

PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO

IQUITOS

2025-2045

ANEXO 6

METODOLOGÍAS

Tasa de crecimiento poblacional proyectada

Método de cálculo:

- Tasa de crecimiento poblacional proyectada:

$$TCPP = \left[\sqrt[t]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \right] \times 100$$

Donde:

- TCPP : Tasa de crecimiento poblacional proyectada,
- P1 : Población inicial en el periodo de referencia,
- P2 : Población final en el periodo de referencia,
- t : Población de años comprendidos entre el periodo inicial y final de referencia.

Elaboración: MVCS 2018

• Análisis de tendencia

El análisis de tendencia se orientó a evaluar la coherencia de las tasas de crecimiento poblacional obtenidas para los periodos intercensales, identificando procesos de aceleración o desaceleración en la dinámica demográfica de los distritos comprendidos en el ámbito del PDM. Este análisis permitió reconocer cambios estructurales en los patrones de crecimiento, contrastar la evolución poblacional entre periodos y validar la consistencia de las tasas utilizadas como base para las proyecciones poblacionales en los distintos horizontes temporales de planificación.

La fórmula para identificar la desaceleración es la siguiente: TCPP 2007 - 2018 dividido entre la TCPP 1993 - 2007.

$$TD = T2 / T1$$

Donde:

TD = Tasa de Desaceleración

T1 = TCPP 1993 – 2007.

T2= TCPP 2007 - 2018.

3.2. Evaluación de la proyección INEI 2025

• Comparación con métodos alternativos de proyección

Con la finalidad de validar la consistencia de las proyecciones poblacionales, se aplicaron métodos alternativos de proyección demográfica, utilizando la fórmula de Gregory-Newton y la función logística, a partir de los datos censales correspondientes a los años 1993, 2007 y 2017. Estos métodos permitieron estimar la evolución poblacional considerando distintos supuestos de crecimiento y comportamiento demográfico.

Los resultados obtenidos para el año 2025 mediante ambos métodos fueron posteriormente comparados con la proyección oficial del INEI a nivel distrital, con el objetivo de evaluar su coherencia, identificar posibles desviaciones y sustentar la selección del escenario de proyección más adecuado. Esta comparación permitió asegurar que las proyecciones adoptadas se encuentren alineadas con la información oficial y reflejen de manera razonable las tendencias demográficas observadas en el ámbito del PDM de la ciudad de Iquitos.



- **Recopilación de información oficial**

Se recopiló la información del INEI a nivel de centros poblados, correspondiente a los distritos que conforman el ámbito de estudio del PDM de la ciudad de Iquitos, asegurando consistencia con los datos censales y los ajustes poblacionales disponibles.

- **Identificación de centros poblados dentro del ámbito del PDM**

Se identificaron y seleccionaron los centros poblados localizados dentro del área de estudio del PDM, diferenciándolos de aquellos ubicados fuera del continuo urbano o con débil vinculación funcional a la ciudad.

- **Cálculo de la población incluida en el ámbito de estudio**

Se estimó la población total correspondiente a los centros poblados incluidos en el ámbito de estudio del PDM y se comparó con la población total distrital agregada de los cuatro distritos involucrados.

- **Determinación del porcentaje de representatividad poblacional**

A partir de dicha comparación, se calculó el porcentaje de población comprendida dentro del área de estudio, obteniéndose un valor aproximado del 97 % respecto del total poblacional distrital agregado.

- **Factor de Seguridad**

A la población identificada dentro del ámbito de estudio se le aplicó un factor de seguridad de 1.23, con el objetivo de ajustar la estimación poblacional a las dinámicas reales del sistema urbano metropolitano. Este factor permite cubrir posibles subregistros censales, incorporar dinámicas recientes de crecimiento no capturadas plenamente por la información oficial y considerar las dinámicas de movilidad cotidiana hacia la ciudad, principalmente asociadas al abastecimiento, el comercio y el acceso a servicios.

La aplicación de este factor garantiza, además, un margen de seguridad en el dimensionamiento de infraestructura, equipamientos y servicios urbanos para los horizontes temporales del PDM, evitando escenarios de subestimación de la demanda futura. El resultado es una población ajustada, que constituye el insumo base para la elaboración de las proyecciones poblacionales espaciales al 2045, el cálculo de densidades netas y brutas y el dimensionamiento de equipamientos, servicios e infraestructuras a escala metropolitana.

El uso de este factor se sustenta en la alta dinámica de crecimiento informal observada en el ámbito metropolitano de Iquitos y en la subcobertura censal reportada por el INEI (2017), particularmente en zonas periurbanas y ribereñas. Asimismo, conforme a la metodología adoptada, este ajuste permite capturar la presión funcional real ejercida sobre el sistema urbano, asegurando que las cifras finales de proyección reflejen no solo la población residente permanente, sino también la población flotante que incide directamente en la demanda de infraestructura, equipamientos y servicios urbanos del PDM de la ciudad de Iquitos.

La fórmula para identificar el Factor de Seguridad:

$$F = (1+G) (1+M)$$

Donde:



4.4. Población en ámbito de intervención

Para el ámbito de intervención, la población fue redistribuida a nivel de manzana, conforme a la metodología descrita en el punto 5. Análisis y ajuste espacial de la población a nivel de manzana. Este proceso consideró exclusivamente las manzanas comprendidas dentro del ámbito de intervención del PDM, excluyendo la población asignada a aquellas manzanas ubicadas fuera de este, garantizando así que las estimaciones poblacionales correspondan de manera precisa al territorio efectivamente analizado.

5. Análisis y ajuste espacial de la población a nivel de manzana

5.1. Descarga y revisión de la cartografía censal

La cartografía censal utilizada en el análisis espacial fue obtenida a partir de la descarga de la información oficial del INEI a nivel de manzana, correspondiente al último censo disponible, garantizando consistencia con los datos poblacionales empleados en el diagnóstico. Esta información fue integrada al sistema de información geográfica (GIS) del PDM, permitiendo su análisis y vinculación con las capas territoriales del ámbito de estudio.

Posteriormente, se realizó una revisión detallada de la continuidad espacial de la cartografía, orientada a identificar y corregir posibles inconsistencias. Este proceso permitió detectar manzanas faltantes que no contaban con código en la cartografía original, manzanas con población asignada en áreas que han experimentado cambios de uso del suelo, así como manzanas censales que, según la información levantada en campo, no presentan población en la actualidad. Estas verificaciones resultaron fundamentales para depurar la base espacial y asegurar la precisión del análisis poblacional a nivel de manzana.

5.2. Compleción de manzanas mediante GIS y trabajo de campo

La compleción de manzanas se realizó mediante el dibujo y delimitación de polígonos en el sistema GIS, incorporando aquellas manzanas que no se encontraban registradas en la cartografía censal original. Este proceso se sustentó en el uso de imágenes satelitales y bases cartográficas recientes, así como en el levantamiento de información en campo, lo que permitió validar la configuración real del tejido urbano.

Esta etapa garantizó la correspondencia espacial entre los registros censales y la realidad urbana actualizada, reduciendo significativamente errores de omisión o duplicación y fortaleciendo la precisión del análisis poblacional a nivel de manzana para el ámbito de estudio del PDM de la ciudad de Iquitos.

- **Validación en campo**

La validación en campo permitió corroborar la información espacial y poblacional levantada en el sistema GIS mediante la verificación directa del territorio. El equipo de campo identificó, en primer lugar, manzanas que efectivamente no presentan población, tales como terrenos vacíos, áreas destinadas a equipamientos, zonas naturales u otros usos no residenciales. Asimismo, se identificaron manzanas nuevas con presencia de población, correspondientes a barrios recientes o asentamientos en proceso de consolidación, asegurando que la información incorporada refleje de manera fiel la dinámica urbana actual del ámbito de estudio del PDM de la ciudad de Iquitos.



ANEXO 2: METODOLOGIA - SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los Feature Classes, dataset y Geodatabase correspondientes a las distintas etapas del Plan de Desarrollo Metropolitano de Iquitos 2025-2045, así como los campos definidos en sus respectivas tablas de atributos, y los planos temáticos de los distintos componentes urbanos han sido estructurados mayoritariamente conforme a los lineamientos establecidos en el **Anexo 01 - Guía de Especificaciones Técnicas para el tratamiento de información geográfica-cartográfica, emitido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).**

No obstante, es necesario reconocer que el territorio nacional presenta una marcada heterogeneidad en cuanto a sus características físico-ambientales, socioeconómicas, institucionales, demográficas, de exposición a riesgos de desastres, etc. En este contexto, la estructura de los Feature Classes y la configuración de sus atributos pueden requerir adaptaciones específicas según la unidad territorial de análisis, esto conforme al criterio del especialista urbano, con el fin de garantizar la interoperabilidad, consistencia espacial y semántica de la base de datos geoespacial, y facilitar la elaboración de cartografía temática como los planos temáticos, en el marco de la planificación urbana para este Plan Metropolitano.

ANEXO 3: METODOLOGIA - SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La Superficie Limitadora de Obstáculos (SLO) establece las proyecciones máximas de altura permitidas dentro de zonas específicas del territorio, determinadas en función de su proximidad a la línea de vuelo del aeropuerto o aeródromo.

Su análisis permite identificar y limitar las posibles interferencias que puedan afectar las operaciones aéreas, garantizando la seguridad operacional y la planificación territorial compatible con la infraestructura aeroportuaria.

A. Etapas del análisis cuantitativo

El procedimiento metodológico para la determinación de las SLO se desarrolla en tres etapas principales: recolección de datos, acondicionamiento de información y cálculo de proyecciones máximas.

a. Recolección de datos

Para el cálculo de las proyecciones máximas de altura se emplean los siguientes insumos:

- Modelo de Elevación Digital (DEM) ALOS PALSAR con resolución espacial de 12.5 metros.
- Curvas de nivel, generadas a partir de la imagen radar.
- Superficies Limitadoras de Obstáculos (SLO), conforme al estudio técnico aprobado.
- Puntos geodésicos oficiales del Instituto Geográfico Nacional (IGN), pertenecientes al Estudio SLO del Aeropuerto de Iquitos, aprobado mediante la respectiva Resolución Ministerial (R.M.).

Los puntos geodésicos localizados en los umbrales de la pista de aterrizaje (identificados como pista 06 y pista 24) se utilizan como referencias base para el trazado de los ejes para la determinación del punto inicial de las líneas ascendentes.

Estas líneas siguen las pendientes establecidas según el tipo de superficie, a partir de las cuales se realizan los cálculos de proyección máxima de altura.



b. Acondicionamiento de datos

En esta etapa se preparan y organizan los datos que servirán de base para el análisis cuantitativo.

Los insumos principales son los puntos generados a partir de las manzanas que conforman las diferentes superficies limitadoras.

En el caso del Aeropuerto de Iquitos, las manzanas se clasifican según tres tipos de superficies:

- Superficie de Despegue o Aproximación,
- Superficie de Horizonte Interno Elevada (Primera sección)
- Superficie de Horizonte Interno Horizontal (Segunda sección)

Una vez clasificadas, se generan los vértices de cada manzana, que luego se relacionan con los valores altitudinales obtenidos del Modelo de Elevación Digital (DEM).

De cada conjunto de puntos se selecciona el valor máximo de elevación, con el propósito de asegurar el menor riesgo posible ante potenciales interferencias con las trayectorias de vuelo.

c. Cálculo de la proyección máxima

El cálculo de la proyección máxima (Proy_max) se realiza a partir de los puntos georreferenciados y sus respectivos valores altitudinales.

Las fórmulas y variables empleadas se detallan a continuación:

Variables:

d = Distancia perpendicular desde el punto altimétrico hasta el eje de los umbrales.

X = Pendiente expresada en decimales (0.02 para superficie de despegue o aproximación; 0.143 para la primera sección de la superficie de horizonte interna; la segunda sección de la superficie de horizonte interna no presenta pendiente).

h = Incremento de altura, calculado como: $h = d \times X$.

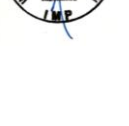
CT = Cota del terreno (valor altitudinal del DEM).

CR = Cota de referencia (valor del umbral o de la superficie establecida). Consideraciones:

La cota de referencia (CR) varía según la superficie analizada:

- Para la Superficie de Despegue o Aproximación, corresponde a la cota del umbral de la pista.
- Para la primera sección de la Superficie de Horizonte Interno, se adopta el promedio de los umbrales (91.7 m) con una elevación de 14.3%, mientras que en la segunda sección la cota se mantiene continua, conforme al estudio SLO aprobado por Resolución Ministerial (135 m).

ELEV_SLO: Representa la elevación de las superficies limitadoras de obstáculos según su tipo, de acuerdo con el estudio aprobado mediante R.M. (135 m).



B. Casos de aplicación

a. Superficie de Aproximación o Despegue

$$h = d \times X$$

$$h_2 = CR - CT = \text{Cota del umbral (93.44 / 89.96)} - \text{Cota del terreno (DEM)}$$

$$\text{Proy_max} = h + h_2$$

b. Superficie de Horizonte Interno

Primera sección elevada:

$$h = d \times X$$

$$h_2 = CR - CT = \text{Cota del umbral (91.7m)} - \text{Cota del terreno (CT)}$$

$$\text{Proy_max} = h + h_2$$

Segunda sección (Superficie Horizontal de altura constante):

$$\text{ELEV_SLO} = 135 \text{ m.}$$

$$\text{Proy_max} = \text{ELEV_SLO (135 m)} - \text{Cota del terreno (CT)}$$

C. Resultado esperado

El resultado final del proceso permite determinar la altura máxima proyectada (Proy_max) para cada punto o sector del área de influencia del aeropuerto, asegurando la compatibilidad de las edificaciones y usos del suelo con los requerimientos de seguridad aeronáutica establecidos en las Superficies Limitadoras de Obstáculos (SLO).

