

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“EVALUACIÓN DEL CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL SUELO EN LA  
ZONA E DEL DISTRITO LURÍN”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**LOAYZA CASTRO, MISAEL**

**Villa El Salvador**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar el presente trabajo a mi familia, porque ellos siempre estuvieron brindándome su apoyo para lograr mis objetivos. A mis hermanos por sus palabras y compañía. A mi madre Brígida, por darme lo mejor de sí. Y a todo aquel que confió en mí y hoy le demuestro que sí, se puede lograr.

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, una universidad emergente que debe ser dejada en alto por sus estudiantes, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente, fue un esfuerzo haber ingresado y hoy es un gran logro culminarlo.

A mis docentes, por su colaboración y exigencia en el estudio durante mi formación profesional, en especial al Ing. Daga quien me brindó las pautas para la realización de este trabajo.

A Diana, quien me apoyó en momentos buenos y malos para el logro de mis metas.

A mis amigos de la universidad y ahora colegas, y a todas aquellas personas que constantemente me dieron palabras de aliento para lograr los objetivos trazados.

## ÍNDICE

<b>CARATULA</b> .....	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>iv</b>
<b>LISTADO DE FIGURAS</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTADO DE TABLAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>vii</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
1.1 Descripción de la Realidad Problemática .....	1
1.2 Justificación del Problema .....	2
1.3 Delimitación del Proyecto .....	3
1.3.1 Teórica.....	3
1.3.2 Temporal.....	3
1.3.3 Espacial .....	4
1.4 Formulación del Problema .....	4
1.4.1 Problema General .....	4
1.4.2 Problemas Específicos .....	4
1.5 Objetivos.....	5
1.5.1 Objetivo General .....	5
1.5.2 Objetivos Específicos .....	5
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	6
2.2 Bases Teóricas .....	9
2.3 Definición de Términos Básicos .....	22
<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL</b> .....	<b>24</b>
3.1 Modelo de Solución Propuesto .....	24
3.2 Resultados y Discusión.....	31
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>50</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>51</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>52</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>55</b>

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de formación del suelo .....	10
Figura 2. Esquema de la teledetección y tipos .....	15
Figura 3. Cronología de los satélites Landsat desde 1972.....	16
Figura 4. Flujograma de la metodología de trabajo .....	24
Figura 5. Delimitación del área de estudio .....	26
Figura 6. Tejido urbano continuo en el AA. HH. Villa Alejandro .....	32
Figura 7. Tejido urbano discontinuo en el centro poblado Las Palmas .....	32
Figura 8. Industrias y mercados en el centro poblado Las Palmas .....	33
Figura 9. Áreas verdes urbanas en el AA. HH. Villa Alejandro.....	34
Figura 10. Instalaciones recreativas, Complejo deportivo Villa Alejandro .....	34
Figura 11. Cultivos transitorios, lechugas y tomate .....	35
Figura 12. Pastos en zonas cercanas al río Lurín .....	36
Figura 13. Mosaicos de áreas agrícolas heterogéneas.....	36
Figura 14. Vegetación herbácea y/o arbustiva, según la temporada.....	37
Figura 15. Coberturas arenosas naturales .....	38
Figura 16. Afloramiento rocoso cerca al límite con VMT .....	39
Figura 17. Tierras desnudas destinadas a la expansión urbana .....	39
Figura 18. Mapa de cobertura de la zona E, distrito Lurín. Año 2007 .....	41
Figura 19. Mapa de cobertura de la zona E, distrito Lurín. Año 2019 .....	44
Figura 20. Crecimiento poblacional en el distrito de Lurín .....	48
Figura 21. Ganancias de cobertura en la Zona E, Lurín. 2007 - 2019.....	49
Figura 22. Pérdidas de cobertura en la Zona E, Lurín. 2007 - 2019.....	49

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor .....	12
Tabla 2. Bandas espectrales de Landsat 5, sensor TM .....	17
Tabla 3. Bandas espectrales de Landsat 8, sensor OLI y TIRS.....	18
Tabla 4. Límites distritales del área de estudio.....	25
Tabla 5. Población de Lurín según los Censos Nacionales.....	27
Tabla 6. Descripción de las imágenes satelitales obtenidas .....	28
Tabla 7. Cobertura de la zona E, Lurín para el año 2007 .....	40
Tabla 8. Cobertura de la zona E, Lurín para el año 2019 .....	43
Tabla 9. Comparación de la cobertura entre 2007 y 2019.....	47

## INTRODUCCION

El deterioro del ambiente es causado por múltiples factores, relacionados con las actividades humanas, como consecuencia de la búsqueda de satisfacción de sus necesidades primarias y/o secundarias. En cuanto estas actividades no son planificadas de manera sostenible, tienen el potencial de generar daños en los componentes ambientales agua, aire o suelo y estos a su vez generan riesgos en la salud de las personas.

Los cambios en el uso de la tierra, como resultado del asentamiento de nuevas poblaciones, es uno de los problemas sociales y ambientales que se observan en la actualidad debido al incremento poblacional a nivel mundial y local. Por tal motivo es de importancia evaluar y modelar estas variaciones que se dan en la cobertura y uso del suelo, siendo que se disponen de las herramientas y recursos para dicha evaluación sin la necesidad de estar presente en contacto directo con el área a estudiar, gracias al avance de la tecnología y mediante el uso de la teledetección y los sistemas de información geográfica.

Por lo expuesto anteriormente, el presente trabajo pretende describir, cuantificar y evaluar los cambios que se dieron en la cobertura y uso del suelo en la Zona E del distrito Lurín, relacionándolo con el incremento de la población en dicho distrito durante los años 2007 y 2019. Para tal propósito se emplearon imágenes de satélite Landsat y Google Earth, los cuales fueron procesados en los softwares de acceso libre, para la digitalización, cuantificación del cambio y elaboración de mapas temáticos de los años en mención.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

El crecimiento exponencial de la población es un fenómeno global que ha venido en aumento durante las últimas décadas. En 1950 se estimaba que la población global era de 2 600 millones de personas mientras que en la actualidad se estima una población mundial de 7 700 millones de personas y con proyecciones de 9 700 millones para 2050, pudiendo incrementarse a 11 000 millones para 2100 según el último informe de Perspectivas de la Población Mundial 2019 (ONU, 2019).

De acuerdo con el Censo Nacional del 2017, en nuestro país se estima una población de 31 237 385 habitantes con una densidad poblacional de 24,3 Hab./Km<sup>2</sup> (INEI, 2017). Durante el periodo intercensal 2007 - 2017, la población total del país se incrementó en 3 016 62; de este total, se puede observar cambios en la distribución por regiones, mientras que la población de la región costa y región Selva se ha incrementado, la sierra ha disminuido de acuerdo con el INEI (Censo Nacional 2017). Dichos cambios se deben en gran medida a las inmigraciones que se ha venido dando, de las zonas rurales a zonas urbanas, en la búsqueda de una mejor calidad de vida.

Para los autores Vásquez y Rocha (2007) son las actividades antrópicas, quienes se han convertido en el principal factor que ocasiona la variación de cobertura y uso de la tierra, ejerciendo una enorme presión sobre el territorio y los ecosistemas existentes.

En la provincia de Lima se estima una población de 8 574 974 habitantes, los cuales representan el 29,2% de la población peruana (INEI, 2017). Estas elevadas cifras de habitantes en la capital peruana, obliga a la ocupación informal del territorio en zonas periféricas de la ciudad trayendo como consecuencia el cambio de uso de



suelo y generando diversos impactos negativos como: la pérdida de suelos agrícolas, contaminación del suelo, agua, aire; debido a la inadecuada gestión y manejo de los Residuos Sólidos y la insuficiente o ausencia de tratamiento de las aguas residuales domésticas.

Al sur de Lima, la expansión se presenta hacia los distritos de Villa el Salvador, San Juan de Miraflores, Pachacamac, Villa María del triunfo, y Lurín. En este último distrito se estima al 2019, cuenta con 97 900 habitantes y una densidad poblacional de 496 Hab./Km<sup>2</sup> en comparación con el censo nacional del 2007 que contaba con 62 940 habitantes y una densidad poblacional de 347 Hab./Km<sup>2</sup>, (INEI ,2007).

Por lo mencionado anteriormente, esta investigación pretende realizar la evaluación del cambio de cobertura y uso de suelo en un sector del distrito Lurín en los años 2007 y 2019, producto de diversos factores como y cambios en la zonificación y principalmente la expansión urbana; para posteriormente realizar el análisis de la variación de la cobertura del suelo y elaborar el mapa temático que sirva para realizar una gestión sostenible del territorio.

## **1.2. Justificación del problema**

La relevancia del presente estudio radica en que Lurín es uno de los distritos periféricos al sur de la capital, Lima, que ha venido en crecimiento demográfico durante las últimas décadas con una tasa de crecimiento promedio para cada año del 3.6 % desde 2007 a 2017 según información del INEI (2017); y que actualmente se puede observar zonas en pleno proceso de urbanización y lotizaciones.

Una de las causas del deterioro ambiental y alteración de los ecosistemas se da como resultado de las modificaciones en la cobertura y uso del suelo, donde resulta la pérdida de diversas superficies naturales que cubren el suelo, provocando una serie de alteraciones como la disminución de suelos agrícolas, contaminación del suelo, agua, aire.

Se debe evaluar la vulnerabilidad frente a los nuevos usos del territorio y cuantificar las modificaciones de las áreas naturales o agrícolas en asentamientos urbanos, para que el distrito de Lurín no pierda su característica de Valle, siendo que es uno de los pocos que queda en la provincia Lima.

En este contexto, es fundamental contar con herramientas para el monitoreo, como la teledetección, que permitan generar información de calidad y a bajo costo, de forma consistente en el tiempo y que se pueda emplear en la toma de decisiones para la adecuada gestión y manejo sostenible del recurso suelo.

### **1.3. Delimitación del proyecto**

#### **1.3.1. Teórica**

El cambio de la cobertura y uso del suelo hace referencia a las alteraciones de la cobertura original para transformarla en otros usos diferentes; lo cual degrada la calidad de los suelos y la vegetación, alterando el ecosistema presente (SEMART, 2015).

La presente investigación tiene por finalidad evaluar la variación de la cobertura y el cambio en el uso de los suelos por la ocupación del territorio, como consecuencia del crecimiento poblacional en la zona E del distrito Lurín, mediante el uso de imágenes satelitales y elaborando la clasificación de las distintas clases de cobertura que han sido modificados empleando el sistema de clasificación adaptado para Perú por el MINAM, Corine Land Cover (CLC); y mediante el uso de las herramientas digitales de análisis de los Sistemas de Información Geográfica para modelar las coberturas ,cuantificarlas y evaluar el cambio que se ha dado en el tiempo.

#### **1.3.2. Temporal**

El trabajo de investigación se realizó durante los meses de octubre y noviembre del 2019, con una primera etapa de gabinete, el primer mes, y otra

etapa de campo para el segundo mes. El cronograma detallado se muestra en el Anexo 2.

La evaluación se realizó para los años 2007 y 2019 a fin de evaluar la variación de la cobertura y cambio en el uso de la tierra en dichos años como consecuencia del crecimiento urbano.

### **1.3.3. Espacial**

El distrito de Lurín está ubicado al sur de Lima Metropolitana, a una distancia de 30 Km y cuenta con una superficie de 181.12 Km<sup>2</sup> donde se distribuyen, según la zonificación histórica, cinco zonas (A, B, C, D y E) que comprenden centros poblados y asentamientos humanos.

El distrito se compone por el 97.4 % en cuanto al sector urbano, y el 2.6% en cuanto al sector rural.

Para el presente estudio se evaluó la zona E, ubicada al lado noreste del distrito, por ser una zona en pleno proceso de urbanización. El mapa de la delimitación se presenta en la figura 5.

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema general**

¿Cuáles son los cambios de la cobertura y uso del suelo en la zona E del distrito Lurín, en los años 2007 y 2019?

### **1.4.2. Problemas específicos**

- ¿En qué medida se ha dado la variación en la cobertura y uso del suelo en la zona E del distrito Lurín, durante el año 2007 y 2019?
- ¿Cómo ha afectado el crecimiento urbano en la variación de la cobertura y uso del suelo en la zona E del distrito Lurín?

- ¿Se cuenta con mapas temáticos de cobertura y uso actual del suelo de la zona E del distrito Lurín?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Evaluar el cambio en la cobertura y uso del suelo en la zona E del distrito Lurín en los años 2007 y 2019.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Determinar la variación espacial de la cobertura y el uso del suelo en la zona E del distrito Lurín, durante los años 2007 y 2019.
- Evaluar el crecimiento urbano y su implicancia en la variación de la cobertura y uso del suelo en la zona de estudio.
- Elaborar el mapa temático de cobertura y uso actual del suelo la zona E del distrito Lurín, para los años 2007 y 2019

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

De acuerdo con el estudio realizado por Ramírez y Pértile (2017) con respecto al crecimiento urbano y variación de uso del suelo en las ciudades de la provincia de Chaco en Argentina, afirman que durante las últimas décadas, el crecimiento poblacional ha ido en aumento con un porcentaje del 60 %, y por tal motivo es relevante efectuar el análisis de esta evolución en la población urbana, así como las modificaciones en cuanto al uso del suelo se convierte en un tema de interés para la adecuada gestión del territorio.

Para el análisis emplearon información histórica de los datos censales de los años 1980, 1991, 2001 y 2010 lo cual permitió el análisis evolutivo y comparativo de la dinámica poblacional y su ritmo de crecimiento. De igual forma se emplearon planos de las ciudades para determinar variaciones de superficies libres y superficies construidas. Seguido de imágenes satelitales históricas recopiladas de la base de datos del satélite Landsat 5.

La clasificación de la cobertura del territorio se realizó teniendo en cuenta tres categorías: monte nativo, área cultivada y zonas urbana. Se concluyó que para el periodo de análisis 1990-2010 los cultivos pierden alrededor de 500 Ha (hectáreas), pasando al uso urbano más de 300 Ha y la cobertura monte se incrementaría alrededor de 170 hectáreas.

Para Sahagún & Reyes (2018) la dinámica de la cobertura vegetal y uso de suelo, derivados de las actividades antrópicas, generan impactos negativos a la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos, y contribuyen en el desarrollo de factores desencadenantes del cambio climático. En su trabajo de investigación se proponen determinar y evaluar los impactos del cambio en el uso de suelo y la variación de la cubierta vegetal de las Áreas Naturales Protegidas en la

región central de la Sierra Madre Oriental de México, mediante el uso de herramientas de análisis espaciales y la simulación de posibles escenarios frente a los cambios que se vienen dando. Para dicho propósito emplearon imágenes satelitales para representar, mediante mapas temáticos el cambio en las cubiertas vegetales durante los años 1989, 2000 y 2005, y además se realizó la modelación de posibles escenarios de cambio en el 2025.

En los resultados se observó que el porcentaje de variación de las coberturas vegetales de la SMO fue de: 0.22 % en bosques, 0.23 % en matorrales y 0.54 % en selvas; y en las ANP, la variación fue de 0.60 % y 0.34 % para bosques y selvas, respectivamente.

En el periodo de análisis se redujeron 1 578.26 hectáreas de matorrales, bosques y selvas presentes dentro de las ANP. Los resultados del estudio muestran que las variaciones en el uso de la tierra ponen en riesgo la conservación del patrimonio natural, por lo cual es necesario elaborar planes de manejo y gestión que incluyan monitoreos a corto y medio plazo.

Rojas, Barboza, Maicelo, Oliva, Salas (2019) utilizaron los Sistemas de Información Geográfica son aplicados para realizar la evaluación del nivel de deforestación en los bosques de la Amazonía peruana mediante los indicadores de cambio de cobertura y uso de suelos, para la provincia Rodríguez de Mendoza (Amazonas). La investigación fue realizada mediante el método de clasificación supervisada de máxima probabilidad e interpretación visual de imágenes satelitales Landsat, para los años comprendidos entre 1987-2001 y 2001-2016.

Los resultados señalan una disminución de 918,59 km<sup>2</sup> de la cubierta boscosa entre 1987-2016. Comparando ambos periodos, la intensidad en el cambio de cobertura y uso de suelos y la tasa de deforestación fue superior durante el período 2001-2016. Las mayores concentraciones de reducción de la cubierta boscosa son las que se encuentran más próximas a las zonas viales e hídricas. Además, afirman que las causas más significativas de la disminución de bosques son la ganadería y la

expansión de los terrenos agrícolas en lugares de fácil accesibilidad para el transporte”.

Similar es el trabajo realizado por Martínez et al. (2015) juntamente con el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), quienes orientan su estudio a fin de desarrollar el inventario de la cobertura y uso del suelo en áreas estratégicas de las provincias de Mariscal Ramón Castilla y Alto Amazonas (Loreto), el cual proporcionará información específica con respecto a los usos más relevantes de la tierra.

El estudio permitió identificar zonas en las cuales se desarrollen actividades antropogénicas y zonas naturales no alteradas. Esta información puede resultar útil a la hora de formular planes de desarrollo y programas recuperación de suelos degradados y de conservación.

La metodología se realizó mediante la leyenda de clasificación Corine Land Cover, adaptado para Perú, lo que permitió realizar el mapa de cobertura y uso de la tierra, en áreas de mayor influencia antropogénica y otras de interés, a escala 1/50 000 para el 2013; para tal propósito se emplearon imágenes satelitales Landsat. Se encontró que el proceso de la deforestación se encuentra íntimamente ligado a las vías de acceso, como la carretera Tarapoto-Yurimaguas, que permite la migración de poblaciones en busca de nuevas tierras para la colonización.

Para Rojas (2017) la mayoría de los cambios en los usos del suelo son ocasionado por actividades antropogénicas como el incremento de cultivos de pastos, para cubrir necesidades de la ganadería, y la reducción de la vegetación arbustiva/herbácea, como resultado de actividades relacionadas con la agricultura intensiva que ha reducido la vegetación natural en zonas de laderas en el distrito de Ichocán en Cajamarca. La evaluación se realizó para los años comprendidos entre 1989 y 2015 mediante el uso de imágenes satelitales Landsat, para cada año. Se realizó la clasificación supervisada de las distintas coberturas del suelo mediante la metodología de clasificación Corine Land Cover.

La determinación de la variación en la cobertura y uso del suelo se realizó mediante el análisis espacial, trabajo de campo y estadística básica. Además, elaboraron mapas temáticos de la cobertura del suelo para los años mencionados y el mapa de la variación de cobertura y uso del suelo acontecidos en dichos periodos.

Con relación al impacto ambiental ocasionado por el crecimiento urbano, Concha (2013) desarrolla la tesis que busca identificar y determinar los impactos ambientales generados por la expansión no planificada del Alto Q'osqo, San Sebastián. La metodología empleada para la evaluación y valoración de impacto ambiental fue mediante el uso de la Matriz de Leopold, previa obtención de datos experimentales del índice de calidad del y usos mayores del suelo.

Con respecto al componente suelo se dedujo que la falta de planificación urbanística genera que las áreas destinada a la agricultura hayan sido lotizadas; la flora, se desarrolla en mayor cantidad en áreas alejadas a las construcciones; así mismo el valor obtenido en la matriz Leopold evidencian que la actividad humana está causando un impacto negativo (-72.9), matriz de causa efecto (2.21), observándose que los impactos con mayor significancia son: la alteración de cubierta vegetal y movimiento de tierra con fines de construcción.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. La cobertura del suelo**

Hace referencia al material que cubre la superficie de la Tierra o del suelo, donde cada tipo de cobertura presenta características propias y particulares que van desde coberturas ampliamente llenos de biomasa hasta cubiertas rocosas sin vegetación alguna.

En estas categorías se incluyen aquellas cubiertas que resultan como consecuencia de intervenciones antropogénicas sobre el medio natural (Instituto Geográfico Nacional de España, 2014).

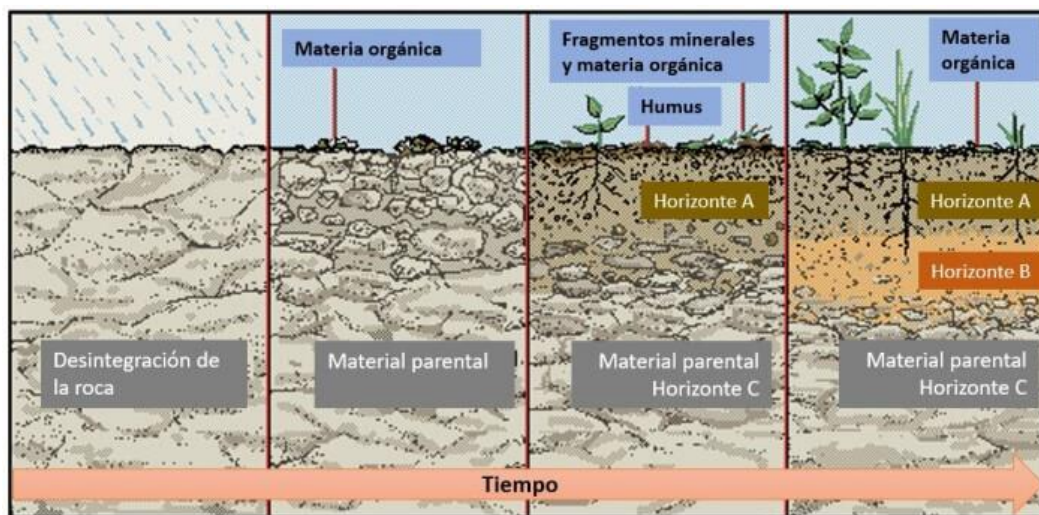


En nuestro país existe el Mapa de Cobertura Vegetal del Perú, realizado por el MINAM, este mapa permite conocer los tipos de cobertura de la superficie existentes en el territorio nacional y su distribución geográfica junto a las principales características que presenta cada una de ellas. El mapa de cobertura fue desarrollado con el uso de imágenes satelitales pertenecientes al año 2011, y con una escala de 1:100 000 (MINAM, 2015).

### 2.2.2. Suelo y uso del suelo

De acuerdo con el concepto tradicional, el suelo se define como el soporte físico y natural para el desarrollo de especies vegetales. También se tiene la definición de cuerpo natural conformado por capas que son denominados horizontes del suelo, los cuales están conformados por materiales distintos en cada capa y estos pueden ser, material orgánico, aire, agua y minerales.

La formación del suelo resulta de la influencia de diversos factores que son: el tiempo, combinado con el clima, organismos, la topografía y materiales parentales que son las rocas y minerales de las cuales resulta la formación de este. El suelo se diferencia de su material de origen en sus propiedades químicas, biológicas y físicas, su textura, la composición de la estructura, consistencia y su color (FAO, 2015).



**Figura 1.** Proceso de formación del suelo

El uso de suelo hace referencia a las actividades desarrolladas en el mismo, designadas por la influencia antropogénicas, los cuales modifican el medio natural para la ocupación del territorio con fines de producción agrícola, industrial, investigación o de asentamiento humano (FAO, 2015).

### **2.2.3. Clasificación de los suelos**

Para clasificar los suelos se toman en cuenta similitudes en datos existentes tales como la ubicación, el clima, el origen, el relieve, la profundidad del perfil del suelo y las propiedades físicas y químicas de los suelos. Existen diversas clasificaciones del suelo, entre las más conocidas y empleadas internacionalmente es el Soil Taxonomy (Estados Unidos) y el propuesto por la FAO para elaborar el “Mapa de Suelos del Mundo”.

En nuestro país es empleada la clasificación de las tierras de acuerdo con su capacidad de uso mayor, la cual fue aprobada por el D.S. N° 017-2009-AG del MINAGRI. Esta clasificación pretende conservar y mantener el uso racional de los suelos a fin de lograr los beneficios económicos y sociales para las poblaciones, pero de manera sostenible. Además, evitar su degradación, por ser un medio para la producción alimentaria, y que estas alteraciones puedan afectar los procesos naturales de las cuencas hidrográficas y la disponibilidad de recursos que en ella se presenta (MINAGRI, 2009).

**Tabla 1.***Clasificación del suelo según su Capacidad de Uso Mayor*

<b>GRUPO DE USO MAYOR</b>	<b>CLASE (Grado de aptitud de uso)</b>	<b>SUBCLASE (Limitaciones dominantes)</b>
A	Alta	A1
Tierras aptas para cultivo en limpio	Moderada	A2
	Baja	A3
C	Alta	C1
Tierras aptas para cultivo permanente	Moderada	C2
	Baja	C3
P	Alta	P1
Tierras aptas para pastos	Moderada	P2
	Baja	P3
F	Alta	F1
Tierras aptas para producción forestal	Moderada	F2
	Baja	F3
X		
Tierras de protección		

Fuente: D.S. N° 017-2009-AG

**2.2.4. Zonificación Ecológica y Económica (ZEE)**

Es un proceso que incluye la participación integral de los actores de un área específica, para proponer las técnicas, métodos y herramientas necesarias para identificar y determinar las distintas alternativas de uso sostenible del territorio, conforme la base de evaluaciones de sus potencialidades y limitaciones mediante criterios biológicos, físicos, sociales, económicos y culturales, (DS 087-2004/PCM).

Cuando la ZEE es aprobada, se emplea como un instrumento técnico y orientador que propicia el uso sostenible de la tierra y de los recursos naturales

presentes, con la finalidad de dirigir en la toma de decisiones respecto al uso del territorio, teniendo siempre en cuenta la conservación del ambiente y bienestar de la población que en ellas se encuentra. (MINAM, 2014)

#### **2.2.4.1. Categorías de uso en la ZEE**

La clasificación o categoría de la ZEE corresponderá al uso de mayor predominancia de las Unidades Ecológicas Económicas UEE. De acuerdo con el MINAM, las categorías para el uso del territorio, durante el proceso de ZEE serán los que se muestran a continuación:

- **Zonas productivas**

Dentro de esta categoría están incluidas aquellas áreas o zonas que tienen potencial para el desarrollo de actividades productivas, por cual se destina su uso forestal, pesquero, agropecuario, industrial, minero, entre otros.

- **Zonas de protección y conservación ecológica**

Esta categoría incluye a las ANP que han sido establecidos de acuerdo con la legislación ambiental nacional, de igual forma propicia la protección de tierra en las laderas y las zonas con características de humedales como los aguajales, cochas y pantanos. De igual manera están incluidas las cabeceras de cuencas, las colinas y las zonas adyacentes a los cauces de los ríos de acuerdo con la delimitación actual propuesta por la autoridad nacional.

- **Zonas de tratamiento especial**

Aquellas áreas que, por su naturaleza física, biológica, social, económica o cultural es necesario esta clasificación con la finalidad de conservar su estado original; estas zonas incluyen áreas históricas, arqueológicas, zonas para la seguridad nacional o áreas con comunidades indígenas que prefieren el aislamiento.

- **Zonas de recuperación**

Son áreas que han sufrido alteraciones de su estado natural por procesos de contaminación o degradación natural o por intervención de las actividades antropogénicas y que requieren de mecanismos especiales para la recuperación de la calidad y equilibrio de los ecosistemas que en ella se encuentra.

- **Zonas urbanas o industriales**

Compre aquellas áreas en donde se ha dado el asentamiento de las poblaciones humanas, áreas con potencialidades de futuras ocupaciones del territorio y el desarrollo de nuevas zonas urbanas. Incluye, además, zonas de uso industrial establecidos dentro del ámbito de las zonas urbanas.

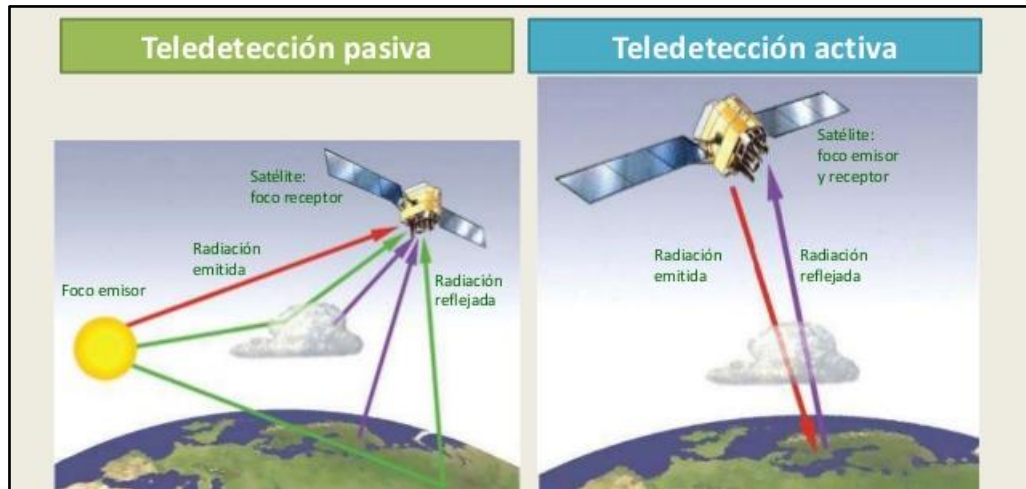
## **2.2.5. Herramientas para identificar las coberturas de la tierra**

### **2.2.5.1. Teledetección**

La teledetección comprende al conjunto de procesos y técnicas para la obtención de información de objetos, sin la necesidad de que se tenga contacto directo entre el observador y el objeto observado. Para el ámbito de la teledetección relacionada con los procesos ambientales, el objeto observado vendría a ser la superficie terrestre, mientras que el observador es un sensor, instalado en satélites o aviones, que tienen la capacidad de revelar y almacenar la información en una base de datos y puedan ser analizados posteriormente. Este análisis permite la identificación de determinadas características de la superficie y con ello la evaluación de los fenómenos, que se producen en este con la finalidad de guiar en la toma de decisiones (Chuvienco, 2002)

Para clasificar a los tipos de teledetección se tiene en cuenta la forma de captación de la energía procedente de las diversas coberturas y ellos son: pasivos, cuando se encuentran limitados a recibir la energía, en forma de radiación electromagnéticas proveniente de una fuente exterior a

ellos (para nuestro caso la energía proveniente del Sol), y activos, cuando poseen la capacidad emitir su propio haz de energía en forma de radiación (Chuvieco, 2002). En la Figura 2 se muestra la comparación de los tipos de teledetección según la fuente de energía.



**Figura 2.** Esquema de la teledetección y tipos

#### **2.2.5.2. Elementos que intervienen en la teledetección**

Los elementos que participan en los procesos de teledetección son los siguientes: El primero comprende la disponibilidad de una fuente de energía provea esta misma energía al objeto a ser evaluado dentro de la superficie terrestre (tierras de cultivo, mar, asentamientos urbanos, zonas áridas etc.). Se ha determinado que la fuente de energía principal, en la teledetección pasiva es el Sol (Chuvieco, 2002).

La radiación solar, atraviesa e interactúa con la atmósfera durante su recorrido hacia la superficie terrestre. En cuanto alcanza la superficie interacciona con los elementos que se encuentran presentes en ella. La radiación reflejada, que es captada por los sensores de los satélites, dependerá de las propiedades de dichos materiales, permitiendo discriminar así los tipos de cobertura existentes en la superficie.

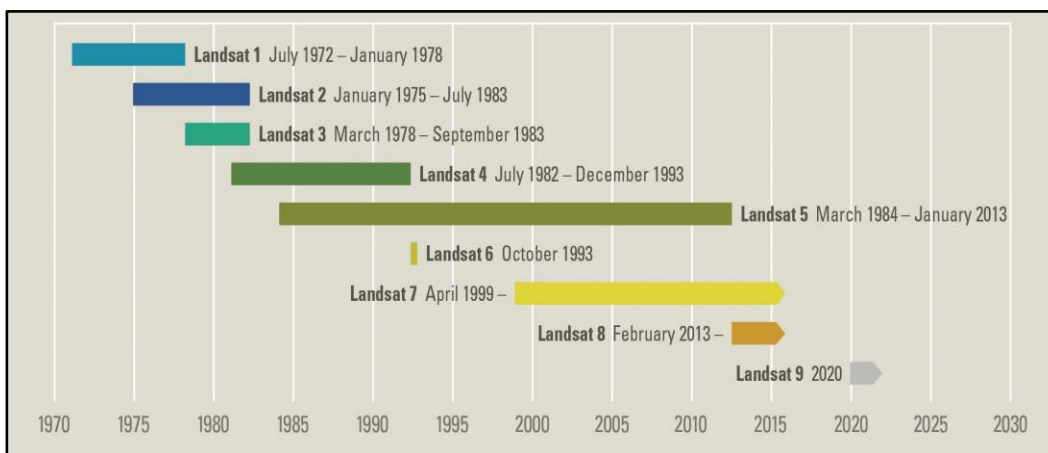
El sensor a bordo de satélite recepciona y graba esa radiación reflejada por la superficie y la atmósfera, que posteriormente estará disponible, como información digital, para los usos específicos (Labrador et al., 2012).

### 2.2.5.3. Satélites Landsat

Landsat es un conjunto de satélites desarrollados por la NASA, empleados para la observación de la superficie de la Tierra desde comienzos de 1970's. Los satélites Landsat se encuentran orbitando alrededor de la Tierra en una órbita heliosincrónica, con una inclinación de 98. 2º respecto a la línea ecuatorial y a una distancia promedio de 705 km de altura, (NASA, 2013).

En la actualidad, las imágenes de Landsat son empleadas para diversas aplicaciones, ya que supone disponer de información precisa, rápida y de bajo costos, entre las aplicaciones de mayor relevancia es la investigación ambiental.

En la figura 3 se muestra cronológicamente las fechas de lanzamiento y cancelación de servicios, estando actualmente en órbita Landsat 7 y 8.



**Figura 3.** Cronología de los satélites Landsat desde 1972

#### a. Landsat 7

Este satélite fue lanzado en 1999 con la mejora en el sensor, respecto a sus antecesores, este sensor es el denominado ETM+. La operación es

gestionada por la NASA mientras que la producción y comercialización de imágenes corresponde al Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), por sus siglas en inglés.

Este satélite y su sensor ETM+ consta de 8 bandas espectrales las cuales pueden ser compuestas para obtener imágenes variadas de color que pueda diferenciar los distintos tipos de cobertura. Este nuevo sensor incluye una nueva banda pancromática con una resolución de 15m. Además, dispone de mejoras en las características radiométricas y geométricas y una resolución espacial superior, de la banda térmica (USGS, 2017).

**Tabla 2.**

*Bandas espectrales de Landsat 5, sensor TM*

<b>Bandas</b>	<b>Espectro electromagnético</b>	<b>Longitud de onda (<math>\mu m</math>)</b>	<b>Resolución (m)</b>
1	Azul	0.45 – 0.52	30
2	Verde	0.52 – 0.60	30
3	Rojo	0.63 – 0.69	30
4	Infrarrojo cercano (NIR)	0.76 – 0.90	30
5	Infrarrojo de onda corta (SWIR 1)	1.55 – 1.75	30
6	Infrarrojo térmico (TIR)	10.40 – 12.50	60 (30)
7	Infrarrojo de onda corta (SWIR 2)	2.08 – 2.35	30
8	Pancromático	0.52 – 0.	15

Fuente: NASA (2015).

El 31 de mayo del 2003, se informó de la falla en el Escáner Corrector Lineal (SLC), instrumento responsable de compensar el movimiento hacia



adelante del satélite. Por lo cual se ha reducido el rendimiento del satélite al 70%, seguido a esto la disminución en el uso y descarga de datos para las diversas aplicaciones existentes (NASA, 2015).

### b. Landsat 8

El nuevo satélite Landsat 8, fue puesto en órbita el 11 de febrero del 2013 y continua en funcionamiento en la actualidad. Este satélite está compuesto por los sensores OLI y TIRS que constan de 9 bandas espectrales y una resolución espacial de 30 m.

**Tabla 3.**

*Bandas espectrales de Landsat 8, sensor OLI y TIRS*

<b>Bandas</b>	<b>Espectro electromagnético</b>	<b>Longitud de onda (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Resolución (m)</b>
1	Aerosol costero	0.43 – 0.45	30
2	Azul	0.45 – 0.51	30
3	Verde	0.53 – 0.59	30
4	Rojo	0.64 – 0.67	30
5	Infrarrojo cercano (NIR)	0.85 – 0.88	30
6	Infrarrojo de onda corta (SWIR 1)	1.57 – 1.65	120
7	Infrarrojo de onda corta (SWIR 2)	2.11 – 2.29	30
8	Pancromático	0.50 – 0.68	15
9	Cirrus	1.36 – 1-38	30
10	Infrarrojo térmico (TIR 1)	10.60 – 11.19	100
11	Infrarrojo térmico (TIR 2)	11.50 – 12.51	100

Fuente: NASA (2015).

En cuanto mejoras de sus antecesores, se incluye una nueva banda, azul profundo, el cual es empleado para realizar investigaciones sobre

zonas costeros y aerosoles. Se mantiene la resolución para la banda pancromática en 15m.

Las bandas térmicas TIR 1 y TIR 2 son importantes para brindar datos de temperaturas más exactas de la superficie terrestre (NASA 2015).

#### **2.2.6. Sistema de Información Geográfica (SIG)**

Los SIG constituyen una serie de herramientas informáticas, compuestas por hardware y software, destinadas a obtener, almacenar, gestionar, predecir, analizar y generar información geográfica que permita realizar una mejor administración del territorio y los recurso.

Los componentes principales que conforman un SIG son los siguientes: Hardware, software, recursos humanos, datos y los métodos.

El uso de los SIG está presente las diversas actividades humanas, por lo cual abarca un amplio rango de aplicación como la agricultura, el ordenamiento territorial, minería, usos de suelo, deforestación, marketing, entren otros (Glennon, R. 2006).

#### **2.2.7. Metodología Corine Land Cover (CLC)**

Esta metodología está incluida dentro del programa CORINE promovido por la Comisión de la Comunidad Europea la cual inicia en el año 1985, con la finalidad de elaborar un inventario de la cobertura terrestre.

Este programa tiene por objetivo principal la adopción de datos numéricos y geográficos a fin de configurar una base de datos sobre la cobertura y uso del territorio a una escala definida de 1:100 000.

La base de datos de CLC puede ser empleada para describir, caracterizar, discriminar y comparar las distintas coberturas, de acuerdo con sus características; dicha información es obtenida a través del uso de las imágenes satelitales de resolución espacial moderada (30mx30m), como en el

caso de los satélites Landsat, empleados para la elaboración de mapas de cobertura a escalas distintas (IDEAM, 2015).

#### **2.2.8. Corine Land Cover adaptado para Perú**

La leyenda de clasificación CLC para nuestro país parte de la adopción de la metodología para los países que conforman la Comunidad Andina de Naciones (CAN) la cual está conformada por Colombia, Ecuador, Venezuela, Bolivia y Perú.

En la actualidad el MINAM, a través de la Dirección de Ordenamiento Territorial (DGOT), viene asesorando técnicamente a los gobiernos regionales para que puedan realizar la adopción de esta metodología de clasificación de la tierra. La propuesta de leyenda para la clasificación de coberturas fue lograda a través del proyecto: Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Cobertura Andina, donde se presentan las unidades de clasificación adaptados a la geografía de nuestro país, mediante el uso de imágenes satelitales y herramientas del SIG para el procesamiento de la información (MINAM, 2015). Los resultados y propuesta nacional de dichas unidades se muestran en el Anexo 1.

#### **2.2.9. Crecimiento poblacional**

El crecimiento poblacional resulta como consecuencia de la dinámica poblacional, la cual se refiere a la variación que ocurre en la composición de la población conforme el transcurrir de los años. Es por tal motivo, León (2015) afirma que la población se incrementa debido a los nacimientos, y las inmigraciones, mientras que esta se reduce como resultado de la tasa de mortalidad y las emigraciones. Si el total de muertes y las emigraciones es inferior a la tasa de nacimientos e inmigraciones, entonces se tendrá un incremento de la población. En caso contrario estaremos frente a un decrecimiento de la población (Moschella, 2012).

### **2.2.10. Expansión urbana y demográfica**

La expansión urbana resulta como consecuencia del crecimiento poblacional. El incremento en la cantidad de habitantes de las grandes ciudades y principalmente los pequeños asentamientos humanos, propicia la expansión natural hacia los linderos de las metrópolis o a la ocupación de territorio no destinados para dicha finalidad.

El proceso de crecimiento demográfico de la población dependerá del incremento de la población y de los nuevos pobladores que ocuparan zonas que no han sido intervenidas, anteriormente, con fines de asentamiento poblacional debido. Los factores de mayor incidencia son las inmigraciones que se dan de zonas rurales a zonas urbanas (UNICEF, 2012).

### **2.2.11. Impactos del cambio en la cobertura y uso de la tierra**

Los impactos principales asociados por la presión urbana sobre el territorio se encuentran en la variación de la cobertura por los nuevos usos que se le dará a una determinada área con fines de asentamiento humano, comerciales o industriales, como es el caso de nuestra zona de estudio. Dichos cambios presentan diversos impactos ambientales negativos, de los cuales es de mayor importancia la pérdida y degradación de ecosistemas naturales y la biodiversidad presente, además estos cambios conllevan al deterioro del paisaje (Sahagún, 2018).

Los impactos negativos ocasionados traen consigo una reducción en los servicios ecosistémicos y culturales que ofrecen estas áreas naturales a la población, por mencionar algunos, la regulación del clima, la desintoxicación del agua y del aire (Moschella, 2012).

### 2.3. Definición de términos básicos

Se presentan algunos conceptos básicos que deben ser manejados para conocer y realizar una evaluación adecuada de la variación la cobertura y uso de suelo, mediante el uso de herramientas de la teledetección y los SIG. Además del crecimiento poblacional y su influencia en estos cambios del territorio.

- **Bandas espectrales:** Se le denomina a la capacidad que poseen los satélites para captar la información en rangos definidos del espectro electromagnético, la cual varía por cada tipo de banda y por cada sensor (Bravo, 2017).
  
- **Cambio demográfico:** Está relacionado con la variación en la composición de las poblaciones humanas, mediante análisis estadísticos, considerando los procesos de su formación, mantención, dinámica y desaparición, teniendo en cuenta para dichos análisis los procesos, de fecundidad, mortandad, inmigración y migración (MINAGRI, 2015).
  
- **Composición de bandas:** Hace referencia a la combinación de las distintas bandas espectrales de los sensores y que conforman las imágenes satelitales. Generalmente se realiza la combinación de tres bandas, las cuales son dispuestas en tres canales de proyección en pantalla RGB (Rojo, Verde y Azul) por sus iniciales en inglés (Bravo, 2017).
  
- **Densidad poblacional:** Es el indicador que posibilita la evaluación de la concentración una población para un área geográfica específica. Para su estimación se realiza división de la cantidad de habitantes por el área total del territorio. INEI (2017).
  
- **Imagen satelital:** Es la representación de la energía electromagnética captada por un sensor. Una fotografía se es mayormente tomada dentro del rango de la luz visible del espectro electromagnético. Los satélites captan imágenes más allá de dicho rango. Las imágenes de satélite se encuentran en ficheros de tipo

ráster, formadas por matrices regulares en el cual a cada una de ellas se le denomina píxel (Chuvieco, 2002).

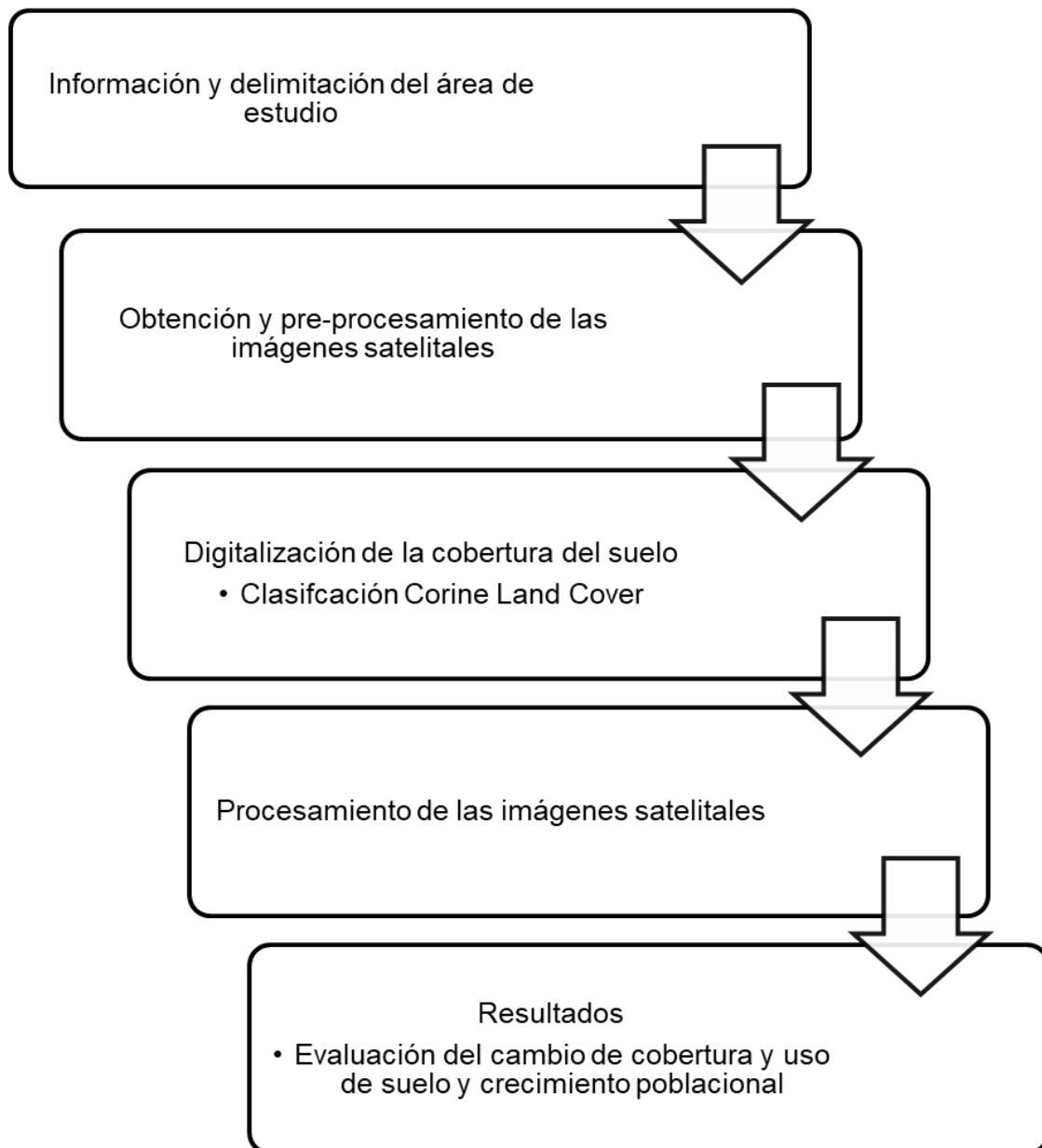
- **Mapas temáticos:** Son herramientas cartográficas que permiten visualizar alguna información de interés, de manera rápida y sencilla, que se encuentra en un territorio específico (MINAM, 2015).
  
- **Ordenamiento Territorial:** Comprende una política de Estado, de carácter político y técnico administrativo para la adecuada gestión del territorio en consenso con las partes interesadas mediante mecanismos técnico-políticos, social y económicos, para propiciar la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio (MINAGRI, 2015).
  
- **Tasa de crecimiento promedio anual:** Se refiere al promedio de incremento de una población durante un año. Este indicador permite cuantificar el aumento o disminución de la población en un determinado territorio, por la influencia de tres fenómenos demográficos fundamentales: nacimientos, migración y mortandad (CEPAL, 2015).

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

#### 3.1. Modelo de solución propuesto

Para elaborar el presente trabajo de investigación, se desarrolló de acuerdo con el flujograma mostrado a continuación



**Figura 4.** Flujograma de la metodología de trabajo

### 3.1.1. Información y delimitación del área de estudio

El distrito de Lurín se encuentra ubicado al sur de la capital del país, entre los kilómetros 32 y 42 de la carretera Panamericana Sur y las coordenadas UTM 18L297174 sur y 8642641 este. Actualmente está conformada por cinco zonas:

- Zona A, Nuevo Lurín
- zona B, Cercado
- zona C, Huerto de Villena y Huerto de Lurín
- zona D, Julio C. Tello
- zona E, Villa Alejandro

Juntos constituyen una superficie de 20,044.33 hectáreas, que abarca desde el Océano Pacífico hasta las zonas montañosas que colindan con los andes.

El distrito presenta zonas urbanas existentes de 4 538 Has, área con potencial de urbanización de 3 878 Has y áreas no urbanizables de 11 667 Has de acuerdo con los informes del Plan de Desarrollo Urbano del distrito Lurín.

Los distritos que limitan con Lurín se detallan en la Tabla 4:

**Tabla 4.**

*Límites distritales del área de estudio*

<b>Cardinal</b>	<b>Distrito</b>
Noroeste	Villa el Salvador
Norte	Villa María del Triunfo
Noreste	Pachacamac
Este Sureste Sur	Punta Hermosa
Suroeste Oeste	Océano Pacífico

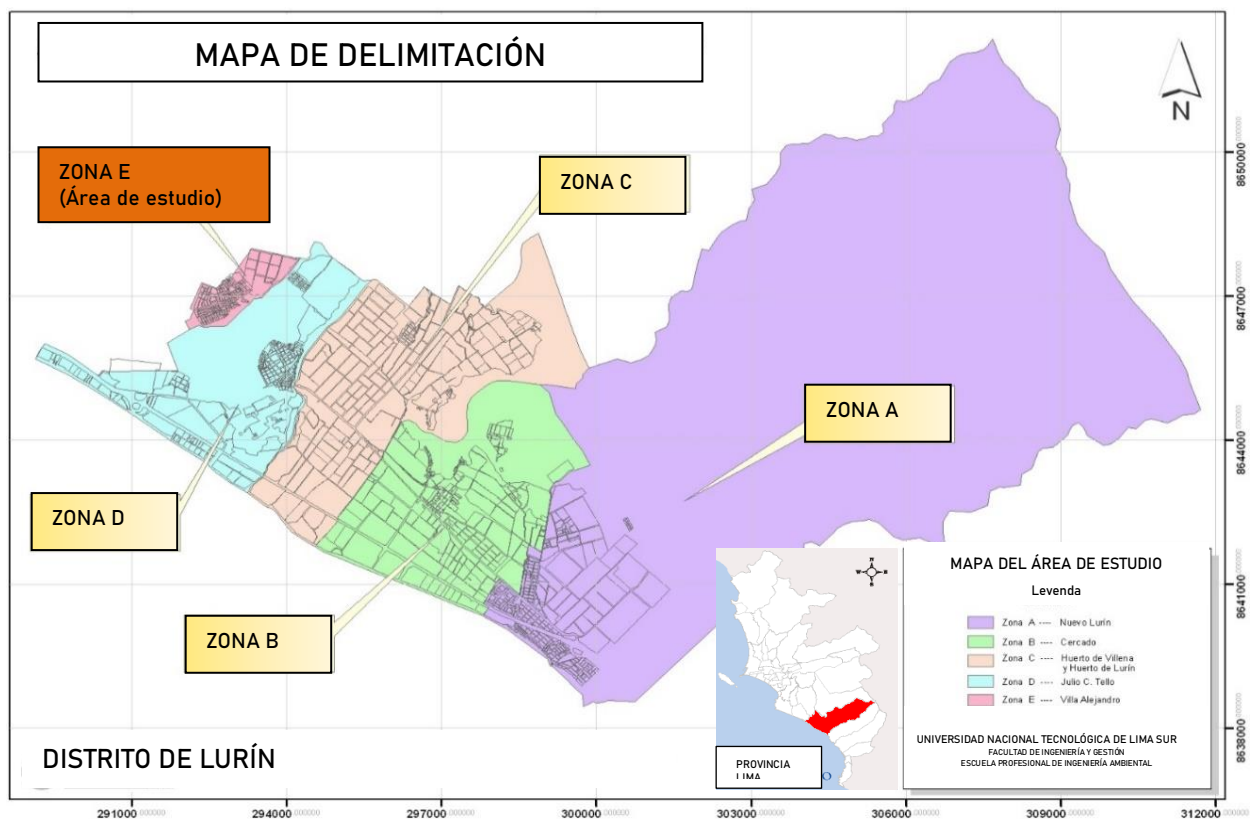
Fuente: Municipalidad de Lurín



De acuerdo con el mapa de uso de suelos en el año 2017 elaborado por la municipalidad de Lurín, Anexo 2; en la zona A se observa una mayor influencia de industrias, las zonas B y D comprenden centros poblados y asentamientos humanos mientras que las zonas C son en su mayoría áreas de uso agrícola.

### 3.1.1.1. Delimitación del área de estudio

Para el presente estudio se determinó evaluar la zona E (Villa Alejandro), debido a que presenta área en proceso de urbanización por lotización, inmobiliarias e invasiones y que ha sufrido grandes alteraciones en la cobertura y uso de la tierra durante los últimos años.



**Figura 5.** Delimitación del área de estudio

### 3.1.1.2. Dinámica poblacional

Para determinar la dinámica poblacional del distrito Lurín, se emplearon datos históricos de Censos de Población, Vivienda y

Comunidades Indígenas de los años de 1940 a 2017 realizados por el INEI. Esta fuente nos permitió realizar el análisis de la dinámica poblacional y del ritmo de crecimiento en las últimas décadas.

La población estimada para cada año censal, en el distrito Lurín, se muestra en la tabla 5. Además del incremento de habitantes por cada periodo censal (incremento absoluto) y la tasa de crecimiento promedio anual (%) que representa cada incremento absoluto.

**Tabla 5.**

*Población de Lurín según los Censos Nacionales*

Año censal	Población (Hab.)	Densidad Poblacional (Hab./Km <sup>2</sup> )	Incremento Poblacional	
			Incremento Absoluto (Hab.)	Tasa De Crecimiento Promedio Anual (%)
1940	3 716	20.5		
			2 284	2.3
1961	6 000	33.1		
			6 789	7.1
1972	12 789	70.6		
			3 377	2.6
1981	16 166	89.3		
			18 102	6.5
1993	34 268	189.2		
			28 672	4.3
2007	62 940	347.5		
			26 476	3.6
2017	89 416	493.7		
			8 484	4.6
*2019	97 900	540.5		

\*Proyección de población realizada por el INEI

Fuente: INEI, 2019

Para nuestro estudio tomaremos la información de la población, cantidad de habitantes, densidad poblacional de los años 2017 y 2019. Esta última ha sido proyectada de acuerdo con la tasa de crecimiento promedio que se ha venido dando en el distrito.

### 3.1.2. Obtención y Pre procesamiento de las imágenes satelitales

Las imágenes satelitales fueron adquiridas del servidor Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), vía internet, perteneciente al Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS); la cual constituyó la base para el análisis de la variación de la cobertura, y cambio en el uso del suelo dentro del área de estudio.

Las especificaciones del sensor y fechas de captura de las imágenes satelitales empleados en el estudio son las siguientes:

**Tabla 6.**

*Descripción de las imágenes satelitales obtenidas*

Descripción	Año	Fecha	Bandas	Sensor
Landsat 7	2007	17/02/2007	7-4-2	TM
Landsat 8	2019	25/03/2019	7-6-4	OLI
Google Earth	2007	02/2007		GeoEye-1
	2019	03/2019		

Fuente: Elaboración propia

#### 3.1.2.1. Corrección atmosférica

La corrección atmosférica elimina los efectos de dispersión y absorción que se pueda generar en la atmósfera. Entre los diversos motivos que influyen en estas distorsiones de las imágenes satelitales se encuentran las fallas de los propios sensores, alteraciones en el movimiento del sensor o instrumento a bordo del satélite o la interferencia propia de la atmósfera debido a la influencia de gases y/o aerosoles. Con esta corrección se logra una mejora visual de las imágenes satelitales y se tendrá una mejor vista de las características de la superficie.

Para realizar la corrección atmosférica se empleó el software libre, descargado la web, QGis 3.10 y su plugin Semi-automatic Classification.

### **3.1.2.2. Composición de bandas**

La combinación de las bandas en las imágenes satelitales nos permite analizar elementos específicos que están presentes en la superficie de la Tierra de acuerdo con el espectro de emisión de cada cobertura.

En función de las bandas multispectrales que presentan los satélites, podemos interpretar características específicas como la vegetación, los suelos sin cobertura o las masas de agua. El máximo de bandas que podemos emplear en la combinación es de tres y esto dependerá del enfoque del estudio a realizar. Las principales aplicaciones de la composición de bandas se muestran en la tabla del Anexo 3.

Para el presente estudio se procedió con la composición de bandas 7-4-2 para Landsat 7 y las bandas 7-6-4 para Landsat 8

### **3.1.2.3. Recorte digital del área de estudio**

Para la delimitación del área de estudio se emplearon archivos referenciales en formato shapefile (.shp) de fronteras distritales Perú, obtenidas de la municipalidad distrital de Lurín.

Las imágenes satelitales de los años 1993 y 2019 fueron recortadas a partir de la delimitación del distrito de Lurín, para tal propósito se utilizó el software QGis 10.3 y el shapefile del área de estudio, empleando la herramienta “cortar ráster por capa de máscara”.

### **3.1.3. Digitalización de la cobertura del suelo**

Con la finalidad de evaluar el cambio en la cobertura y determinar los usos del suelo, se realizó la digitalización de las imágenes satelitales empleando el programa Google Earth Pro, disponible para descarga en la plataforma de Google, y la herramienta “Timeline” para la obtención de los mapas satelitales históricos para los años de estudio 2007 y 2019.

La digitalización se realizó mediante el uso de polígonos con los cuales se delimitó y clasificó las áreas de interés conforme con la leyenda de clasificación de cobertura del suelo, Corine Land Cover, adaptada para Perú, que se muestra en el Anexo 1. Se tomó como referencia las descripciones de cada unidad de cobertura definidas en la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra realizados por el IDEAM de Colombia en el año 2010.

La digitalización de la cobertura y uso de suelo fue guardada en el formato .kml, uno para el año 2007 y otro para el año 2019, para su posterior procesamiento en el programa QGis 10.3.

#### **3.1.4. Procesamiento de las imágenes satelitales**

Esta etapa hace referencia al conjunto de métodos y técnicas empleados para obtener información de las imágenes satelitales, que serán utilizadas para el posterior análisis.

##### **3.1.4.1. Clasificación y cuantificación de cobertura y uso de suelo con la leyenda Corine Land Cover**

La clasificación y cuantificación del cambio de cobertura se realizó empleando el software QGis 10.3, con el uso de los archivos .kml guardados de Google Earth; los cuales que fueron convertidos al formato shapefile.

Para cuantificar el área de los polígonos clasificados se creó una nueva lista en la tabla de atributos con la descripción “Área” en unidades de hectárea (Ha).

##### **3.1.4.2. Edición final de los mapas y verificación en campo**

Esta etapa de procesamiento consistió en la elaboración del mapa de cobertura en formato shapefile, con la finalidad de cuantificar las áreas y realizar todos los ajustes espaciales requeridos. Se categorizaron los polígonos obtenidos con la rampa de colores para diferenciar cada tipo

de cobertura y realizar la comparación entre los años de estudio, además se asignaron códigos para identificar cada una de las coberturas.

Finalmente se realizó la verificación en campo de las coberturas actuales en la zona de estudio. Para lo cual se ubicaron las coordenadas UTM obtenidos en la digitalización, de las unidades de cobertura determinadas en el estudio, mediante el uso de un GPS Garmin.

## **3.2. Resultados y discusión**

### **3.2.1. Clases de cobertura y uso del suelo identificado en la zona E del distrito Lurín**

De acuerdo con el estudio realizado por el MINAM durante el año 2014, de las dinámicas del cambio de cobertura de la tierra en la Comunidad Andina, se presenta la propuesta de clasificación Corine Land Cover adaptada para nuestro país (Anexo 1). Es según esta leyenda que se realizó la clasificación de la cobertura mediante el empleo de las imágenes del satélite Landsat y Google Earth; obteniendo 12 tipos de coberturas distintas, comprendidas entre los tres primeros niveles de la leyenda Corine Land Cover. Para el año 2007 y de igual manera para el año 2019.

Las coberturas encontradas en la zona del distrito Lurín, presentan los siguientes rasgos.

#### **A. Áreas artificializadas**

##### **A1) Áreas urbanizadas**

###### **▪ Tejido urbano continuo (Tuc)**

Cobertura conformada principalmente por edificaciones, redes de comunicación y superficies que fueron cubiertos artificialmente, y que componen a los centros poblados y asentamientos humanos de la zona de estudio. En la Figura 6 se distinguen construcciones a base de material noble, madera, metal y las interconexiones de pavimento.



**Figura 6.** Tejido urbano continuo en el AA. HH. Villa Alejandro

- **Tejido urbano discontinuo (Tud)**

Este tipo de cobertura está conformada por edificaciones, vías e infraestructura y áreas verdes que cubren la superficie del territorio de forma discontinua y dispersa. En la zona de estudio, Figura 7, se puede observar casas de campo que presentan extensiones de áreas verdes.



**Figura 7.** Tejido urbano discontinuo en el centro poblado Las Palmas

## **A2) Áreas industriales e infraestructura**

### **▪ Áreas industriales o comerciales (Aic)**

Son aquellas áreas cubiertas por infraestructura artificial (edificaciones, asfalto, vías, etc.) con poca o nula presencia de áreas verdes, las cuales son empleados para actividades industriales o comerciales.

En la Figura 8, se puede observar la presencia de almacenes, centros ganaderos y avícolas.



**Figura 8.** Industrias y mercados en el centro poblado Las Palmas

## **A3) Áreas verdes artificiales no agrícolas**

### **▪ Áreas verdes urbanas (Avu)**

Comprende las zonas verdes ubicadas dentro de los tejidos urbanos, estas áreas resultan de procesos de planificación urbana. Esta unidad de clasificación incluye parques cubiertos con vegetación de césped, árboles y cementerios, Figura 9.





**Figura 9.** Áreas verdes urbanas en el AA. HH. Villa Alejandro

▪ **Instalaciones recreativas (Ir)**

Son las áreas dedicadas a las actividades deportivas, parques de atracción, y otras actividades de recreación y esparcimiento. En la zona de estudio, Figura 10, se identifican lozas deportivas y clubes campestres.



**Figura 10.** Instalaciones recreativas, Complejo deportivo Villa Alejandro

## B. Áreas agrícolas

### ▪ Cultivos transitorios (Ct)

Esta unidad comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo de crecimiento es inferior a un año o de unos pocos meses, como el caso de los cereales, los tubérculos o las oleaginosas (algodón). Incluye a la gran mayoría de hortalizas y algunas flores.

Se identificaron áreas con cultivos transitorios representado en su mayoría por cultivos de maíz, destinados al uso para la alimentación de animales, y hortalizas como lechugas y espinacas, Figura 11.



**Figura 11.** cultivos transitorios, lechuga y tomate

### ▪ Pastos (Pa)

Representado por las tierras cubiertas con hierba densa de composición que resulta de su crecimiento natural o por intervenciones antrópicas, Figura 12.

Esta cobertura se observa en su mayoría en temporadas de mayor humedad o en zonas cercanas a fuentes de agua.



**Figura 12.** Pastos en zonas cercanas al río Lurín

- **Áreas agrícolas heterogéneas (Aah)**

Estas unidades incluyen más de dos clases de coberturas agrícolas, y están dispuestas en patrones de mosaicos geométricos.

En la zona E se presentan estas unidades que están ubicadas en su mayoría en áreas adyacentes al río Lurín, Figura 13. Se observan grandes parcelas de cultivos formando los mosaicos característicos.



**Figura 13.** Mosaicos de áreas agrícolas heterogéneas

## C. Bosques y áreas mayormente naturales

### C1) Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (Avha)

Esta unidad abarca las coberturas vegetales de origen natural que son el resultado de sucesiones naturales, donde se observa vegetación sobre diferentes sustratos con una reducida intervención antrópica.

Dentro de este grupo se observan especies de enredaderas y vegetación de bajo altura, esta cobertura se observa en mayor medida en los perímetros de las zonas agrícolas, Figura 14.



**Figura 14.** Vegetación herbácea y/o arbustiva, según la temporada

### C2) Áreas sin o con poca vegetación

Comprende las zonas en los cuales no existe ninguna cobertura vegetal o su crecimiento es limitado y escaso.

#### ▪ Áreas arenosas naturales (Aan)

Esta unidad está representada por zonas planas constituidos principalmente por superficies de tierra arenosas y pedregosas, mayormente desprovistos de vegetación.

En la zona de estudio se encuentran conformando gran parte del territorio, debido al tipo de suelo representativo de la región costa, Figura 15, además incluye zonas en orillas del río Lurín.



**Figura 15.** Coberturas arenosas naturales

▪ **Afloramientos rocosos (Ar)**

Son áreas en las cuales la superficie está constituida en su gran mayoría por capas de rocas expuestas, con escaso o ningún desarrollo de vegetación.

Este tipo de cobertura se observa entre los límites con los distritos de Villa María del Triunfo y Pachacamac, Figura 16, además de ciertas zonas, que presentan las características descritas anteriormente, dentro del área de estudio



**Figura 16.** Afloramiento rocoso cerca al límite con VMT

▪ **Tierras desnudas (Td)**

Esta cobertura incluye áreas erosionadas y degradadas de manera natural y por influencia antropogénica. Las superficies de terreno están desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal.

En la zona E del distrito Lurín se observa este tipo de tierra en áreas de mayor altitud en donde la influencia de la expansión urbana ha generado degradación de los suelos, Figura 17.



**Figura 17.** Tierras desnudas destinadas a la expansión urbana

### 3.2.2. Análisis de la cobertura y uso de suelo para el año 2007

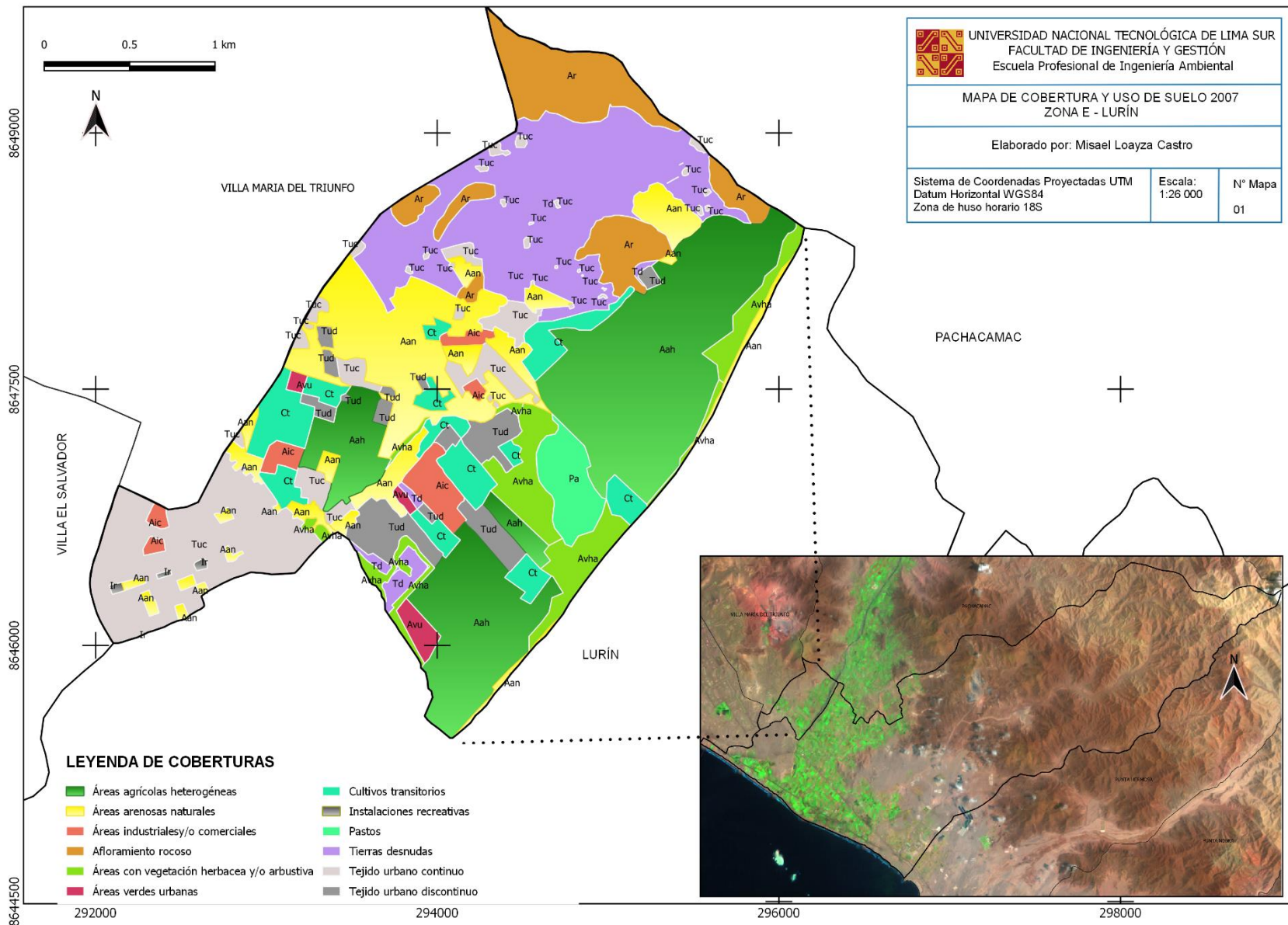
De acuerdo con la digitalización de la cobertura, realizados mediante las imágenes satelitales del año 2007, se cuantificó el área de los polígonos y se determinó el porcentaje que representan dichas áreas (Figura 18), expresados en unidades de hectáreas, los resultados se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7.**

*Cobertura de la zona E, Lurín para el año 2007*

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Código	Área Ha
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	<b>Tuc</b>	99.55
		1.1.1 Tejido urbano discontinuo	<b>Tud</b>	34.28
	1.2 Áreas industriales e infraestructura	1.2.1 Áreas Industriales o comerciales	<b>Aic</b>	18.1
	1.4 Áreas verdes artificiales no agrícolas	1.4.1 áreas verdes urbanas	<b>Avu</b>	6.51
		1.4.2 Instalaciones recreativa	<b>Ir</b>	0.86
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		<b>Ct</b>	52.15
	2.3. Pastos		<b>Pa</b>	17.07
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas		<b>Aah</b>	199.1
	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo		<b>Avha</b>	49.38
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.1 áreas arenosas naturales	<b>Aan</b>	103.95
		3.4.2. Afloramientos rocosos	<b>Ar</b>	63.35
		3.4.3. Tierras desnudas	<b>Td</b>	139.8
<b>TOTAL</b>				<b>784.1</b>

Fuente: Elaborado de acuerdo con la metodología CLC.



**Figura 18.** Mapa de cobertura de la zona E, distrito Lurín. Año 2007



Conforme con la clasificación Corine Land Cover adaptado para Perú; observados en la tabla 7; se puede observar que para el año 2007, la zona E del distrito de Lurín presenta áreas artificializadas que comprenden un 12.70% de tejido urbano continuo, ocupando 99.55 Ha del territorio; mientras que el tejido urbano discontinuo representa el 4.37% con una extensión de 34.28 Ha.

Las áreas industriales o comerciales corresponden un 2.31% y un área de 18.1 Ha. En las unidades de áreas verdes artificiales no agrícolas, se tiene 6.51 Ha de áreas verdes urbanas y 0.86 Ha que representan el 0.86% y 0.62%, respectivamente, de la zona de estudio.

En cuanto las áreas destinadas para el uso agrícolas, se tiene una mayor extensión del territorio con 52.15 Ha de cultivos transitorios, 17.07 Ha de pastos y 199.1 Ha de áreas agrícolas heterogéneas y que juntos representan el 34.22 % de la cobertura.

Para la unidad bosques y áreas mayormente naturales, se clasificó en un único grupo del nivel II, áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo, debido a las dificultades de clasificación por la resolución de las imágenes satelitales. Es así como se tiene 49.38 Ha de áreas de esta unidad, representando el 6.3% de cobertura para el año de estudio.

En la categoría de áreas sin o con poca vegetación, se determinó 103.95 Ha de áreas arenosas naturales, 63.35 Ha de cobertura con afloramiento rocoso y 139.8 Ha de tierras desnudas conformando un 39.17% de dicha categoría; siendo este un suelo característico de las zonas costeras como es el caso del distrito Lurín.

### **3.2.3. Análisis de la cobertura y uso de suelo para el año 2019**

Para el presente año 2019 se identificaron, al igual que el año 2007, 12 categorías de coberturas los cuales presentan variaciones con ganancias y pérdidas en cuanto a su extensión territorial y cambios en el uso de la tierra

(Figura 19), debido a diversos factores, principalmente la influencia antropogénica sobre el territorio.

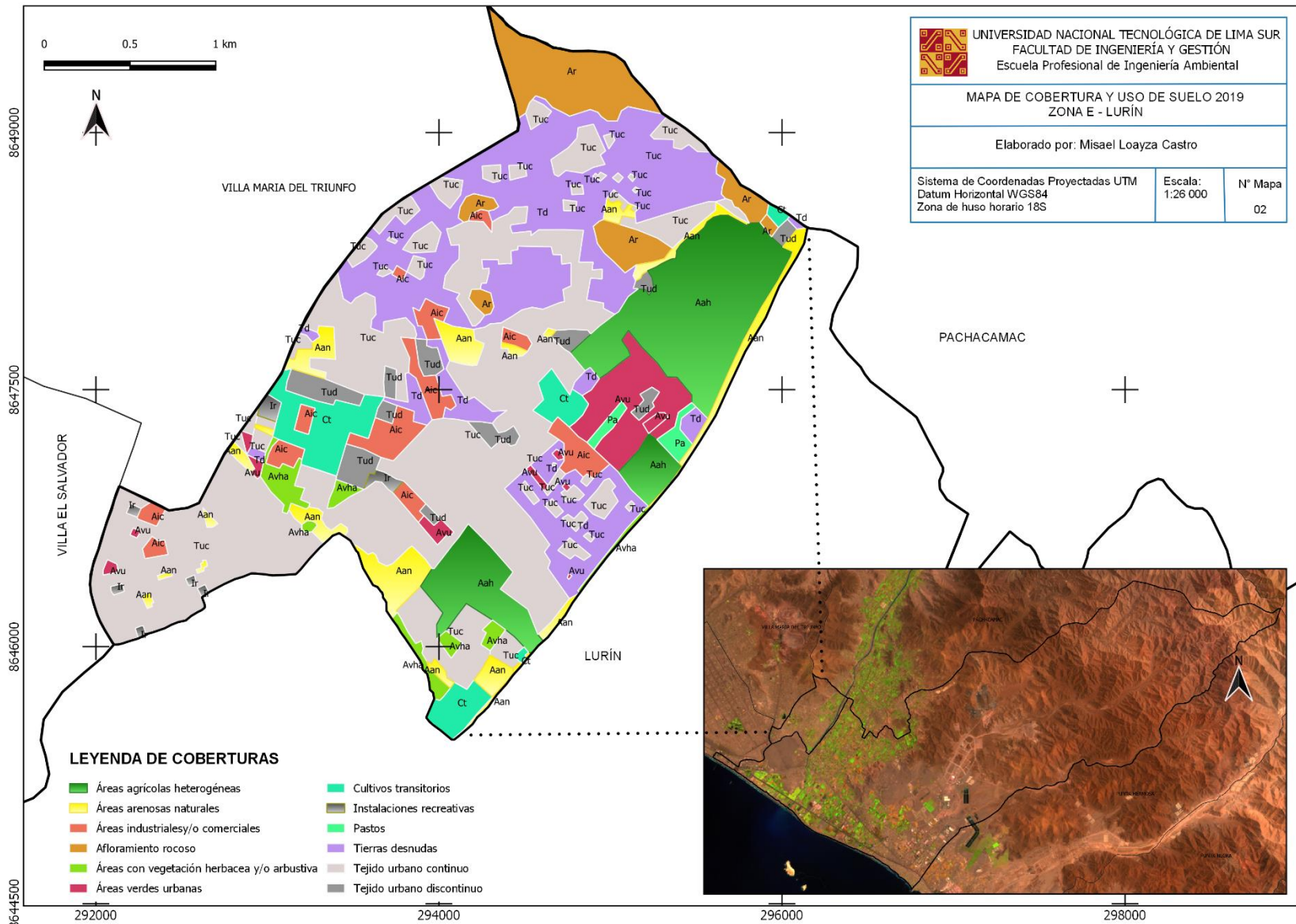
Los resultados de la cuantificación de las unidades de uso se muestran en la tabla 8.

**Tabla 8.**

*Cobertura de la zona E, Lurín para el año 2019*

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Código	Área	
				Ha	%
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	<b>Tuc</b>	318.18	40.58
		1.1.1 Tejido urbano discontinuo	<b>Tud</b>	27.82	3.55
	1.2 Áreas industriales e infraestructura	1.2.1 Áreas Industriales o comerciales	<b>Aic</b>	31.12	3.97
	1.4 Áreas verdes artificiales no agrícolas	1.4.1 áreas verdes urbanas	<b>Avu</b>	5.33	0.68
		1.4.2 Instalaciones recreativa	<b>Ir</b>	4.37	0.56
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		<b>Ct</b>	31.83	4.06
	2.3. Pastos		<b>Pa</b>	4.57	0.58
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas		<b>Aah</b>	99.14	12.64
	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo		<b>Avha</b>	13.44	1.71
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.1 áreas arenosas naturales	<b>Aan</b>	40.54	5.17
		3.4.2. Afloramientos rocosos	<b>Ar</b>	46.91	5.98
		3.4.3. Tierras desnudas	<b>Td</b>	160.85	20.51
<b>TOTAL</b>				<b>784.1</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaborado de acuerdo con la metodología CLC.



**Figura 19.** Mapa de cobertura de la zona E, distrito Lurín. Año 2019

Conforme a la evaluación de las imágenes satelitales para el presente año 2019, se observan cambios significativos en cuanto a las áreas artificializadas con un incremento del 44.13% de áreas urbanizadas, de las cuales el tejido urbano continuo presenta 318.18 Ha de extensión, el tejido urbano discontinuo abarca 27.82 Ha; mientras que las áreas industriales o comerciales ocupan 31.12 Ha y representan un 3.97% del área total.

En las áreas verdes artificiales no agrícolas se observa 5.33 Ha de áreas verdes urbanas y 4.37 Ha de Instalaciones recreativas, representadas por los parques, canchas de futbol y lozas deportivas; juntos representan 1.24% de la zona de estudio.

En las áreas agrícolas se observa una reducción significativa de los usos del suelo, teniéndose así, 31.83 Ha de cultivos transitorios siendo este el 4.06% de territorio, 4.57 Ha de pastos observados en tierras que fueron cultivadas anteriormente. Las agrícolas heterogéneas representan el 12.64% y ocupan un total de 99.14 Ha de suelo.

En la unidad de Nivel I, bosques y áreas mayormente naturales, se tiene en el Nivel II áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo que conforman el 1.71% y 13.44 Ha del territorio.

En el Nivel II, áreas sin o con poca vegetación, se observa una reducción debido a las ocupaciones de dichos territorios por asentamientos humanos, las áreas arenosas naturales conforman un área de 40.54 Ha y representa el 5.17% de la cobertura, las áreas con afloramiento rocosos son el 5.98% y finalmente las tierras desnudas se vieron reducidas en 160.85 Ha y actualmente se tiene que es el 20.51% de la zona E del distrito Lurín.

### **3.2.4. Análisis de la variación de cobertura y uso de suelos entre 2007 y 2019**

Conforme a los resultados mostrados en las tablas 7 y 8, se realizó la comparación de la variación de cobertura de 2007 hasta 2019, con ganancias (+) y pérdidas (-) en cada categoría de la leyenda Corine Land Cover encontrada en la zona de estudio. Los resultados de dicha comparación se muestran en la tabla 9.

En cuanto a las ganancias se observa que la unidad de tejido urbano continuo es el de mayor incremento con 218.63 Ha, las áreas industriales o comerciales aumentaron 13.02 Ha y finalmente las instalaciones recreativas aumentaron en 3.51 Ha.

Dentro de pérdidas de cobertura y cambio de uso de suelo se tiene que, en mayor medida, son las áreas agrícolas las que pasaron a ser áreas artificializadas. Las áreas de cultivos transitorios se redujeron en 20.32 Ha, los pastos en 12.5 Ha y las áreas agrícolas heterogéneas en 99.96 Ha. De igual manera tejido urbano discontinuo en 6.46 Ha, las áreas verdes urbanas fueron reducidas en 1.18 Ha, esto debido a la falta de planificación para el manejo de dichas áreas.

Las áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo se redujeron en 35.94 Ha, mientras que las áreas arenosas naturales en 63.41 Ha y los afloramientos rocosos en 16.44 Ha; esta disminución de áreas sin o con poca vegetación se debe principalmente a la expansión urbana de las zonas en mención.

**Tabla 9.***Comparación de la cobertura entre 2007 y 2019*

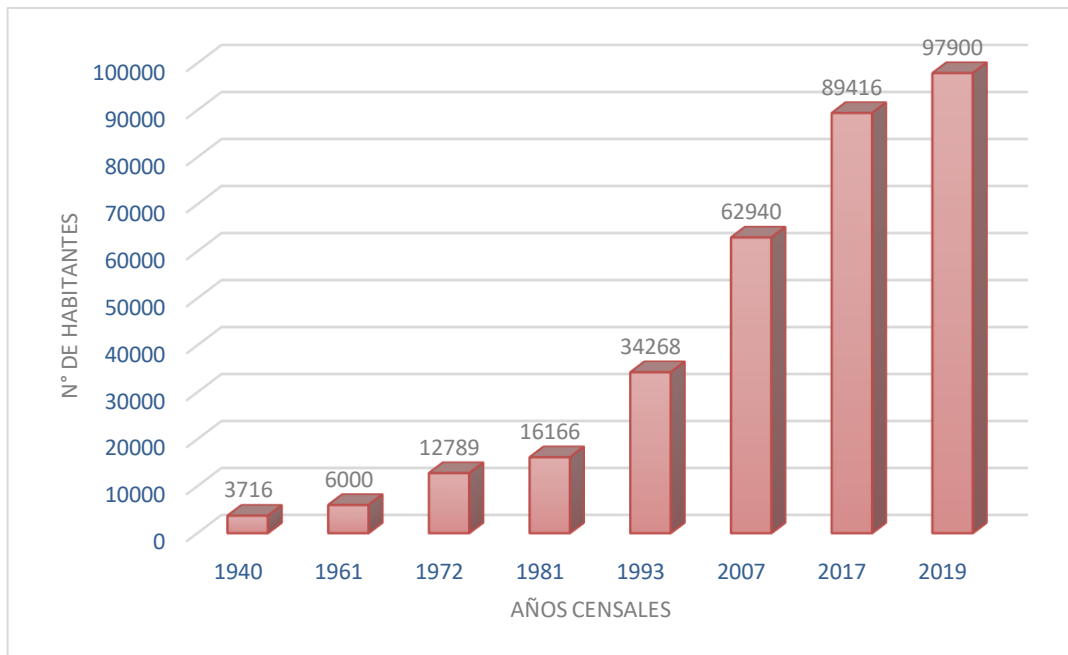
Nivel I	Nivel II	Nivel III	Código	Área 2007		Área 2019		Variación 2007-2019
				Ha	%	Ha	%	Área (Ha)
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	<b>Tuc</b>	99.55	12.7	318.18	40.58	(+) 218.63
		1.1.2 Tejido urbano discontinuo	<b>Tud</b>	34.28	4.37	27.82	3.55	(-) 6.46
	1.2 Áreas industriales e infraestructura	1.2.1 Áreas Industriales o comerciales	<b>Aic</b>	18.1	2.31	31.12	3.97	(+) 13.02
	1.4 Áreas verdes artificiales no agrícolas	1.4.1 áreas verdes urbanas	<b>Avu</b>	6.51	0.83	5.33	0.68	(-) 1.18
		1.4.2 Instalaciones recreativa	<b>Ir</b>	0.86	0.62	4.37	0.56	(+) 3.51
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		<b>Ct</b>	52.15	6.65	31.83	4.06	(-) 20.32
	2.3. Pastos		<b>Pa</b>	17.07	2.18	4.57	0.58	(-) 12.5
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas		<b>Aah</b>	199.1	25.39	99.14	12.64	(-) 99.96
	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo		<b>Avha</b>	49.38	6.3	13.44	1.71	(-) 35.94
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.1 áreas arenosas naturales	<b>Aan</b>	103.95	13.26	40.54	5.17	(-) 63.41
		3.4.2. Afloramientos rocosos	<b>Ar</b>	63.35	8.08	46.91	5.98	(-) 16.44
		3.4.3. Tierras desnudas	<b>Td</b>	139.8	17.83	160.85	20.51	(+) 21.05
<b>TOTAL</b>				<b>784.1</b>	<b>100</b>	<b>784.1</b>	<b>100</b>	

Fuente: elaboración propia

### 3.2.5. Evaluación del cambio de cobertura y uso del suelo y crecimiento urbano en la zona del distrito Lurín

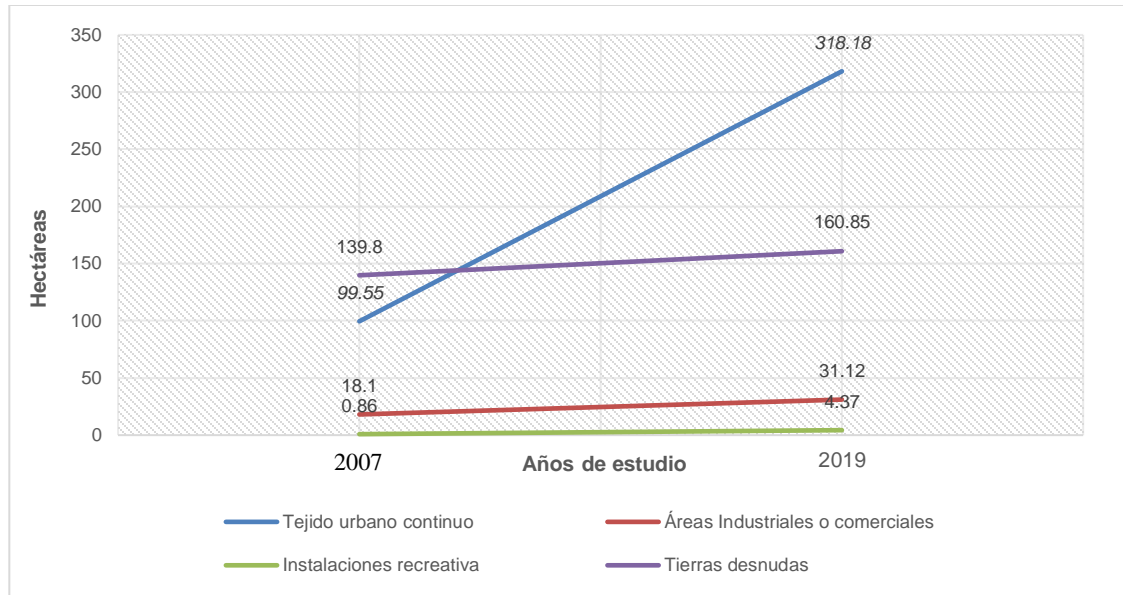
La expansión urbana, en el distrito Lurín, ha venido en aumento como resultado del crecimiento poblacional y por lo cual se dieron los cambios en la zonificación.

En la última década desde 2007 a 2019 se ha tenido una tasa de crecimiento del 4.6%. En la figura 20 puede observar la cantidad de habitante para cada año censal y la proyección para el 2019, realizado por el INEI.

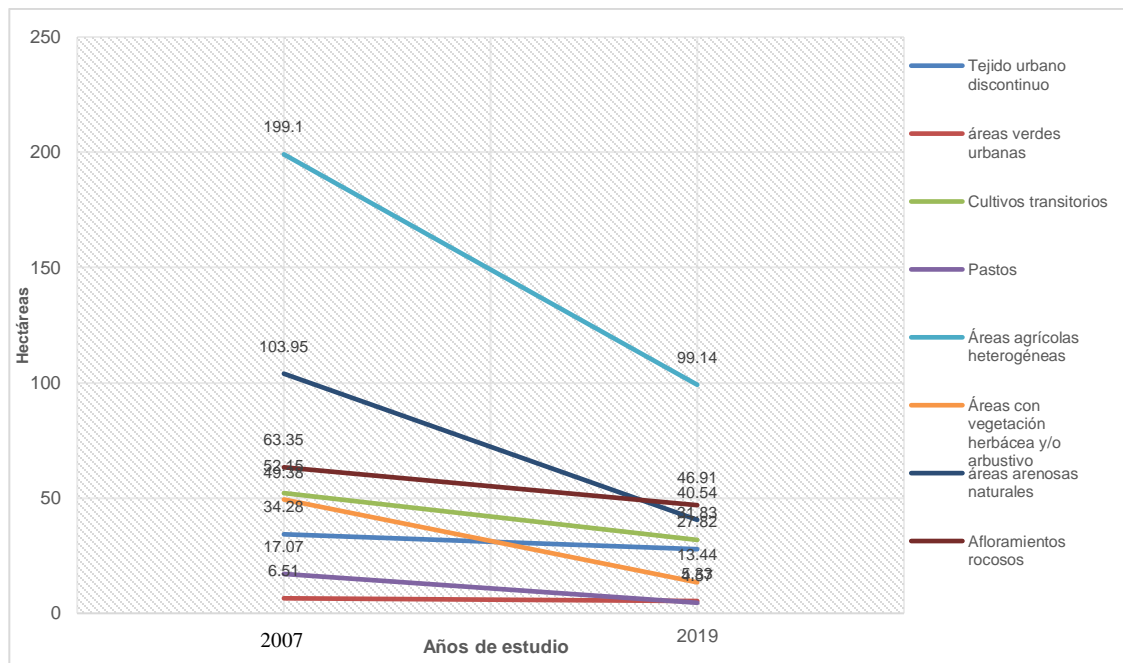


**Figura 20.** Crecimiento poblacional en el distrito de Lurín

Contrastando la variación existente de la cobertura y cambios en el uso del suelo. El aumento de la población y su consecuente expansión urbana representan uno de los factores más influyentes en dicha variación del territorio.



**Figura 21. Ganancias de cobertura en la Zona E, Lurín. 2007 - 2019**



**Figura 22. Pérdidas de cobertura en la Zona E, Lurín. 2007 - 2019**

En las figuras 21 y 22, se observa la evolución gráfica en cuanto a ganancias y pérdidas, respectivamente, de las coberturas para los años de estudio, siendo la máxima ganancia de las zonas urbanas y la mayor pérdida de las áreas agrícolas.



## CONCLUSIONES

La investigación desarrollada muestra la existencia de una variación en la cobertura y cambio en el uso del suelo en el lapso de doce años, desde el 2007 hasta el 2019. Se logró identificar 12 tipos de unidades, de acuerdo con la metodología de clasificación y leyenda Corine Land Cover, los cuales presentaron variaciones entre dichos años.

Los cambios están representados como ganancias y pérdidas de cobertura, tal es así que, se visualizan ganancias en las unidades de tejido urbano continuo (Tuc), áreas industriales o comerciales (Aic), Instalaciones recreativas (Ir) y tierras desnudas (Td) con incremento de 218.63 Ha, 13.02Ha, 0.56Ha y 21.05Ha respectivamente.

Con respecto a las pérdidas de cobertura se tiene reducciones del área en 6.46Ha de tejido urbano discontinuo (Tud), 1.18Ha de áreas verdes urbanas (Avu, 20.32Ha de cultivos transitorios (Ct), 12.5Ha de pastos (Pa), 99.96Ha de áreas agrícolas heterogéneas(Aah), 35.94Ha de áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (Avha), 63.41Ha de áreas arenosas naturales (Aan) y finalmente 16.44Ha de Afloramientos rocosos (Ar).

Durante los últimos doce años, la población del distrito Lurín se ha incrementado en 8 484 habitantes. Esto se ve reflejado en la variación de la cobertura con el mayor aumento en las zonas artificializadas las cuales han reemplazado, en su mayoría, a las zonas agrícolas; en todo el ámbito distrital y con mayor énfasis en la zona de estudio.

Se elaboró el mapa temático de cobertura y uso del suelo para los años 2007 y 2019, la cual muestra los tipos de cobertura en cada año, todo esto disponiendo de recursos digitales de calidad y con libre acceso.

## RECOMENDACIONES

- Los resultados mostrados en este trabajo pueden constituir un aporte para que las entidades municipales, relacionadas con la gestión del territorio, efectúen la implementación de un sistema de información geográfica que sirva para realizar un ordenamiento del territorio de manera sostenible, con información fiable y con pocos recursos económicos.
- Teniendo en cuenta la viabilidad de este estudio, es recomendable realizar este tipo de estudios en aquellas zonas vulnerables que se presentan en la costa peruana, como el caso de las lomas costeras en los distritos de Villa María del Triunfo o Pachacamac que son afectados constantemente por la presión urbana debido a las invasiones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bravo, N. (2017). Teledetección espacial Landsat, Sentinel 2, ASTER L1T y MODIS. Huánuco, Perú. Geomática Ambiental SRL. 1ra Edición
- Chuvienco, E. (2002). Fundamentos de Teledetección espacial. Madrid, España. Rialp S.A. p 457.
- Concha, P. M. (2013). Impacto ambiental del crecimiento urbano en el alto Q'osco, San Sebastián-Cuzco. Consejo de proyección social 23 (123): p 118 – 132. ISSN 2223–8662
- Di Gregorio A, 2004. Sistema de clasificación de la cobertura de la tierra. FAO. Roma- Italia.
- IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017). Compendio Estadístico Provincia de Lima 2017. Disponible en [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1477/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1477/libro.pdf)
- Labrador, M. y Évora, J. 2012. Satélites de teledetección para la gestión del territorio. Canarias, España. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias. P. 66

León, L. (2015). Análisis Económico de la Población Demografía, Departamento Académico de Economía de la FACEAC de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” Lambayeque, Perú.

Ministerio de Agricultura y Riego (2015). Planeamiento Estratégico del MINAGRI en el marco del proceso de formulación del Plan Estratégico Sectorial Multianual -PESEM 2015-2021 del Sector Agrario.

Ministerio del Ambiente (2015). Mapa Nacional de Cobertura Vegetal - Memoria descriptiva, Lima Perú.

Ministerio del Ambiente (2014). Informe Final del Proyecto: Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina. Dirección General de Ordenamiento Territorial, Perú. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/>

Martínez, P., Palacios, J.J., Martínez, M., Zarate, R., García, J. M. & Escobedo, R. 2015. Cobertura y uso de la tierra de las provincias de Alto Amazonas y Ramón Castilla. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos – Perú. Disponible en [www.iiap.org.pe](http://www.iiap.org.pe).

Moschella M., P. (2012). Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización: Casos Ventanilla y Puerto Viejo. Tesis de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

ONU (2019). Perspectivas de la Población Mundial 2019. Disponible en [https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_PressRelease\\_ES.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_PressRelease_ES.pdf)

Ramírez, L. & Pértile, V. (2017). Crecimiento poblacional, expansión urbana y cambio de usos de suelo en ciudades intermedias de la provincia del

- Chaco, Argentina. El caso de Juan José Castelli. Estudios Socio territoriales Revista de Geografía. Disponible en <http://ojs2.fch.unicen.edu.ar:8080/ojs-3.1.0/index.php/estudios-socioterritoriales/article/view/289>
- Rojas, F.L. (2017). Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos - Cajamarca, período 1989 – 2015 (tesis de pregrado). UPAGU, Cajamarca, Perú.
- Rojas Briceño, N. B., Barboza Castillo, E., Maicelo Quintana, J. L., Oliva Cruz, S. M., & Salas López, R. (2019). Deforestación en la Amazonía peruana: Índices de cambios de cobertura y uso del suelo basado en SIG. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 81, 2538, 1–34. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6985821>
- Sahagún, F. & Reyes, H. (2018). Impactos por cambio de uso de suelo en las áreas naturales protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental, México. Ciencia UAT. P. 6-21
- SENACE (2009). Aprueban Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor D.S. N° 017-2009-AG. Lima, Perú. Disponible en <https://www.senace.gob.pe>
- USGS (2015). Landsat, Earth observation satellites, U.S. Geological Survey Fact Sheet 2015–3081, 4 p. Disponible en: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/fs20153081>
- UNICEF (2012). Estado Mundial de la infancia 2012. New York, EE. UU. Disponible en <https://www.unicef.org>
- Taboada, L. (2011). Cobertura vegetal. Prácticas agro-culturales de conservación de suelos. Boletín N° 04. Disponible en: [http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/suelos/2014/suelo\\_cobertura.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/suelos/2014/suelo_cobertura.pdf)

## ANEXOS

### Anexo 1. Propuesta de clasificación de Cobertura de la tierra – Perú. Leyenda Corine Land Cover

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Definición nivel II	Comentario
1. Áreas Artificializadas	1.1 Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo 1.1.2 Tejido urbano dcontinuo		Las áreas urbanizadas incluyen los espacios cubiertos por infraestructura urbana y todas aquellas áreas verdes y redes de comunicación asociadas con ella, que configuran un tejido urbano.	Requiere información secundaria
	1.2 Áreas industriales e infraestructura	1.2.1 Áreas Industriales o comerciales 1.2.2 Red vial, ferroviaria y terrenos asociados 1.2.3 Áreas portuarias 1.2.4 Aeropuestos 1.2.5 Obras hidráulicas		Comprende áreas cubiertas por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones. Se incluyen tanto las instalaciones como las redes de comunicaciones que permiten el desarrollo de los procesos específicos de cada actividad.	Requiere información secundaria
	1.3 Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombrecaras	1.3.1 Áreas de extracción de minería e hidrocarburos 1.3.2 Áreas de disposición de residuos		Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras e hidrocarbúferas, de construcción, producción industrial y vertimiento de residuos de diferente origen. (Incluye colas y desmontes).	Requiere información secundaria
	1.4 Áreas verdes artificiales no agrícolas	1.4.1 Áreas verdes urbanas 1.4.2 Instalaciones recreativas		Comprende las áreas verdes localizadas en las zonas urbanas, sobre las cuales se desarrollan actividades comerciales, recreacionales, de conservación y amortiguación donde los diferentes usos no requieren de infraestructura construida apreciable. En general, estas áreas verdes son el resultado de procesos de planificación urbana o áreas que por los procesos de urbanización quedaron embebidas en el perímetro de la ciudad.	

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Definición nivel II	Comentario
2. Áreas Agrícolas	2.1 Cultivos transitorios			Tienen como característica fundamental, que después de la cosecha es necesario volver a sembrar o plantar para seguir produciendo. Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es generalmente corto (hasta 2 años), llegando incluso a ser sólo de unos pocos meses, como por ejemplo los cereales (maíz, trigo, cebada y arroz), los tubérculos (papa y yuca), las oleaginosas (el ajonjolí y el algodón), la mayor parte de las hortalizas, algunas especies de flores de cielo abierto.	Pe: Será necesario mapear caña a nivel 3 para luego estandarizar las estadísticas nacionales y regionales
	2.2 Cultivos permanentes			Comprende los territorios dedicados a los cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a dos años, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar; se incluyen en esta categoría los cultivos industriales de caña, los cultivos de herbáceas como plátano y banano; los cultivos arbustivos como café y cacao; y los cultivos arbóreos como palma africana y árboles frutales.	
	2.3 Pastos			Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por las familias Poaceae y Fabaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un periodo de 2 o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente y en el manejo posterior que se hace.	

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Definición nivel II	Comentario
	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas			Son unidades que se reúnen dos o más clases cobertura agrícolas y naturales. Están, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricas que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tendencia de la tierra. 70% intervenido en la UMN. Si el % es menor, la cobertura continua define a la matriz.	Pe: se trabajará evaluar si es posible subdividir el 2.4 en 2.4 y 2.5
	3.1 Bosque	3.1.1 Bosque denso bajo 3.1.2 Bosque abierto bajo 3.1.3 Bosque denso alto 3.1.4 Bosque abierto alto 3.1.5 Bosque fragmenado		Altura mayor a 5m. Cobertura mayor a 10%. Umbral entre denso y abierto: 70% de cobertura . Los bosques riparios y otros ecológicamente discernibles entrarían como nivel 4. Se consideran excepciones importantes definidas por restricciones bioclimáticas y biogeográficas (particularmente en Perú y Bolivia), como los bosques de Polylepis o Prosopis.	
	3.2 Bosques Plantados			Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras).	



Nivel I	Nivel II	Nivel II	Nivel IV	Definición nivel II	Comentario
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	3.1.1.1 Herbazal denso 3.1.1.2 Herbazal abierto	Cobertura contituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa(>70% de ocupación) o abierta (30% - 70% de ocupación). Una hierba es una planta no lignificada o apenas lignificada, de manera que tiene consistencia blanda en todos sus órganos. tanto subterráneos como epigeneos (Font Queur, 1982). Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o sus intervenciones han sido selectivas y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999)	
		3.3.2 Arbustal	3.1.1.1 Arbustal denso 3.1.1.2 Arbustal abierto	Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0,5 y 2, fuertemente ramificado en la base y sin copa definida (FAO, 2001).	
		3.3.3 Vegetación secundaria o transición		Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que spuede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abmdonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por	La categoría 3.3 se representa a nivel 3.

Nivel I	Nivel II	Nivel II	Nivel IV	Definición nivel II	Comentario
		3.3.4 Vegetación arbustiva/ herbáceas	3.1.4.1 Vegetación arbustiva / herbácea densa 3.1.1.2 Vegetación arbustiva / herbácea abierta	Comprende los territorios cubiertos por una mezcla de vegetación arbustiva y herbácea, desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos.	
		3.3.5 Arbustal / área intervenida 3.3.6 Herbazal / área intervenida 3.3.7 Arbustal - Herbazal / área intervenida			
	3.4 Áreas sin o con poca vegetación	3.4.1 Áreas arenosas naturales 3.4.2 Afloramientos rocosos 3.4.3 Tierras desnudas (incluyen áreas erosionadas naturales y también degradadas) 3.4.4 Áreas quemadas 3.4.5 Glaciares 3.4.6 Solares		Comprende aquellos territorios en los cuales vegetal no existe o escasea, compuestas principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos, algunos de los cuales pueden estar cubiertos por hielo y nieve.	
4. Áreas	4.1 Áreas húmedas continentales	4.4.1 Áreas pantanosas 4.1.2 Tuberías y bofedales 4.1.3 Vegetación acuática sobre cuerpos de agua			

Fuente: MINAM (2014)

## Anexo 2. Cronograma de ejecución del trabajo de investigación

Actividades	Octubre				Noviembre	
	Semana					
	1	2	3	4	1	2
1. Recopilación de información de la zona de estudio.	X	X				
2. Búsqueda de antecedentes y trabajos relacionados		X				
3. Elaboración de la problemática	X	X				
4. Formulación de problemas y objetivos	X	X				
5. Estructuración del marco teórico			X	X		
6. Delimitación del área de estudio		X				
7. Obtención de las imágenes satelitales			X			
8. Procesamiento de las imágenes satelitales			X	X		
9. Digitalización de la cobertura y uso de suelo			X	X	X	
10. Clasificación de acuerdo con la leyenda Corine Land Cover adaptada para Perú					X	
11. Evaluación de la variación de la cobertura cobertura y uso de suelo en los años 2007 y 2019					X	X
12. Análisis del cambio de cobertura y uso de suelo y la expansión urbana						X
13. Presentación de las conclusiones y recomendaciones						

**Anexo 3.** Lista de materiales y presupuesto requerido

<b>Materiales</b>	<b>Unid.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Costo (S/.)</b>
Ordenador	Unid.	1	2 500.00
Cámara fotográfica	Unid.	1	300.00
Movilidad	Unid.	-	20.00
GPS	Unid.	1	430.00
Software QGis	Unid.	1	--
Imágenes satelitales	Pqt.	2	--
Planos de zonificación y usos de suelo en formato shapefile	Unid.	2	--
<b>TOTAL</b>			<b>3 250.00</b>



## Anexo 5. Composición de bandas de imágenes satelitales Landsat y aplicación

Combinación RGB					Aplicación principal/Descripción
SENTINEL 2	MODIS MOD09	ASTER	LandSat 4, 5 y 7	LandSat 8	
4,3,2	1,4,3		3,2,1	4,3,2	Color Natural/ Es una composición que se aproxima al color real de las coberturas ante la vista humana.
8A,4,3	2,1,4	3,2,1	4,3,2	5,4,3	Infrarrojo Color/ Esta combinación da como resultado una imagen muy similar a la tradicional fotografía aérea infrarrojo color. Es útil para estudios de vegetación, patrones de suelos, crecimiento de cultivos y monitoreo de drenajes. La vegetación saludable tiende a una apariencia rojo brillante.
8A,11,4	2,6,1	3,4,2	4,5,3	5,6,4	Combinación útil para diferenciar tierra / agua y para destacar áreas de bosque.
11,8A,4	6,2,1	4,3,2	5,4,3	6,5,4	Análisis de vegetación.
12,8A,3	7,2,4	7,3,1	7,4,2	7,5,3	Natural con remoción atmosférica.
12,8A,4	7,2,1	7,3,2	7,4,3	7,5,4	Combinación de infrarrojos.
12,11,4	7,6,1	7,4,2	7,5,3	7,6,4	Permite destacar formaciones rocosas. También útil para para distinguir áreas urbanas.
12,11,8A	7,6,2	7,4,3	7,5,4	7,6,5	Penetración Atmosférica/ Debido a que no incorpora bandas del espectro visible esta combinación reduce las influencias atmosféricas en la imagen. Es útil para estudios geológicos, así como para análisis de humedad en suelos.
12,4,2	7,1,3		7,3,1	7,4,2	Geología/ Permite destacar elementos geológicos.
11,8A,2	6,2,3		5,4,1	6,5,2	Agricultura.
8A,11,2	2,6,3		4,5,1	5,6,2	Combinación útil para distinguir vegetación saludable.
2,11,12	3,6,7		1,5,7	2,6,7	Nieve y Nube.

Fuente: Geomática ambiental SRL