

Escalamiento multidimensional métrico en distancias entre las principales ciudades del departamento de Lambayeque

Dra. Noblecilla Montealegre Emma, Mg. Acosta Piscoya Jorge y Mg. Mejía Pacheco Débora
Profesora principal DE. Dpto. Estadística. UNPRG, Profesor asociado DE. Dpto. Estadística. UNPRG,
Profesora asociada DE. Dpto. Estadística. UNPRG.

Resumen:

Con este trabajo se pretende mostrar que la técnica de escalamiento multidimensional, a pesar de seguir siendo poco usada en diversas áreas, puede ser perfectamente utilizada en muchos casos, como alternativa a otras técnicas multivariantes o de complemento a las mismas, tal es el caso de esta investigación, cuyo objetivo es identificar conglomerados, grupos o cluster entre las 25 principales ciudades del departamento de Lambayeque. La data se obtuvo de la página web del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Mediante la técnica de escalamiento multidimensional métrico complementada con el análisis cluster nos permite fundamentar estadísticamente la formación de cuatro conglomerados, el primero formado por Salas y Motupe; el segundo por Jayanca, Pacora, Túcume, Íllimo y Mochumí, el tercero por Ferreñafe, Mórrope, Lambayeque, Chiclayo, Reque, Monsefú, San José, Santa Rosa, Pimentel y Puerto Eten, y el cuarto por Oyotún, Nueva Arica, Nuevo Mocupe, Mocupe, Zaña, y Chongoyape. El Índice de esfuerzo o Stress es 0.17037, así también el $RSQ = 0.88223$ indica que el ajuste del modelo es bueno. Complementamos el análisis con un dendrograma el cual permite incorporar la ciudad de Olmos al primer conglomerado y la ciudad de Batangrande al cuarto conglomerado.

Palabras clave: Escalamiento, distancia, análisis multivariante.

Abstract:

This paper aims to show that the technique of multidimensional scaling, although remain little used in various fields, can be perfectly used in many cases as an alternative to other multivariate techniques or supplement thereto, as in the case of This research, which aims to identify clusters, cluster groups or among the top 25 cities of the department of Lambayeque. The data was obtained from the website of the Ministry of Transport and Communications. Using the metric multidimensional scaling technique complemented by cluster analysis allows us to statistically support the formation of four clusters, the first consisting of rooms and Motupe; the second by Jayanca, Pacora, Tucume, Mochumí Illimo and the third by Ferreñafe, Mórrope, Lambayeque, Chiclayo, Reque, Monsefú, San José, Santa Rosa, Puerto Eten and Pimentel, and the fourth by Oyotún, New Arica, New Mocupe , Mocupe, Zana, and Chongoyape. The index is 0.17037 effort or stress, so the $RSQ = 0.88223$ indicates that the model fit is good. We complement the analysis with a dendrogram which allows to incorporate the city of Olmos to the first cluster and the city of Batangrande the fourth cluster.

Keywords: Scaling, distance, multivariate analysis.

Introducción

- El ordenamiento territorial es un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física, concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socio-económico en armonía con el medio ambiente y las tradiciones histórico-culturales (Cabezas, 2001).
- En los últimos años en el Perú, algunas de las grandes ciudades, diferentes a Lima, se han desarrollado conformando un sistema policéntrico o polinuclear (estas ciudades no solo están conformadas por los distritos que forman parte de la ciudad, sino por una serie de pequeños centros poblados cercanos a la ciudad, situados a 15 minutos o una hora del centro, con relaciones de intercambio intensas y que ya forman parte de la ciudad) estableciendo a nivel de conglomerados “áreas metropolitanas”, en los espacios regionales y macroregionales. Sin embargo, estas ciudades y otras que están llamadas a ejercer nuevos roles y funciones en los espacios macroregionales, pues deberán constituir sistemas a partir del fortalecimiento de las ciudades existentes que, a su vez, deben adecuar su rol al de centralidad macroregional al interior del país, en un nuevo contexto de consolidación de los espacios regionales y macroregionales que forman parte de los corredores económicos.
- El sistema urbano actual del Perú puede definirse a partir de la evaluación de dos factores básicos: la jerarquía y las funciones económicas de los conglomerados, continuos urbanos establecidos o áreas urbanas integradas, los cuales incorporan a centros urbanos menores localizados en sus áreas de influencia y, con ellos, conforman una unidad espacial y económico-social de mayor nivel. Las jerarquías urbanas se establecen a partir del rango poblacional y la dinámica de urbanización de los centros urbanos, complementados con la función político-administrativa que desempeñan en su ámbito, en términos de capitales departamentales o de provincia. Así, tenemos que en el actual sistema se dan hasta seis rangos de centros poblados en función a su tamaño poblacional.
- En el departamento de Lambayeque podemos señalar que existen algunas ciudades del departamento, que si se fortalecen, pueden consolidar un sistema de ciudades agrupadas por subsistemas, de una manera orgánica y mejor distribuida en el territorio regional. La concentración de población en las ciudades se produce con el objetivo de desarrollar determinadas actividades productivas, de servicios y similares que, en conjunto, constituyen y determinan la función de la ciudad. Existen actividades que se realizan en la ciudad para uso interno y actividades que aportan recursos al exterior o al entorno rural donde ejercen influencia y que configuran las funciones básicas de la ciudad, entre estas últimas están las funciones netamente comerciales o industriales, servicios, político-administrativas, culturales, turísticos, entre otras. Las funciones económicas urbanas se definen con base en los diferentes porcentajes de la Población Económicamente Activa (PEA), por actividad que se han registrado en los conglomerados.
- El escalamiento multidimensional o MultiDimensional Scaling (MDS) es una técnica de análisis Multivariante que trata de construir pocas variables (dos dimensiones), y otorgar puntuaciones a los individuos de manera que las distancias entre puntuaciones representen los grupos enunciados en el problema ¿Cuántos conglomerados se pueden formar con las 25 principales ciudades del departamento de Lambayeque?

- Considerando que la aplicación de la Escala Multidimensional es un tema poco estudiado a nivel local no se encontró antecedentes, a nivel internacional se han encontrado los siguientes trabajos:
 - Quaglino & Giuliani (2011) en su investigación titulada Escalamiento multidimensional aplicado en publicidad determinó que el uso del escalamiento multidimensional, resulta indispensable como herramienta para descubrir las relaciones multivariadas de un gran conjunto de variables y también, pueden ser mostrada muy sencillamente en mapas perceptuales, por lo que resulta muy fácil de utilizar e interpretar y puede proveer resultados de gran profundidad.
 - Herrera, Guerra, Torres & Caraballo (2012) en su investigación Escalamiento multidimensional y mapas auto organizados para visualizar el uso de los métodos estadísticos no paramétricos en la rama de las Ciencias Agraria y Biológica determinaron que el uso del escalamiento multidimensional y los mapas autoorganizados, resultaron muy útiles para el procesamiento, visualización y análisis de la información al permitir una adecuada identificación de las temáticas más abordadas.
 - Guerrero & Ramírez (2012) en su trabajo de investigación titulado El Análisis de escalamiento Multidimensional: Una alternativa y un complemento a otras técnicas multivariantes, llegan a determinar que las técnicas multivariadas son adecuadas para mostrar los grupos de desarrollo turístico en Andalucía España.
- La historia de las técnicas de escalamiento multidimensional comienza con un trabajo de Torgerson en 1952, quién introdujo el término y esbozó las primeras ideas. En 1962, Shepard hizo una formulación bastante precisa del escalamiento multidimensional cuando demostró, empíricamente, que si se conocía una ordenación de las distancias entre puntos, podría encontrarse una configuración de puntos en un espacio euclidiano de baja dimensión cuyas interdistancias euclídeas reproducían prácticamente la ordenación original. Esta técnica multivariada proporciona una forma de ubicar la posición relativa entre los objetos con relación a un conjunto de conceptos, factores o atributos, en un plano multidimensional. A este resultado se lo llama Escalamiento Multidimensional.
- La materia prima de esta técnica son las proximidades (similaridades o distancias) o los valores de los datos que conectan el objeto i con el objeto J ($i, j = 1, \dots, I$) y se las puede representar por el símbolo $\delta_{ij} \forall i, j$.
El arreglo en una matriz cuadrada de orden I : $\Delta = [\delta_{ij}]_{I \times I}$, se llamará matriz de proximidades.

El objetivo de MDS, es representar esta matriz mediante un conjunto de variables ortogonales y_1, y_2, \dots, y_p denominadas Coordenadas Principales, donde $P < I$, de manera tal que las distancias euclídeas entre las coordenadas de los elementos respecto a estas variables sean iguales (o lo más próximas posibles) a las distancias de la matriz original. Es decir, a partir de la matriz se pretende obtener una matriz X , de dimensiones $I \times P$ que pueda interpretarse como la matriz de P variables en los I elementos, y donde la distancia euclídea entre ellos reproduzca, aproximadamente, la matriz de distancias inicial. Este problema no tiene una única solución y se han presentado muchos procedimientos alternativos. El método de cálculo es partir de una solución proporcionada por iteraciones sucesivas de descomposición de la matriz de distancias, a partir del álgebra lineal, encontrando sus valores y vectores propios mejorando en cada paso

la solución precedente minimizando algún criterio de bondad de ajuste. La descomposición se puede expresar matricialmente como

$$\Delta' = UBU' = D$$

Donde U es de dimensión $I \times P$ y contiene como columnas a los vectores propios correspondientes a los valores propios no nulos de Δ , B es diagonal $P \times P$ y contiene los valores propios y U' es la matriz transpuesta de U . A partir de su producto se genera la matriz $D = [d_{ij}]_{I \times I}$ de distancia euclídea entre los puntos de la configuración resultante.

La configuración multidimensional lograda con la descomposición de la matriz Δ , no es única y siempre un paso importante en las aplicaciones es evaluar la bondad de la misma. Para ello se define una *función objetivo* que produzca un único número que muestre cuán bien se ajustan los datos a la configuración, es decir que indique cuán cerca se encuentra la configuración resultante de los datos originales. La bondad de ajuste es una consideración importante también en la decisión de cuántas dimensiones son apropiadas para construir la nueva configuración. Una medida del ajuste ampliamente usada en MDS es el índice de esfuerzo (en inglés: Stress), definida como:

$$Stress = \sqrt{\frac{\sum_{if} (f(\delta_{ij}) - d_{ij})^2}{\sum_{ij} d_{ij}^2}} \quad (1)$$

Mientras mayor sea la diferencia entre las disparidades y las distancias, es decir, entre $f(\delta_{ij})$ y d_{ij} , mayor será el Stress y por tanto peor será el modelo. Por tanto, el Stress no es propiamente una medida de la bondad del ajuste, sino una medida de la no bondad o “maldad” del ajuste. Su valor mínimo es 0, mientras que su límite superior para n estímulos es

$$\sqrt{1 - \frac{1}{2}} \quad (2)$$

Kruskal (1964) sugiere las siguientes interpretaciones del Stress: Pobre (0,2), Aceptable (0,1), Bueno (0,05), Excelente (0,025), Perfecto (0,00). También se suele utilizar una variante del Stress que se denomina S-Stress, definida como:

$$S - Stress = \sqrt{\frac{\sum_{if} (f(\delta_{ij})^2 - d_{ij}^2)^2}{\sum_{ij} (d_{ij}^2)^2}} \quad (3)$$

Otra medida que se suele utilizar es el Coeficiente de Correlación al Cuadrado (RSQ), que nos informa de la proporción de variabilidad de los datos de partida que es explicada por el modelo. Los valores que puede tomar oscilan entre 0 y 1, al ser un coeficiente de correlación al cuadrado. Valores cercanos a 1 indican que el modelo es adecuado y valores cercanos a 0 indican que el modelo no es adecuado. Su expresión es:

$$RSQ = \frac{\left[\sum_i \sum_j (d_{ij} - d)(f(d_{ij}) - f(d)) \right]^2}{\left[\sum_i \sum_j (d_{ij} - d)^2 \right] \left[\sum_i \sum_j f(d_{ij} - f(d))^2 \right]} \quad (4)$$

Materiales y Métodos

La recolección de los datos de la variable distancia en kilómetros entre las 25 ciudades principales del departamento de Lambayeque, objeto de estudio, fueron tomados de los archivos que proporciona el Ministerio de Transporte y Comunicación al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Se utilizó la técnica multivariada escalamiento métrico, teniendo en consideración como requisito el valor del índice de esfuerzo o S-Stress de Young de 0,001000.

Se construyó la matriz triangular de datos con las respectivas distancias en kilómetros de los principales distritos del departamento de Lambayeque, para realizar el análisis multidimensional. Se detallaron los principales conglomerados o grupos de las 25 ciudades, los cuales fueron corroborados al construir el dendrograma (Análisis Cluster).

El procesamiento de los datos se realizó utilizando el Programa estadístico para ciencias sociales versión 22 (SPSS-22).

Resultados y Discusiones

En la Tabla 1 se ofrece la matriz de distancias en kilómetros entre las 25 principales ciudades del departamento de Lambayeque: Salas, Motupe, Jayanca, Pacora, Túcume, Íllimo, Mochumí, Ferreñafe, Mórrope, Lambayeque, Chiclayo, Reque, Monsefú, San José, Santa Rosa, Pimentel, Puerto Eten, Oyotún, Nueva Arica, Nuevo Mocupe, Mocupe, Zaña, Chongoyape, Olmos y Batangrande.

Tabla 1: Departamento de Lambayeque: Distancia entre las principales Localidades (en Kilometro)

| | CUIDADES | CHICLA | LAMBAYEQUE | MORROPPE | MOCHUMI | TUCUME | ILLIMO | PACORA | JAYANCA | SALAS | MOTUPE | OLMO | FERREÑAFE | CHONGOYAPE | REQUE | MONSEFÚ | SAN JOSÉ | SANTA ROSA | PIMENTEL | PUERTO ETEN | OYOTÚN | NUOVA ARICA | NUOVO MOCUPE | MOCUPE | ZAÑA | CHONGOYAPE | OLMO | BATANGRANDE | |
|----|--------------|--------|------------|----------|---------|--------|--------|--------|---------|-------|--------|-------|-----------|------------|-------|---------|----------|------------|----------|-------------|--------|-------------|--------------|--------|------|------------|------|-------------|--|
| 1 | CHICLAYO | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | LAMBAYEQUE | 114 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | MORROPPE | 33,5 | 22,1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | MOCHUMI | 29,4 | 18,0 | 35,1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | TUCUME | 33,4 | 22,0 | 40,1 | 4,0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | ILLIMO | 38,4 | 37,0 | 45,1 | 9,0 | 5,0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | PACORA | 43,4 | 32,0 | 50,1 | 14,0 | 10,0 | 5,0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | JAYANCA | 47,4 | 36,0 | 54,1 | 18,0 | 14,0 | 9,0 | 4,0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | SALAS | 78,3 | 66,9 | 85,0 | 44,9 | 39,9 | 34,9 | 30,9 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | MOTUPE | 80,4 | 69,0 | 87,0 | 51,0 | 47,0 | 42,0 | 37,0 | 33,0 | 30,9 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | OLMO | 106,4 | 94,0 | 112,0 | 76,0 | 72,0 | 62,0 | 62,0 | 56,0 | 61,9 | 25,0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | FERREÑAFE | 18,2 | 29,6 | 51,7 | 47,2 | 51,6 | 56,4 | 61,6 | 65,6 | 66,5 | 98,6 | 123,6 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | CHONGOYAPE | 61,0 | 72,4 | 94,5 | 90,4 | 94,4 | 99,4 | 104,4 | 108,4 | 109,3 | 141,4 | 166,4 | 79,2 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | REQUE | 11,3 | 22,7 | 44,8 | 40,7 | 44,7 | 49,7 | 54,7 | 58,7 | 60,6 | 91,7 | 116,7 | 29,5 | 72,3 | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | NUOVO MOCUPE | 34,2 | 45,6 | 67,7 | 63,6 | 72,6 | 77,6 | 81,6 | 112,5 | 114,0 | 138,6 | 152,4 | 96,2 | 45,5 | 22,9 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | MOCUPE | 38,0 | 49,4 | 71,5 | 68,0 | 71,1 | 75,0 | 80,5 | 85,0 | 115,0 | 116,5 | 141,0 | 96,3 | 48,0 | 26,5 | 3,6 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| 17 | ZAÑA | 44,2 | 55,6 | 77,7 | 73,6 | 82,6 | 84,5 | 89,5 | 93,5 | 124,4 | 126,5 | 151,5 | 64,3 | 104,1 | 32,9 | 19,5 | 13,6 | 0 | | | | | | | | | | | |
| 18 | NUOVA ARICA | 73,0 | 74,4 | 96,5 | 92,4 | 101,4 | 106,4 | 110,4 | 141,3 | 142,4 | 168,4 | 181,2 | 124,0 | 74,3 | 61,7 | 38,8 | 42,4 | 28,8 | 0 | | | | | | | | | | |
| 19 | OYOTÚN | 80,3 | 81,3 | 103,8 | 99,3 | 108,3 | 113,3 | 117,3 | 148,6 | 150,7 | 176,7 | 188,5 | 131,3 | 81,6 | 69,0 | 48,1 | 49,7 | 36,1 | 7,3 | 0 | | | | | | | | | |
| 20 | PIMENTEL | 13,8 | 25,2 | 47,3 | 43,2 | 47,2 | 52,0 | 57,2 | 61,2 | 92,1 | 94,2 | 151,2 | 32,0 | 75,0 | 25,1 | 48,0 | 51,0 | 58,0 | 86,0 | 94,1 | 0 | | | | | | | | |
| 21 | SAN JOSÉ | 16,7 | 23,1 | 45,2 | 41,1 | 45,1 | 50,1 | 55,1 | 59,3 | 89,7 | 92,1 | 117,2 | 33,9 | 76,0 | 27,0 | 49,4 | 53,7 | 59,9 | 88,7 | 96,0 | 21,0 | 0 | | | | | | | |
| 22 | SANTA ROSA | 19,4 | 30,8 | 52,9 | 48,8 | 52,8 | 57,8 | 62,8 | 66,8 | 97,7 | 99,8 | 156,8 | 37,6 | 80,6 | 12,3 | 35,2 | 38,8 | 69,7 | 64,0 | 70,3 | 5,6 | 24,4 | 0 | | | | | | |
| 23 | MONSEFÚ | 16,7 | 37,2 | 59,2 | 46,1 | 50,1 | 55,1 | 60,1 | 64,1 | 95,0 | 97,1 | 122,1 | 34,9 | 77,6 | 9,8 | 32,7 | 36,3 | 67,2 | 61,5 | 78,0 | 11,5 | 30,7 | 5,9 | 0 | | | | | |
| 24 | PUERTO ETEN | 18,3 | 30,7 | 52,8 | 48,7 | 52,7 | 57,7 | 62,7 | 66,7 | 97,6 | 99,7 | 124,0 | 37,5 | 80,3 | 8,0 | 30,9 | 34,5 | 69,7 | 65,0 | 83,1 | 15,0 | 35,0 | 10,2 | 4,3 | 0 | | | | |
| 25 | BATANGRANDE | 47,1 | 58,5 | 80,6 | 76,5 | 80,5 | 85,5 | 90,5 | 94,5 | 125,4 | 127,5 | 181,9 | 28,9 | 108,1 | 58,4 | 81,3 | 85,1 | 91,3 | 120,1 | 127,4 | 60,9 | 62,7 | 69,7 | 63,0 | 68,1 | 0 | | | |

Fuente: Ministerio de Transportes, comunicaciones, vivienda y construcción-Lambayeque.

Nos proponemos elaborar, a partir de dicha matriz, un mapa de Lambayeque; es decir, obtener una representación espacial de las 25 ciudades sobre un plano, donde uno de los ejes será la dirección norte-sur y otro eje será la dirección este-oeste. Utilizamos, para ello, el procedimiento PROXSCAL, implementado en SPSS. Los resultados obtenidos nos permiten determinar que la bondad de ajuste del modelo es aceptable dado el valor que se obtiene del índice de esfuerzo (Stress = 0.17037).

Tabla 2: Valores de tensión son el Stress de Kruskal

| Iteración | S-stress | Mejora |
|-----------|----------|---------|
| 1 | 0,30140 | |
| 2 | 0,23666 | 0,06308 |
| 3 | 0,23831 | 0,00162 |
| 4 | 0,23669 | 0,00004 |

En la técnica del escalamiento métrico se parte del supuesto de que la relación entre las proximidades y las distancias es de tipo lineal. En la figura (1), se observa como los datos se ajustan bastante bien a una recta, por lo que el análisis es adecuado (RSQ = 0.88223)

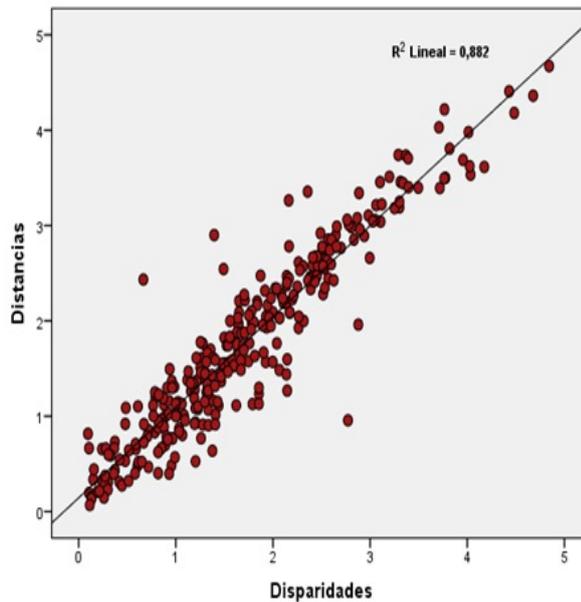


Figura 1: Representación de las distancias originales y las disparidades.

Al aplicar la técnica multidimensional, se introducen las distancias entre las 25 ciudades consideradas como variables las cuales se reducen en dos dimensiones como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Coordenadas de las principales ciudades del departamento de Lambayeque en dos dimensiones.

| n | Ciudad | Dimensión | |
|----|--------------|-----------|---------|
| | | 1 | 2 |
| 1 | Chiclayo | -0,1491 | 0,1804 |
| 2 | Lambayeque | 0,1177 | 0,0312 |
| 3 | Mórrope | 0,3830 | 0,6318 |
| 4 | Mochumí | 0,6357 | -0,0918 |
| 5 | Túcume | 0,8224 | -0,0395 |
| 6 | Íllimo | 0,9609 | -0,1029 |
| 7 | Pacora | 1,0540 | -0,2009 |
| 8 | Jayanca | 1,4522 | 0,3305 |
| 9 | Salas | 2,0766 | -0,2847 |
| 10 | Motupe | 2,3196 | 0,1326 |
| 11 | Olmos | 1,6427 | -2,2053 |
| 12 | Ferreñafe | 0,1535 | 1,2255 |
| 13 | Chongoyape | -1,8880 | 0,4351 |
| 14 | Reque | -0,3577 | 0,0852 |
| 15 | Nuevo Mocupe | -0,9262 | -0,8592 |
| 16 | Mocupe | -1,1302 | -0,0689 |
| 17 | Zaña | -1,3802 | -0,3764 |
| 18 | Nueva Arica | -1,5384 | -1,4783 |
| 19 | Oyotún | -1,6649 | -1,6424 |
| 20 | Pimentel | -0,3644 | 0,8101 |
| 21 | San José | -0,1244 | 0,4893 |
| 22 | Santa Rosa | -0,6312 | 0,6052 |
| 23 | Monsefú | -0,4204 | 0,2173 |
| 24 | Puerto Eten | -0,4573 | 0,2743 |
| 25 | Batangrande | -0,5862 | 1,9017 |

Esta reducción permite construir un gráfico perceptual de la distancias de los 25 ciudades considerados en la investigación.

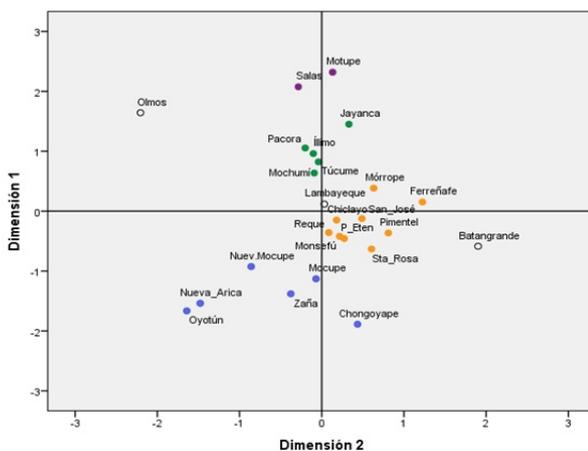


Figura 2: Mapa perceptual del Modelo de Distancias Euclidianas.

La figura (2) nos permite visualizar cuatro grupos de ciudades en el departamento de Lambayeque, un primer grupo conformado por Salas y Motupe; el segundo grupo formado por Jayanca, Pacora, Túcume, Íllimo y Mochumí, el tercer grupo formado por Ferreñafe, Mórrope, Lambayeque, Chiclayo, Reque, Monsefú, San José, Santa Rosa, Pimentel y Puerto Eten, y el cuarto grupo formado por Oyotún, Nueva Arica, Nuevo Mocupe, Mocupe, Zaña, y Chongoyape. Se visualizan dos localidades aisladas Olmos y Batangrande, consideradas como distritos atípicos (puntos Oultier). Dado que, Olmos y Batangrande no están incluidas en ningún de los cuatro grupos obtenidos con el MDS, se cree necesario complementar el análisis con un dendograma.

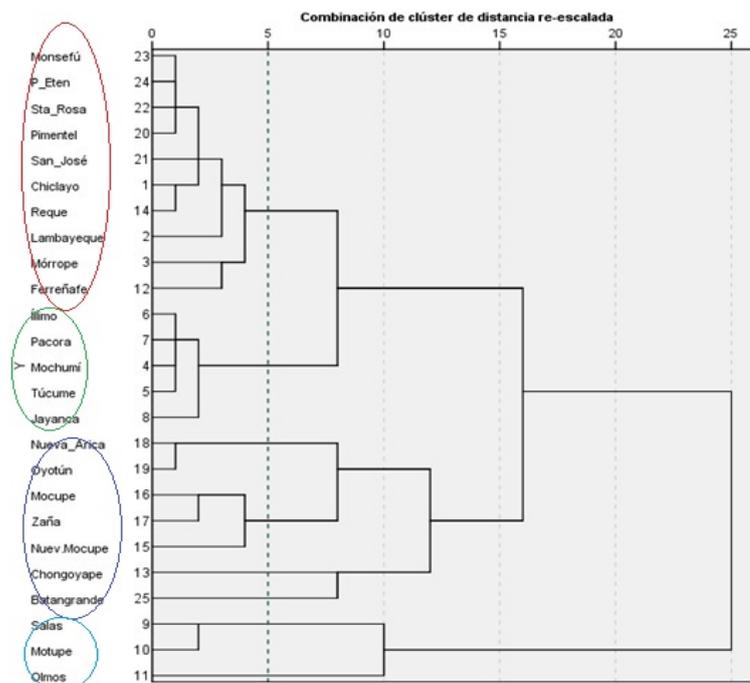


Figura 3: Dendrograma de las distancias de las 25 principales ciudades del departamento de Lambayeque.

El dendrograma (figura 3) sugiere ubicar la ciudad de Olmos al primer grupo, junto con Salas y Motupe, y la ciudad de Batangrande al cuarto grupo junto con Oyotún, Nueva Arica, Nuevo Mocupe, Mocupe, Zaña y Chongoyape. Las 25 principales ciudades del departamento de Lambayeque pueden formar cuatro grupos, un primer grupo conformado por Olmos, Salas y Motupe; el segundo formado por Jayanca, Pacora, Túcume, Íllimo y Mochumí, el tercer grupo formado por Ferreñafe, Mórrope, Lambayeque, Chiclayo, Reque, Monsefú, San José, Santa Rosa, Pimentel y Puerto Eten, el cuarto grupo formado por Oyotún, Nueva Arica, Nuevo Mocupe, Mocupe, Zaña, y Chongoyape y Batangrande.

Conclusiones

1. La aplicación de la técnica multivariada nos permite determinar que las distancias de las 25 principales ciudades del departamento de Lambayeque si se puede modelar utilizando el escalamiento multidimensional métrico, que nos permite identificar cuatro cluster o grupos.
2. El valor de Stress = 0.17037, obtenido al comparándolo con la tabla de interpretación de Kruskal nos indica que es aceptable el nivel de ajuste. El Coeficiente de correlación al cuadrado RSQ = 0.88223, es muy cercano a uno lo que nos indica que la bondad de ajuste entre las disparidades y las distancias es bueno.

Sugerencias

- Los Resultados del presente trabajo de investigación se espera sean tomados en cuenta por las autoridades del departamento en estudio para poder abordar mejor el desarrollo de sus respectivos ciudades.
- Así mismo se espera que los estudiantes de la Escuela Profesional de Estadística tomen en consideración el presente trabajo para que difundan la metodología a otras áreas del conocimiento.

Referencias

- [1] De la Garza, J., Morales, B., & González, B. (2013). *Análisis Estadístico Multivariante*. México: Ed. McGraw-Hill.
- [2] Hair, J., Anderson R., Tatham, R. & Black W. (2010). *Análisis Multivariante Aplicado*. España: Pearson. 5ª. ed.
- [3] Massiris Cabezas, A. (2001). *Ordenación del territorio en América Latina (Colombia, Departamento de Geografía-Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia)*.
- [4] Peña, D. (2002). *Análisis de datos Multivariante*. España: Ed. McGraw-Hill.
- [5] Pérez, C., (2012). *Técnicas de Segmentación*. México: Ed: Alfaomega.
- [6] Uriel E., & Aldás, J. (2005). *Análisis Multivariante Aplicado*. España: Ed. Thomson.
- [7] Coria, D (2012). *Escalonamiento Multidimensional y Análisis de Escalas con SPSS, Ponencia presentado en el XIV CONEEST en la Universidad Mayor de San Marcos, Lima-Perú.*