

Análisis de Redes Sociales

Curso 2018 – 2019

Implementación de modelos de redes

Práctica 2

Grupo 1

Javier Sesé García

Leila Ruiz Casanova

Víctor del Pino Castilla

Contenido

1.	Modelo Barabasi-Albert.....	3
1.1.	Para $m = 3$	4
1.2.	Para $m = 4$	8
2.	Modelo de red aleatoria	11
3.	Repositorio.....	19

A continuación, vamos a realizar la verificación de las propiedades de las redes generadas.

1. Modelo Barabasi-Albert

Para este modelo hemos generado seis experimentos distintos, tres de ellos siendo 3 el número de enlaces al entrar un nodo nuevo a la red (m) y los otros siendo 4, dónde se diferencian entre ellas por el número de nodos que alcanzan, 500, 1000 y 5000. Para cada experimento se han realizado diez simulaciones obteniendo los datos para analizar con la media de los datos de las diez simulaciones.

A continuación, mostramos tres gráficas con los datos analizados de las simulaciones, comparados con las medidas teóricas y una tabla resumen donde se muestran las diferencias entre los dos anteriores en valor absoluto.

Average Scale-free network						
N	m	L	Density	Largest hub Degree	Avg. Distance	Average Clustering Coefficient
500	3	1494	0,01197595	73,5	3,22016353	0,05404019
500	4	1990	0,0159519	80,6	2,9423479	0,06206551
1000	3	2994	0,00599399	98,3	3,47611251	0,03414483
1000	4	3990	0,00798799	104,6	3,18477758	0,03684383
5000	3	14994	0,00119976	224,7	4,04838222	0,00944269
5000	4	19990	0,00159952	225,0	3,69167984	0,01051418

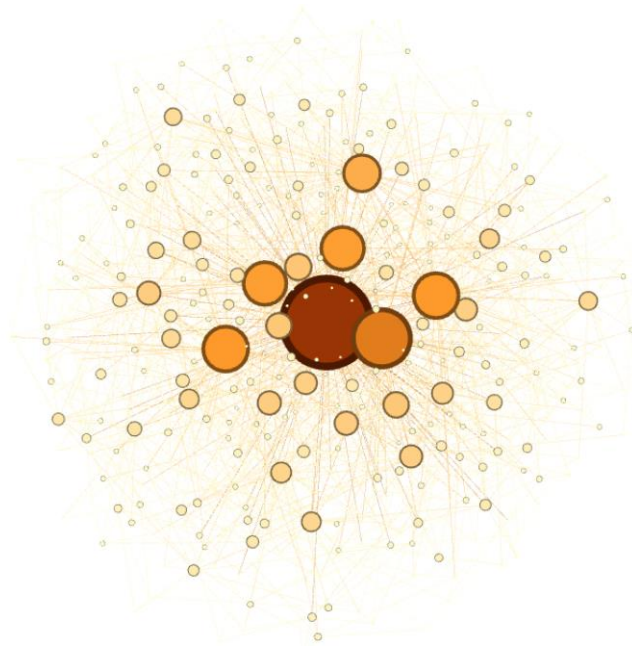
Theoretical Scale-free network						
N	m	L	Density	Largest Hub Degree	Avg. Distance	Average Clustering Coefficient
500	3	1494	0,01197595	67,0820393	3,4	0,07724271
500	4	1990	0,0159519	89,4427191	3,4	0,07724271
1000	3	2994	0,00599399	94,8683298	3,6	0,04771708
1000	4	3990	0,00798799	126,491106	3,6	0,04771708
5000	3	14994	0,00119976	212,132034	4,0	0,01450852
5000	4	19990	0,00159952	282,842712	4,0	0,01450852

Difference in absolute value Scale-free network						
N	m	L	Density	Largest Hub Degree	Avg. Distance	Average Clustering Coefficient
500	3	0	0,0000	6,4180	0,1816	0,0232
500	4	0	0,0000	8,8427	0,4594	0,0152
1000	3	0	0,0000	3,4317	0,0981	0,0136
1000	4	0	0,0000	21,8911	0,3895	0,0109
5000	3	0	0,0000	12,5680	0,0723	0,0051
5000	4	0	0,0000	57,8427	0,2844	0,0040

Podemos observar que existe una desviación en los datos obtenidos en el grado del Hub principal, que en la simulación ha obtenido valores más grandes, y desviaciones mucho más pequeñas en las medidas de distancia media y coeficiente de clustering, por lo que podemos asumir que las propiedades de una red BA se mantienen.

Vamos a continuar analizando estos modelos de crecimiento con $m=3$ y para todo el tamaño de nodos (500, 1000, 5000)

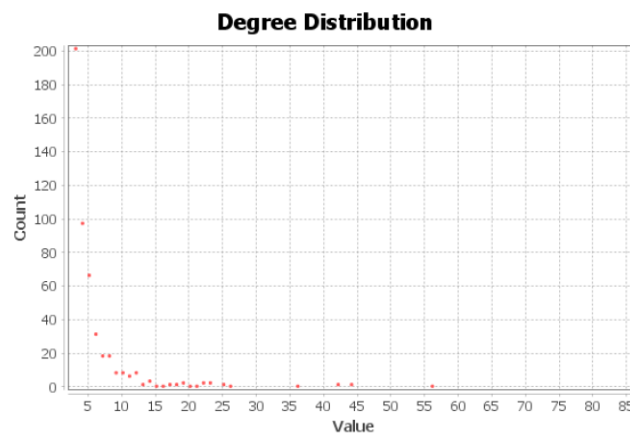
1.1. Para $m = 3$



En esta imagen podemos observar la red generada, se puede ver los nodos expandidos o Hubs, y uno totalmente superior al resto, se puede observar la gráfica correcta con la distribución de grados de este grafo generado.

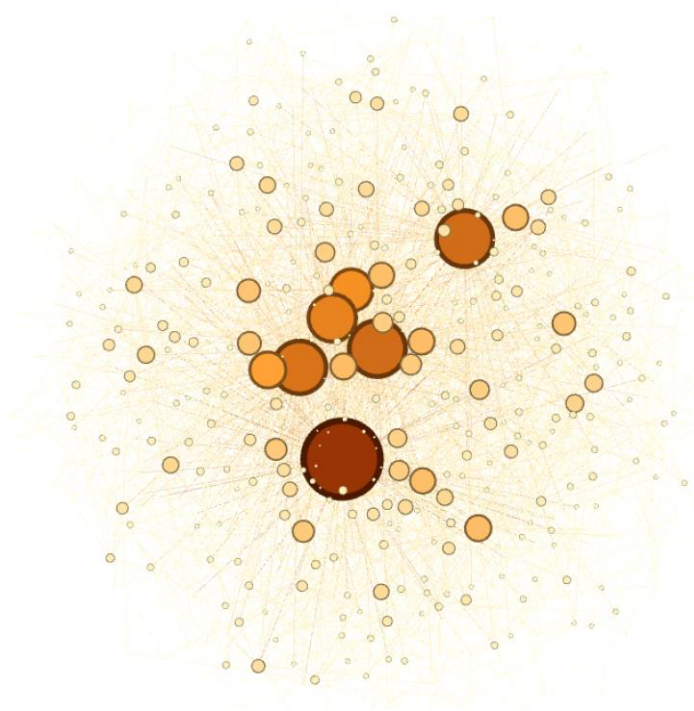
Results:

Average Degree: 5,968



Se puede observar que solo hay un nodo con un grado extremadamente grande y que después de este hay un claro decrecimiento de la gráfica, cumpliendo de forma correcta la gráfica de Barabasi-Albert.

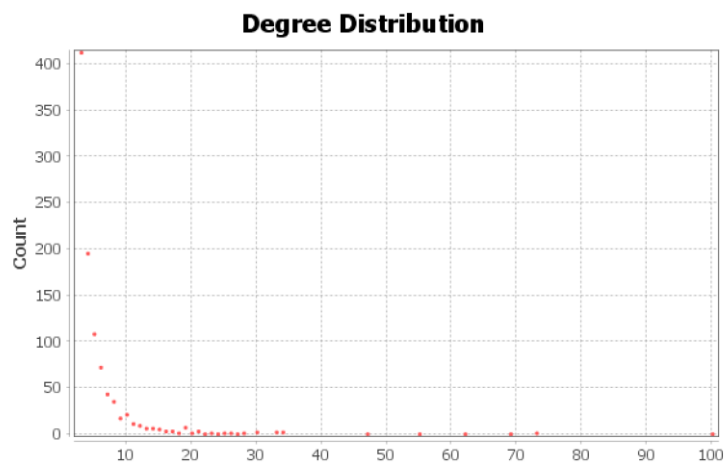
Este grafo generado es igual que el anterior, la diferencia es que ahora disponemos de 1000 nodos y en ella podemos observar la conexión de más nodos, todos ellos dependen del grado de los otros nodos.



Observamos la gráfica para comprobar que es un modelo libre de escala:

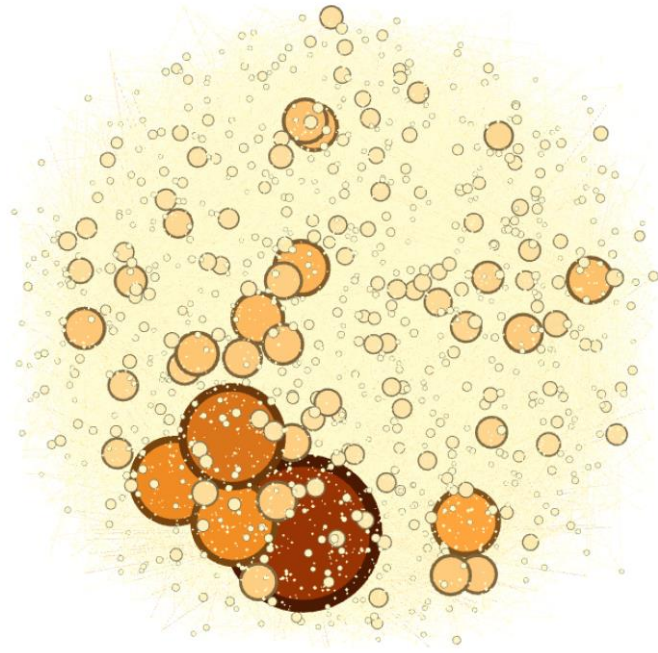
Results:

Average Degree: 5,982



Se puede comprobar el mismo decrecimiento que en el grafo de 500, teniendo un nodo completamente aislado (en la gráfica) con mayor grado que el resto. Estas gráficas son así porque el modelo de Barabasi-Albert depende del tiempo y del grado de otros nodos por lo que todas estas gráficas serán similares independientemente del número de nodos. Para comprobación final vamos a disponer de un gran grafo generado con 5000 nodos.

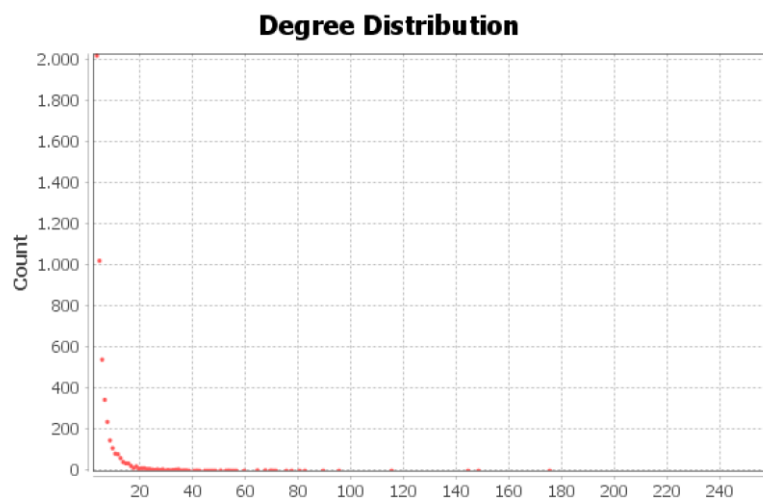
Este es el grafo de 5000 nodos.



Y esta su distribución de grados.

Results:

Average Degree: 5,997

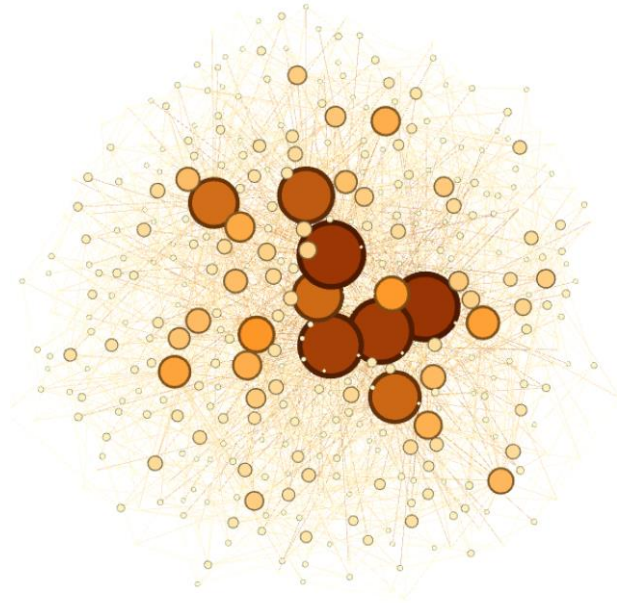


Como conclusiones del estudio de Barabasi-Albert sin estudiar los nodos iniciales siendo igual a 4.

Para este estudio, hemos desarrollado varias gráficas con 3 nodos iniciales, el grafo resultante era similar y su distribución de grados formaba una gráfica similar. También se observa un grado medio de 5,9 en todos los casos. Se observan en todos los grafos un nodo gigante o Hub y varios pequeños y conectados. Vamos a ver si se repite el patrón para nodos iniciales siendo 4.

1.2. Para $m = 4$

Se va a realizar el estudio del grafo de 500 pero esta vez con 4 nodos iniciales.



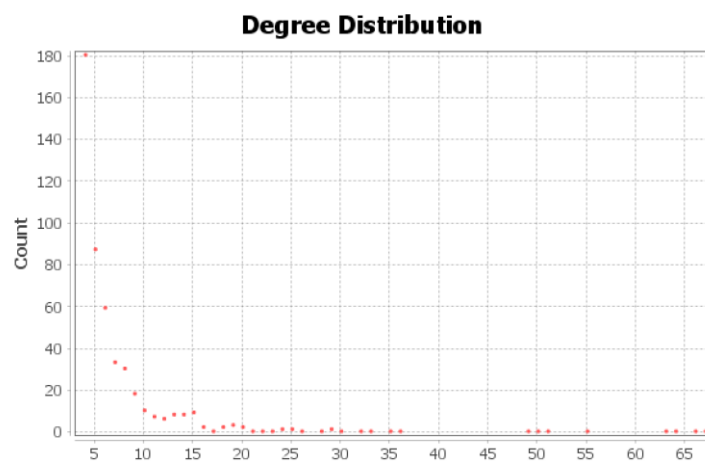
Se observa una gran diferencia, el grado medio no es el mismo que en $m=3$. Se comprobará si sigue un patrón en el resto de los grafos con más nodos

☒ **Visión general de la red**

Grado medio7,956Ejecutar?

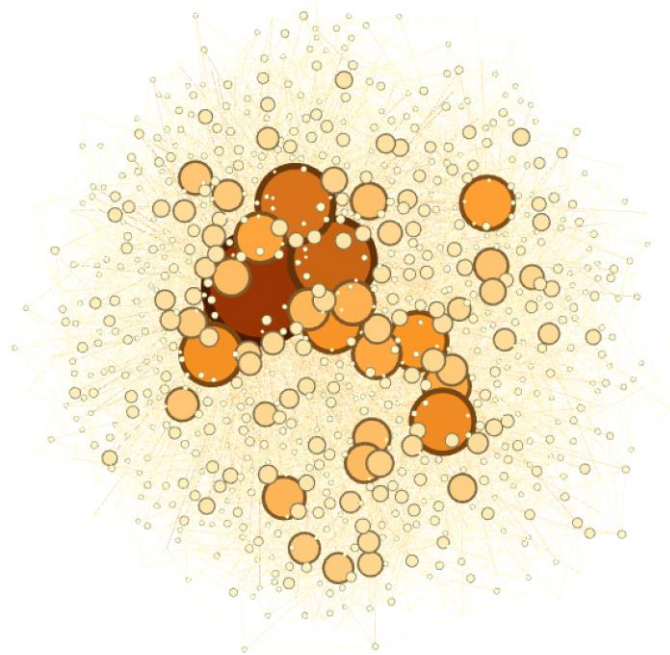
Results:

Average Degree: 7,956



La gráfica resultante es similar y forma el mismo decrecimiento que los generados con 3 nodos iniciales.

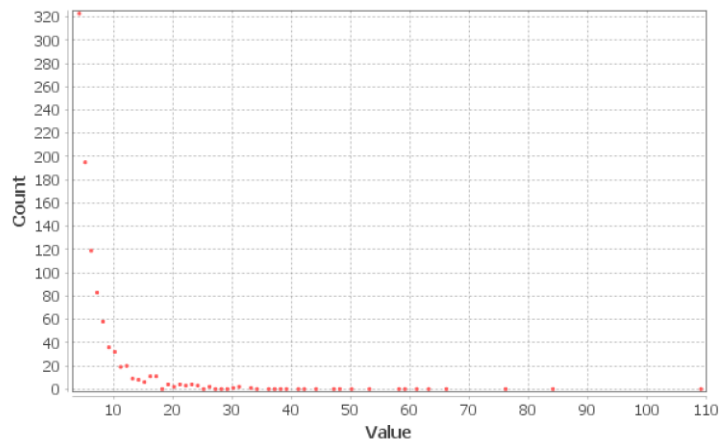
Vamos a realizar lo mismo con el grafo de 1000 y observamos un grado medio similar sobre 7,9 y una gráfica de decrecimiento igual también.



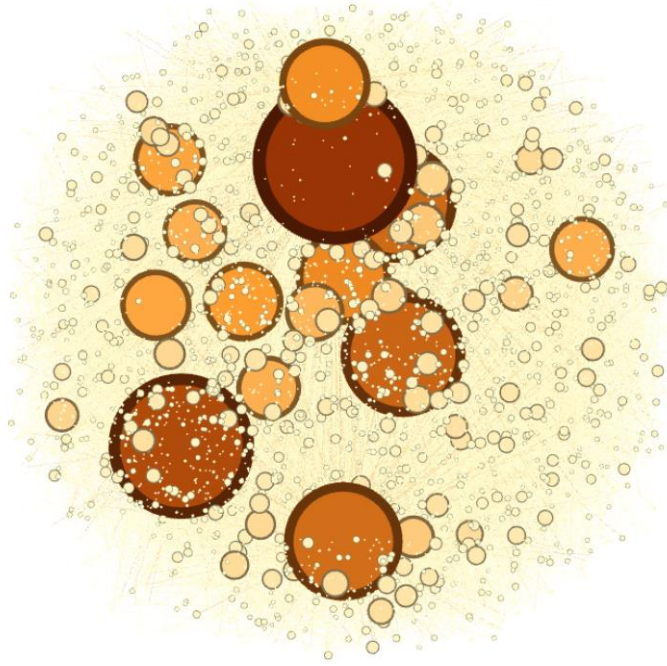
Results:

Average Degree: 7,976

Degree Distribution



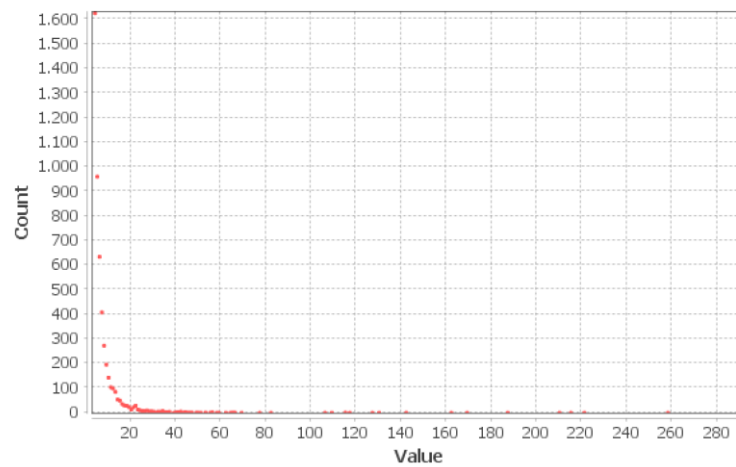
Se puede intuir que el grado medio dependerá del número de nodos iniciales. El estudio se ha realizado con 3 y 4 para poder observar esa diferencia, pero se puede observar que para el de 5000 se ve el mismo grado y la misma gráfica. Por lo que se puede observar fácilmente cuando un grafo cumple el modelo Barabasi-Albert.



Results:

Average Degree: 7,994

Degree Distribution



La gráfica es idéntica independientemente del número de nodos y del número inicial de nodos, dependiendo del número inicial el grado medio varía, dentro del mismo número de nodos inicial el grado medio es igual independientemente del número de nodos.

Por lo anteriormente explicado podemos confirmar que las redes mantienen las propiedades de las redes libres de escala.

2. Modelo de red aleatoria

Para este modelo hemos realizado diez simulaciones para cada configuración de la red, usando 500, 1000 y 5000 nodos para cada una de las etapas de evolución: subcrítica, crítica, supercrítica y conectada.

A continuación, mostraremos una tabla con las medias de los datos obtenidos en las simulaciones, comparando con las medidas teóricas y una tabla resumen con la diferencia obtenida entre las dos anteriores.

Average Random network									
Evolution Stage	N	p	L	<k>	Density	Largest Hub Degree	Avg. Distance	Average Clustering Coefficient	# Connected components
subcritical	500	0,001	251,7	1,5675306	0,0049014	5,2	0	0,00128997	71,3
critical	500	0,002	499,1	2,28384933	0,00524175	7,4	0	0,00207353	18
supercritical	500	0,009	2212,5	8,85	0,01773547	19,2	3,08897715	0,0178934	1
connected	500	0,1	23526,2	94,1048	0,18858677	120,9	1,81181242	0,18926952	1
subcritical	1000	0,001	1013,4	2,33514971	0,0026939	7,9	0	0,00140949	26,9
critical	1000	0,002	2016,2	4,10698584	0,00418731	11,6	1,52392971	0,00385789	2,9
supercritical	1000	0,009	8994,5	17,989	0,01800701	33,5	2,70268448	0,01795028	1
connected	1000	0,1	94422	188,844	0,18903303	232,6	1,81116517	0,18941325	1
subcritical	5000	0,001	24944,2	9,97887838	0,00199641	23,5	3,55515344	0,00198463	1,1
critical	5000	0,002	49861,1	19,94444	0,00398969	37,8	3,12926178	0,00395471	1
supercritical	5000	0,009	223888,6	89,55544	0,01791467	125,1	2,17981883	0,0179277	1
connected	5000	0,1	2371718,9	948,68756	0,18977547	1054,2	1,81026465	0,18983845	1

Theoretical Random network										
Evolution Stage	N	p	L	<k>	Density	Largest Hub Degree	Avg. Distance	Average Clustering Coefficient	# Connected components	Kmin usado
subcritical	500	0,001	124,75	0,499	0,001	12,4541244	Infinity	0,000998		0
critical	500	0,002	249,5	0,998	0,002	6,22706222	Infinity	0,001996		0
supercritical	500	0,009	1122,75	4,491	0,009	1,38379161	4,13734765	0,008982		0
connected	500	0,1	12475	49,9	0,1	2,12454124	1,5894053	0,0998	1	2
subcritical	1000	0,001	499,5	0,999	0,001	6,91466995	Infinity	0,000999		0
critical	1000	0,002	999	1,998	0,002	3,45733497	Infinity	0,001998		0
supercritical	1000	0,009	4495,5	8,991	0,009	0,76829666	3,14528711	0,008991		0
connected	1000	0,1	49950	99,9	0,1	2,0691467	1,50032595	0,0999	1	2
subcritical	5000	0,001	12497,5	4,999	0,001	1,70377939	Infinity	0,000998		0
critical	5000	0,002	24995	9,998	0,002	0,8518897	Infinity	0,0019996		0
supercritical	5000	0,009	112477,5	44,991	0,009	0,18930882	2,23756132	0,0089982		0
connected	5000	0,1	1249750	499,9	0,1	2,01703779	1,37055583	0,09998	1	2

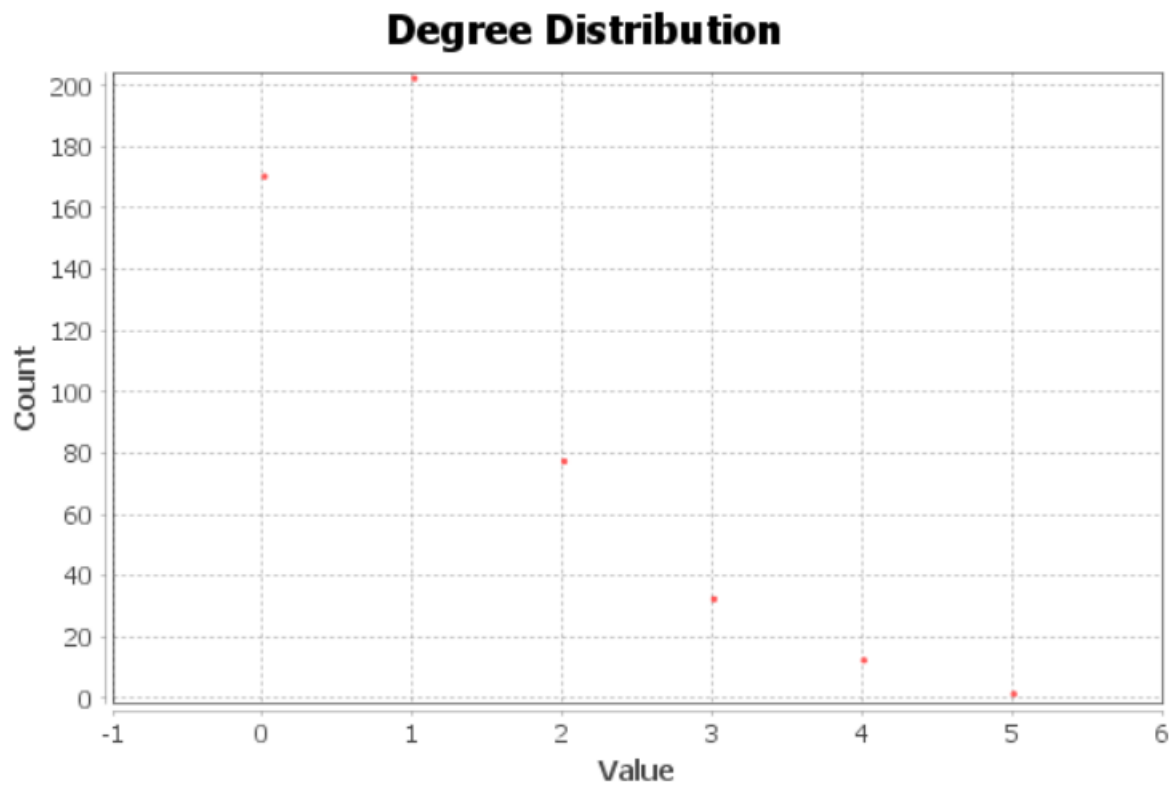
Difference in absolute value Random network										
Evolution Stage	N	p	L	<k>	Density	Largest Hub Degree	Avg. Distance	Average Clustering Coefficient	# Connected components	Kmin usado
subcritical	500	0,001	126,95	1,07	0,00	7,25		0,00		
critical	500	0,002	249,60	1,29	0,00	1,17		0,00		
supercritical	500	0,009	1089,75	4,36	0,01	17,82	1,05	0,01		
connected	500	0,1	11051,20	44,20	0,09	118,78	0,22	0,09	0,00	2,00
subcritical	1000	0,001	513,90	1,34	0,00	0,99		0,00		
critical	1000	0,002	1017,20	2,11	0,00	8,14		0,00		
supercritical	1000	0,009	4499,00	9,00	0,01	32,73	0,44	0,01		
connected	1000	0,1	44472,00	88,94	0,09	230,53	0,31	0,09	0,00	2,00
subcritical	5000	0,001	12446,70	4,98	0,00	21,80		0,00		
critical	5000	0,002	24866,10	9,95	0,00	36,95		0,00		
supercritical	5000	0,009	111411,10	44,56	0,01	124,91	0,06	0,01		
connected	5000	0,1	1121968,90	448,79	0,09	1052,18	0,44	0,09	0,00	2,00

En los datos destaca la diferencia que se observa en el número de enlaces, los grados de los nodos y el máximo grado de nodo, si pasamos a comprobar el grado medio de la red, podemos observar que aun siendo casi el doble del valor teórico está muy cerca del valor del máximo grado de nodo, por último al analizar las diferencias en densidad y coeficiente

de clustering se comprueba que son mínimas, por lo que podemos ver que aún con las grandes diferencias observadas las propiedades que teóricamente se asocian a la red aleatoria se mantienen.

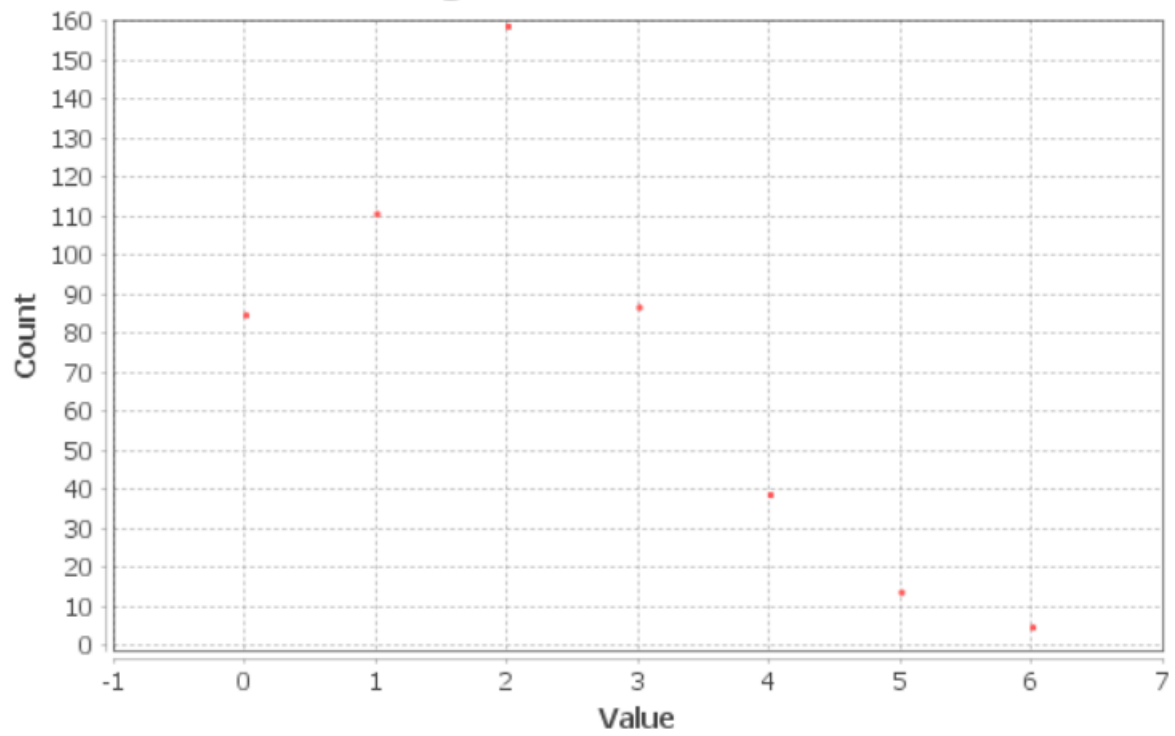
A continuación, pasamos a mostrar las distribuciones de grado de los nodos de las redes.

- 500 nodos
 - $P=0.001$



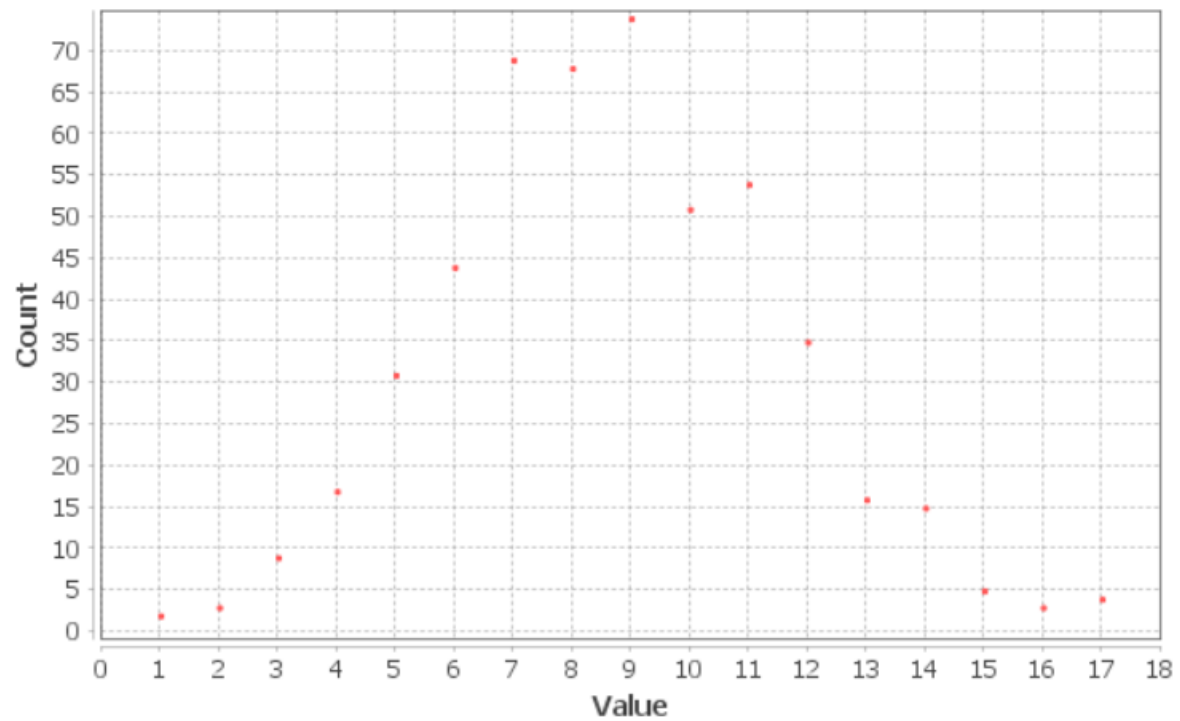
- $P=0.002$

Degree Distribution



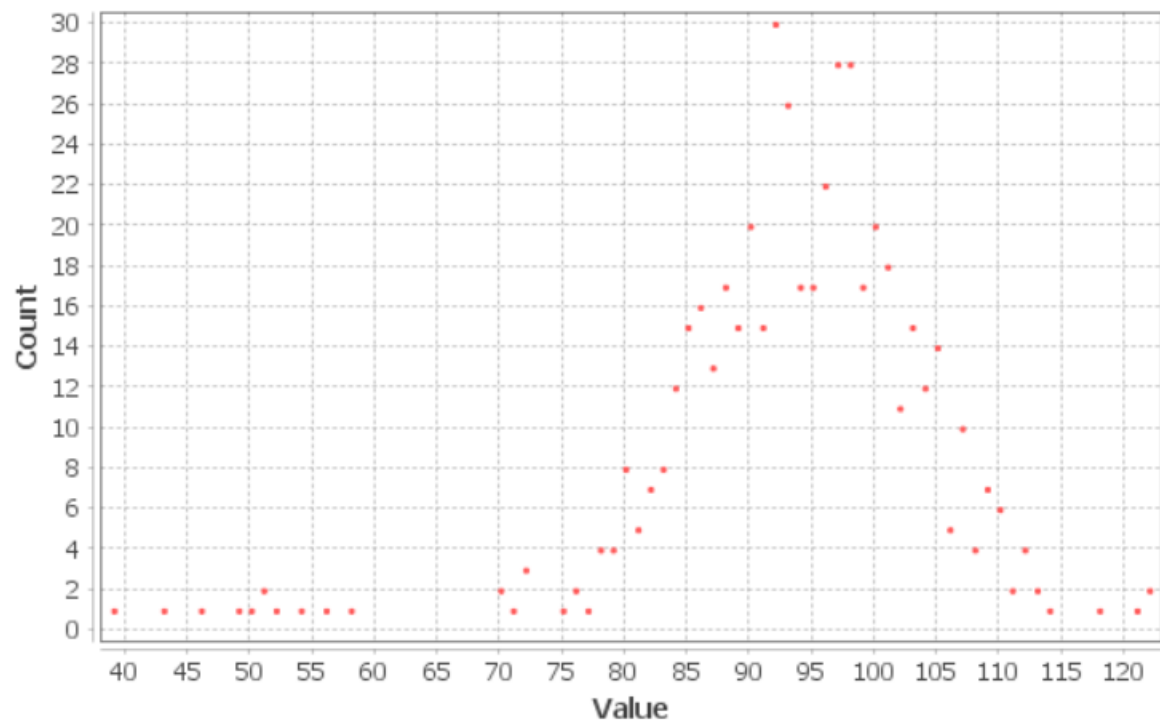
○ $P=0.009$

Degree Distribution



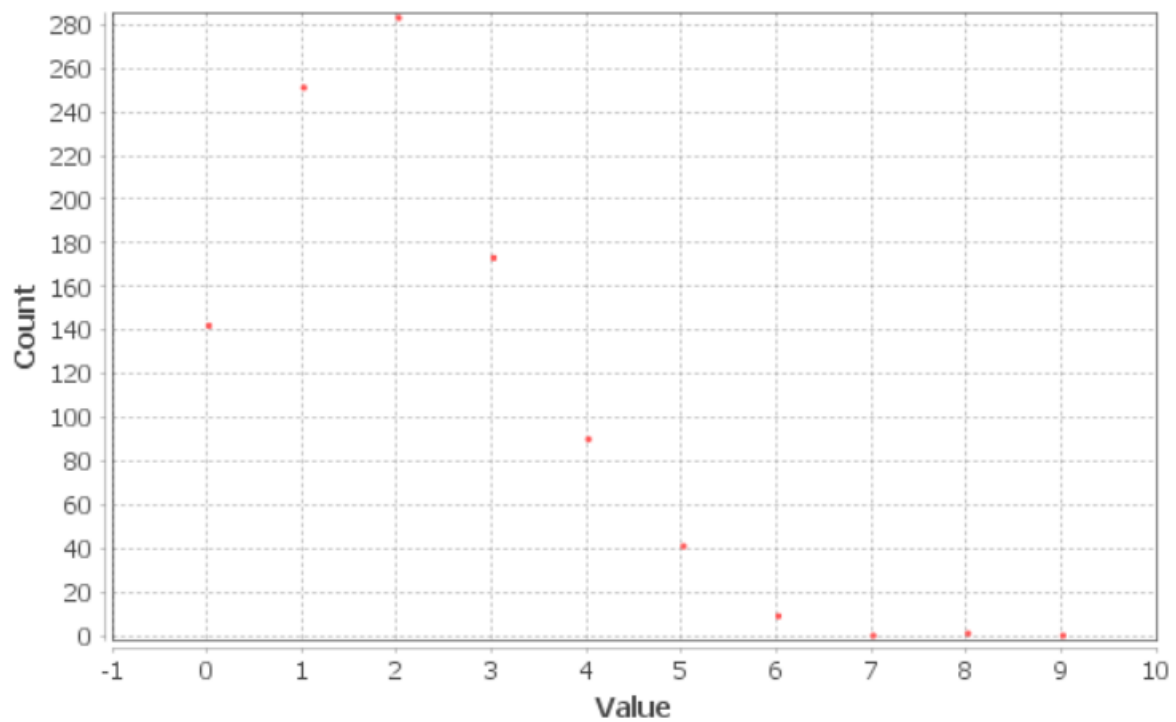
○ $P=0.1$

Degree Distribution



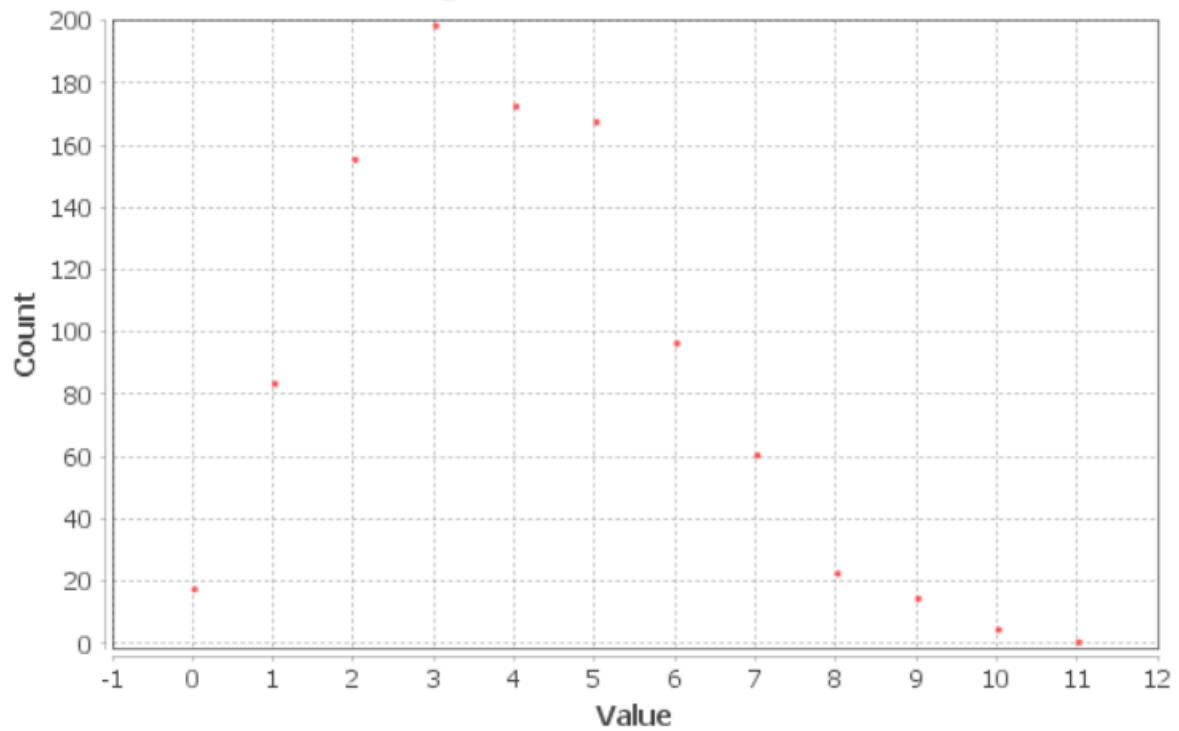
- 1000 nodos
 - $P=0.001$

Degree Distribution



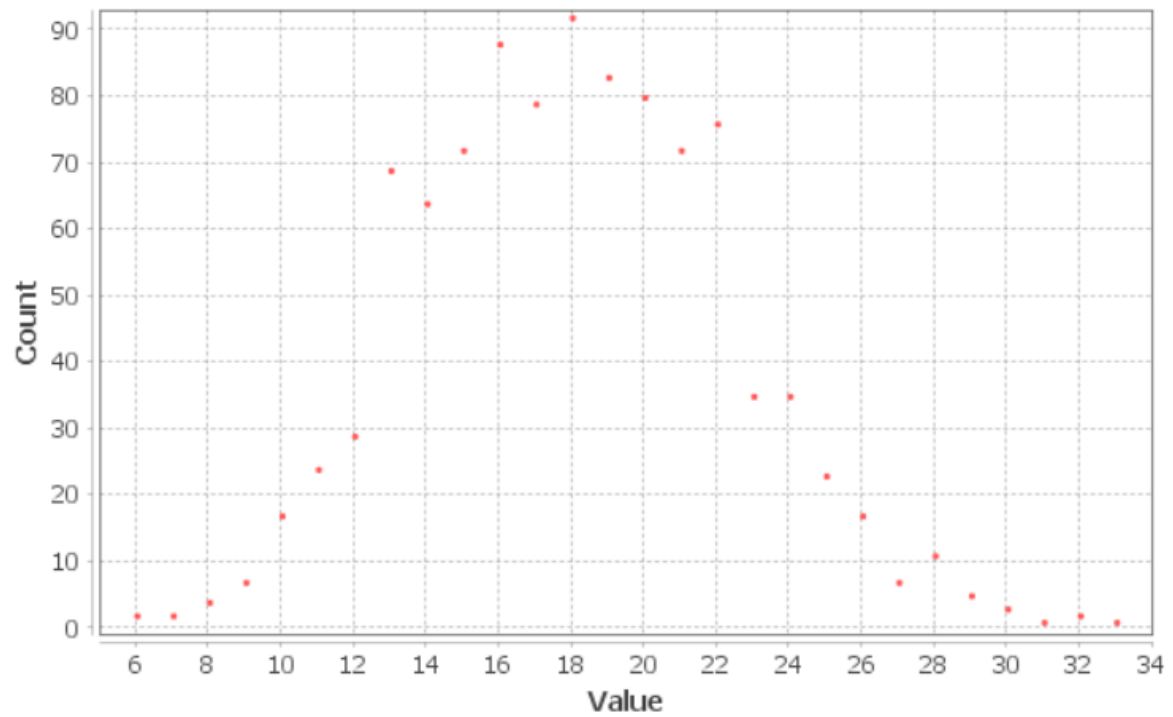
- $P=0.002$

Degree Distribution



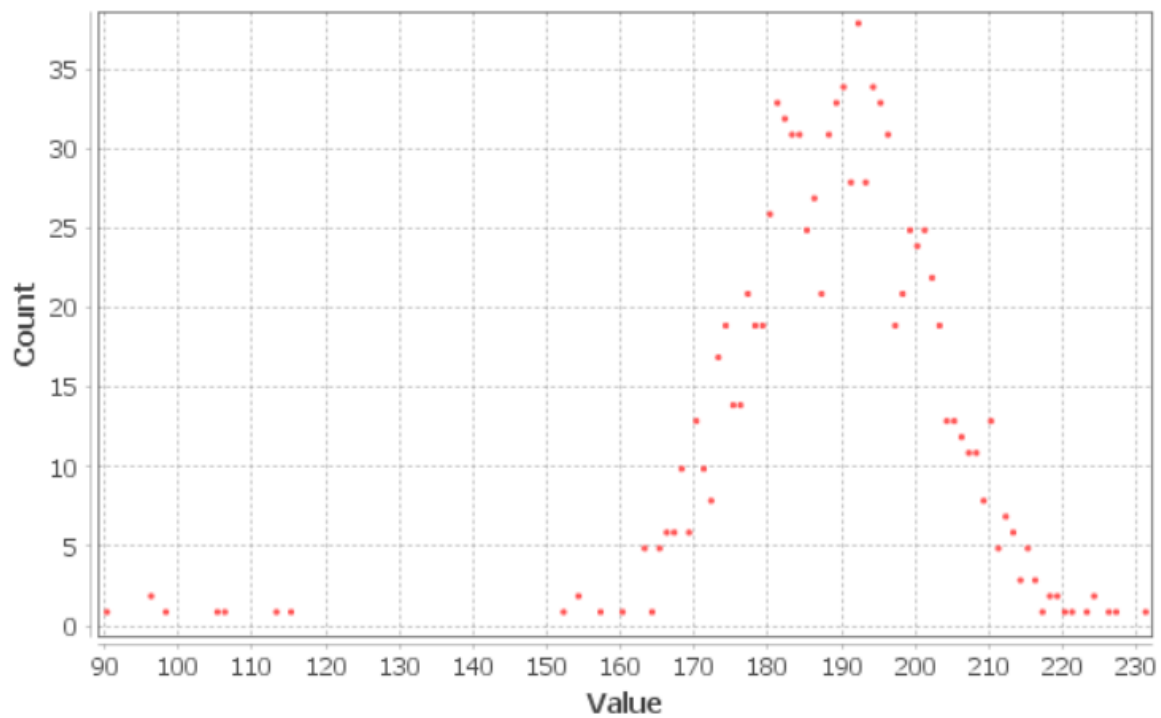
○ $P=0.009$

Degree Distribution



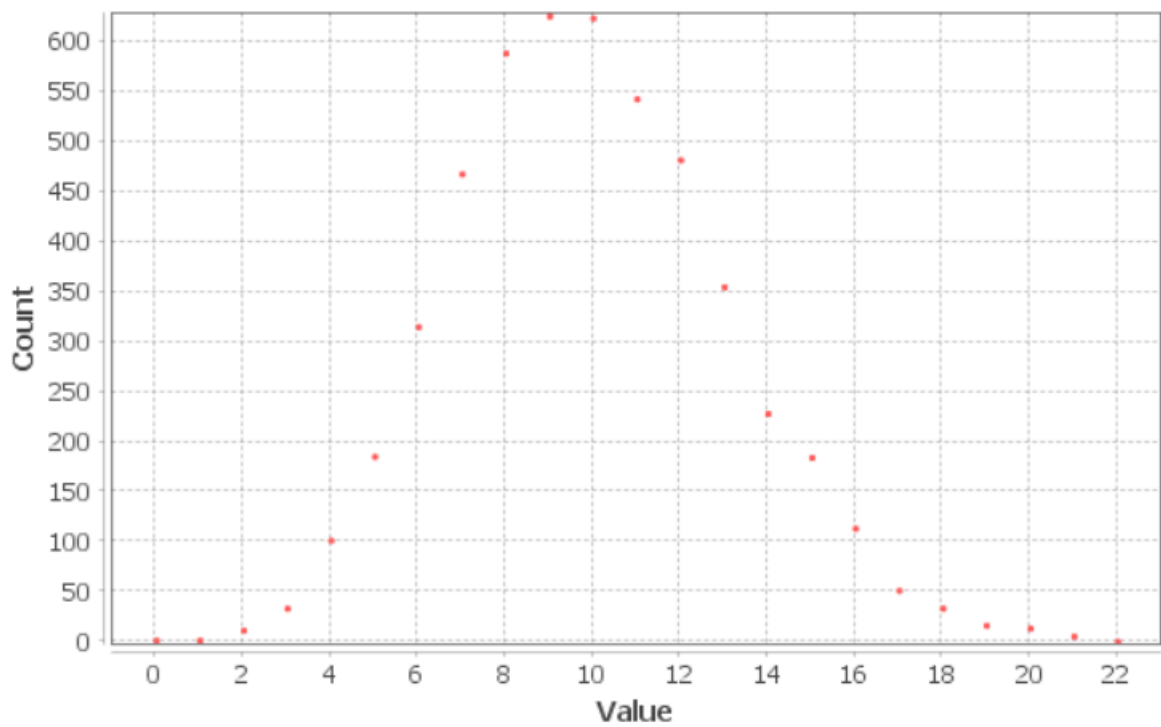
○ $P=0.1$

Degree Distribution



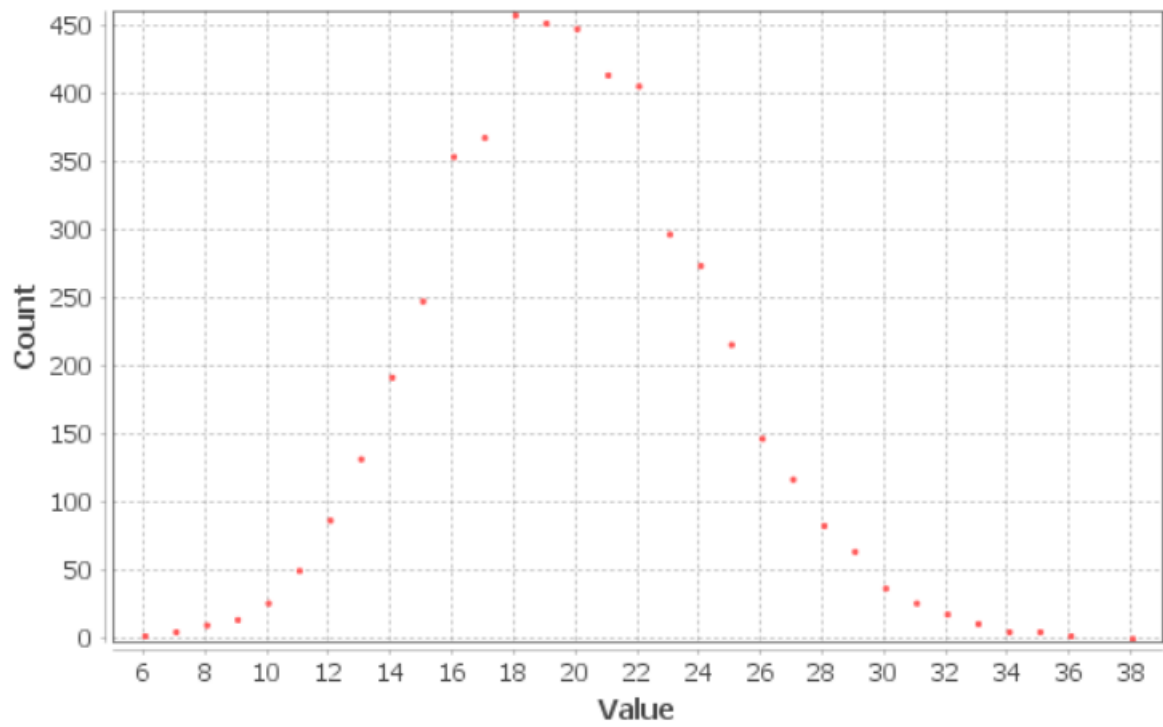
- 5000 nodos
 - $P=0.001$

Degree Distribution



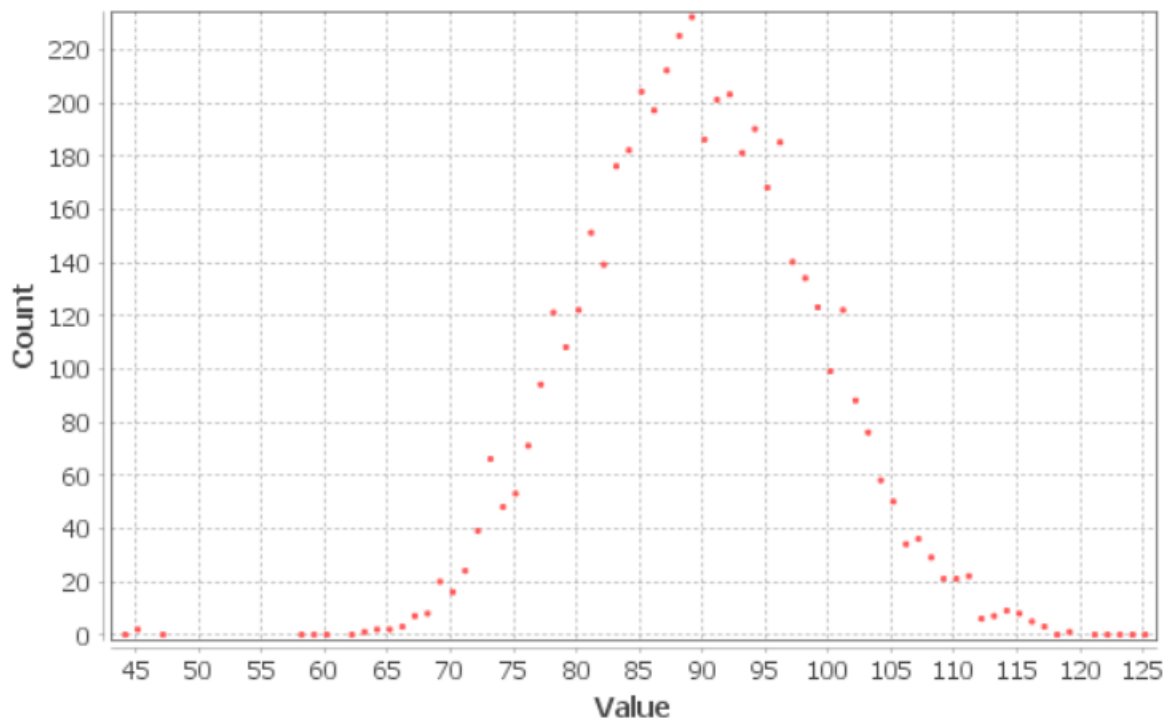
- $P=0.002$

Degree Distribution

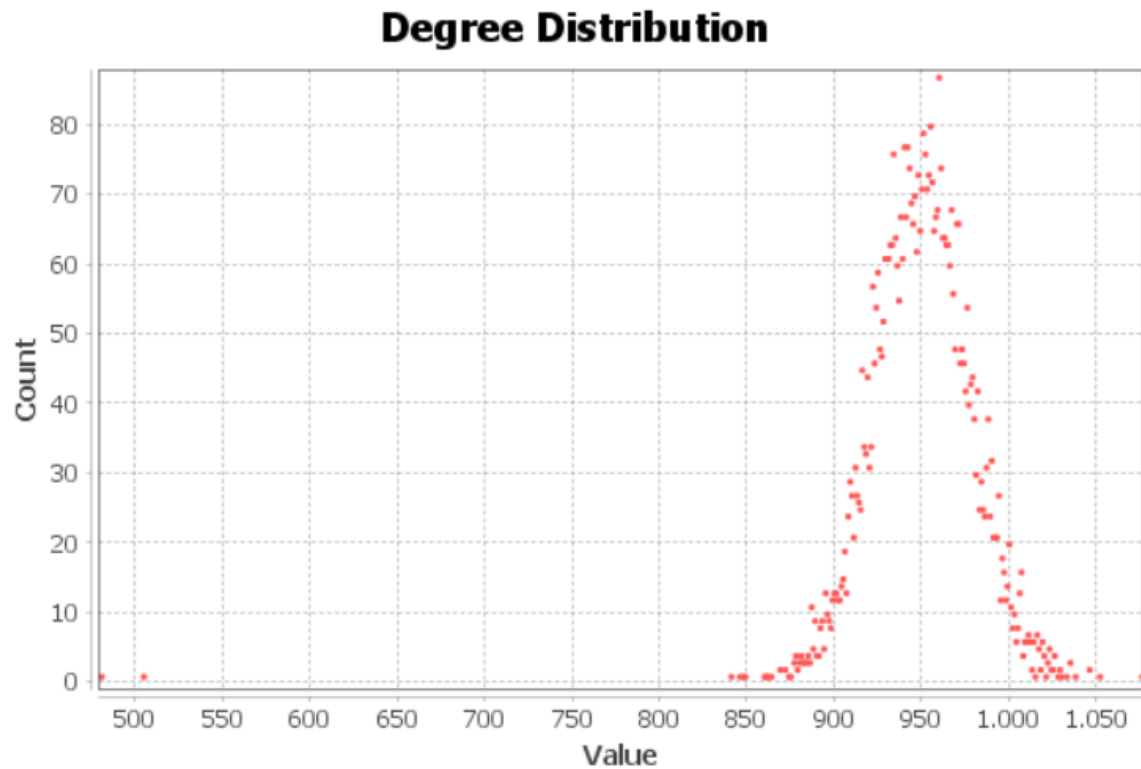


○ $P=0.009$

Degree Distribution



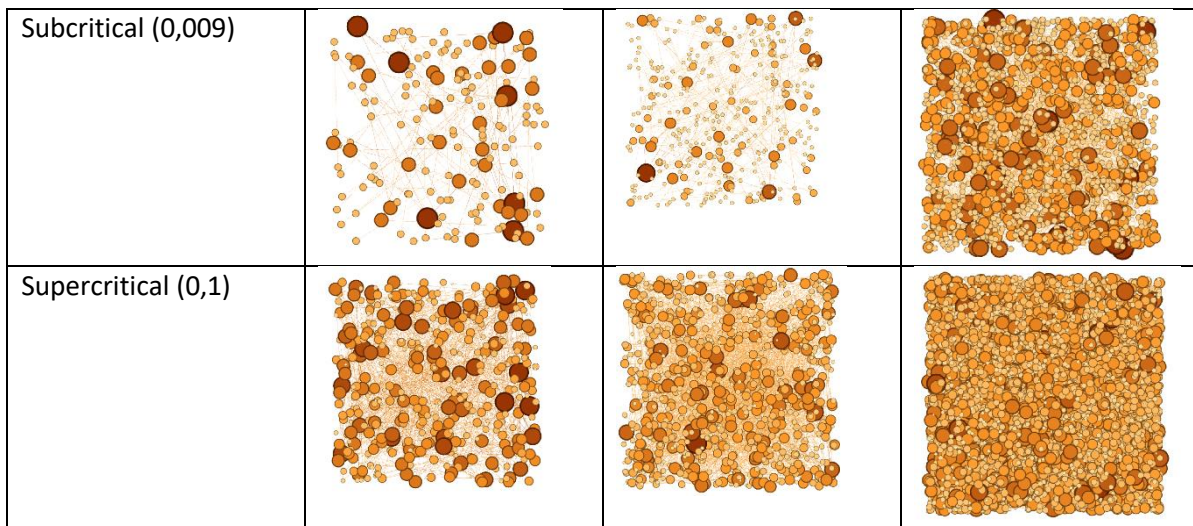
○ $P=0.1$



Como podemos observar la red evoluciona hacia una campana de Gauss confirmando la distribución de grados teórica de una red aleatoria

Si utilizamos Gephi podemos mostrar las redes de una forma amigable para analizar el crecimiento de la red, para esta visualización se asocia el tamaño al grado de cada nodo y el color a la distribución de grados.

N		500	1000	5000
P	Conected (0,001)			
	Critical (0,002)			



Podemos comprobar como la mayoría de los nodos tienen un grado similar según aumentamos el valor de la probabilidad y la cantidad de los nodos.

3. Repositorio

Los materiales y programas utilizados en la realización de este documento se encuentran disponibles en el repositorio: <https://github.com/victordpc/SOC/tree/master/P02>