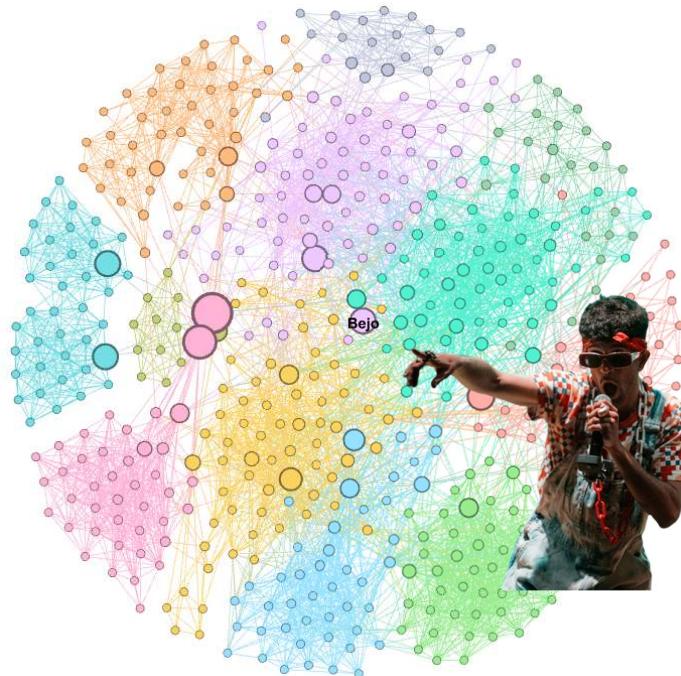


ANÁLISIS DE LA RED DE ARTISTAS RELACIONADOS CON BEJO

Práctica de Análisis de Redes Sociales y Detección de Comunidades de la Asignatura “Minería de Medios Sociales” del Máster en Ciencia de Datos e Ingeniería de Computadores (UGR)

Curso 2022/23



Lucía Almorox Antón.

DNI: 51550791 V

Email: luciaalmorox@correo.ugr.es

Tabla de contenido

1. Introducción	3
2. Análisis básico de la red.....	4
3. Análisis de centralidad de los nodos.....	9
4. Detección de comunidades.....	23
4.1. Método de Louvain.....	23
Resolución = 0.35	24
Resolución = 0.5	25
Resolución= 1	27
Resolución = 1.5	28
Resolución = 1.9	30
4.2 Algoritmo de Leiden (quality function = modularity).....	33
Resolución = 0.01	34
Resolución = 0.2	35
Resolución = 0.6	36
5. Mapa de la red coloreando los nodos en función del género.....	38

I. Introducción

La accesibilidad que existe para crear y difundir música hoy en día, gracias a las redes sociales y plataformas de streaming como Spotify o Youtube ha consolidado la música urbana como una de las principales tendencias en la escena musical en España. Dentro del término “música urbana” se incluyen diversos géneros (como el hip-hop o el trap) y artistas que no resulta fácil clasificar en un único género. En este amplio panorama musical se pueden encontrar grupos de artistas que se caracterizan por tener oyentes similares, ya sea porque los integrantes del grupo hacen música parecida, colaboran frecuentemente entre sí u otros factores. Sin embargo, también es fácil encontrar de vez en cuando artistas que conectan dos grupos diferentes. Un ejemplo interesante es el de Borja Jiménez Mérida, más conocido por su nombre artístico, Bejo. Se trata de un artista español, nacido en Santa Cruz de Tenerife en 1994 que empezó a escribir rap en 2006 con un estilo peculiar, ingenioso y vacilón que en ocasiones desafía los límites del género, extendiéndose a otras corrientes, incluyendo el trap. Aunque forma parte del grupo Locoplaya, es muy prolífico a nivel individual y ha colaborado con artistas muy diferentes, desde Luna Ki (cantante barcelonosa que combina elementos de electrónica, pop, R&B y trap) hasta Gata Cattana, QEPD (rapera cordobesa cuyas canciones críticas y poéticas resonaron en la escena musical y dejaron un legado excepcional en la cultura española). Actualmente, Bejo cuenta con más de 369.000 suscriptores en Youtube y más de 740.000 oyentes mensuales.

El objetivo de este trabajo consiste en estudiar la red de artistas musicales relacionados con Bejo. Para obtener dicha red de forma sencilla, se ha utilizado el software Spotify Artist Network (<https://labs.polsys.net/playground/spotify/>). Los enlaces en esta red se calculan en función de información que ofrece la API de Spotify (<https://developer.spotify.com/documentation/web-api/reference/get-an-artists-related-artists>). En concreto, un enlace entre dos nodos indica que los artistas son similares por compartir suficientes oyentes. Los nodos de la red son artistas relacionados con Bejo, artistas relacionados con estos últimos y artistas relacionados con estos últimos. En otras palabras, la red incluye artistas relacionados con Bejo hasta tres niveles de distancia, tanto directos como indirectos. La red es no dirigida, sin pesos y sin autoenlaces. Aunque el grafo no modeliza las colaboraciones entre artistas, estas pueden tener gran influencia sobre los enlaces de la red, ya que, si dos artistas de comunidades completamente diferentes sacan un hit juntos y gusta a ambas comunidades, el número de oyentes comunes para estos dos artistas aumentará y será más fácil que se establezca un enlace entre ellos.

Para el estudio de la red se utilizará el software de Gephi, con el que se llevará a cabo un análisis de las propiedades topológicas de la red, se identificarán los artistas más importantes en base a diferentes métricas de centralidad y se ejecutarán dos algoritmos de detección de comunidades, haciendo siempre uso de las herramientas de visualización que ofrece este programa.

Además de cumplir con los objetivos académicos de esta asignatura, en la realización de este trabajo hay un interés personal por identificar aquellos cantantes que conectan dos grupos

(o más), por ejemplo: la comunidad del dancehall con la comunidad del trap; un pequeño grupo de amigos raperos con los grandes referentes del rap a nivel nacional o los grandes referentes del rap a nivel nacional con aquellos de Sudamérica. Estos serán cantantes que se han dado a conocer en distintos perfiles de oyentes, posiblemente por colaborar en algún momento de su trayectoria con alguien no relacionado con su entorno, haciendo de puente entre dos comunidades. En ocasiones también podrían definirse estos “artistas-puente” por comportamientos de los oyentes ajenos a los artistas (por ejemplo, un fanático del reggae español probablemente también escuche reggae jamaicano, aunque estos artistas no hayan colaborado nunca). Debido a este interés personal, se prestará especial atención a la medida de centralidad de intermediación.

2. Análisis básico de la red.

Para empezar con el estudio se cargó la red en Gephi y se ejecutó la herramienta de distribución Force Atlas, adquiriendo la red la siguiente forma:

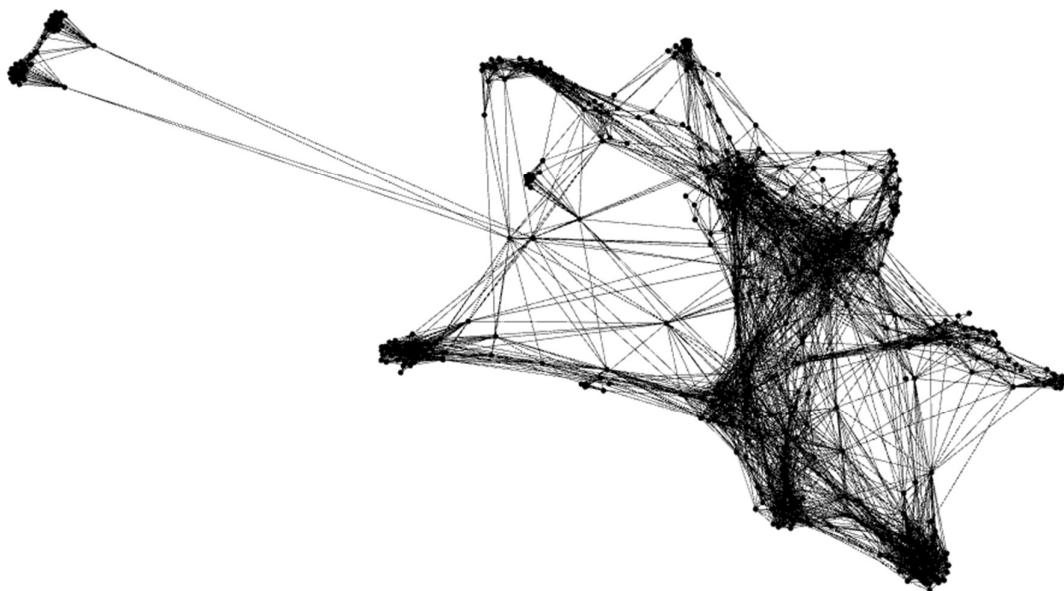


Figura 1: Apariencia de la red tras aplicar la distribución Force Atlas.

Por cómo se ha generado la red, era de esperar que se tratara de un grafo conexo, es decir, un grafo compuesto por una única componente conexa. Esta característica fue comprobada utilizando la opción de Gephi “componentes conexos” e indica que cualquier nodo es accesible desde cualquier otro nodo. Intuitivamente esta información podría implicar que, si un usuario de Spotify comienza escuchando cualquier artista de la red, el sistema de

recomendación le puede llevar, tras varias canciones, a acabar escuchando cualquier otro artista de la red.

La siguiente tabla recoge las métricas básicas que describen la topología del grafo:

Medida	Valor
Número de nodos N	525
Número de enlaces L	5193
Número máximo de enlaces L_{max}	137550
Densidad del grafo L/L_{max}	0.038
Grado medio $\langle k \rangle$	19.783
Diámetro d_{max}	6
Distancia media d	3.564
Coeficiente medio de clustering $\langle C \rangle$	0.6
Número de componentes conexas	1
Número de nodos componente gigante (y %)	525 (100%)
Número de aristas componente gigante (y %)	5193(100%)

Tabla 1: medidas globales de la red.

Todas ellas fueron calculadas con herramientas de Gephi, salvo el número máximo de enlaces (o número de enlaces posibles), que se obtuvo mediante el siguiente cálculo $(525*524)/2 = 137.550$, por tratarse de una red no dirigida.

Además, se comprobó que la densidad de enlaces calculada por Gephi coincidía con el ratio de enlaces entre el número de enlaces posibles ($5193/137.550 = 0,03775$). Este valor indica la probabilidad de que dos nodos, escogidos aleatoriamente de la red, sean adyacentes. Parece un valor pequeño porque el máximo es 1, sin embargo, para una red de este estilo es completamente inesperada una situación cercana a aquella en la que todos están relacionados con todos. Además, podemos comprobar que el número de enlaces del grafo es suficientemente grande como para que la distancia media sea de menos de 3,6 nodos.

El diámetro (longitud del camino mínimo más largo sobre la red) es 6, lo cual quiere decir que 6 es el número máximo de enlaces que se necesitan para conectar dos nodos de la red. Esto tiene sentido, ya que la red se ha generado con 3 pasos de distancia partiendo de Bejo, de forma que por muy separados que estén dos nodos siempre habrá 6 enlaces que los conecten, estando Bejo en el cuarto nodo de este camino mínimo formado por 7 nodos. En otras palabras, 6 es el valor de diámetro más alto que podríamos esperar. Probablemente alguno de los caminos mínimos de longitud 6, si es que hay más de uno, estén conectando un nodo de las dos comunidades a la izquierda (en la Figura 1) con un nodo de la región del extremo derecho.

El grado medio es casi 18, lo cual indica que de media cada nodo tiene 18 vecinos (que es más de lo que personalmente esperaba). Cabe destacar que canciones en las que colaboren muchos artistas a la vez pueden influir a que un nodo tenga muchos vecinos. Por ejemplo, el

hit “RAP SIN CORTE” de Foyone (<https://www.youtube.com/watch?v=gOSkdlvNWCM>), en la que participan exactamente 18 artistas (Foyone, Kase-O, Elio Toffana, Ptazeta, Ajax, Spook Sponha, Cráneo, Bejo, Easy-S, Moneo, Fernando Costa, Laura Bonsai, Dollar, Prok, Sofia Gabana, Toteking, Felina y Recycled J) tiene casi 13 millones de reproducciones en Spotify, lo cual puede haber influido en relacionar muchos de estos artistas que seguramente no estaban relacionados antes (para esta canción se juntaron raperos de contextos muy diferentes, fue un mix inesperado).

Es interesante también observar la gráfica de distribución de grado, que informa sobre el número de nodos (eje y) que comparten el mismo valor de grado (eje x). Esta gráfica (Figura 2) no muestra una distribución de cola pesada, por lo que la red de estudio no es libre de escala (a diferencia de lo que ocurre con la mayoría de redes reales). La distribución se asemeja a una normal de media 15 sesgada positivamente, teniendo la mayoría de nodos un grado entre 10 y 25, aproximadamente. Se puede observar la presencia de un nodo con un número de vecinos muy por encima de la media (y también significativamente por encima del segundo nodo con más vecinos). Como veremos en la sección de centralidad, se trata de Elio Toffana, con grado 69.

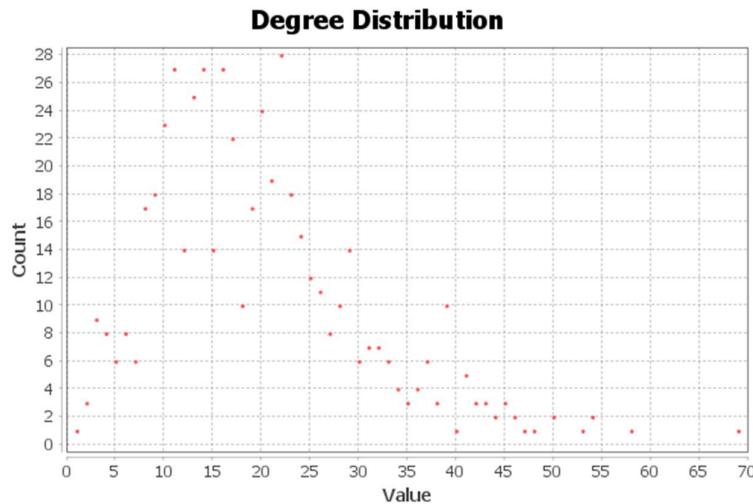


Figura 2: gráfica de distribución de grado de la red.

Para descartar que la red sea libre de escala, se comprobó que la distribución no sigue una ley de potencias mediante su representación en escala log-log. La siguiente imagen (Figura 3) muestra el resultado: el ajuste lineal no es nada bueno.

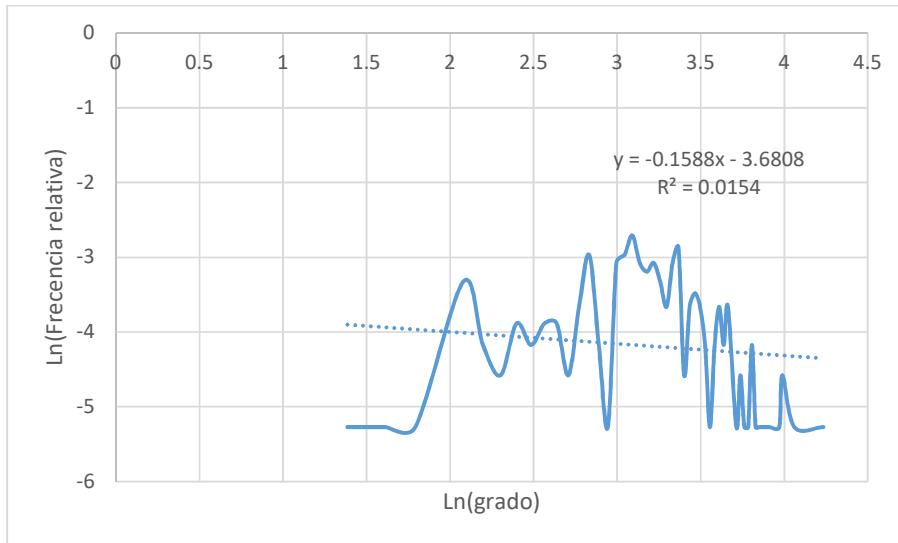


Figura 3: gráfica de distribución de grado de la red en escala log-log.

En redes reales también es frecuente que las gráficas de distribución de grado muestren una dependencia exponencial, sin embargo, esto también se descartó para la red de artistas relacionados con Bejo. Para ello, se representó la distribución en escala semilogarítmica (Figura 4) y se comprobó que tampoco se obtenía una recta de esta forma.

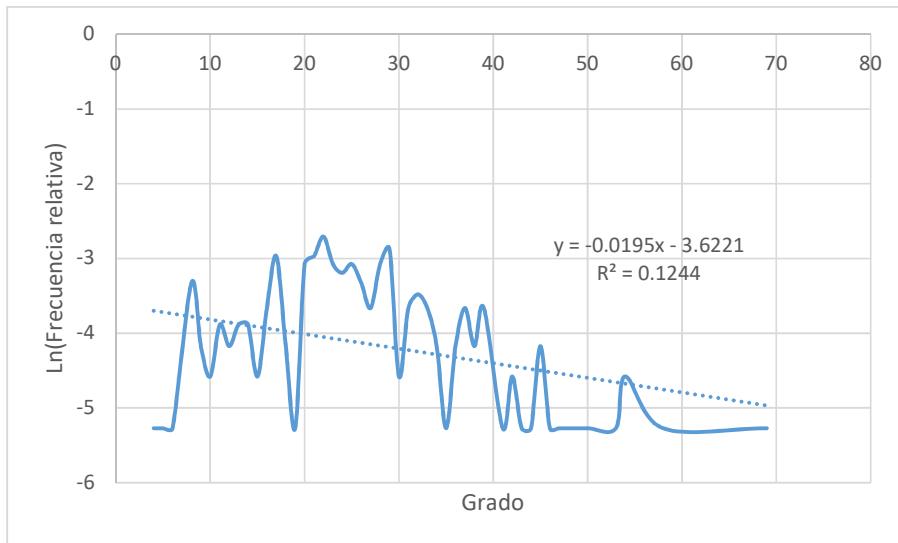


Figura 4: gráfica de distribución de grado de la red en escala semilogarítmica.

Por último, queda comentar el coeficiente de clustering. Esta métrica en nuestra red toma el valor 0,6, indicando que, de media, el 60% de los vecinos de un nodo de la red también son vecinos entre sí. Es un valor bastante alto, lo cual es típico de redes sociales e indica un grado significativo de clustering local. Se recalca “local” porque, si bien es cierto que las redes modulares suelen tener un coeficiente de clustering alto, también es posible que una red

tenga un coeficiente de clustering alto sin tener una estructura modular clara (aunque en este caso viendo la imagen de la topología de la red es fácil intuir una estructura modular).

La siguiente imagen (Figura 5) muestra la distribución del coeficiente de clustering. Se puede observar que la mayoría de nodos tienen coeficientes dispersos entre sí, a partir de 0,2 aproximadamente. El valor más común de coeficiente de clustering es 1, aunque solo lo tienen 18 nodos. Para cualquiera de estos, todos sus vecinos son también adyacentes entre sí. Puede que entre estos 18 nodos haya alguno que solo tenga dos vecinos y, por tanto, solo esté participando en un triángulo (estaría participando en todos los triángulos en los que podría participar). Por otra parte, solo hay un nodo que tenga coeficiente de clustering cero (entre sus vecinos no hay ningún enlace).

Para la interpretación del coeficiente de clustering medio y de la gráfica de distribución también hay que tener en cuenta que en Gephi los nodos que solo tienen un vecino no se consideran en el cálculo. Esto se debe a que los nodos con un solo vecino no pueden formar un triángulo, y, por lo tanto, no contribuyen a la medida del coeficiente de clustering. Sin embargo, en otros casos sí se incluye a estos nodos (e incluso a los aislados, si los hay) en el cálculo, considerando que tienen coeficiente de clustering igual a cero.

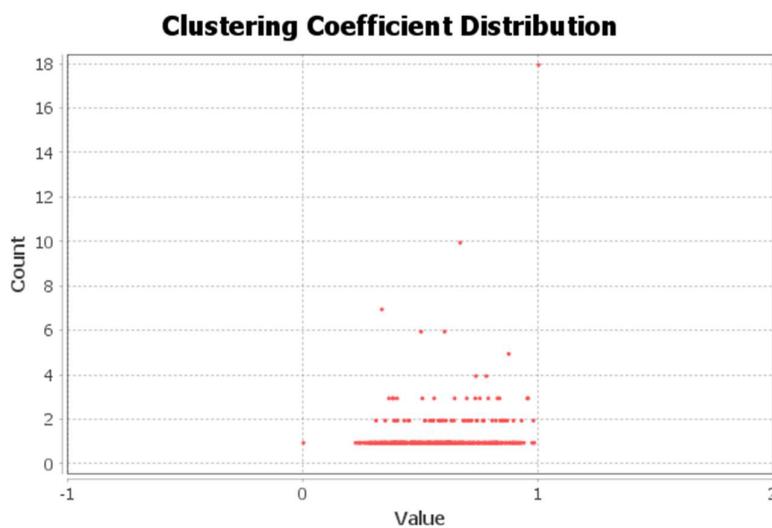


Figura 5: gráfica de distribución del coeficiente de clustering de la red.

Como resumen de esta sección se puede decir que estamos ante una red de 525 nodos y 5193 enlaces, no dirigida, no ponderada, sin autoenlaces, con distancia media de 3,65 y diámetro de 6 (esto último está influido por la forma artificial de generar la red a 3 pasos de distancia de uno de los nodos). La red no es libre de escala, la mayoría de nodos tienen un grado entre 10 y 25 aproximadamente, estando la media en 18 y hay un único nodo con un valor de grado muy por encima del resto (69). Por último, la red presenta un alto nivel de clustering local, detectado por el alto coeficiente de clustering medio (0,6).

3. Análisis de centralidad de los nodos.

Dado que esta sección pretende identificar aquellos nodos que sean más importantes (o influyentes o centrales) en la red, se muestran las etiquetas de todos los nodos, aunque esto provoque una visualización de la red completa poco estética. En la Figura 6 los nodos están coloreados en función del número de seguidores que tienen (este atributo viene en la red descargada de Spotify Artist Network), indicando los nodos con más seguidores en verde más oscuro. Por otra parte, el tamaño de los nodos es mayor cuanto mayor es su grado.

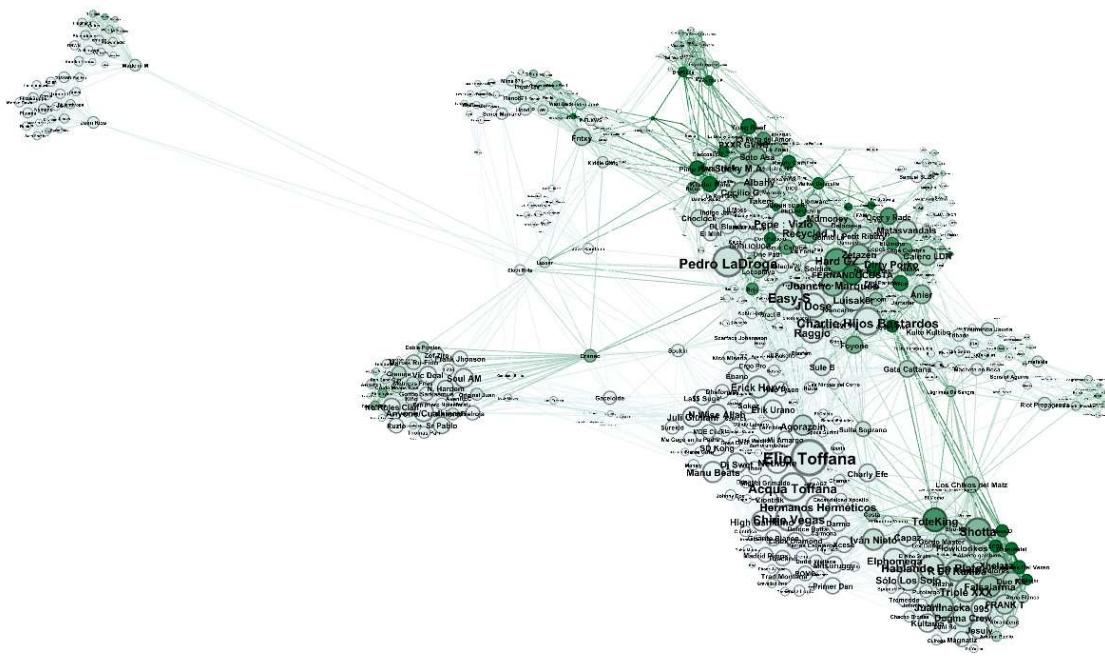


Figura 6: representación gráfica de la red, incluyendo todas las etiquetas. El color está en función del número de seguidores (más oscuro, más seguidores) y el tamaño de los nodos y etiquetas están en función del grado (más grado, más tamaño).

A continuación, se muestran algunas capturas de regiones de la red, donde se pueden apreciar mejor los nombres y tamaños de los nodos.

En concreto, la siguiente imagen (Figura 7) visualiza una de las regiones que más llama la atención a simple vista: la región izquierda (en esta distribución de la red, con la que se trabajará a lo largo de casi toda la práctica). En ella se pueden observar dos pequeñas comunidades con algunos enlaces entre sí. Cada una de estas comunidades está conectada indirectamente con el resto de la red tan solo por dos enlaces, que se establecen a través de un único artista en cada caso (Made in M para una comunidad y Juan Rios para otra). Para describir esta región estoy hablando de dos comunidades porque a nivel local se pueden identificar como comunidades independientes, sin embargo, a nivel global podrían

identificarse como una única comunidad, en función de la resolución que se quiera considerar, como se verá en la sección de detección de comunidades.

Ambas comunidades están compuestas por artistas que se podrían englobar como *beatmakers* (productores) dentro del género lofi. Made in M es madrileño, pero lleva años viviendo en Berlín, mientras que Juan Ríos es sevillano y sigue viviendo en España, por lo que esto puede influir en que tengan oyentes diferentes y se les relaciones con distintos grupos de artistas, sin embargo, desconozco qué caracteriza ambas comunidades. Por otra parte, me sorprende que Juan Ríos y Made in M no sean nodos adyacentes, ya que hacen música parecida y han coincidido en el colectivo Fanco, junto a Lasser y Cráneo (este último tiene otro alias para su vertiente *beatmaker*, Sloth Brite, que es el que aparece, junto a Lasser, relacionando a Made in M y a Juan Ríos con el resto del grafo).

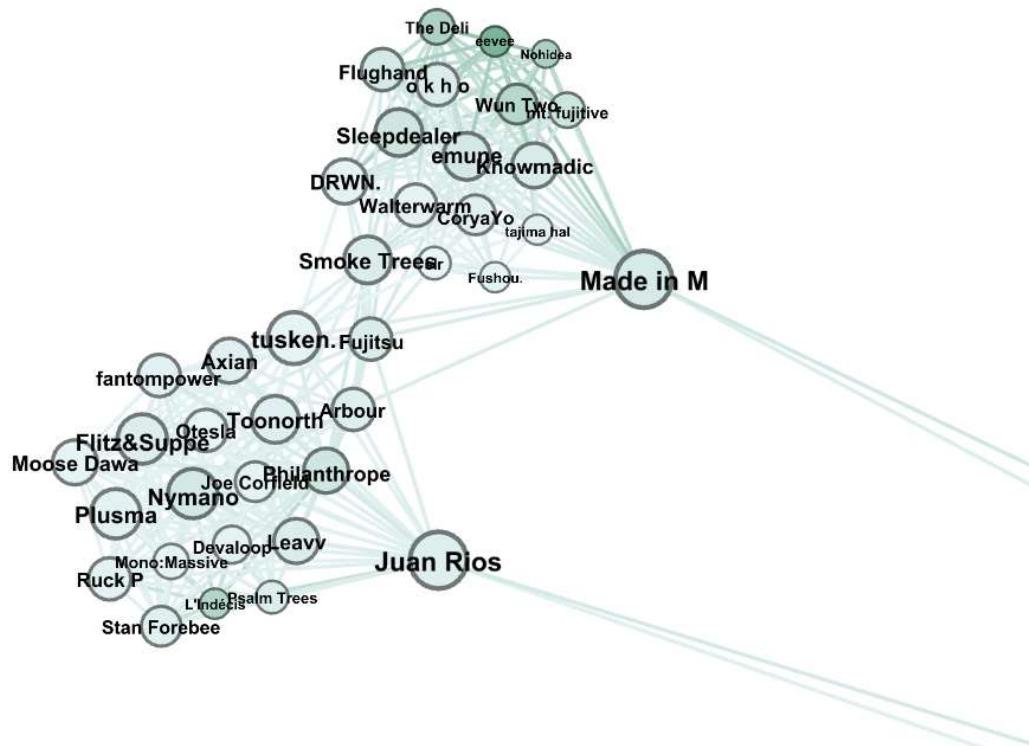


Figura 7: representación gráfica de una región de la red, incluyendo todas las etiquetas. El color está en función del número de seguidores (más oscuro, más seguidores) y el tamaño de los nodos y etiquetas están en función del grado (más grado, más tamaño).

Para mejor visualización, en la siguiente imagen (Figura 8) solo aparecen las etiquetas con grado igual o mayor que 43. En ella se muestra el resto de la red, excluyendo las comunidades del género lofi de la izquierda. Observando los nodos con etiquetas, se pueden intuir tres comunidades. Las dos de abajo a mi parecer son las que mejor caracterizadas están: a la izquierda, en la zona de Hermanos Herméticos y Chirie Vegas (y debajo de estos, aunque no se vean las etiquetas) se encuentran raperos muy influyentes en la escena de rap madrileña

de hace años. A la derecha se encuentran raperos muy influyentes en la escena de rap nacional (con artistas como Toteking y grupos como SFDK o Violadores del verso), también activos desde hace mucho tiempo. Tiene sentido que los de la derecha estén más coloreados que los de la izquierda, pues han sido siempre mucho más famosos en todo el país.

Por otra parte, en la zona de Hard GZ, Juancho Marqués, etc. hay una mezcla de artistas bastante diversos (por ejemplo, estos dos sería inesperado que colaboraran), sin embargo, todos tienen en común que son muy escuchados por las nuevas generaciones, pudiendo clasificarse como raperos *mainstream* (con todo el respeto). De hecho, se puede apreciar una mayor coloración en muchos de los nodos de esta región.

Por encima de Pedro LaDroga se encuentra la región de traperos, aunque a parte de Pedro y Pepe:Vizio ninguno aparece con etiqueta por no tener más de 42 nodos. Algunos de estos artistas son Yung Beef, Albany, Cecilio G... y la densidad de enlaces entre ellos es muy alta.

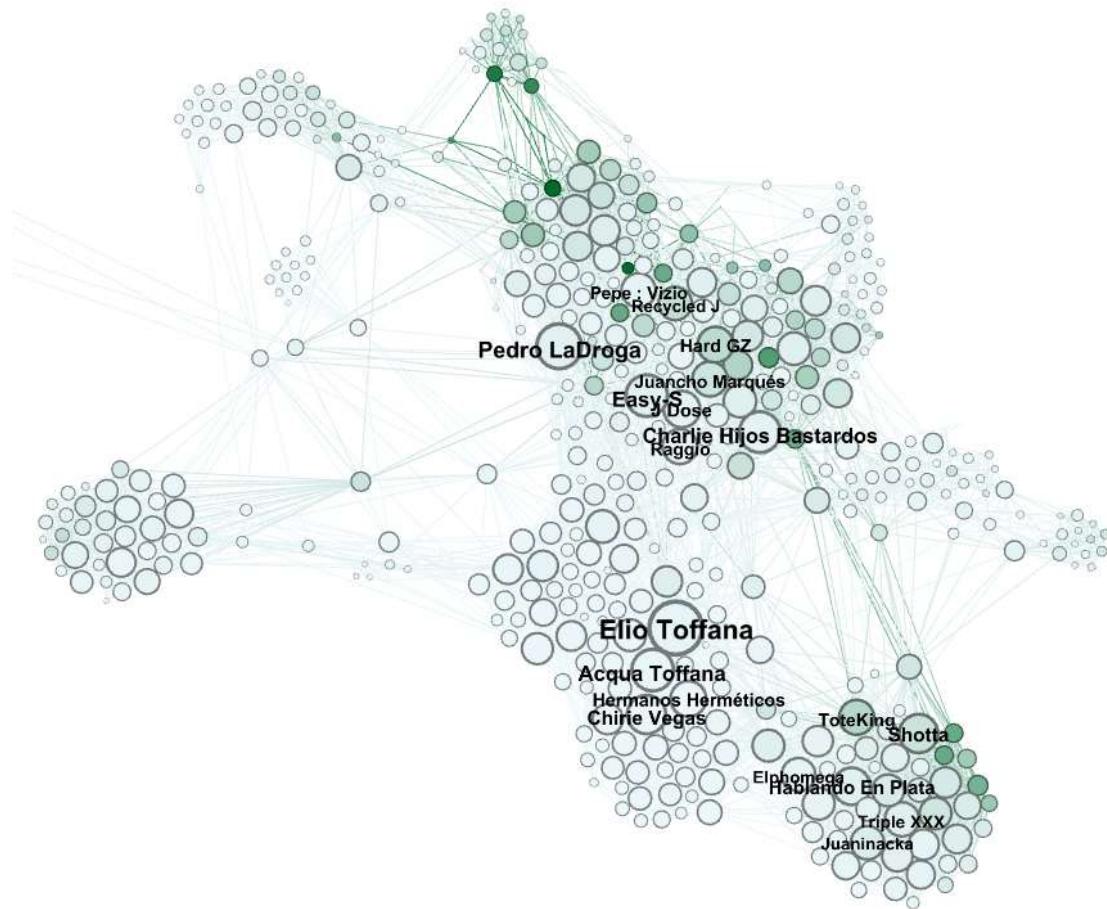


Figura 8: representación gráfica de una región de la red, incluyendo todas las etiquetas. El color está en función del número de seguidores (más oscuro, más seguidores) y el tamaño de los nodos y etiquetas están en función del grado (más grado, más tamaño)

Para las siguientes imágenes se vuelven a mostrar las etiquetas para todos los nodos.

En la siguiente figura (Figura 10) se muestra la zona por debajo de Pedro Ladroga y hacia la izquierda. Podemos destacar al rapero madrileño Cráneo (frecuente colaborador con Bejo) como un claro artista-puente entre la región de raperos españoles que tiene a la derecha y la comunidad que tiene a la izquierda. Mientras que en otros países rappear sobre bases de lofi es muy común, en España es algo poco habitual, siendo el colectivo Fano (Cráneo, Lasser, Made in M, Juan Ríos y el Señor Guayaba) los pioneros, como explica Cráneo en esta entrevista <https://hiphoplifemag.es/craneo-lo-fi-bandera/>. Es por esto que Cráneo aparece relacionado con muchos de los artistas que siguen esta corriente en países sudamericanos (sobre todo en Colombia) que componen la comunidad de la izquierda (les llamaremos ‘raperos lofi sudamericanos’ a partir de ahora, aunque seguramente no todos lo sean).

Cráneo también tiene un enlace con la región superior (Sloth Brite, su otro alias, tiene varios), pero no conozco a ninguno de los artistas de esa zona.

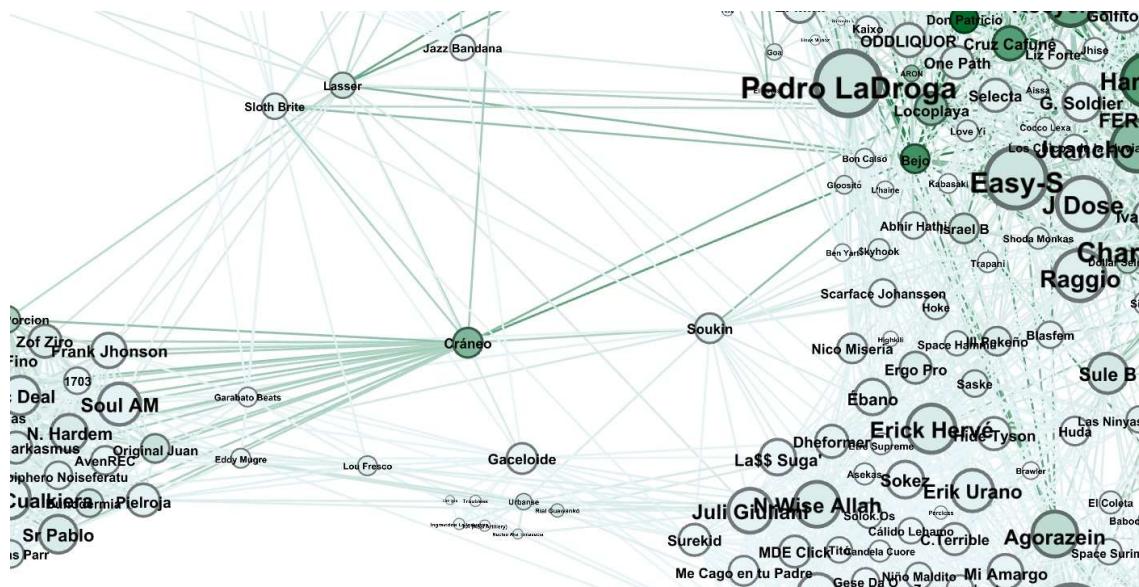


Figura 10: representación gráfica de una región de la red, incluyendo todas las etiquetas. El color está en función del número de seguidores (más oscuro, más seguidores) y el tamaño de los nodos y etiquetas están en función del grado (más grado, más tamaño)

En la región de la derecha de esta misma imagen (a la derecha de Soukin concretamente, e incluyéndole) podemos observar una mezcla de raperos que a mi parecer se identifican por haberse dado a conocer en la escena madrileña en los últimos años (Hoke, Ergo Pro, Candela Cuore, Ébano...). Su estilo es parecido al de la vieja escuela, pero son artistas mucho más jóvenes que las comunidades de raperos que están a su derecha (caracterizadas por la presencia de Hermanos Herméticos y Violadores del verso, respectivamente).

La Figura 11 revela cómo justo encima de Lasser se encuentra una pequeña comunidad de nodos con bajo grado, con alta densidad de enlaces entre sí y muy pocos enlaces fuera de la comunidad. Se trata, además, de artistas poco conocidos (por el color pálido en el que aparecen estos nodos).

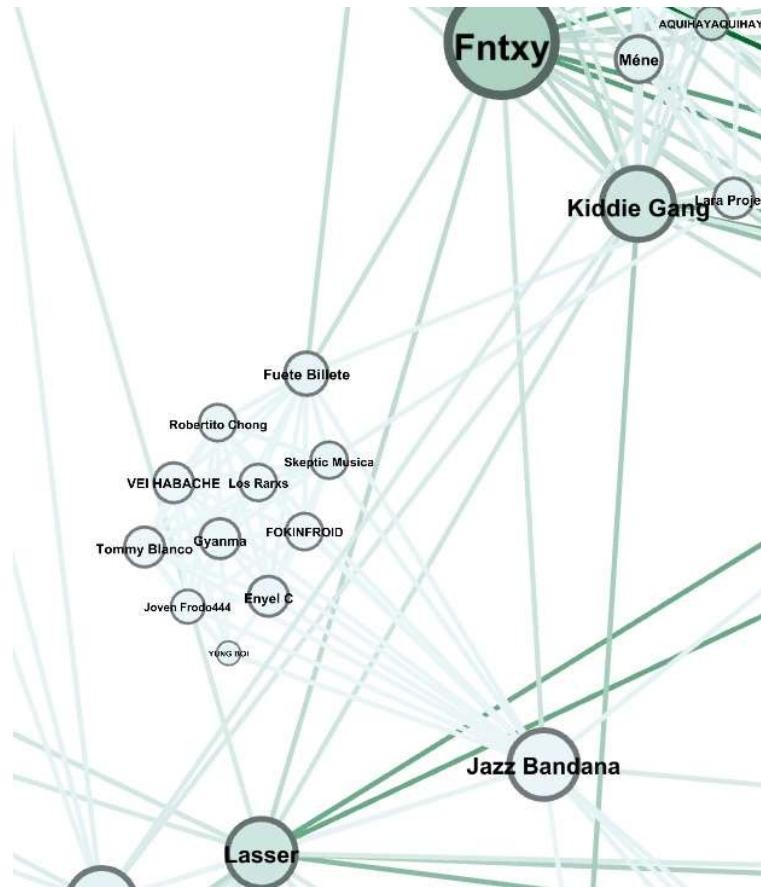


Figura 11: representación gráfica de una región de la red, incluyendo todas las etiquetas. El color está en función del número de seguidores (más oscuro, más seguidores) y el tamaño de los nodos y etiquetas están en función del grado (más grado, más tamaño)

Resulta también interesante la región superior a la de raperos antiguos famosos a nivel nacional (comentada anteriormente). Como muestra la Figura 12, se puede observar a los Chikos del maiz (rap político) conectados con la región de artistas de punk (a la derecha del todo) a la vez que están conectados con Gata Cattana. Esta última, pese a fallecer en 2017 cuando todavía muy pocas mujeres rapeaban en España, es considerada como referente por probablemente todas las mujeres que rapean en España actualmente, por lo que es lógico que tenga como nodos vecinos a Elane, Elvirus, LaSole, Sombra Alor, etc.

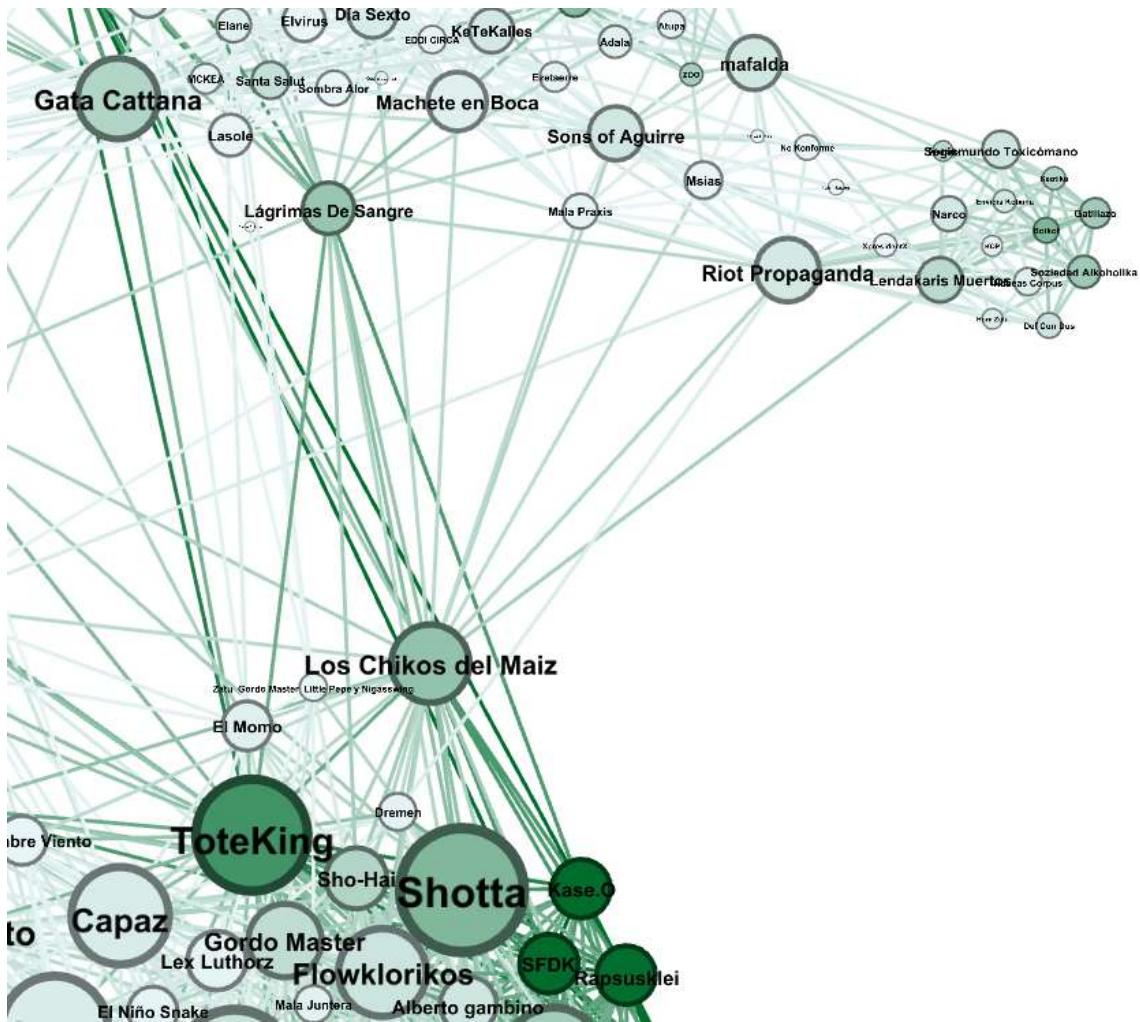


Figura 12: representación gráfica de una región de la red, incluyendo todas las etiquetas. El color está en función del número de seguidores (más oscuro, más seguidores) y el tamaño de los nodos y etiquetas están en función del grado (más grado, más tamaño)

Tras este análisis visual y preliminar sobre la importancia de algunos nodos en la red, se lleva a cabo un análisis más preciso teniendo en cuenta diferentes métricas de centralidad.

La **centralidad de nodo** considera que un nodo es más central cuantos más vecinos tenga. Esta es una medida de centralidad muy local ya que solo tiene en cuenta el número de vecinos sin importar si estos son influyentes de alguna forma sobre la red o no. Los nodos con mayor grado en esta red son: Elio Toffana, Pedro LaDroga, Easy-S, Acqua Toffana y Charlie de Hijos Bastardos. Acqua Toffana es el colectivo al que pertenecía Elio Toffana, junto a otros artistas.

Por curiosidad se quiso comprobar si había alguna relación entre el grado y el número de seguidores de los artistas. En base a lo ilustrado en la Figura 13 parece que no.

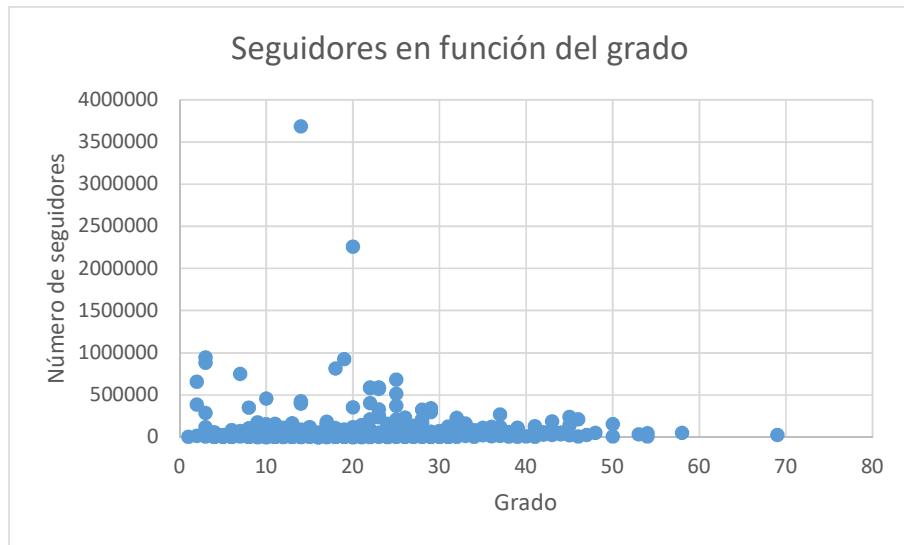


Figura 13: gráfica del número de seguidores de cada nodo en función del grado.

La **centralidad de intermediación (betweenness)** de un nodo se basa en el número de caminos mínimos (geodésicos) de la red que pasan por dicho nodo, de forma que esta métrica sí tiene en cuenta la estructura global de la red y está centrada en capturar la correduría. Un nodo es más central cuantos más pares de nodos necesitan pasar por él para conectarse indirectamente entre sí, por ello es la medida en la que tiene sentido centrarse para detectar los "artistas-puente" comentados en la introducción (elementos vitales en la conexión entre distintas regiones de la red). Los nodos con mayor centralidad de intermediación en esta red son Lasser, Sloth Brite, Gata Cattana, Pedro LaDroga y Bejo. Algunos de ellos ya se habían comentado en el análisis preliminar de centralidad como potenciales puentes. Además, el nodo generador de la red, Bejo, ha aparecido como el quinto con mayor intermediación. Se pueden observar estos nodos con etiqueta y mayor tamaño en la figura 15 .

La **centralidad de cercanía** es otra medida que también tiene en cuenta la estructura de la red, sin embargo, según esta métrica la centralidad de un nodo es más alta cuanto más baja es la suma de sus distancias geodésicas al resto de nodos, de forma que un artista puede tener alta centralidad de cercanía tan solo por ser adyacente a otro artista desde el que sea sencillo llegar a muchos otros. En esta red, los nodos con mayor cercanía son Bejo, Pedro LaDroga, Agorazein, Gata Cattana y Lasser. Aunque esto podría no ser así, tiene sentido que el punto generador de la red sea aquel con mayor cercanía, pues todos los nodos de la red están dentro de un radio de tres enlaces a partir de él, poniéndole en una posición central en el sentido estricto de la palabra. Esta idea se visualiza bien con la siguiente imagen (también usada en la portada):

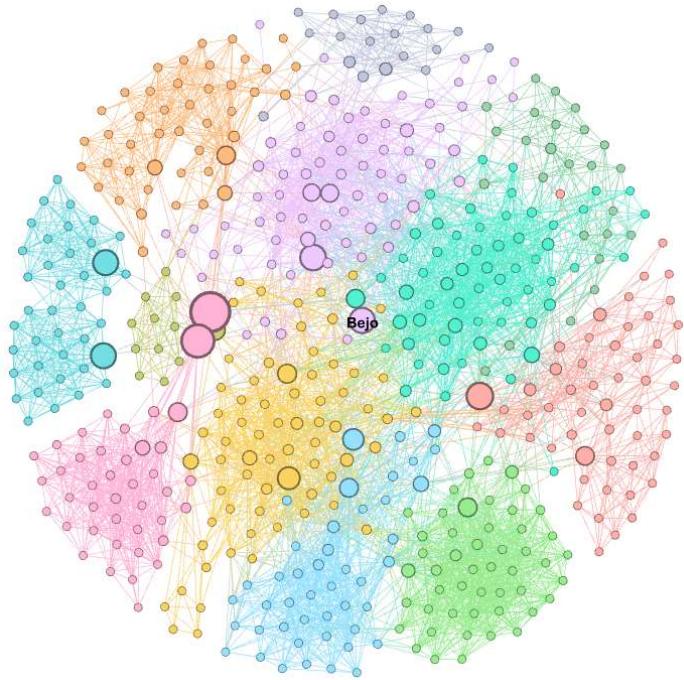


Figura 14: gráfica de la red con distribución Fruchterman Reingold. Se muestra únicamente la etiqueta de Bejo.

Cabe aclarar que, mientras que Bejo seguramente sea el único capaz de conectar a todos los pares de nodos de la red, muchos pares de nodos se conectan indirectamente con menor número de enlaces por un camino mínimo en el que no aparece Bejo. Es por esto que este artista aparece como el primero en el ranking de cercanía y como el quinto en el de intermediación.

En la siguiente imagen (Figura 15), el tamaño de los nodos se define en función de la intermediación y el color en función de la cercanía. Solo se muestran etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. Se puede comprobar que los cinco nodos con más intermediación también tienen un alto valor de cercanía.

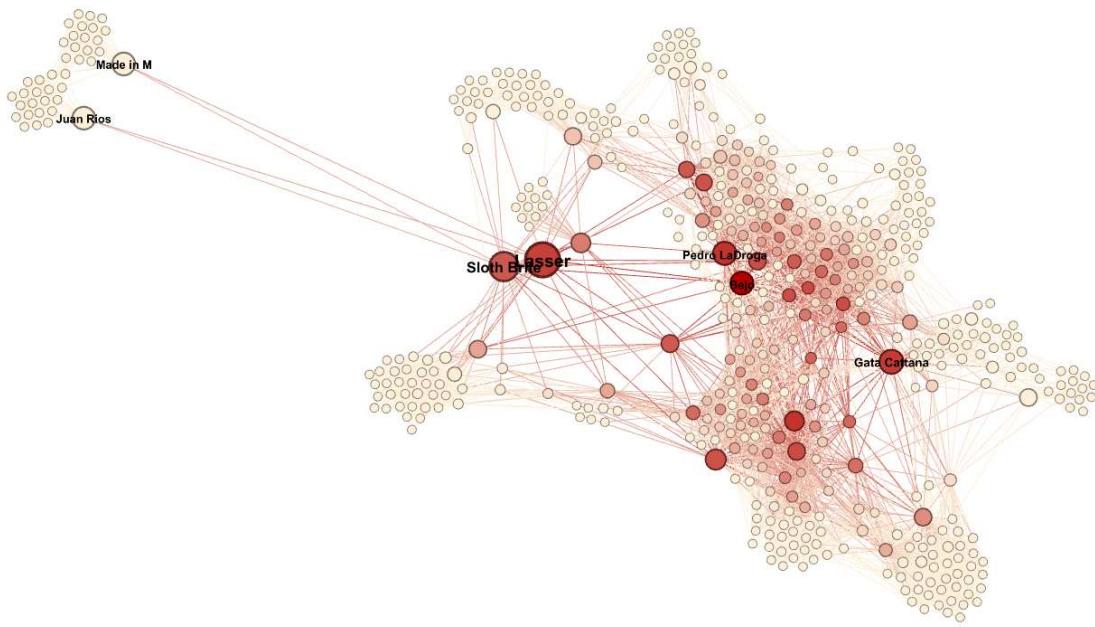


Figura 15: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función de la cercanía (más oscuro, más cercanía) y el tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación).

A diferencia de lo que podría parecer según la Figura 15, las medidas de centralidad y de intermediación no guardan una relación lineal. Se muestra en la siguiente gráfica (Figura 16), con la que podemos comprobar que hay bastantes nodos con un alto valor de cercanía y no tan alto de intermediación (por lo explicado).

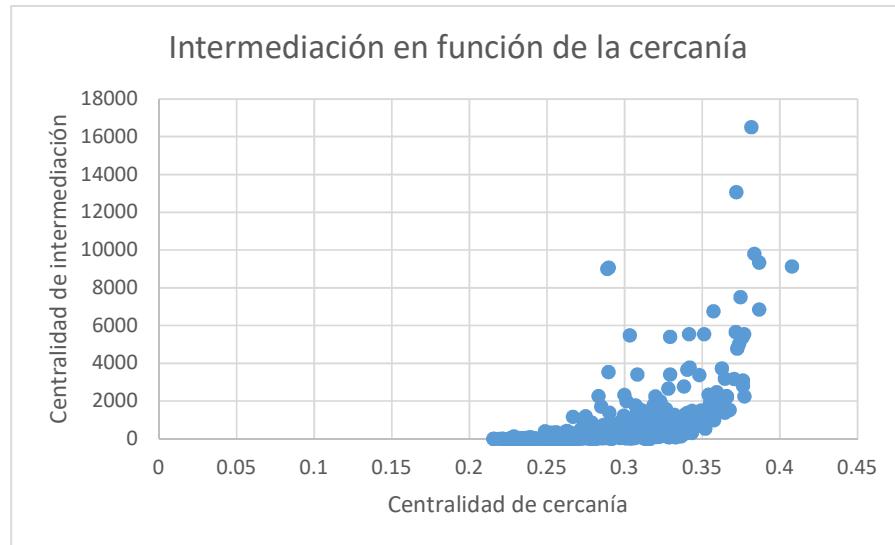


Figura 16: gráfica de la intermediación de cada nodo en función de la cercanía.

En la siguiente gráfica (Figura 17) se puede observar cierta correlación entre el grado y la cercanía, aunque el nodo con la mayor cercanía (Bejo) no tiene un grado especialmente alto, por ejemplo (hay que tener en cuenta que el hecho de que el grafo se corte a 3 pasos de distancia de Bejo es un artefacto en la generación de la red).

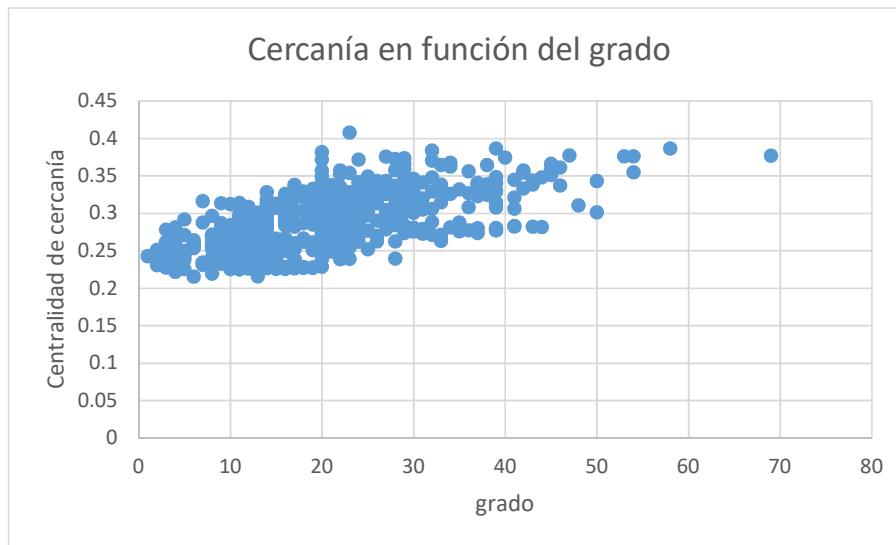


Figura 17: gráfica de la cercanía de cada nodo en función del grado.

La **excentricidad** es una medida que se centra en identificar nodos aislados: un nodo tiene mayor excentricidad cuanto mayor es la longitud del camino mínimo más largo entre él y cualquier otro nodo de la red.

En la siguiente imagen (Figura 18), el tamaño de los nodos se define en función de la intermediación y el color en función de la excentricidad. Solo se muestran etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. Se puede comprobar cómo casi todos los nodos que se colorean más oscuro se encuentran en regiones periféricas de la distribución Force Atlas. La longitud de la distancia geodésica entre algún par de nodos de color oscuro es responsable del diámetro de valor 6 de la red.

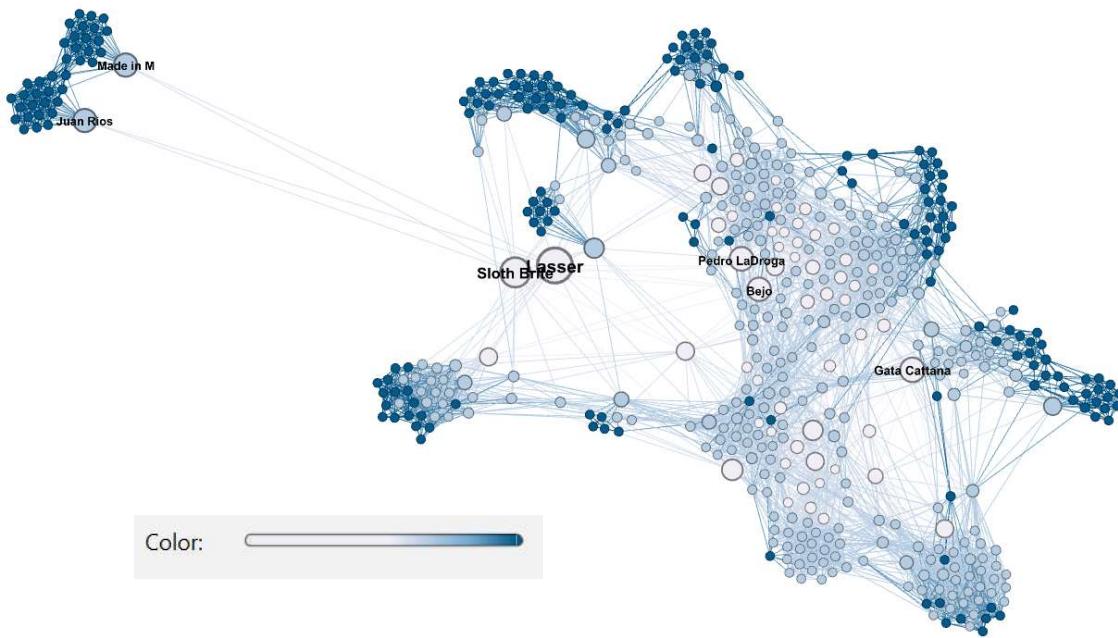


Figura 18: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función de la excentricidad (más oscuro, más excentricidad) y el tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación).

En la siguiente gráfica (Figura 19) se puede observar cómo para un único valor de excentricidad (valores enteros por ser distancias geodésicas) puede haber un amplio rango de valores de intermediación. Sin embargo, cuando la excentricidad es alta, la intermediación no lo es. Por otra parte, el nodo con el menor valor de excentricidad no tiene un valor especialmente alto de intermediación, mientras que sí que tiene el mayor valor de cercanía, como se muestra en la Figura 20.

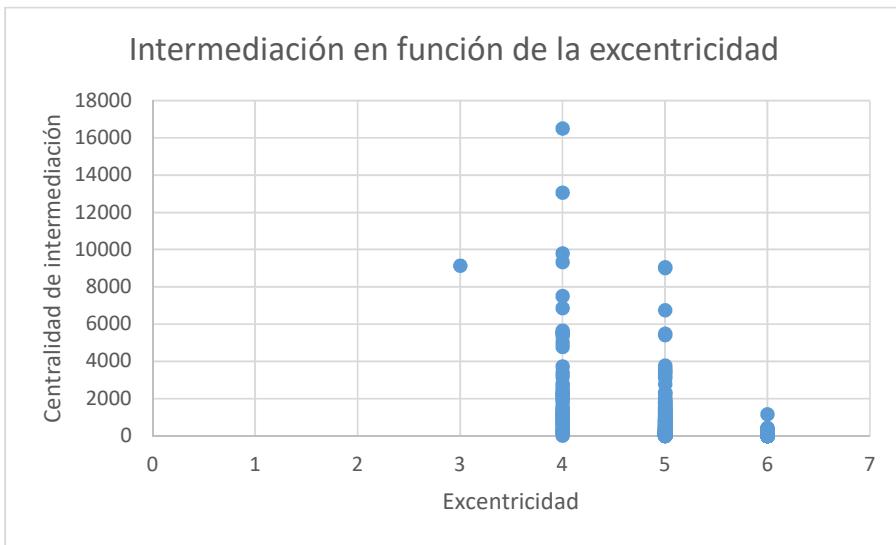


Figura 19: gráfica de la intermediación de cada nodo en función de la excentricidad.

La Figura 20 revela que la cercanía mantiene mayor correlación (negativa) con la excentricidad que la que mantiene la intermediación en la Figura 19.

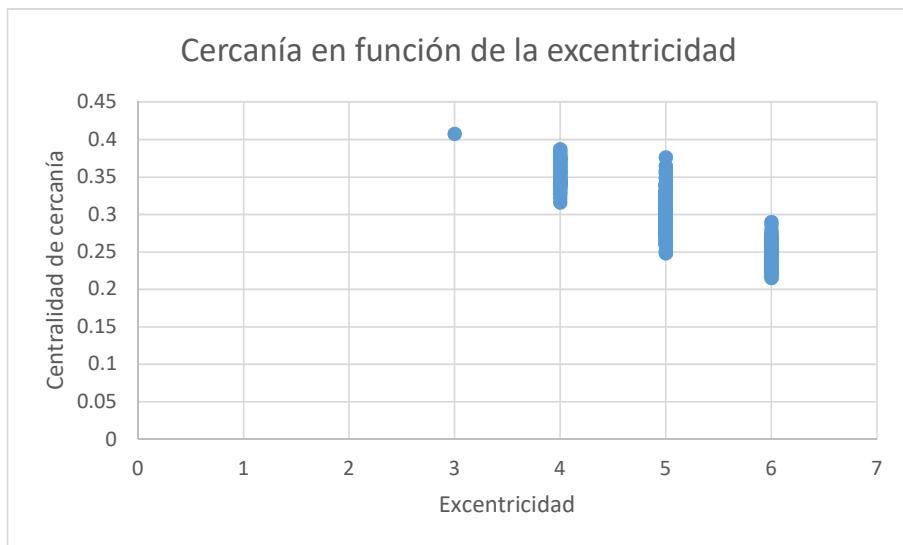


Figura 20: gráfica de la cercanía de cada nodo en función de la excentricidad.

Por último, la **centralidad de vector propio** es probablemente la medida de centralidad más utilizada y se basa en que la centralidad de un nodo depende de la centralidad de sus vecinos. De esta forma, es más importante tener un solo vecino central que tener muchos vecinos poco centrales. El cálculo es más complejo que los anteriores al haber recursividad. En esta red, los nodos con mayor centralidad de vector propio son Elio Toffana, Shotta, Hablando En Plata, ToteKing y Acqua Toffana.

En la siguiente imagen (Figura 21), el tamaño de los nodos se define en función de la intermediación y el color en función de la centralidad de vector propio. Solo se muestran etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. Se puede observar que hay muchos nodos centrales según esta medida en la región de raperos ya mayores y famosos a nivel nacional. También se observa a Elio y Acqua Toffana a la izquierda de estos, un poco más arriba y también alguno en la región de raperos *mainstream* actuales.

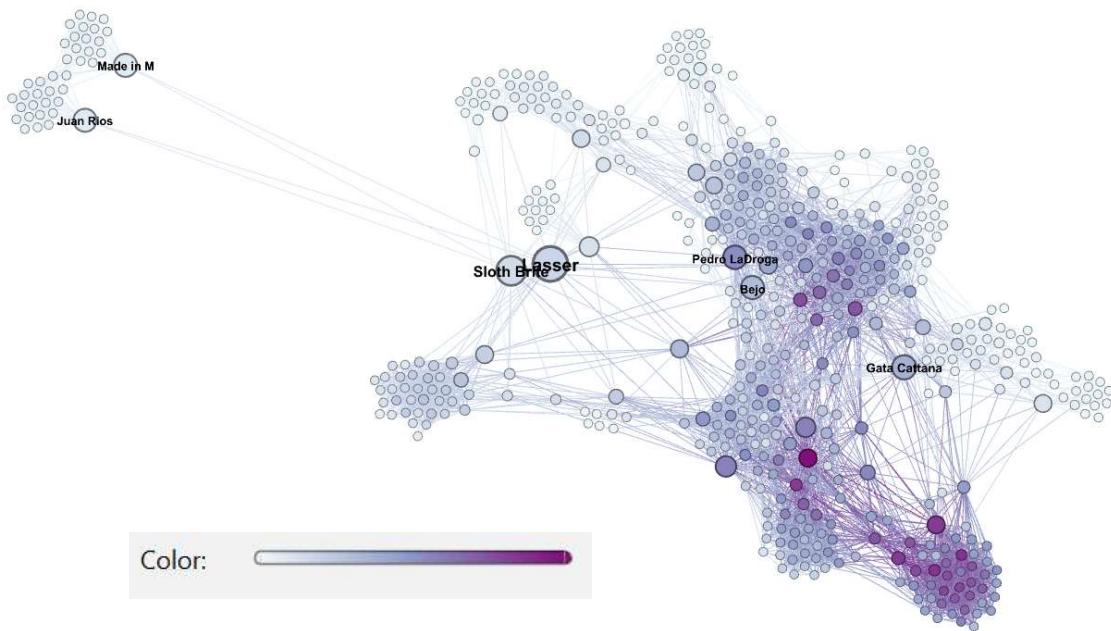


Figura 21: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función de la centralidad de vector propio (más oscuro, más centralidad) y el tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación).

Como se puede intuir a partir de los mapas, y se comprueba en la Figura 22, no existe una relación clara entre la intermediación y la centralidad de vector propio.

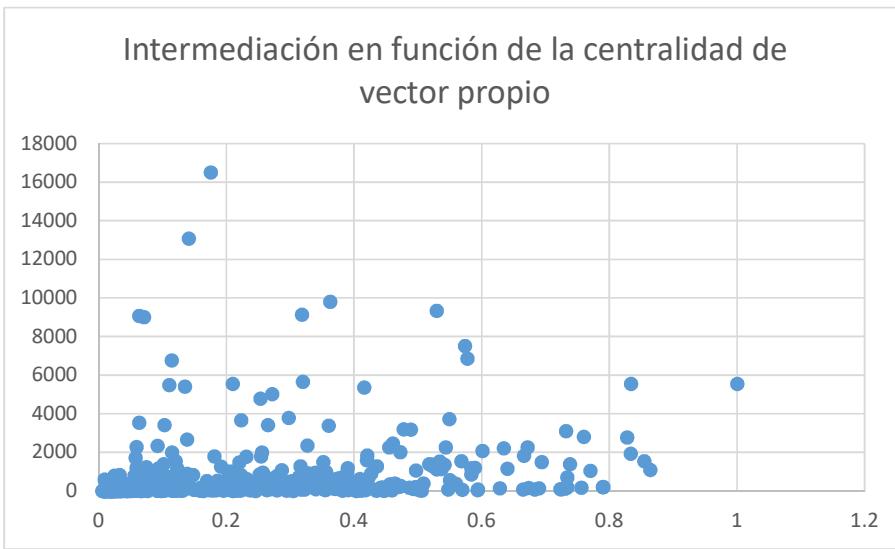


Figura 22: gráfica de la intermediación de cada nodo en función de la centralidad de vector propio.

Por último, se recogen los valores de todas las centralidades, sin incluir la excentricidad, en la Tabla 2:

Centralidad de grado	Centralidad de intermediación	Centralidad de cercanía	Centralidad de vector propio
Elio Toffana: 69	Lasser: 16495.01	Bejo: 0.4078	Elio Toffana: 1.0
Pedro LaDroga: 58	Sloth Brite: 13065.79	Pedro LaDroga: 0.3867	Shotta: 0.8639
Easy-S: 54	Gata Cattana: 9793.03	Agorazein: 0.3867	Hablando En Plata: 0.8544
Acqua Toffana: 54	Pedro LaDroga: 9335.30	Gata Cattana: 0.3836	ToteKing: 0.8337
Charlie Hijos Bastardos: 53	Bejo: 9128.15	Lasser: 0.3816	Acqua Toffana: 0.8335

Tabla 2: etiquetas y valores de centralidad de grado, de intermediación de cercanía y de vector propio en los cinco nodos con mayor valor en cada una de estas métricas.

Teniendo en cuenta toda la información extraída en esta sección, se puede considerar que los nodos más importantes de la red son **Elio Toffana**, por su valor de centralidad de vector propio (además de por tener el mayor grado con diferencia), **Lasser** por ser el que tiene mayor intermediación (y el quinto con mayor cercanía) y **Bejo** por ser el que tiene mayor cercanía (y el quinto con mayor intermediación, al revés que Lasser).

4. Detección de comunidades

En esta sección se estudia la estructura modular de la red mediante dos algoritmos de detección de comunidades: el método de Louvain y el método de Leiden.

4.1. Método de Louvain.

Este método, muy conocido, es uno de los que se basan en encontrar la partición de la red en comunidades de forma que se optimice el valor de modularidad (valor que se define como la diferencia entre el número de enlaces intra-comunitarios existentes y el número de enlaces esperado en una red aleatoria equivalente, teniendo en cuenta que la probabilidad de un enlace entre dos nodos es proporcional a sus grados). Para ello el método de Louvain aplica un enfoque jerárquico (en cada iteración crea comunidades a nivel local para después agregar los nodos de la misma comunidad en un mega-nodo) y heurístico (utiliza un operador de vecindario para generar soluciones vecinas).

Se ejecutó este método en Gephi con distintos valores de resolución. Los resultados de modularidad y el número de comunidades obtenidas con cada partición se recogen en la siguiente tabla (Tabla 3):

Resolución	Modularidad	Número de comunidades
0.35	0.692	17
0.5	0.723	13
1	0.725	11
1.5	0.709	9
1.9	0.694	7

Tabla 3: valores de resolución, modularidad y número de comunidades obtenidas en distintas ejecuciones del algoritmo de Louvain.

Muchas veces, la mejor partición se elige en base a un equilibrio entre modularidad (cuanto mayor mejor) y número de comunidades (en ocasiones interesa obtener menos para lograr una representación más simplificada del conjunto de datos, pero esto suele implicar una pérdida de modularidad). En este caso, el mejor valor de modularidad se ha obtenido con la partición de resolución 1, obteniendo peores valores para resoluciones por encima y por debajo de esta. Sin embargo, curiosamente el valor de resolución 0.5 ha dado casi el mismo valor de modularidad, añadiendo dos comunidades respecto a la partición con resolución 1. Puede interesar mantener una u otra partición en base a las representaciones gráficas de las comunidades y la información externa que se tiene de la red.

A continuación, se muestra, para cada una de las particiones el número de nodos y enlaces de cada comunidad (también en porcentajes respecto al total de la red) y una representación

visual de las comunidades por colores, que facilitan la identificación de cambios de una partición a otra.

Resolución = 0.35

Número de comunidad	Número de nodos	Porcentaje de nodos	Número de enlaces	Porcentaje de enlaces
1	54	10.28571429	511	9.84016946
2	49	9.3333333333	375	7.22125939
3	12	2.285714286	59	1.13614481
4	50	9.523809524	383	7.37531292
5	49	9.3333333333	645	12.4205661
6	9	1.714285714	26	0.50067398
7	31	5.904761905	163	3.13884075
8	23	4.380952381	104	2.00269594
9	28	5.3333333333	122	2.34931639
10	21	4	99	1.90641248
11	14	2.6666666667	76	1.46350857
12	25	4.761904762	116	2.23377624
13	41	7.80952381	414	7.97227036
14	18	3.428571429	125	2.40708646
15	21	4	163	3.13884075
16	44	8.380952381	272	5.23782014
17	36	6.857142857	286	5.50741383

Tabla 4: número de nodos y enlaces (también en porcentaje) de cada comunidad obtenida con la ejecución del algoritmo de Louvain con resolución 0.35.

Anlizando la Figura 23 podemos ver que con esta resolución tan baja el método es capaz de identificar los dos grupos de lofi beatmakers (aislados a la izquierda) como comunidades diferentes. También se puede comprobar la capacidad de encontrar comunidades pequeñas en la definición de la comunidad azul por encima de Lasser, en la comunidad verde arriba del todo, la comunidad amarilla de arriba a la derecha, la comunidad rosa a la derecha del todo (la de los punkis) o la comunidad verde pistacho a la derecha de Elio Toffana. Otras comunidades de gran tamaño, como la de raperos mayores famosos a nivel nacional (abajo a la derecha) están claramente definidas como una única comunidad incluso a este bajo nivel de resolución (el color de esta comunidad es diferente al de la comunidad de Gata Cattana, aunque se parezcan). Resulta interesante comprobar que a Bejo se le ha asociado con la comunidad de traperos (en azul) antes que con los raperos que tiene a la derecha o abajo. Veremos qué ocurre con mayores valores de resolución, pero por su posición se puede intuir que podría encajar en más de una comunidad de las que lo flanquean (lo cual era de esperar teniendo el breve comentario realizado en la introducción sobre su trayectoria musical).

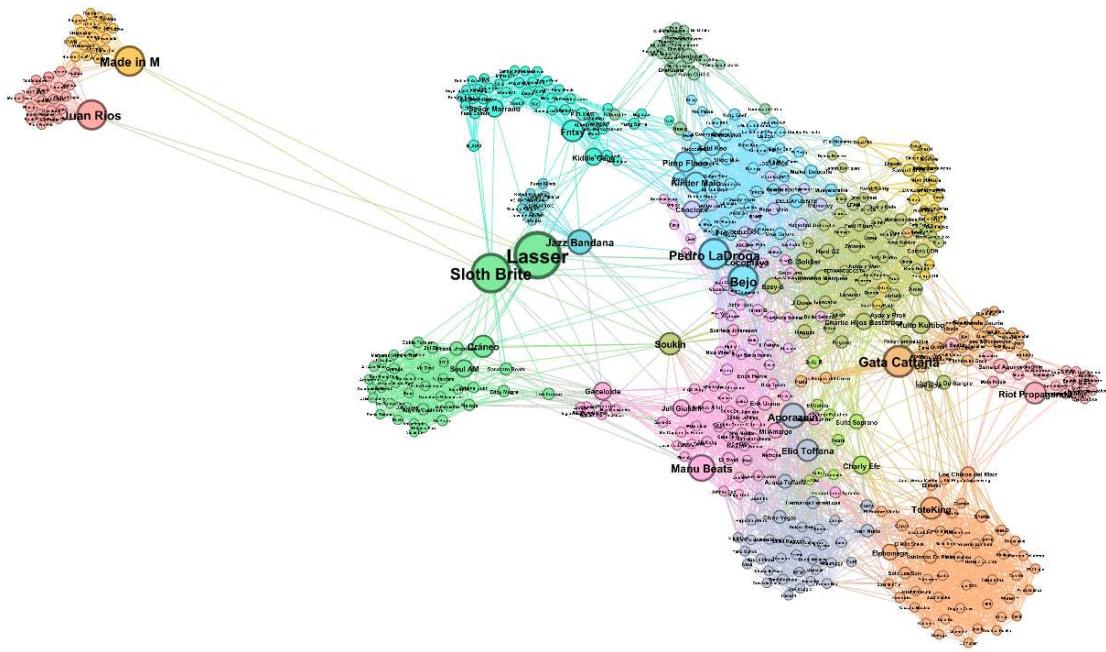


Figura 23: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función de la comunidad a la que pertenece cada nodo (comunidades detectadas con el algoritmo de Louvain con resolución 0.35). El tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación).

Resolución = 0.5

Número de comunidad	Número de nodos	Porcentaje de nodos	Número de enlaces	Porcentaje de enlaces
1	67	12.76190476	513	9.87868284
2	57	10.85714286	594	11.4384749
3	43	8.19047619	271	5.21856345
4	66	12.57142857	534	10.2830734
5	42	8	420	8.08781051
6	46	8.761904762	473	9.10841517
7	49	9.333333333	645	12.4205661
8	53	10.0952381	285	5.48815713
9	20	3.80952381	95	1.82938571
10	25	4.761904762	116	2.23377624
11	39	7.428571429	305	5.87329097
12	6	1.142857143	13	0.25033699
13	12	2.285714286	59	1.13614481

Tabla 5: número de nodos y enlaces (también en porcentaje) de cada comunidad obtenida con la ejecución del algoritmo de Louvain con resolución 0.5.

Con este cambio en la resolución, el número de comunidades se ha reducido de 17 a 13. En la Figura 24, podemos comprobar, por ejemplo, que las dos comunidades de lofi beatmakers ahora son una sola, que la comunidad que antes estaba en color verde pistacho se ha fusionado con la comunidad que tiene debajo o que los punkis se han fusionado con la comunidad de Gata Cattana. Llama la atención que también parece haberse creado una nueva comunidad donde antes no la había, en los nodos que hacen de puente entre la comunidad azul de Sloth Brite y Lasser y la comunidad verde pistacho (colores referidos a esta imagen). Son cambios que pueden ocurrir debido a que el método de Louvain es heurístico y, por tanto, genera una solución distinta con cada ejecución.

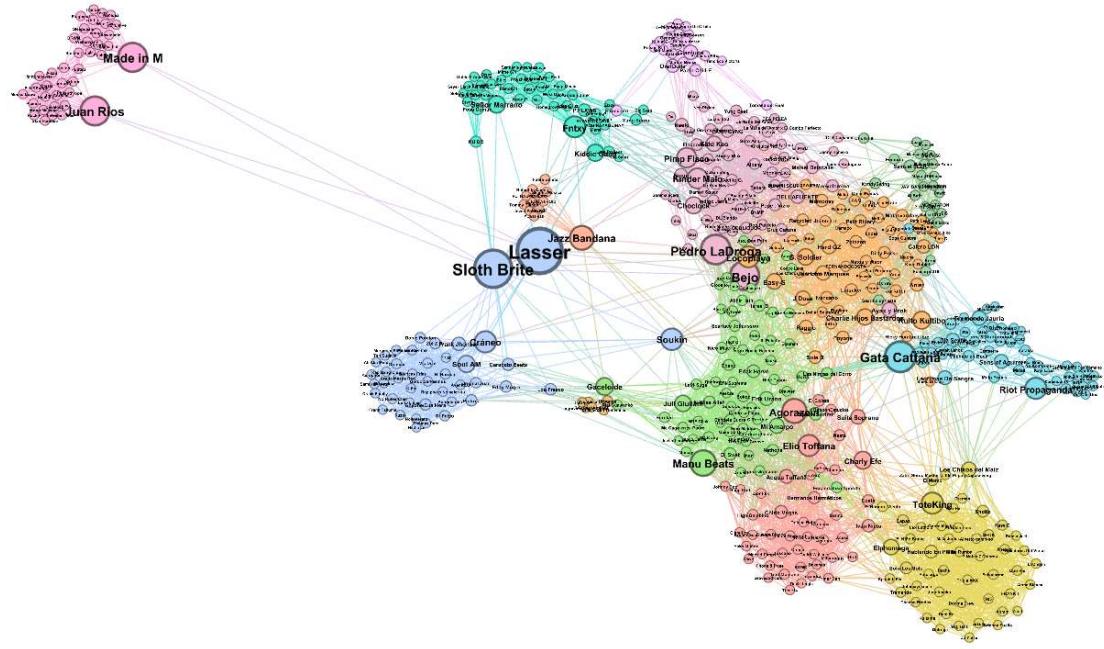


Figura 24: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función de la comunidad a la que pertenece cada nodo (comunidades detectadas con el algoritmo de Louvain con resolución 0.5). El tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación).

Resolución= 1

Número de comunidad	Número de nodos	Porcentaje de nodos	Número de enlaces	Porcentaje de enlaces
1	79	15.04761905	544	10.4756403
2	53	10.0952381	285	5.48815713
3	41	7.80952381	414	7.97227036
4	49	9.333333333	645	12.4205661
5	58	11.04761905	468	9.01213172
6	82	15.61904762	810	15.5979203
7	25	4.761904762	116	2.23377624
8	42	8	268	5.16079338
9	39	7.428571429	305	5.87329097
10	12	2.285714286	59	1.13614481
11	45	8.571428571	471	9.06990179

Tabla 6: número de nodos y enlaces (también en porcentaje) de cada comunidad obtenida con la ejecución del algoritmo de Louvain con resolución 1.

Volviendo a analizar los cambios respecto a la anterior partición, con la Figura 25, podemos comprobar que la comunidad con color ladrillo (los colores mencionados están referidos a esta imagen) ahora incluye la comunidad pequeña de arriba del todo. Además, la pequeña comunidad que se definía en la partición anterior entre la comunidad morada y la comunidad amarilla se ha fusionado con la amarilla.

Debido a que las dos comunidades que se han perdido son pequeñas y con muchos enlaces compartidos con alguna comunidad vecina, considero favorable esta reducción de comunidades provocada por el incremento del valor de resolución de 0.5 a 1 (especialmente para la comunidad inferior, ya que en la superior se pueden ver más nodos y lo agrupados que están parece indicar que la densidad de enlaces entre ellos es alta).

Por otra parte, este es el primer caso en el que Bejo aparece asociado al grupo de raperos *mainstream* en lugar de al grupo de traperos.

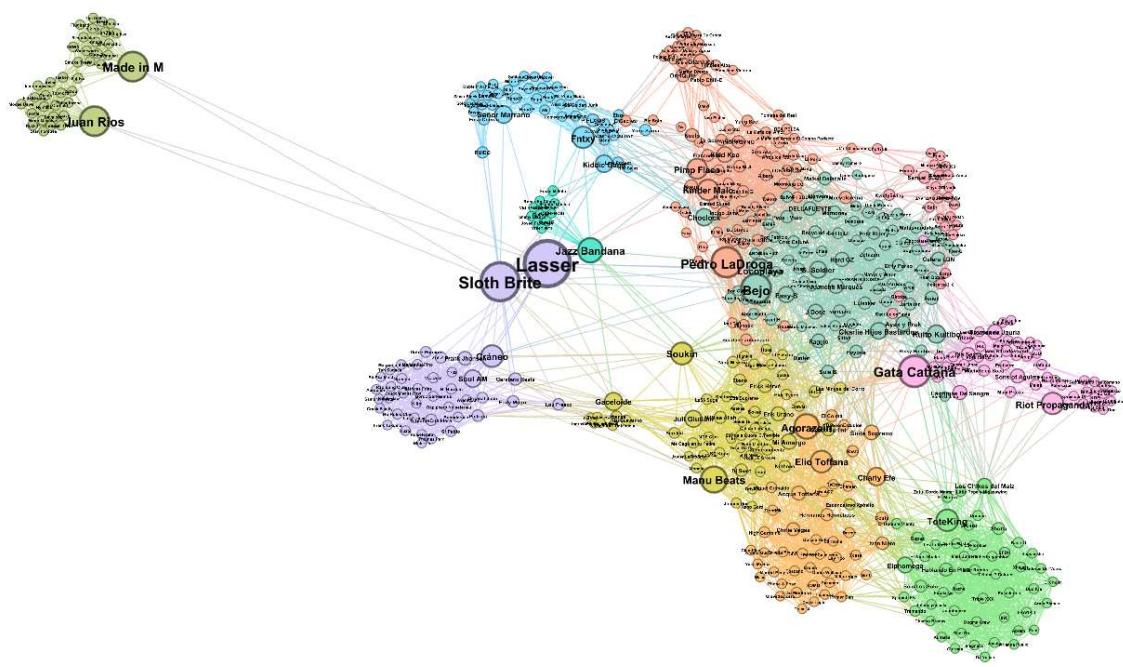


Figura 25: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función de la comunidad a la que pertenece cada nodo (comunidades detectadas con el algoritmo de Louvain con resolución 1). El tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación).

Resolución = 1.5

Número de comunidad	Número de nodos	Porcentaje de nodos	Número de enlaces	Porcentaje de enlaces
1	41	7.80952381	414	7.97227036
2	52	9.904761905	279	5.37261698
3	117	22.28571429	1175	22.6266127
4	63	12	367	7.06720585
5	39	7.428571429	305	5.87329097
6	12	2.285714286	59	1.13614481
7	126	24	1287	24.7833622
8	26	4.952380952	118	2.27228962
9	49	9.333333333	645	12.4205661

Tabla 7: número de nodos y enlaces (también en porcentaje) de cada comunidad obtenida con la ejecución del algoritmo de Louvain con resolución 1.5.

En mi opinión, el mapa por colores de esta partición (Figura 26) revela que con este valor de resolución la pérdida de información es demasiado alta:

- Se ha perdido la diferenciación entre las dos comunidades de rap madrileño: la antigua y la actual ahora se encuentran juntas en una única comunidad que aparece en amarillo en esta imagen. Bajo mi punto de vista, es un cambio a peor.
- Lo mismo ocurre con la diferenciación entre traperos y raperos actuales *mainstream*: ambas comunidades están fusionadas en una sola de color morado. A pesar de que el rap y el trap tienen grandes diferencias a nivel musical, era de esperar que estas dos comunidades no fueran de las últimas en fusionarse a medida que se aumenta el valor de resolución debido a que las colaboraciones entre estos dos grupos son muy frecuentes y, de hecho, cada vez son más los artistas que experimentan ambas corrientes, a veces incluso bajo nicknames diferentes (por ejemplo, Pedro Ruibal hace rap bajo el pseudónimo Hard GZ mientras que para hacer trap utiliza Lil GZ). Sin embargo, considero más interesante mantener la diferenciación entre estas dos comunidades.

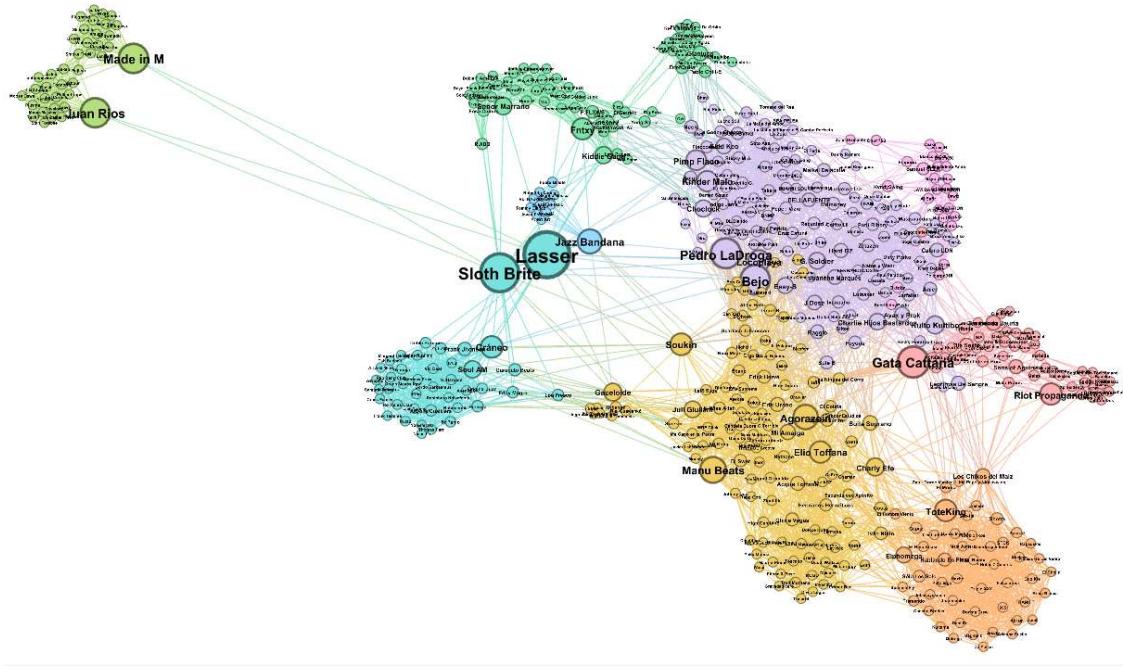


Figura 26: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función de la comunidad a la que pertenece cada nodo (comunidades detectadas con el algoritmo de Louvain con resolución 1.5). El tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación).

Resolución = 1.9

Número de comunidad	Número de nodos	Porcentaje de nodos	Número de enlaces	Porcentaje de enlaces
1	52	9.904761905	279	5.37261698
2	53	10.0952381	326	6.27768149
3	41	7.80952381	414	7.97227036
4	103	19.61904762	1073	20.6624302
5	188	35.80952381	1703	32.794146
6	49	9.333333333	645	12.4205661
7	39	7.428571429	305	5.87329097

Tabla 8: número de nodos y enlaces (también en porcentaje) de cada comunidad obtenida con la ejecución del algoritmo de Louvain con resolución 1.9.

Aunque resulta evidente que en esta partición la pérdida de información es aún mayor, es interesante observar las comunidades que se siguen diferenciando de otras comunidades adyacentes a pesar del alto valor de resolución. Personalmente, si tuviera que dividir la red en 7 comunidades haría algo muy parecido.

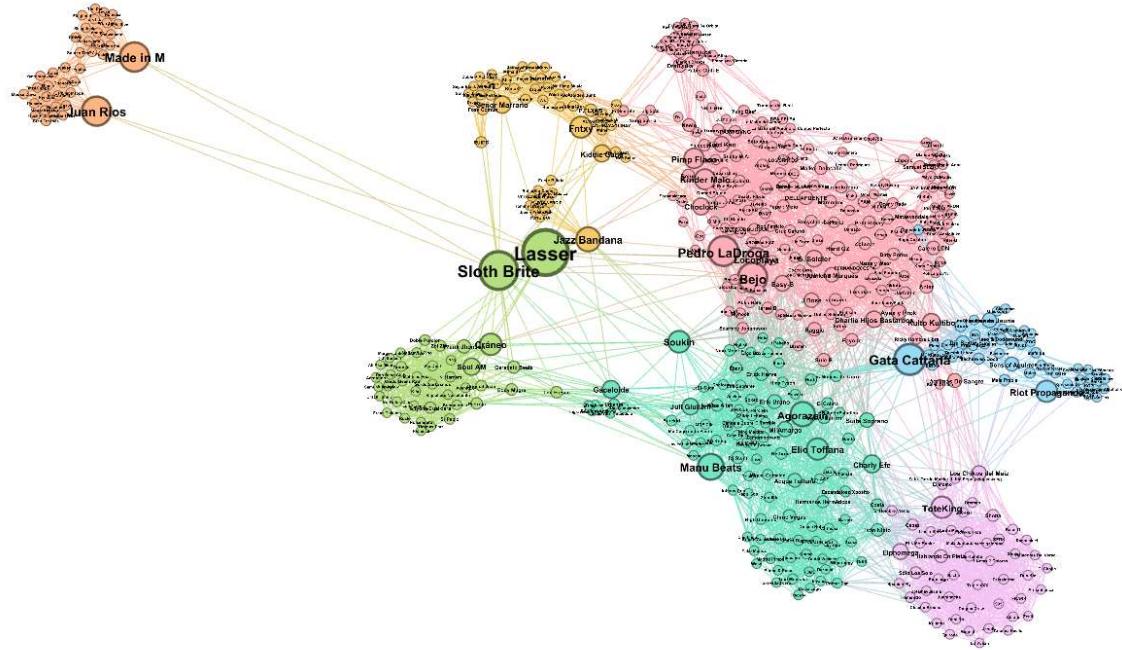


Figura 27: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función de la comunidad a la que pertenece cada nodo (comunidades detectadas con el algoritmo de Louvain con resolución 1.9). El tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación).

Repetición de la ejecución del algoritmo con resolución 1 para cambiar la distribución del grafo a la de Fruchterman Reingold.

Considerando que la mejor partición se consigue con resolución = 1, se repite la ejecución del algoritmo de Louvain con los mismos parámetros de antes y con resolución 1. Los resultados pueden variar: podemos encontrar cambios de comunidades para algunos artistas e incluso un distinto número de comunidades. En este caso se ha obtenido el mismo valor de modularidad, 0.725, creando una comunidad más (ahora se han obtenido 12). En la Figura 28 podemos comprobar que se ha definido la comunidad que aparece en color morado pálido, arriba del todo. Esta comunidad se perdió al pasar de resolución 0.5 a 1 por fusión con la comunidad de lila que tiene debajo. Sin embargo, volviendo a aumentar la resolución a 1.5, aparecía fusionada con la comunidad de la izquierda (naranja) y con la resolución igual a 1.9 volvía a fusionarse con la lila. Teniendo todo ello en cuenta, parece que esta comunidad se puede definir independientemente o fusionar con cualquiera de las comunidades que la rodean sin afectar demasiado al valor de modularidad.

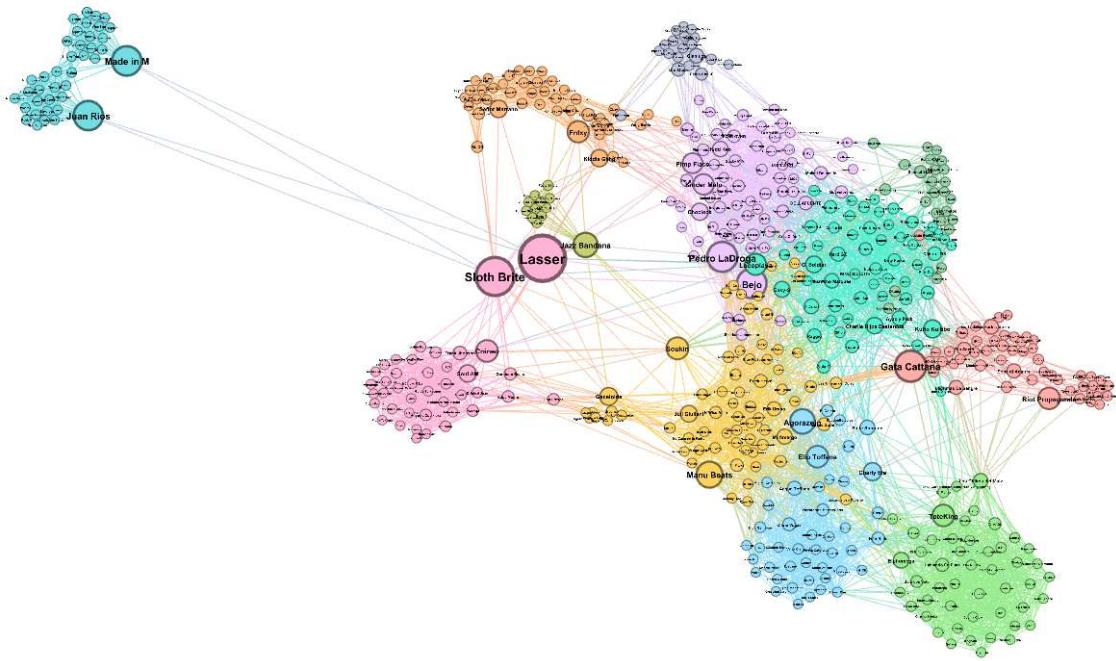


Figura 28: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función de la comunidad a la que pertenece cada nodo (comunidades detectadas con el algoritmo de Louvain con resolución 1 – segunda ejecución -). El tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación).

A continuación, se prueba a cambiar la distribución de Force Atlas por la de Fruchterman Reingold manteniendo esta última partición. El resultado se muestra en la Figura 29. Se trata de otra distribución interesante en la que se siguen visualizando las comunidades y lo conectadas que están entre ellas. Por ejemplo, los dos grupos de lofi beatmakers ya no aparecen tan alejados físicamente del resto de la red, como en la distribución Force Atlas, pero se ve claramente que están bastante aisladas porque casi no comparten enlaces con otras comunidades.

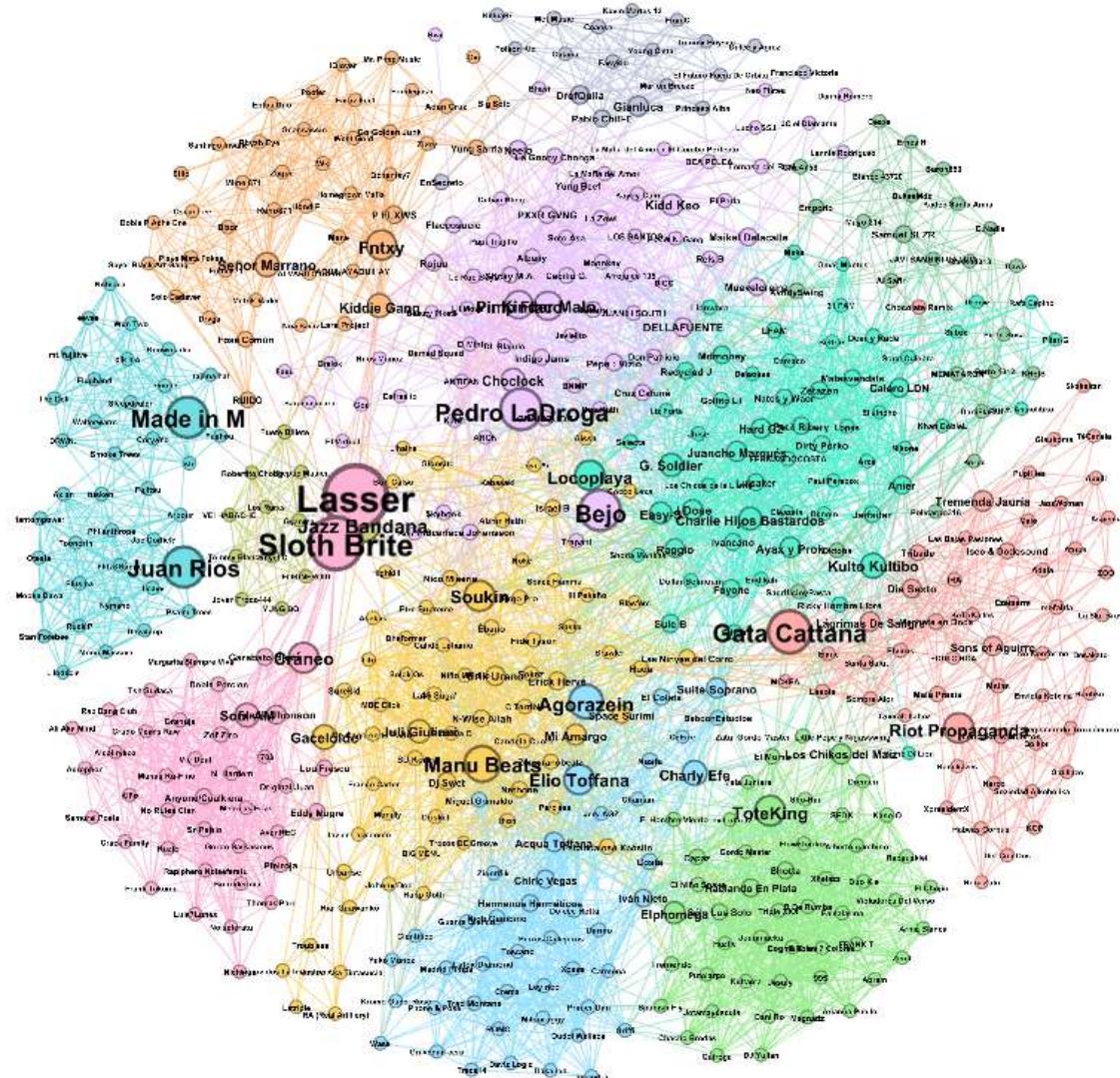


Figura 29: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función de la comunidad a la que pertenece cada nodo (comunidades detectadas con el algoritmo de Louvain con resolución 1 – segunda ejecución -). El tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación). La distribución utilizada en este caso es la de Fruchterman Reingold.

4.2 Algoritmo de Leiden (quality function = modularity).

El algoritmo de Leiden es similar al de Louvain, pero corrige un error: el algoritmo de Louvain, para crear soluciones vecinas cambia nodos a otras comunidades y si alguno de estos cambios optimiza el valor de modularidad, se mantiene. Los autores no se dieron cuenta de que esto podía provocar que en la partición final hubiera comunidades que no eran componentes conexas (ya que al mover un nodo de la comunidad A a la comunidad B, pueden estar

quedando vecinos de este nodo aislados en la comunidad A, si su única conexión con dicha comunidad se establecía mediante el nodo que se ha movido). El algoritmo de Leiden controla que esto no pase. Además, incluye otros parámetros, aunque en este caso se han mantenido todos igual y solo se ha cambiado la resolución.

La Tabla 9 recoge las configuraciones y resultados de 3 ejecuciones diferentes. Observamos que en este caso valores menores de resolución producen más comunidades (a diferencia de lo que ocurría con Louvain).

Resolución	Número de iteraciones	Número de reinicios	Semilla aleatoria	Calidad	Número de clusters
0.01	20	1	6	0.99034	2
0.2	20	1	6	0.8753	5
0.6	20	1	6	0.78769	9

Tabla 9: parámetros, modularidad y número de comunidades obtenidas en distintas ejecuciones del algoritmo de Leiden.

A continuación, se muestra, para cada una de las particiones el número de nodos y enlaces de cada comunidad (también en porcentajes respecto al total de la red) y una representación visual de las comunidades por colores.

Resolución = 0.01

Cluster	Número de nodos	Porcentaje de nodos	Número de enlaces	Porcentaje de enlaces
0	486	92.57	4884	94.05
1	39	7.43	305	5.87

Tabla 10: número de nodos y enlaces (también en porcentaje) de cada comunidad obtenida con la ejecución del algoritmo de Leiden con resolución 0.01.

Se ha obtenido por primera vez el mínimo número de comunidades posibles: 2. Seguramente podríamos haber obtenido este mismo resultado con Louvain aumentando el valor de resolución. Resulta interesante comprobar cuáles son las dos últimas comunidades en fusionarse y en este caso se trata de la comunidad de lofi *beatmakers* con el resto de la red, creando dos comunidades muy desbalanceadas en cuanto al número de nodos, como se puede apreciar en la Figura 30. La modularidad obtenida con esta partición es de más de 0.99, casi el valor que se obtendría si cada comunidad fuera una componente conexa. Esto tiene sentido porque tan solo hay 4 enlaces inter-comunitarios en esta partición. A pesar del alto valor de modularidad, resulta evidente que semánticamente esta no es una partición satisfactoria.

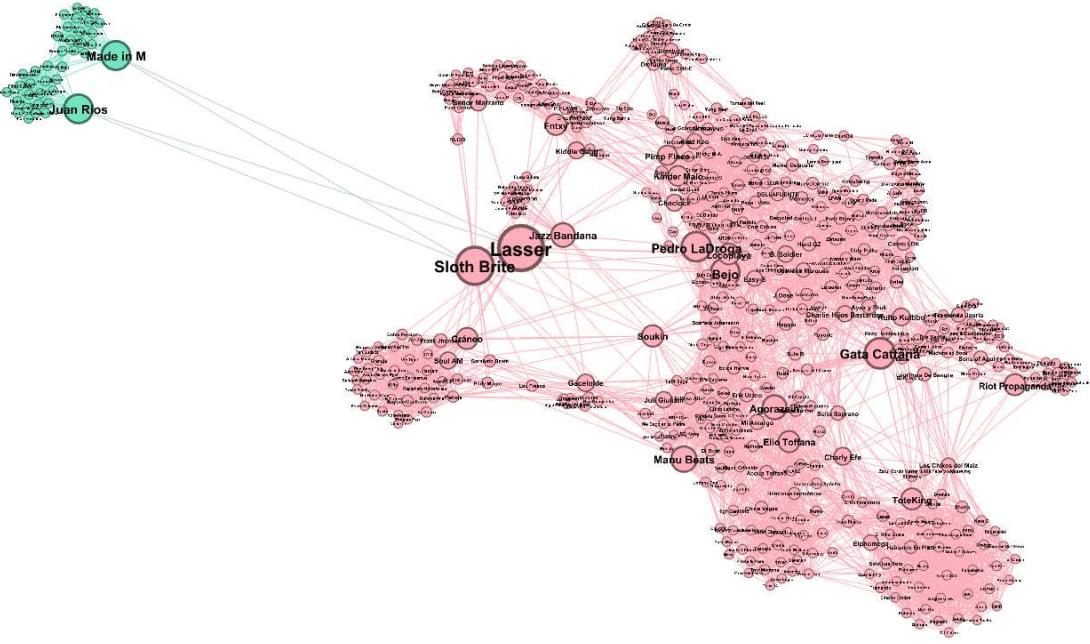


Figura 30: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función de la comunidad a la que pertenece cada nodo (comunidades detectadas con el algoritmo de Leiden con resolución 0.01). El tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación).

Resolución = 0.2

Cluster	Número de nodos	Porcentaje de nodos	Número de enlaces	Porcentaje de enlaces
0	238		2010	
1	154		1830	
2	53		326	
3	41		414	
4	39		305	

Tabla 11: número de nodos y enlaces (también en porcentaje) de cada comunidad obtenida con la ejecución del algoritmo de Leiden con resolución 0.2.

Con esta partición (Figura 31) parece que el resultado es parecido al que se obtendría con el algoritmo de Louvain con una resolución que solo detectara 5 comunidades.

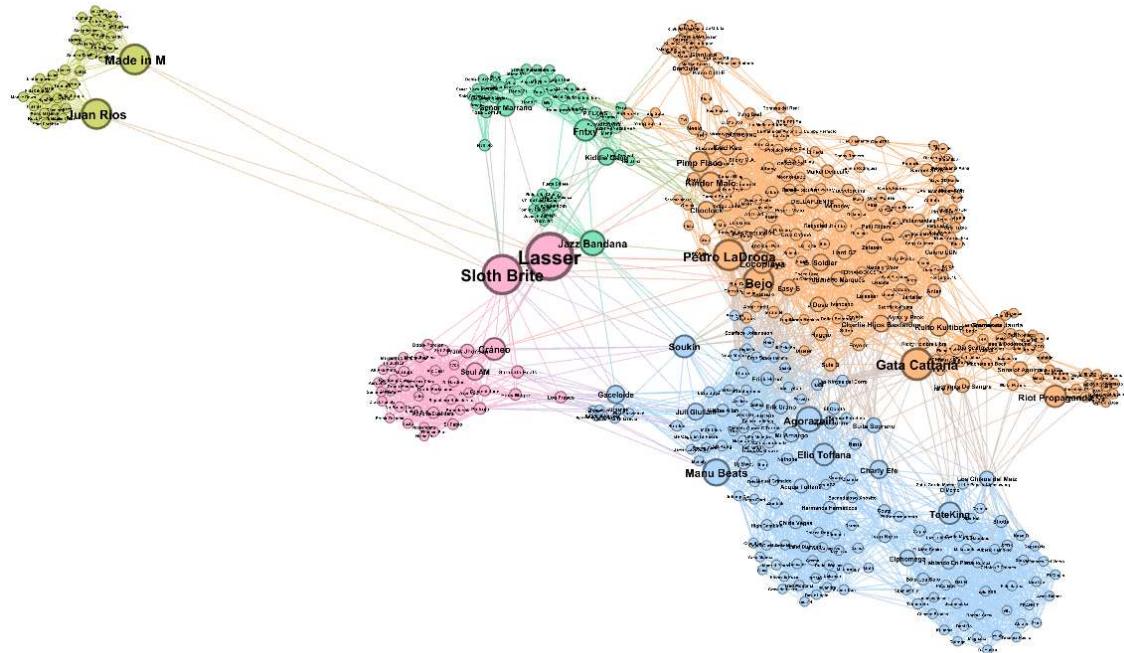


Figura 31: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función de la comunidad a la que pertenece cada nodo (comunidades detectadas con el algoritmo de Leiden con resolución 0.2). El tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación).

Resolución = 0.6

Cluster	Número de nodos	Porcentaje de nodos	Número de enlaces	Porcentaje de enlaces
0	135	25.71428571	1368	260.571429
1	107	20.38095238	1105	210.47619
2	56	10.66666667	336	64
3	53	10.0952381	285	54.2857143
4	49	9.333333333	645	122.857143
5	41	7.80952381	414	78.8571429
6	39	7.428571429	305	58.0952381
7	25	4.761904762	116	22.0952381
8	20	3.80952381	95	18.0952381

Tabla 12: número de nodos y enlaces (también en porcentaje) de cada comunidad obtenida con la ejecución del algoritmo de Leiden con resolución 0.6.

Con esta resolución se han obtenido 9 comunidades y según la Figura 32 son muy parecidas a las 9 obtenidas con el algoritmo de Louvain con resolución 1.5 (Figura 26).

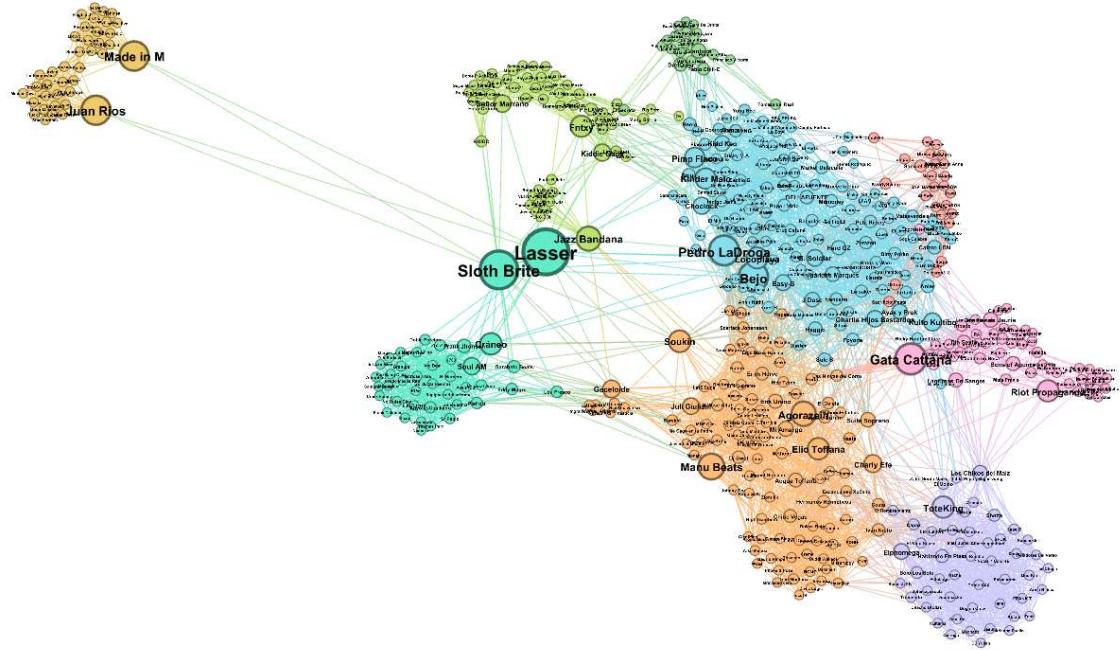


Figura 32: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función de la comunidad a la que pertenece cada nodo (comunidades detectadas con el algoritmo de Leiden con resolución 0.6). El tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación).

Conclusiones sobre la detección de comunidades: la red objeto de estudio tiene una estructura claramente modular, debido a la presencia de comunidades que se caracterizan por tener una alta densidad de enlaces intra-comunitaria respecto a la densidad de enlaces inter-comunitaria. Este hecho se puede observar a simple vista con los mapas creados en esta sección y se puede corroborar analizando los resultados de modularidad obtenidos para cualquiera de las particiones (con distintos valores de resolución): todos ellos están muy por encima de 0,3, valor que en la práctica se usa como indicador para determinar que la red tiene una estructura modular suficientemente alejada de lo que se esperaría de una red aleatoria. Además, las comunidades detectadas tienen mucha consistencia semántica: en los casos en los que el valor de resolución ha permitido obtener alrededor de 11 comunidades, se pueden diferenciar las comunidades de lofi beatmakers, reperos lofi sudamericanos, raperos mainstream, raperos madrileños de la escena de hace años y la actual, raperos influyentes a nivel nacional desde hace años, traperos, música crítica, etc. Por último, a mi parecer también tienen consistencia los cambios en la detección de comunidades según se cambia el valor de resolución: cuando a cualquiera de los algoritmos (Louvain o Leiden) no se les permite detectar comunidades a un nivel demasiado local, fusionan las comunidades que tienen mayor densidad de enlaces entre sí.

Además, se ha comprobado que ambos algoritmos de detección de comunidades ofrecen resultados muy parecidos, cada uno con su propio ajuste del parámetro de resolución.

5. Mapa de la red coloreando los nodos en función del género.

Ya que la red descargada incluye el campo “género” para los nodos, por curiosidad se quiso volver a representar el mapa de Force Atlas con el color de nodo indicando dicho atributo. La Figura 33 ilustra el resultado. Aunque los géneros son demasiados como para distinguirlos todos en el mapa (o para que quepan en la leyenda) se pueden observar algunas asociaciones comunidad-género esperadas: rap o hiphop español en rosa o azul; lofi beatmakers en verde pistacho bajo la etiqueta “chillhop - lofi beats”; la comunidad de trap en marrón bajo la etiqueta “urbano español”, etc. Sin embargo, en la zona de Gata Cattana y la comunidad de punkis observamos una gran mezcla de géneros según Spotify.

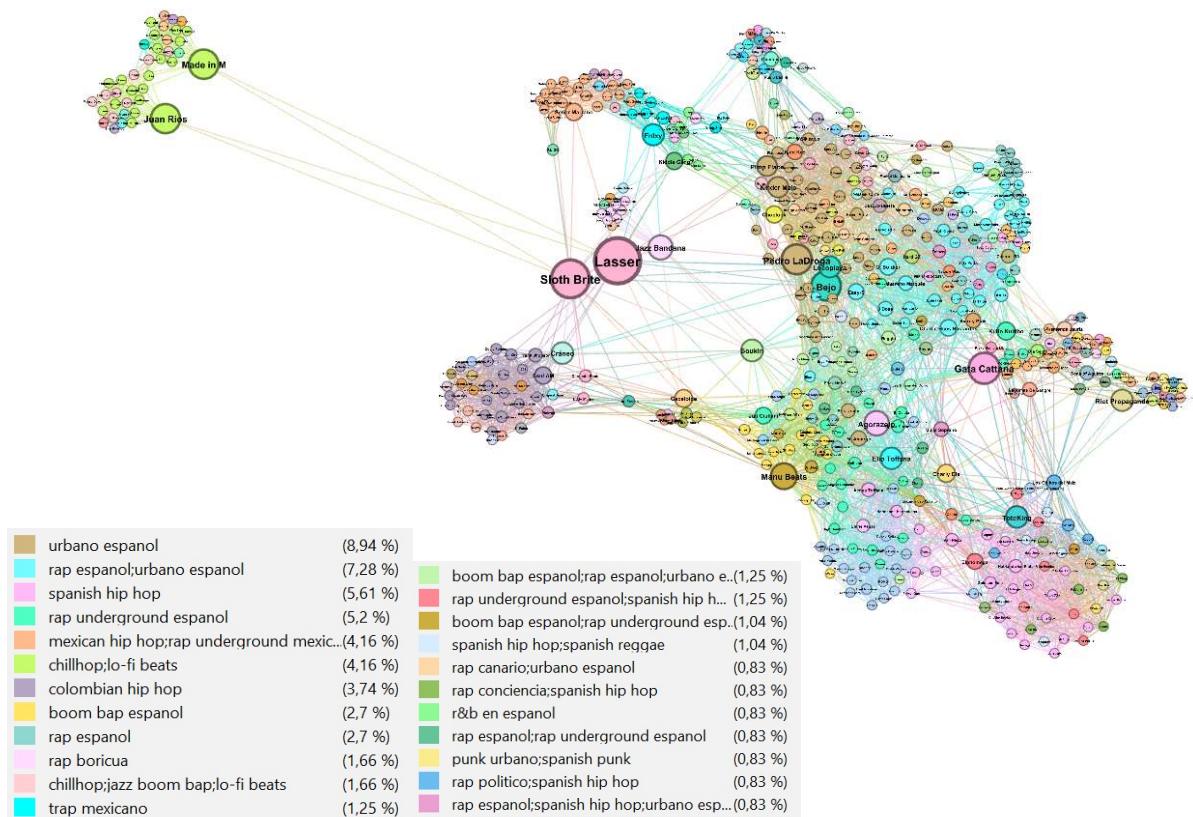


Figura 33: representación gráfica de la red, mostrando solo las etiquetas de los nodos con intermediación superior a 7818.6361. El color está en función del género al que pertenece cada nodo. El tamaño de los nodos y etiquetas están en función de la intermediación (más tamaño, más intermediación).