

Análisis de la Accesibilidad a las Playas Usando la Regresión Geográficamente Ponderada

Yolimar Santiago Cruz
Maestría en Ciencia y Tecnología Geoespacial
Mentor: Raúl Matos Flores, Ph.D.
Departamento de Ciencia y Tecnología Geoespacial
Universidad Politécnica de Puerto Rico

Resumen — *Las playas de Puerto Rico son espacios recreacionales para el uso y disfrute de todos los ciudadanos. El acceso al público actualmente es un problema crítico. El propósito de la investigación es identificar, clasificar los accesos y determinar si las playas de los municipios Dorado, Vega Alta y Toa Baja tienen el nivel de acceso equitativo para los distintos grupos socioeconómicos y demográficos. La metodología propuesta conlleva visitas de campo, utilización de las herramientas de Análisis de Red y la Regresión Geográficamente Ponderada. Los hallazgos ayudaron a conocer el estado en que se encuentran los accesos y con los datos del Censo del año 2020 se determinó que existen distintos grupos socioeconómicos situados en la zona costanera. Finalmente, la investigación aporta el siguiente objetivo y meta de la Organización de Naciones Unidas: Objetivo 10: la reducción de la desigualdad y su meta es apoyar a las personas marginadas.*

Términos claves — *Acceso, Dorado, Playas Públicas, Regresión, RG, Toa Alta, Toa Baja, Vega Alta.*

INTRODUCCIÓN

Las playas son un recurso natural que sostiene e impulsa el valor económico, social, cultural y ambiental. Su entorno obsequia el espacio para realizar actividades recreacionales tanto en el agua como en la tierra o arena. En Puerto Rico las playas son públicas y todos los ciudadanos tienen derecho de acceder a ellas y disfrutar de las mismas. En las pasadas décadas, especialmente al municipio de Dorado, se ha evidenciado un elevado impulso en el desarrollo y construcción de viviendas y hoteles en

la zona costanera. A consecuencia de esto se ha visto un efecto en los accesos a las playas.

El presente estudio parte de las siguientes: Si las playas son espacios públicos; ¿el acceso y el paso libre por las mismas están garantizado para todas las personas? ¿Las playas de los municipios de Dorado, Vega Alta y Toa Baja tienen el nivel de acceso equitativo para los distintos grupos socioeconómicos?

Se pretende brindar un pequeño panorama de la situación actual en la accesibilidad en Puerto Rico usando Sistema de Información Geográfico (GIS). La combinación de herramientas de GIS como el Análisis de Red y el método de Regresión Geográficamente Ponderada permitirán crear un modelo de relación del nivel de acceso en los distintos grupo socioeconómicos y demográficos. Los objetivos principales son: (1) identificar las playas de los municipios Dorado, Vega Alta, Toa Alta y Toa Baja y clasificar los accesos como inaccesible o accesibilidad adecuada, limitada y contralada. (2) Medir la distancia e ilustrar los niveles de accesibilidad. (3) Estudiar la relación entre los distintos grupos socioeconómicos y demográficos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las playas de Puerto Rico son áreas de dominio nacional y uso público como establece la Ley de Puerto 1886 aún vigente [1]. Desde los años 70 el tema de acceso a las playas públicas ha causado auge y preocupación debido al desarrollo en la zona costanera. El Departamento de Recursos Naturales (DRNA) en el 1991 realizó una investigación de campo para evaluar las condiciones de las costas a nivel isla en términos de

accesibilidad y concluyeron que la agencia debía implementar regulaciones más restrictivas, prohibir proyectos de infraestructuras y educar [2]. Las investigaciones sobre los accesos de las playas en Puerto Rico están limitadas y la más reciente fue en el 2007 provista por la agencia DRNA, comparten un inventario de áreas para bañistas, pero solo incluyen 52 playas que tienen bajo su custodia [3]. Según el inventario del 2010 realizado por la Universidad de Puerto Rico, existen 1,225 playas incluyendo las islas de Vieques y Culebra [4]. Las playas son espacios recreacionales públicos y municipios como Rincón, Dorado, San Juan y otros han tenido conflictos en mantener sus costas alejadas de la privatización y prohibición al paso de los ciudadanos.

El termino de accesibilidad se refiere a la facilidad con la que se puede acceder a un lugar y el concepto de equidad se define como un principio ético en la distribución justa de recursos [5]. Al evaluar la equidad nos ayuda a comprender ¿quiénes se benefician?, ¿por qué? y ¿quiénes obtienen qué? [6] La accesibilidad requiere ser medida para definir las relaciones de equidad existentes. La distancia a los accesos se consideraron dos métodos: el contenido y la distancia mínima. I. Omer [7], realizó su trabajo sobre la accesibilidad y equidad en los parques urbanos, aplicó el método contenido para medir el acceso. El método realiza un buffer alrededor de los parques y calcula la distancia euclidiana de cada hogar a los parques. Por otro lado, J. Kim y S. Nicholls [8], propone la técnica de Análisis de Red para medir la distancia de viaje y accesibilidad desde los centroides hasta las playas de Detroit. Aplicó la capa de áreas de servicio para encontrar las calles accesibles dentro de los tractos censales y en sus resultados hubo un impacto significativo en la medida de la distancia, recomiendan usar bloques censales. Los bloques delimitan el área de estudio para presentar los datos estadísticos y comparado con los tractos la unidad espacial es más pequeña. Análisis de Red es una técnica muy conocida para modelar elementos interconectados que forman un sistema y se representa en una red [9]. El análisis

ayuda a construir un modelo para solucionar problemas de red como por ejemplo la mejor ruta para llegar de una ubicación a otra o encontrar la distancia mínima a un lugar [9]. La herramienta es muy común en el campo de transportación y red aérea pero también se puede hacer análisis de accesibilidad. La herramienta tiene seis tipos de análisis para ejecutar y la utilizada en esta investigación fue la de instalación más cercana. Este tipo de análisis muestra la ruta más cercana a las playas e informa el tiempo y distancia.

J. Kim y S. Nicholls [8], en su investigación también estudian el grado de igualdad en los accesos en las playas de Detroit usando técnicas de regresión y encontraron resultados significativos en la densidad poblacional y personas mayores de 64 años usando el método de Regresión Geográficamente Ponderada (RGP). Es usado para explorar las relaciones que puedan existir entre los accesos a las playas y la información socioeconómica y demográfica de los residentes generada por la Oficina del Censo de los Estados Unidos. RGP se define como un modelo de regresión lineal que crea una ecuación para cada elemento del conjunto de datos de la variable dependiente, con la finalidad de capturar las variaciones geográficas [10]. La ecuación (1) lleva a cabo las predicciones y logra modelar los datos es la siguiente:

$$y_i = \beta_{i0} + \beta_{1i} X_{1i} + \beta_{2i} X_{2i} + \dots + \beta_{mi} X_{mi} + \epsilon_1 \quad (1)$$

Donde y_i es la variable dependiente, i es el número total de localizaciones, X_{m1} es la variable independiente, ϵ_1 es el error en la localización i , $\beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{mi}$ es el coeficiente de regresión y para cada variable explicativa o independiente tiene un coeficiente y la m representa al número total de las variables independientes presente en los datos a evaluar [11]. La ecuación se calibra usando las características de los vecinos y los coeficientes varían de un lugar a otro en el área de estudio. “Environmental Systems Research Institute” (ESRI) renovó esta herramienta y los cambios se

presentan en ArcGIS Pro. Incluyeron diferentes tipos de modelos según el tipo de datos en la variable dependiente que se vaya a modelar como: continuo (gausiano), binario (logística) y recuento (poisson). Añadieron opciones para definir los vecinos locales en los modelos, se puede escoger entre los dos tipos de vecinos: cantidad de vecinos y banda de distancia. En la cantidad de vecinos no importa el tamaño de los polígonos el área de estudio se calibra a la cantidad de vecinos elegidos y en la distancia de banda, la distancia es constante por cada entidad [12]. También modificaron el método de selección de vecinos añadiendo la Búsqueda Dorada, esta herramienta buscará una distancia o cantidad de vecinos óptimos en función de las características de los datos usados. Apropiaada cuando se desconoce cuántos vecinos se necesitan en el modelo.

METODOLOGÍA

Área de Estudio

El área de estudio seleccionada se compone de cuatro municipios. Estos son: Dorado, Vega Alta, Toa Alta y Toa Baja. Los municipios se encuentran localizados en la costa norte de Puerto Rico (ver Figura 1), el área de estudio cubre 264.433 km². Según el Censo, la población de los doradeños en el año 2020 es de 35,879, en Vega Alta es de 35,395, Toa Baja es de 75, 293 y Toa Alta es 66,854 de personas, ocurrió una reducción poblacional comparado con el Censo del 2010 para todos los municipios. Los municipios cuentan con numerosas playas en su costa de 17 millas aproximadamente y colinda con el océano Atlántico. La economía de Dorado gira alrededor de la industria de los hoteles, empresas manufactureras y farmacéuticas. Los hoteles establecidos en zona costera de Dorado son Embassy Suite, Dorado Hyatt, Dorado Reef, Dorado Beach y Dorado Beach East. La economía de Vega Alta, Toa Alta y Toa Baja se basa en la agricultura y manufacturas. Se escogió Dorado y los municipios adyacentes para ser estudiado primero porque se encuentran en al área metropolitana, segundo se encuentran los siguientes

Playas Públicas el Balneario de Dorado "Nolo" Morales, el Balneario de Cerro Gordo y el Balneario Puntas Salinas, custodiadas por el Departamento de Recursos Naturales (DRNA). Tercero, Dorado es uno de los municipios los medios donde de comunicación de Puerto Rico han hecho hincapié sobre su problema de accesibilidad a las playas.

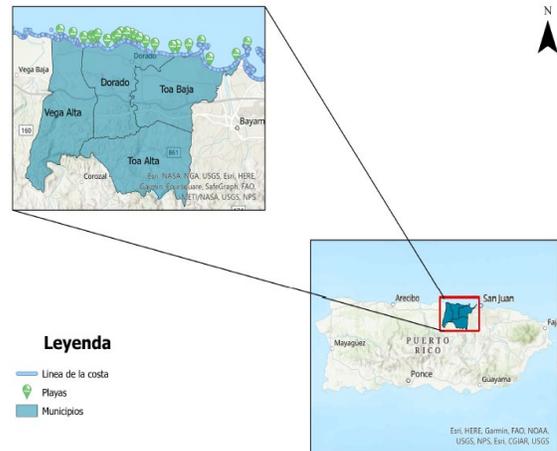


Figura 1
Localización Área de Estudio

Recopilación de Datos

En Puerto Rico no existe una base de datos pública con las localizaciones de las playas, con los puntos de accesos y sus correspondientes caminos. Esto crea la necesidad de recopilar los datos visitando los municipios de Dorado, Vega Alta, Toa Alta y Toa Baja para poder realizar la operación de Análisis de Red y la técnica de Regresión Geográficamente Ponderada. Se utilizó ArcGIS Survey 123 es una aplicación utilizada para reunir información creando y diseñando un formulario inteligente sobre los accesos de las playas de Dorado y municipios adyacentes a través de la web. Esta permitió compartir el formulario al móvil para capturar los datos en las visitas de campo incluyendo fotos y georreferenciación. El formulario capturó el nombre de la playa, la accesibilidad, los obstáculos, localización y observaciones. También se utilizó las encuestas comunitarias de Puerto Rico del 2020 generadas por la Oficina del Censo de los Estados Unidos para

estudiar las posibles relaciones entre los distintos grupos socioeconómicos y demográficos.

Preparación de Datos y Variables

En la etapa de preparación de datos se trabajó con los puntos de accesos obtenidos de la aplicación ArcGIS Survey 123, utilizándolos de referencia para crear las líneas de las rutas de accesos a las distintas playas que no estaban representadas en la capa de las carreteras principales y se incorporaron. Los accesos fueron clasificadas como acceso adecuado, acceso controlado, acceso limitado e inaccesible [13].

- Acceso adecuado – cuando no existen barreras físicas que impidan el acceso al público a la playa.
- Acceso controlado – cuando para poder llegar a la playa hay barreras físicas o hay que pasar por un punto custodiado por un guardia, pero permiten el paso al público.
- Acceso limitado – cuando se puede pasar, pero el camino está deteriorado y limita el paso al público.
- Inaccesible – es cuando el acceso tiene un obstáculo difícil de sobrepasar impuesto por la naturaleza, guardias de seguridad, obstáculos legales y terrenos privados.

Luego, se descargó los archivos de las encuestas comunitarias en bloques censales de Puerto Rico del año 2020, los bloques (BG) son divisiones estadísticas de distritos censales y contiene entre 600 y 3,000 personas [14]. Los bloques dividen la isla en pequeñas áreas para presentar los datos estadísticos y los municipios estudiados (Dorado, Vega Alta, Toa Alta y Toa Baja para) en conjunto se divide en 178 bloques. El archivo del Censo contiene una base de datos con la capa ACS_2020_5YR_BG_Puerto_Rico y varias tablas con los datos estadísticos. Para generar la tabla de atributos para la capa nombrada Censo PR 2020 se estudió con determinación las tablas, columnas, metadatos del Censo. Luego se utilizó la herramienta “Bulk Assign Aliases” permitió capturar “Field Name” de las columnas según la

tabla de Metadatos del Censo. Utilizando Excel se unieron las distintas tablas, generando la tabla final que se incorporó a la capa ACS_2020_5YR_BG_Puerto_Rico usando “Joint and Relates”. Finalmente, utilizando la herramienta de cortar (clip) se generó la capa de estudio llamada Censo PR 2020.

Análisis

Se comenzó calculando los centroides de cada polígono de los bloques de los municipios de Dorado, Vega Alta, Toa Alta y Toa Baja utilizando la herramienta Elemento a Punto (Feature to Point) y luego la distancia mínima a las playas accesibles usando la operación de Análisis de Red. La variable dependiente para este trabajo es la distancia más corta por la carretera desde el centroide hasta la playa más cercana. Para obtener la variable dependiente de este estudio se utilizó la operación llamada instalaciones más cercanas para analizar la accesibilidad de los residentes: Análisis de Red > Instalaciones más cercanas > Facilidades = Puntos de accesos, Incidentes = Centroides, Barreras de puntos = Playas inaccesibles > Resultado = Rutas

Con el análisis se busca establecer la distancia de los centroides a las playas. En teoría los residentes más cercanos tienen la ventaja de disfrutar de la playa sin usar sus vehículos y sin obstáculos porque es más accesible (Figura 2).

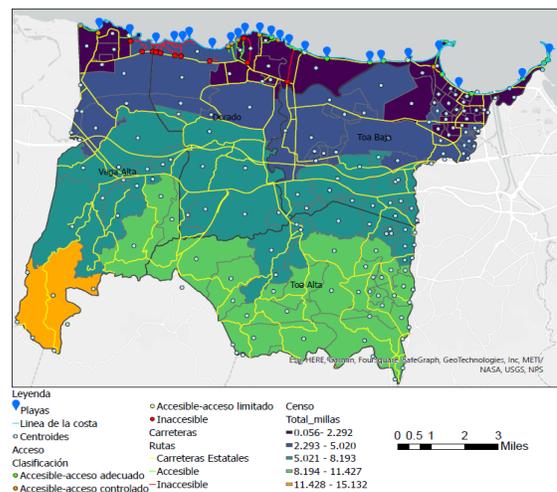


Figura 2
Distribución Espacial Distancia Mínima a la Playa

El concepto de equidad significa igualdad social y en este estudio se pretende explorar en términos de acceso en las playas y las relaciones que podrían existir entre las variables independientes seleccionadas, el método de Regresión Geográficamente Ponderada. En estas aplicaciones se utilizaron para evaluar 9 variables explicativas de carácter socioeconómicos.

Variable Independiente

- Población
- Edad (Clase trabajadora)
- Valor Medio del Hogar
- Valor de Renta al Hogar
- Educación (Asociados, Bachillerato, Maestría y PhD)
- Ingresos Medios

Variable Dependiente

- Distancia en millas de los centroides a las playas

DISCUSIÓN

La situación de la accesibilidad de las playas de Dorado es peculiar ya que las playas accesibles sin ningún obstáculo o barrera para su uso son playas categorizadas no aptas para bañistas o no nadables. Estas aumentan el riesgo en la seguridad de un bañista por sus altas marejadas, corrientes, contracorrientes y piedras en la orilla. Los factores principales que evitan el acceso público es el desarrollo urbano cercano a la costa. Tales como la generación de viviendas y hostelería con cámaras, control de acceso y guardias de seguridad (Figura 3).

Las playas Dorado Beach East, Playa Embassy Suite, Dorado Beach West y Playa de los Tocones son inaccesibles ya que para acceder a ellas hay que ser un huésped de uno de los siguientes hoteles: Embassy Suite, Dorado Hyatt, Dorado Reef, Dorado Beach y Dorado Beach East. En la clasificación de los accesos (Tabla 1) la Playa La Plata tiene accesos limitados porque el camino es de tierra, estrecho, deteriorado y no todos vehículos podría pasar y la otra forma de llegar es caminando por la orilla de la playa el tiempo

estimado es de 40 minutos. El Balneario de Dorado "Nolo" Morales, La Bahía del Ojo del Buey, Playa Mameyal, Dorado del Mar, Balneario de Cerro Gordo, Balneario de Punta Salinas son playas que tienen acceso controlado. Para poder llegar a la playa hay que pasar por un guardia, tiene portones, horario de cierre y hasta tarifa.

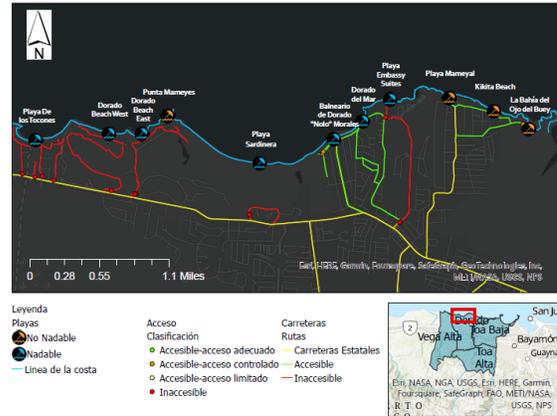


Figura 3
Playas, Rutas de Acceso y Puntos de Acceso a las Playas

Análisis Estadísticos

El método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (Ordinary Least Squares – OLS) es una técnica de regresión muy conocida, es la base inicial de todos los análisis de regresión espacial [15]. Se usa para obtener un modelo global al general una ecuación lineal simple para representar, modelar y ayudar a explicar los factores que se observan en los resultados con las distintas pruebas. Las pruebas nos ayudan a seleccionar las variables para tener un buen modelo representativo de lo que sucede en el área de estudio. Las pruebas utilizadas del OLS: R², R² ajustado, probabilidad, VIF y Jarque-Bera.

Según los resultados, el valor R² solo puede explicar el 22% de las relaciones entre las variables independientes seleccionada de la variable dependiente. El coeficiente para cada variable explicativa nos enseña la fortaleza de las relaciones la cual es mínima. Las siguientes variables: población, el grado de educación de Ph.D., valor del hogar y valor de renta arrojaron un coeficiente negativo indicando la relación que tienen con la accesibilidad de las playas. Los p-valor mayores de 0.05 significa que los cambios de la variable

independiente no están asociados a la variable dependiente, las únicas 2 variables asociadas son las personas con Ph.D. y el valor de las casas rentadas. Los valores de factor de inflación de la varianza (VIF) explican la redundancia entre los valores seleccionados se encuentra ausente en la mayoría de los variables con la excepción de la densidad poblacional y la clase trabajadora.

Tabla 1
Clasificaciones de las Playas de Dorado, Vega Alta y Toa Baja

Nombres de las Playas	Clasificación Accesos	Clasificación Playas	Municipio
Balneario de Dorado "Nolo" Morales	AC	Nadable	Dorado
Dorado Beach West	I	Nadable	Dorado
Dorado Beach East	I	Nadable	Dorado
Playa Embassy Suites	I	Nadable	Dorado
Playa El Cocal	AA	No Nadable	Dorado
Kikita Beach	AA	No Nadable	Dorado
La Bahía del Ojo del Buey	AC	No Nadable	Dorado
Playa Grande-El Paraíso -Sector El Caracol	AA	No Nadable	Dorado
Playa Grande-El Paraíso -Sector El Único	AA	No Nadable	Dorado
Playa La Plata	AL	No Nadable	Dorado
Playa Grande-El Paraíso -Parchola	AA	No Nadable	Dorado
Dorado del Mar	AC	Nadable	Dorado
Playa Grande-El Paraíso	AA	No Nadable	Dorado
Playa de los Tocones	I	Nadable	Dorado, Vega Alta
Playa Mameyal	AC	No Nadable	Dorado
Balneario Cerro Gordo	AC	Nadable	Vega Alta
Playita Campo del Mar	AL	No Nadable	Vega Alta
Balneario Punta Salinas	AC	Nadable	Toa Baja
Playa Palo Seco	AA	No Nadable	Toa Baja
Isla de Cabra	AA	Nadable	Toa Baja
Playa Ensenada de Boca Vieja	AA	No Nadable	Toa Baja

*Accesibilidad Adecuada (AA), Accesibilidad Controlada (AC), Accesibilidad Limitada (AL) e Inaccesible (I)

El índice estadístico Koenker es una prueba para saber si la variable explicativa tiene relación consistente con la variable dependiente, tanto en el espacio y en los datos. Como resultado el modelo es no estacionario, la relación es dinámica y cambia en el espacio. Finalmente, la prueba Jarque-Bera evalúa la influencia del modelo indicando si los residuales se distribuyen normalmente y en este caso los valores no son significativos (Tabla 2).

Según la literatura se recomienda antes de usar Regresión Geográficamente Ponderada (RGP) se pongan a pruebas las variables independientes usando la herramienta de Regresión Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) para obtener las variables óptimas en el modelo. Sin embargo, estudios previos que han evaluado la accesibilidad y equidad utilizando los datos socioeconómicos del Censo y concluyeron que el método OLS ha dado valores inexactos debido a que las variables violan los conceptos básicos del modelo lineal [8]. Es por esto no se descartó ninguna variable independiente que pasaron la regresión OLS y todas se analizaron en la Regresión Geográficamente Ponderada.

Los resultados del modelo de Regresión Geográficamente Ponderada (RGP) se presenta en la Figura 4. El rango de R cuadrado fue de un mínimo de 0.54 a un máximo de 0.87 y la media de 0.73. Estos valores indican que el modelo puede explicar entre un 54% y un 87% el comportamiento de la variable dependiente. El criterio de información de Akaike (AICc) obtenido del método OLS fue de 956 y en el de RGP fue de 709; valor más pequeño y esto es bueno porque quiere decir que los datos se ajustan mejor al modelo de Regresión Geográficamente Ponderada (RGP). Es muy interesante lo que muestra el modelo los bloques más alejados de la costa presenta mejor poder explicativo en cambio a los bloques más cercanos a la costa el porcentaje varía de 53% a 70%. En el municipio de Dorado y Toa Baja tienen bloques de color morado oscuro indicando son los que menos relación tienen con la variable dependiente. Esto se debe a que en esas áreas en particular las comunidades no son de la misma clase social, por lo tanto, existe una variación

mostrando equidad. Por ejemplo, en el municipio de Dorado los bloques morado oscuro cubre los hoteles, área del Balneario de Dorado, urbanización Dorado del Mar y la comunidad Mameyal. Muy cercanos entre sí, pero muy diferente en la perspectiva de los datos censales como en los ingresos anuales generado y en el valor de los hogares.

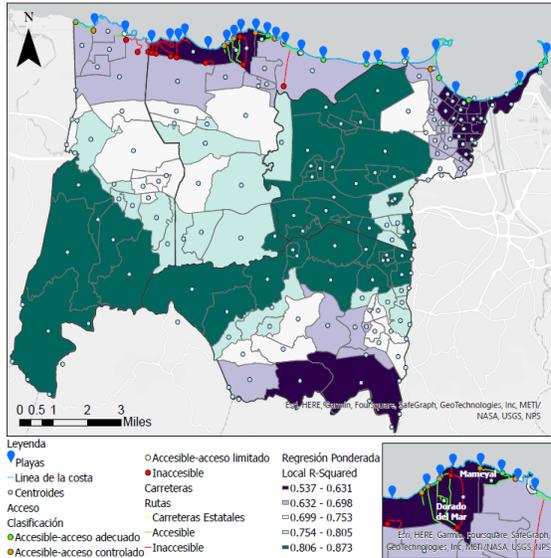


Figura 4

Regresión Geográficamente Ponderada – Local R²

El modelo generado de la Regresión Geográficamente Ponderada ayudó a determinar que las playas son accesibles para distintos grupos socioeconómico. Pero es importante recalcar que los datos de Censo no capturan ciertos detalles y diferencias que tienen estas comunidades entre sí y fueron observadas en las visitas de campo. La urbanización de Dorado del Mar tiene control de acceso y un comité para cuidar de sus alrededores y su playa es nadable que conecta con el Balneario de Dorado y en cambio la comunidad Mameyal las playas no son nadables, son más pequeñas y no hay área para estacionarse.

En un futuro estudio se podría evaluar la manera de incluir estos factores junto con la información del Censo para definir mejor las distintas comunidades y calcular la distancia de la costa de cada municipio que es inaccesible ya sea por obstáculos naturales, legales u otros.

Tabla 2

Resultados OLS de las Nueve Variables Independientes

Variables	Coefficientes	VIF	Valor de P
Población	-0.001904	26.718849	0.296693
Grado Asociado	0.002065	1.228055	0.875403
Bachillerato	0.021407	1.288429	0.098475
Maestría	0.010432	1.343933	0.415134
PhD	-0.044824	1.155704	0.005047*
Valor del hogar medio	-0.000013	2.078265	0.069881
Ingresos medio	0.000003	2.160272	0.905225
Valor renta del hogar	-0.001796	1.128923	0.016456*
Clase trabajadora	0.005596	24.793001	0.028919*

*Observaciones=178, R²= 0.226325, R² ajustado=0.184878, Jarque-Bera=3.072579, AICc=956.069631, Koenker (BP)= 21.770704

CONCLUSIÓN

El proyecto logró identificar y clasificar los accesos a las playas de los municipios de Dorado, Vega Alta y Toa Baja. Las playas inaccesibles la mayoría se encuentran en el Municipio de Dorado a causa de la industria hotelera. El Balneario de Dorado "Nolo" Morales, La Bahía del Ojo del Buey, Playa Mameyal, Dorado del Mar, Balneario de Cerro Gordo, Balneario de Punta Salinas, seis playas con acceso controlado, custodiado por guardias de seguridad o por la misma comunidad con la presencia de portones. Muy interesante la determinación de controlar el acceso en estas playas.

La modelación de la accesibilidad en términos de distancia en millas a los puntos de acceso más cercanos a las playas fue el punto clave en la metodología para lograr todos los objetivos. La herramienta Análisis de Red generó un mapa de la distribución espacial de la distancia mínima a la playa de cada bloque usando de referencia los centroides. La utilización de centroides para cada polígono no permite determinar cuál es la comunidad más cercana a la playa porque la herramienta mide desde la ubicación del centroide hasta el punto de acceso. No hubo problemas con la

utilización de la herramienta, pero es importante conocer que requiere el uso de créditos. Las pruebas realizadas a las variables explicativas dieron problemas en el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios, no presentaron los resultados o relación esperada con la variable dependiente. Se predecía, los bloques más cercanos a las playas tienen mayor accesibilidad, por lo tanto, los residentes son los más frecuentes a llevar a cabo actividades recreaciones y estas ventajas impulsa el valor económico de las propiedades. Al valor de la propiedad subir personas con preparación académica y con ingresos alto son los más propensos a residir en la costa. El método de Regresión Geográficamente Ponderada nos permitió determinar que la teoría no fue aceptada porque una sección de la costa de Dorado y Toa Baja mostraron bajo porcentaje de relación con la variable dependiente. Esto indica que hay distintos grupos socioeconómicos situados en la costa con acceso a las playas.

REFERENCIAS

- [1] Issuu, "Ley de Puertos para la Isla de Puerto Rico según R. O. de 5 de febrero de 1886," *issuu.com*, 2023. [En línea]. Disponible en: https://issuu.com/coleccionpuertorriquena/docs/ley_de_puertos_vigente_en_la_isla_d.
- [2] L. Encarnación López, G. I. Fuentes Santiago y M. Rivera Ortiz, "Estudio de accesos a playas de Puerto Rico," *drna.pr.gov*, agosto 1991. [En línea]. Disponible en: https://www.drna.pr.gov/wp-content/uploads/2019/02/Acceso_Playas_1991.pdf.
- [3] C. Ortiz, N. Álvarez y F. Quintana, "Inventario de áreas para bañistas," *drna.pr.gov*, marzo 2007. [En línea]. Disponible en: <https://www.drna.pr.gov/wp-content/uploads/2019/02/InventarioPlayas2007.pdf>.
- [4] M. Barreto, "Assessment of beach morphology at Puerto Rico Island," *drna.pr.gov*, 31 de enero de 2007. [En línea]. Disponible en: <https://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2017/05/Geomorphic-Assessment-of-Puerto-Rico-1977-to-2016.pdf>.
- [5] S. Nicholls, "Measuring the accessibility and equity of public parks: A case study using GIS," *Managing Leisure*, vol. 6, núm. 4, dic., pág. 201-219, 2010.
- [6] J. L. Crompton y E. B. Wicks, "Implementing a preferred equity model for the delivery of leisure service in the US context," *Leisure Studies*, vol. 7, núm. 3, sep., pág. 287-304, 1988.
- [7] I. Omer, "Evaluating accessibility using house-level data: A spatial equity perspective," *Computers, Environment and Urban System*, vol. 30, núm. 3, may., pág. 254-274, 2006.
- [8] J. Kim y S. Nicholls, "Access for all? Beach access and equity in Detroit metropolitan area," *Environmental Planning and Management*, vol. 61, núm. 7, pág. 1137-1161, 2018.
- [9] ESRI, "Tipos de capas de análisis de red," *esri.com*, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/extensions/network-analyst/types-of-network-analyses.htm#GUID-4895A39A-4C7B-4B32-A71D-501189667EEB>.
- [10] M. Martínez Bascuñán y C. Rojas Quezada, "Regresión Geográficamente Ponderada para la modelación de la accesibilidad a la red hospitalaria en el área metropolitana de concepción," *Revista Geográfica de Valparaíso*, núm. 52, pág. 28-39, 2015. [En línea]. Disponible en: https://www.pucv.cl/uuaa/site/docs/20180316/20180316172907/52_3.pdf.
- [11] G. Grekousis, *Spatial Analysis Methods and Practice*, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2020.
- [12] ESRI, "Cómo funciona Regresión Ponderada Geográficamente (GWR)," *esri.com*, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/how-geographicallyweightedregression-works.htm>.
- [13] Junta de Planificación de Puerto Rico, *Reglamento 3424 - Reglamento de Zonificación de la Zona Costanera y de Accesos a las Playas y costas de Puerto Rico*. San Juan: PR, 1983.
- [14] United States Census Bureau, *TIGER/Line with Selected Demographic and Economic Data-Census*. Maryland, US: Office of Headquarters Operations, 2021.
- [15] ESRI, "Conceptos básicos del análisis de regresión," *esri.com*, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/spatial-statistics-toolbox/regression-analysis-basics.htm>.