



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD  
MAYOR DE SAN SIMÓN**  
Ciencia y Conocimiento desde 1832

**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**DG**  
DIRECCIÓN DE POSGRADO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

**DIPLOMADO ESTADÍSTICA APLICADA A LA  
TOMA DE DECISIONES  
SEGUNDA VERSIÓN**

**ANÁLISIS GEOLOCALIZADO DE COBERTURA  
DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA Y  
ALCANCE EN SERVICIOS BÁSICOS  
DISPONIBLES EN BOLIVIA**

**PROYECTO PRESENTADO PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIATURA EN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS  
MODALIDAD DOBLE TITULACIÓN**

**POSTULANTE : LEONEL ERIC LIZARRAGA LLANOS  
TUTOR : ING. HELDER OCTAVIO FERNANDEZ GUZMAN**

**Cochabamba – Bolivia**

**2024**



# **ANÁLISIS GEOLOCALIZADO DE COBERTURA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA Y ALCANCE EN SERVICIOS BÁSICOS DISPONIBLES EN BOLIVIA**

Por

Leonel Eric Lizarraga Llanos

El presente documento, Trabajo de Grado es presentado a la Dirección de Posgrado de la Facultad de Ciencias y Tecnología en cumplimiento parcial de los requisitos para la obtención del grado académico de Licenciatura (o sólo diplomado) en Ingeniería de Sistemas, modalidad Doble Titulación, habiendo cursado el Diplomado “Estadística Aplicada a la Toma de Decisiones” propuesta por el Centro de Estadística Aplicada (CESA) en su segunda versión.

ASESOR/TUTOR

Ing. Helder Octavio Fernandez Guzman

COMITÉ DE EVALUACIÓN

Lic. Patiño Tito Ronald Edgar, M.Sc. (Presidente)

Ing. Guillen Salvador Roxana, M.Sc. (Coordinador)

Ing. Fiorilo Lozada Americo, Ph.D. (Tribunal)

Ing. Tapia Lozano Daniel Fernando, M.Sc. (Tribunal)



**DIRECCIÓN DE POSGRADO, FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

Cochabamba, Bolivia

### **Aclaración**

Este documento describe el trabajo realizado como parte del programa de estudios de Diplomado “Estadística Aplicada a la Toma de Decisiones” en el Centro de Estadística Aplicada CESA y la Dirección de Posgrado de la Facultad de Ciencias y Tecnología. Todos los puntos de vista y opiniones expresadas en el mismo son responsabilidad exclusiva del autor y no representan necesariamente las de la institución.

---

# Resumen

---

El análisis geolocalizado es usado para mejorar la eficiencia en muchos aspectos de la vida cotidiana, facilitando información sobre ubicación la cual, dependiendo el caso, puede ser utilizada para ayudar a resolver ciertos problemas, como, por ejemplo, conocer áreas con mayor demanda y atención de servicios, esto con datos que permiten conocer con mayor precisión la distribución de establecimientos de salud u otros servicios de interés.

El presente estudio aborda la cobertura y distribución de establecimientos de salud analizando el alcance de los servicios básicos como las vacunas y los índices de mortalidad fetal en el país de Bolivia mediante el análisis geolocalizado, en donde se realizó un estudio por departamentos y municipios detectando valores atípicos en la distribución, alcance y proyección de los servicios de salud y que ayuden en la toma de decisiones futuras.

Se recopilaron y procesaron datos sobre la infraestructura, censo poblacional, servicios de vacunación e índices de mortalidad fetal, obtenidos de las páginas de datos abiertos de Bolivia ([www.datos.gob.bo](http://www.datos.gob.bo)) y GeoBolivia (<http://geo.gob.bo>). Estos datos fueron estructurados para realizar un análisis y diseñar mapas referenciales asociados con departamentos y municipios, mejorando la interpretación de los resultados.

Los resultados muestran que La Paz lidera en cobertura de establecimientos de salud (21,9%), seguido por Santa Cruz (17,28%) mientras que Pando presenta el índice más bajo (2,5%). La cobertura de vacunas varía, con La Paz en un 24,9% y Tarija en el punto más bajo con 3,7%. En mortalidad fetal, La Paz y Santa Cruz tienen índices más altos (21,9% y 19,6%). Las proyecciones futuras indican un crecimiento en establecimientos, pero se espera dificultad de accesibilidad para Cochabamba, La Paz y Santa Cruz debido al aumento poblacional. La cobertura de vacunas muestra estabilidad, y en mortalidad fetal, La Paz y Santa Cruz incrementan del 2016 al 2030, aumentando de 687 a 1488 y 720 a 1618 respectivamente.

La desigual distribución de establecimientos de salud destaca la necesidad de abordar disparidades y concentraciones inusuales. A pesar del crecimiento proyectado, la preocupación radica en la posible reducción de accesibilidad a servicios de salud debido al aumento poblacional. Las altas tasas de mortalidad fetal en La Paz y Santa Cruz subrayan la urgencia de revisar y mejorar las prácticas y recursos para reducir la mortalidad, señalando áreas clave para intervenciones y toma de decisiones informadas.

## Palabras clave

Análisis geolocalizado, establecimientos de salud, mortalidad fetal, cobertura de vacunas.

*Dedicatoria*

*A mi mamá y papá por haberme brindado su apoyo y amor incondicional a lo largo de toda la vida.*

*A mis familiares que siempre están al pendiente de mi formación personal y profesional.*

## **Agradecimientos**

---

*A la Universidad Mayor de San Simón por haber sido parte de mi formación profesional.*

*A la carrera de ingeniería de sistemas y a todo el plantel docente por haberme inculcado los conocimientos.*

*A todos los docentes y coordinadora del diplomado por brindarme la información utilizada en este proyecto y para futuros desafíos.*

# Tabla de contenidos

---

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | Introducción .....   | 1  |
| 1.1.   | Antecedentes .....   | 1  |
| 1.2.   | Justificación .....  | 3  |
| 1.3.   | Planteamiento del problema .....   | 4  |
| 1.4.   | Objetivo general.....  | 4  |
| 1.4.1. | Objetivos específicos .....  | 4  |
| 2.     | Marco teórico .....  | 5  |
| 2.1.   | Geolocalización.....   | 5  |
| 2.2.   | Análisis geolocalizado.....  | 6  |
| 2.3.   | El sistema de salud boliviano .....                                      | 6  |
| 2.3.1. | El primer nivel de atención .....  | 6  |
| 2.3.2. | El segundo nivel de atención .....                                       | 6  |
| 2.3.3. | El tercer nivel de atención.....   | 6  |
| 2.3.4. | Ubicaciones de los establecimientos de salud por nivel de atención ..... | 7  |
| 2.4.   | Nacimientos muertos o mortalidad fetal.....                              | 7  |
| 2.5.   | Vacunas.....   | 7  |
| 2.6.   | Cobertura de vacunas .....   | 8  |
| 2.7.   | Mapa de la cobertura de vacunas .....                                    | 9  |
| 2.8.   | Herramientas del análisis de datos .....                                 | 9  |
| 2.8.1. | Tableau.....   | 9  |
| 2.8.2. | Python .....   | 11 |
| 2.8.3. | Jupyter Notebook.....  | 12 |
| 2.9.   | Análisis exploratorio de datos .....                                     | 13 |
| 2.10.  | Visualización .....  | 13 |
| 3.     | Marco metodológico.....  | 14 |
| 3.1.   | Área de estudio .....  | 14 |
| 3.2.   | Flujograma metodológico .....  | 15 |
| 3.3.   | Fuentes de información .....   | 16 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.3.1. | Fuente secundaria.....  | 16 |
| 3.4.   | Obtención de datasets.....  | 16 |
| 3.4.1. | Datos municipales.....  | 17 |
| 3.4.2. | Datos del censo poblacional .....   | 17 |
| 3.4.3. | Datos de los establecimientos de salud.....                                   | 18 |
| 3.4.4. | Datos de la cobertura de vacunas.....   | 18 |
| 3.4.5. | Datos de la mortalidad fetal .....  | 18 |
| 3.5.   | Unión de los datasets.....  | 19 |
| 3.6.   | Limpieza de datos.....  | 19 |
| 3.6.1. | Limpieza de datos de establecimientos de salud .....                          | 19 |
| 3.6.2. | Limpieza de los datos de municipios .....                                     | 20 |
| 3.6.3. | Limpieza de datos de cobertura de vacunas.....                                | 21 |
| 3.6.4. | Limpieza de datos de mortalidad fetal .....                                   | 22 |
| 3.7.   | Identificación de variables .....   | 23 |
| 3.8.   | Elaboración de datos personalizados .....                                     | 23 |
| 3.9.   | Análisis exploratorio de datos .....  | 24 |
| 3.9.1. | Análisis de los establecimientos de salud.....                                | 24 |
| 3.9.2. | Análisis de la cobertura de vacunas .....                                     | 31 |
| 3.9.3. | Análisis de la mortalidad fetal .....   | 33 |
| 3.10.  | Diseño de mapas .....   | 36 |
| 3.11.  | Identificación de valores atípicos en la distribución de recursos.....        | 42 |
| 3.12.  | Proyecciones futuras del alcance de establecimientos y servicios básicos..... | 42 |
| 4.     | Resultados y Discusión.....   | 46 |
| 4.1.   | Resultados de análisis .....  | 46 |
| 4.1.1. | Establecimientos de salud .....   | 46 |
| 4.1.2. | Resultados de la cobertura de vacunas.....                                    | 54 |
| 4.1.3. | Resultados de la mortalidad .....   | 58 |
| 4.2.   | Discusión de resultados .....   | 64 |
| 4.2.1. | Distribución de establecimientos de salud.....                                | 64 |
| 4.2.2. | Distribución de resultados de cobertura de vacunas .....                      | 66 |

|  |    |
|--|----|
| 4.2.3.    Distribución de resultados de mortalidad fetal ..... | 70 |
| 5.    Conclusiones.....  | 73 |
| 6.    Recomendaciones.....                                     | 74 |
| Bibliografía .....   | 75 |
| Siglas y Acrónimos .....                                       | 79 |
| Anexos .....   | 81 |
| Anexo 1.    Link de acceso a la fuente de datos .....          | 81 |
| Anexo 2.    Diccionario de datos .....                         | 81 |
| Anexo 3.    Tablas de datos .....                              | 83 |
| Anexo 4.    CD .....   | 88 |

# **Lista de figuras**

---

|  |    |
|--|----|
| Figura 2- 1: Mapa de cobertura de vacunas hecho en Tableau.....                                  | 9  |
| Figura 3- 1: Mapa de Bolivia hecho en Tableau.....   | 14 |
| Figura 3- 2: Flujograma metodológico .....   | 15 |
| Figura 3- 3: Conexión de datos .....   | 19 |
| Figura 3- 4: Limpieza y corrección de datos de los establecimientos de salud .....               | 20 |
| Figura 3- 5: Función para la corrección de valores con tildes.....                               | 21 |
| Figura 3- 6: Cantidad de establecimientos por departamento.....                                  | 24 |
| Figura 3- 7: Gráfico de torta de los niveles de atención .....                                   | 25 |
| Figura 3- 8: Distribución de establecimientos por nivel de atención.....                         | 25 |
| Figura 3- 9: Boxplot de establecimientos de 1er nivel.....                                       | 26 |
| Figura 3- 10: Boxplot de establecimientos de 2do nivel.....                                      | 27 |
| Figura 3- 11: Boxplot de establecimientos de 3er nivel.....                                      | 27 |
| Figura 3- 12: Relación entre la población y 1er nivel de atención .....                          | 28 |
| Figura 3- 13: Relación entre la población y 2do nivel de atención .....                          | 28 |
| Figura 3- 14: Relación entre la población y 3er nivel de atención .....                          | 29 |
| Figura 3- 15: Análisis de los bajos índices de establecimientos de 1er nivel por municipio ..... | 29 |
| Figura 3- 16: Análisis de los bajos índices de establecimientos de 2do nivel por municipio ..... | 30 |
| Figura 3- 17: Análisis de los bajos índices de establecimientos de 3er nivel por municipio ..... | 30 |
| Figura 3- 18: Cobertura de vacunas por departamento .....  | 31 |
| Figura 3- 19: Mapa de la cobertura de vacunas por municipio.....                                 | 31 |
| Figura 3- 20: Análisis de la cobertura de vacunas y establecimientos de salud .....              | 32 |
| Figura 3- 21: Análisis de cobertura de vacunas por municipio .....                               | 32 |
| Figura 3- 22: Cantidad de mortalidad fetal por departamento.....                                 | 33 |
| Figura 3- 23: Análisis de la mortalidad fetal por departamento .....                             | 33 |
| Figura 3- 24: Análisis de valores atípicos en mortalidad fetal por municipio.....                | 34 |
| Figura 3- 25: Análisis de la mortalidad fetal y establecimientos de salud.....                   | 35 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 3- 26: Mapa geolocalizado de establecimientos de salud por nivel de atención.....            | 36 |
| Figura 3- 27: Mapa de la distribución de establecimientos de 1er nivel.....                         | 36 |
| Figura 3- 28: Mapa de la distribución de establecimientos e 2do nivel.....                          | 37 |
| Figura 3- 29: Mapa de la distribución de establecimientos de 3er nivel.....                         | 37 |
| Figura 3- 30: Mapa de municipios y cantidad de establecimientos de salud.....                       | 38 |
| Figura 3- 31: Municipios con menor cobertura de establecimientos de salud .....                     | 38 |
| Figura 3- 32: Mapa de municipios con menor cobertura de vacunas .....                               | 39 |
| Figura 3- 33: Mapa de municipios con mayor cobertura de vacunas.....                                | 39 |
| Figura 3- 34: Mapa de mortalidad fetal total.....   | 40 |
| Figura 3- 35: Mapa de los nacimientos muertos.....  | 40 |
| Figura 3- 36: Mapa de mortalidad fetal atendidos por partera.....                                   | 41 |
| Figura 3- 37: Mapa de mortalidad fetal atendidos por personal de salud .....                        | 41 |
| Figura 3- 38: Proyecciones de establecimientos de salud .....                                       | 43 |
| Figura 3- 39: Comparación entre datos históricos y proyecciones estimadas .....                     | 43 |
| Figura 3- 40: Proyección de la población .....  | 44 |
| Figura 3- 41: Proyección de mortalidad fetal.....   | 44 |
| Figura 3- 42: Proyección de tipos de mortalidad fetal .....   | 45 |
| Figura 4- 1: Análisis de la distribución de establecimientos de salud.....                          | 46 |
| Figura 4- 2: Tipos y cantidad de establecimientos de salud por nivel de atención .....              | 47 |
| Figura 4- 3: Análisis de valores atípicos en la distribución de establecimientos de 1er nivel ..... | 47 |
| Figura 4- 4: Análisis de valores atípicos en establecimientos de 2do nivel de atención .....        | 48 |
| Figura 4- 5:Análisis de establecimientos de 3er nivel.....  | 49 |
| Figura 4- 6: Análisis de los índices bajos de establecimientos de 1er nivel.....                    | 50 |
| Figura 4- 7: Análisis de los índices bajos de establecimientos de 2do nivel .....                   | 50 |
| Figura 4- 8:Análisis de los índices bajos de establecimientos de 3er nivel.....                     | 51 |
| Figura 4- 9: Análisis de la población y los establecimientos de salud.....                          | 52 |
| Figura 4- 10: Proyecciones de los establecimientos de salud y población .....                       | 52 |
| Figura 4- 11: Análisis de los departamentos afectados por el crecimiento de la población.....       | 54 |
| Figura 4- 12: Análisis geolocalizado de la cobertura de vacunas .....                               | 55 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 4- 13: Análisis de los valores atípicos de la cobertura de vacunas .....       | 55 |
| Figura 4- 14: Análisis de cobertura de vacunas del departamento de La Paz.....        | 56 |
| Figura 4- 15: Análisis de la cobertura de vacunas del departamento de Santa Cruz..... | 57 |
| Figura 4- 16: Análisis de cobertura de vacunas del departamento de Cochabamba.....    | 58 |
| Figura 4- 17: Análisis de mortalidad fetal.....                                       | 59 |
| Figura 4- 18: Análisis de valores atípicos de mortalidad fetal .....                  | 60 |
| Figura 4- 19: Análisis de mortalidad fetal por departamento y municipio.....          | 60 |
| Figura 4- 20: Análisis geolocalizado de la mortalidad fetal por atención médica.....  | 61 |
| Figura 4- 21: Proyección de mortalidad fetal de La Paz .....                          | 62 |
| Figura 4- 22: Proyección de mortalidad fetal de Santa Cruz .....                      | 63 |
| Figura 4- 23: Mapa de establecimientos de salud .....                                 | 64 |
| Figura 4- 24: Gráficos comparativos de establecimientos de salud.....                 | 65 |
| Figura 4- 25: Mapa estructurado por niveles de atención .....                         | 66 |
| Figura 4- 26: Gráfico de cobertura de vacunas.....                                    | 67 |
| Figura 4- 27: Gráfico de dispersión comparativo de la cobertura de vacunas .....      | 68 |
| Figura 4- 28: Gráfico de Boxplot comparativo de la cobertura de vacunas .....         | 69 |
| Figura 4- 29:Visualización de la cobertura de vacunas .....                           | 70 |
| Figura 4- 30: Gráfico de mortalidad fetal.....  | 71 |
| Figura 4- 31: Gráfico comparativo de mortalidad fetal .....                           | 71 |
| Figura 4- 32: Visualización de la mortalidad fetal .....                              | 72 |

# **Lista de tablas**

---

|  |    |
|--|----|
| Tabla 2- 1: Tabla comparativa de Tableau y Power BI.....                         | 10 |
| Tabla 2- 2: Tabla comparativa de Python y R.....                                 | 11 |
| Tabla 2- 3: Tabla comparativa de Jupyter y VSCode .....                          | 12 |
| Tabla 3- 1: Datos Municipales de Bolivia.....                                    | 17 |
| Tabla 3- 2: Datos del censo poblacional de Bolivia .....                         | 17 |
| Tabla 3- 3: Datos de los establecimientos de salud de Bolivia.....               | 18 |
| Tabla 3- 4: Datos de la cobertura de vacunas de Bolivia.....                     | 18 |
| Tabla 3- 5: Datos de la mortalidad fetal de Bolivia .....                        | 18 |
| Tabla 3- 6: Datos de la cobertura de vacunas antes de la limpieza de datos ..... | 21 |
| Tabla 3- 7: Datos limpios de cobertura de vacunas .....                          | 22 |
| Tabla 3- 8: Datos de la tabla mortalidad fetal antes de ser corregidos.....      | 22 |
| Tabla 3- 9: Datos de la tabla mortalidad fetal después de ser corregidos .....   | 23 |
| Tabla 3- 10: Variables para el análisis .....                                    | 23 |
| Tabla 3- 11: Campos nuevos creados.....  | 24 |
| Tabla 4- 1: Índice de accesibilidad a establecimientos de salud.....             | 53 |
| Tabla 4- 2:Diferencia de la mortalidad fetal entre La Paz y Santa Cruz .....     | 61 |

# 1. Introducción

La salud pública es un elemento crucial para el bienestar y calidad de vida de la población. Una buena salud es el mejor recurso para el progreso personal, económico y social. La Promoción de la Salud constituye un proceso político y social global que abarca acciones dirigidas a modificar las condiciones sociales, ambientales y económicas, con el fin de favorecer su impacto positivo en la salud individual y colectiva, la salud se considera, por tanto, como un recurso para la vida diaria, no como el objetivo de la vida. (De Ottawa, 1986).

La equidad en materia de salud se considera uno de los principios básicos para el desarrollo humano y la justicia social. Como alcanzar niveles cada vez más altos de equidad en el campo de la salud en un mundo que es objeto de diferentes reformas sociales y económicas suscita gran preocupación entre las instancias decisorias y grandes segmentos de la población (Loyola, 2002).

Los recursos humanos en salud constituyen el elemento esencial de los servicios de salud; la disponibilidad, distribución, calificación y compromiso de los mismos aseguran llegar a los objetivos sanitarios del sector salud porque garantizan la cobertura, impacto sanitario y satisfacción de los usuarios (Moscoso Rojas, 2015).

Al examinar el alcance en cobertura de vacunas, la cantidad de establecimientos de salud y mortalidad fetal, este estudio proporciona información sobre las áreas que podrían requerir una mayor cobertura de servicios de salud. Asimismo, permite identificar los desequilibrios en la distribución de los recursos en infraestructura hospitalaria y las desigualdades en los índices de cobertura de vacunas y nacimientos muertos, brindando bases sólidas para la toma de decisiones informadas en la planificación y distribución de recursos de salud en el país.

Mediante el análisis y la interpretación de los resultados, se busca encontrar valores atípicos en la distribución y alcance de los recursos y servicios de salud, a través de técnicas de análisis exploratorio de datos y visualizaciones en regiones específicas del país.

## 1.1. Antecedentes

La salud es un producto social que se debe analizar desde un enfoque de ecosistema humano basado en la participación social e intersectorial. La salud de las poblaciones se basa en el fomento de la resiliencia y conlleva una real inclusión social, con participación y empoderamiento poblacional; significa para esa población desarrollara la capacidad de adaptarse, responder y controlar los retos y los cambios. Se entiende por salud pública al esfuerzo organizado de la sociedad, principalmente a través de sus instituciones de carácter público, para mejorar, promover, proteger y restaurar la salud de las poblaciones por medio de actuaciones de alcance colectivo, de esta forma, la salud pública entendida como la salud

de la población, constituye el referente fundamental de todos los esfuerzos para mejorar la salud, de la que constituye su manifestación más completa y abarca, por tanto, todas las dimensiones colectivas de la salud (Álvarez Pérez, 2008).

En el año 2013, la Organización Mundial de la Salud (OMS), dejó claro que las desigualdades en salud “esas diferencias en salud observables e injustas entre personas de grupos sociales diferentes, y que son resultado de formas de desventajas como la pobreza, la discriminación y la falta de acceso a servicios y de la distribución de los recursos y bienes” si pueden ser medidas y monitoreadas y sirven como un medio indirecto de evaluar la inequidad en salud, que se trata de un concepto más normativo y que depende del contexto político y el concepto de justicia social de cada país (Alarcon, 2018).

Bolivia es un país en vías de desarrollo que cuenta con índices de salud bajos, lo que nos sitúa entre las poblaciones de mayor riesgo en el contexto latinoamericano. Bolivia está ubicada en la región central de Latino América, con una extensión territorial de 1'098.581 Km<sup>2</sup> y una población de 8 millones de habitantes. Geográficamente está constituida por tres pisos ecológicos: la zona montañosa altiplánica con un promedio de 3.600 m. de altitud, la zona de los valles con alturas de 1.500 y 2.500m. y la zona tropical con alturas entre 230 y 800m. sobre el nivel del mar. Está regionalizada en nueve departamentos, de ellos tres agrupan a casi el 50% de sus habitantes, de los cuales la mitad viven en las zonas urbanas. La problemática de salud de la mayor parte de la población está predominantemente relacionada con las enfermedades de la pobreza, como las diarreas, tuberculosis pulmonar, la desnutrición, las inmunoprevenibles y la precaria higiene ambiental con altas tasas de morbilidad y mortalidad especialmente en el binomio madre niño (Bermúdez, 2001).

Santa Cruz es el departamento con más registros de nacimientos vivos con 60.553, y le siguen La Paz con 37.620; Cochabamba con 29.390; Potosí con 12.492; Beni con 11.069; Chuquisaca con 8.432; Tarija con 7.528; Oruro con 7.773 y Pando con 2.101 (ABI - Agencia Boliviana de Información, 2023).

En el caso de los registros de defunción, La Paz anotó la mayor cantidad, 16.853. Tras este departamento están: Santa Cruz 13.632; Cochabamba con 9.158; Potosí con 5.682; Chuquisaca con 3.160; Tarija con 2.866; Oruro con 2.851; Beni con 1.981 y Pando con 270 (ABI - Agencia boliviana de informacion, 2023).

El acceso limitado a vacunas en países en vías de desarrollo, resulta en más de dos millones de muertes anuales y dos tercios de estas muertes ocurren en niños menores de 5 años. La razón fundamental del problema radica en la falta de accesibilidad e inadecuada distribución de vacunas en estos países (Mazzi Gonzales de Prada, 2008, pág. 139).

Las vacunas son una de las pocas intervenciones de salud que logra salvar vidas en forma eficaz y muy exitosa, a pesar de tener centros de salud inadecuados o inexistentes; por lo que no son excusas para evitar las inmunizaciones. Igualmente, si consideramos el costo efecto de las vacunas, no justifica su omisión y más bien los resultados tienen un menor costo que el manejo de la enfermedad prevenible. La meta final para conseguir el acceso global a las vacunas debe ser en convencer en forma fehaciente a los gobiernos, líderes locales y oficiales de salud sobre los beneficios de la vacunación, quienes a la vez

trabajando en forma conjunta con las agencias internacionales puedan lograr el financiamiento y sustentabilidad de los programas de vacunación masiva (Mazzi Gonzales de Prada, 2008, pág. 143).

Actualmente en Bolivia estamos enfrentando una crisis del sistema de salud como es el de la Caja Nacional Salud por la reestructuración, con declaraciones de autoridades sobre la ineficacia de la caja para ejecutar su presupuesto, o sugerencias de cierre (Eróstegui Revilla, 2011).

Bolivia es el país que tiene el gasto per cápita en salud más bajo de Sudamérica, también es el segundo país con el gasto en salud como porcentaje del PIB más reducido de la región. Junto a lo anterior, un conjunto de indicadores de morbimortalidad deja a Bolivia muy mal parada en relación a países vecinos (Salazar, 2021).

## **1.2. Justificación**

La geolocalización es una tecnología que nos ayuda a mejorar la eficiencia en muchos aspectos de nuestra vida cotidiana. Esta tecnología ofrece información en un doble sentido, nosotros como usuarios nos beneficiamos de la información que nos facilita. Muchas tareas sin esta tecnología serían más complicadas de realizar como obtener la ruta más corta a nuestro destino, o directamente imposibles como conocer el punto exacto dónde está el último paquete que hemos comprado por Internet (OSI, 2016).

La Defensoría del Pueblo, a través de la investigación “Límites en la implementación del Sistema Único de Salud”, constató que a más de tres años de su puesta en marcha existen deficiencias que limitan que la población acceda plenamente a las prestaciones de salud que otorgan los hospitales públicos de tercer nivel (Defensoría del Pueblo, 2022).

Sin ir muy lejos, hace un par de años, la pandemia del Covid-19 ha puesto en evidencia una de las realidades del sistema de salud boliviano, que yace en la insuficiente cantidad de establecimientos de salud y la escasez de equipos adecuados para combatir los diferentes tipos de enfermedades (Valdivia, 2020).

En el proceso de implementación de la ley N° 475 se han detectado problemas en la otorgación de las prestaciones, como el mal funcionamiento en el sistema de Redes de Salud, de los primeros niveles de atención, es decir en centros de salud zonales; debilidades en los recursos humanos y técnicos para atender la demanda, dificultades en el uso de las referencias y contrarreferencias del alcance de la Ley y su reglamentación, entre otros (Situación de los Centros de Salud Integrales de Primer Nivel en el Marco del Sistema Nacional de Salud, 2019).

Comprender las necesidades específicas de atención médica en distintas regiones del país y la distribución de los servicios de salud es fundamental para diseñar estrategias y políticas efectivas que aborden disparidades en la cobertura. Este estudio permite identificar áreas con mayor o menor acceso a establecimientos de salud, focalizando recursos para mejorar la atención en zonas necesitadas, reducir la mortalidad fetal y ampliar la cobertura de vacunas. Además, ofrece información clave para la planificación y asignación de recursos en el sistema de salud, promoviendo la equidad en el acceso a servicios esenciales y contribuyendo al bienestar de la población boliviana.

En última instancia, la investigación geolocalizada de las desigualdades en zonas de Bolivia servirá como base para el desarrollo de políticas más efectivas y acciones concretas que aborden las necesidades de salud de manera más precisa y equitativa, beneficiando así a la sociedad en su conjunto.

### **1.3. Planteamiento del problema**

En Bolivia, la distribución y accesibilidad de los servicios de salud son factores cruciales que afectan la calidad de atención médica y el bienestar de la población. Existe la necesidad de comprender la cobertura y la disponibilidad de establecimientos de salud en diferentes regiones del país para abordar posibles desigualdades y mejorar la planificación de los servicios de salud.

El problema radica en identificar agrupaciones geográficas que permitan comprender cómo se distribuyen la cobertura de vacunas, los establecimientos de salud y las áreas con mayores índices de mortalidad fetal en el territorio boliviano. La falta de información detallada sobre estas tendencias puede dificultar la toma de decisiones informadas en la asignación de recursos y en el diseño de políticas para mejorar la equidad en el acceso a la atención médica.

Por lo tanto, es necesario realizar un análisis geolocalizado de la cobertura de establecimientos de salud en Bolivia y de los servicios de salud, con el fin de obtener una visión más clara y detallada de la situación actual y poder implementar estrategias efectivas para mejorar la distribución y calidad de los servicios de salud en todo el país. Este estudio permitirá tomar decisiones fundamentadas en la mejora del sistema de salud y, en última instancia, mejorar la salud y bienestar de la población boliviana.

### **1.4. Objetivo general**

Realizar un análisis geolocalizado de la distribución de la infraestructura sanitaria en Bolivia para identificar y proyectar la cobertura en establecimientos de salud y servicios básicos mediante técnicas de análisis exploratorio de datos.

#### **1.4.1. Objetivos específicos**

- Recopilar los datos de los establecimientos de salud, cobertura de vacunas, mortalidad fetal y límites municipales.
- Evaluar y preparar los datasets obteniendo información en función a nuestro caso de estudio.
- Realizar un análisis exploratorio de los datasets para determinar zonas con mayor y menor cobertura de establecimientos y servicios de salud.
- Visualizar de las zonas con valores atípicos de establecimientos de salud, cobertura de vacunas y mortalidad fetal.
- Proyectar la cobertura de infraestructura y servicios de salud para años futuros.

## 2. Marco teórico

### 2.1. Geolocalización

La geolocalización es la forma que tenemos de situar objetos o personas en el territorio mediante unas coordenadas de latitud, longitud y altura, quedando plasmada en un mapa (López G. B., 2014).

Con el uso de la geolocalización es posible obtener distintos tipos de información en tiempo real y localizarlos en un mapa con gran precisión en un momento determinado, estos datos se pueden recopilar de diferentes formas como a través de dirección IP, dispositivos GPS, teléfonos móviles. Los datos de la geolocalización tienen variedad de usos, actualmente los encontramos en la personalización de los contenidos distribuidos, restricciones de acceso y distribución de acuerdo con la ubicación, entre otros (H2I2T, 2024).

El uso efectivo de la geolocalización a nivel de salud para la población es una aspiración que implica un uso y asignación cuidadosos de los recursos humanos, de capital y de tecnología, los cuales definen los medios y métodos más adecuados para promover la salud y así reducir la pobreza, desnutrición y la insalubridad, teniendo en cuenta que se debe reconocer la existencia de desigualdades sociales y de salud, lo que conduce al problema de definir el patrón más adecuado para la distribución de los recursos (Garrocho, 1990).

Un ejemplo de aplicación en el sector sanitario son los sistemas de ubicación en tiempo real (RTLS) los cuales se aplican para proporcionar atención más rápida, equipos de seguimiento y cumplir con los requerimientos de higiene. Los sistemas basados en la ubicación también pueden ser configurados para alertar a los médicos y enfermeras sobre los pacientes que necesitan atención médica (Netnix, 2024).

Cuando hablamos de geolocalización estamos diciendo que cualquier persona u objeto puede ser localizado en un punto en el espacio. Para representarlo utilizamos una simplificación de la realidad, un mapa, en el que dividimos el mundo en latitud, longitud y altura (X, Y, Z) que son las tres coordenadas con que nos guiamos siendo una tecnología que utiliza información recopilada de computadoras o dispositivos móviles de personas para determinar o describir su ubicación física exacta (López G. B., 2016).

La tecnología como la geolocalización, en todas sus dimensiones, está diseñada para mejorar la calidad de vida del ser humano. La salud es sin duda uno de los ámbitos donde esta aplicación puede ser más eficiente, ya que en determinados casos incluso se salvan vidas. Las aplicaciones especializadas, ya sean móviles o no, ofrecen un amplio abanico de posibilidades en la salvaguardia del usuario o paciente favoreciendo también el empoderamiento de su salud (Intergeneracional, 2018).

## **2.2. Análisis geolocalizado**

El análisis geolocalizado es usado para mejorar la eficiencia en muchos aspectos de nuestra vida, la geolocalización es una tecnología que ofrece información en doble sentido, nosotros como usuarios nos favorecemos de la información que nos brinda. Y en sentido contrario nosotros facilitamos información de manera constante, sobre nuestra ubicación, esta interacción es generalmente beneficiosa en ambos sentidos (Lazo Garcia, 2023, pág. 9).

“Esta tecnología tiene la capacidad de examinar los datos tanto de países, departamentos y municipios, dando lugar a mejorar los resultados en cuanto al estudio de población y su comportamiento a lo largo de diferentes circunstancias” (Lazo Garcia, 2023, pág. 9).

La ubicación espacial de estos resulta ser de gran importancia en muchos aspectos y, particularmente, en el ámbito de los servicios públicos, apunta a mejorar los niveles de equidad espacial para la población siendo práctico para entender la distribución y demanda tanto para el sector sanitario como para los sectores financieros o educativos entre otros (Sánchez, 2016, pág. 839)

Estos modelos o tecnologías intentan evaluar las localizaciones actuales de los centros de servicio con base en la distribución de la demanda y la generación de alternativas, para lograr una distribución espacial más eficiente o equitativa. Además, buscan las ubicaciones óptimas de localización y determinan las mejores vinculaciones de la demanda, entendida en términos de asignación (Sánchez, 2016, pág. 839).

## **2.3. El sistema de salud boliviano**

El Sistema Nacional de Salud, es el conjunto de entidades, instituciones y organizaciones públicas y privadas que prestan servicios de salud bajo la regulación del Ministerio de Salud, su organización de acuerdo a la capacidad resolutiva se refleja tres niveles de atención: primer nivel, segundo nivel y tercer nivel, cada uno está clasificado de acuerdo a los servicios y tipo de atención (Salud, 2013).

### **2.3.1. El primer nivel de atención**

Encargado de la promoción, prevención, consulta ambulatoria e internación de tránsito, está conformado por los puestos de salud, centros ambulatorios de salud, policlínicos y policonsultorios, la medicina tradicional y las brigadas móviles de salud. De acuerdo al “Manual de evaluación y acreditación de establecimientos de salud de primer nivel de atención”, este nivel es la puerta de entrada al sistema de salud (Sanizo Zeballos, 2017, pág. 27)

### **2.3.2. El segundo nivel de atención**

En el segundo nivel de atención se ubican los hospitales y establecimientos donde se prestan servicios relacionados a la atención en medicina interna, pediatría, gineco-obstetricia, cirugía general y psiquiatría (Vignolo, 2011, pág. 7).

### **2.3.3. El tercer nivel de atención**

Está constituido por la atención ambulatoria de especialidad, la internación hospitalaria de especialidad y subespecialidad, los servicios complementarios de diagnóstico y tratamiento de alta tecnología y

complejidad; sus unidades operativas son los hospitales generales e institutos u hospitales de especialidades (Sanizo Zeballos, 2017, pág. 28).

El tercer nivel de atención se reserva para la atención de problemas poco prevalentes, se refiere a la atención de patologías complejas que requieren procedimientos especializados y de alta tecnología. Su ámbito de cobertura debe ser la totalidad de un país, o gran parte de él. En este nivel se resuelven aproximadamente 5% de los problemas de salud que se planteen (Vignolo, 2011, pág. 11).

#### **2.3.4. Ubicaciones de los establecimientos de salud por nivel de atención**

Los establecimientos de salud de primer y segundo nivel están distribuidos en todos los departamentos del país, en contraste, los establecimientos de tercer nivel se encuentran presentes en ocho departamentos, siendo Pando el único que no cuenta con esta categoría de servicios médicos. La ciudad de La Paz destaca al ostentar la mayor concentración de establecimientos de primer y tercer nivel, consolidándose como líder en la oferta de atención médica integral. Por otro lado, Santa cruz sobresale al albergar una cantidad significativa de establecimientos de segundo nivel.

Pando, en contraste, se caracteriza por la ausencia de establecimientos de tercer nivel y una cobertura limitada en cuanto a los servicios ofrecidos en el primer y segundo nivel. Esta limitación destaca la necesidad de un enfoque estratégico para mejorar y expandir la infraestructura de salud en la región, garantizando así una cobertura más completa y equitativa para la población pandina.

#### **2.4. Nacimientos muertos o mortalidad fetal**

Es la muerte ocurrida antes de la expulsión completa o de la extracción de su madre del producto de la gestación, independientemente de la duración del embarazo. La muerte se señala por el hecho de que, después de dicha separación, el feto no respira ni muestra cualquier otra evidencia de vida; como ser: latido cardíaco, pulsación del cordón umbilical o movimientos producidos por músculos voluntarios (Mariscal Ramos, 2018).

La mortalidad fetal puede subdividirse en:

- Temprana: Si ocurre desde la 22 semana completa de gestación hasta la 28 semana completa de gestación.
- Tardía: Si ocurre desde la 28 semana completa de gestación hasta antes del nacimiento (expulsión completa)

#### **2.5. Vacunas**

Una vacuna se define como una suspensión de microorganismos vivos, atenuados, inactivados o sus fracciones, administradas para inducir inmunidad y prevenir enfermedades infecciosas o sus secuelas (Galindo Santana, 2011).

El Programa Ampliado de Inmunizaciones (PAI) es el componente preventivo de la política de salud familiar comunitaria e intercultural. Su propósito es garantizar y asegurar el acceso universal a la

inmunización para todos los niños y niñas y para la población en general en riesgo de contraer enfermedades prevenibles por vacunas. Entre sus logros está la erradicación de la poliomielitis, el sarampión y la rubéola en la Región de las Américas, la eliminación del tétanos neonatal como un problema de salud pública, así como la introducción de nuevas vacunas en el esquema básico nacional. El Estado Plurinacional de Bolivia, a través del Ministerio de Salud y Deportes anualmente invierte más de 80 millones de bolivianos, en la compra de 10 tipos de vacunas, con un total aproximado de 9 millones de dosis (Colque Mollo, 2013).

El esquema de vacunación, es una secuencia de administración de vacunas, diseñado para que en un período de tiempo se pueda inmunizar a una persona frente a las enfermedades que más les podrían afectar. Es una herramienta que ayuda a conocer en qué momento de la vida está recomendado recibir cada vacuna. En los calendarios recomendados de vacunación hay vacunas que están financiadas por la administración y otras que no lo están, y son igualmente importantes (PAI, 2024).

Las vacunas, son los medicamentos más seguros que existen, pues para su autorización han debido realizarse más estudios y controles que con ningún otro medicamento, principalmente porque están destinadas mayoritariamente a personas sanas. Los estudios de seguridad (que no produzcan efectos adversos graves o indeseables) incluyen a miles de personas. Posteriormente a su autorización y comercialización, estos estudios de seguridad se mantienen de manera muy estricta (PAI, 2024).

## **2.6. Cobertura de vacunas**

La cobertura de vacunación es el porcentaje de niños de 1 año que recibieron las vacunas recomendadas, en cualquier momento. Se calcula haciendo el cociente entre los niños de 1 año (entre 12 y 23 meses) que han sido vacunados contra la tuberculosis (BCG), tosferina, tétanos y difteria (DPT), antipolio y sarampión, respecto al total de niños de la misma edad. La forma de obtener los datos de las coberturas es a través de las encuestas de demografía y salud; se debe hacer registros continuos (Aguilar Fernández, 2017, pág. 27).

La inmunización previene enfermedades, discapacidades y defunciones por enfermedades prevenibles mediante vacunación, tales como la difteria, el sarampión, la tos ferina, la neumonía, la poliomielitis, las enfermedades diarreicas por rotavirus, la rubéola y el tétanos. La cobertura vacunal mundial (proporción de niños de todo el mundo que reciben las vacunas recomendadas) se ha mantenido estable en los últimos años. Por ejemplo, el porcentaje de lactantes completamente vacunados contra la difteria, el tétanos y la tos ferina (DTP3) se ha mantenido estable al 83% en los últimos tres años mientras que se estima que alrededor de 22,6 millones de lactantes en todo el mundo aun no reciben las vacunas básicas (Aguilar Fernández, 2017, pág. 28).

La inmunización previene cada año entre 2 y 3 millones de defunciones por difteria, tétanos, tos convulsa y sarampión. La cobertura vacunal mundial (proporción de niños de todo el mundo que reciben las vacunas recomendadas) se ha mantenido estable en los últimos años. Por ejemplo, el porcentaje de lactantes completamente vacunados contra la difteria, el tétanos y la tos convulsa se ha mantenido estable en 83% en los últimos tres años (OMS, 2024).

## 2.7. Mapa de la cobertura de vacunas

El mapa de calor de la figura 2-1, proporciona una representación visual integral de la cobertura de vacunación en todo el territorio boliviano. A través de una paleta de colores que destaca las variaciones en la cobertura, el mapa ofrece una visión panorámica que identifica claramente las áreas con mayor y menor alcance de la vacunación en los diversos municipios de Bolivia. La cobertura hace referencia al porcentaje de la población objeto que ha sido vacunada con dosis completa de todas las vacunas, obteniendo una ratio general de la cobertura por municipio y departamento, siendo datos preestablecidos por la página de datos abiertos de Bolivia:

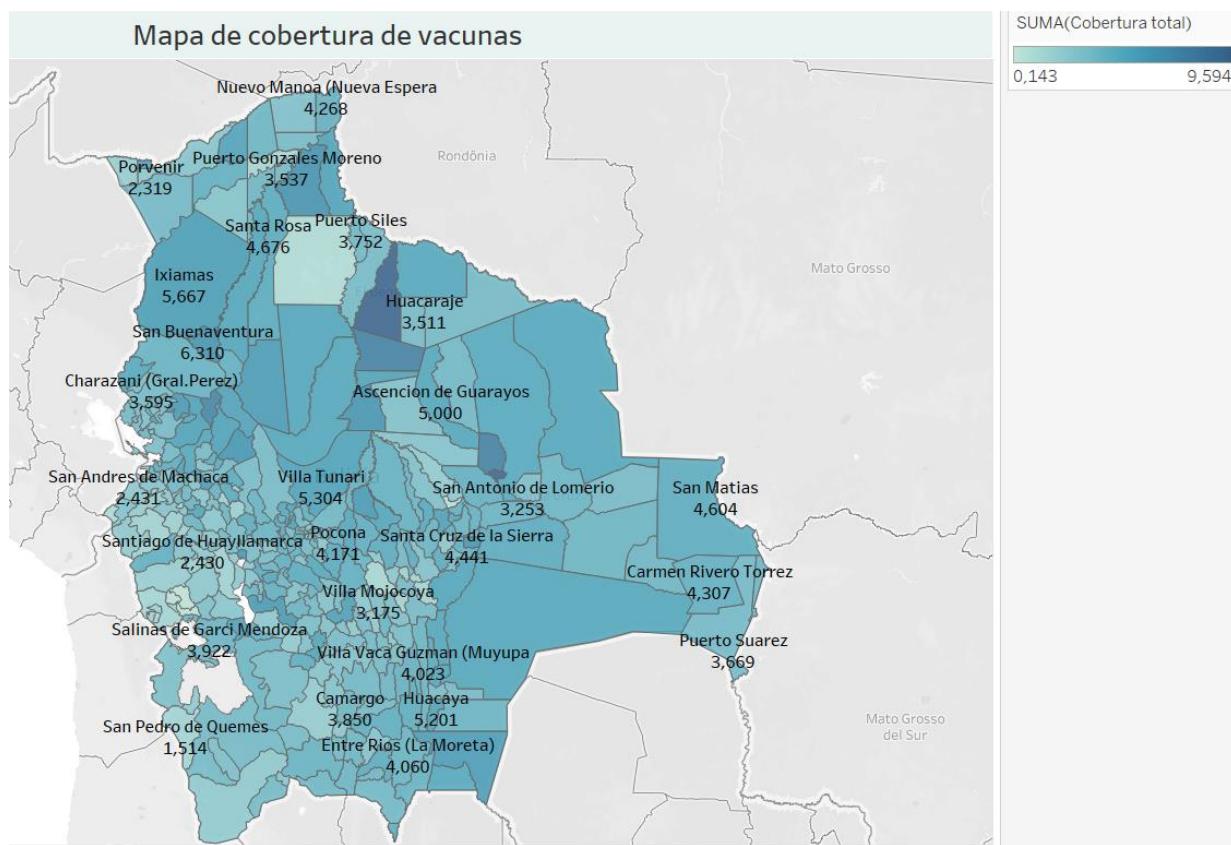


Figura 2- 1: Mapa de cobertura de vacunas hecho en Tableau  
Fuente: Elaboración propia, 2023

## 2.8. Herramientas del análisis de datos

### 2.8.1. Tableau

Tableau Software, la herramienta Tableau, del francés mesa, es un programa desarrollado por la empresa estadounidense Tableau Software, la cual desarrolla distintas aplicaciones para la visualización interactiva de datos basados en el análisis y la inteligencia del negocio (Collantes Campos J. J., 2019, pág. 20).

Tableau Software, no solo desarrolla una aplicación escritorio para el análisis y visualización de datos (Tableau Desktop), sino que también desarrolla varios softwares que permiten la visualización de datos en móviles, tablets y páginas web. Estos softwares son conocidos como Tableau Móvil y Tableau Online. Además de los softwares mencionados anteriormente, provee un software llamado Tableau Server, el cual es un servicio adicional para las distintas herramientas. Su funcionalidad básica es brindarles a los clientes de las herramientas Tableau, la posibilidad de crear una base de datos propia y ser almacenada en la nube. Esto logra una disponibilidad y extensibilidad notable del producto, ya que la base de datos puede ser accedida sin importar el lugar físico donde se encuentre la persona que lo vaya a utilizar, ni la cantidad de personas que quieran acceder (Collantes Campos J. J., 2019, pág. 21).

Tableau puede manejar una mayor capacidad sin degradar el rendimiento. Tiene una estructura basada en columnas que solo almacena valores únicos de cada columna permitiendo recuperar miles de millones de filas, proporcionando un análisis de grandes cantidades de datos de múltiples fuentes, a diferencia de otro software como Power BI, que tiene una capacidad de datos menor de hasta 10 GB que puede manejar desde bases de datos locales. Tableau puede acceder a una amplia gama de servidores y bases de datos en comparación con Power BI siendo una lista de servidores y bases de datos mucho mayor en comparación con Power BI el cual tiene un número limitado de fuentes de datos a las que puede acceder (Kingatúa, 2024).

Tableau proporciona un rendimiento mejor y más rápido, incluso cuando se manejan datos masivos, por otra parte, Power BI proporciona un rendimiento rápido, pero solo cuando se trabaja con pequeños volúmenes de datos, además, Tableau tiene un mejor soporte debido a su mayor base de clientes y foro comunitario, ofreciendo además soporte por correo, teléfono o portal de clientes (Kingatúa, 2024).

| Aspecto                | Tableau  | Power BI                                     |
|------------------------|--|--|
| Auto capacitación      | Amplia ayuda en métricas y diagramas, atención al cliente y foro comunitario | Limitada asistencia al cliente               |
| Modelado de datos      | Utiliza Tableau Prep Builder   | Utiliza Power Query (Power BI)               |
| Visualización de datos | Alta optimización y velocidad  | Buen nivel, pero menor optimización          |
| Volumen de datos       | Efectivo con grandes cantidades  | Limitado, con un tope para procesamiento     |
| Fuentes de datos       | Amplias opciones   | Limitadas a fuentes específicas de Microsoft |

**Tabla 2- 1: Tabla comparativa de Tableau y Power BI**  
**Fuente: Elaboración propia, 2024**

### 2.8.2. Python

Python, creado por Guido van Rossum en 1991, es un lenguaje de programación de alto nivel utilizado en diversos campos como la programación científica, inteligencia artificial y análisis de datos debido a su sintaxis simple y legible (Gallardo, 2023).

Python es un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y multipropósito. En los últimos años su utilización ha ido constantemente creciendo y en la actualidad es uno de los lenguajes de programación más empleados para el desarrollo de software (Fernandez, 2013).

Python en principio no fue diseñado para el análisis de datos o la computación científica, pero que con el paso de los años se ha destacado como una alternativa para tareas de análisis y visualización de grandes conjuntos de datos (Rivas, 2022).

Existen otras herramientas para el análisis de datos aparte de Python, como el lenguaje de programación R, sin embargo, existen ciertas diferencias las cuales hacen que Python sea la mejor opción, una de ellas es la curva de aprendizaje, R tiene una curva de aprendizaje pronunciada, por lo que para otros usuarios sin experiencia en programación lo pueden encontrar difícil al principio, a diferencia de Python que enfatiza la productividad y legibilidad del código, es preferible por su facilidad de aprendizaje (Parada, 2024).

Python es un lenguaje de alto nivel conocido por su versatilidad y legibilidad del código. En contraste, R, aunque es adecuado para manipular datos comunes como archivos de texto y hojas de cálculo, puede requerir códigos más extensos para tareas simples y no es tan eficiente para obtener información de la web como lo es Python, que admite una amplia gama de formatos de datos (Parada, 2024).

| Aspecto                | Python  | R  |
|------------------------|---|--|
| Curva de aprendizaje   | Menos pronunciada, más fácil de aprender  | Pronunciada, puede ser difícil al principio  |
| Nivel de programación  | Alto nivel  | Bajo nivel   |
| Legibilidad del código | Destaca por su legibilidad y productividad  | Menos legible, requiere códigos más largos   |
| Velocidad              | Más rápida en procesamientos simples  | Más lenta, requiere más código para simples procesamientos                             |
| Versatilidad           | Excelente para obtener información de la web y manejar diversos formatos de datos | Menos versátil, mejor para datos comunes como archivos de texto, csv, hojas de cálculo |

**Tabla 2- 2: Tabla comparativa de Python y R**  
**Fuente: Elaboración Propia, 2024**

### 2.8.3. Jupyter Notebook

Jupyter Notebook es una aplicación cliente-servidor lanzada en 2015 por la organización, sin ánimo de lucro, Proyecto Jupyter. Esta entidad se creó con el objeto de desarrollar software de código abierto, estándares abiertos y servicios para la computación interactiva en docenas de lenguajes de programación. Entre ellos se encuentran tres que dan el nombre a dicho proyecto: Julia, Python y R (Jiménez García J., 2021, pág. 15).

Jupyter Notebook es un entorno informático interactivo basado en la web para crear cuadernos. Son documentos JSON (formato de texto sencillo para el intercambio de datos), que sigue un esquema versionado y que contiene una lista de celdas de entrada y salida, que pueden contener texto, fórmulas matemáticas, gráficos y texto enriquecidos. El programa se ejecuta desde la aplicación web que funciona en cualquier navegador, por defecto el que haya predeterminado. Los documentos creados en Jupyter pueden exportarse a formatos como HTML, PDF, Markdown o Python y a su vez compartirse con otros usuarios en plataformas como GitHub (Jiménez García J. J., 2021, pág. 15).

Jupyter destaca por su facilidad de uso y ejecución inmediata de código con resultados visuales, mientras que herramientas como VSCode, aunque también pueden realizar estas funciones, tienen una curva de aprendizaje más pronunciada y requieren configuración adicional, haciendo la experiencia menos intuitiva y ágil. (SaturnCloud, 2024).

Otro punto importante es la colaboración, Jupyter está diseñado para la colaboración, compartiendo cuadernos con otros usuarios y trabajar juntos en tiempo real, además soporta el control de versión, lo que facilita el seguimiento de los cambios. VSCode por su parte, no está diseñado para la colaboración fuera del entorno, pero admite extensiones que se integran con herramientas de colaboración como GitHub y GitLab (SaturnCloud, 2024).

| Aspecto           | Jupyter Notebook   | VSCode  |
|-------------------|--|---|
| Facilidad de uso  | Fácil de usar, ejecución inmediata de código con resultados visuales   | Curva de aprendizaje más pronunciada, requiere configuración adicional  |
| Colaboración      | Diseñado para colaboración, compartir cuadernos y trabajar en tiempo real, soporta control de versión                            | No diseñado específicamente para colaboración externa, pero admite extensiones para integración con herramientas de colaboración como GitHub y GitLab |
| Análisis de datos | Proporciona una experiencia interactiva y ágil para explorar, visualizar y analizar datos en un entorno flexible y fácil de usar | Ofrece herramientas de desarrollo más amplias, pero no está tan centrado en la experiencia de análisis de datos como Jupyter Notebook                 |

**Tabla 2- 3: Tabla comparativa de Jupyter y VSCode**  
**Fuente: Elaboración propia, 2024**

## 2.9. Análisis exploratorio de datos

El Análisis Exploratorio de Datos (AED) es, por una parte, una perspectiva o actitud sobre el análisis de datos, en la que se exhorta a que el investigador adopte una actitud activa en y hacia el análisis de los mismos, como un medio para sugerir nuevas hipótesis de trabajo. Por otra parte, se compone de un renovado utilaje conceptual e instrumental respecto a lo que podríamos llamar Estadística Descriptiva “clásica”, con el fin de optimizar la cantidad de información que los datos recogidos puedan ofrecer al investigador (Capa Benítez, 2017).

Las técnicas del análisis exploratorio de datos suelen estar acompañadas de métodos de visualización gráfica capaces de identificar conexiones, tendencias o sesgos presentes en las bases de datos inicialmente desestructuradas (Yrigoyen, 2009).

En general, el análisis exploratorio de datos se caracteriza por el uso de herramientas o técnicas con mucha carga visual o gráfica, con énfasis en revelar información vital sobre la data examinada. El arsenal correspondiente está compuesto, entre otros, por instrumentos como:

- Diagrama de caja y bigotes (Boxplot): Un resumen visual de la distribución (comportamiento) de una variable que provee detalles acerca de si uno o ambos extremos de la distribución contienen valores inusualmente grandes o pequeños (Olivares, 2002, pág. 121)
- Diagrama de dispersión: Gráfico que muestra la relación entre variables. Es útil para examinar la dirección, fuerza y forma de la relación (Olivares, 2002, pág. 121).
- Mapa de calor: Son una representación gráfica en colores, de un par de variables con la combinación de sus valores utilizados para identificar puntos precisos (Anaguano Bucheli, 2021).
- Gráfico de barras: Un gráfico de barras se utiliza para representar la distribución de frecuencias de una variable cualitativa y cuantitativa discreta (Díaz-Levicoy, 2019).

## 2.10. Visualización

La visualización de datos es la representación gráfica de información y datos. Al utilizar elementos visuales como cuadros, gráficos y mapas, las herramientas de visualización de datos proporcionan una manera accesible de ver y comprender tendencias, valores atípicos y patrones en los datos (Tableau, 2024).

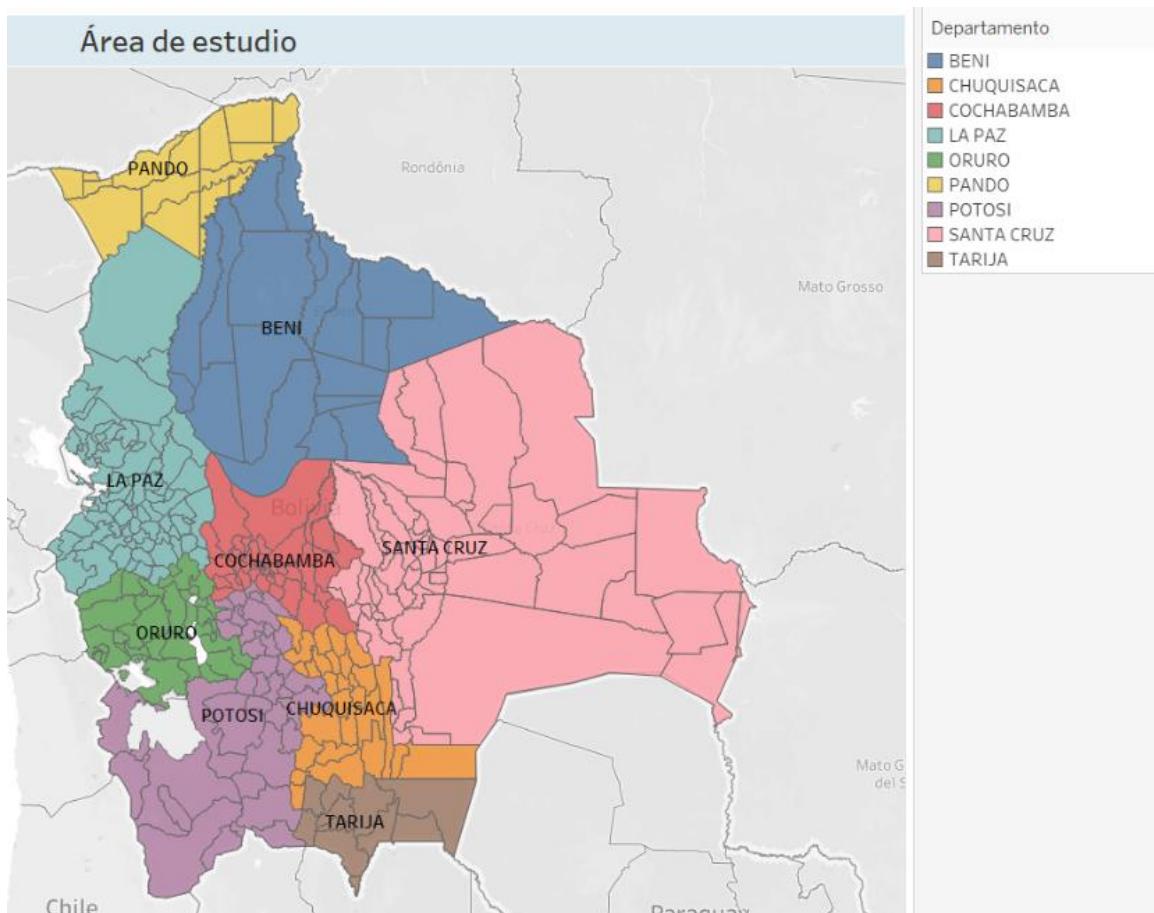
La visualización a partir de los datos pretende construir un conjunto gráfico, sintético o complementario, que destaque lo más significativo o los asuntos clave, que permitan entender, establecer agrupaciones, relaciones o tendencias estadísticas, que reduzcan al mínimo la entropía y facilite el obtener conclusiones o pruebas para su interpretación. Los datos son representaciones referentes a atributos o variables cuantificados, originados por la toma de muestras y su posterior transformación alfanumérica o visual de algún asunto más o menos significativo de un acontecimiento, acción o cosa (Sancho, 2014)

### 3. Marco metodológico

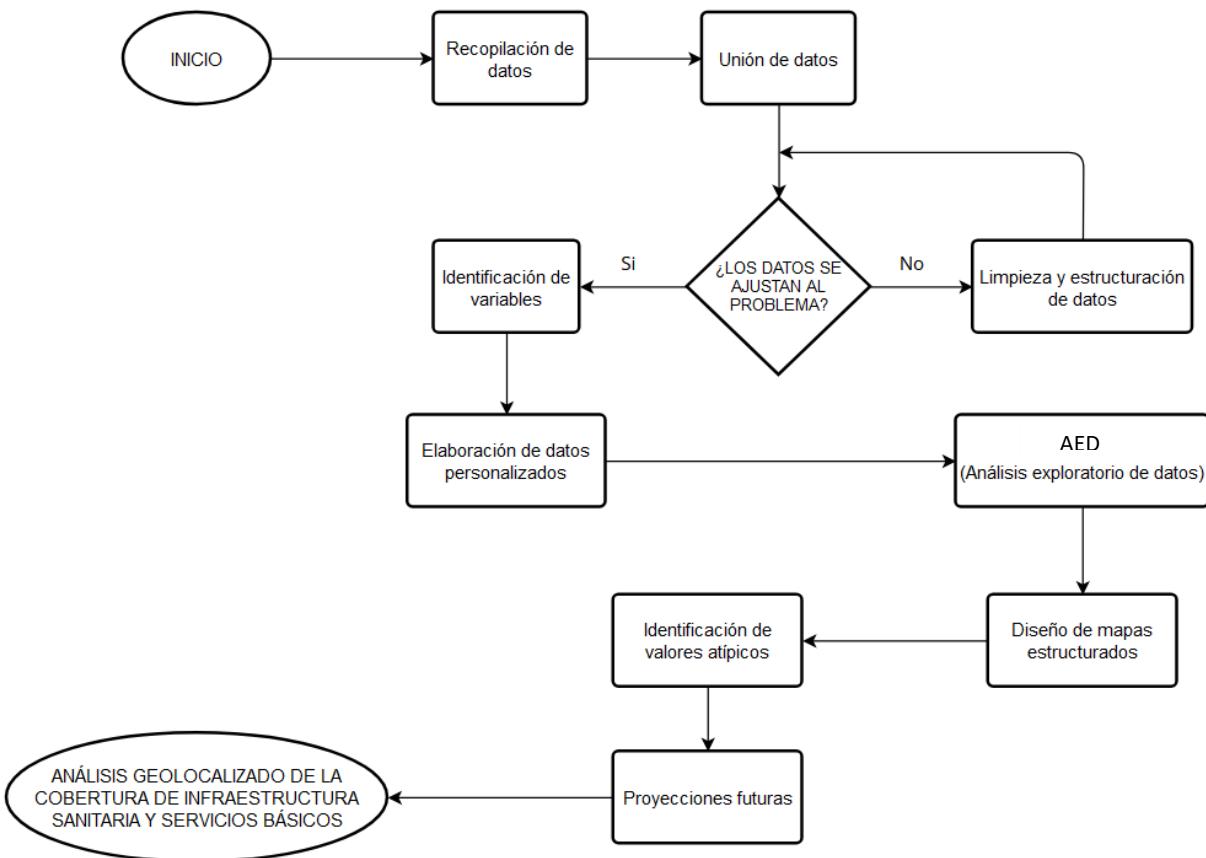
A continuación, se detalla la metodología propuesta, que se fundamenta en un enfoque interdisciplinario que combina el análisis de datos de vacunas, cantidad de mortalidad fetal y la cantidad de establecimientos de salud. Esta metodología tiene como objetivo principal proporcionar una visión integral y precisa de la demanda de servicios de salud en Bolivia, permitiendo la identificación de áreas críticas que requieren una mayor inversión en infraestructura.

#### 3.1. Área de estudio

Este estudio, como se muestra en la figura 3-1, se centra en los departamentos de Bolivia donde se tiene información obtenida de GeoBolivia y datos abiertos de Bolivia, centrándose en los establecimientos de salud, cobertura de vacunas y mortalidad fetal.



### 3.2. Flujograma metodológico



**Figura 3- 2: Flujograma metodológico**  
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Se recopilaron datos de establecimientos de salud, cobertura de vacunas y mortalidad fetal, que sean útiles para la propuesta de solución y relacionados al problema principal. Estos datos fueron analizados y recolectados de la fuente de Datos abiertos de Bolivia (Datos Abiertos Bolivia, 2023), GeoBolivia (GeoBolivia, 2023) y los límites municipales fueron obtenidos de la página de Plataforma de datos geoespaciales IIGEO (IIGEO, 2023). Enfocándonos principalmente en la recopilación de datos tengan relación con el sector sanitario.

Se unieron los datasets para lograr tener una comunicación con las demás variables y establecer relaciones entre los datos y así lograr tener una fuente de datos más enriquecida para el análisis y obtención de resultados del proyecto.

En caso de que los datos no se ajusten al problema, procedemos a realizar una limpieza y estructuración de datos, con el fin de obtener datasets sin datos faltantes y datos mal estructurados para que el posterior tratado de los mismos sea mucho más llevadero.

Si los datos se ajustan al problema, procedemos a realizar una selección de variables necesarias para el análisis, teniendo en cuenta que cada dataset tiene una gran cantidad de variables y que algunas no están orientadas a la solución del problema, seleccionamos las más relevantes de cada dataset.

Elaboramos datos personalizados con el fin de poder tener variables nuevas y más completas que servirán para tener datos más generales, principalmente en la cobertura de vacunas y mortalidad fetal.

Una vez finalizado con la limpieza, selección y elaboración de datos, procedemos a realizar el análisis exploratorio de datos, el cual consiste en analizar a fondo los datos y encontrar disparidades que se asemejen a nuestro problema principal, donde utilizamos gráficos de barras, tortas y Boxplot entre otros gráficos, siendo el análisis exploratorio de datos, la parte más fundamental del análisis y del proyecto.

Procedemos a realizar el diseño de los mapas para visualizar los valores atípicos encontrados en el análisis exploratorio, en donde procedemos a mostrar de manera panorámica, las áreas o zonas donde existen la distribución de recursos.

Identificamos los valores atípicos encontrados, en los mapas y el análisis exploratorio, en donde realizamos una recopilación de la información obtenida, para tener un resumen de las visualizaciones y valores encontrados.

Procedemos a realizar las proyecciones futuras en base a datos históricos, en donde realizamos proyecciones hasta el año 2030 para observar la evolución de la infraestructura sanitaria en el país, los servicios y las necesidades requeridas para esos años.

Los pasos anteriores nos llevan a cubrir el tema de investigación y análisis sobre la infraestructura sanitaria y el alcance de los servicios básicos en Bolivia, para tener una idea más precisa del estado y accesibilidad a los servicios de salud del país.

### **3.3. Fuentes de información**

#### **3.3.1. Fuente secundaria**

Las fuentes de datos secundarias son el conjunto de información que ya ha sido recopilado por otra persona o entidad durante un proceso de investigación diferente.

Los datos obtenidos se encuentran distribuidos de manera libre en la página de datos abiertos de Bolivia, los cuales son datos accesibles, estandarizados y reutilizables que las entidades del sector público del estado generan y la página de mapas geoespaciales GeoBolivia, el cual es el nodo central de la infraestructura de datos espaciales del estado plurinacional de Bolivia, donde encontramos los datos base utilizados para la realización de este proyecto en un formato .csv y .shp

### **3.4. Obtención de datasets**

Se recopilaron datos clave relacionados con los servicios de salud, la demografía y la infraestructura disponible en los distintos departamentos y municipios del país. La fuente de esta información provino de la base de Datos Abiertos de Bolivia y GeoBolivia, garantizando así la veracidad y seguridad de los

datos recopilados. El enfoque primordial de este análisis se centró en la identificación y clasificación de la cantidad y variedad de establecimientos que componen el sector sanitario, proporcionando una visión integral y detallada de la red de atención médica en cada región. Este proceso meticuloso de recopilación y análisis sienta las bases para una comprensión completa de la infraestructura de salud y servicios de cobertura de vacunas y mortalidad fetal, permitiendo así abordar de manera más precisa las necesidades y desafíos específicos de cada área geográfica.

Se aclara que las tablas solo muestran una parte de la cantidad de los establecimientos por departamento debido a la gran cantidad de datos, las tablas más completas se pueden encontrar en Anexos (pág. 83).

### 3.4.1. Datos municipales

Los datos fueron obtenidos de la página Plataforma de datos geoespaciales IIGEO-UMSA, obteniendo una extensión .shp, la que, al ser un archivo geoespacial, nos permitirá trabajar con límites municipales. Los datos hacen referencia a los departamentos capitales, los municipios junto con la ubicación geográfica, la provincia y el código municipal, como se muestra en la tabla 3-1 a continuación:

| CAPITAL (Municipios.shp) | DEPARTAMEN (Municipios.shp) | NOMBRE (Municipios.shp) | PROVINCIA (Municipios.shp) | CODDEP ... | CODPRO ... | Geometría |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|------------|------------|-----------|
| YANACACHI                | La Paz                      | Yanacachi               | Sur Yungas                 | 2          | 11         | Polygon   |
| YAMPARAEZ                | Chuquisaca                  | Yamparaez               | Yamparaez                  | 1          | 6          | Polygon   |
| YACUIBA                  | Tarija                      | Yacuiba                 | Gran Chaco                 | 6          | 3          | Polygon   |
| YACO                     | La Paz                      | Yaco                    | Loayza                     | 2          | 9          | Polygon   |
| WARNES                   | Santa Cruz                  | Warnes                  | Warnes                     | 7          | 2          | Polygon   |
| WALDO BALLI              | La Paz                      | Waldo Ballivian         | Pacajes                    | 2          | 3          | Polygon   |
| VITICHI                  | Potosi                      | Vitichi                 | Nor Chichas                | 5          | 6          | Polygon   |

**Tabla 3- 1: Datos Municipales de Bolivia**

Fuente: (Datos Abiertos Bolivia, 2023)

### 3.4.2. Datos del censo poblacional

La tabla contiene características de la población boliviana por departamento y municipio. Tomando en cuenta principalmente las variables necesarias como la cantidad poblacional por departamento y municipio, como se puede observar en la tabla 3-2:

| cod.mun | departamento_y_municipio | t_2001 | h_01   | m_01   | t_2012 | h_12   | m_12   | tmn_2001_2012(%) | tac_2001_2012(%) | est_sal_ultpar | dom_ultpar |
|---------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|------------------|----------------|------------|
| 10101   | Sucre                    | 214913 | 102930 | 111983 | 261201 | 124667 | 136534 | 2.390.673.802    | 17.398.296.861   | 83             | 15,4       |
| 10102   | Yotala                   | 9497   | 4663   | 4834   | 9461   | 4704   | 4757   | -17.712.361.232  | -338.755.106     | 67,3           | 31,3       |
| 10103   | Poroma                   | 16966  | 8479   | 8487   | 17377  | 8714   | 8663   | -68.060.347.744  | 2.135.008.816    | 27,7           | 69,5       |
| 10201   | Azurduy                  | 11349  | 5573   | 5776   | 10652  | 5414   | 5238   | -128.138.528.139 | -5.653.417.502   | 34,9           | 63,5       |
| 10202   | Tarvita                  | 15791  | 7869   | 7922   | 14261  | 7237   | 7024   | -62.560.386.473  | -9.090.108.149   | 41,6           | 56,7       |
| 10301   | Zudariez                 | 7423   | 3755   | 3668   | 11362  | 5795   | 5567   | -3.282.650.287   | 37.969.946.756   | 62,8           | 35,3       |
| 10302   | Presto                   | 8892   | 4346   | 4546   | 12385  | 6305   | 6080   | -31.012.122.921  | 29.553.671.491   | 33,3           | 64,7       |
| 10303   | Mojocoya                 | 7926   | 4023   | 3903   | 8068   | 3985   | 4083   | -46.430.644.225  | 1.583.864.447    | 42,3           | 54,9       |
| 10304   | Icla                     | 8616   | 4295   | 4321   | 7774   | 3884   | 3890   | -80.854.309.687  | -9.172.568.837   | 36,8           | 60,7       |

**Tabla 3- 2: Datos del censo poblacional de Bolivia**

Fuente: (Datos Abiertos Bolivia, 2023)

### 3.4.3. Datos de los establecimientos de salud

La tabla 3-3 detalla la cantidad acumulada de establecimientos de salud a nivel nacional; desglosado por departamentos y municipios, por nivel de atención, en función a la caracterización y cartera de servicios ofrecidos.

| Departamen | Nivel de atención | Nombre de establecimie...     | Subsector           | ≡ | Tipo Establecimiento   | Latitud (generado) | Longitud (generado) | Geometria |
|------------|-------------------|-------------------------------|---------------------|---|------------------------|--------------------|---------------------|-----------|
| Santa Cruz | 2do NIVEL         | HOSPITAL COSSMIL              | FF.AA. de la Nacion |   | HOSPITAL SEGUNDO NIVEL | -17,7840           | -63,1870            | Point     |
| Pando      | 1er NIVEL         | C.S. SANIDAD FFAA             | FF.AA. de la Nacion |   | CENTRO SALUD           | -11,0323           | -68,7619            | Point     |
| Santa Cruz | 1er NIVEL         | P.S. SALINAS(SCZ-SAN ANT...). | Iglesia             |   | PUESTO DE SALUD        | -16,9823           | -61,8584            | Point     |
| La Paz     | 1er NIVEL         | P.S. COLQUEAMAYA              | Iglesia             |   | PUESTO DE SALUD        | -17,5880           | -67,7777            | Point     |
| La Paz     | 1er NIVEL         | P.S. ANCHALLANI               | Iglesia             |   | PUESTO DE SALUD        | -17,1344           | -67,6854            | Point     |
| La Paz     | 2do NIVEL         | HOSPITAL SAN FRANCISCO ...    | Iglesia             |   | HOSPITAL SEGUNDO NIVEL | -16,4698           | -68,1144            | Point     |
| Potosí     | 2do NIVEL         | HOSPITAL N.I.S. DE CONCEP...  | Iglesia             |   | HOSPITAL SEGUNDO NIVEL | -19,5923           | -65,7466            | Point     |
| Potosí     | 2do NIVEL         | HOSPITAL N.I.S. DE CONCEP...  | Iglesia             |   | HOSPITAL SEGUNDO NIVEL | -19,5905           | -65,7406            | Point     |
| La Paz     | 2do NIVEL         | HOSPITAL METODISTA            | Iglesia             |   | HOSPITAL SEGUNDO NIVEL | -16,5270           | -68,1047            | Point     |
| Cochabamba | 2do NIVEL         | HOSPITAL MARIA INMACUL...     | Iglesia             |   | HOSPITAL SEGUNDO NIVEL | -17,3702           | -66,1233            | Point     |

**Tabla 3- 3: Datos de los establecimientos de salud de Bolivia**

Fuente: (Datos Abiertos Bolivia, 2023)

### 3.4.4. Datos de la cobertura de vacunas

Los datos se muestran a continuación en la tabla 3-4, los cuales fueron obtenidos de la página de datos abiertos:

| id  | cod_dept | departamento | cod_mun | municipio          | cobertura_bcg | cobertura_pentavalente | cobertura_antipolio | cobertura_antirotavirica | cobertura_antiamarilica |
|-----|----------|--------------|---------|--------------------|---------------|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|
| 6   | 1        | CHUQUISACA   | 10301   | ZUDAÑEZ            | 0,379357014   | 0,525263558            | 0,525263558         | 0,514320568              | 0,417064071             |
| 177 | 4        | ORURO        | 40504   | YUNGUYO DE LITORAL | 0,181503676   | 0,363007353            | 0,363007353         | 0,363007353              | 0,274615023             |
| 246 | 6        | TARIJA       | 60402   | YUNCHARA           | 0,541679475   | 0,882163716            | 0,882163716         | 0,812519212              | 0,88945199              |
| 2   | 1        | CHUQUISACA   | 10102   | YOTALA             | 0,558028914   | 0,606745724            | 0,606745724         | 0,668748937              | 0,599645146             |
| 201 | 5        | POTOSI       | 50103   | YOCALLA            | 0,551417464   | 0,628960544            | 0,624652596         | 0,594496953              | 0,688292275             |
| 262 | 7        | SANTA CRUZ   | 70403   | YAPACANI           | 0,874169692   | 0,822946179            | 0,824294166         | 0,850579916              | 0,870007113             |
| 87  | 2        | LA PAZ       | 21103   | YANACACHI          | 0,401447479   | 0,626821503            | 0,626821503         | 0,654993255              | 0,708036491             |
| 18  | 1        | CHUQUISACA   | 10602   | YAMPARAEZ          | 0,341567396   | 0,530869809            | 0,530869809         | 0,432103333              | 0,491155626             |
| 242 | 6        | TARIJA       | 60301   | YACUBA             | 0,995593704   | 0,986268339            | 0,982715819         | 1,014,888,498            | 0,932522031             |
| 76  | 2        | LA PAZ       | 20903   | YACO               | 0,681088046   | 0,834666723            | 0,814634721         | 0,761216051              | 0,946464094             |

**Tabla 3- 4: Datos de la cobertura de vacunas de Bolivia**

Fuente: (Datos Abiertos Bolivia, 2023)

### 3.4.5. Datos de la mortalidad fetal

La siguiente tabla 3-5 detalla los datos de los registros de nacimientos obtenidos de la ya previamente mencionada página de datos abiertos:

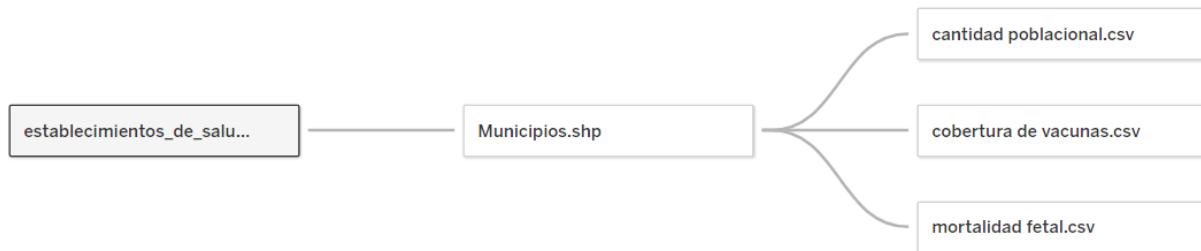
| Departamento | Municipio (Minsalud Registro Nacidos.Csv) | Mortalidad total | Nacidos Muertos Atendidos Por Partera | Nacidos Muertos Atendidos Por Personal De Salud | Nacidos Muertos |
|--------------|---|------------------|---------------------------------------|---|-----------------|
| CHUQUISACA   | ZUDAÑEZ                                   | 1                | 0                                     | 1   | 0               |
| ORURO        | YUNGUYO DE LITORAL                        | 0                | 0                                     | 0   | 0               |
| TARIJA       | YUNCHARA                                  | 0                | 0                                     | 0   | 0               |
| CHUQUISACA   | YOTALA                                    | 0                | 0                                     | 0   | 0               |
| POTOSI       | YOCALLA                                   | 2                | 2                                     | 0   | 0               |
| SANTA CRUZ   | YAPACANI                                  | 6                | 0                                     | 5   | 1               |
| LA PAZ       | YANACACHI                                 | 1                | 0                                     | 1   | 0               |
| CHUQUISACA   | YAMPARAEZ                                 | 0                | 0                                     | 0   | 0               |
| TARIJA       | YACUBA                                    | 23               | 0                                     | 18  | 5               |
| LA PAZ       | YACO                                      | 4                | 0                                     | 0   | 4               |
| SANTA CRUZ   | WARNES                                    | 10               | 1                                     | 8   | 1               |

**Tabla 3- 5: Datos de la mortalidad fetal de Bolivia**

Fuente: (Datos Abiertos Bolivia, 2023)

### 3.5. Unión de los datasets

En la figura 3-3, realizamos la unión de los datasets en la herramienta de Tableau Desktop, en donde utilizamos el id para establecer una relación y comunicación con los demás datasets, los cuales son:



**Figura 3- 3: Conexión de datos**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

### 3.6. Limpieza de datos

Consiste en la depuración de datos erróneos de una tabla o base de datos. Esta acción permite identificar datos incorrectos, incompletos o poco relevantes para nuestro caso de estudio. El tipo de limpieza de datos que se realizó, consistió en la corrección y eliminación de registros inexactos, en general, significó identificar los datos incompletos, inexactos e irrelevantes. Analizamos los datasets seleccionados haciendo una limpieza para que el posterior tratado de los mismos sea más factible para el análisis. Esto se llevó a cabo utilizando las herramientas de Tableau desktop y Jupyter donde se realizaron las siguientes tareas:

- Limpieza de valores nulos en los datasets (archivo.csv).
- Corregir errores en nombres de las variables procesadas.
- Corregir el tipo de dato de las variables departamento y municipio

El tener limpio y ordenado los datos fue de suma importancia para comprender los mismos y poder tener un manejo posterior de los datos sin mucha dificultad. La limpieza y ordenamiento de datos se realizaron de manera individual para cada dataset, dado que estaban separados por gestiones.

#### 3.6.1. Limpieza de datos de establecimientos de salud

Para el dataset de los establecimientos de salud, se procedió a realizar una corrección de datos, por el hecho de que existían valores mal interpretados, estas correcciones se realizaron mediante el lenguaje de programación de Python, ya que al ser un archivo .shp no es posible editar los valores desde Tableau siendo Python la herramienta más adecuada para este propósito, utilizando su amplia gama de bibliotecas especializadas para la limpieza, transformación y estructuración de datos.

Una parte de los datos erróneos se muestran en la siguiente figura, los cuales serán corregidos por la herramienta previamente mencionada, para evitar errores al momento de trabajar con las visualizaciones:

Editar alias [Nombre de establecimiento]

| Miembro   | Tiene ali | Valor (alias)                                   |
|---|-----------|---|
| HOSPITAL DE LA MUJER                            |           | HOSPITAL DE LA MUJER                            |
| HOSPITAL DE LA MUJER DR PERCY BOLAND ...        |           | HOSPITAL DE LA MUJER DR PERCY BOLAND ...        |
| HOSPITAL DE REHABILITACION Y SALUD MENT...      |           | HOSPITAL DE REHABILITACION Y SALUD MENT...      |
| <b>HOSPITAL DEL NIÑO</b>                        |           | <b>HOSPITAL DEL NIÑO</b>                        |
| HOSPITAL DEL NIÑO MANUEL A. VILLARROEL          |           | HOSPITAL DEL NIÑO MANUEL A. VILLARROEL          |
| HOSPITAL DEL NIÑO MARIO ORTÍZ SUAREZ            |           | HOSPITAL DEL NIÑO MARIO ORTÍZ SUAREZ            |
| <b>HOSPITAL DEL NIÑO SOR TERESA HUARTE TAMA</b> |           | <b>HOSPITAL DEL NIÑO SOR TERESA HUARTE TAMA</b> |
| HOSPITAL DEL NORTE                              |           | HOSPITAL DEL NORTE                              |
| HOSPITAL DERMATOLÓGICO                          |           | HOSPITAL DERMATOLÓGICO                          |
| HOSPITAL EDUARDO EGUIA                          |           | HOSPITAL EDUARDO EGUIA                          |
| HOSPITAL ELIZABETH SETON CPS                    |           | HOSPITAL ELIZABETH SETON CPS                    |
| HOSPITAL ESCOMA                                 |           | HOSPITAL ESCOMA                                 |
| HOSPITAL GASTROENTEROLÓGICO                     |           | HOSPITAL GASTROENTEROLÓGICO                     |

**Figura 3- 4: Limpieza y corrección de datos de los establecimientos de salud**  
**Fuente:** Elaboración propia, 2023

### 3.6.2. Limpieza de los datos de municipios

En cuanto al dataset de los municipios, se encontró que los datos presentaban un formato poco accesible para su manipulación, dado que estaban almacenados en un archivo espacial (.shp). Este tipo de formato planteó desafíos notables, especialmente en lo que respecta a la codificación de caracteres y la presencia de tildes en los nombres de los municipios. Con el objetivo de superar estas dificultades, se implementó un script personalizado diseñado específicamente para abordar el problema de las tildes en los nombres.

El script que se muestra en la figura 3-5, desempeñó un papel crucial al normalizar los caracteres, asegurando la coherencia y uniformidad en la representación de los nombres municipales. Esta normalización fue esencial para evitar posibles complicaciones durante el proceso de unión de datos y para mejorar la usabilidad general del conjunto de datos de municipios. Al abordar las particularidades de la codificación y las tildes, se logró una mayor consistencia en los datos, lo que, a su vez, facilitó análisis posteriores más precisos y sin contratiempos. En última instancia, este enfoque contribuyó significativamente a la mejora de la calidad y la utilidad del conjunto de datos de municipios para futuras investigaciones y análisis.

```

import geopandas as gpd
from unidecode import unidecode

#Subimos el archivo shapefile (shp) en un DataFrame de GeoPandas
archivo_shp = "preparacion de datos/municipios"
gdf = gpd.read_file(archivo_shp)

#Mostramos todos los valores que tienen tilde en la columna específica
columna_con_tildes = "NOMBRE"
valores_con_tildes = gdf[gdf[columna_con_tildes].str.contains('[áéíóúñ]', case=False, regex=True)]
print("Valores con tilde:")
print(valores_con_tildes)

#Quitamos las tildes de la columna y mostrar el resultado final
gdf[columna_con_tildes] = gdf[columna_con_tildes].apply(unidecode)

# Mostrar el DataFrame con la columna modificada
print("\nDataFrame con tildes eliminadas:")
print(gdf)

```

**Figura 3- 5: Función para la corrección de valores con tildes**

Fuente: Elaboración propia, 2023

De esta manera tenemos los municipios estructurados y listos para el análisis de datos, los cuales son importantes para entender la distribución y cobertura de recursos

### 3.6.3. Limpieza de datos de cobertura de vacunas

El dataset de la cobertura de vacunas presentaba columnas que no son necesarias para nuestro análisis como se muestra en la tabla 3-6, ya que contienen valores inapropiados que generan problemas para el posterior análisis, así que procedimos a eliminarlas.

| departamento | cod_mun | municipio                              | cobertura_bcg | cobertura_pentavalente | cobertura_antipolio | cobertura_antirotavirica | cobertura_antiamarilica | Unnamed: 15 | Unnamed: 16 | Unnamed: 17 | Unnamed: 18 | Unnamed: 19 |
|--------------|---------|--|---------------|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| CHUQUISACA   | 10101   | SUCRE                                  | 1,169257781   | 1,088201413            | 1,08772924          | 1,060185814              | 1,054758226             | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         |
| CHUQUISACA   | 10102   | YOTALA                                 | 0,558028914   | 0,606745724            | 0,606745724         | 0,688748937              | 0,599645146             | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         |
| CHUQUISACA   | 10103   | POROMA                                 | 0,661265675   | 0,704236008            | 0,704236008         | 0,689912564              | 0,579414035             | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         |
| CHUQUISACA   | 10201   | AZURDUY                                | 0,73510127    | 0,822518718            | 0,822518718         | 0,786757035              | 0,773139622             | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         |
| CHUQUISACA   | 10202   | TARVITA                                | 0,605449642   | 0,739004711            | 0,739004711         | 0,66480745               | 0,750117822             | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         |
| ...          | ...     | ...                                    | ...           | ...                    | ...                 | ...                      | ...                     | ...         | ...         | ...         | ...         | ...         |
| PANDO        | 90401   | NACEBE<br>(SANTA<br>ROSA DEL<br>ABUNA) | 0,580374481   | 1,130986168            | 1,145867564         | 1,011934992              | 1,389845167             | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         |
| PANDO        | 90402   | INGAVI<br>(HUMAITA)                    | 0,484451356   | 1,011028918            | 1,011028918         | 0,674019278              | 0,769758034             | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         |
| PANDO        | 90501   | NUEVO<br>MANOA<br>(NUEVA<br>ESPERANZA) | 0,525350853   | 0,95219842             | 0,95219842          | 0,804443493              | 1,033316748             | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         |
| PANDO        | 90502   | VILLA NUEVA<br>(LOMA ALTA)             | 0,532308494   | 0,737973139            | 0,75007106          | 0,75007106               | 0,822810561             | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         |
| PANDO        | 90503   | EUREKA<br>(SANTOS<br>MERCADO)          | 0,467893111   | 0,811014726            | 0,748628978         | 0,452296674              | 0,680812888             | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         | NaN         |

**Tabla 3- 6: Datos de la cobertura de vacunas antes de la limpieza de datos**

Fuente: (Datos Abiertos Bolivia, 2023)

Podemos observar el resultado de la tabla con las columnas eliminadas, como se muestra a continuación en la tabla 3-7:

| departamento | cod_mun | municipio                              | cobertura_bcgv | cobertura_pentavalente | cobertura_antipolio | cobertura_antirotavirica | cobertura_antiamarilica |
|--------------|---------|--|----------------|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|
| CHUQUISACA   | 10101   | SUCRE                                  | 1,169257781    | 1,088201413            | 1,08772924          | 1,060185814              | 1,054758226             |
| CHUQUISACA   | 10102   | YOTALA                                 | 0,558028914    | 0,606745724            | 0,606745724         | 0,668748937              | 0,599645146             |
| CHUQUISACA   | 10103   | POROMA                                 | 0,661265675    | 0,704236008            | 0,704236008         | 0,689912564              | 0,579414035             |
| CHUQUISACA   | 10201   | AZURDUY                                | 0,73510127     | 0,822518718            | 0,822518718         | 0,786757035              | 0,773139622             |
| CHUQUISACA   | 10202   | TARVITA                                | 0,605449642    | 0,739004711            | 0,739004711         | 0,66480745               | 0,750117822             |
| ...          | ...     | ...                                    | ...            | ...                    | ...                 | ...                      | ...                     |
| PANDO        | 90401   | NACEBE<br>(SANTA ROSA DEL ABUNA)       | 0,580374481    | 1,130986168            | 1,145867564         | 1,011934992              | 1,389845167             |
| PANDO        | 90402   | INGAVI<br>(HUMAITA)                    | 0,484451356    | 1,011028918            | 1,011028918         | 0,674019278              | 0,769758034             |
| PANDO        | 90501   | NUEVO<br>MANOA<br>(NUEVA<br>ESPERANZA) | 0,525350853    | 0,95219842             | 0,95219842          | 0,804443493              | 1,033316748             |
| PANDO        | 90502   | VILLA NUEVA<br>(LOMA ALTA)             | 0,532308494    | 0,737973139            | 0,75007106          | 0,75007106               | 0,822810561             |
| PANDO        | 90503   | EUREKA<br>(SANTOS<br>MERCADO)          | 0,467893111    | 0,811014726            | 0,748628978         | 0,452296674              | 0,680812888             |

Tabla 3- 7: Datos limpios de cobertura de vacunas

Fuente: Elaboración propia, 2023

### 3.6.4. Limpieza de datos de mortalidad fetal

Podemos observar en la tabla 3-8 que hay columnas con error en el tipo de dato y valores que no son reconocidos de manera correcta, como en los nacidos muertos o nacidos muertos atendidos por partera, por lo que procedemos con las correcciones para que queden correctamente estructurados.

| cod_dep | departamento | cod_mun | municipio             | nacidos_muertos | nacidos_muertos_atendidos_por_personal_de_salud | nacidos_muertos_atendidos_por_partera |
|---------|--------------|---------|-----------------------|-----------------|---|---------------------------------------|
| 2       | LA PAZ       | 20302   | CAQUIAVIRI            | 7.000000        | 0   | 1.000000                              |
| 2       | LA PAZ       | 20602   | GUANAY                | 0.000000        | 3   | 0.000000                              |
| 2       | LA PAZ       | 20403   | PUERTO CARABUCO       | 0.000000        | 1   | 0.000000                              |
| 2       | LA PAZ       | 20308   | SANTIAGO DE CALLAPA   | 0.000000        | 0   | 0.000000                              |
| 6       | TARIJA       | 60502   | EL PUENTE(TJA)        | 0.000000        | 0   | 0.000000                              |
| 2       | LA PAZ       | 20404   | HUMANATA              | 0.000000        | 0   | 0.000000                              |
| 9       | PANDO        | 90201   | PUERTO RICO           | 0.000000        | 0   | 0.000000                              |
| 2       | LA PAZ       | 21006   | LICOMA PAMPA          | 0.000000        | 0   | 0.000000                              |
| 7       | SANTA CRUZ   | 70302   | SAN MIGUEL DE VELASCO | 0.000000        | 0   | 0.000000                              |

Tabla 3- 8: Datos de la tabla mortalidad fetal antes de ser corregidos

Fuente: (Datos Abiertos Bolivia, 2023)

Una vez corregido, tenemos la tabla lista para ser utilizada, como se muestra a continuación en la tabla 3-9:

| cod_dep | departamento | cod_mun | municipio                    | nacidos_muertos | nacidos_muertos_atendidos_por_personal_de_salud | nacidos_muertos_atendidos_por_partera |
|---------|--------------|---------|------------------------------|-----------------|---|---------------------------------------|
| 2       | LA PAZ       | 21401   | COROICO                      | 1               | 1   | 0                                     |
| 3       | COCHABAMBA   | 31403   | SAN BENITO                   | 0               | 0   | 0                                     |
| 1       | CHUQUISACA   | 10302   | PRESTO                       | 1               | 0   | 1                                     |
| 7       | SANTA CRUZ   | 71501   | ASCENCION DE GUARAYOS        | 6               | 10  | 0                                     |
| 2       | LA PAZ       | 21602   | CURVA                        | 2               | 0   | 0                                     |
| 3       | COCHABAMBA   | 31002   | COLOMI                       | 20              | 1   | 0                                     |
| 5       | POTOSI       | 50204   | CHUQUIHUTA<br>AYLLU JUCUMANI | 1               | 0   | 3                                     |
| 3       | COCHABAMBA   | 31601   | TIRIQUE (CBBA)               | 1               | 2   | 0                                     |
| 5       | POTOSI       | 50702   | CARIPUYO                     | 9               | 0   | 0                                     |

**Tabla 3- 9: Datos de la tabla mortalidad fetal después de ser corregidos**

Fuente: Elaboración propia, 2023

### 3.7. Identificación de variables

Para este proceso distinguimos las cualidades más importantes de los datos recopilados y procedemos a la selección de los más representativos para posteriormente trabajarlos en el análisis.

Las variables elegidas se centran en las que más se asemejan a nuestro caso de estudio y problema general teniendo en cuenta de que existen datos innecesarios que se observaron en el procesamiento de datos hechos anteriormente, las cuales se muestran en la tabla 3-10:

| Tablas                    | Variables para el análisis  |
|---------------------------|---|
| Establecimientos de salud | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Departamento</li> <li>• Municipio</li> <li>• Nivel de atención</li> <li>• Tipo de establecimiento</li> <li>• Geometría</li> </ul>      |
| Cobertura de vacunas      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura Total</li> </ul>   |
| Municipios                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometría</li> </ul>   |
| Censo poblacional         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad poblacional</li> </ul>  |
| Mortalidad fetal          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nacidos muertos</li> <li>• Nacidos muertos atendidos por partera</li> <li>• Nacidos muertos atendidos por personal de salud</li> </ul> |

**Tabla 3- 10: Variables para el análisis**

Fuente: Elaboración propia, 2023

### 3.8. Elaboración de datos personalizados

Procedemos a crear campos calculados que nos ayudaran a trabajar sobre los datos ya procesados y así tener valores más concretos para nuestro análisis, estos campos calculados se diseñan con la finalidad de

proporcionar valores más precisos y específicos que serán de vital importancia para nuestro análisis subsiguiente.

Los campos nuevos que creamos se muestran en la tabla 3-11:

| Campos                     | Descripción  |
|----------------------------|--|
| Cobertura total de vacunas | Suma total de todas las coberturas de vacunas de cada departamento y municipio                                 |
| Mortalidad fetal           | Suma de la cantidad de nacimientos muertos y nacimientos muertos atendidos por personal de salud y por partera |

**Tabla 3- 11: Campos nuevos creados**

Fuente: Elaboración propia (2023)

Observamos como se procesaron los datos de todas las tablas, el uso de las herramientas como Python y Tableau para realizar el proceso, dejando los datos listos para realizar los análisis correspondientes con el fin de llegar a nuestros objetivos planteados.

### 3.9. Análisis exploratorio de datos

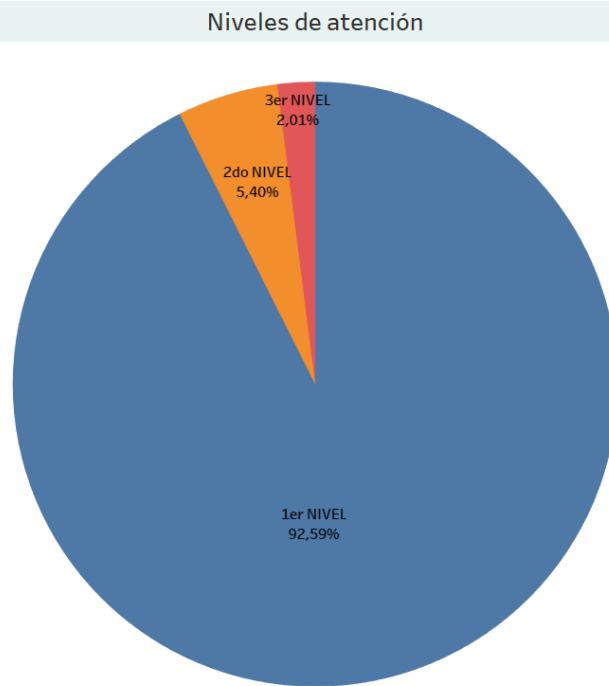
#### 3.9.1. Análisis de los establecimientos de salud

El grafico de barras por departamento muestra el porcentaje y la cantidad de establecimientos, permitiendo una comparación visual entre regiones en donde también podemos observar la línea de promedio del total de establecimientos de salud, como se muestra en la figura 3-6:



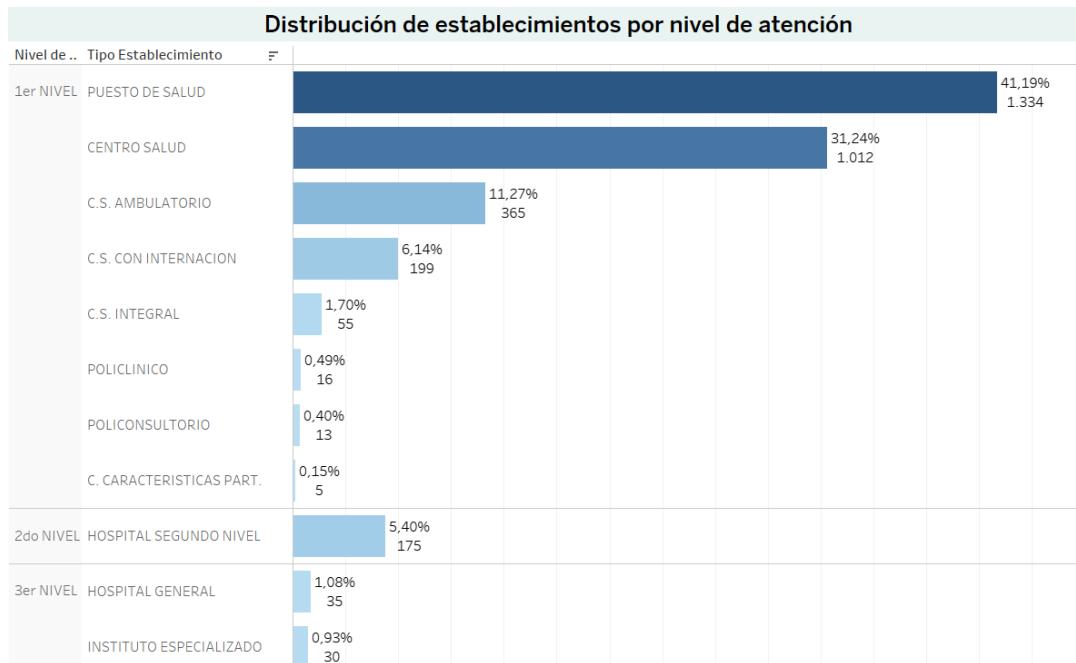
**Figura 3- 6: Cantidad de establecimientos por departamento**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

La cantidad de establecimientos de salud se dividen en 3 niveles de atención, siendo 93% de primer nivel, 5% de segundo nivel y 2% de tercer nivel, como se observa en el gráfico de la figura 3-7:

**Figura 3- 7: Gráfico de torta de los niveles de atención**

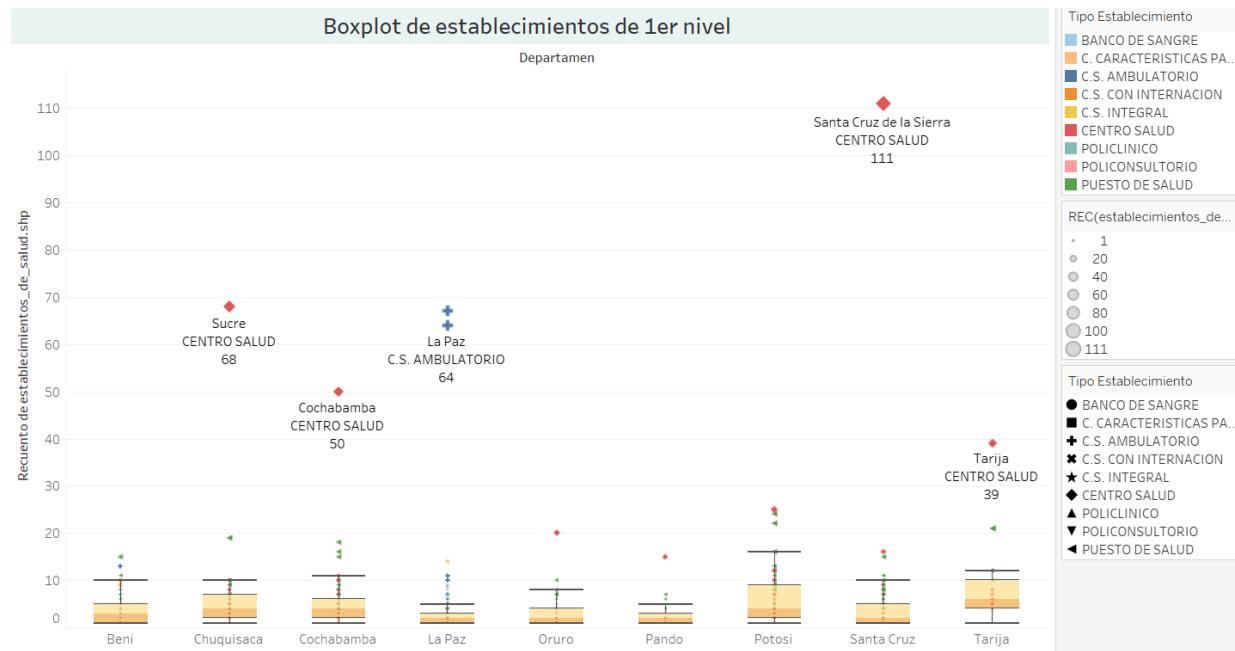
Fuente: Elaboración propia, 2023

La distribución por tipo de establecimiento de salud muestra que la mayor cantidad de establecimientos pertenecen a los puestos de salud, con un 41,16%, seguido de los centros de salud 31,24% y los centros ambulatorios con 11,27%, como se muestra a continuación en la figura 3-8:

**Figura 3- 8: Distribución de establecimientos por nivel de atención**

Fuente: Elaboración propia, 2023

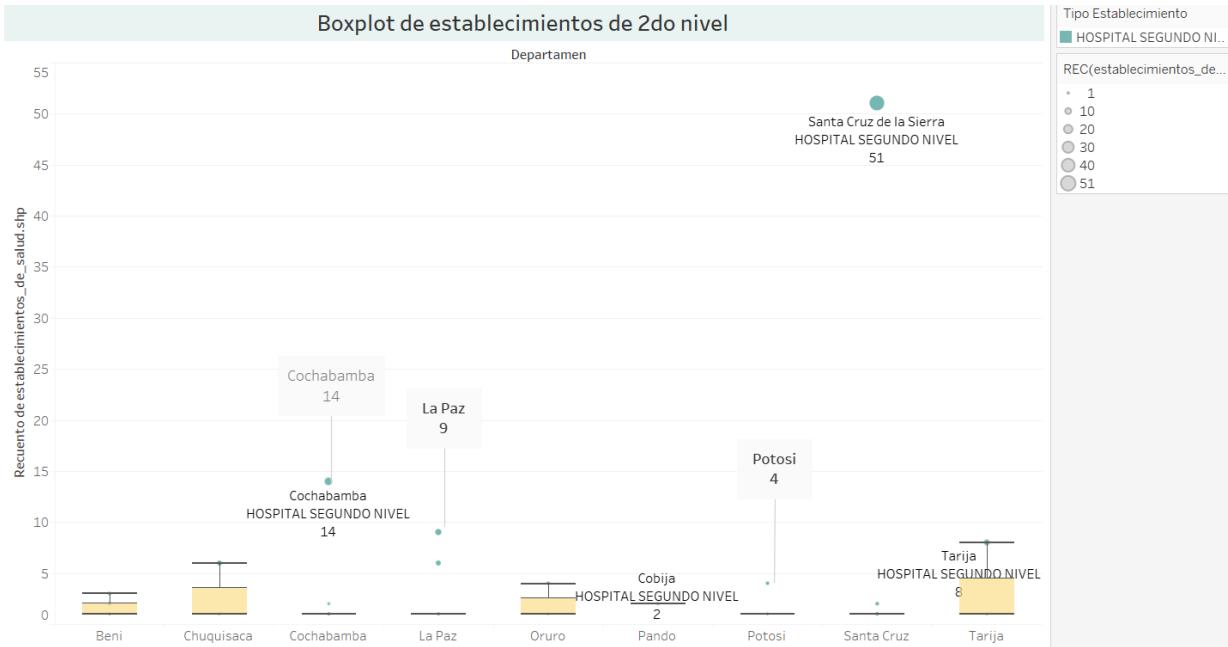
En la figura 3-9, mediante el análisis de Boxplot, podemos observar los valores atípicos que existen en los diferentes departamentos, en base al primer nivel de atención, los valores que se encuentran por encima de los límites de las cajas (bigote superior) indican datos que están significativamente más alejados de la mediana y de la mayoría de los datos. Estos puntos representan valores extremos, como se muestra a continuación:



**Figura 3- 9: Boxplot de establecimientos de 1er nivel**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

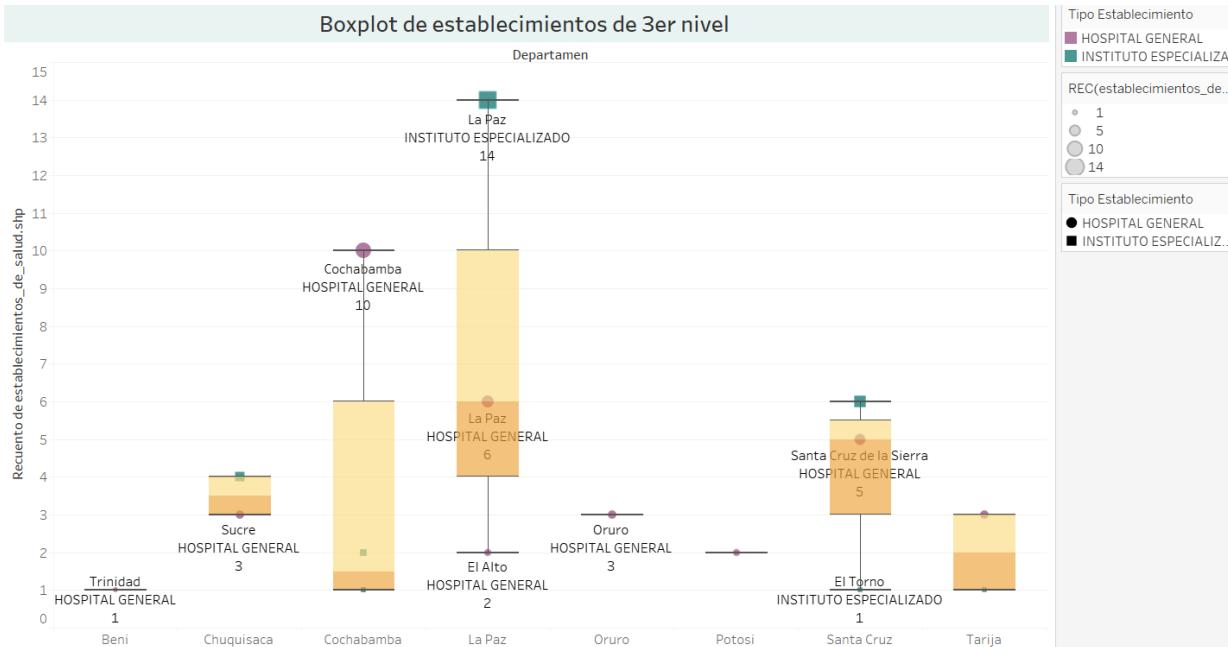
El diagrama de Boxplot nos proporciona información más detallada y precisa de la distribución de recursos, podemos observar que existen municipios que acumulan la mayor cantidad de establecimientos de salud en los diferentes departamentos, un claro ejemplo es el municipio de Santa Cruz de la Sierra, con 11 centros de salud, pertenecientes al primer nivel de atención, pasa al similar con los municipios de La Paz y El Alto, en donde sus números están muy por encima de los valores normales con respecto a los demás municipios de ese departamento, Cochabamba también presenta estas anomalías, donde ocupan gran parte de los recursos de primer nivel.

En la figura 3-10, realizamos el mismo análisis para los establecimientos de salud de segundo nivel, en donde podemos observar que la cantidad de establecimientos de este nivel son más reducidas en comparación con las de primer nivel, sin embargo, la distribución de estos recursos es mucho más dispareja, en donde la gran cantidad de estos recursos se agrupan en ciertos municipios, como se puede ver a continuación:



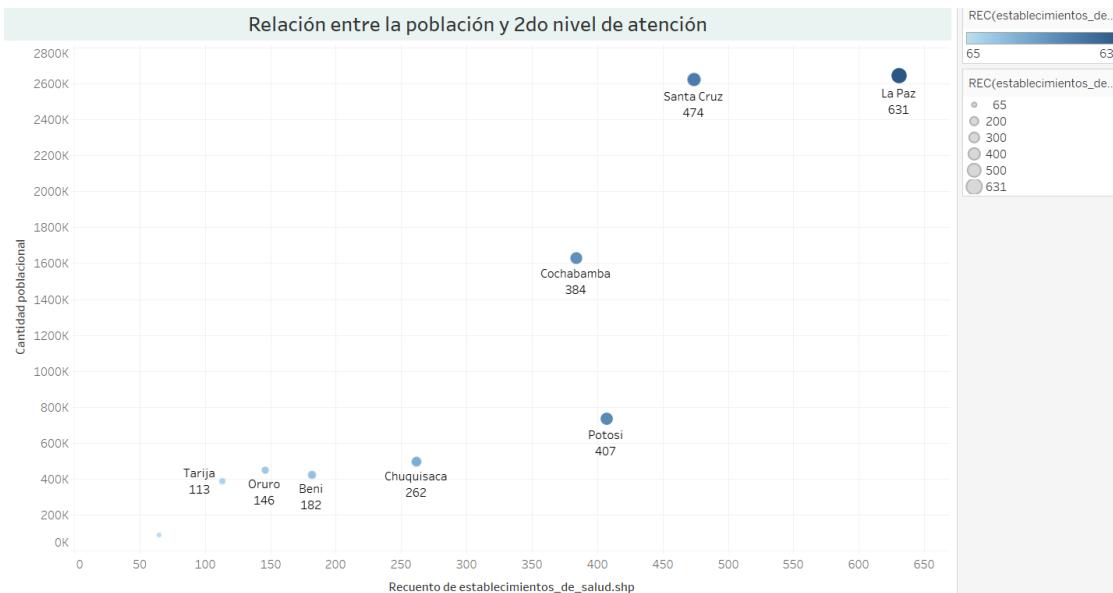
**Figura 3- 10: Boxplot de establecimientos de 2do nivel**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

Los establecimientos de salud de tercer nivel tienen una cantidad muy baja y solo se distribuyen, en su mayoría, en un solo municipio, indicando que la accesibilidad a estos recursos solo está disponible en zonas específicas de los departamentos, como se muestra en la figura 3-11:



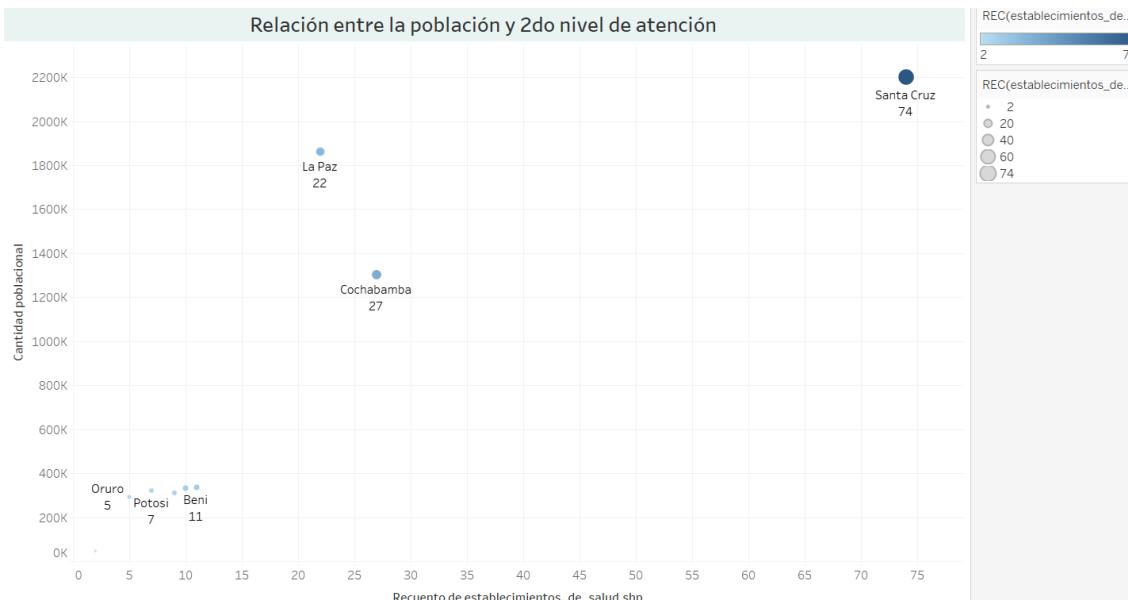
**Figura 3- 11: Boxplot de establecimientos de 3er nivel**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

La figura 3-12, el gráfico de dispersión muestra en la población con respecto a los establecimientos de salud de primer nivel, departamentos como Potosí con menor cantidad de habitantes posee más establecimientos que Cochabamba, por ejemplo:



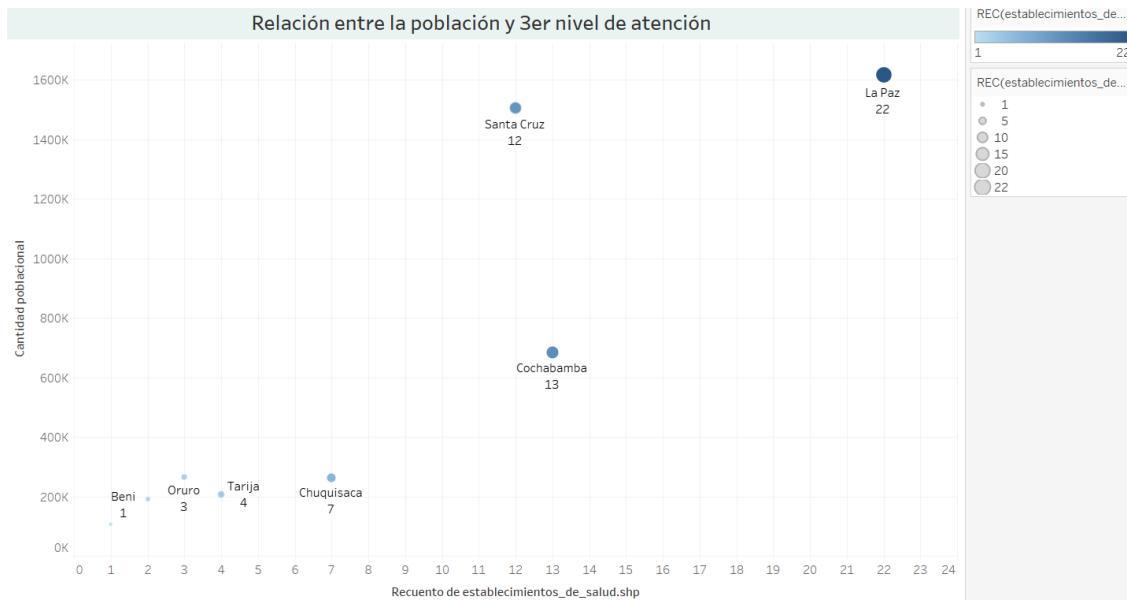
**Figura 3- 12: Relación entre la población y 1er nivel de atención**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 3-13 se puede observar mediante el grafico de dispersión, la relación entre la población y los establecimientos de salud de 2do nivel, el grafico señala los departamentos que podrían presentar problemas en la cobertura como La Paz, por su alto número de habitantes:



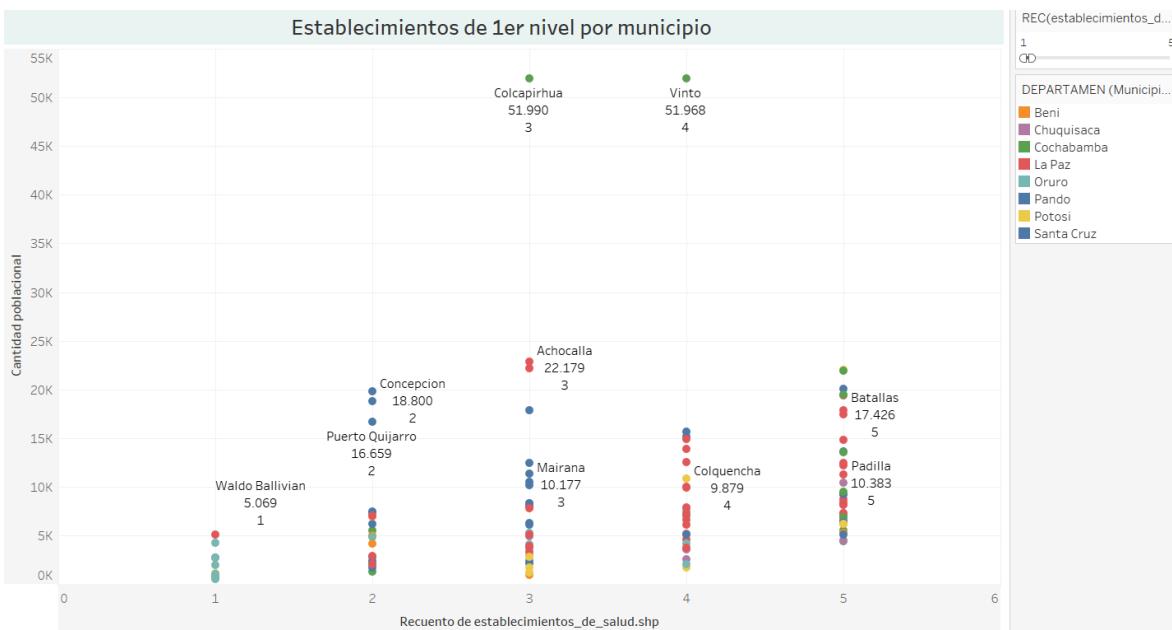
**Figura 3- 13: Relación entre la población y 2do nivel de atención**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

Podemos observar en la figura 3-14, la relación entre la población y los establecimientos de 3er nivel siendo que departamentos como Santa Cruz que poseen mayor cantidad de habitantes, tiene menos cantidad de este tipo de establecimientos que otros departamentos como Cochabamba:



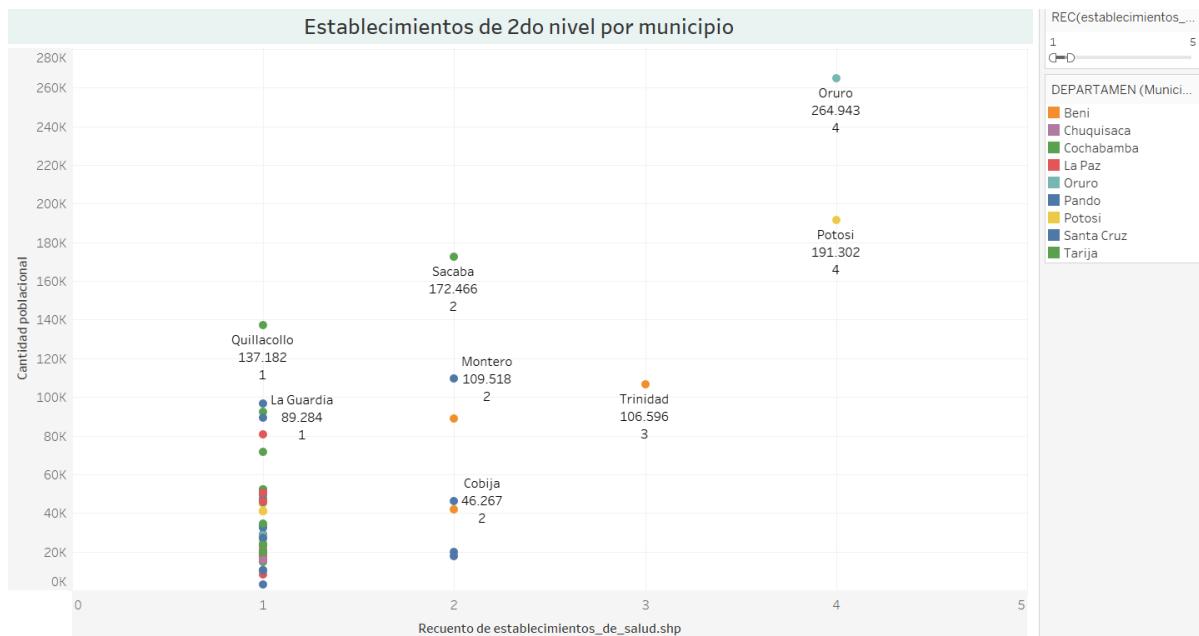
**Figura 3- 14: Relación entre la población y 3er nivel de atención**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

Analizamos los municipios con poca cantidad de establecimientos de salud por nivel de atención, tomando en cuenta la cantidad de población, observamos que los municipios de Colcapirhua y Vinto tienen una alta cantidad poblacional, sin embargo, no cuentan con una buena cantidad de recursos:



**Figura 3- 15: Análisis de los bajos índices de establecimientos de 1er nivel por municipio**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

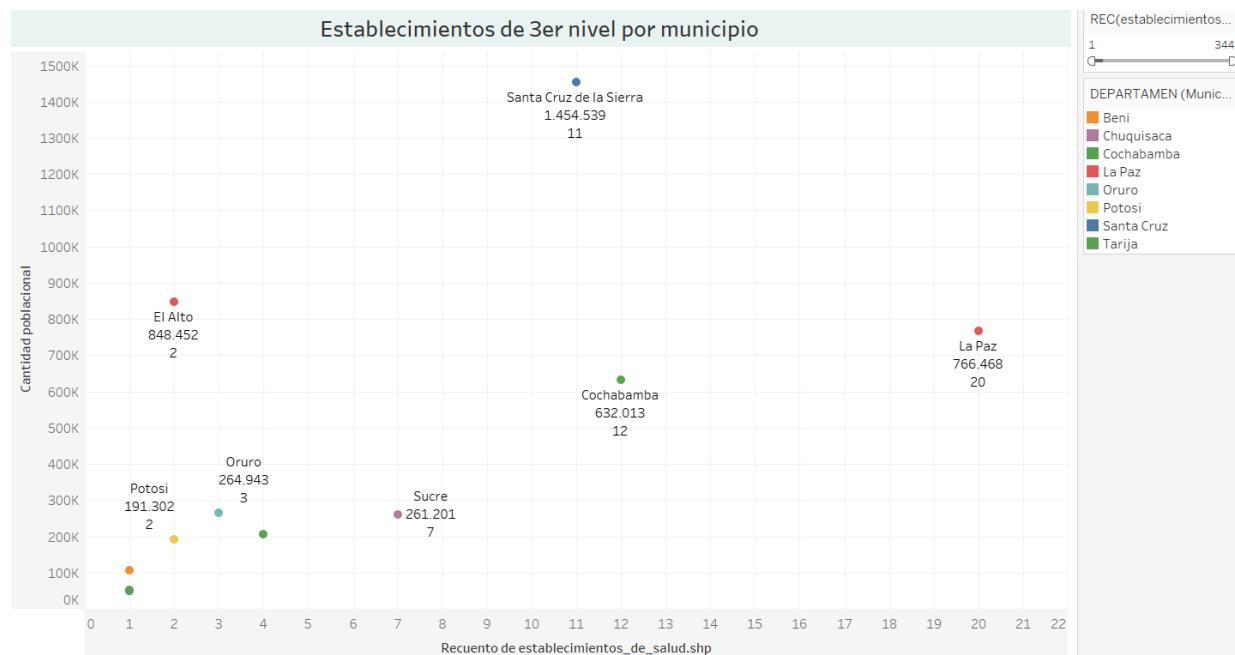
Para los establecimientos de 2do nivel, observamos en la figura 3-16, que el municipio de Quillacollo y Sacaba presentan una alta cantidad poblacional pero también poca disponibilidad de este tipo de recursos



**Figura 3- 16: Análisis de los bajos índices de establecimientos de 2do nivel por municipio**

Fuente: Elaboración propia, 2023

Siendo un caso similar el municipio de El Alto, que cuenta con una alta cantidad poblacional pero solo 2 establecimientos de 3er nivel, como se muestra en la figura 3-17:

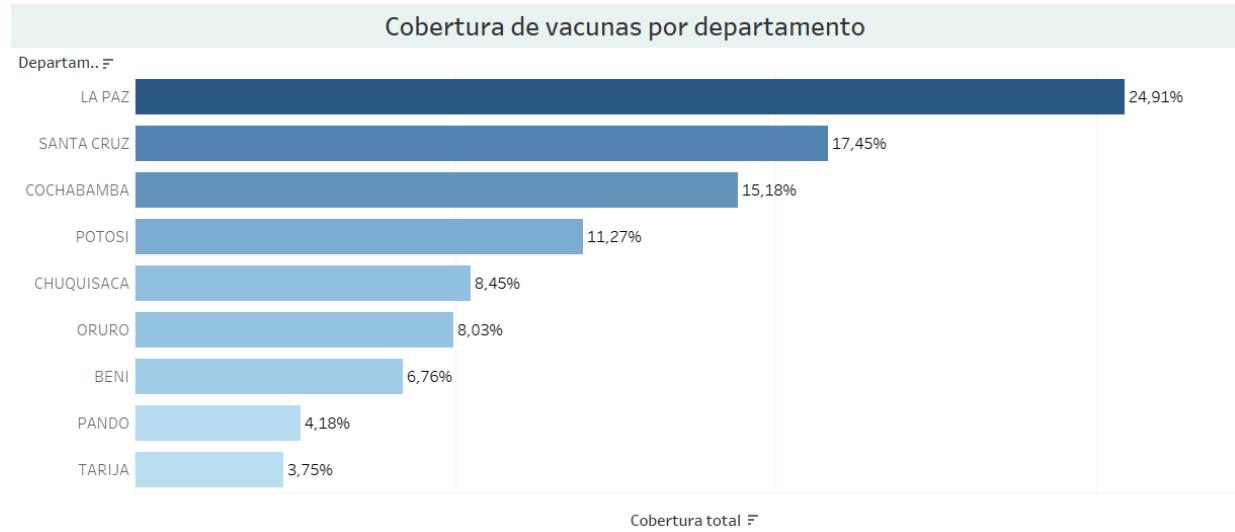


**Figura 3- 17: Análisis de los bajos índices de establecimientos de 3er nivel por municipio**

Fuente: Elaboración propia, 2023

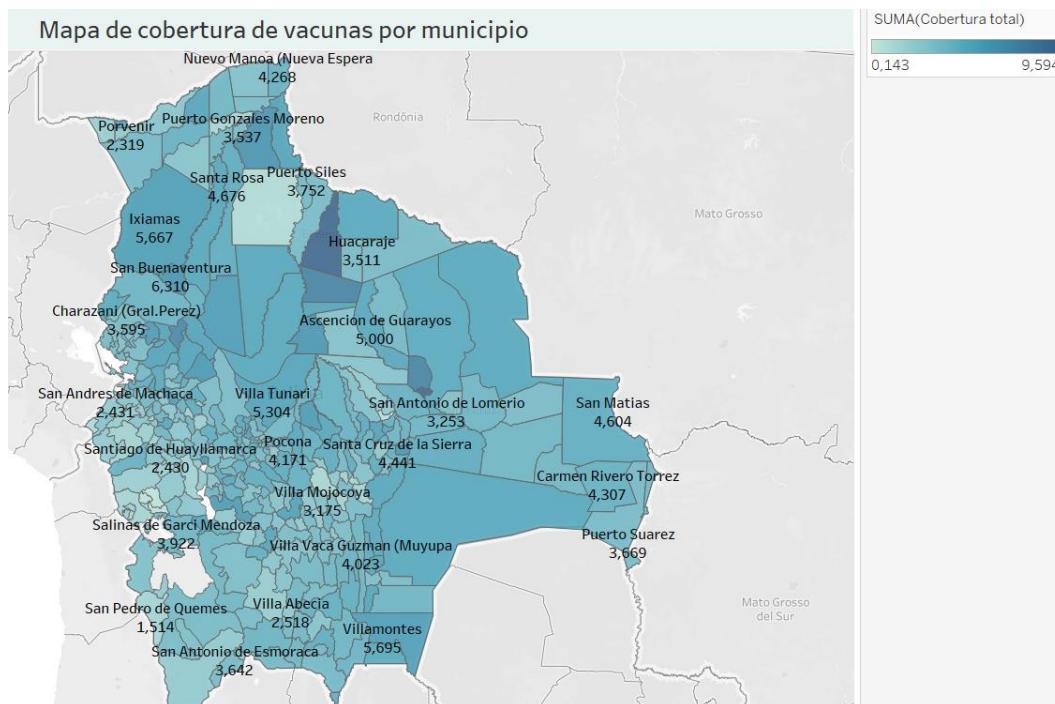
### 3.9.2. Análisis de la cobertura de vacunas

En la figura 3-18 se observa la cobertura total de vacunas por departamento, siendo el departamento de La Paz el que mayor cantidad tiene:



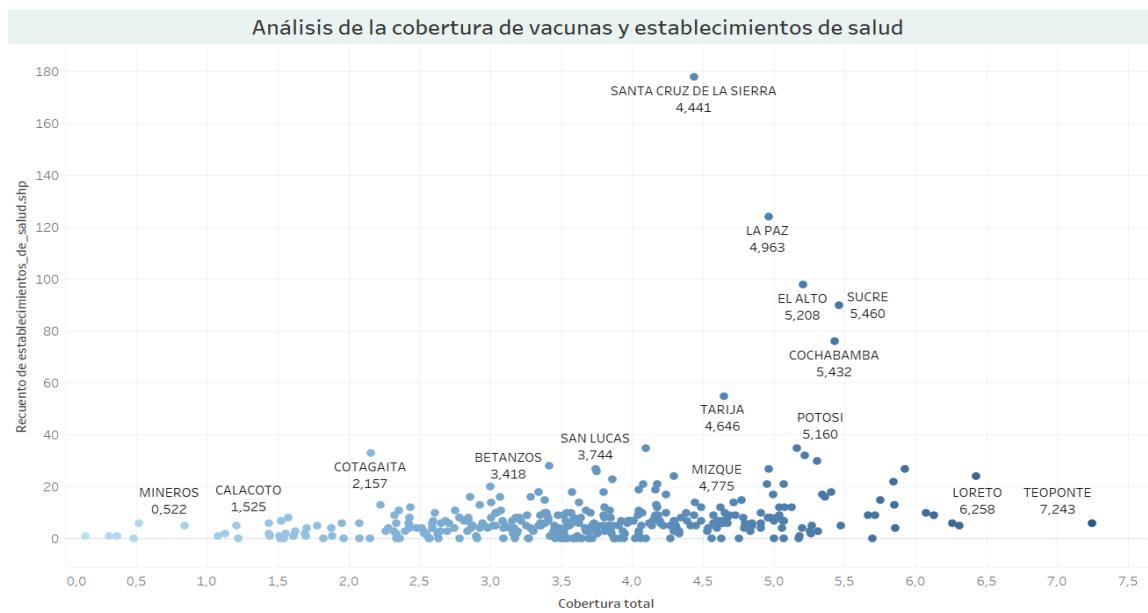
**Figura 3- 18: Cobertura de vacunas por departamento**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

Podemos observar los municipios con mayor y menor cobertura de vacunas en el mapa de calor de la figura 3-19, la cual indica que solo existen algunos pocos municipios con buena cobertura:



**Figura 3- 19: Mapa de la cobertura de vacunas por municipio**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

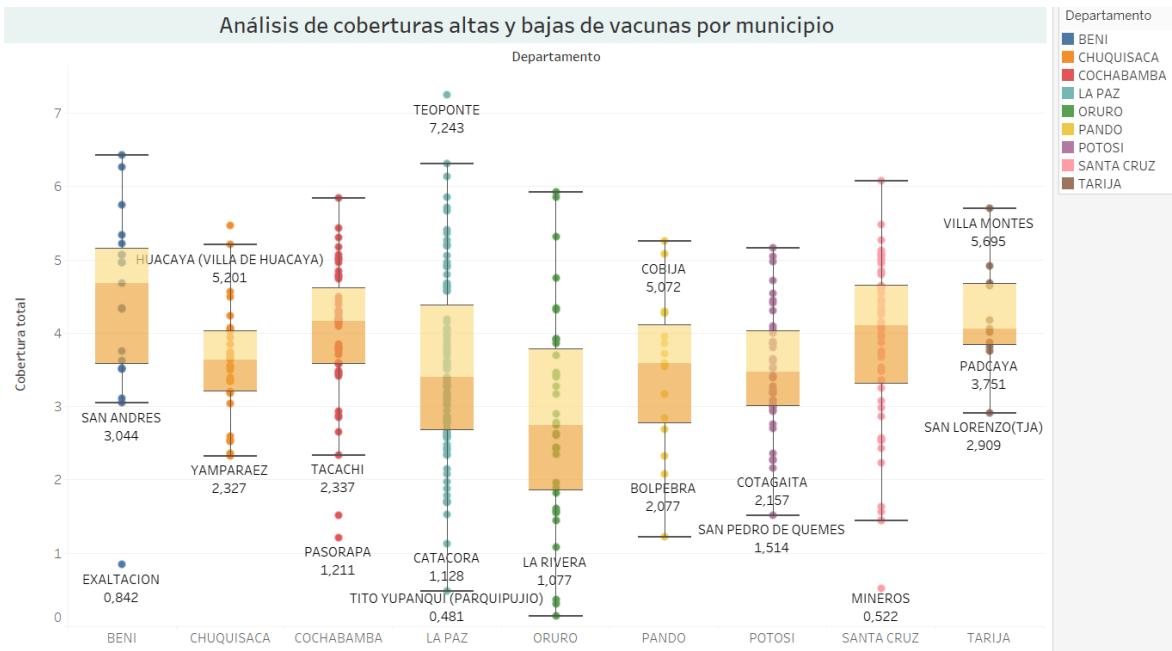
El municipio de Santa Cruz de la Sierra es el municipio con mayor cantidad de infraestructura, pero no cuenta con un buen índice de cobertura de vacunas, mientras que el municipio de Teoponte del departamento de La Paz cuenta con una cantidad de 6 establecimientos de salud, pero es el que mejor cobertura tiene, como se puede observar en la figura 3-20:



**Figura 3- 20: Análisis de la cobertura de vacunas y establecimientos de salud**

Fuente: Elaboración propia, 2023

Podemos observar en la figura 3-21, los valores atípicos en la cobertura de vacunas de los municipios y departamentos, donde existen muchos municipios que tienen valores por debajo de los límites:



**Figura 3- 21: Análisis de coberturas altas y bajas de vacunas por municipio**

Fuente: Elaboración propia, 2023

### 3.9.3. Análisis de la mortalidad fetal

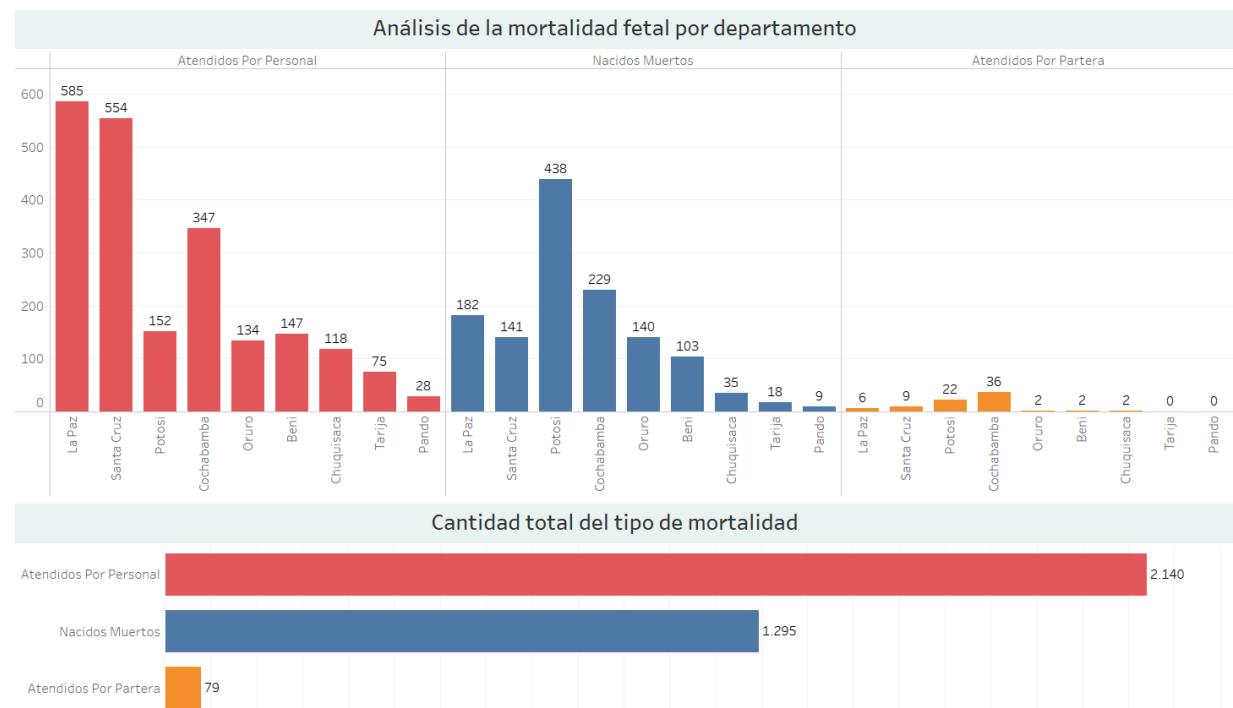
Podemos observar en la figura 3-22, que la paz tiene los índices más altos de mortalidad fetal en el país, seguido de Santa Cruz y Potosí:



**Figura 3- 22: Cantidad de mortalidad fetal por departamento**

Fuente: Elaboración propia, 2023

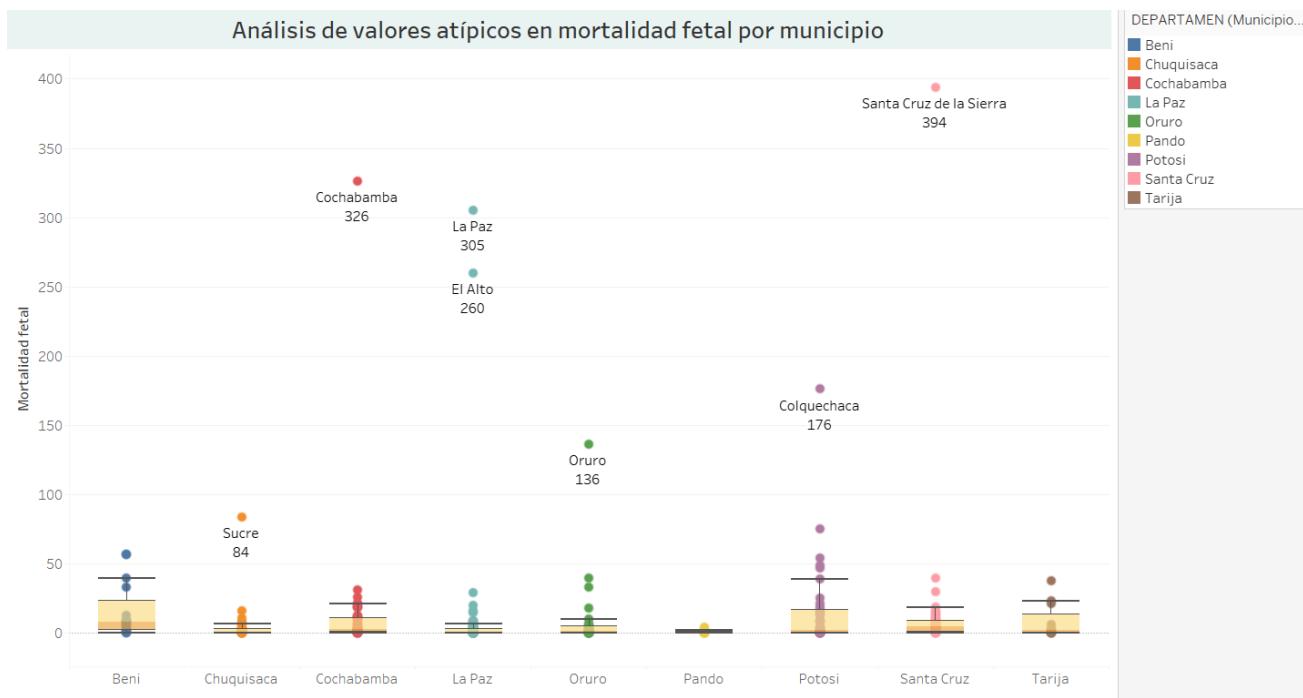
Podemos observar en la figura 3-23, la relación que hay entre los nacidos muertos, nacidos muertos atendidos por personal de salud y nacidos muertos atendidos por partera



**Figura 3- 23: Análisis de la mortalidad fetal por departamento**

Fuente: Elaboración propia, 2023

El Boxplot en la figura 3-24 nos muestra de mejor forma, los valores atípicos de la mortalidad fetal en los diferentes municipios de cada departamento, indicando que los municipios que presentan índices altos de defunción son Santa Cruz de la Sierra, Cochabamba, La Paz y el Alto, entre otros, sus valores están muy por encima de los límites superiores del diagrama, señalando un claro problema en la atención prenatal o debido a su alta cantidad de establecimientos de salud, podría deberse a falta de atención y recursos en este aspecto o incluso negligencia médica, como se puede observar a continuación:



**Figura 3- 24: Análisis de valores atípicos en mortalidad fetal por municipio**

Fuente: Elaboración propia, 2023

El grafico de dispersión de la figura 3-25, nos muestra los municipios con mortalidad fetal y su relación con los establecimientos de salud, en donde podemos observar que existen municipios como Colquechaca que presenta un alto número de defunciones pero que cuenta con un escasa cantidad de establecimientos de salud, siendo solo uno de muchos ejemplos que se pueden observar, donde por otro lado, también podemos observar municipios que tienen un buen balance en la cantidad de defunciones y establecimientos de salud, como por ejemplo los municipios de Sucre y Tarija, los cuales presentan una baja cantidad de mortalidad y una buena cantidad de establecimientos, como se puede observar a continuación:



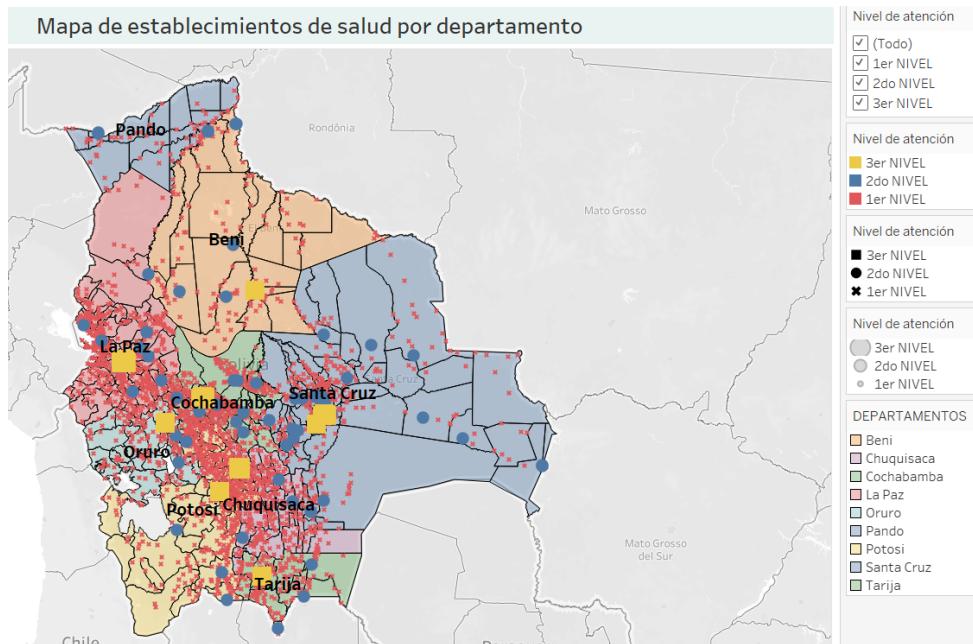
**Figura 3- 25: Análisis de la mortalidad fetal y establecimientos de salud**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

Al llevar a cabo el análisis de las relaciones entre variables, se identificaron significativas anomalías en forma de valores atípicos. Estos valores destacaron desigualdades notables en la distribución de establecimientos de salud y servicios fundamentales, tales como la cobertura de vacunas y la cantidad de mortalidad fetal. La detección y comprensión de estos valores atípicos resultaron ser elementos cruciales en el proceso analítico. No solo pusieron de manifiesto disparidades importantes en la accesibilidad y calidad de los servicios de salud, sino que también subrayaron la necesidad de una atención especial en ciertos segmentos geográficos o demográficos.

Este análisis no solo permitió la identificación de áreas o grupos de población con necesidades específicas, sino que también desempeñó un papel esencial en la formulación para las futuras interpretaciones de los resultados finales. La presencia de valores atípicos ofreció una visión más completa y matizada de la realidad subyacente, permitiendo una contextualización más precisa de los resultados observados. En última instancia, este enfoque analítico refinado facilitó la toma de decisiones informada y respaldó la implementación de estrategias más efectivas para abordar las disparidades identificadas en la prestación de servicios de salud y otros indicadores clave.

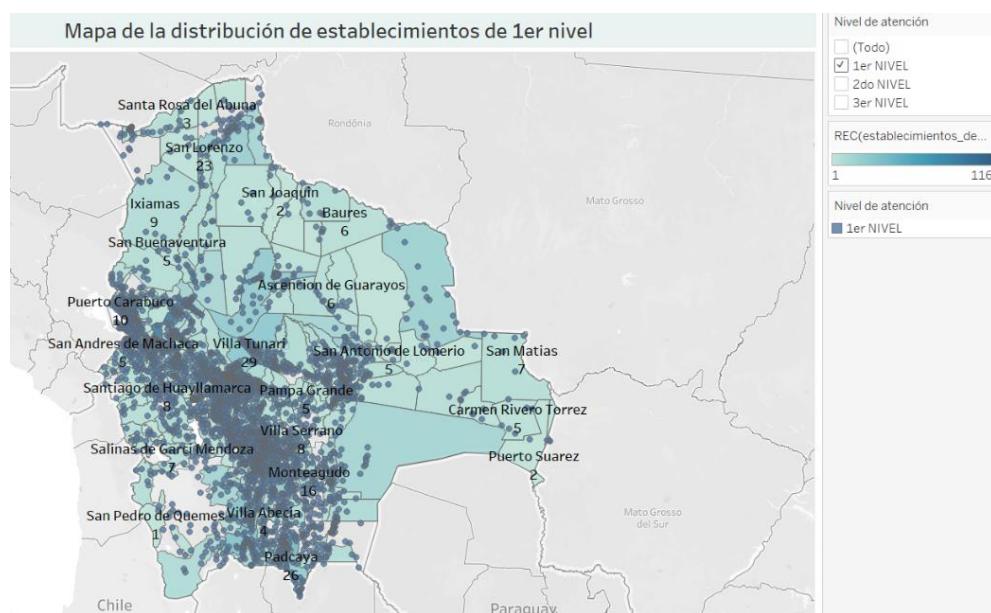
### 3.10. Diseño de mapas

Para este procedimiento se identificaron los establecimientos de 1er, 2do y 3er nivel en el país de Bolivia, señalando su ubicación geográfica como se muestra en la figura 3-26:



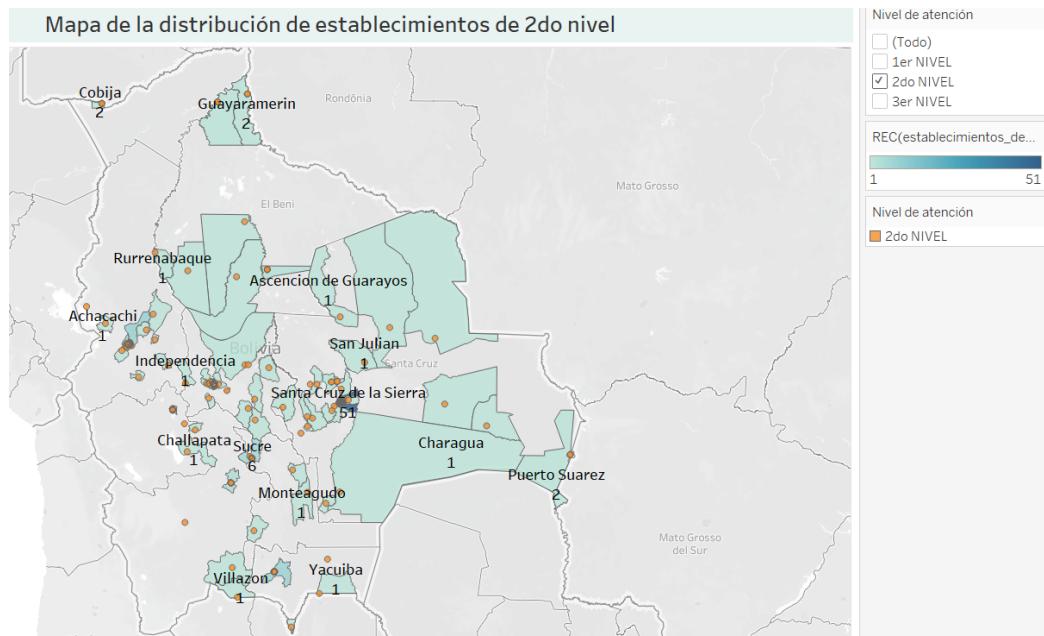
**Figura 3- 26: Mapa geolocalizado de establecimientos de salud por nivel de atención**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

En Bolivia, los numerosos establecimientos de salud de primer nivel están presentes en todos los departamentos, como se muestra en la figura 3-27:



**Figura 3- 27: Mapa de la distribución de establecimientos de 1er nivel**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

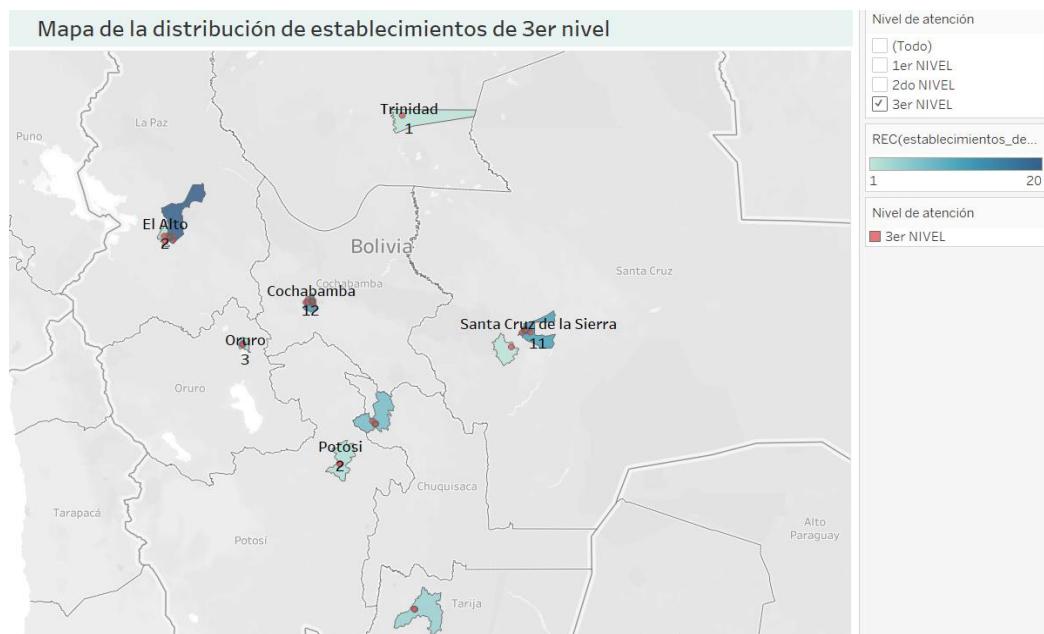
Se puede observar en la figura 3-28 que los establecimientos de salud de segundo nivel son considerablemente menos que los de primer nivel, en donde Santa Cruz de la Sierra y Cochabamba son los municipios que tienen mayor cantidad de estos recursos:



**Figura 3- 28: Mapa de la distribución de establecimientos e 2do nivel**

Fuente: Elaboración propia, 2023

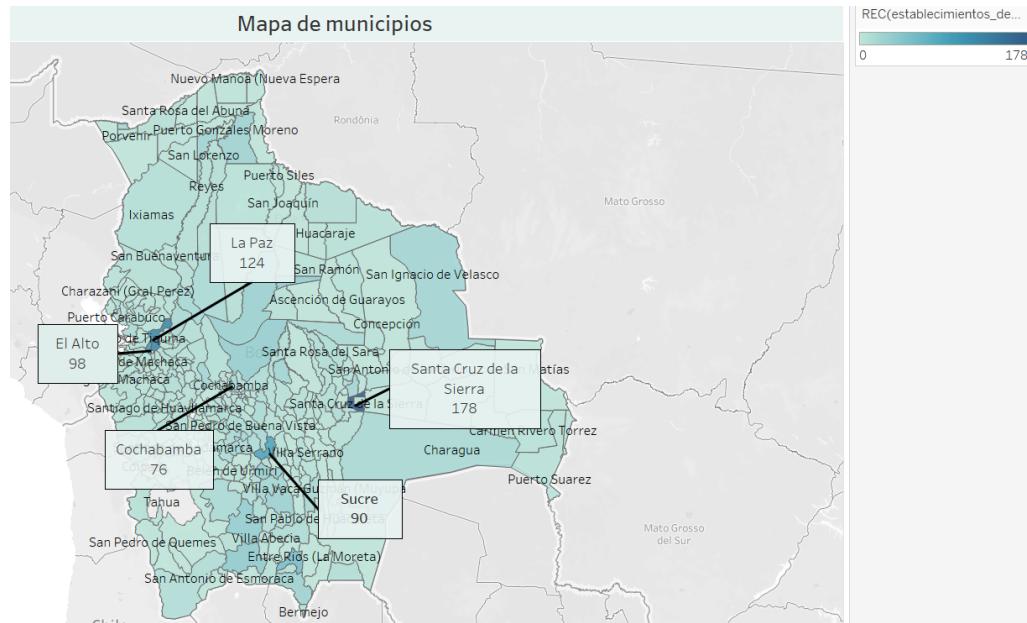
La figura 3-29 muestra los establecimientos de salud de 3er nivel, los cuales son los más importantes y a la vez los más reducidos en el país, en donde solo en ciertos municipios tienen estos recursos:



**Figura 3- 29: Mapa de la distribución de establecimientos de 3er nivel**

Fuente: Elaboración propia, 2023

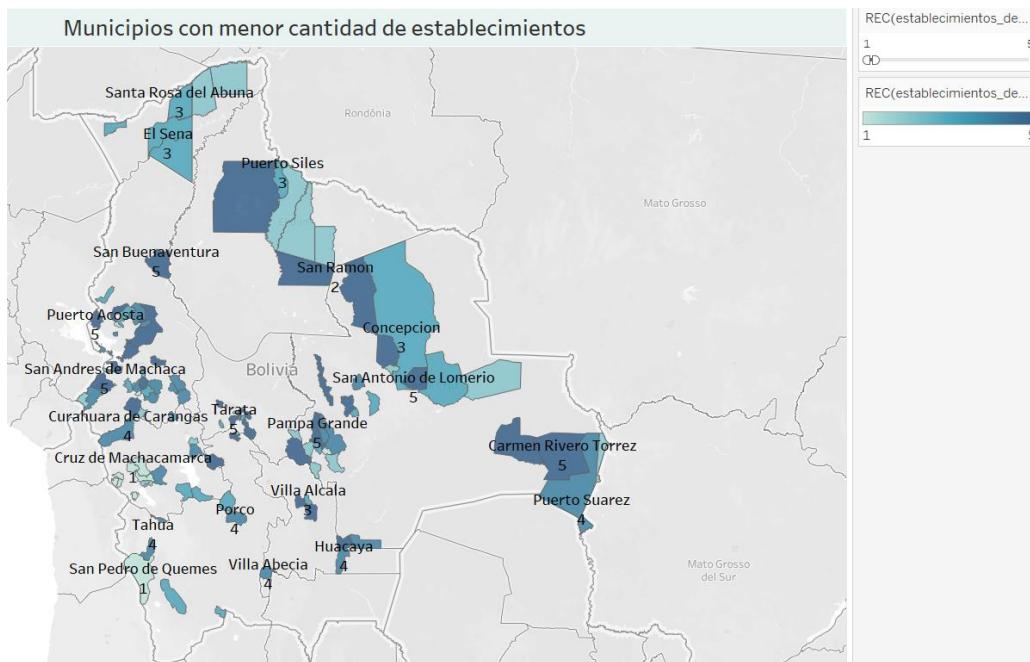
El mapa de la figura 3-30, resalta los municipios con mayor cantidad de establecimientos de salud, en donde se observa una distribución diversa, destacando áreas con una mayor concentración de servicios de salud, en donde Santa cruz de la Sierra y La Paz predominan:



**Figura 3- 30: Mapa de municipios y cantidad de establecimientos de salud**

Fuente: Elaboración propia, 2023

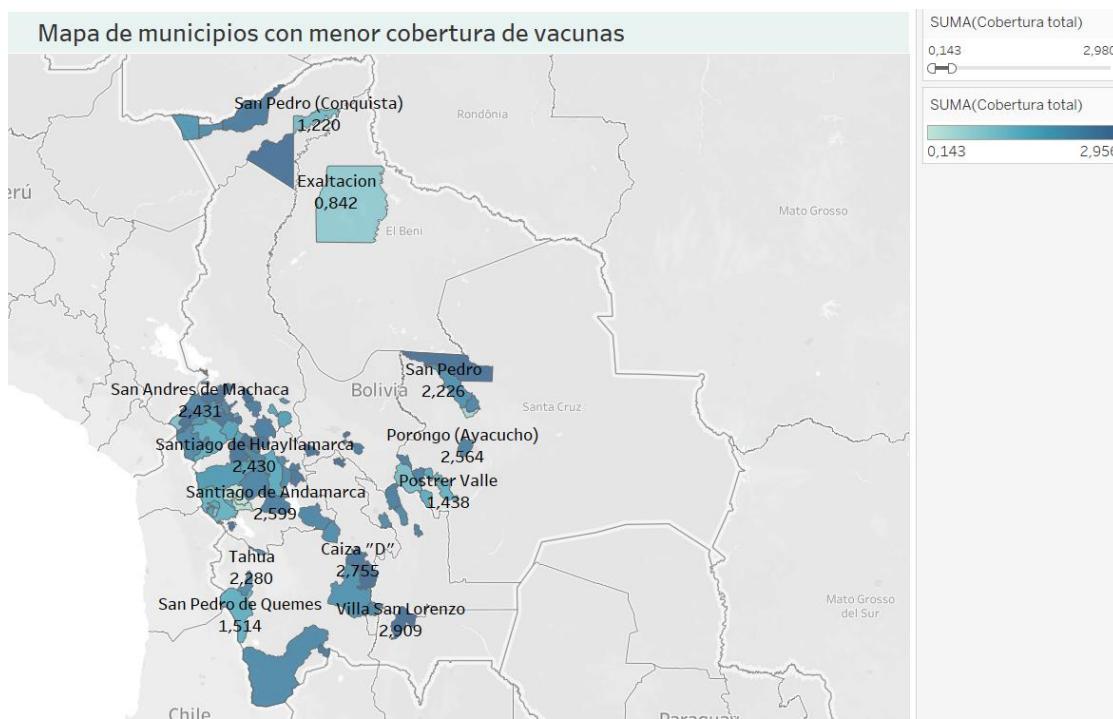
El mapa de la figura 3-31 muestra los municipios con menor cantidad de establecimientos de salud:



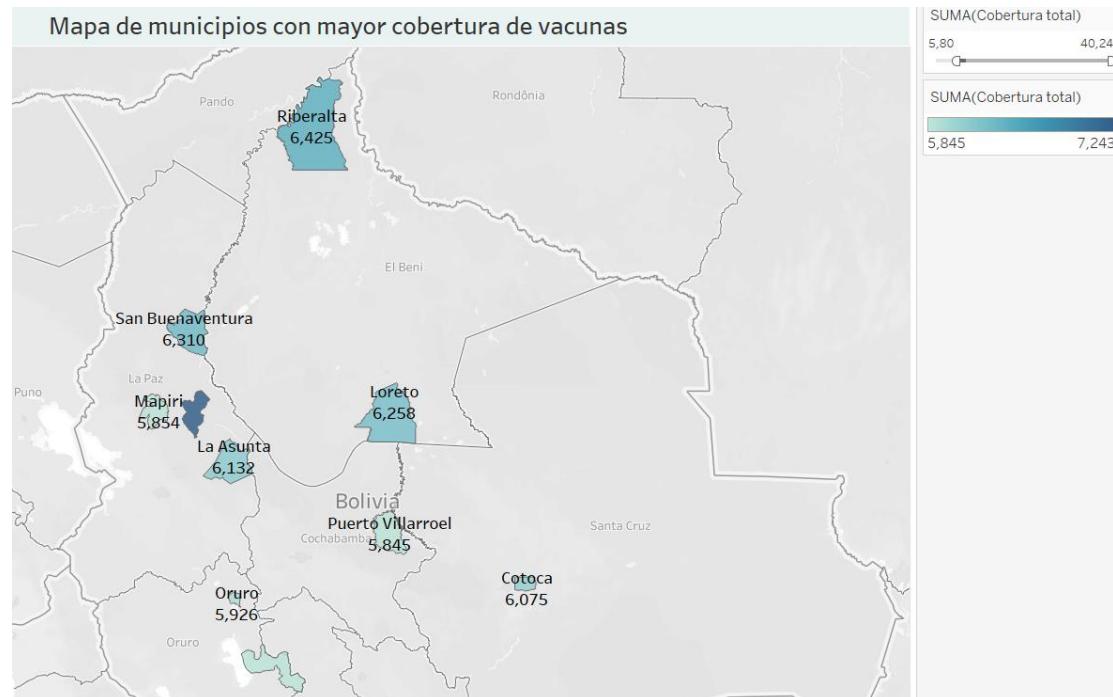
**Figura 3-31: Municipios con menor cobertura de establecimientos de salud**

Fuente: Elaboración propia, 2023

Podemos observar en la figura 3-32 y en la figura 3-33, el mapa de los municipios con menor y mayor cobertura de vacunas



**Figura 3- 32: Mapa de municipios con menor cobertura de vacunas**  
Fuente: Elaboración propia, 2023



**Figura 3- 33: Mapa de municipios con mayor cobertura de vacunas**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

Los siguientes mapas de calor, de las figuras 3-34 y 3-35 señalan los municipios con mayor índice de mortalidad fetal total y nacimientos muertos

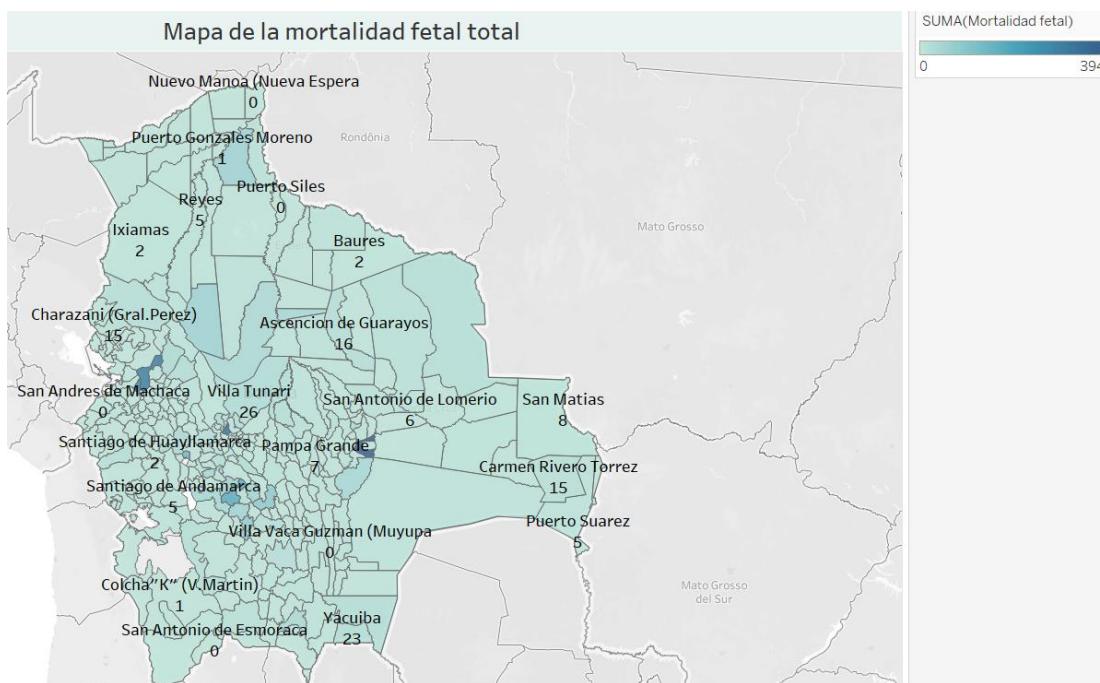


Figura 3-34: Mapa de mortalidad fetal total

Fuente: Elaboración propia, 2023

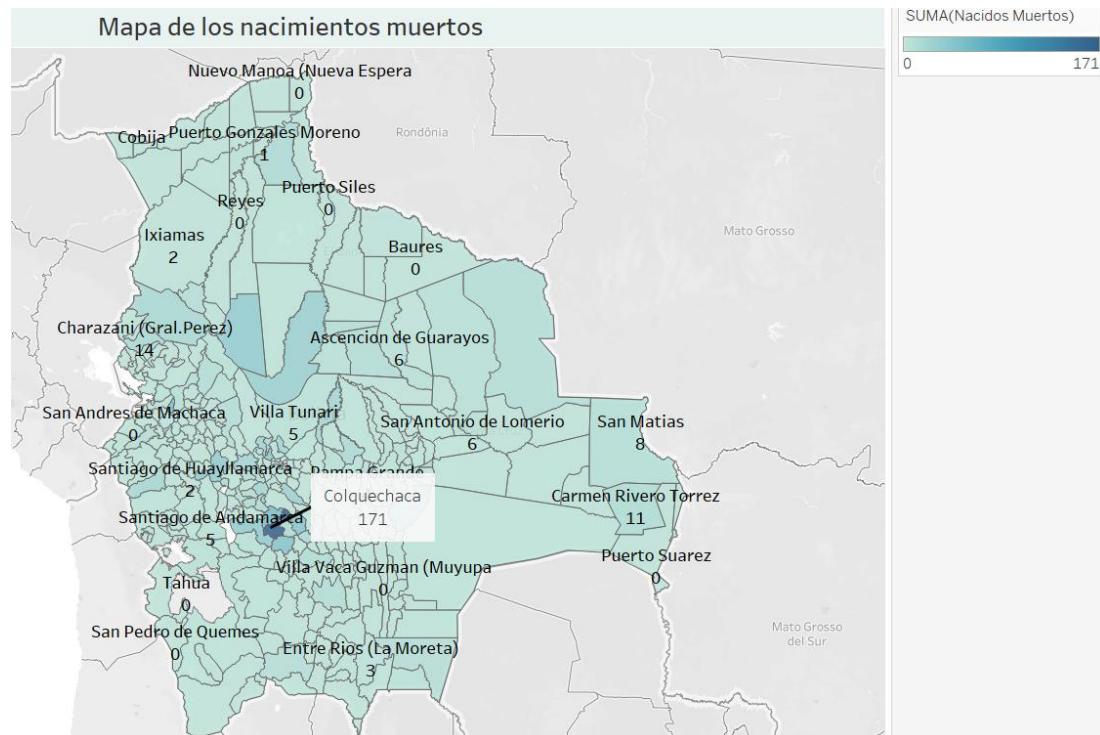


Figura 3-35: Mapa de los nacimientos muertos

Fuente: Elaboración propia, 2023

Los mapas de las figuras 3-36 y 3-37, muestran las áreas de los nacimientos muertos atendidos por partera y atendidos por personal de salud respectivamente:

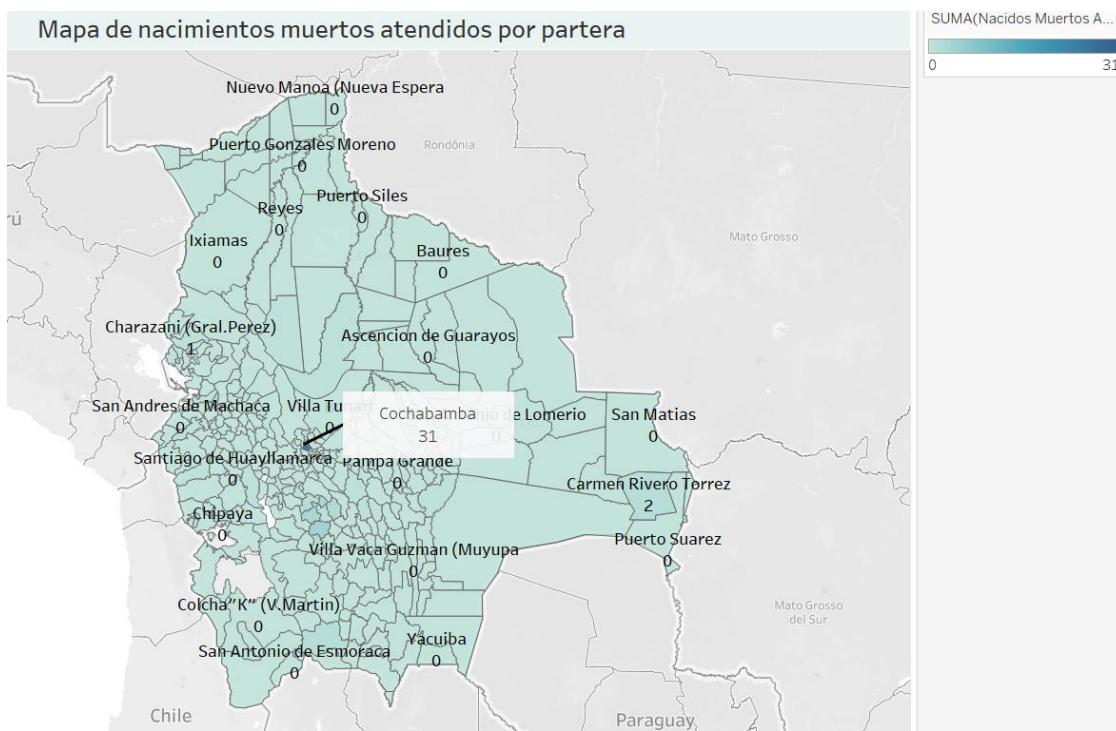


Figura 3- 36: Mapa de mortalidad fetal atendidos por partera  
Fuente: Elaboración propia, 2023

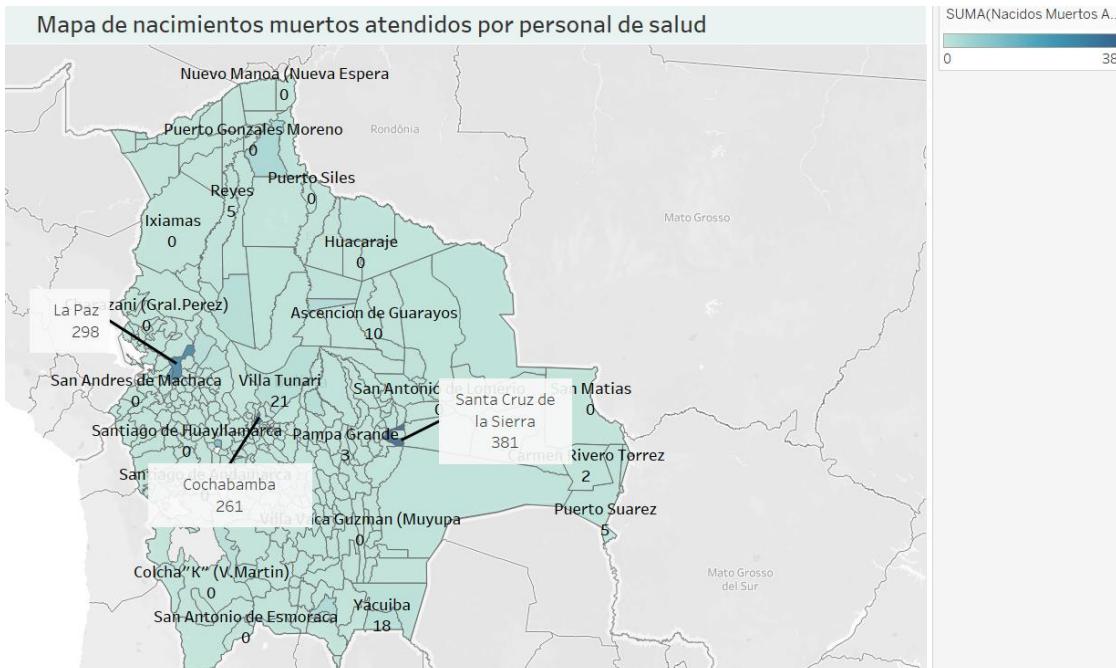


Figura 3- 37: Mapa de mortalidad fetal atendidos por personal de salud  
Fuente: Elaboración propia, 2023

### **3.11. Identificación de valores atípicos en la distribución de recursos**

Como se pudo observar, la mayor cantidad de recursos en infraestructura sanitaria, lo ocupan los establecimientos de 1er nivel, en donde los puestos y centros de salud predominan con 41,19% y 31,24% respectivamente, mientras que los de 3er nivel son los más escasos

El municipio de Santa Cruz de la Sierra presenta valores atípicos en la distribución de establecimientos de 1er y 2do nivel, sobre todo en los centros de salud con 111, muy por encima de los demás municipios, en el 3er nivel no se presentan desigualdades debido a la poca cantidad disponible de recursos de este tipo.

Se observó que existen municipios con un índice alto de población pero que cuentan con poca cantidad de establecimientos de salud de 1er, 2do y 3er nivel, mayormente en el departamento de Cochabamba con municipios de Vinto, Colcapirhua, Quillacollo o Sacaba en la distribución de establecimientos de 1er y 2do nivel.

En el tercer nivel, el municipio de La Paz tiene una considerable cantidad de recursos mientras que Santa Cruz de la Sierra cuanta con pocos considerando que es el municipio con la cantidad poblacional más alta, siendo un caso similar el municipio de El Alto.

Observamos que Tarija es el departamento con menor índice de cobertura de vacunas con 46,5, mientras que municipios como Teoponte presentan altos índices de cobertura, pero cuentan con una baja cantidad de establecimientos, mientras que municipios como Exaltación están por debajo de los valores normales.

En la mortalidad fetal se observó que Potosí tiene la mayor cantidad de nacimientos muertos, mientras que Cochabamba lidera en mortalidad atendidos por partera y La Paz domina en mortalidad atendidos por personal de salud, pero el municipio de Santa Cruz de la Sierra es el que mayor cantidad de mortalidad fetal tiene con 394.

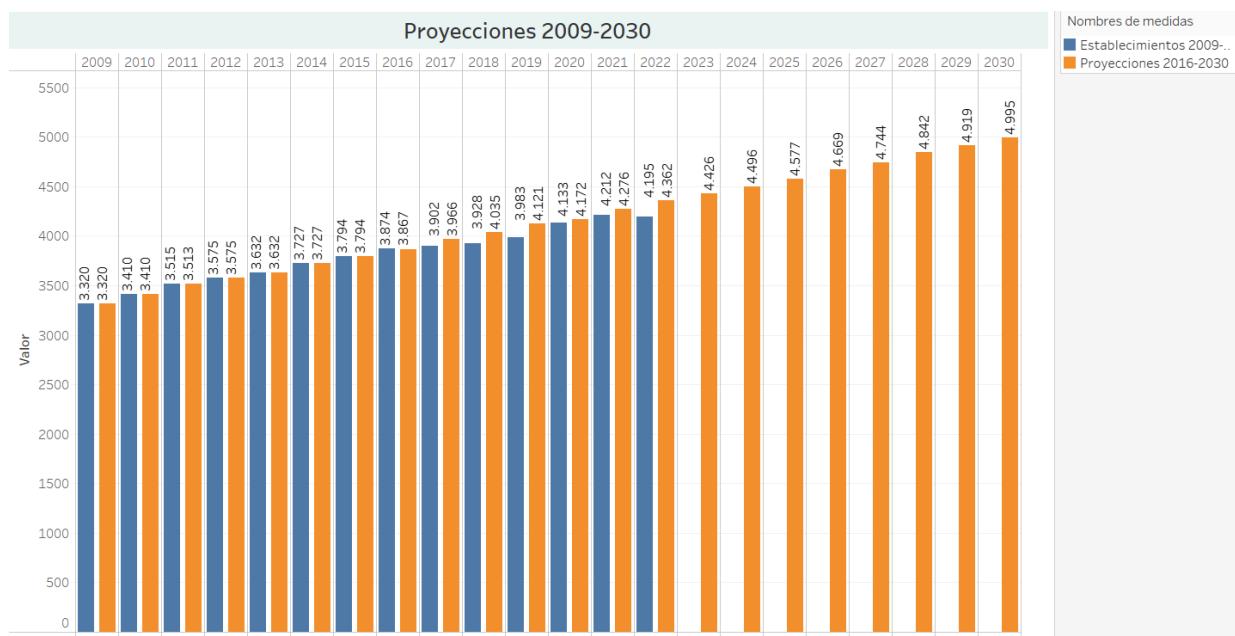
La identificación de las desigualdades y valores atípicos en la distribución de establecimientos de salud, servicios de vacunas y mortalidad fetal permiten conocer áreas donde existen desigualdades en la distribución de recursos, siendo fundamental para la toma de decisiones futuras.

### **3.12. Proyecciones futuras del alcance de establecimientos y servicios básicos**

Se realizaron proyecciones futuras de los establecimientos de salud en Bolivia, estas proyecciones abarcan desde el 2009 hasta el 2030, donde se tomaron en cuenta los datos históricos del 2009 al 2015 de la página de datos abiertos Bolivia, también se hace la comparación con los datos del INE (INE, 2024), que son datos hasta el 2022, estas proyecciones son el resultado de un estudio de crecimiento que considera variables demográficas y de salud, proporcionando una visión esencial para la planificación y la toma de decisiones en el ámbito de la salud pública.

Las proyecciones fueron calculadas con la herramienta de Python utilizando los datos históricos previamente mencionados, la proyección de establecimientos de salud para el periodo 2016-2030 presenta un sólido ajuste lineal, con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.86, indicando que el modelo explica aproximadamente el 86% de la variabilidad en los datos históricos.

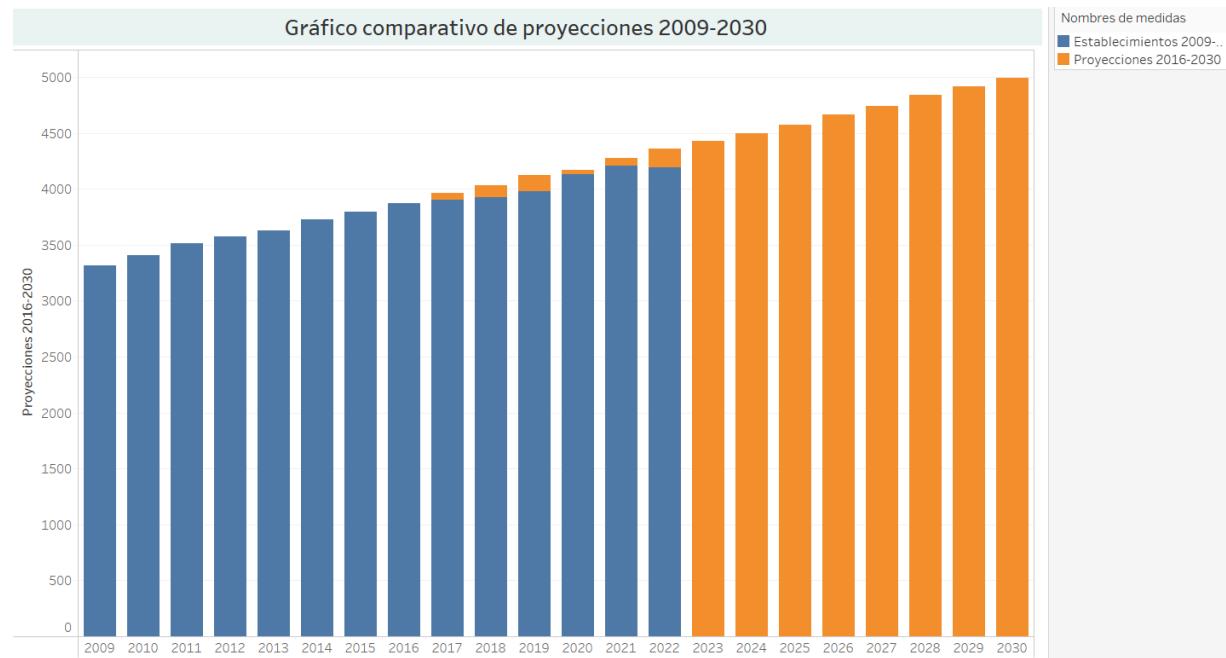
Podemos observar en la figura 3-38 que en el periodo del 2009 al 2030, en Bolivia hay un crecimiento significativo en su infraestructura de salud



**Figura 3- 38: Proyecciones de establecimientos de salud**

Fuente: Elaboración propia, 2023

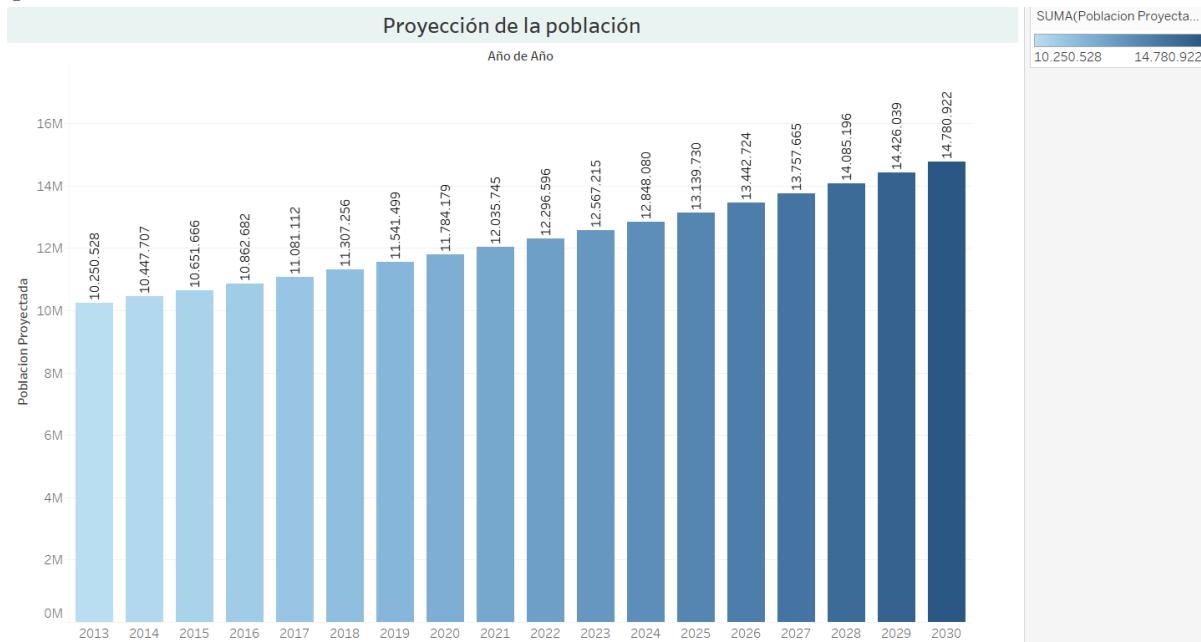
Las proyecciones del 2016 al 2030 también reflejan un crecimiento similar, como se puede apreciar en la figura 3-39:



**Figura 3- 39: Comparación entre datos históricos y proyecciones estimadas**

Fuente: Elaboración propia, 2023

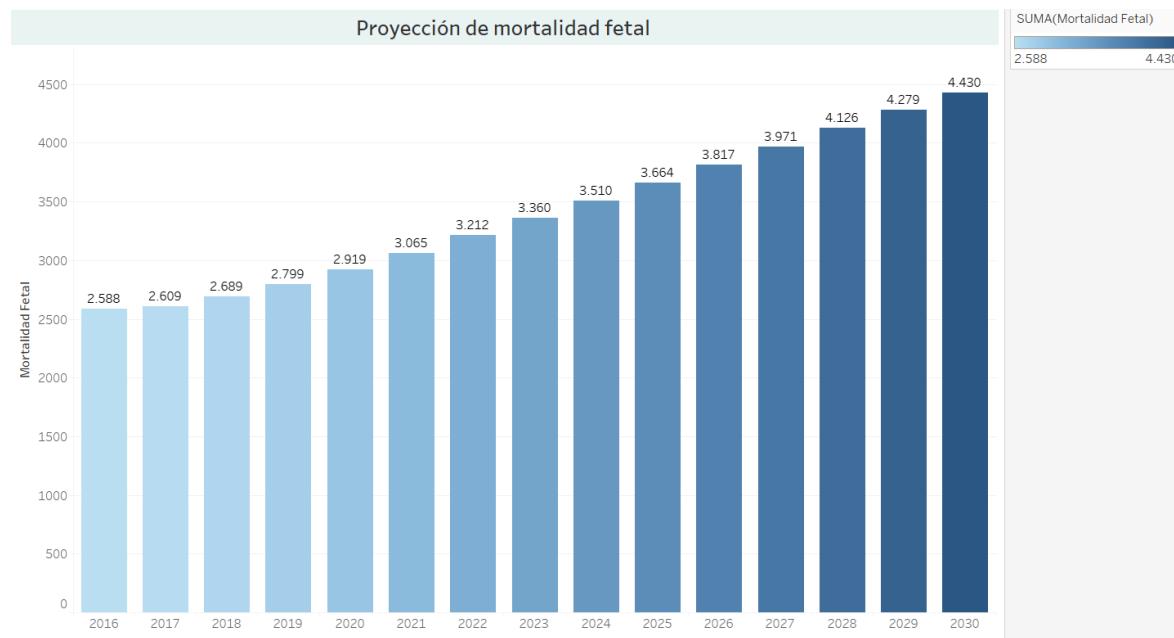
También podemos observar, la proyección de la población para años futuros, como se muestra en la figura 3-47 a continuación:



**Figura 3- 40: Proyección de la población**

Fuente: Elaboración propia, 2023

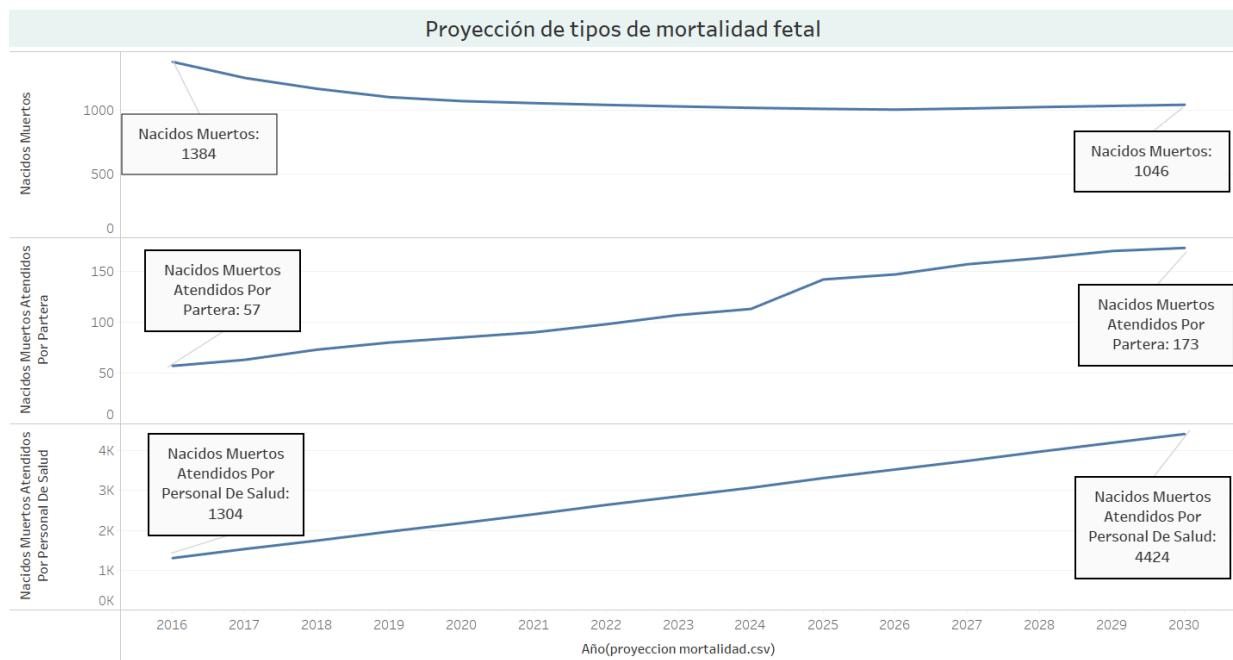
Podemos observar la proyección de años futuros para la mortalidad fetal, como se muestra en la figura 3-41 a continuación:



**Figura 3- 41: Proyección de mortalidad fetal**

Fuente: Elaboración propia, 2023

Observamos en la figura 3-42, las proyecciones para los diferentes tipos de mortalidad (nacidos muertos, nacidos muertos atendidos por partera, nacidos muertos atendidos por personal de salud).



**Figura 3- 42: Proyección de tipos de mortalidad fetal**

Fuente: Elaboración propia, 2023

Observamos que se pronostica un decremento de la mortalidad en nacimientos, sin embargo, los índices de mortalidad por atención de partera y mortalidad por atención de personal de salud se incrementan considerablemente más del doble.

La proyección de la cobertura para el periodo futuro se vio limitada por la ausencia de datos históricos disponibles, lo cual resultó en la incapacidad de realizar estimaciones coherentes. Lo cual resultó en dificultades para realizar estimaciones coherentes. La falta de información completa impactó negativamente en la robustez de los resultados proyectados, sin embargo, se obtuvo una confianza aceptable en las proyecciones que finalmente fueron reflejadas en el análisis.

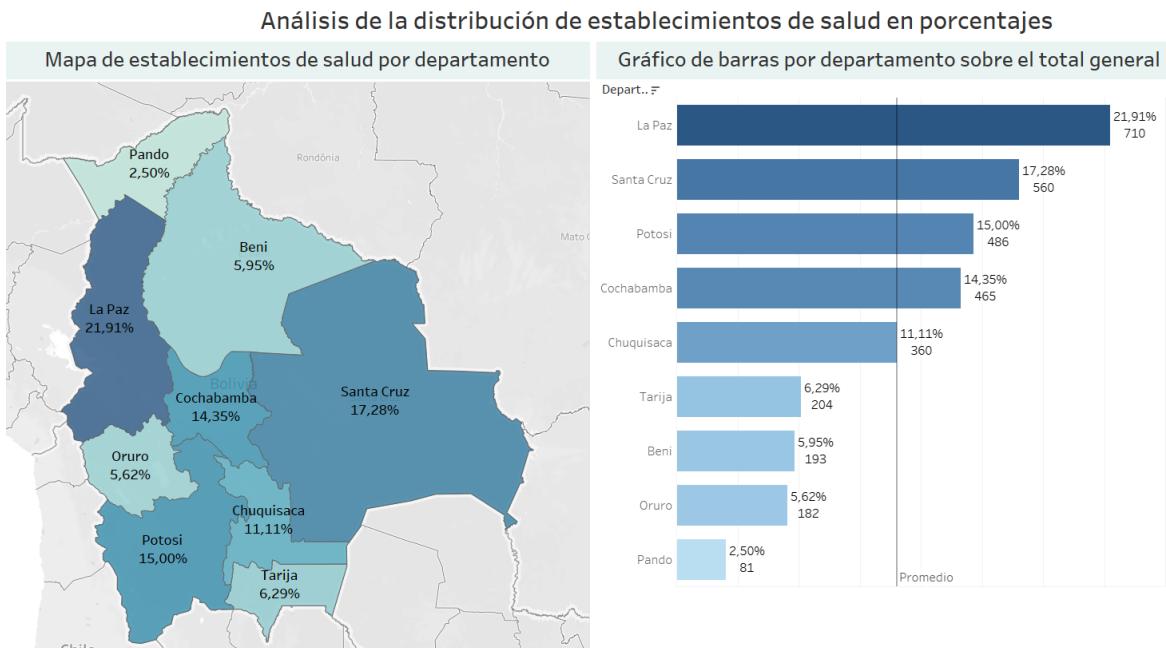
## 4. Resultados y Discusión

### 4.1. Resultados de análisis

#### 4.1.1. Establecimientos de salud

El análisis de la distribución de establecimientos de salud revela variaciones significativas entre departamentos. La Paz lidera con un 21,91% de establecimientos, seguido por Santa Cruz, Potosí y Cochabamba con 17,28%, 15% y 14,35% respectivamente. Chuquisaca y Tarija tienen cantidades intermedias, mientras que Beni, Oruro y Pando muestran una presencia más limitada.

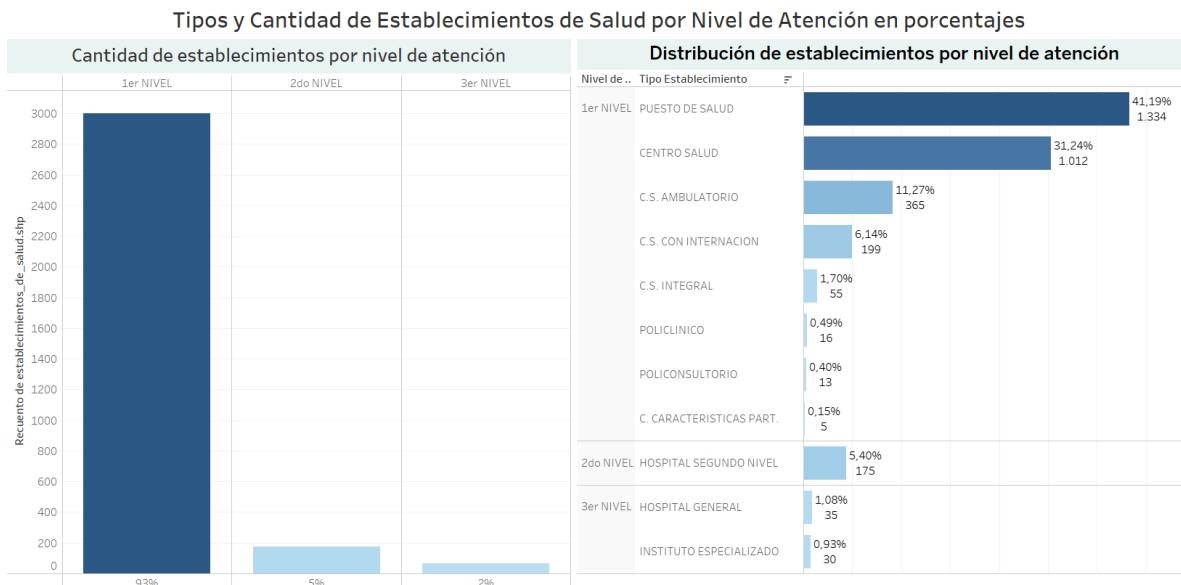
El gráfico de barras de la figura 4-1, destaca la concentración en La Paz y Santa Cruz, que juntos representan casi el 40% del total regional. Estos resultados sugieren la necesidad de abordar posibles desigualdades en la distribución de servicios de salud, especialmente en áreas con menor presencia de establecimientos.



**Figura 4- 1: Análisis de la distribución de establecimientos de salud**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

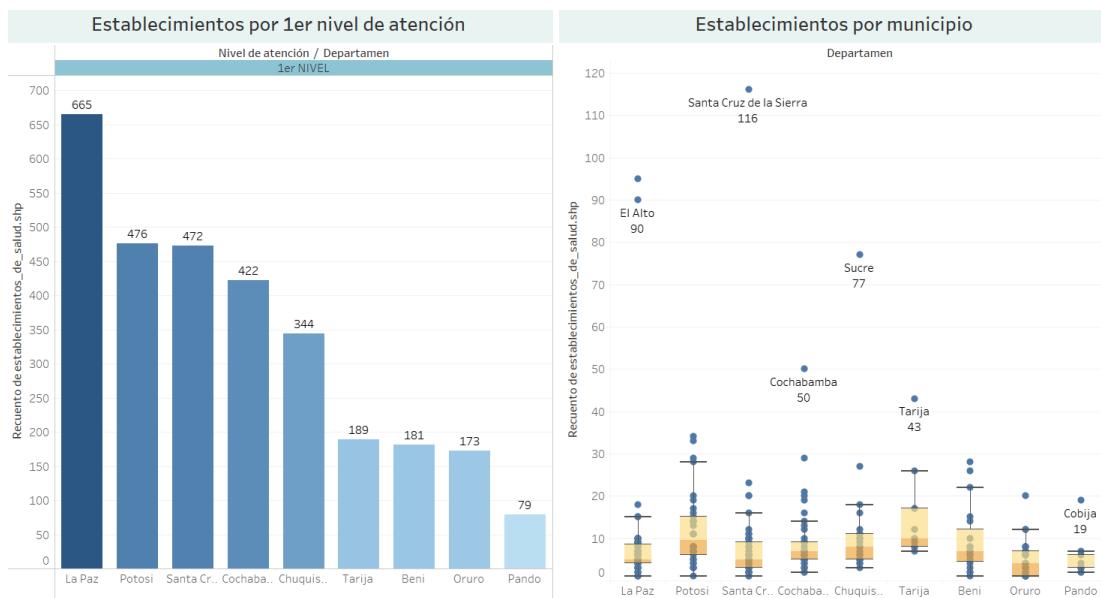
El análisis de la distribución de establecimientos por nivel de atención revela que el 93% de los establecimientos se concentran en el primer nivel, seguido por el 5% en el segundo nivel y el 2% en el tercer nivel, siendo este último crucial debido a su atención especializada. Además, al explorar la distribución de establecimientos por tipo en cada nivel, se destaca la diversidad en el primer nivel, donde predominan puestos de salud y centros de salud. En el segundo nivel, los hospitales de segundo nivel son prominentes, mientras que el tercer nivel alberga hospitales generales e institutos especializados. Estos hallazgos resaltan la importancia de comprender la estructura de los establecimientos de salud en cada

nivel, subrayando la preeminencia de la atención primaria y la presencia de servicios especializados en niveles superiores. Esto se puede ver a detalle en la figura 4-1 a continuación:



**Figura 4- 2: Tipos y cantidad de establecimientos de salud por nivel de atención**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

La figura 4-3 señala que la cantidad de establecimientos de primer nivel varía entre departamentos, liderando La Paz con 665, seguido por Santa Cruz (472) y Potosí (476). El diagrama de Boxplot identifica valores atípicos en Chuquisaca, Cochabamba, La Paz y Santa Cruz, señalando concentraciones inusuales de establecimientos en ciertos municipios. Santa Cruz de la Sierra destaca como el municipio con valores atípicos, indicando posibles desigualdades en la distribución de servicios de salud a nivel local.



**Figura 4- 3: Análisis de valores atípicos en la distribución de establecimientos de 1er nivel**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

La distribución de establecimientos de segundo nivel muestra variaciones notables entre departamentos, con Santa Cruz liderando con 76 establecimientos, seguido por Cochabamba (29), La Paz (23), y Tarija (11). Los valores atípicos identificados en el Boxplot de la figura 4-4 resaltan áreas con concentraciones inusuales de establecimientos de segundo nivel. En Cochabamba, el municipio de Cochabamba presenta el valor atípico más alto con, y en La Paz, los municipios de La Paz y El Alto también muestran valores atípicos significativos. Potosí presenta valores atípicos en el municipio de Potosí, mientras que, en Santa Cruz, el municipio de Santa Cruz de la Sierra destaca con el valor atípico más prominente.

#### Análisis de valores atípicos de establecimientos

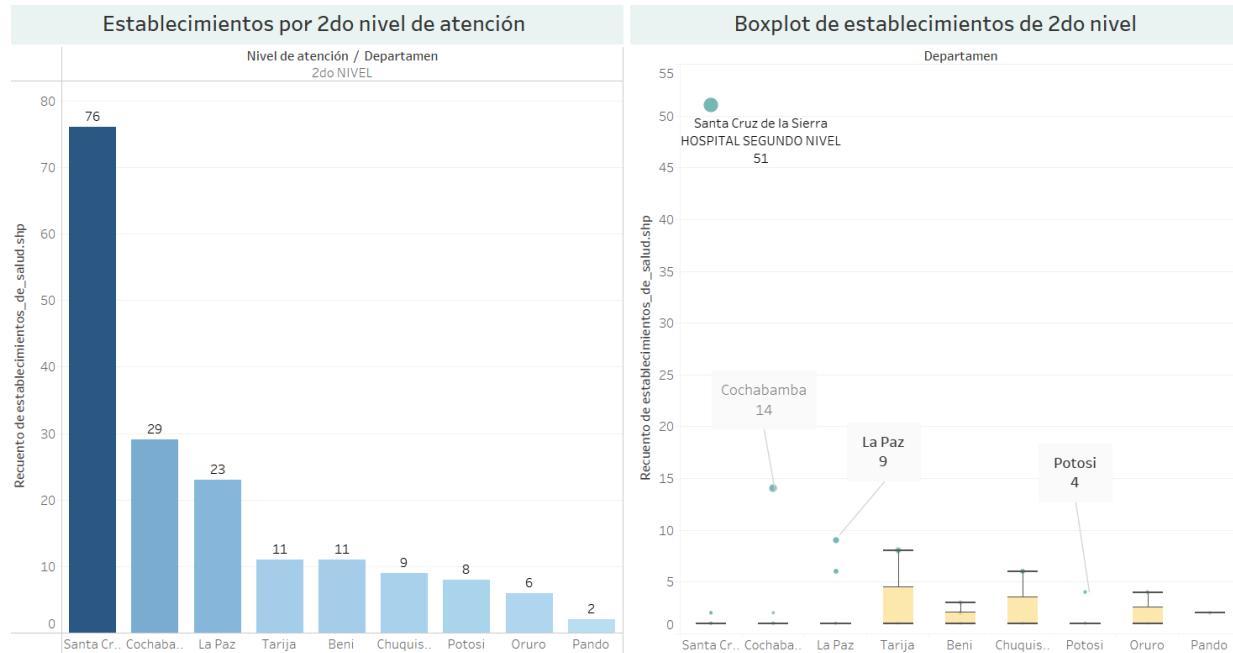


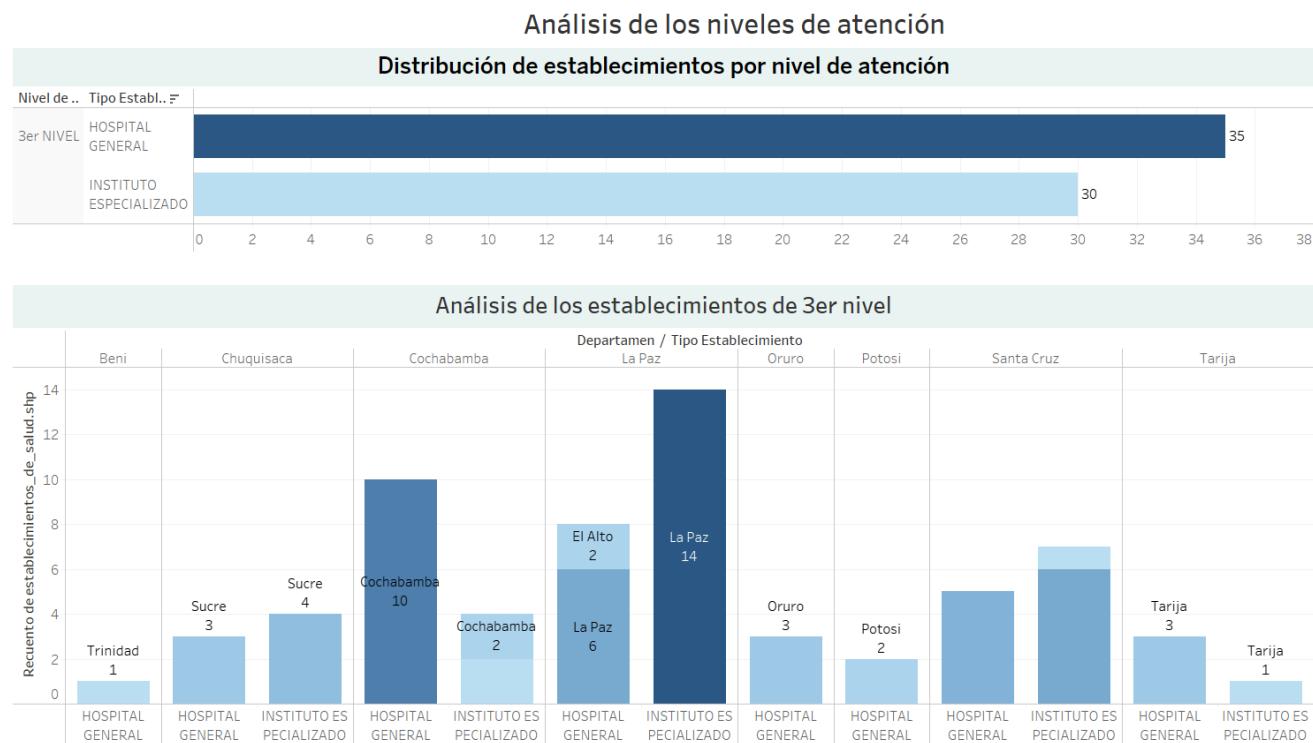
Figura 4-4: Análisis de valores atípicos en establecimientos de 2do nivel de atención

Fuente: Elaboración propia, 2023

La identificación de valores atípicos destaca áreas con concentraciones inusuales de establecimientos de primer nivel, sugiriendo la necesidad de abordar posibles desigualdades en la distribución de servicios de salud a nivel municipal y departamental.

La distribución de establecimientos de tercer nivel de atención destaca la concentración significativa en Cochabamba y La Paz, representando conjuntamente el 78% del total regional. Cochabamba se distingue por la presencia de 10 hospitales generales, mientras que La Paz exhibe diversidad con 14 institutos especializados y 6 hospitales generales. Otros departamentos, como Beni, Chuquisaca, Oruro, Potosí, Santa Cruz, y Tarija, también albergan establecimientos de tercer nivel, aunque en cantidades más reducidas. Pando, por su parte, no cuenta con establecimientos de este nivel.

La distribución de los establecimientos de 3er nivel se puede observar en la figura 4-5 a continuación:



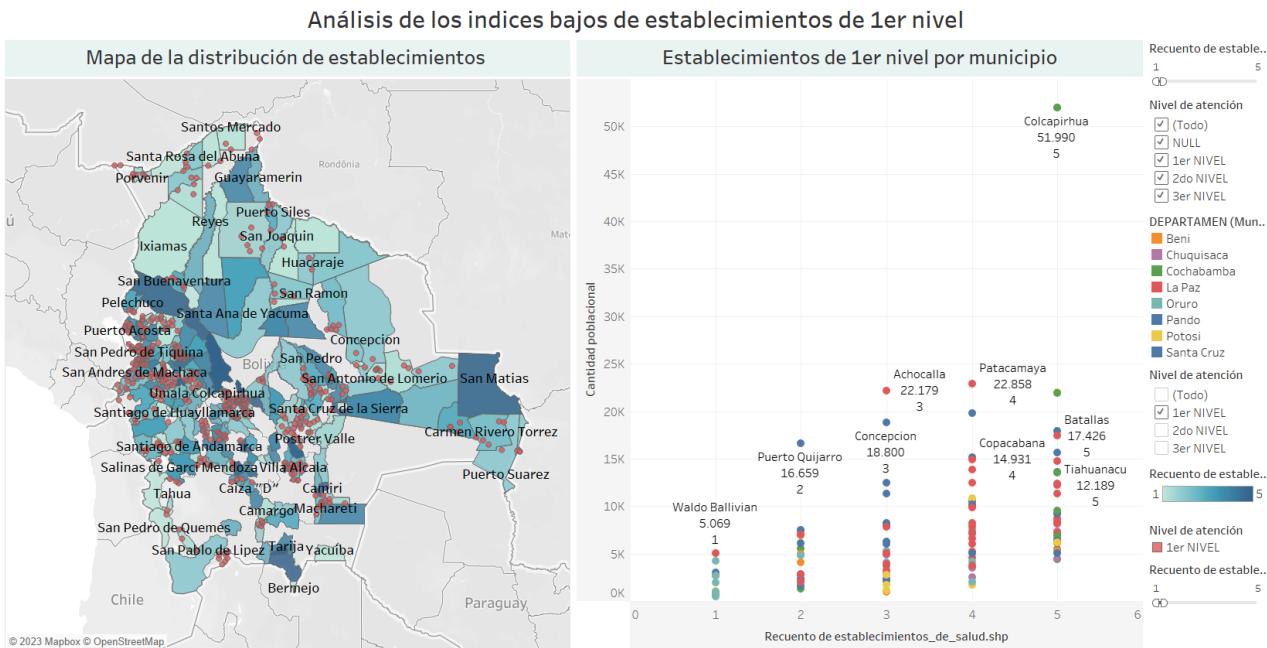
**Figura 4- 5:Análisis de establecimientos de 3er nivel**

Fuente: Elaboración propia, 2023

El análisis detallado de la distribución de establecimientos de salud de primer nivel a nivel municipal revela disparidades significativas que merecen una consideración más profunda. Al examinar específicamente el caso de Colcapirhua en Cochabamba, se observa una proporción baja de establecimientos con solo 3 en comparación con su considerable población de 51,990. Este hallazgo plantea interrogantes sobre la efectividad de la cobertura de servicios de salud básicos en esta localidad, sugiriendo la posibilidad de deficiencias que podrían afectar el acceso a la atención médica primaria.

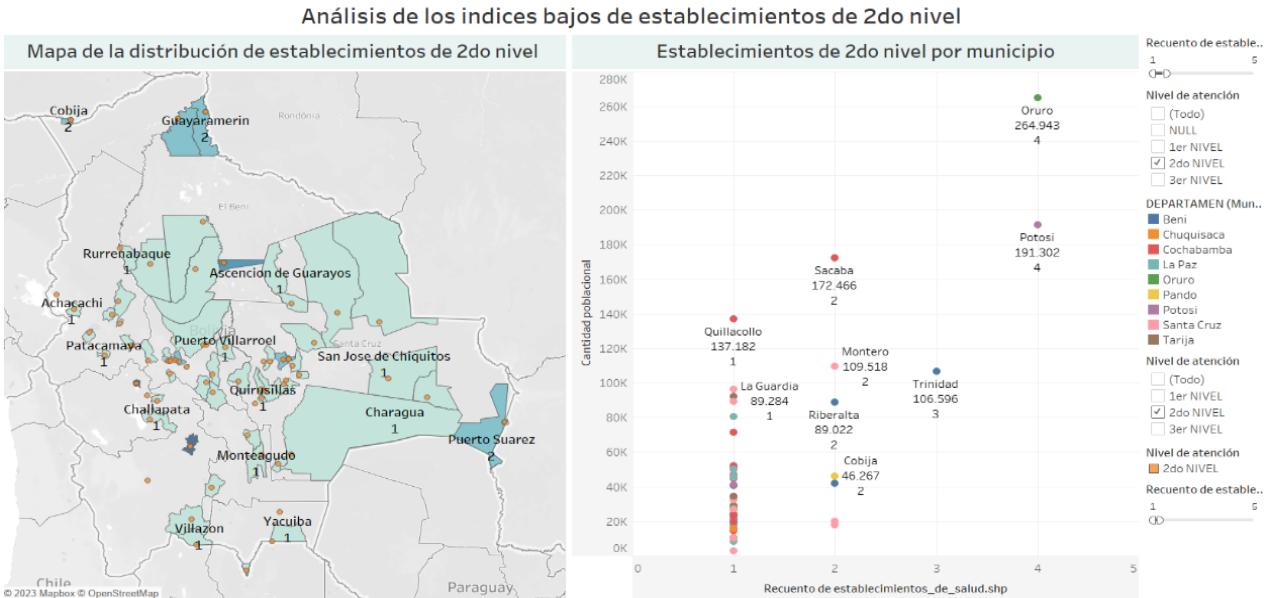
En contraste, municipios como Vinto, también en Cochabamba, presentan una distribución más equitativa entre la cantidad de establecimientos y la población residente. Este patrón puede indicar una mejor accesibilidad a servicios de salud básicos en comparación con otras áreas. Sin embargo, al observar la escasez de establecimientos en lugares como Waldo Ballivián en La Paz y Villa Abecia en Chuquisaca, se subraya la necesidad crítica de mejorar el acceso a servicios de salud primarios en estas regiones específicas. La identificación de estas disparidades ofrece una base valiosa para la formulación de estrategias dirigidas a fortalecer la infraestructura de salud y mejorar la equidad en la distribución de servicios médicos básicos en todo el país.

Estos detalles se pueden observar en la figura 4-6 a continuación:

**Figura 4- 6: Análisis de los índices bajos de establecimientos de 1er nivel**

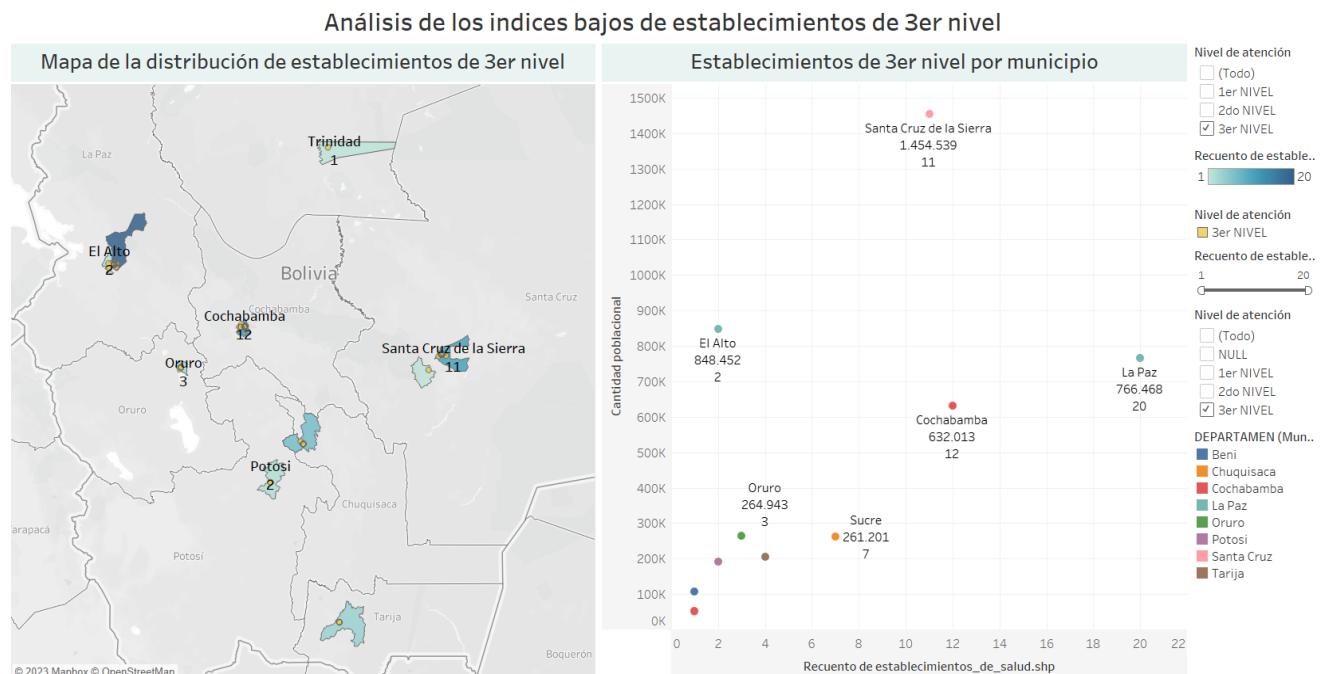
Fuente: Elaboración propia, 2023

El análisis de establecimientos de segundo nivel destaca desafíos en la distribución de servicios especializados. Mientras que Santa Cruz y Cochabamba mantienen una proporción equitativa con su población, municipios como Quillacollo que cuenta con un establecimiento de segundo nivel a pesar de su población significativa de 132.182 habitantes. Warnes en Santa Cruz y Viacha en La Paz también reflejan desequilibrios en la distribución de estos establecimientos en relación con su población como se muestra en la figura 4-7:

**Figura 4- 7: Análisis de los índices bajos de establecimientos de 2do nivel**

Fuente: Elaboración propia, 2023

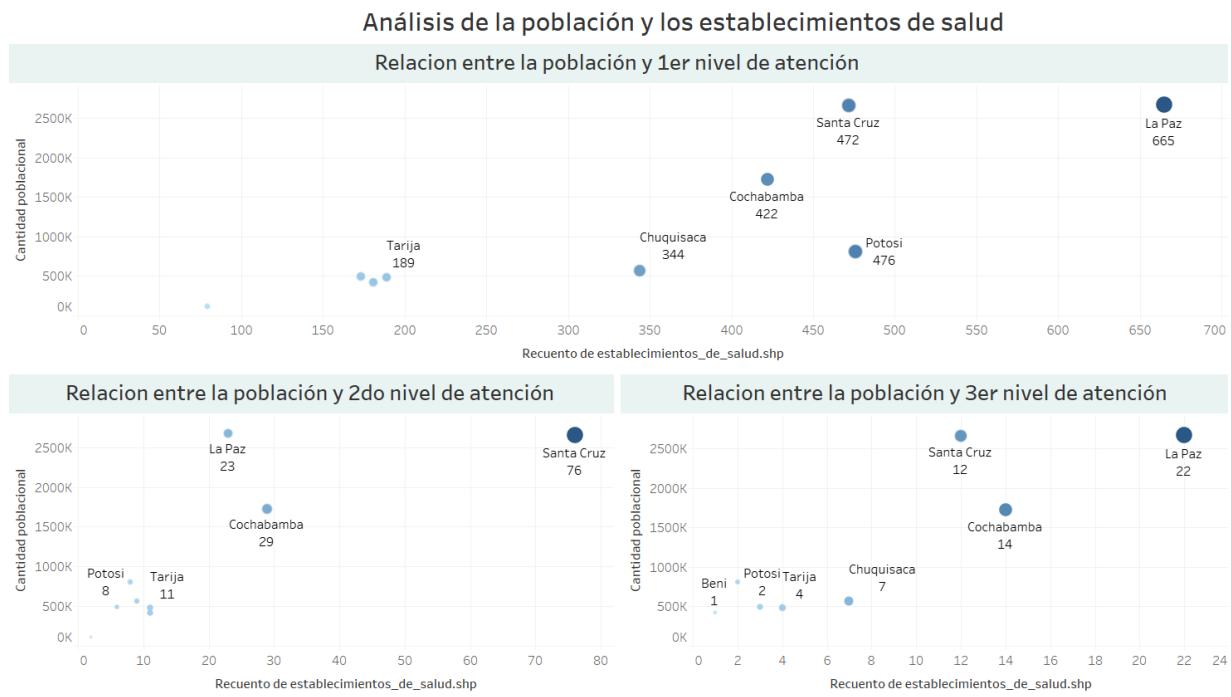
La distribución de establecimientos de tercer nivel refleja una concentración significativa en áreas urbanas, especialmente en ciudades capitales. La Paz lidera con 20 establecimientos, seguida por Cochabamba con 12. Estos datos sugieren que los servicios de tercer nivel están predominantemente ubicados en áreas metropolitanas, lo que podría resultar en desafíos de accesibilidad para la población de áreas rurales o remotas, como en el municipio de El Alto, que cuenta con una significativa cantidad de población, pero solo cuenta con 2 establecimientos de 3er nivel, sugiriendo un desequilibrio en la distribución de estos recursos, como se muestra en la figura 4-8:



**Figura 4- 8:Análisis de los índices bajos de establecimientos de 3er nivel**

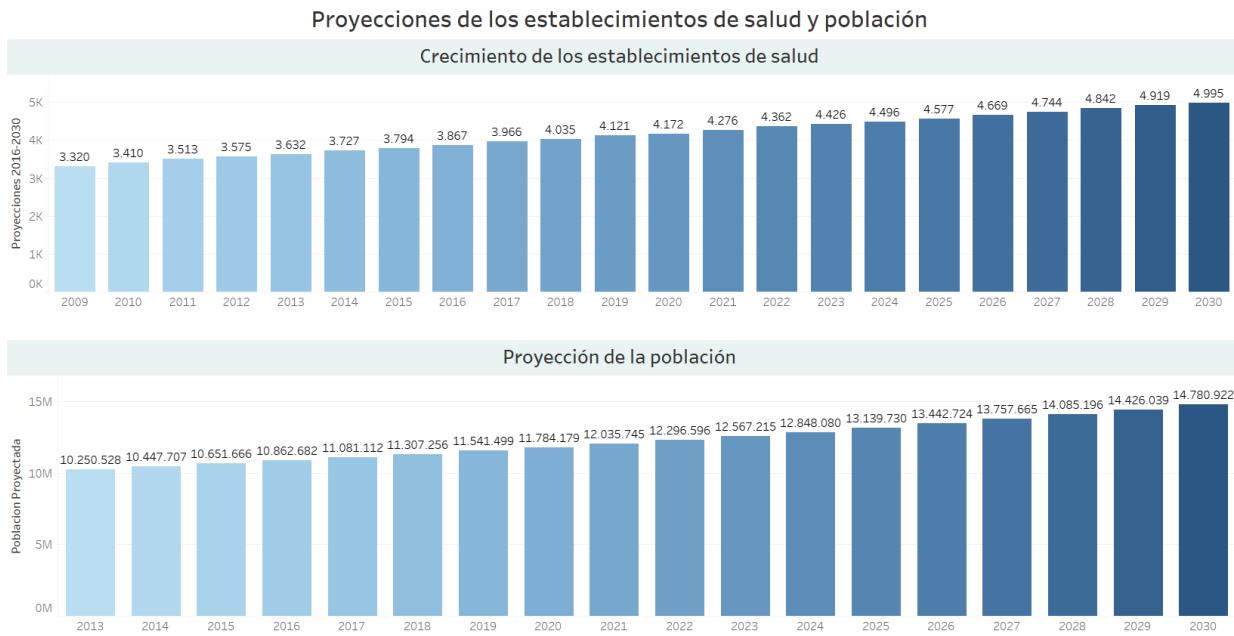
Fuente: Elaboración propia, 2023

Los análisis de las relaciones entre la población y los establecimientos de salud revelan disparidades significativas. En el primer nivel, Santa Cruz presenta una proporción menos favorable, con un establecimiento por cada 5,532 habitantes, mientras que La Paz muestra una relación más equitativa con un establecimiento por cada 4,180 habitantes. En el segundo nivel, Santa Cruz y La Paz enfrentan desafíos en la accesibilidad a servicios especializados, con proporciones de un establecimiento por cada 35,910 y 121,371 habitantes respectivamente. En el tercer nivel, La Paz y Cochabamba destacan con proporciones más favorables, evidenciando una mayor accesibilidad a servicios de salud especializados. Estas diferencias resaltan la necesidad de abordar las desigualdades en la distribución de establecimientos de salud para garantizar una cobertura equitativa y mejorar el acceso a servicios especializados en toda la región, como se muestra en la figura 4-9:



**Figura 4- 9: Análisis de la población y los establecimientos de salud**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

Proyecciones indican un fuerte crecimiento de establecimientos de salud en 2026 (2,010%) y 2028 (2,066%), pero la tasa de crecimiento poblacional proyectada para 2030 sugiere una reducción en la accesibilidad a servicios de salud, como se muestra en la figura 4-10:



**Figura 4- 10: Proyecciones de los establecimientos de salud y población**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

La proyección de establecimientos de salud por cada 1000 habitantes, indica que hay un decrecimiento en el acceso a servicios de salud para la población.

Se calculó la tasa de establecimientos de salud por cada 1000 habitantes utilizando la fórmula estándar  $\left(\frac{E}{P}\right) \times 1000$ , donde E es la cantidad de establecimientos de salud y P es la población:

$$\text{Accesibilidad} = \left( \frac{\text{Total Establecimientos de salud}}{\text{Población Proyectada}} \right) \times 1000$$

Un valor más bajo de la accesibilidad sugiere que hay menos establecimientos disponibles en relación con la población, lo cual puede ser indicativo de una menor accesibilidad a servicios de salud. Estos valores se observan en la tabla 4-1:

| Año  | Población proyectada | Establecimientos de salud | Accesibilidad |
|------|----------------------|---------------------------|---------------|
| 2030 | 14,780,922           | 4,995                     | 0.338         |
| 2029 | 14,426,039           | 4,919                     | 0.341         |
| 2028 | 14,085,196           | 4,842                     | 0.344         |
| 2027 | 13,757,665           | 4,744                     | 0.345         |
| 2026 | 13,442,724           | 4,669                     | 0.347         |
| 2025 | 13,139,730           | 4,577                     | 0.348         |
| 2024 | 12,848,080           | 4,496                     | 0.350         |
| 2023 | 12,567,215           | 4,426                     | 0.352         |
| 2022 | 12,296,596           | 4,362                     | 0.355         |
| 2021 | 12,035,745           | 4,276                     | 0.355         |
| 2020 | 11,784,179           | 4,172                     | 0.355         |
| 2019 | 11,541,499           | 4,121                     | 0.357         |
| 2018 | 11,307,256           | 4,035                     | 0.357         |
| 2017 | 11,081,112           | 3,966                     | 0.358         |
| 2016 | 10,862,682           | 3,867                     | 0.356         |

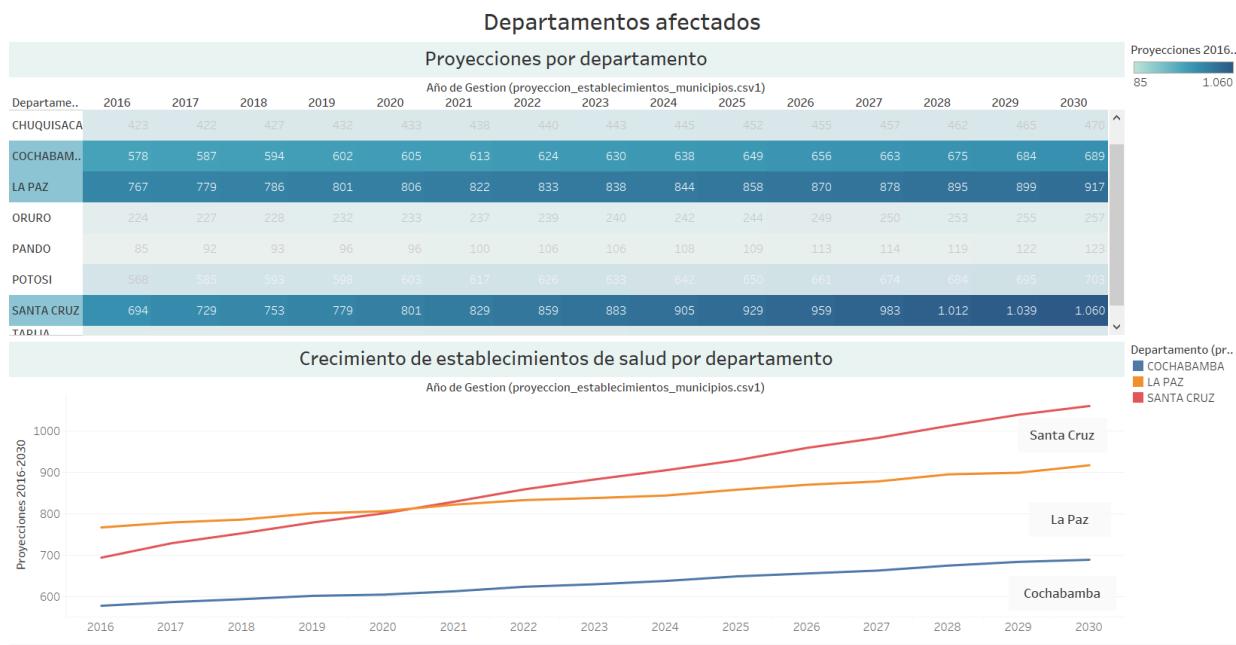
Tabla 4- 1: Índice de accesibilidad a establecimientos de salud

Fuente: Elaboración propia, 2023

Se observó una tendencia baja en el índice de accesibilidad a establecimientos de salud a lo largo de los años. En el 2016, el índice era de 0.356 establecimientos por cada 1000 habitantes, mostrando un aumento en el 2017. Sin embargo, en los años subsiguientes, hemos observado una disminución progresiva en este índice. Para el año 2030, el índice de accesibilidad se redujo a 0.338, lo que indica una disminución relativa en la disponibilidad de establecimientos de salud en comparación con el crecimiento de la población. Este patrón sugiere un desafío significativo en términos de proporcionar servicios de salud adecuados para una población en aumento, destacando la importancia de abordar y comprender las razones detrás de esta disminución en la accesibilidad.

En la figura 4-11 se evidencia que Cochabamba, La Paz y Santa Cruz experimentan un crecimiento en el número de establecimientos de salud en comparación con otros departamentos, que mantienen un crecimiento más moderado. Esto sugiere variaciones regionales en la expansión de la infraestructura de

salud, destacando la necesidad de comprender las razones detrás de estas diferencias para informar decisiones y estrategias pertinentes.



**Figura 4-11: Análisis de los departamentos afectados por el crecimiento de la población**

Fuente: Elaboración propia, 2023

Con respecto al crecimiento considerable de la población para estos departamentos, los resultados muestran que solo alrededor del 0.027% de la población de Cochabamba está cubierta por un establecimiento de salud, en La Paz aproximadamente el 0.024% también estaría cubierta por un establecimiento de salud mientras que en Santa Cruz también presenta un 0.024%, siendo valores significativamente bajos.

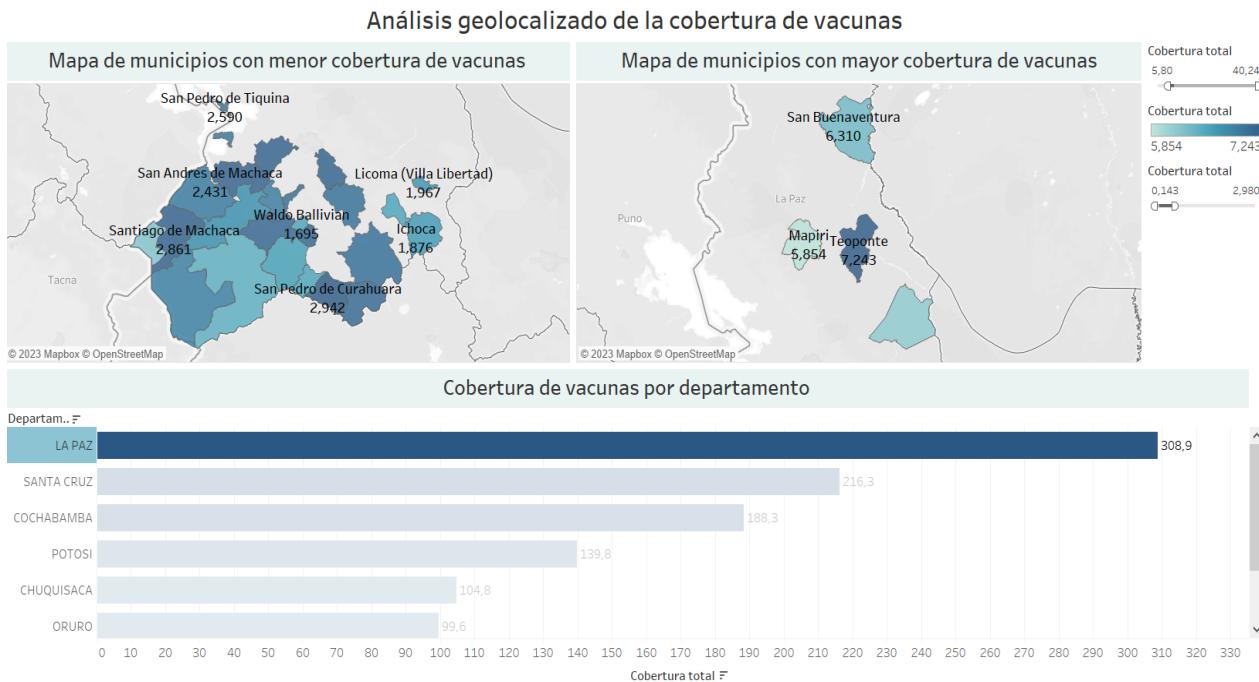
Cochabamba, La Paz y Santa Cruz presentan porcentajes bajos con respecto a los demás departamentos, lo que sugiere una potencial escasez de establecimientos de salud en relación con la población para el año 2030.

#### 4.1.2. Resultados de la cobertura de vacunas

La evaluación detallada de la cobertura de vacunas pone de manifiesto notables disparidades entre los distintos municipios. Al analizar los índices específicos, se identifican casos como los municipios de Waldo Ballivián y Tito Yupanqui, que exhiben bajos índices de 1,695 y 0,481, respectivamente. Estos valores indican posibles desafíos o limitaciones en la implementación de programas de vacunación en estas áreas, señalando la necesidad de intervenciones específicas para mejorar la cobertura.

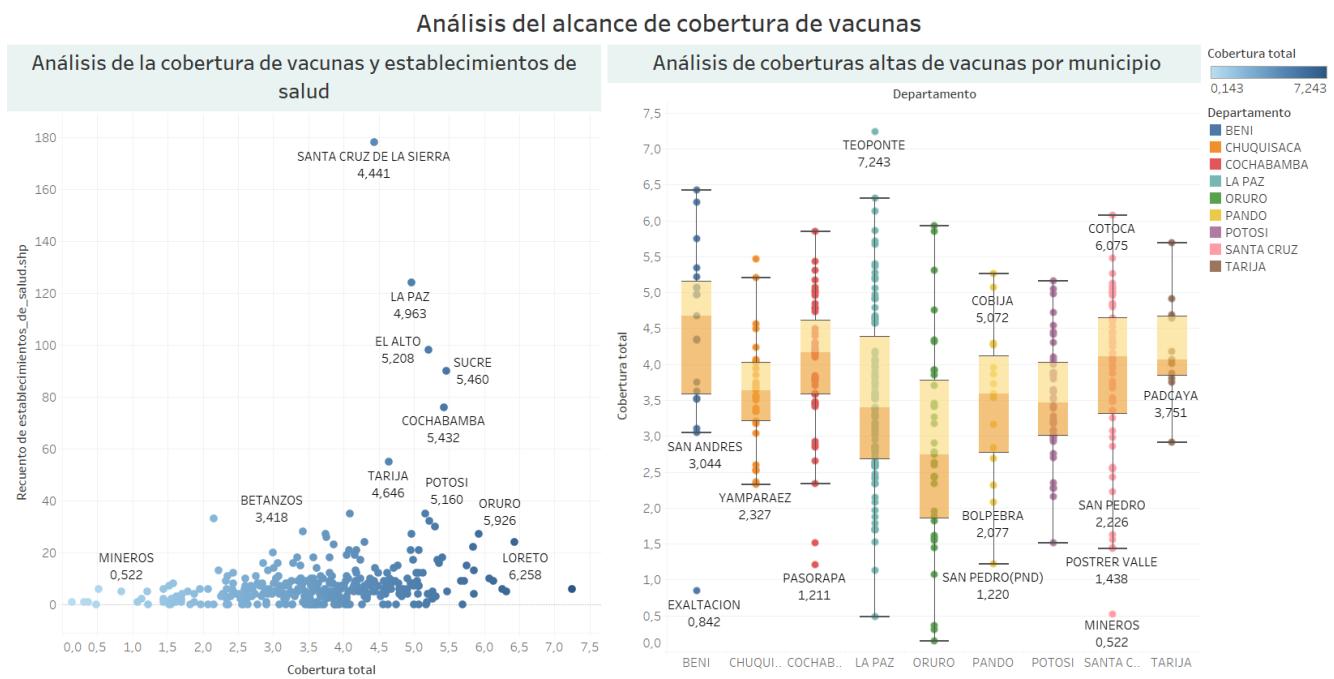
Contrastando con estas cifras, municipios como Teoponte, San Buenaventura, Mapiri y La Asunta destacan por alcanzar índices más elevados, contribuyendo significativamente al rendimiento excepcional del departamento de La Paz, que registra una cobertura total de 308,9.

Podemos observar en la figura 4-12 los municipios con mayor y menor cobertura de vacunas de La Paz:



**Figura 4- 12: Análisis geolocalizado de la cobertura de vacunas**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

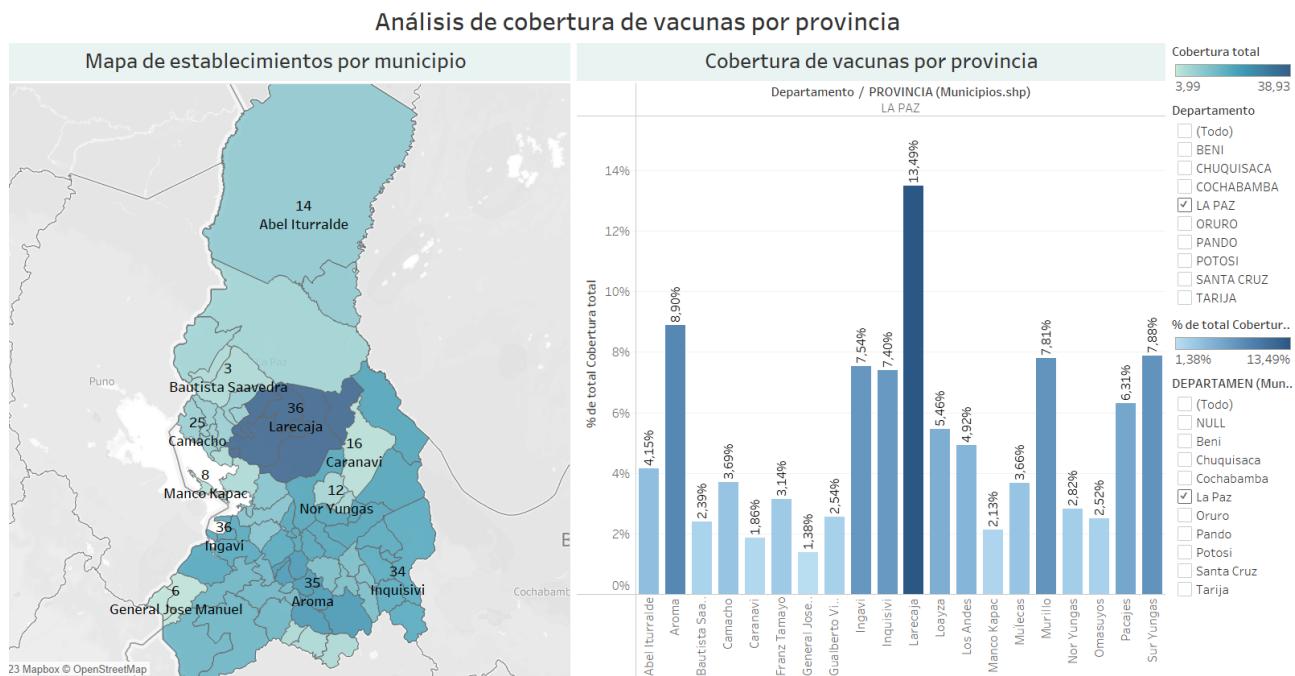
Podemos observar en la figura 4-13, que el municipio de Santa Cruz de la Sierra es el que mayor cantidad de establecimientos tiene pero que no cuenta con un alto índice de cobertura de vacunas, sin embargo, el municipio de Teoponte es el que mayor cobertura de vacunas presenta:



**Figura 4- 13: Análisis de los valores atípicos de la cobertura de vacunas**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

También observamos que existen municipios como Exaltación con una cobertura de vacunas de 0.842, Pasorapa con 1.211 y Mineros con 0.522 que están muy por debajo de los valores normales, indicando una clara desigualdad.

Podemos observar en la figura 4-14 que existen desigualdades en ciertas provincias en base a la cantidad de establecimientos y cobertura de vacunas, un ejemplo es la provincia de Caranavi que cuenta con un bajo índice de cobertura de 1,86% pero cuenta con 16 establecimientos de salud, mientras que Ingavi cuenta con 36 establecimientos de salud, pero un escaso 7,54% de cobertura de vacunas, indicando una desigualdad en los recursos.



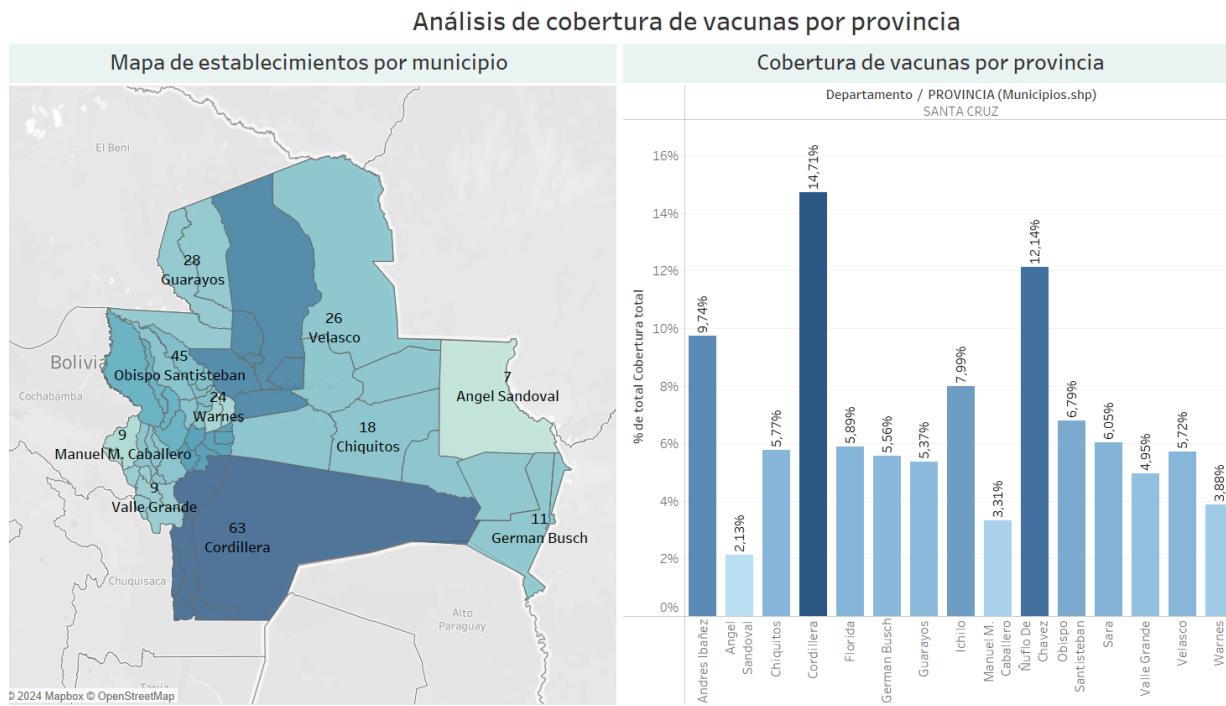
**Figura 4- 14: Análisis de cobertura de vacunas del departamento de La Paz**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

En el análisis detallado de la cobertura de vacunas por departamento y provincias, se destaca que Santa Cruz exhibe una cobertura total de 216,3, indicando un acceso relativamente robusto a las vacunas. Sin embargo, al profundizar a nivel provincial, se observan disparidades significativas. Por ejemplo, la provincia de Andrés Ibáñez, a pesar de contar con 209 establecimientos de salud, presenta una cobertura de vacunas sorprendentemente baja, marcada en un 9,74%. Esta proporción parece desproporcionadamente baja en relación con la cantidad de instalaciones disponibles, planteando interrogantes sobre las razones subyacentes detrás de esta discrepancia.

Un caso similar se presenta en la provincia de Ichilo, que registra una cobertura de vacunas del 7,99% a pesar de contar con 31 establecimientos de salud. Esta discrepancia sugiere la necesidad de evaluar y abordar los posibles obstáculos que puedan estar afectando la eficacia de la administración de vacunas en estas áreas específicas.

En contraste, la provincia de Ángel Sandoval destaca por presentar el porcentaje más bajo de cobertura de vacunas, con un 2,13%, y tan solo 7 establecimientos de salud. Esta situación señala claramente la urgencia de implementar estrategias para mejorar el acceso y la cobertura de vacunas en esta provincia en particular, con el objetivo de fortalecer la protección y la salud pública en la región.

La figura 4-15 muestra la cobertura de vacunas del departamento de Santa Cruz:

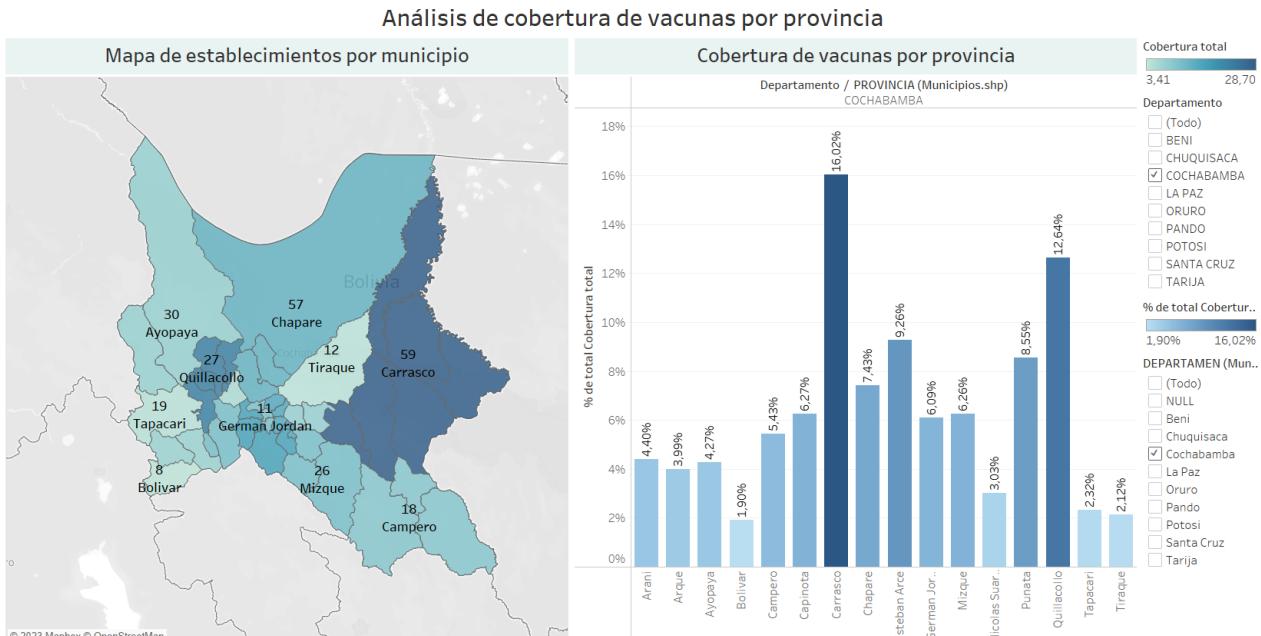


**Figura 4- 15: Análisis de la cobertura de vacunas del departamento de Santa Cruz**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

A pesar de que Cochabamba figura como el tercer departamento con un índice de cobertura de vacunas considerable, marcando 179,2, se observan disparidades notables al analizar a nivel provincial. La provincia del Chapare, por ejemplo, muestra un índice de cobertura bajo, apenas alcanzando el 7,43%, a pesar de contar con 57 establecimientos de salud. En contraste, las provincias de Carrasco y Quillacollo exhiben una cobertura adecuada en relación con la cantidad de establecimientos de salud disponibles.

Sin embargo, la provincia de Bolívar emerge como un área que requiere especial atención en términos de vacunación, ya que presenta la menor cobertura, apenas un 1,90%, con solo 8 establecimientos de salud. Esta disparidad resalta la importancia de abordar y entender las razones detrás de estas diferencias a nivel provincial para mejorar la eficacia de los programas de vacunación en la región y garantizar una cobertura equitativa en todo el departamento.

La figura 4-16 en la página siguiente, muestra el análisis de cobertura de vacunas del departamento de Cochabamba:



**Figura 4-16: Análisis de cobertura de vacunas del departamento de Cochabamba**

Fuente: Elaboración propia, 2023

Se observa un modesto incremento del 0,03% hasta el año 2019, lo cual puede interpretarse como un leve avance en la cobertura. Sin embargo, hacia el 2030, se proyecta un leve decremento del 0,02%, señalando una ligera disminución en la expansión de la cobertura. Estos datos indican una relativa constancia en la asignación de recursos para la cobertura de vacunas, aunque la pequeña variación sugiere la necesidad de monitorear de cerca los factores que podrían influir en la eficacia y el alcance de los programas de vacunación en el futuro.

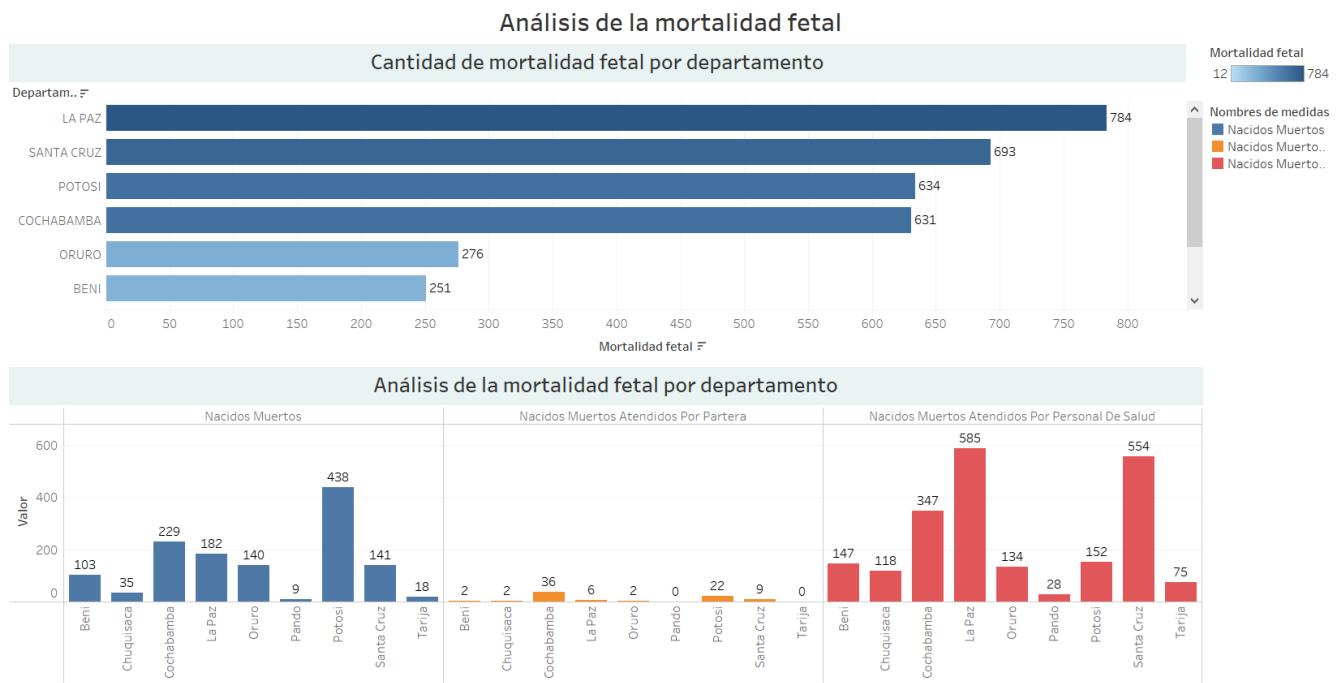
#### 4.1.3. Resultados de la mortalidad

El análisis de la mortalidad fetal revela disparidades significativas entre los departamentos de Bolivia. La cantidad más alta se encuentra en La Paz (784), seguida de Santa Cruz (693), Potosí (634) y Cochabamba (631), mientras que Pando tiene el índice más bajo (12). El desglose por tipo de atención muestra que Cochabamba y Potosí lideran en nacidos muertos atendidos por partera, con 36 y 22, respectivamente. En cambio, La Paz y Santa Cruz tienen las tasas más altas de nacidos muertos atendidos por personal de salud, con 585 y 554, respectivamente. Estas disparidades subrayan la necesidad de estrategias específicas para abordar los desafíos en la atención prenatal y mejorar el acceso equitativo a los servicios de salud en todas las regiones. La investigación adicional es esencial para comprender las causas subyacentes y diseñar intervenciones efectivas.

Se puede observar que los departamentos de Tarija y Pando no cuentan con mortalidad por atención por partera, donde ambos tienen 0, mientras que Beni, Chuquisaca y Oruro tienen 2 cada uno, siendo los departamentos con índices más bajos en mortalidad por atención de partera, siendo un caso similar en

mortalidad por personal de salud y mortalidad al nacer, también observamos que Potosí tiene la mayor cantidad de nacidos muertos con 438, muy por encima de los departamentos con mayor población.

Estos detalles se muestran en la figura 4-17 a continuación:

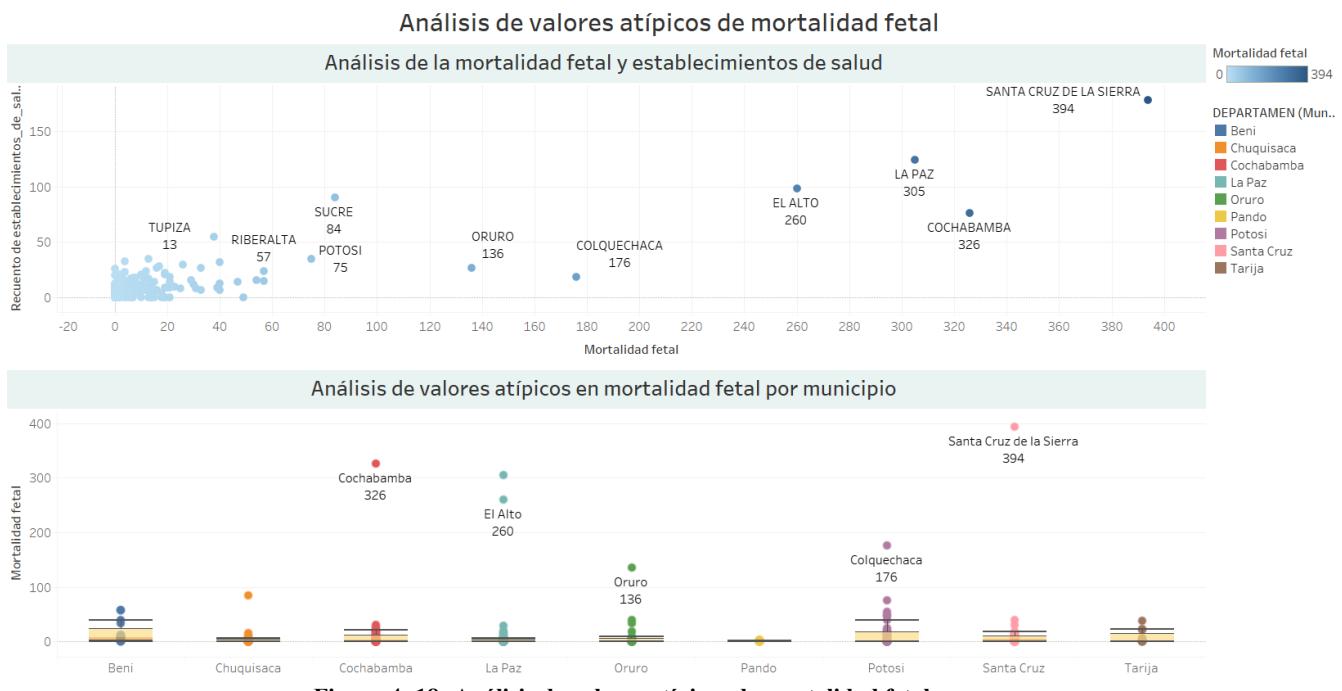


**Figura 4-17: Análisis de mortalidad fetal**

Fuente: Elaboración propia, 2023

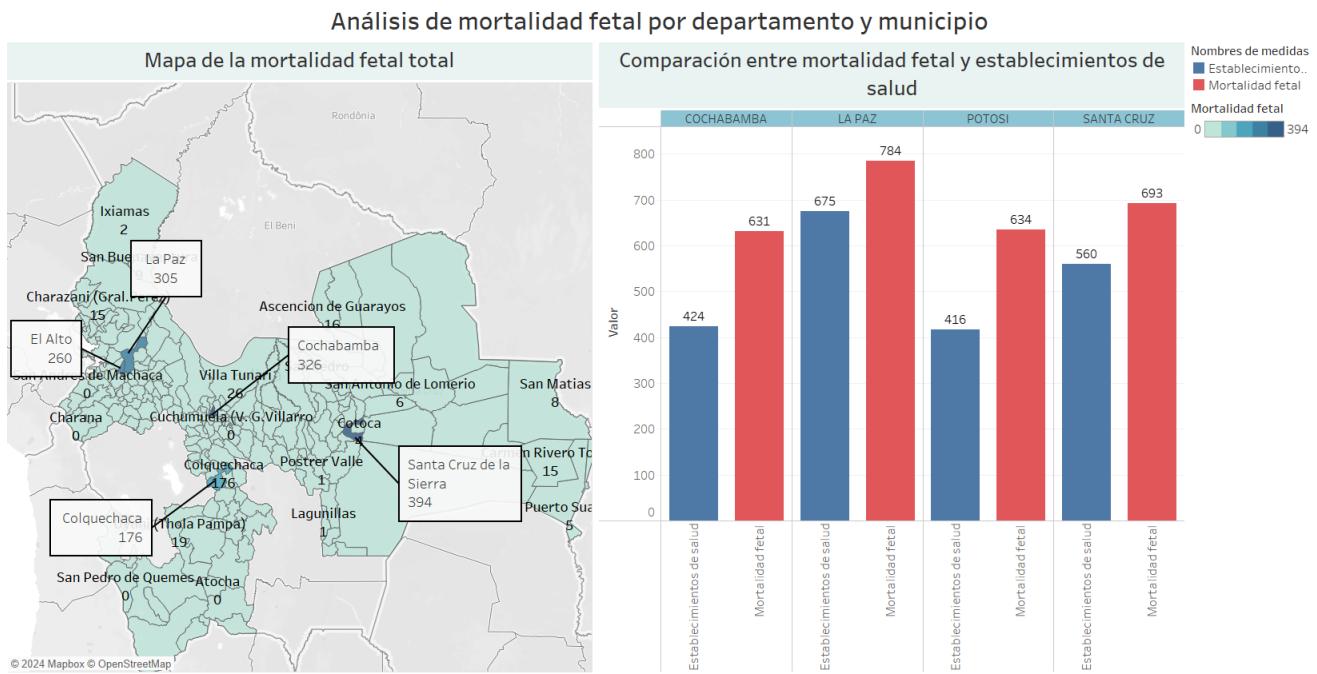
El análisis de la mortalidad fetal en Bolivia pone de manifiesto marcadas disparidades entre los departamentos y municipios. Aunque los municipios de Santa Cruz de la Sierra registran la tasa más alta con 394 casos, seguidos por La Paz (305), el Alto (260) y Cochabamba (326), sorprende observar que estos son también municipios con un número significativo de establecimientos de salud. Esta correlación sugiere la posibilidad de deficiencias en la atención prenatal o incluso señala la presencia de posibles casos de negligencia médica. La existencia de altas tasas de mortalidad fetal en áreas con recursos de salud aparentemente adecuados subraya la necesidad urgente de investigar y abordar las razones subyacentes detrás de estas disparidades para mejorar la calidad de la atención maternal y reducir las tasas de mortalidad fetal en el país.

Estos detalles se pueden observar en la figura 4-18:

**Figura 4- 18: Análisis de valores atípicos de mortalidad fetal**

Fuente: Elaboración propia, 2023

La Paz, Cochabamba, Potosí y Santa Cruz son los departamentos con mayor índice de mortalidad fetal, en donde los municipios de La Paz con 305, Colquechaca con 176 y Santa Cruz de la Sierra con 394, son los que presentan números más altos, como se muestra en la figura 4-19 a continuación:

**Figura 4- 19: Análisis de mortalidad fetal por departamento y municipio**

Fuente: Elaboración propia, 2023

La tabla 4-2 muestra el cálculo de la cantidad de mortalidad fetal por establecimiento de salud:

| MORTALIDAD FETAL   | DATOS                            | RESULTADOS |
|--|----------------------------------|------------|
| $La\ paz = \left( \frac{Mortalidad\ fetal}{Establecimientos\ de\ salud} \right)$     | $\left( \frac{784}{675} \right)$ | 1,16       |
| $Santa\ cruz = \left( \frac{Mortalidad\ fetal}{Establecimientos\ de\ salud} \right)$ | $\left( \frac{693}{560} \right)$ | 1.23       |

Tabla 4- 2:Diferencia de la mortalidad fetal entre La Paz y Santa Cruz

Fuente: Elaboración propia, 2023

El departamento de La Paz es el que mayor índice de mortalidad fetal tiene, seguido de Santa Cruz, con un total de 784 y 693 casos respectivamente, con una tasa de 1.16 y 1.23 indica que en promedio hay alrededor de 1.16 casos de mortalidad fetal por cada establecimiento de salud en La Paz, mientras que 1.23 por cada establecimiento de salud en Santa Cruz-

La figura 4-20 muestra que los departamentos de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz son los que tienen un índice más alto de mortalidad atendidos por personal de salud, mientras que La Paz tiene más casos con 589, Cochabamba presenta una cantidad de 38 casos de mortalidad fetal atendidos por partera, siendo el más alto.

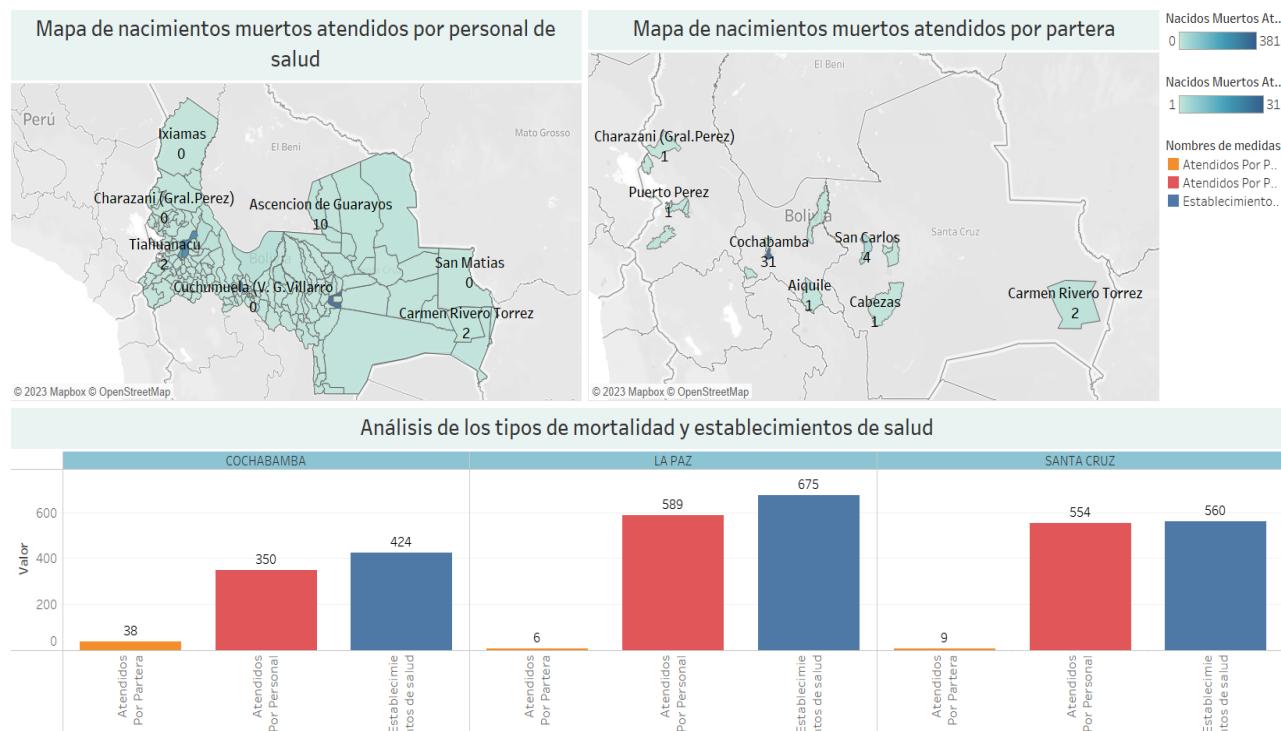
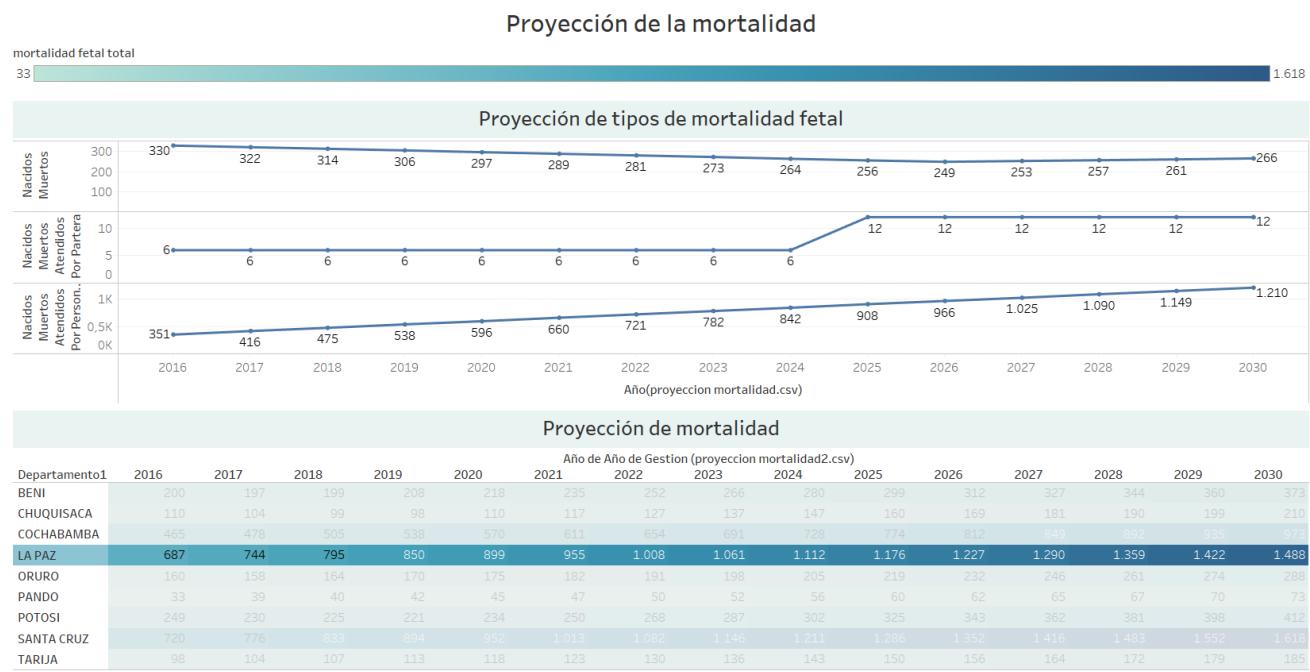


Figura 4- 20: Análisis geolocalizado de la mortalidad fetal por atención médica  
Fuente: Elaboración propia, 2023

Observamos en la figura 4-21 que Santa cruz y La Paz emergen como los departamentos con los mayores índices de mortalidad fetal, experimentando un aumento significativo que supera el doble entre los años 2016 y 2030. En particular, en La Paz, las proyecciones indican que se estima que el índice de mortalidad fetal se incremente de 687 a 1488 durante este periodo. Este aumento sustancial sugiere la necesidad de encontrar mejores estrategias para abordar las posibles causas subyacentes y mejorar los servicios de salud materna en estos departamentos.



**Figura 4- 21: Proyección de mortalidad fetal de La Paz**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

En La Paz, a pesar de la reducción en el número de nacidos muertos, de 330 a 266, se observa un preocupante incremento en las tasas de mortalidad relacionadas con la atención por partera, duplicándose de 6 a 12 para el año 2030. Además, la mortalidad por atención por personal de salud experimenta un aumento considerable, elevándose de 351 a 1210. Estos indicadores claramente señalan un problema evidente en la calidad de la atención prenatal en la región, ya que el incremento sustancial en la mortalidad por atención médica profesional plantea interrogantes sobre la efectividad de los servicios de salud en la prevención de complicaciones durante el parto y la atención prenatal.

Santa Cruz, se proyectan índices de mortalidad pronosticados para el año 2030 que son alarmantemente elevados, con una cantidad estimada de 1618, comparado con los 720 casos en el año 2016. Este aumento es acompañado por un incremento en los nacimientos muertos, de 384 a 452. Asimismo, se observa un aumento en la mortalidad por atención por partera, de 6 a 18, y en la mortalidad por atención por personal de salud, que se incrementa de 330 a 1148 para el año 2030. Estos resultados resaltan una situación crítica en la atención prenatal en Santa Cruz, indicando la urgencia de evaluar y mejorar los servicios de salud

materna para reducir estas preocupantes tasas de mortalidad. Estos detalles se pueden observar en la figura 4-22:



Figura 4- 22: Proyección de mortalidad fetal de Santa Cruz

Fuente: Elaboración propia, 2023

Observamos que los departamentos de La Paz, Santa Cruz, Potosí y Cochabamba lideran la cantidad de establecimientos de salud en donde gran parte de los establecimientos de salud son de 1er nivel, mientras que un 5% pertenecen al 2do nivel y un 2% al 3er nivel. Se pudo observar también los valores atípicos en la distribución de estos recursos, siendo ciertos municipios los más beneficiados, en donde también se pudo observar que para la cobertura de vacunas también hay disparidades en donde existen provincias con alta cantidad de establecimientos de salud pero con poca cobertura de vacunas, mientras que en la mortalidad fetal indican que La Paz, Santa Cruz y Cochabamba presentan índices muy elevados, en donde los nacidos muertos atendidos por personal de salud son la mayor causa de estos elevados índices.

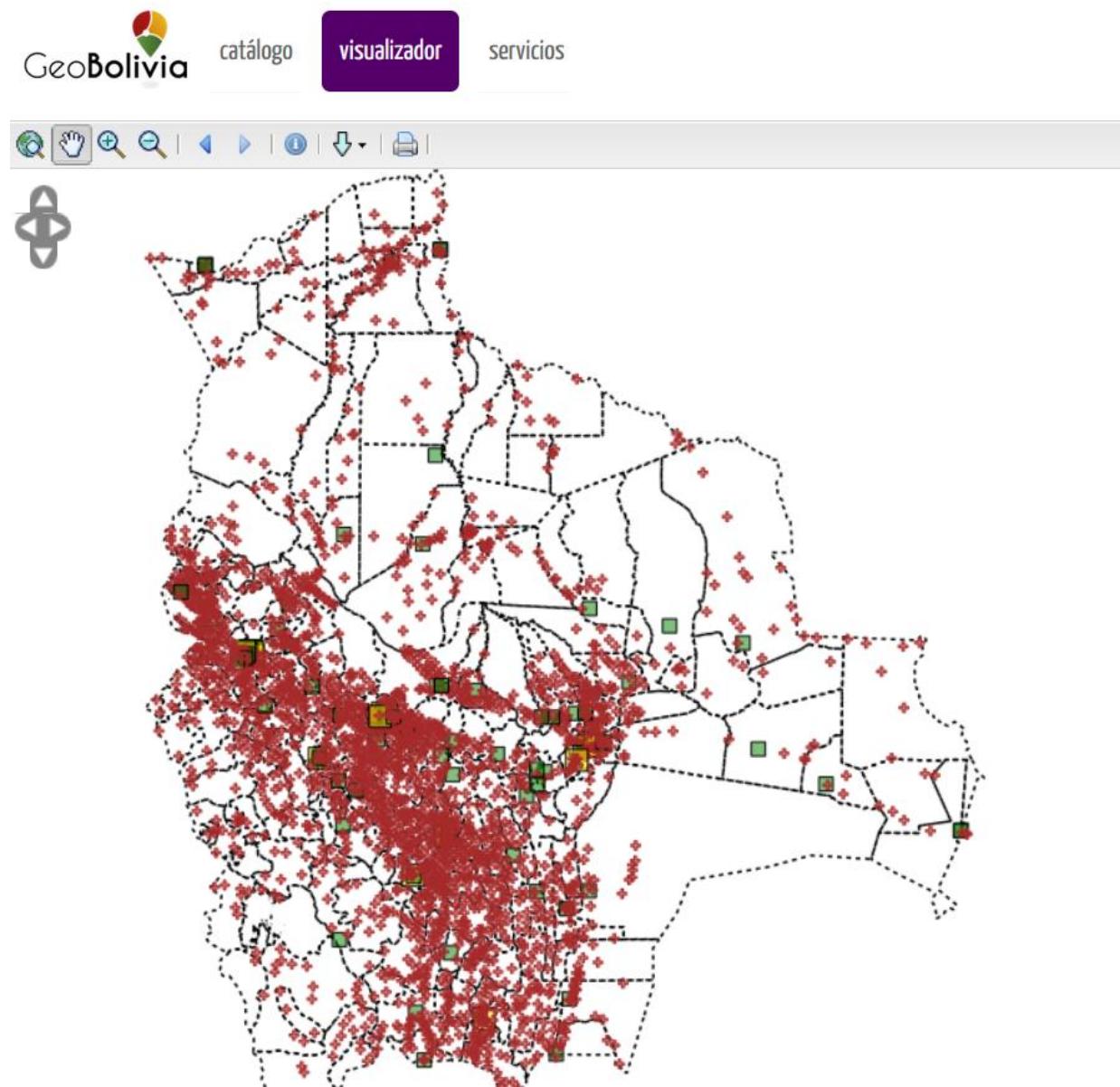
Pudimos observar que las proyecciones futuras indican un crecimiento considerable en la población, lo que causaría dificultades en el acceso a la atención médica, por otro, también se observó que en la mortalidad fetal, La Paz y Santa Cruz siguen siendo los departamentos con mayor índice de mortalidad fetal, incrementando el doble el número de decesos para el año 2030, mientras que la proyección para la cobertura de vacunas se mantuvo estable en los próximos años.

De esa forma, realizamos una interpretación de los resultados obtenidos de nuestro análisis previamente realizado, enfocándonos en la detección de valores atípicos y el alcance de estos servicios de salud en los posteriores años.

## 4.2. Discusión de resultados

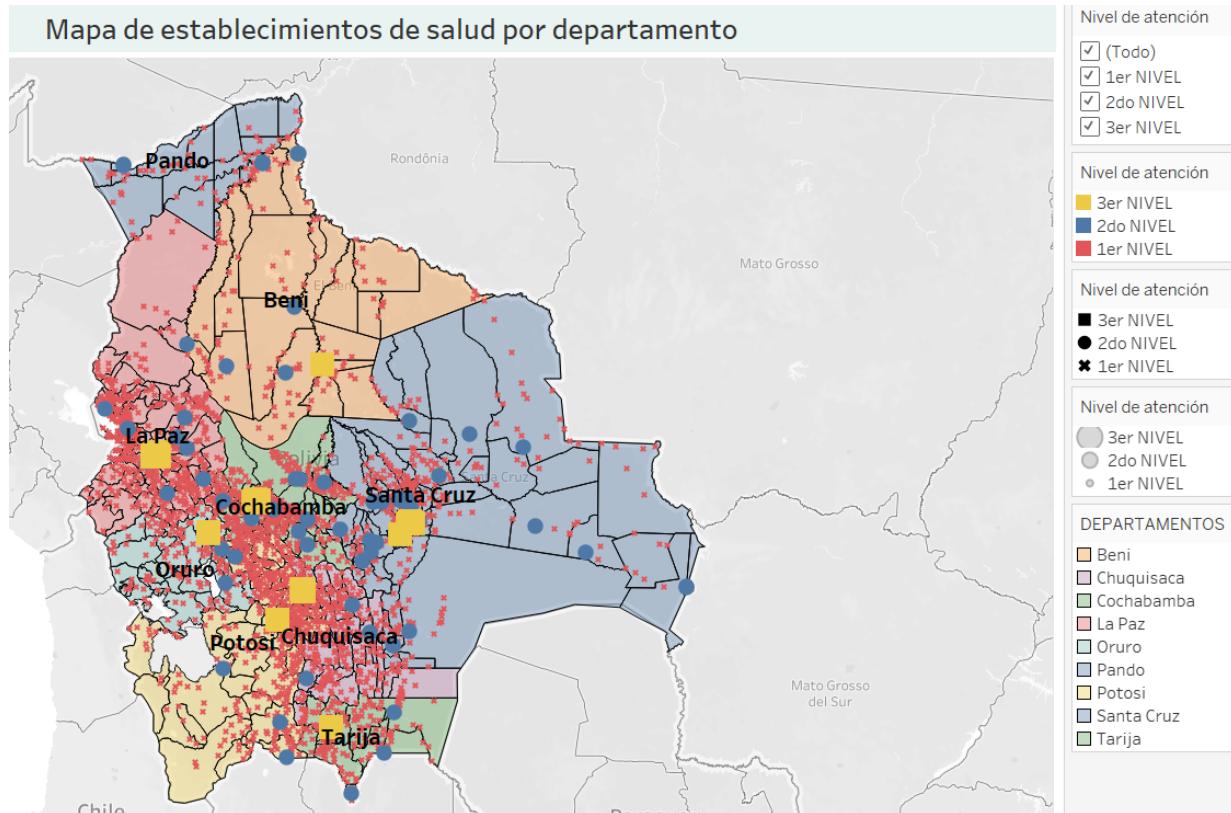
### 4.2.1. Distribución de establecimientos de salud

El mapa geoespacial de establecimientos de salud que podemos encontrar en la página de GeoBolivia (figura 4-23) nos proporciona ubicaciones de los establecimientos de salud, el cual muestra una vista panorámica de la infraestructura sanitaria en Bolivia:



**Figura 4- 23: Mapa de establecimientos de salud**  
Fuente: (GeoBolivia, 2023)

Los cuales nos limitan bastante en la interpretación y visualización de la infraestructura en Bolivia. En comparación con nuestros mapas, podemos tener vistas más completas y estructuradas como se muestra en la figura 4-24:



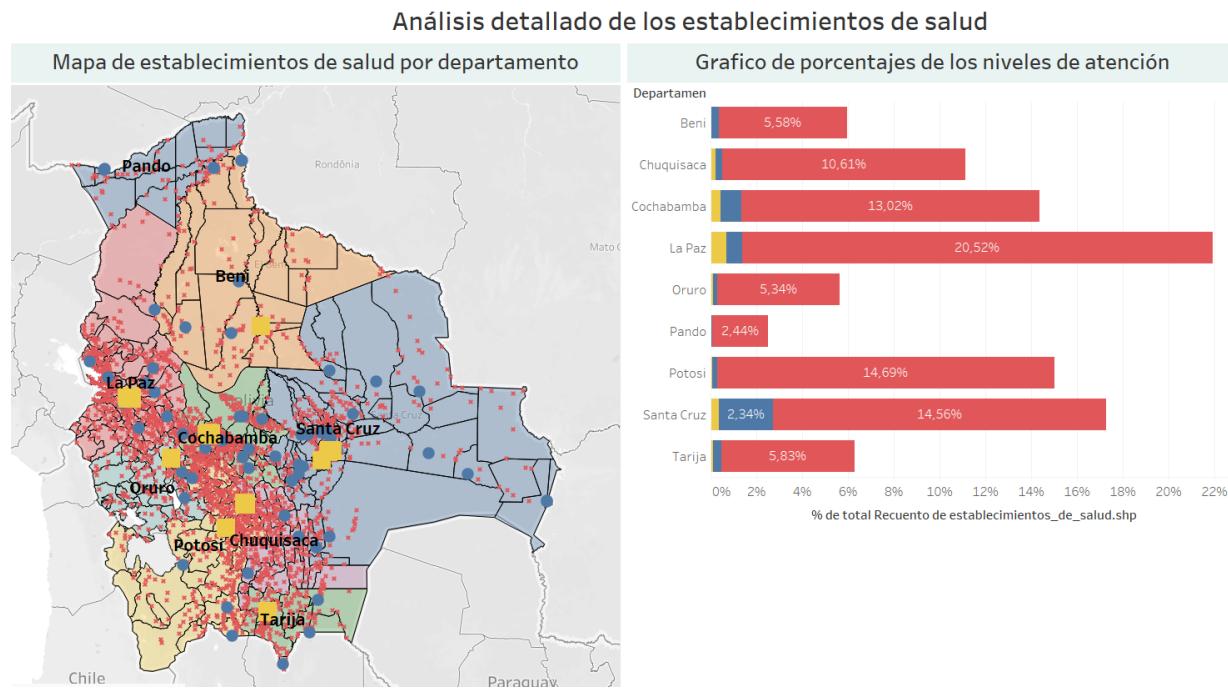
**Figura 4- 24: Gráficos comparativos de establecimientos de salud**

Fuente: Elaboración propia, 2023

La interpretación de los datos geoespaciales provenientes de GeoBolivia se presenta como un desafío considerable, dado que la cantidad exacta de establecimientos por nivel de atención no resulta fácilmente discernible para otros usuarios. Este obstáculo añade complejidad al realizar análisis, a diferencia de nuestro enfoque, que se ha centrado en una exploración detallada de la estructura de los datos. Este proceso minucioso nos ha permitido obtener información más legible y accesible para la interpretación final, subrayando la importancia de una presentación clara y estructurada de los datos para facilitar su comprensión y su aplicación en análisis subsiguientes.

Como se puede observar, los gráficos realizados en este proyecto, nos permiten tener vistas panorámicas que reflejan una información clara y concisa, el detalle de este tipo de información es de suma importancia para realizar tomas de decisiones más específicas, debido a que se tienen todos los aspectos visuales para poder desarrollar estrategias de coberturas, siendo algo muy difícil de lograr con los datos e información visual que nos proporcionan las páginas de GeoBolivia y datos abiertos de Bolivia

La figura 4-25 muestra un claro entendimiento de la distribución de los establecimientos de salud en el país de Bolivia, en donde se puede ver la distribución por departamento y nivel de atención a diferencia de lo que nos ofrece el mapa de GeoBolivia:



**Figura 4- 25: Mapa estructurado por niveles de atención**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

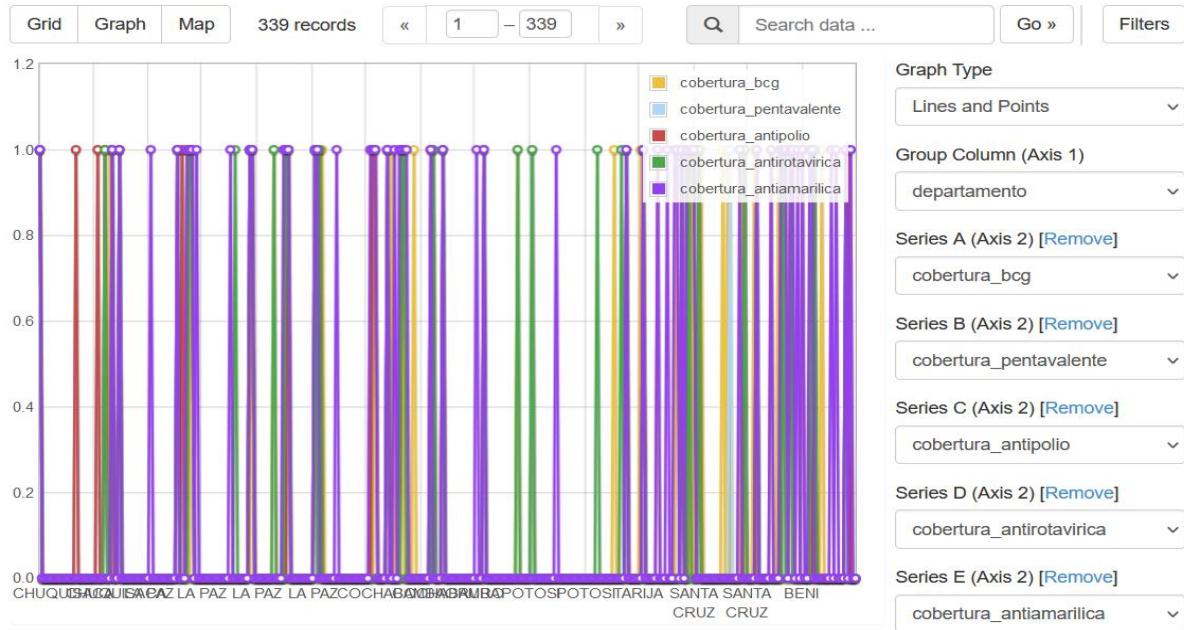
Es evidente que el mapa de GeoBolivia se limita a presentar puntos geoespaciales, sin proporcionar una visualización clara de la cantidad de establecimientos por nivel de atención en Bolivia y sus diversos departamentos. Esta falta de detalle dificulta la comprensión completa de la distribución y cobertura de la infraestructura sanitaria. En contraste, nuestros mapas han sido diseñados para asociarse directamente con los datos de los establecimientos, permitiendo así una representación más clara y comprensible de la cobertura de la infraestructura sanitaria. Esta integración de datos mejora significativamente la capacidad de análisis y la toma de decisiones informada al proporcionar una visualización más detallada y precisa de la distribución de los establecimientos de salud en la región.

#### 4.2.2. Distribución de resultados de cobertura de vacunas

La comprensión del comportamiento de la cobertura de vacunas a nivel nacional es esencial para detectar áreas con necesidades prioritarias. Este análisis puede llevarse a cabo mediante la generación de gráficos utilizando la información de cobertura de vacunas disponible en la página de datos abiertos de Bolivia.

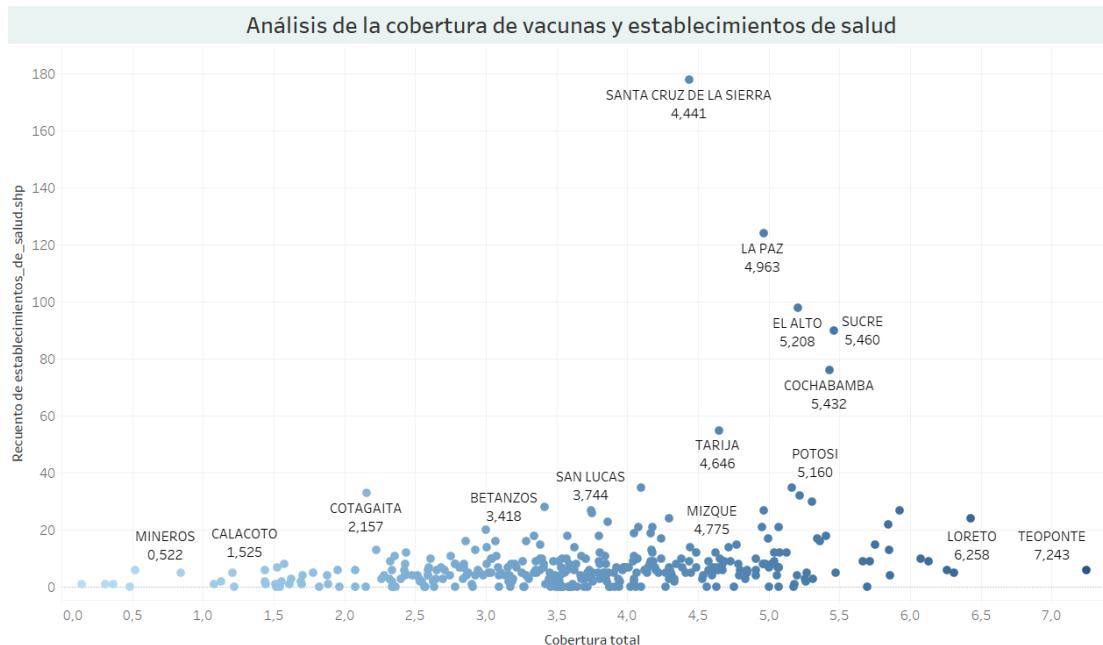
La mala interpretación de los datos, puede ser por causa de una mala visualización de gráficos, por lo que el análisis visual es importante al momento de tener que realizar un análisis detallado de patrones, anomalías o valores atípicos. La mejora sustancial en las visualizaciones se puede notar en nuestra

comparación con nuestros resultados y lo que nos muestra los gráficos de datos abiertos, como se puede observar en la figura 4-26, los gráficos proporcionados por la página de datos abiertos, podría presentar problemas en la interpretación de resultados:



**Figura 4- 26: Gráfico de cobertura de vacunas**  
Fuente: (Datos Abiertos Bolivia, 2023)

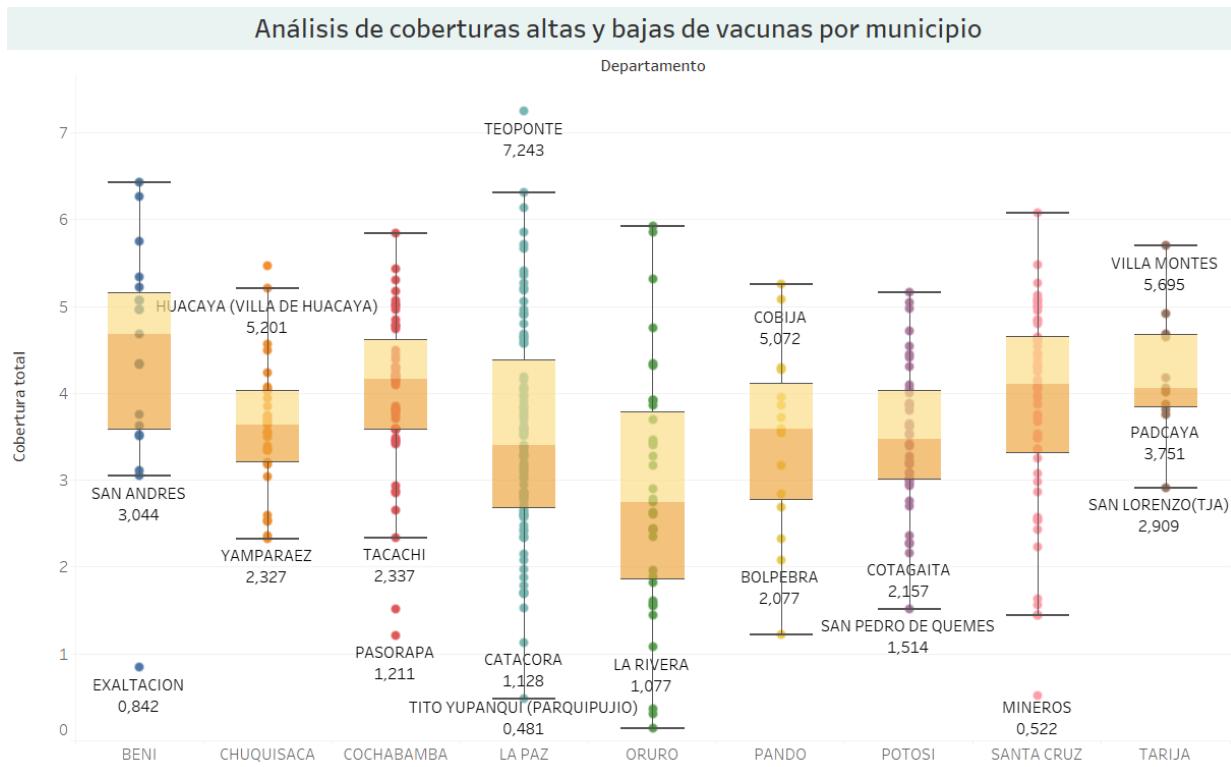
Podemos observar que las visualizaciones no son nada entendibles, no se puede realizar ningún tipo de interpretación, ni saber que zonas son las más afectadas o las más necesitadas, por lo que otros usuarios no podrían realizar ningún tipo de conclusión o detectar alguna anomalía ni obtener resultados, a diferencia de nuestras visualizaciones, que proporcionan información más detallada y de calidad. La variedad de gráficos que realizamos nos permiten lograr una mejor interpretación para posteriormente llegar buenas conclusiones, nuestro estudio permite enlazar las fuentes de información con otros tipos de datos, en donde podemos relacionar la cantidad de cobertura de vacunas con la cantidad de establecimientos de salud y así saber si estos recursos logran cubrir las necesidades y el bienestar de la población, algo que no podemos realizar en la página de datos abiertos de Bolivia, la figura 4-27 muestra los resultados de nuestros gráficos:

**Figura 4-27: Gráfico de dispersión comparativo de la cobertura de vacunas**

Fuente: Elaboración propia, 2023

Nuestros resultados obtenidos en el análisis, nos permiten llegar a mejores resultados en términos visuales, en donde podemos acoplar la información y mostrarla en diversos gráficos que pueden ser más comprendidos por otros usuarios, en este caso y a diferencia de datos abiertos de Bolivia, podemos visualizar los resultados en diagramas de dispersión o en diagramas de Boxplot, en donde podemos identificar de manera más sencilla los valores atípicos que se presentan en los diferentes departamentos y municipios, de esa forma proporcionar una claridad en los datos y resultados, con este tipo de gráficos podemos saber si existen diferencias entre la cantidad de establecimientos de salud y la cobertura de vacunas por municipio, siendo fundamental para entender la distribución de recursos.

Los diagramas de Boxplot, a diferencia de los diagramas de dispersión, nos permiten reconocer los municipios que presentan valores atípicos con relación a sus demás municipios, este tipo de análisis visual es importante para conocer las zonas más afectadas del país, siendo un análisis que no podemos realizar con las funciones que nos proporciona la página de datos abiertos de Bolivia, limitando bastante el análisis siendo un problema que en nuestro caso, no se presenta, como se puede observar en la figura 4-28:

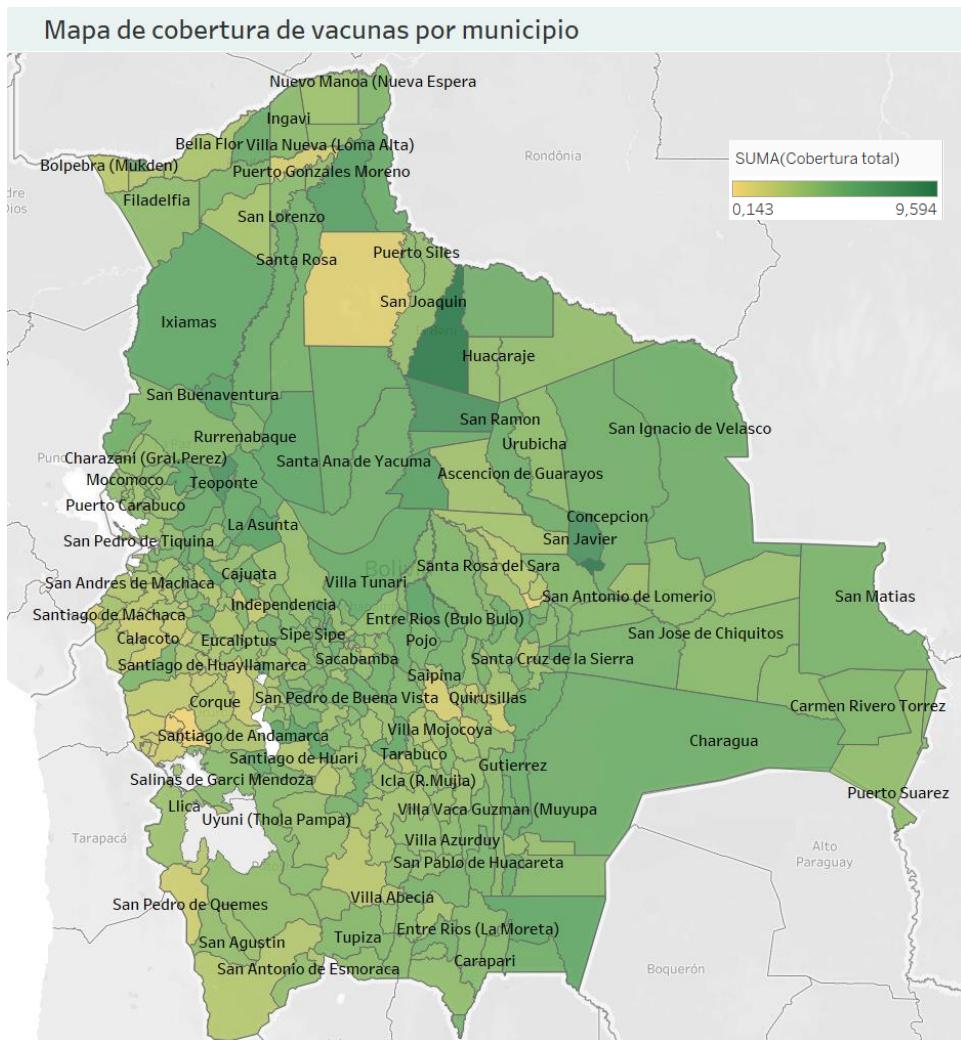


**Figura 4- 28: Gráfico de Boxplot comparativo de la cobertura de vacunas**

Fuente: Elaboración propia, 2023

La manera en la que podemos detectar los municipios con menor cobertura de vacunas es mucho más sencilla que con los gráficos que presenta datos abiertos, en donde no solamente podemos conocer los municipios afectados, sino que también podemos saber que tan afectados están de acuerdo al diagrama de Boxplot, indicando lo lejos que puede estar un municipio afectado con relación a los valores normales de los demás municipios.

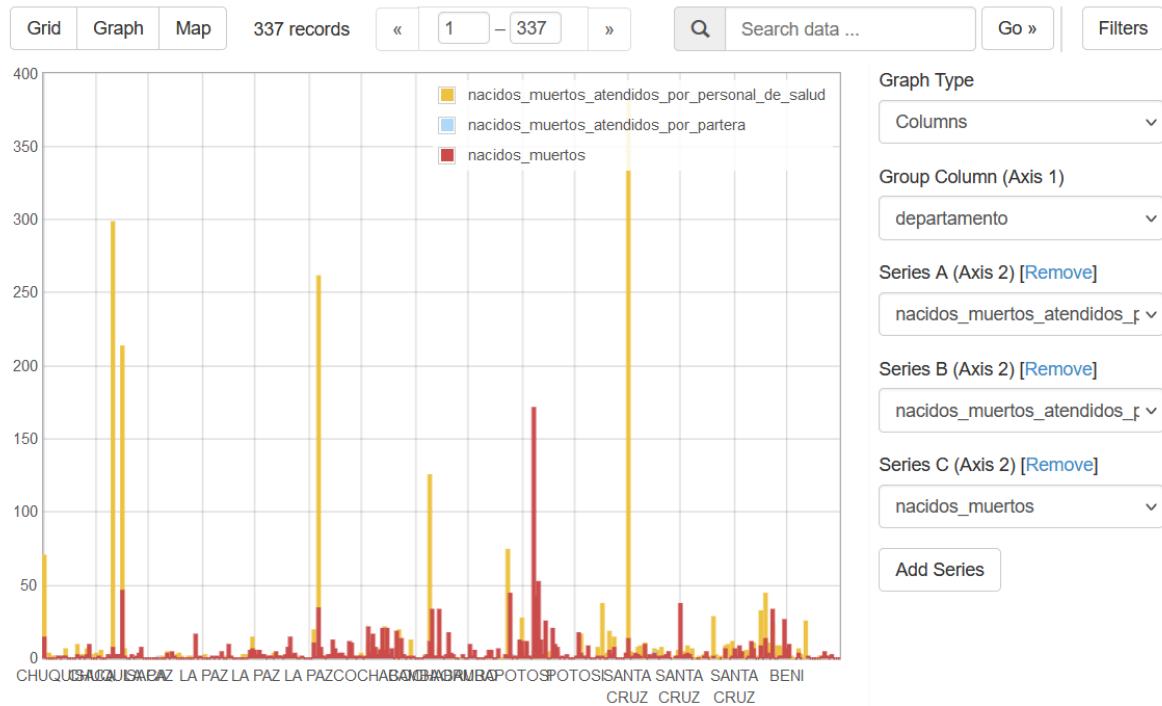
En la figura 4-29, se aprecia claramente que nuestro análisis va más allá al ofrecer la posibilidad de diseñar mapas de calor estructurados. Estos mapas proporcionan una visión detallada de los municipios y su cobertura de vacunas, marcando una distinción notable respecto a la página de datos abiertos. Esta plataforma carece de la opción de mapas de calor, lo que se traduce en una disparidad en la presentación de resultados, creando una experiencia visual más enriquecedora y específica para los demás usuarios, como se ilustra a continuación:



**Figura 4- 29:Visualización de la cobertura de vacunas por municipio**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

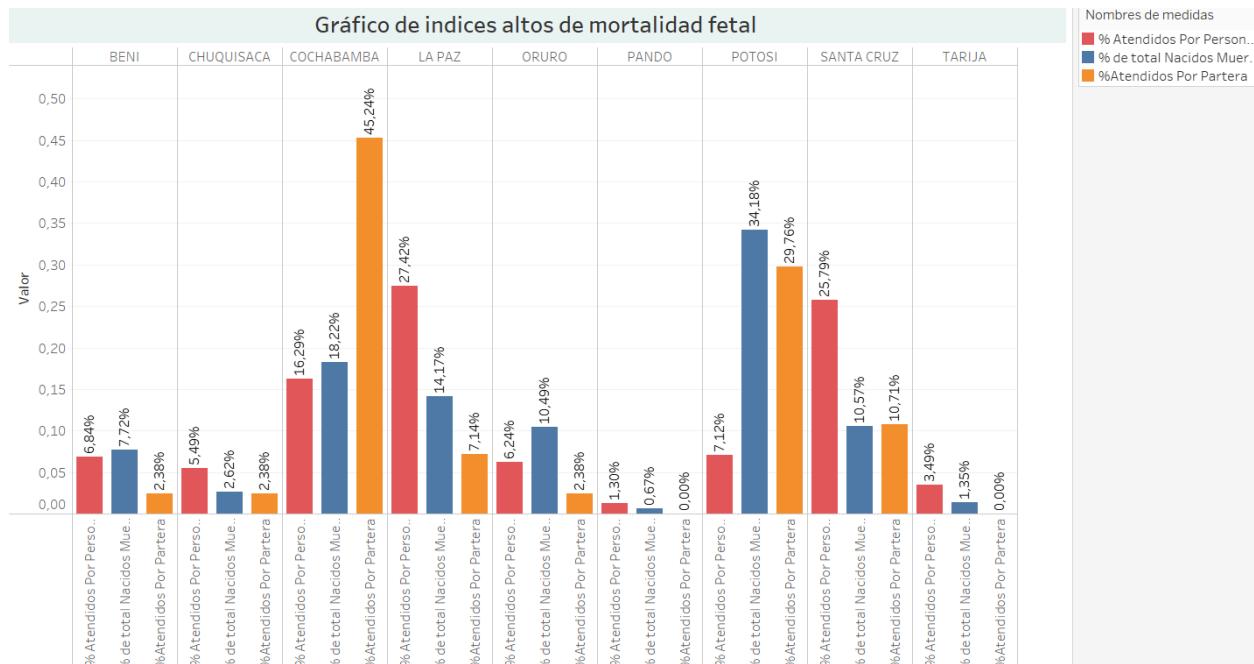
#### 4.2.3. Distribución de resultados de mortalidad fetal

Es evidente que, al sumergirse en el análisis de los datos proporcionados por la página de datos abiertos sobre nacidos muertos, nos encontramos con gráficos visuales que presentan notables dificultades en términos de comprensión debido a la falta de una estructuración adecuada. La presentación carece de claridad, lo cual complica la tarea de identificar conexiones significativas entre variables clave, como la atención brindada por personal de salud y la participación de parteras. La ausencia de vínculos con variables adicionales, como la presencia de establecimientos de salud, limita la capacidad de contextualizar y analizar de manera integral la información disponible. Es imperativo abordar estas deficiencias con el fin de posibilitar una interpretación más accesible y un análisis informado, facilitando así la comprensión completa de la situación y permitiendo la identificación de posibles mejoras en la atención de la salud materna, tal como se evidencia de manera elocuente en la figura 4-30.



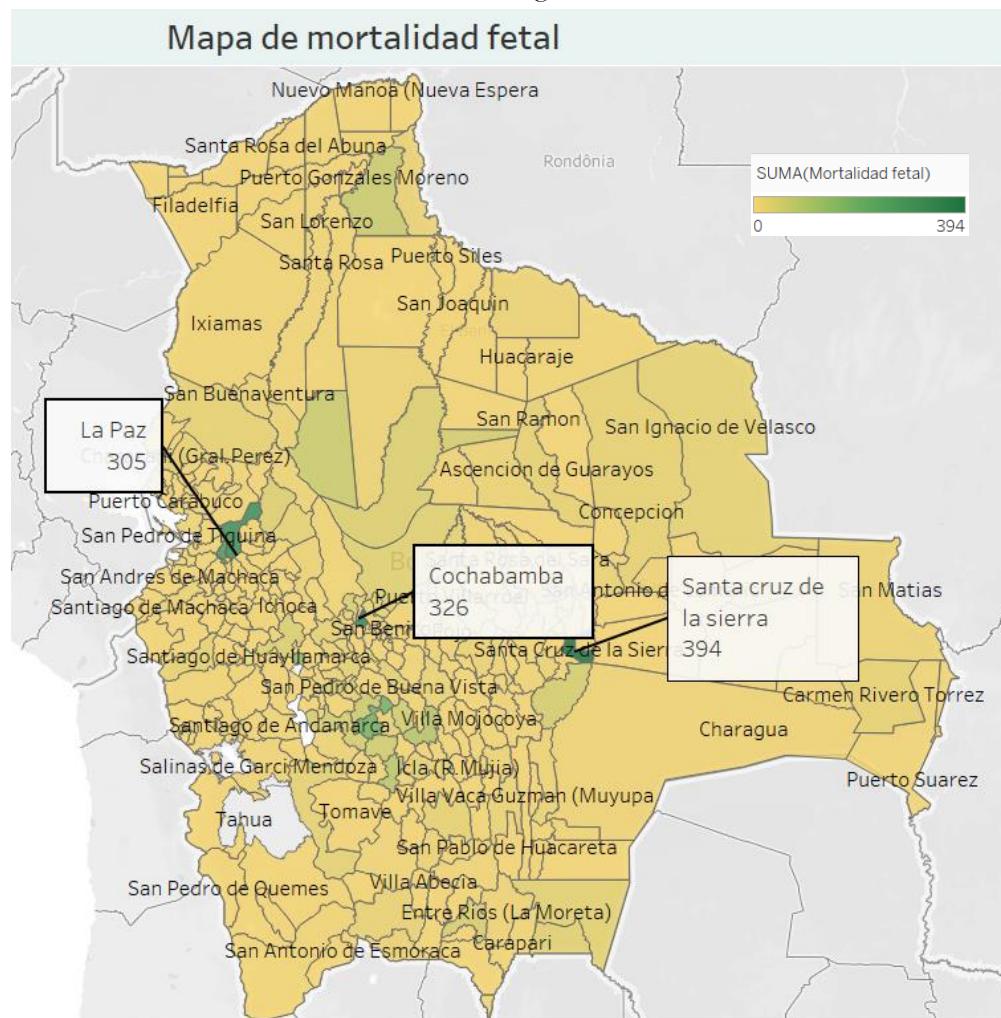
**Figura 4- 30: Gráfico de mortalidad fetal**  
**Fuente: (Datos Abiertos Bolivia, 2023)**

Mientras que en la figura 4-31, nuestro análisis nos permite tener visualizaciones más claras sobre los departamentos que tienen índices altos de mortalidad fetal



**Figura 4- 31: Gráfico comparativo de mortalidad fetal**  
**Fuente: Elaboración propia, 2023**

Al igual que en la cobertura de vacunas, la página de datos abiertos no nos proporciona la posibilidad de tener una visualización mediante mapas, algo contrario a nuestro caso en donde si podemos realizar dicha opción, como se muestra a continuación en la figura 4-32:



**Figura 4- 32: Visualización de la mortalidad fetal**  
Fuente: Elaboración propia, 2023

Existen muchas diferencias entre las visualizaciones de resultados, y la comprensión de los mismos identificando áreas más afectadas por la falta de recursos de atención prenatal, en donde también podemos destacar resultados más exactos para futuros análisis

Como se pudo observar, los resultados obtenidos en este proyecto a comparación de los resultados que nos ofrece la página de datos abiertos y la página de mapas GeoBolivia, son mucho más entendibles, claros y de fácil interpretación la cual ayuda a comprender de una mejor forma las áreas con mayores desigualdades en cobertura de vacunas, mortalidad fetal y distribución de infraestructura sanitaria, siendo datos más completos por el hecho de poder relacionarlos con otras fuentes de información.

## 5. Conclusiones

El análisis de la distribución de establecimientos de salud en Bolivia revela disparidades significativas entre los departamentos. La Paz lidera con el 21.87% del total de establecimientos, seguido por Santa Cruz (17.28%) y Cochabamba (14.34%). Pando tiene el índice más bajo, representando solo el 2.5%. La concentración en La Paz y Santa Cruz destaca la necesidad de abordar las disparidades en la distribución de servicios, ya que juntos representan casi el 40% del total regional. Además, ciertos municipios, como Cochabamba, Santa Cruz de la Sierra y La Paz, tienen una alta concentración de establecimientos, lo que destaca la necesidad de equidad en la distribución de recursos.

La atención primaria es crucial, ya que el 93% de los establecimientos se encuentran en el primer nivel. El segundo nivel cuenta con el 5%, y el tercer nivel, crucial para la atención especializada, con el 2%.

Aunque La Paz y Santa Cruz lideran en términos absolutos, el análisis porcentual para 2030 revela que solo alrededor del 0.027% de la población de Cochabamba, el 0.024% de La Paz y el 0.024% de Santa Cruz estarían cubiertos por un establecimiento de salud, valores significativamente bajos.

Las proyecciones de establecimientos de salud indican un crecimiento significativo en los años 2026 y 2028, pero la proyección de la población para 2030 sugiere una posible reducción en la accesibilidad a los servicios de salud. La preocupación se ve respaldada por la disminución relativa en el índice de accesibilidad, que pasa de 0.356 en 2016 a 0.338 en 2030.

En cuanto a la cobertura de vacunas, La Paz tiene el 24.9%, Santa Cruz el 17.5%, Cochabamba el 15% y Tarija el más bajo con el 3.7%. La presencia de valores atípicos destaca concentraciones inusuales de establecimientos, como en Santa Cruz de la Sierra, que presenta baja cobertura de vacunas con 4,441, mientras que el municipio de Teoponte destaca con una cobertura sólida de 7,243.

La mortalidad fetal varía entre departamentos, siendo La Paz (21.9%), Cochabamba (17.3%) y Santa Cruz (19.6%) los más altos. Las proyecciones revelan un aumento significativo en La Paz y Santa Cruz hasta 2030, señalando desafíos considerables en la atención prenatal en ambos departamentos.

En este estudio, hemos recopilado y evaluado datos sobre establecimientos de salud, cobertura de vacunas, mortalidad fetal. A través de la evaluación y preparación de los datasets, se ha logrado obtener una visión detallada de la situación actual en función al caso de estudio planteado. El análisis exploratorio ha permitido identificar zonas con disparidades significativas en la cobertura de establecimientos y servicios de salud, destacando aquellas con mayores y menores índices. La visualización de valores atípicos resaltó puntos de interés. Además, proyectamos la cobertura futura, ofreciendo perspectivas para abordar desafíos en salud pública.

En conclusión, un análisis geolocalizado en Tableau Desktop simplifica y agiliza el análisis de datos, facilitando la toma de decisiones informada para abordar las disparidades en la distribución de servicios de salud. La estructuración previa de datos fue esencial para aprovechar al máximo las capacidades del software.

## 6. Recomendaciones

A partir de esta investigación se recomienda realizar una actualización a la página de datos abiertos Bolivia por nuevas tecnologías como Tableau para que el público pueda comprender la distribución de los recursos en infraestructura, el alcance de vacunas y la mortalidad fetal, además de que se requeriría mayor información sobre los servicios y demanda por cada departamento y municipio para saber si realmente los recursos satisfacen las necesidades de la población.

Se recomienda una mayor cantidad de datos históricos para los establecimientos de salud, cobertura y mortalidad fetal, para tener datos mucho más exactos para las proyecciones futuras

Para tener una mejor comprensión de la relación entre los recursos y la cantidad poblacional, se debe tener una base de datos más actualizada, ya que, para el caso de la población, se trabajó con los datos del censo del año 2012, desconociendo a ciencia cierta cuanto a cambiado la densidad poblacional en cada departamento para la fecha actual.

Se recomienda realizar un análisis del porque existe valores atípicos en la cobertura de vacunas, teniendo municipios sin muchos recursos en infraestructura con una muy alta cantidad de cobertura a diferencia de otros municipios, teniendo en cuenta la importancia de la inmunización poblacional que debería ser igualitaria para todos.

Por otro lado, se recomienda analizar las causas de la mortalidad fetal, si es por falta de recursos especializados en labores de parto, atención prenatal o negligencia médica, teniendo en cuenta que existen departamentos con una alta cantidad de establecimientos de salud, pero con un índice elevado de muertes.

Las proyecciones futuras indican un crecimiento poblacional principalmente en los departamentos del eje troncal de Bolivia, los cuales señalan una dificultad en el acceso a los servicios de salud, siendo un caso similar con la mortalidad fetal, en donde también se tiene un crecimiento con el paso de los años por lo que se recomendaría observar y analizar las razones del crecimiento. La realización del proyecto proporciona información clara sobre los resultados obtenidos, sin embargo, trabajar con más fuentes de datos nos permitiría tener resultados más exactos y precisos para la toma de decisiones mientras que las herramientas de Tableau y Python son bastante recomendables para realizar este tipo de análisis.

El acceso a la atención y servicios médicos deben estar al alcance de todos, por lo tanto, se debe seguir realizando inversiones en la construcción de establecimientos de salud en las zonas más necesitadas de Bolivia y tener en cuenta la distribución equitativa de estos recursos para mejorar el estilo de vida de la población.

# Bibliografía

- ABI - Agencia boliviana de informacion. (16 de Noviembre de 2023). Obtenido de ABI - Agencia boliviana de informacion: <https://abi.bo/index.php/politica2/32476-bolivia-registra-mas-de-117-000-nacimientos-y-56-mil-defunciones-en-2022>
- Aguilar Fernández, G. &. (2017). Incremento en las coberturas del programa ampliado de inmunizaciones en vacunación de SRP y pentavalente en niños menores de 2 años a través de estrategias educativas en el Centro de Salud Tembladerani enero-junio 2015. La Paz: Doctoral dissertation.
- Alarcon, W. R. (2018). Factores socioeconómicos y zona de residencia como estratificadores de desigualdades en salud en Bolivia. Revista Panamericana de Salud Pública, 41, e155.
- Álvarez Pérez, A. G. (2008). La regionalización de los servicios de salud como una estrategia de reorganización sanitaria. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 46(1), 0-0.
- Anaguano Bucheli, J. F. (2021). Implementación de un modelo predictivo para la estimación de un indicador de borehole quality, mediante la metodología machine learning, en los pozos perforados durante la campaña 2017-2020 de dos campos de hidrocarburos de la Cuenca del Valle Medio. Bogota.
- Bermúdez, H. S. (2001). Reforma del sistema de salud de Bolivia, 1999. Revista de Salud Pública, 3, 85-94.
- Capa Benítez, L. B. (2017). Análisis exploratorio de datos con SPSS. Quito, Universidad Metropolitana.
- Collantes Campos, J. J. (2019). Tableau para la inteligencia de negocios del área de análisis de información TI. Lima.
- Collantes Campos, J. J. (2019). Tableau para la inteligencia de negocios del área de análisis de información TI.
- Colque Mollo, R. (2013). Coqueluche en Bolivia. Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría, 52(1), 1-2.
- Datos Abiertos Bolivia. (2023). Obtenido de Datos Abiertos Bolivia: <https://datos.gob.bo/>
- De Ottawa, C. (1986). Promoción de la salud. In Elaborada en la Primera Conferencia Internacional sobre la Promoción de la Salud. Obtenido de OPS.
- Defensoría del Pueblo. (16 de Mayo de 2022). Obtenido de Investigación defensorial constata deficiencias en la implementación del SUS, que limitan el acceso de la población: <https://www.defensoria.gob.bo/noticias/investigacion-defensorial-constata-deficiencias-en-la-implementacion-del-sus,-que-limitan-el-acceso-de-la-poblacion>
- Díaz-Levico, D. O.-A. (2019). Los gráficos de barras en los libros de texto de Educación Primaria en Perú. Revista Paradigma, 40(1), 259-279.
- Eróstegui Revilla, C. &. (2011). Dificultades y desafíos en la gestión de la salud en Bolivia. En C. & Eróstegui Revilla, Dificultades y desafíos en la gestión de la salud en Bolivia. (págs. 34(2), 65-65.). Gaceta Médica Boliviana.
- Fernandez, A. (2013). Python 3 al descubierto. Alfaomega Grupo Editor.

- Galindo Santana, B. M. (2011). Seguridad de las vacunas y su repercusión en la población. *Revista Cubana de Salud Pública*, 37, 149-158.
- Gallardo, J. A. (2023). Eficiencia en la inclusión de TICs en el sistema educativo. Cochabamba.
- Garrocho, C. (1990). Localización geográfica de los servicios de salud en un subsistema de asentamientos rurales del Estado de México: un intento de evaluación. Mexico: Estudios demográficos y urbanos.
- GeoBolivia. (2023). Obtenido de GeoBolivia: <https://geo.gob.bo/>
- H2I2T. (2 de 2 de 2024). H2I2T-ITSolutions. Obtenido de H2I2T-ITSolutions: <https://www.h2i2t.com/que-es-la-geolocalizacion-y-como-funciona/>
- IIGEO. (2023). Plataforma de datos geoespaciales IIGEO-UMSA. Obtenido de Plataforma de datos geoespaciales IIGEO-UMSA: <https://geonodeiigeo.umsa.bo/>
- INE. (Enero de 2024). Instituto nacional de estadística. Obtenido de Instituto nacional de estadística: <https://www.ine.gob.bo/index.php/registros-administrativos-salud/>
- Intergeneracional, S. (06 de Julio de 2018). Geolocalización: tecnología aplicada a la salud que salva vidas. Obtenido de Geolocalización: tecnología aplicada a la salud que salva vidas: <https://solidaridadintergeneracional.es/wp/geolocalizacion-tecnologia-aplicada-a-la-salud-que-salva-vidas/>
- Jiménez García, J. J. (2021). Jupyter Notebook como herramienta de apoyo a la docencia en la asignatura de automática industrial.
- Kingatúa, A. (2 de 2 de 2024). geekflare. Obtenido de geekflare: <https://geekflare.com/es/tableau-vs-power-bi/>
- Lazo Garcia, E. (2023). Análisis geolocalizado de la distribución de proyectos de agua potable y riego en Bolivia. Cochabamba: Doctoral dissertation.
- López, G. B. (2014). A, Geomarketing: geolocalización, redes sociales y turismo.
- López, G. B. (2016). B, Nuevas tecnologías, turismo y ciudad unidas a través de la geolocalización. In Turismo y ciudad: reflexiones en torno a València, 119-131.
- Loyola, E. C.-S.-A.-P. (2002). Los sistemas de información geográfica como herramienta para monitorear las desigualdades de salud. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 12, 415-428.
- Mariscal Ramos, M. A. (2018). Caracterización del perfil de la mortalidad perinatal en la ciudad de La Paz, durante el primer semestre del 2017 . En M. A. Mariscal Ramos, Caracterización del perfil de la mortalidad perinatal en la ciudad de La Paz, durante el primer semestre del 2017 (págs. 13-14). La Paz.
- Mazzi Gonzales de Prada, E. (. (2008). Esquema completo de vacunación en niños hospitalizados. Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría, 47(3), 139-143.
- Moscoso Rojas, B. H. (2015). Inequidad en la distribución de recursos humanos en los establecimientos del Ministerio de Salud de cuatro regiones del Perú. In *Anales de la Facultad de Medicina* , Vol. 76, No. SPE, pp. 35-40.
- Netnix. (2 de 2 de 2024). Sistemas de Localización en Tiempo Real (RTLS). Obtenido de Sistemas de Localización en Tiempo Real (RTLS).

- Olivares, J. P. (2002). Análisis exploratorio y análisis confirmatorio de datos. Maracaibo: Espacio abierto, 11(1).
- OMS. (3 de 2 de 2024). IntraMed. Obtenido de IntraMed: <https://www.intramed.net/contenidover.asp?contenidoid=82086>
- OSI. (2016). OSI. Obtenido de OSI: <https://www.osi.es/>
- PAI. (4 de 2 de 2024). Programa Ampliado de Inmunización. Obtenido de Programa Ampliado de Inmunización: <https://pai.minsalud.gob.bo/pagina/62>
- Parada, M. (2 de 2 de 2024). openwebinars. Obtenido de openwebinars: <https://openwebinars.net/blog/r-vs-python-en-que-se-diferencian-y-en-que-se-parecen/>
- Rivas, J. G. (2022). Uso de Python para el análisis de datos aplicado en la investigación. Investigación y Ciencia Aplicada a la Ingeniería, 5(34), 33-40.
- Salazar, H. (25 de Enero de 2021). El País. Obtenido de Bolivia: el Estado que obliga a elegir entre salud o economía: [https://elpais.bo/reportajes/20210125\\_bolivia-el-estado-que-obliga-a-elegir-entre-salud-o-economia.html](https://elpais.bo/reportajes/20210125_bolivia-el-estado-que-obliga-a-elegir-entre-salud-o-economia.html)
- Salud, L. (2013). Norma nacional de caracterización de establecimientos de salud de primer nivel. La Paz.
- Sánchez, Y. R. (2016). Localización-asignación de los servicios de atención primaria en un área de salud. . Revista Médica Electrónica, 38(6), 837-850.
- Sancho, J. V. (2014). Aproximación a una taxonomía de la visualización de datos. Revista Latina de Comunicación Social, (69), 486-507.
- Sanizo Zeballos, L. M. (2017). Análisis de Oferta Integral de Servicios en la Red Funcional Integrada de Servicios de Salud Corea Municipio de El Alto Bolivia-2017. La Paz.
- SaturnCloud. (2 de 2 de 2024). Saturn Cloud. Obtenido de Saturn Cloud: <https://saturncloud.io/blog/jupyter-notebook-vs-vscode-which-is-better-for-data-science/>
- (2019). Situación de los Centros de Salud Integrales de Primer Nivel en el Marco del Sistema Nacional de Salud. La Paz.
- Tableau. (3 de 2 de 2024). Guía de visualización de datos para principiantes: definición, ejemplos y recursos de aprendizaje. Obtenido de Guía de visualización de datos para principiantes: definición, ejemplos y recursos de aprendizaje: <https://www.tableau.com/es-mx/learn/articles/data-visualization>
- Valdivia, A. V. (11 de 12 de 2020). Serie “Reflexiones sobre la pandemia en Bolivia” IISEC-UCB. Tiempo de crisis: Retrospectivas y perspectivas puestas en evidencia ante la COVID-19. Obtenido de Tiempo de crisis: Retrospectivas y perspectivas puestas en evidencia ante la COVID-19.: [https://iisec.ucb.edu.bo/assets\\_iisec/publicacion/Ideas\\_y\\_reflexiones\\_Serie\\_COVID\\_N\\_7\\_Vidaurre3.pdf](https://iisec.ucb.edu.bo/assets_iisec/publicacion/Ideas_y_reflexiones_Serie_COVID_N_7_Vidaurre3.pdf)
- Vignolo, J. V. (2011). Niveles de atención, de prevención y atención primaria de la salud. Archivos de Medicina interna,, 33(1), 7-11.

Yrigoyen, C. C. (2009). Análisis Exploratorio de Datos Espaciales al Servicio del Geomarketing.

Tomado de <https://dds.cepal.org/infancia/guide-to-estimating-childpoverty/bibliografia/capitulo-IV/Chasco%20Coro,20>.

# Siglas y Acrónimos

|       |   |
|-------|---|
| ABI   | Agencia boliviana de información  |
|       | - Agencia de noticias perteneciente al Estado boliviano   |
| AED   | Análisis exploratorio de datos  |
|       | - Proporciona métodos sistemáticos para organizar y preparar datos, detectar fallos, tratar datos perdidos, identificar valores atípicos y comprobar supuestos de normalidad  |
| BCG   | Bacilo de Calmette-Guérin - Vacuna contra la tuberculosis   |
|       | - Previene las formas graves de tuberculosis como por ejemplo la meningitis u osteomielitis   |
| DTP   | Difteria-tetanos-pertussis  |
|       | - Es una mezcla de tres vacunas que inmunizan contra tres enfermedades causadas por bacterias: la difteria, Bordetella pertussis y el tétanos   |
| HTML  | Lenguaje de Marcas de Hipertexto  |
|       | - Referencia al lenguaje de marcado utilizado en la creación de páginas web   |
| IIGEO | Instituto de Investigaciones Geográficas  |
|       | - Unidad académica de la Carrera de Ingeniería Geográfica, encargada de planificar, ejecutar, y evaluar programas y proyectos, de investigación y desarrollo científico   |
| INE   | Instituto nacional de estadística   |
|       | - Organismo técnico estatal boliviano cuyo origen se remonta al año 1863, bajo el nombre de Mesa Estadística. Tiene como función principal realizar los censos nacionales de Bolivia, así como relevar, clasificar y distribuir la información estadística del país con carácter oficial. |
| JSON  | JavaScript Object Notation  |
|       | - Formato de texto sencillo para el intercambio de datos  |
| OMS   | Organización mundial de la salud  |
|       | - Organismo de las Naciones Unidas que se ocupa de importantes temas de salud en todo el mundo  |

|      |  |
|------|--|
| PAI  | Programa ampliado de inmunizaciones  |
|      | <ul style="list-style-type: none"><li>- Acción conjunta de naciones y organismos internacionales para lograr coberturas universales de vacunación</li></ul>  |
| PDF  | Portable Document Format   |
|      | <ul style="list-style-type: none"><li>- Formato de almacenamiento para documentos digitales independientes de plataformas de software o hardware</li></ul>   |
| PIB  | Producto interno bruto   |
|      | <ul style="list-style-type: none"><li>- Magnitud macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país o región durante un período determinado.</li></ul> |
| RTLS | Sistema de localización en tiempo real   |
|      | <ul style="list-style-type: none"><li>- Sistemas que identifican y rastrean automáticamente la localización de objetos o personas en tiempo real</li></ul>   |

# Anexos

## Anexo 1. Link de acceso a la fuente de datos

Link:

[https://github.com/lio-dev/Proyecto\\_Diplomado.git](https://github.com/lio-dev/Proyecto_Diplomado.git)

## Anexo 2. Diccionario de datos

- Diccionario de datos de la tabla municipios:

| Campo        | Descripción               | Tipo          |
|--------------|---------------------------|---------------|
| Departamento | Departamentos de Bolivia  | Cadena        |
| Provincia    | Provincia                 | Mapa          |
| Capital      | Capital de los municipios | Cadena        |
| Geometría    |                           | Mapa          |
| Nombre       | Nombre de los municipios  | Cadena        |
| Coddep       | Código departamental      | Numero entero |
| Municod      | Código municipal          | Numero entero |
| Codsec       |                           | Numero entero |
| CodPro       | Código de provincia       | Numero entero |
| Gml Id       |                           | Cadena        |

- Diccionario de datos de la tabla censo:

| Campo                    | Descripción                                  | Tipo          |
|--------------------------|--|---------------|
| Id                       | Identificador                                | Numero entero |
| Cod.Mun                  | Código municipal                             | Numero entero |
| Departamento y municipio | Municipios de Bolivia                        | Cadena        |
| T 2012                   | Población total año 2012                     | Numero entero |
| H 12                     | Población total de hombres año 2012          | Numero entero |
| M 12                     | Población total de mujeres año 2012          | Numero entero |
| T 2001                   | Población total del 2001                     | Numero entero |
| H 01                     | Total de hombres en el 2001                  | Numero entero |
| M 01                     | Total de mujeres en el 2001                  | Numero entero |
| Tmn 2001 2012(%)         | tasa de migración interna neta año 2001-2012 | Cadena        |

|                     |  |        |
|---------------------|--|--------|
| Tac 2001<br>2012(%) | tasa anual de crecimiento año<br>2001-2012 | Cadena |
|---------------------|--|--------|

- Diccionario de datos de la tabla de vacunas:

| Campo                    | Descripción                    | Tipo           |
|--------------------------|--------------------------------|----------------|
| Id                       | Identificador                  | Numero entero  |
| Cod_depto                | Código departamental           | Numero entero  |
| Departamento             | Departamentos de Bolivia       | Cadena         |
| Cod_mun                  | Código municipal               | Numero entero  |
| Municipio                | Municipios de Bolivia          | Cadena         |
| Bcg                      | Vacuna BCG                     | Numero entero  |
| Cobertura bcg            | Cobertura total BCG            | Numero decimal |
| Pentavalente             | Vacuna pentavalente            | Numero entero  |
| Cobertura Pentavalente   | Cobertura total pentavalente   | Numero decimal |
| Antipolio                | Vacuna antipolio               | Numero entero  |
| Cobertura antipolio      | Cobertura total antipolio      | Numero decimal |
| Anti rotavirus           | Vacuna Anti rotavirus          | Numero entero  |
| Cobertura Anti rotavirus | Cobertura total Anti rotavirus | Numero decimal |
| Antiamarílica            | Vacuna Antiamarílica           | Numero entero  |
| Cobertura Antiamarílica  | Cobertura total Antiamarílica  | Numero decimal |

- Diccionario de datos de la tabla de mortalidad fetal:

| Campo         | Descripción                  | Tipo          |
|---------------|------------------------------|---------------|
| Id            | Identificador                | Numero entero |
| Cod_depto     | Código departamental         | Numero entero |
| Departamento  | Departamentos de Bolivia     | Cadena        |
| Cod_mun       | Código municipal             | Numero entero |
| Municipio     | Municipios de Bolivia        | Cadena        |
| Nacidos vivos | Nacimientos vivos en Bolivia | Numero entero |

|   |  |               |
|---|--|---------------|
| Nacimientos vivos atendidos por personal de salud   | Número de nacimientos vivos que fueron atendidos por personal de salud | Numero entero |
| Nacimientos muertos                                 | Número de nacimientos muertos en Bolivia                               | Numero entero |
| Nacimientos muertos atendidos por personal de salud | Número de nacimientos muertos por personal de salud en Bolivia         | Numero entero |
| Total general                                       | Total de nacimientos vivos y muertos en el país                        | Numero entero |

### Anexo 3. Tablas de datos

- Datos de la tabla municipios de Bolivia que contiene 334 filas

| gml_id (Municipios.shp) | CODIGO (Municipios.shp...) | NOMBRE (Municipios.s...)  | CATEGORIA (Municipios...) | CODSEC (...) | COPRO (...) | CODEP (...) | DEPARTAMEN ... | PROVINCIA (Mu...)    | MUNICOD (...) | CAPITAL (Municipios.sh...) | Geometr... |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|-------------|-------------|----------------|----------------------|---------------|----------------------------|------------|
| Municipios2004.1        | 090501                     | Nuevo Manco (Nueva Espera | PRIMERA                   | 1            | 5           | 9           | Pando          | Federico Roman       | 90.501        | NUVA ESPER                 | Polygon    |
| Municipios2004.2        | 090503                     | Santos Mercado            | TERCERA                   | 3            | 5           | 9           | Pando          | Federico Roman       | 90.503        | SANTOS MERC                | Polygon    |
| Municipios2004.3        | 090402                     | Ingavi                    | SEGUNDA                   | 2            | 4           | 9           | Pando          | Abuná                | 90.402        | INGAVI                     | Polygon    |
| Municipios2004.4        | 090401                     | Santa Rosa del Abuna      | PRIMERA                   | 1            | 4           | 9           | Pando          | Abuná                | 90.401        | SANTA ROSA                 | Polygon    |
| Municipios2004.5        | 090104                     | Bella Flor                | TERCERA                   | 3            | 1           | 9           | Pando          | Nicolas Suarez       | 90.104        | BELLA FLOR                 | Polygon    |
| Municipios2004.6        | 080202                     | Guyaramerín               | SEGUNDA                   | 2            | 2           | 8           | Beni           | Vaca Diez            | 80.202        | GUAYARAMERI                | Polygon    |
| Municipios2004.7        | 090502                     | Villa Nueva (Loma Alta)   | SEGUNDA                   | 2            | 5           | 9           | Pando          | Federico Roman       | 90.502        | VILLA NUEVA                | Polygon    |
| Municipios2004.8        | 080201                     | Riberalta                 | PRIMERA                   | 1            | 2           | 8           | Beni           | Vaca Diez            | 80.201        | RIBERALTA                  | Polygon    |
| Municipios2004.9        | 090202                     | San Pedro (Conquista)     | SEGUNDA                   | 2            | 2           | 9           | Pando          | Manuripi             | 90.202        | SAN PEDRO                  | Polygon    |
| Municipios2004.10       | 090301                     | Puerto Gonzales Moreno    | PRIMERA                   | 1            | 3           | 9           | Pando          | Madre De Dios        | 90.301        | PUERTO GONZ                | Polygon    |
| Municipios2004.11       | 090103                     | Bolívar (Mukden)          | SEGUNDA                   | 3            | 1           | 9           | Pando          | Nicolas Suarez       | 90.103        | BOLIVBRA                   | Polygon    |
| Municipios2004.12       | 090201                     | Puerto Rico               | PRIMERA                   | 1            | 2           | 9           | Pando          | Manuripi             | 90.201        | PUERTO RICO                | Polygon    |
| Municipios2004.13       | 090101                     | Cobija                    | CAPITAL                   | 1            | 1           | 9           | Pando          | Nicolas Suarez       | 90.101        | COBIJA                     | Polygon    |
| Municipios2004.14       | 090102                     | Porvenir                  | PRIMERA                   | 2            | 1           | 9           | Pando          | Nicolas Suarez       | 90.102        | PORVENIR                   | Polygon    |
| Municipios2004.15       | 090302                     | San Lorenzo               | SEGUNDA                   | 2            | 3           | 9           | Pando          | Madre De Dios        | 90.302        | SAN LORENZO                | Polygon    |
| Municipios2004.16       | 090203                     | Filadelfia                | TERCERA                   | 3            | 2           | 9           | Pando          | Manuripi             | 90.203        | FILADELFIA                 | Polygon    |
| Municipios2004.17       | 090303                     | El Sena                   | TERCERA                   | 3            | 3           | 9           | Pando          | Madre De Dios        | 90.303        | EL SENA                    | Polygon    |
| Municipios2004.18       | 080303                     | Santa Rosa                | TERCERA                   | 3            | 3           | 8           | Beni           | General Jose Ballivi | 80.303        | SANTA ROSA                 | Polygon    |
| Municipios2004.19       | 080301                     | Reyes                     | PRIMERA                   | 1            | 3           | 8           | Beni           | General Jose Ballivi | 80.301        | REYES                      | Polygon    |
| Municipios2004.20       | 021501                     | Ixiamas                   | PRIMERA                   | 1            | 15          | 2           | La Paz         | Abel Iturralde       | 21.501        | IXIAMAS                    | Polygon    |
| Municipios2004.21       | 080701                     | San Joaquin               | PRIMERA                   | 1            | 7           | 8           | Beni           | Memore               | 80.701        | SAN JOAQUIN                | Polygon    |
| Municipios2004.22       | 080703                     | Puerto Siles              | TERCERA                   | 3            | 7           | 8           | Beni           | Memore               | 80.703        | PUERTO SILE                | Polygon    |
| Municipios2004.23       | 080402                     | Exaltacion                | SEGUNDA                   | 2            | 4           | 8           | Beni           | Yacuma               | 80.402        | EXALTACION                 | Polygon    |
| Municipios2004.24       | 080601                     | Magdalena                 | PRIMERA                   | 1            | 8           | 8           | Beni           | Itenez               | 80.601        | MAGDALENA                  | Polygon    |
| Municipios2004.25       | 080702                     | San Ramon                 | SEGUNDA                   | 2            | 7           | 8           | Beni           | Memore               | 80.702        | SAN RAMON                  | Polygon    |
| Municipios2004.26       | 080802                     | Baures                    | SEGUNDA                   | 2            | 8           | 8           | Beni           | Itenez               | 80.802        | BAURES                     | Polygon    |
| Municipios2004.27       | 080803                     | Huacaraje                 | TERCERA                   | 3            | 8           | 8           | Beni           | Itenez               | 80.803        | HUACARAJE                  | Polygon    |
| Municipios2004.28       | 080401                     | Santa Ana de Yacuma       | PRIMERA                   | 1            | 4           | 8           | Beni           | Yacuma               | 80.401        | SANTA ANA D                | Polygon    |
| Municipios2004.29       | 070301                     | San Ignacio de Velasco    | PRIMERA                   | 1            | 3           | 7           | Santa Cruz     | Velasco              | 70.301        | SAN IGNACIO                | Polygon    |
| Municipios2004.30       | 071101                     | Concepcion                | PRIMERA                   | 1            | 11          | 7           | Santa Cruz     | Nufio De Chaves      | 71.101        | CONCEPCION                 | Polygon    |
| Municipios2004.31       | 020701                     | Apolo                     | PRIMERA                   | 1            | 7           | 2           | La Paz         | Franz Tamayo         | 20.701        | APOLO                      | Polygon    |
| Municipios2004.32       | 021502                     | San Buenaventura          | SEGUNDA                   | 2            | 15          | 2           | La Paz         | Abel Iturralde       | 21.502        | SAN BUENAVENTURA           | Polygon    |
| Municipios2004.33       | 080102                     | San Javier                | PRIMERA                   | 2            | 1           | 8           | Beni           | Cercado              | 80.102        | SAN JAVIER                 | Polygon    |
| Municipios2004.34       | 080501                     | San Ignacio               | PRIMERA                   | 1            | 5           | 8           | Beni           | Mojos                | 80.501        | SAN IGNACIO                | Polygon    |
| Municipios2004.35       | 071502                     | Urubicha                  | SEGUNDA                   | 2            | 15          | 7           | Santa Cruz     | Guarayos             | 71.502        | URUBICHA                   | Polygon    |
| Municipios2004.36       | 080302                     | San Borja                 | SEGUNDA                   | 2            | 3           | 8           | Beni           | General Jose Ballivi | 80.302        | SAN BORJA                  | Polygon    |
| Municipios2004.37       | 080304                     | Rurrenabaque              | CUARTA                    | 4            | 3           | 8           | Beni           | General Jose Ballivi | 80.304        | RURRENABAQUE               | Polygon    |

- Datos de la tabla establecimientos de salud de Bolivia que contiene 3241 filas:

| Gmfp Id | ID | Codsns  | Nombre de establecimiento   | Nivel d... | Tipo Establecimiento    | Subsector | Ambitoge | LAT        | Long       | Municipio | Departamen | Geometria |
|---------|----|---------|-----------------------------|------------|-------------------------|-----------|----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|
| 1       | 1  | 100.030 | HOSPITAL SANTA BARBARA      | 3er NIVEL  | HOSPITAL GENERAL        | Publico   | U        | -19.044667 | -65.262742 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 2       | 2  | 100.445 | HOSPITAL DEL NIÑO SOR TE... | 3er NIVEL  | HOSPITAL GENERAL        | Publico   | U        | -19.008242 | -65.307501 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 3       | 3  | 100.005 | INSTITUTO PSICOPEDAGOG...   | 3er NIVEL  | INSTITUTO ESPECIALIZADO | Publico   | U        | -19.046128 | -65.275705 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 4       | 4  | 100.006 | HOSPITAL GINECO OBSTET...   | 3er NIVEL  | INSTITUTO ESPECIALIZADO | Publico   | U        | -19.045279 | -65.268233 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 5       | 5  | 100.007 | HOSPITAL GASTROENTERO...    | 3er NIVEL  | INSTITUTO ESPECIALIZADO | Publico   | U        | -19.045709 | -65.268136 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 6       | 6  | 100.052 | INSTITUTO PSIQUIATRICO N... | 3er NIVEL  | INSTITUTO ESPECIALIZADO | Publico   | U        | -19.041137 | -65.266753 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 7       | 7  | 100.047 | HOSPITAL SAN PEDRO CLAV...  | 2do NIVEL  | HOSPITAL SEGUNDO NIVEL  | Publico   | U        | -19.007646 | -65.307093 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 8       | 8  | 100.053 | HOSPITAL MATINF.POCONAS     | 2do NIVEL  | HOSPITAL SEGUNDO NIVEL  | Publico   | U        | -19.047123 | -65.248942 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 9       | 9  | 100.010 | C.S. VILLA ROSARIO EL TEJAR | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.054741 | -65.271051 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 10      | 10 | 100.011 | C.S. BARRIO JAPON           | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.051586 | -65.233172 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 11      | 11 | 100.013 | C.S. SAN ANTONIO ALTO       | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.050836 | -65.244191 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 12      | 12 | 100.014 | C.S. SAN JOSE               | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.054315 | -65.249550 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 13      | 13 | 100.016 | C.S. SAN ROQUE              | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.053434 | -65.263725 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 14      | 14 | 100.018 | C.S. VILLA COPACABANA       | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.065462 | -65.244652 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 15      | 15 | 100.034 | C.S. MERCADO CAMPESINO      | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.033085 | -65.253166 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 16      | 16 | 100.042 | C.S. MERCADO CENTRAL        | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.045665 | -65.257859 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 17      | 17 | 100.043 | C.S. MERCADO MINORISTA      | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.040726 | -65.254712 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 18      | 18 | 100.055 | C.S. CENTRAL                | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.048457 | -65.262278 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 19      | 19 | 100.063 | C.S. MORRO MUNICIPAL        | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.025609 | -65.239209 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 20      | 20 | 100.064 | C.S. ALTO SAN JUANILLO      | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.033532 | -65.245264 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 21      | 21 | 100.065 | C.S. VALLE HERMOSO (CHQ)    | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.033357 | -65.264674 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 22      | 22 | 100.073 | C.S. PATACON                | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.028329 | -65.265982 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 23      | 23 | 100.077 | C.S. VILLA ARMONIA (CHQ)    | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.023681 | -65.248699 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 24      | 24 | 100.078 | C.S. VILLA MARGARITA        | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.018357 | -65.252199 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 25      | 25 | 100.328 | C.S. SIVISTO                | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -18.912345 | -65.247389 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 26      | 26 | 100.329 | C.S. POCONAS                | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.044928 | -65.247682 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 27      | 27 | 100.333 | C.S. INTEGRAL ALEGRIA       | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | R        | -19.013524 | -65.250941 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 28      | 28 | 100.340 | C.S. EL ROLLO               | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.019131 | -65.286406 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 29      | 29 | 100.345 | C.S. BARRIO AMERICA         | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.062345 | -65.265094 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 30      | 30 | 100.347 | C.S. SANTA ROSA             | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.054297 | -65.280942 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 31      | 31 | 100.348 | C.S. PLANTA DIESEL          | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.054678 | -65.271188 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 32      | 32 | 100.358 | C.S. CRUCE AZARI            | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.073027 | -65.241566 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 33      | 33 | 100.367 | C.S. QKORA-QKORA            | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.083209 | -65.234272 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 34      | 34 | 100.421 | C.S. SANTA BARBARA NORTE    | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.026639 | -65.255423 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 35      | 35 | 100.422 | C.S. HOLANDA                | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.036326 | -65.277072 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 36      | 36 | 100.423 | C.S. BELEN                  | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.026042 | -65.299763 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 37      | 37 | 100.342 | C.S. ESTADOS UNIDOS         | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.016041 | -65.285539 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 38      | 38 | 100.326 | C.S. VILLA ARMONIA B        | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.034756 | -65.248751 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 39      | 39 | 100.408 | C.S. ENDE                   | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | R        | -19.050830 | -65.277558 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 40      | 40 | 100.317 | C.S. ALTO LOYOLA            | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.025476 | -65.251879 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 41      | 41 | 100.318 | C.S. LUIS ESPINAL           | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.020619 | -65.249173 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 42      | 42 | 100.320 | C.S. GARCILAZO BAJO         | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.043576 | -65.237423 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 43      | 43 | 100.321 | C.S.U.M. COBOLDE            | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.037872 | -65.241323 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 44      | 44 | 100.327 | C.S.U.M. TINTAMAYU          | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.030249 | -65.259846 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 45      | 45 | 100.338 | C.S.U.M. BARRIO URCUPIAQA   | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.030366 | -65.277211 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 46      | 46 | 100.331 | C.S. VIRGEN DE GUADALUPE    | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.016887 | -65.250066 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 47      | 47 | 100.341 | C.S.U.M. SAN LUIS           | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.019536 | -65.279257 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |
| 48      | 48 | 100.343 | C.S.U.M. VILLA LAJASTAMBO   | 1er NIVEL  | CENTRO SALUD            | Publico   | U        | -19.011083 | -65.304445 | Sucre     | Chuquisaca | Point     |

- Datos de la tabla del censo poblacional:

| cod.mun | departamento_y_municipio | t_2001 | h_01   | m_01   | t_2012 | h_12   | m_12   | tmn_2001_2012(%) | tac_2001_2012(%) | est_sal_ultpar | dom_ultpar |
|---------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|------------------|----------------|------------|
| 10101   | Sucre                    | 214913 | 102930 | 111983 | 261201 | 124667 | 136534 | 2,390,673,802    | 17,398,296,881   | 83             | 15.4       |
| 10102   | Yotala                   | 9497   | 4663   | 4834   | 9461   | 4704   | 4757   | -17,712,361,232  | -338,755,106     | 67.3           | 31.3       |
| 10103   | Poroma                   | 16966  | 8479   | 8487   | 17377  | 8714   | 8663   | -68,060,347,744  | 2,135,008,816    | 27.7           | 69.5       |
| 10201   | Azurduy                  | 11349  | 5573   | 5776   | 10652  | 5414   | 5238   | -128,138,528,139 | -5,653,417,502   | 34.9           | 63.5       |
| 10202   | Tarvita                  | 15791  | 7869   | 7922   | 14261  | 7237   | 7024   | -62,560,386,473  | -9,090,108,149   | 41.6           | 56.7       |
| 10301   | Zudáñez                  | 7423   | 3755   | 3668   | 11362  | 5795   | 5567   | -3,282,650,287   | 37,969,946,756   | 62.8           | 35.3       |
| 10302   | Presto                   | 8892   | 4346   | 4546   | 12385  | 6305   | 6080   | -31,012,122,921  | 29,553,671,491   | 33.3           | 64.7       |
| 10303   | Mojocoya                 | 7926   | 4023   | 3903   | 8068   | 3985   | 4083   | -46,430,644,225  | 1,583,864,447    | 42.3           | 54.9       |
| 10304   | Isla                     | 8616   | 4295   | 4321   | 7774   | 3884   | 3890   | -80,854,309,687  | -9,172,568,837   | 36.8           | 60.7       |
| 10401   | Padilla                  | 12562  | 6372   | 6190   | 10383  | 5254   | 5129   | -80,022,014,309  | -16,992,419,401  | 63.7           | 34.5       |
| 10402   | Tomina                   | 9060   | 4574   | 4486   | 8494   | 4294   | 4200   | -37,655,172,414  | -5,753,952,251   | 57             | 41.6       |
| 10403   | Sopachuy                 | 7241   | 3622   | 3619   | 7312   | 3674   | 3638   | -69,782,228,581  | 870,331,317      | 52.6           | 45.1       |
| 10404   | Villa Alcalá             | 4034   | 2067   | 1967   | 4902   | 2490   | 2412   | -9,243,896,658   | 17,382,947,548   | 63.9           | 34.7       |
| 10405   | El Villar                | 4585   | 2353   | 2232   | 4465   | 2311   | 2154   | -60,880,195,599  | -2,365,557,273   | 55.3           | 42.7       |
| 10501   | Monteagudo               | 26504  | 13823  | 12681  | 24303  | 12419  | 11884  | -57,364,705,882  | -7,732,923,911   | 66.8           | 31.2       |
| 10502   | Huacareta                | 10007  | 5325   | 4682   | 8349   | 4400   | 3949   | -73,317,475,864  | -16,157,236,829  | 57.5           | 40.7       |
| 10601   | Tarabuco                 | 19554  | 9405   | 10149  | 16944  | 8291   | 8653   | -82,128,866,676  | -12,778,760,455  | 38.9           | 59.9       |
| 10602   | Yamparáez                | 10013  | 4826   | 5187   | 10111  | 5047   | 5064   | -84,242,637,569  | 868,741,456      | 59.4           | 38.3       |
| 10701   | Camargo                  | 14009  | 6819   | 7190   | 15644  | 7735   | 7909   | -51,276,375,978  | 9,846,120,725    | 60.1           | 37.4       |
| 10702   | San Lucas                | 32109  | 15352  | 16757  | 32520  | 15859  | 16661  | -68,227,037,586  | 1,134,476,715    | 33.8           | 62.8       |
| 10703   | Incahuasi                | 11092  | 5369   | 5723   | 13056  | 6582   | 6474   | -43,788,371,253  | 14,541,058,359   | 40.5           | 56.3       |
| 10704   | Villa Charcas            | 12302  | 5855   | 6447   | 16150  | 7996   | 8154   | -31,384,885,507  | 24,275,421,118   | 41.6           | 56.5       |
| 10801   | Villa Serrano            | 12277  | 6183   | 6094   | 11161  | 5708   | 5453   | -115,834,004,835 | -8,500,559,715   | 49.8           | 48.6       |
| 10901   | Villa Abecia             | 3195   | 1573   | 1622   | 3514   | 1789   | 1725   | 39,208,760,155   | 8,488,595,625    | 55.3           | 44.1       |
| 10902   | Culpina                  | 17570  | 8421   | 9149   | 17731  | 8631   | 9100   | -4,479,077,991   | 813,611,775      | 44.2           | 53.9       |
| 10903   | Las Carreras             | 3556   | 1809   | 1747   | 4088   | 2123   | 1965   | 40,902,679,831   | 12,435,664,052   | 58.6           | 38.8       |
| 11001   | Muyupampa                | 10748  | 5724   | 5024   | 9720   | 5123   | 4597   | 18,715,286,163   | -8,967,236,524   | 59.8           | 37.9       |
| 11002   | Huacaya                  | 2345   | 1232   | 1113   | 2541   | 1402   | 1139   | 22,570,244,127   | 715,996,782      | 49             | 50         |
| 11003   | Macharetí                | 7386   | 3967   | 3419   | 7418   | 4041   | 3377   | 47,929,936,306   | 385,608,789      | 64             | 32.1       |
| 20101   | La Paz                   | 793293 | 379519 | 413774 | 766468 | 367742 | 398726 | -52,617,716,444  | -3,068,314,293   | 83.8           | 14.9       |
| 20102   | Palca                    | 14185  | 7223   | 6962   | 16622  | 8528   | 8094   | -11,324,402,707  | 14,141,315,843   | 20.7           | 75.3       |
| 20103   | Mécapaca                 | 11782  | 6069   | 5713   | 16086  | 8150   | 7936   | 14,212,700,413   | 27,773,526,252   | 43.8           | 53.5       |
| 20104   | Achocalla                | 15110  | 7460   | 7650   | 22179  | 11037  | 11142  | 60,949,464,012   | 34,232,452,013   | 45.7           | 52.3       |
| 20105   | El Alto                  | 649958 | 321527 | 328431 | 848452 | 408984 | 439468 | 6,497,940,718    | 23,771,246,858   | 63.5           | 34.6       |
| 20201   | Achacachi                | 45875  | 22602  | 23273  | 46058  | 22559  | 23499  | -27,576,508,723  | 35,510,401       | 22.9           | 75.9       |
| 20202   | Nancoraimes              | 15199  | 7400   | 7799   | 13136  | 6452   | 6684   | -52,233,219,662  | -13,011,294,704  | 13.9           | 83.5       |
| 20203   | Chua Cocani              | 5540   | 2976   | 2564   | 5003   | 2524   | 2479   | 16,740,088,106   | -9,094,135,306   | 26.1           | 70.9       |
| 20204   | Huarina                  | 8290   | 3891   | 4399   | 7948   | 3793   | 4155   | -19,353,092,435  | -3,757,795,521   | 19.8           | 78.4       |
| 20205   | Santiago de Huata        | 7857   | 3761   | 4096   | 8562   | 4180   | 4382   | -18,827,945,779  | 7,664,518,437    | 20.8           | 78.1       |
| 20206   | Huatajata                | 2809   | 1362   | 1447   | 3927   | 1921   | 2006   | -24,170,064,065  | 29,884,870,545   | 39.8           | 57.2       |
| 20301   | Coro Coro                | 11813  | 6128   | 5685   | 10647  | 5615   | 5032   | -11,757,295,822  | -9,269,466,924   | 31.3           | 66.3       |
| 20302   | Caquiaviri               | 11901  | 6030   | 5871   | 14687  | 7466   | 7221   | -18,301,944,107  | 18,761,513,827   | 20.1           | 78.6       |
| 20303   | Calacoto                 | 8818   | 4500   | 4318   | 9879   | 5197   | 4682   | -14,422,010,206  | 10,134,110,369   | 16.3           | 81.7       |
| 20304   | Comanche                 | 3862   | 1865   | 1997   | 3880   | 1958   | 1922   | -53,683,609,366  | 414,758,664      | 18.3           | 78.5       |
| 20305   | Caraña                   | 2766   | 1454   | 1312   | 3246   | 1642   | 1604   | 23,622,047,244   | 14,273,253,218   | 21.5           | 76.4       |
| 20306   | Waldo Ballivian          | 1657   | 852    | 805    | 5069   | 2599   | 2470   | 19,514,408,895   | 99,733,146,967   | 22.8           | 75.2       |
| 20307   | Nazacara de Pacajes      | 267    | 134    | 133    | 619    | 334    | 285    | 27,075,812,274   | 75,001,041,656   | 29.8           | 65.3       |
| 20308   | Callapa                  | 8099   | 4237   | 3862   | 7289   | 3932   | 3357   | -16,474,976,666  | -9,398,959,638   | 18.1           | 80.4       |
| 20401   | Puerto Acosta            | 13083  | 6440   | 6643   | 11290  | 5623   | 5667   | -28,259,598,519  | -13,147,159,457  | 15.9           | 82.9       |
| 20402   | Mocomoco                 | 17233  | 8746   | 8487   | 15665  | 8178   | 7487   | -32,719,836,401  | -8,509,050,404   | 13.1           | 84.5       |
| 20403   | Pto. Carabuco            | 14721  | 7535   | 7186   | 14589  | 7579   | 7010   | -9,133,810,321   | -80,340,845      | 19.4           | 79.4       |
| 20404   | Humanata                 | 5599   | 2648   | 2951   | 5342   | 2710   | 2632   | -443,490,701     | -4,191,132,069   | 8.9            | 88.6       |
| 20405   | Escoma                   | 7241   | 3546   | 3695   | 7186   | 3549   | 3637   | -25,797,588,154  | -680,086,428     | 16.3           | 78.9       |
| 20501   | Chuma                    | 12843  | 6717   | 6126   | 11473  | 5955   | 5518   | -33,297,841,448  | -10,061,528,189  | 19             | 79.2       |
| 20502   | Ayata                    | 8143   | 4048   | 4095   | 8410   | 4384   | 4026   | -18,466,479,326  | 2,877,713,546    | 17.8           | 80.5       |
| 20503   | Aucapata                 | 4146   | 2162   | 1984   | 5495   | 2940   | 2555   | -2,905,770,029   | 25,126,027,563   | 20             | 75.9       |
| 20601   | Sorata                   | 18932  | 9644   | 9288   | 23512  | 12155  | 11357  | -15,500,190,186  | 19,324,964,788   | 28.6           | 69.9       |
| 20602   | Guanay                   | 11528  | 6199   | 5329   | 14788  | 8071   | 6717   | 42,702,407,855   | 22,213,119,065   | 55.5           | 42.1       |
| 20603   | Tacacoma                 | 6269   | 3408   | 2861   | 8182   | 4468   | 3714   | 41,562,413,122   | 23,754,656,401   | 38.3           | 60.3       |
| 20604   | Quiabaya                 | 2580   | 1353   | 1227   | 2684   | 1402   | 1282   | 0.0              | 3,524,920,454    | 22             | 74.8       |
| 20605   | Combaya                  | 2691   | 1373   | 1318   | 3731   | 1931   | 1800   | -13,397,947,548  | 29,145,988,324   | 22.5           | 76.4       |
| 20606   | Tipuani                  | 9321   | 5017   | 4304   | 9985   | 5336   | 4649   | 83,923,389,437   | 6,137,937,405    | 73.8           | 22         |
| 20607   | Mapiri                   | 9633   | 5083   | 4550   | 13891  | 7530   | 6361   | 123,150,602,925  | 32,649,876,538   | 61.7           | 35.3       |
| 20608   | Teoponte                 | 7109   | 3983   | 3126   | 9349   | 5152   | 4197   | 68,365,596,667   | 24,431,478,418   | 52.1           | 44.4       |
| 20701   | Apolo                    | 13271  | 6938   | 6333   | 20308  | 10982  | 9326   | 1,300,831,401    | 37,946,981,252   | 35.7           | 62.1       |
| 20702   | Pelechuco                | 5115   | 2729   | 2386   | 6780   | 3908   | 2872   | 25,608,882,521   | 25,135,404,623   | 24.3           | 73         |
| 20801   | Viacha                   | 46596  | 23477  | 23119  | 80724  | 39695  | 41029  | 84,834,210,118   | 49,015,092,269   | 52.8           | 45.7       |
| 20802   | Guaqui                   | 7552   | 3771   | 3781   | 7278   | 3596   | 3682   | 11,222,504,863   | -3,296,356,564   | 28.1           | 70         |

- Datos de la tabla de cobertura de vacunas:

| Id | Cod Dep... | Departame... | Cod Mun | Municipio1          | Cobertura Bcg | Cobertura Pentavalente | Cobertura Antipolio | Cobertura Antirotavirica | Cobertura Antiamarilica | Cobertura total |
|----|------------|--------------|---------|---------------------|---------------|------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|
| 1  | 1          | CHUQUISACA   | 10.101  | SUCRE               | 1.16926       | 1.08820                | 1.08773             | 1.06019                  | 1.05476                 | 5.46013         |
| 2  | 1          | CHUQUISACA   | 10.102  | YOTALA              | 0.55803       | 0.60675                | 0.60675             | 0.66875                  | 0.59965                 | 3.03991         |
| 3  | 1          | CHUQUISACA   | 10.103  | POROMA              | 0.66127       | 0.70424                | 0.70424             | 0.68991                  | 0.57941                 | 3.33906         |
| 4  | 1          | CHUQUISACA   | 10.201  | AZURDUY             | 0.73510       | 0.82252                | 0.82252             | 0.78676                  | 0.77314                 | 3.94004         |
| 5  | 1          | CHUQUISACA   | 10.202  | TARVITA             | 0.60545       | 0.73900                | 0.73900             | 0.66481                  | 0.75012                 | 3.49838         |
| 6  | 1          | CHUQUISACA   | 10.301  | ZUDAÑEZ             | 0.37936       | 0.52526                | 0.52526             | 0.51432                  | 0.41706                 | 2.36127         |
| 7  | 1          | CHUQUISACA   | 10.302  | PRESTO              | 0.39971       | 0.56488                | 0.56488             | 0.48891                  | 0.57318                 | 2.59157         |
| 8  | 1          | CHUQUISACA   | 10.303  | MOJOCOYA            | 0.53237       | 0.70461                | 0.70461             | 0.61066                  | 0.62292                 | 3.17516         |
| 9  | 1          | CHUQUISACA   | 10.304  | ICLA                | 0.66553       | 0.78103                | 0.78103             | 0.73153                  | 0.73368                 | 3.69279         |
| 10 | 1          | CHUQUISACA   | 10.401  | PADILLA             | 0.95285       | 0.60967                | 0.60967             | 0.59352                  | 0.61956                 | 3.38526         |
| 11 | 1          | CHUQUISACA   | 10.402  | TOMINA              | 0.66802       | 0.90232                | 0.90232             | 0.82754                  | 0.76999                 | 4.07019         |
| 12 | 1          | CHUQUISACA   | 10.403  | SOPACHUY            | 0.70334       | 0.74909                | 0.73193             | 0.72050                  | 0.65380                 | 3.55866         |
| 13 | 1          | CHUQUISACA   | 10.404  | ALCALA              | 0.38302       | 0.57879                | 0.57879             | 0.49368                  | 0.49514                 | 2.52942         |
| 14 | 1          | CHUQUISACA   | 10.405  | EL VILLAR           | 0.47175       | 0.75481                | 0.75481             | 0.67933                  | 0.68134                 | 3.34204         |
| 15 | 1          | CHUQUISACA   | 10.501  | MONTEAGUDO          | 0.96715       | 0.81678                | 0.82532             | 0.80994                  | 0.81748                 | 4.23668         |
| 16 | 1          | CHUQUISACA   | 10.502  | HUACARETA           | 0.63011       | 1.01944                | 1.01944             | 0.93235                  | 0.96083                 | 4.56217         |
| 17 | 1          | CHUQUISACA   | 10.601  | TARABUCO            | 0.69250       | 0.82897                | 0.83150             | 0.70008                  | 0.62102                 | 3.67407         |
| 18 | 1          | CHUQUISACA   | 10.602  | YAMPARAEZ           | 0.34157       | 0.53087                | 0.53087             | 0.43210                  | 0.49116                 | 2.32657         |
| 19 | 1          | CHUQUISACA   | 10.701  | CAMARGO             | 0.91338       | 0.73490                | 0.73490             | 0.71653                  | 0.75022                 | 3.84993         |
| 20 | 1          | CHUQUISACA   | 10.702  | SAN LUCAS           | 0.74316       | 0.78994                | 0.78994             | 0.77564                  | 0.64501                 | 3.74368         |
| 21 | 1          | CHUQUISACA   | 10.703  | INCAHUASI           | 0.64706       | 0.82382                | 0.82382             | 0.78910                  | 0.55400                 | 3.63781         |
| 22 | 1          | CHUQUISACA   | 10.704  | VILLA CHARCAS       | 0.56439       | 0.76104                | 0.76104             | 0.66655                  | 0.79145                 | 3.54447         |
| 23 | 1          | CHUQUISACA   | 10.801  | VILLA SERRANO       | 0.40358       | 0.76567                | 0.76567             | 0.61103                  | 0.65824                 | 3.20420         |
| 24 | 1          | CHUQUISACA   | 10.901  | CAMATAQUI (C. VI... | 0.38269       | 0.52185                | 0.52185             | 0.56824                  | 0.52339                 | 2.51802         |
| 25 | 1          | CHUQUISACA   | 10.902  | CULPINA             | 0.82121       | 1.03657                | 1.03657             | 0.87800                  | 0.71680                 | 4.48914         |
| 26 | 1          | CHUQUISACA   | 10.903  | LAS CARRERAS        | 0.60786       | 0.91180                | 0.91180             | 0.69904                  | 0.59951                 | 3.73001         |
| 27 | 1          | CHUQUISACA   | 11.001  | VILLA VACA GUZM...  | 0.61356       | 0.88816                | 0.88674             | 0.87099                  | 0.76309                 | 4.02254         |
| 28 | 1          | CHUQUISACA   | 11.002  | HUACAYA (VILLA ...  | 0.77567       | 1.18827                | 1.18827             | 1.10575                  | 0.94354                 | 5.20149         |
| 29 | 1          | CHUQUISACA   | 11.003  | MACHARETI           | 0.40166       | 0.95042                | 0.94476             | 0.82030                  | 0.93057                 | 4.04772         |
| 30 | 2          | LA PAZ       | 20.101  | LA PAZ              | 1.33878       | 0.92529                | 0.92314             | 0.95403                  | 0.82149                 | 4.96273         |
| 31 | 2          | LA PAZ       | 20.102  | PALCA               | 0.89958       | 1.13753                | 1.13463             | 1.11141                  | 1.42938                 | 5.71254         |
| 32 | 2          | LA PAZ       | 20.103  | MECAPACA            | 0.42841       | 0.61368                | 0.59052             | 0.59631                  | 0.58779                 | 2.81671         |
| 33 | 2          | LA PAZ       | 20.104  | ACHOCALLA           | 0.46888       | 0.77926                | 0.77706             | 0.91134                  | 0.91390                 | 3.85044         |
| 34 | 2          | LA PAZ       | 20.105  | EL ALTO             | 1.17480       | 1.00662                | 1.00684             | 1.01183                  | 1.00764                 | 5.20774         |
| 35 | 2          | LA PAZ       | 20.201  | ACHACACHI           | 0.78960       | 0.60894                | 0.60894             | 0.64720                  | 0.62922                 | 3.28390         |
| 36 | 2          | LA PAZ       | 20.202  | ANCORAIMES          | 0.80652       | 0.77623                | 0.77244             | 0.74593                  | 0.87545                 | 3.97656         |
| 37 | 2          | LA PAZ       | 20.203  | CHUA COCANI         | 0.42992       | 0.55275                | 0.55275             | 0.46062                  | 0.63797                 | 2.63401         |
| 38 | 2          | LA PAZ       | 20.204  | HUARINA             | 0.45971       | 0.52100                | 0.52100             | 0.53326                  | 0.53603                 | 2.57101         |
| 39 | 2          | LA PAZ       | 20.205  | SANTIAGO DE HU...   | 0.48460       | 0.43389                | 0.43389             | 0.40008                  | 0.58908                 | 2.34155         |
| 40 | 2          | LA PAZ       | 20.206  | HUATAJATA           | 0.25199       | 0.46798                | 0.46798             | 0.39598                  | 0.56691                 | 2.15083         |
| 41 | 2          | LA PAZ       | 20.301  | CORO CORO           | 0.40400       | 0.59157                | 0.59157             | 0.58195                  | 0.61404                 | 2.78313         |
| 42 | 2          | LA PAZ       | 20.302  | CAQUIAVIRI          | 0.39230       | 0.38900                | 0.38900             | 0.36263                  | 0.54348                 | 2.07640         |
| 43 | 2          | LA PAZ       | 20.303  | CALACOTO            | 0.25641       | 0.33530                | 0.33530             | 0.32544                  | 0.27263                 | 1.52509         |
| 44 | 2          | LA PAZ       | 20.304  | COMANCHE            | 0.35352       | 0.51765                | 0.51765             | 0.51765                  | 0.49498                 | 2.40144         |
| 45 | 2          | LA PAZ       | 20.305  | CHARÁNA             | 0.44584       | 0.49042                | 0.49042             | 0.53500                  | 0.37348                 | 2.33516         |
| 46 | 2          | LA PAZ       | 20.306  | WALDO BALLIVIAN     | 0.31819       | 0.37434                | 0.37434             | 0.34627                  | 0.28223                 | 1.69538         |
| 47 | 2          | LA PAZ       | 20.307  | NAZACARA DE PA...   | 0.67592       | 0.60081                | 0.60081             | 0.30041                  | 1.43450                 | 3.61245         |

- Datos de la tabla de mortalidad fetal, contiene 337 filas:

| Id (...) | Cod Dep | Departamen... | Cod Mun (...) | Municipio (...)    | Nacidos Muertos | Nacidos Muertos Atendi... | Nacidos Muertos Atendi... | Mortalidad fetal |
|----------|---------|---------------|---------------|--------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
| 1        | 1       | CHUQUISACA    | 10.101        | SUCRE              | 14              | 70                        | 0                         | 84               |
| 2        | 1       | CHUQUISACA    | 10.102        | YOTALA             | 0               | 0                         | 0                         | 0                |
| 3        | 1       | CHUQUISACA    | 10.103        | POROMA             | 0               | 3                         | 0                         | 3                |
| 4        | 1       | CHUQUISACA    | 10.201        | AZURDUY            | 0               | 1                         | 0                         | 1                |
| 5        | 1       | CHUQUISACA    | 10.202        | TARVITA            | 0               | 1                         | 0                         | 1                |
| 6        | 1       | CHUQUISACA    | 10.301        | ZUDAÑEZ            | 0               | 1                         | 0                         | 1                |
| 7        | 1       | CHUQUISACA    | 10.302        | PRESTO             | 1               | 0                         | 1                         | 2                |
| 8        | 1       | CHUQUISACA    | 10.303        | MOJOCOYA           | 0               | 0                         | 1                         | 1                |
| 9        | 1       | CHUQUISACA    | 10.304        | ICLA               | 1               | 0                         | 0                         | 1                |
| 10       | 1       | CHUQUISACA    | 10.401        | PADILLA            | 1               | 6                         | 0                         | 7                |
| 11       | 1       | CHUQUISACA    | 10.402        | TOMINA             | 0               | 0                         | 0                         | 0                |
| 12       | 1       | CHUQUISACA    | 10.403        | SOPACHUY           | 0               | 0                         | 0                         | 0                |
| 13       | 1       | CHUQUISACA    | 10.404        | ALCALA             | 0               | 0                         | 0                         | 0                |
| 14       | 1       | CHUQUISACA    | 10.405        | EL VILLAR          | 0               | 0                         | 0                         | 0                |
| 15       | 1       | CHUQUISACA    | 10.501        | MONTEAGUDO         | 2               | 9                         | 0                         | 11               |
| 16       | 1       | CHUQUISACA    | 10.502        | HUACARETA          | 0               | 1                         | 0                         | 1                |
| 17       | 1       | CHUQUISACA    | 10.601        | TARABUCO           | 1               | 2                         | 0                         | 3                |
| 18       | 1       | CHUQUISACA    | 10.602        | YAMPARAEZ          | 0               | 0                         | 0                         | 0                |
| 19       | 1       | CHUQUISACA    | 10.701        | CAMARGO            | 2               | 6                         | 0                         | 8                |
| 20       | 1       | CHUQUISACA    | 10.702        | SAN LUCAS          | 9               | 7                         | 0                         | 16               |
| 21       | 1       | CHUQUISACA    | 10.703        | INCAHUASI          | 0               | 2                         | 0                         | 2                |
| 22       | 1       | CHUQUISACA    | 10.704        | VILLA CHARCAS      | 0               | 0                         | 0                         | 0                |
| 23       | 1       | CHUQUISACA    | 10.801        | VILLA SERRANO      | 0               | 3                         | 0                         | 3                |
| 24       | 1       | CHUQUISACA    | 10.901        | CAMATAQUI (C. .... | 1               | 1                         | 0                         | 2                |
| 25       | 1       | CHUQUISACA    | 10.902        | CULPINA            | 0               | 5                         | 0                         | 5                |
| 26       | 1       | CHUQUISACA    | 10.903        | LAS CARRERAS       | 0               | 0                         | 0                         | 0                |
| 27       | 1       | CHUQUISACA    | 11.001        | VILLA VACA GU...   | 0               | 0                         | 0                         | 0                |
| 28       | 1       | CHUQUISACA    | 11.002        | HUACAYA (VILL...   | 2               | 0                         | 0                         | 2                |
| 29       | 1       | CHUQUISACA    | 11.003        | MACHARETI          | 1               | 0                         | 0                         | 1                |
| 30       | 2       | LA PAZ        | 20.101        | LA PAZ             | 7               | 298                       | 0                         | 305              |
| 31       | 2       | LA PAZ        | 20.102        | PALCA              | 2               | 0                         | 0                         | 2                |
| 32       | 2       | LA PAZ        | 20.103        | MECAPACA           | 2               | 1                         | 0                         | 3                |
| 33       | 2       | LA PAZ        | 20.104        | ACHOCALLA          | 2               | 0                         | 0                         | 2                |
| 34       | 2       | LA PAZ        | 20.105        | EL ALTO            | 46              | 213                       | 1                         | 260              |
| 35       | 2       | LA PAZ        | 20.201        | ACHACACHI          | 1               | 6                         | 0                         | 7                |
| 36       | 2       | LA PAZ        | 20.202        | ANCORAIMES         | 0               | 0                         | 0                         | 0                |
| 37       | 2       | LA PAZ        | 20.203        | CHUA COCANI        | 0               | 0                         | 0                         | 0                |
| 38       | 2       | LA PAZ        | 20.204        | HUARINA            | 2               | 0                         | 0                         | 2                |
| 39       | 2       | LA PAZ        | 20.205        | SANTIAGO DE H...   | 0               | 0                         | 0                         | 0                |
| 40       | 2       | LA PAZ        | 20.206        | HUATAJATA          | 1               | 0                         | 0                         | 1                |

## Anexo 4. CD

Las carpetas incluidas en el cd son las siguientes:

|                     |                 |                          |
|---------------------|-----------------|--------------------------|
| 📁 Datos Base        | 21/2/2024 11:57 | Carpeta de archivos      |
| 📁 Documento         | 21/2/2024 11:56 | Carpeta de archivos      |
| 📁 Presentación      | 21/2/2024 11:58 | Carpeta de archivos      |
| 📁 Producto          | 21/2/2024 11:57 | Carpeta de archivos      |
| 📄 Instrucciones.txt | 22/1/2024 18:31 | Documento de tex... 1 KB |

- Datos Base: contiene los datos obtenidos y procesados
- Documento: contiene el documento del proyecto en formato PDF
- Presentación: contiene las diapositivas del proyecto y el video explicativo del código
- Producto: contiene los archivos de las visualizaciones y resultados del proyecto
- Instrucciones.txt: muestra los pasos para visualizar los resultados del proyecto realizado

-----INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y VISUALIZACIÓN DEL PROYECTO-----

- 1.Descargar el software tableau del siguiente enlace: <https://www.tableau.com/products/desktop/download>
- 2.Una vez descargado e instalado, abrir el archivo "Proyecto\_final.twb" ubicado en la carpeta "Producto"
- 3.Visualizar los resultados separados en hojas de trabajo y dashboards
- 4.Realizar el mismo proceso con el archivo "Proyecciones.twb". el cual muestra las proyecciones que se realizaron para el proyecto(esta en un archivo separado por la enorme cantidad de datos, lo cual hacia que el flujo sea muy lento)

Revisar el CD adjunto o escanear el siguiente código QR para visitar el repositorio:

