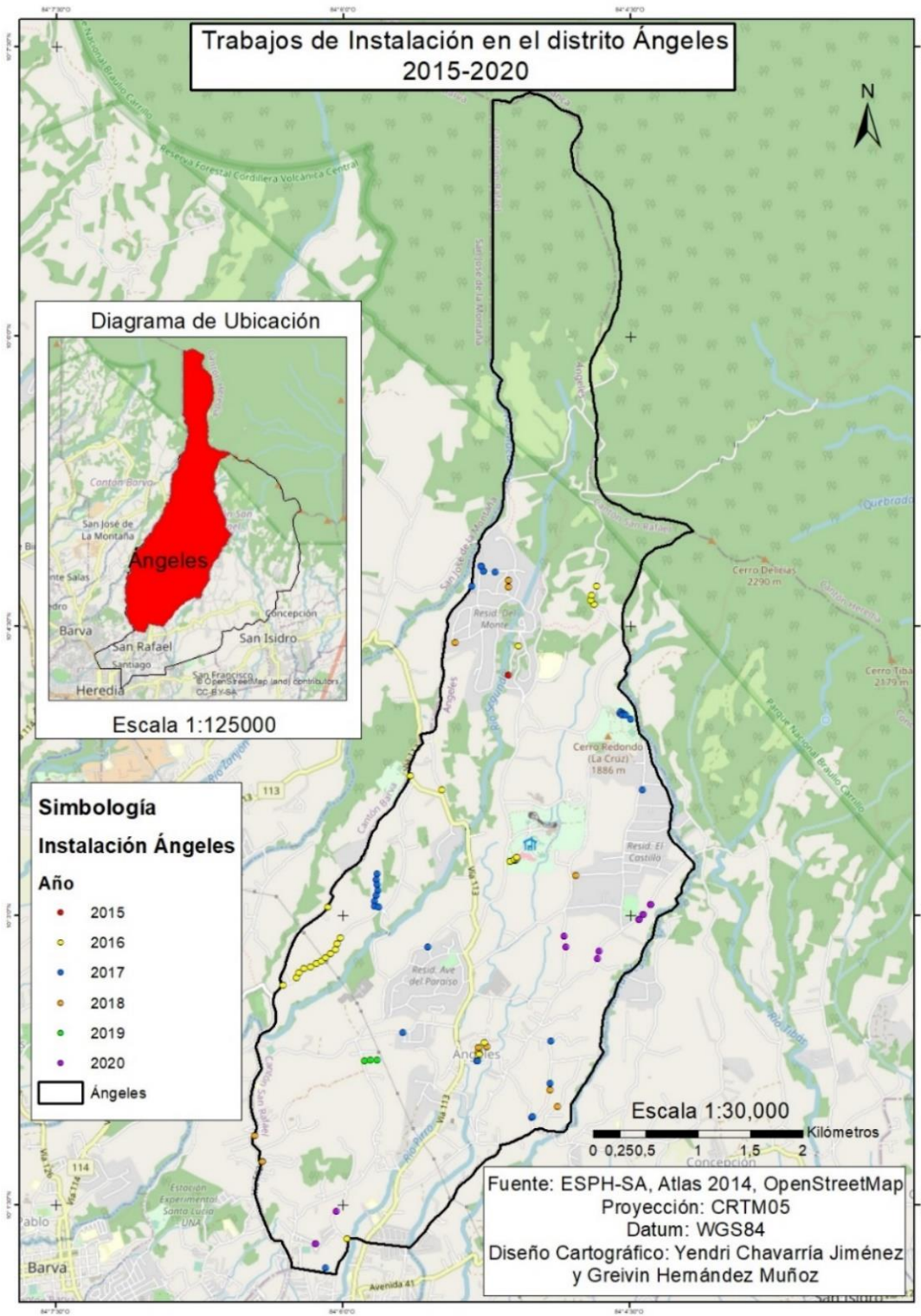
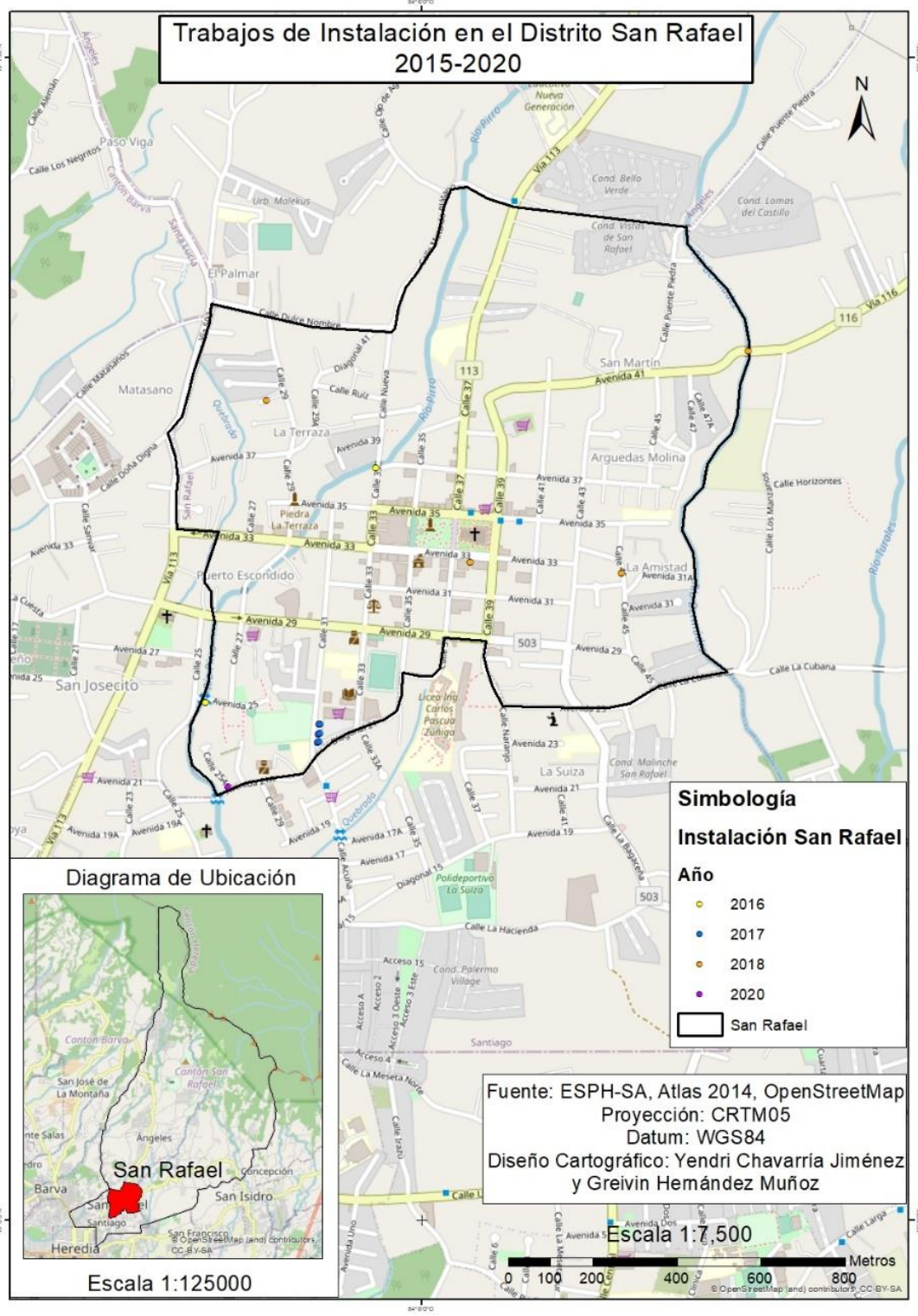


Figura 5. Instalación Distrito San Rafael



Con la temática de los datos espaciales de trabajos de permuta el análisis se concentra mayormente en la necesidad de mejorar la efectiva continuidad de la energía del equipo ya existente, para optar en áreas de recreo o vías utilizadas por los movimientos pendulares de la población con una iluminación que aporte mayor seguridad ante delincuencia, vandalismo, vehículo o fauna existente en la zona.

En el distrito Ángeles (Figura 6), se da una modificación y mejora de la red en una calle de uso residencial para el año 2017 y corresponde a un proyecto del negocio de Distribución de Energía de ESPH-SA. En otras zonas la mejora se concentra mayoritariamente en residenciales privados de clase alta o media alta, ya que los clientes de la institución de estas clases sociales son poblaciones más exigentes de la efectividad de los servicios pues viven más pendientes de la seguridad personal debido al nivel adquisitivo que poseen.

En las zonas bajas del cantón, se demuestra el comportamiento de permutas en la (Figura 7), que denota trabajos más dispersos por todo el distrito y que si bien responde a una necesidad de los clientes, también, al ser un sector más poblado, esta es más fácil de identificar tanto de parte de ESPH-SA como del gobierno local. Ejemplo de ello se observa en los alrededores de la iglesia católica que se permutó todo el predio para el año 2019.

Figura 6. Permuta Distrito Ángeles

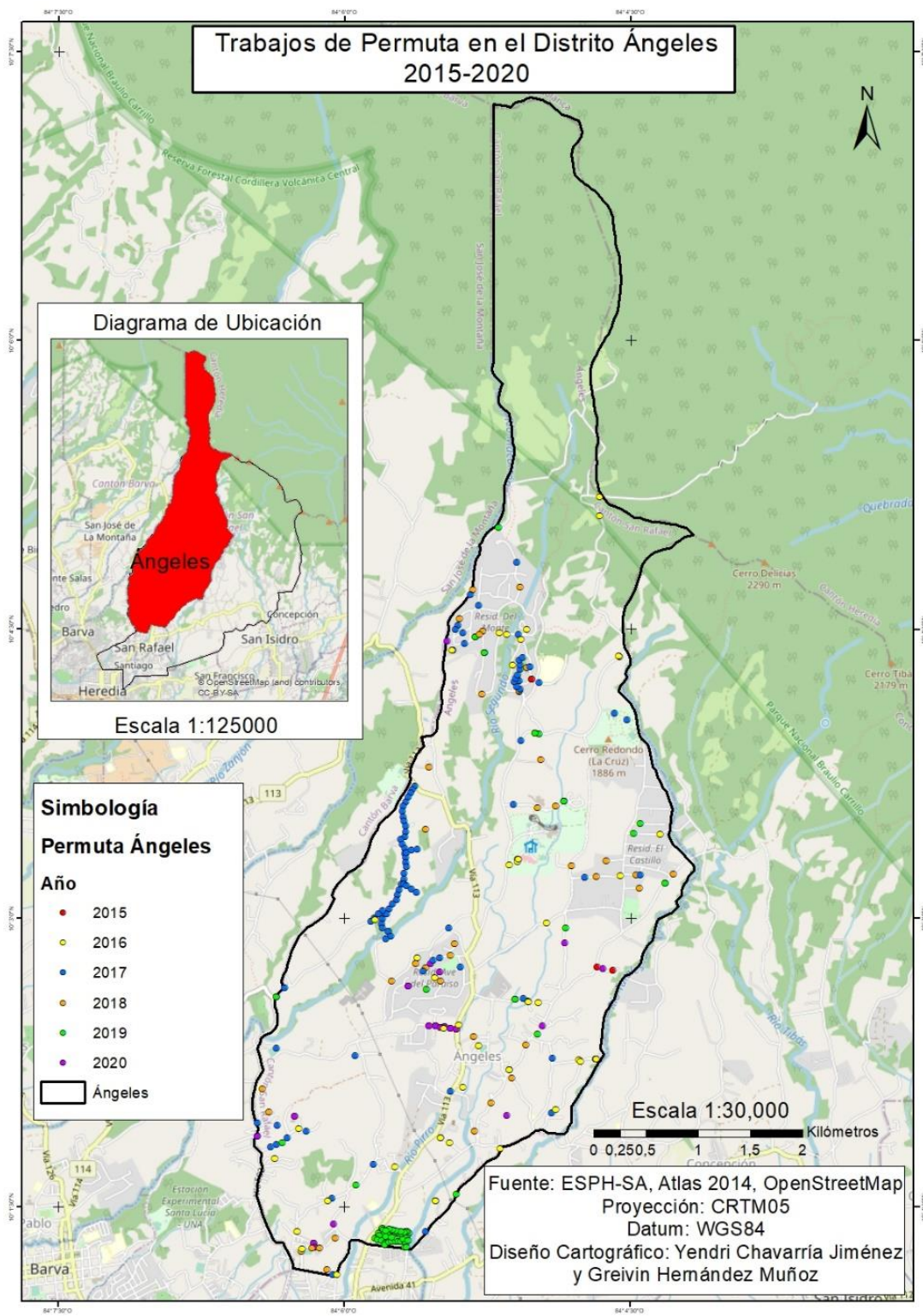
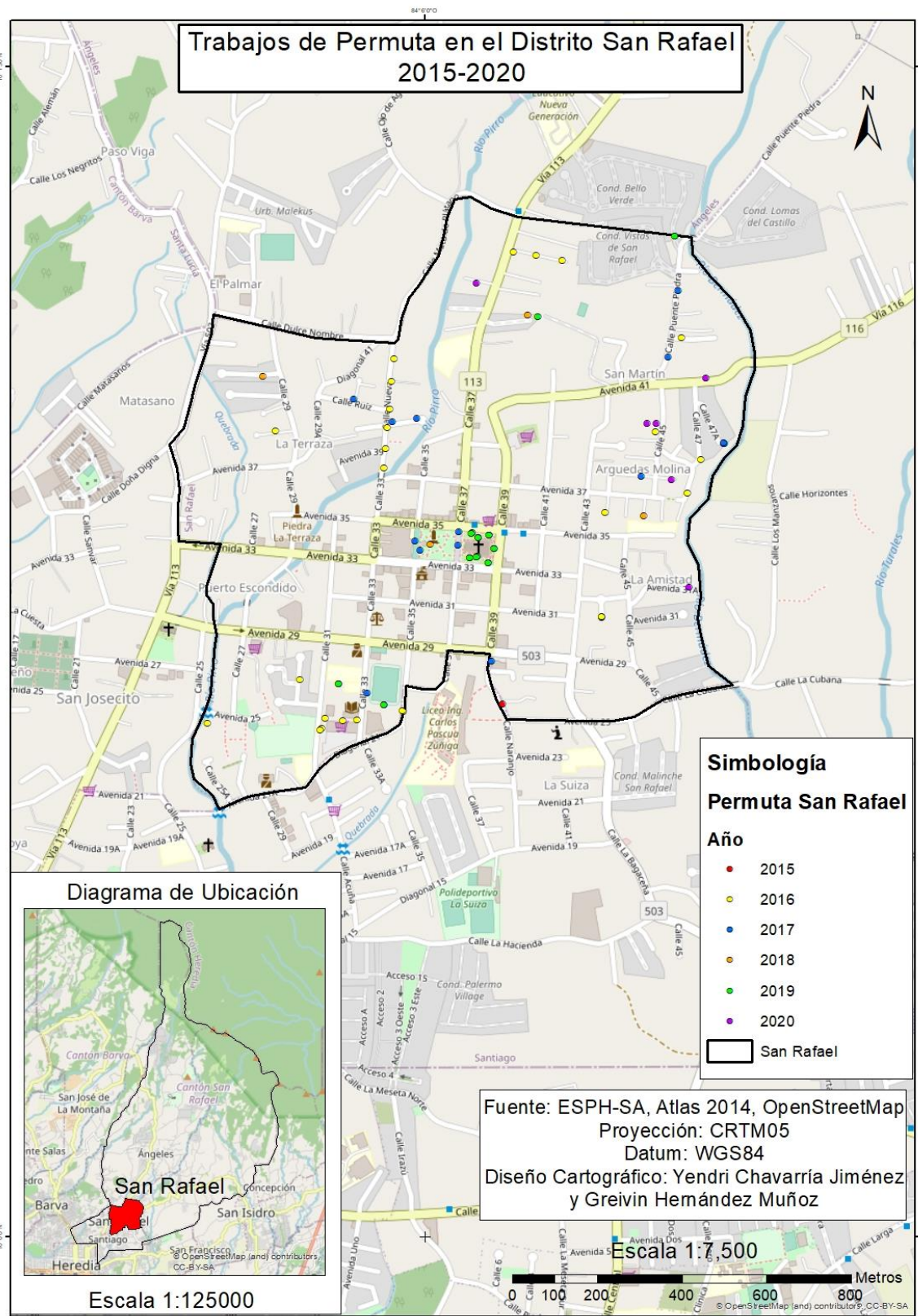


Figura 7. Permuta Distrito San Rafael



Mapas de calor

Los mapas de calor son representaciones visuales que utilizan colores para mostrar la concentración o densidad de un fenómeno o variable específica en un área geográfica determinada. Estos mapas permiten identificar patrones y tendencias espaciales, resaltando las áreas con mayor o menor concentración. (González, & Casañola, 2019). En este caso sea zonas urbanas o periurbanas donde se requiere una iluminación intensiva.

Primeramente, en la identificación de áreas con mayor cantidad de luminarias, el mapa de calor permite identificar las áreas donde se han realizado un mayor número de averías o instalaciones en el alumbrado. Estas zonas pueden indicar áreas de mayor crecimiento o desarrollo.

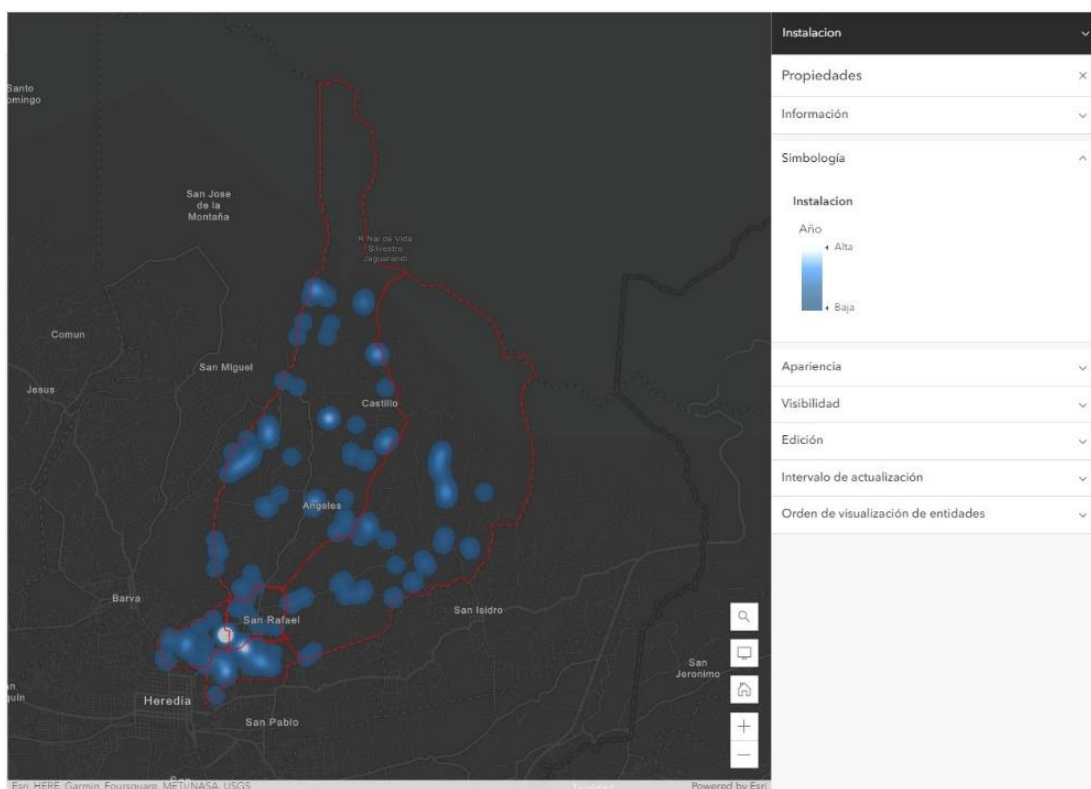
Se puede evaluar cómo se distribuyen, geográficamente, las luminarias en el cantón. Esto puede revelar patrones y concentraciones particulares, como áreas urbanas en expansión o zonas con mayor necesidad de actualización del alumbrado. Además, se puede evaluar la relación entre el alumbrado y las características del entorno, como la densidad de población, la actividad económica o los cambios en el uso de la tierra, que proporciona información importante para la planificación espacial de los municipios.

La instalación de luminarias (figura 8) puede considerarse como un indicador del crecimiento urbanístico en determinadas áreas. A medida que la población de una zona urbana, o en este caso las áreas periurbanas, aumentan, es probable que se requiera una mayor cantidad de luminarias para proporcionar una iluminación adecuada y segura en los espacios que se han visto ocupados por nuevas estructuras de vivienda, comercio, estatal u ocio.

El crecimiento del urbanismo suele ir acompañado de un aumento en la demanda de servicios básicos y el alumbrado público no es una excepción. A medida que más personas se establecen en un área específica, se necesita mayor cantidad de luminarias para las vías públicas y garantizar la seguridad durante la noche o al amanecer en respuesta a los movimientos pendulares antes mencionados, lo que facilita la movilidad de la población y al mismo tiempo aporta sentimiento de seguridad social.

Otro trabajo del servicio de alumbrado público es la sustitución del equipo ya instalado, lo que se denomina permuta y se genera en respuestas a varios factores que serían daño, robo, antigüedad o ineficiencia del servicio instalado para el área a iluminar. Esto es respuesta de necesidades poblacionales del servicio de iluminación por sustitución o mejora, brindando seguridad social y con ello aprovechamiento urbano, que hace que los trabajos de permuta sean indicadores de concentración poblacional y con ello crecimiento de habitantes a los alrededores de las zonas con mejoras de alumbrado público.

Figura 8. Instalación Cantón San Rafael

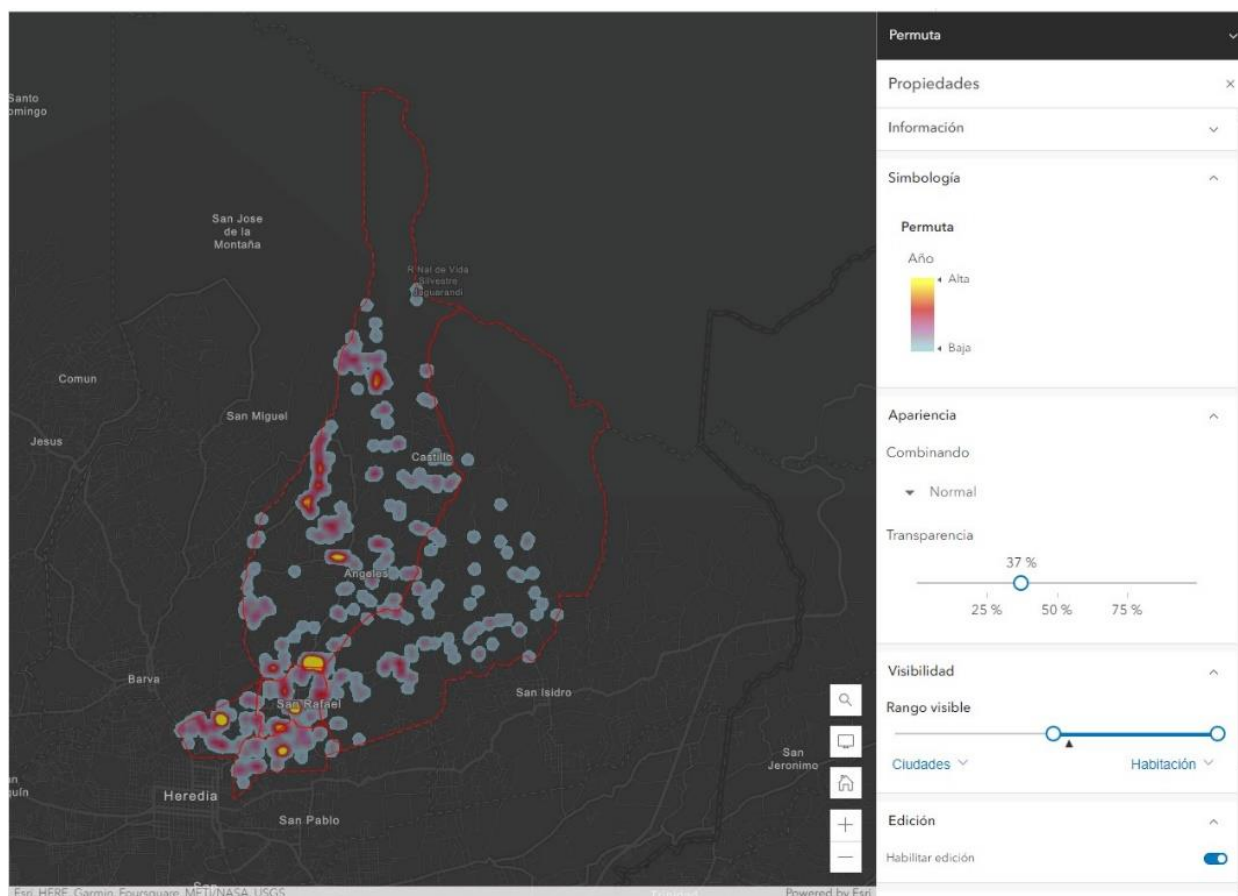


Fuente: Elaboración propia con dashboard de AGOL

La instalación de luminarias (figura 8) puede ser un indicador de crecimiento poblacional en lugar de medir directamente el crecimiento del urbanismo, ya que implica reemplazar las luminarias existentes por otras más modernas y eficientes. Estos cambios suelen estar impulsados por el objetivo de mejorar la calidad de la iluminación, aumentar la eficiencia energética, reducir los costos de mantenimiento y cumplir con regulaciones ambientales.

Seguidamente, la norma INTE E18-1:2020 “Eficiencia Energética. Luminarias de diodos emisores de luz (LED) destinadas a alumbrado público. Parte 1: Requisitos” menciona, como la lámpara LED consume menos energía y tiene una vida útil más larga, comparados con las tecnologías convencionales, como las lámparas de sodio, estos consumen significativamente menos energía para producir la misma cantidad de luz. Esta eficiencia energética se traduce en un menor consumo de electricidad, lo que se refleja en reducciones de costos a largo plazo y en un menor impacto ambiental.

Figura 9. Permuta Cantón San Rafael

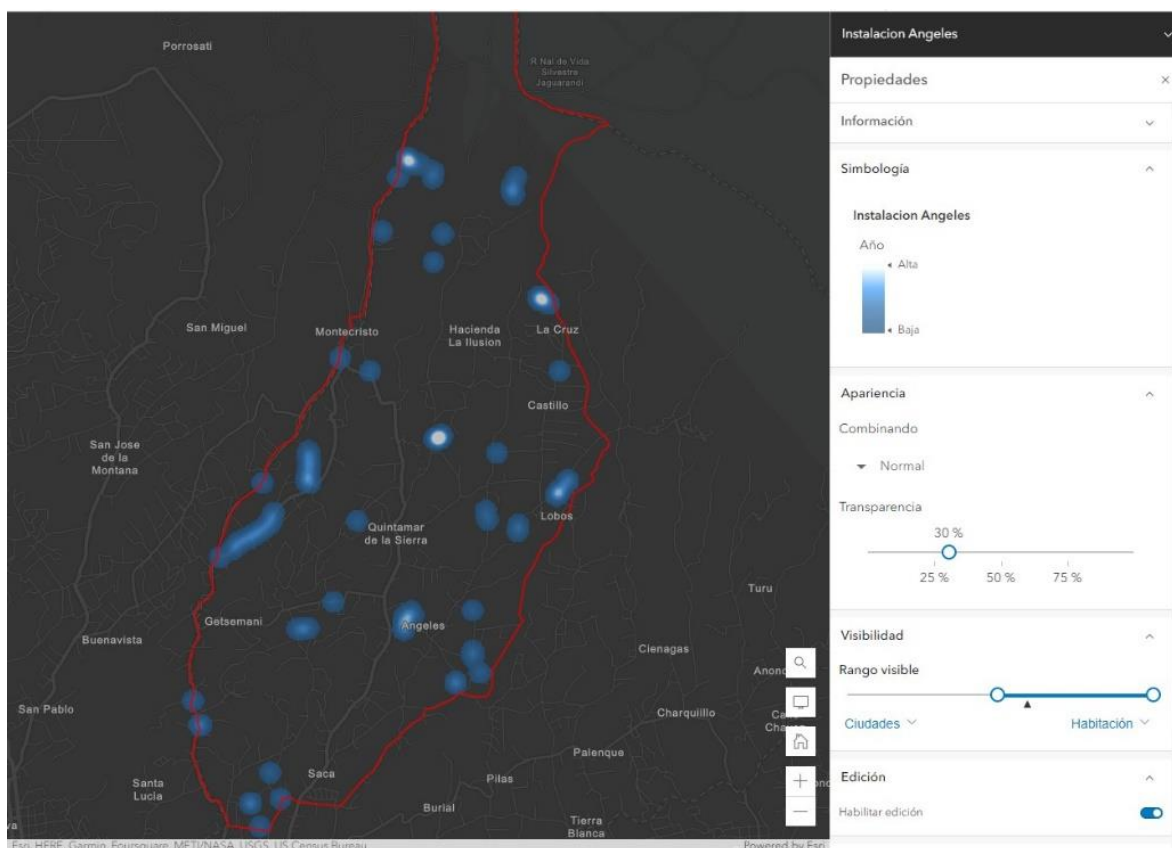


Fuente: Elaboración propia con dashboard de AGOL

Volviendo al análisis de los datos de instalación, pero enfocado a los distritos seleccionados para estudio de comportamiento de los trabajos realizados y comparando la espacialidad de dichos datos se identifica la diferencia acorde a las características de cada distrito. Se debe considerar la asociación o relación de los datos de instalación con el desarrollo urbano de la unidad político-administrativa.

servicio, para paso por movimientos pendulares, o necesidad a iluminación cercana a las nuevas casas habitacionales se convierte en una prioridad a los nuevos ocupantes de dichas zonas. En la cartografía elaborada (figura 11) se nota que el distrito concentra mayor cantidad de trabajos con respecto a un distrito mucho más urbanizado previamente, evidenciando que el desarrollo urbano, aunque es regulado, posee una continuidad regular y concentrando focos de mayor cantidad de trabajos debido la creación de nuevas barriadas.

Figura 11. Instalación Distrito Ángeles

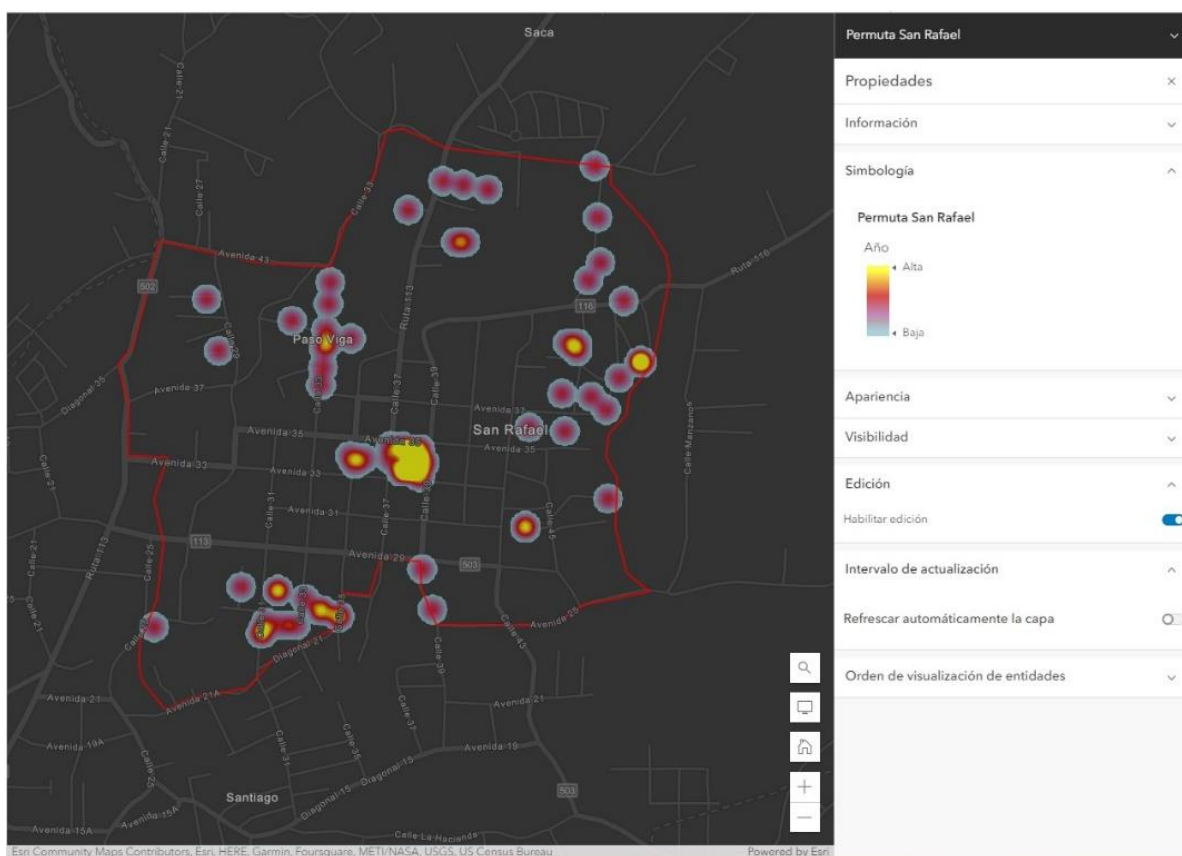


Fuente: Elaboración propia con dashboard de AGOL

El hecho de que el distrito San Rafael, que como se viene mencionando, es un centro urbano, posea más trabajos de permuta en comparación con el distrito de Ángeles, que es periurbano, puede deberse a varias razones de análisis geográfico. Estas diferencias tienden a estar relacionadas con factores como la densidad de población, el nivel de desarrollo urbano, la planificación y priorización de inversión en infraestructura, así como las necesidades y demandas específicas de cada área.

San Rafael (figura 12) tiene una mayor concentración de población y una infraestructura más desarrollada en comparación con el distrito de Ángeles. Esto genera un mayor número de trabajos de permuta en el alumbrado público existente debido a la mayor cantidad de espacios y actividades comerciales, residenciales, recreativas y de servicios presentes en el área. Además, la gestión municipal prioriza la mejora y expansión del alumbrado público en áreas urbanas densamente pobladas para garantizar la seguridad y comodidad de los residentes y visitantes.

Figura 12. Permuta Distrito San Rafael

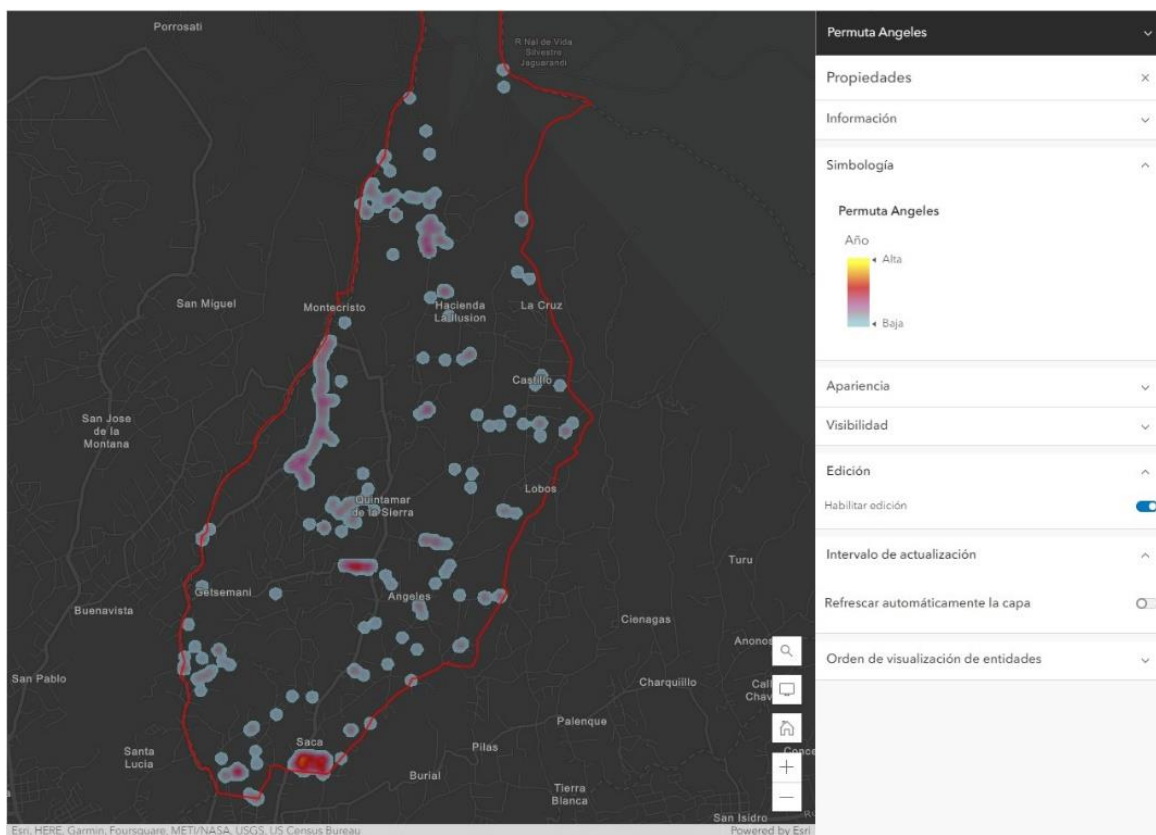


Fuente: Elaboración propia con dashboard de AGOL

En contraste, el distrito Ángeles (figura 13), al ser periurbano, tiene una menor densidad de población y un desarrollo urbano menos consolidado. Esto implica una menor demanda de alumbrado público debido a que su desarrollo estructural es mucho más disperso a un distrito de características urbanas. Además, las prioridades de inversión y gestión de recursos pueden estar enfocadas en otras necesidades, como la infraestructura básica, el

acceso a servicios esenciales, el desarrollo a partir del aprovechamiento de la tierra y la preservación de áreas naturales. Es importante destacar que estas son generalizaciones y que cada distrito puede tener sus propias particularidades y condiciones específicas que influyen en la permuta de luminarias.

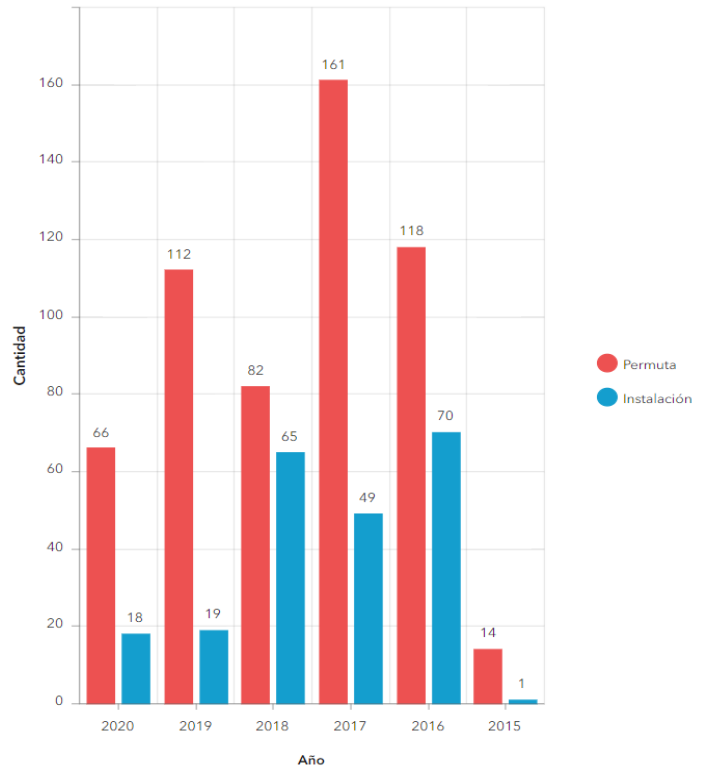
Figura 13. Permuta Distrito Ángeles



Fuente: Elaboración propia con dashboard de AGOL

Figura 14. Grafica permutas e instalaciones, 2015-2020

La razón de trabajos entre permutas e instalación (figura 10) es de casi 3,5 luminarias permutadas por cada una instalada para San Rafael, lo que responde a las dimensiones del equipo instalado, y al compromiso de ESPH-SA por mantener garantizada la continuidad del servicio sin dejar de lado el interés por cubrir la necesidad de iluminación artificial del cantón en su ritmo de crecimiento y aprovechamiento en horas sin luz natural.

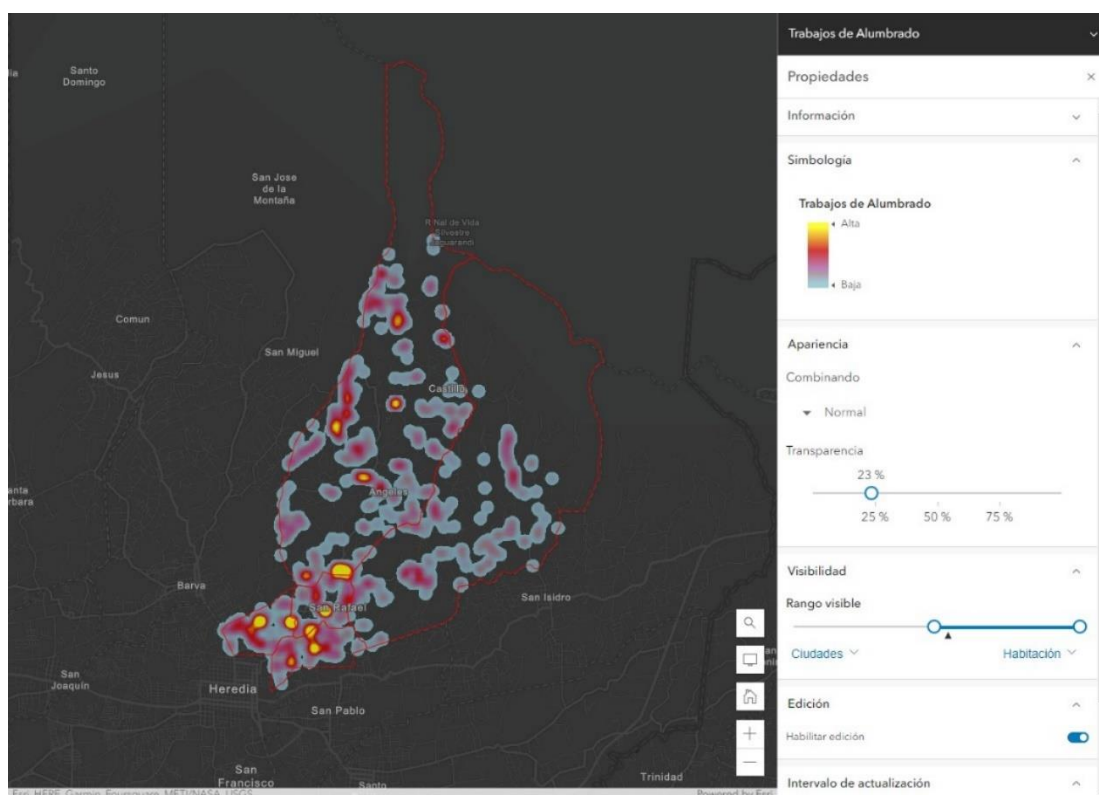


Fuente: Elaboración propia con dashboard de AGOL

Finalmente, este modelo de análisis de datos utilizado mediante AGOL (figura 15), incentiva a empresas como la ESPH-SA, ir más allá de la edición de la cartografía desde la red de archivos espaciales interna y generar análisis del comportamiento espacial como casos parecidos, al del estudio sobre el alumbrado del 2015 al 2020.

Visualizando todos los datos estudiados en conjunto, tanto instalación como permuta, se pueden considerar las áreas donde no se trabaja en esos años y así tomando en cuenta el equipo antiguo que ha sido resiliente al paso del tiempo, equipos recientemente instalados para esos años y que han mantenido la calidad, zonas que no poseen asentamientos, o algún factor de interés para la empresa que valore si debe intervenir esas áreas o despreocuparse de ellas.

Figura 15. Trabajos de Alumbrado



Fuente: Elaboración propia con dashboard de ArcGIS online

Tabla 2. Visita áreas recreativas, distrito San Rafael

Áreas recreativas	Hora	Existencias visitantes	Etapas	Cantidad	Actividad	Cantidad	Observaciones
Parque San Josecito	06:59 p. m.	Si	Niños	0	Recreación Infantil	0	
		X	Adolescentes	0	Paseo mascotas	0	
		No	Jóvenes	3	Dialogo	0	
			Adulto	1	Consumo	1	Licor
			Tercera edad	0	Deportivo	0	
Polideportivo	07:05 p. m.	Si	Niños	3	Recreación Infantil	0	
		X	Adolescentes	17	Paseo mascotas	2	
		No	Jóvenes	1	Dialogo	8	
			Adulto	14	Consumo	0	
			Tercera edad	1	Deportivo	8	
Parque Central	07:15 p. m.	Si	Niños	2	Recreación Infantil	1	
		X	Adolescentes	0	Paseo mascotas	0	
		No	Jóvenes	7	Dialogo	8	

			Adulto	9	Consumo	1	1 adulto en vendiendo
			Tercera edad	3	Deportivo		
Parque Arguedas Molina	08:18 p. m.	Si	Niños	0	Recreación Infantil	0	
		X	Adolescentes	0	Paseo mascotas	0	
		No	Jóvenes	0	Dialogo	1	
			Adulto	1	Consumo	0	
			Tercera edad	0	Deportivo	0	
Parque Cerezo	07:35 p. m.	Si	Niños	0	Recreación Infantil	0	
		X	Adolescentes	0	Paseo mascotas	0	
		No	Jóvenes	1	Dialogo	0	
			Adulto	0	Consumo	1	Licor
			Tercera edad	0	Deportivo	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Visita áreas recreativas, distrito Ángeles

Áreas recreativas	Hora	Existencias visitantes	Etapas	Cantidad	Actividad	Cantidad	Observaciones
Canchas Getsemaní	07:47 p. m.	Si	Niños	0	Recreación Infantil	0	
		X	Adolescentes	0	Paseo mascotas	0	
		No	Jóvenes	0	Dialogo	1	
			Adulto	4	Consumo	0	
			Tercera edad	0	Deportivo	0	
Canchas Ángeles	08:03 p. m.	Si	Niños	0	Recreación Infantil	0	
		X	Adolescentes	0	Paseo mascotas	0	
		No	Jóvenes	0	Dialogo	0	
			Adulto	4	Consumo	1	
			Tercera edad	0	Deportivo	1	
Parque Bello Verde	08:18 p. m.	Si	Niños	0	Recreación Infantil	0	
			Adolescentes	0	Paseo mascotas	0	
		No	Jóvenes	0	Dialogo	0	
		X	Adulto	0	Consumo	0	
			Tercera edad	0	Deportivo	0	

Fuente: Elaboración propia

Las visitas a los parques y sitios de recreo y ocio de ambos distritos muestreados muestran los siguientes datos (Tablas 2 y 3):

San Rafael:

- 83 personas contadas en 5 clasificaciones por edad diferentes.
- 31 actividades desarrolladas, tanto en grupo como individuales, clasificadas en 5 tipos de recreación.

Ángeles:

- 8 personas contadas, todos adultos.
- 3 actividades desarrolladas, tanto en grupo como individuales, clasificadas en 3 tipos de recreación.

San Rafael presenta un nivel mayor de actividad y cantidad de personas en las áreas analizadas, coincidiendo con sus características de concentraciones importantes de población y urbanismo y se evidencia en los datos (Tabla 2). En la cantidad de personas, los tipos que más se representan en la estadística es la presencia de adultos y adultos jóvenes, aprovechando los espacios especialmente para el dialogo. Cabe destacar que este distrito es la cabecera de cantón, por lo que el interés de desarrollar las actividades socioeconómicas del municipio provoca una inversión mayor en infraestructura pública

En el caso del distrito de Ángeles, se evidencia significativamente el poco aprovechamiento de estos espacios públicos, lo que viene a darse por una distribución urbana más dispersa, cambio en el tipo de clima por altura, pues es un distrito montañoso y la existencia de menos predios destinados para recreo, al punto que a partir del centro del distrito (Iglesia de Ángeles) ya no hay sitios de este tipo, o al menos no iluminados ni abiertos. Un caso interesante en la visita fue ver el comportamiento del Residencial privado Bello Verde, sus zonas de recreo y ocio son de las mejor conservadas y la utilidad nocturna de las mismas fue nula, a pesar de contar con seguridad privada y acceso regulado.

Conclusiones

Los trabajos de instalación de luminarias en el alumbrado público presentan una menor cantidad en comparación con los trabajos de permuta, independientemente del año

analizado. Esto se debe a que antes del año 2015, la red de luminarias en general, en el área de cobertura de la ESPH-SA, ya se acercaba a los 14.000 elementos. A medida que pasó el tiempo, han ido alcanzado un nivel de cobertura alta en términos de cantidad de luminarias instaladas.

Además, se debe considerar que el aumento de permutas para el distrito de San Rafael es a causa de reemplazos, actualizaciones y expansión de la infraestructura existente. Por tanto, se puede inferir que, a medida que se alcanza una mayor cobertura y se establece una red de alumbrado público es más efectiva en tema de cobertura urbana. Los trabajos de instalación pueden disminuir en cantidad, y se debe a que el enfoque se desplaza hacia el mantenimiento, la actualización y la optimización de la infraestructura existente.

Por ende, el distrito Ángeles, debido a su naturaleza periurbana y el desarrollo de nuevas estructuras habitacionales, es probable que experimente un crecimiento mayor en la red de luminarias. A pesar de que se presenten algunas regulaciones ambientales y urbanísticas establecidas, no se va a expandir el crecimiento de instalaciones en un determinado periodo.

Con el análisis de Ángeles se puede deducir un comportamiento similar para el distrito Concepción, pues posee las características de peri-urbanismo que posee Ángeles, mientras que en el caso de los distritos San Josecito y Santiago poseen una concentración urbana similar a San Rafael, con la diferencia del desarrollo comercial del distrito 01.

Seguidamente, los mapas de calor permitieron identificar las áreas del entorno urbano y periurbanos que presentan una mayor concentración de luminarias, ya sean instaladas o permutadas. Del mismo modo, también se identifican las zonas con una menor cobertura de luminarias. Esto es esencial para comprender la distribución actual del alumbrado público y evaluar su eficacia en diferentes áreas.

Además, revelan los patrones de uso y ocupación del espacio público durante las horas nocturnas. Estos patrones pueden ayudar a comprender cómo la iluminación influye en la actividad y la circulación de las personas en diferentes áreas. Asimismo, permiten identificar las zonas con una mayor concentración de personas y actividad, lo que resulta

relevante para la planificación urbana y la toma de decisiones en cuanto a la distribución de recursos.

Al mismo tiempo, la gestión territorial desempeña un papel fundamental como insumo en la planificación del alumbrado público. Esta proporciona información crucial para identificar las necesidades de iluminación de una comunidad, evaluar la factibilidad de la instalación, establecer prioridades y coordinar con la planificación urbana existente.

Mediante un enfoque de gestión territorial, se pueden tomar decisiones informadas y estratégicas sobre la ubicación, el diseño y el mantenimiento del alumbrado público. Esto garantiza que se satisfagan las necesidades de seguridad y calidad de vida de los residentes, al tiempo que se consideran los aspectos técnicos, económicos y ambientales.

También, promueve la continuidad del monitoreo y mantenimiento del alumbrado público, garantizando su correcto funcionamiento a lo largo del tiempo. Esto contribuye a maximizar la eficiencia y la durabilidad de las instalaciones, optimizando el uso de recursos y minimizando los costos de operación.

La gestión territorial permite realizar evaluaciones periódicas para identificar las necesidades y prioridades en cuanto al crecimiento del alumbrado público. Esto implica considerar factores como el crecimiento poblacional y el desarrollo urbano, los cambios en el uso del suelo, la demanda de iluminación en áreas específicas y las preocupaciones de seguridad.

Como priorizar las áreas que requieren una mejora en el alumbrado, ya sea a través de la instalación de nuevas luminarias en áreas desatendidas o la permuta de luminarias obsoletas por tecnologías más eficientes. Esto permite asignar los recursos de manera efectiva y brindar una iluminación adecuada donde más se necesita.

Además, establece normativas y regulaciones relacionadas con el crecimiento del alumbrado público. Estas normativas pueden abarcar aspectos como, la protección y gestión del territorio donde se promueva la calidad y la uniformidad en el crecimiento del alumbrado, así como la protección del medio ambiente.

VII. Bibliografía citada

- Abril, F. G. M., Martín, A. F. M., & Díaz, J. M. O. (2007). Crecimiento poblacional y políticas públicas. *Apuntes del CENES*, 27(44), 149-162. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4829134>
- Borja, J. (1998). Ciudadanía y Espacio Público. *Ambiente y Desarrollo*. [Microsoft Word - Jordi Rojas.doc \(pieb.org\)](#)
- Capel, H. (1975). La definición de lo urbano. *Estudios geográficos*, 138(139), 265-301. [Urbano.pdf \(cidadeimaginaria.org\)](#)
- Castro, J. M. A. (2003). Crisis del crecimiento o ausencia de infraestructuras. *Bitácora Urbano-Territorial*, 7(1), 6-12. [Crisis del Crecimiento o Ausencia de Infraestructuras - Dialnet \(unirioja.es\)](#)
- Fuenzalida, M., & Cobs, V. (2013). La perspectiva del análisis espacial en la herramienta SIG: una revisión desde la geografía hacia las ciencias sociales. [27-3-2013-33.pdf \(uahurtado.cl\)](#)
- Gallego Navarro, T. (2013). *Gestión integral*. [Gestión integral \(uji.es\)](#)
- Gámez, M. R., & Cedeño, H. A. M. (2018). Falta de alumbrado público y su repercusión en la seguridad de los habitantes del sector San Felipe del cantón Portoviejo. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT* ISSN: 2588-0721, 3(1), 30-34. [Vista de Falta de alumbrado público y su repercusión en la seguridad de los habitantes del sector San Felipe del cantón Portoviejo \(utm.edu.ec\)](#)
- González, Z. P., & Casañola, Y. T. (2019). Mapas de calor en sitios web. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 12(9), 97-111. [Mapas de calor en sitios web - Dialnet \(unirioja.es\)](#)
- Instituto de Desarrollo Rural [Inder]. Plan de Desarrollo Rural Territorial. 2016-2021. Barva, Santa Bárbara, San Isidro, San Rafael, Santo Domingo y Vara Blanca. [PDRT-Heredia.pdf \(cidtt.org\)](#)

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2011). *Estadísticas Vitales 2011*. San José, Costa Rica.[reoblaccenso2011-15.pdf_2.pdf \(inec.cr\)](#)

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2021). Estimación y proyecciones de población 2021.[RePoblacEv_población_nacimientos_defunciones_y_matrimonios_2021.xls \(live.com\)](#)

Iñiguez, A. (2013). La seguridad de la luz: una breve historia de la iluminación en los espacios públicos. [La seguridad de la luz: una breve historia de la iluminación en los espacios públicos | ArchDaily México](#)

Manzano, E. R. (2007). Beneficios del uso del alumbrado público, la reducción de la tasa de accidentes nocturnos. [CONICET Digital Nro.e13aa10e-21cf-4b49-800a-b4887dd49617_A.pdf](#)

Yépez, A. (06 de septiembre de 2019). A más luz, más seguridad ciudadana. El País. [A más luz, más seguridad ciudadana | Planeta Futuro | EL PAÍS \(elpais.com\)](#)

VIII. Anexos

Figura 16. Parque Arguedas Molina



Fuente: Elaboración propia

Figura 17 .Parque central



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Parque Bello Verde



Fuente: Elaboración propia