

Actividad: ¿Qué proporción del área terrestre de Puerto Rico está urbanizada?

Introducción

En planificación el área urbanizada corresponde a la superficie de un terreno donde se han construido residencias familiares, carreteras, parques, edificios industriales o cualquier otra obra hecha por el hombre. Para la Junta de Planificación de Puerto Rico es importante conocer la proporción o el porcentaje de área urbanizada en la isla para desarrollar los planes de uso de terrenos. Además, el área urbanizada se debe controlar para no destruir los recursos naturales de la isla. En este proyecto vamos a suponer que la Junta de Planificación de Puerto Rico desea saber la proporción del área de la superficie de la isla que está urbanizada. Para tal efecto, vamos a utilizar la herramienta Google Maps, conceptos de probabilidad y simulación para encontrar una solución a esta pregunta.

Actividad

Vamos a hacer uso de la simulación para estimar el porcentaje de área urbanizada en Puerto Rico. Simular consiste en imitar un proceso o sistema de la vida real. En este caso vamos a asumir que un conjunto de puntos de la isla han sido identificados como muestra y a determinar si estos puntos pertenecen a un área urbanizada mediante Google Maps. Es decir, vamos a simular el proceso de seleccionar y verificar si un punto o localización en la isla está urbanizado. Usando esta información para varias repeticiones, vamos a estimar el porcentaje de área urbanizada en Puerto Rico.

Preguntas / Instrucciones

1. Visite la página de *Google Maps*: <https://www.google.com/maps/>.

Busque el mapa de Puerto Rico introduciendo “Puerto Rico” en la ventana de búsqueda (en la mayoría de los casos el mapa sale automáticamente ya que Google Maps reconoce la ubicación).

2. La latitud y longitud de un punto en Google Maps se pueden encontrar haciendo clic derecho sobre el mapa y seleccionando la opción *¿Qué hay aquí?* (en inglés: *What's here?*). Google Maps mostrará la latitud y longitud de dicho punto (en esta parte el maestro puede tomar tiempo para explicar lo que es la latitud y longitud y cómo se representan en el globo terrestre). En la Figura 1 se puede observar el punto: 18.566225, -67.272780. Usted puede ingresar las coordenadas separadas con coma en la casilla de búsqueda de Google Maps, y este le indicará el punto en el mapa.

Ejercicio: Ubique el punto (18.214457, -67.131759) en el mapa y diga qué hay en esta localización.

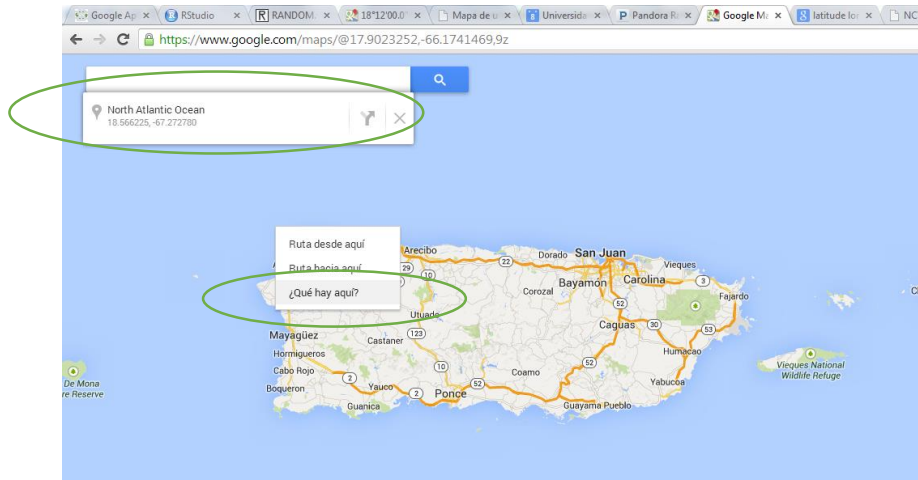


Figura 1. Coordenadas de un punto en Google Maps.

La idea básica para usar simulación en este problema es aprovechar la forma de la isla (cerca a un rectángulo) para generar pares de números aleatorios distribuidos uniformemente sobre un rectángulo. Primero, se identificaron las coordenadas de los cuatro puntos de los vértices del rectángulo, tal como se indica en la Figura 2. Después, se determinaron los límites inferiores y superiores para la latitud y longitud, tal como se muestra en la Tabla 1. Es decir, Puerto Rico se encuentra aproximadamente dentro de esas latitudes y longitudes. Estos son los límites que usaremos para generar puntos aleatorios en el rectángulo.

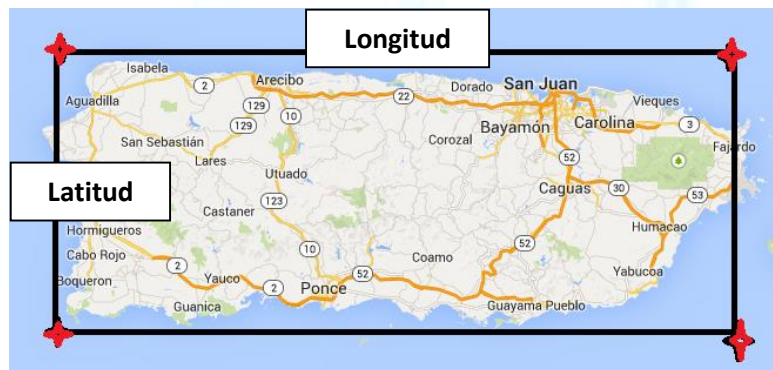


Figura 2. Cuasi-rectángulo para cubrir la Isla.

Tabla 1. Límites para generar los números aleatorios de una distribución uniforme para la latitud y longitud, respectivamente.

	Intervalo
Latitud	(17.931563, 18.531563)
Longitud	(-67.270204, -65.638735)

- Use Excel para generar un punto aleatorio (latitud, longitud) de una distribución uniforme sobre los intervalos de la Tabla 1. Por ejemplo, para la latitud genere un número aleatorio del intervalo (17.931563, 18.531563) usando Excel. Ingrese el límite inferior y superior del intervalo en las columnas B y C, como se muestra en la Figura 3. En la columna D calcule la cantidad $b-a$. Ahora, en la celda B3 ingrese la fórmula $=B\$2+RAND()*\$D\$2$ y oprima **Enter**. Esta fórmula le generará un número aleatorio para la latitud en el intervalo deseado. La función **RAND()** genera un número entre 0 y 1.

	A	B	C	D
1		a	b	b-a
2	Latitud	17.931563	18.531563	0.600000
3	Número :	$=B\$2+RAND()*\$D\$2$		

Figura 3. Fórmula para generar un número aleatorio entre dos números a y b.

Copie la fórmula anterior hacia abajo tantas celdas como números quiera generar. En la Figura 4 se muestran 10 números aleatorios para la latitud.

	A	B	C	D
1		a	b	b-a
2	Latitud	17.931563	18.531563	0.600000
3	Número aleatorio	18.487602		
4		18.338867		
5		17.988814		
6		18.063466		
7		17.982442		
8		18.294825		
9		18.327284		
10		18.160900		
11		18.190423		
12		18.393492		

Figura 4. Números aleatorios para la latitud.

Repita el mismo procedimiento para la longitud. Cambie los límites en las celdas B2 y C2 para generar automáticamente los números aleatorios para la longitud. Escriba la pareja de números que obtiene (latitud, longitud) en la tabla proporcionada para esta actividad (ver Tabla 4 en la última página). Estos dos números corresponden, aproximadamente, a un punto seleccionado aleatoriamente sobre la superficie de Puerto Rico.

- Ahora, vamos a ubicar los puntos generados aleatoriamente (latitud, longitud) sobre el mapa de PR y vamos a determinar si el punto se localiza en un área urbanizada.

Copie el par de números generados aleatoriamente a *Google Maps*, tal como se muestra en la Figura 5 de la siguiente página. Para que el mapa de la isla muestre las zonas verdes con relieve, oprima el botón **"Tierra"** en la parte inferior izquierda. Una vez el punto sea localizado en el mapa, vamos a determinar si el punto cae o no en área urbanizada (use los controles de la parte inferior derecha para acercar o alejar el mapa). Recuerde que área urbanizada puede ser viviendas, carreteras, parques, entre otros. Registre la información en la Tabla 4 de esta actividad. Si el punto seleccionado es difícil de clasificar como urbanizado o no, genere otro punto. Proceda de igual manera si el punto se localiza en el mar u otro cuerpo de agua.

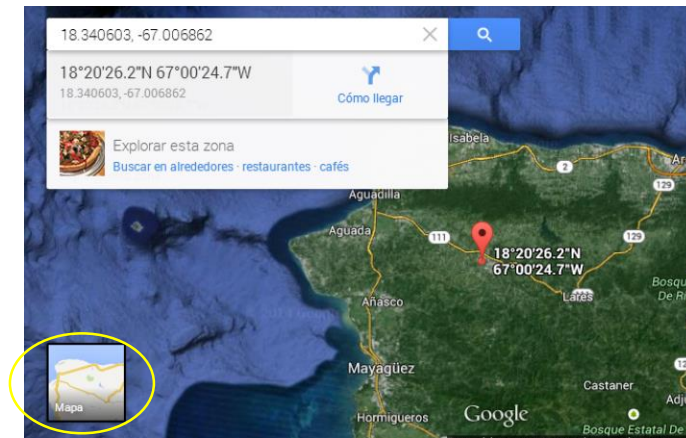


Figura 5. Ubicación de los puntos aleatorios en Google Maps.

- Repositorio Virtual para la Enseñanza de Estadística en Escuela Superior en Puerto Rico**
5. Repita 30 veces los pasos 3 y 4 para generar 30 puntos sobre el mapa de PR. Registre la información en la Tabla 4 de la actividad.
 6. Usando la información de los 30 puntos de la Tabla 4, estime el porcentaje de la superficie que corresponde al área urbanizada.
 7. Finalmente, recopile la información de los 30 puntos de otros cuatro grupos en el salón de clase. Escriba la información en la Tabla 2. ¿Cuál es el porcentaje estimado de área urbanizada usando la información de los cinco grupos?

Tabla 2. Resultados de cinco grupos (incluyendo mi grupo).

Grupo	# de puntos	# de puntos en área urbanizada
Mi grupo	30	
1	30	
2	30	
3	30	
4	30	
Total	150	

8. Compare las estimaciones de la parte 6) y 7) con los datos que publicó el periódico El Nuevo Día. El periódico El Nuevo Día publicó un mapa que demuestra que el 16% del terreno en Puerto Rico está urbanizado. Comente su respuesta.

Figura 6. Porcentaje del área urbanizada en PR según el periódico El Nuevo Día

(Fuente: <http://www.elnuevodia.com/ciencia/ciencia/fotogalerias/puertoricoenmapas-galeria-2000250/#3>).



"Uso de terreno urbano y rural. El mapa demuestra que el 16% del terreno en Puerto Rico está urbanizado..." (tomado textualmente de la página web de El Nuevo Día).

9. ¿Qué conclusiones podemos sacar en términos del tamaño de muestra y las estimaciones del porcentaje de área urbanizada?

Tabla 4. Plantilla para escribir los números aleatorios para las coordenadas.

Punto	Coordenadas (Latitud, Longitud)	¿Urbanizada (Si/No)?
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		