

# Percolado

## Tarea 02

---

### Introducción.

La Real Academia Española define la percolación como el movimiento de un líquido a través de un medio poroso [1]. En este proyecto se diseña un algoritmo que determina la probabilidad de percolación en una matriz de 10x10 haciendo uso del lenguaje de programación Python. Cabe mencionar que las matrices que se analizan en el presente proyecto se rellenan dada una probabilidad de bloqueo, la cual se aplica de manera independiente a cada una de las celdas que componen la matriz.

### Objetivo.

Realizar un algoritmo que determine la probabilidad de percolación en una matriz de 10x10 con probabilidades diferentes en cada uno de sus elementos para estar bloqueados o libres para el paso de un fluido hipotético.

### Metodología.

Para el desarrollo de este proyecto se requirió de la librería Numpy y la librería Matplotlib.pyplot para el despliegue de los resultados, por lo cual fueron importadas en el inicio del script.

Posteriormente se inicializó la matriz de dimensiones 10x10 y se indicó el porcentaje de probabilidad que tienen las celdas de estar bloqueadas.

La matriz generada anteriormente se llenó mediante la función *llenado\_matriz*. Esta función recorre la matriz mediante dos ciclos for anidados, en cada uno de los pasos genera un número aleatorio entre el 0 y el 100 y si este es superior al porcentaje indicado la celda en la que se encuentra se toma el valor de 1 que indica que

la celda está libre en caso contrario toma el valor de 0 e indica que está bloqueada. Una vez terminado el recorrido regresa la matriz llenada.

Después se mandó a analizar la matriz llena mediante la función *analisis\_percolacion* la cual recibe como parámetro la matriz y regresa un vector con las posibles inicios de recorrido exitosos y una matriz que contiene las matrices de las rutas que se siguieron para realizar la percolación.

El análisis que se realiza, dentro de la función *analisis\_percolacion*, de la matriz es de la siguiente manera:

- Primero se inicializa un vector vacío y una matriz vacía, que es donde se guardan las opciones válidas de inicio y las matrices que tienen los recorridos.
- Posteriormente se inicia un ciclo for que irá recorriendo las 10 opciones que se tienen de inicio. Una vez dentro del for se inicializa una variable que controlará un ciclo while con el cual se irá recorriendo la ruta que toma el fluido. De igual forma se inicializa la ruta del fluido, comenzando en el primer renglón y el valor dado por el ciclo for. Por último se inicializa una variable la cual irá recorriendo la ruta del fluido para poder analizar los vecinos de la celda en la que se encuentre el fluido y se copia la matriz que se va a analizar en otra matriz para poder ir marcando el paso del fluido.
- Se inicia con el análisis de la matriz preguntado si la celda inicial, en la cual se encuentra posicionado, está desbloqueada, en caso de que la respuesta sea negativa se agrega la matriz al arreglo que guardará los recorridos, de lo contrario se inicia un bucle while con el cual se recorre la variable que tiene la ruta del fluido, es decir las posiciones de las celdas por las que pasa el fluido y se hace uso de la función *analisis\_vecinos* para poder saber si el fluido puede percolar hacia otra celda vacía o no. En caso de que el fluido pueda continuar con su trayectoria se agregan los índices de las celdas por donde puede percolar el fluido a la variable ruta para su posterior análisis con esta misma función. De igual manera se regresa la matriz con el paso del fluido marcado.
- Cuando el fluido ya no tiene más espacios por recorrer se pregunta si este llegó hasta el último renglón, lo cual indicaría que pudo percolar con éxito, en caso de haya sido así se agrega el valor de la columna de donde inició el recorrido al vector que guarda las opciones válidas de inicio de recorrido. Por último se agrega la matriz que tiene el recorrido marcado, ya sea que haya percolado con éxito o no, al arreglo que contiene las demás matrices.

La función *analisis\_vecinos* realiza los siguientes pasos para poder regregar las matriz que tiene marcada la ruta del fluido y la ruta (índices de las celdas) por donde pasa.

- Ya que esta función recibe como parámetros el renglón y la columna de la celda de la cual se quieren analizar los vecinos, la matriz que se está analizando y la ruta que se está siguiendo; se pregunta sobre el valor del renglón de la celda, dado que si se el valor es 0 se manda la columna, la matriz y la ruta a la función *analisis\_renglon\_0*. En caso de que el renglón sea el último, es decir, con valor igual a 9, se mandan los mismos valores pero a la función *analisis\_renglon\_9*. En cualquier otro caso se mandan los mismos parámetros más el renglón a la función *analisis\_renglones\_centrales*.
- Una vez que se hayan analizado los vecinos de la celda se regresa la matriz con el recorrido y la ruta.

En el caso de las funciones *analisis\_renglon\_0*, *analisis\_renglon\_9* y *analisis\_renglones\_centrales* se realiza basicamente la misma tarea, pero la diferencia radica en el número de vecinos que se tienen y la posición de estos. Por ejemplo en el caso de que se encuentre en el renglón 0 se pueden tener mínimo dos vecinos y máximo tres, en el caso del último renglón se tienen el mismo número de vecinos pero la diferencia es la posición, ya que el último renglón no puede tener vecinos hacia abajo mientras que el primer renglón si y al contrario, el renglón nueve no puede tener vecinos hacia abajo a diferencia del renglón 0. Y en el caso de los renglones centrales se pueden tener mínimo tres y máximo cuatro vecinos, en cualquiera de los sentidos.

Pero cabe destacar que dentro de estas funciones también se pregunta por el valor de las columnas ya que de eso depende de la dirección de los vecinos posibles, es lo mismo que en los renglones pero en esta ocasión si la columna es igual 0 solo pueden tener vecinos hacia la derecha y en caso de ser 9 solo a la izquierda y en los demás casos tiene hacia ambos lados.

Ahora bien, ya que se encuentran localizados los vecinos se analizan, es decir, se pregunta si el valor de la celda es igual a uno, es caso de que sí se cambia el valor de la celda a 0.5 y se guardan los índices de la celda en la variable ruta. Una vez terminado el análisis de los vecinos se regresa la matriz resultante y la ruta con sus nuevos elementos, en caso de que el fluido pueda seguir percolando.

Dado que se busca saber la probabilidad de percolación dado un porcentaje de bloqueo de las celdas, todo el proceso descrito anteriormente se introduce a un ciclo for, el cual permitirá que se realice esta simulación las veces que nosotros deseemos para poder sacar la probabilidad de percolación, en este caso se realizó 100 veces la simulación.

## Resultados.

A continuación se muestran los resultados obtenidos siguiendo la metodología planteada.

En la Figura 1 se muestra una matriz con una probabilidad de bloqueo de celdas de 20%.

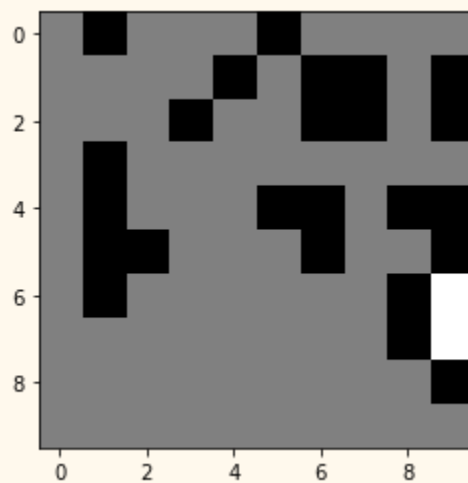


Figura 1. Bloqueo de celdas del 20%.

La Figura 2 muestra una matriz con una probabilidad de bloqueo de celdas de 40%.

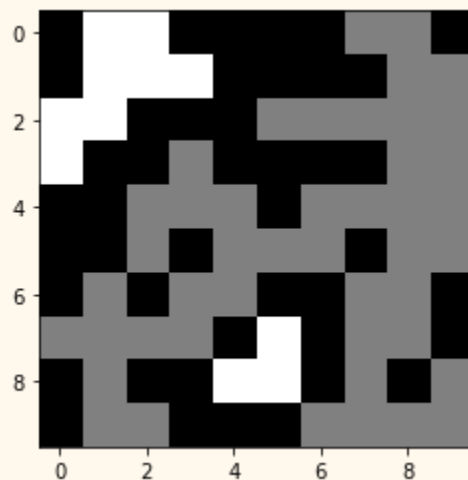


Figura 2. Bloqueo de celdas del 40%.

Ahora bien, la Figura 3 pertenece a una matriz cuya probabilidad de que sus celdas se encuentren bloqueadas es del 60%.

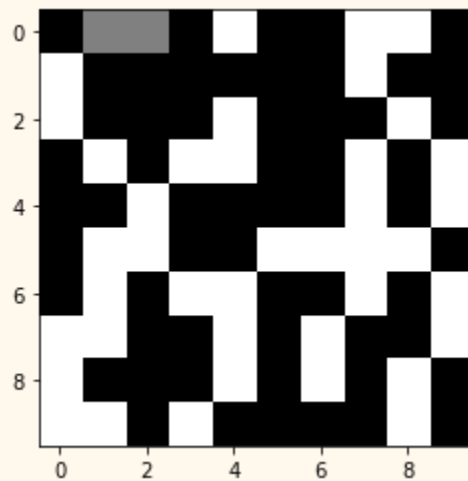


Figura 3. Bloqueo de celdas del 60%.

Por último, en la Figura 4 se observa una matriz con una probabilidad de que sus celdas se encuentren bloqueadas del 80%.

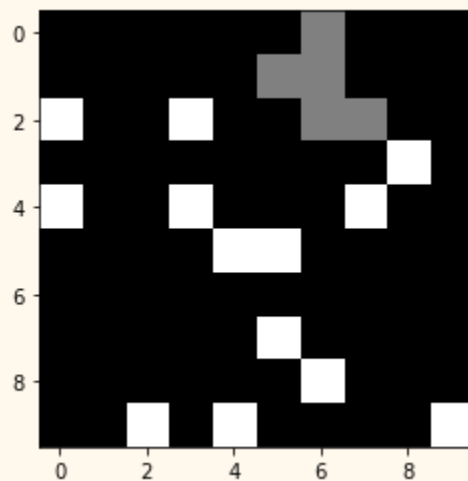


Figura 4. Bloqueo de celdas del 80%.

Por otro lado, para poder observar la probabilidad de percolado de las matrices se realizó la Figura 5. que muestra la probabilidad de percolación dada la probabilidad de de bloqueo de las celdas de la matriz.

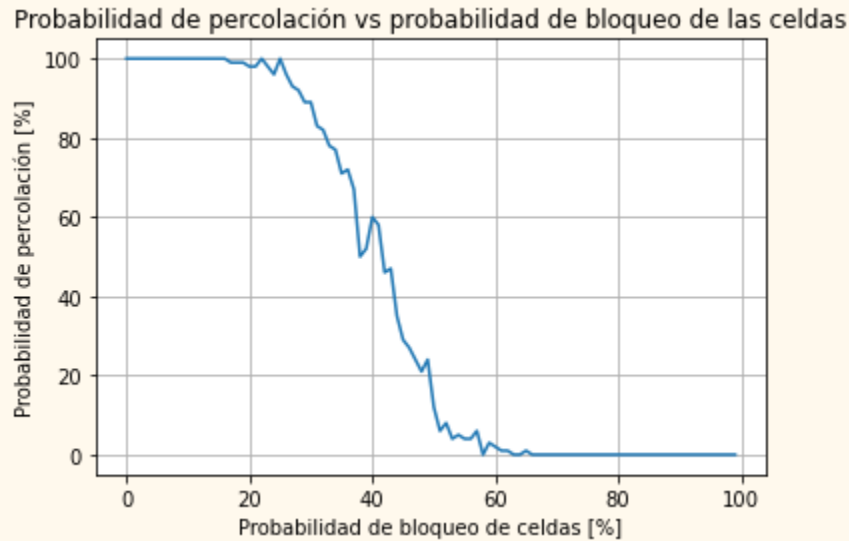


Figura 5. Gráfica que muestra la probabilidad de percolación dado un porcentaje de bloqueo de las celdas.

Como información adicional se muestra la Figura 6, en la cual se puede observar el número de opciones viables de inicio dependiendo de la probabilidad de bloqueo de las celdas.

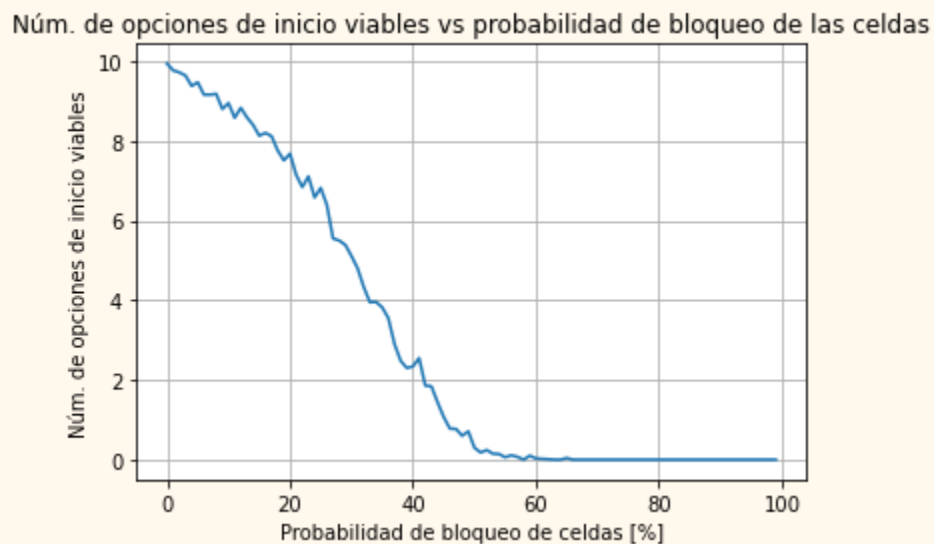


Figura 6. Gráfica que muestra el número de opciones de inicio exitosas dado un porcentaje de bloqueo de las celdas.

## Discusión y conclusiones.

Como se puede observar en las primera cuatro figuras se muestran tres colores, el color negro muestra que la celda se encuentra bloqueada; el blanco, que la celda se encuentra

libre y el color gris indique que el fluido corré por ahí. El paso del fluido solo puede ser por celdas que se encuentren libres ya sea en la parte superior, inferior, derecha e izquierda. El fluido no puede pasar a otra celda en dirección diagonal.

Lo que se puede observar en la Figura 5 y se puede comprobar con las Figuras 1, 2, 3 y 4 es que cuando la probabilidad de bloqueo de celdas es igual o menor al 20% hay una probabilidad de que un fluido pueda percolar del 100% o muy cercana a esta. Y a partir de esa probabilidad de bloqueo la probabilidad de percolación disminuye, llegando a cero o muy cercana a cero cuando la probabilidad de bloqueo es del 60%, de ahí en adelante la probabilidad de que el fluido pueda percolar es nula.

Un dato adicional es el número de opciones posibles de inicio de rutas, la cual va mucho de la mano con la probabilidad de percolado y guarda una relación inversamente proporcional con la probabilidad de bloqueo de las celdas, es decir, entre más pequeña la probabilidad de bloqueo tenemos más opciones de inicio exitosas y viceversa, a mayor probabilidad menos opciones exitosas de inicio se tendrán.

## **Referencias.**

[1] REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed., [versión 23.5 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [Fecha de la consulta].