

# Estudio de Viabilidad para Nueva Ruta hacia el Aeropuerto Internacional Rafael Hernández en Aguadilla, Puerto Rico

Luis Guillermo Hernández  
Maestría en Ingeniería Gerencial  
Dr. Héctor J. Cruzado, PE  
Escuela Graduada  
Universidad Politécnica de Puerto Rico

**Resumen** — El cambio climático representa una amenaza para la operatividad del Aeropuerto Internacional Luis Muñoz Marín en Carolina, Puerto Rico, debido a la proyección de aumento del nivel del mar para los años 2030, 2050 y 2100, que eventualmente podría inhabilitar las pistas. El gobierno ha destinado fondos para ampliar el terminal de Aguadilla y aumentar su capacidad para trasladar parte de sus operaciones. La situación es que las únicas rutas de acceso al aeropuerto la PR-107 y la PR-110 no fueron tomadas en consideración. El aumento en los pasajeros y carga impactará significativamente ambas rutas y afectará la movilidad de los residentes, turistas y comercios. Se realizó un estudio de viabilidad para analizar ambas rutas donde tomó en consideración la capacidad, nivel de servicio y volumen de tráfico en las intersecciones, la ubicación del terminal existente, cantidad de pasajeros, comercio local y nuevas rutas. Se determinó que la PR-107 está saturada y excede su capacidad, impidiendo su expansión. En cuanto la PR-110, a corto plazo se puede aumentar su capacidad mejorando la PR-110R o construyendo un nuevo segmento, ambos entrando al sur de aeropuerto. A largo plazo para un traslado total de operaciones, se debe construir una nueva ruta desde PR.2 hasta el aeropuerto.

**Palabras Claves** — Análisis de rutas viales, Cambio climático, Capacidad del aeropuerto, Traslado de facilidades

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático afecta a numerosas infraestructuras críticas a nivel global. En Puerto Rico, uno de los efectos de este fenómeno es el aumento del nivel del mar, que amenaza la operatividad del Aeropuerto Internacional Luis

Muñoz Marín en Carolina. Ante esta situación, la Autoridad de Puertos ha reconocido la urgencia de trasladar algunas operaciones aéreas al Aeropuerto Rafael Hernández en Aguadilla. Este traslado no solo es una medida preventiva, sino también una oportunidad para mejorar la infraestructura y la conectividad regional, impulsando así el desarrollo económico de la zona noroeste de la isla.

En la Figura 1 se presenta un ejemplo de que los medios noticiosos informaron el traslado de mudar operaciones al aeropuerto de Aguadilla y en la Tabla 1 el aumento del nivel del mar.



Figura 1  
Medio de Noticias Informado el Traslado

Tabla 1  
Aumento del Nivel de Mar

| Año  | Nivel del Mar     |
|------|-------------------|
| 2030 | 1 pie             |
| 2050 | 2 pies            |
| 2100 | Entre 8 a 12 pies |

Proyectan que para el 2030 habrá un aumento de casi un pie en el nivel del mar. Para 2050 un poco más de 2 pies y entre 8 a 12 pies para el año 2100. Esto provocaría que el agua del mar, de

forma permanente cubra las pistas del aeropuerto de Carolina. Este escenario exige la reubicación de algunas de las operaciones aéreas para Aguadilla.

El objetivo de este proyecto fue realizar un estudio de viabilidad para determinar la capacidad carreteras PR-107 y PR-110, las rutas principales hacia el aeropuerto de Aguadilla, así como posibles rutas adicionales, tomado en consideración el aumento en las operaciones. En este artículo se presenta la realización del estudio y los hallazgos.

### AEROPUERTO RAFAEL HERNÁNDEZ

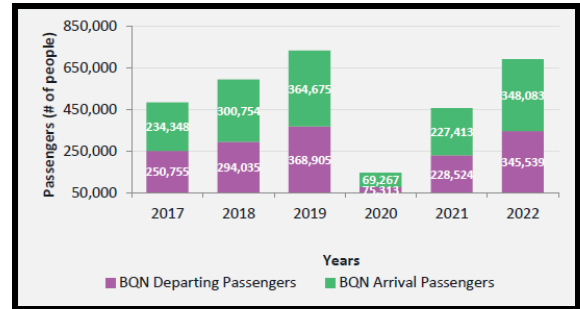
El Aeropuerto Rafael Hernández, mostrado en la Figura 2, está en la costa noroeste, a 11 millas al norte del centro urbano de Aguadilla. Es administrado por la Autoridad de los Puertos de Puerto Rico. Fue construido por el gobierno de EU durante la Segunda Guerra Mundial, la infraestructura existente en el aeropuerto incluye la pista más larga del Caribe, de 11,700 pies de largo por 200 pies de ancho aproximadamente. Cuenta con servicios de aduana y agricultura, venta de combustible, diversas opciones de transportación terrestre, y amplio estacionamiento vehicular.



**Figura 2**  
**Pista del Aeropuerto Rafael Hernández**

Se ha propuesto un proyecto que añadirá unos 40,400 pies cuadrados a la terminal para llevarla a un total de 152,000 pies cuadrados. El terminal de 111,600 pies cuadrados, ya cuentan con \$26 millones (FAA), Lo que no fue considerado fueron las rutas de acceso (PR-107 y PR-110).

Según el informe de 'The 2045 Aguadilla Transportation Management Area (TMA)' [1], se llevó a cabo un análisis de los vuelos de pasajeros y de carga durante los años 2021 y 2022, que muestra la Figura 3. En dicho período, 348,083 pasajeros llegaron y 345,539 salieron para un total de 700,000 aproximadamente, Además, en el año 2021, se registraron 241,865 libras de carga.



Fuente: Ports Authority, Monthly Operational Report

**Figura 3**

**Llegadas y Salidas de Pasajeros**

### EVALUACIÓN DE RUTAS EXISTENTES

Las carreteras PR-107 y PR-110, mostradas en las Figuras 4 y 5, con las intersecciones en amarillo (1,2,3,4,19) respectivamente, fueron habilitadas en 1936, durante la Segunda Guerra Mundial, para proporcionar acceso a la base Ramey y al aeropuerto. El municipio de Aguadilla realizó un análisis del tráfico mediante el "Estudio Integral de Transporte de Aguadilla (2016)" [2], donde se utilizaron estaciones de conteo automático de tráfico (Automatic Traffic Count, ATC) y se empleó el "Manual de Capacidad de Carreteras" (Highway Capacity Manual, HCM) [3] para evaluar estas carreteras. El tráfico se considera en las horas pico de mayor volumen.

El Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual) (HCM)[3] definió el Nivel de Servicio (LOS), donde existe 6 niveles de servicio (A,B,C,D,E,F) desde la perspectiva del viajero, el LOS A tiene las mejores condiciones operativas y el LOS F tiene las peores.

Los niveles de servicios se describen:

- Nivel de Servicio A: Libres de Congestión
- Nivel de Servicio B: Cierta Congestión.

- Nivel de Servicio C: Moderada
- Nivel de Servicio D: Significa
- Nivel de Servicio E: Congestión Severa.
- Nivel de Servicio F: Congestión Extrema.

en la Tabla 3, se presentan las intersecciones en las carreteras PR-2, PR-110 y PR-107, junto con sus niveles de servicio.

**Tabla 2**  
**Volumen de Tráfico**

| Location Description                 | Low ADT | Average ADT | High ADT |
|--------------------------------------|---------|-------------|----------|
| PR-107, Km. 3.2                      | 21,078  | 28,410      | 30,639   |
| PR-107, North of int. with PR-467    | 22,281  | 32,105      | 36,010   |
| PR-110 North, access to HP           | 11,782  | 18,893      | 23,891   |
| PR-110, South of Solid Waste Station | 6,227   | 19,001      | 24,947   |
| PR-459, South of Burns Rd.           | 10,062  | 14,229      | 15,752   |

Fuente: Estudio Integral de Transporte de Aguadilla

**Tabla 3**  
**Nivel de Servicio Intersecciones**

| Int. | Main   | Secondary            | Intersection LOS / Delay (sec) |
|------|--------|----------------------|--------------------------------|
| 1    | PR-2   | PR-110               | F / 121.3                      |
| 2    | PR-110 | PR-459               | A / 5.2                        |
| 3    | PR-110 | PR-4466              | A / 3.7                        |
| 4    | PR-107 | Burns Road           | A / 3.6                        |
| 5    | PR-2   | PR-107               | F / 139.3                      |
| 6    | PR-2R  | PR-440               | A / 2.2                        |
| 7    | PR-2R  | PR-111R              | A / 3.5                        |
| 8    | PR-2R  | PR-2 SB Ramp         | B / 17.6                       |
| 9    | PR-2R  | PR-2 NB Ramp         | C / 22.1                       |
| 10   | PR-2   | PR-459               | F / 181.0                      |
| 11   | PR-459 | PR-463               | D / 25.2                       |
| 12   | PR-459 | Grd. Ramey Ave.      | D / 29.1                       |
| 13   | PR-111 | PR-115               | D / 44.5                       |
| 14   | PR-111 | PR-2 South Off-Ramp  | E / 45.4                       |
| 15   | PR-111 | PR-2 North Off-Ramp  | A / 3.3                        |
| 16   | PR-111 | Juan Yuyo Santos St. | F / 89.1                       |
| 17   | PR-2   | Juan Yuyo Santos St. | F / 194.0                      |
| 18   | PR-107 | PR-460               | E / 56.1                       |
| 19   | PR-107 | Borinquen Town Plaza | D / 43.1                       |

Fuente: Estudio Integral de Transporte de Aguadilla

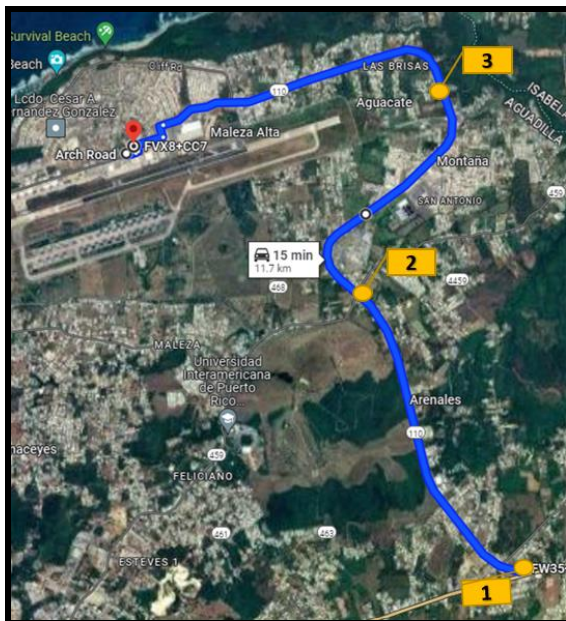
### Análisis Carretera PR-107

Se desglosan las características de la carretera PR -107, tomando en consideración su tamaño y capacidades.

- Longitud: 4.5 millas (7 kilómetros).
- AADT: 32,105 vehículos por día.
- Inter. # 5/Servicio F/ Congestión Extrema.
- Inter. # 19/Servicio D/ Congestión Severa.
- Velocidades: Muy reducidas.
- Carriles: Entre 3 y 4.
- Tráfico por hora: 1,337 vehículos.



**Figura 4**  
**Carretera PR-107**



**Figura 5**  
**Carretera PR-110**

En la Tabla 2 se presenta el volumen de tráfico en las carreteras PR-110 y PR-107 mostrando el tráfico diario promedio "Average Daily Traffic". Mientras

En la Tabla 3 y en la Figura 4, se presentan las intersecciones #5 y #19 de la carretera PR-107, donde los niveles de servicio son D y F, respectivamente. La capacidad de la carretera es frecuentemente insuficiente para manejar el volumen de tráfico que circula por estas áreas.

### Análisis Carretera PR-110

Se desglosan las características de la carretera PR -110, tomando en consideración su tamaño y capacidades.

- Longitud: 7.27 millas.
- AADT: 19,000 vehículos por día.
- Inter. # 1/Servicio F/ Congestión Extrema.
- Inter. # 2/Servicio A/Libres de Congestión
- Inter. # 3/Servicio A/Libres de Congestión
- Velocidades: Cercanas al límite
- Carriles: 2 y 4.
- Tráfico por hora: 791 vehículos.

Los datos de la carretera PR-110 muestran que hasta la intersección #3, la ruta tiene condiciones óptimas de tráfico sin retrasos. Sin embargo, más allá de este punto hacia el aeropuerto, la carretera pasa por una zona más urbana que podría complicar el tráfico. Específicamente, la intersección #1, donde la PR-2 se cruza con la PR-110, tiene un nivel de servicio F, indicando que se supera su capacidad.

### EVALUACIÓN DE NUEVAS RUTAS

Para determinar las posibles nuevas rutas como se presentan en la Figura 6, se deben considerar varios factores, incluyendo la cantidad de vuelos estimados, la expansión del terminal y la ubicación física del terminal existente, que se encuentra al norte de la pista (en color rosa en la Figura 6).

El terminal tendrá un incremento de 40,400 pies cuadrados representando un aumento del 36%. Si realizamos un análisis estimado de 36% en todos los renglones:

- **Área de estacionamiento:** Capacidad actual de 176 vehículos al lado del terminal aumenta a 239 vehículos
- **Pasajeros actuales:** 700,000 pasajeros.

- **Pasajeros estimados:** 952,000 pasajeros.
- **AADT:** 25,840 vehículos por día



Figura 6  
Carretera PR-110

Se puede afirmar que el nivel de servicio en la PR-110 se mantendría en un nivel A/B moderado en el segmento A-B de la Figura 6, correspondiente a un área rural.

Conforme aumenten las operaciones hacia el año 2030 y en el futuro, las posibilidades de mejoras, mostradas en la Figura 6, son las siguientes:

- Trasladar el terminal existente al sur.
- Nuevo estacionamiento al sur de pista: conectarlo con la terminal existente mediante transporte complementario.
- Mejorar el segmento existente PR-110R (B-C): entrada hacia el área sur, zona que ya cuenta con infraestructura de carretera.
- Construir una nueva ruta (B-P): la cual se extiende hasta el sur e impacto a evaluar
- Mejoras Intersección PR2 – PR-110
- Mejoras Intersección marcado B

Estas mejoras requieren unos costos presentados en la Tabla 4, donde se pueden realizar

de forma incremental. De construir una ruta nueva, las mejoras a la ruta existente (B-C) no será necesaria.

**Tabla 4**  
**Estimado de Costos**

| Descripción de Costos             | Costos       |
|-----------------------------------|--------------|
| Costo de Planificación            | 1.5 Millones |
| Costos de Diseño y Permiso        | 5.7 Millones |
| Mejoras Inter. (#1)- PR2 – PR-110 | 6 Millones   |
| Mejoras Segmento Existente (B-C)  | 13 Millones  |
| Construir Nueva Ruta              | 23 Millones  |
| Mejoras Intersección marcado B    | 4 Millones   |

La Figura 7, presenta una nueva ruta sin intersecciones y un desarrollo a lado sur esto considerando un traslado total de operaciones entre ambos aeropuertos.



**Figura 7**  
**Nueva Ruta Directa**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La entrada actual al aeropuerto de Aguadilla, ubicada al norte y que conecta las rutas PR-107 y PR-110, sobrepasan su capacidad. La PR-107 no es viable como ruta principal debido a que su nivel de servicio actual excede su capacidad y la expansión de carriles perjudicaría a más de 70 comercios en la zona. Los retos técnicos, financieros, sociales y ambientales que implicaría una expansión no compensan los beneficios económicos del incremento de pasajeros y vuelos. Por lo tanto, no se recomienda expandir la carretera. La PR-110 presenta un buen nivel de servicio hasta la

intersección 2 (marcada como B), que es la zona rural; en este punto se conecta con la PR-110R (segmento B-C), que podría mejorarse y aumentar su capacidad. En este mismo punto, se podría construir una nueva ruta, donde ambas alternativas entrarían por el sur.

Se presenta las siguientes recomendaciones:

- Mejora la intersección #1 (PR-02 / PR-110), que actualmente tiene un nivel de servicio F.
- Considerar entrada y operaciones al sur del aeropuerto.
- Considerar Mejorar segmento (B-C) antes de impactar con una nueva ruta.
- Considera estaciones de transporte público y privado de forma integral.
- Nueva ruta sin intersecciones, esto si el 100% operaciones se mueven Aguadilla.

## REFERENCIAS

- [1] Yesenia Cruz Cantillo, "Long Range Multimodal for Puerto Rico" TMA, Steer, San Juan, Puerto Rico, Volumen 2045, 2018
- [2] Estudios Tecnico Inc., "Comprehensive Transportation Study", Hato Rey, Puerto Rico, Volumen 1, 2016
- [3] Departamento de Transportación y Obras Públicas, Highway Design Manual, Puerto Rico, 1979, 08-18  
Municipio Autónomo de Aguadilla, Plan de Ordenación Territorial, Aguadilla, Puerto Rico, Volumen 1, 2011