



ESTADO LIBRE ASOCIADO DE  
**PUERTO RICO**  
JUNTA DE CALIDAD AMBIENTAL

JUNTA DE CALIDAD AMBIENTAL



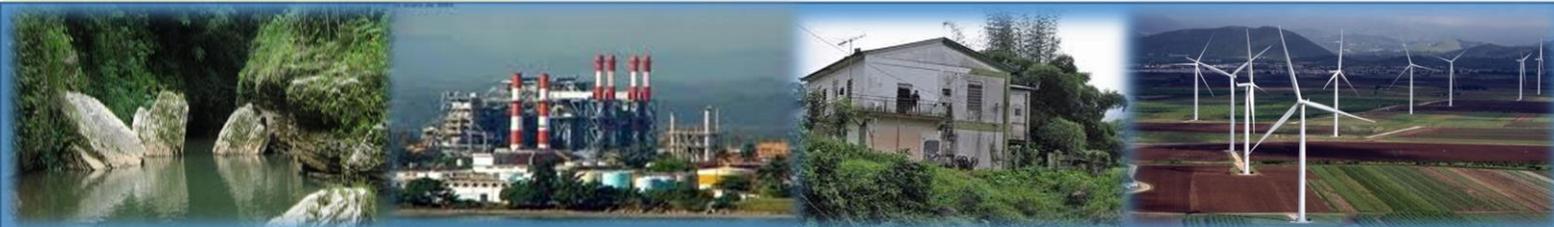
PO Box 11488  
SANTURCE, PR 00910

EDIFICIO DE AGENCIAS AMBIENTALES CRUZ  
A. MATOS  
AVENIDA PONCE DE LEÓN 1308  
CARRETERA ESTATAL 8838  
SECTOR EL CINCO  
RÍO PIEDRAS, PR 00926

Tel. (787) 767-8181

FAX: 787-767-4861

# INFORME AMBIENTAL 2011



## CRÉDITOS

Agradecemos a las siguientes personas y entidades su valiosa contribución en la preparación de este documento:



**JUNTA DE GOBIERNO, JUNTA DE CALIDAD AMBIENTAL  
ÁREA DE EVALUACIÓN Y PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA,**

### **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

### **ARTE Y DISEÑO GRÁFICO**

Juan Burgos Miranda, Junta de Calidad Ambiental

### **FOTOS**

Vanessa Villafane Cruz, Junta de Calidad Ambiental  
Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

**TABLA DE CONTENIDO**

**INTRODUCCIÓN ..... 1**

**ENERGÍA ..... 3**

FUENTES ENERGÉTICAS ..... 3

*Indicador: Uso de Fuentes Energéticas Tipo I* ..... 3

        Descripción del Indicador ..... 3

        Consideraciones Técnicas ..... 4

        Análisis ..... 4

        Benchmark (BM) ..... 5

        Limitaciones del Indicador ..... 5

        Conclusión y Recomendaciones ..... 5

INTENSIDAD ENERGÉTICA ..... 6

*Indicador: Consumo Energético y Producto Interno Bruto Tipo I* ..... 6

        Descripción del Indicador ..... 6

        Consideraciones Técnicas ..... 6

        Análisis ..... 8

        Benchmark (BM) ..... 9

        Limitaciones del Indicador ..... 9

        Conclusión y Recomendaciones ..... 9

CONSUMO ENERGÉTICO ..... 10

*Indicador: Consumo Energético por Sector Tipo I* ..... 10

        Descripción del Indicador ..... 10

        Consideraciones Técnicas ..... 12

        Análisis ..... 12

        Benchmark ..... 13

        Limitaciones del Indicador ..... 14

        Conclusión y Recomendaciones ..... 14

**RUIDO ..... 15**

CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL ..... 15

*Indicador: Niveles de Ruido Ambiental en Zonas Receptoras Residencial Tipo I* ..... 15

        Descripción del Indicador ..... 15

        Consideraciones Técnicas ..... 16

        Análisis ..... 16

        Benchmark ..... 18

        Limitaciones del Indicador ..... 19

        Conclusión y Recomendaciones ..... 20

*Indicador: Estimados de la Población Expuesta a Ruido Urbano Tipo II* ..... 20

        Descripción del Indicador ..... 20

        Consideraciones Técnicas ..... 21

Análisis .....	21
Benchmark .....	22
Limitaciones del Indicador .....	23
Conclusión y Recomendaciones.....	23
<i>Indicador: Intrusión del Ruido Urbano en el Ambiente Natural Tipo II.....</i>	<i>24</i>
Descripción del Indicador .....	24
Consideraciones Técnicas .....	24
Análisis .....	25
Benchmark .....	25
Limitaciones del Indicador .....	26
Conclusión y Recomendaciones.....	26
<b>AGUA.....</b>	<b>28</b>
DEMANDA DE AGUA Y USO .....	28
<i>Indicador: Abonados con Servicio de Alcantarillado (Urbano y Sub Urbano) Tipo II .....</i>	<i>28</i>
Descripción del Indicador .....	28
Consideraciones Técnicas .....	28
Método de Análisis y Cobertura .....	28
Análisis .....	29
Benchmark .....	29
Limitaciones del Indicador .....	30
Conclusión y Recomendaciones.....	30
<i>Indicador: Cantidad de Agua Extraída Tipo II .....</i>	<i>30</i>
Descripción del Indicador .....	30
Consideraciones Técnicas .....	30
Análisis .....	34
Benchmark .....	35
Limitaciones del Indicador .....	35
Conclusión y Recomendaciones.....	36
<b>SUELO .....</b>	<b>37</b>
USO DE SUELO .....	37
<i>Indicador: Distribución de los Usos de Suelos Tipo I .....</i>	<i>37</i>
Descripción del Indicador .....	37
Consideraciones Técnicas .....	38
Áreas Desarrolladas .....	38
Análisis .....	38
Áreas Bajo Riesgo de Inundaciones .....	39
Análisis .....	40
Áreas de Valor Natural .....	41
Análisis .....	41
Áreas con Riesgo de Deslizamiento .....	42
Análisis .....	43
Áreas de Valor Agrícola .....	43
Análisis .....	44
Benchmark .....	45

Limitaciones del Indicador .....	45
Conclusión y Recomendaciones.....	45
<b>DESPERDICIOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS.....</b>	<b>47</b>
<i>Indicador: Generación Desperdicios Sólidos No Peligrosos Tipo I.....</i>	<i>47</i>
Descripción del Indicador .....	47
Consideraciones Técnicas .....	48
Benchmark.....	49
Limitaciones del Indicador .....	49
Conclusión y Recomendaciones.....	50
<i>Indicador: Desvío Desperdicios Sólidos No Peligrosos Tipo I .....</i>	<i>50</i>
Descripción del Indicador .....	50
Consideraciones Técnicas .....	52
Benchmark.....	52
Limitaciones del Indicador .....	53
Conclusión y Recomendaciones.....	54
<i>Indicador: Disposición de Desperdicios Sólidos No Peligrosos Tipo I .....</i>	<i>54</i>
Descripción del Indicador .....	54
Consideraciones Técnicas .....	55
Benchmark.....	56
Conclusión y Recomendaciones.....	56
<b>AIRE .....</b>	<b>58</b>
<b>CALIDAD DE AIRE.....</b>	<b>58</b>
<i>Indicador: Índice de Calidad de Aire Tipo I.....</i>	<i>58</i>
Descripción del Indicador .....	58
Consideraciones Técnicas .....	59
Método de Análisis y Cobertura .....	60
Conclusiones y Recomendaciones .....	64
<i>Indicador: Concentración de Contaminantes Criterios Tipo I.....</i>	<i>64</i>
Descripción del Indicador .....	64
Consideraciones Técnicas .....	65
Disponibilidad de los Datos.....	66
Bióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub> .....	67
Ozono (O <sub>3</sub> ) .....	67
Materia Particulada Tamaño de 10 micrones (PM <sub>10</sub> ).....	69
Benchmark (150 µg/m <sup>3</sup> ).....	71
Materia Particulada PM <sub>2,5</sub> .....	71
Análisis .....	73
Benchmark.....	74
Monóxido de Carbono (CO) .....	74
Benchmark.....	76
Bióxidos de Azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	77
Benchmark.....	78
Plomo (Pb) .....	78
Benchmark.....	81
Conclusiones y Recomendaciones .....	81

<b>SISTEMAS NATURALES .....</b>	<b>82</b>
ECOSISTEMAS TERRESTRES .....	82
<i>Indicador: Cantidad de Cuerdas de Ecosistemas Terrestres Adquiridas Tipo I .....</i>	<i>82</i>
Descripción del Indicador .....	82
Consideraciones Técnicas .....	83
Análisis .....	85
Benchmark .....	86
Limitaciones del Indicador .....	86
Conclusión y Recomendaciones .....	86
VIDA SILVESTRE .....	88
<i>Indicador: Caza Mayor en Puerto Rico (cabros y cerdos) Asilvestrados en Isla de Mona Tipo I .....</i>	<i>88</i>
Descripción del Indicador .....	88
Consideraciones Técnicas .....	88
Método de Análisis y Cobertura .....	89
Análisis .....	94
Benchmark .....	96
Limitaciones del Indicador .....	96
Conclusión y Recomendaciones .....	97
<i>Indicador: Estimados Poblacionales de Especies Cinegéticas (Palomas y Tórtolas; aves acuáticas) Tipo I .....</i>	<i>97</i>
Descripción del Indicador .....	97
Consideraciones Técnicas .....	97
Método de Análisis y Cobertura .....	100
Análisis .....	105
Benchmark .....	106
Limitaciones del Indicador .....	106
Conclusión y Recomendaciones .....	106
<i>Indicador: Números de Especies En Peligro de Extinción o Vulnerables .....</i>	<i>108</i>
Descripción del Indicador .....	108
Consideraciones Técnicas .....	108
Método de Análisis y Cobertura .....	109
Benchmark .....	112
Limitaciones del Indicador .....	112
Conclusión y Recomendaciones .....	113
ÁREAS DE VALOR NATURAL PROTEGIDAS .....	114
<i>Indicador: Por ciento del Territorio Bajo Áreas de Valor Natural Tipo I .....</i>	<i>114</i>
Descripción del Indicador .....	114
Consideraciones Técnicas .....	114
Análisis .....	116
Benchmark .....	119
Limitaciones del Indicador .....	119
Conclusión y Recomendaciones .....	119
<i>Indicador: Intensidad de Explotación de la Pesca Comercial .....</i>	<i>120</i>
Descripción del Indicador .....	120
Consideraciones Técnicas .....	120

Método de Análisis y Cobertura .....	121
Análisis .....	125
Benchmark .....	125
Limitaciones del Indicador .....	125
Conclusión y Recomendaciones .....	126
PESCA DEPORTIVA/ RECREATIVA .....	127
<i>Indicador: Intensidad de Explotación de Recursos Pesqueros en la Pesca Deportiva y Recreativa Tipo I</i>	
.....	127
Descripción del Indicador .....	127
Consideraciones Técnicas .....	127
Método de Análisis y Cobertura .....	128
Análisis .....	131
Benchmark .....	131
Limitaciones del Indicador .....	132
Conclusión y Recomendaciones .....	132
<i>Indicador: Intensidad de Exploración de Recursos Pesqueros en la Pesca Deportiva y Recreativa .....</i>	<i>133</i>
Descripción del Indicador .....	133
Consideraciones Técnicas .....	133
Análisis .....	137
Benchmark .....	138
Limitaciones del Indicador .....	138
Conclusión y Recomendaciones .....	138
<i>Indicador: Disponibilidad de Algunos Recursos Pesqueros Comerciales de Alta Demanda .....</i>	<i>138</i>
Descripción del Indicador .....	138
Consideraciones Técnicas .....	139
Método de Análisis y Cobertura .....	139
Recursos Pesqueros Constituidos por Peces .....	140
Análisis .....	145
Benchmark .....	145
Limitaciones del Indicador .....	147
Conclusión y Recomendaciones .....	147

**LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1	MAPA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS USADAS EN PUERTO RICO .....	29
FIGURA 2	FOTO: MUNICIPIO DE COMERIO, PUERTO RICO.....	58
FIGURA 3	UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN JCA 40, MUNICIPIO DE CATAÑO PUERTO RICO.....	59
FIGURA 4	NIVELES DE ÍNDICE CALIDAD DE AIRE: LOS VALORES INICIAN A PARTIR DE 0 HASTA 300 SIENDO EL MÁS PELIGROSO A LA SALUD HUMANA .....	61
FIGURA 5	COBERTURA DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE.....	64
FIGURA 6	UBICACIÓN RED DE MUESTREO 2011.....	65
FIGURA 7	EQUIPO DE MONITOREO CONTINUO .....	66
FIGURA 8	MARCAS EXTERNAS NUMERADAS Y CERDO ASILVESTRADO MARCADO .....	94
FIGURA 9	MAPA ILUSTRANDO LAS ESTACIONES DE CONTEOS DE COLÚMBIDOS EN PUERTO RICO.....	98
FIGURA 10	MAPA ILUSTRANDO LAS ESTACIONES DE CONTEOS DE AVES ACUÁTICAS EN PUERTO RICO .....	99
FIGURA 11	SISTEMA INTEGRADO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....	116

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1	POR CIENTO DE GENERACIÓN POR TIPO DE COMBUSTIBLE .....	3
GRÁFICA 2	CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA Y PRODUCTO INTERNO BRUTO .....	7
GRÁFICA 3	CONSUMO PROMEDIO CLIENTES RESIDENCIALES .....	10
GRÁFICA 4	CONSUMO PROMEDIO CLIENTES COMERCIALES .....	11
GRÁFICA 5	CONSUMO PROMEDIO CLIENTES INDUSTRIALES .....	11
GRÁFICA 6	NIVELES L10 Y LEQ. DE 60 ESTACIONES EN EL MUNICIPIO DE CAGUAS.....	16
GRÁFICA 7	PROMEDIO DE NIVELES DE SONIDO EN LAS ÁREAS IV Y V DEL MUNICIPIO DE CAGUAS .....	17
GRÁFICA 8	CONSUMO DE AGUA CENTRALES GENERATRICES .....	33
GRÁFICA 9	CONSUMO DE AGUA CENTRALES HIDROELÉCTRICAS.....	33
GRÁFICA 10	EXTRACCIÓN AGUA DE MAR .....	34
GRÁFICA 11	GENERACIÓN, DISPOSICIÓN Y DESVÍO DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	48
GRÁFICA 12	POR CIENTO DE MATERIAL GENERADO – AÑO 2008.....	51
GRÁFICA 13	ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE .....	60
GRÁFICA 14	POR CIENTO ANUAL DE DÍAS POR CATEGORÍA ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE, 2007 – 2011 .....	62
GRÁFICA 15	DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES ÍNDICES 2005-2011 .....	63
GRÁFICA 16	4TA MÁXIMA CONCENTRACIÓN 8 HORAS OZONO.....	68
GRÁFICA 17	PROMEDIO 3 AÑOS 4TA MÁXIMA CONCENTRACIONES 8 HORAS OZONO .....	68
GRÁFICA 18	PROMEDIO 3 AÑOS MÁXIMA 24 HORAS PM <sub>10</sub> .....	70
GRÁFICA 19	PROMEDIO 3 AÑOS PROMEDIO ARITMÉTICO ANUAL PARTICULADO PM <sub>2.5</sub> .....	73
GRÁFICA 20	2DA MÁXIMA CONCENTRACIONES 8 HORAS MONÓXIDO DE CARBONO .....	75
GRÁFICA 21	2DA MÁXIMA CONCENTRACIONES 1 HORA MONÓXIDO DE CARBONO .....	76
GRÁFICA 22	PROMEDIO 3 AÑOS P99 CONCENTRACIONES 1 HORA BIÓXIDO DE AZUFRE.....	78
GRÁFICA 23	“ROLLING AVERAGE” JCA #74 ARECIBO 2010-2011 .....	80
GRÁFICA 24	“ROLLING AVERAGE” #37 BAYAMÓN 2011 .....	80
GRÁFICA 25	CUERDAJE DE ECOSISTEMAS TERRESTRES ADQUIRIDOS POR EL ESTADO Y LAS ONG* .....	84
GRÁFICA 26	TOTAL DE CABROS (BARRAS GRISES) Y CERDOS ASILVESTRADOS (BARRAS NEGRAS) CAZADOS DESDE EL PERIODO DE CAZA DE 1991 HASTA EL DEL 2011, EN LA ISLA DE LA MONA.....	91
GRÁFICA 27	CABROS ASILVESTRADOS POR GÉNERO .....	92
GRÁFICA 28	CABROS ASILVESTRADOS POR EDAD.....	92
GRÁFICA 29	CERDOS ASILVESTRADO POR GÉNERO .....	93
GRÁFICA 30	CERDOS ASILVESTRADO POR EDAD .....	93
GRÁFICA 31	MODELO ESPACIO – TIEMPO BAYESIANO DE DENSIDADES ESTIMADAS PARA PALOMAS .....	103
GRÁFICA 32	MODELO ESPACIO-TIEMPO BAYESIANO DE DENSIDADES ESTIMADAS POR TÓRTOLAS .....	104
GRÁFICA 33	CRECIMIENTO DE LAS TÓRTOLAS POR AÑO .....	104
GRÁFICA 34	CAMBIO EN ÁREA TOTAL DE SUPERFICIE DENTRO DE PUERTO RICO BAJO ANP’S 2005-2011 .....	118
GRÁFICA 35	“NUMBER OF ACTIVE COMMERCIAL FISHERMEN, VESSELS, AND MOTORS REPORTED IN PUERTO RICO’S FISHING CENSUS BETWEEN 1988-2008” .....	123
GRÁFICA 36	DESEMBARCOS PESCA COMERCIAL REGISTRADOS EN PUERTO RICO DURANTE 1971-2011 .....	124
GRÁFICA 37	ESTIMADOS DE DESEMBARCOS DE PESCA COMERCIAL UTILIZANDO FACTOR DE CORRECCIÓN EN PUERTO RICO 1971-2011.....	124

GRÁFICA 38	HISTOGRAMA DE LA INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA 2000-2001 .....	129
GRÁFICA 39	POR CIENTO DE HEMBRAS SEXUALMENTE MADURAS DEL PARGO AMARILLO .....	134
GRÁFICA 40	ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS) PROMEDIO MENSUAL PARA LAS HEMBRAS DEL PARGO AMARILLO ( <i>LUTJANUS APODUS</i> ).....	135
GRÁFICA 41	POR CIENTO MENSUAL DE LAS TALLAS REPRODUCIDAS DEL PARGO AMARILLO.....	137
GRÁFICA 42	LANGOSTAS JUVENILES EN HABITÁCULOS ARTIFICIALES EN EL ÁREA OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2008 E INICIOS DEL 2010 (DATOS NUEVOS SERÁN RECOPIADOS DURANTE EL 2011 – 2012) .....	144

LISTA DE TABLAS

TABLA 1	CIFRAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS DE CONSUMO ELÉCTRICO Y PRODUCTO INTERNO BRUTO (1988 – 2011).....	7
TABLA 2	REFERENCIA PARA EL CÁLCULO DE LOS BM – CONSUMO RESIDENCIAL POR CLIENTE.....	14
TABLA 3	ESTIMADO DE POBLACIÓN EXPUESTA A DIFERENTES NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO .....	23
TABLA 4	FUENTES DE AGUA POTABLE POR CENTRAL ELÉCTRICA .....	31
TABLA 5	CANTIDAD DE AGUA USADA EN CENTRALES GENERATRICES POR AÑO.....	32
TABLA 6	ÁREA DESARROLLADA (2010) PUERTO RICO.....	38
TABLA 7	ESTIMADOS DE LAS ÁREAS DE RIESGO DE INUNDACIÓN PUERTO RICO .....	40
TABLA 8	ÁREAS DE VALOR NATURAL PUERTO RICO .....	41
TABLA 9	ÁREAS CON RIESGO DE DESLIZAMIENTO PUERTO RICO .....	42
TABLA 10	TERRENOS AGRÍCOLAS PROTEGIDOS PUERTO RICO .....	44
TABLA 11	RESUMEN USOS DE SUELO DE PUERTO RICO .....	45
TABLA 12	MATERIALES CONSIDERADOS PARA LA TASA DE DESVIO .....	51
TABLA 13	OZONO 69	
TABLA 14	PARTICULADO PM <sub>10</sub> .....	70
TABLA 15	DATOS DE CALIDAD DE AIRE POR ESTACIÓN POR AÑO .....	72
TABLA 16	MONÓXIDO DE CARBONO.....	75
TABLA 17	BIOXIDO DE AZUFRE .....	77
TABLA 18	CUERDAJE ADQUIRIDO POR EL DRNA, LA CPN Y EL FCPR ENTRE LOS AÑOS 2005 Y 2011 .....	85
TABLA 19	RESUMEN DE 20 AÑOS DE CACERÍA DE CABROS Y CERDOS ASILVESTRADOS EN LA ISLA DE LA MONA.....	90
TABLA 20	DENSIDAD PROMEDIO ( $\bar{D}$ ) 1986-2012 PARA LAS ESPECIES DE COLÚMBIDOS DE INTERÉS.....	102
TABLA 21	ESTIMADOS DE DENSIDAD (D) Y TAMAÑO DE LA POBLACIÓN (N) EN EL ÁREA DE MUESTREO (2,186 HA) PARA ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS EN PUERTO RICO DURANTE AGOSTO-OCTUBRE 2011.....	102
TABLA 22	ESTIMADOS DE LA COSECHA (CAZA) DE AVES ACUÁTICAS DESDE EL 1999-2010 <sup>A</sup> .....	103
TABLA 23	ESPECIES TERRESTRES .....	109
TABLA 24	ESPECIES ACUÁTICAS .....	110
TABLA 25	NÚMERO DE ESPECIES.....	111
TABLA 26	DESGLOSE DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS TERRESTRES PARA EL AÑO 2011.....	117
TABLA 27	DESGLOSE DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS MARINAS PARA EL AÑO 2011.....	117
TABLA 28	DESEMBARCOS TOTALES DE ESPECIES DE PESCA COMERCIAL EN LAS COSTAS DE PUERTO RICO REGISTRADOS EN EL DRNA DURANTE EL 2011 - PROGRAMA DE ESTADÍSTICAS PESQUERAS COMERCIALES .....	121
TABLA 29	INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA/DEPORTIVA POR AÑO .....	128
TABLA 30	PARTICIPACIÓN EN TORNEOS DE PESCA POR AÑO.....	129
TABLA 31	TOTAL DE LIBRAS POR ESPECIES DE IMPORTANCIA PARA LA PESCA RECREATIVA EN TORNEOS DE PESCA (2000-2011) .....	130
TABLA 32	POR CIENTO DE ESPECIES CAPTURADAS BAJO EL 50% DE MADUREZ REPRODUCTIVA Y TAMAÑO .....	136
TABLA 33	RESUMEN DE ESPECIES DE PECES DE ARRECIFE CAPTURADOS DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DESDE MARZO DEL 2009 HASTA MARZO DE 2011 EN LAS COSTAS OESTE Y ESTE DE PUERTO RICO.....	141
TABLA 34	RESUMEN DE LAS ESPECIES CAPTURADAS A TRAVÉS DEL PROYECTO DEL ARRAYAO EN LA COSTA OESTE DE PUERTO RICO. LH = LARGO HORQUILLA; LT = LARGO TOTAL.....	142

TABLA 35	RESUMEN DE LAS ESPECIES CAPTURADAS A TRAVÉS DEL PROYECTO DEL ARRAYAO EN LA COSTA OESTE DE PUERTO RICO. LH = LARGO HORQUILLA; LT = LARGO TOTAL.....	143
TABLA 36	DENSIDAD DE CARRUCHO (INDIVIDUOS/HA) DE ACUERDO AL TIPO DE HÁBITAT.....	145

# INTRODUCCIÓN



El Informe Ambiental es un instrumento preparado por la Junta de Calidad Ambiental (en adelante “JCA”) con el propósito de evaluar y dar a conocer el estado o condición del ambiente en Puerto Rico. Este documento, el cual 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 objetivo, 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.

Para mejorar el contenido y preparación de este informe la JCA lleva desarrollando, desde el 2006, un sistema de indicadores ambientales. Por indicador ambiental entendemos 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:

- Apreciar, anticipar y evaluar tendencias del ambiente.
- Comparar escenarios a través del tiempo y el espacio.
- Identificar o asignar prioridades para establecer política pública y planificar.

A tales efectos, le place a la JCA presentar el Informe Ambiental 2011. 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, por otras agencias gubernamentales que tienen injerencia sobre el medio ambiente y los recursos naturales. Sin embargo, la no respuesta de algunas agencias continúa siendo una limitación que debemos superar.

Esta falta de integración al proceso tiene como consecuencia el no poder validar indicadores cuya pertinencia es crucial para evaluar los recursos ambientales y poder desarrollar escenarios reales y confiables. Para este año se logró actualizar los indicadores correspondientes a los capítulos de energía, aire, ruido y sistemas naturales. En el capítulo de agua no se incluyeron todos los indicadores por no haberse recibido los datos actualizados que maneja la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados.

Por otro lado, en el Capítulo V, de Suelos, los indicadores vinculados al manejo de los desperdicios sólidos y a la distribución de usos del suelo, tampoco fueron actualizados por lo que no se presentan los datos más recientes sobre este particular.

No obstante, cada año logramos avances en el proceso, pero se podría tener un cuadro más amplio si todas las agencias con injerencia en el ambiente se comprometen a formar parte de nuestro equipo de trabajo. Esperamos que los mismos faciliten entender mejor los impactos de nuestras acciones sobre el medio ambiente y permitan dirigir los esfuerzos y recursos para proteger nuestra infraestructura más importante.



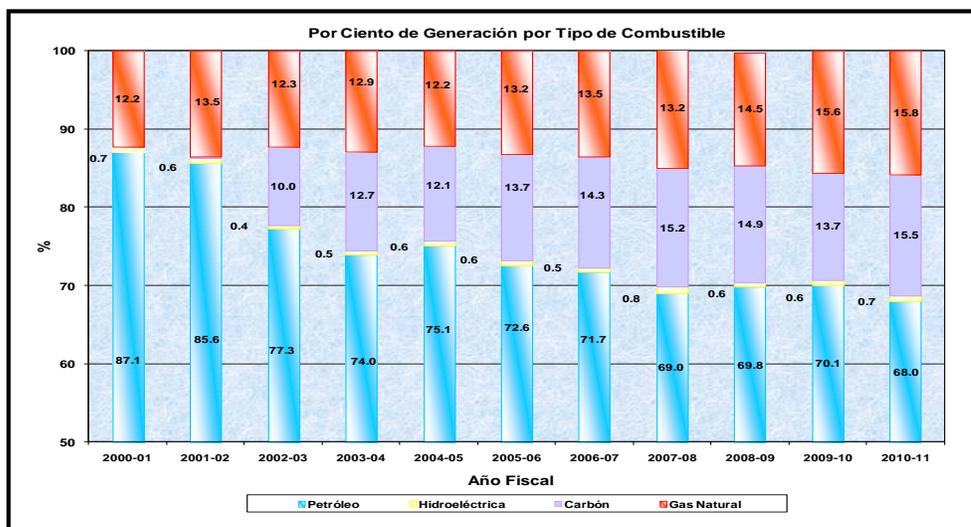
## FUENTES ENERGÉTICAS

### 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 cuán 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 1 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 (en adelante "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 (Guayanilla)**

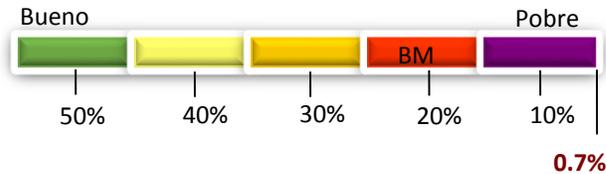
## ANÁLISIS

Del periodo de años presentado podemos destacar las siguientes observaciones:

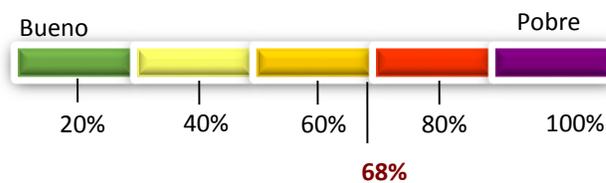
- Puerto Rico depende en un 98.30% de la quema de combustibles fósiles para generar su energía.
- Del 1998 al 2011 se ha mantenido una moderada pero sostenida reducción en el uso de los derivados del petróleo como fuente energética.
- La introducción de fuentes energéticas alternas, como el gas natural y el carbón, han cobrado progresivamente mayor participación, sustituyendo la brecha producida por la reducción en el uso de los derivados del petróleo. En términos económicos estas alternativas ofrecen mayor estabilidad de costos debido a que su fluctuación de precios es menor.
- La generación de energía eléctrica con gas natural y el carbón en el año fiscal 2011 totalizó 15.85% y 15.51%, respectivamente.
- El uso de fuentes de energía renovable se limita a una generación marginal de menos de 1% producto de plantas hidroeléctricas.

## BENCHMARK (BM)

### Uso de Fuentes Renovables



### Consumo de Derivados del Petróleo



## 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.

## CONCLUSIÓN 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 renovables como el viento, el sol, el flujo de las mareas y las diferencias en temperatura en las profundidades del mar o la tierra sean explorados a fin de conseguir un curso de acción adecuado para cubrir nuestras demandas energéticas.

## INTENSIDAD ENERGÉTICA

### INDICADOR: CONSUMO ENERGÉTICO Y PRODUCTO INTERNO BRUTO 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 cuán 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.



#### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Este indicador es desarrollado mediante la mensura del consumo, en Millones de Kilovatios hora (mkW/h), de todos los clientes de la AEE para los años del 1988 al 2010, 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 relativas o 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 de naturaleza distinta a una base uniforme de evaluación y estudio para estas dos variables a través del tiempo.

GRÁFICA 2 CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA Y PRODUCTO INTERNO BRUTO

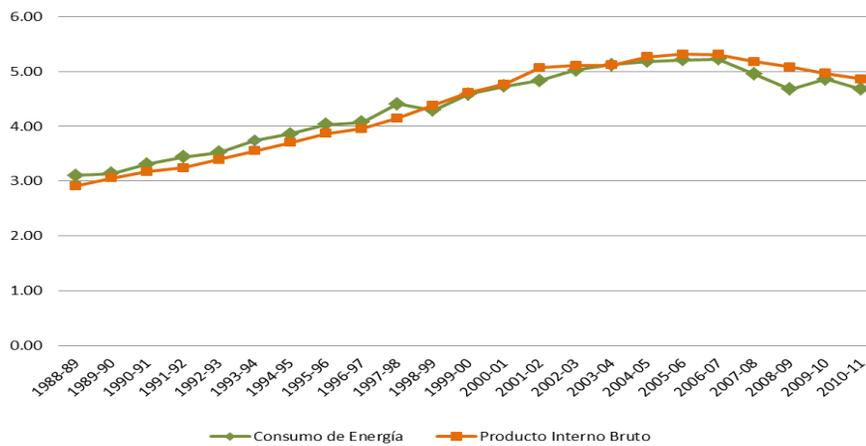


TABLA 1 CIFRAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS DE CONSUMO ELÉCTRICO Y PRODUCTO INTERNO BRUTO (1988 – 2011)

AÑO	CONSUMO (Mkw/H)	PIB (MILLONES DE DÓLARES PRECIOS CONSTANTES 1954)	CONSUMO (EN POR CIENTO)	PIB (EN POR CIENTO)
1988-89	12,282.90	6,076.50	3.10	2.91
1989-90	12,423.10	6,376.70	3.14	3.05
1990-91	13,091.10	6,617.80	3.31	3.17
1991-92	13,615.20	6,770.30	3.44	3.24
1992-93	13,939.20	7,079.30	3.52	3.39
1993-94	14,816.00	7,408.10	3.74	3.55
1994-95	15,258.50	7,718.20	3.86	3.70
1995-96	15,945.10	8,069.30	4.03	3.87
1996-97	16,118.40	8,256.00	4.07	3.96
1997-98	17,456.90	8,658.90	4.41	4.15
1998-99	16,989.20	9,137.80	4.29	4.38
1999-00	18,144.80	9,630.30	4.59	4.61
2000-01	18,723.30	9,945.40	4.73	4.76
2001-02	19,129.80	10,573.30	4.83	5.07
2002-03	19,887.30	10,670.20	5.03	5.11
2003-04	20,260.00	10,675.90	5.12	5.11
2004-05	20,507.40	10,998.80	5.18	5.27

Año	CONSUMO (Mkw/H)	PIB (MILLONES DE DÓLARES PRECIOS CONSTANTES 1954)	CONSUMO (EN POR CIENTO)	PIB (EN POR CIENTO)
2005-06	20,620.30	11,089.70	5.21	5.31
2006-07	20,671.60	11,073.20	5.22	5.30
2007-08	19,601.60	10,803.70	4.95	5.18
2008-09	18,515.80	10,601.00	4.68	5.08
2009-10	19,234.90	10,359.80	4.86	4.96
2010-11	18,501.40	10,145.10	4.68	4.86
<b>TOTAL</b>	<b>395,733.80</b>	<b>208,735.30</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

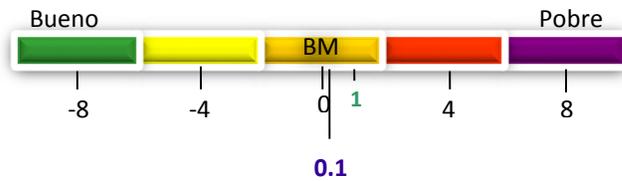
## ANÁLISIS

Al evaluar el comportamiento de estas dos variables durante el periodo presentado podemos destacar que en los primeros 10 años (1988-98) el consumo eléctrico se mantuvo ligeramente por encima del PIB<sup>1</sup>, lo cual representa una condición adversa en términos de eficiencia energética. Por otro lado, para los últimos 13 años el comportamiento anterior se invierte quedando el consumo eléctrico por debajo de la trayectoria del PIB pero solo por un margen muy estrecho, excepto en el año fiscal 2003-04 en el cual se reflejó un leve aumento de 0.01%. Esta trayectoria podría apuntar a que el país cuenta con una economía con alta intensidad energética<sup>2</sup>. Esta circunstancia podría resultar desfavorable para el desarrollo de Puerto Rico ya que implica que nuestra sociedad, en términos relativos, es altamente dependiente del consumo eléctrico y que sus actividades productivas no guardan un vínculo, proporción o rendimiento eficiente sobre la energía que consumen.

Desde el 2007 el consumo energético ha comenzado a mermar, a excepción del año 2009-10 en el cual se reflejó un aumento de 0.18% en comparación al año anterior. Aunque esta merma es ambientalmente favorable, no es menos cierto que los niveles de producción medidos por el PIB también han mermado. En el año fiscal 2010-11 se muestra una merma de 0.18% en el consumo energético y de 0.10% en el PIB. En la medida que el país pueda estabilizar y/o reducir el consumo energético mientras consigue aumentar sus niveles de producción, se logrará disociar, en favor de la producción, estas dos variables a fin de lograr una mayor eficiencia energética.

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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 2010-11.

BENCHMARK<sup>3</sup> (BM)

Producto Interno Bruto - Consumo Eléctrico  $4.86\% - 4.68\% = 0.185$

## LIMITACIONES DEL INDICADOR

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.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Ciertamente, los esfuerzos para reducir el consumo y fortalecer la producción son apremiantes en tiempos en que el encarecimiento energético y las dificultades económicas, tanto en Estados Unidos como en Puerto Rico, amenazan con obstaculizar nuestra base productiva y competitividad global. Por lo que se recomienda fortalecer aquellos sectores económicos que sean menos intensivos en consumo eléctrico que la manufactura (servicios profesionales, banca, seguros, turismo, etc.) y que a su vez ofrezcan buenos rendimientos en términos de ingreso y empleo.

Con la asignación de fondos provenientes del Paquete de Estímulo Económico Federal (mejor conocido como ARRA por sus siglas en inglés), durante los últimos tres años, Puerto Rico puso en marcha el desarrollo de cientos de proyectos de energía renovable y conservación energética en empresas, organizaciones sin fines de lucro, instalaciones gubernamentales y municipios. De igual forma estos fondos permitieron la modernización energética de miles de viviendas alrededor de toda la Isla. Sin duda que estas iniciativas favorecen el desarrollo económico de la Isla a través del

<sup>3</sup> 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 2010-11.

fomento de una industria energética de alta tecnología, la cual promueve la creación de nuevos empleos, contribuyen a estabilizar los costos energéticos, y evita el éxodo de millones de dólares para la compra de combustibles fósiles en el extranjero. De esta forma se establecen mecanismos para ser más eficientes en el uso de la energía mientras se promueve la actividad económica productiva para el desarrollo del país.

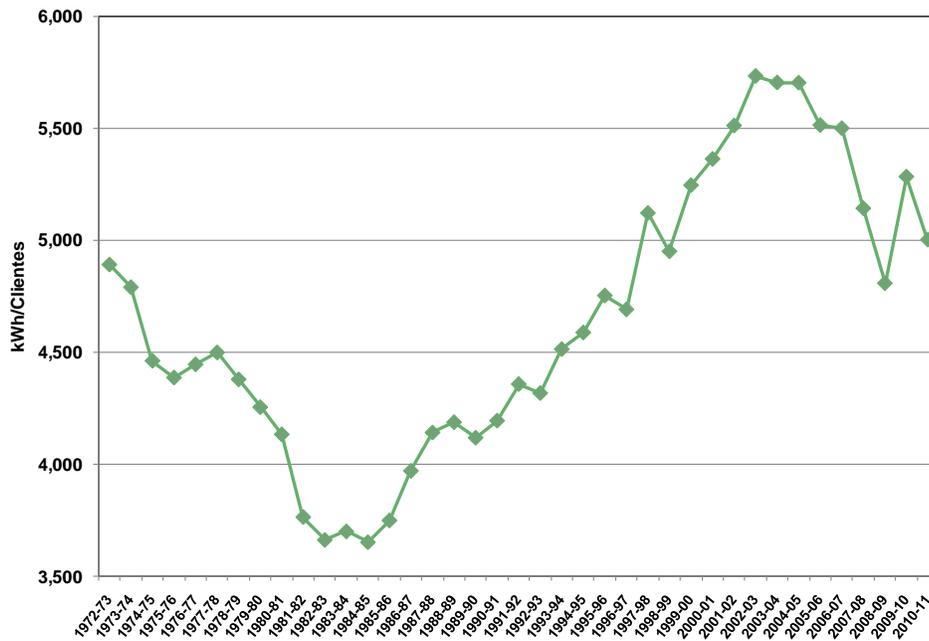
## CONSUMO ENERGÉTICO

### INDICADOR: CONSUMO ENERGÉTICO POR SECTOR TIPO I

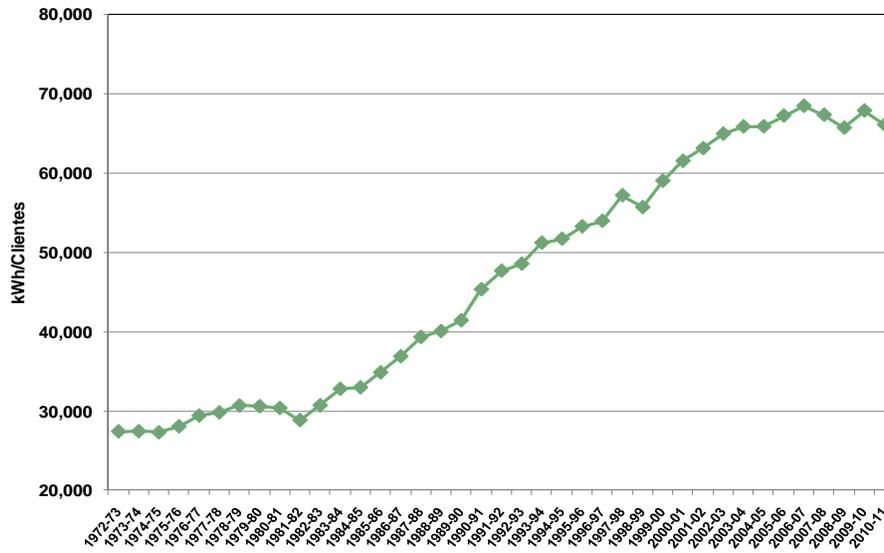
#### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Por medio de este indicador se puede conocer el comportamiento del consumo de energía en los sectores residenciales, comerciales e industriales que son clientes de la 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. Además, 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.

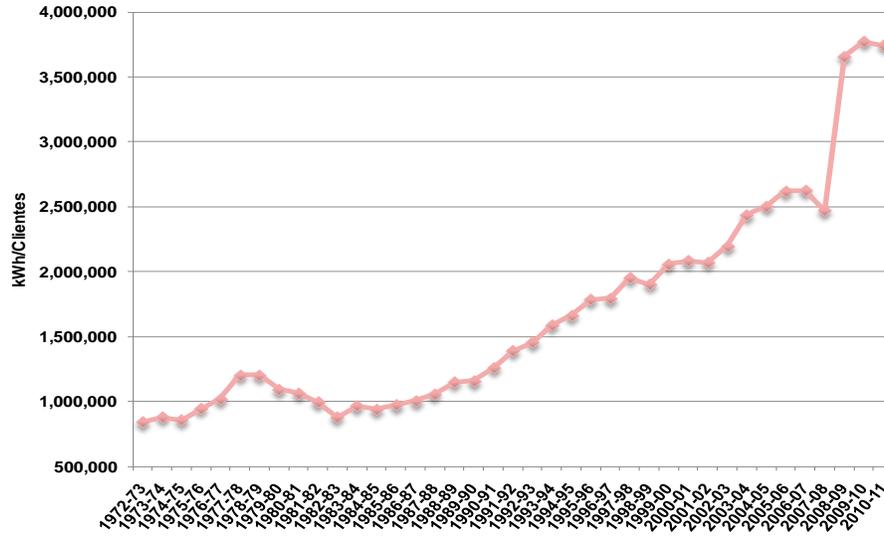
GRÁFICA 3 CONSUMO PROMEDIO CLIENTES RESIDENCIALES



GRÁFICA 4 CONSUMO PROMEDIO CLIENTES COMERCIALES



GRÁFICA 5 CONSUMO PROMEDIO CLIENTES INDUSTRIALES



## CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Este indicador es calculado mediante la medición del consumo en millones de kilovatios hora (mkWh) para todos los clientes de la AEE por tipo de cuenta (residencial, comercial e industrial).

## ANÁLISIS

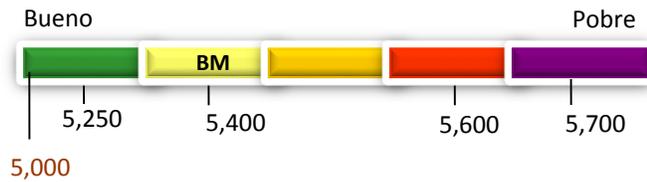
Del comportamiento o tendencias en el consumo de los sectores presentados podemos destacar las siguientes observaciones:

- El consumo residencial y comercial presentan un sostenido aumento en la demanda energética exceptuando los periodos de principios de la década del 1970 y 1980 donde se registra un moderado descenso o estabilización del consumo. Dicho descenso o estabilización se pueden asociar a los efectos de la crisis energética del 1973, donde los países exportadores de petróleo redujeron su producción, y la del 1979, la cual aumentó significativamente los precios del petróleo como consecuencia de la Revolución Islámica en Irán.
- El comercio representa el sector de mayor consumo con más de 8,500 mkWh, y a su vez, es la clase que presenta menores variaciones o efectos en el consumo a causa de las crisis energéticas o las fluctuaciones en el precio del petróleo.
- El sostenido encarecimiento del barril de petróleo en esta década se debe a los conflictos bélicos en países productores como Irak y recientemente Libia. Además de una alta demanda del crudo en países como China e India, lo que ejerce presión inflacionaria en economías como la de Puerto Rico, la cual es altamente dependiente del consumo energético. Este efecto en el nivel de precios afecta el ingreso personal disponible en el país, por lo que el descenso observado en el consumo energético en el ámbito residencial desde el año fiscal 2006 podría estar vinculado o ser respuesta a esta realidad económica.
- El sector industrial presenta un patrón de demanda irregular con un acelerado aumento en el periodo del 1965 al 1977 y una marcada disminución para principios de la década de 1980, posiblemente vinculada a la caída de la industria petroquímica en Puerto Rico y a los efectos de la crisis energética de 1979. Aunque luego del 1985 el consumo industrial mantiene un ritmo anual ascendente, cabe destacar que durante la década del 1980 este sector implantó con mayor énfasis medidas de ahorro de energía y sistemas de cogeneración el cual le permite a algunas industrias generar parte de la energía que demandan.

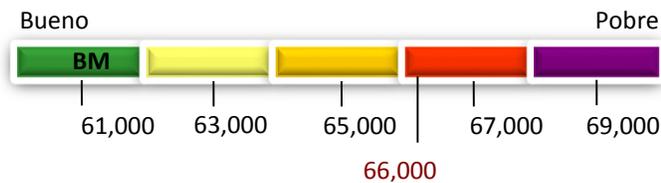
Algunas variaciones en el consumo energético de cada sector están vinculadas a eventos climáticos (tormentas, huracanes, inundaciones, etc.) los cuales han provocado suspensión temporal del servicio de energía eléctrica. Como ejemplo más destacado podemos mencionar el paso del Huracán Georges en septiembre de 1998 el cual provocó un notable descenso en el consumo de todos los sectores.

BENCHMARK<sup>4</sup>

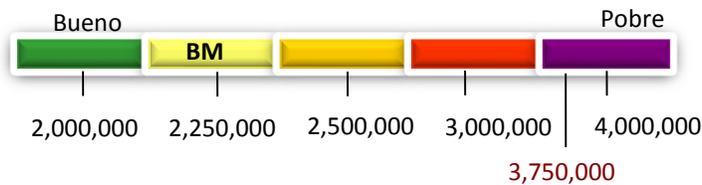
**Consumo por Cliente en kWh 2011 - Sector Residencial**



**Consumo por Cliente en kWh 2011 - Sector Comercial**



**Consumo por Cliente en kWh 2011 - Sector Industrial**



<sup>4</sup> 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 REFERENCIA PARA EL CÁLCULO DE LOS BM – 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

#### 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.

#### CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Al evaluar este indicador por medio de las gráficas podemos destacar que aunque desde 2009 se registró un ligero descenso en el consumo por cliente a nivel residencial y comercial, en el 2011, todos los sectores bajaron sus niveles de consumo por cliente. Al evaluar los datos del periodo mencionado, resulta notable el hecho que el sector industrial refleje una leve disminución en el consumo a pesar de experimentar un descenso en el número de clientes.

No obstante, ya desde el 2008 todos los sectores, quizás en respuesta a los efectos de la recesión económica que experimenta el país, muestran reducción en sus niveles de consumo. Este descenso, aunque en términos económicos puede traer preocupación, en términos ambientales resulta favorable ya que nos aproxima a los niveles de consumo fijados en los BM, lo que redundaría en menos consumo de combustibles fósiles y menores emisiones a la atmósfera de contaminantes. Debido a que en términos históricos todos los sectores muestran tendencias de aumento en el consumo energético, medidas de ahorro y manejo de energía deben reforzarse para reducir o estabilizar los niveles de consumo alcanzados durante los últimos años. Una especial atención se debe prestar al sector industrial el cual es el de mayor consumo agregado y al sector comercial, el cual se destaca en sus tendencias de consumo por su sostenido aumento.



## CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL

### INDICADOR: NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL EN ZONAS RECEPTORAS RESIDENCIAL TIPO I

#### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

El indicador evalúa el estado del ambiente sonoro exterior de propiedades receptoras residenciales en zonas urbanas y rurales. Se seleccionan dichas propiedades como indicadoras ya que, para el entorno residencial, en especial durante el periodo nocturno, es ideal tener los niveles de ruido ambiental más bajos posibles para evitar diferentes grados de molestia a la ciudadanía. El indicador cuantifica los niveles de ruido exterior (acústica ambiental urbana o rural), los cuales se miden a través de un número de estaciones de monitoreo. El promedio de los datos de todas las estaciones estudiadas indica el comportamiento en general de los niveles de sonido o ruido en el entorno exterior de dichas propiedades. Un alto número de propiedades de uso residencial (sobre el 50% de las muestreadas) con niveles que excedan los establecidos por la JCA, en el periodo diurno y/o periodo nocturno, es un indicador de las tendencias que reflejan el detrimento de los ambientes sonoros residenciales, lo que pudiera perjudicar el uso de dichos espacios y la calidad de vida de la ciudadanía que los habita.

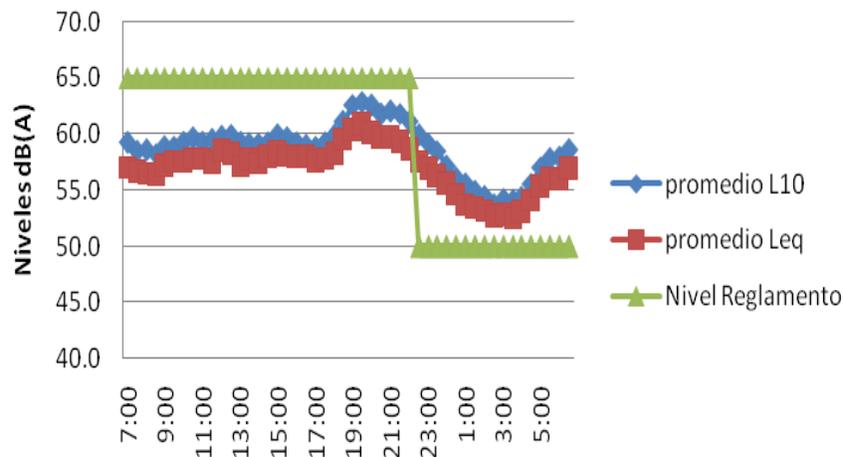
## CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Como parte de los estudios sobre acústica y ruido ambiental, el personal de la División de Cumplimiento y Estudios de Ruido del Área Control de Ruidos y Querellas Ambientales de la JCA ha estado, desde el año 2003, monitoreando con equipos sonométricos (Norsonic Nor121) los niveles de sonido medidos en decibelios (dBA) en diferentes estaciones (residenciales, industriales y comerciales) en la Zona Metropolitana de San Juan y Guaynabo. Durante los últimos tres años se han establecido 60 estaciones de monitoria en el municipio de Caguas. En el 2008 se establecieron 20 estaciones de monitoría, 20 en el 2009 y 20 durante el 2010. Los muestreos se efectuaron en un período de 24 horas en cada estación evaluada, iniciando a las 7:00 am. Los informes detallados para cada estación están disponibles en la Oficina del Área Control de Ruidos y Querellas Ambientales.

El nivel  $L_{10}$  por definición es el nivel de sonido, en la escala A, dB(A), que es excedido en un diez por ciento (10%) del tiempo para un periodo bajo consideración. El nivel L Equivalente (Leq) es el nivel de sonido continuo equivalente, es decir, el nivel constante que puede producir la misma energía sonora (medida en escala A, dB(A)) que un sonido variante especificado en un tiempo establecido.

## ANÁLISIS

GRÁFICA 6 NIVELES  $L_{10}$  Y LEQ. DE 60 ESTACIONES EN EL MUNICIPIO DE CAGUAS

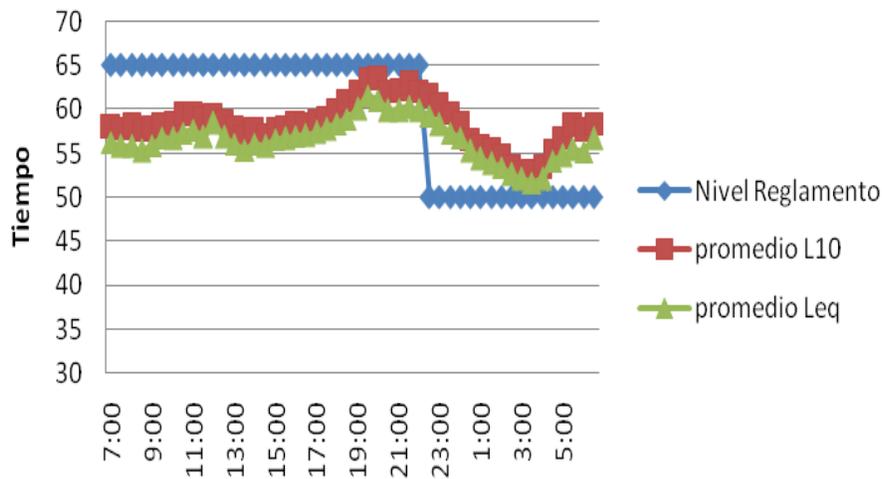


Esta gráfica refleja los niveles promedios que fueron documentados en los ambientes sonoros en las Áreas I, II, III, IV y V del Municipio de Caguas. Estos niveles fueron monitoreados a partir de las 7:00 am por un período de 24 horas en cada una de las 60 estaciones incluidas en este informe.

La gráfica de  $L_{10}$  y  $L_{eq}$  tuvieron un comportamiento similar donde se refleja que en promedio los niveles sonoros en las áreas estudiadas se mantuvieron entre los parámetros establecidos por el Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruidos (RCCR) para el período diurno. Los niveles sonoros de  $L_{10}$  fueron disminuyendo a partir de las 9:30 pm hasta alcanzar su nivel más bajo a las 3:00 am con 53.3 dB(A), para luego comenzar a aumentar hasta los 58.7 dB(A) en el período diurno (7:00 am.). En el período nocturno los niveles promedio de  $L_{10}$  sobrepasaron el nivel establecido por nuestra reglamentación para dicho período.

En el análisis del promedio de los niveles de  $L_{10}$  se puede inferir que los niveles de sonido recopilados durante las horas entre las 7:00 pm y las 3:00 am podrían estar influenciados, de acuerdo al lugar donde se tomó la muestra, por los niveles de sonido asociados a nuestra fauna o al tráfico vehicular en aquellas zonas donde la congestión vehicular es alta.

GRÁFICA 7 PROMEDIO DE NIVELES DE SONIDO EN LAS ÁREAS IV Y V DEL MUNICIPIO DE CAGUAS



Esta gráfica muestra el promedio de los niveles de sonido en las 20 estaciones monitoreadas durante el 2010 en el municipio de Caguas. El promedio del  $L_{10}$  se mantuvo durante el período diurno por debajo del nivel establecido en el reglamento. El promedio de  $L_{10}$  llegó a alcanzar un máximo de 63.5 dB(A) a las 9:30 pm, luego se observó que los niveles de sonido comienzan a descender hasta llegar a un mínimo de 52.9 dB(A) a las 3:00 am para luego comenzar a aumentar hasta alcanzar los 58.4 dB(A) a las 6:30 am. El nivel promedio de  $L_{eq}$  se comportó similar al  $L_{10}$ . Ambos cumplieron durante el período diurno con la reglamentación de ruido vigente y, en el período nocturno, ambos sobrepasaron el nivel establecido con niveles entre los 59.9 y 51.7 dB(A).

La base de datos original cuenta con los niveles sonoros para ambientes exteriores en estaciones residenciales, comerciales, industriales y otras, para efectos de este informe. Cuando analizamos la data obtenida en los diferentes puntos de muestreo que se seleccionaron al azar le damos mayor énfasis al área residencial. Las áreas residenciales son donde el ciudadano principalmente valora, requiere y tiene la expectativa de una calidad del entorno sonoro que le permita el disfrute de su propiedad, hacer sus actividades y poder descansar. La presencia de altos niveles de ruido en el exterior que pudieran propagarse al interior, en especial durante el periodo nocturno, pudiera generar diferentes grados de perturbación o molestia para la ciudadanía en dichos ambientes residenciales. Las áreas residenciales colindantes con avenidas y carreteras principales están expuestas a altos niveles de sonido tanto en el periodo diurno como el nocturno. Los niveles promedios para el periodo diurno cumplen con lo establecido en nuestra reglamentación para una zona residencial impactada por el tránsito vehicular. Durante el periodo nocturno los niveles sobrepasan los límites establecidos por nuestra reglamentación.

La gráfica refleja que en promedio la mayoría de las propiedades residenciales evaluadas recibieron en sus fachadas (exterior) niveles sonoros ( $L_{10}$ ) que cumplen con los parámetros indicados en la reglamentación de la JCA para el periodo diurno. En el periodo nocturno estos niveles sobrepasan los límites establecidos en el reglamento. En términos de los valores  $Leq$ , los niveles estuvieron cercanos a los 60 dB(A) durante prácticamente todo el período diurno, y a partir de las 9:30 pm el nivel comenzó a reducirse alcanzando los 52.4 dB(A) a las 3:00 am.

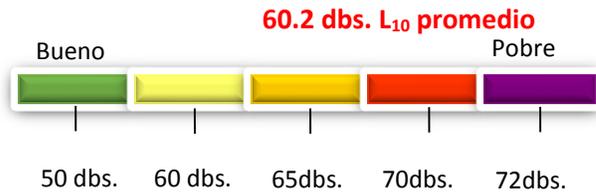
#### BENCHMARK

El Reglamento para el Control de la Contaminación por Ruido (RCCR) de la JCA establece niveles recibidos para propiedades receptoras residenciales, comerciales, industriales y de tranquilidad. En el caso de propiedades residenciales, el RCCR establece que los niveles de ruido generados desde una zona emisora comercial no deben exceder en una propiedad receptora residencial de un  $L_{10}$  de 65 dB(A) en el periodo diurno y de 50 dB(A) en el periodo nocturno. Otros límites entre propiedades están descritos en el RCCR.

**Periodo Diurno (7:01am-10:00pm)**

**Nivel de sonido RCCR  $L_{10} = 65\text{dB(A)}$**

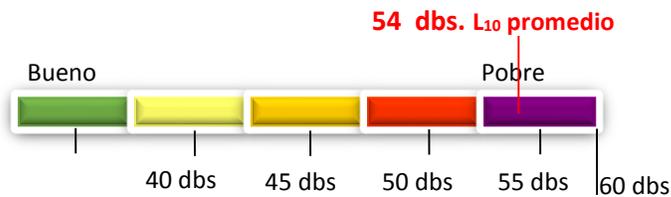
**Promedio  $L_{10} = 60.2\text{dB(A)}$**



**Periodo Nocturno: (10:01pm-7:00am)**

**Nivel de sonido RCCR  $L_{10} = 50\text{dB(A)}$**

**Promedio  $L_{10} = 54\text{dB(A)}$**



**LIMITACIONES DEL INDICADOR**

Como hemos mencionado en informes anteriores, este estudio no mide los niveles de exposición de los individuos dentro de sus residencias, pues para lograr dicho propósito habría que usar tecnología de dosímetros y una metodología distinta. Dado que el proyecto es uno de naturaleza continua, se espera que a medida que se recopilen más datos a través de los años, el análisis estará más completo. Además, se necesita incorporar y considerar elementos de la variabilidad del comportamiento de los niveles de ruido por días, semanas, meses y años, como parte de esta metodología. El Área de Control de Ruidos y Querellas Ambientales de la JCA espera poder analizar estos elementos de variabilidad temporal al establecer de una a dos estaciones permanentes de monitoria sonora urbana. Además, este indicador tiene como limitación la falta de más equipo sonométricos con la capacidad de ser expuestos a las temperaturas de un país tropical.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Según los datos incluidos en este informe, en términos generales, la tendencia es que los niveles sonoros en las propiedades estudiadas se mantuvieron en el periodo diurno cercanos a los niveles establecidos en el RCCR. Aun cuando se monitoreen más estaciones los niveles de sonido mantienen el mismo comportamiento. En el periodo nocturno el promedio de los niveles observados en las propiedades residenciales reflejó un patrón de descenso gradual que, aunque cercano al límite permitido, no cumple con el nivel establecido en la reglamentación. No obstante, el patrón descendiente en el periodo nocturno es uno que pudiera considerarse como favorable y aceptable en términos de la calidad del ambiente sonoro residencial exterior.

A pesar de las tendencias en términos estratégicos de manejo del ruido urbano, lo ideal es promover estrategias a mediano y largo plazo dirigidas a reducir estos niveles en los ambientes sonoros urbanos, en especial aquellas estaciones muestreadas donde el nivel de ruido está significativamente sobre el nivel promedio observado. Para esto hay que evaluar en cada lugar cuáles son los emisores de ruido de mayor influencia en esos niveles y cuáles alternativas a corto, mediano o largo plazo habrían disponibles para el manejo del asunto.

## INDICADOR: ESTIMADOS DE LA POBLACIÓN EXPUESTA A RUIDO URBANO TIPO II

### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

El indicador evalúa, usando como modelo varias de las ciudades más pobladas de la Isla (sobre 90,000 residentes), el por ciento estimado de las personas que pudieran estar expuestas a diferentes rangos de niveles de ruido urbano (40-50, 51-60, 61-70, 71-80, >81). El concepto de población expuesta da una perspectiva de salud pública a la problemática de la presencia del ruido urbano en nuestras ciudades. Estos análisis son esenciales en el desarrollo de estrategias a largo plazo en la planificación urbana y la implantación de una política pública ambiental más efectiva sobre el manejo de la problemática en la isla. La meta es lograr el por ciento más bajo posible de población expuesta en los rangos más altos de exposición (71-80 y >81), logrando así el por ciento más alto de la población expuesta a niveles de ruido urbano en la banda de los 51 a 60 dB(A) o inferior, como metas conservadoras y a largo plazo.

## CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Usando Sistemas de Información Geográfica para crear mapas de ruido urbano e incluyendo los datos poblacionales del censo por parcela se puede estimar los por cientos de población expuesta a ruido urbano para la extensión geográfica seleccionada. Estos estimados son generados desde la perspectiva de los niveles de ruido urbano que impactan las superficies de las propiedades receptoras. En relación con el espacio interior donde habita la gente, se presume que, como este ruido impacta la fachada y que la mayoría de la población en la Isla vive en sus propiedades residenciales con las ventanas o puertas abiertas, el ruido exterior estaría logrando cierto grado de intrusión al interior de la propiedad y el ciudadano de una manera u otra estaría expuesto en algún momento a dichos niveles.

Los mapas son generados a partir de diferentes capas georeferenciadas sobre topografía, localización de carreteras, edificios y elevaciones de estructuras en cada ciudad, todas incorporadas y manejadas por una aplicación de computadora que realiza los cálculos correspondientes. Una vez los mapas hayan sido completados y validados, los datos serán reportados por cada ciudad y se espera que año tras año se vayan incluyendo otras ciudades que tengan menos de 90,000 residentes. Los mapas contendrán datos en formato Leq dB(A) para 24 horas y por separado para el periodo diurno (7:00am a 10:00pm) y nocturno (10:01pm a 6:59am). Se reportará generación, propagación y, consecuentemente, posible exposición proveniente de cada grupo emisor (tránsito vehicular en las principales vías públicas, transportación aérea, ferroviaria, facilidades industriales, entre otros).

Para el proyecto del modelo de la Ciudad de San Juan, en el que trabaja la JCA como primer ejemplo, se considerará como emisor el ruido proveniente del tránsito vehicular. El estimado de exposición será sobre las fachadas más expuestas de las estructuras incluidas. Fases posteriores incluirán el ruido proveniente de vías ferroviarias (si aplica en la ciudad) (segunda fase), transportación aérea (tercera fase) y facilidades industriales (cuarta fase). Debido a la complejidad de los proyectos para cada región y la baja variabilidad anual que se estima puede haber en los niveles de ruido en una ciudad, se entiende que los análisis y nuevas versiones de los mapas de ruido urbano de las ciudades o municipios que así lo hagan deben revisarse cada 8 años, a menos que por alguna razón la ciudad decida revisarlo en un término menor de tiempo.

## ANÁLISIS

La JCA adquirió en abril de 2007 la tecnología que incluye la aplicación CADNA-A y una computadora de alta velocidad, lo cual permitió iniciar la generación del primer mapa de ruido urbano y tránsito vehicular para la Ciudad de San Juan. Se realizó el análisis de los datos disponibles para la Ciudad

de San Juan, como modelo y ejemplo de las nuevas tecnologías y tendencias de estudio para el manejo del ruido ambiental.

Durante los años 2008-2010 el Área de Control de Ruidos de la JCA colaboró con los municipios de Guaynabo y Caguas en el desarrollo de mapas de ruido urbano así como la generación de los datos y su correspondiente análisis. Además, se ha contactado al municipio de Bayamón, el cual está interesado en el desarrollo del mapa de ruido urbano para su municipio. Se espera poder continuar colaborando con las diferentes autoridades municipales de Puerto Rico interesadas en el desarrollo de mapas de ruido. Es necesario coordinar con aquellos municipios que ya cuentan con oficinas que poseen capacidades en el uso de GIS, para colaborar en el desarrollo de otros mapas. Como parte del proyecto, la JCA recomienda que se establezca por requisito de Ley que las autoridades de los 78 municipios de Puerto Rico establezcan Planes Municipales para el Manejo del Ruido Urbano y que aquellas ciudades que posean sobre 90,000 residentes incluyan en dicho Plan el desarrollo de un mapa de ruido urbano como parte de las herramientas de análisis y manejo del problema.

En estos momentos esta parte del análisis no se incluye ya que no hay datos recopilados todavía para analizar, por lo que se elimina y la información que prosigue pasa a ser parte del método de análisis.

Los datos serán informados en términos de gráficas de barra donde se indica por diferentes bandas de niveles de ruido (35-45, 46-55, 56-65, 66-75, 76-85) el por ciento estimado de personas que pudieran estar en ambientes exteriores expuestos a dichos niveles.

Se espera que surja del análisis la información que permita evaluar, según los modelos, cuántas personas estarían potencialmente expuestas a los niveles de ruido ambiental en los diferentes rangos de decibelios aquí descritos.

#### BENCHMARK

El Área de Control de Ruidos de la JCA recomienda las siguientes metas, estimadas de manera conservadora, respecto a los por cientos de población expuesta:

TABLA 3 ESTIMADO DE POBLACIÓN EXPUESTA A DIFERENTES NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO

	35 - 45	46 - 55	56 - 65	66 - 75	76 - 85
Leq (24 horas)	20%	20%	50%	5%	5%
Leq Diurno (7:00 am a 10:00 pm)	20%	10%	40%	10%	5%
Leq Nocturno (10:01 pm a 6:59 am)	10%	70%	13%	5%	2%
Ejemplo: Para San Juan 434,374 residentes en Censo del 2000. Para el periodo nocturno:	10% sería 43,437	70% sería 304,062	13% sería 56,469	5% sería 21,719	2% sería 8,687

El razonamiento de estas recomendaciones es que, para el periodo nocturno, la mayoría de la población debería estar entre los 46 y 65 dB(A) con un mínimo de la población sobre los 66 dB(A). Estos por cientos son un estimado muy conservador de las metas o expectativas de exposición razonable para la población. Una vez completado los mapas y se realicen los análisis correspondientes, se podrán realizar los ajustes correspondientes y un mejor estimado de lo que debe ser ideal como meta razonable.

#### LIMITACIONES DEL INDICADOR

No evalúa aspectos de salud pública de la población expuesta a dichos niveles de ruido urbano. Depende de la disponibilidad de la tecnología necesaria y el adiestramiento y la preparación académica de los funcionarios en cada municipio en el uso de la aplicación y el análisis pertinente. Los datos y análisis son el resultado del desarrollo de un modelo, usando un sistema de información geográfica para evaluar la generación, propagación, absorción y reflexión de diferentes fuentes de ruido en espacios urbanos. La precisión del modelo depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles de cada ciudad (topografía, localización de carreteras, edificios, elevaciones de estructuras, datos poblacionales, etc).

#### CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El Área Control de Ruidos de la JCA espera tener disponibles resultados preliminares de los análisis sobre ruido urbano y población expuesta de la Ciudad de San Juan, generados a través del mapa de niveles de sonido del Área de San Juan. Aunque la primera versión del mapa de San Juan fue

completada en abril 2007, no contamos con el análisis de esta primera fase del mapa de ruido. La JCA estará promoviendo el uso de esta tecnología y tipo de análisis sobre ruido urbano a través de múltiples reuniones con funcionarios de varios municipios de la Isla que han expresado interés por dicha tecnología.

## **INDICADOR: INTRUSIÓN DEL RUIDO URBANO EN EL AMBIENTE NATURAL TIPO II**

### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador tiene como meta evaluar la problemática de la intrusión del ruido urbano o ruido antropogénico en diferentes tipos de ecosistemas naturales en Puerto Rico. Evalúa la presencia y los niveles de ruido ambiental procedentes de diferentes emisores, como los medios de transportación, facilidades industriales, áreas residenciales y otras actividades humanas que generan ruidos que llegan a estos espacios naturales. La evaluación de la intrusión del ruido antropogénico en el ambiente natural es importante ya que su presencia compromete la calidad del ambiente sonoro natural, no solo para las especies que habitan estos ecosistemas, sino también para el ser humano que visita dichos lugares para tener contacto con la naturaleza. Una alta incidencia de ecosistemas naturales con altos niveles de ruido ambiental representa una tendencia de la degradación del ambiente sonoro natural en la Isla.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Para evaluar la magnitud de la intrusión del ruido ambiental o ruido urbano en dichos ecosistemas, la JCA, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, en el año 2008, trabajaron con la implementación de un plan estratégico e investigativo para el estudio del ruido ambiental y la fauna en Puerto Rico. La implantación de este Plan Estratégico tiene como propósito principal el promover, a través de fondos disponibles, investigaciones sobre el tema. A través de esta iniciativa se le asignaron, durante el año 2009, fondos a la Universidad Interamericana, Recinto Metropolitano, para el desarrollo de una investigación a cargo del Profesor Ernesto Torres titulada “La Intrusión de Ruido Ambiental en Dos Reservas Naturales de la Costa Norte de Puerto Rico”. También se le otorgaron fondos a la Universidad de Puerto Rico, a través del profesor Mitchell Aide quien, durante el 2009, comenzó su investigación titulada “*The Effect of Anthropogenic Noise on the Calling Behavior of Amphibians and Birds in Urban Areas of Puerto Rico*”, y la cual fue culminada en el 2010. Ambos estudios fueron realizados en asentamientos urbanos y en las diferentes reservas o bosques en Puerto Rico.

La meta del proyecto fue lograr monitorear en ecosistemas naturales donde no hay ruido ambiental presente y donde se tenga la intromisión del ruido urbano, de manera tal, que se pueda generar

una gráfica representativa del comportamiento sonoro de ambientes naturales sin ruido urbano y con la presencia del mismo. Además se podrá identificar la fauna presente en el lugar.

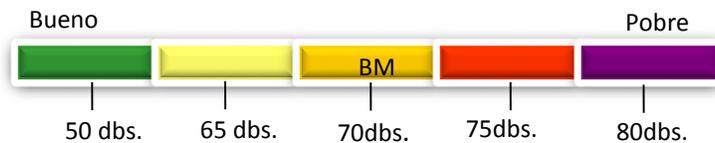
## ANÁLISIS

El análisis de este indicador es de gran importancia, ya que al evaluar el comportamiento sonoro de los ambientes naturales como primera meta, para luego evaluar el comportamiento sonoro de los ambientes naturales donde hay problemas de ruido urbano nos permitirá describir la magnitud de intrusión del ruido antropogénico en ambientes naturales en la Isla. Estos datos son importantes para comprender si se está comprometiendo la calidad del ambiente sonoro natural en un porcentaje alto en las reservas y parques naturales, lo cual, pudiera estar afectando el desarrollo de ciertas especies por la presencia de aquellos ruidos generados por el hombre principalmente el tránsito vehicular. Además, la presencia del ruido ambiental urbano en los espacios naturales reduce, degrada y afecta la experiencia de contacto con un ambiente natural libre de ruido de los residentes y turistas que visitan los parques y reservas naturales de Puerto Rico.

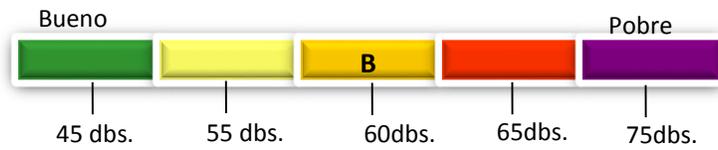
## BENCHMARK

Para las áreas naturales impactadas por ruido urbano, dependiendo del tipo de ecosistema y su localización, un posible benchmark sería el que dichos espacios sean acústicamente lo más similar posible a los ambientes libres de contaminación por ruido urbano. A pesar de que no hay criterios establecidos por reglamentos y leyes locales referentes a los niveles de ruido en reservas naturales, sí se establece en el RCCR unos niveles de sonido para zonas representativas de servicios comunales no habitados, como son las reservas naturales, lo cual solo aplica a los seres humanos que disfrutan de estas instalaciones.

### Periodo Diurno (7:01 am-10:00 pm) Nivel de sonido RCCR $L_{10} = 70\text{dB(A)}$



**Periodo Nocturno (10:01 pm-7:00 pm)**  
**Nivel de sonido RCCR  $L_{10} = 60\text{dB(A)}$**



#### LIMITACIONES DEL INDICADOR

No evalúa si dichos niveles de ruido tienen algún impacto o efecto directo o indirecto en la ciudadanía que visitó dichos ecosistemas, ya que en esta fase del proyecto solo se describen los niveles de ruido presentes y cómo estos pudieran afectar el disfrute de los ambientes sonoros naturales y la percepción de los ciudadanos de lo que es ruido.

Los resultados de la encuesta realizada por los estudiantes de la Universidad Interamericana en las reservas de la Esperanza en Manatí y Tortuguero en Vega Baja con intromisión de ruido urbano han corroborado que los visitantes sintieron grados de molestias durante su visita ya que no les permitió disfrutar totalmente de los ambientes sonoros naturales de la reserva. A pesar de esto, no podemos determinar cómo les afecta en su comportamiento a las diferentes especies de la reserva estos ruidos generados por la intromisión del hombre en su hábitat.

#### CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

A base de los datos obtenidos por el estudio efectuado por la Universidad de Puerto Rico durante el 2010, se determinó que los anuros y las aves dependen del sonido para una serie de comportamientos sociales, tales como reproducción, alimentación y defensa de territorio, entre otros. Sin embargo, la comunicación se ve afectada por la interferencia producida por el ruido de fondo, el cual puede ser de origen natural o antropogénico. Algunos ejemplos de ruido de origen natural son la lluvia, el viento, ríos y el producido por animales como grillos, aves y ranas. El ruido de origen humano es principalmente producido por la construcción, las industrias y la transportación.

Particularmente la transportación es una gran fuente de ruido en Puerto Rico y existe una alta densidad de carreteras así como altos niveles de contaminación acústica. Además, el número de automóviles se ha incrementado en la Isla de 1 millón a 2.8 millones entre los años 1980 a 2005. Los niveles de ruido en las áreas metropolitanas están por encima de los niveles máximos recomendados por el gobierno.

En este estudio se evaluó el impacto del ruido del tráfico en la composición de las comunidades de anuros y de aves que habitan bosques adyacentes a carreteras con alto flujo vehicular. Para la realización del mismo se comparó áreas boscosas cercanas a la carretera (100m, n=20, dB>60) con otras que quedan más lejos (>300m, n=20, dB<60). Todos los sitios tenían una estructura de vegetación similar, pero diferentes niveles de ruido.

Se encontró que las comunidades de anuros no fueron afectadas por el ruido vehicular, pues su comportamiento fue el mismo en los lugares estudiados cerca y lejos de la carretera. Sin embargo, la riqueza de especies de aves, así como la composición de las comunidades de las mismas, fueron significativamente menores en los sitios cercanos a la carretera. También se observó una variación entre los sitios que quedan cercanos a la carretera y los que quedan más lejos. Las especies de aves con cantos de baja frecuencia se encontraron solo en los sitios lejanos de la carretera.

Las diferencias en la ecología y el comportamiento entre anuros y aves podrían explicar estos resultados. Los anuros cantan principalmente de noche cuando el tránsito vehicular y el ruido son menos fuertes. En el caso de las aves ocurre lo contrario, la actividad de canto de las aves es durante el día y se solapa con los altos niveles de los vehículos y el ruido. Adicionalmente las aves tienen la capacidad de escapar de sitios ruidosos, lo cual estaría explicando porque las especies con cantos de baja frecuencia que se solapan con el ruido de los vehículos se encuentran solo en lugares lejanos a la carretera donde la incidencia del ruido es menor. En contraste los anuros con baja capacidad de movimiento reducen su actividad y/o modifican la estructura del canto para evitar el solape con el ruido del tránsito vehicular. Esta segunda fase de la investigación realizada durante el 2010 de los niveles de sonido que impactan a la fauna realizado por la Universidad de Puerto Rico corroboró la primera fase del estudio.

Esto significa que los emisores urbanos de ruido ambiental generan niveles más altos de sonido de lo que la fauna es capaz de generar, por lo tanto, la posibilidad del enmascaramiento de señales de sonidos o vocalizaciones de la fauna pudiera ser una de las consecuencias de la presencia del ruido ambiental urbano.

Los estudiantes de la Universidad de Puerto Rico recomendaron en su estudio el aumentar las barreras naturales de vegetación a lo largo de las carreteras para evitar la propagación de niveles de sonido generados por tránsito hacia las áreas habitadas por las especies estudiadas.

Los resultados de la investigación que llevó a cabo el profesor Mitchel Aide y los estudiantes de la Universidad de Puerto Rico están disponibles en las oficinas del Área de Control de Ruido de la JCA.



## DEMANDA DE AGUA Y USO

### INDICADOR: ABONADOS CON SERVICIO DE ALCANTARILLADO (URBANO Y 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 58%.

ANÁLISIS

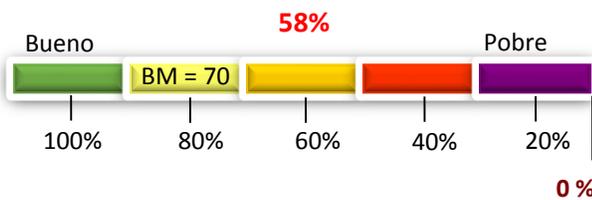
La tendencia de crecimiento del sistema de alcantarillado sanitario por parte de la AAA es menor al compararse con los sistemas de agua potable. El Programa de Mejoras Capitales de la AAA tiene la mayor parte de sus inversiones dirigidas al Cumplimiento Regulatorio como prioridad. La extensión del sistema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

La AAA tiene identificada muchas de las áreas que cuentan con servicio de alcantarillado sanitario en su Sistema de GIS, las cuales se representan en el siguiente mapa:

FIGURA 1 MAPA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS USADAS EN PUERTO RICO



BENCHMARK



La identificación de las zonas con potencial para la expansión del sistema de alcantarillado sanitario se realizó mediante la identificación de grupos con más de 100 unidades de vivienda que muestran una distribución organizada por bloques. Un total de 180 nuevas áreas con potencial para servicio

fueron identificadas, cada una de ellas asociada a una planta de tratamiento a la cual se podrían conectar. Para el 2030, la población estimada para estas 180 áreas con potencial para servicio es de aproximadamente 450,000 personas, aumentado el por ciento de la población con servicio de 58% a 69% a lo largo de toda la isla. La contribución mensual promedio de flujo asociada a estas nuevas áreas con potencial de servicio se estima en 40 MGD.

#### 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.

#### CONCLUSIÓN 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 JCA.

### INDICADOR: CANTIDAD DE AGUA EXTRAÍDA TIPO II

#### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador nos muestra la totalidad de agua extraída en ríos, lagos y pozos para satisfacer la demanda por los diferentes usos de la población (residencial, comercial, industrial, agrícola). 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.

#### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Para el desarrollo de este indicador se tomaron datos e información de las siguientes fuentes:

- AEE: Extracción y consumo de agua por las centrales generatrices.
- AAA: Niveles de extracción obtenidos por mediciones constantes.

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

1. suplir agua a las plantas de filtros para consumo directo.
2. procesos de manufactura e industriales.
3. riego para la agricultura.
4. generación de electricidad.

En términos de consumo, gran parte de las facilidades (tomas de agua, plantas de filtración y en la salida de los pozos) de la AAA cuentan con metros de flujo que indican la cantidad de agua extraída, aunque los datos que se recopilan son parciales. Para aquellas instalaciones que no cuentan con metros de flujos, este valor es estimado, ya sea por la capacidad de la bomba de extracción (si aplica) o la capacidad de producción de la planta. Se estima que la producción de agua actual es de sobre 522 mgd.

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:

TABLA 4 FUENTES DE AGUA POTABLE POR CENTRAL ELÉCTRICA

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

La extracción de agua dulce se mide mediante metros instalados o por diferencia de niveles potenciométricos. En el caso del agua de mar, se obtiene el galonaje 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 el galonaje total por día. El caudal que se extrae de agua de mar se utiliza para propósitos de enfriamiento (condensación del vapor en el condensador) y se descarga al ambiente a una

temperatura más alta. Esta agua de enfriamiento no entra en contacto con aguas de proceso y no se consume. El sistema es de un solo paso (once-through) cuyo flujo de succión adquiere temperatura y descarga el mismo flujo al cuerpo de agua.

La tabla a continuación indican la cantidad de galones de agua que se utilizaron en las centrales generatrices desde el 2007 al 2011.

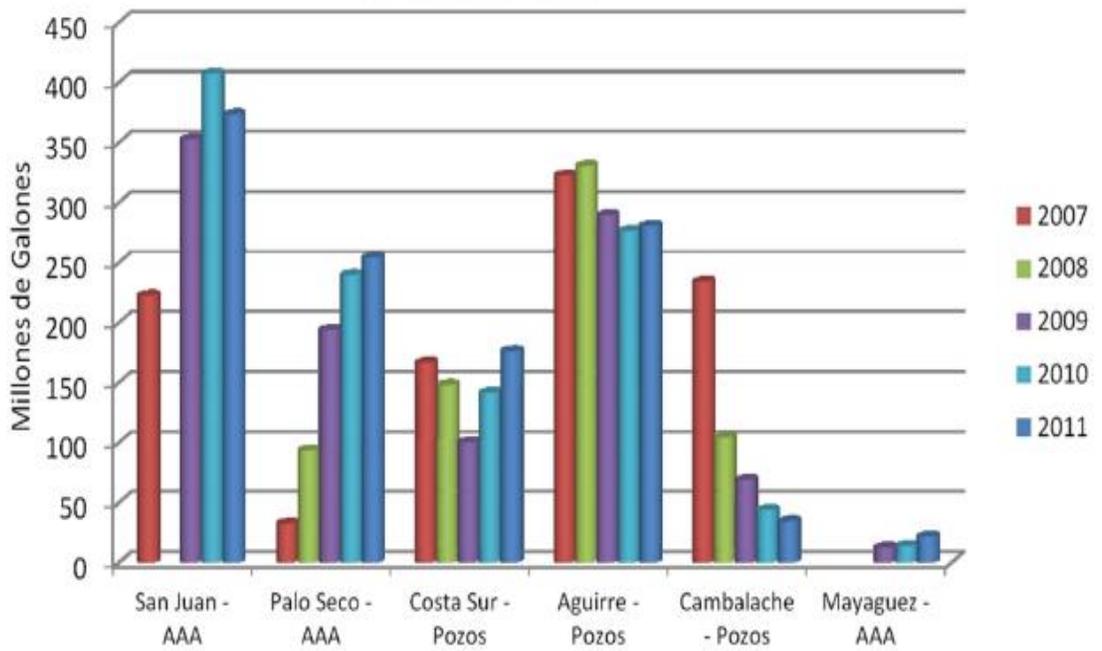
TABLA 5 CANTIDAD DE AGUA USADA EN CENTRALES GENERATRICES POR AÑO

CENTRAL	FUENTE	MILLONES DE GALONES 2007	MILLONES DE GALONES 2008	MILLONES DE GALONES 2009	MILLONES DE GALONES 2010	MILLONES DE GALONES 2011
San Juan	AAA	222.01 <sup>5</sup>	No disponible	352.25	406.9	373.0
	Bahía de San Juan	201,164.34	187,902.04	194,187.4	183,822.55	174,305.46
Palo Seco <sup>6</sup>	AAA	32.08	93.02	193.4	239.2	253.5
	Bahía Boca Vieja	3,716.78	36,396.43	133,078.6	220,719.6	202,629.57
Costa Sur	Pozo	166.06	147.58	99.94	140.91	176.66
	Bahía Guayanilla	259,535.30	246,291.21	189,174.4	215,353.62	211,157.84
Aguirre	Pozo	321.94	329.94	288.96	275.6	280.12
	Bahía de Jobos	217,955.20	202,810.5	222,196	205,743	191,407.5
Cambalache	Pozo	233.64	103.86	68.38	43.23	33.9
Mayaguez	Acueductos	N/A	No disponible	12	13.2	211

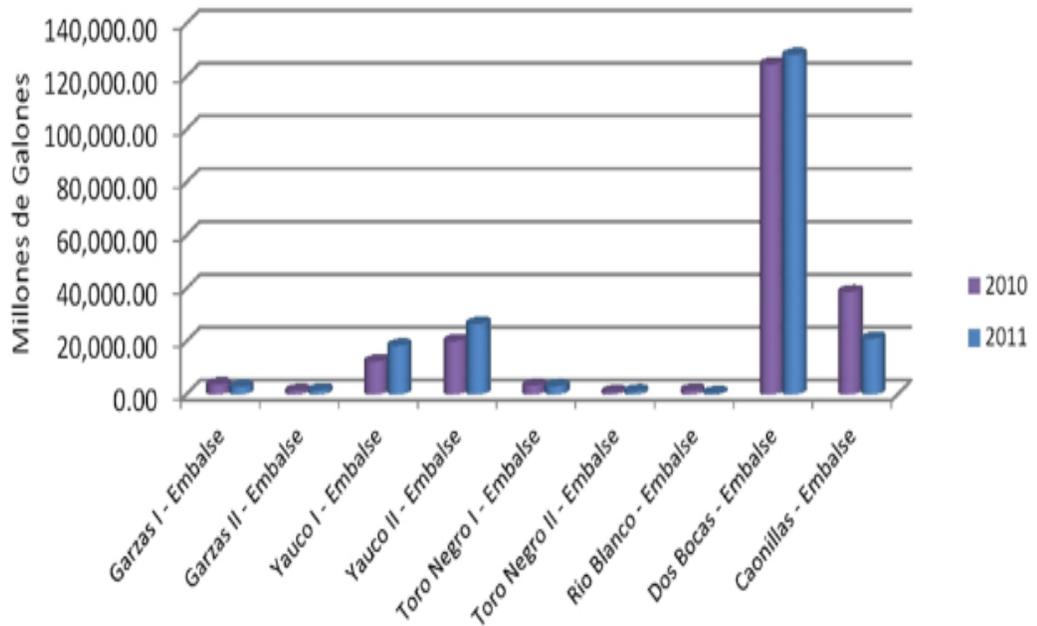
<sup>5</sup> Cantidad que consta de la producción de la planta desmineralizadora, regeneraciones y consumo de agua en las torres de enfriamiento

<sup>6</sup> La Central Palo Seco estuvo fuera de servicio durante el 2007 y operó parcialmente durante el 2008.

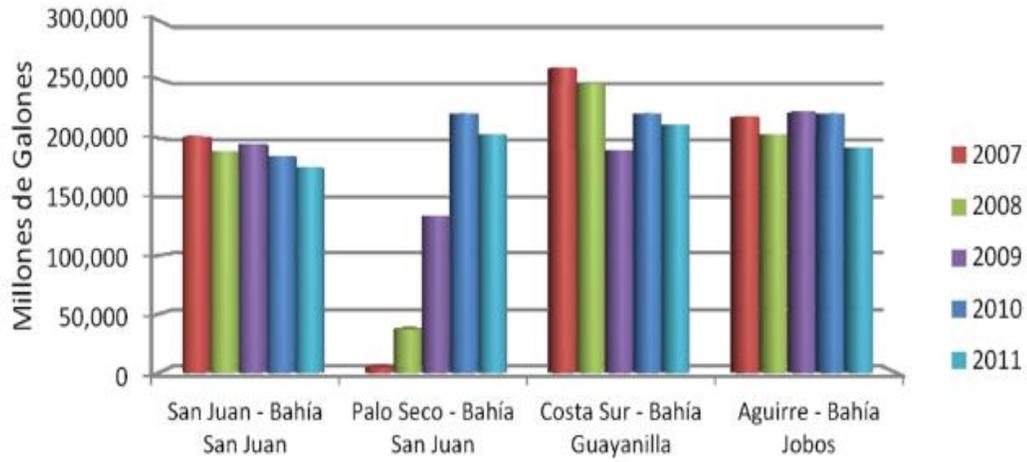
GRÁFICA 8 CONSUMO DE AGUA CENTRALES GENERATRICES



GRÁFICA 9 CONSUMO DE AGUA CENTRALES HIDROELÉCTRICAS



GRÁFICA 10 EXTRACCIÓN AGUA DE MAR



### ANÁLISIS

La tendencia en producción de agua potable por parte de la AAA ha ido en aumento en los últimos años para cubrir el aumento de demanda que exigen los abonados. No obstante, un programa de control de pérdidas por parte de la AAA, y el concienciar a la población sobre la conservación de agua, permitirían reducir las proyecciones de producción de agua potable.

En cuanto a la extracción de agua por parte de la AEE, durante el periodo presentado en este informe (2007 – 2011) se destaca el hecho de que el consumo de agua fresca se redujo en las Centrales Aguirre y San Juan, y se experimentó un leve aumento en las Centrales Palo Seco y Costa Sur. El aumento de consumo en Palo Seco fue debido a que la instalación se utiliza para mantener la estabilidad del sistema de transmisión de energía eléctrica (aumentos y bajadas en los picos de producción energéticos). Costa Sur aumentó el consumo del 2010 al 2011 debido a que la Cogeneradora Ecoeléctrica, quien le supe agua de proceso utilizando una planta destiladora de agua de mar, estuvo fuera de servicio un mes por reparaciones.

Aunque la extracción de agua de mar disminuyó para el 2008 en todas las instalaciones (excepto Palo Seco), para el 2009 aumenta levemente para San Juan y el Complejo Aguirre, aunque se mantiene en los niveles históricos típicos. Para el caso de la Central Costa Sur, la extracción de agua de mar disminuyó significativamente comparado con el 2008. Aunque hay un leve aumento en el 2010, se redujo en el 2011. En general se observa en la tabla anterior que para el 2011, la extracción de agua de mar disminuyó para todas las instalaciones.

Estas utilizan agua para el proceso de generación y para el control de emisiones de NOx. La Central Palo Seco refleja un aumento el cual está asociado al retorno a operación normal de las unidades. En el caso de la Central Costa Sur, el incremento debe considerarse como un caso aislado, el cual podemos asociar a los trabajos de reparación de la planta destiladora de Ecoeléctrica en Guayanilla. La Central Aguirre refleja un leve aumento para este año, en comparación con el año anterior, el cual se puede asociar con la variabilidad en la generación de energía eléctrica. Cabe destacar que la AEE tiene en progreso un proyecto para el Complejo Aguirre que incluye la reutilización de las aguas de proceso, lo que reducirá el consumo de agua, y el suplido de agua cruda al Complejo desde el Canal de Riego del Lago Patillas, lo que eliminará la extracción de agua de pozos para estos fines.

#### BENCHMARK

Para la AEE, 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 o contaminación al acuífero.

Los límites para la extracción de agua de mar los establece la Agencia de Protección Ambiental Federal (EPA) mediante los Permisos de Descarga (NPDES) para cada instalación. Además, la Ley de Agua Limpia establece estándares para evitar el entrapamiento e incrustación de especies marinas por la extracción de agua de mar.

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 para todos los usos de agua extractivos 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.

#### LIMITACIONES DEL INDICADOR

La limitación para la AAA recae en la falta de medidores de flujo en algunas facilidades que indiquen la cantidad precisa de extracción en el cuerpo de agua. Para la AEE, la limitación que tiene este indicador es que no se cuenta con un dato que se pueda medir científicamente para el agua de mar ya que las cantidades son estimadas.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

La AEE tiene proyectos en proceso para mejorar el estado en que se encuentra el recurso de agua fresca.

Según indicado anteriormente, durante el año fiscal entrante la AEE estará comenzando el desarrollo del proyecto para suplir agua al Complejo Aguirre desde el Lago Patillas. Este proyecto se divide en varias etapas y conlleva una planta de ultrafiltración y osmosis a la inversa. Esto reducirá el consumo de agua fresca y evitará la extracción de agua fresca del acuífero del sur, manteniendo dicha extracción solo como resguardo. De esta manera, se está contribuyendo a que se restaure el acuífero. Este proyecto obtuvo fondos federales asignados al Programa State Revolving Fund, administrado por la JCA para el 2010 y 2011.

La Central Costa Sur utiliza, bajo situaciones normales, como fuente de agua fresca el efluente de la planta destiladora de la Cogeneradora Ecoeléctrica. Esta acción tiene el efecto de disminuir la extracción de agua del acuífero.

Para las Centrales San Juan (CSJ) y Palo Seco, actualmente se analizan opciones para reutilizar las aguas de proceso, reduciendo así el consumo de agua. Las descargas de aguas de proceso se reutilizarán mediante sistemas de tratamiento avanzados en la CSJ. Parte de este esfuerzo está en diseño y próximo a subasta. El reutilizar el efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Usadas de la CSJ continúa bajo un análisis de viabilidad.



## USO DE SUELO

### INDICADOR: DISTRIBUCIÓN DE LOS USOS DE SUELOS TIPO I

#### 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 por diferentes categorías. Las categorías incluidas son las siguientes: áreas desarrolladas, áreas bajo riesgo de inundación, áreas de valor natural, áreas de valor agrícola y áreas de riesgo a deslizamientos. 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, áreas naturales y de valor agrícola disponibles, áreas vulnerables a riesgos naturales y terrenos disponibles para satisfacer necesidades futuras. Los componentes de este importante indicador muestran una radiografía de los usos del suelo del país. El indicador refleja también el consumo de los terrenos y la extensión del desarrollo urbano, al igual que la magnitud del cambio en los usos del suelo. También 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), por medio de su Oficina de Sistemas de Información, es la agencia a cargo de manejar y suministrar los datos que alimentan este indicador. Los mismos están basados en el examen de todos los municipios autónomos y los que no tiene planes territoriales aprobados, o sea, se incluyen todos los municipios.

## ÁREAS DESARROLLADAS

Los componentes del área desarrollada son el suelo urbano y el suelo urbano atípico desarrollado. El suelo urbano es una clasificación de los planes territoriales. Está constituido por los terrenos que cuentan con acceso vial, abastecimiento de agua, suministro de energía eléctrica y con otra infraestructura necesaria para el desarrollo de las actividades administrativas, económicas y sociales que en estos suelos se realizan. Asimismo, estos suelos suelen estar comprendidos en áreas consolidadas por la edificación.

Los terrenos clasificados como suelo urbano atípico son para usos que, por su propia naturaleza, no son compatibles con usos típicos urbanos, como es el residencial. Incluye, además, las áreas desarrolladas (suelo urbano atípico desarrollado) que generalmente están rodeadas por suelo rústico, las cuales demuestran ser producto de un proceso urbanizador.

TABLA 6 ÁREA DESARROLLADA (2010) PUERTO RICO

CLASIFICACIÓN	TOTAL EN CUERDAS
Suelo Urbano	217,813
Suelo Urbano Atípico Desarrollado	37,459
Gran Total	254,642
<b>Total Puerto Rico</b>	<b>2,274,528</b>

**Nota:** Los datos de este indicador son del 2010 ya que a la fecha de publicación de este informe, la Junta de Planificación no había presentado los datos correspondientes al año 2011.

## ANÁLISIS

De acuerdo al Plan de Uso de Terrenos (PUT) revisado del 2008 y al análisis de todos los municipios, el área desarrollada consiste de la clasificación de Suelo Urbano (SU) y Suelo Urbano Atípico Desarrollado (SUAD). El SU incluye los terrenos que están completamente desarrollados en las áreas urbanas. El SUAD incluye las comunidades que no forman parte del área urbana principal del municipio pero están construidas. El SU comprende 217,183 cuerdas y el SUAD comprende 37,459 cuerdas, para un total de 254,642 cuerdas. El área desarrollada ocupa, por lo tanto, el 11% del total

de cuerdas de la Isla. Este total, según la JP, puede variar por año de acuerdo a los planes de ordenación territorial que los municipios preparen o modifiquen. No obstante, si se incluyen todas las áreas desarrolladas ubicadas en sectores rurales y todas las construcciones realizadas, el por ciento sería mayor. Sin embargo, por mucho tiempo ha sido una tendencia continua el que las áreas de alto valor agrícola y de valor natural no protegidas se reduzcan ante el avance de los proyectos de desarrollo. Sobre todo, los proyectos residenciales y comerciales están ocupando terrenos valiosos en distintos lugares de la Isla que, en el pasado, se usaban 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.

### ÁREAS BAJO RIESGO DE INUNDACIONES

Los cada vez más frecuentes eventos de fuertes lluvias que se han experimentado durante los últimos años han puesto en evidencia que existen diversas áreas susceptibles a inundación. Afortunadamente es poco frecuente la pérdida de vidas humanas. No obstante, los daños a la propiedad, infraestructura y cultivos ascienden cada año a millones de dólares. La JP es la agencia responsable de promulgar reglamentación y mapas para el control de edificaciones en zonas susceptibles a inundaciones en el país. A tenor con esta facultad, la JP, mediante Resolución del 8 de abril de 2005, adoptó la 6ta revisión del Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación (Reglamento de Planificación Núm. 13), sustituyendo así el anterior Reglamento de Zonas Susceptibles a Inundaciones. A la misma vez adopta los Mapas sobre Tasas del Seguro de Inundación (FIRM, por sus siglas en inglés) preparados por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés) en sustitución de los Mapas de Zonas Susceptibles a Inundaciones. Con las nuevas enmiendas se adoptan también las nuevas clasificaciones incluidas en el FIRM para los terrenos bajo riesgo de inundaciones. Estas son las siguientes:

- **Cauce Mayor** – Incluye los terrenos que ubiquen dentro de los límites del cauce mayor (Floodway).
- **Zona AE** – Área de riesgo a inundación con período de recurrencia de 100 años, determinada por métodos específicos y para la cual se indican las elevaciones de la inundación base.
- **Zona A** – Área de riesgo de inundación con periodo de recurrencia de 100 años, determinado por métodos aproximados y para la cual no se ha determinado la elevación de la inundación base.
- **Zona AO** - Área de riesgo a inundación con periodo de recurrencia de 100 años, para la cual la profundidad de la inundación base fluctúa entre un pie y tres pies, derivado del análisis de un estudio detallado.
- **Zona VE** – Área costanera de alto peligro de inundación por marejadas con periodo de recurrencia de 100 años, para la cual se ha determinado la elevación de la inundación base.

- **Zona AH** - Áreas susceptibles a inundaciones por un evento de inundación del 1% poco profunda (por lo general en áreas donde se forman charcos) donde la profundidad promedio es entre uno y tres pies.
- **Zona A99** - Área susceptible a inundaciones por el evento de inundación del 1%, pero que eventualmente se protegerá cuando se complete un sistema federal de protección contra inundaciones que se está construyendo.

TABLA 7 ESTIMADOS DE LAS ÁREAS DE RIESGO DE INUNDACIÓN PUERTO RICO

ZONAS	ÁREA EN CUERDAS
A	43,271
A99	544
AE	103,370
Cauce Mayor (Floodway)	90,193
AH	39
AO	2,242
VE	112,450
<b>TOTAL</b>	<b>352,109</b>

## ANÁLISIS

La cantidad de terrenos susceptible a inundaciones es considerable en Puerto Rico. Se trata de 352,109 cuerdas si se incluyen todas las clasificaciones, lo que equivale a un 15% del total del territorio de la isla. En estas se incluyen las 193,563 cuerdas que comprenden aquellas que están dentro del cauce mayor (90,193) y las que están fuera del cauce mayor (103,370), así como las áreas costeras inundables (112,450). Es importante señalar que, según lo informado por JP, en el informe anterior se reportó una cantidad mayor de terrenos propensos a alto riesgo de inundaciones. Al adoptarse las nuevas clasificaciones el número de cuerdas clasificadas como de alto riesgo disminuyó (de 420,058 en el 2009 a 306,013 en el 2010).

Estos 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 mayores de 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 daños a la propiedad y pérdidas de vidas en eventos de grandes

lluvias o huracanes, especialmente en las zonas cercanas a ríos y zonas costaneras. A esos efectos, los programas gubernamentales de construcción de viviendas, relocalización de comunidades y construcción de canales constituyen una medida fundamental para prevenir y minimizar estas pérdidas.

### ÁREAS DE VALOR NATURAL

Las áreas de valor natural incluyen las reservas naturales y otras áreas no protegidas con valor natural. Las áreas de reserva natural (protegidas) son aquellas designadas mediante resolución de la JP, por recomendación del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) o de cualquier agencia federal, que por sus características físicas, ecológicas, geográficas y por el valor social de los recursos naturales existentes en ellas, ameritan su conservación, preservación o restauración a su condición natural. Se está trabajando en la revisión de la composición de las áreas naturales así como la cuantificación exacta de sus componentes.

TABLA 8 ÁREAS DE VALOR NATURAL PUERTO RICO

COMPONENTES	CANTIDAD (CUERDAS)	POR CIENTO
Áreas de Valor Natural Protegidas	238,149	11.00
Áreas de Valor Natural sin Manejo o Protección	463,843	23.00
Total Áreas de Valor Natural	701,992	30.88
<b>Gran Total Suelos Puerto Rico</b>	<b>2,274,528</b>	<b>100.00</b>

### ANÁLISIS

El total de cuerdas con valor natural es de 701,992, lo que equivale a aproximadamente 31%. Las áreas protegidas que se incluyen en las reservas naturales constituyen 238,149 cuerdas. Estas representan el 11% 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. Esto, junto con lo atractivo que resultan

estas áreas para el establecimiento de usos de tipo turístico, hace necesario asegurar que, no solamente no disminuyan, sino que más bien 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. Puerto Rico debe aspirar a pertenecer a ese distinguido grupo de países.

### ÁREAS CON RIESGO DE DESLIZAMIENTO

Las áreas con riesgo de deslizamiento son aquellos terrenos donde existe un alto nivel de susceptibilidad o probabilidad de que ocurra este fenómeno dado las condiciones y naturaleza del suelo y las ocurrencias de fenómenos naturales, especialmente inundaciones. Las áreas reconocidas de alta peligrosidad a deslizamientos las constituyen las de mayor susceptibilidad (19,819 cuerdas) y la de alta susceptibilidad (69,175 cuerdas) para un total de 88,994 cuerdas. Esto representa el 4% del total del territorio de Puerto Rico.

Estas áreas críticas deben de ser atendidas adecuadamente mediante programas de intervención y de orientación a la ciudadanía.

TABLA 9 ÁREAS CON RIESGO DE DESLIZAMIENTO PUERTO RICO

TIPO DE DESLIZAMIENTO	CANTIDAD (CUERDAS)
Mayor Susceptibilidad a Deslizamiento	19,819
Alta Susceptibilidad a Deslizamiento	69,175
Baja Susceptibilidad a Deslizamiento	882,424
Moderada Susceptibilidad A Deslizamiento	1,283,755
<b>Total Puerto Rico</b>	<b>2,255,173</b>

## ANÁLISIS

El total de cuerdas localizadas en zonas de alta peligrosidad de deslizamientos es alto (88,994 cuerdas), por lo que es necesario orientar a la población que reside en estas áreas y atender el asunto mediante programas de mitigación, orientación y relocalización, entre otros. El sector de deslizamientos moderado representa el 57% del total de terrenos con 1,283,755 cuerdas.

## ÁREAS DE VALOR AGRÍCOLA

Los terrenos con valor agrícola, de acuerdo a la Oficina de Sistema de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) de la JP son 612,965 cuerdas. Esto representa el 27% del total de cuerdas de Puerto Rico. 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 el 2007 de acuerdo al Censo Federal de 2007. Esto contrastó con las 865,478 del 1998 y 690,657 del 2002. Esto constituye una merma de 307,946 en una década. El total de cuerdas situadas en las Reservas Agrícolas hasta el 2007 era de 154,110 (Tabla 5), representando el 22% del total de cuerdas con valor agrícola. En el 2008, según mencionado en el Informe Ambiental del 2010, se aprobó la Reserva Agrícola del Sur (Ley Núm. 242) la cual agregó aproximadamente 65,000 cuerdas adicionales. Los Planes Territoriales Municipales protegen también las áreas agrícolas mediante clasificaciones agrícolas y otras calificaciones especiales.

TABLA 10 TERRENOS AGRÍCOLAS PROTEGIDOS PUERTO RICO

RESERVA AGRÍCOLA	ÁREA (CUERDAS)	MUNICIPIOS
Valle de Lajas	51,900	Lajas, Cabo Rojo, Sabana Grande, y Guánica
Valle del Río Guanajibo	11,800	San Germán, Hormigueros y Cabo Rojo
Valle del Río Grande de Añasco	8,460	Añasco, Mayagüez
Valle del Coloso	4,300	Aguada, Aguadilla y Moca
Valle del Río Cibuco	1,650	Corozal
Valle Yabucoa	8,000	Yabucoa
Valle de Vega Baja	3,000	Vega Baja
Corredor Agrícola de la Costa Sur*	65,000	Sabana Grande, Patillas
<b>Total Áreas Valor Agrícola Protegidas</b>	<b>154,110</b>	
<b>Total Áreas Valor Agrícola Fuera de Reservas Agrícolas</b>	<b>458,855</b>	
<b>Total Áreas de Valor Agrícola</b>	<b>612,965</b>	

\* En proceso de delimitación

## ANÁLISIS

Los datos del Censo Agrícola indican la pérdida de un 36% de las tierras agrícolas en Puerto Rico. La pérdida de 308,000 cuerdas de terrenos aptos para la producción de alimentos es considerable dado la extensión territorial de la Isla. Por ello, resulta imperativo que se tomen medidas adecuadas para proteger las tierras agrícolas del país. La protección del corredor del sur aumentará el total de áreas protegidas a 154,110 cuerdas (25%) del total de cuerdas con valor agrícola. La seguridad alimentaria del país debe ser un elemento esencial en la elaboración de planes de uso e identificación de áreas a ser protegidas.

TABLA 11 RESUMEN USOS DE SUELO DE PUERTO RICO

COMPONENTES	CANTIDADES	POR CIENTOS
Áreas Desarrolladas	254,642	12.60
Alto Riesgo a Inundaciones	352,108	17.50
Áreas con Alta Peligrosidad a Deslizamientos	88,994	4.5
Áreas con Valor Agrícola	612,965	30.4
Áreas de Valor Natural	701,992	35.00

### BENCHMARK

La JP continúa trabajando en el desarrollo de criterios e indicadores de desarrollo sostenible en el contexto del Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico. Estos deberán incluir la medición cualitativa y cuantitativa de los indicadores incluyendo los “benchmark” o estimaciones mínimas y máximas aceptadas.

### LIMITACIONES DEL INDICADOR

La frecuencia y prontitud en identificar y calcular los cambios en el uso del suelo sigue siendo la principal limitación del indicador. La intensa labor que conlleva la identificación y digitalización de los usos del suelo dificulta llevar un rastreo temprano de los cambios que ocurren sobre el terreno. 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. La excepción a esto es el área desarrollada rural que no fue posible estimarla totalmente, ya que solo se incluyó Suelo Urbano Atípico Desarrollado.

### CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Las características observadas en los diferentes elementos que componen este indicador de usos del suelo reafirman la necesidad de que se establezca una política pública adecuada, estrategias y programas dirigidos a lograr una utilización racional y sostenible del suelo en el país. Mientras más se demore en tomar las acciones necesarias, mayor el peligro que corren los suelos no protegidos de desaparecer para siempre ante el empuje del desarrollo. De ordinario, el crecimiento de la población y la actividad económica conlleva una expansión de la demanda por los usos del suelo. Sin embargo, para que ello no ocurra de manera descontrolada es preciso que se empleen criterios

y mecanismos efectivos que aseguren un balance en el uso, de manera que no resulte en perjuicio de la generación actual y futuras.

De acuerdo con los datos recopilados por la JP, las áreas desarrolladas representan alrededor de un 16% del total del territorio de la Isla. Debe aclararse, sin embargo, que este número no ofrece un cuadro preciso de esas áreas, toda vez que no incluye las áreas desarrolladas en sectores rurales. Esto refleja que debe estudiarse este tipo de desarrollo, porque a pasos pequeños puede irse reduciendo gradualmente y de manera poco conspicua las áreas no desarrolladas tales como fincas, bosques y otras áreas naturales. No obstante, el esfuerzo mayor debe dirigirse a disminuir la tendencia observada durante años, de que extensiones considerables de tierras de gran valor agrícola continúen desapareciendo para fines no agrarios. La recesión económica que ha experimentado el país en los últimos años ha disminuido el auge en la construcción de viviendas y complejos comerciales, y ha desacelerado el ritmo con el cual se han consumido terrenos agrícolas para estos fines. No obstante, se estima que una vez concluya la recesión se reanude esta tendencia.

En Puerto Rico se observa una excesiva dependencia en la importación de alimentos. En caso de una crisis mundial que afecte el suministro desde los países exportadores, estaría en riesgo la disponibilidad de alimentos y suministros para la población. Por otro lado, existe una crisis alimentaria que, según la Organización de las Naciones Unidas, amenaza a gran parte de la población mundial. Se recomienda que en la elaboración de los planes de usos de terrenos, tanto en el ámbito regional como municipal, se dé prioridad al rescate y la conservación de los terrenos agrícolas y se promueva su utilización para la producción de los víveres que pueden sustituir las importaciones. Acciones en contrario pondrían en riesgo la sostenibilidad del país y los recursos disponibles para futuras generaciones.

En cuanto a áreas con riesgo de deslizamientos, los terrenos que son susceptibles a algún nivel de peligro son considerables. Los datos provistos indican que poco más de la mitad del territorio de la Isla se clasifica en alguna categoría de riesgo. Ello se debe, por un lado, a la topografía y los tipos de suelo y por otro lado a las modificaciones que se hacen en el terreno para facilitar distintos proyectos de construcción. Los terrenos susceptibles a inundaciones también constituyen otra área de preocupación que se debe atender. Los cambios en los patrones del clima, que provocan lluvias más frecuentes e intensas, causan que cada vez más familias resulten perjudicadas por este fenómeno, sufriendo daños en sus propiedades y hasta la pérdida de sus hogares. Igualmente ocurren cuantiosas pérdidas en la infraestructura de carreteras y puentes que resultan dañados o destruidos por estos fenómenos. Esto coloca al país ante el reto de identificar aquellos terrenos que están sujetos a inundaciones o que son susceptibles a deslizamientos para así poder minimizar los riesgos a la ciudadanía. De ahí la necesidad de que se continúen los esfuerzos hacia mantener actualizada esta información para así garantizar la seguridad de la población. También procede el establecimiento de programas de relocalización de familias y construcción de diques y otras obras

de infraestructura dirigidas al control de inundaciones. Paralelamente se deben fortalecer los esfuerzos encaminados a evitar la ocupación de aquellos terrenos que se convierten en lugares de alta peligrosidad cuando ocurren situaciones de emergencias naturales. Finalmente, la adopción de un Plan de Uso de Terrenos resultaría en un instrumento de planificación efectivo para el manejo eficiente de los suelos en Puerto Rico.



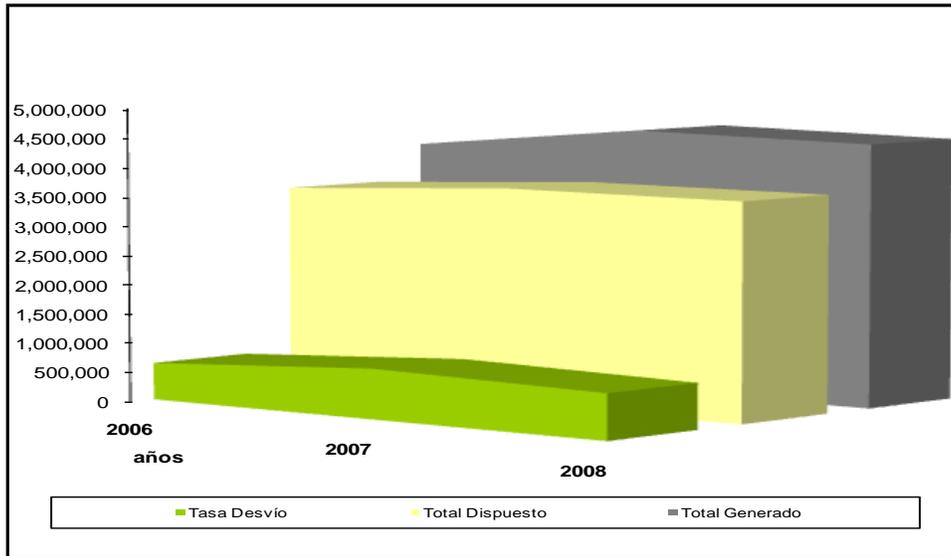
## DESPERDICIOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

### INDICADOR: GENERACIÓN DESPERDICIOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS TIPO I

#### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador busca determinar, de forma aproximada, la cantidad de desperdicios sólidos no peligrosos que se generan en Puerto Rico como producto de las actividades residenciales, comerciales, institucionales e industriales. Este dato es de suma importancia ya que permite calcular y ponderar, entre otras cosas, lo siguiente: nivel de generación por persona, tasa de recuperación de materiales reciclables, tasa de disposición, vida útil de los Sistemas de Relleno Sanitario y el desempeño de los esfuerzos de reducción implantados por el gobierno y el sector privado. Además, los análisis que se desprenden de este indicador son decisivos para el adecuado diseño, implantación y evaluación de las estrategias de manejo sobre los desperdicios sólidos no peligrosos.

GRÁFICA 11 GENERACIÓN, DISPOSICIÓN Y DESVÍO DE RESIDUOS SÓLIDOS



**Nota:** Los datos de este indicador son del 2008 ya que a la fecha de publicación de este informe, la ADS no había presentado los datos para los años 2009, 2010 y 2011.

#### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Este indicador es calculado considerando el total de los materiales recuperados y los materiales dispuestos en los sistemas de relleno sanitario, con relación a la población de Puerto Rico para el año correspondiente. La población utilizada es una proyección del Censo realizado en el año 2000. El indicador es expresado en toneladas (ton).

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

- Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos en Puerto Rico (Wheran, 2003).
- Censo de Puerto Rico (Año 2000).
- Informes Trimestrales de Empresas de Reciclaje y Centros de Acopio.

La generación de residuos del 2006 al 2008 refleja un aumento en el número de toneladas informadas (4,517,138 y 4,458,334 toneladas, respectivamente). La tendencia en el aumento de la generación de residuos se mantiene. Esto es en proporción a la tasa de crecimiento poblacional para Puerto Rico utilizada para estimar la disposición, la cual aumenta de 0.46 a 0.47.

BENCHMARK<sup>7</sup>

## LIMITACIONES DEL INDICADOR

Este indicador no mide la generación a nivel regional o municipal ya que solo considera la totalidad de los residuos generados en el país. Esta circunstancia provoca que en eventos extraordinarios de generación, como huracanes o demoliciones masivas, pueda alterarse la medición de la generación típica en el país. Además, la tasa de generación tampoco mide cambios en los patrones de consumo que pueden aumentar o disminuir la generación.

Es importante destacar que medir adecuadamente la generación de desperdicios sólidos no peligrosos en Puerto Rico presenta varias limitaciones, entre estas podemos destacar las siguientes:

- La mayoría de las instalaciones de disposición final no cuentan con instrumentos de medición (balanzas) para determinar por peso las cantidades de desperdicios sólidos no peligrosos que reciben. Esta circunstancia obliga a que dichas instalaciones informen las cantidades que reciben mediante estimados de volumen, los cuales no tienen el grado de certeza o precisión que ofrecen las medidas por peso.
- Uno de los instrumentos más importantes para determinar cantidad, composición y origen de los desperdicios sólidos no peligrosos y por ende calcular la tasa de desvío, son los estudios de caracterización. No obstante, lo complejo y costoso de desarrollar estos estudios para toda la Isla dificultan el que se puedan llevar a cabo con regularidad (5 años o menos). Por lo tanto, muchas de las cifras de generación y desvío presentadas se calculan mediante

<sup>7</sup> El instrumento métrico comúnmente usado como referencia para este indicador es el cálculo del número de libras generadas por persona por día dentro de un área determinada. Este acercamiento de medición se hace con el propósito de facilitar el análisis e interpretación del comportamiento social en términos de generación de desperdicios sólidos no peligrosos. Es importante destacar que para el caso de Puerto Rico el resultado de este cálculo (6.16 lb/persona/día) se hace considerando la totalidad de los desperdicios que se generan, incluyendo chatarra y desperdicios de construcción y demolición. Este dato considera además el material vegetativo recuperado en los municipios a pesar de ser un estimado, que en ocasiones resulta poco confiable por no contar con una certificación de veracidad.

estimados y proyecciones que toman como base los estudios de caracterización anteriores (1993 y 2003) y los datos del Censo.

- Las cifras de desperdicios desviados no recoge el universo de las instalaciones que procesan materiales reciclables ni la totalidad de los materiales que son recuperados. Esto se debe en gran medida a que no todas las instalaciones presentan a tiempo sus Informes Trimestrales de Reciclaje a la Autoridad de Desperdicios Sólidos. También los esfuerzos de recuperación de desperdicios especiales, tales como aceites usados y neumáticos desechados, no se incluyen en las cifras de desvío presentadas.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

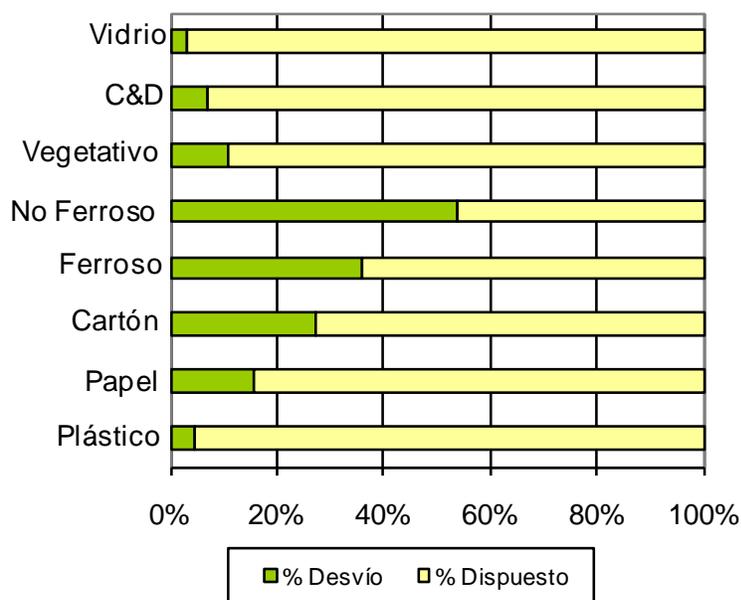
De acuerdo a la población proyectada para 2008 (3,984,888 habitantes) y la generación total estimada (4,458,334 toneladas), la generación promedio en Puerto Rico es de alrededor de 6.16 lb/persona/día. Al comparar este resultado con el “benchmark” (3 lb/persona/día) se evidencia que existe un aumento significativo en la generación de residuos por persona, lo que resulta desfavorable en cuanto al manejo adecuado de los residuos sólidos en Puerto Rico. Este resultado no nos conduce a la sustentabilidad, sin embargo, nos brinda un alerta sobre nuestros patrones de consumo y generación, permite hacer comparaciones con condiciones pasadas y a su vez desarrollar estrategias para reducir la generación y alcanzar nuevos objetivos. Se requiere fortalecer la educación a nivel de la generación residencial, comercial e industrial, sobre las prácticas de reducción en la fuente y el re-uso de materiales a fin de revertir los patrones ascendentes de generación.

## INDICADOR: DESVÍO DESPERDICIOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS TIPO I

### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador refleja la cantidad de materiales que son desviados de la corriente de disposición para ser recuperados, procesados y aprovechados nuevamente mediante el reciclaje. Es importante su consideración porque permite evaluar la implantación de los programas dirigidos a estos fines y diseñar nuevas estrategias para aumentar la recuperación de estos materiales. Además, este indicador permite establecer medidas hacia reducir la disposición y así cumplir con la política pública sobre el manejo de los desperdicios sólidos.

GRÁFICA 12 POR CIENTO DE MATERIAL GENERADO – AÑO 2008



Nota: Los datos de este indicador son del 2008 ya que a la fecha de publicación de este informe, la ADS no había presentado los datos para los años 2009, 2010 y 2011.

TABLA 12 MATERIALES CONSIDERADOS PARA LA TASA DE DESVIO

Materiales Considerados para la Tasa de Desvío			
Material (tons)	2006	2007	2008
Cartón	109,469.44	126,164.35	128,122.56
Papel	61,096.29	62,941.21	68,734.09
Plástico	17,423.50	18,560.43	19,130.18
Vidrio	5,971.95	2,387.17	3,069.40
Aluminio	14,000.31	25,025.48	13,947.54
Hierro y Acero	167,748.90	156,569.45	195,929.73
Otros Metales	42,614.11	29,104.50	33,778.03
Neumáticos	18,937.64	9,807.81	13,990.70
Neumáticos (uso no estructural)	37,035.39	25,370.50	88,747.15
Residuos de Jardinería y Paletas de Madera	20,969.53	62,557.15	91,256.27
Paletas de Madera (reuso)	37,059.34	27,561.70	30,452.76
Equipos Electrónicos	717.78	946.44	1,030.99
Textiles	183.00	1,953.67	2,003.53
Aceite Vegetal	4,106.24	3,101.95	3,421.99
Aceite de Motor	-	5,354.45	7,914.17
Asfalto	32,724.75	27,999.00	38,878.60
Cartuchos de Impresora	17.88	9.32	4.71
Cienos	23,541.65	21,460.03	21,795.75
Hormigón	33,615.60	240,273.00	9,000.00
Lámparas Fluorescentes	1.08	4.92	10.96
<b>TOTAL (tons)</b>	<b>627,233.30</b>	<b>847,152.53</b>	<b>771,219.11</b>
Censo	3,948,044	3,966,375	3,984,888
Tasa de Crecimiento	0.46	0.46	0.47
Disposición (tons)	3,469,158.86	3,669,985.49	3,687,115.10
Recuperado (tons)	627,233.30	847,152.53	771,219.11
Generación (tons)	4,096,392.16	4,517,138.02	4,458,334.21
<b>Tasa Desvío (%)</b>	<b>15.31</b>	<b>18.75</b>	<b>17.30</b>

Nota: Los datos de este indicador son del 2008 ya que la fecha de publicación de este informe, la ADS no había presentado datos para los años 2009, 2010 y 2011.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

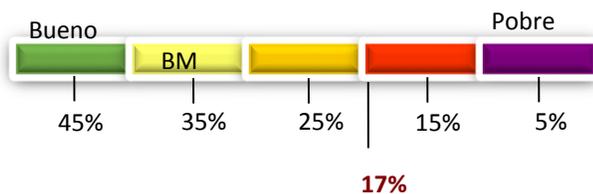
El indicador considera la reducción en la fuente, el reciclaje, el re-uso y el compostaje de los desperdicios sólidos no peligrosos, con el fin de reducir la disposición en los sistemas de relleno sanitario y evitar su uso en instalaciones de recuperación de energía. Este considera todo material que, en caso de no ser recuperado, sería dispuesto en los sistemas de relleno sanitario del país. El mismo es expresado en por ciento (%).

Para su desarrollo se tomaron datos e información de la siguiente fuente:

- Informes Trimestrales de Empresas de Reciclaje y Centros de Acopio.

A partir del periodo de recopilación de datos, del 2006 hasta el 2008, se ha observado un aumento en el desvío de los materiales reciclables, de 627,233 a 771,219 toneladas, respectivamente. Materiales tales como los metales (ferrosos y no ferrosos) y el cartón encabezan la lista de los materiales desviados de la corriente de residuos que son generados en Puerto Rico. Para el 2008, la cantidad de cartón recuperado corresponde al 27% de la totalidad del cartón generado. Por su parte, los metales ferrosos y no ferrosos desviados para el 2008 corresponden al 36.1% y 54.1%, respectivamente. Materiales tales como el plástico, el vidrio y los escombros de demolición y construcción (C&D) fueron recuperados en menor proporción.

### BENCHMARK



#### LIMITACIONES DEL INDICADOR

Medir adecuadamente el desvío de desperdicios sólidos no peligrosos en Puerto Rico presenta varias limitaciones, entre las cuales se pueden destacar las siguientes:

- La mayoría de las instalaciones de disposición final no cuentan con instrumentos de medición (balanzas) para determinar por peso las cantidades de desperdicios sólidos no peligrosos que reciben. Esta circunstancia obliga a que dichas instalaciones informen las cantidades que reciben mediante estimados de volumen, los cuales no tienen el grado de certeza o precisión que ofrecen las medidas por peso. Conocer con precisión los datos de disposición es de crítica importancia para calcular tanto la tasa de generación como la de desvío.
- Uno de los instrumentos más importantes para determinar cantidad, composición y origen de los desperdicios sólidos no peligrosos y por ende calcular la tasa de desvío, son los estudios de caracterización. No obstante, lo complejo y costoso de desarrollar estos estudios para toda la Isla dificultan el que se puedan llevar a cabo con regularidad (5 años o menos). Por lo tanto, muchas de las cifras de generación y desvío presentadas se calculan mediante estimados y proyecciones que toman como base estudios de caracterización previos (1993 y 2003) y los datos del Censo.
- Las cifras de desperdicios desviados no recoge el universo de las instalaciones que procesan materiales reciclables ni la totalidad de los materiales que son recuperados. Esto se debe en gran medida a que no todas las instalaciones presentan a tiempo sus Informes Trimestrales de Reciclaje a la Autoridad de Desperdicios Sólidos.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

La cantidad de materiales reciclables recuperados en Puerto Rico es de alrededor del 17% (1.07 lb/persona/día) del total de los residuos generados (4,458,334 tons). Al comparar este resultado con el “benchmark” (35%) entendemos que aún no se logra la meta establecida por ley, lo que resulta desfavorable en cuanto al manejo adecuado de los residuos sólidos. Los altos niveles de generación de residuos en Puerto Rico y los bajos niveles de recuperación o desvío de materiales reciclables obligan a considerar medidas urgentes para atender este asunto. A estos fines se recomienda tomar acción en los siguientes aspectos:

- Educar para fomentar el hábito ciudadano e institucional de separar los materiales reciclables desde su fuente para facilitar su recogido y procesamiento.
- Expandir y fortalecer los programas de recogido de desperdicios sólidos no peligrosos (municipales y privados) para los sectores residencial, comercial, industrial e institucional.
- Desarrollo regional de instalaciones de procesamiento de materiales reciclables (MRF) para el procesamiento y mercadeo de los materiales recuperados.
- Promover los mercados para la manufactura de productos (finales o intermedios) con los materiales recuperados mediante la promoción de industrias que cierren el ciclo del reciclaje en Puerto Rico. Además, facilitar la exportación, con infraestructura e incentivos, para aquellos materiales que no puedan reciclarse en la Isla.

## INDICADOR: DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS TIPO I

### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador está dirigido a medir la cantidad de desperdicios sólidos no peligrosos que se destinan para su disposición final en Puerto Rico. Los datos de disposición, junto a los de generación y de desvío, nos ofrecen un panorama sobre el comportamiento ciudadano e institucional en cuanto al manejo de los desperdicios sólidos no peligrosos y la respuesta de estos sectores a las estrategias gubernamentales de reducción y reciclaje. La

importancia de este indicador es que, no solo nos ayuda a evaluar los niveles de consumo de la población, sino cuán preparado se encuentra el país para enfrentar los retos, actuales y futuros, del manejo de los desperdicios sólidos no peligrosos en cuanto a la infraestructura requerida para su adecuada disposición.

#### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

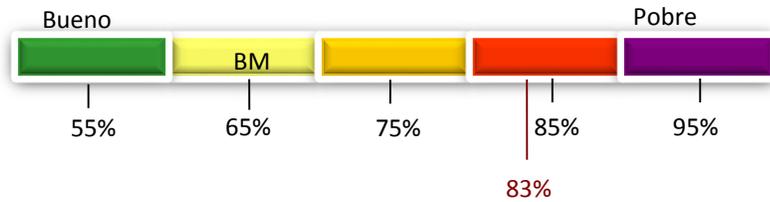
Para el desarrollo de este indicador (cálculo y proyecciones) se utilizaron datos e información proveniente de las siguientes fuentes:

- Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos en Puerto Rico. Wheran, 2003.
- Censo de Puerto Rico, 2000.

El estudio de caracterización de referencia se llevó a cabo en 12 de los 31 sistemas de relleno sanitario en operación. Cuatro de ellos fueron muestreados por segunda vez para considerar el impacto de la disposición de residuos durante los días festivos. Los resultados obtenidos permiten identificar la fuente, los tipos y la cantidad (en peso y volumen) de desperdicios sólidos no peligrosos dispuestos en Puerto Rico. Este indicador es expresado en toneladas (ton.).

A partir de la recopilación de datos desde el 2006 hasta el 2008, se ha observado un aumento de aproximadamente 217,956 toneladas, en la disposición de los residuos sólidos. Los datos calculados para el 2006 representan alrededor de 3,469,159 toneladas de residuos dispuestos, mientras que para el 2008 la cifra aumentó a 3,687,115 toneladas. A pesar de la diferencia observada, podría considerarse que la disposición de residuos no ha tenido un aumento significativo en los últimos años.

## BENCHMARK



## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a la cantidad de materiales reciclables recuperados y la generación estimada, la disposición promedio en Puerto Rico es el 83% (5.1 lb/persona/día) del total de los residuos generados (4,458,334 ton.). Al comparar este resultado con el "benchmark" (65%) concluimos que existe una brecha negativa en cuanto al por ciento de disposición de residuos, lo que resulta preocupante en cuanto al manejo adecuado de los residuos sólidos. Este resultado no es favorable para la sustentabilidad del país, sin embargo, nos brinda un alerta sobre nuestros niveles de disposición, para de esta forma, desarrollar estrategias para reducir la generación y aumentar la recuperación de residuos reciclables. Con el fin de revertir los patrones ascendentes de disposición, a continuación recomendamos dirigir esfuerzos en los siguientes aspectos:

- Educar y fortalecer, a nivel residencial, comercial e industrial, sobre las prácticas de reducción en la fuente y el re-uso de materiales a fin de mermar la tasa actual y tendencias en la generación de residuos.
- Educar para fomentar el hábito ciudadano e institucional de separar los materiales reciclables desde su fuente para facilitar su recogido y procesamiento.
- Expandir y fortalecer los programas de recogido (municipales o del sector privado) para los sectores residencial, comercial, industrial e institucional.
- Desarrollar instalaciones regionales de procesamiento de materiales reciclables (MRF) para el procesamiento y mercadeo de los materiales recuperados.
- Fomentar los mercados para la manufactura de productos (finales o intermedios) con los materiales recuperados mediante la promoción de industrias que cierren el

ciclo del reciclaje en Puerto Rico. Además, facilitar la exportación, con infraestructura e incentivos, para aquellos materiales que no puedan reciclarse en la Isla.

Implantar con rigor la reglamentación ambiental a los SRS y procurar que incorporen, en el precio por disposición, los verdaderos costos de operar y mantener en cumplimiento estas instalaciones. Los esfuerzos de reciclaje no rendirán frutos mientras los costos de disposición en un SRS sean menores a los del reciclaje. La falta de controles ambientales, las pobres prácticas de manejo y el uso de equipo inadecuado en la operación de los SRS conducen a que los precios por disposición se mantengan bajo los niveles reales.

# AIRE

## CALIDAD DE AIRE

### INDICADOR: ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE TIPO I

#### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

De acuerdo con la Parte 58.50 del 40 CFR (Código de Reglamentación Federal) y el Apéndice G y en cumplimiento con la Regla 107 del Reglamento para el Control de la Contaminación Atmosférica de la JCA, se reporta el Índice de Calidad de Aire. La División de Validación de Datos y Modelos Matemáticos se encarga de obtener la información, calcular el Índice y divulgarlo a los medios de comunicación.

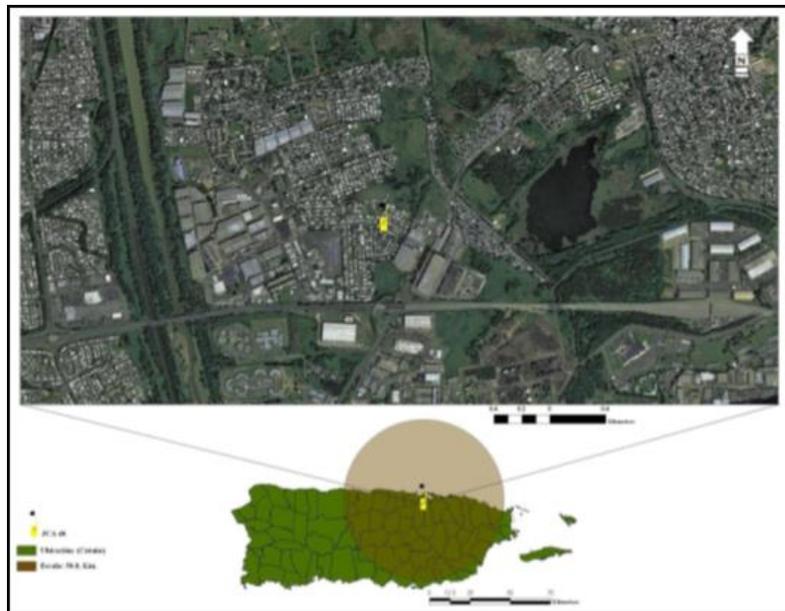
FIGURA 2 FOTO: MUNICIPIO DE COMERIO, PUERTO RICO



### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

El Índice de Calidad de Aire es un mecanismo sencillo y rápido que permite recopilar y divulgar la calidad del aire con relación a un contaminante en particular en cierta zona. Los datos utilizados en este indicador son generados por la JCA mediante muestreos continuos de aire. Actualmente se utiliza la estación de muestreo continuo para PM10 (materia particulada de 10 micrones o menos) ubicada en el sector Las Vegas en Cataño. Los datos para este indicador se publican diariamente. El Índice de Calidad de Aire se reporta desde el 1999 ininterrumpidamente hasta el presente sujeto a funcionamiento del equipo utilizado para el muestreo.

FIGURA 3 UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN JCA 40, MUNICIPIO DE CATAÑO PUERTO RICO



Según la reglamentación ambiental, el índice debe ser reportado en lugares donde la población en zonas urbanas sea mayor de 350,000 habitantes y en zonas rurales mayores de 200,000 habitantes. Esta información debe reportarse al público en general por lo menos cinco días a la semana. La información debe ser una de fácil acceso. Los medios de comunicación locales como la radio, televisión y periódicos se utilizan para divulgar la información. También pueden desarrollarse programas, tales como: mensajes de teléfonos y página de internet.

GRÁFICA 13 ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE

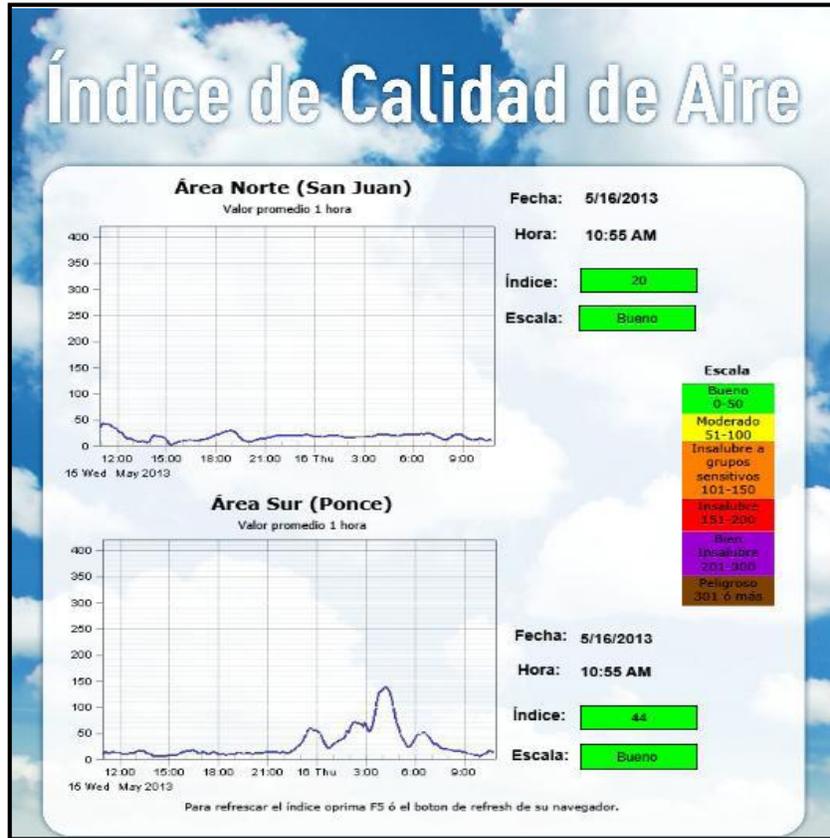
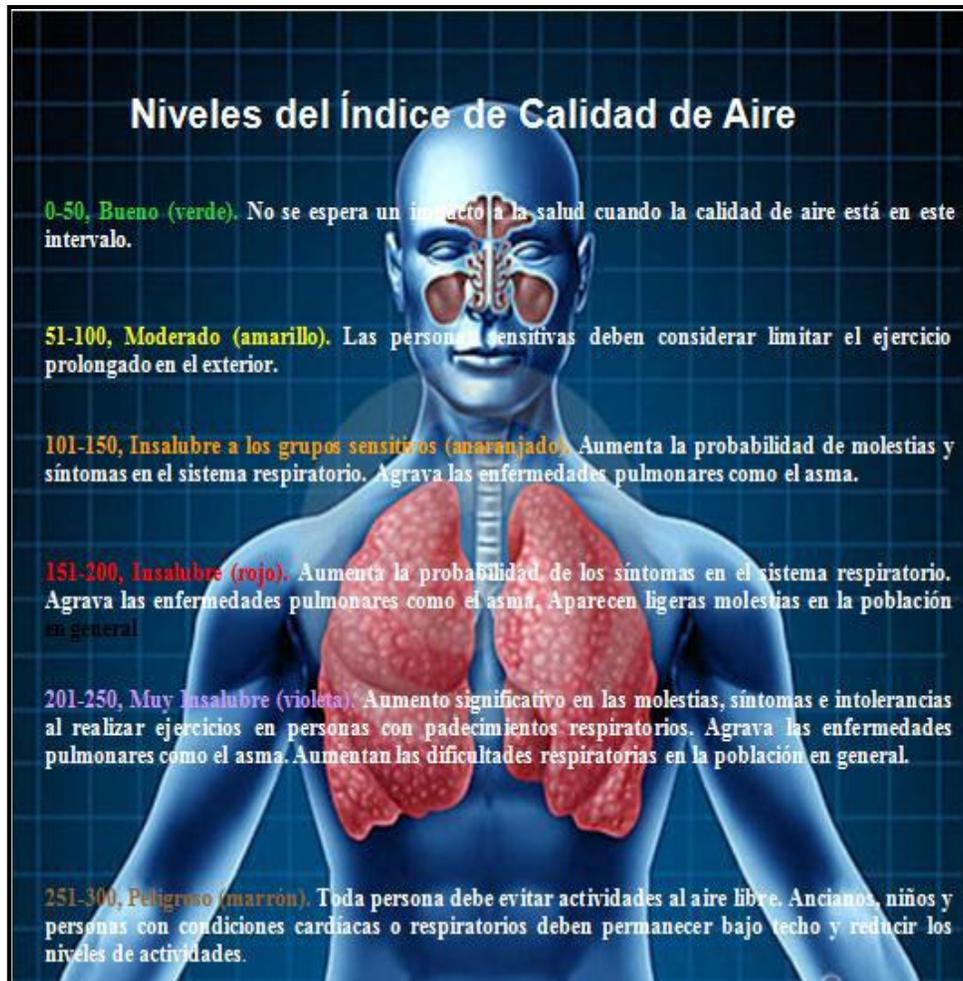


Imagen: Publicación Índice de Calidad de Aire : [www.jca.gobierno.pr](http://www.jca.gobierno.pr)

#### MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

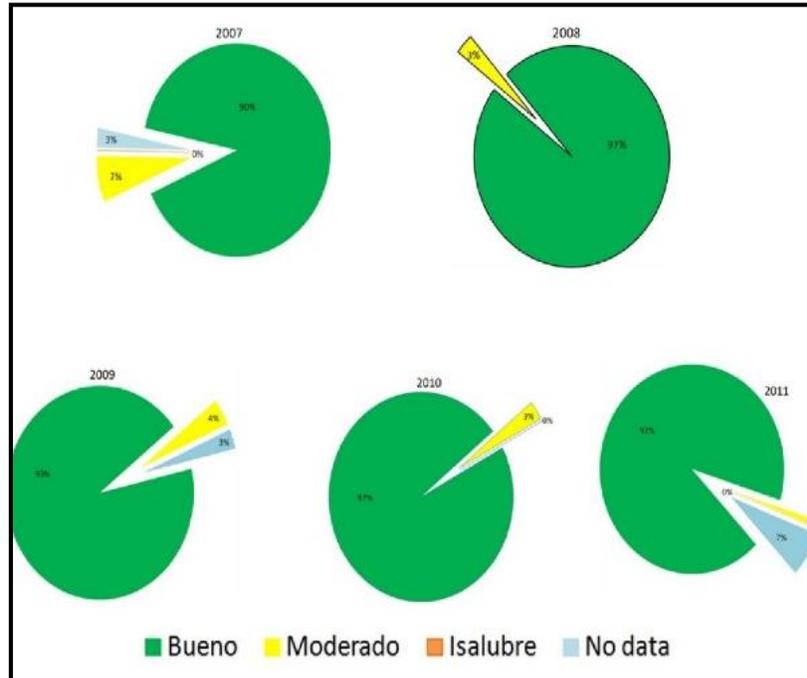
El aviso del Índice de Calidad de Aire debe incluir la zona, periodo, contaminante e índice. Cuando el Índice está por encima de 100, es muy importante ofrecer información del estado crítico en el cual se encuentra el ambiente en ese momento. A continuación se presenta el nivel, descripción y color para el Índice de Calidad de Aire.

FIGURA 4 NIVELES DE ÍNDICE CALIDAD DE AIRE: LOS VALORES INICIAN A PARTIR DE 0 HASTA 300 SIENDO EL MÁS PELIGROSO A LA SALUD HUMANA



De acuerdo con los valores índices, se puede concluir que los niveles de la contaminación atmosférica en Puerto Rico con respecto a materia particulada, están dentro de los límites que se considera bueno. En los últimos cinco años, aproximadamente el 93 por ciento de los días, la calidad del aire en Puerto Rico fue buena y un 4 por ciento fue moderada. Con la gran excepción del 2007, que se registró un valor récord de 122, ese día la calidad del aire fue insalubre para los grupos sensibles. Este evento fue sin precedente. El mismo ocurrió el 15 de mayo de 2007, cuando la calidad del aire en Puerto Rico se tornó insalubre debido a un aumento récord de materia particulada producto de la llegada del polvo del desierto del Sahara.

GRÁFICA 14 POR CIENTO ANUAL DE DÍAS POR CATEGORÍA ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE, 2007 – 2011

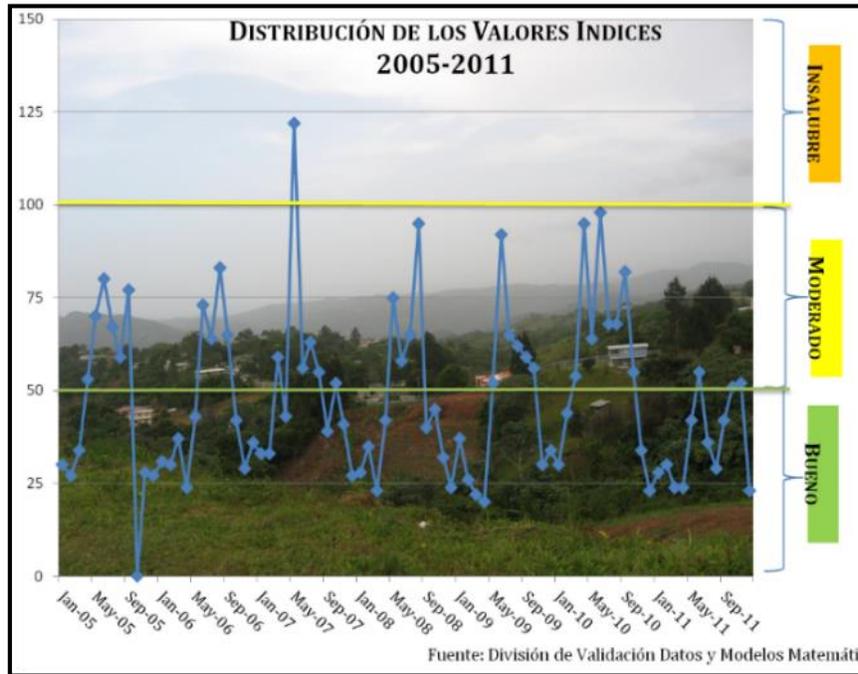


Los cambios o disminución de los niveles de la calidad de aire son mayormente causados por la presencia de partículas que reducen la visibilidad y empobrecen la calidad del aire. Las nubes de polvo son más comunes durante los meses más calurosos entre abril y septiembre, por lo que durante estos meses la calidad del aire se empobrece lo que conlleva a clasificarlos en un nivel mayor dentro de la escala.

Los cambios o disminución de los niveles de la calidad de aire son mayormente causados por la presencia de partículas que reducen la visibilidad y empobrecen la calidad del aire. Las nubes de polvo son más comunes durante los meses más calurosos entre abril y septiembre, por lo que durante estos meses la calidad del aire se empobrece lo que conlleva a clasificarlos en un nivel mayor dentro de la escala. Tal como se puede observar en las gráficas, de los años más recientes, el 2011 fue el que menos problemas experimentó con relación a contaminación por materia particulada. Como mencionamos, el 92% del tiempo se clasificó como bueno y el 1% como moderado. Los periodos con niveles de calidad de aire moderado coinciden con los eventos del polvo del Desierto del Sahara que se registraron en la Isla. Las causas de esta contaminación por materia particulada no siempre se originan localmente, en ocasiones proviene de lugares que quedan a decenas de miles de kilómetros de distancia, como es el caso particular de los Polvos del Desierto del Sahara. No obstante, la JCA se mantiene vigilante para en caso de que se registren

aumentos en los niveles de contaminación, notificar inmediatamente a la ciudadanía y recomendar las medidas de protección a seguir.

GRÁFICA 15 DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES ÍNDICES 2005-2011



Una de las principales limitaciones del Índice de Calidad de Aire es que se reporta por contaminante. En el caso de Puerto Rico, sólo recoge y reporta información para materia particulada del tamaño de 10 micrones. El mismo se reporta de una estación localizada de Cataño, del Área CSBA Metropolitana San Juan-Caguas-Fajardo. El nivel de la contaminación que se percibe en otras áreas como, por ejemplo, el área sur oeste de la Isla, podría ser un tanto distinto del que se reporta por este índice

FIGURA 5 COBERTURA DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE



#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

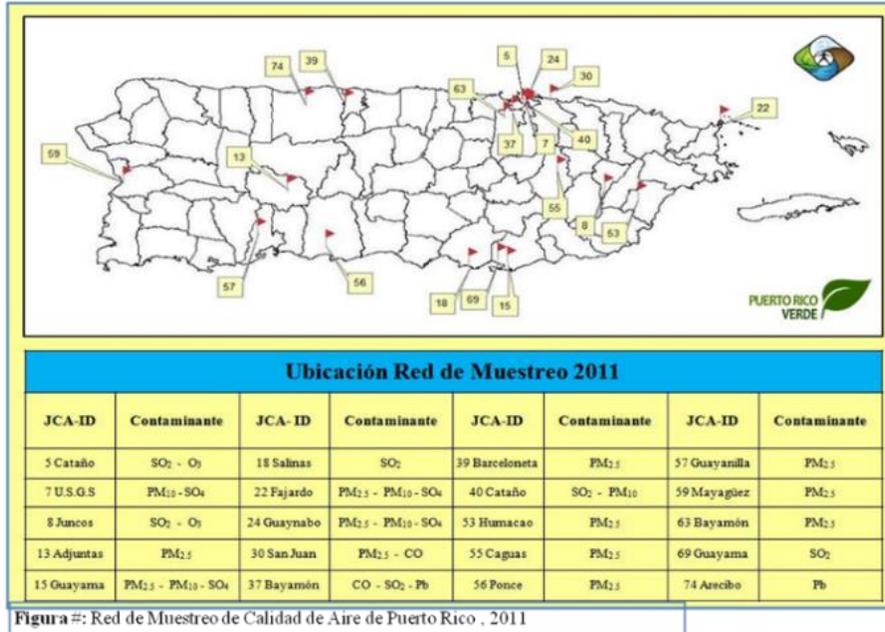
El Índice de Calidad de Aire ha demostrado ser un instrumento práctico para detectar la contaminación y avisar a la ciudadanía cuando hay presencia de materia particulada que sobrepasa los niveles aceptables. Especialmente, resulta de gran utilidad para alertar a sectores de la población con padecimientos respiratorios y que son los más susceptibles a incrementos en los niveles de contaminación atmosférica. Por ello, es altamente recomendable que eventualmente se amplíe la cobertura del índice a través de otras estaciones ubicadas alrededor de toda la Isla. Utilizar este mecanismo o uno similar para divulgar el Índice de Calidad de Aire para otros contaminantes y que esté al alcance de todos los ciudadanos.

#### INDICADOR: CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIOS TIPO I

##### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

La Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA) define a los seis contaminantes del aire como contaminantes criterio. La agencia establece los niveles permisibles basados en la salud humana y en el ambiente. El conjunto de límites basados en la salud humana se llama norma nacional primaria, mientras el diseñado para prevenir daños ambientales o a la propiedad se llama normas secundarias. Un área geográfica que cumple con la norma se llama un área de logro, y la que no cumple con la norma se llama área de no logro.

FIGURA 6 UBICACIÓN RED DE MUESTREO 2011



Mediante este indicador se puede evaluar la condición del aire en términos del contaminante criterio, ya que éstos pueden perjudicar la salud, dañar el ambiente y causar daños a la propiedad.

Los contaminantes criterios son los siguientes: Bióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Bióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Ozono (O<sub>3</sub>), Materia Particulada (PM<sub>10</sub>), Materia Particulada (PM<sub>2.5</sub>), Monóxido de Carbono (CO) y Plomo.

#### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Los datos utilizados en este indicador son generados por la JCA mediante sus estaciones de muestreo de aire ubicadas en distintas áreas de Puerto Rico. Las estaciones se ubican de acuerdo a la reglamentación ambiental y ciertos objetivos ya sea por población, puntos de emisión, meteorología o para referencia.

DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS

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, 3 y 1 hora, lo cual establece el método y frecuencia del muestreo.

FIGURA 7 EQUIPO DE MONITOREO CONTINUO



## BIÓXIDO DE NITRÓGENO NO<sub>2</sub>

El bióxido de nitrógeno es un gas rojo que afecta las vías respiratorias, agrava las enfermedades cardiovasculares, perjudica el crecimiento de plantas, reduce la visibilidad, contribuye a la lluvia ácida y da lugar a la formación de ozono. Es un contaminante primario que proviene de la quema de combustible de industrias, termoeléctricas y las fuentes móviles.

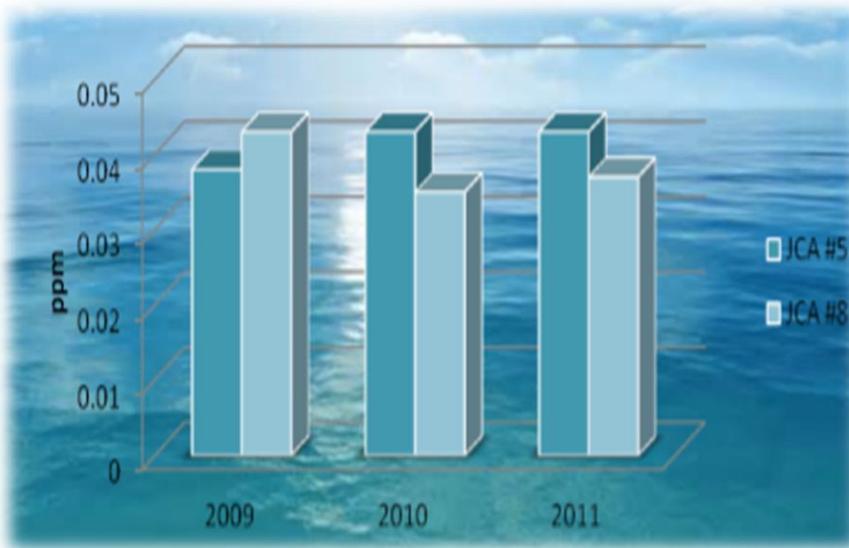
La Norma Nacional primaria y secundaria de NO<sub>2</sub> establece que el promedio aritmético anual no debe exceder de 0.053 ppm. Para evaluar cumplimiento con las Normas Nacionales para NO<sub>2</sub> se requiere que el valor designado no se exceda más de una vez por año. La tabla contiene los promedios aritméticos de NO<sub>2</sub> para el 2005, 2006 y 2007. Por razones técnicas y administrativas no se han obtenido datos desde el 2008 al presente.

## OZONO (O<sub>3</sub>)

El ozono es un gas que irrita las vías respiratorias y mucosas. Las personas con condiciones cardiovasculares se afectan más que las que tienen problemas respiratorios. Según la concentración y duración de la exposición, puede causar tos, irritación de la faringe, cuello, ojos, afectar la función pulmonar, dolor de cabeza y cansancio.

El ozono consiste de tres átomos de oxígeno y se encuentra en la atmósfera y la estratósfera como capa protectora de los rayos ultravioleta. Es un contaminante secundario que se forma por reacciones químicas catalizada por radiación solar. Los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos y contribuyen a su formación.

GRÁFICA 16 4TA MÁXIMA CONCENTRACIÓN 8 HORAS OZONO



GRÁFICA 17 PROMEDIO 3 AÑOS 4TA MÁXIMA CONCENTRACIONES 8 HORAS OZONO

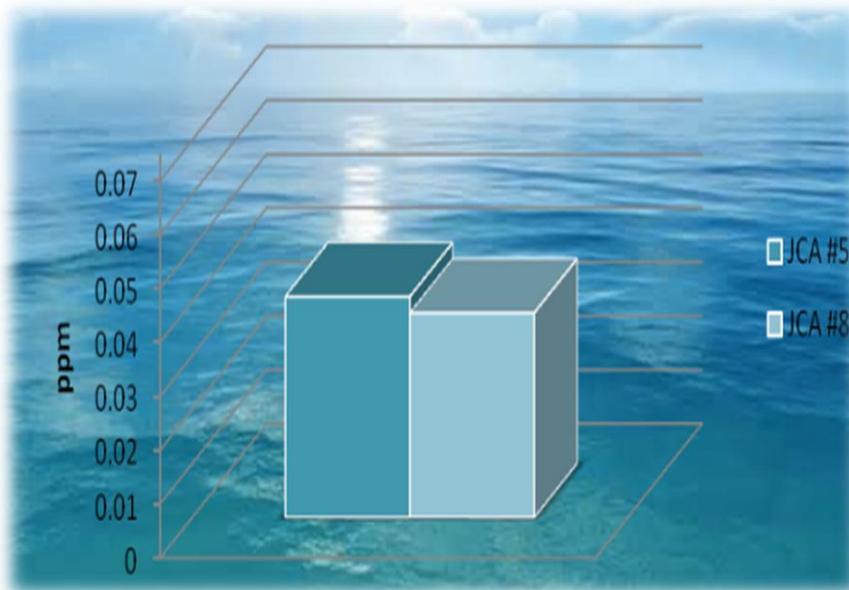


TABLA 13

OZONO				
ESTACIÓN	2009	2010	211	PROMEDIO
	4 <sup>ta</sup> Máx. 8 hrs.	4 <sup>ta</sup> Máx. 8 hrs.	4 <sup>ta</sup> Máx. 8 hrs.	
JCA #5	0.038	0.043	0.043	0.041
JCA #8	0.043	0.035	0.037	0.038

El valor designado calculado de los últimos tres años de muestreo en Cataño es de 0.041 ppm y para Juncos de 0.030 ppm. El valor designado corresponde al promedio calculado de la cuarta máxima de los tres años estudiados. La cuarta máxima es el cuarto valor más alto de los valores observados. Los datos obtenidos demuestran que Puerto Rico cumple con la norma nacional establecida para Ozono.

#### MATERIA PARTICULADA TAMAÑO DE 10 MICRONES (PM<sub>10</sub>)

La materia particulada (PM, en inglés), es aquella en forma líquida o sólida que se subdivide en partículas pequeñas, las cuales se pueden dispersar, quedar suspendidas en la atmósfera o ser arrastradas por corrientes de aire u otros gases. El PM<sub>10</sub> son partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire con un tamaño hasta 10 micrones.

La materia particulada en el ambiente proviene de una variedad de fuentes y tiene diferentes gamas en cuanto a tamaño y composición. Algunas partículas conocidas como partículas primarias, son emitidas directamente de una fuente, como construcciones, carreteras o caminos sin pavimentar, fuegos (incluyendo incendios forestales), emisiones vehiculares, polvo del Desierto de Sahara, cenizas de volcán y sequías. Algunos problemas de salud causados por la exposición a PM<sub>10</sub> son: irritación en los ojos, nariz y garganta, afecta el sistema respiratorio, daño al tejido pulmonar, cáncer y muerte prematura. Los ancianos, niños y personas con enfermedades crónicas del pulmón, influenza o asma tienden a ser especialmente sensitivas a los efectos de la materia particulada.

La concentración de PM<sub>10</sub> se obtiene mediante mediciones de muestreo de aire, para lo cual se utilizan equipos especializados tanto para muestreo continuo como intermitente. Para muestreo continuo se utiliza un equipo llamado *TEOM (Tapered Electronic Oscillating Monitor)* donde las partículas entran a través de unos tubos de aceleración. Las partículas de más de 10 micrones quedan atrapadas y las de 10 micrones o menos continúan hasta el *mass transducer*. En el interior hay un filtro de teflón cubierto con fibra de vidrio a una temperatura de 50°C, el cual es pesado cada

dos segundos para obtener una concentración de masa total para calcular promedios de 30 minutos. La Norma Nacional establecida para el Promedio Máximo de 24 Horas es  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

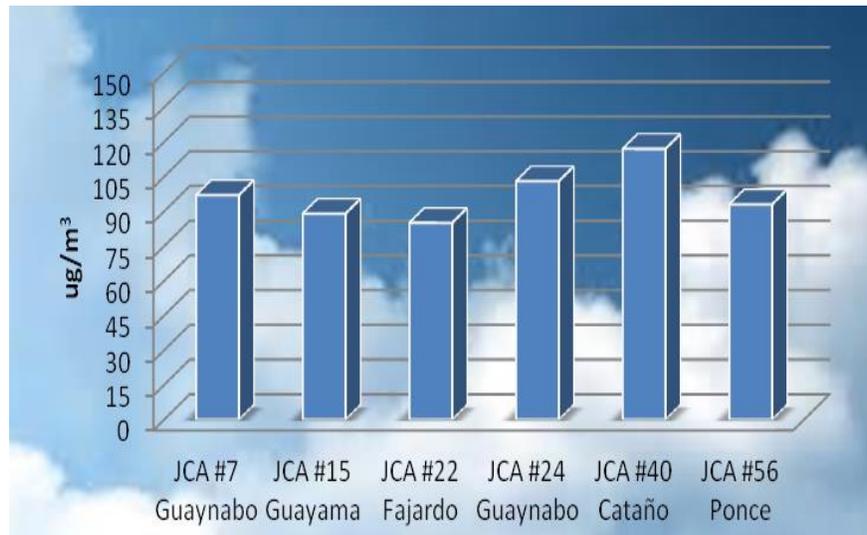
Para muestreo intermitente o manual se utiliza el *High Volume Size Selective Inlet* que recoge partículas suspendidas hasta con un diámetro igual o menor de 10 micrones y utiliza un filtro inerte de cuarzo.

TABLA 14 PARTICULADO  $\text{PM}_{10}$

ESTACIÓN	2009		2010		2011		PROMEDIOS 3 AÑOS
	MÁX. EN 24 HRS.	NUM. DATOS OBSERVADOS	MÁX EN 24 HRS.	NÚM. DATOS OBSERVADOS	MÁX EN 24 HRS.	NÚM. DATOS OBSERVADOS	
JCA #7 Guaynabo	72	38	152	113	68	70	97
JCA #15 Guayama	74	35	126	117	68	105	89
JCA #22 Fajardo	69	121	124	351	63	316	85
JCA #24 Guaynabo	78	123	153	343	78	322	103
JCA #40 Cataño	138	346	149	354	63	328	117
JCA #56 Ponce	72	19	135	61	73	60	93

Datos de Calidad de Aire  $\text{Pm}_{10}$  2008 O 2010 en Puerto Rico

GRÁFICA 18 PROMEDIO 3 AÑOS MÁXIMA 24 HORAS  $\text{PM}_{10}$

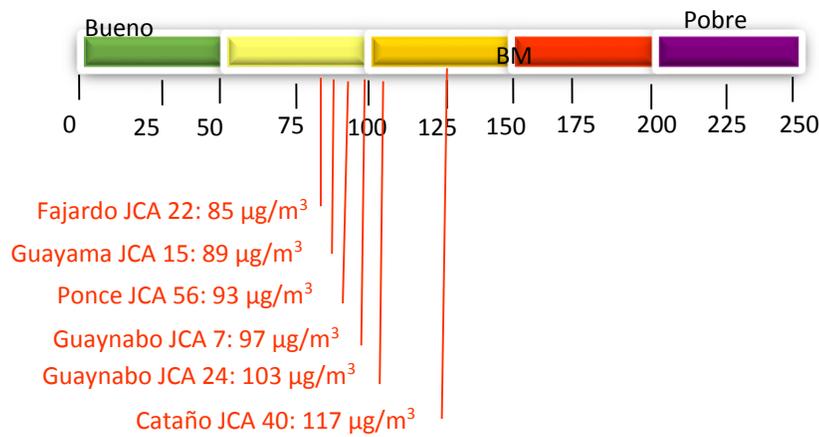


Valores Designados por Área  $\text{PM}_{10}$

La gráfica muestra los valores designados por área para muestreo de  $PM_{10}$  basado en las estaciones con datos completos disponibles en el período del 2009 al 2011. Estos demuestran que Puerto Rico cumple con las normas nacionales de calidad de aire para este parámetro.

De acuerdo a los valores observados, Cataño obtuvo el valor más alto seguido por área de Guaynabo. Como resultado de los eventos de bruma a través de la región se obtuvieron lecturas sumamente altas, esto indica cuán deteriorado puede tornarse el ambiente con dicho evento.

**BENCHMARK ( $150 \mu\text{G}/\text{M}^3$ )**



**MATERIA PARTICULADA  $PM_{2.5}$**

Se define como cualquier materia en forma sólida o líquida suficientemente subdividida en partículas pequeñas como para ser susceptible a dispersión y suspensión, o a ser arrastrada por corrientes de aire u otros gases, excepto agua en su estado no combinado. Están suspendidas en el aire con un tamaño hasta de 2.5 micrones.

Este contaminante se produce tanto por actividades industriales como por fuentes móviles. El incremento de partículas puede darse por otras actividades como la construcción, las canteras y los eventos naturales.

En el 2006, para este contaminante en aire la EPA revisó los estándares de 65 microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en promedio máximo de 24 hrs. y retuvo el estándar anual y actual en  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Los estándares de calidad de aire están dirigidos a proteger el bienestar público.

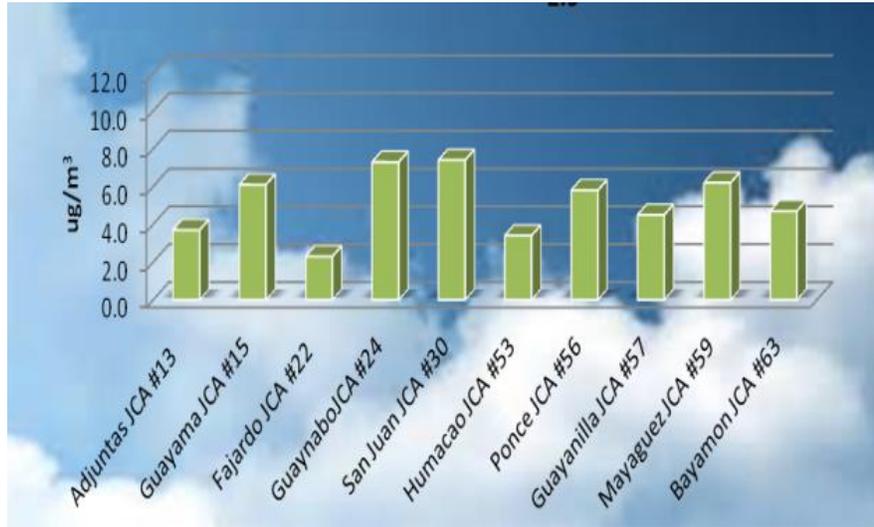
El Área de Calidad de Aire de la JCA recopila los datos mediante muestreos de aire, para los cuales se utilizan equipos especializados como el *Partisol-Plus Model 2025*, *Sequential Air Sampler* y el *TEOM*. El *Partisol Model* es un equipo que mide partículas de 2.5 micrones o menos y es completamente automático. Las partículas entran al equipo y pasan por unos tubos de aceleración donde las partículas de 2.5 micrones o menos penetran hasta que se depositan sobre un filtro de teflón. Este filtro se recoge y se lleva al laboratorio en un envase que mantiene una temperatura menor de 4°C para realizarle un análisis químico.

El *TEOM* es un equipo donde las partículas entran a través de unos tubos de aceleración. Las partículas hasta 2.5 micrones continúan hasta el transductor de masa (*mass transducer*). En el interior hay un filtro de teflón cubierto con fibra de vidrio a una temperatura de 50°C el cual es pesado cada dos segundos para obtener una concentración de masa total y calcular promedios de 60 minutos.

TABLA 15 DATOS DE CALIDAD DE AIRE POR ESTACIÓN POR AÑO

Estación	2009			2010			2011			
	P98 Max. 24 hrs.	Promedio Anual	#Datos Observados	P <sub>98</sub> Max. 24 hrs.	Promedio Anual	#Datos Observados	P <sub>98</sub> Max. 24 hrs.	Promedio Anual	#Datos Observados	Promedio anual 3 años
JCA #13	10.7	4.1	44.0				13.0	3.3	14	3.7
JCA #15	16.6	5.1	87.0	24.2	8.0	15.0	13.7	5.3	84	6.1
JCA #22				21.2	6.9	37.0	13.5	4.6	93	2.3
JCA #24	20.1	7.1	93.0	28.0	8.5	63.0	13.7	6.3	97	7.3
JCA #30	32.1	7.0	92.0				16.8	7.7	51	7.4
JCA #53							14.3	3.4	18	3.4
JCA #56	12.3	5.6	101.0	25.1	6.5	74.0	14.5	5.5	94	5.8
JCA #57	10.7	4.6	27.0				11.8	4.5	14	4.5
JCA #59							12.5	6.2	67	6.2
JCA #63							16.3	4.7	94	4.7

**Nota: Datos de Calidad de Aire PM<sub>2.5</sub> 2008-2010 en Puerto Rico**

GRÁFICA 19 PROMEDIO 3 AÑOS PROMEDIO ARITMÉTICO ANUAL PARTICULADO PM<sub>2.5</sub>

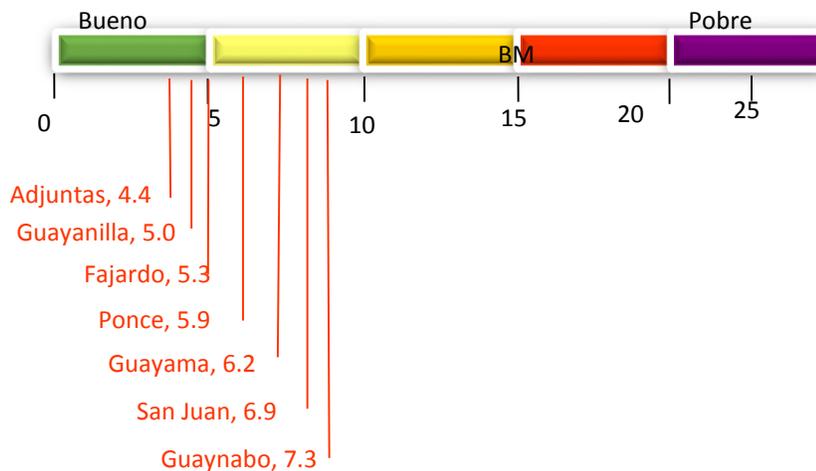
**Nota:** Gráfica de Valores Designados por Área PM<sub>2.5</sub>, Promedio Aritmético Anual

## ANÁLISIS

Las gráficas contienen los valores designados por área para muestreo de PM<sub>2.5</sub>, los cuales demuestran que Puerto Rico cumple con las normas nacionales de calidad de aire para este parámetro.

De acuerdo a los valores observados, San Juan y Guaynabo se reportan con los valores más altos seguido de Ponce y Mayagüez. Para cumplir con esta norma nacional se calcula el promedio de tres años del percentil 98 del promedio de 24 horas, el cual coloca a Guaynabo y San Juan en un 61% por debajo de la norma, y a Guayama en un 52%. Las estaciones fueron impactadas por el evento de bruma en ciertos periodos lo que resulta en el aumento de la contaminación en todos los municipios señalados en la tabla anterior.

## BENCHMARK



## MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro y sin olor. En grandes niveles es un gas venenoso y se forma por la combustión incompleta de combustibles fósiles. El CO se produce cuando se queman materiales combustibles como gas, gasolina, carbón, petróleo, keroseno o madera. Otras fuentes de emisión de CO lo son las calderas, chimeneas y carros detenidos con el motor encendido. El principal efecto a la salud de este contaminante es la reducción del transporte de oxígeno a los órganos del cuerpo y los tejidos. Si se respira en niveles elevados, el CO puede causar la muerte por envenenamiento en pocos minutos. Mediante este indicador, podemos establecer el grado de cumplimiento con los estándares de calidad de aire establecidos para la protección de la población.

El Área de Calidad de Aire de la JCA recopila los datos mediante mediciones de muestreo de aire, para lo cual se utiliza un equipo especializado. Los estándares nacionales establecidos para el control de las emisiones de CO en el ambiente son como sigue: la concentración máxima de CO que se permite para el promedio de 1 hora es de 35 partes por millón ppm (40 mg/m<sup>3</sup>). Para el promedio de 8 horas es de 9 ppm (10mg/m<sup>3</sup>).

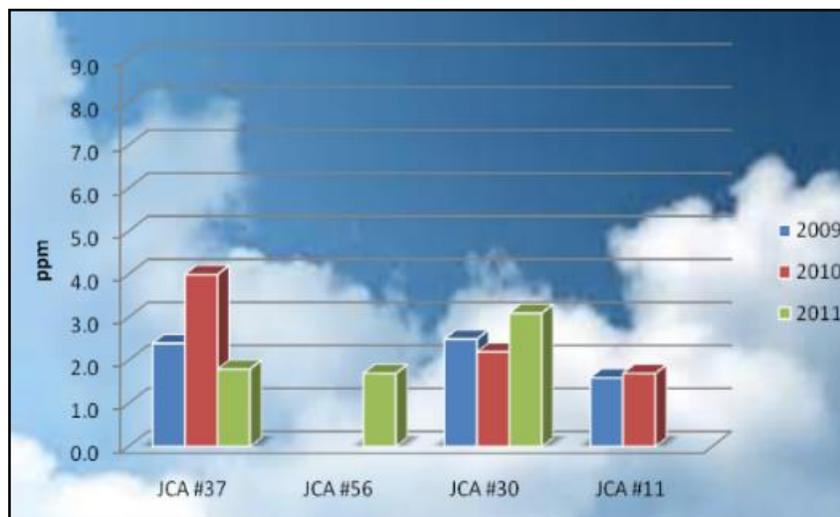
La JCA utiliza el analizador llamado *Termo-Electron (Teco 48) Non Dispersive Infrared* que utiliza la técnica de *Gas Filter Correlation Spectroscopy (GFC)*. Este compara el espectro de absorción infrarroja del gas, el cual se mide con otros gases presentes en la muestra. Se filtra la radiación infrarroja transmitida por el analizador mediante una muestra con una alta concentración del gas a medir.

Para evaluar cumplimiento con las Normas Nacionales de Calidad de Aire para CO se requiere que el valor designado no se exceda más de una vez por año (9ppm). La tabla contiene los valores designados por año.

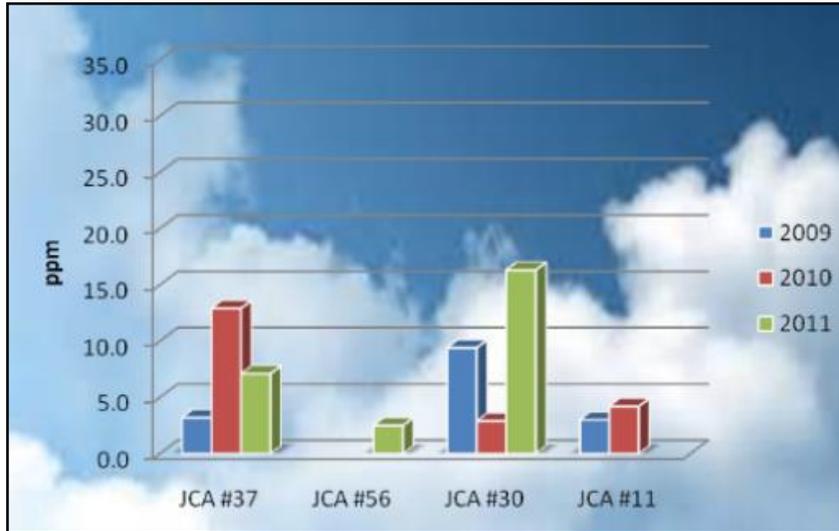
TABLA 16 MONÓXIDO DE CARBONO

	2009		2010		2011	
	2 <sup>DA</sup> MAX. 1 HORA	2 <sup>DA</sup> MAX. 8 HORAS	2 <sup>DA</sup> MAX. 1 HORA	2 <sup>DA</sup> MAX. 8 HORAS	2 <sup>DA</sup> MAX. 1 HORA	2 <sup>DA</sup> MAX. 8 HORAS
JCA #37	3.2	2.4	12.9	4.0	7.1	1.8
JCA #56					2.5	1.7
JCA #30	9.4	2.5	2.9	2.2	16.3	3.1
JCA #11	3.0	1.6	4.2	1.7		

GRÁFICA 20 2DA MÁXIMA CONCENTRACIONES 8 HORAS MONÓXIDO DE CARBONO



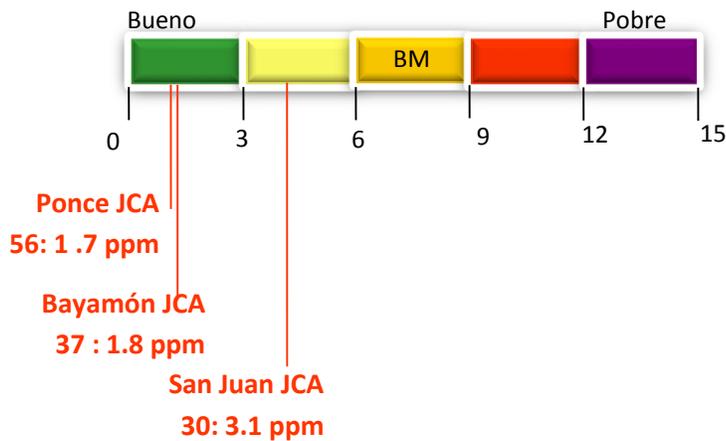
GRÁFICA 21 2DA MÁXIMA CONCENTRACIONES 1 HORA MONÓXIDO DE CARBONO



De acuerdo con los valores designados presentados en las tablas anteriores, Puerto Rico cumple con las normas nacionales en cada una de las estaciones de CO.

Al observar los valores de las segundas máximas en promedio de 8 horas, la estación de Expreso Baldorioty de Castro en San Juan ocupa el primer lugar, luego la estación de la Cárcel Regional de Bayamón y finalmente la Avenida Fernández Juncos en San Juan que recolectaron valores similares. El objetivo de estas estaciones es el impacto causado por el movimiento vehicular.

BENCHMARK



BIÓXIDOS DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)

Los bióxidos de azufre son gases incoloros que se forman al quemar azufre. El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) es el contaminante criterio que indica la concentración de óxidos de azufre en el aire. La fuente primaria de óxidos de azufre es la quema de combustibles fósiles, en particular el carbón. Se ha denominado al dióxido de azufre como un contaminante que *pasa a través de*, porque la cantidad de dióxido de azufre emitido al aire es casi la misma cantidad presente en el combustible. Se ha encontrado que los bióxidos de azufre perjudican el sistema respiratorio, especialmente de las personas que sufren de asma y bronquitis crónica.

La JCA mantiene 5 estaciones de monitoreo de SO<sub>2</sub>. De este parámetro hay establecidas tres normas nacionales: 0.03 ppm promedio anual aritmético, 0.14 ppm en concentración máxima de bloques de 24 horas y 75 ppb concentración máxima de 1 hora.

Los resultados de bióxido de azufre son medidos por muestreos de forma continua y automatizada desde el año 1979. En los métodos continuos las medidas representan las concentraciones de SO<sub>2</sub> en la muestra de aire. Los analizadores utilizados son de la marca *THERMO-ELECTRON - TECO 43 Fluorescent Ultraviolet Light*. Estos son los analizadores de SO<sub>2</sub> más aceptados y su técnica no se basa en consumo de gas.

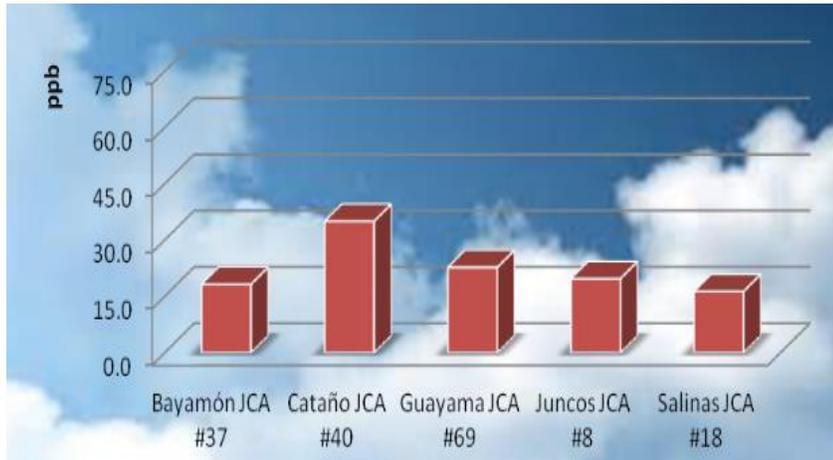
TABLA 17 BIOXIDO DE AZUFRE

ESTACIÓN	2009	2010	2011	PROMEDIO 3
	P <sub>99</sub>	P <sub>99</sub>	P <sub>99</sub>	AÑOS
JCA #37	15.0	20.0	19.5	18.2
JCA #40	20.0	70.0	15.0	35.0
JCA #69	10.0	52.0	6.0	22.7
JCA #8	20.0	19.0	20.0	19.7
JCA #18	21.0	13.0	15.0	16.3

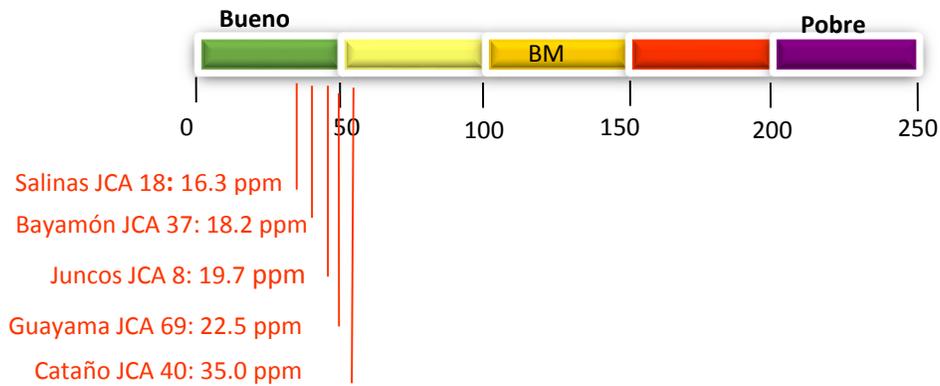
De acuerdo con la información contenida en las tablas se demuestra que Puerto Rico cumple con las normas nacionales tanto en promedios de 1, 3 y 24 horas como en el promedio anual en cada

una de las estaciones de SO<sub>2</sub>. Podemos señalar que Cataño, Guayanilla y Salinas obtuvieron los valores más altos en relación al valor designado con un 64.9% de la norma establecida.

GRÁFICA 22 PROMEDIO 3 AÑOS P99 CONCENTRACIONES 1 HORA BIÓXIDO DE AZUFRE



BENCHMARK



PLOMO (Pb)

Es un metal denso, blando y de color gris azulado, muy maleable, dúctil y poco conductor del calor y la electricidad, que se oxida fácilmente en contacto con el aire; se usa principalmente para fabricar tubos, pinturas y balas para las armas de fuego. Aunque se ha venido utilizado en numerosos productos para el consumidor, el plomo es un metal tóxico y ahora se sabe que es peligroso para la salud de los humanos si se inhala o ingiere. Las fuentes del plomo más importantes son: el aire ambiente, la tierra y el polvo (dentro y fuera de la casa), los alimentos (que pueden estar contaminados del plomo en el aire o en los envases) y el agua (debido a la corrosión en las tuberías).

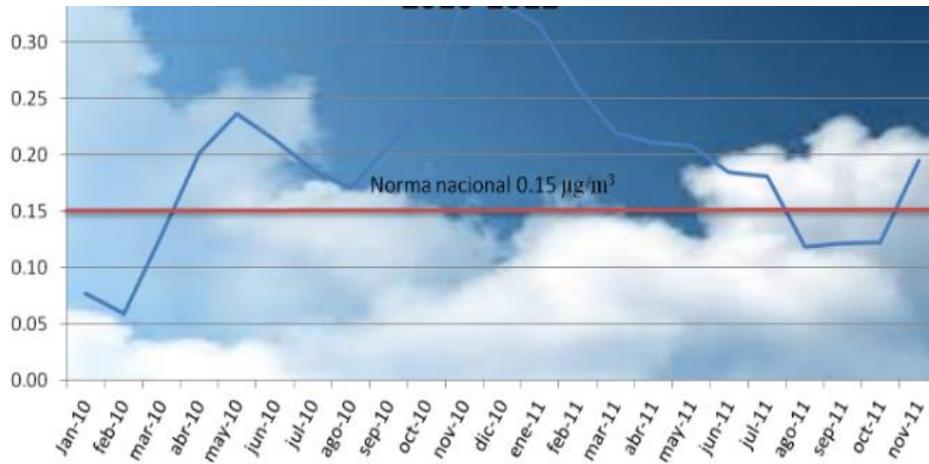
Demasiado plomo en el organismo humano puede causar graves daños al cerebro, riñón, sistema nervioso y glóbulos rojos. El peligro es todavía mayor, incluso cuando el contacto haya sido durante un corto periodo de tiempo, para los niños o las mujeres embarazadas. El envenenamiento infantil por plomo continúa siendo un gran problema de salud ambiental en los Estados Unidos. Aún los niños que parecen estar saludables pueden tener niveles peligrosos de plomo en sus cuerpos. Por dicha razón se recomienda que los niños sean sometidos a la prueba del plomo en la sangre. El plomo puede entrar en el cuerpo si las personas se llevan a la boca las manos u otros objetos cubiertos con polvo de plomo, comen partículas de pintura o tierra que contengan plomo y, si respiran el polvo de plomo (especialmente durante las renovaciones que alteran las superficies pintadas).

El plomo es aún más peligroso para los niños que los adultos porque el cuerpo en crecimiento de los niños absorbe más plomo y a esta edad el cerebro y el sistema nervioso de los niños son más sensitivos a los efectos dañinos del plomo. Si no es detectado temprano, los niños con altos niveles de plomo en sus cuerpos pueden sufrir de: daño al cerebro y al sistema nervioso, problemas de comportamiento y de aprendizaje (tales como hiperactividad), crecimiento retardado, problemas de audición y dolores de cabeza.

El plomo es dañino para los adultos también. Los adultos pueden sufrir: complicaciones durante el embarazo, otros problemas reproductivos (en hombres y mujeres), alta presión sanguínea, problemas digestivos, desórdenes nerviosos, problemas de memoria y concentración y dolores musculares y articulares. En enero de 2010 la JCA estableció una estación nueva de Plomo en el municipio de Arecibo (72-013-0001), cerca de una fuente que se estima que tiene el potencial de emitir una tonelada o más al año de plomo.

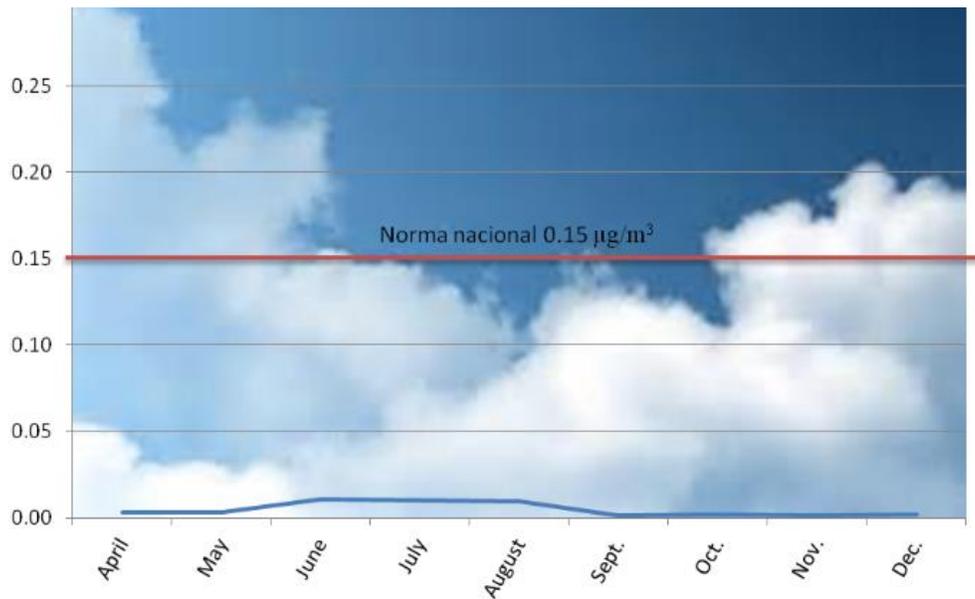
De acuerdo con la nueva regulación federal de plomo, la JCA instaló otras dos estaciones, una en Bayamón y otra en el área de Salinas, cercanas a dos fuentes con el potencial de emisiones de plomo de más de 0.5 toneladas al año.

GRÁFICA 23 “ROLLING AVERAGE” JCA #74 ARECIBO 2010-2011

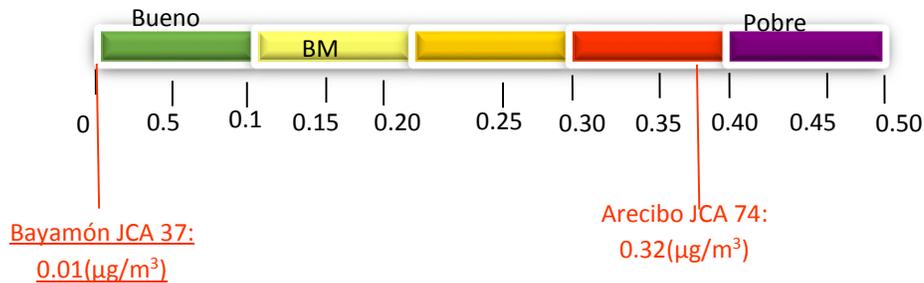


De acuerdo a los valores observados, la estación de Arecibo no cumple con la Norma Nacional de Calidad de Aire para plomo en Arecibo, a partir junio del 2010, los resultados son más altos que la norma establecida. Por tan razón, la JCA está en el proceso de desarrollar e implantar un plan estatal de medidas y criterios para restablecer la calidad del aire y cumplir con la norma nacional primaria de plomo.

GRÁFICA 24 “ROLLING AVERAGE” #37 BAYAMÓN 2011



## BENCHMARK



En cuanto a los valores más del promedio de tres meses *'rolling average'* por área Arecibo registró valores de  $0.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y el área de Bayamón de  $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lo que implica que el área de Arecibo no cumple con la norma nacional de calidad primaria ya que la norma es  $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , contrario al área de Bayamón, este último tiene como objetivo de referencia.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En términos generales la calidad del aire en Puerto Rico cumple con las normas establecidas. En el único parámetro que no se cumple es plomo, específicamente en el área de Arecibo. La JCA está en el proceso de desarrollar e implantar un Plan Estatal (SIP) de medidas y criterios para restablecer la calidad del aire y cumplir con la norma nacional primaria de plomo.

Se recomienda continuar con la implementación de sistemas de monitoreo y fortalecer los existentes para generar información que permita evaluar la tendencia temporal de los contaminantes y sustentar el desarrollo de estrategias de prevención y control, planes de manejo de la calidad del aire y políticas ambientales integrales, así como la evaluación de las mismas.

Todos los ciudadanos tenemos en nuestras manos no cerrar los ojos ante estas informaciones e ir adoptando hábitos saludables que protejan nuestra salud y la de nuestros hijos e hijas.

# SISTEMAS NATURALES



## ECOSISTEMAS TERRESTRES

### 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)<sup>8</sup>, 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)<sup>9</sup>, como de la Compañía de Parques Nacionales (CPN)<sup>10</sup> y del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (FCPR)<sup>11</sup>. Las áreas con parte de sus terrenos integrantes adquiridos pudieran ya

---

<sup>8</sup> 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.

<sup>9</sup> El DRNA tiene la responsabilidad ministerial de asesorar al gobernador 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.

<sup>10</sup> 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.

<sup>11</sup> 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 enaltecer los recursos y las bellezas naturales de Puerto Rico, mediante la adquisición y donación de terrenos y la constitución de servidumbres de conservación, en otros mecanismos. Actualmente el FCPR tiene cerca de 28 áreas protegidas, que abarcan sobre 2300

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 2005-2011. Las agencias estatales u organizaciones privadas implicadas en el 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

---

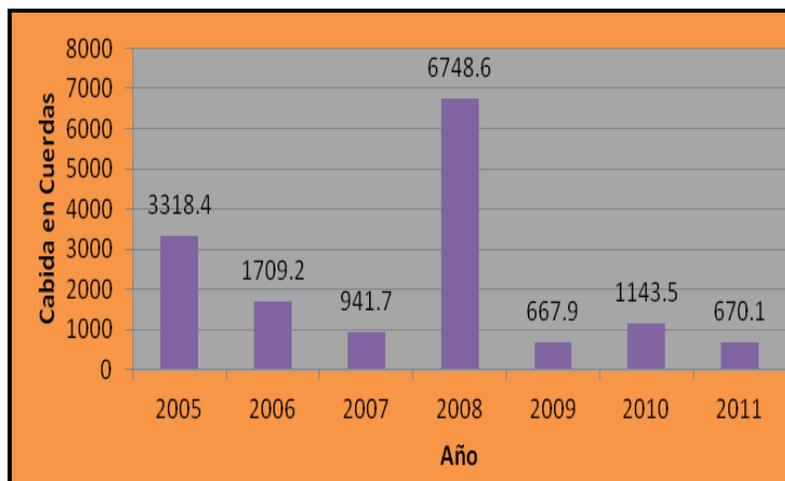
cuerdas de terreno de valor ecológico e histórico. Varias propiedades bajo la titularidad del FCPR cuentan con designación como Reservas Naturales por vía administrativa.

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, 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 25 CUERDAJE DE ECOSISTEMAS TERRESTRES ADQUIRIDOS POR EL ESTADO Y LAS ONG\*



\*ONG – Organizaciones no Gubernamentales

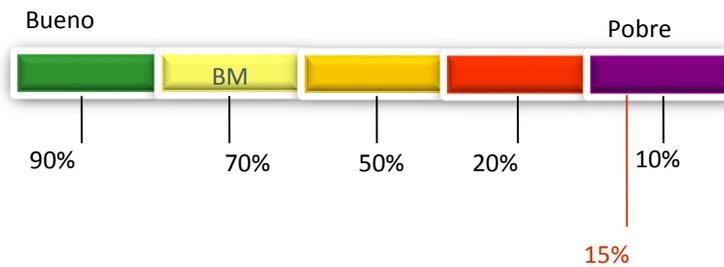
TABLA 18 CUERDAJE ADQUIRIDO POR EL DRNA, LA CPN Y EL FCPR ENTRE LOS AÑOS 2005 Y 2011

AÑO	DRNA (CUERDAJE ADQUIRIDO)	CPN (CUERDAJE ADQUIRIDO)	FCPR (CUERDAJE ADQUIRIDO)	CUERDAJE TOTAL POR AÑO
2005	343.3	1750	1225.1	3318.4
2006	393.5	0	1315.7	1709.2
2007	497.2	0	444.5	941.7
2008	6245.3	0	503.3	6748.6
2009	616.3	0	51.61	667.9
2010	754.5	0	389	1143.5
2011	141.2	0	528.9	670.1
<b>Cuerdas totales por agencia u ONG</b>	<b>8991.3</b>	<b>1750</b>	<b>4458.1</b>	<b>15,199.4</b>

## ANÁLISIS

La tendencia observada refleja la adquisición de un total de 15,199.4 cuerdas de terrenos que poseen valiosos ecosistemas terrestres para ser manejados y protegidos a partir del periodo comprendido por los pasados siete años. Se destaca una reducción de cuerdaje adquirido en el año 2011 con relación al 2010 de 58 por ciento. El 2009 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 2011 le sobrepasa por solo 3 cuerdas. Es relevante, además, hacer constar que, tanto el DRNA como el FCPR, cuentan con otros proyectos de adquisición de terrenos en curso que poseen ecosistemas terrestres. En lo que respecta al DRNA, trámites en curso bajo dichas circunstancias involucran cerca de 5,722.5 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 2011, es de 19,504.2 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 70% del total de 100,000 cuerdas supuestas a estar adquiridas entre los años 2005 y 2015. Los datos presentados reflejan que hasta el 2011 se culminó la adquisición de un 15 % y no el 70% 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 2011 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).

## CONCLUSIÓN 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 2011 se debería haber completado el 70% 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 20,000 cuerdas, con cerca de otras 15,199 cuerdas ya culminados. Aún queda lograr la adquisición de cerca de

84,801 cuerdas de terrenos de valor ecológico en un periodo de 3 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 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.



## VIDA SILVESTRE

### INDICADOR: CAZA MAYOR EN PUERTO RICO (CABROS Y CERDOS) ASILVESTRADOS EN ISLA DE MONA TIPO I

#### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador mide la intensidad anual de caza de cabros y cerdos asilvestrados en la Isla de la Mona. Las observaciones paulatinas, resultantes de los estudios en curso sobre las características ecológicas de estas especies en dicha Isla, es una de las medidas de manejo dirigida a proteger la biodiversidad nativa y endémica allí presente, del impacto adverso producto de la presencia de estos mamíferos exóticos. La Reserva Natural Islas de la Mona y Monito está constituida por ambas islas de origen calizo, localizadas al oeste de la costa occidental de la Isla de Puerto Rico, y funcionan bajo la administración y manejo del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). El propósito de este indicador es evaluar fluctuaciones en tamaños poblacionales de cabros y cerdos asilvestrados como efectos de la caza deportiva, además de documentar características ecológicas como el ámbito doméstico, el uso del hábitat, y patrones de movimiento, entre otros. Mediante la recolección de información de caza deportiva, se cuantifican las presas de ambas especies exóticas que son removidas anualmente, como una medida indirecta que sugiere la magnitud de sus poblaciones activas en la reserva natural. Con el estudio de características ecológicas de estas dos especies asilvestradas se pretende documentar el efecto causado por las mismas en los sistemas naturales sensitivos encontrados en la reserva, generándose apreciaciones que permitan refinar las medidas y estrategias de manejo para éstos. Asimismo, se provee la única oportunidad de caza deportiva mayor en Puerto Rico. El control en la densidad de ambas poblaciones repercute en la reducción de la actividad de herbivoría y depredación sobre la flora y fauna endémica y nativa en la reserva natural.

#### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Las estadísticas de caza de cabros y cerdos asilvestrados en la Reserva Natural de la Isla de la Mona se basan en la recolecta de información sobre los individuos removidos del entorno silvestre como resultado de la temporada de caza anual. El estudio de características ecológicas de los cerdos asilvestrados en la Reserva Natural de la Isla de la Mona implanta el uso de varias técnicas y tecnologías (captura-recaptura, trampas-cámaras, etc.) con el fin de estudiar distintos parámetros ecológicos de estas especies exóticas en la Isla.

## MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

Estadísticas de caza deportiva: Mediante entrevistas directas a los cazadores deportivos que participan en las temporadas de caza con escopeta en la Isla de la Mona, se han recopilado datos desde 1988. Los datos se obtienen durante los días de caza (lunes a jueves), en el periodo abierto a la cacería cada año, desde diciembre hasta abril. Los análisis estadísticos son realizados con datos de las primeras cinco semanas de cada temporada, desde el 1991 hasta el 2011, con la excepción de 1996, año en que la temporada de caza estuvo cerrada.

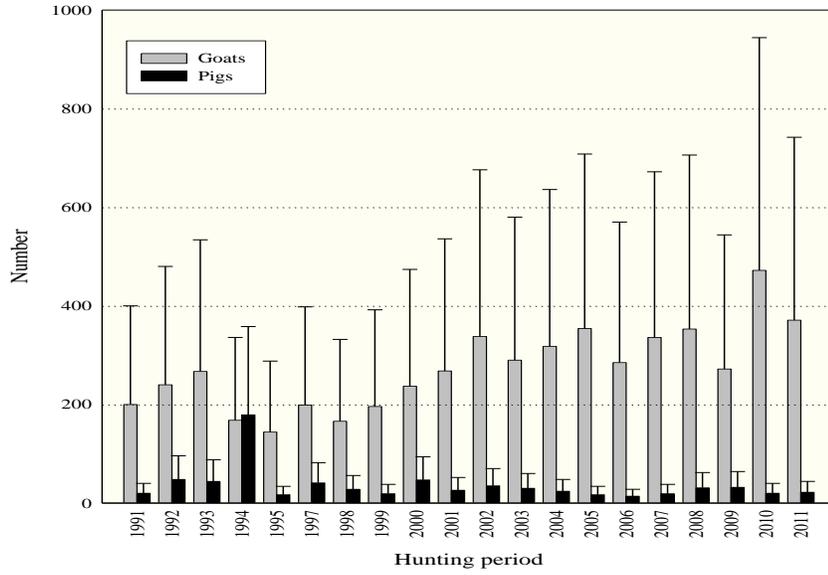
Al inicio de cada temporada, la caza es permitida con arco y flecha y, posteriormente, a la misma se le incorpora el uso de escopeta. Se documenta el número de presas cazadas, especie, género, edad, número de presas heridas no recuperadas, área de búsqueda, intensidad de la caza de estas especies por zonas establecidas y el esfuerzo en tiempo invertido por el cazador.

Ecología de cerdos asilvestrados: Se estudió aspectos de la ecología de cerdos asilvestrados mediante técnicas de captura-recaptura basadas en el uso de trampas con cebo. Una vez capturados, los individuos fueron sedados con tranquilizantes y marcados con marcas plásticas externas y numeradas. Los individuos capturados fueron evaluados y datos de morfometría, así como la documentación continua de eventos de recaptura de individuos fueron colectados para de esta forma estudiar el tamaño y/o densidad de la población existente en la Reserva. Los datos se expresan en tablas, gráficas y figuras:

TABLA 19 RESUMEN DE 20 AÑOS DE CACERÍA DE CABROS Y CERDOS ASILVESTRADOS EN LA ISLA DE LA MONA

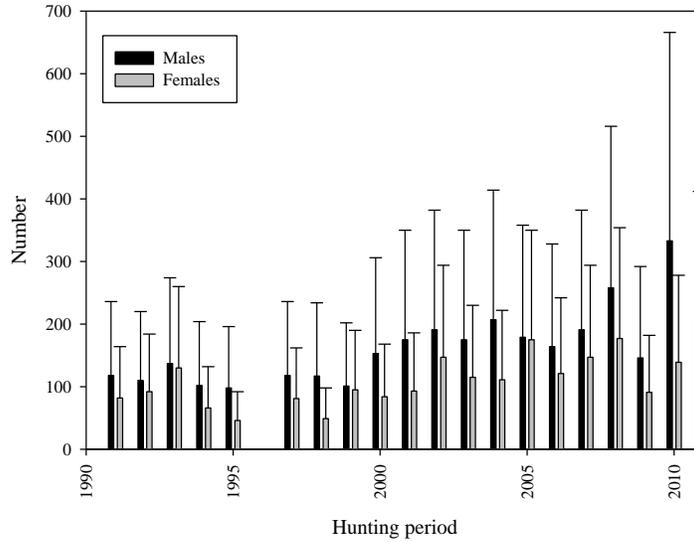
AÑO	NÚMERO DE CAZADORES	CABROS CAZADOS	CERDOS CAZADOS	TOTAL DE PRESAS
1991	257	200	20	220
1992	208	240	48	288
1993	228	267	44	311
1994	269	168	179	347
1995	266	144	17	161
1997	228	199	41	240
1998	245	166	28	194
1999	219	196	19	218
2000	234	237	47	284
2001	368	268	26	294
2002	358	338	35	373
2003	212	290	30	320
2004	281	318	24	342
2005	230	354	17	371
2006	186	285	14	299
2007	243	336	19	355
2008	180	361	26	387
2009	169	272	32	304
2010	285	472	20	492
2011	225	371	22	393

GRÁFICA 26 TOTAL DE CABROS (BARRAS GRISES) Y CERDOS ASILVESTRADOS (BARRAS NEGRAS) CAZADOS DESDE EL PERIODO DE CAZA DE 1991 HASTA EL DEL 2011, EN LA ISLA DE LA MONA.



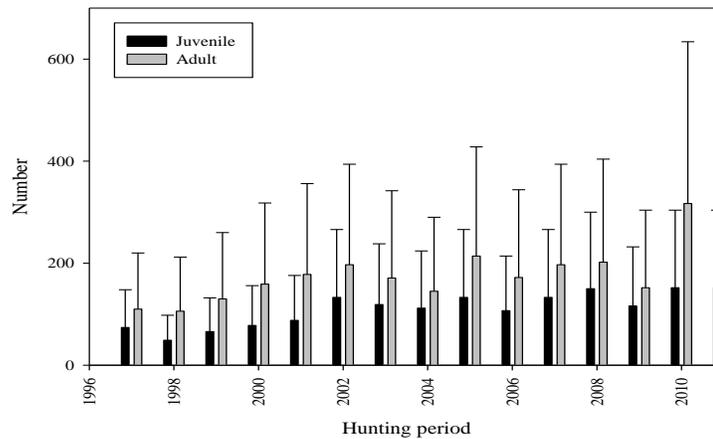
GRÁFICA 27 CABROS ASILVESTRADOS POR GÉNERO

A



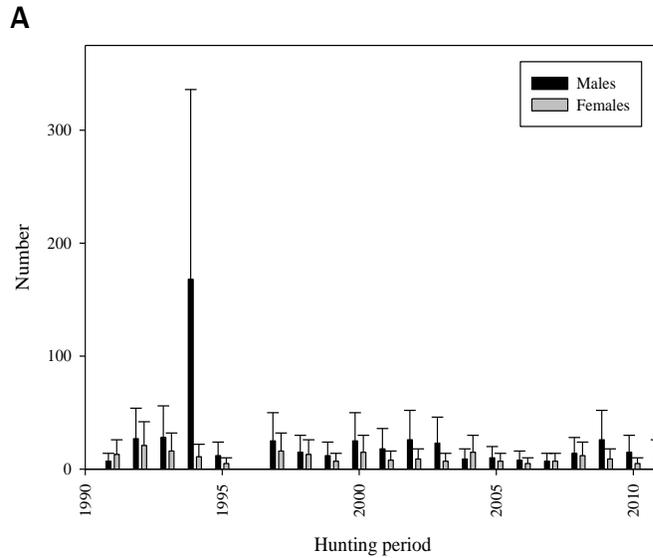
GRÁFICA 28 CABROS ASILVESTRADOS POR EDAD

B

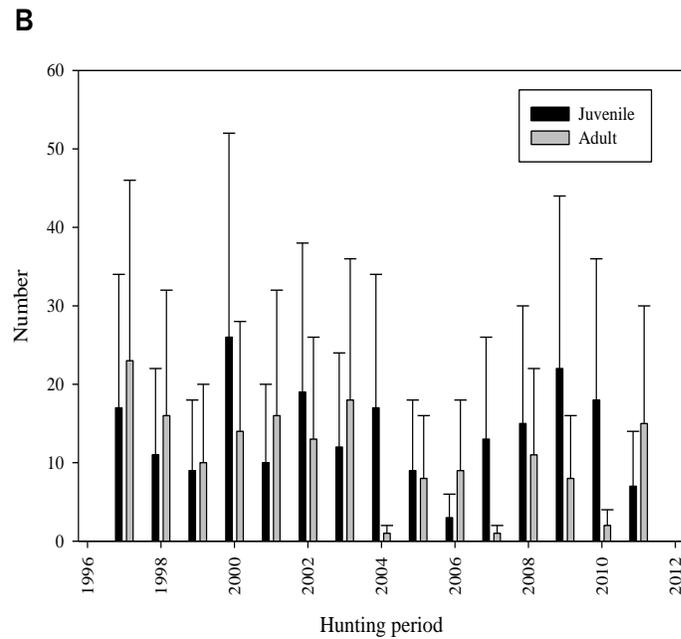


Cabros asilvestrados removidos por A) género (machos-barras negras, hembras- barras grises) y B) edad (juvenil- barras negras, adulto- barras grises) durante las primeras cinco semanas de las temporadas de caza de 1991-2011. Los datos de edad de cabros removidos desde 1991 hasta 1995 fueron excluidos debido a inconsistencia en la recolección de éstos. En 1996 la temporada de caza estuvo cerrada.

GRÁFICA 29 CERDOS ASILVESTRADO POR GÉNERO



GRÁFICA 30 CERDOS ASILVESTRADO POR EDAD



Cerdos asilvestrados removidos por género (machos - barras negras, hembras - barras grises) y B) edad (juvenil- barras negras, adulto - barras grises) durante las primeras cinco semanas de las temporadas de caza de 1991-2011. Los datos de edad de cerdos removidos desde 1993 hasta 1995 fueron excluidos debido a inconsistencia en la recolección de éstos. En 1996 la temporada de caza estuvo cerrada.

FIGURA 8 *MARCAS EXTERNAS NUMERADAS Y CERDO ASILVESTRADO MARCADO*

### ANÁLISIS

Estadísticas de caza deportiva: Un total de 225 cazadores participaron en las primeras cinco semanas de la temporada de caza deportiva del 2011, removiendo un total de 393 presas (371 cabros y 22 cerdos; ver Tabla 1), en un total de 6,258 horas invertidas. Durante el periodo del 2011 hubo una reducción de 60 participantes en comparación con la temporada 2010 la cual fue la tercera temporada de mayor participación de cazadores (2001 con 368 cazadores y 2002 con 358 cazadores).

Un promedio de 243 cazadores participan anualmente en las primeras 5 semanas de la temporada de caza deportiva. Los cazadores remueven un promedio de 309 presas y muestran una inclinación hacia los cabros como especie de presa. Las siguientes son posibles razones que expliquen esta preferencia (Ver Gráfica 35, página 123).

- Diferencia en el tiempo de actividad entre especies asilvestradas: Los cerdos son especies con hábitos principalmente nocturnos, mientras que los cabros son mayormente diurnos.
- El periodo de tiempo en que se permite la actividad de caza en la Isla de la Mona: La caza comienza desde la salida del sol y termina con la puesta del sol.
- Diferencia en el sabor de la carne: Algunos cazadores comentan que la carne de cabro es más gustosa que la carne de cerdo.
- Trofeos: Algunos cazadores observan los cuernos de los cabros como trofeos, característica que les ayuda a seleccionar las presas.

- Características de cazadores participantes: Existe una variedad de destrezas dirigidas hacia la caza de cabros y cerdos, entre otras: tiempo de experiencia que lleva practicando el deporte y la frecuencia de visitas por parte de éstos. Estas son características que identifican la población de cazadores que participan cada temporada de la caza deportiva en la Isla de la Mona.

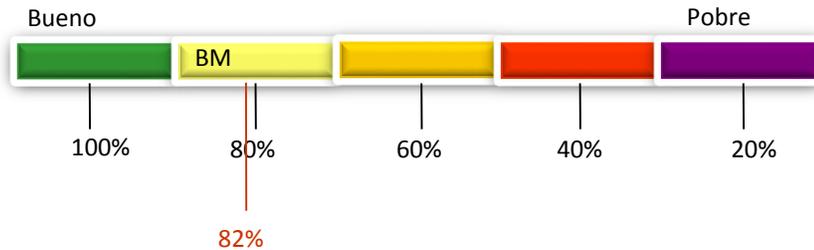
Se remueve mayor cantidad de cabros machos adultos y cerdos machos adultos (ver Gráficas 27-30, páginas 92-93). Este patrón se ha mantenido a través de los años.

Los cazadores tienden a visitar áreas tierra adentro de la Isla de la Mona donde el ambiente es más heterogéneo (bosques de bajura y plataforma). Se sugiere que los cabros usan estas áreas para alimentarse y como refugio. Además, estos lugares les proveen a los cazadores áreas de descanso y refugio contra el sol mientras participan de la actividad de caza deportiva.

Captura – recaptura de cerdos asilvestrados: Un total de 42 cerdos asilvestrados (27 machos y 15 hembras) han sido capturados en trampas con un esfuerzo de 106 noches /trampas. El éxito de captura documentado (incluyendo los individuos recapturados) es de 19% para el área asociada a los hábitats encontrados en el área del llano costero y de 70% para el área asociada a los hábitats encontrados en el área de la plataforma caliza. Un 81% de los individuos capturados se encontraban en etapa adulta (11 hembras y 23 machos) mientras que 7 juveniles (3 machos y 4 hembras) han sido capturados. Por otra parte, el peso promedio de los cerdos asilvestrados machos y hembras capturados fue 31 Kg. y 26.93 Kg, respectivamente. Al comparar entre factores y características tales como género y peso con las distintas asociaciones de hábitats (llano costero vs. plataforma caliza) existentes en la Reserva no se encontró diferencia significativa entre los mismos ( $F_3 = 1.903$ ;  $P = 0.147$ ). Los datos documentados de captura y recaptura son aún preliminares y muy limitados, por lo que en estos momentos no se pueden realizar inferencias concretas y científicamente acertadas sobre la densidad poblacional de esta especie en la Reserva Natural de la Isla de la Mona y Monito. En los próximos meses se continuará colectando datos de captura y recaptura para crear una base lo suficientemente representativa como realizar análisis e inferencias científicamente acertados que permitan al DRNA establecer prácticas de manejo, que aumenten la participación de la comunidad de cazadores, pero a su vez proteja los elementos sensitivos encontrados en la Reserva y que pueden ser afectados por esta especie exótica invasora.

## BENCHMARK

Intensidad de la caza deportiva de cabros y cerdos asilvestrados como control del efecto adverso de dichas poblaciones en la biodiversidad nativa y los hábitats naturales de la Isla de la Mona.



## LIMITACIONES DEL INDICADOR

Es importante mencionar que, de la información obtenida de estadísticas de caza, no se pueden desprender estimados poblacionales directos y precisos, sino indirectos como medida para realizar inferencias de frecuencia. De esta información, se pueden observar variaciones o tendencias de remoción de individuos en función al esfuerzo invertido por los cazadores a través del tiempo. Este factor hace necesario realizar estimados poblacionales actuales de cabros y cerdos asilvestrados para determinar posibles efectos precisos en los tamaños poblacionales de ambas especies en la Isla de la Mona.

Con excepción de la temporada del 2010, el número de cazadores durante las últimas seis temporadas de caza deportiva ha disminuido. Dos causas principales para esta reducción pueden ser: 1) el aumento en el costo de transportación marítima, y 2) la disponibilidad de transportación marítima. Los costos de vida han aumentado en los últimos años (precio del combustible), y por ende, los costos en la transportación. No todos los cazadores cuentan con los recursos económicos para sufragar los gastos de transportación y participar en la actividad de caza en la Isla de la Mona. Por otro lado, la mayor parte de los cazadores dependen del transporte marítimo hacia dicha Isla por lancheros privados certificados por la Guardia Costera. Estos lancheros, a su vez, operan mediante un contrato con el DRNA, agencia que le provee la concesión de transporte de pasajeros hacia la Isla. Actualmente, solo dos lancheros cuentan con contratos de concesión del DRNA para el transporte de visitantes a la Isla de la Mona. Al momento, la situación de transportación no ha afectado de forma negativa el control poblacional de cerdos y cabros asilvestrados, pues el número de presas removidas y el número de cazadores participando no refleja alteraciones considerables a la tendencia previa inmediata.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Indirectamente, la caza puede ser considerada como una técnica de manejo para mantener el control de tamaños poblacionales de especies asilvestradas en la Isla de la Mona. De esta forma se controlan problemas ecológicos mayores en este ecosistema tales como alteraciones físicas al suelo por remoción de la vegetación; herbivoría o depredación excesivas; impacto adverso directo a especies particulares de flora y fauna nativas o endémicas de especial valor patrimonial, entre otros. En la Isla de la Mona, la presión de caza por parte de los cazadores deportivos ha estado dirigida hacia la población de cabros, siendo ésta la especie preferida en cada temporada. El DRNA debe evaluar el modo de aumentar el interés del cazador en la captura de una mayor cantidad de cerdos mediante incentivos efectivos.

La información de tendencia de caza deportiva y la información de la ecología de cabros y cerdos asilvestrados en la Isla de la Mona son muy valiosas tanto para los cazadores deportivos como para el manejo de esta Reserva Natural. Con el conocimiento características poblacionales de estas especies el cazador deportivo puede aumentar su éxito de captura de presas. A su vez, esta información le permite al DRNA evaluar los posibles efectos (positivo, negativo o neutral) sobre las comunidades de flora y fauna dentro de los diferentes tipos de hábitat más frecuentados por las especies.

## INDICADOR: ESTIMADOS POBLACIONALES DE ESPECIES CINEGÉTICAS (PALOMAS Y TÓRTOLAS; AVES ACUÁTICAS) TIPO I

### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

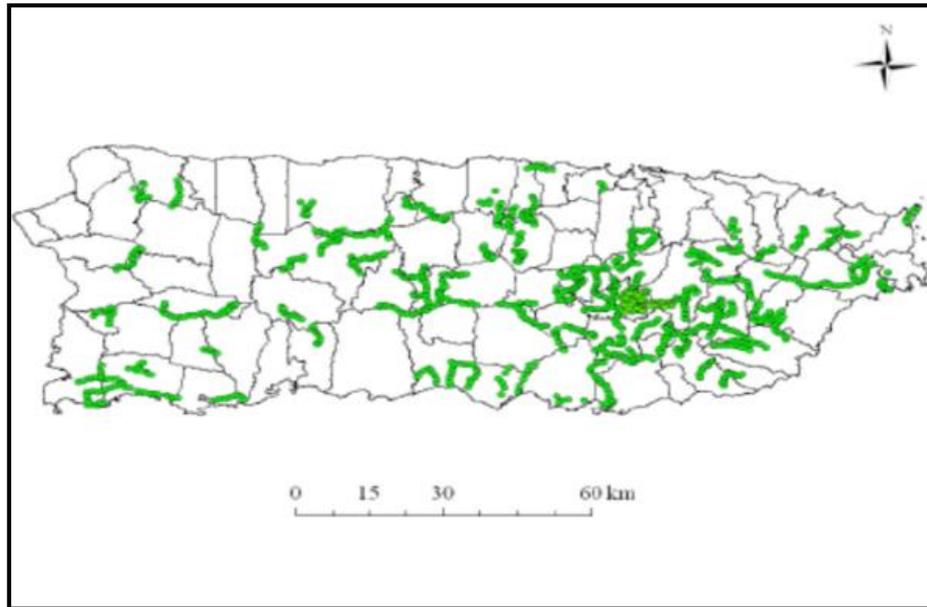
La Ley 241 del 15 de agosto de 1999, (según enmendada), Nueva Ley de Vida Silvestre y sus reglamentos, regulan la actividad de cacería en Puerto Rico. La cacería de colúmbidos (palomas y tórtolas) cuenta en la Isla con alrededor de 4,000 usuarios y 795 para la actividad de acuáticos. Mediante este indicador se estima los niveles poblacionales de especies de colúmbidos y otras especies de aves de hábitos acuáticos, todas ellas de interés para la caza (cinegéticas) en Puerto Rico. Presenta datos estadísticos de cosecha de estas especies.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Tanto para colúmbidos como para aves acuáticas se realizan conteos de puntos (*“point count transects”*). Cada estación es muestreada en un intervalo de seis minutos donde se anotan todos los individuos vistos o escuchados. Se anotan las distancias radiales de los individuos que fueron

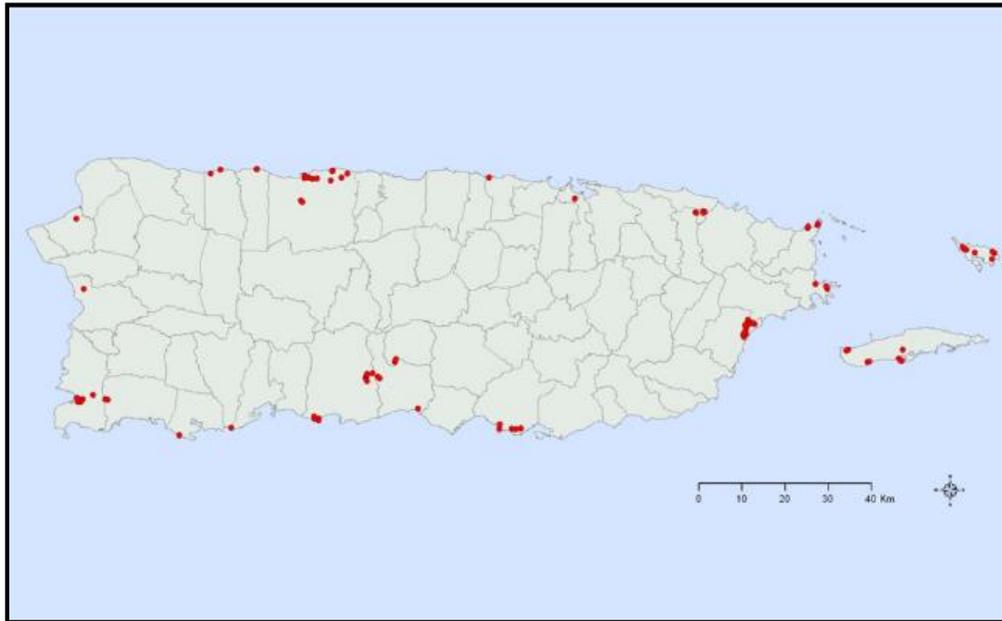
observados, además de otros datos ancilares (Ej., vegetación, disturbios, disponibilidad de alimento, etc.). En los conteos se incluyen especies cinegéticas como las no cinegéticas.

FIGURA 9 MAPA ILUSTRANDO LAS ESTACIONES DE CONTEOS DE COLÚMBIDOS EN PUERTO RICO



Puerto Rico cuenta con 10 especies nativas de colúmbidos, de las cuales hay cuatro en las que está permitida su cosecha (caza): tres especies de tórtolas del género *Zenaida* sp. y una paloma del género *Patagioenas*. Para los estimados poblacionales de colúmbidos tenemos 1,202 estaciones de conteos alrededor de la Isla, incluyendo Vieques, Culebra e Isla de Mona. Estas estaciones cubren 73,109 hectáreas de áreas agrícolas, zonas rurales, urbanas, bosques estatales, reservas naturales y refugios de vida silvestre. Mediante encuestas escritas y telefónicas obtenemos las estadísticas de cosecha de colúmbidos. A cada cazador que compró el sello (*permit*) para la temporada de cacería de palomas y tórtolas, se le envía por correo una encuesta y sobre predirigido. En la encuesta cada cazador anota su actividad de cacería durante la temporada en curso y la envía una vez haya terminado la temporada. Además, se le solicita otra información, como horario de caza, municipios dónde cazó y presas perdidas, entre otras.

FIGURA 10 MAPA ILUSTRANDO LAS ESTACIONES DE CONTEOS DE AVES ACUÁTICAS EN PUERTO RICO



Para aves acuáticas existen 97 estaciones de conteo en 60 humedales a nivel isla. Estas estaciones cubren 2,186 hectáreas de humedales herbáceos, manglares, lagos de retención de agua y lagunas que son remanentes de procesos agrícolas. Nuestro interés principal son las especies acuáticas nativas, también incluimos especies migratorias. Para obtener los datos de cosecha, se realizan entrevistas a cazadores en las áreas tradicionales de cacería de aves acuáticas (incluyendo las Reservas Naturales de Humacao y de Boquerón). En estas entrevistas se cotejan los individuos cazados para su identificación, sexo y edad (juvenil o adulto). Además, se obtiene el horario de caza para estimar el esfuerzo diario.

Estos datos son manejados por el DRNA, a través del Proyecto W-21, *Monitoring of Gamebird Species in Puerto Rico*, que lleva a cabo la División de Recursos Terrestres, adscrita al Negociado de Pesca y Vida Silvestre.

## MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

El programa Distance 6.0 ([http: www.ruwpa.st-an.ac.uk/distance](http://www.ruwpa.st-an.ac.uk/distance)) es utilizado para estimar los números poblacionales. Otros programas estadísticos, entre éstos el SAS 9.1 (Resampling Stats, Inc., Arlington, VA) y el programa **R**, versión 2.13.0 (<http://www.r-project.org/>) se utilizan para el análisis de las tendencias de abundancia y de cosecha. La densidad es estimada como:

$$\hat{D} = n \hat{h}(0|\mathbf{z}_i) \bar{s} / 2\pi k$$

donde  $\hat{D}$  = número de individuos por hectárea;  $n$  = número de individuos o grupos de individuos;  $\hat{h}(0|\mathbf{z}_i)$  = pendiente de la densidad estimada en función de las distancias radiales  $\hat{f}(r)$ , evaluada en  $r = 0$ ; y para la cual las covariables ( $\mathbf{z}_i$ ) fueron anotadas;  $\bar{s}$  = el promedio de la muestra utilizado como estimador no sesgado del promedio del tamaño de las bandadas;  $k$  = cantidad de estaciones muestreadas.

Las estaciones de conteos de colúmbidos están distribuidas de la siguiente manera: 217 estaciones en la zona seca para un 18.05%; 238 estaciones en zona mojada para un 19.80%; y 747 estaciones en zona húmeda para 62.15%. En conteos de aves acuáticas cubrimos un área de 2,022 hectáreas alrededor de la Isla.

Para estimar la cosecha total (TH), presas perdidas (CL) y caza total (TK) se utiliza lo siguiente:

TH = ( $\bar{x}$  núm. de ind./especies / salidas caza) ´ (cantidad de cazadores de colúmbidos o acuáticas) ´ ( $\bar{x}$  núm. de viajes de caza/temporada);

CL = (núm. de ind. /especies no recuperadas) , (núm. de ind./especie no recuperadas + recuperadas)

TK = (TH) + (TH ´ CL)

Se han modelado la dinámica poblacional de los colúmbidos con una forma discreta de la ecuación logística con la cosecha (sept-nov) que ocurre luego del pulso reproductivo (abril-junio),

$$\hat{N}_{t+1} = \hat{N}_t + r\hat{N}_t(1 - [\hat{N}_t/K]) - \hat{H}_t,$$

donde  $r$  es la razón de crecimiento máximo intrínseco,  $K$  es la capacidad de acarreo de la población,  $\hat{N}_t$  y  $\hat{H}_t$  son respectivamente los estimados de abundancia y cosecha total en el año  $t$ . Estimamos la abundancia utilizando los estimados de densidad (Por ejemplo,  $\hat{N}_t = \hat{D}_t A$ ; donde  $A = 749,000$  ha). La cosecha total, incluyendo individuos no recuperados (“cripling loss”), fue estimada de muestras al azar de cazadores de colúmbidos contactados a través del sondeo de alas, encuestas y entrevistas telefónicas (ej., 586 de 3,913 cazadores en 2011). De esta fuente de datos de cacería no tenemos disponibles medidas de variabilidad para los estimados de cosecha total. Añadimos  $0.1 \hat{N}_t$  a la cosecha total de especies de caza y no caza para incluir la cacería ilegal en los estimados. Aunque no hay datos disponibles, es conocido que la cacería ilegal ocurre, inclusive en áreas protegidas.

Assumiendo una densidad linealmente dependiente, obtenemos los siguientes parámetros de manejo:

$$\hat{h}_{msy} = \hat{r}/2$$

$$\hat{N}_{msy} = \hat{K}/2$$

$$\hat{H}_{msy} = \hat{r}\hat{K}/4$$

Donde  $\hat{h}_{msy}$  es la razón de cosecha asociada al rendimiento máximo sostenible (MSY),  $\hat{N}_{msy}$  y  $\hat{H}_{msy}$  son respectivamente la abundancia y la cosecha total relacionadas con  $\hat{h}_{msy}$ . Assumimos que la cacería y las causas naturales de mortalidad fueron aditivas y que las poblaciones de colúmbidos son cerradas a emigración e inmigración. Sin embargo, basado en nuestras formulaciones del modelo discreto logístico, admitimos que hay una respuesta compensatoria a través de un crecimiento poblacional dependiente de la densidad.

Donde  $\hat{h}_{msy}$  es la razón de cosecha asociada al rendimiento máximo sostenible (MSY),  $\hat{N}_{msy}$  y  $\hat{H}_{msy}$  son respectivamente la abundancia y la cosecha total relacionadas con  $\hat{h}_{msy}$ . Assumimos que la cacería y las causas naturales de mortalidad fueron aditivas y que las poblaciones de colúmbidos son cerradas a emigración e inmigración. Sin embargo, basado en nuestras formulaciones del modelo discreto logístico, admitimos que hay una respuesta compensatoria a través de un crecimiento poblacional dependiente de la densidad.

TABLA 20 DENSIDAD PROMEDIO ( $\bar{D}$ ) 1986-2012 PARA LAS ESPECIES DE COLÚMBIDOS DE INTERÉS

ESPECIE	D (ind/ha)	95% int conf
Paloma turca	0.336	0.281 – 0.386
Tórtola cardosantera	0.832	0.752 – 0.918
Tórtola aliblanca	0.611	0.399 – 0.827
Tórtola rabilarga	0.070	0.047 – 0.096
Paloma sabanera	0.034	0.025 – 0.044
Paloma cabeciblanca	0.054	0.042 – 0.065

TABLA 21 ESTIMADOS DE DENSIDAD (D) Y TAMAÑO DE LA POBLACIÓN (N) EN EL ÁREA DE MUESTREO (2,186 HA) PARA ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS EN PUERTO RICO DURANTE AGOSTO-OCTUBRE 2011

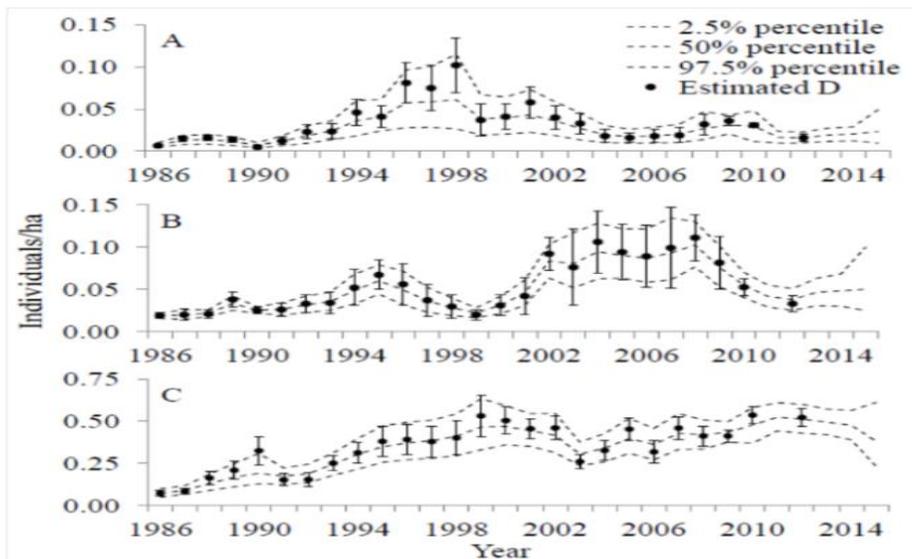
ESPECIE	D (ind./ha)	SE	N	SE
Pato quijada colorada	0.85	0.48	1,069	276
Pato chorizo	0.72	0.09	898	108
Gallinazos	3.21	0.65	3,938	303
Gallareta común	5.02	0.97	6,457	1,244
Pato zarcel	0.75	0.23	928	282

TABLA 22 ESTIMADOS DE LA COSECHA (CAZA) DE AVES ACUÁTICAS DESDE EL 1999-2010<sup>A</sup>

	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12
Pato Zarcel	1,812	1,142	733	695	916	1,822	3,671	1,074	531	1,208	1,946	2,538
Gallaretas	724	709	520	525	650	742	472	339	229	504	818	813
Becasinas	616	15	65	248	205	137	238	48	107	83	7	19
Cabeciblanco	0	0	0	2	3	0	0	2	1	0	5	4
Pechiblanco	21	0	32	130	22	47	26	30	15	25	42	50
Cuchareta	2	0	0	0	3	4	0	0	1	6	0	4
Aliverde	24	4	17	15	3	11	2	5	8	8	2	6
Acollarado	40	2	0	6	15	13	3	10	4	8	28	23
Pescuecilargo	0	7	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0
Pato Negro	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Total Estimado	3,239	1,879	1,367	1,623	1,818	2,778	4,412	1,508	896	1,842	2,848	3,461
Sellos Vendidos	1,216	854	784	718	600	615	638	661	944	515	684	795
Cazadores Contactados	517	387	265	332	378	283	357	329	366	305	367	366
Entrevistas	1,207	992	759	930	1,103	980	1,216	936	1219	950	1,302	1,174
Viajes X Temporada	2.33	2.56	2.86	2.8	2.92	3.46	3.4	2.85	3.31	3.11	3.55	3.21
Presas X Cazador	2.39	2.02	1.55	2.05	2.8	3.98	6.22	2.12	2.5	3.2	3.76	3.91

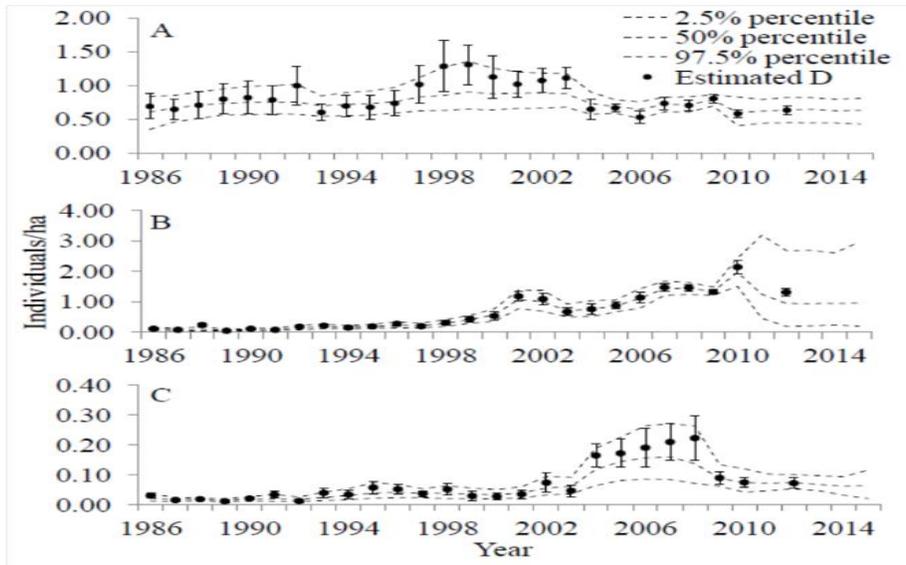
- a. Estimados fueron calculado utilizando las ventas del Federal Duck Stamp hasta la temporada 2003-04
- b. A partir de la temporada 2004-05 los estimados fueron calculados utilizando la venta del sello del DRNA

GRÁFICA 31 MODELO ESPACIO – TIEMPO BAYESIANO DE DENSIDADES ESTIMADAS PARA PALOMAS



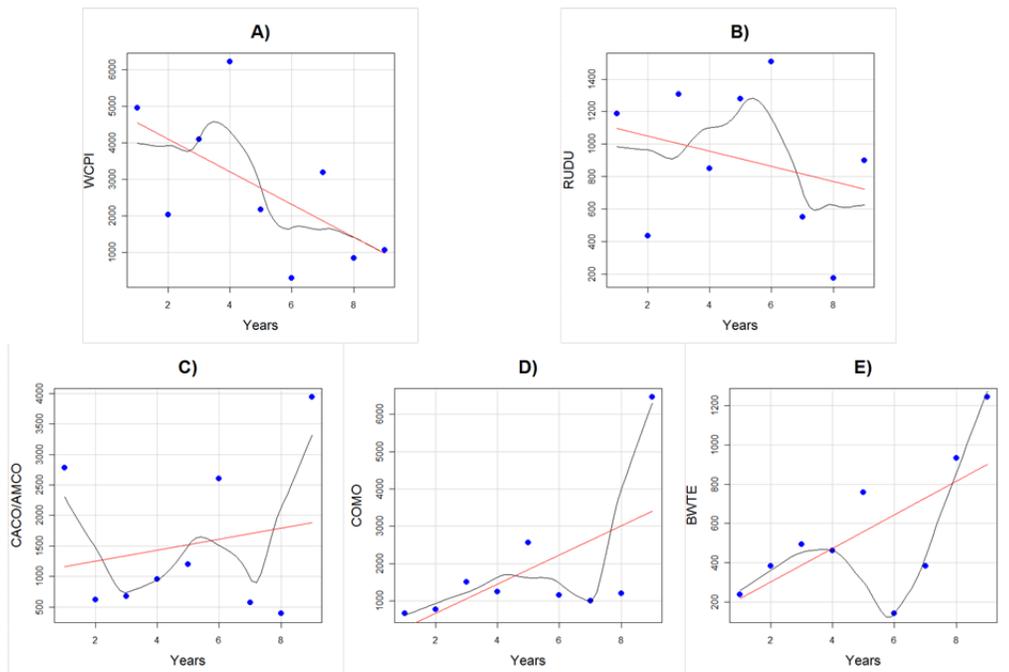
Densidad estimada  $\pm$ SE (puntos negros con líneas verticales) y el modelo espacio-tiempo Bayesiano de densidades estimadas con el 95% intervalo credibilidad (líneas entrecortadas) para (A) palomas sabaneras, (B) palomas cabeciblancas y (C) palomas turcas en Puerto Rico entre abril-junio 1986-2015.

GRÁFICA 32 MODELO ESPACIO-TIEMPO BAYESIANO DE DENSIDADES ESTIMADAS POR TÓRTOLAS



Densidad estimada  $\pm$ SE (puntos negros con líneas verticales) y el modelo espacio-tiempo Bayesiano de densidades estimadas con el 95% intervalo credibilidad (líneas entrecortadas) para (A) tortolas cardosanteras, (B) tortolas aliblancas y (C) tortolas rabilargas en Puerto Rico entre abril-junio 1986-2015.

GRÁFICA 33 CRECIMIENTO DE LAS TÓRTOLAS POR AÑO



## ANÁLISIS

En el 2003 se realizó una modificación a la cantidad de individuos permitidos para la cacería. Se aumentó la cuota diaria de 10 tórtolas/día/cazador a 15 tórtolas/día/cazador, pero con un límite de tres individuos de tórtola rabilarga (*Zenaida macroura*) dentro de la cuota total diaria. Esta medida de manejo adaptativo ha tenido un efecto positivo ya que se ha visto un aumento en la población de tórtolas rabilargas (Gráfica 33, página 104). La población de la tórtola cardosantera (*Zenaida aurita*), aunque mantiene números saludables, está presentando una tendencia negativa (Tabla 20, página 102). Pensamos que esto se deba a una combinación de factores como la caza, pérdida de hábitat y/o competencia con la tórtola aliblanca (*Zenaida asiatica*). Esta última utiliza los mismos recursos que la tórtola cardosantera y está mostrando un crecimiento poblacional exponencial. Por estas razones, en el 2009 se presentó ante el Concilio de Aves Migratorias un cambio en la cuota diaria para las tórtolas por un periodo de tres años. Nuestras recomendaciones fueron aceptadas e incluía un aumento para la temporada del 2009 en la cuota diaria en el agregado de tórtolas. La misma aumentó a 20 individuos por día, pero un límite diario de 3 tórtolas rabilargas y 10 tórtolas cardosanteras.

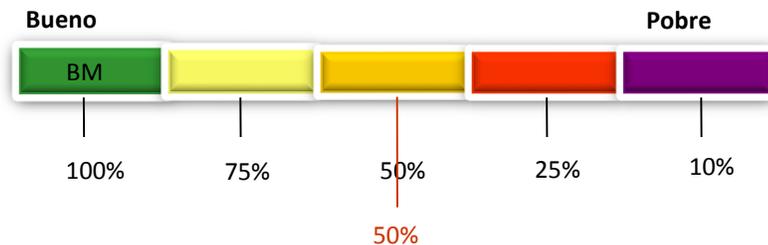
De esta manera estamos disminuyendo la presión de caza en la tórtola cardosantera mientras que estamos controlando otra especie (aliblanca) que compite y que está aumentando exponencialmente. Con estos trabajos y cambio en regulaciones somos pioneros en el Caribe y Latinoamérica en lo que a manejo de vida silvestre adaptativo se refiere. Dentro de nuestros análisis incluimos dos especies de palomas protegidas, la paloma cabeciblanca (*Patagioenas leucocephala*) y la paloma sabanera (*P. inornata*). La paloma cabeciblanca se debe considerar una especie vulnerable y de importancia de conservación. Más estudios con esta especie son necesarios, como estudios de movimientos utilizando radio telemetría, entre otros. La paloma sabanera presenta una población bien variable con unas densidades bajas, se debe mantener listada como en peligro de extinción, su monitoreo debe seguir anualmente y medidas urgentes deben ser tomadas para su manejo y conservación.

La pérdida de humedales por desarrollos industriales, actividades agrícolas no cónsonas con el lugar, la calidad del agua, la contaminación, la depredación y la falta de disponibilidad de alimento son algunas de las causas por las cuales especies nativas como el pato chorizo (*Oxyura jamaicensis*), el pato enmascarado (*Nomonyx dominica*), y la chiriría nativa (*Dendrocygna arborea*) tengan una densidad poblacional tan baja (Tabla 21, página 102). De nuestros datos se desprende que, de las aves acuáticas nativas, la gallareta común (*Gallinula chloropus*) fue la más abundante con  $6,457 \pm 1,244$  individuos en el área de muestreo.

Las especies acuáticas permitidas para la caza son en su mayoría migratorias, siendo la gallareta común (*Gallinula chloropus*) la única especie nativa. Entre 2005-2011, se entrevistaron entre 82 a 367 cazadores. El pato zarcel (*Anas discors*) y la gallareta común han sido las especies más cazadas entre 2005-2011.

## BENCHMARK

Aumento deseable en cuotas de caza como medida de mantenimiento de las poblacionales de especies cinegéticas (colúmbidos) que lo requieren.



El benchmark se estableció basado en el por ciento de aumento a la actual cuota de caza de agregado de tórtolas por cazador por día (el doble del actual) como medida de manejo dirigida a lograr patrones de estabilidad en todas las poblaciones de las especies censadas.

## LIMITACIONES DEL INDICADOR

El indicador incluye mayor cantidad de datos para colúmbidos que para aves acuáticas.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

1. Las prácticas de caza de colúmbidos, conforme las cuotas permitidas al presente a base del manejo adaptativo aplicado, reflejan tendencias particulares por especie censada:
  - a. Estabilidad (números saludables) con tendencias de crecimiento en poblaciones de: la paloma turca y la tórtola aliblanca (ésta última muestra crecimiento exponencial).

- b. Estabilidad (números saludables) pero con una tendencia de decrecimiento a partir de 2007 en poblaciones de: la tórtola cardosantera (se estima que por pérdida de hábitat, intensidad de caza y competencia con la tórtola aliblanca).
  - c. Inestabilidad (números bajos) pero con tendencia de crecimiento a partir del 2003 en poblaciones de: tórtola rabilarga (como respuesta a reducción en cuota de caza permitida por el DRNA).
2. Los estimados poblacionales de especies de aves acuáticas nativas en estado crítico (el pato chorizo, el pato enmascarado y la chiriría nativa), a pesar de permanecer vedadas a la caza, permanecen con tendencia a cantidades bajas; se estima que las razones son:
    - a. la pérdida de humedales por desarrollos industriales
    - b. las actividades agrícolas no cónsonas con el lugar
    - c. la calidad de agua afectada por la contaminación
    - d. la depredación
    - e. la falta de disponibilidad de alimento
  3. Las especies acuáticas permitidas para la caza lo son, en su mayoría, especies migratorias con la excepción de la gallareta común; ésta, junto al pato zarcel (migratorio), resultan las especies de aves acuáticas de mayor intensidad de caza conforme los datos disponibles
  4. Se mantendrá hasta el 2015 la cuota diaria por cazador de 5 individuos de palomas turcas y en el agregado de tórtolas de 20 individuos por día (prospectivo), pero un límite diario de 3 tórtolas rabilargas y 10 tórtolas cardosanteras. De esta manera disminuiría la presión de caza en la tórtola cardosantera mientras que se controlaría otra especie (la tórtola aliblanca) que compite y que está aumentando exponencialmente.
  5. Se recomienda también mantener la veda a la caza de las siguientes especies de aves acuáticas nativas: el pato chorizo, el pato enmascarado y la chiriría nativa.
  6. Se recomienda mantener a la paloma sabanera en su estatus de peligro de extinción. Además, se recomienda que se considere a la paloma cabeciblanca como una especie vulnerable (siguiendo los estándares de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

## 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 en el presente Informe Ambiental 2011.

## 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 aquellas acuáticas. Puede observarse que durante el 2011 no se reflejan cambios con respecto al 2010.

TABLA 23 ESPECIES TERRESTRES

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

TABLA 24 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	19

Durante el 2011 estuvo en curso un proceso judicial en torno a la posible impugnación de la designación del Hábitat Natural Crítico Esencial para el coquí llanero (*Eleutherodactylus juanriveroi*). Dicha designación en la jurisdicción estatal, vigente a partir del 2007, fue realizada con el fin de brindar legalmente la protección a dicho hábitat. El hábitat ubica en el Municipio de Toa Baja y consiste de un humedal herbáceo de agua dulce en donde únicamente se ha detectado hasta el momento la especie de anfibio endémica implicada. El pleito fue articulado mediante recursos *certioraris* radicados en el Tribunal Supremo por la Administración del Municipio de Toa Baja y por la empresa Sabana Seca Land Management<sup>12</sup> y están basados en alegatos de naturaleza procesal del proceso administrativo que caracterizó la designación efectuada. Concurrentemente, durante el 2011 el DRNA pudo completar las labores de preparación de un Plan de Recuperación para el coquí llanero (*Eleutherodactylus juanriveroi*), en atención a la Sección 4.07 del Reglamento 6766 del DRNA<sup>13</sup>.

Permanece la vigencia durante el 2011 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 Rico, sin incluirse las plantas<sup>14</sup>. 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 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

<sup>12</sup> 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.

<sup>13</sup> Véase: Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

<sup>14</sup> Véase: Department of Natural and Environmental Resources 2005. Puerto Rico Comprehensive Wildlife Conservation Strategy. Report 164 p.

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 incluirlos no se ha realizado aún, pero representaría un aumento de dos (2) especies en la categoría de CR, seis (6) bajo VU y dos (2) en EN.

TABLA 25 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 Marinos	3	0	2	14	7	26
Total	22	17	21	135	10	205

**Presentados en la Estrategia Abarcadora para la Vida Silvestre como Especies con la Necesidad más Grande de Conservación. Las plantas no fueron incluidas por tecnicismos del programa.**

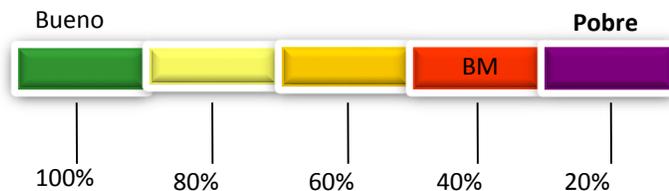
La protección legal lograda previamente mediante designaciones previas por agencias federales a especies coralinas presentes en las aguas marinas jurisdiccionales de Puerto Rico permaneció vigente durante el 2011. Esto incluye las designaciones de especie en peligro de extinción y la designación de hábitat crítico, efectuadas desde el 2006 y el 2008, respectivamente, para dos especies de corales: cuerno de alce (*Acropora palmata*) y cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*) por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) y por el Servicio Nacional de Pesquería (NMFS, por sus siglas en inglés). Aunque presentes en mares tropicales, la distribución de estas especies de invertebrados marinos incluye las aguas territoriales de Puerto Rico y sus islas y cayos jurisdiccionales, hábitats que quedaron incluidos en esta designación. 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 Reglamento 6766<sup>15</sup> 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

<sup>15</sup> Por virtud del 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.

labor ministerial del DRNA puede hacer uso del rigor de la fuente reglamentaria mencionada para velar por la conservación de estas especies coralinas en nuestras aguas territoriales como el lagartijo del seco (*Anolis cooki*). La designación del Hábitat Natural Crítico Esencial del coquí llanero (*Eleutherodactylus juanriveroi*) que entró en vigor durante el 2007 ha sufrido riesgo de impugnación a base de alegatos procesales por parte de entidades públicas y privadas en un pleito que se ventiló durante el 2011 en el Tribunal Supremo de Puerto Rico sin que se adjudicara el mismo durante el transcurso de dicho año.

## 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 cinco 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 (*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 cinco 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 ave mariquita de Puerto Rico (*Agelaius xanthomus*) y tortugas marinas de varias especies, entre otras, el carey (*Eretmochelys imbricata*) y el tinglar (*Dermochelys coriacea*).

## CONCLUSIÓN 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*). Las inclusiones, aunque ocurridas previo al 2011, fueron reportadas anteriormente en el informe del 2010 del indicador que nos ocupa. Por lo tanto, de las especies recomendadas por la comunidad científica, desde que entró en vigencia el mencionado Reglamento, han sido designadas tres especies:

- El coquí llanero o *Eleutherodactylus juanariveroi*, y las especies de coral cuerno de alce o *Acropora palmata* y cuerno de ciervo o *Acropora cervicornis*. Además, fue designado el habitáculo del coquí llanero como Hábitat Natural Crítico Esencial, pese a que se ventila durante el 2011 un pleito en el que se persigue impugnar dicha designación. 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 cinco años desde la fecha de vigencia en el 2004. Este contempla trabajar al menos un 40% (Benchmark) de las 17 especies sometidas o consideradas ante el DRNA como candidatas.



## ÁREAS DE VALOR NATURAL PROTEGIDAS

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

#### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador se refiere a la extensión de terrenos protegidos legalmente 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), aunque incluye a otras entidades privadas con la misión de proteger sus recursos naturales. 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 los bosques nacionales (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 DRNA), los refugios de vida silvestre estatales, los refugios de vida silvestre federales, los parques nacionales (federal), los parques nacionales (estatales) y otros terrenos de tenencia privada administrados por el FCPR o por otras ONG y cuyos terrenos 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 al Servicio Forestal Federal adscrito al Departamento de Agricultura Federal (USDA-FS por sus siglas en inglés), y el Servicio Nacional de Parques adscrito al Departamento de lo Interior Federal (NPS por sus siglas en inglés). Por su parte, algunas de las ONG implicadas, 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.

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) mantiene una base de datos de dichas áreas 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.

Se estima que aproximadamente el 8% de nuestros terrenos emergidos y el 27% de las aguas jurisdiccionales y terrenos sumergidos se encuentran protegidos mediante acciones administrativas o por legislación<sup>16</sup>. 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.

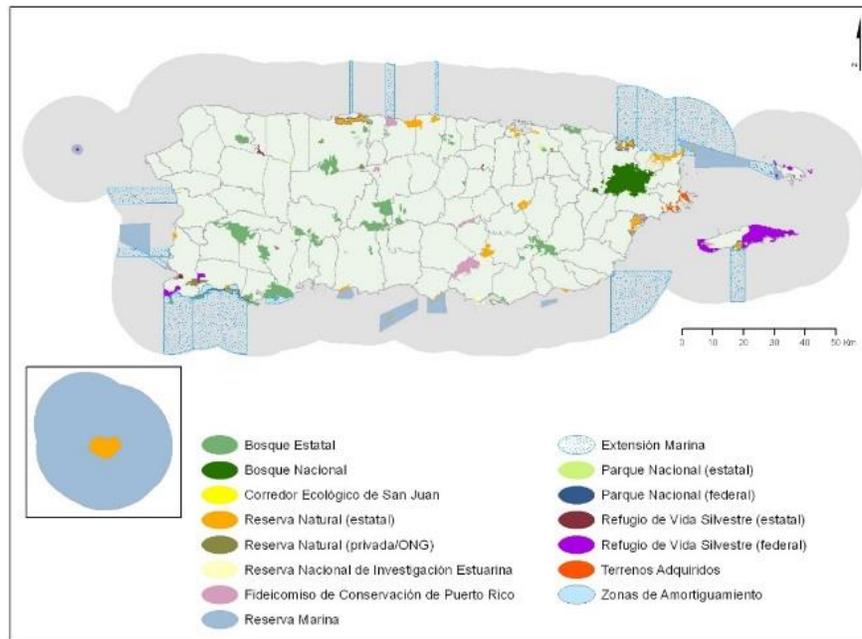
---

<sup>16</sup> Datos de la Tarea de Áreas Naturales Protegidas del Programa de Manejo de la Zona Costanera, DRNA, 2011.

## ANÁLISIS

Tomando en cuenta las clasificaciones antes mencionadas, se calculó la cabida para cada una de ellas durante los años 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011. La medida de área utilizada fue kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>) y su conversión a cuerdas, permitiendo esto 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 nueve millas náuticas de la costa.

FIGURA 11 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 15 tipos de Áreas Naturales Protegidas (13 terrestres y 2 marinas), independientemente de los mecanismos de manejo establecidos en las mismas.**

TABLA 26 DESGLOSE DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS TERRESTRES PARA EL AÑO 2011

CLASIFICACIÓN DE MANEJO EN ÁREAS TERRESTRES	CABIDA (KM <sup>2</sup> )	CUERDAS
Bosques Estatales	259.1	65,915.3
Bosque Nacional El Yunque	114.3	29,078.3
Corredor Ecológico de San Juan	1.4	366.9
Reservas Naturales (estatales)	141.9*	39,464.6
Reservas Privadas (ONG)	13.3	3,380.5
Reserva Nacional de Investigación Estuarina	5.9	1,499.4
Refugios de Vida Silvestre Estatal	6.9	1,752.1
Refugios de Vida Silvestre Federal	93.2	23,715.6
Parques Nacionales Federales	0.3	81.5
Parques Nacionales Estatales**	0.7	652.6
Terrenos Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico	63.0	16,030.2
Terrenos federales transferidos a agencias estatales	12.0	3,040.5
Zonas de Amortiguamiento	28.5	7,256.3
<b>TOTAL</b>	<b>755.5</b>	<b>192,233.8</b>

\*Esta cifra no incluye la Reserva Natural del Centro Geográfico de Puerto Rico (declarada mediante la Ley Núm. 27 de 8 de junio de 2009) ya que la extensión de la misma aún no ha sido determinada. Debido a que la RN Cabezas de San Juan y la RN Seven Seas ya estaban designadas previo a la nueva designación de la RN Corredor Ecológico del Noreste, la cabida de las mismas fue excluida de la cabida total de RNCEN para evitar la duplicidad en el cálculo.

\*\*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.).

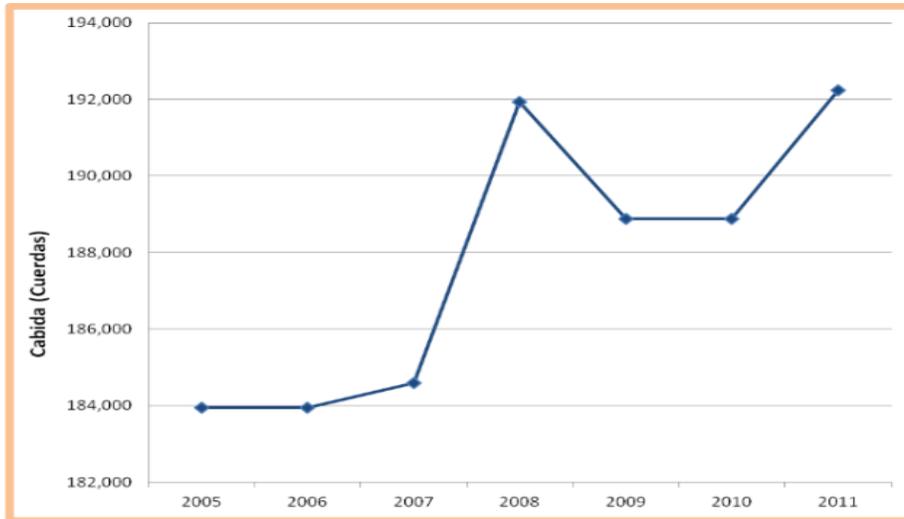
TABLA 27 DESGLOSE DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS MARINAS PARA EL AÑO 2011

CLASIFICACIÓN DE MANEJO EN ÁREAS MARINAS	CABIDA (KM <sup>2</sup> )	CUERDAS
Reservas Naturales Marinas	2,082.57	529,861.81
Extensión Marina de Reserva Natural	1,462.91	372,204.44
<b>TOTAL</b>	<b>3,545.48</b>	<b>902,066.25</b>

Finalmente, para cada una de estas categorías se determinó el establecimiento de nuevas áreas de protección entre los años 2005 y 2011. A finales del 2005 existían 183,943.43 cuerdas de terrenos

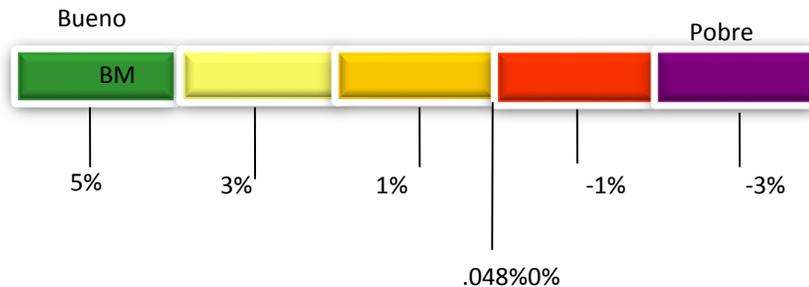
emergidos protegidos; durante el 2011 la extensión de terrenos protegidos fue de 192,233.80 cuerdas. Durante este periodo se incluye la designación de las siguientes nuevas Reservas Naturales: Corredor Ecológico del Noreste, Área Natural Punta Cucharas en Ponce, Ciénaga Las Cucharillas en Cataño, Punta Viento en Patillas, Cerro Planadas en Cayey-Salinas y la adquisición de cayos (Cayos De Barca) a ser manejados como parte de la Reserva Nacional de Investigación Estuarina Jobos en Salina-Guayama, y gran parte de los terrenos para conservación de la otra Base Naval Roosevelt Roads en Ceiba-Naguabo transferidos por el Gobierno Federal al Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

GRÁFICA 34 CAMBIO EN ÁREA TOTAL DE SUPERFICIE DENTRO DE PUERTO RICO BAJO ANP'S 2005-2011



## 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* se determinó basado en la proyección del establecimiento prospectivo de áreas naturales protegidas en la totalidad del *Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación*<sup>17</sup> en un periodo de 20 años, de tal manera que anualmente se logre establecer dicho objetivo en el 5% del territorio incluido como parte del *Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación*. Durante el 2011 se reporta un aumento de 0.48% en el establecimiento de nuevas áreas naturales protegidas. Al presente, solo el 27.45% de la totalidad del *Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación* está compuesto por Áreas Naturales Protegidas.

## 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

## CONCLUSIÓN 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

<sup>17</sup> 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 agosto de 1988, conocida como Ley del Programa de Patrimonio Natural. Estas áreas constituyen todo el territorio del país con meritos ecológicos para el establecimiento de Área Naturales Protegidas.

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.

## **INDICADOR: INTENSIDAD DE EXPLOTACIÓN DE LA PESCA COMERCIAL**

### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador provee información relacionada a los desembarcos de pesca comercial en Puerto Rico. Ayuda a conocer el status de las poblaciones de pesca comercial de peces y mariscos. Indica actividad de pesca, esfuerzo pesquero y tendencias en el uso de artes de pesca. Describe, además, el universo de la pesca comercial usando censos de pesca. Los recursos pesqueros son renovables pero están sobrepescados en el ámbito mundial, por lo tanto, esta información es indispensable para el sabio manejo de estos recursos. La información es usada principalmente por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), el programa de NOAA<sup>18</sup> Fisheries, universidades y por el público en general.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Los datos se presentan en cantidad de libras desembarcadas por especie de pesca comercial, por arte, centro pesquero, por municipio, por pescador y por año. Presenta también datos de captura por unidad de esfuerzo y datos de bioestadísticas por especie (talla y peso), composición de especies capturadas y esfuerzo pesquero. Además, incluye censos de pescadores comerciales, artes de pesca y embarcaciones, por año. El programa alcanza los 42 municipios costaneros incluyendo a Vieques y Culebra. Esta información es recopilada por el Programa de Estadísticas Pesqueras Comerciales del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del DRNA, donde está disponible la base de datos de desembarcos, bioestadísticas y censos. Hay datos y publicaciones desde 1969 hasta el presente.

---

<sup>18</sup> National Oceanic and Atmospheric Administration

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

Los datos recopilados de pesca comercial se entran en archivos digitales. El Investigador Principal procede a hacer tablas y figuras de los resultados para analizar los mismos. Informes anuales, informes finales y publicaciones son producidos con la interpretación de los datos. Análisis de varianza, Kolmogorov-Smirnov Test, y T test son usados entre otras pruebas de estadísticas.

TABLA 28 DESEMBARCOS TOTALES DE ESPECIES DE PESCA COMERCIAL EN LAS COSTAS DE PUERTO RICO REGISTRADOS EN EL DRNA DURANTE EL 2011 - PROGRAMA DE ESTADÍSTICAS PESQUERAS COMERCIALES

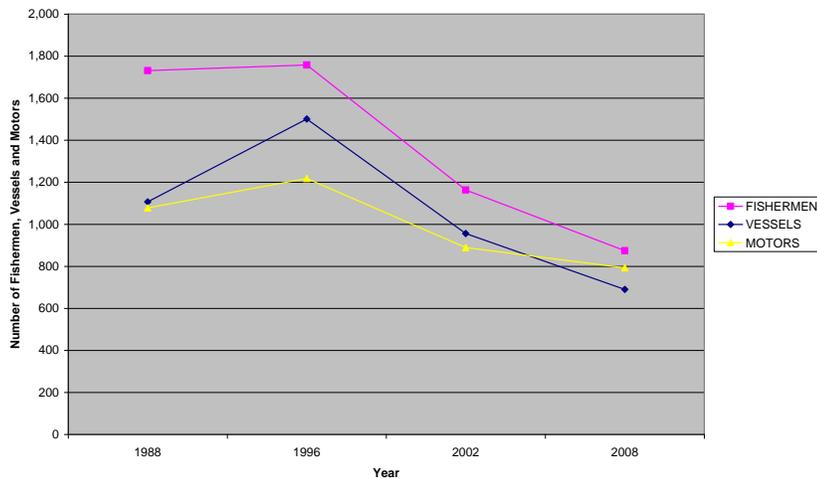
NOMBRES COMUNES EN ESPAÑOL E INGLÉS	GRUPOS TAXONÓMICOS	PESO TOTAL EN LIBRAS
<b>PECES</b>		
Atunes (tunas)	<i>scombridae</i>	
Atuncito ( blackfin tuna)		18,686
Vaca (little tunny)		5,466
Albacora (skipjack tuna)		14,560
Atún aletiamarillo (yellowfin tuna )		3,231
Sierra (cero mackerel)		11,639
Carite (king mackerel)		26,038
Atunes y sierras o carites (tunas & mackerels )		1,040
Petos (wahoo)		12,103
Categoría atunes ( tuna category)		356
Boquicolorado (white grunt)		14,488
Categoría roncós (grunt category)		5,843
Capitanes (hogfish)	<i>labridae</i>	29,958
Chapines (boxfishes)	<i>ostracidae</i>	27,716
Dorados (dolphinfish)	<i>coryphaenidae</i>	99,887
Gallos (squirrelfishes)	<i>holocentridae</i>	3,314
Jareas (mulletts)	<i>mugilidae</i>	10,458
Jureles (jacks)	<i>carangidae</i>	
Cojinúa blanca (bar jack)		1,4304
Jurel ojón (horse eye jack)		1,435

JUNTA DE CALIDAD AMBIENTAL

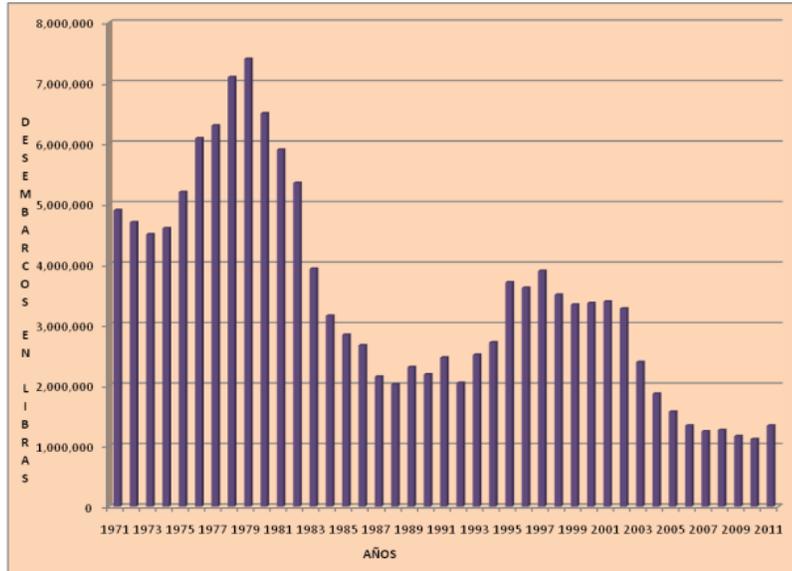
NOMBRES COMUNES EN ESPAÑOL E INGLÉS	GRUPOS TAXONÓMICOS	PESO TOTAL EN LIBRAS
Cojinúa amarilla (yellow jack)		648
Categoría jureles (jack category)		3,519
Peces loros (parrotfishes)	<i>scaridae</i>	19,495
Meros (groupers)	<i>serranidade</i>	
Mero mantequilla (coney)		2,401
Guasa (misty grouper)		6,892
Cherna criolla (nassau grouper)		260
Guajil colurrubio (yellowfin grouper)		802
Mero cabrilla (red hind)		22,676
Categoría meros (grouper category)		6,279
Mojarras	<i>gerreidae</i>	3,114
Chillos (snappers)	<i>lutjanidae</i>	
Alinegra (blackfin snapper)		5,104
Muniama (wenchman snapper)		6,006
Arrayado (lane snapper)		72,619
Sama (mutton snapper)		23,914
Cartucho (queen snapper)		174,968
Chillo (silk snapper)		92,719
Besugo (vermillon snapper)		5,932
Colirrubia (yellowtail snapper)		79,997
Categoría chillos (snapper category)		23,214
Peje puercos (queen triggerfish)	<i>balistidae</i>	32,298
Picúas (barracudas)	<i>sphyraenidae</i>	2,231
Plumas (porgies)	<i>sparidae</i>	9,530
Róbalos (snooks)	<i>centropomidae</i>	6,530
Salmonetes (goatfishes)	<i>mullidade</i>	3,310
Sardinas (sardines)	<i>clupeidae</i>	11,454

NOMBRES COMUNES EN ESPAÑOL E INGLÉS	GRUPOS TAXONÓMICOS	PESO TOTAL EN LIBRAS
Tiburones (sharks)	<i>Clase elasmobranchii</i>	9,379
Primera clase (first class)		479
Segunda clase (second class)		412
Otros peces (other fishes)		5,519
<b>Total peces</b>		<b>968,000</b>
<b>Moluscos y crustáceos (shellfish)</b>		
Carrucho (queen conch)	<i>MOLUSCA (GASTROPODA)</i>	161,415
Pulpo (octopus)	<i>MOLUSCA (CEPHALOPODA)</i>	19,088
Juey común (blue land crab)	<i>ARTHROPODA(CRUSTACEAE)</i>	4,737
Langosta (lobster)		178,545
Otros moluscos y crustáceos (other shellfish)		6,072
<b>Total de moluscos y crustáceos (total shellfish)</b>		<b>369,858</b>
<b>Gran total</b>		<b>1,337,858</b>

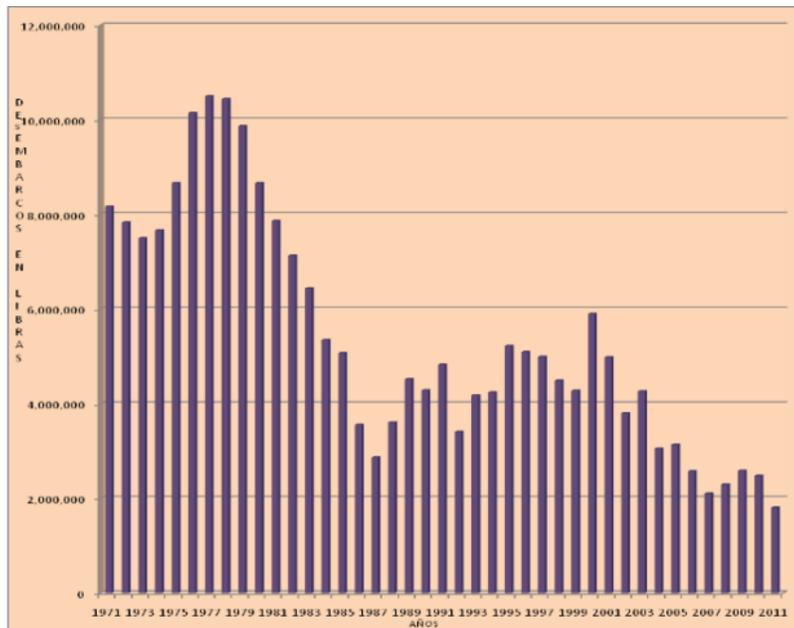
GRÁFICA 35 "NUMBER OF ACTIVE COMMERCIAL FISHERMEN, VESSELS, AND MOTORS REPORTED IN PUERTO RICO'S FISHING CENSUS BETWEEN 1988-2008"



GRÁFICA 36 DESEMBARCOS PESCA COMERCIAL REGISTRADOS EN PUERTO RICO DURANTE 1971-2011



GRÁFICA 37 ESTIMADOS DE DESEMBARCOS DE PESCA COMERCIAL UTILIZANDO FACTOR DE CORRECCIÓN EN PUERTO RICO 1971-2011

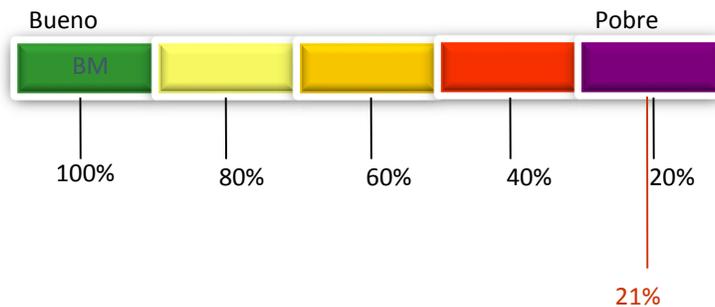


## ANÁLISIS

Los datos muestran que la pesca comercial ha sido predominantemente sobrepescada. El Reglamento 7949 del DRNA, *Reglamento de Pesca de Puerto Rico-2010*, vigente desde el noviembre de 2010, está ayudando significativamente a conservar los recursos pesqueros y a mejorar los abastecimientos ("stocks") de poblaciones, particularmente mediante el mecanismo especial de la aplicación de periodos de vedas. Mediante vedas establecidas para varias especies de importancia comercial se ha logrado mejorar la frecuencia de individuos en esas poblaciones, entre éstas: el mero cabrilla y el chillo ojo amarillo. Como resultado se observa un aumento en los desembarcos reportados. Con este mecanismo se ha logrado reducir el esfuerzo pesquero en algunas especies de pesca comercial, no obstante, no aún en la mayoría de ellas. Es sumamente importante que el Programa de Estadísticas Pesqueras Comerciales continúe recopilando y analizando datos para conocer el status del recurso pesquero.

## BENCHMARK

Abundancia en poblaciones de grupos de mayor importancia en pesca comercial en Puerto Rico, sujetos a la sobrepesca. Cifras expresadas en por ciento del peso anual total desembarcado durante el mejor periodo registrado en el Programa de Estadísticas Pesqueras, disponible entre 1969 hasta el presente.



## LIMITACIONES DEL INDICADOR

La información se basa solo en los datos de pesca comercial dependientes de desembarcos. Existen también los datos de pesca comercial independiente de desembarco. Estos datos suelen recopilarse por varios años, no obstante se han confirmado los datos obtenidos por desembarco. Se estima que los datos reales de pesca son en realidad mayores a los reportados por desembarco y que el factor

de corrección que ilustra la Gráfica 36, página 124 del presente informe representa un perfil más cerca de la realidad prevaleciente en nuestras aguas marinas.

#### CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Los datos disponibles mediante los desembarcos efectuados y analizados reflejan que continúan siendo sobrepescadas alrededor de ocho familias de especies de pesca comercial en nuestras aguas territoriales, incluyendo tanto peces como mariscos. Se ha visto una pequeña mejoría de 5% solamente en la familia de los pargos de profundidad. El benchmark establecido consiste en poder obtener cada año un 100% de los desembarcos efectuados, de manera que se pueda medir todo el resultado de la pesca comercial que se realiza en nuestras aguas a través del Programa de Estadísticas Pesqueras Comerciales. No obstante, no todo lo pescado en efecto se reporta. De esta tarea debería medirse un cumplimiento total de las libras permitidas de pesca para cada especie de valor comercial, conforme establece la implantación de las medidas de manejo del Reglamento 7949 del DRNA (*Reglamento de Pesca de Puerto Rico-2010*).



## PESCA DEPORTIVA/ RECREATIVA

### 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 pescadas por especie de interés deportivo durante el 2011 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. 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, dorado, sábalo y róbalo, peces de pico y cualquier otro pez de arrecife como los pargos, meros, etc. Se ha realizado un monitoreo completo de todas estas actividades de pesca recreativa en la Isla desde 1999.

#### 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 29 INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA/DEPORTIVA POR AÑO

AÑO	NÚMERO DE TORNEOS	
		DÍAS DE PESCA
2000	27	61
2001	44	78
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
<b>Total</b>	<b>391</b>	<b>709</b>

**\*\* Estos son los torneos visitados usualmente 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 11 años.**

GRÁFICA 38 HISTOGRAMA DE LA INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA 2000-2001

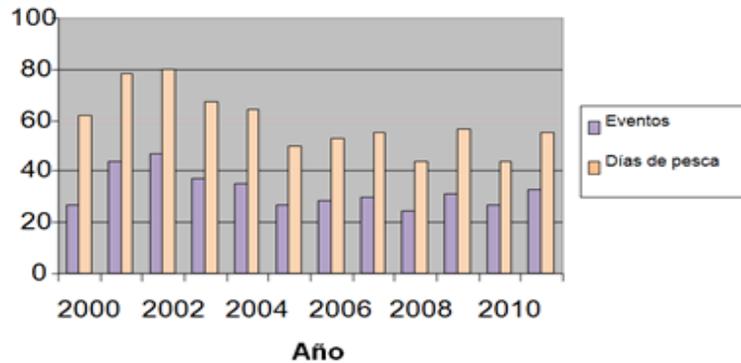


TABLA 30 PARTICIPACIÓN EN TORNEOS DE PESCA POR AÑO

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, 971.00
2010	2,947	907	23	\$189,163.00
2011	3,279	780	24	\$299,690.00
<b>Total</b>	<b>44,969</b>	<b>11,338</b>	<b>268</b>	<b>\$4,928, 08.00</b>

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

INFORME AMBIENTAL 2011

JUNTA DE CALIDAD AMBIENTAL

TABLA 31 TOTAL DE LIBRAS POR ESPECIES DE IMPORTANCIA PARA LA PESCA RECREATIVA EN TORNEOS DE PESCA (2000-2011)

ESPECIE	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	TOTAL EN LIBRAS
Marlin Azul	10,123.24	9987.17	9,517.85	6,273.99	4,052.79	4,250.79	3,628.84	4,234.74	832.90	1,452.0	2,271.61	479.8	45,050.68
Dorado	16,142.45	19,846.87	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	8,043.78	167,992.478
Peto	797.32	1884.22	2,246.33	1484.19	983.06	1878.60	1498.50	1689.18	1385.07	0	613.73	266	14,460.2
Sierras	205.84	0	44.31	336.27	278.28	12.01	44.02	n/a	177.60	n/a	n/a	n/a	1,098.33
Barracudas	62.21	355.27	571.52	1,807.51	613.89	6.50	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	167.72	3,416.09
Pesca de Orilla	11.02	1272.06	n/a	132.27	10.49	n/a	n/a	2.22	n/a	1,592.8	n/a	12.7	1,428.06
Pez Vela	87.12	0	37.05	200.86	133.75	150.28	0	0	26.98	0	0	60	636.04
<b>Total</b>	<b>17,305.96</b>	<b>13,498.72</b>	<b>33,303.12</b>	<b>23,928.78</b>	<b>27,138.31</b>	<b>20,075.6</b>	<b>30,542.44</b>	<b>29,987.98</b>	<b>24,619.5</b>	<b>24,125.2</b>	<b>13,682.81</b>	<b>9,030</b>	<b>234,408.87</b>

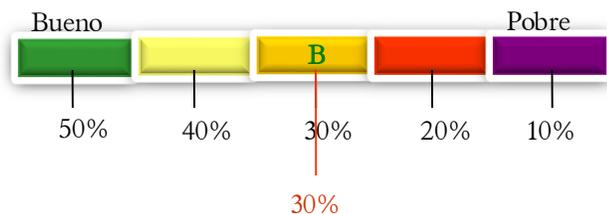
n/a = en este año no hubo torneo para la especie, o el torneo no fue cubierto por el Laboratorio Pesquero por realizarse ilegalmente.

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 2011 se observa una reducción en el peso total de la pesca desembarcada del dorado con cerca de 8,043 libras; esto es menos que lo reportado para el 2010 y para el 2009, lo cual se adjudica probablemente a la implantación de la norma previamente indicada y a la ausencia de datos sobre pesca de dorado de parte de ciertas asociaciones de pescadores, ya que se sigue en ciertas instancias la práctica de realizar eventos sin la debida registración y documentación dentro del DRNA, a pesar del monitoreo y orientación continuos. Lo anterior resulta en que parte de la pesca obtenida en eventos recreativos no se registra debido a la ocurrencia de pesca ilegal de la misma, pese a estar prohibida, mediante reglamentación, dicha práctica. Durante el 2011 se comenzaron a celebrar más torneos de orilla y de otras modalidades que en algunos años del pasado se habían dejado de observar.

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. 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 diez 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.

-

#### CONCLUSIÓN 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 solo 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: INTENSIDAD DE EXPLORACIÓN DE RECURSOS PESQUEROS EN LA PESCA DEPORTIVA Y RECREATIVA

### DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

El tamaño de madurez sexual se define como la clase de tamaño (en mm de largo horquilla)<sup>19</sup> en la que el 50% de los individuos de una población son sexualmente maduros. Esto nos permite calcular un estimado del tamaño de madurez. La madurez se determina a través del análisis histológico de las gónadas. A través de este análisis se puede determinar si el desove es inminente o ha ocurrido ya o, sencillamente, cuando no está ocurriendo actividad reproductiva. Esa información permite hacer recomendaciones sobre lugares y/o épocas de veda además. Este es un parámetro comúnmente utilizado en manejo pesquero para establecer los tamaños mínimos de captura y, de esa manera, reducir la mortalidad de peces juveniles. El concepto es permitir que los peces se puedan reproducir por lo menos una vez antes de ser capturados, como medida para reducir el nivel de sobrepesca y sus efectos adversos al recurso pesquero. El ciclo reproductivo se refiere a la distribución temporal en la actividad reproductiva. Saber cuándo y dónde ocurre el desove de los peces de importancia comercial y recreativa es esencial para establecer medidas de manejo apropiadas. La intención es permitir que los peces puedan alcanzar su máximo potencial reproductivo en el momento y lugar óptimos. Los parámetros biológicos sobre reproducción estimados en estos proyectos se utilizan para hacer recomendaciones y establecer medidas de manejo cuya finalidad es permitir el uso sostenible de nuestros recursos pesqueros.

### CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Esta información es recopilada por el Programa de Investigación del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del Negociado de Pesca y Vida Silvestre del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), bajo el programa Sport Fish Restoration. En cada proyecto se estudian de cuatro a ocho especies de peces, con una duración promedio de cuatro años.

Las gónadas se clasifican microscópicamente de acuerdo al estado de desarrollo, y se genera una curva de madurez sexual para determinar la clase de tamaño más pequeña que tenga el 50% de

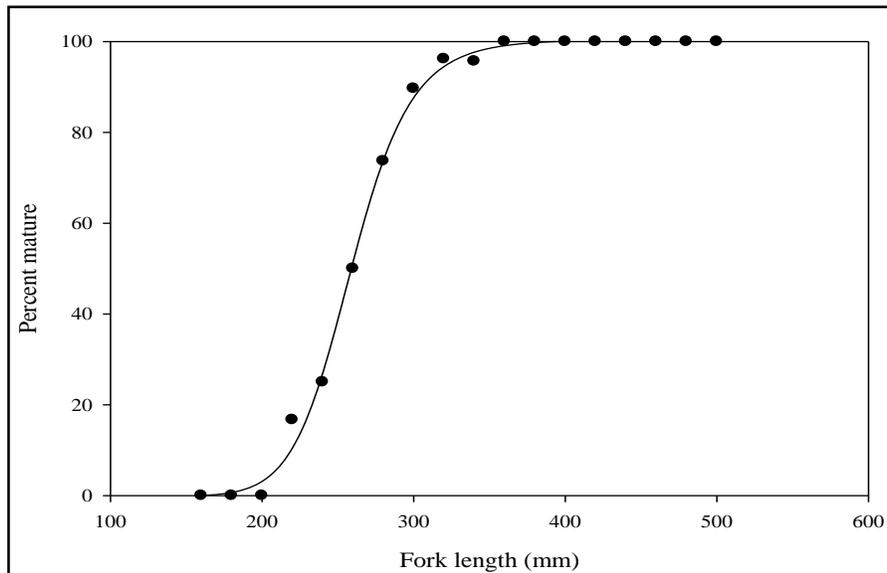
---

<sup>19</sup> El largo horquilla, a veces expresado como largo de horquilla o "fork length"(FL), es la medida utilizada por biólogos pesqueros para el largo del pez, desde la punta del hocico hasta el fin de los rayos medios de la aleta caudal, y es usada en peces en donde es difícil determinar dónde termina la columna vertebral.

individuos maduros. El ciclo reproductivo se determina utilizando la distribución mensual de las etapas de desarrollo de las gónadas y la variación mensual del índice gonadosomático (IGS), que se refiere a la relación entre el peso de la gónada y el peso total del pez. Para estos proyectos se recogen muestras alrededor de toda la Isla, de forma mensual.

Se incluyen un ejemplo de gráfica de madurez, IGS y distribución mensual de etapas de desarrollo de las especies estudiadas entre 2007-2011.

GRÁFICA 39 POR CIENTO DE HEMBRAS SEXUALMENTE MADURAS DEL PARGO AMARILLO



GRÁFICA 40 ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS) PROMEDIO MENSUAL PARA LAS HEMBRAS DEL PARGO AMARILLO (*LUTJANUS APODUS*).

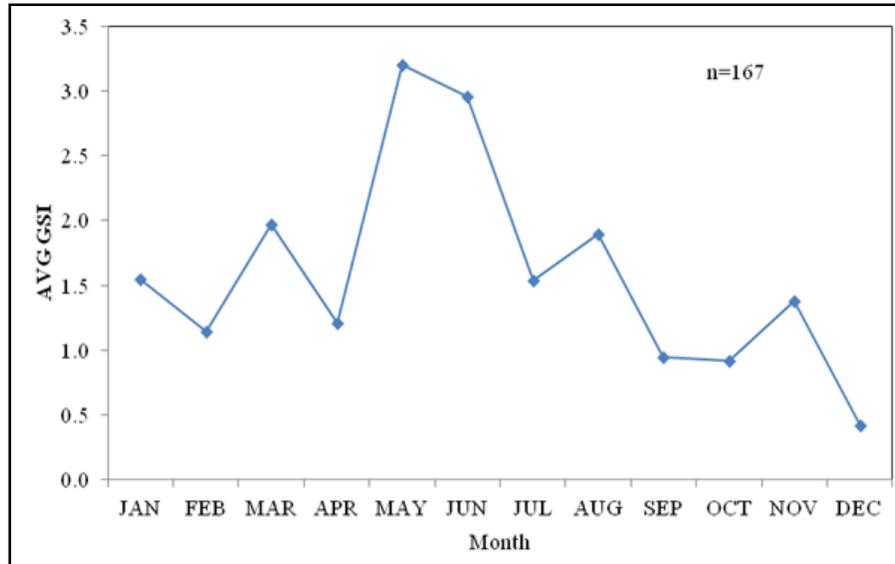
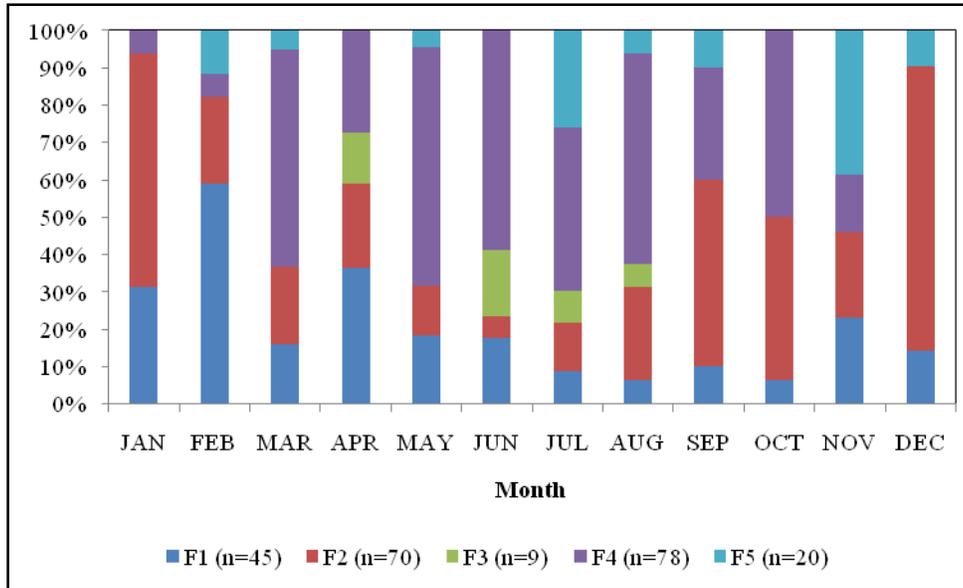


TABLA 32 POR CIENTO DE ESPECIES CAPTURADAS BAJO EL 50% DE MADUREZ REPRODUCTIVA Y TAMAÑO

ESPECIES	<i>LUTJANUS APODUS</i>	<i>LUTJANUS SYNAGRIS</i>	<i>MELICHT HYS NIGER</i>	<i>HOLOCENTRUS ADSCENCIONIS</i>	<i>HOLOCENTRU S RUFUS</i>	<i>SELAR CRUMENOPHTH ALMUS</i>	<i>HEMIRAMPHUS. BRASILIENSIS</i>	<i>CHYSURUS SP.</i>
Rango de tamaño muestra	104-497	94-344	113-360	97-265	99-220	86-255	166-255	452-1372
Rango de tamaño de ♀	185-484	104-344	116-360	135-265	99-215	126-228	169-255	493-1245
Rango de tamaño de ♂	104-497	110-320	208-313	97-261	101-220	125-231	166-241	559-1372
Tamaño mínimo ♀ maduras	217	155	202	135	131	138	170	493
Tamaño mínimo ♂ maduros	153	135	208	150	147	130	166	559
Madurez 50% ♀	259	181	153	160	151	134	187	ND
Madurez 50% ♂	183	156	ND	168	151	138	ND	ND
Actividad reproductiva	PYR	PYR	ND	Sept-Feb	Jun-Nov	YR	YR	ND
Pico actividad reproductiva	Abr-Jul	Feb-Jun	ND	Oct.-Mar	Ago-Nov.	May-Jun	Mar.-Ago.	ND
Pico IGS	Mayo	Mar-May	ND	Nov	Sept	Junio	Marzo.	ND
% individuos capturados bajo tamaño madurez	6.8 (N=1,324)	2.3 (N=5,362)	6.4 (N=470)	4.7 (N=575)	5.8 (N=517)	3.6 (N=529)	8.2 (N=925)	ND

Datos preliminares sobre por ciento de individuos capturados que reflejan bajo el 50% de madurez reproductiva en ocho especies pesqueras bajo estudio por los programas del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras (ND= No Determinado; PYR=Posiblemente todo al año; YR=Todo el año)

GRÁFICA 41 POR CIENTO MENSUAL DE LAS TALLAS REPRODUCIDAS DEL PARGO AMARILLO



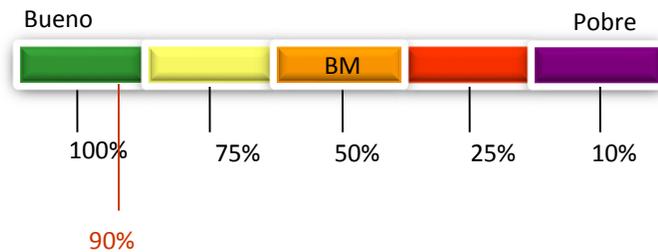
Por cientos Mensuales de las tallas reproductivas de las hembras del pargo amarillo (*Lutjanus apodus*) (F1 = inmadura; F2 = Madura Inactiva, F3 = Madura activa; F4 = madura; F5 = agotada)

### ANÁLISIS

Esta tabla presenta resultados parciales sobre las ocho especies bajo estudio actualmente por el programa de investigación del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras. El por ciento de individuos capturados por debajo del tamaño de madurez sexual ha sido calculado hasta el momento para el pargo amarillo (*Lutjanus apodus*), el arrayao (*Lutjanus synagris*), los gallos (*Holocentrus adscensionis* y *Holocentrus rufus*), la chicharra (*Selar crumenophthalmus*) y el balajú (*Hemiramphus brasiliensis*). Los valores obtenidos hasta el momento son bajos pero los mismos deben ser considerados preliminares ya que, aunque el estudio ha finalizado, los datos finales no se han analizado.

## BENCHMARK

Por ciento de juveniles en etapa pre-reproductiva en peces de pesca comercial actualmente bajo sobrepesca.



## LIMITACIONES DEL INDICADOR

Este indicador es específico para determinar ciertos parámetros reproductivos. No mide el estado de las poblaciones o la salud de los peces como tal, sin embargo, es una medida indirecta de crecimiento poblacional como resultado de las prácticas de pesca de las especies actualmente.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El indicador permite visualizar un cuadro general de la proporción de especies de interés comercial para las cuales puede determinarse la época y el tamaño en que se encuentran en etapa reproductiva. Esto sirve para hacer recomendaciones de manejo para las especies bajo estudio, de manera que se regule tamaño, número de captura o época de veda del recurso natural. De esta manera es útil para dirigir esfuerzos de manejo hacia las especies comerciales más afectadas por sobrepesca en su etapa crítica en la cual aún no se ha reproducido.

## 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 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. Al presente, 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 transectos y se determina el largo y la edad relativa. El próximo censo de esta especie se llevará a cabo entre el 2011 y el 2012.

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 próximo censo de langosta se llevará a cabo concurrentemente con el censo de carrucho en el 2011 - 2012.

Se ausulta la posibilidad de extender el muestreo a otras áreas además de la costa oeste. 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 33, página 140 del presente informe muestra las especies capturadas en las costas este y oeste de Puerto Rico durante el proyecto de peces de arrecife. Se puede observar que la distribución de especies capturadas es similar para ambas costas. Al presente se trabaja con el análisis de estos datos para someter el informe final posteriormente. Un total de 29 especies fueron capturadas en la costa oeste y 28 en la costa este. Los resultados de las capturas en ambas costas, tanto en el este como en el oeste, reflejan las mismas 15 familias taxonómicas representadas. No obstante, los meros dominaron claramente estas capturas, en particular las mismas tres especies de estos en ambas costas. Entre estas tres especies, la de mayor importancia comercial es el mero cabrilla, *Epinephelus guttatus*.

Por su parte, los pargos fueron representados en este proyecto por cinco especies, de las cuales el arrayao (*Lutjanus synagris*) fue la más capturada en el oeste y el besugo (*Rhomboplites aurorubens*) en la costa este. Ambas especies son de importancia comercial y son representativas de las especies de aguas someras.

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 33 RESUMEN DE ESPECIES DE PECES DE ARRECIFE CAPTURADOS DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DESDE MARZO DEL 2009 HASTA MARZO DE 2011 EN LAS COSTAS OESTE Y ESTE DE PUERTO RICO.

ESPECIES	COSTA OESTE			COSTA ESTE		
	# IND.	LH (MM)	LT (MM)	# IND.	LH (MM)	LT (MM)
<i>Cephalopholis fulva</i>	148		235.66	349		235.06
<i>Epinephelus guttatus</i>	109		281.88	84		316.45
<i>Cephalopholis cruentata</i>	61		200.44	30		216.60
<i>Malacanthus plumieri</i>	59	324.37	368.03	30	351.07	393.80
<i>Caranx crysos</i>	54	312.87	379.15	31	331.00	382.10
<i>Holocentrus adscensionis</i>	49	206.33	261.79	15	218.13	271.80
<i>Lutjanus synagris</i>	46	211.65	228.02	8	224.00	242.50
<i>Calamus pennatula</i>	40	229.69	265.64	8	239.88	273.50
<i>Holocentrus rufus</i>	37	183.43	234.08	21	188.48	247.62
<i>Ocyurus chrysurus</i>	25	259.08	320.20	11	253.64	328.91
<i>Haemulon plumieri</i>	23	238.48	272.30	14	237.43	272.54
<i>Haemulon aurolineatum</i>	12	149.42	171.50	1	146.00	251.00
<i>Balistes vetula</i>	9	322.11	455.22			
<i>Lutjanus vivanus</i>	9	230.00	234.00			
<i>Rhomboplites aurubens</i>	9	226.33	253.78	49	206.25	230.24
<i>Lactophrys trigonus</i>	7	303.60	372.86	3	340.00	340.67
<i>Alectis ciliaris</i>	6	536.00	608.67			
<i>Albula vulpes</i>	5	325.20	377.20			
<i>Sphyræna barracuda</i>	4	860.33	921.50	4	735.50	785.00
<i>Synodus intermedium</i>	4	285.50	308.75	1	271.00	299.00
<i>Caranx bartholomaei</i>	3	489.67	570.33			
<i>Canthidermis sufflamen</i>	2	498.00	528.00	1	452.00	472.00
<i>Carcharhinus acronotus</i>	2	630.50	786.50			
<i>Diodon hystrix</i>	2		359.00			
<i>Echeneis naucrates</i>	2	754.00	579.50	1	695.00	733.00
<i>Haemulon flavolineatum</i>	1	183.00	208.00	3	131.00	146.00
<i>Hyplopectrus aberrans</i>	1	141.00	149.00			
<i>Melichthys niger</i>	1	218.00	234.00	3	301.00	321.00
<i>Sphoeroides spengleri</i>	1		288.00			
<i>Calamus calamus</i>				2	256.00	288.00
<i>Caranx ruber</i>				1	311.00	365.00
<i>Carcharhinus perezii</i>				2	613.50	781.00
<i>Epinephelus morio</i>				1		362.00
<i>Lactophrys bicaudalis</i>				1		351.00
<i>Lutjanus buccanella</i>				1	260.00	283.00

ESPECIES	COSTA OESTE			COSTA ESTE		
	# IND.	LH (MM)	LT (MM)	# IND.	LH (MM)	LT (MM)
<i>Priacanthus arenatus</i>				1	312.00	326.00
<i>Seriola rivoliana</i>				1	419.00	493.00
Total de Individuos capturados / Promedio LT o LH	<b>731</b>	<b>265.38</b>	<b>284.05</b>	<b>677</b>	<b>272.49</b>	<b>268.63</b>

Nota: Se presentan datos de largo horquilla (LH) y de largo total (LT)

En la Tabla 33, página 140 se resume los resultados del proyecto llevado a cabo para obtener información necesaria para mejorar los estimados de las poblaciones de la colirrubia (*Ocyurus chrysurus*). Este proyecto aún continúa en la costa este, donde restan por completarse sobre cincuenta viajes de pesca. De los resultados preliminares en dicha costa, el número de colirrubias capturadas en los primeros diez viajes es muy bajo. Debido al número de muestras disponibles de la costa este, es difícil hacer ninguna comparación entre los resultados obtenidos para ambas costas. Un total de 9 géneros están representados en las capturas de las cuales ocho son compartidas en ambas costas.

En la costa oeste, los pargos son los dominantes y, entre estos, la colirrubia (*Ocyurus chrysurus*). A parte de la colirrubia, otras cinco especies de pargos del género *Lutjanus* constituyen parte de la captura. Todas estas especies son de gran valor comercial alrededor de Puerto Rico. En total 9 familias y 25 especies constituyen la distribución de especie obtenidas para la costa oeste.

TABLA 34 RESUMEN DE LAS ESPECIES CAPTURADAS A TRAVÉS DEL PROYECTO DEL ARRAYAO EN LA COSTA OESTE DE PUERTO RICO. LH = LARGO HORQUILLA; LT = LARGO TOTAL

ESPECIES	COSTA OESTE		
	# IND.	LH (MM)	LT (MM)
<i>Lutjanus synagris</i>	576	197.48	212.07
<i>Caranx crysos</i>	108	260.73	313.30
<i>Haemulon aurolineatum</i>	73	143.67	164.08
<i>Ocyurus chrysurus</i>	67	248.43	305.25
<i>Haemulon plumieri</i>	59	211.49	239.10
<i>Calamus pennatula</i>	31	200.71	233.90
<i>Albula vulpes</i>	30	297.43	348.10
<i>Lutjanus analis</i>	22	307.82	339.41

COSTA OESTE			
ESPECIES	# IND.	LH (MM)	LT (MM)
<i>Rhomboplites aurorubens</i>	16	194.94	219.38
<i>Cephalopholis fulva</i>	5		216.80
<i>Epinephelus guttatus</i>	5		210.80
<i>Lactophrys trigonus</i>	5	314.80	365.80
<i>Eucinostomus argentus</i>	4	128.50	152.25
<i>Holocentrus adscensionis</i>	4	208.50	262.50
<i>Dasyatis americana</i>	3	466.00	1,136.00
<i>Echeneis naucrates</i>	3	493.67	506.67

TABLA 35 RESUMEN DE LAS ESPECIES CAPTURADAS A TRAVÉS DEL PROYECTO DEL ARRAYAO EN LA COSTA OESTE DE PUERTO RICO. LH = LARGO HORQUILLA; LT = LARGO TOTAL

ESPECIES	# IND.	COSTA OESTELH (MM)	LT (MM)
<i>Cephalopholis cruentata</i>	3	260.33	
<i>Malacanthus plumieri</i>	3	369.33	430.67
<i>Rhizoprionodon porosus</i>	3	486.67	614.00
<i>Sphoeroides spengleri</i>	3		230.00
<i>Carcharhinus acronotus</i>	2	469.50	595.50
<i>Conodon nobilis</i>	2	203.00	214.50
<i>Holocentrus rufus</i>	2	176.00	223.50
<i>Remora remora</i>	2	857.50	894.00
<i>Balistes vetula</i>	1	418.00	496.00
<i>Canthidermis sufflamen</i>	1	422.00	438.00
<i>Caranx hippos</i>	1	374.00	457.00
<i>Carcharhinus falciformes</i>	1	808.00	966.00
<i>Conger triporiceps</i>	1		561.00
<i>Echeneis neucratoides</i>	1		277.00
<i>Haemulon flavolineatum</i>	1	166.00	190.00

ESPECIES	# IND.	COSTA OESTELH (MM)	LT (MM)
<i>Haemulon parra</i>	1	163.00	183.00
<i>Halichoeres radiatus</i>	1	326.00	336.00
<i>Lactophrys trigonus</i>	1	216.00	230.00
<i>Lutjanus griseus</i>	1	184.00	194.00
<i>Seriola dumerili</i>	1	427.00	500.00
<i>Trachinocephalus myops</i>	1	165.00	185.00
<i>Tylosurus crocodilus</i>	1	532.00	561.00
<b>Grand total</b>	<b>1045</b>	<b>216.69</b>	<b>244.77</b>

Datos disponibles al presente para los censos de langosta y carruchos corresponden a los llevados a cabo durante el 2008 al 2010. Para el próximo ciclo de este informe tendremos datos actualizados de estos recursos.

GRÁFICA 42 LANGOSTAS JUVENILES EN HABITÁCULOS ARTIFICIALES EN EL ÁREA OESTE DE LA ISLA DURANTE EL 2008 E INICIOS DEL 2010 (DATOS NUEVOS SERÁN RECOPIADOS DURANTE EL 2011 – 2012)

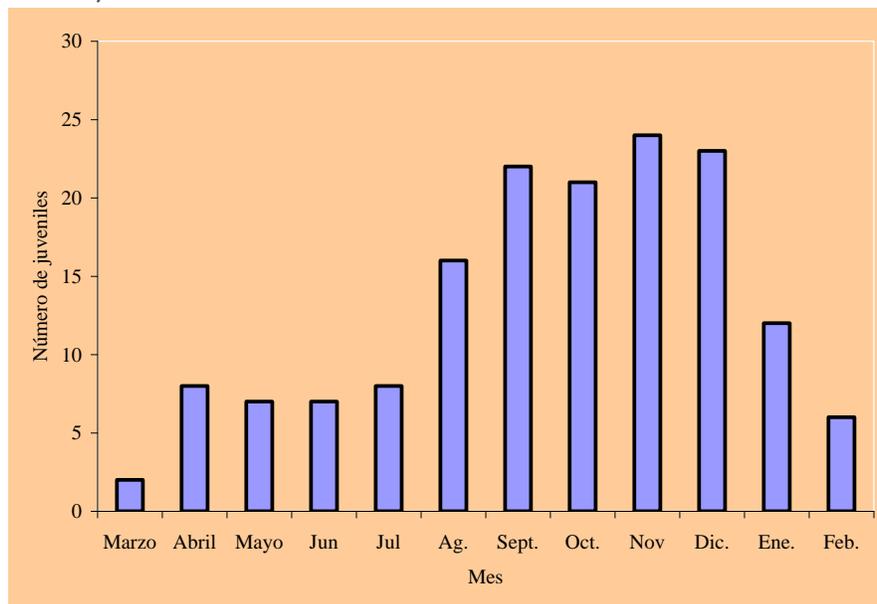


TABLA 36 DENSIDAD DE CARRUCHO (INDIVIDUOS/HA) DE ACUERDO AL TIPO DE HÁBITAT

HABITAT	Ind/Ha						
	ESTE		SUR		OESTE		TODA LA ISLA
	2006	1996*	2006	2006	2001**	1996*	2006
Alga	29.66	1.09	34.27	18.68	2.05	6.07	27.00
"Hard ground"	23.09	n/a	1.63	19.09	3.16	n/a	19.00
Hierbas Marinas	28.95	14.78	15.38	21.12	23.30	12.96	23.00
Arena	12.14	4.49	1.75	12.84	3.20	2.36	11.00
Arrecife	0.89	5.01	5.11	7.69	0.33	1.50	5.50
Caricoche	73.83	0.00	n/a	n/a	n/a	11.16	73.80

## ANÁLISIS

Los datos de peces de arrecife continúan arrojado resultados alentadores concernientes a la recuperación de varias especies bajo manejo: el mero cabrilla (*Epinephelus guttatus*), la colirrubia (*Ocyurus chrysurus*) y el arrayao (*Lutjanus synagis*). Los tamaños de captura apuntan a una mejoría de las poblaciones observándose un aumentando 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.

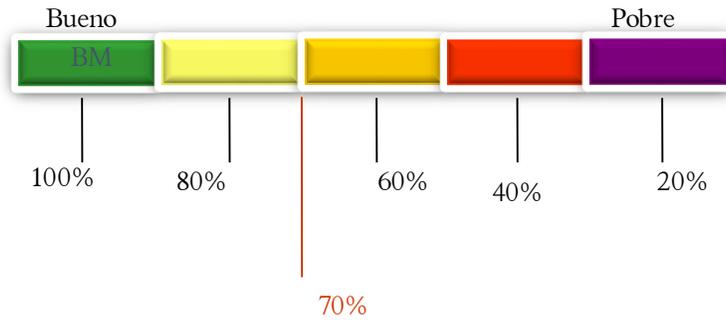
Los datos de carrucho indican una mejoría en sus poblaciones monitoreadas, apuntando a individuos de mayor tamaño y edad en cerca del 60% censado.

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

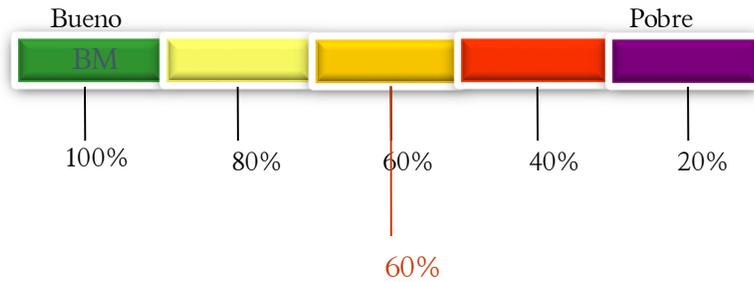
## BENCHMARK

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.

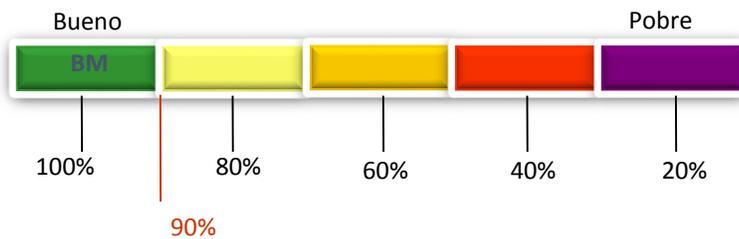
Por ciento de capturas de mero cabrilla, colirrubia y de arrayao disponibles para la pesca comercial mostrando el tamaño mínimo de reproducción. Análisis posteriores sobre la reproducción (histología) de estas especies nos darán una mejor idea sobre el estatus individual de cada una de estas especies.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

#### CONCLUSIÓN 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.