

CRÉDITOS

La Junta de Gobierno y el
Área de Evaluación y Planificación Estratégica
de la Junta de Calidad Ambiental
agradecen a las siguientes entidades
su valiosa contribución
en la preparación de este documento:

AGENCIAS PARTICIPANTES

Junta de Calidad Ambiental

Autoridad de Desperdicios Sólidos

Junta de Planificación

Departamento de Salud

Autoridad de Energía Eléctrica

Autoridad de Acueductos y Alcantarillados

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Administración de Asuntos Energéticos



PO Box 1144 • Santurce PR 00910

Edificio de Agencias Ambientales Cruz A. Matos
1308 Ave. Ponce de León • Carretera Estatal 8838
Sector El Cinco • Río Piedras PR 00926

Teléfono: (787) 767-8181 • Fax: (787) 767-4861

www.jca.pr.gov

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
ENERGÍA	3
INDICADOR: INTENSIDAD ENERGÉTICA.....	3
VARIABLES: CONSUMO ENERGÉTICO Y PRODUCTO INTERNO BRUTO TIPO I	3
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	3
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	5
LIMITACIONES DEL INDICADOR INTENSIDAD ENERGÉTICA.....	5
BENCHMARK (BM).....	6
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	6
INDICADOR: CONSUMO ENERGÉTICO POR SECTOR TIPO I	8
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	8
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	9
LIMITACIONES DEL INDICADOR.....	10
BENCHMARK (BM).....	11
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	13
INDICADOR: USO DE FUENTES ENERGÉTICAS TIPO I	14
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	14
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	15
LIMITACIONES DEL INDICADOR.....	16
BENCHMARK (BM).....	16
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	17
AGUA	18
ASUNTO: DEMANDA DE AGUA Y USO	18
INDICADOR: ABONADOS CON SERVICIO DE ALCANTARILLADO (URBANO, SUB URBANO) TIPO II.....	18
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	18
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	18
MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA.....	18
ANÁLISIS	18
BENCHMARK.....	19

LIMITACIONES DEL INDICADOR	19
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	19
INDICADOR: CANTIDAD DE AGUA EXTRAÍDA TIPO I.....	19
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	19
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	20
MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA	20
LAS TERMOELÉCTRICAS	21
LAS HIDROELÉCTRICAS	24
ANÁLISIS	24
BENCHMARK.....	25
LIMITACIONES DEL INDICADOR	26
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
INDICADOR: MILLAS DE PLAYA APTAS PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS DE CONTACTO DIRECTO	27
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	27
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	27
MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA.....	32
LIMITACIONES DEL INDICADOR	33
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
ASUNTO: DISPONIBILIDAD DE AGUA	34
INDICADOR: CUENCAS HIDROGRÁFICAS BAJO NIVELES DE SEQUÍA TIPO: I.....	34
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	34
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	34
LIMITACIONES DEL INDICADOR	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
INDICADOR: NIVEL DE SEDIMENTACIÓN DE LOS EMBALSES TIPO I	37
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	37
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	37
MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA.....	38
ANÁLISIS	39
ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LA SEDIMENTACIÓN	40
BENCHMARK.....	41

LIMITACIONES DEL INDICADOR	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
INDICADOR: NIVEL DE LOS ACUÍFEROS TIPO I	43
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	43
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	43
MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA.....	44
ANÁLISIS	44
ACUÍFERO DE LA COSTA NORTE.....	44
ACUÍFEROS DE LA COSTA SUR	45
BENCHMARK.....	46
LIMITACIONES DEL INDICADOR	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
AIRE.....	48
INDICADOR: ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE TIPO I	48
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	48
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	48
MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA	49
INDICADOR: CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIOS TIPO I.....	50
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	50
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	53
MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA	53
BIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO ₂)	53
OZONO (O ₃).....	54
BENCHMARK OZONO (0.075 PPM)	55
MATERIA PARTICULADA.....	56
MATERIA PARTICULADA (PM ₁₀)	56
BENCHMARK PM ₁₀ (150 µG/M ³).....	60
MATERIA PARTICULADA (PM _{2.5}).....	61
BENCHMARK PM _{2.5} (35 µG/M ³)	65
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	65
BENCHMARK CO (9 PPM)	68
BIÓXIDOS DE AZUFRE (SO ₂)	68

BENCHMARK SO ₂ (75 PPB)	70
PLOMO (PB).....	70
BENCHMARK PLOMO (0.15 µG/M ³)	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
SISTEMAS NATURALES.....	73
INDICADOR: CANTIDAD DE CUERDAS DE ECOSISTEMAS TERRESTRES ADQUIRIDAS	
TIPO I	73
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	73
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	74
ANÁLISIS	77
BENCHMARK.....	78
LIMITACIONES DEL INDICADOR.....	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
INDICADOR: POR CIENTO DEL TERRITORIO BAJO ÁREAS DE VALOR NATURAL TIPO I	
.....	80
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	81
CONSIDERACIONES TÉCNICAS:	81
ANÁLISIS	83
BENCHMARK.....	86
LIMITACIONES DEL INDICADOR.....	87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
INDICADOR: NÚMEROS DE ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O VULNERABLES	
.....	88
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	88
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	88
MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA	89
BENCHMARK.....	93
LIMITACIONES DEL INDICADOR.....	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
INDICADOR: INTENSIDAD DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS PESQUEROS EN LA PESCA	
DEPORTIVA Y RECREATIVA TIPO I.....	95
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	95
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	95

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA	96
ANÁLISIS	101
BENCHMARK.....	101
LIMITACIONES DEL INDICADOR	102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
INDICADOR: DISPONIBILIDAD DE ALGUNOS RECURSOS PESQUEROS COMERCIALES DE ALTA DEMANDA	103
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	103
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	103
MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA	103
RECURSOS PESQUEROS CONSTITUIDOS POR PECES.....	104
RECURSOS PESQUEROS CONSTITUIDOS POR CRUSTÁCEOS (LANGOSTA) Y MOLUSCOS (CARRUCHO).....	110
LANGOSTA.....	110
CARRUCHO.....	110
MÉTODOS:.....	115
CENSOS VISUALES.....	115
ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	116
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	117
ANÁLISIS	123
BENCHMARK.....	124
LIMITACIONES DEL INDICADOR	125
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
SUELO.....	127
INDICADOR: DISTRIBUCIÓN DE LOS USOS DE SUELO TIPO 1	127
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	127
CONSIDERACIONES TÉCNICAS.....	127
SUELOS REGULADOS	129
SUELOS REGULADOS (2014)	130
ANÁLISIS	131
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN	132
SUELOS CON VALOR AGRÍCOLA.....	132

ANÁLISIS	135
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	136
RIESGOS NATURALES.....	137
SUELOS BAJO RIESGO DE INUNDACIONES.....	137
ANÁLISIS	139
SUELOS CON RIESGO DE DESLIZAMIENTO	140
ANÁLISIS	141
SUELOS CON VULNERABILIDAD A TSUNAMIS.....	142
ANÁLISIS	142
SISTEMAS NATURALES	143
SUELOS CON VALOR NATURAL	144
ANÁLISIS	144
ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO.....	145
ANÁLISIS	146
BENCHMARK.....	147
LIMITACIONES DEL INDICADOR	148
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	148

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1	CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA Y PRODUCTO INTERNO BRUTO.	3
GRÁFICA 2	CONSUMO PROMEDIO ANUAL – CLIENTES RESIDENCIALES.....	8
GRÁFICA 3	POR CIENTO DE GENERACIÓN POR TIPO DE COMBUSTIBLE	15
GRÁFICA 4	USO CONSUNTIVO DE AGUA DULCE EN PUERTO RICO.....	21
GRÁFICA 5	EXTRACCIONES DE AGUA SALADA EN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS DE LA AEE.	23
GRAFICA 6	EXTRACCIONES DE AGUA DULCE EN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS DE LA AEE.	24
GRÁFICA 7	RED DE MONITORÍA DE AGUAS COSTANERAS, JCA	29
GRÁFICA 8	ESTACIONES DE MONITORÍA DEL PROGRAMA DE MONITORÍA DE PLAYAS Y NOTIFICACIÓN PÚBLICA	31
GRÁFICA 9	RESUMEN DEL LITORAL COSTERO RECREACIÓN DE CONTACTO PRIMARIO CICLO DE EVALUACIÓN 2014.....	32
GRÁFICA 10	PÉRDIDA DE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO PARA LOS EMBALSES EN PUERTO RICO.....	39
GRÁFICA 11	COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL VOLUMEN DEL LAGO CARRAÍZO	40
GRÁFICA 12	CURVA DE SEDIMENTACIÓN Y CAPACIDAD DEL EMBALSE CARRAÍZO	40
GRÁFICA 13	NIVELES EN EL ACUÍFERO DE SANTA ISABEL.	45
GRÁFICA 14	POR CIENTO DE DÍAS DE ACUERDO A ESCALA DE ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE, 2014	49
GRÁFICA 15	DISTRIBUCIÓN VALORES MÁXIMOS ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE POR ÁREA, 2014	50
GRÁFICA 16	RED DE MUESTREO DE AIRE DE PUERTO RICO, 2014	52
GRAFICA 17	PROMEDIO 3 AÑOS MÁXIMAS 24 HORAS PM ₁₀	59
GRÁFICA 18	CONCENTRACIONES PM ₁₀ SEGUNDA MÁXIMAS -10 AÑOS (µG/M ³	60
GRÁFICA 19	PROMEDIO ARITMÉTICO ANUAL PM _{2.5} 2012-2014.....	63
GRÁFICA 20	PERCENTIL 98 PROMEDIOS DE 24 HORAS PM _{2.5} (10 AÑOS) µG/M ³	64

GRÁFICA 21	2 ^{DA} MÁXIMAS DE 1 HORA CO.....	67
GRÁFICA 22	2 ^{DA} MÁXIMAS DE 8 HORAS CO.....	67
GRÁFICA 23	CUERDAJE DE ECOSISTEMAS TERRESTRES ADQUIRIDOS POR EL ESTADO Y LAS ONG*.....	76
GRÁFICA 24	CAMBIO EN ÁREA TOTAL DE SUPERFICIE DENTRO DE PUERTO RICO BAJO ANP's 2005-2014.....	86
GRÁFICA 25	HISTOGRAMA DE LA INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA 2000-2014.....	98
GRÁFICA 26	DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS CABRILLAS CAPTURADAS EN LAS COSTA OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2013 Y EL 2014.....	108
GRÁFICA 27	DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS MANTEQUILLAS CAPTURADAS EN LAS COSTAS ESTE Y OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2014.	109
GRÁFICA 28	LANGOSTAS JUVENILES EN HABITÁCULOS ARTIFICIALES EN EL ÁREA OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2008 E INICIOS DEL 2010	110
GRÁFICA 29	DATOS DE CAPTURA PARA LA PESCA COMERCIAL DE CARRUCHO EN PUERTO RICO. LOS DATOS PROVIENEN DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS Y SON AJUSTADOS PARA REFLEJAR CAPTURAS NO REPORTADAS. LOS FACTORES DE CORRECCIÓN VARIARON ENTRE 45-59% BASADO POR AÑO.	115
GRÁFICA 30	DIAGRAMA DE LA FRECUENCIA DE TAMAÑOS PARA TODAS LAS CATEGORÍA DE CLASES DE EDAD EN EL CENSO VISUAL DEL CARRUCHO DE 2013. J-JUVENILES, NMA-ADULTOS RECIÉN MADUROS, A-ADULTO, OA-ADULTO VIEJO, VOA- ADULTO MUY VIEJO.	119
GRÁFICA 31	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE TALLAS DE ADULTOS Y JUVENILES DENTRO DE LA EEZ (>9NM) EN EL OCCIDENTE DE PUERTO RICO EN 1997 Y 2006/2013 UNIDOS PARA AUMENTAR EL NÚMERO DE (N=9 PARA 1997 Y N=11 PARA 2006/2013.	121
GRÁFICA 32	DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE TALLAS PARA ADULTOS Y JUVENILES EN AGUAS LLANAS (0-9NM) EN 1997 Y 2006/2013 UNIDOS CONSISTENTE CON LA FIGURA 5 (N=58 PARA 1997 AND N=81 PARA 2006/2013).....	121

GRÁFICA 33	ESTRUCTURA CLASE-EDAD DE CARRUCHOS ADULTOS OBSERVADOS EN AGUAS LLANAS (0-9NM) Y EL EEZ (>9NM) EN LA COSTA OESTE DE PUERTO RICO PARA 1997 Y 2013.	122
GRÁFICA 34	SUELOS REGULADOS 2014	130
GRÁFICA 35	SUELOS CON PRODUCCIÓN AGRÍCOLA (2012)	133
GRÁFICA 36	SUELOS CON RIESGO DE INUNDACIONES (2009)	138
GRÁFICA 37	NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTO.....	141
GRÁFICA 38	NIVELES DE INUNDABILIDD POR TSUNAMIS	142
GRÁFICA 39	ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO	146

LISTA DE TABLAS

TABLA 1	CIFRAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS DE CONSUMO ELÉCTRICO Y PRODUCTO INTERNO BRUTO (AÑOS FISCALES 1994 – 2014).....	4
TABLA 2	CONSUMO RESIDENCIAL POR CLIENTE.....	12
TABLA 3	CONSUMO COMERCIAL POR CLIENTE.....	12
TABLA 4	CONSUMO INDUSTRIAL POR CLIENTE.....	12
TABLA 5	FUENTES DE AGUA DULCE Y SALADA EN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS DE LA AEE.....	21
TABLA 6	EXTRACCIONES DE AGUA SALADA Y DULCE, SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS, EN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS DE LA AEE.	22
TABLA 7	BALNEARIOS Y PLAYAS INCLUIDOS EN EL PROGRAMA DE MONITOREO DE PLAYAS Y NOTIFICACIÓN PÚBLICA	31
TABLA 8	ESTACIONES DE MUESTREO PARA OZONO POR AÑO	55
TABLA 9	MUESTREO DE MATERIA PARTICULADA (PM ₁₀) POR AÑO	57
TABLA 10	PROMEDIO ANUAL ARITMÉTICOS POR ESTACIÓN	62
TABLA 11	PERCENTIL 98 MATERIA PARTICULADA PM _{2.5}	65
TABLA 12	CONCENTRACIONES MÁXIMAS 2012-2014	66
TABLA 13	VALORES DE PERCENTIL	69
TABLA 14	MONITOREO DE PLOMO (Pb) POR ESTACIONES POR AÑO.....	71
TABLA 15	CUERDAJE ADQUIRIDO POR EL DRNA, LA CPN Y EL FCPR ENTRE LOS AÑOS 2005 Y 2014.....	77
TABLA 16	DESGLOSE DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS TERRESTRES PARA EL AÑO 2014	84
TABLA 17	DESGLOSE DE ÁREAS NATURALES MARINAS PARA EL AÑO 2014	85
TABLA 18	ESPECIES TERRESTRES	89
TABLA 19	ESPECIES ACUÁTICAS.....	90
TABLA 20	NÚMERO DE ESPECIES	92
TABLA 21	INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA/DEPORTIVA POR AÑO.....	96
TABLA 22	PARTICIPACIÓN EN TORNEOS DE PESCA POR AÑO.....	98

TABLA 23	TOTAL DE LIBRAS POR ESPECIES DE IMPORTANCIA PARA LA PESCA RECREATIVA EN TORNEOS DE PESCA (2000-2014)	100
TABLA 24	RESUMEN DE ESPECIES DE PECES DE ARRECIFE CAPTURADOS DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DESDE ENERO DEL 2014 HASTA SEPTIEMBRE DE 2014 EN LAS COSTAS OESTE Y ESTE DE PUERTO RICO.	106
TABLA 25	FINCAS Y TERRENOS CON PRODUCCIÓN AGRÍCOLA - CENSO AGRÍCOLA 1993 A 2012	133
TABLA 26	RESERVAS AGRÍCOLAS APROBADAS Y EN PROCESO (2013).....	134
TABLA 27	ESTIMADO DE SUELOS BAJO RIESGO DE INUNDACIONES (2009)	137
TABLA 28	SUELOS CON RIESGO DE DESLIZAMIENTO	140
TABLA 29	SUELOS CON VALOR NATURAL	144
TABLA 30	ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO (2014)	145

LISTA DE MAPAS

MAPA 1	ESTACIONES DE AFORO Y CUENCAS ASOCIADAS.....	35
MAPA 2	RESULTADOS DE LA HERRAMIENTA PARA EL AÑO 2014.....	35
MAPA 3	EMBALSES Y LAGUNAS EN PUERTO RICO	38
MAPA 4	SISTEMA INTEGRADO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	84
MAPA 5	POSICIÓN RELATIVA DE ABRIR LA SIERRA A LA PLATAFORMA INSULAR OCCIDENTAL DE PUERTO RICO. (CITADO DE GARCÍA –SAIS ET AL. 2012)	114
MAPA 6	LOCALIZACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO OBTENIDOS AL AZAR PARA EL CENSO VISUAL DE CARRUCHOS DEL 2013 RELATIVOS A LA COSTA DE PUERTO RICO.	116
MAPA 7	SUELOS.....	130
MAPA 8	ÁREAS DE VALOR AGRÍCOLA.....	134
MAPA 9	RIESGOS NATURALES	139
MAPA 10	LÍMITE VULNERABILIDAD A TSUNAMIS	142
MAPA 11	SISTEMAS NATURALES.....	145
MAPA 12	ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO (2014)	147



INTRODUCCIÓN

El Informe Ambiental es un instrumento preparado por la Junta de Calidad Ambiental (JCA) con el propósito de evaluar y dar a conocer el estado o condición del ambiente en Puerto Rico. Este documento, que tiene su base legal en la Ley Núm. 416 del 22 de septiembre de 2004, (Ley de Política Pública Ambiental), ha ido evolucionando cada año en busca de ser más preciso y confiable en la evaluación de la condición del ambiente, y en facilitar su lectura e interpretación por parte de todos los sectores de la sociedad.

A estos fines, desde el año 2006, la JCA lleva desarrollando un sistema de medición basado en indicadores ambientales. Se entiende por indicador ambiental, cualquier variable medible la cual, de manera directa o indirecta, puede reflejar o dar a entender la condición (cuantitativa o cualitativa) de los recursos naturales o la calidad del ambiente. Mediante la adopción de este sistema de indicadores, se pretende cumplir con los siguientes propósitos:

- Appreciar, anticipar y evaluar condiciones y tendencias del ambiente y las actividades humanas.
- Comparar escenarios a través del tiempo y el espacio.
- Identificar o asignar prioridades de intervención.
- Establecer política pública y planificar.

En cumplimiento con estos propósitos, la JCA se mantiene constantemente en el proceso de identificar y desarrollar indicadores ambientales para Puerto Rico que reflejen, cada vez de manera más certera, nuestra realidad ambiental. A su vez, damos a conocer los resultados de estos trabajos mediante este documento, que se publica anualmente, y agrupa los indicadores en las siguientes áreas: agua, suelo, aire, energía, sistemas naturales y ruido.

Como ha sido la práctica desde que se empezaron a usar los indicadores, estos se clasifican en una de las siguientes tres categorías:



- Tipo I: Significa que se cuenta con data disponible, generada por monitoría constante.
- Tipo II: para este tipo de indicador hay data completa o parcial generada por monitoría constante, pero se necesita data adicional o más amplia, así como mayor análisis y manejo de la misma antes de poder presentar una tendencia o status.
- Tipo III: Se trata de un indicador conceptual para el que no hay suficientes datos disponibles.

Esta clasificación es importante y útil ya que nos indica dónde hay o no hay datos disponibles y dónde hace falta mejorar la data, ya sea en su recopilación, análisis u organización.

A tales efectos, le place a la JCA presentar el Informe Ambiental correspondiente al año 2014. El mismo es un esfuerzo que coordina el Área de Evaluación y Planificación Estratégica con el insumo técnico de las distintas áreas de la JCA, así como también, de otras agencias gubernamentales que tienen injerencia sobre el medio ambiente y los recursos naturales.

Esperamos que este documento facilite entender mejor los impactos de las acciones de nuestra sociedad sobre el medio ambiente y permitan dirigir los esfuerzos públicos y privados en proteger nuestros recursos naturales, que al fin de cuentas, resultan ser la infraestructura más importante para nuestro desarrollo.



E_{NERGÍA}

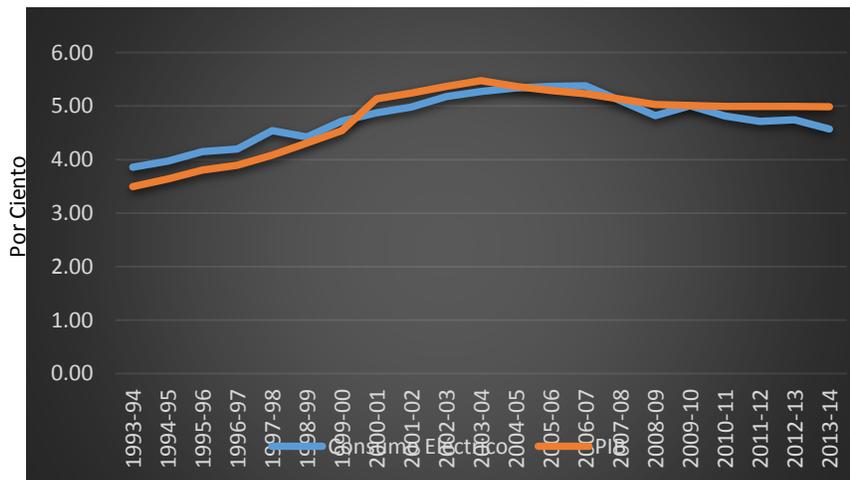
INDICADOR: INTENSIDAD ENERGÉTICA

VARIABLES: CONSUMO ENERGÉTICO Y PRODUCTO INTERNO BRUTO TIPO I

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Mediante el indicador de Intensidad Energética¹ se busca medir y ponderar la relación entre el consumo energético total y su resultante rendimiento económico en términos del Producto Interno Bruto (PIB). La evaluación de estas variables permite tener una idea general de cuan eficiente o productivos somos como sociedad, en términos del consumo energético, o cuan dependientes somos del consumo energético para sostener nuestras actividades productivas y desarrollo socioeconómico. Además, los resultados de este indicador pueden representar una herramienta útil para definir estrategias de desarrollo que redunden en un alto rendimiento económico y un menor consumo energético.

GRÁFICA 1 CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA Y PRODUCTO INTERNO BRUTO



¹ La intensidad energética es una medida de la eficiencia energética de la economía de una nación. Se calcula como unidades de energía por unidad de PIB.



TABLA 1 CIFRAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS DE CONSUMO ELÉCTRICO Y PRODUCTO INTERNO BRUTO (AÑOS FISCALES 1994 - 2014)

AÑO FISCAL	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (MKW/H)	PRODUCTO INTERNO BRUTO (MILLONES DE DÓLARES DE PRECIOS CONSTANTES 1954)	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (%)	PIB (%)
1993-94	14,816.00	7,408.10	3.86	3.49
1994-95	15,258.50	7,718.20	3.97	3.64
1995-96	15,945.10	8,069.30	4.15	3.80
1996-97	16,118.40	8,256.00	4.19	3.89
1997-98	17,456.90	8,658.90	4.54	4.08
1998-99	16,989.20	9,137.80	4.42	4.31
1999-00	18,144.80	9,630.30	4.72	4.54
2000-01	18,723.30	10,887.00	4.87	5.13
2001-02	19,129.80	11,123.30	4.98	5.24
2002-03	19,887.30	11,383.70	5.18	5.37
2003-04	20,260.20	11,609.90	5.27	5.47
2004-05	20,507.50	11,379.20	5.34	5.36
2005-06	20,620.50	11,218.80	5.37	5.29
2006-07	20,671.60	11,088.40	5.38	5.23
2007-08	19,601.50	10,883.90	5.10	5.13
2008-09	18,515.80	10,671.40	4.82	5.03
2009-10	19,234.90	10,627.30	5.01	5.01
2010-11	18,501.40	10,589.20	4.81	4.99
2011-12 _r	18,112.50	10,592.30	4.71	4.99
2012-13 _r	18,221.20	10,588.40	4.74	4.99
2013-14 _p	17,560.90	10,581.80	4.57	4.99
TOTAL	384,277.30	212,103.20	100.00	100.00

Fuente: Portal cibernético de la Junta de Planificación. (<http://www.jp.gobierno.pr>)

1) Apéndice Estadístico del Informe Económico al Gobernador 2014, Tabla 1-Series Seleccionadas de Ingreso y Producto, Total y Per Cápita: Años Fiscales.

2) Indicadores Económicos Mensuales Seleccionados Puerto Rico Años Naturales 2000 a 2014, Tabla Resumen - Consumo de Energía Eléctrica Total- Millones de Kilovatios/ Hora).

r- revisado

p- preliminar



CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Este indicador es desarrollado mediante la mensura del consumo, en Millones de Kilovatios hora (mkW/h), de todos los clientes de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) para los años fiscales 1994 al 2014, y el PIB según calculado por la Junta de Planificación de Puerto Rico (en millones de dólares a precios constantes del año 1954) para el mismo periodo.

Para obtener las cifras porcentuales de estos datos, los valores anuales en cada variable son divididos por la sumatoria de cada variable y multiplicados por cien. Esta ecuación se desarrolla para así convertir datos o unidades de naturaleza distinta a una base uniforme de evaluación y estudio para la comparación de estas dos variables a través del tiempo.

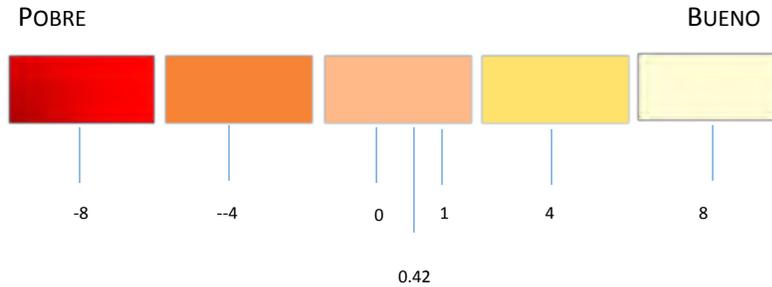
LIMITACIONES DEL INDICADOR INTENSIDAD ENERGÉTICA

De las limitaciones que presenta este indicador podemos mencionar las siguientes:

- Las cifras de consumo energético no incorporan el consumo en combustible del sector de la transportación, el cual podría representar el renglón de mayor consumo en términos energéticos. Además, el indicador no muestra el consumo residencial, industrial o comercial de sistemas que no estén conectados a la red de la AEE.
- Las cifras del PIB no miden la producción y alcance de la economía informal, la cual representa un sector importante dentro de la generación de ingreso y empleo en el País.



BENCHMARK² (BM)



Producto Interno Bruto - Consumo Eléctrico

$$4.99\% - 4.57\% = 0.42$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al evaluar el comportamiento de las variables (PIB y Consumo Eléctrico) durante los años fiscales 1994 al 2014, podemos destacar que sus trayectorias han sido muy similares. No obstante, en los primeros siete (7) años (1994-2000) del periodo que se muestra en la Tabla 1, el consumo de energía eléctrica se mantuvo ligeramente por encima del PIB, lo cual representa una condición adversa en términos de eficiencia energética. Mientras, para los años fiscales 2001 al 2005 y 2008 al 2014, el comportamiento anterior se invierte quedando el consumo eléctrico por debajo de la trayectoria del PIB pero solo por un estrecho margen. Esto a excepción del año fiscal 2010, cuando ambas variables reflejaron el mismo valor porcentual.

Desde el año fiscal 1994 al 2007, el consumo eléctrico presentó una tendencia de ascenso con excepción del año 1999, el cual presentó en su trayectoria un descenso de 0.12% en comparación al año anterior. Además, en los años fiscales 2008 y 2009, se observó una merma en el consumo eléctrico. No obstante, en el año fiscal 2010, se reflejó un aumento de 0.19% respecto al año anterior, mientras que en los años fiscales 2011, 2012 y 2014 se puede apreciar que el consumo eléctrico ha mostrado un descenso en su trayectoria. Entretanto, en el año fiscal

² Para efectos de este indicador se consideró como BM que el resultado de la resta del por ciento del Producto Interno Bruto menos el por ciento del Consumo Energético sea igual o mayor que 1 correspondiente al año fiscal 2013-14.



2013, dicha variable presentó un leve aumento de 0.03% respecto al año anterior.

Por otra parte, el PIB durante los primeros 10 años fiscales (1994 al 2004), presenta un crecimiento moderado en su trayectoria. Sin embargo, en los años fiscales 2005 al 2011, se refleja una tendencia de descenso en esta variable. Aunque para los años fiscales subsiguientes, se puede observar que los valores porcentuales se mantuvieron iguales con 4.99%, las cifras en millones de dólares reflejan un leve descenso en el PIB.

En términos generales, la variable de consumo eléctrico muestra en el último año fiscal un descenso el cual podría asociarse con la reducción de los clientes de la AEE debido a la migración, la cual se ha intensificado en los últimos años en Puerto Rico. Igualmente el escenario fiscal del País en los últimos años, ha presentado una trayectoria de descenso. Sin embargo, en la medida que el País logre continuar un patrón de reducción en el consumo energético mientras consigue aumentar en mayor proporción sus niveles de producción, se logrará disociar, en favor de la producción, estas dos variables a fin de lograr una mayor eficiencia energética. Es por ello que los esfuerzos para reducir el consumo energético y fortalecer la producción de energía de fuentes renovables son necesarios para ayudar a mejorar la situación energética que atraviesa nuestro País y así poder aumentar su competitividad a nivel global.

Actualmente se ofrecen incentivos para proyectos de energía renovable en Puerto Rico a través del Programa del Fondo de Energía Verde los cuales son administrados por la Oficina Estatal de Política Pública Energética³. Este programa se presenta como una alternativa para estimular el desarrollo de proyectos de energía renovable de pequeña y mediana escala. El mismo ha impactado el sector privado y gubernamental, impulsando la generación distribuida mediante el uso de fuentes de energía renovable a tono con la política pública energética del País. Además, la OEPPE ha logrado acuerdos para la creación y

³ Agencia creada en virtud de la Ley Núm. 57 de 27 de mayo de 2014, mejor conocida como la Ley de Transformación y Alivio Energético de Puerto Rico.



promoción de mecanismos de financiamiento que hagan viable el desarrollo de proyectos de energía renovable a nivel comercial.

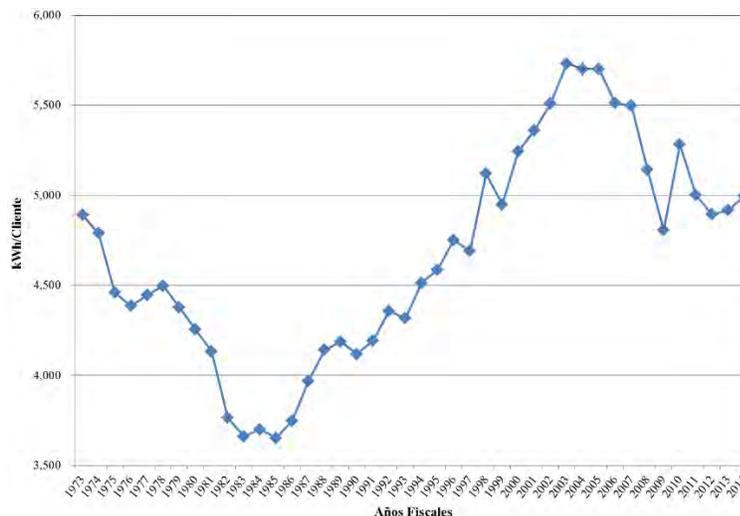
Estas iniciativas, entre otras, propician el desarrollo económico de la Isla a través del fomento de una industria energética, la cual promueve la creación de empleos, contribuyen a reducir y estabilizar los costos energéticos y reduce la fuga de capital causada por la importación de combustibles derivados de fuentes fósiles. De esta forma se aporta al mejoramiento del medio ambiente y a lograr el uso eficiente de la energía mientras se promueve la actividad económica productiva para el desarrollo del País.

INDICADOR: CONSUMO ENERGÉTICO POR SECTOR TIPO I

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Por medio de este indicador se puede conocer el comportamiento del consumo promedio de energía anual en el sector residencial, comercial e industrial de los clientes de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE). Es importante saber el nivel de consumo eléctrico de estos sectores para de esta forma establecer estrategias de manejo y conservación de energía ajustadas a las características y necesidades de cada sector. Lo que permite ponderar las necesidades actuales y futuras de estos sectores para planificar la infraestructura (generación, transmisión y distribución) que el país demanda para sostener su desarrollo.

GRÁFICA 2 CONSUMO PROMEDIO ANUAL – CLIENTES RESIDENCIALES





CONSIDERACIONES TÉCNICAS

La AEE busca satisfacer la demanda de energía eléctrica brindando un servicio confiable y eficiente a sus clientes al menor costo posible. Sin menospreciar el cumplimiento de las leyes y reglamentación ambientales vigentes. En los últimos años el aumento en el precio del petróleo, ha tenido como consecuencia un alza significativa en los precios de venta de electricidad, lo que ha afectado negativamente la demanda de electricidad en Puerto Rico. Otros factores a considerar es la crisis económica que atraviesa el país por problemas fiscales de deuda pública, el estancamiento productivo de industrias esenciales para la economía local como la manufactura y la construcción, la pérdida de población y la penetración al mercado de equipos eficientes en el uso de energía y de sistemas independientes de energía renovable.

En términos de los precios del barril de petróleo, en el 2014 estos precios promediaron \$101.32 lo cual representó un incremento de 9.9% respecto al 2013.

El sector productivo más afectado por la recesión local y por el descenso poblacional es la construcción por su aportación a la creación de empleos y desarrollo de infraestructura cuando se activa la inversión. El número de permisos para la construcción de nuevas viviendas, proyectos públicos y privados, se redujo un 21.85%.

El crecimiento natural de la población se ha reducido de 3.0% en el 2000 a menos de 1.0% en el año 2013. La emigración neta hasta la misma fecha alcanzó 430,000 habitantes, lo que representa un promedio anual 33,077 habitantes en los últimos trece años. En los últimos tres años fiscales, esta variable va aumentando a un promedio anual de 46,667 habitantes según la Oficina del Censo Federal. Estas tendencias imponen un nuevo reto en la administración pública para la prestación de servicios públicos en relación a vivienda, salud, educación y electricidad.

Sobre el comportamiento o tendencias en el consumo de energía de principales sectores podemos destacar las siguientes observaciones:

- La generación y el consumo de energía eléctrica al cierre del año fiscal 2014 reflejaron disminuciones de 2.7% y 3.62% comparado con el 2013.



- La generación bruta alcanzó la cifra de 21,362.7 mkWh con una eficiencia de 82.20% y una demanda máxima de 3,159 MW registrada en septiembre del 2013.
- El consumo total de energía eléctrica totalizo 17,560.9 mkWh donde los tipos de clientes que mayor reducción en el consumo obtuvieron para la misma fecha fueron los pertenecientes a la clase residencial e industrial con 5.78% y 5.58%.
- El consumo promedio anual por cliente de la clase residencial alcanzó su nivel pico en el año fiscal 2003 con 5,731 kWh por cliente. En el año fiscal 2014 el consumo fue de 4,997 kWh por cliente, lo que equivale a un aumento de 1.63% comparado con el 2013; pero 12.81% inferior al compararlo con el pico histórico.
- El consumo promedio anual del sector comercial en el año fiscal 2014 fue de 68,461 kWh por cliente. Este es el consumo mayor histórico registrado del sector con un aumento de 0.48% si lo comparamos con los datos por cliente del 2013.
- El sector industrial muestra un comportamiento similar al comercial. En el año fiscal 2014 presentó el consumo promedio mayor por cliente con 3,814,181 kWh, aumentó 4.88% al comparar con el consumo del año fiscal 2013.
- La cantidad de clientes con sistemas de energía renovable en medición neta y energía distribuida incrementó 83.44% en el año 2014.

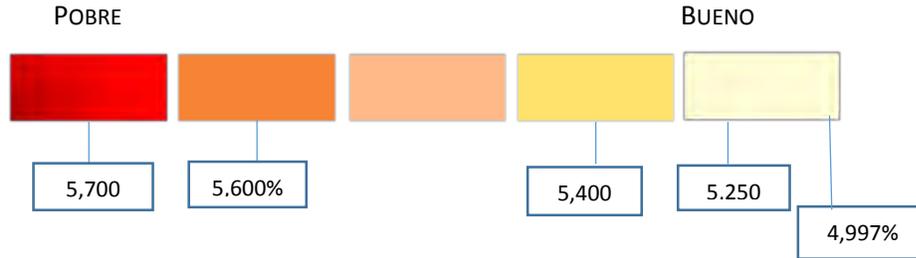
LIMITACIONES DEL INDICADOR

La principal limitación para entender e interpretar este indicador es que el mismo no presenta datos o una relación de los costos monetarios en que incurre cada sector para satisfacer sus necesidades energéticas.

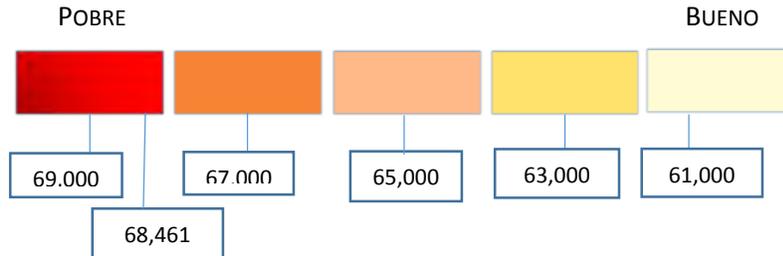


BENCHMARK⁴ (BM)

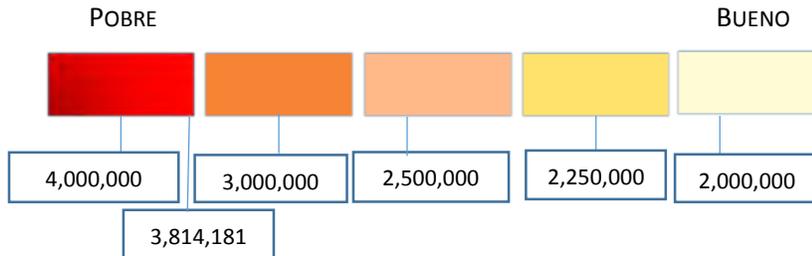
CONSUMO POR CLIENTE EN kWh 2014 – SECTOR RESIDENCIAL



CONSUMO POR CLIENTE EN kWh 2014 – SECTOR COMERCIAL



CONSUMO POR CLIENTE EN kWh 2014 – SECTOR INDUSTRIAL



⁴ La métrica usada como BM para este indicador es el cálculo del consumo anual en kilovatios / hora (kWh) por cliente en cada sector. Este acercamiento de medición se hace con el propósito de normalizar el análisis y facilitar la interpretación de los datos. Debido a lo difícil que pudiera resultar determinar un BM con una cifra sustentable de consumo por cliente en cada sector, se optó por analizar este indicador mediante la mensura de los aumentos o descensos sobre los niveles de consumo de un año base (año fiscal 2000-01).



TABLA 2 CONSUMO RESIDENCIAL POR CLIENTE

AÑO FISCAL	CONSUMO (MKWH)	CLIENTES	CONSUMO X CLIENTE (MKWH)	CONSUMO X CLIENTE (KWH)
2000 - 01	6,631.7	1,237,053	0.005360	5,360
2001 - 02	6,909.5	1,254,043	0.005509	5,509
2002 - 03	7,280.5	1,270,371	0.005731	5,731
2003 - 04	7,338.2	1,287,010	0.005701	5,701
2004 - 05	7,437.8	1,304,657	0.005700	5,700
2005 - 06	7,250.4	1,315,345	0.005512	5,512
2006 - 07	7,243.8	1,317,454	0.005498	5,498
2007 - 08	6,757.2	1,314,454	0.005141	5,141
2008 - 09	6,367.6	1,324,752	0.004807	4,807
2009 - 10	7,056.6	1,335,928	0.005282	5,282
2010 - 11	6,707.5	1,341,291	0.005001	5,001
2011 - 12	6,559.6	1,340,405	0.004894	4,894
2012 - 13	6,655.6	1,353,550	0.004917	4,917
2013 - 14	6,270.8	1,331,856	0.004997	4,997

TABLA 3 CONSUMO COMERCIAL POR CLIENTE

AÑO FISCAL	CONSUMO (MKWH)	CLIENTES	CONSUMO X CLIENTE (MKWH)	CONSUMO X CLIENTE (KWH)
2000 - 01	7,583.1	123,380	0.061461	61,461
2001 - 02	7,865.3	124,759	0.063043	63,043
2002 - 03	8,166.8	125,890	0.064872	64,872
2003 - 04	8,400.2	127,705	0.065778	65,778
2004 - 05	8,498.6	129,170	0.065793	65,793
2005 - 06	8,734.5	130,082	0.067146	67,146
2006 - 07	8,909.5	130,295	0.068379	68,379
2007 - 08	8,743.5	130,011	0.067252	67,252
2008 - 09	8,498.1	129,492	0.065626	65,626
2009 - 10	8,758.9	129,208	0.067789	67,789
2010 - 11	8,551.4	129,537	0.066015	66,015
2011 - 12	8,300.1	128,590	0.064647	64,647
2012 - 13	8,635.2	126,735	0.068136	68,136
2013 - 14	8,497.4	126,133	0.068461	68,461

TABLA 4 CONSUMO INDUSTRIAL POR CLIENTE

AÑO FISCAL	CONSUMO (MKWH)	CLIENTES	CONSUMO X CLIENTE (MKWH)	CONSUMO X CLIENTE (KWH)
2000 - 01	4,018.7	1,929	2.083307	2,083,307
2001 - 02	3,876.3	1,874	2.068463	2,068,463
2002 - 03	3,963.4	1,804	2.197006	2,197,006



AÑO FISCAL	CONSUMO (MKWH)	CLIENTES	CONSUMO X CLIENTE (MKWH)	CONSUMO X CLIENTE (KWH)
2003 - 04	4,092.1	1,679	2.437224	2,437,224
2004 - 05	4,177.4	1,668	2.504436	2,504,436
2005 - 06	4,241.8	1,618	2.621631	2,621,631
2006 - 07	4,136.3	1,576	2.624555	2,624,555
2007 - 08	3,742.5	1,514	2.471951	2,471,951
2008 - 09	3,288.6	899	3.658065	3,658,062
2009 - 10	3,047.1	808	3.771163	3,771,147
2010- 11	2,881.2	770	3.741818	3,741,765
2011- 12	2,778.5	733	3.790603	3,790,603
2012- 13	2,578.4	709	3.636652	3,636,652
2013- 14	2,434.4	676	3.814181	3,814,181

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al 30 de junio del 2014, la AEE provee servicio a una cifra aproximada de 1.5 millones de clientes. Para satisfacer la demanda energética de nuestros clientes, la AEE tiene una capacidad confiable de producción incluyendo los proyectos de energía renovable de 5,963.0 megavatios (MW). De este total, casi el 65% es producido por la AEE, el 34% por cogeneradoras independientes que tienen contratos a largo plazo de compra de energía con la AEE y un 1% proviene de proyectos renovables.

La AEE enfrenta una serie de retos que aumentaron tras la recesión económica de Puerto Rico y el alto costo del petróleo. Entre los principales desafíos están: bajar los costos para la generación de electricidad, incrementar las ventas de energía del sector industrial, cumplir con las nuevas regulaciones ambientales y reducir los costos operacionales. La AEE está en un proceso de reestructuración que se dirige a la implementación de varias estrategias para afrontar estos retos, tales como:

- Cumplir con las regulaciones ambientales que están vigentes a nivel estatal y federal.
- Diversificar las fuentes de combustible para afrontar la volatilidad de costos del petróleo con el uso de gas natural y energía renovables.



- Aumentar la eficiencia y estabilidad operacional de las plantas generatrices.
- Desarrollar iniciativas para la detección de irregularidades en el consumo de los clientes residenciales y comerciales.
- Desarrollar infraestructura para el transporte de gas natural y su entrega en las principales unidades de generación.

La AEE tiene la capacidad de recibir el gas natural en la Central Costa Sur a través de un gasoducto existente en el terminal de EcoEléctrica, y comenzó a quemar gas natural desde abril de 2012. La AEE completó las mejoras necesarias en las dos unidades de la Central de Costa Sur para quemar hasta 100% de gas natural. Sin embargo, es necesario la instalación de infraestructura de distribución de gas natural para que la AEE pueda quemar gas natural en otras unidades. En el complejo de energía Aguirre, la AEE lleva a cabo el proyecto *Aguirre Offshore Gasport* (AOGP). Este puerto es un terminal marítimo con las facilidades flotantes de regasificación de gas natural ubicado fuera de la costa sur de Puerto Rico que transferirá el gas natural al complejo de Aguirre mediante el uso de tuberías. Este proyecto se espera que este finalizado en abril de 2017.

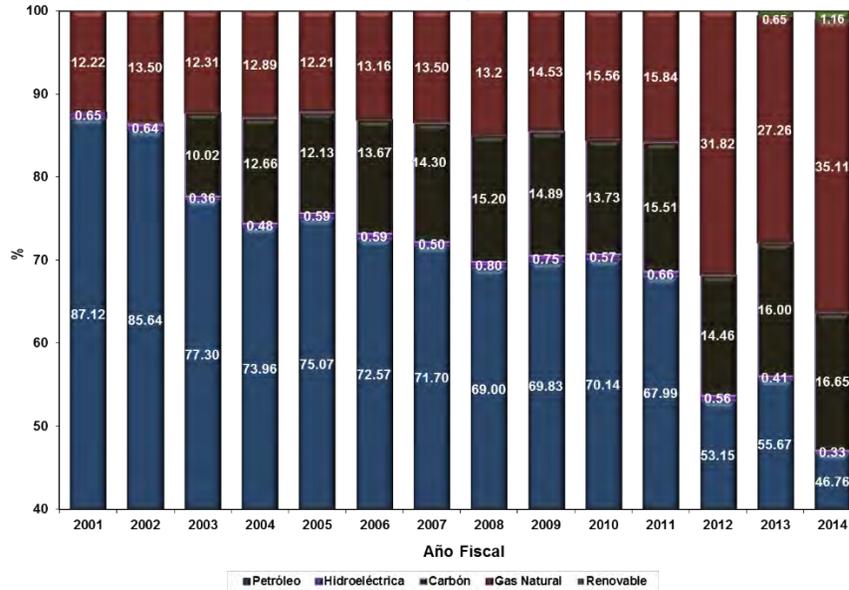
INDICADOR: USO DE FUENTES ENERGÉTICAS TIPO I

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador busca determinar cómo se distribuye porcentualmente el uso o consumo de fuentes energéticas (renovables o no renovables) en Puerto Rico. Es importante conocer esta distribución debido a que nos permite saber cuánto estamos dependiendo de fuentes no renovables, y cuan necesarios deben ser los esfuerzos de diversificación energética a fuentes más limpias o renovables. La ponderación de estos datos favorece la definición de estrategias para promover el ahorro y la eficiencia energética en todos los sectores del país, para de esta forma proteger el ambiente, promover la salud y fomentar la economía.



GRÁFICA 3 POR CIENTO DE GENERACIÓN POR TIPO DE COMBUSTIBLE



CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Este indicador es calculado considerando la generación porcentual que cada fuente energética utilizada en el país aporta al sistema eléctrico, según datos de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE).

Para su desarrollo se tomaron datos e información de las siguientes fuentes:

- Generación de Plantas Termoeléctricas (AEE)
- Generación de Plantas Hidroeléctricas (AEE)
- Generación de Planta de Carbón (AES - Guayama)
- Generación de Planta de Gas Natural (EcoEléctrica - Guayanilla)

Del periodo de años presentado podemos destacar las siguientes observaciones hasta el año fiscal 2014:

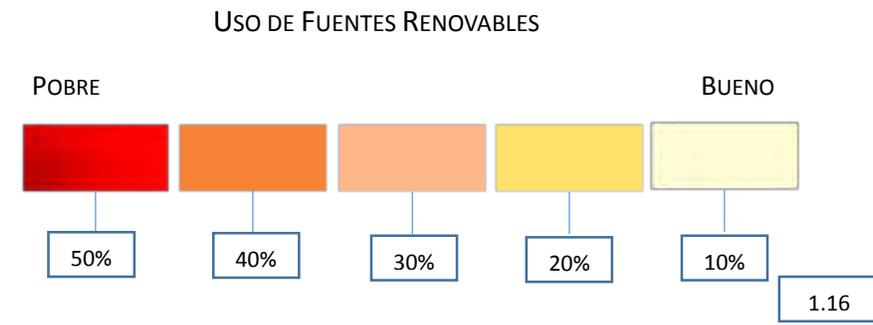


- La generación de electricidad con combustible a base del petróleo se redujo consistentemente en Puerto Rico. En el 2014, la producción de energía eléctrica en la AEE con este combustible fue de 46.76%.
- La generación de energía eléctrica con gas natural y carbón en el año fiscal 2014 incluidas las unidades de producción de la AEE en Costa Sur totalizó 35.11% y 16.65%, respectivamente.
- La producción con fuentes renovables (fotovoltaicas 0.20% y eólicas 0.96%) alcanzó la cifra de 1.16% de la generación total de la AEE.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

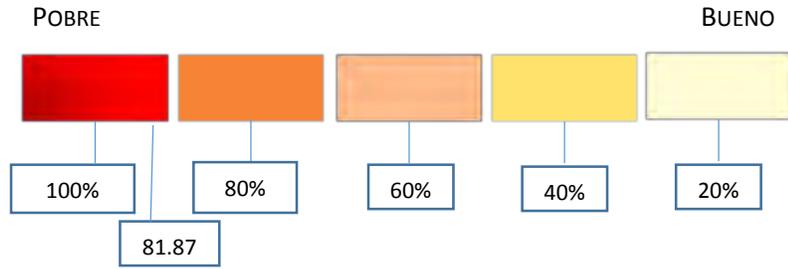
La principal limitación para entender e interpretar este indicador es que el mismo no presenta datos o una relación de los costos monetarios asociados al uso de cada fuente energética. Además, no se puede determinar el uso residencial, industrial o comercial de sistemas de energía renovable que no estén conectados a la red de la AEE.

BENCHMARK (BM)





CONSUMO DE DERIVADOS DEL PETRÓLEO



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aunque progresivamente el país ha ido en los últimos años dependiendo menos de los derivados del petróleo como fuente energética, no deja de ser menos cierto que la quema de combustibles fósiles (derivados del petróleo, carbón, gas natural) sigue siendo su principal y casi única fuente de energía. Es por tal razón que la búsqueda de alternativas energéticas para satisfacer el consumo actual y proyectado, cobra cada vez mayor relevancia y necesidad para el desarrollo del país. Ciertamente, la evaluación de estas alternativas debe basarse en principios de eficiencia energética, seguridad ambiental y viabilidad económica. Ante esta necesidad se recomienda el uso de fuentes energéticas alternas como el viento, el sol, el flujo de las mareas y las diferencias en temperatura en las profundidades del mar o la tierra sean exploradas a fin de conseguir un curso de acción adecuado para cubrir nuestras demandas energéticas.



AGUA

ASUNTO: DEMANDA DE AGUA Y USO

INDICADOR: ABONADOS CON SERVICIO DE ALCANTARILLADO (URBANO, SUB URBANO) TIPO II

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador sirve para medir la cantidad de abonados con servicio de alcantarillado y la cantidad de aquellos que carecen de este servicio. Es importante poder establecer la necesidad de infraestructura actual y la que se necesitará en un futuro para satisfacer la demanda por aumento poblacional. Es importante además poder identificar con certeza y precisión las áreas que tienen y las que carecen de este servicio.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Los datos que alimentan este indicador son manejados por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA).

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

La AAA realiza lecturas de los contadores de los abonados para determinar el consumo de agua y facturar el mismo. Para efecto de proyecciones de aguas usadas, del dato de consumo de agua potable por cliente se estima que el 85% equivale a la generación de aguas usadas. Dicho dato es el que la AAA utiliza para realizar proyecciones de crecimiento y estimados de volúmenes generados de aguas usadas en los sistemas. Actualmente a nivel Isla, existe una cobertura de alcantarillado sanitario de aproximadamente 59%.

ANÁLISIS

La tendencia de crecimiento del sistema de alcantarillado sanitario por parte de la AAA es menor al compararse con los sistemas de agua potable. El Programa de Mejoras Capitales de la AAA tiene la mayor parte de sus inversiones dirigidas al Cumplimiento Regulatorio como prioridad. La extensión del sistema sanitario es mayormente realizada por los nuevos desarrollos.



BENCHMARK

Se está trabajando para establecer una medida que indique el escenario real de la población con sistema de alcantarillado.

POBRE



BUENO

LIMITACIONES DEL INDICADOR

La AAA no mide el volumen de aguas usadas generadas de sus clientes, tan solo se lee el consumo de agua potable en los contadores. La AAA tiene metros de flujo en sus Plantas de Alcantarillado Sanitario las cuales miden el flujo total de aguas usadas que son tratadas en dicha facilidad. Dicho flujo no necesariamente representa el volumen de aguas usadas generadas en un sistema, ya que también los sistemas reciben, en mayor o menor grado, aguas pluviales o de escorrentía.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En algunos lugares no resulta costo efectivo instalar sistemas de alcantarillado sanitario por dificultades geográficas o topográficas. En algunos casos es recomendable la utilización de pozos sépticos que cumplan con los requisitos establecidos por la Junta de Calidad Ambiental.

La AAA tiene identificada muchas de las áreas que cuentan con servicio de alcantarillado sanitario en su Sistema de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés).

INDICADOR: CANTIDAD DE AGUA EXTRAÍDA TIPO I

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador nos muestra la totalidad de agua extraída de los distintos cuerpos de agua para satisfacer la necesidad de agua de los diferentes usos que la sociedad le asigna al recurso, entiéndase uso: doméstico, comercial, industrial, agrícola, recreacional y ecológico. Su contabilidad es importante porque permite ponderar la suficiencia de este recurso para atender las necesidades actuales y futuras e



identificar posibles deficiencias o malas prácticas que atenten contra la sostenibilidad del mismo. Las extracciones de agua se presentan en millones de galones por día (mgd).

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Para el desarrollo de este indicador se tomaron datos recopilados por el Servicio Geológico Federal (USGS, por sus siglas en inglés) durante el 2010.

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

En Puerto Rico la extracción de agua se realiza para cinco propósitos:

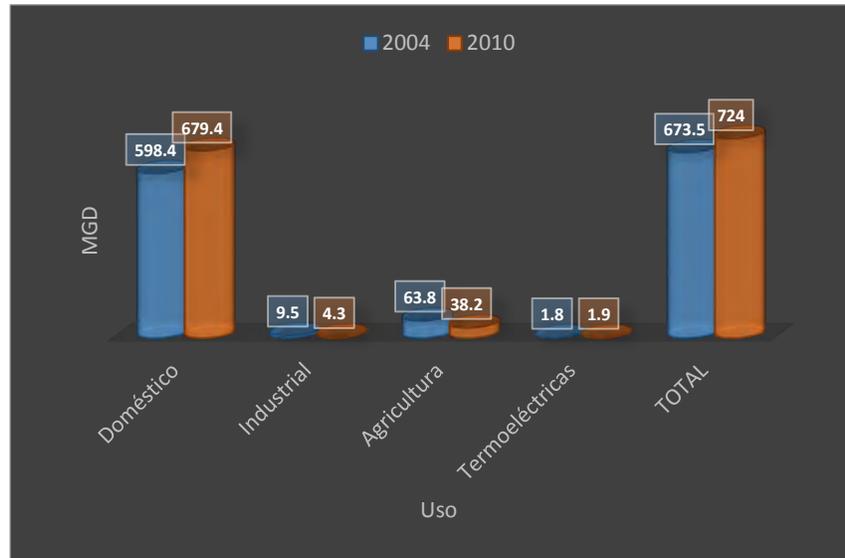
1. Suplir agua para consumo doméstico
2. Procesos de manufactura, industriales y mineros
3. Riego para la agricultura y usos pecuarios
4. Recreación
5. Generación de electricidad

Los usos del agua se clasifican en consuntivos y no consuntivos. Los usos consuntivos son aquellos que crean limitaciones para su utilización subsiguiente debido a un cambio en su calidad o sitio de disposición. Un uso no consuntivo es aquel en el que se aprovecha el agua, pero no se consume (PIRA, 2008). Las extracciones de agua dulce para usos consuntivos fueron de 724 mgd para el 2010. De éstas, 606 mgd fueron extraídos de fuentes superficiales y 118 mgd de fuentes de agua subterránea. Para usos no consuntivos, se extrajeron 556 mgd de agua dulce y 2,262 mgd de agua salada.

El USGS estimó que las extracciones para uso doméstico fueron 679.4 mgd incluyendo tanto las extracciones de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) como las de sistemas no pertenecientes a esta agencia, mejor conocidos como Non-PRASA.



GRÁFICA 4 USO CONSUNTIVO DE AGUA DULCE EN PUERTO RICO



Fuentes: PIRA, 2008 y Water Use, 2010.

Las termoeléctricas

La AEE utiliza diferentes fuentes de agua para suplir las necesidades de agua potable y generación de electricidad. A continuación se desglosan las fuentes por central termoeléctrica:

TABLA 5 FUENTES DE AGUA DULCE Y SALADA EN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS DE LA AEE.

CENTRAL	FUENTE		
	AGUA DE PROCESO	AGUA POTABLE	AGUA DE MAR
Aguirre	Pozo	Pozo	Bahía de Jobos
Costa Sur	Pozo	Pozo	Bahía Guayanilla
Palo Seco (Cataño)	Acueductos	Acueductos	Bahía San Juan
San Juan	Acueductos	Acueductos	Bahía San Juan
Cambalache	Pozo	Acueductos	No aplica
Mayagüez	Acueductos	Acueductos	No aplica

Fuente: Servicio Geológico Federal.

En las plantas termoeléctricas, la extracción de agua dulce subterránea se mide mediante metros instalados o por diferencia de niveles potenciométricos. En el caso del agua de mar, se obtiene el volumen total de extracción de agua mediante la capacidad de flujo de las



bombas de circulación que son las que extraen el agua de mar. Esto tiene una capacidad fija de galones por hora y, a base del tiempo de operación, se calcula la extracción total por día. El caudal que se extrae de agua de mar se aprovecha para propósitos de enfriamiento de los sistemas de producción de energía en las centrales termoeléctricas. Esta agua para enfriamiento no entra en contacto con aguas de proceso. En Puerto Rico existen 6 plantas termoeléctricas activas, 4 operadas por la AEE y 2 operadas por entidades privadas. El consumo de agua dulce en termoeléctricas públicas fue de 1.7 mgd y de agua de mar fue de 2,262 mgd para el 2010.

Los límites para la extracción de agua fresca de los pozos los establece el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales mediante el otorgamiento de franquicias de agua. En las franquicias se establecen los límites de extracción total por instalación y los análisis de calidad de agua requeridos para verificar posible intrusión salina ó contaminación al acuífero. En el caso de la Central Aguirre, la AEE está trabajando en la construcción de infraestructura con la que se transportará agua dulce del canal de riego, proveniente del embalse Patillas. Con este proyecto se sustituirán las extracciones del acuífero de Salinas en esta central, el cual se encuentra en estado crítico.

La tabla a continuación indica la cantidad de galones de agua que se utilizaron en las centrales generatrices desde el 2005 al 2010, por fuente.

TABLA 6 EXTRACCIONES DE AGUA SALADA Y DULCE, SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS, EN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS DE LA AEE.

CENTRAL	FUENTE	MILLONES DE GALONES 2005	MILLONES DE GALONES 2006	MILLONES DE GALONES 2007	MILLONES DE GALONES 2008	MILLONES DE GALONES 2010
San Juan	AAA	448.951 ⁵	448.95 ¹	222.01 ⁶	²	405.15
	Bahía de San Juan	196,224.42	199,202.43	201,164.34	187,902.04	183,821.3

⁵ Estimada.

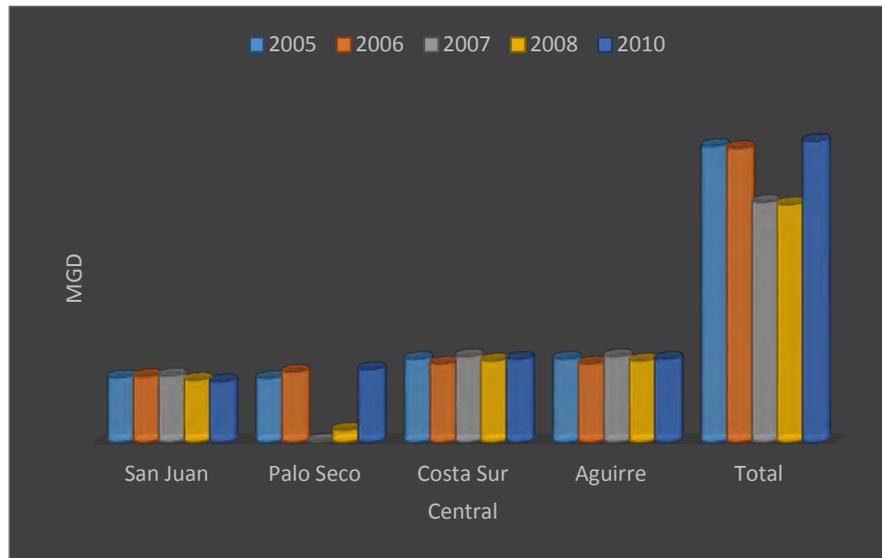
⁶ Cantidad que consta de la producción de la planta desmineralizadora, regeneraciones y consumo de agua en las torres de enfriamiento.



CENTRAL	FUENTE	MILLONES DE GALONES 2005	MILLONES DE GALONES 2006	MILLONES DE GALONES 2007	MILLONES DE GALONES 2008	MILLONES DE GALONES 2010
Palo Seco ⁷	AAA	401.5 ¹	401.5 ¹	32.08	93.02	240.9
	Bahía Boca Vieja	193,573.01	212,729.76	3,716.78	36,396.43	220,719.15
Costa Sur	Acuífero	201.97	175.96	166.06	147.58	142.35
	Bahía Guayanilla	251,541.50	237,436.46	259,535.30	246,291.21	251,853.65
Aguirre	Acuífero	234.55	255.83	321.94	329.94	277.4
	Bahía de Jobs	191,078.70	199,389.60	217,955.20	202,810.5	205,743.2
Cambalache	Acuífero	179.36	122.95	233.64	103.86	Fuera de Servicio

Fuente: Servicio Geológico Federal.

GRÁFICA 5 EXTRACCIONES DE AGUA SALADA EN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS DE LA AEE.

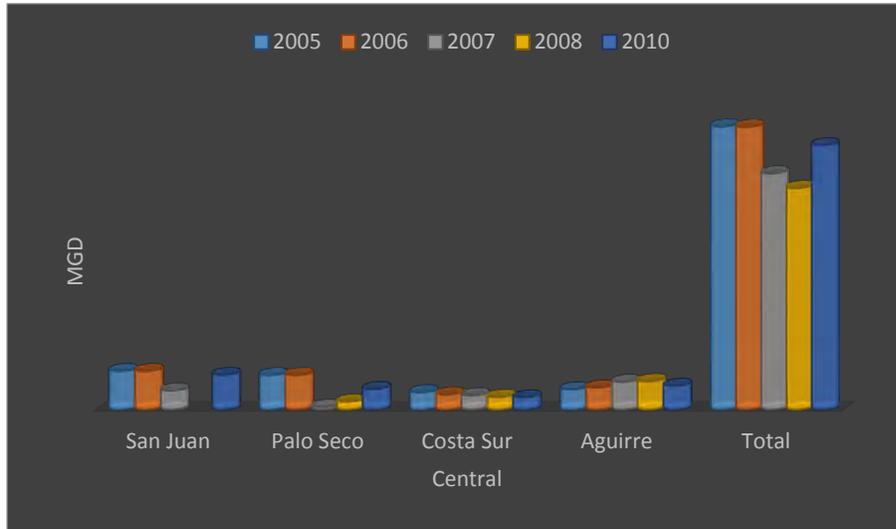


Fuente: servicio Geológico Federal.

⁷ La Central Palo Seco estuvo fuera de servicio durante el 2007 y operó parcialmente durante el 2008.



GRAFICA 6 EXTRACCIONES DE AGUA DULCE EN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS DE LA AEE.



Fuente: Servicio Geológico Federal.

• No disponible

Las hidroeléctricas

En las plantas hidroeléctricas, se utiliza agua dulce para la generación de electricidad. Este uso de agua se considera uno no consuntivo. En Puerto Rico existen 9 plantas hidroeléctricas activas, todas operadas por la AEE. El uso no consuntivo de las plantas hidroeléctricas para el 2010 fue de 556 mgd de agua dulce. Luego de producir electricidad con el agua, la misma es liberada aguas abajo, relativamente cerca al punto de extracción y con la misma calidad que se obtuvo.

ANÁLISIS

Al comparar los datos del 2004 y 2010 para extracciones de uso consuntivo de agua dulce, se observa un aumento en la cantidad de extracciones totales. Cuando se observa por sector, se ve una reducción en los usos industriales y agrícolas, con un aumento de 0.1 en las termoeléctricas. El renglón donde se refleja un aumento significativo lo es el doméstico, con un aumento de 81 mgd. Al ver los datos poblacionales, se observa un descenso en la población de casi 200,000 personas, si se compara con la población de 2010. Es por esto que se descarta un aumento poblacional como razón para el aumento en extracciones para uso doméstico. Una posible razón para el aumento en extracciones de uso doméstico, podría ser las pérdidas de

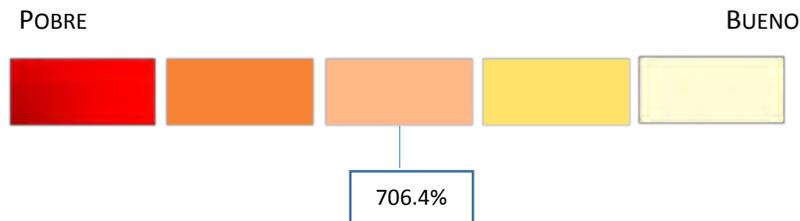


agua que ocurren en los sistemas de la AAA. Dicha agencia estima la cantidad de agua no facturada en un 59% de sus extracciones, según datos del 2014. El agua no facturada incluye el consumo no autorizado, el no facturado y las pérdidas físicas, las cuales son el 48% o 287 mgd, según la AAA.

En cuanto a las termoeléctricas, durante el periodo presentado en este informe (2005–2010) se destaca el hecho de que la extracción y consumo de agua fresca aumentó en todas las instalaciones excepto la Central Aguirre. La tendencia que muestra este indicador para el 2010, cuya fuente es la AAA o pozo, es variable y requiere ver cada caso en sus méritos. En la Central San Juan ocurre un incremento notable el cual está asociado a la entrada en servicio de dos nuevas unidades, SJ-5 y SJ-6. La Central Palo Seco refleja un aumento el cual está asociado a lo indicado en el párrafo anterior. En el caso de la Central Costa Sur, continúa la tendencia de reducción, la cual podemos asociar a la utilización de agua de la planta destiladora de Ecoeléctrica en Guayanilla. La Central Aguirre refleja una reducción para el año 2010, en comparación con años anteriores, el cual se puede asociar con la variabilidad en la generación de energía eléctrica o la reducción en la población.

Aunque la extracción de agua de mar aumentó para el 2010 en todas las instalaciones excepto la Central San Juan. La Central Palo Seco estuvo fuera de servicio durante el 2007 y operó parcialmente durante el 2008, por lo que la misma refleja un aumento en comparación con años anteriores. Para el resto de las unidades, esta disminución puede estar relacionada a la reducción en el crecimiento por la demanda de energía.

BENCHMARK





Se utilizó como BM el dato del año 2005 (706.4 mgd) como Año Base (Dato obtenido del Plan Integral de Recursos de Agua). Este dato representa las proyecciones de necesidades de producción de agua dulce para todos los usos consuntivos del País, donde se incluyen requerimientos de producción del sector servido por la AAA, residencial auto abastecido, de las industrias auto abastecidas y el sector agrícola. Como se mencionó anteriormente, el USGS estimó las extracciones de agua dulce para usos consuntivos durante el año 2010 en 724 mgd, cifra mayor que el BM establecido. Cabe mencionar que con la pérdida de población que el país experimenta actualmente, se proyecta que el consumo de agua dulce se reduzca durante los próximos años.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

Una de las limitaciones del indicador es que la extracción de agua depende en gran medida de la población, cosa que varía. Las reducciones y aumentos en la población surten efecto sobre las extracciones de agua. El BM utilizado está atado a la población que existía en el año 2005, la cual era mayor que la actual. Otro factor que influye en la cantidad de agua extraída son las pérdidas en el sistema de la AAA, por lo que el indicador utilizado no representa el consumo actual, pues incluye el agua no facturada.

Otra limitación que tiene este indicador es que la recopilación y validación de los datos toma un tiempo considerable antes de su publicación, lo que ocasiona un retraso en la disponibilidad de las estadísticas.

La limitación que tiene este indicador en cuanto al agua salada, es que no se cuenta con un dato que se pueda medir científicamente para el agua de mar ya que las cantidades son estimadas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al ver un descenso poblacional, es de esperarse una reducción en las extracciones. Esta reducción no se ha observado, por razones que no han sido identificadas. Es necesario reducir las extracciones pues actualmente se sobrepasa el Benchmark seleccionado para este indicador.



Con el propósito de reducir las extracciones, se recomienda una reducción en las pérdidas de la AAA. También se recomiendan programas educativos de conservación de agua dirigidos a la ciudadanía para reducir el consumo de agua en los hogares

Actualmente la AEE está en la etapa final del diseño de una planta de ultrafiltración y osmosis a la inversa para extraer agua del canal de riego del Lago Patillas, para satisfacer las necesidades de agua dulce de la Central Aguirre. Esto evitará la extracción de agua del acuífero del sur, manteniendo dicha extracción sólo como resguardo. De esta manera, se está contribuyendo a que se restaure el acuífero.

La Central Costa Sur utiliza como fuente de agua fresca el efluente de la planta desalinizadora de la Cogeneradora Ecoeléctrica. Esta acción disminuyó la extracción de agua del acuífero.

INDICADOR: MILLAS DE PLAYA APTAS PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS DE CONTACTO DIRECTO

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador aplica de forma directa a las zonas de bañistas (playas) y áreas costeras cuya calidad de agua permite actividades de contacto directo (cualquier actividad recreacional incluyendo natación u otros usos que requiera un contacto prolongado y directo del cuerpo humano con el agua). La importancia estriba en que el resultado mostrado por este indicador sea la herramienta para poder establecer estrategias y controles más estrictos para proteger el recurso y la salud pública.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

El litoral costero de Puerto Rico, comprende un total de 546.63 millas, incluyendo las islas de Vieques, Culebra y Mona. Actualmente, un total de 419.01 millas son monitoreadas cada dos meses mediante la Red de Monitoria de Aguas Costaneras (RMAC), que incluye un total de 104 estaciones.



Las estaciones incluidas en la RMAC fueron redistribuidas de acuerdo a la nueva segmentación del litoral costero que se comenzó a utilizar en el año 2010. La nueva segmentación consiste de 64 unidades de evaluación (segmentos). Con el nuevo sistema de segmentación, se determinó remover tres (3) segmentos en el área que comprende La Laguna del Condado e incluirlos como parte del Estuario de la Bahía de San Juan. Por lo cual, estos segmentos, aunque son evaluados como estuarios no están incluidos en el total de millas del litoral costero, lo que redujo el total de millas del mismo.

La evaluación de la calidad de las aguas costeras en Puerto Rico se determina tomando en consideración cinco (5) categorías de logros establecidas en las Guías para el Informe Integrado 305(b)/303(d) de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés). Las categorías utilizadas son las siguientes:

Categoría 1: Aguas que logran el estándar de calidad de agua. Estos segmentos incluyen aquellos cuerpos de agua donde el monitoreo y otros datos técnicos indican que no hay usos impactados.

Categoría 2: Aguas que logran algún uso designado pero no hay datos disponibles para hacer una determinación de logro para el resto de los usos. Monitoreo adicional será implementado para documentar la evaluación del resto de los usos.

Categoría 3: Aguas con información insuficiente para determinar si algunos de los usos designados son logrados. Estos segmentos son registrados como no evaluados.

Categoría 4: Aguas en las cuales los usos designados están impactados o amenazados, pero se espera que estos logren los estándares de calidad de agua para los próximos dos (2) años si se implementan las correspondientes medidas de control.

Categoría 5: Aguas en las cuales los estándares de calidad de aguas no son logrados. Estos segmentos de aguas han sido listados como aguas impactadas en la Lista 303(d), y el mecanismo de Carga Total Máxima Permitida (TMDL, por sus siglas en inglés) debe ser desarrollado.

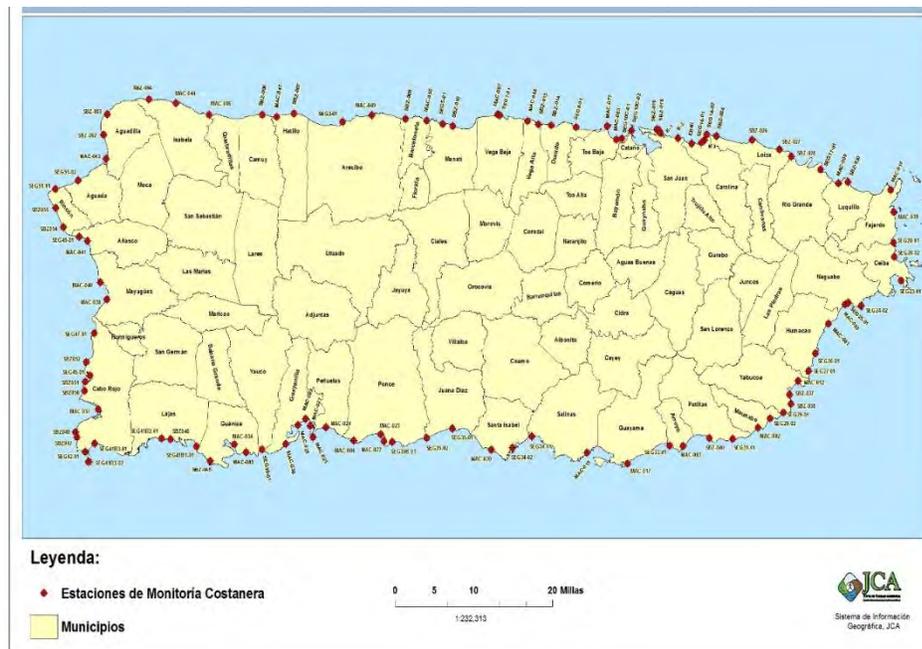


Las actividades de monitoría de la JCA incluyen muestreos rutinarios de calidad de agua de varias redes, estudios especiales y estudios sinópticos realizados en cuerpos de agua de interés. La JCA posee dos (2) redes permanentes de monitoreo que proveen datos de calidad de agua de parámetros físicos, químicos y biológicos.

1. *Red de Monitoría de Aguas Costaneras:* Operada por la JCA, esta red incluye las estaciones de monitoría ubicadas alrededor de las costas de Puerto Rico cuya frecuencia de monitoreo es cada dos (2) meses. Los parámetros monitoreado son los siguientes:

Coliformes Fecales	Amoniaco (NH ₃) como N
Enterococos	Aceite y Grasa
pH	Nitrato (NO ₃ ⁻) + Nitrito (NO ₂ ⁻) como N
Temperatura	Oxígeno Disuelto (OD)
Turbidez	Salinidad

GRÁFICA 7 RED DE MONITORÍA DE AGUAS COSTANERAS, JCA



2. El Programa de Monitoría de Playas y Notificación Pública fue creado por la Ley Federal de Playas del 2000 con el propósito



de proteger la salud de los bañistas que visitan las playas. La JCA muestrea las 37 playas y balnearios más frecuentados por los bañistas en Puerto Rico. En cada una de las 37 playas se realiza un muestreo bi-semanal para el parámetro bacteriológico de enterococos (Figura. 2). Los datos se encuentran disponibles al público desde marzo 2003 hasta el presente. Los mismos se pueden acceder a través del “website” de la JCA (<http://www.jca.gobierno.pr/MonitoriaPlayas>) y en el Área de Evaluación y Planificación Estratégica de la JCA. Además, pueden ser accedidos en la base de datos nacional de la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) conocida como STORET en la dirección: www.epa.gov/STORET. Además, la JCA postea las condiciones de la calidad del agua en las playas mediante un mapa que indica la ubicación de la playa e identifica con color verde o amarillo la calidad del agua. El color verde indica las playas que se encuentran aptas para bañistas, y el color amarillo las playas que al momento no están aptas para bañistas, según los datos de los muestreos realizados (Figura 3). Los resultados de los muestreos se utilizan para la evaluación del litoral costero en el Reporte Integrado requerido bajo la sección 305(b) y 303(d) de la Ley de Agua Limpia.



GRÁFICA 8 ESTACIONES DE MONITORÍA DEL PROGRAMA DE MONITORÍA DE PLAYAS Y NOTIFICACIÓN PÚBLICA

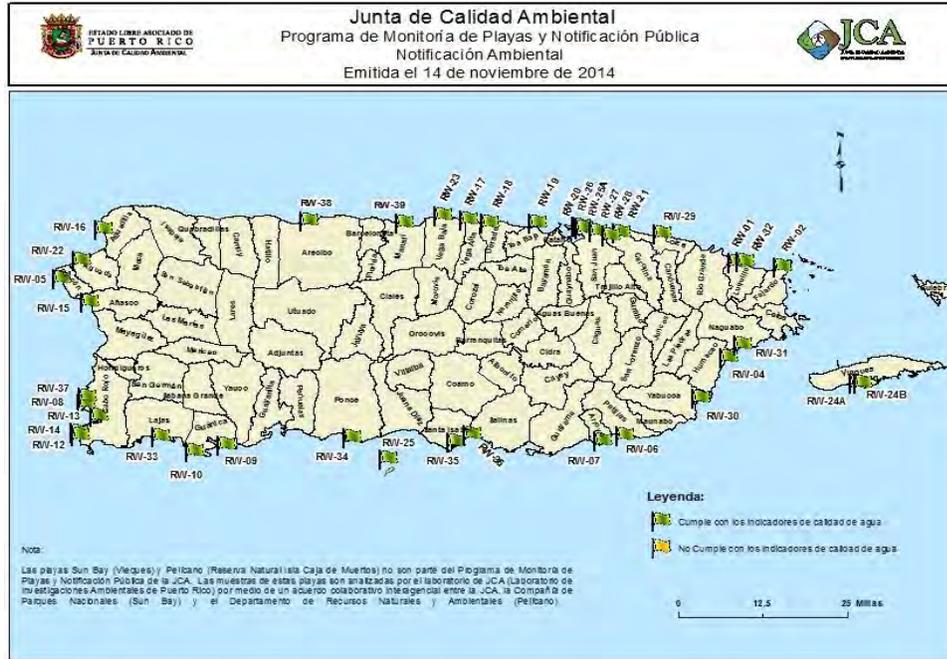


TABLA 7 BALNEARIOS Y PLAYAS INCLUIDOS EN EL PROGRAMA DE MONITOREO DE PLAYAS Y NOTIFICACIÓN PÚBLICA

IDENTIFICACIONES DE LAS PLAYAS	
RW-1 Balneario de Luquillo	RW-22 Balneario de Aguada
RW-2 Balneario Seven Seas, Fajardo	RW-23 Balneario Puerto Nuevo, Vega Baja
RW-4 Balneario Punta Santiago, Humacao	RW-24A Balneario Sun Bay, Vieques
RW-5 Balneario de Rincón	RW-24B Balneario Sun Bay, Vieques
RW-6 Balneario de Patillas	RW-25 Playa Pelicano, Caja de Muertos
RW-7 Balneario Punta Guilarte, Arroyo	RW-25A Playa Sixto Escobar, San Juan
RW-8 Playa Buyé, Cabo Rojo	RW-26 Playita del Condado, San Juan
RW-9 Balneario Caña Gorda, Guánica	RW-27 Playa Ocean Park, San Juan
RW-10 Playa Santa, Guánica	RW-28 Playa el Alambique, Carolina
RW-12 Playa Combate, Cabo Rojo	RW-29 Playa Vacía Talega, Loiza
RW-13 Balneario Boquerón, Cabo Rojo	RW-30 Playa Guayanés, Yabucoa
RW-14 Playa Mojacasabe, Cabo Rojo	RW-31 Tropical Beach, Naguabo
RW-15 Balneario de Añasco	RW-32 Playa Azul, Luquillo
RW-16 Playa Crash Boat, Aguadilla	RW-33 Playita Rosada, Lajas



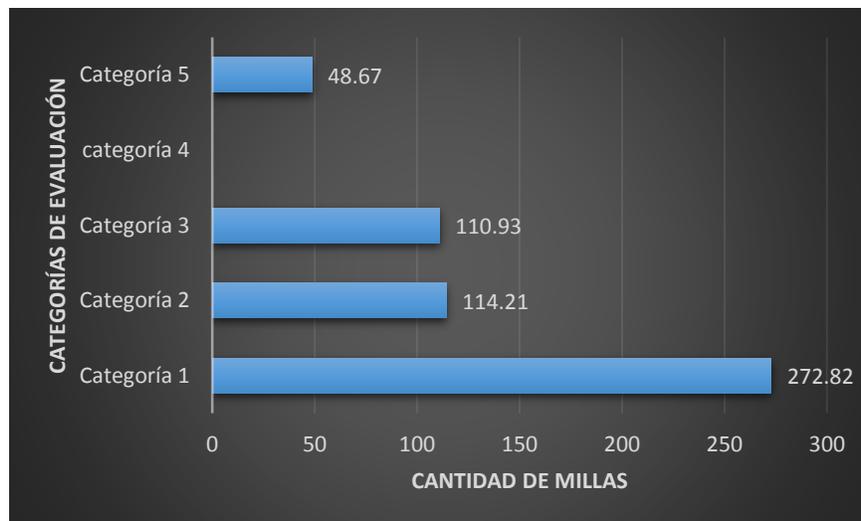
IDENTIFICACIONES DE LAS PLAYAS

RW-17 Balneario Cerro Gordo, Vega Alta	RW-34 Playa del Hilton, Ponce
RW-18 Balneario Sardinera, Dorado	RW-35 Playa Jauca, Santa Isabel
RW-19 Balneario Punta Salinas, Toa Baja	RW-36 Balneario de Salinas
RW-20 Balneario El Escambrón, San Juan	RW-37 Playa Villa Lamela, Cabo Rojo
RW-21 Balneario de Carolina	RW-38 Playa Muelle de Arecibo
	RW-39 Playa Mar Chiquita, Manatí

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

En segmentos del Litoral Costero con estaciones de muestreo las aguas costeras fueron evaluadas para el uso de recreación de contacto directo (recreación de contacto primario). Para este indicador, los parámetros considerados son Coliformes Fecales y Enterococos. Los resultados obtenidos para cada una de las estaciones de monitoría serán comparados con el estándar de calidad de agua correspondiente, según establecido en el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua, según enmendado. La siguiente gráfica presenta los resultados de la evaluación de calidad de agua del litoral costero para el ciclo de evaluación 2014 que comprende dos años de datos evaluados.

GRÁFICA 9 RESUMEN DEL LITORAL COSTERO RECREACIÓN DE CONTACTO PRIMARIO CICLO DE EVALUACIÓN 2014



De las 546.63 millas del litoral costero 110.93 son millas no monitoreadas y 419.01 son millas monitoreadas. Del total de millas



monitoreadas para el ciclo de evaluación del año 2014, 48.67 millas no cumple con los estándares establecidos para Recreación Primaria (estándar de enterococos y coliformes fecales).

LIMITACIONES DEL INDICADOR

Como factores limitantes se pueden mencionar los siguientes:

- Aunque la JCA tiene establecida redes de monitoria en el litoral costero no se puede medir la calidad de agua en todo el litoral costero debido a la falta de recursos económicos y personal.
- Se utiliza un método de análisis donde se realizan duplicados, a un 10% de las muestras, para atender el problema de falsos positivos y falsos negativos en los resultados.
- Actualmente el número de las Zonas Especiales de Bañistas es mayor de las que se pueden monitorear.
- Aunque existe el Programa de Monitoría de Playas y Notificación Pública, este programa solamente reporta resultados para 36 playas de mayor uso.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Red de Monitoria de Aguas Costaneras existente ha sido el mecanismo utilizado para evaluar los usos designados establecidos en el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua. La RMAC fue establecida tomando en consideración las zonas que mayor uso les daban los ciudadanos a las playas y otras del litoral costero. Con el tiempo las necesidades y usos dado a nuestras costas han cambiado debido al aumento poblacional lo que incrementa la demanda de los recursos marinos ya sea para para usos comerciales y/o turísticos, debido las estaciones de la RMAC fueron relocalizadas. La actual evaluación de la RMAC y la relocalización de las estaciones ha permitido que la mayoría de los segmentos en el litoral costero de PR tengan al menos una estación de monitoría, lo cual nos ayuda a realizar una evaluación más completa de la calidad del agua. Además, tuvo como propósito actualizar las estrategias para la protección y conservación de nuestras costas y así mantener la protección y calidad necesaria para el disfrute de presentes y futuras generaciones.



ASUNTO: DISPONIBILIDAD DE AGUA

INDICADOR: CUENCAS HIDROGRÁFICAS BAJO NIVELES DE SEQUÍA

TIPO: I

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador mide el caudal de agua en los cauces de ríos de Puerto Rico y con esta información determina la condición hidrológica en la que se encuentran las cuencas principales en comparación con las condiciones hidrológicas históricas de las mismas. Para esto se han establecido una serie de categorías que se mencionan a continuación: periodo húmedo, normal, atípicamente seco, sequía moderada, sequía severa, sequía extrema y sequía excepcional.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

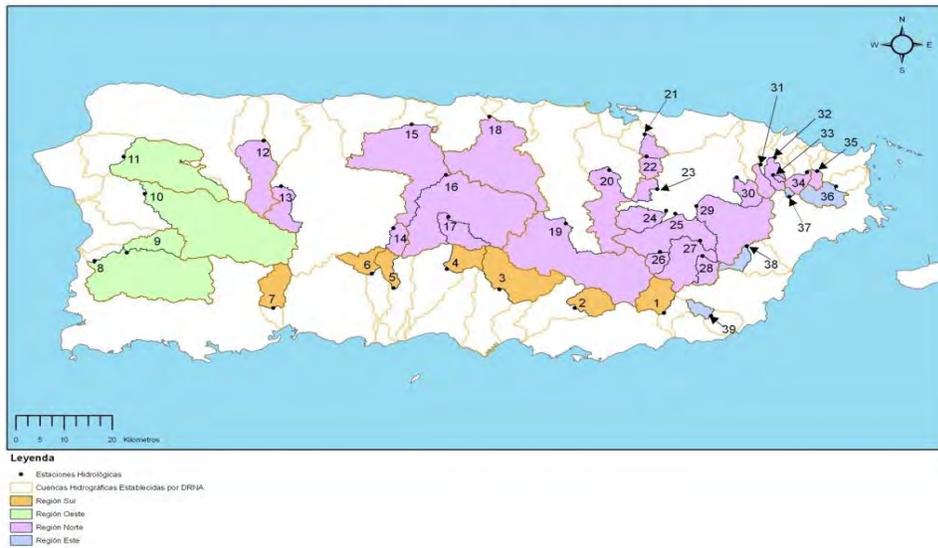
Se utilizan 39 estaciones de aforo del Servicio Geológico Federal que tienen más de 20 años de datos, que se encuentren aguas arriba de los embalses y lejos de la influencia de tomas de extracción de agua de caudal significativo (Ver Ilustración 1). Con la información histórica recopilada de cada una de estas estaciones, se compara el periodo de un año en particular y lo compara con las condiciones reportadas para la sequía del año 1994. Luego se computan las tendencias hidrológicas de las cuencas utilizando percentiles para los siguientes periodos: 1 mes, 3 meses, 6 meses, 9 meses y 12 meses. En la Ilustración 2 se observan los cálculos para las cuencas principales en un periodo de 12 meses para el año 2014.



MAPA 1 ESTACIONES DE AFORO Y CUENCAS ASOCIADAS



Herramienta de Monitoreo de Aguas Superficiales en Cuencas Principales de Puerto Rico

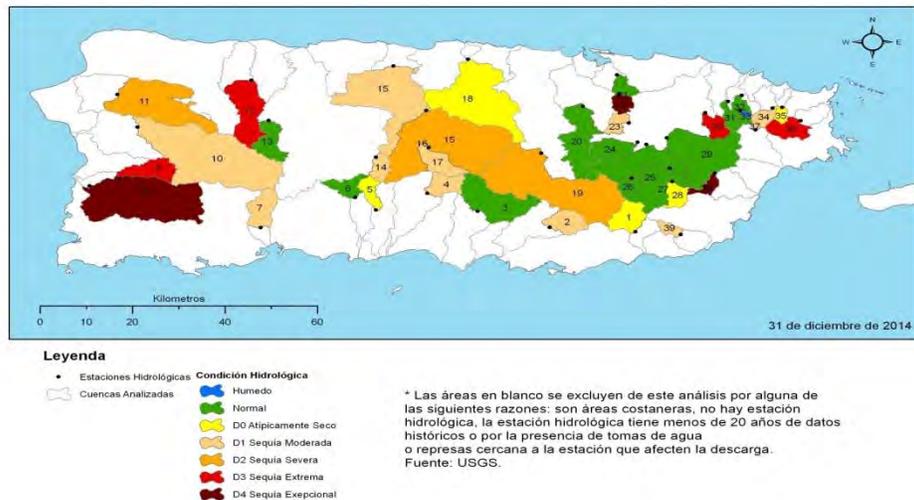


Fuente: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, 2015

MAPA 2 RESULTADOS DE LA HERRAMIENTA PARA EL AÑO 2014



Herramienta de Monitoreo de Aguas Superficiales en Cuencas Principales de Puerto Rico



Fuente: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, 2015



LIMITACIONES DEL INDICADOR

1. Muchas estaciones del Servicio Geológico Federal no cumplen con los 20 años de récord.
2. Las estaciones ubicadas aguas abajo de embalses o cerca de la influencia de tomas de extracción significativa de agua fueron excluidas del análisis, ya que el caudal que reportan no es reflejo de las condiciones de la cuenca en su forma más natural.
3. Existen muchas áreas en las diferentes regiones de la isla que no cuentan con estaciones hidrológicas, lo que limita la capacidad que tiene la herramienta para conocer las variaciones de las condiciones hidrológicas a través de toda la isla.
4. El análisis fue realizado utilizando la base de datos disponibles en formato electrónico de la página del USGS (<http://pr.water.usgs.gov/>). Los últimos años de datos registrados están sujetos a aprobación, lo que puede proporcionar un por ciento de error adicional al análisis.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. De las 88 estaciones de medición de flujo que actualmente opera el USGS, solo se pudieron utilizar 39. Se espera que en el futuro otras estaciones puedan ser incluidas, a medida que vayan cumpliendo la cantidad mínima de años de datos.
2. Gracias al desarrollo e implantación de esta herramienta, se puede entender la dinámica de las condiciones hidrológicas como respuesta a la sequía para una cuenca en particular. Sin embargo, llenar los vacíos que actualmente existen en el análisis, debido a la falta de representación de algunas cuencas, proveerán de



mayor información para una mejor toma de decisiones en cuanto al manejo de los recursos hídricos del País.

INDICADOR: NIVEL DE SEDIMENTACIÓN DE LOS EMBALSES TIPO I

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador se utiliza para cuantificar problemas de sedimentación en los embalses y, por consiguiente, pérdida de capacidad de estos.

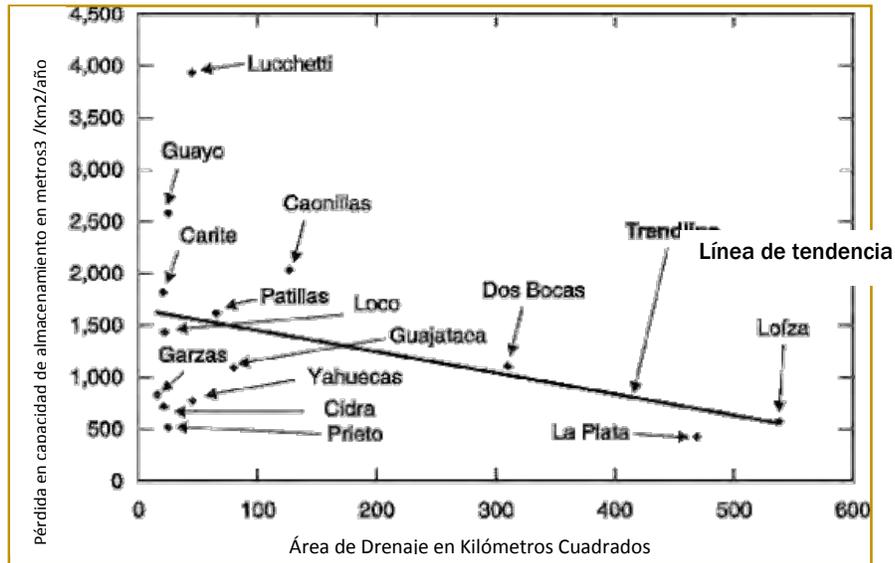
CONSIDERACIONES TÉCNICAS

La combinación de suelos empinados, lluvias intensas, el tipo de suelo y el uso que se le da a los mismos hacen que las tasas de erosión y sedimentación sean muy altas en Puerto Rico en comparación con otras áreas del mundo. El alto acarreo de sedimentos de algunos cuerpos de agua y el desarrollo desmedido en las áreas cercanas a los embalses, así como la falta de control de erosión en nuestras cuencas aceleran el proceso de sedimentación de los embalses. En cuencas con embalses, los ríos y quebradas transportan los sedimentos erosionados hacia los embalses donde son atrapados. Todos los embalses de la Isla pierden capacidad de almacenaje debido al proceso de sedimentación, pero existe mucha variación en las tasas de sedimentación de un embalse a otro. La construcción de embalses fuera de los cauces de ríos permite controlar los niveles de sedimentos que pueden impactar estos embalses. El agua capturada en estos embalses proviene de las áreas protegidas que forman parte del área de captación de estos embalses y de flujos de ríos cuando los niveles de sedimentos en los mismos es bajo.



ANÁLISIS

GRÁFICA 10 PÉRDIDA DE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO PARA LOS EMBALSES EN PUERTO RICO.



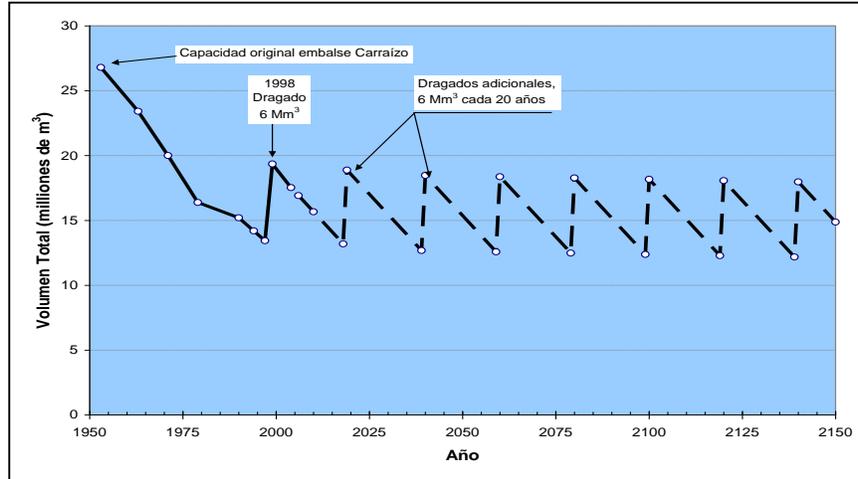
Fuente: G. Morris, 1998.

En el caso de los embalses, los datos del USGS demuestran que el problema no es falta de agua, sino de capacidad de almacenaje en los embalses existentes. Como ejemplo, la cuenca del Río Grande de Loíza produce anualmente un promedio de 300,000 acres pies (un acre pie es equivalente a 325,000 galones). En el caso del Embalse de La Plata la producción de la cuenca es un promedio de 190,000 acres-pies, mientras que la extracción en el embalse para la planta de filtración de La Plata es de menos del 40% de la producción o 78,000 acres-pies, mientras el balance fluye al mar. Lo mismo ocurre esencialmente en todos los embalses (excepto Toa Vaca en Villalba).

En la ilustración que sigue, se muestra el comportamiento histórico del volumen (capacidad) del lago Carraízo y los volúmenes de agua proyectados, tomando en consideración la tasa de sedimentación de Carraízo y los futuros dragados que serían necesarios para recuperar parte del volumen de almacenaje de agua perdido por la sedimentación. Sin embargo, debido al almacenaje limitado del Embalse de Carraízo, se utilizan aproximadamente solo 120,000 acres pies en esa cuenca, fluyendo el balance hacia el mar.

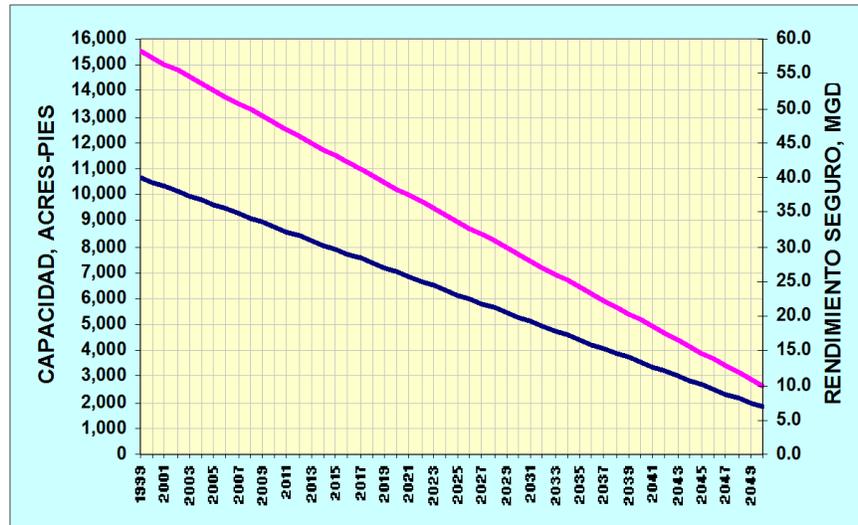


GRÁFICA 11 COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL VOLUMEN DEL LAGO CARRAÍZO



Fuente: PIRA, 2008.

GRÁFICA 12 CURVA DE SEDIMENTACIÓN Y CAPACIDAD DEL EMBALSE CARRAÍZO



Fuente: Borrador Inventario de Recursos de Agua de Puerto Rico, 2004.

ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LA SEDIMENTACIÓN

Existen una variedad de alternativas para el manejo de sedimentación en embalses. Estas alternativas son descritas en el Plan Integral de Recursos de Agua (2015). En un embalse se puede utilizar más de una técnica y diferentes técnicas pueden ser más apropiadas en diferentes



momentos a lo largo de la vida del embalse. Las estrategias de manejo se pueden catalogar en cuatro temas básicos: (1) reducir el aporte de sedimentos hacia el embalse, (2) manejo hidráulico del embalse para minimizar el depósito de sedimentos, (3) remover los sedimentos una vez depositados, y (4) manejar las consecuencias sin manejar el proceso de sedimentación como tal.

A continuación un resumen de estrategias para el manejo de sedimentos:

1. Reducir el aporte de sedimentos. Esto se puede lograr mediante trampas de sedimento, las que pueden ser tanto estructurales como no estructurales, dentro o fuera del río. Otra manera para reducir el aporte de sedimento es mediante controles de erosión.
2. Minimizar el asentamiento de sedimentos. Esta estrategia se fundamenta en el desvío de sedimentos. Esto se puede lograr mediante el desvío de corrientes de agua turbia o el desvío de crecidas, entre otras. Una estrategia para el desvío de sedimentos que se ha implantado en Puerto Rico es la construcción de embalses fuera del cauce.
3. Recuperar el volumen de almacenamiento. Una manera de lograr esto es mediante excavación, ya sea hidráulica o mecánica. Otra manera es mediante la redistribución de sedimentos. Esta última se puede lograr con modificaciones estructurales o subiendo el nivel operacional.

BENCHMARK

La pérdida anual de capacidad del embalse no debe superar el 0.2% de la capacidad original.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

El volumen de sedimentos que se depositan en un embalse se puede calcular (de forma aproximada) a través de estaciones de muestreo de sedimentos. No hay estaciones de medición de sedimentos en las



cuenca de los embalses que permitan conocer la cantidad de sedimentos que mueven los distintos tipos de eventos de lluvia en cada cuenca. Aunque se conoce que la condición natural de los cuerpos de agua superficial (suplen el 55% de los abastos de agua potable) arrastra muchos sedimentos, no se han implantado medidas eficientes para evitar que los sedimentos se depositen en los embalses. Además, los estudios de batimetría tienen altos costos, razón por la cual no se realizan con tanta frecuencia. Los estudios de batimetría más recientes son para el embalse Carraízo, con fecha del 2009 y para La Plata, con fecha del 2015. Estos estudios pueden ser utilizados para comparar cambios en las tasas de sedimentación para estos embalses.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda que la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados y la Autoridad de Energía Eléctrica adopten e implanten un plan para el control de los sedimentos que llegan a sus embalses. Continuar con el diseño de embalses nuevos fuera del cauce o con estructuras que puedan proveer una media vida mayor de 250 años. Iniciar investigaciones sobre la manera de minimizar las tasas de sedimentación en los embalses principales, con énfasis particular en obras de manejo hidráulico, e implantar las medidas de control de erosión.

Un factor que agrava esta situación es que los municipios y la Junta de Planificación (JP) no toman en consideración la ubicación de los embalses para calificar los suelos en la cuenca que drena a estos como suelos que ameritan protección para la conservación del recurso agua. Por esta razón se recomienda que la Junta de Planificación establezca como prioridad la ubicación de los embalses para que se incluyan como áreas de protección los terrenos en la cuenca de drenaje. En su Borrador del Plan de Uso de Terrenos (PUT) del 2015, la JP clasifica la mayoría de los suelos circundante a los embalses como Rústico Especialmente Protegido, Ecológico y Agrícola, y Suelo Rústico Común. Estas clasificaciones evitan en cierta medida los desarrollos urbanos extensos pero no son suficiente para eliminar la sedimentación de los cuerpos de agua circundantes. Para esto hacen falta proyectos en los que se tenga la capacidad de llegar directamente a la ciudadanía



para así evitar las prácticas que generan los sedimentos. Las áreas que ya ocurrieron desarrollos urbanos son clasificadas como Suelo Urbano.

INDICADOR: NIVEL DE LOS ACUÍFEROS TIPO I

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Los acuíferos representan la fuente de agua más económica en Puerto Rico, ya que pueden producir agua de calidad potable en las mismas áreas de demanda con simplemente hincar un pozo, activar una bomba y clorinar. Sin embargo, los recursos subterráneos no se están explotando de una manera sostenible, lo que resulta en problemas de intrusión salina (movimiento de agua subterránea del mar hacia tierra adentro). Además, hay problemas de contaminación en sus zonas de recarga. Este indicador mide el nivel de agua en varios puntos de los acuíferos de Puerto Rico. Este valor permite estimar la tendencia del acuífero en respuesta al ritmo de extracción a la cual está sujeto y a las recargas de agua (infiltraciones de agua hacia el acuífero).

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Existen estaciones de niveles en 95 lugares alrededor de la Isla y quince estaciones en tiempo presente ("real time"). La información está disponible a través de la página de Internet del Servicio Geológico Federal (USGS, por sus siglas en inglés). Esto permite obtener los datos históricos de las estaciones y presenta los datos para los últimos siete días de forma instantánea.

En el año 2011, el USGS en conjunto con el DRNA, comenzó una red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas llamado *Groundwater Quality Monitoring Project* el cual provee datos para áreas en el Acuífero del Norte y Acuífero del Sur. En el Acuífero del Sur se obtienen datos de 40 pozos y en el Acuífero del Norte para 21 pozos. De las muestras se obtienen algunas de sus características físicas y químicas, como la concentración de sólidos disueltos y la conductancia específica. Los resultados de las muestras obtenidas están disponibles al público en la página de internet http://pr.water.usgs.gov/projects/GW_quality_monitoring/. Esta iniciativa surgió de la necesidad de monitorear de cerca las condiciones



de estos acuíferos pues ya se habían notado indicios de intrusión salinas en ambos acuíferos.

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

Una vez al mes, se obtienen los datos de nivel potenciométrico de los acuíferos alrededor de la isla. Este es el nivel al que se encuentra el agua bajo la superficie del terreno. Estos datos se presentan con relación al nivel del mar. La data recopilada se almacena para formar parte de la serie histórica del pozo en referencia. La página web del USGS permite descargar la serie de datos en formato de tabla lo que facilita su análisis. En las zonas donde existen tendencias de intrusión salina, o el potencial de la misma, se observan las condiciones del acuífero con mayor atención para establecer si es necesario implantar medidas más intensas para mantener o mejorar la calidad de las aguas subterráneas.

ANÁLISIS

Acuífero de la Costa Norte

Mediante la red de monitoreo de niveles de agua subterránea que opera el USGS, se pudo notar un descenso significativo en el acuífero artesiano o inferior de la costa norte, especialmente en la zona de Barceloneta, durante las décadas de 1980 en adelante. Este descenso se atribuye a dos razones: las extracciones por parte de la industria farmacéutica y a roturas en las camisillas de varios pozos que extraían agua del acuífero inferior. Estas roturas en los pozos de extracción redundaron en filtraciones del acuífero inferior hacia el acuífero superior, o freático. Durante los últimos años se ha notado una mejoría en los niveles del acuífero inferior y en algunos casos ya se observa nuevamente la característica artesiana, la cual se había perdido debido a la baja en los niveles. Esta mejoría se atribuye a la reducción de extracciones debido al cierre de varias industrias en la zona y debido a que se han reparado varias de las roturas más significativas en las camisillas de varios pozos artesianos.

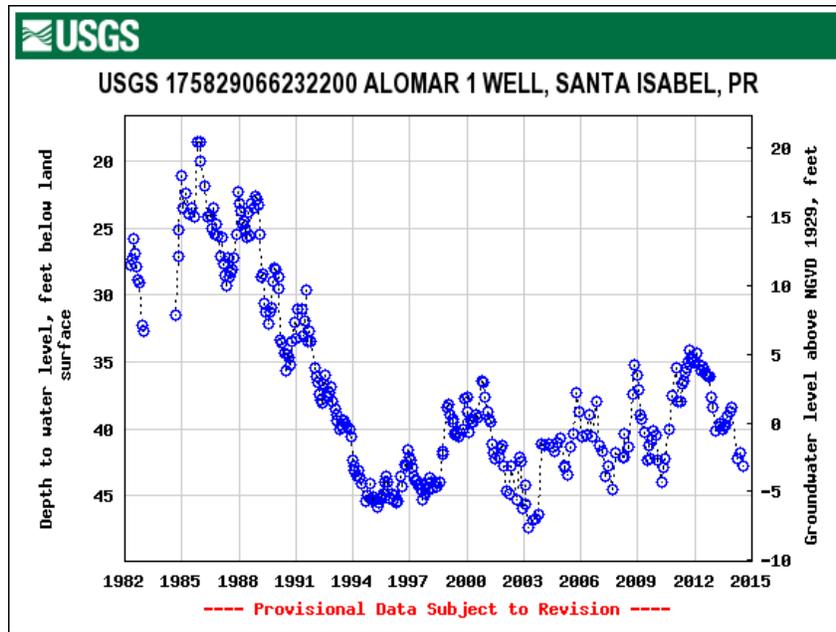
Algún grado de reducción en los niveles de los acuíferos es una consecuencia inevitable del proceso de desarrollar pozos de extracción. Sin embargo, existen herramientas de manejo que pueden maximizar el rendimiento de los acuíferos y evitar la extensión y las consecuencias de la reducción en los niveles potenciométricos de éstos. La



explotación de los acuíferos debe ser igual o menor a la recarga de éstos para que la misma sea una sostenible.

Acuíferos de la Costa Sur

GRÁFICA 13 NIVELES EN EL ACUÍFERO DE SANTA ISABEL.



Fuente: Producido en la página web del USGS, 2015.

Los niveles en los acuíferos freáticos pueden subir significativamente (como efecto de la recarga de mucha lluvia) y bajar en años secos o por bombeo excesivo. Un ejemplo de las variaciones en los niveles del acuífero en el área de Santa Isabel se presenta en la ilustración anterior como resultado de la escasez de lluvia en el área, la eliminación del riego por inundación y como resultado de la explotación de los mismos.

Históricamente los acuíferos en la Costa Sur recibían mucha recarga del agua entregada por los embalses Guayabal, Carite y Patillas, mediante la infiltración a través de los canales en tierra y la práctica de riego por inundación mediante el uso de surcos. Los cambios en riego a técnicas de poco uso de agua, el cambio en uso del agua de los embalses, de uso agrícola a uso doméstico, y la creciente utilización de pozos para abasto de agua potable han reducido la recarga y aumentado las extracciones, sustancialmente. El resultado ha sido una reducción en el nivel freático y un problema creciente de intrusión salina, particularmente en la Costa Sur, entre Arroyo y Ponce. Debido a la



condición crítica en que se encuentran estos acuíferos, el DRNA ha comenzado el proceso para declararlos en estado crítico. Con esta declaración se estaría manteniendo la veda al hincado de pozos establecida desde finales de la década de los '90, se fomentará la sustitución de fuentes de abasto en los casos que sea posible, se desarrollarán e implantarán proyectos de recarga artificial entre otras cosas. Estos acuíferos son de suma importancia pues son la fuente de agua potable, en algunos casos la única, para alrededor de 130,000 personas.

BENCHMARK

Un acuífero freático debe tener su nivel de agua por encima del nivel del mar para evitar la intrusión salina. Para lograr esto es necesario que la tasa de extracción sea menor que la tasa de recarga del acuífero. No obstante, en la costa puede ocurrir intrusión de agua salobre a un pozo cuando este provoca (por su ritmo de extracción) un abatimiento del agua por debajo del nivel del mar y, en ocasiones, por la profundidad a la que se está extrayendo el agua. Esto puede ocurrir aun cuando la extracción sea inferior a la recarga. Los niveles de agua óptimos podrían ser los niveles antes de desarrollo. Los niveles pobres pueden definirse como aquellos que se aproximan al nivel del mar. Niveles por debajo del nivel del mar, por lo general, provocan daño al acuífero.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

El área de los acuíferos es sumamente amplia y no hay suficientes estaciones (pozos de monitoreo) para cubrirlos. Mantener una red de monitoreo robusta es costoso.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ampliar la red de estaciones de niveles de agua para que cubra una mayor área de los acuíferos de la Isla y mantener las estaciones de niveles vigentes para lograr obtener series de datos suficientemente largas que permitan un mejor análisis de éstos. Además, es necesario añadir a estas estaciones los aparatos necesarios para que midan la conductividad del agua de forma que se pueda detectar de inmediato la intrusión de agua salina en éstos. Para atender esta situación de sobre explotación, el DRNA debe mantener las restricciones a las



extracciones existentes y no permitir extracciones adicionales que excedan la capacidad de recarga de los acuíferos.

Para los acuíferos de la costa sur, también será necesario desarrollar e implantar proyectos que mejoren la salud del acuífero. El DRNA está considerando proyectos de recarga artificial en los municipios de Salinas y Santa Isabel los que ayudarán a aumentar los niveles freáticos a unos más saludables.



AIRE

INDICADOR: ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE TIPO I

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

El Índice de Calidad de Aire es un valor que se calcula para entender de una manera fácil y rápida como se puede afectar la salud por la calidad del aire. Con esta información podemos conocer los efectos nocivos de los diferentes contaminantes atmosféricos y como protegerse. El Índice de Calidad de Aire utiliza los números del 0 al 500, lo cual para todos los contaminantes un valor índice de 100 representa un nivel satisfactorio de protección de salud asociado con la norma para cada contaminante y un valor índice mayor de 100 representa un daño significativo.

Para facilitar el uso de este sistema, se asocia con colores y frases que se dividen en seis niveles, estos son: bueno, moderado, insalubre para grupo sensitivo, insalubre, muy insalubre y peligroso.

De acuerdo al nivel y al color se indica qué tan saludable está el aire para ese día y periodo. Los colores son verde, amarillo, anaranjado, rojo, morado y marrón; cada color indica que el aire está menos limpio que el color anterior. El verde es el color que indica la mejor calidad del aire. A cada una de las categorías se le asigna un color y un rango como se detalla en el siguiente recuadro.

Verde 0-50	Amarillo 51-100	Anaranjado 101-150	Rojo 151-200	Morado 201-300	Marrón 300 o más
---------------	--------------------	-----------------------	-----------------	-------------------	---------------------

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Diariamente los monitores de calidad de aire recogen muestras del contaminante PM_{10} para convertirlo en un valor índice utilizando una fórmula estándar que la EPA desarrolló. El valor índice más alto de los monitores de un mismo contaminante localizados en la misma área es el informado como valor del día. Esta información y el estado de la



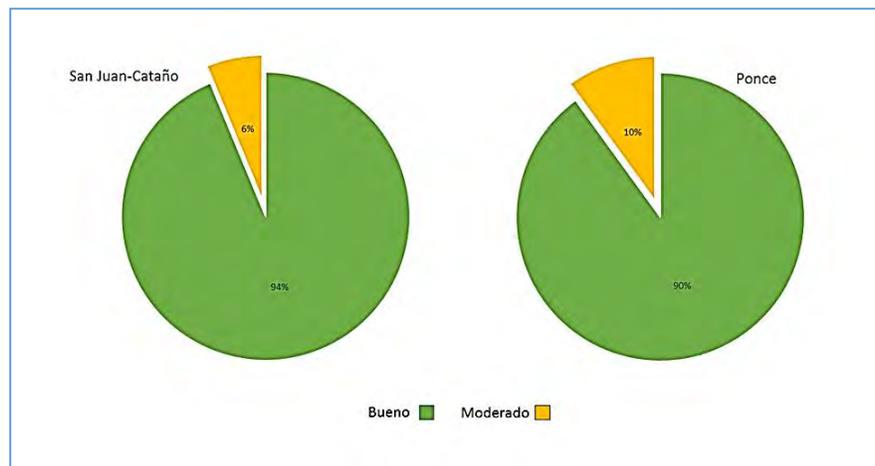
calidad del aire es publicada a la ciudadanía a través de la página electrónica de la JCA y de AirNow de la EPA con el objetivo principal de proteger la salud de los habitantes de Puerto Rico.

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

El Índice de Calidad de Aire debe incluir la zona, periodo, contaminante y el valor índice. Cuando el valor índice es mayor de 100, es muy importante ofrecer información del estado crítico en el cual se encuentra el ambiente en ese momento.

Si se observa el gráfico en el recuadro, para el área de Cataño de los días que la JCA reportó AQI, un 94% fueron de categoría buena y un 6% de categoría moderada. Mientras en el área de Ponce, un 90% fueron de categoría buena y un 10% de categoría moderada. Es importante señalar que durante el 2014 el equipo ubicado en Ponce presentó problemas técnicos para reportar el AQI.

GRÁFICA 14 POR CIENTO DE DÍAS DE ACUERDO A ESCALA DE ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE, 2014

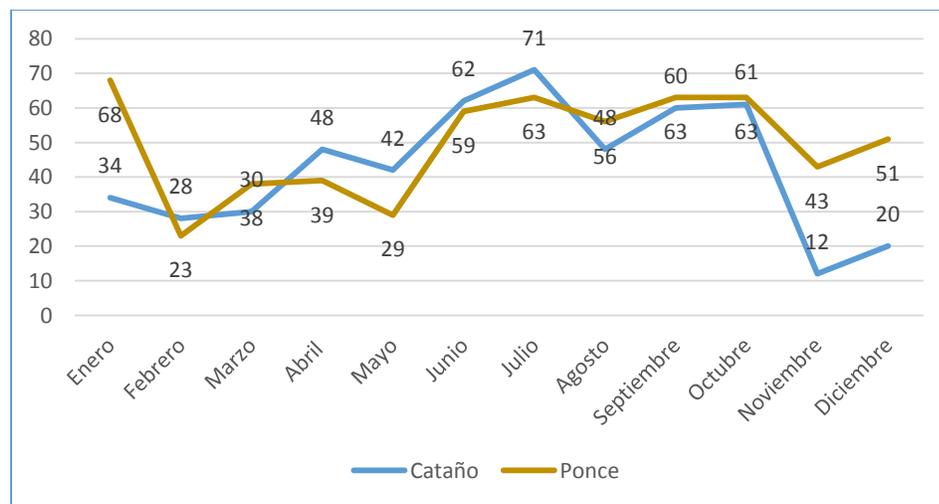


En la gráfica a continuación se puede observar que durante los meses más calientes del año el Índice de Calidad de Aire fue en aumento en ambas estaciones donde se reportó AQI para PM₁₀. Esto es debido al evento natural de Polvo del Sahara sobre Puerto Rico. En Ponce, particularmente, se suma el evento de quema a campo abierto que tanto afecta el área. Durante el periodo de poca precipitación, los campos se vuelven áridos y propensos a combustión instantánea o causada por el



hombre. Se puede observar una tendencia durante los meses de abril a septiembre que la calidad del aire en Puerto Rico empeora pero sin exceder las normas nacionales de calidad de aire. Durante este año no se pudo confirmar o documentar que la Isla fuera afectada por las cenizas del Volcan Le Soufriere en la Isla de Monserrat.

GRÁFICA 15 DISTRIBUCIÓN VALORES MÁXIMOS ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE POR ÁREA, 2014



INDICADOR: CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIOS TIPO I

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

La Junta de Calidad Ambiental estableció una red de monitoreo de aire para mejorar las acciones de vigilancia, control y prevención, con el fin de minimizar los riesgos asociados a contaminación ambiental. La red tiene como objetivo principal determinar la concentración representativa de los principales contaminantes del aire, fundamentalmente en las zonas donde la densidad poblacional es mayor y donde existe mayor concentración de emisiones de contaminantes de acuerdo al desarrollo industrial y económico del país.

Las características de una red de monitoreo son:

- Un número de estaciones suficientes para determinar la calidad del aire de la zona en estudio.



- Los datos obtenidos son analizados con criterios similares de control de calidad.
- Los resultados son comparables a través de tiempo y área.
- El monitoreo de los contaminantes a estudiar, utiliza técnicas analíticas acorde con los niveles de concentración presentes, y de tiempo.
- Los resultados son reportados, analizados e informados periódicamente.

El proceso de evaluación de la calidad del aire consiste en el diagnóstico y reporte de las condiciones físicas, químicas y biológicas. Esta evaluación se sirve de la recolección de muestras en diferentes estaciones, y a intervalos regulares de tiempo, con el objetivo de proporcionar los datos que validados, permitirán determinar los patrones y tendencias de la contaminación ambiental utilizando técnicas o criterios específicos. Los procesos de monitoreo, investigación y vigilancia se basan en la recolección de información de campo, de laboratorio, análisis y evaluación. Los datos se obtienen en lugares geográficos, caracterizados por su objetivo y escala de medida.

La evaluación de la calidad del aire en Puerto Rico por la Junta de Calidad Ambiental se realiza desde el 1974, a través de la red de estaciones para muestreo de aire. En el principio se establecieron estaciones para muestrear Materia Total Suspendida (TSP, en inglés). Luego de investigaciones y análisis se descubrió que el particulado más fino es el que afecta directamente la salud, por lo tanto se establecen nuevas normas para PM_{10} y $PM_{2.5}$. Posteriormente, se establecieron estaciones para tomar muestras de otros contaminantes como: Monóxido de Carbono (CO), Bióxido de Azufre (SO_2), Ozono y Bióxido de Nitrógeno (NO_2). Siempre con el objetivo principal de vigilar que se cumpla con la política pública ambiental y con las normas nacionales de calidad de aire que se contemplan en la

Ley de Aire Limpio del 1970. Estos cambios ocasionan establecer nuevas estaciones o eliminar otras, de acuerdo con la regulación de muestreo vigente. Además, se ha incorporado nuevos equipos atemperados con el tiempo y la tecnología disponible.

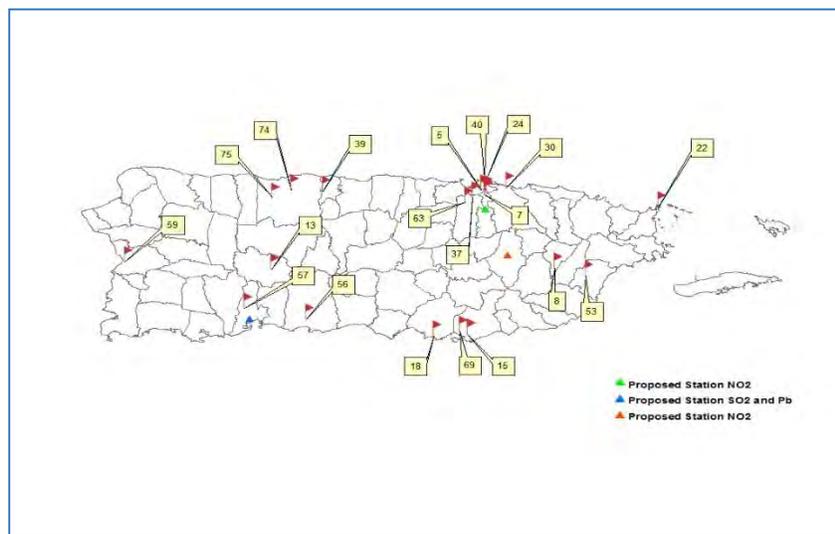


Actualmente, la JCA posee equipos continuos e intermitentes, algunos con conexión remota, y otros con intervalos de frecuencia variada de acuerdo al parámetro y al equipo de muestreo. Para analizar SO_2 , CO , Ozono y NO_2 se utiliza muestreo continuo. Para PM_{10} y $PM_{2.5}$, la JCA posee equipos continuos e intermitentes. Mientras para Sulfato y Plomo se utiliza muestreo intermitente.

El muestreo continuo permite muestras las 24 horas del día, los 365 días del año, con valores cada 5 minutos. Mientras estaciones con muestreo intermitente son muestreos diarios con intervalos de 24 horas, diarios, cada tres o seis días. La frecuencia depende del objetivo de la estación y del equipo utilizado.

En el 2014, la red de muestreo de aire cuenta con 41 monitores. De los cuales, 7 analizan PM_{10} , 13 $PM_{2.5}$, 3 CO , 2 NO_x , 5 SO_2 , 4 TSP Plomo, 4 Sulfato y 2 Ozono y una estación NCore como la que se ilustra. El mapa a continuación detalla la ubicación de los mismos.

GRÁFICA 16 RED DE MUESTREO DE AIRE DE PUERTO RICO, 2014





CONSIDERACIONES TÉCNICAS

La Red de Muestreo de Aire de la Junta de Calidad Ambiental cuenta con equipos complejos y utilizan el método de referencia federal para la colección de concentraciones de contaminantes criterio como el monóxido de carbono, bióxido de nitrógeno, ozono, bióxido de azufre y particulado.

Las estaciones de muestreo de aire continuas capturan las concentraciones mediante equipos especializados para este fin y tienen la particularidad de analizar y recopilar datos cada 5 minutos de forma automática. La información es almacenada en los microloggers con una programación exclusiva para cada uno de los parámetros. Para acceder la información almacenada se puede realizar de dos maneras, por comunicación por remoto o ser transferidas manualmente. La transferencia por remoto permite acceder la información en tiempo real, según el método de comunicación disponible, esto permite resolver de inmediato cualquier situación que pueda afectar la calidad de los datos.

Método de Análisis y Cobertura

Para el 1979, se desarrolla el programa de muestreo de aire nacional con el propósito de regular los contaminantes criterios, para los cuales la EPA estableció Normas Nacionales de Calidad de Aire bajo el Acta de Aire Limpio. Estas normas expresan a largo plazo, valores de promedios anuales y, a corto plazo, valores de promedios de 24, 8, y 1 hora, lo cual establece el método y frecuencia del muestreo.

Bióxido de Nitrógeno (NO₂)

El Bióxido de Nitrógeno junto a las partículas es el responsable que el cielo en algunas áreas urbanas se vea de un color rojizo marrón. Absorbe la luz visible, contribuye al cambio climático, participa en la capacidad oxidativa de la atmósfera para formar radicales y la formación de ozono.

Este contaminante proviene de la quema de combustible a temperaturas extremadamente altas por industrias o termoeléctricas, por otro lado las fuentes móviles contribuyen así como también los incendios.



Este contaminante afecta a la salud significativamente esto es, irrita las vías respiratorias causando bronquitis y pulmonía, reduce la resistencia respiratoria, las personas con condiciones asmáticas son los más vulnerables.

La Agencia cuenta con dos estaciones para el muestreo de éste contaminante una ubicada en Cataño y otra en Bayamón. El equipo utilizado para medir bióxido de nitrógeno se conoce como TECO 42i y T200U este último más sensitivo. Por razones técnicas solo se observan datos para el 2012 y 2014.

La Norma establecida para este contaminante es 100ppb en promedio de 1 hora y 53ppb para el promedio anual. Para establecer cumplimiento con estas Normas se debe observar el promedio de tres años consecutivos del Percentil 98 del promedio de 1 hora y el Promedio Anual. Durante el periodo del 2012 al 2014, ambas estaciones estuvieron fuera de servicio debido a problemas técnicos, por lo cual no se pudo determinar cumplimiento con la norma nacional.

Ozono (O₃)

El Ozono se encuentra en la atmósfera y estratósfera como capa protectora contra los rayos ultravioleta. A nivel de superficie es un contaminante secundario ya que se forma a través de una reacción química entre el bióxido de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles catalizados por la radiación solar. Los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos como hidrocarburos e hidrocarburos oxigenados contribuyen a la formación de ozono.

Es un gas que irrita el sistema respiratorio. Puede reducir la función pulmonar y hacer difícil la respiración. Si la concentración es alta puede agravar el asma y enfermedades pulmonares crónicas y en los peores casos daño permanente al pulmón y hasta la muerte.

La Junta de Calidad Ambiental mantiene dos estaciones de muestreo continuo para ozono. Una ubicada en Cataño y otra en Juncos. La colección de ozono se realiza mediante un analizador fotométrico. Este equipo determina la concentración de ozono midiendo la atenuación de luz debido al ozono en la célula de absorción, a un largo de onda de 254 nm. La concentración de ozono está relacionada a la magnitud de



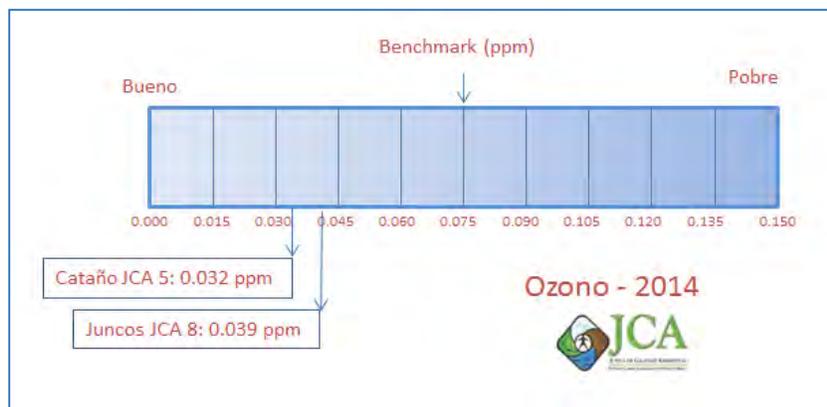
atenuación. Los gases de referencia pasando en la celda de absorción establecen una intensidad de luz cero. El solenoide la desvía y la muestra de gas pasa a través de la celda de absorción para establecer una muestra de la intensidad de la luz. El radio de estas dos lecturas es una medida de luz absorbida por el ozono en la muestra a 254nm. Está directamente relacionado a la concentración del ozono en la muestra a través de la Ley BEER-Lambert.

TABLA 8 ESTACIONES DE MUESTREO PARA OZONO POR AÑO

PERIODO	CATAÑO	JUNCOS
	4TA. MAX. 8 HORAS (PPM)	4TA. MAX. 8 HORAS(PPM)
2012	0.046	0.045
2013	0.027	0.034
2014	0.025	0.038
Promedio 3 años	0.032	0.039

La Norma establecida en marzo de 2008 es de 0.075ppm para el promedio de 8 horas. No obstante, los científicos continúan en el estudio sobre los efectos a la salud y al medio ambiente por este contaminante y crear un límite más fuerte entre 0.060 y 0.070ppm. Para establecer cumplimiento el valor designado se determina al observar la cuarta máxima del promedio de 8 horas y calcular el promedio de tres años consecutivos. Según los valores obtenidos se cumple con la Norma Nacional establecida de 0.075ppm.

BENCHMARK OZONO (0.075 PPM)





MATERIA PARTICULADA

El material particulado es una mezcla compleja líquida y sólida que se quedan suspendidas en la atmósfera y pueden ser arrastradas por corrientes de aire u otros gases. La materia particulada en el ambiente proviene de una variedad de fuentes y tiene diferentes gamas en cuanto a tamaño y composición que puede ser entre 0.0002 y 500 μm .

Gran parte de los problemas ambientales son causados por la contaminación atmosférica. Esta contaminación afecta tanto a los seres humanos como a la naturaleza. Debido a estos factores la Agencia Federal de Protección Ambiental revisó y estableció en diciembre 14 de 2012 Normas Primarias y Secundarias Nacionales de Calidad de Aire más estrictas. Materia particulada $\text{PM}_{2.5}$ para la Norma Primaria Anual es de $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ y la secundaria es $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ y la Norma primaria y secundaria para el promedio de 24 horas es de $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ al calcular el promedio de tres años del Percentil 98. Para el particulado PM_{10} la Norma establecida para el promedio de 24 horas es de $150\mu\text{g}/\text{m}^3$. Los estudios científicos han provisto evidencia de que el material particulado en el aire puede penetrar directamente el interior de los pulmones y causar efectos adversos a la salud.

MATERIA PARTICULADA (PM_{10})

La Agencia mantiene dos estaciones de muestreo continuo para este contaminante. Una está ubicada en Las Vegas, Cataño y otra en Ponce, ambas sirven como Índice de Calidad de Aire para el área Norte y Sur respectivamente.

Según los valores obtenidos por estas dos estaciones de muestreo continuo las Normas Nacionales de Calidad de Aire establecidas no fueron excedidas. Los valores máximos adquiridos por ambas estaciones durante el periodo 2012-2014 se ilustran a continuación:



TABLA 9 MUESTREO DE MATERIA PARTICULADA (PM₁₀) POR AÑO

IRA MAX. 24 HORAS $\mu\text{G}/\text{M}^3$		
AÑO	CATAÑO	PONCE
2012	98	85
2013	74	75
2014	96	90
Promedio ⇨	89	83

La JCA cuenta actualmente con 5 estaciones fijas de muestreo atmosférico intermitente de PM₁₀ las cuales se encuentran en los municipios de Ponce, Guayama, Fajardo y dos en Guaynabo. Las estaciones ubicadas en el área de Guaynabo, tienen como objetivo el de identificar si el área cumple con las normas establecidas ya que en un tiempo se consideraba Área de No Logro Moderado, quiere decir que en algún periodo no cumplió con la norma y fue sometida a limitaciones, mitigación y estrategias para lograr ser un área con una calidad de aire aceptable. Los datos de Fajardo se utilizan como trasfondo y para determinar el impacto del polvo del Desierto del Sahara cada año. Y finalmente Ponce y Guayama por su acelerado desarrollo urbano e industrial.

El PM₁₀ son partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire con un tamaño hasta 10 micrones, estas son el polvo, hollín, etc. Los mismos son producto de fuentes como vehículos de motor, incineración, fertilizantes y pesticidas, construcción, quema agrícola y procesos industriales. La exposición a este contaminante puede causar irritación de garganta y mucosas.

El instrumento utilizado para medir PM₁₀ es el *Hi-Volume Size Selective Inlet (SSI)*, que recoge partículas suspendidas hasta con un diámetro igual o menor de 10 micrones y utiliza un filtro inerte de cuarzo.



A continuación se presenta el análisis de los últimos tres años (2012-2014) de los datos obtenidos de PM_{10} , con el propósito del cumplimiento con la Norma Nacional.

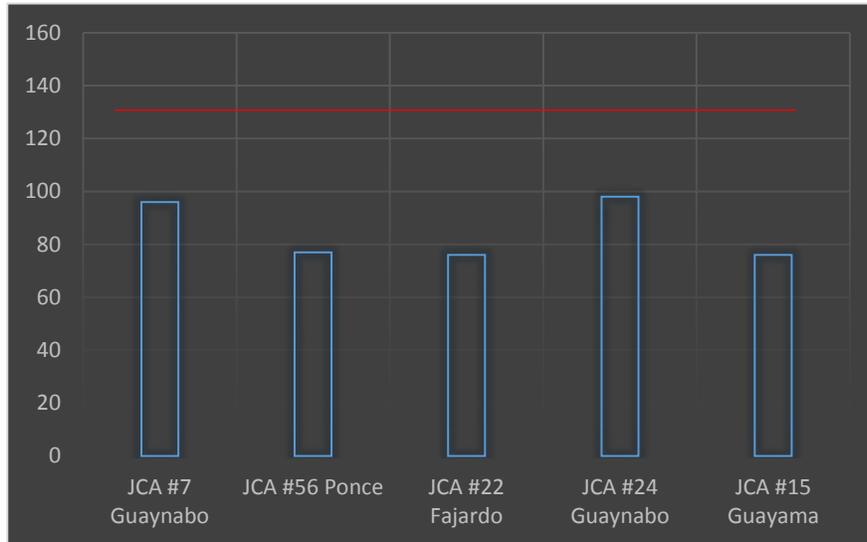
El promedio máximo anual de 24-hr para las diferentes regiones durante los últimos tres años es: Fajardo $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Guayama $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Guaynabo $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Ponce $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y Guaynabo $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De acuerdo con los valores, se deduce que la calidad del aire de Puerto Rico se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma nacional de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Como se puede observar en la gráfica, el municipio que registró las concentraciones más altas fue la de Guaynabo. Los valores utilizados fueron las segundas máximas de 24 horas para promediar.

La estación JCA 7 está localizada en las instalaciones del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, en inglés) en el municipio de Guaynabo. Esta estación toma muestras cada tres días. La concentración más alta de los últimos diez años que se registró para 24 horas fue de $119 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (año 2012). De acuerdo con los datos colectados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado de 24 horas de esta estación para el 2014 fue de $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



GRAFICA 17 PROMEDIO 3 AÑOS MÁXIMAS 24 HORAS PM₁₀



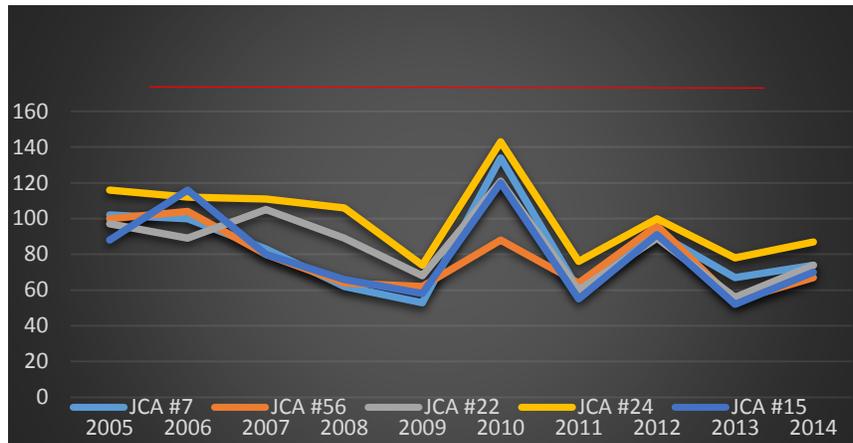
La estación JCA 24 está ubicada en la subestación de la Autoridad de Energía Eléctrica en Guaynabo y monitorea diariamente. La concentración máxima de los últimos diez años se registró en el 2014 con 143 µg/m³, el 100% de datos cumple con la norma establecida para 24 horas. El valor designado de 24 horas de esta estación para el 2014 fue de 98 µg/m³.

La estación JCA 56 se encuentra en la Urb. San Antonio en la Defensa Civil de Ponce. Se instaló con el propósito de proteger la población, ya que en este municipio existe una gran cantidad de actividad industrial teniendo un marcado impacto en la calidad ambiental.

La concentración más alta para los últimos diez años para 24 horas se registró en el 2012 y fue de 98 µg/m³. El 100% de datos cumple con la norma establecida para 24 horas. El valor designado de 24 horas para 2014 es de 77 µg/m³.



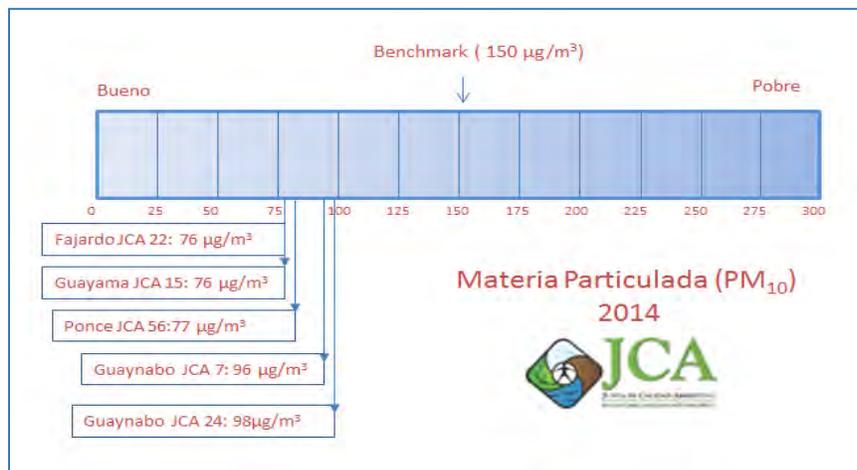
GRÁFICA 18 CONCENTRACIONES PM₁₀ SEGUNDA MÁXIMAS -10 AÑOS (µg/M³)



La estación JCA 22 en Fajardo, ubicada en el Faro de Fajardo, toma muestras diariamente y su propósito es de trasfondo. Su concentración máxima para 24 horas en los últimos tres años fue de 92 µg/m³ en el 2012. El 100% de los datos cumplen con la norma establecida. El valor designado del 2014 es de 76 µg/m³.

En el municipio de Guayama se encuentra ubicada la estación JCA 15. La misma se encuentra ubicada en el Barrio Jobs y se instaló con el propósito de proteger a la población. Esta toma muestras cada tres días. Su concentración máxima para 24 horas en los últimos tres años fue de 94 µg/m³ en el 2012. El 100% de los datos cumplen con la norma establecida. El valor designado del 2014 es de 76 µg/m³.

BENCHMARK PM₁₀ (150 µg/M³)





MATERIA PARTICULADA (PM_{2.5})

Las partículas con un tamaño igual o menor a 2.5µm pueden transportarse hasta penetrar en los pulmones. El efecto que pueda causar a la salud va a depender de su composición química. Puede producir irritación de las vías respiratorias, empeorar el asma y las enfermedades cardiovasculares. En periodos cortos puede causar deterioro en las funciones respiratorias y a largo plazo, enfermedades crónicas, cáncer y la muerte.

El método utilizado para este contaminante es similar al utilizado en el muestreo intermitente de PM₁₀ con la diferencia de que el tamaño a muestrearse es de 2.5 micrones o menos y luego que las partículas caen en el filtro, éste se recoge y se conserva a una temperatura de menos de 4°C para realizarle el análisis químico de acuerdo al método correspondiente para el parámetro PM_{2.5}.

La Agencia opera al presente diez estaciones de muestreo PM_{2.5}. La ubicación de estas estaciones son Adjuntas, Bayamón, Fajardo, Guayama, Guayanilla, Guaynabo, Humacao, Mayagüez, Ponce y San Juan. Todas las estaciones de PM_{2.5} muestrean cada tres días. Para el contaminante PM_{2.5} hay establecidas dos normas nacionales, una que es el promedio aritmético anual (12 µg/m³) y el promedio máximo de 24 horas (35 µg/m³), ambas son normas primarias.

De acuerdo con los resultados el promedio aritmético anual más alto por estación durante los últimos tres años se registró en Guaynabo con 6.9 µg/m³, Ponce con 6.1 µg/m³, Mayagüez con 5.4 µg/m³ y Guayanilla con 5.3 µg/m³, por último Guayama y Adjuntas con 5.2 µg/m³, y 5.1 µg/m³ respectivamente, todas por debajo de la norma nacional que es 12.0 µg/m³. Se puede concluir que la calidad del aire de Puerto Rico se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma nacional primaria para PM_{2.5}.

- La estación JCA #13 está localizada en el municipio de Adjuntas. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de 6.7 µg/m³ y fue en el 2007. De acuerdo con los datos colectados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2014 fue de 5.1 µg/m³.



- La estación JCA #63 está localizada en el municipio de Bayamón. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de 6.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y fue en el 2006. De acuerdo con los datos colectados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2014 fue de 5.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- La estación JCA #22 está localizada en el municipio de Fajardo. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de 5.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y fue en el 2006. De acuerdo con los datos colectados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. Para el 2014 la estación estuvo temporariamente cerrada.

TABLA 10 PROMEDIO ANUAL ARITMÉTICOS POR ESTACIÓN

ESTACIÓN	MATERIA PARTICULADA PM _{2.5}			PROMEDIO ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)
	2012	2013	2014	
Adjuntas #13	5.3	4.7	5.2	5.1
Bayamón #63	6.5	5.2	----	5.3
Fajardo #22	4.6	----	----	----
Guayama #15	5.5	4.8	5.2	5.2
Guayanilla #57	6.5	4.9	4.5	5.3
Guaynabo #24	7.7	6.7	6.4	6.9
Humacao #53	5.3	4.3	3.8	4.5
Mayagüez #59	6.3	5.4	4.4	5.4
Ponce #56	6.8	5.8	5.7	6.1
San Juan #30	8.1	----	----	----

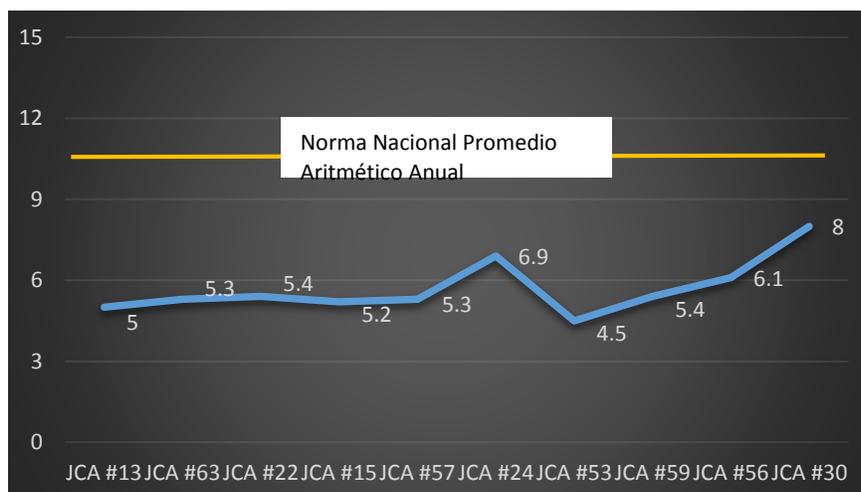
- La estación JCA #15 está localizada en el municipio de Guayama. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de 6.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y fue en el 2007. De acuerdo con los datos



colectados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2014 fue de 5.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- La estación JCA #57 está localizada en el municipio de Guayanilla. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de 6.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y fue en el 2005. De acuerdo con los datos colectados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2014 fue de 5.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- La estación JCA #24 está localizada en el municipio de Guaynabo. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de 8.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y fue en el 2006. De acuerdo con los datos colectados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2014 fue de 6.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- La estación JCA #53 está localizada en el municipio de Humacao. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de 5.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y fue en el 2006. De acuerdo con los datos colectados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2014 fue de 4.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

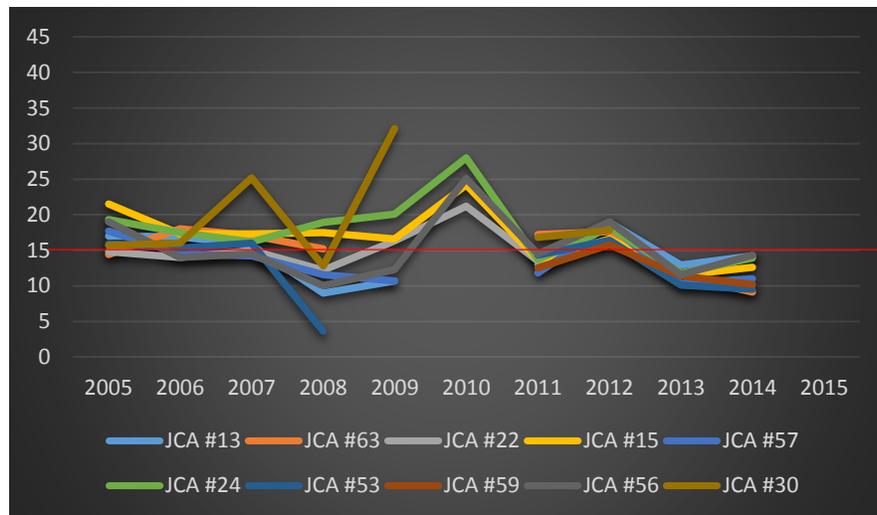
GRÁFICA 19 PROMEDIO ARITMÉTICO ANUAL $\text{PM}_{2.5}$ 2012-2014





- La estación JCA #59 está localizada en el municipio de Mayagüez. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de $6.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y fue en el 2012. De acuerdo con los datos colectados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2014 fue de $5.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- La estación JCA #56 está localizada en el municipio de Ponce. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de $7.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y fue en el 2005. De acuerdo con los datos colectados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. El valor designado del promedio aritmético anual de esta estación para el 2014 fue de $6.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- La estación JCA #30 está localizada en el municipio de San Juan. El promedio aritmético anual más alto de los últimos diez años fue de $8.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y fue en el 2007. De acuerdo con los datos colectados, el 100% de datos cumple con la norma establecida. Para el 2014 la estación estuvo temporeramente cerrada.

GRÁFICA 20 PERCENTIL 98 PROMEDIOS DE 24 HORAS $\text{PM}_{2.5}$ (10 AÑOS) $\mu\text{G}/\text{M}^3$



De acuerdo con los resultados el promedio más alto del percentil 98 de promedios de 24-horas por estación durante los últimos tres años se registró en San Juan ($22.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Fajardo ($16.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y Adjuntas ($15.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), todas por debajo de la norma nacional que es $35.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Se puede concluir que la calidad del aire de Puerto Rico se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma nacional de primaria para $\text{PM}_{2.5}$.

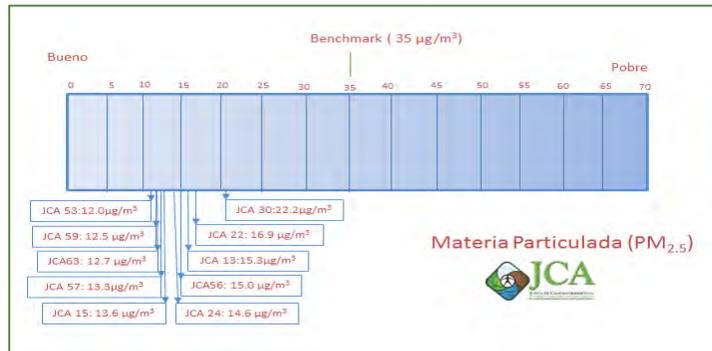


TABLA 11 PERCENTIL 98 MATERIA PARTICULADA PM_{2.5}

PERCENTIL 98				
MATERIA PARTICULADA PM _{2.5}				
ESTACIÓN	2012	2013	2014	PROMEDIO ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)
Adjuntas	18.9	12.9	14.2	15.3
Bayamón	17.6	11.5	9.1	12.7
Fajardo	16.0	----	----	*16.9
Guayama	16.6	11.5	12.6	13.6
Guayanilla	18.6	10.3	11.0	13.3
Guaynabo	18.2	12.5	13.9	14.6
Humacao	16.4	10.1	9.5	12.0
Mayagüez	15.8	11.4	10.2	12.5
Ponce	19.0	11.6	14.3	15.0
San Juan	17.8	----	----	*22.2

*El promedio calculado a base de los años que estuvo operando la estación.

BENCHMARK PM_{2.5} (35 $\mu\text{G}/\text{M}^3$)



Monóxido de Carbono (CO)

El Monóxido de Carbono es un gas inodoro, incoloro y sin sabor, es poco soluble en agua y su densidad es menor que el aire. Al inhalarse sus moléculas ingresan al torrente sanguíneo, donde inhiben la distribución del oxígeno. Los posibles efectos a la salud es que impide el transporte de oxígeno a las células, puede provocar mareos, dolor de cabeza y hasta la muerte. Puede producir hipoxia, daño neurológico,



personas con padecimientos cardiovasculares o anémicos pueden experimentar efectos más severos a su salud.

Este gas se produce como resultado de la combustión incompleta de combustibles en base a carbono, tales como la gasolina, el petróleo y el carbón. Además, de productos naturales y sintéticos, como por ejemplo el humo de cigarrillos. Es bien común encontrarlo en concentraciones elevadas en lugares cerrados, como estacionamientos cerrados y túneles mal ventilados. Incluso en lugares de congestión vehicular.

La Junta de Calidad Ambiental mantiene estaciones de muestreo en áreas como Bayamón, Ponce y San Juan. Para el muestreo de monóxido de carbono se utiliza el *Termo-Electron (TECO 48) Non Dispersive Infrared*, que utiliza la técnica de *Gas Filter Correlation Spectroscopy (GFC)*. La misma compara el espectro de absorción infrarroja del gas que se mide contra otros gases presentes en la muestra. Se filtra la radiación infrarroja transmitida por el analizador mediante una muestra con una concentración alta del gas que se mide.

TABLA 12 CONCENTRACIONES MÁXIMAS 2012-2014

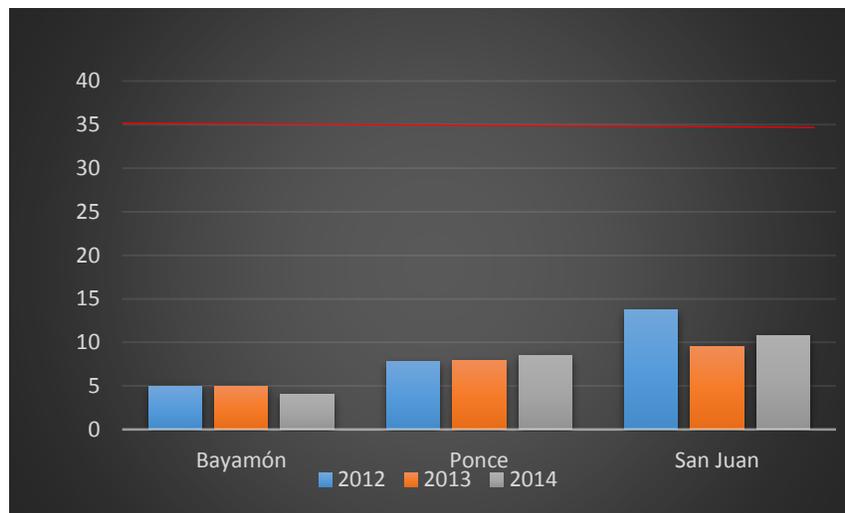
MUNICIPIO	AÑO	OBSERVACIONES	2DA MÁX. 1 HORA PPM	2DA MÁX. 8 HORAS PPM
Bayamón	2012	6889	5.0	4.4
	2013	8406	5.0	1.3
	2014	5450	4.1	1.8
Ponce	2012	7910	7.8	1.8
	2013	8202	7.9	2.1
	2014	6628	8.5	0.8
San Juan	2012	6922	13.7	3.2
	2013	8210	9.5	2.7
	2014	8482	10.8	2.6

Para este análisis se consideraron los resultados obtenidos durante los años de 2012 al 2014, de acuerdo con los datos en Bayamón se determina que 4.1ppm es el valor designado para 1 hora y 1.8ppm es el valor designado para 8 horas. Ponce obtuvo 8.5ppm como valor designado de 1 hora y 0.8ppm como valor designado para 8

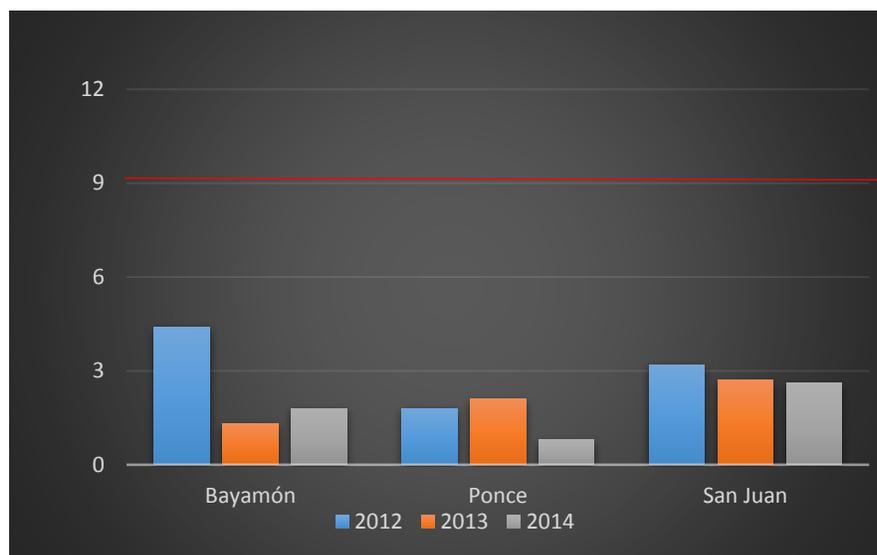


horas y finalmente San Juan obtuvo 10.8ppm como valor designado de 1 hora y 2.6ppm como valor designado de 8 horas. La Norma Nacional para Monóxido de Carbono es 35 ppm para promedio de 1 hora y 9ppm para promedio de 8 horas. Para determinar si se cumple con la Norma establecida se debe observar la segunda máxima de 1 hora y 8 horas de cada estación ubicada. Al comparar los resultados se cumple con las Normas Nacionales establecidas.

GRÁFICA 21 2^{DA} MÁXIMAS DE 1 HORA CO



GRÁFICA 22 2^{DA} MÁXIMAS DE 8 HORAS CO





BENCHMARK CO (9 PPM)



BIÓXIDOS DE AZUFRE (SO₂)

El bióxido de azufre es un gas incoloro producido por la oxidación del azufre. Está presente en la atmósfera naturalmente, ya que se produce en los volcanes y durante la descomposición de materia orgánica. El hombre ha alterado su ciclo natural ya que al agregar grandes cantidades a la atmósfera en muy poco tiempo aumenta su concentración. Los combustibles fósiles al ser quemados en plantas eléctricas, industrias, fábricas y refinerías lo liberan a la atmósfera transformada en bióxido de azufre.

Este gas es irritante y tóxico, afecta sobre todo las mucosidades y los pulmones lo que provoca ataques de tos. Puede causar bronco constricción, bronquitis y traqueítis, también bronco espasmos en personas asmáticas. Éste y los óxidos de nitrógeno son los mayores precursores de la lluvia ácida, la cual está asociada con la acidificación de lagos y ríos, acelera la corrosión de los edificios y monumentos y deteriora la visibilidad.

Al momento la Agencia mantiene cinco estaciones de muestreo ubicadas en Cataño, Guayama, Juncos, Salinas y Bayamón. El método de colección para bióxido de azufre es el Analizador de Pulsaciones Fluorescente para SO₂. El método de análisis utiliza la detección de la fluorescencia liberada por la molécula de SO₂ cuando son irradiadas por la luz ultravioleta. Esta luz fluorescente está en la región ultravioleta



del espectro de luz, pero con un largo de onda diferente al que está presente donde incide la radiación.

Los largos de ondas normalmente muestreados se encuentran entre 190 y 230 nanómetros. En esta región del espectro se suprime pequeñas cantidades de la fluorescencia producidas por las moléculas en el aire. La luz emitida por los tipos de azufre es detectada por un tubo foto multiplicador utilizando componentes electrónicos, que a la vez producen voltaje equivalente a la intensidad de la luz y a las concentraciones de SO₂.

La Norma Nacional para bióxido de azufre fue revisada en junio 2010, para establecer que la norma primaria es de 75ppb y no debe exceder el promedio de tres años del percentil 99 del máximo de una hora. Y la norma secundaria establece que no debe exceder el 0.5ppm más de una vez al año el promedio de 3 horas.

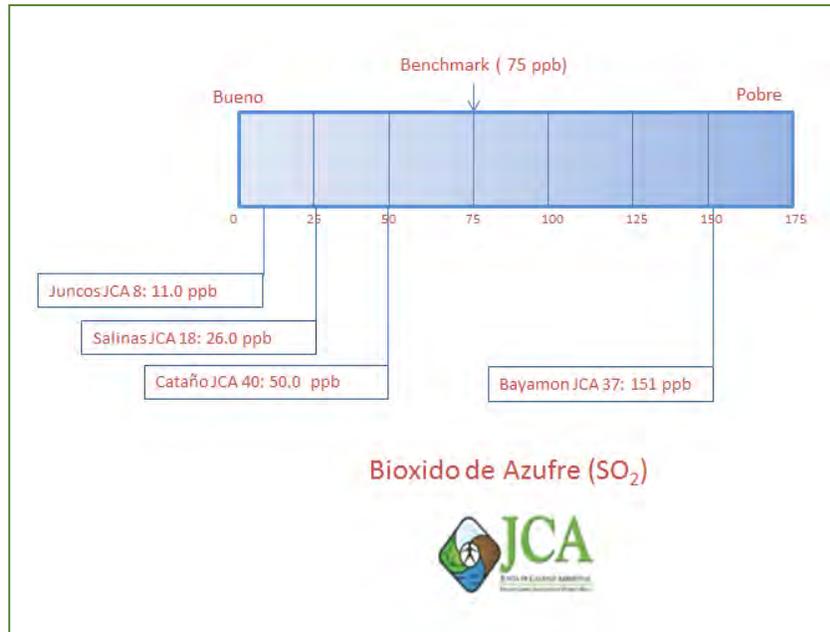
A continuación los valores de percentil 99 obtenidos por las estaciones de muestreo de bióxido de azufre en unidades de ppb:

TABLA 13 VALORES DE PERCENTIL

ESTACIÓN	2012	2013	2014	VALOR DESIGNADO (PPB)
CATAÑO	35	89	26	50
GUAYAMA	7	CERRADA TEMPORERAMENTE		
JUNCOS	16	10	8	11
SALINAS	13	30	36	26
BAYAMÓN	12	428	12	151



BENCHMARK SO₂ (75 PPB)



Plomo (Pb)

El plomo es un metal blando que se ha utilizado en productos metálicos, baterías, cables y tuberías así como también en pinturas y pesticidas. Hoy en día es regulado y se ha retirado en su mayoría del mercado específicamente de pinturas y pesticidas, ya que este último es el enlace para que los alimentos lo contengan. La Agencia de Protección Ambiental revisa varios elementos con relación a la norma primaria para aumentar la protección a niños y a la población en riesgo contra una serie de efectos adversos para la salud sobre todo como efectos neurológicos en niños incluyendo efectos neuro-cognitivo y neuro-conductuales.

Con la nueva reglamentación para plomo se establecieron monitores en varias áreas de Puerto Rico con emisiones de este contaminante. La reglamentación propone ubicar estos monitores cerca de instalaciones potenciales a emitir este contaminante tan peligroso a la salud. La Agencia mantiene dos monitores en el pueblo de Arecibo, uno en Salinas y otro en Bayamón. Para este contaminante la norma primaria y secundaria establecida es 0.15µg/m³ en promedio *rolling 3 month average*. A continuación los datos obtenidos:

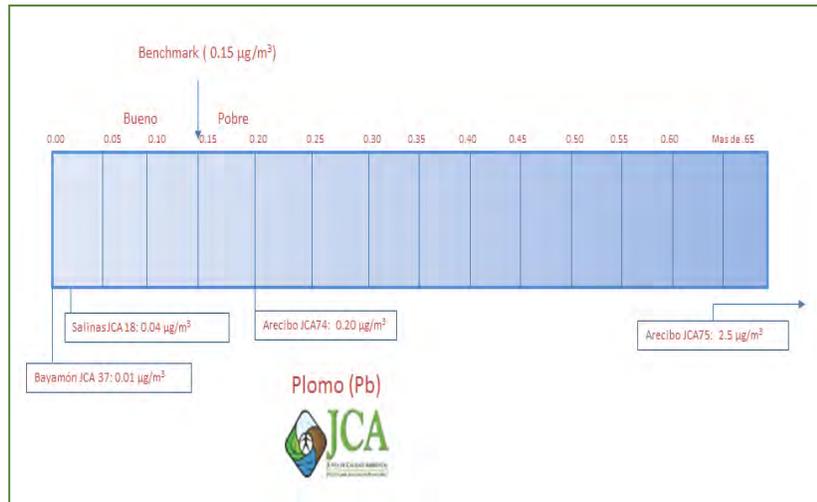


TABLA 14 MONITOREO DE PLOMO (Pb) POR ESTACIONES POR AÑO

Estación	2012	2013	2014	Valor Designado
Arecibo ¹	0.20	0.13	0.12	0.20
Arecibo ²	1.14	2.50	2.04	2.50
Bayamón	0.00	0.01	0.01	0.01
Salinas	0.02	0.04	0.01	0.04

Al obtener estos resultados para la estación de Arecibo¹ el valor designado es 0.20, para Arecibo² es 2.5, para Bayamón es 0.01 y para Salinas es 0.04. Los resultados obtenidos en Arecibo responden a que según la nueva reglamentación para el muestreo de plomo, ciertas estaciones deben colocarse cerca de industrias que al menos emitan 0.5 toneladas al año. Ambos muestreos en el área de Arecibo exceden la norma de 0.15µg/m³.

BENCHMARK PLOMO (0.15 µg/M³)





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la implantación de la red de muestreo de aire de Puerto Rico se ha demostrado que es un instrumento práctico para determinar los niveles de contaminación e informar a la ciudadanía cuando la calidad de la contaminación sobrepasa los niveles aceptables. Especialmente, resulta de gran utilidad para alertar a sectores de la población que sean susceptibles a padecimientos de enfermedades o condiciones respiratorias, cardiovasculares entre otros, por incrementos en los niveles de contaminación atmosférica. Por ello, se ha dado a la tarea de ampliar su cobertura a través de otras áreas alrededor de toda la Isla. Próximamente se estará incluyendo los contaminantes $PM_{2.5}$ y ozono.

La calidad del aire en Puerto Rico hasta el 2014 para los contaminantes PM_{10} , $PM_{2.5}$, CO y ozono cumplen con las normas de control establecidas. El contaminante plomo, específicamente en el municipio de Arecibo continua con excedencia a la norma de $0.15\mu g/m^3$, ya se han tomado medidas de control al desarrollar un Plan Estatal (SIP) con requisitos y condiciones para restablecer la calidad del aire y cumplir con la norma nacional primaria de plomo. Además, la JCA está en continuo proceso de evaluación e implementación de medidas para que la calidad del aire no se afecte o deteriore más. Mientras para bióxido de azufre, en la nueva norma primaria que fue revisada en junio 2010 de 75ppb en valores máximos de una hora, en la estación ubicada en Bayamón se obtuvo un valor alto para el 2013, por tanto la JCA está en proceso de evaluación de los métodos para la designación de cumplimiento y de ser necesario, establecer medidas y criterios para cumplir con la norma.

A consecuencia de estos resultados se recomienda, continuar con la implementación de sistemas de monitoreo y fortalecer los existentes para generar información que permita evaluar la tendencia a corto y largo plazo de los contaminantes en tiempo real. La JCA por su deber ministerial utiliza los resultados de la estaciones de muestreo no sólo para determinar cumplimiento con las normas nacionales de calidad de aire, sino para desarrollar estrategias de prevención y control, planes de manejo de la calidad del aire y políticas ambientales integrales, así como la evaluación de las mismas.



SISTEMAS NATURALES

INDICADOR: CANTIDAD DE CUERDAS DE ECOSISTEMAS TERRESTRES ADQUIRIDAS TIPO I

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador mide la adquisición de los terrenos de valor ecológico, integrantes del *Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación* del Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico (Ley Núm. 150 de 4 de agosto de 1988)⁸, en un esfuerzo combinado entre agencias estatales y organizaciones no gubernamentales (ONGs). Particularmente, estos terrenos pueden estar sujetos a la apropiación privada o apropiación pública patrimonial para otros fines, por lo que su adquisición representa la condición para poder administrar y manejar los ecosistemas terrestres presentes, bajo políticas de uso compatibles con su conservación, preservación o restauración. La medida del indicador recoge tanto la intervención del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA)⁹; como de la anteriormente llamada Compañía de Parques Nacionales (CPN)¹⁰ hoy Programa de Parques Nacionales del Departamento de Recreación y Deportes (PPNDRD); y del Fideicomiso

⁸ La creación y mantenimiento al día del *Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación* mencionado responde a la atención brindada por el DRNA al mandato recogido por la Sección 5 de la ley mencionada, conocida como Ley del Programa de Patrimonio Natural.

⁹ El DRNA tiene la responsabilidad ministerial de asesorar al gobernante sobre asuntos referentes a la conservación, uso y desarrollo de los recursos naturales, ambientales y energéticos; a tono con esto, es responsable de implantar la política pública en torno a dichos recursos, conforme a la política pública ambiental que establece la Junta de Calidad Ambiental por virtud de la Ley 416 de 22 de septiembre de 2004.

¹⁰ La CPN, creada en virtud de la Ley Núm. 10 de 8 de abril de 2001, tiene como misión operar, desarrollar y preservar todos los parques naturales, recreativos o históricos, declarados como parques nacionales, promoviendo la protección, conservación y usos recreativos de parques, playas, bosques, monumentos históricos y naturales para el disfrute de las presentes y futuras generaciones. A partir de la Ley Núm. 107 del 23 de julio de 2014 la CPN se convirtió en el Programa de Parques Nacionales del Departamento de Recreación y Deportes (DRD) mas mantiene la misma misión que le correspondía a la CPN.



de Conservación de Puerto Rico (FCPR)¹¹. Las áreas con parte de sus terrenos integrantes adquiridos pudieran ya haber sido designadas como reservas naturales o parques nacionales, o proclamadas o designadas mediante proclama u orden ejecutiva como bosques estatales o refugios de vida silvestre. También puede no haberse aún designado bajo estas categorías de protección legal y administrativa. En este último caso, el indicador puede incluir, como parte del cómputo, las cuerdas de terrenos adquiridas fuera de los actuales límites legales de áreas previamente designadas o proclamadas bajo las categorías ya dichas, con la intención de ampliar los límites de las áreas designadas o proclamadas previamente. De esa manera, se ampliarían sus límites con el beneficio de poder ejecutar la administración y el manejo hasta el terreno adquirido que se integraría a la operación de protección del área protegida.

La importancia de este indicador estriba en que permite medir un aspecto fundamental del proceso inherente a la fase operacional de la política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico contenida en la Sec. 19 del Art. VI de nuestra Constitución, esto es: la más eficaz conservación de los recursos naturales, así como el mayor desarrollo y aprovechamiento de los mismos para el beneficio general de la comunidad.

Para el estado poder poner en vigor programas para la sabia utilización y conservación de los recursos naturales de Puerto Rico, requiere la capacidad legal de poder ocupar en ley los terrenos en donde existen los recursos naturales disponibles, en este caso los ecosistemas terrestres.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Los datos presentados abarcan el periodo a lo largo de los años 2005-2014. Las agencias estatales u organizaciones privadas implicadas en el

¹¹ El FCPR es una institución privadas sin fines de lucro, de carácter no gubernamental, creada en 1970 por iniciativa de los gobiernos de Puerto Rico y los Estados Unidos de América con la misión de proteger y enaltecer los recursos y las bellezas naturales de Puerto Rico, mediante la adquisición y donación de terrenos y la constitución de servidumbres de conservación, entre otros mecanismos. Actualmente el FCPR tiene cerca de 28 áreas protegidas, que abarcan sobare 2300 cuerdas de terreno de valor ecológico e histórico. Varias propiedades bajo la titularidad del FCPR cuentan con designación como Reservas Naturales por vía administrativa.



cómputo de este indicador ambiental son aquellas a quienes compete, como parte de sus deberes ministeriales o de la misión de la organización, ejercer eficazmente la protección y conservación de los ecosistemas terrestres del país con méritos ecológicos para ello.

Los datos de adquisición de terrenos por parte de las tres entidades mencionadas, DRNA, la CPN y el FCPR, provienen de aquellas unidades técnicas que coordinan las tareas de adquisición de terrenos por parte de cada agencia u organización. Estas entidades programan tareas o proyectos encaminados a la adquisición de propiedades que poseen representaciones de valiosos ecosistemas terrestres en Puerto Rico, como el mecanismo que con mayor efectividad permite al Estado o a la organización no gubernamental ejecutar la conservación de los recursos naturales. Los datos se computan en la Secretaría Auxiliar de Planificación Integral del DRNA, en atención a las encomiendas hechas a dicha agencia por parte de la Orden Ejecutiva OE-2005-71, Orden Ejecutiva del Gobernador del Estado Libre Asociado de Puerto Rico que asigna al DRNA el rol de agencia líder, coordinando la adquisición, conservación y protección de no menos de cien mil cuerdas de terreno de valor ecológico durante el periodo de diez años, periodo que finalizará el día 31 de diciembre de 2015. La orden ejecutiva involucra otras agencias, municipios y organizaciones no gubernamentales, de manera que aquellas adquisiciones de terrenos realizadas por éstos, y que estén enfocadas hacia el mismo objetivo, puedan contabilizarse como parte del proceso.

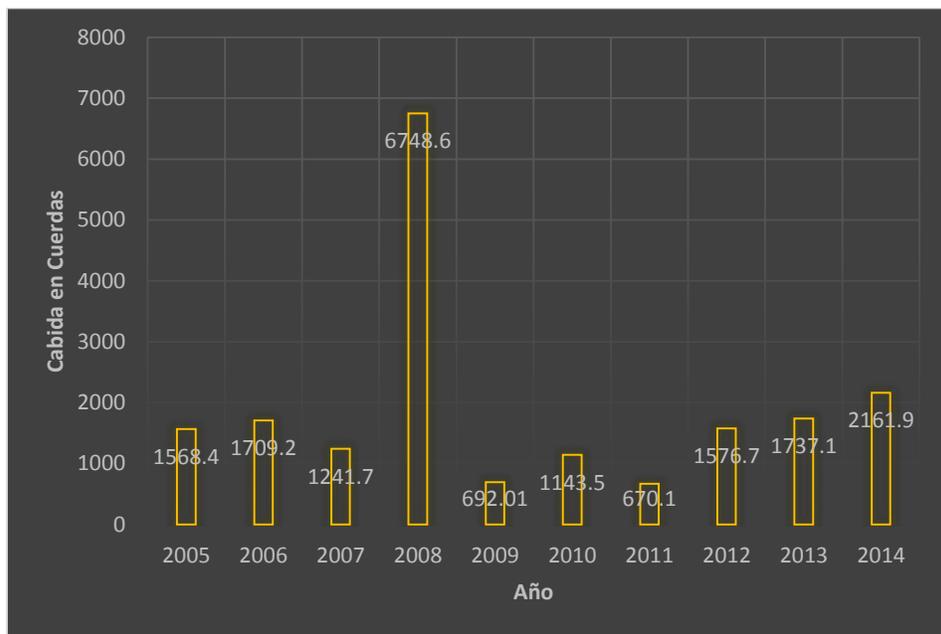
La adquisición se define como la obtención de control sobre terrenos identificados por su valor natural o utilidad, mediante cualquier modo legal en conformidad con nuestro ordenamiento jurídico. El propósito de la adquisición de terrenos en este caso responde a objetivos de protección de ecosistemas terrestres de manera que se logre ocupar y aplicar las estrategias de administración y manejo efectivo con las cuales lograr la conservación, preservación o restauración aplicable. Los terrenos a ser adquiridos se evalúan conforme a los criterios técnicos provenientes de los análisis y recomendaciones provistos de procesos profesionales formales de planificación en el país, y que involucra las opiniones de científicos, manejadores y planificadores. Los mecanismos



de adquisición pueden implicar: compraventa, expropiación, arrendamiento, donación, legado, transferencia de título, transferencia de la administración del terreno, permuta, establecimiento de servidumbres de conservación, acuerdos de manejo o dedicación (mitigaciones).

Para este indicador, los parámetros considerados incluyen la agrupación de cuerdas de terrenos de valor ecológico adquiridas, por año, en toda la jurisdicción del Estado Libre Asociado de Puerto Rico por las agencias estatales y organizaciones no gubernamentales reportadas (DRNA, CPN, FCPR).

GRÁFICA 23 CUERDAJE DE ECOSISTEMAS TERRESTRES ADQUIRIDOS POR EL ESTADO Y LAS ONG*



*ONG – Organizaciones no Gubernamentales



TABLA 15 CUERDAJE ADQUIRIDO POR EL DRNA, LA CPN Y EL FCPR ENTRE LOS AÑOS 2005 Y 2014

AÑO	DRNA (CUERDAJE ADQUIRIDO)	PPNDRD (CUERDAJE ADQUIRIDO)*	FCPR (CUERDAJE ADQUIRIDO)	CUERDAJE TOTAL POR AÑO
2005	343.3	0	1225.1	1568.4
2006	393.5	0	1315.7	1709.2
2007	497.2	300	444.5	1241.7
2008	6245.3	0	503.3	6748.6
2009	616.3	24.1	51.61	692.0
2010	754.5	0	389	1143.5
2011	141.2	0	528.9	670.1
2012	328.2	0	1248.5	1576.7
2013	168.4	0	1586.6	1737.1
2014	169.91	0	1992	21161.9

Cuerdas totales
por agencia u
ONG

* Los datos de cuerdaje adquirido por parte de la PPNDRD corresponde a las adquiridas por la otrora CPN

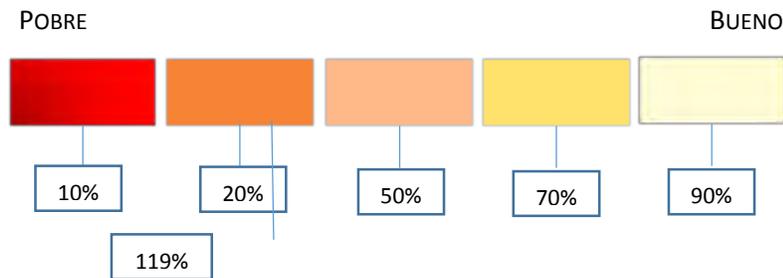
ANÁLISIS

La tendencia observada refleja la adquisición de un total de 19,248.3 cuerdas de terrenos que poseen valiosos ecosistemas terrestres para ser manejados y protegidos a partir del periodo comprendido por los pasados diez años. Se destaca un aumento de cuerdaje adquirido en el año 2014 con relación a los a nueve de los diez años anteriores. El 2011 continúa mostrando el menor cuerdaje total por año hasta el presente, con menos que en cualquier otro año del periodo reportado y el cuerdaje adquirido durante el 2014 es el segundo más alto desde el 2005. Es relevante, además, hacer constar que, tanto el DRNA como el FCPR y el PPNDRD, cuentan con otros proyectos de adquisición de terrenos en curso que poseen ecosistemas terrestres y que consisten en compraventas, acuerdos voluntarios de servidumbres de conservación, ofertas de donaciones de terrenos en pleno dominio a favor del DRNA o del FCPR y expropiaciones forzosas por parte del DRNA. El PPNDRD continuará



labores de adquisición de terrenos para ser destinados a Parques Nacionales desde su nueva realidad operacional bajo el Departamento de Recreación y Deportes. En lo que respecta al DRNA, trámites en curso bajo dichas circunstancias involucran cerca de 5794.5 cuerdas de terrenos adicionales. La combinación entre el cuerdaje adquirido y el iniciado y aún en curso, para el periodo comprendido entre los años 2005 y 2014, es de aproximadamente 23,000 cuerdas. No obstante, a base de la encomienda establecida por la Orden Ejecutiva OE-2005-71, se reconoce que el escenario ideal de cumplimiento con dicha orden ejecutiva hubiese sido la adquisición del 90% del total de 100,000 cuerdas supuestas a estar adquiridas entre los años 2005 y 2015. Los datos presentados reflejan que hasta el 2014 se culminó la adquisición de un 19 % y no el 90% del cuerdaje total encomendado dentro del periodo de 10 años que sirven de marco temporal para la encomienda.

BENCHMARK



Cantidad de cuerdas de Ecosistemas Terrestres Adquiridas durante el periodo comprendido entre el 2005 al 2014 por el Estado u ONG's para su manejo y protección en atención a la Orden Ejecutiva OE-2005-71.

LIMITACIONES DEL INDICADOR



El indicador no mide las adquisiciones logradas previas al 2005, de manera que pueda trazarse una perspectiva a través de un periodo de tiempo mayor. Esto sólo podría realizarse con datos exclusivamente del DRNA, pero no pudo ser posible por la carencia de datos homólogos por la CPN y el FCPR. Tampoco mide logros homólogos por parte de agencias federales con jurisdicción en algunos de los terrenos incluidos en el *Inventario Áreas con Prioridad para la Conservación* del Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico como sería: el Servicio Forestal Federal, con respecto a los terrenos adyacentes al Bosque Nacional El Yunque, o el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre, con respecto a terrenos adyacentes a los Refugios de Vida Silvestre (federales).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El avance en la culminación de procesos de adquisición de terrenos que resultan en la capacidad de administrar y manejar los terrenos en donde ubican los ecológicamente valiosos ecosistemas terrestres de Puerto Rico, por parte del DRNA y demás entidades afines, requiere de estrategias que logren aumentar el cuerdate bajo proyectos definidos de adquisición y acelerar el tiempo tomado para culminar dichos procesos. Lo que ha podido comprobarse con los presentes datos, refleja un progreso a lo largo de los recientes cinco años, empero, la meta establecida con la Orden Ejecutiva OE-2005-71 es una muy exigente, por lo tanto aún resulta necesario identificar estrategias complementarias a las aplicadas que permita tal objetivo. Al 2013 se debería haber completado el 80% de las 100,000 cuerdas encomendadas por dicha Orden Ejecutiva. Actualmente se han estructurado proyectos de adquisición aún en curso que involucran sólo cerca de 23,000 cuerdas, con cerca de otras 19,248 cuerdas ya culminados. Aún queda lograr la adquisición de cerca de 80,752 cuerdas de terrenos de valor ecológico en un periodo de 2 años, conforme lo estableció la Orden. Se proponen las siguientes alternativas, entre otras: ya bajo el control del DRNA dentro de Reservas Naturales y Bosques Estatales, acercaría adecuadamente el indicador al *benchmark* establecido:

- Aprovechar posibles alianzas con otras organizaciones o entidades no gubernamentales destinadas a la adquisición de terrenos de valor



ecológicos capaces de gestionar por sí solas distintas fuentes de financiamiento.

- Lograr aumentar la capacidad fiscal del DRNA para atender proyectos de adquisición de terrenos mediante propuestas o parte de las cantidades a ser generadas por el mecanismo de emisión de bonos por legislación estatal.
- Promover legislación encaminada a disponer de un mecanismo de transferencia de terrenos voluntaria a favor del Estado a cambio de la condonación de deudas por concepto de impuestos a la propiedad inmueble siempre que el valor monetario de la propiedad sea igual o mayor que la deuda acumulada al momento de la transacción. Propiedades privadas que ubiquen dentro de las Áreas con Prioridad Para la Conservación y que tengan acumuladas deudas de este tipo podrían optar por un mecanismo como el que se describe para recibir a cambio la exención de su deuda correspondiente a cambio de que ceda voluntariamente la propiedad al Estado para su conservación a perpetuidad.
- Promover la transferencia al DRNA de terrenos públicos patrimoniales bajo la titularidad de la Autoridad de Tierras y la Administración de Terrenos, incluidos en el *Inventario Áreas con Prioridad para la Conservación* del Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico, mediante Orden Ejecutiva, conforme al mecanismo recogido en la Sección 16 de la Ley de Patrimonio Natural, Ley Núm. 150 de 4 de agosto de 1988. Al presente se han identificado 9,414.2 cuerdas de la Administración de Terrenos y 40.338.22 cuerdas de la Autoridad de Tierras, bajo estas condiciones. El transferir al DRNA una proporción adecuada de estas propiedades que no se encuentren ya bajo el control del DRNA dentro de Reservas Naturales y Bosques Estatales, acercaría adecuadamente el indicador al *benchmark* establecido.

**INDICADOR: POR CIENTO DEL TERRITORIO BAJO ÁREAS DE VALOR
NATURAL TIPO I**



DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador se refiere a la extensión de terrenos legalmente protegidos en Puerto Rico con el fin de conservar sus recursos naturales. Esta protección se determina, en el ámbito estatal, por designación administrativa a través de la Junta de Planificación (JP), mediante designación o proclama del Ejecutivo (Proclama u Orden Ejecutiva), o por designación estatutaria mediante legislación estatal convertida en ley. En el ámbito federal se establece mediante Órdenes del Congreso de los EE.UU., a través de distintas leyes congresionales enfocadas en la transferencia a agencias del Estado (estatal o federal) de terrenos de valor ecológico que solían estar bajo el control de agencias para la defensa y dejaron de ser útiles a dicho objetivo, o por acuerdos entre el gobierno estatal y la Administración Nacional Oceánica (NOAA). Los terrenos protegidos por acciones del gobierno estatal que forman parte del presente indicador pueden o no estar actualmente ocupados legalmente por agencias del Estado y, en los casos que no lo estén, su prospectiva adquisición constituye una responsabilidad a cumplirse a corto o mediano plazo. Este indicador incluye también los terrenos privados adquiridos principalmente por el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (FCPR) por compraventa o donación en pleno dominio, aunque incluye a otras entidades privadas con la misión de proteger sus recursos naturales. Incluye también terrenos privados de valor ecológico cuyos dueños hayan voluntariamente optado por la formalización de una servidumbre de conservación a perpetuidad a favor del DRNA o del FCPR. El indicador es de gran utilidad en determinar la proporción del territorio bajo políticas institucionales de protección de sus recursos naturales y de utilidad para la preparación de planes de adquisición en ciertas instancias, y planes de manejo y protección.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS:

El Sistema de Áreas Naturales Protegidas se compone de terrenos designados, proclamados, o protegidos bajo categorías particulares. Las distintas categorías se distinguen a base del enfoque de manejo y uso de los terrenos, regidos por las políticas distintivas de cada agencia del Estado implicada o el programa particular dentro de éstas, o por la filosofía de funcionamiento de la organización no gubernamental (ONG) encargada de su administración, en el caso de áreas protegidas privadas. Entre dichas categorías se encuentran: los bosques estatales del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, en adelante ELA, incluidos los bosques



urbanos y los corredores ecológicos designados por ley y supuestos a adquirirse; incluye también el Bosque Nacional El Yunque (federal), las reservas naturales (estatal), las reservas marinas (estatal), la reserva nacional de investigación estuarina (designación federal con manejo y administración de la reserva por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), los refugios de vida silvestre estatales, los refugios de vida silvestre federales, las servidumbres de conservación (estatal), los parques nacionales (estatal), el área restringida del carso¹² y otros terrenos de tenencia privada o administrados por organizaciones no gubernamentales que pueden o no contar con designaciones formales de reserva natural por parte de la Junta de Planificación (JP). Las agencias implicadas en las categorías de protección mencionadas, según los casos, incluyen al DRNA y la Compañía de Parques Nacionales (CPN) en la jurisdicción del ELA; bajo la jurisdicción federal (EE.UU) incluye a: el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (SFPVS), y el Servicio Forestal Federal adscrito al Departamento de Agricultura Federal (USDA-FS por sus siglas en inglés). Por su parte, algunas de las ONG involucradas, además del FCPR, incluye a: Casa Pueblo de Adjuntas y a Ciudadanos del Karso Inc., a manera de ejemplos. Algunas de las áreas dentro del Sistema de Áreas Protegidas son manejadas mediante estrategias de co-manejo entre una ONG y una agencia del Estado, o constituyen el resultado de acuerdos entre una ONG como administrador y el Estado (a través de una agencia) como entidad titular.

Por su parte, el DRNA mantiene una base de datos de las áreas de valor natural protegidas mediante un Sistema de Información Geográfica. La información en esta base de datos se nutre de diversas fuentes: documentos de designación aprobados por la Junta de Planificación, proclamas, planos, escrituras, leyes; datos provistos por: el FCPR, el US Fish and Wildlife Service, el Servicio Forestal Federal, la NOAA, y la Compañía de Parques Nacionales (CPN); e información generada por la División de Reservas y Refugios, el Negociado Forestal y el Área de Planificación Integral del DRNA.

¹² Según la Ley 292 del 21 de agosto de 1999, así como el Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC) del 2014. Para este análisis se tomó en consideración el área restringida del carso con calificación CR (Conservación de Recursos) y PR (Preservación de Recursos), que no estuviera previamente clasificada en alguna de las otras categorías de Área Natural Protegida utilizadas por este indicador.



Se estima que aproximadamente el 16.03% de nuestros terrenos emergidos y el 27.04% de las aguas jurisdiccionales y terrenos sumergidos se encuentran protegidos mediante acciones administrativas o por legislación¹³. Estos lugares forman parte del Sistema de Áreas Naturales Protegidas.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son lugares especialmente valiosos para la conservación y manejo de los recursos naturales, de importancia para el medioambiente, la investigación científica y la calidad de vida en general, siendo así una contribución positiva y significativa al desarrollo sustentable de la Isla. Las mismas pretenden conservar los principales ecosistemas: humedales, bosques (secos, húmedos, muy húmedos o lluviosos), cuevas y cavernas, aguas subterráneas, islotes y cayos de valor ecológico, y hábitat críticos de especies de fauna y flora.

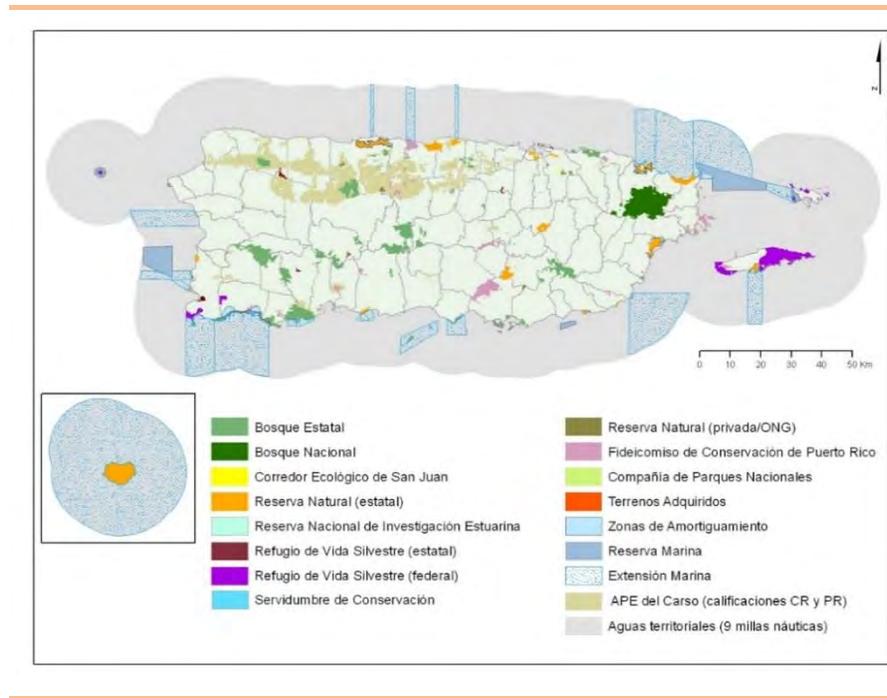
ANÁLISIS

Tomando en cuenta las clasificaciones antes mencionadas, se calculó el cambio de cabida anual para cada una de ellas entre los años 2005 al 2014. La medida de área utilizada fue kilómetros cuadrados (km²) y su conversión a cuerdas, esto permite estandarizar la información de las diversas fuentes. La cobertura de este indicador comprende el territorio de Puerto Rico (incluyendo islas, cayos e islotes adyacentes), así como las aguas territoriales hasta 9 millas náuticas de la costa.

¹³ Datos de la Tarea de Áreas Naturales Protegidas del Programa de Manejo de la Zona Costanera, DRNA, 2014.



MAPA 4 SISTEMA INTEGRADO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS



Se realizó un análisis comparativo entre las diferentes clasificaciones de ANP en el cual se establecieron criterios de manejo, uso y recursos disponibles en estas áreas. A partir de este ejercicio se estableció la cabida total para 16 tipos de Áreas Naturales Protegidas (14 terrestres y 2 marinas), independientemente de los mecanismos de manejo establecidos en las mismas.

TABLA 16 DESGLOSE DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS TERRESTRES PARA EL AÑO 2014

CLASIFICACIÓN DE MANEJO EN ÁREAS TERRESTRES	CABIDA (KM ²)	CUERDAS
Área de Planificación Especial del Carso (calificación CR y PR)	650.85	165,595.28
Bosques Estatales	259.12	65,928.43
Bosque Nacional El Yunque	114.29	29,078.31
Compañía de Parques Nacionales*	1.74	441.94
Corredor Ecológico de San Juan	2.44	619.88
Reservas Naturales (terrestres)	188.39	47,932.50
Reserva Nacional de Investigación Estuarina	5.89	1,499.43
Refugios de Vida Silvestre Estatal	6.89	1,752.14
Refugios de Vida Silvestre Federal	91.01	23,155.12
Servidumbres de Conservación	1.73	441.33
Terrenos Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico	26.50	6,742.29



CLASIFICACIÓN DE MANEJO EN ÁREAS TERRESTRES	CABIDA (KM ²)	CUERDAS
Terrenos federales transferidos a agencias estatales	11.95	3,040.52
Zonas de Amortiguamiento	34.69	8,825.03
Reservas Naturales Privadas / ONG	37.84	9,628.29
Total	1,433.33	364,680.50

*Áreas administradas por la Compañía de Parques Nacionales con componentes de alto valor ecológico (Sistema de Cavernas de Camuy, Finca Seven Seas, Parque del Río Tanamá , etc.).

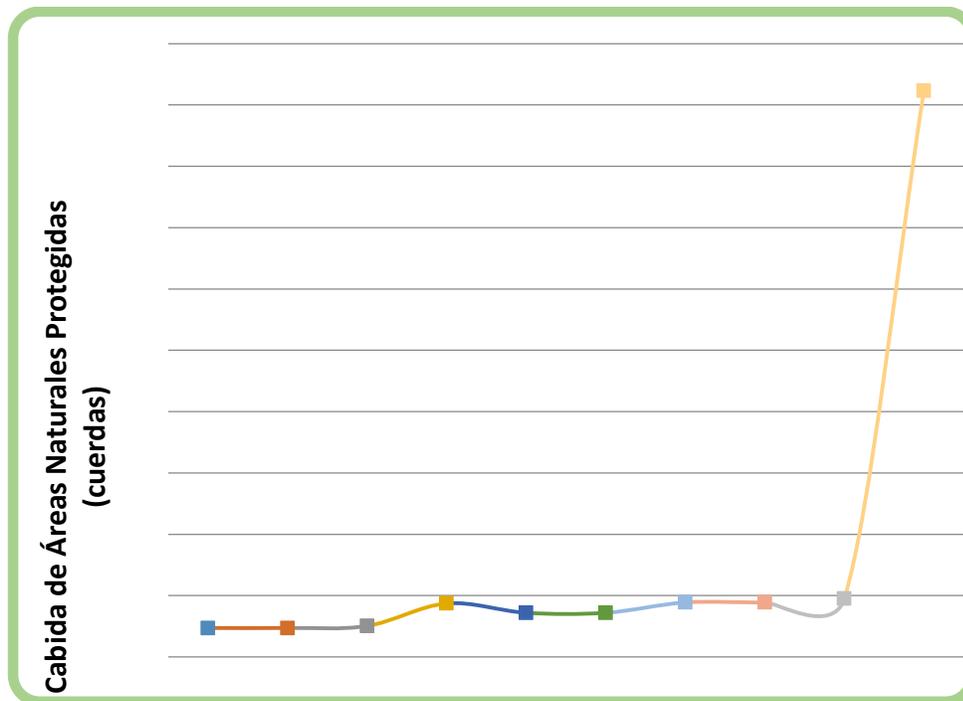
TABLA 17 DESGLOSE DE ÁREAS NATURALES MARINAS PARA EL AÑO 2014

CLASIFICACIÓN DE MANEJO EN ÁREAS MARINAS	CABIDA (KM ²)	CUERDAS
Reservas Naturales Marinas	199.44	50,742.60
Extensión Marina de Reserva Natural	3,354.88	853,573.33
Total	3,554.32	904,315.93

Finalmente, para cada una de estas categorías se determinó el establecimiento de nuevas áreas de protección entre los años 2005 y 2014. A finales del 2005 existían 191,063.78 cuerdas de terrenos emergidos protegidos; en el 2014 la extensión de terrenos protegidos fue de 364,680.50 cuerdas. Durante ese año se incluye la nueva designación del Área e Planificación Especial del Carso, específicamente las zonas con calificación CR (conservación de recursos) y PR (preservación de recursos) dentro del área restricta del carso, que no estuvieran previamente clasificadas en alguna de las otras categorías de Área Natural Protegida utilizadas por este indicador.

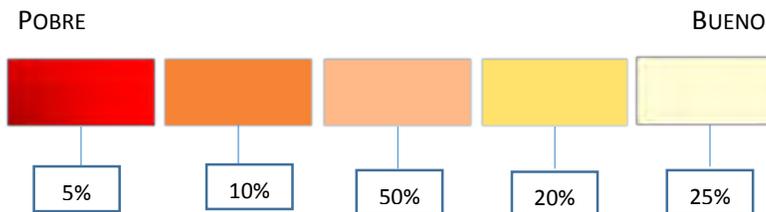


GRÁFICA 24 CAMBIO EN ÁREA TOTAL DE SUPERFICIE DENTRO DE PUERTO RICO BAJO ANP's 2005-2014



BENCHMARK

Cambio anual en el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas a partir del Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación durante los próximos 20 años.



El *benchmark* (BM) se determinó a base de la proyección del establecimiento prospectivo de áreas naturales protegidas en la totalidad del *Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación*¹⁴ en un

¹⁴ El *Inventario de Áreas de Prioridad con Prioridad para la Conservación* mencionado responde a la atención brindada por el DRNA al mandato recogido por la Sección 5 de la Ley Núm. 150 de 4 de agosto de 1988, conocida como Ley del Programa de Patrimonio Natural. Estas áreas



periodo de 20 años, de tal manera que anualmente se logre aumentar la cabida de áreas protegidas en al menos 5% del territorio incluido en el inventario. Durante el 2014 se reporta un aumento de 23.65% en el establecimiento de nuevas áreas naturales protegidas en Puerto Rico. Esto a su vez, representa el 52% de la totalidad del *Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación*.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

Como factores limitantes se pueden mencionar los siguientes:

- Este indicador no mide la condición de las ANP
- Parte de la información recopilada y digitalizada contiene errores
- No se cuenta con datos precisos de los límites de todas las áreas
- Alguna de la información puede no estar actualizada

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Puerto Rico cuenta con áreas de gran valor ecológico que requieren de protección por parte del gobierno y la ciudadanía. En algunos casos la información disponible sobre estas áreas es insuficiente para establecer mecanismos de protección y planificación adecuados. Este tipo de indicador es necesario para la toma de decisiones que permita un desarrollo sustentable. El ritmo bajo el cual se ha ido incorporando las zonas del país ecológicamente valiosas al sistema de ANP's es uno lento. Se recomienda, como medida alterna, que el proceso de ordenamiento del territorio a través de la participación de los municipios compense la realidad expuesta.

constituyen todo el territorio del país con méritos ecológicos para el establecimiento de Área Naturales Protegidas.



INDICADOR: NÚMEROS DE ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O VULNERABLES

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Mediante este indicador se puede estimar la cantidad de especies nativas o endémicas en la jurisdicción de Puerto Rico cuyas poblaciones están consideradas en condiciones de riesgo de extinción en un tiempo crítico, o vulnerables a prontamente llegar a dicho riesgo y que, por consiguiente, requieren de la implantación de medidas específicas dirigidas a su protección y recuperación.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Las especies de plantas y animales designadas bajo las diferentes categorías de amenaza de extinción se encuentran detalladas en el Reglamento 6766 del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), *Reglamento para el Manejo de las Especies Vulnerables o en Peligro de Extinción*. Los diferentes aspectos técnicos y procesales de las designaciones se encuentran desglosados en dicho reglamento. Las categorías de amenaza de extinción incluidas en este desglose y establecidas por el DRNA son: especies en Peligro Crítico (CR), en Peligro (EN) y Vulnerable (VU). La jerarquía de las categorías presentadas se define según el nivel de amenaza, tanto al individuo como a su hábitat natural, siendo la primera la de mayor peligro de extinción. Todas las categorías en orden descendente de riesgo de extinción es el siguiente:

- En Peligro Crítico
- En Peligro
- Vulnerable
- Menor Riesgo
- Deficiente de Datos

Las dos categorías establecidas por el DRNA como: especie en Menor Riesgo (LR) y Deficiente de Datos, no fueron incluidas en el desglose reportado mediante este Indicador para el presente Informe Ambiental 2014.



MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

Información detallada sobre diferentes aspectos biológicos de muchas de las especies bajo estas categorías, y otros elementos críticos de la biodiversidad característica de Puerto Rico, están disponibles en unidades técnicas del DRNA, particularmente el Programa Patrimonio Natural, y los Negociados de Pesca y Vida Silvestre y Servicio Forestal. Paralelamente, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre Federal (USFWS) y el Servicio Forestal Federal (USFS) cuentan con información técnica al respecto.

Mediante los datos de campo compilados en bases de datos, disponibles en estas unidades institucionales, se determina la designación legal más pertinente a cada caso de cada especie en estado crítico. El número de ubicaciones geográficas discretas conocidas para las especies, complementado por datos disponibles a las frecuencias poblacionales y el grado de amenaza reconocido, tanto a la especie como a su hábitat, dan base a la incorporación oficial de éstas a la categoría de protección aplicable conforme descritas en el Reglamento 6766 del DRNA. Presentamos el cuadro estadístico de especies designadas al momento presente, distinguiendo las especies de hábitats terrestres de aquéllas acuáticas. Puede observarse que durante el 2014 no se reflejan cambios con respecto al 2013.

TABLA 18 ESPECIES TERRESTRES

Grupo	VU	EN	CR	Total
Mamíferos	2	-	-	2
Aves	2	3	6	11
Reptiles	3	3	3	9
Anfibios	4	-	5	9
Invertebrados	-	-	2	2
<i>Plantas</i>	3	16	30	49
Total	14	22	45	<u>81</u>



TABLA 19 ESPECIES ACUÁTICAS

GRUPO	VU	EN	CR	TOTAL
Mamíferos	1	1	-	2
Aves	3	2	1	6
Reptiles	-	3	-	3
Peces	1	1	2	4
Invertebrados	1	2	1	2
Total	6	9	4	<u>19</u>

Durante el 2014 se reconoce en el DRNA la necesidad de incorporar la enmienda correspondiente dentro del Reglamento 6766 del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), *Reglamento para el Manejo de las Especies Vulnerables o en Peligro de Extinción* ante la impugnación de la designación del Hábitat Natural Crítico Esencial para el coquí llanero (*Eleutherodactylus juanriveroi*) tal como confirmó el Tribunal Supremo de Puerto Rico. Dicha designación en la jurisdicción estatal, vigente a partir del 2007, fue realizada con el fin de brindar legalmente la protección a dicho hábitat, ubicado en el Municipio de Toa Baja y consistente de un humedal herbáceo de agua dulce en donde únicamente se ha detectado hasta el momento la especie de anfibio endémica implicada. El pleito que dió lugar a la decisión del más alto foro judicial de Puerto Rico fue articulado mediante recursos *certioraris* radicados en dicho Tribunal por la Administración del Municipio de Toa Baja y por la empresa Sabana Seca Land Mangement¹⁵ y están basados en alegatos de naturaleza procesal del método administrativo que caracterizó la designación efectuada; la designación de este hábitat crítico de 1,649.16 cuerdas requiere que se enmiende el Reglamento antes citado y se incluya dicha disposición en el mismo y

¹⁵ Véase: Certiorari CC-2008-808 del Municipio de Toa Baja y Certiorari CC-2008-820 de Sabana Seca Land Management presentados de manera consolidada ante el Tribunal Supremo de Puerto Rico.



éste enmendado se envíe al Departamento de Estado. El DRNA continúa con el proceso necesario para esta tarea.

Desde el 2013 el DRNA se encontraba analizando acoger la propuesta presentada por parte de la organización Ciudadanos del Karso (CDK) para la designación de varias especies de plantas endémicas del karso norteño de Puerto Rico como En Peligro (EN) y En Peligro Crítico (CR). Tomando como base la información científica más reciente disponible y luego de llevar a cabo una serie de estudios y revisiones sobre la condición en que se encuentran las especies propuestas, en diciembre de 2014 se radicó el documento para designar las especies: *Eugenia fajardensis*, *Bonellia pauciflora*, *Marsdenia woodburyana* y *Calyptanthes estremerae* como en peligro crítico de extinción para incluirse en el Reglamento 6766. Al mismo tiempo, se propuso designar como especies en peligro de extinción a *Chromolaena borinquensis*, *Calyptanthes acevedoi*, *Stenostomun sintenisii*, *Gaussia attenuata* y *Sabal causiarum* para su conservación, protección, propiciar su propagación y supervivencia.

Permanece la vigencia durante el 2014 del resultado de esfuerzos realizados en el DRNA desde el 2005 dirigidos a revisar la condición actual de las especies de vida silvestre en Puerto Rico¹⁶. Los esfuerzos realizados durante el 2014 consideraron revisar e incluir por primera vez especies de plantas. Esta acción fue parte de la promulgación de una estrategia amplia para la conservación de la vida silvestre en el país requerida por el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (SFPVS) como condición para asignar fondos adicionales para la conservación de estas especies. En este esfuerzo se identificaron a las especies clasificadas como “deficiente de datos” (DD) como un grupo prioritario debido a que, por falta de información, no eran atendidas y bien pudieran estar en alto riesgo de extinción. Presentamos en la Tabla 1 el resultado de la evaluación, la cual aumentó el número de especies a ser listadas bajo el Reglamento 6766. La acción de enmendar dicho reglamento para

¹⁶ Véase: Department of Natural and Environmental Resources 2005. Puerto Rico Comprehensive Wildlife Conservation Strategy. Report 164 p.



incluirlos no se ha realizado aún, pero representaría un aumento de dos especies en la categoría de CR, dos en EN y seis bajo VU.

TABLA 20 NÚMERO DE ESPECIES

TAXÓN	CR	EN	VU	DD	LR	TOTAL
Anfibios	4	1	4	6	0	15
Aves	10	5	7	58	2	82
Reptiles	3	6	3	8	0	20
Mamíferos Marinos	0	4	1	12	0	17
Mamíferos Terrestres	0	0	2	10	1	13
Peces de Río	2	1	2	27	0	32
Peces Marinos						
Invertebrados	3	0	2	14	7	26
Marinos						
Plantas	5	5	1			
Total	27	22	22	135	10	216

Presentados en la Estrategia Abarcadora para la Vida Silvestre como Especies con la Necesidad más Grande de Conservación. Incluyendo el grupo de plantas.

Durante el 2014 se hizo vigente la protección legal mediante designación de agencias federales a especies terrestres o marinas presentes en la Isla o las aguas marinas jurisdiccionales de Puerto Rico. Esto incluye las designaciones de especie en peligro de extinción, especie amenazada y la designación de hábitat crítico, respectivamente, para dos especies de plantas: *Gonocalyx concolor* y *Varronia rupicola* por el Servicio Federal de Pesca Vida Silvestre¹⁷. Por su parte, el Servicio Nacional de Pesquería (NMFS, por sus siglas en inglés), designó como especie amenazada al tiburón *Sphyrna lewini*¹⁸. Aunque presente en el Océano Atlántico Central y Sur Occidental, la distribución de la especie de vertebrado marino mencionado incluye las aguas territoriales de Puerto Rico, aunque no cuenta con un hábitat crítico designado. Se hace hincapié en que toda especie oficialmente incluida en la lista federal de especies en peligro de extinción pasa automáticamente a protegerse en virtud del

¹⁷ Véase: 50 CFR 17 (79 FR 53315, September 9, 2014)

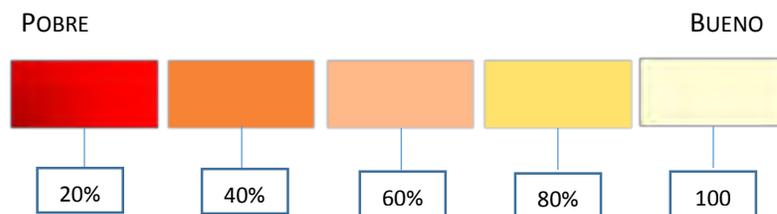
¹⁸ Véase: 50 CFR (79 FR 171, September 4, 2014)



Reglamento 6766¹⁹ que provee, dentro de la jurisdicción del ELA de Puerto Rico, el mismo rigor de protección que la designación federal homóloga. En este contexto, la jurisdicción de Puerto Rico a través de la labor ministerial del DRNA puede hacer uso del rigor de la fuente reglamentaria mencionada para velar por la conservación de especies marinas en nuestras aguas territoriales. La designación del Hábitat Natural Crítico Esencial del coquí llanero (*Eleutherodactylus juanriveroi*) que entró en vigor en la jurisdicción estatal durante el 2007 fue impugnada a base de alegatos procesales por parte de entidades públicas y privadas en un pleito que culminó el 30 de mayo de 2012 en el Tribunal Supremo de Puerto Rico adjudicándose el mismo a que el DRNA debe incorporar la enmienda correspondiente al Reglamento 6766 del DRNA y enviarla al Departamento de Estado de Puerto Rico, tarea que durante el 2014 se continuó realizando.

BENCHMARK

Actualmente existen pocas especies críticas sometidas como candidatas a ser designadas en riesgo de extinción. Estas especies con esta designación deben ser procesadas durante el primer periodo de 5 años de vigencia del Reglamento 6766 del DRNA, periodo culminado ya. Se establece como Benchmark el 40% como el por ciento adecuado de especies a ser procesadas.



LIMITACIONES DEL INDICADOR

Este Indicador presenta solamente una apreciación basada en los resultados recogidos por los procesos de revisión institucional acontecidos hasta el presente en el DRNA para el Reglamento 6766

¹⁹ Por virtud del Acuerdo Cooperativo del 21 de agosto de 1984 el Servicio de Pesca y Vida Silvestre Federal y el entonces Departamento de Recursos Naturales, hoy Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.



(*Reglamento para el Manejo de las Especies Vulnerables o en Peligro de Extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico*). El indicador sólo utiliza, como criterio, la designación o cambio a la misma de especies dentro del periodo de 5 años de vigencia del Reglamento 6766, sin tomar en consideración los trabajos y esfuerzos que se llevan a cabo con las especies ya designadas. Actualmente, el DRNA cuenta con varios proyectos de manejo y recuperación para algunas de las especies en peligro de extinción. Estos involucran: la cotorra puertorriqueña (*Amazona vittatta vittatta*), la iguana de Mona (*Cyclura cornuta stejnegeri*), el sapo concho puertorriqueño (*Peltophryne lemur*), el ave mariquita de Puerto Rico (*Agelaius xanthomus*) y tortugas marinas de varias especies, entre otras, el carey (*Eretmochelys imbricata*) y el tinglar (*Dermochelys coriacea*).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se reporta la permanencia de las inclusiones de especies nativas o endémicas a Puerto Rico, a las diferentes categorías de protección aplicable conforme describe el Reglamento 6766 (*Reglamento para el Manejo de las Especies Vulnerables o en Peligro de Extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico*). Por lo tanto, de las especies recomendadas por la comunidad científica, desde que entró en vigencia el mencionado Reglamento, han sido propuestas para designar 11 especies, incluyendo las designaciones homólogas ocurridas para plantas a través de los procedimientos administrativos asociados a la fuente de derecho federal (Ley de Especies en Peligro de Extinción) asegura la protección de la especie en la jurisdicción estatal vía el Acuerdo Cooperativo del 21 de agosto de 1984 entre el Servicio de Pesca y Vida Silvestre Federal y el entonces Departamento de Recursos Naturales, hoy Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

Por otra parte, se recomienda culminar la revisión de las especies, iniciada durante el 2009, para así completar el procedimiento de revisión de rigor que establece dicho Reglamento cada 5 años desde la fecha de vigencia en el 2004. Las nueve especies de plantas raras presentes en la zona cársica de la Isla fueron analizadas como parte del proceso de posible designación de éstas como en peligro crítico y en peligro de extinción.



Este esfuerzo contempla trabajar al menos un 40% (Benchmark) de las 17 especies sometidas o consideradas ante el DRNA como candidatas.

INDICADOR: INTENSIDAD DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS PESQUEROS EN LA PESCA DEPORTIVA Y RECREATIVA TIPO I

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador mide la cantidad en libras totales pescadas por especie de interés deportivo durante el 2014 y las variaciones de estos datos a través de los años. Además, incluye cantidad de torneos celebrados por año, cantidad de pescadores que participan en torneos por año y cantidad de botes por torneo por año.

La información que aquí se provee está relacionada con la intensidad de participación de los pescadores recreativos en los torneos de pesca celebrados regularmente en Puerto Rico y la cantidad en libras de especies de peces de interés deportivo o recreativo abordados en estos torneos por dichos participantes. Esto se traduce en conclusiones que permiten determinar la intensidad de consumo de aquellas especies en mayor pesca conforme las tendencias reflejadas por los datos disponibles. Del indicador puede determinarse o inferirse las variaciones en las preferencias de los pescadores y la abundancia de las especies buscadas por el pescador recreativo. La información repercute en el tipo de manejo que requieren los recursos pesqueros predilectos para la recreación en las aguas marinas de Puerto Rico.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

La información es recopilada por el Programa de Estadísticas de Pesca Recreativa Marina de la División de Recursos Marinos del DRNA desde el 1999 y está analizada en una base anual. La evaluación de la pesca recreativa cubre las tres modalidades de pesca en la Isla: orilla, bote privado y bote de alquiler. El Programa obtiene la información y estadísticas de pesca recreativa marina en Puerto Rico a través de dos componentes:



- Estadísticas de Pesca Recreativa Marina -Torneos de Pesca - Los objetivos de este componente son estimar el número de abordajes o soltadas por kilogramo por especie y el esfuerzo por unidad de captura en los torneos de pesca.
- Información Bioestadística y Socioeconómica - Se colecta, mantiene y analiza información de los pescadores recreativos que participan en estos torneos, esfuerzo para cada zona e información de las soltadas y capturas en estos eventos marinos. Los torneos monitoreados incluyen aquellos que navegan millas mar afuera en busca de: dorado, sábalo y róbalo, peces de pico (e.g. agujas azules), atunes y peto; la mayor parte de la pesca en los torneos es en busca de especies altamente migratorias. Muchas de las especies predilectas para el pescador recreativo y para los pescadores deportivos son manejadas por el DRNA debido a la importancia de éstas para la pesca, tanto comercial como recreativa. Otras especies de pez de arrecife como los pargos, meros, etc. son también atractivas en actividades de pesca recreativa. Se ha realizado un monitoreo completo de todas estas actividades de pesca recreativa en la Isla desde 1999 lo cual le imparte un contexto extendido de tiempo a los datos para medir tendencias. Lo anterior ofrece información útil también al momento de evaluar propuestas de desarrollo en las costas en donde ubican los hábitats importantes para estas especies, toda vez la pesca recreativa es reconocida como una que genera ingresos considerables a la economía.

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

Los datos recopilados son analizados midiendo captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y frecuencias de tamaños para las especies abordadas. Este proyecto cubre toda la Isla incluyendo Vieques y Culebra

TABLA 21 INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA/DEPORTIVA POR AÑO

AÑO	NÚMERO DE TORNEOS	DÍAS DE PESCA
2000	27	61
2001	44	78



AÑO	NÚMERO DE TORNEOS	DÍAS DE PESCA
2002	47	80
2003	37	61
2004	35	67
2005	27	48
2006	28	53
2007	30	55
2008	25	42
2009	31	57
2010	27	44
2011	33	55
2012	39	62
2013	34	54
2014	47	79
Total	511	896

** Estos son los torneos visitados por el personal del Proyecto de Estadísticas de Pesca Recreativa Marina del DRNA

Nota: Los datos que reflejan la tendencia de intensidad de pesca recreativa/deportiva a través de los últimos 15 años.



GRÁFICA 25 HISTOGRAMA DE LA INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA 2000-2014



TABLA 22 PARTICIPACIÓN EN TORNEOS DE PESCA POR AÑO

AÑO	TOTAL DE PARTICIPANTES	NÚM. DE BOTES	NÚMERO DE TORNEOS (CON INFORMACIÓN DE COSTO DE INSCRIPCIÓN)	DINERO COLECTADO
2000	3041	845	2	\$10,200.00
2001	4,776	1170	19	\$376,605.00
2002	5,990	1504	23	\$480,910.00
2003	4,661	1178	32	\$728,920.00
2004	4,825	1283	33	\$1,142,470.00
2005	4,730	972	13	\$239,550.00
2006	3,751	937	23	\$493,270.00
2007	3,860	983	25	\$ 399,804.00
2008	3,109	779	20	\$350,655.00
2009	3,901	968	31	\$216, 917.00



2010	2,947	787	23	\$262,903.00
2011	3,279	804	24	\$299,690.35
2012	3,124	822	29	\$323,920
2013	3571	898	26	\$358,087
2014	3802	937	37	\$279,220
Total	59,367	14,867	331	\$5,612,466

Nota: Esta Tabla muestra los torneos por año que cuentan con datos de ingresos (dinero colectado) generados por concepto de inscripción.



TABLA 23 TOTAL DE LIBRAS POR ESPECIES DE IMPORTANCIA PARA LA PESCA RECREATIVA EN TORNEOS DE PESCA (2000-2014)

ESPECIE	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Marlin Azul	9,987.17	9,517.85	6,273.99	4,052.79	4,250.79	3,628.84	4,234.74	832.9	1,452	2,271.6	1,057.84	532	1,778.86	773.82
Dorado	9,846.87	20,886.06	13,693.69	21,066.05	13,777.38	25,371.08	24,061.84	22,196.91	21,243.2	10,797.47	17,386.74	21,460.33	24,299.07	20,564.62
Peto	1,884.22	2,246.33	1,484.19	983.06	1,878.6	1,498.5	1,689.18	1,385.07	0	613.73	1,041.77	2,780.31	2,002.9	1,143.10
Sierras	0	44.31	336.27	278.28	12.01	44.02	n/a	177.6	n/a	n/a	65.9	122.8	276.02	88.18
Pesca de Orilla	1,272.06	n/a	132.27	10.49	n/a	n/a	2.22	n/a	1,592.8	n/a	24.93	171.96	84.59	50.71
Pez Vela	0	37.05	200.86	133.75	150.28	0	0	26.98	0	0	39.92	0	0	0
Total	13,498.7	33,303.1	23,928.7	27,138.3	20,075.6	30,542.4	29,987.9	24,619.5	24,125.	13,682.8	19,617.0	25,067.4	28,441.4	22,620.43

n/a = en este año no hubo torneo para la especie, o el torneo no fue cubierto por el Laboratorio Pesquero por realizarse ilegalmente. Se muestran solamente las especies de importancia a las cuales les aplica alguna reglamentación bajo el Reglamento de Pesca 7949.

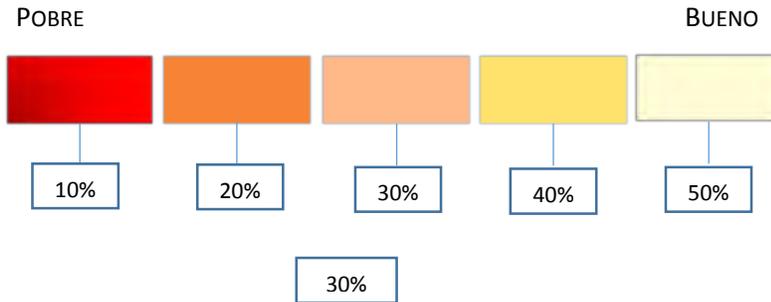


ANÁLISIS

Los torneos de pesca en Puerto Rico se enfocan mayormente en especies pelágicas. Con algunas excepciones, la mayor parte de la pesca es en busca de especies altamente migratorias. Para efectos de este análisis se enfatiza en la pesca de dorado y agujas azules, las especies más codiciadas. A través de los años se ha visto una disminución en el número de agujas abordadas. Esto es por la nueva tendencia de marcar y soltar las piezas, adoptada por la Asociación de Pesca Deportiva de Puerto Rico, quien es el organismo que agrupa la mayoría de los pescadores que pescan estas especies. Los dorados son la especie más abordada en los torneos de pesca. El primer año de la implantación del Reglamento 6768 del DRNA, *Reglamento de Pesca de Puerto Rico*, vigente desde el 11 de febrero de 2004, se observó una disminución en las libras abordadas, pero en los años subsiguientes se ha mantenido sobre las 20,000 libras por año, salvo en pocos de éstos, especialmente los años más recientes. Este reglamento fue enmendado mediante la adopción del Reglamento 7949 del DRNA, *Reglamento de Pesca de Puerto Rico 2010*. A partir del 2010 un límite de cantidad de 30 piezas por bote (10 por pescador) es permitido. En el 2014 se observa una reducción en el peso total de la pesca desembarcada del dorado con cerca de 3,735 libras menos que en el 2013, interrumpiéndose el ritmo de aumento en pesca desembarcada para esta especie que se había registrado del 2010 al 2013. No obstante el dato de 2014 es mayor al registrado en el 2010 y 2011 por tanto, continúa mostrando el efecto previamente detectado que adjudica probablemente a la implantación de la norma previamente indicada e implantada a partir del 2010. Durante el 2014 se registró un mayor número de participantes en los torneos de pesca recreativa incluida la pesca de orilla y de otras modalidades que en los cinco años anteriores.

BENCHMARK

Intensidad de explotación adecuada de los recursos más abordados en la pesca recreativa



Con los datos obtenidos en este proyecto para los torneos de pesca se puede determinar que los dorados son la especie de mayor intensidad de pesca deportiva, tendencia que se ha sostenido a través de los años transcurridos desde que se realizan los estudios que dan base al presente reporte. Diez piezas por pescador o treinta por embarcación, según establecido por el *Reglamento de Pesca de Puerto Rico 2010*, es un número óptimo para el pescador recreativo. Cabe señalar que estos datos no reflejan realmente las piezas que se abordan en los torneos de pesca ya que el pescador solo trae los 10 reglamentados para torneos pero puede haber abordado un número mayor. Entendemos que el recurso está siendo sobreexplotado por los pescadores recreativos. Un consumo de 30% anual de toda la disponibilidad de las especies más abordados se estima sería adecuado.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

Este indicador no mide tendencias ni relaciones entre tamaños de las piezas abordadas y madurez sexual de las mismas, lo que impide conocer la salud del recurso pesquero utilizado por el pescador recreativo. Además, no existe un “stock assessment” para las especies pelágicas en la Isla. Para efectos de este indicador se parte de los datos obtenidos en aquellos eventos de pesca en los cuales los participantes compiten por premios por las capturas hechas. La información que se ha provisto para los informes de indicadores solamente cubre las actividades monitoreadas de pesca en los torneos (pesca deportiva). Para tener un cuadro real de la pesca recreativa marina de la isla, es importante añadir las capturas hechas fuera de estos eventos. Los torneos de pesca son eventos de carácter competitivo, son específicos en las especies abordadas y hasta implementan sus propias reglas para las capturas.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Uno de los aspectos que se puede medir a través de los datos recopilados en este proyecto es el impacto de los pescadores recreativos sobre el recurso pesquero. La comunidad de pescadores recreativos es mucho mayor que la de pescadores comerciales, por lo que se deben considerar como aspecto importante en el manejo del recurso. Este proyecto sólo muestra una parte del impacto de la pesca, ya que solo se monitorean algunos torneos de pesca. Estos datos se pueden complementar con los datos recopilados en el otro componente del proyecto el cual monitorea la pesca de orilla, bote privado y bote de alquiler.

INDICADOR: DISPONIBILIDAD DE ALGUNOS RECURSOS PESQUEROS COMERCIALES DE ALTA DEMANDA

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador mide la distribución, abundancia y tendencias poblacionales de algunos recursos pesqueros de alta demanda en la Isla.

Consideraciones Técnicas

El Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) hace estudios independientes de pesca sobre recursos pesqueros particulares tales como: el carrucho, la langosta, peces de arrecife de aguas someras y algunas especies específicas de interés comercial, tales como la colirrubia y el arrayao. Estos estudios van dirigidos a determinar anualmente distribución, abundancia y tendencias poblacionales de dichos recursos específicos por su utilidad y demanda como recursos pesqueros.

Método de Análisis y Cobertura

Se realizan viajes de pesca a estaciones identificadas en la plataforma insular de la costa oeste de Puerto Rico. Se utilizan diferentes métodos de captura con hilo y anzuelo. Se eliminaron las nasas como método de captura debido al bajo rendimiento de las mismas. Toda la captura se identifica por especies, se pesan, miden y se determina el sexo de todos los individuos. Además, se toman muestras de las gónadas para



determinar el sexo y la época reproductiva mediante análisis de histología. Los datos se analizan junto con la información del esfuerzo pesquero para comparar los resultados con los datos provenientes de la pesquería. Otros análisis incluyen la composición de especies por arte de pesca utilizada, distribución de tallas y por ciento de individuos capturados bajo el tamaño de reproducción mínima. A partir del año 2009, el programa extendió la cobertura de muestreo a la costa este.

Para la langosta y el carrucho se llevan a cabo censos visuales buceando para determinar la abundancia de estas especies. En el caso del carrucho, se llevan a cabo los censos en las costas este, oeste y sur, con énfasis en las costas este y oeste. Se cuentan la cantidad de individuos encontrados en los transeptos y se determina el largo y la edad relativa.

Con referencia a la langosta, se monitorea el reclutamiento de etapas consideradas postlarvas y juveniles, en habitáculos artificiales localizados en varias áreas de la costa oeste. Posteriormente, se cuentan la cantidad de individuos en etapas postlarvas encontrados en los colectores y se determina la etapa específica de dicha postlarva. Por su parte, los juveniles son monitoreados en los dispositivos (comúnmente llamados “casitas”) dispuestos para su reclutamiento. Se cuentan la cantidad de estos encontrados y se determina su tamaño. El nuevo censo de langosta comenzará en enero de 2015, luego de superar problemas logísticos con las embarcaciones del Laboratorio.

Se extendieron los muestreos a la costa este, además de la costa oeste a partir de 2009. Por otra parte, los censos visuales de carrucho se utilizan para los sondeos de disponibilidad del recurso, junto con la información obtenida de la pesca comercial (desembarcos pesqueros). Los datos referentes a la langosta son trabajados de forma similar.

RECURSOS PESQUEROS CONSTITUIDOS POR PECES

Para las especies de peces de arrecife de mayor importancia se analizan las capturas realizadas, para así determinar su abundancia, la captura por



unidad de esfuerzo y la distribución de tallas. Los resultados obtenidos se comparan con los datos dependientes de la pesca comercial o recreativa y se determina el estado de la población de esas especies. Además, se utilizan los resultados junto con otra información proveniente de la pesca para hacer sondeos de disponibilidad o “stock assessment” de dichas especies.

La Tabla A, del presente indicador muestra las especies capturadas en las costas este y oeste de Puerto Rico durante el 2014 en el proyecto de peces de arrecife. Se puede observar que, aunque la distribución de especies capturadas es similar en ambas costas, existen diferencias estadísticamente significativas. Un total de 64 especies fueron capturadas en la costa oeste y 19 en la costa este. Los resultados de las capturas en ambas costas, tanto en el este como en el oeste, reflejan las mismas 11 familias taxonómicas representadas. Los pargos, fue el grupo taxonómico claramente dominante de las capturas, en particular de la costa oeste. En cuanto a los meros, las mismas tres especies de estos estuvieron representadas en ambas costas a saber: las cabrillas, las mantequillas y la cabra mora. Entre estas tres especies, la de mayor importancia comercial es el mero cabrilla, *Epinephelus guttatus*.

El arrayao (*Lutjanus synagris*) dentro del grupo de los pargos fue la especie que dominó la captura en la costa oeste, contrario a la costa este en donde apenas fue capturada. Esta especie se considera de importancia comercial. Esto contrastó con los resultados de 2013 donde la plumilla (*Calamus pennatula*) dominó la captura en la costa oeste; la especie se considera dentro de la categoría de segunda clase en el mercado local. Por su parte, los pargos fueron representados en este proyecto por siete especies, de las cuales el arrayao (*Lutjanus synagris*) fue la más capturada en el oeste, como ya informamos, y el besugo (*Rhomboplites aurorubens*) lo fue en la costa este. Ambas especies son de importancia comercial y son representativas de las especies de aguas someras. En la costa oeste se obtuvieron el mayor número de especies de pargo.



Es importante destacar que la distribución de especies obtenida es considerada representativa de las capturas de pesca comercial, a pesar de que en los desembarcos comerciales no se reportan especies tales como los gallos (*Holocentrus* spp.) y el jolocho (*Malacanthus plumieri*). Estas especies son consideradas de bajo valor comercial, no obstante son parte integral de sus capturas y son impactadas de igual manera.

TABLA 24 RESUMEN DE ESPECIES DE PECES DE ARRECIFE CAPTURADOS DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DESDE ENERO DEL 2014 HASTA SEPTIEMBRE DE 2014 EN LAS COSTAS OESTE Y ESTE DE PUERTO RICO.

Especies	COSTA OESTE				COSTA ESTE			
	#Ind.	Peso	LH	LT	#Ind.	Peso	LH	LT
<i>Lutjanus synagris</i>	298	37.922	190.26	203.37	2	0.288	206.00	221.00
<i>Caranx crysos</i>	169	60.273	259.00	309.47	3	2.864	359.00	367.33
<i>Calamus pennatul</i>	130	26.756	197.59	226.87	1	0.230	220.00	250.00
<i>Cephalopholis fulva</i>	105	18.169		219.42	62	11.052		221.53
<i>Epinephelus guttatus</i>	83	38.757		301.35	3	2.225		342.33
<i>Ocyurus chrysurus</i>	77	31.098	282.74	347.68	1	0.112		227.00
<i>Holocentrus rufus</i>	48	5.209	184.79	228.94	3	0.334	185.00	223.67
<i>Cephalopholis cruentata</i>	44	6.673		214.14	8	1.018	183.67	200.63
<i>Haemulon plumieri</i>	33	8.845	229.27	260.52				
<i>Holocentrus adscensionis</i>	24	4.109	203.83	255.13	1	0.279	233.00	297.00
<i>Haemulon aurolineatum</i>	22	1.564	153.55	175.00	2	1.026	283.50	304.50
<i>Lutjanus apodus</i>	11	10.611	358.91	382.55				
<i>Malacanthus plumieri</i>	10	2.910	343.40	387.40				
<i>Chaetodipterus faber</i>	7	8.180		328.29				
<i>Lutjanus analis</i>	7	9.135	382.57	416.14				
<i>Lactophrys trigonus</i>	4	3.501	359.50	372.50				
<i>Sphyraena barracuda</i>	4	13.862	891.25	980.25				
<i>Lutjanus vivanus</i>	3	0.465	210.67	228.00				
<i>Rhomboplites aurorubens</i>	3	0.304	185.00	205.00	96	15.618	231.18	238.33
<i>Albula vulpes</i>	2	0.992	334.00	382.50				
<i>Balistes vetula</i>	2	2.678	372.50	516.50				
<i>Caranx latus</i>	2	6.569	577.50	664.00				
<i>Caranx ruber</i>	2	1.388	341.00	388.50				
<i>Diodon hystrix</i>	2	3.787		383.50				
<i>Echeneis neucratoides</i>	2	0.215		297.50				
<i>Synodus intermedius</i>	2	0.220	212.00	232.50				
<i>Bothus ocellatus</i>	1	0.094		207.00				
<i>Canthidermis sufflamen</i>	1	1.983	448.00	469.00				
<i>Caranx bartholomaei</i>	1	0.518	315.00	363.00				



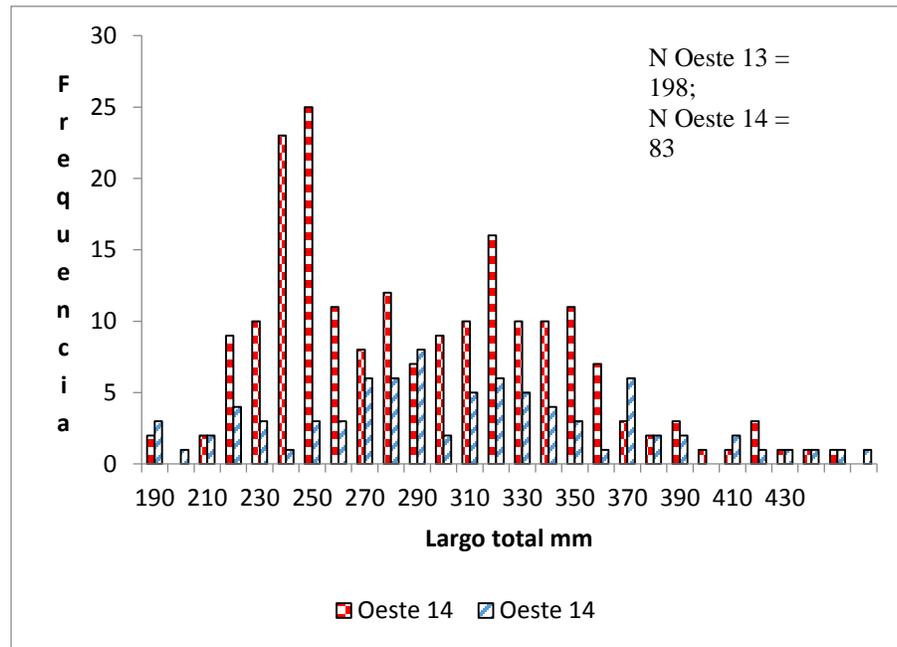
Especies	COSTA OESTE				COSTA ESTE			
	#Ind.	Peso	LH	LT	#Ind.	Peso	LH	LT
<i>Carcharhinus acronotus</i>	1	2.946	668.00	822.00				
<i>Echeneis naucrates</i>	1	0.358	489.00	499.00				
<i>Gerres cinereus</i>	1	0.034	103.00	123.00				
<i>Haemulon flavolineatum</i>	1	0.106	169.00	189.00				
<i>Hypoplectrus unicolor</i>	1	0.046	126.00	130.00				
<i>Lutjanus jocu</i>	1	1.743	456.00	480.00				
<i>Melichthys niger</i>	1	0.153	270.00	287.00				
<i>Sphoeroides nephelus</i>	1	0.341		253.00				
<i>Sphoeroides spengleri</i>	1	0.257		238.00				
<i>Synodus foetens</i>	1	0.079	211.00	227.00				
<i>Haemulon macrostomus</i>	0	0.000			1	0.494	272.00	304.00
Total de Individuos capturados / Promedio LT o LH	1109	312.850	226.95	258.09	183	35,540	233.73	235.79

Nota: Se presentan datos de largo horquilla (LH) y de largo total (LT) en mm, datos de peso en kg.

En la Gráfica 37 se ilustra la distribución de talla de las cabrillas obtenida los censos de peces de arrecife durante el 2013 y el 2014 en las costas oeste. Entre ambas distribuciones no existen diferencias estadísticamente significativas.



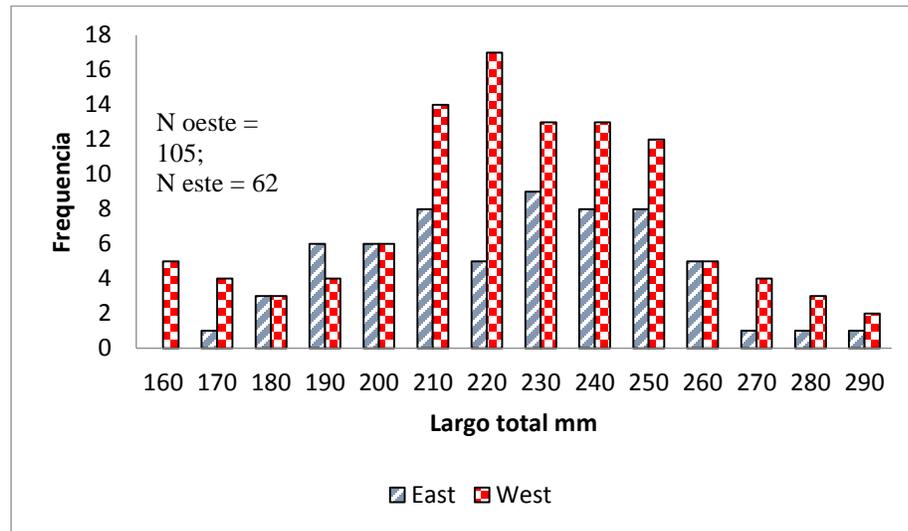
GRÁFICA 26 DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS CABRILLAS CAPTURADAS EN LAS COSTA OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2013 Y EL 2014.



Por otra parte, la distribución de tallas obtenidas para las mantequillas capturadas en la costa este y oeste no muestran diferencias estadísticamente significativas (Gráfica 37).



GRÁFICA 27 DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS MANTEQUILLAS CAPTURADAS EN LAS COSTAS ESTE Y OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2014.



Al comparar los resultados obtenidos en el censo realizado de los peces de aguas someras en el 2014 con los del 2009 y el 2011 se observan cambios en las especies dominantes. En el presente censo los meros no dominan las capturas en términos de número o de peso. Las cabrillas y las mantequillas son las especies dominantes en las capturas desde el 1988 hasta el 2009, dependiendo de cuál es la dominante a base de la profundidad y de las áreas muestreadas, además de si se muestrea durante las agregaciones de reproducción de la cabrilla. No obstante, en el 2014 pasan a ser la cuarta y quinta especie más capturadas al igual que en el 2013. Esto es un reflejo de las áreas monitoreadas conjuntamente con el hecho de no haber podido monitorear las agregaciones de reproducción durante dicho año. Para el 2014 las capturas fueron dominadas por los pargos, siendo los arrayaños la especie más capturada en la costa oeste.

Cabe resaltar la necesidad de continuar monitoreando estos recursos en ambas costas, además de lo importante de incluir la costa sur en dichos estudios. Además necesitamos que se lleve a cabo un “stock assessment” de estos recursos con los resultados obtenidos en este estudio. Ya que



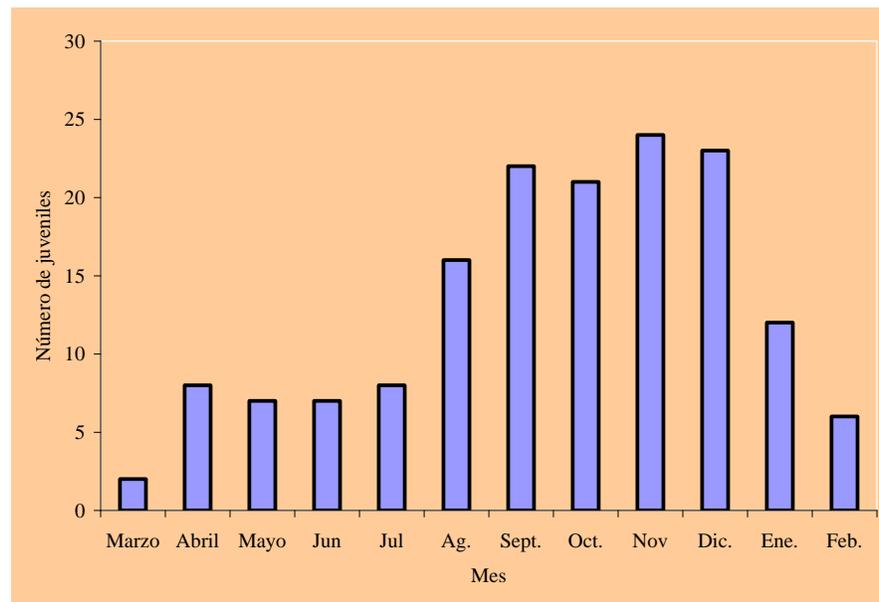
estos son los más recientes y nos darían el estatus más actual de los recursos.

RECURSOS PESQUEROS CONSTITUIDOS POR CRUSTÁCEOS (LANGOSTA) Y MOLUSCOS (CARRUCHO)

Langosta

Datos disponibles al presente para censos de la langosta (*Panulirus argus*) corresponden a los llevados a cabo entre el 2008 y el 2010. Para el próximo informe del indicador disponibilidad de algunos recursos pesqueros de alta demanda se presentará datos actualizados de este recurso. El nuevo censo para esta especie comenzó en enero de 2015, por lo cual se espera tener resultados actualizados en el 2016.

GRÁFICA 28 LANGOSTAS JUVENILES EN HABITÁCULOS ARTIFICIALES EN EL ÁREA OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2008 E INICIOS DEL 2010



Carrucho

A continuación se presentan los resultados actualizados de las poblaciones de carrucho en el área oeste obtenidos en el 2013 toda vez éste no se realizó durante el 2014. Para el verano de 2015 se espera llevar a cabo el censo de las poblaciones de la coste este, los cuales estarán disponibles en el 2016.



El carrucho *Strombus gigas* (*Lobatus gigas*), es un recurso valioso tanto comercial y recreativo en la mayoría de las islas del Caribe y Puerto Rico no es una excepción. Los buzos dedicados a la captura del carrucho son los pescadores comerciales más exitosos en la isla (Matos-Caraballo et al 2012)²⁰. Después de la langosta (aproximadamente 13%), el carrucho es la especie que más contribuye a los desembarcos totales de pescadores comerciales (cerca de 11%). En 2007, un total de 143.653 libras (peso de la carne) fue capturado por pescadores comerciales. A un precio promedio de \$3.78 por libra (Matos-Caraballo et al 2012)²¹, la pesca comercial es valorada en aproximadamente \$543,008.

El manejo de la especie en todo el Caribe es difícil debido a una variedad de factores, incluyendo pero no limitado a, las incertidumbres sobre la fuente de las larvas y sumideros, las densidades mínimas necesarias para la reproducción, los cambios en el crecimiento (del alargamiento de la concha hasta engrosamiento del labio) y la facilidad de cosecha en aguas poco profundas donde los adultos se agregan para reproducirse. El haber incluido el carrucho en la Lista del Apéndice II del “**Convention on International Trade in Endangered Species** of Wild Flora and Fauna” (CITES) a partir de 1992 ha ayudado con respecto a acciones de evaluaciones de abastos y recopilación de datos como países exportadores necesitan certificarse a través de su autoridad científica local que la cosecha y exportación no afectan negativamente a la población. El recurso del carrucho en Puerto Rico está manejado conjuntamente por el gobierno federal y el estatal. De tierra a 9 millas náuticas (NM) fuera de la costa, los reglamentos de cosecha están impuestos por el gobierno estatal. Fuera de las 9 NM corresponde a la zona económica exclusiva donde el gobierno federal de los Estados Unidos de América supervisa y establece normas sobre los recursos marinos a través del Consejo de Administración Pesquera del Caribe. En 1997, la zona económica exclusiva de Estados Unidos cercanas a Puerto Rico, y la cercana a las

²⁰ Véase: Matos-Caraballo D., H.Y. López, J. León, J. Rivera and L.T. Vargas. 2012. Puerto Rico's Small-scale Commercial Fisheries Statistics during 2007-2010. *Proceeding of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 64:533.

²¹ *Idem*



Islas Vírgenes Estadounidenses, particularmente la de St. Thomas y St. John, fueron cerradas a la pesca del carrucho, y también en este momento se implementó una veda en aguas territoriales (desde 1 de julio al 31 de septiembre de cada año). En el 2004, regulaciones adicionales incluyeron una longitud mínima de concha de 9 pulgadas (22,86 cm) o 3/8 pulgada (9,5 mm) mínimo de grosor del labio y un límite de captura de 150/día por persona o 450/día por embarcación, respectivamente. En 2012, se modificó la veda en aguas puertorriqueñas al 1 de agosto al 31 de octubre.

La pesca de carrucho de Puerto Rico actualmente está sobreexplotada, pero recuperándose de sobrepesca severa y pérdida de hábitat en la década de 1980. A mediados de los 80 un viaje de pesca promediaba 160 libras de carne, mientras que el mismo viaje temprano en los 2000s promediaba solamente 72 libras (Valle-Esquivel 2002)²². Las capturas se basaban en los juveniles (Appeldoorn 1991)²³ y la mortalidad por pesca era mayor que la mortalidad natural (Appeldoorn 1987)²⁴. Se ha observado una tendencia decreciente de las capturas desde la década de 1980 (Figura 1). Para tratar de combatir esta tendencia, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA) a través del Programa de Monitoreo y Evaluación del Área Sureste - Caribe (SEAMAP-C) ha financiado estudios de censos visuales periódicos para recopilar datos que le ayudarán con en el manejo. Previo al monitoreo estandarizado de SEAMAP, se llevó a cabo un censo en 1987, restringido a 81 estaciones en la esquina suroeste de la isla. La densidad promedio fue de 8.11/hectáreas (Torres Rosado 1987)²⁵. En 1997, la encuesta fue ampliada para cubrir tanto las costas este (29 estaciones) y oeste (60 estaciones), y las densidades

²² Véase: Valle-Esquivel, M. 2002. U.S. Caribbean Queen Conch (*Strombus gigas*) data update with emphasis on the commercial landing statistics. NOAA, Sustainable Fisheries Division Contribution SFD-01/02-169.

²³ Véase: Appeldoorn, R.S. 1991. History and Recent Status of the Puerto Rican conch fishery. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst. 40:267-282.

²⁴ Véase: Appeldoorn, R.S. 1987. Assessment of mortality in an offshore population of queen conch, *Strombus gigas* L. in southwest Puerto Rico. U.S. Fish. Bull. 85:797-804

²⁵ Véase: Torres-Rosado, Z.A. 1987. Distribution of two mesogastropods, the queen conch, *Strombus gigas* Linnaeus, and the milk conch, *Strombus costatus* Gmelin, in La Parguera, Lajas Puerto Rico. M.S. Thesis, Univ. Puerto Rico, Mayaguez, 37 p.



promedio fueron 7.49/ha y 8.49/ha, respectivamente (Mateo 1997)²⁶. Sesenta estaciones fueron encuestados en la costa oeste otra vez en el año 2001, y la densidad había aumentado a 14,42/ha (Appeldoorn 2002)²⁷. La encuesta de 2006 agregó la costa sur (14 sitios) al régimen de muestreo y se monitoreo las áreas en las costas este (40 estaciones) y el oeste (46 estaciones) (Jiménez 2007)²⁸. Las encuestas realizadas variaron en tiempo lo cual complica la comparación directa por la variación temporal. No obstante, no fueron detectados cambios temporales significativos mediante las estadísticas disponibles en el momento.

Las bajas densidades de carrucho observada repetidamente a lo largo de estas encuestas, combinados con estudios que sugieren que una densidad mínima de 50 hectáreas es necesaria para la reproducción (Stoner y Ray-Culp 2000)²⁹, puede sugerir que otras fuentes de larvas están manteniendo la población de carrucho. En 2012, se completó un estudio de las especies comercialmente importantes en tres arrecifes mesofóticos de la costa oeste de Puerto Rico (125-145 pies de profundidad) (García-Sais et al 2012)³⁰. En uno de estos sitios en particular, Abrir La Sierra (Figura 2), una gran cantidad de caracoles adultos (672 individuos) fueron observados. Basado en densidades calculadas (desde 3.3 por hectárea a 194/ha basado en hábitat) y área del hábitat disponible estimado (321ha), García-Sais calculó población estimada de 29.092 personas. De éstos, 95% tenían longitudes de concha de 20-28 cm. El grosor del labio

²⁶ Mateo, I. 1997. Spatial Variations in Stock Abundance of Queen Conch, *Strombus gigas*, (Gastropoda: Strombidae) in the West and East Coast of Puerto Rico. M.Sc.Thesis. Univ. of Puerto Rico, Mayaguez. 75 p.

²⁷ Véase: Appeldoorn R.S. 2002 Underwater survey of the Queen Conch resource in Puerto Rico. Final Report to NMFS/

SEAMAP Program. 30 pp.

²⁸ Véase : Jiménez. N. 2007. Caribbean/NMFS Cooperative SEAMAP Program Queen conch **Strombus gigas**, assessment 2006. Department of Natural and Environmental Resources. 30 pp.

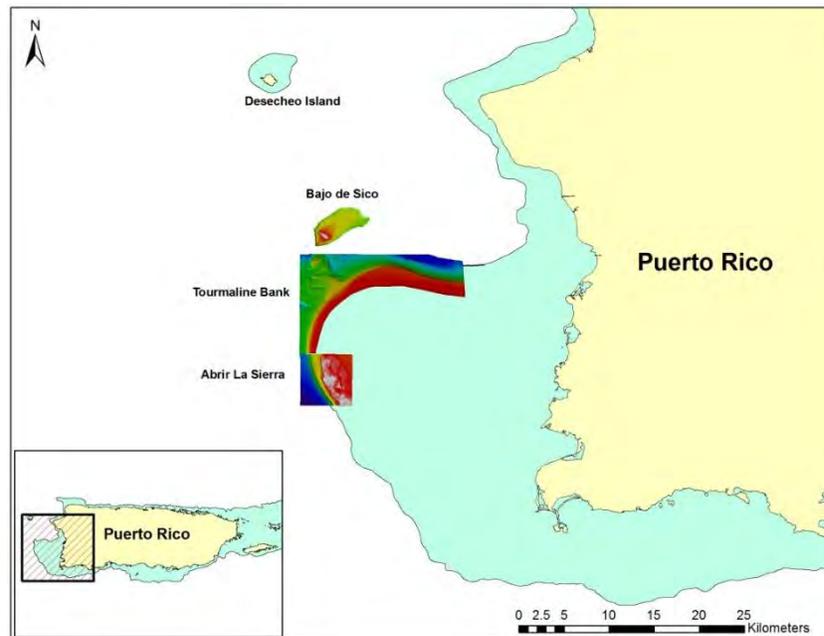
²⁹ Véase: Stoner W.A. and M. Ray-Culp. 2000. Evidence for Allele effects in an over harvested marine gastropod density dependent mating and egg production. Mar. Ecol. Prog. Ser. 202:297-302

³⁰ Véase: García-Sais JR, J Sabater-Clavell, R Esteves and M Carlo. 2012. Fishery independent survey of commercially exploited fish and shellfish populations from mesophotic reefs within the Puerto Rican EEZ. Submitted to CFMC, San Juan PR. 91p.



promedio fue de 21mm, con un 72% entre 20 y 30 mm. Se observaron carruchos reproductivamente activos, pero no se cuantificó el grado de esta actividad. Esta alta densidad de carruchos reproductivamente activos puede contribuir las larvas para el reclutamiento más cerca de la costa.

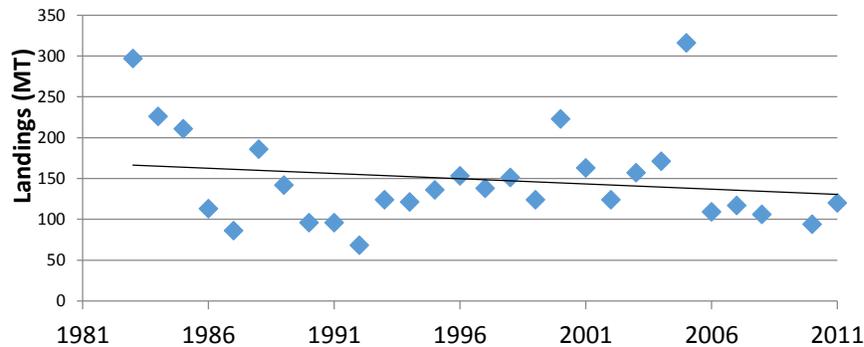
MAPA 5 POSICIÓN RELATIVA DE ABRIR LA SIERRA A LA PLATAFORMA INSULAR OCCIDENTAL DE PUERTO RICO. (CITADO DE GARCÍA -SAIS ET AL. 2012)



El propósito de este estudio fue volver a examinar la población de carruchos de aguas poco profundas en la costa oeste de Puerto Rico, que soporta las áreas pesqueras primarias y la serie de tiempo más larga de las últimas encuestas. Los objetivos fueron generar estimados de densidad que podrían usarse (1) para evaluar las tendencias y estado actual y (2) atender preguntas específicas de manejo. Estas últimas incluyen comparar abastos de desove de aguas someras y aguas profundas y comparar la situación de las poblaciones dentro de la EEZ (aguas federales), donde la pesca está prohibida, a las aguas locales, que están abiertas a la pesca. Además, a diferencia de las últimas encuestas, el análisis de datos empleará modelos lineales generalizados para generar comparaciones estadísticas más robustas.



GRÁFICA 29 DATOS DE CAPTURA PARA LA PESCA COMERCIAL DE CARRUCHO EN PUERTO RICO. LOS DATOS PROVIENEN DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS Y SON AJUSTADOS PARA REFLEJAR CAPTURAS NO REPORTADAS. LOS FACTORES DE CORRECCIÓN VARIARON ENTRE 45-59% BASADO POR AÑO.



MÉTODOS:

Censos Visuales

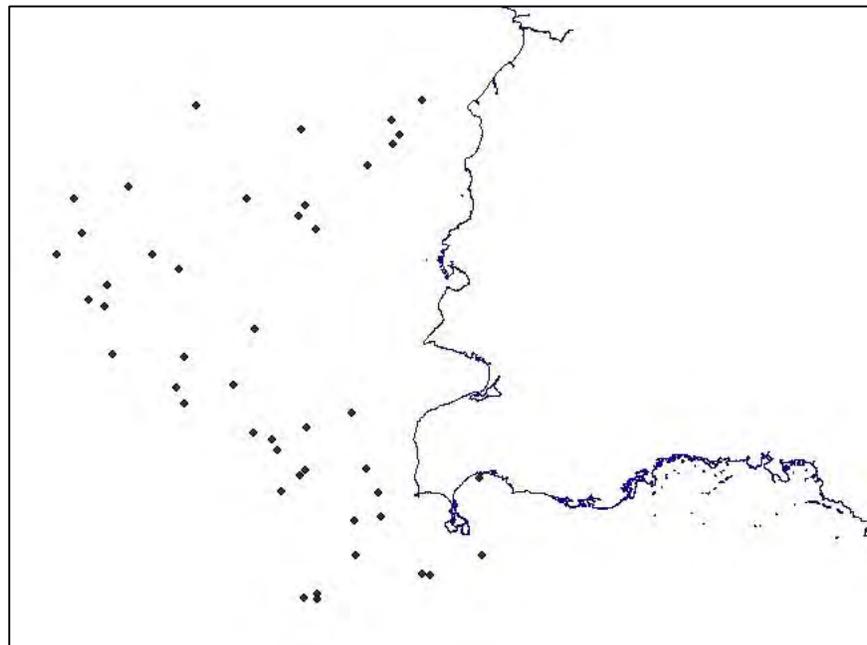
En el 2006, entrevistas con pescadores se identificaron antiguas áreas pesca de carrucho, áreas presentes de pesca del carrucho y áreas conocidas de juveniles en las costas del sur, oeste y este de Puerto Rico. La costa oeste es el área primaria de pesca para carrucho en la Isla. Estos mapas fueron digitalizados en una base de datos GIS utilizando ArcMap y fueron utilizados como límites para crear 46 sitios encuesta aleatoria en la costa oeste, dentro del contorno de 90 pies, usando la herramienta "crear puntos aleatorios" (ver Figura 2). El límite de 90 pies fue elegido para la seguridad del buzo. Todas las categorías (pasado, presente y juvenil) recibieron el mismo peso durante la selección del sitio, aunque muchos de los polígonos se solapan

Métodos para esta encuesta se mantuvieron idénticos con encuestas de años anteriores para facilitar la comparación de los resultados entre las encuestas. En cada uno de los sitios, se realizaron estudios visuales en buceo pareados con la ayuda de scooter submarino para maximizar la distancia recorrida. Cada buzo encuestó transeptos de 4m de ancho y de longitud variable según la profundidad y tiempo de inmersión disponible,



pero para un máximo de 45 minutos. Durante la encuesta, hábitat, profundidad, clase de edad y la duración estimada se registraron para cada carrucho, así como las observaciones de copulación o la puesta de huevos. Clasificaciones de hábitat incluyen arena, gorgonias, *Thalassia*, *Syringodium*, *Halimeda*, algas, arrecifes, fondo duro o cualquier combinación de éstos. Clases de edad fueron juveniles (J), adulto recién maduro (NMA), adulto (A), adulto viejo (OA) y adulto muy viejo (VOA). La distancia del transepto se calculó en ArcMap mediante la medición de la distancia en línea recta conectando las posiciones iniciales y finales.

MAPA 6 LOCALIZACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO OBTENIDOS AL AZAR PARA EL CENSO VISUAL DE CARRUCHOS DEL 2013 RELATIVOS A LA COSTA DE PUERTO RICO.



ANÁLISIS DE LOS DATOS

El área total encuestada se calculó multiplicando la longitud del transepto por 4m de ancho y luego se duplicó el área (dos transeptos por sitio) y finalmente la suma de todos los 46 sitios (92 transeptos). Las densidades se calculan dividiendo el número de carruchos observados en cada sitio por el área encuestada. Se hicieron comparaciones de densidades de adultos y juveniles entre años (1997, 2001, 2006 y 2013) modelando las



densidades en función del régimen de manejo (territorial o federal), profundidad, hábitat y año mediante una transformación logarítmica de la distribución binomial negativa. Los análisis se realizaron utilizando la función del modelo lineal generalizado (GLIMMIX) de SAS. Se escogió esta distribución sobre la distribución *Poisson* porque está mejor equipado para manejar alta variabilidad. Ningún término de correlación espacial fue incluido en el modelo porque la inclusión de los términos profundidad y hábitat explicó la mayor parte de la variabilidad. La inclusión del régimen de manejo en el modelo ayudó a aclarar la efectividad de un cierre de más de 10 años de las áreas de pesca de la zona federal. Tendencias en cuanto a frecuencia de tamaño y la estructura de edad también fueron descritas. La población reproductora de la costa oeste se calculó usando las densidades sólo de las clases mayores de edad (adulto, adulto viejo y adulto muy viejo) multiplicados por los estimados del área de hábitat apropiado en la plataforma occidental basada en los estratos previamente digitalizados. Esta población reproductora entonces fue comparado con los estimados de la población mesofótica³¹ en Abrir La Sierra (García Sais et al 2012)³² para hacerse una idea de la contribución potencial de la población mesofótica en relativa a los abastos de aguas poco profundas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuarenta y seis sitios fueron muestreados en el transcurso de la encuesta de 2013. El área total encuestada fue 37.45 ha, con áreas de transepto que van desde 0.3 hectáreas en la estación 5 hasta 3.97 hectáreas en la estación 11. Las diferencias en la cantidad de área cubierta se basan en una variedad de factores incluyendo, pero no limitados, a profundidad y corriente. El área promedio por transepto fue 0.814 ha. El número de carruchos observados fue 194 juveniles y 186 adultos, para un total de 380 carruchos. Esto no incluye la estación 6, donde se observaron 1,399 juveniles con una de longitud de concha menor de 10 cm. Este sitio no

³¹ Mesofótica: de la zona donde existen niveles intermedios de penetración lumínica

³² Véase: García-Sais JR, J Sabater-Clavell, R Esteves and M Carlo. 2012. Fishery independent survey of commercially exploited fish and shellfish populations from mesophotic reefs within the Puerto Rican EEZ. Submitted to CFMC, San Juan PR. 91p.



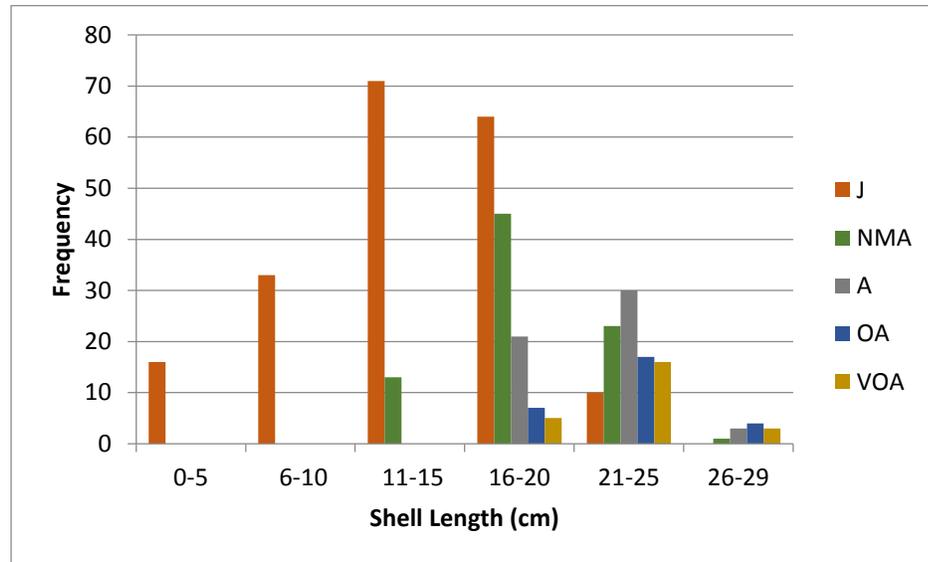
se incluyó en los análisis posteriores debido a los efectos de distorsión estadística.

Una representación general de la frecuencia de tamaño para todas las clases de edad está representada en la Gráfica 5. La longitud media de los adultos recién maduros fue 18.95 cm, y la longitud media de los adultos fue 21.58 cm.

La primera pregunta abordó las diferencias temporales en los totales, en los adultos solos o juveniles solos, como factores de la profundidad y hábitat. La Gráfica 6 resume los resultados del primer análisis, modelando la densidad como una función de los siguientes efectos: año, profundidad y hábitat. Todos los resultados significativos están representados al nivel de $p = 0.05$. Hubo una densidad menor de carrucho adulto (adultos + juveniles) en 1997 (-0.783) en comparación con 2006 o 2013. Hubo una menor densidad de carrucho total en el hábitat de fango (-1.4726). También hubo una densidad menor de carruchos adultos en 1997 (-1.0379) en comparación con 2006 y 2013 y otra vez una densidad menor de carruchos adultos en el hábitat de fango (-2.3756). Con los juveniles, no hubo cambios significativos en la densidad temporal, pero el hábitat fue un factor mayor en la determinación de la distribución de la densidad. Fondo duro (-1.7592), arrecife (-1.3177) y fango (-1.405) todas tenían densidades significativamente más bajas de carrucho juvenil, mientras que las gorgonias tenían densidades de juveniles significativamente más altas (1.0776).



GRÁFICA 30 DIAGRAMA DE LA FRECUENCIA DE TAMAÑOS PARA TODAS LAS CATEGORÍA DE CLASES DE EDAD EN EL CENSO VISUAL DEL CARRUCHO DE 2013. J-JUVENILES, NMA-ADULTOS RECIÉN MADUROS, A-ADULTO, OA-ADULTO VIEJO, VOA- ADULTO MUY VIEJO.



Conclusiones preliminares sobre la estructura de edad y frecuencia de tamaños entre la encuesta de 1997 y la última muestran lo siguiente:

1. El aumento observado entre la densidad del 1997 y los años posteriores representa un aumento más del doble (8,49 por hectárea global en 1997 versus 14.42-22.4/ha total en 2013 y 2006, respectivamente). Esto sugiere que los esfuerzos de manejo (áreas cerradas, vedas, cuota diaria, límites de tamaño) han tenido un efecto positivo
2. La aparición de la clase de tamaño de los adultos de 16-20 cm en las encuestas posteriores (Gráficas 6 y 7) sugiere que la regulación de tamaño mínimo de concha (9 in = 22.86 cm) también está teniendo un efecto. Aquellos individuos que están por debajo del umbral no se pescan y son capaces de llegar a las etapas adultas.



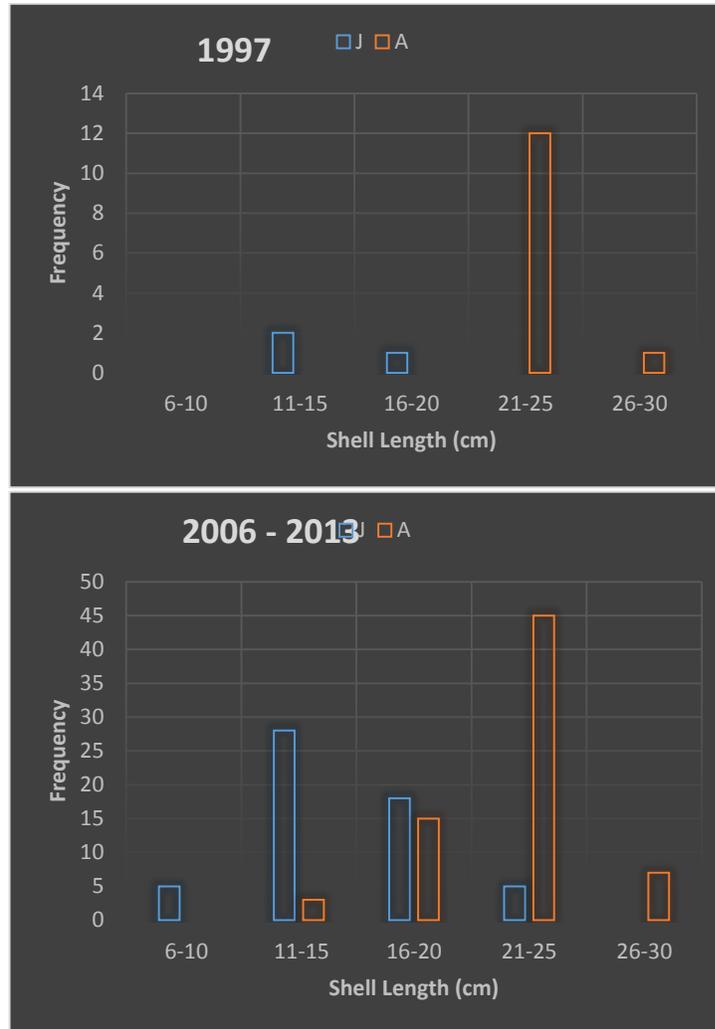
3. La diferencia principal observada entre el 1997 y las estructuras de edad de 2013 (Gráfica 8) es la presencia en el 2013 de la VOA en sitios de aguas llanas y el EEZ que no estaban presentes en 1997.

La última pregunta a ser abordada es la importancia potencial de la población mesofótica reproductora de carruchos encuestada por García-Sais et al. (2012)³³ en relación a la de la plataforma de aguas llanas. Esto se evaluó comparando la densidad total de adultos y la población en aguas llanas a las estimadas de García-Sais et al., (2012). La densidad calculada de reproductores (incluyendo sólo las clases mayores de edad de adultos, adulto viejo y adulto muy viejo) aguas de la plataforma para el 2013 del censo visual fue de 4.105/ha. Sobre las 42.074 ha del área que fueron identificados previamente como estratos de carrucho (es decir, pasado y presente zonas de pesca así como áreas de juvenil identificadas durante las encuestas por los pescadores), hay 172.705 individuos capaces de reproducirse. Por lo tanto, mientras que la población mesofótica de carrucho en Abrir La Sierra es de alta densidad (194.93/ha en el arrecife de rodolitos) y un gran número de individuos (29.092) sólo constituyen el 14% de la población reproductora potencial total en la costa oeste.

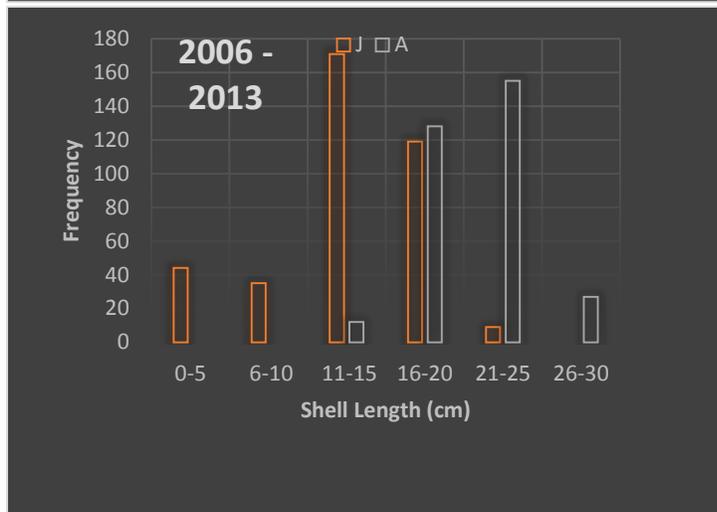
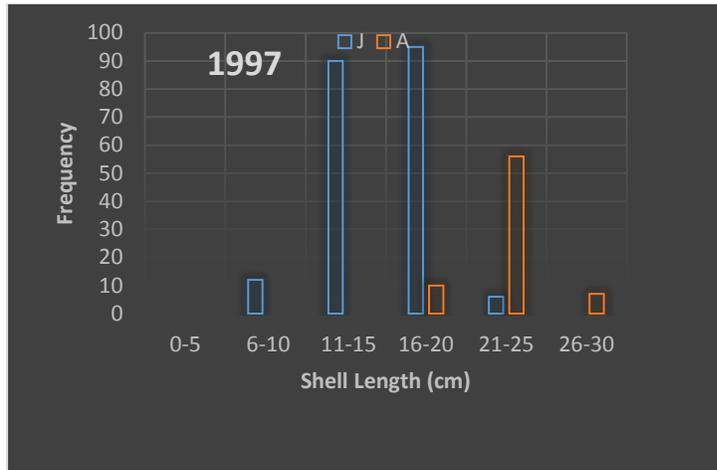
³³ Véase: García-Sais JR, J Sabater-Clavell, R Esteves and M Carlo. 2012. Fishery independent survey of commercially exploited fish and shellfish populations from mesophotic reefs within the Puerto Rican EEZ. Submitted to CFMC, San Juan PR. 91p.



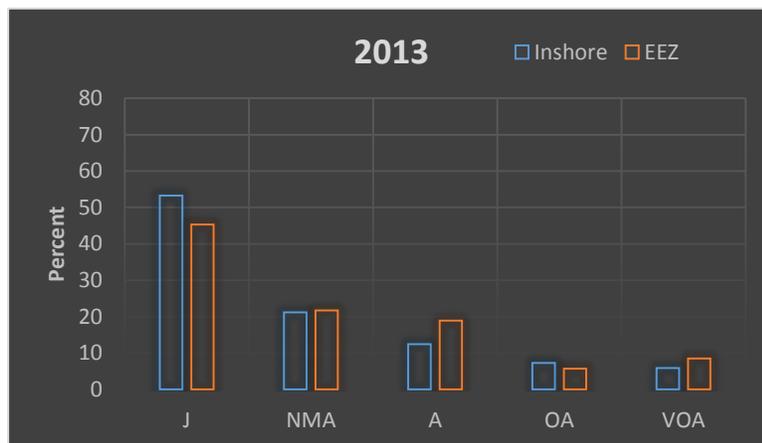
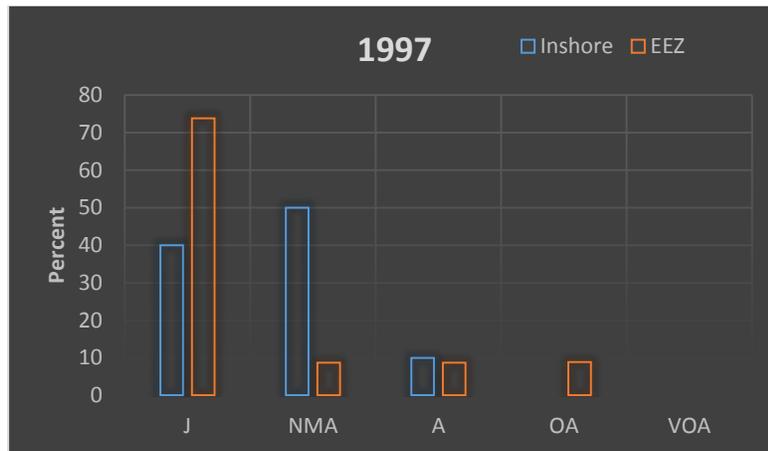
GRÁFICA 31 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE TALLAS DE ADULTOS Y JUVENILES DENTRO DE LA EEZ (>9NM) EN EL OCCIDENTE DE PUERTO RICO EN 1997 Y 2006/2013 UNIDOS PARA AUMENTAR EL NÚMERO DE (N=9 PARA 1997 Y N=11 PARA 2006/2013).



GRÁFICA 32 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE TALLAS PARA ADULTOS Y JUVENILES EN AGUAS LLANAS (0-9NM) EN 1997 Y 2006/2013 UNIDOS CONSISTENTE CON LA FIGURA 5 (N=58 PARA 1997 AND N=81 PARA 2006/2013).



GRÁFICA 33 ESTRUCTURA CLASE-EDAD DE CARRUCHOS ADULTOS OBSERVADOS EN AGUAS LLANAS (0-9NM) Y EL EEZ (>9NM) EN LA COSTA OESTE DE PUERTO RICO PARA 1997 Y 2013.



ANÁLISIS

Los datos de peces de arrecife continúan arrojando resultados alentadores concernientes a la recuperación de varias especies bajo manejo: el mero cabrilla (*Epinephelus guttatus*), la colirrubia (*Ocyurus chrysurus*) y el arrayao (*Lutjanus synagris*). Los tamaños de captura apuntan a una mejoría de las poblaciones observándose un aumento en la talla de las especies, y reduciéndose el número de individuos capturados bajo el tamaño mínimo de reproducción en un 70%. Otra especie de importancia, la cual ha mostrado signos de mejoría, es el mero mantequilla (*Cephalopholis fulva*). Para el último año de monitoría, hemos obtenido información para la costa este y oeste, permitiéndose la comparación del estatus de las poblaciones de ambas costas. Especies bajo manejo tales como la colirrubia y el arrayao muestran signos de mantenerse en buen estado, sugiriendo que las medidas de protección han sido efectivas.



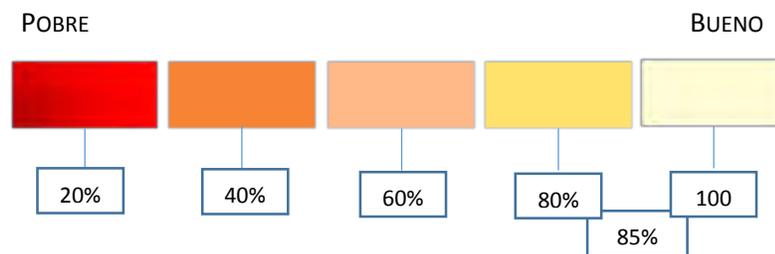
Los datos de carrucho indican una mejoría en sus poblaciones monitoreadas, apuntando a individuos de mayor tamaño y edad en cerca del 60% censado.

Los datos obtenidos de la langosta reflejan que las poblaciones se mantienen estables y en buen estado en cerca del 90% de las estudiadas.

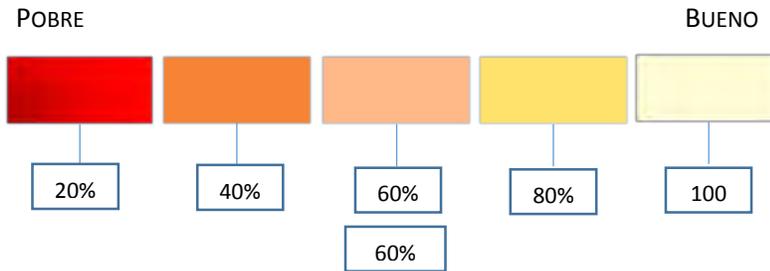
BENCHMARK

Abundancia relativa de las poblaciones de peces de arrecife, carrucho y langostas, monitoreadas en censos independientes en las pesquerías alrededor de las costas de Puerto Rico

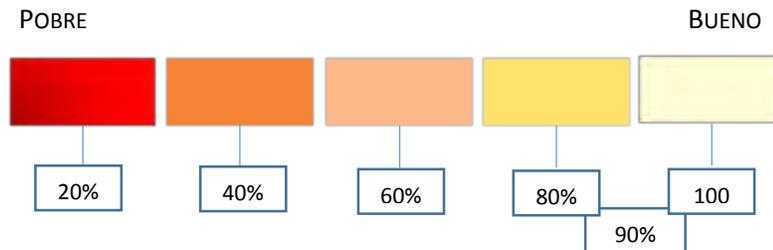
Por ciento de capturas de mero cabrilla, colirrubia y de arrayao disponibles para la pesca comercial mostrando el tamaño mínimo de reproducción. Análisis posteriores sobre la reproducción (histología) de estas especies nos darán una mejor idea sobre el estatus individual de cada una de estas especies. Al presente este es nuestro benchmark



Por ciento de capturas de individuos de carrucho disponible para la pesca comercial mostrando el tamaño y edad adecuados para la pesca



Por ciento de poblaciones de langosta bajo estudio reflejando estabilidad poblacional y buen estado para la pesca comercial



LIMITACIONES DEL INDICADOR

Resulta necesario tener la mayor parte de los parámetros de la biología básica de estas especies. No obstante la información que se recopila muestra tendencias de importancia en la toma de decisiones de manejo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los datos disponibles reflejan, para años recientes, una aparente tendencia de recuperación y estabilidad en las especies particulares estudiadas, por costas, (langosta-costa oeste; carrucho-costas oeste, este y sur; peces de arrecife-costas oeste y este) para las especies comerciales monitoreadas en lo referente al presente Indicador. Resultaría satisfactorio continuar detectando el 100% del patrón de recuperación y estabilidad de las especies reportadas mediante el mismo. No obstante, es necesario ampliar el ámbito geográfico costero y el tiempo de estudio para determinar la tendencia a través de la totalidad de nuestras costas con características de hábitats propicios para estas especies. Entretanto, debe mantenerse el monitoreo de estas poblaciones y las medidas de



manejo impuestas por el Reglamento de Pesca Núm. 7949 del DRNA (*Nuevo Reglamento de Pesca de Puerto Rico*) para recuperar y mantener el nivel óptimo de las poblaciones implicadas en este Indicador.



SUELO

INDICADOR: DISTRIBUCIÓN DE LOS USOS DE SUELO TIPO 1

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador busca representar, en términos porcentuales o absolutos, el uso o protección que se le está dando al suelo en Puerto Rico. Se ha ordenado el mismo en los subtemas siguientes: suelos clasificados, calificados y con regulación especial, suelos con valor agrícola, riesgos naturales y sistemas naturales. El uso de este indicador permite ponderar los patrones de uso del suelo y sus tendencias, para así tomar decisiones racionales planificadas sobre su manejo. Además, permite reconocer aspectos vitales para el desarrollo del país tales como: grado de expansión urbana, suelos con valor agrícola y natural, áreas vulnerables a riesgos naturales y aquellos terrenos disponibles para satisfacer necesidades futuras.

Los componentes de este importante indicador presenta un panorama de los usos del suelo del país. Muestra también el manejo de los terrenos y la extensión del desarrollo urbano, al igual que la magnitud del cambio en los usos del suelo. Ofrece un cuadro del total de áreas bajo riesgo de inundación y deslizamientos, así como los suelos agrícolas y las áreas naturales necesarias para el disfrute de la población actual y futura de Puerto Rico. En resumen, este indicador permite reconocer aspectos vitales, tanto cuantitativos y cualitativos, del recurso suelo que ayudan en la planificación y la toma de medidas para reducir el impacto ambiental de este importante recurso.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

La Junta de Planificación (JP), a través del Subprograma Planes de Usos de Terrenos (SPUT) y el Subprograma de Sistemas de Información Geográfica (SIG), es la agencia a cargo de recopilar, manejar y suministrar los datos que alimentan este indicador. Los datos están basados en el examen de todos los municipios, tomando en consideración los instrumentos siguientes:



1. Planes de Ordenación Territorial (POT) que incluye los Planes Territoriales (PT), Planes de Ensanche (PE) y Planes de Área (PA), que estén aprobados, en revisión o elaboración
2. Áreas de Planificación Especial (APE) y Zonas de Interés Turísticos (ZIT) delimitadas
3. Planes Regionales (PR), de Desarrollo Integral (PDI) o Sectoriales (PS), vigentes
4. Planes de Usos de Terrenos para Áreas de Planificación Especial (PUT), vigentes
5. Cualquier otro instrumento, tales como mapas a nivel local o regional

Debemos destacar que el Gobierno del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (ELA) ha establecido múltiples programas de planificación y manejo de sus recursos naturales con el propósito de resolver los conflictos por la demanda de sus recursos. Dichos programas son aplicables a todo el archipiélago puertorriqueño, incluyendo las aguas costaneras bajo la jurisdicción del ELA.

La Junta de Planificación adoptó los *Objetivos y Políticas Públicas del Plan de Uso de Terrenos para Puerto Rico* (OPP-PUTPR) de 1977. De esta forma se establece un marco de política pública generalizada para el manejo del suelo y de muchos de sus recursos naturales. En el año 1995, la Junta de Planificación revisó y adoptó una nueva versión del documento de OPP-PUTPR con el propósito de:

- incorporar el concepto de desarrollo integral y sostenible;
- incorporar el concepto de acción ecológicamente sustentable;
- ampliar el concepto de riesgo para añadir las inundaciones, los terrenos susceptibles a deslizamientos y fallas geológicas;
- incorporar los humedales;
- particularizar el sector turístico como una nueva Meta del Plan de Usos de Terrenos; e
- incorporar a las políticas públicas, el concepto de descentralización contenido en la “Ley de Municipios Autónomos”, Ley 81-1991.



Considerando lo anterior, este indicador sobre la distribución de los usos del suelo se ha ordenado en varios subtemas teniendo como base las metas y políticas públicas de los usos del terreno vigentes. A su vez, los subtemas resaltan aspectos afines con el fin de tener elementos suficientes para la toma de decisiones relacionadas al uso del suelo.

SUELOS REGULADOS

Los suelos regulados son aquellos que han sido clasificados, calificados y tienen algún tipo de regulación especial. Se consideran suelos con regulación especial aquellos que han sido delimitados y tienen un instrumento de planificación que contenga políticas, estrategias y reglamentación por disposición de leyes especiales, tanto locales como federales. Este instrumento de planificación puede conllevar en la mayoría de los casos el establecimiento de un distrito sobrepuesto.

	2014 (CUERDAS)	2013 (CUERDAS)	2014 (POR CIENTO)	2013 (POR CIENTO)	CAMBIO (POR CIENTO)
Suelos clasificados	1,238,622.25	1,302,838.44	54.40%	57.22%	-2.82%
SU	159,764.23	170,891.94	7.02%	7.51%	-0.49%
SUP	15,420.51	16,089.11	0.68%	0.71%	-0.03%
SUNP	11,874.77	17,666.43	0.52%	0.78%	-0.26%
SRC	606,677.68	626,689.04	26.64%	27.52%	-0.88%
SREP	444,885.05	471,501.93	19.54%	20.71%	-1.17%
Suelos calificados (no clasificados)	361,725.31	346,590.12	15.89%	15.22%	0.67%
Agua	15,569.29	16,099.26	0.68%	0.71%	-0.03%
Propiedad federal	14,033.36	14,033.36	0.62%	0.62%	0.00%
Servidumbre vial	48,248.02	51,767.24	2.12%	2.27%	-0.15%
Total regulados	1,600,347.56	1,649,428.56	70.29%	72.44%	-2.15%
Total no regulados	676,555.13	627,474.13	29.71%	27.56%	2.15%
Total pr	2,276,902.69	2,276,902.6	100%	100%	

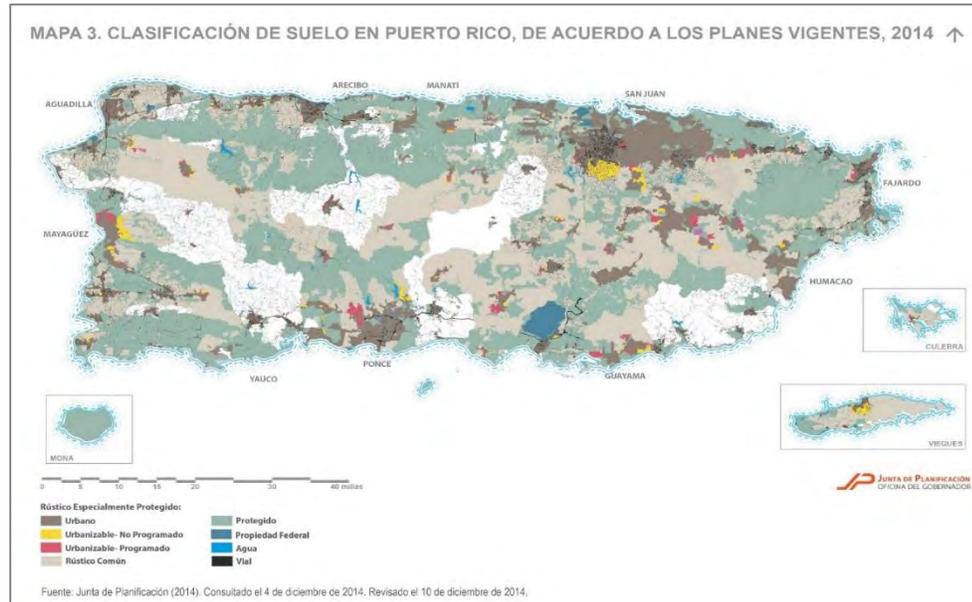
9

Fuente: Junta de Planificación, Subprograma Sistemas de Información Geográfica, 2014



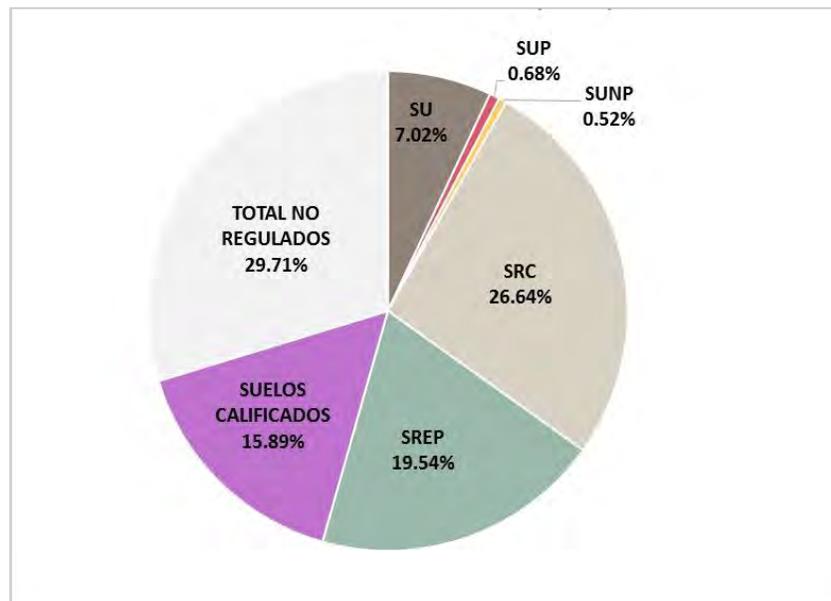
Suelos Regulados (2014)

MAPA 7 SUELOS



Fuente: Junta de Planificación, Subprograma

GRÁFICA 34 SUELOS REGULADOS 2014



Fuente: Junta de Planificación, Subprograma Sistemas de Información Geográfica, 2014



ANÁLISIS

Los datos actualizados al 2014 muestran que se encuentran regulados aproximadamente 1,600,347.56 cuerdas, representando 70.29% del suelo total del territorio. El restante 29.71% del suelo se encuentra en proceso de regular como parte de la elaboración de los PT y la eventual culminación del PUT-PR.

El suelo regulado está basado en el análisis de la data disponible de los municipios con PT, en las zonas urbanas de los municipios sin PT, en las áreas de planificación especial, zonas de interés turístico y otros planes especiales. Los suelos se identifican como clasificados y calificados, siendo el primero los municipios que han elaborado sus planes de ordenación territorial. En aquellos municipio con PT el SU incluye los terrenos que están completamente desarrollados en las áreas urbanas o aquellas porciones fuera de los mismos considerados como espacios parcelados, aun los que no estén edificados en su totalidad u organizados en torno a calles consolidadas, pero que tienen las características y estén fuera del área urbana principal. El SU comprende 159,764.23 cuerdas, representando 7.02% del territorio. El suelo urbanizable consta del Suelo Urbanizable Programado (SUP) y del Suelo Urbanizable No Programado (SUNP), clasificados como SUP 15,420.51 cuerdas y como SUNP 11,874.77 cuerdas, representando respectivamente 0.68% y 0.52% del territorio.

Los terrenos que deben ser expresamente protegidos del proceso urbanizador por razón, entre otros, de su valor agrícola y pecuario, actual o potencial; de su valor natural; de su valor recreativo, actual o potencial; de los riesgos a la seguridad o salud pública, son aquellos clasificados como Suelo Rústico, subdividido en Suelo Rústico Común (SRC) y Suelo Rústico Especialmente Protegido (SREP). Como SRC se han clasificado 606,677.68 cuerdas, representado 26.64% de todo el territorio. Se han clasificado como SREP 444,885.05 cuerdas, para 19.54% del territorio.

Los suelos calificados incluyen las zonas urbanas y suburbanas, áreas de planificación especial y zonas de interés turístico, entre otras, reguladas mediante planes, normas y mapas especiales. Esto suelos comprenden aproximadamente 361,725.31 cuerdas, siendo el 15.89% del territorio. Se complementa los usos de suelos con aquellos clasificados como agua con



aproximadamente 15,569.29 cuerdas, representando el 0.68% de territorio; de propiedad federal son aproximadamente 14,033.36 cuerdas, para un 0.62%; y servidumbre vial con aproximadamente 48,248.02 cuerdas, para un 2.27% del territorio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

Si se hubiesen incluido todas las áreas desarrolladas ubicadas en sectores rurales y todas las construcciones realizadas, el porcentaje del SU sería mayor. Sin embargo, por mucho tiempo ha sido una tendencia continua el que las áreas de alto valor agrícola y las de valor natural no protegidas se vieran reducidas ante el avance de los proyectos de desarrollo de forma desparramada. Sobre todo, los proyectos residenciales y comerciales están ocupando terrenos valiosos en distintos lugares de la Isla que, en el pasado, se utilizaban para la producción agrícola.

En aras de garantizar la permanencia de suficientes terrenos para todos los usos, sigue siendo una necesidad urgente el que se tomen medidas más asertivas para detener y revertir esa tendencia. Al menos, debe considerarse el redesarrollo de suelos ya impactados por otras actividades de índole urbana o industrial.

SUELOS CON VALOR AGRÍCOLA

El Censo de Agricultura es la principal fuente estadística sobre la producción agrícola de Puerto Rico y la única fuente de información cotejable y consistente a nivel de municipio, los cuales se acopian cada cinco (5) años, el más reciente censo fue publicado en el 2012. En Puerto Rico, entidades como el Departamento de Agricultura, usan los datos del censo para estimar las pérdidas ocasionadas a la agricultura por desastres naturales tales como huracanes, inundaciones, sequías, plagas y epidemias.

Los terrenos con valor agrícola, de acuerdo al Subprograma de Sistema de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) de la Junta de Planificación, son 612,965 cuerdas. Los terrenos con valor agrícola incluyen los de capacidad agrícola de 1-4. Esta definición la establece el Departamento de Agricultura Federal para aquellos terrenos con alto valor agrícola y que tienen pendientes que facilitan la utilización de maquinaria



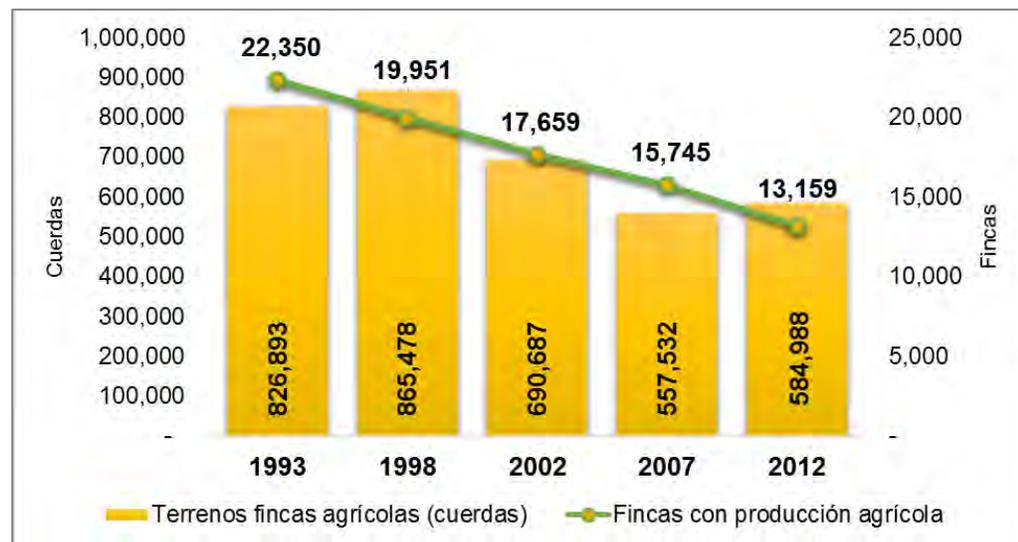
agrícola. El total de cuerdas agrícolas en producción alcanzó la cifra de 557,532 en de acuerdo al Censo Federal de 2007.

TABLA 25 FINCAS Y TERRENOS CON PRODUCCIÓN AGRÍCOLA - CENSO AGRÍCOLA 1993 A 2012

CENSO AGRÍCOLA	1993	1998	2002	2007	2012
Fincas con producción agrícola	22,350	19,951	17,659	15,745	13,159
Terrenos de fincas agrícolas (cuerdas)	826,893	865,478	690,687	557,532	584,988
Aumento o pérdida de terrenos (cuerdas)		38,585	(174,791)	(133,155)	27,456
Cambio porcentual		4.46%	-25.31%	-23.88%	4.69%

Fuente: Census of Agriculture, USDA, National Agricultural Statistics Service, 2012

GRÁFICA 35 SUELOS CON PRODUCCIÓN AGRÍCOLA (2012)



Fuente: Census of Agriculture, USDA, National Agricultural Statistics Service, 2012



MAPA 8 ÁREAS DE VALOR AGRÍCOLA

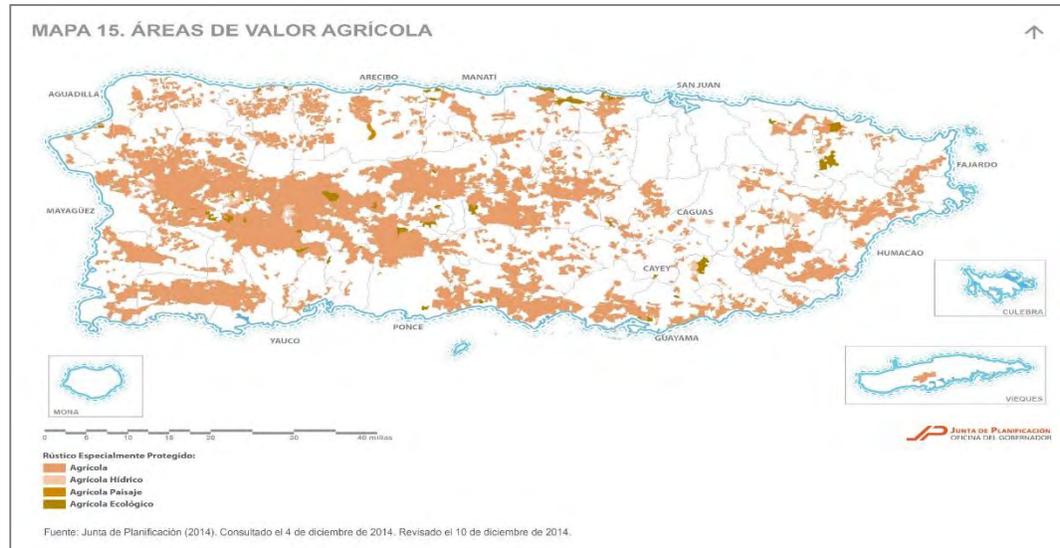


TABLA 26 RESERVAS AGRÍCOLAS APROBADAS Y EN PROCESO (2013)

RESERVA AGRÍCOLA	LEY	MUNICIPIOS	ADOPCIÓN	ÁREA EN CUERDAS
Valle de Lajas	Ley 277-1999 20/8/99	Cabo Rojo Guánica Lajas Sabana Grande Yauco	JP-RA-57 21/02/2014	48,035.79
Valle del Coloso	Ley 142-2000 4/8/00	Aguada Aguadilla Moca	JP-RP-28 5/12/2003	3,182.48
Valle de Guanajibo	Ley 184-2002 17/8/02	Cabo Rojo Hormigueros San Germán	JP-56-2014 21/02/2014	9,804.37
Reserva Agrícola de Vega Baja	Ley 398-2004 22/9/04	Vega Baja (y Vega Alta)	JP-RA-09 13/06/2012	3,390.85
Reserva Agrícola Don Amparo Güisao Figueroa	Ley 18-2006 23/1/06	Maunabo	JP-RA-74-2012 13/06/2012	1,116.29
Reserva Agrícola de Yabucoa	Ley 49-2009 3/8/09	Yabucoa	JP-RA-75 13/06/2012	7,177.76
Reserva Agrícola Corredor	Ley 242-2008 9/08/2008	Arroyo Guayama	En proceso	59,830.18



RESERVA AGRÍCOLA	LEY	MUNICIPIOS	ADOPCIÓN	ÁREA EN CUERDAS
Agrícola de la Costa Sur		Guayanilla Peñuelas Juana Díaz Patillas Ponce Sabana Grande Salinas Santa Isabel Yauco		
Reserva Agrícola del Valle de Añasco	Por iniciativa de la Junta de Planificación	Añasco Mayagüez	JP-RA-28 12/02/2014	7,089.17
Total de suelos con reservas agrícolas (Aprobadas y propuestas)				139,626.89
Total de suelos identificados con valor agrícola				612,965.00
Total de suelos con producción agrícola (Censo Agrícola 2007)				544,675.00

ANÁLISIS

Los datos del Censo Agrícola indican que Puerto Rico de 1998 a 2012 tuvo una merma neta de 280,490 cuerdas de tierras con productividad agrícola, representando una reducción neta aproximada de -32.41%. El Censo Agrícola de 1998 informó que 865,478 cuerdas tenían producción agrícola, representando un aumento de 38,585 cuerdas en relación a las informadas en el Censo Agrícola de 1993 con 826,893 cuerdas, un incremento de un 4.46%. El Censo Agrícola de 2002 informó una merma considerable de terrenos con producción agrícola de 174,791 cuerdas, para 690,687 cuerdas, representando una reducción de 25.31%. El Censo Agrícola de 2007 informó otra baja en terrenos con producción agrícola de 133,155 cuerdas, para 557,532 cuerdas, representando otra marcada reducción de 23.88%. El Censo Agrícola de 2012 refleja un alza en terrenos con producción agrícola de 27,456 cuerdas, para un total 584,988 cuerdas, representando un aumento de 4.69%, al registrado en el 2007.

Considerando la extensión territorial de la isla, la reducción neta aproximada de 280,490 cuerdas de terrenos aptos para la producción de alimentos es motivo de preocupación. Es por eso que es imprescindible



que se tomen medidas adecuadas para proteger las tierras agrícolas del país. La seguridad alimentaria del país debe ser considerada como prioridad para elaborar los planes de uso y los de ámbito territorial en proceso de implantación. El total de cuerdas situadas en las reservas agrícolas designadas y propuestas hasta enero de 2014 era de 139,626.89 cuerdas, representando el 25.04% de las tierras con producción agrícola y 22.78% del total de suelos identificados con valor agrícola, que son aproximadamente unas 612,965 cuerdas, que a su vez representan el 26.94% del total de cuerdas de Puerto Rico. Con el propósito de garantizar la seguridad alimentaria, se enmendó la Ley 550-2004 mediante la Ley 6-2014, para que el Plan de Usos de Terreno de Puerto Rico a los fines de garantizar que se reserve no menos de seiscientos mil (600,000) cuerdas de terreno agrícola.³⁴

Los Planes Territoriales Municipales protegen también las áreas agrícolas mediante clasificaciones de Suelo Rústico Común (SRC) y Suelos Rústico Especialmente Protegido (SREP), en conjunto con calificaciones de distritos agrícolas (A-P y A-G)³⁵ y otras calificaciones especiales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debemos enfocar nuestro mayor esfuerzo a prevenir que siga la tendencia observada durante años donde extensiones considerables de tierras de valor agrícola, tanto de llanos como mecanizables, sigan desapareciendo o mermando su productividad. La recesión que ha experimentado el país en los últimos tiempos ha desacelerado posiblemente el ritmo con que ha venido reduciéndose la cantidad de terrenos agrícolas ante el auge en la construcción de viviendas y complejos comerciales. Sin embargo, no se puede bajar la guardia, pues es muy probable que una vez termine la recesión se reanude la tendencia.

³⁴ Atendiendo esta situación se aprobó la Ley 6-2014 que enmienda la Ley 550-2004, conocida como la “Ley para el Plan de Uso de Terrenos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico”, a los fines de garantizar que se reserve no menos de seiscientos mil (600,000) cuerdas de terreno agrícola, para crear una Reserva Especial Agrícola y para otros asuntos afines con esta reserva de terrenos.

³⁵ Distrito Agrícola Productivo (A-P) y Distrito Agrícola General (A-G), conforme al *Reglamento Conjunto de Permisos para Obras de Construcción y Usos de Terrenos*, Junta de Planificación, 2010.



Cada vez son más las voces de alerta que se levantan contra la excesiva dependencia del país de la importación de alimentos. Una dependencia que no es en nada saludable, tomando en consideración que una crisis mundial que afecte el suministro desde los países exportadores, pondrá en riesgo la disponibilidad de alimentos para la población, con todas las implicaciones que eso conlleva. Otra razón de mucho peso por la que se debe atender esta situación con premura es la crisis alimentaria que, según la Organización de las Naciones Unidas, amenaza a gran parte de la población mundial.

Amerita, por lo tanto, que en la elaboración de los planes de usos de terrenos, se dé prioridad a reservar, rescatar y la conservar 600,000 cuerdas de terrenos agrícolas y se promueva su utilización para la producción de los víveres que pueden sustituir las importaciones. De no tomarse las acciones necesarias, se pone en riesgo la sostenibilidad del desarrollo del país y se pone en precaria los recursos que necesitan las próximas generaciones de puertorriqueños para su sostenimiento.

RIESGOS NATURALES

Los riesgos naturales se definen como las probabilidades de que un territorio y la sociedad que habita en él, se vean afectados por episodios naturales de rango extraordinario. En el caso de un archipiélago tropical como el de Puerto Rico estos incluyen los riesgos asociados a fenómenos climatológicos como lo son los huracanes, las inundaciones, los deslizamientos y aquellos asociados a la actividad sísmica, incluyendo tsunamis.

SUELOS BAJO RIESGO DE INUNDACIONES

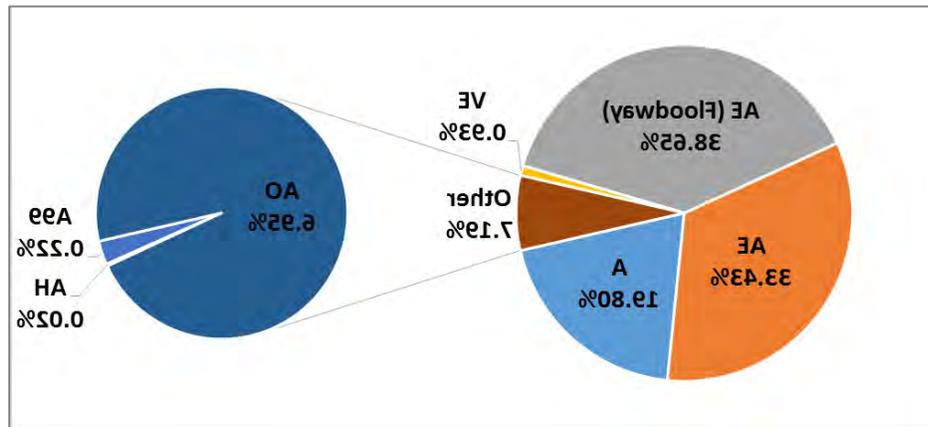
TABLA 27 ESTIMADO DE SUELOS BAJO RIESGO DE INUNDACIONES (2009)

CLASIFICACIÓN DE ZONAS FIRM	FIRM 2009 (CUERDAS)	POR CIENTO FIRM 2009	POR CIENTO BAJO RIESGO PR
A	47,326.45	19.80%	2.080%
AE	92,406.68	33.43%	3.512%
AE (Floodway)	79,908.75	38.65%	4.062%
VE	16,626.46	0.93%	0.098%
A99	524.84	0.22%	0.023%



CLASIFICACIÓN DE ZONAS FIRM	FIRM 2009 (CUERDAS)	POR CIENTO FIRM 2009	POR CIENTO BAJO RIESGO PR
AH	38.72	0.02%	0.002%
AO	2,230.55	6.95%	0.731%
TOTAL	239,062.45	100%	10.508%
TOTAL PR	2,275,083.83		

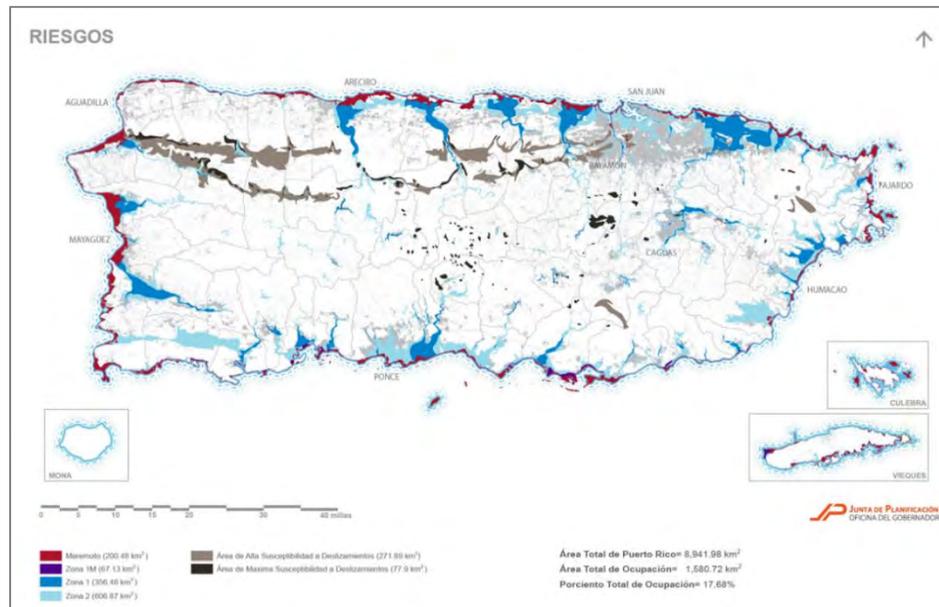
GRÁFICA 36 SUELOS CON RIESGO DE INUNDACIONES (2009)



Fuente: Junta de Planificación, Subprograma Planes de Usos de Terrenos, Unidad de Valles Inundables



MAPA 9 RIESGOS NATURALES



Fuente: Junta

ANÁLISIS

La cantidad del suelo como Áreas Especiales de Riesgo a Inundación en Puerto Rico se estima según los Mapas sobre Tasas del Seguro de Inundación (FIRM, por sus siglas en inglés) en unas 239,062.45 cuerdas, las que están clasificadas como zonas de alto riesgo: A, AE, CAUCE MAYOR (Floodway) y VE; y zonas de bajo riesgo: A99, AH y AO. Esto equivale aproximadamente a un 10.51% del total del territorio de la isla. Conforme a los datos disponibles del 2009, se estima que en 236,268.34 cuerdas relacionadas al cauce de los ríos y cuerpos de agua con alto riesgo de inundaciones, la Zona de Cauce Mayor representa unas 79,908.75 cuerdas y en suelos clasificados como Zona A unas 47,326.45 cuerdas. Están en riesgo de inundaciones costeras por marejadas los suelos clasificados como Zona VE estimados en unas 16,626.46 cuerdas impactando terrenos costeros. Es importante destacar que en el informe de 2010 se indicó una cantidad menor de terrenos propensos a alto riesgo de inundaciones, dado que se utilizó la data del FIRM de 2005, luego de la revisión el 2009 estos datos variaron.



Los terrenos de alto riesgo plantean un problema de seguridad, tanto para las estructuras como para las personas que residen en estas zonas. Esta situación se pone de manifiesto especialmente cuando ocurren eventos de grandes lluvias y fenómenos atmosféricos como tormentas y huracanes. Las actividades y edificaciones ubicadas en los terrenos que se encuentran dentro del cauce mayor de los ríos, están propensas a sufrir, tanto daños a la propiedad como pérdidas de vidas en eventos de grandes lluvias o huracanes, especialmente en las zonas cercanas a ríos y zonas costaneras. A esos efectos son de especial importancia los programas gubernamentales de construcción de viviendas, relocalización de comunidades y construcción de canales como una forma de prevenir y minimizar estas pérdidas.

SUELOS CON RIESGO DE DESLIZAMIENTO

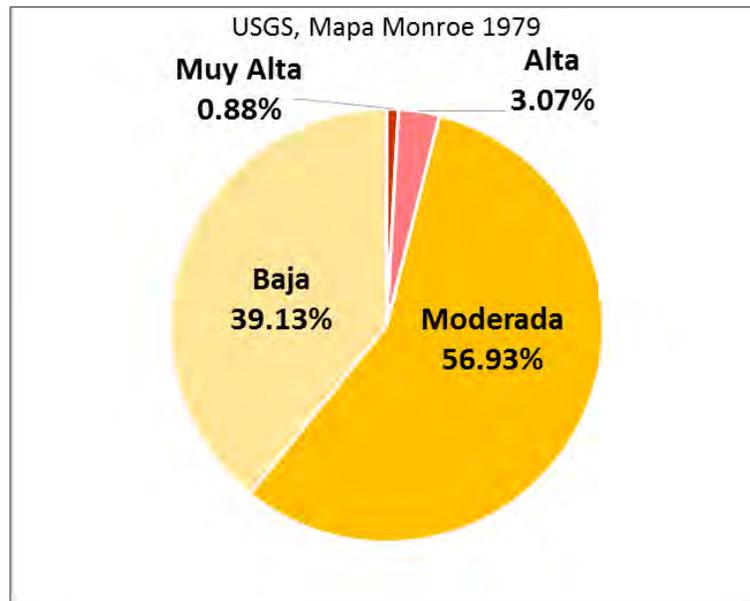
TABLA 28 SUELOS CON RIESGO DE DESLIZAMIENTO

NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTO	CANTIDAD (CUERDAS)	POR CIENTO DEL SUELO
Muy Alta	19,819.89	0.87%
Alta	69,178.78	3.04%
Moderada	1,283,766.37	56.43%
Baja	882,422.57	38.79%
Total con Riesgo	2,255,187.61	99.13%
Total Puerto Rico	2,275,083.83	100.00%

Fuente: USGS Landsliding Publication, Dr. Watson Monroe, 1979



GRÁFICA 37 NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTO



Fuente: USGS, Mapa Monroe, 1979

ANÁLISIS

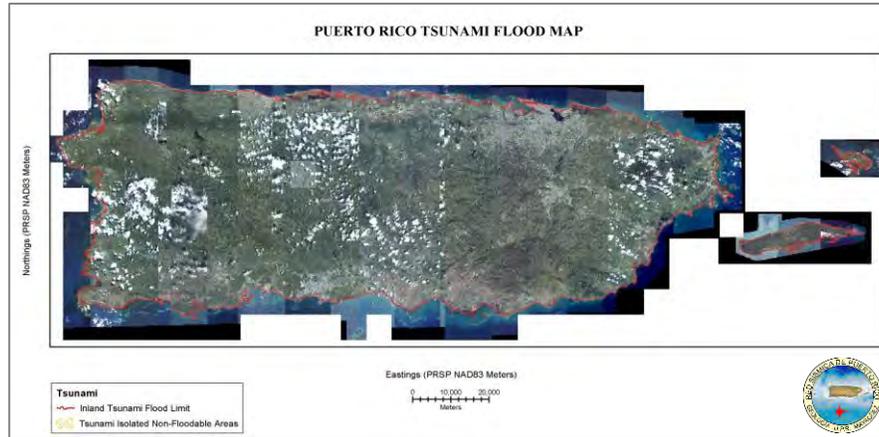
El total de cuerdas localizadas en zonas de alta peligrosidad a deslizamientos se estima en 88,998.67 cuerdas, de las cuales se identifican como Muy Alta susceptibilidad 19,819.89 cuerdas y como Alta susceptibilidad 69,178.78 cuerdas, representando 0.88% y 3.07% respectivamente del suelo alto riesgo, por lo que es necesario atender a la población que reside en estas áreas mediante programas de mitigación, orientación y relocalización, entre otros.

Los suelos reconocidos como susceptibles a deslizamientos moderado a bajos se estima en 2,166,188.94 cuerdas, de las cuales se identifican como Moderada susceptibilidad 1,283,766.37 cuerdas y como Baja susceptibilidad unas 882,422.57 cuerdas, representando el 56.93% y el 39.13% respectivamente del suelo con poco riesgo.



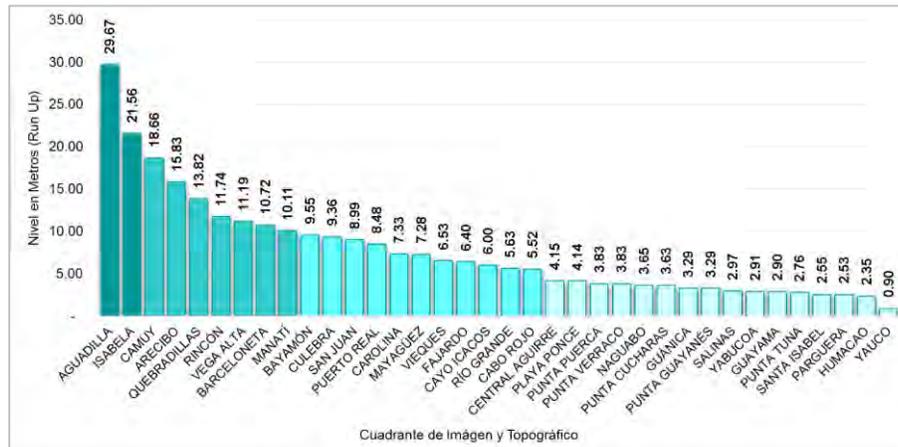
SUELOS CON VULNERABILIDAD A TSUNAMIS

MAPA 10 LÍMITE VULNERABILIDAD A TSUNAMIS



Fuente: Red Sísmica de Puerto Rico, UPR-Mayagüez. (2005). Atlas de Tsunamis en

GRÁFICA 38 NIVELES DE INUNDABILIDD POR TSUNAMIS



Fuente: Red Sísmica de Puerto Rico, UPR-Mayagüez

ANÁLISIS

El total de suelos con vulnerabilidad a Tsunamis coinciden con los que están en riesgo de inundaciones por marejadas alrededor de toda la costa de las islas y los identificados como barreras costeras (costal barriers). Conforme los datos del *Atlas de Tsunamis en Puerto Rico*, se realizaron simulaciones para establecer el máximo nivel de inundación (run up) alrededor de todo el territorio insular. Un problema adicional, es el hecho de que al estar las fallas a pocos kilómetros de la línea costera, de generarse



un maremoto o tsunami los efectos podrán ser registrados a los pocos minutos de ocurrir el evento.

Se identificaron las áreas oeste-noroeste y norte-central como las más vulnerables, con niveles altos de inundación de entre un mínimo de 10.11 metros y máximo de 29.67 metros según los estimados. Porciones de las costas suroeste y norte-noreste se estimaron con niveles medios entre un mínimo de 5.52 metros y máximo de 9.55 metros. La costa sur y este-sureste se estimaron con niveles bajos entre un mínimo de 0.9 metros y máximo de 4.15 metros.

SISTEMAS NATURALES³⁶

Los recursos naturales son los componentes de la naturaleza que representan fuentes de aprovechamiento para beneficio del ser humano. Los recursos naturales básicos son las rocas, los minerales, el suelo, el agua, el aire, la biodiversidad y sus hábitats, y la energía solar, entre otros.

El manejo eficaz de nuestros recursos naturales requiere la gestión gubernamental y la participación activa de los ciudadanos. Cada vez más, resalta la necesidad de reducir los daños al ambiente (contaminación del suelo, aire y agua, la deforestación y la intervención inadecuada con hábitats) para conservar la naturaleza, de la que depende toda forma de vida, incluida la del ser humano. El deterioro del ambiente ha sido el resultado del desarrollo industrial, la explotación desmedida de los recursos naturales para elaborar productos para satisfacer las demandas del consumismo, el desparramamiento urbano, el movimiento ilegal de corteza terrestre, la introducción de especies exóticas y la utilización de terrenos para agricultura.

Algunos de los recursos naturales son renovables, es decir, pueden reutilizarse muchas veces, reponerse o volverse a cultivar, siempre y cuando el ser humano cuide su regeneración (agua, suelo, animales, plantas). Pero, hay otros que se identifican como recursos naturales no renovables (como los combustibles fósiles) porque su formación natural

³⁶ “Los Recursos Naturales de Puerto Rico”, *Hojas de Nuestro Ambiente*, Hoja educativa publicada por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), P-006, Julio 2006.



es muy lenta y compleja y están los que son irremplazables (como los mogotes y montañas).

SUELOS CON VALOR NATURAL

TABLA 29 SUELOS CON VALOR NATURAL

COMPONENTES	TERRENOS (Cuerdas)	POR CIENTO
Áreas con Valor Natural Protegidas	238,149	11.00%
Áreas con Valor Natural sin Protección	463,843	23.00%
Total Suelos con Valor Natural	701,992	30.88%
Total Suelos Puerto Rico	2,274,528	100.00%

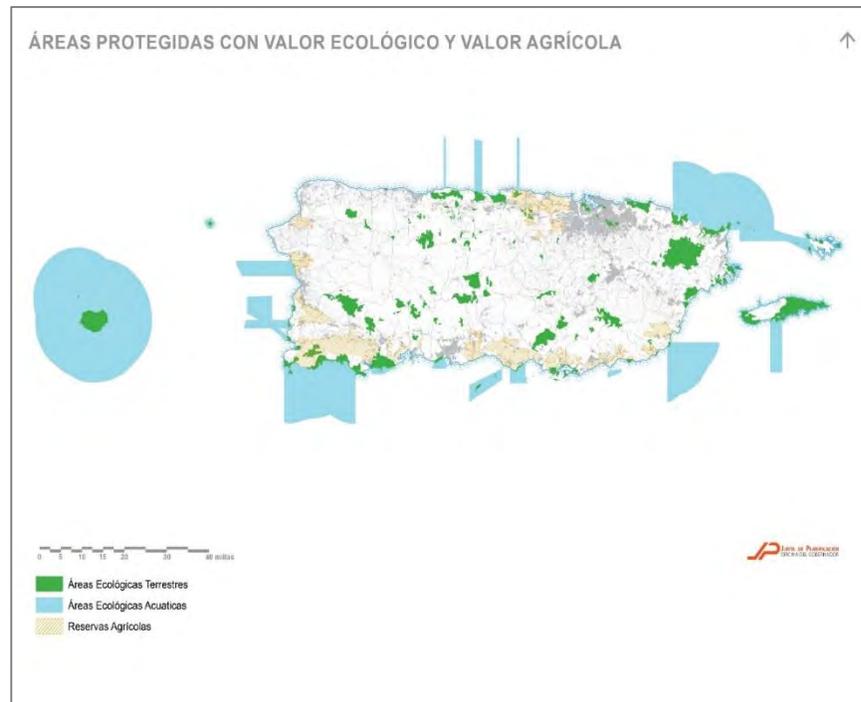
ANÁLISIS

El total de suelos con valor natural es aproximadamente unas 701,992 cuerdas, lo que equivale a un 30.88%. Las áreas protegidas que se incluyen en las reservas naturales constituyen aproximadamente unas 238,149 cuerdas. Estas representan aproximadamente el 11.00% del total de cuerdas de Puerto Rico.

Los números provistos indican que las áreas de valor natural han permanecido igual y que no ha habido disminución entre el 2009 y el 2010. Sin embargo, existe una tendencia de expansión de las zonas urbanas y de áreas construidas en zonas no urbanas. Con lo atractivo que resultan estas áreas para el establecimiento de usos de tipo turístico, es necesario asegurar que, no solamente no disminuyan, sino que aumente la cantidad de cuerdas de áreas protegidas en el país. Hay países hermanos en nuestra región que tienen la distinción de estar entre las naciones del planeta que tienen los porcentajes más altos de áreas naturales protegidas.



MAPA 11 SISTEMAS NATURALES



Fuente: Junta de

ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO

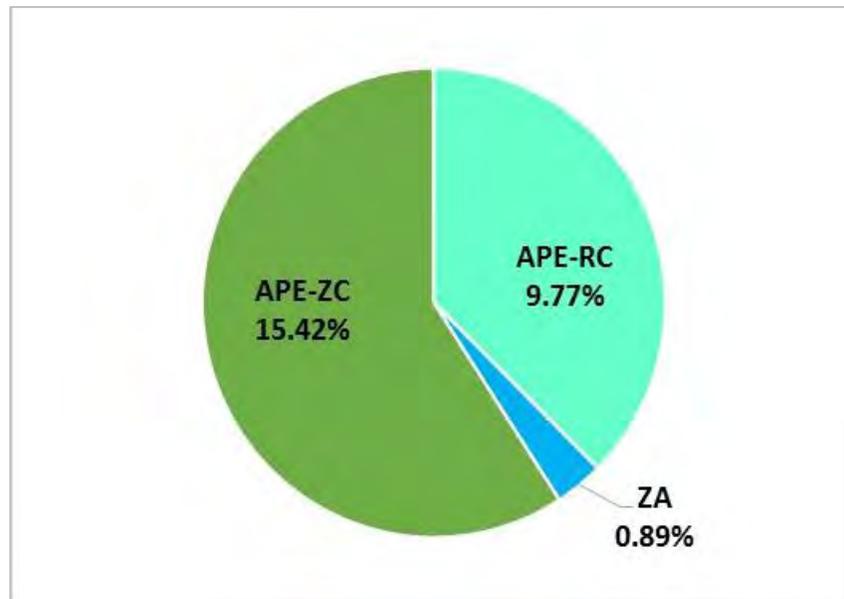
TABLA 30 ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO (2014)

DISTRITO SOBREPUESTO	DISTRITO SOBREPUESTO	% DE SUELO DEL TOTAL PR	CUERDAS APROXIMADAS	MUNICIPIOS
Restringida del Carso	APE-RC	9.77%	222,295.98	44
Zona Amortiguamiento	(ZA)	0.89%	20,227.52	44
Zona Cársica	APE-ZC	15.42%	350,766.54	31
Total Fisiografía Cársica		26.08%	593,290.04	

Fuente: DRNA y Junta de Planificación, *Plan y Reglamento Especial Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC)*, 2014



GRÁFICA 39 ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO



Fuente: Junta de Planificación, 2014

ANÁLISIS

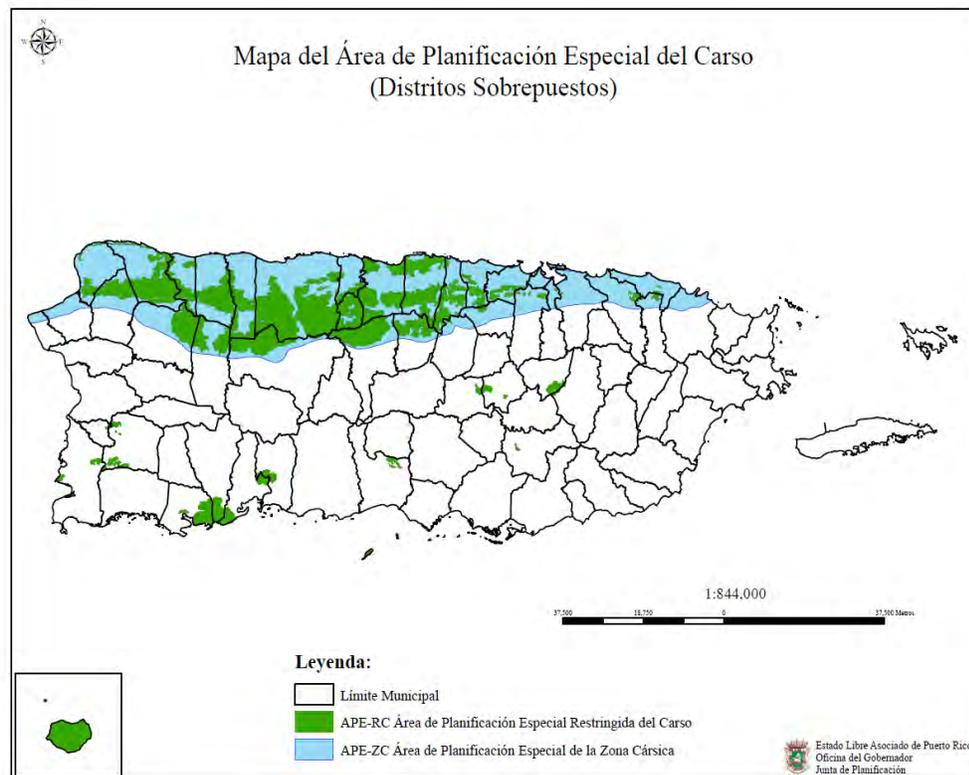
La Área de Planificación Especial del Carso incluye aproximadamente unas 593,290.04 cuerdas, abarcando suelos de unos cuarenta y cuatro (44) municipios, representando aproximadamente el 26.08% del suelo total en Puerto Rico. Se propone como zona restringida del carso el distrito sobrepuesto APE-RC con aproximadamente unas 222,295.98 cuerdas, además de, aproximadamente unas 20,227.52 cuerdas como zona de amortiguamiento, para un total aproximado de 242,523.50 cuerdas, representando aproximadamente un 10.66% del suelo total de la Isla, equivalente a 40.88% del total de la Fisiografía Cársica. Cumpliendo con lo estipulado en la Ley 292-1999, se establece el distrito sobrepuesto de APE-ZC con aquellas actividades fuera de la zona restringida del carso, esto abarca aproximadamente unas 350,766.54 cuerdas, representando aproximadamente un 15.42% del suelo total de la Isla, equivalente al 59.12% del total de la Fisiografía Cársica.

Dentro del Área Restringida del Carso, se han desarrollado rasgos topográficos de expresión superficial y subterránea particular. Estos terrenos se distinguen por una geología compuesta por rocas



sedimentarias, principalmente calizas, donde predomina la infiltración de la escorrentía y el drenaje subterráneo. Por ello constituye el sistema de recarga de agua subterránea de mayor magnitud para el abastecimiento, tanto de los cuerpos subterráneos o acuíferos, así como su afloramiento en la superficie en forma de manantiales, humedales, lagunas, quebradas y ríos. De igual manera, dentro de los terrenos que comprenden el APE-RC se localizan ecosistemas únicos con una gran diversidad de especies de flora y fauna.

MAPA 12 *ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO (2014)*



Fuente: Junta de Planificación. *Plan y Reglamento Especial Área de Planificación*

BENCHMARK

La Junta de Planificación al presente no cuenta con criterios e indicadores específicos que sirvan como mecanismos que puedan medir referencias comparables (“benchmark”) de los usos del suelo. En la medida que se cuente con un Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico y se implante un sistema de indicadores, podrá elaborar un sistema adecuado para la



medición cualitativa y cuantitativa de los indicadores incluyendo referencias comparables, al igual que las estimaciones mínimas y máximas aceptadas.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

La frecuencia y prontitud con la que se puede reconocer y calcular los cambios en el uso del suelo sigue siendo la principal limitación del indicador. La intensa labor que conlleva el reconocimiento y digitalización de los usos del suelo dificulta llevar un rastreo temprano de los cambios que ocurren sobre el terreno. Al no tener todos los municipios Planes Territoriales finalizados provoca que parte de los suelos carezcan de una clasificación adecuada. Con la eventual aprobación del Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico se contempla tener todo el territorio insular con sus debidas clasificaciones de los suelos. Entendemos, sin embargo, que los datos presentados ofrecen un cuadro lo más actualizado posible sobre la utilización del suelo en Puerto Rico para el año que cubre este informe.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las características observadas en los diferentes elementos que componen este indicador de usos del suelo reafirman que sigue siendo una necesidad imperiosa el que se tome acción inmediata y se establezca política pública, estrategias y programas dirigidos a lograr una utilización racional y sustentable del suelo en el país. Mientras más se demore en tomar las acciones necesarias, mayor el peligro que corren los suelos no protegidos de impactarse adversamente ante el empuje del desarrollo. Es natural que el crecimiento de la población y de las actividades económicas y productivas conlleve en ocasiones una expansión de la demanda por los usos del suelo. Para evitar que esa expansión sea en forma descontrolada es necesario emplear criterios y mecanismos efectivos que aseguren un balance en el uso, de manera que no resulte en perjuicio ni de la generación actual ni de las generaciones futuras.

Debemos tener presente que la disponibilidad de terrenos en una isla como la nuestra es limitada, pues nuestra realidad geográfica y geomorfológica así lo impone. De acuerdo con los datos recopilados por la Junta de Planificación de los Planes Territoriales aprobados, las áreas desarrolladas representan alrededor de un 15.79% del total del territorio de la isla. Sin



embargo, este porcentaje no ofrece un cuadro preciso de esas áreas, toda vez que no incluye las áreas desarrolladas en sectores rurales clasificados como SRC o SREP. Esto nos indica que no se debe perder de vista este tipo de desarrollo, porque a pasos pequeños pueden ir reduciendo gradualmente y de manera poco conspicua las áreas no desarrolladas tales como fincas, bosques y otras áreas naturales.

Finalmente, la adopción de un Plan de Uso de Terrenos resultará en un instrumento de planificación efectivo para el manejo eficiente de los suelos en Puerto Rico.