

INFORME AMBIENTAL

2019

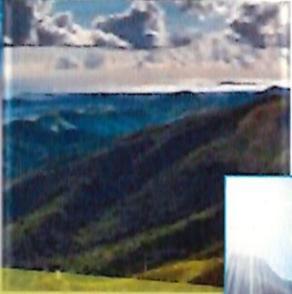


TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------	---

AIRE.....	4
-----------	---

INDICADOR: ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE	4
--	---

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR.....	4
--------------------------------	---

CONSIDERACIONES TÉCNICAS.....	5
-------------------------------	---

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA.....	5
-------------------------------------	---

INDICADOR: CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIOS	9
---	---

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR.....	9
--------------------------------	---

CONSIDERACIONES TÉCNICAS.....	12
-------------------------------	----

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA.....	12
-------------------------------------	----

DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO ₂).....	12
--	----

MATERIA PARTICULADA (PM _{2.5}).....	14
---	----

OZONO (O ₃).....	15
------------------------------	----

MATERIA PARTICULADA.....	17
--------------------------	----

MATERIA PARTICULADA (PM ₁₀).....	17
--	----

MONÓXIDO DE CARBONO (CO).....	19
-------------------------------	----

BIÓXIDOS DE AZUFRE (SO ₂).....	20
--	----

PLOMO (Pb).....	22
-----------------	----

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
-------------------------------------	----

ÁREAS DE VALOR.....	26
---------------------	----

NATURAL PROTEGIDAS.....	26
-------------------------	----

INDICADOR: DISPONIBILIDAD DE ALGUNOS RECURSOS PESQUEROS COMERCIALES DE ALTA DEMANDA	26
---	----

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR.....	26
--------------------------------	----

CONSIDERACIONES TÉCNICAS.....	26
-------------------------------	----

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA.....	26
RECURSOS PESQUEROS CONSTITUIDOS POR PECES.....	28
LIMITACIONES DEL INDICADOR.....	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
INDICADOR: POR CIENTO DEL TERRITORIO BAJO ÁREAS DE VALOR NATURAL TIPO I.....	58
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR.....	58
CONSIDERACIONES TÉCNICAS.....	59
ANÁLISIS.....	61
LIMITACIONES DEL INDICADOR.....	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
ECOSISTEMAS TERRESTRES.....	66
INDICADOR: CANTIDAD DE CUERDAS DE ECOSISTEMAS TERRESTRES ADQUIRIDAS TIPO I.....	66
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR.....	66
CONSIDERACIONES TÉCNICAS.....	67
ANÁLISIS.....	70
LIMITACIONES DEL INDICADOR.....	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
INDICADOR: NÚMEROS DE ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O VULNERABLES.....	73
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR.....	73
CONSIDERACIONES TÉCNICAS.....	73
MÉTODO DE ANÁLISIS.....	74
PARÁMETRO INDICADOR- BENCHMARK.....	77
LIMITACIONES DEL INDICADOR.....	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
INDICADOR: INTENSIDAD DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS PESQUEROS EN LA PESCA DEPORTIVA Y RECREATIVA TIPO I.....	78
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR.....	78
CONSIDERACIONES TÉCNICAS.....	79

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA.....	81
ANÁLISIS.....	87
LIMITACIONES DEL INDICADOR.....	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91

EMERGENCIAS AMBIENTALES..... 93

<i>Cantidad Emergencias Ambientales</i>	93
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR.....	93
CONSIDERACIONES TÉCNICAS.....	93
LIMITACIONES DEL INDICADOR.....	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	96

USO DE SUELO 99

INDICADOR: DISTRIBUCIÓN DE LOS USOS DE SUELO TIPO 1.....	99
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR.....	99
CONSIDERACIONES TÉCNICAS.....	99
MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA.....	100
MODELO TERRITORIAL.....	100
ÁREAS FUNCIONALES DEL TERRITORIO.....	100
CLASIFICACIÓN DEL TERRITORIO.....	102
META Y OBJETIVOS PARA EL DESARROLLO Y REDESARROLLO DEL SUELO:.....	102
CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO:.....	104
SUELO URBANO (SU).....	104
SUELO URBANIZABLE (SUR).....	105
SUELO RÚSTICO (SR).....	107
ANÁLISIS DEL SUELO CLASIFICADO.....	111
RIESGOS NATURALES.....	111
SUELOS CON PELIGRO DE INUNDACIONES.....	111
SUELOS CON RIESGOS DE DESLIZAMIENTO.....	117
ANÁLISIS DE RIESGOS NATURALES.....	119
SUELO CON VALOR RURAL.....	120

META Y OBJETIVOS PARA EL SUELO CON VALOR RURAL	120
SUELOS CON VALOR AGRÍCOLA	122
ANÁLISIS DE SUELOS CON VALOR AGRÍCOLA	125
SISTEMAS NATURALES	125
SUELOS CON VALOR NATURAL:	126
ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO (APEC):	127
RESERVA NATURAL DEL CORREDOR ECOLÓGICO DEL NORESTE (RNCEN) Y ÁREAS ADYACENTES A LA RESERVA NATURAL DEL CORREDOR ECOLÓGICO DEL NORESTE (AARNCEN):	131
ANÁLISIS DE SUELOS CON VALOR NATURAL:	133
LIMITACIONES DEL INDICADOR	134
SUELOS CON RIESGOS POR INCREMENTO EN EL NIVEL DEL MAR	135
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	137

ENERGÍA..... 140

INDICADOR: USO DE FUENTES ENERGÉTICAS	140
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	140
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	140
LIMITACIONES DEL INDICADOR	141
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142

AGUA..... 144

INDICADOR TIPO I: DISPONIBILIDAD DE AGUA: TENDENCIA A SEQUÍA	144
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	144
LIMITACIONES DEL INDICADOR	172
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	172
INDICADOR TIPO I: DISPONIBILIDAD DE AGUA: NIVEL DE LOS ACUÍFEROS DEL SUR	172
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	172
CONSIDERACIONES TÉCNICAS	173
MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA	173
ANÁLISIS	173

ACUÍFERO DE LA COSTA NORTE.....	173
ACUÍFERO DE LA COSTA SUR.....	175
LIMITACIONES DEL INDICADOR.....	177
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	179
INDICADOR TIPO I: DISPONIBILIDAD DE AGUA: NIVEL DE SEDIMENTACIÓN DE LOS EMBALSES.....	179
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR.....	179
CONSIDERACIONES TÉCNICAS.....	179
ANÁLISIS.....	191
ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LA SEDIMENTACIÓN.....	191
LIMITACIONES DEL INDICADOR.....	192
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	193

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1	POR CIENTO DE DÍAS QUE SE REPORTÓ EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE PM ₁₀ POR CATEGORÍA Y POR ÁREA EN PUERTO RICO 2019.....	6
GRÁFICA 2	ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE, PM ₁₀ PUERTO RICO 2019.....	7
GRÁFICA 3	POR CIENTO DE DÍAS QUE SE REPORTÓ EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE PM _{2.5} POR CATEGORÍA Y POR ÁREA EN PUERTO RICO 2019.....	8
GRÁFICA 4	ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE, PM _{2.5} PUERTO RICO 2019.....	9
GRÁFICA 5	COMPOSICIÓN DE ESPECIE EN TERMINO DE NÚMERO DE LOS GRUPOS DE PECES CAPTURADOS DURANTE EL PERIODO DE MONITORIA DE ENERO A DICIEMBRE DE 2019 EN LAS COSTAS ESTE Y OESTE.....	42
GRÁFICA 6	COMPOSICIÓN DE ESPECIE DE LA CAPTURA POR CATEGORÍA DE MERCADO DE LAS ESPECIES CAPTURADAS DURANTE EL PERIODO DE MONITORIA DE ENERO A DICIEMBRE DE 2019.....	43
GRÁFICA 7	DISTRIBUCIÓN DETALLAS OBTENIDA PARA LAS COLIRRUBIAS CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.....	49
GRÁFICA 8	DISTRIBUCIÓN DETALLAS OBTENIDA PARA LAS MANTEQUILLAS CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.....	50
GRÁFICA 9	DISTRIBUCIÓN DETALLAS OBTENIDA PARA LAS CABRILLAS CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.....	50
GRÁFICA 10	DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS CACHICATAS BLANCAS CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.....	51
GRÁFICA 11	DISTRIBUCIÓN DETALLAS OBTENIDA PARA LAS COVINÚAS CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.....	51
GRÁFICA 12	DISTRIBUCIÓN DETALLAS OBTENIDA PARA LAS CABRAS MORAS CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.....	52
GRÁFICA 13	DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS CANDIL CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.....	52
GRÁFICA 14	CAMBIO EN ÁREA TOTAL DE SUPERFICIE DENTRO DE PUERTO RICO BAJO ANP 2005-2019.....	63
GRÁFICA 15	CUERDAJE DE ECOSISTEMAS TERRESTRES ADQUIRIDOS POR EL ESTADO Y LAS ONG *.....	69
GRÁFICA 16	HISTOGRAMA RESUMEN DE PARTICIPACIÓN EN TORNEOS DE PESCA RECREATIVA MARINA.....	83
GRÁFICA 17	RESPUESTA A EMERGENCIAS AMBIENTALES POR REGIÓN DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES.....	
	95	
GRÁFICA 18	TIPO DE INCIDENTES.....	96
GRÁFICA 19	CLASIFICACIÓN DEL SUELO.....	110
GRÁFICA 20	SUELOS CON RIESGOS DE INUNDACIONES (FIRM 2009).....	114
GRÁFICA 21	SUELOS CON RIESGOS DE INUNDACIONES (ABFE 2018).....	116
GRÁFICA 22	SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTO.....	119
GRÁFICA 23	SUELOS CON PRODUCCIÓN AGRÍCOLA (USDA, 1993-2012).....	123

GRÁFICA 24	POR CIENTO DISTRITOS SOBREPUESTOS DEL APEC	130
GRÁFICA 25	INCREMENTO EN EL NIVEL DEL MAR.....	137
GRÁFICA 26	POR CIENTO DE GENERACIÓN POR TIPO DE COMBUSTIBLE.....	140
GRÁFICA 27	NIVEL EN EL PIEZÓMETRO NC-S, ACUÍFERO INFERIOR DE LA COSTA NORTE	174
GRÁFICA 28	NIVEL EN EL PIEZÓMETRO HW SB, ACUÍFERO DE SALINAS 2007-2019. FUENTE: OBTENIDO DEL PORTAL DEL USQS, 22 DE SEPTIEMBRE DE 2020	175
GRÁFICA 29	PROCESO DE SEDIMENTACIÓN TÍPICO DENTRO DE UN EMBALSE DONDE SE SEÑALAN LA ZONA DE SEDIMENTOS GRUESOS (ÁREAS EN LA ZONA DEL DELTA) Y LA ZONA DE DEPÓSITOS DE MATERIAL FINO AGUAS ABAJO DEL DELTA. DEPÓSITOS DE CORRIENTES DE TURBIEDAD NO OCURREN EN TODOS LOS EMBALSES. FUENTE: PIRA – DRNA 2016.....	184
GRÁFICA 30	PATRÓN DE AVANCE DEL DELTA HACIA LA REPRESA DOS BOCAS, Y LA DESCARGA DE SEDIMENTOS FINOS POR LAS CORRIENTES DE TURBIEDAD (PERFILES DE INFORMES DEL USQS). FUENTE: PIRA – DRNA 2016.....	185
GRÁFICA 31	PÉRDIDA DE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO PARA LOS EMBALSES EN PUERTO RICO	185
GRÁFICA 32	COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL VOLUMEN DEL EMBALSE LOÍZA FUENTE: PIRA – DRNA, 2016.....	187
GRÁFICA 33	PÉRDIDA DE CAPACIDAD EN EL EMBALSE DOS BOCAS, SEÑALANDO QUE LA TASA DE SEDIMENTACIÓN NO HA REGISTRADO UNA REDUCCIÓN A DESAR DE LA REFORESTACIÓN DE LA CUENCA. LOS DATOS DE CADNILLAS SEÑALAN QUE EL VOLUMEN DE SEDIMENTO DEPOSITADO POR EL HURACÁN IQUALÓ A APROXIMADAMENTE 35 AÑOS DE SEDIMENTACIÓN BAJO CONDICIONES "NORMALES". FUENTE: PIRA- DRNA, 2016.....	188

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1	ESTACIÓN 42 CÁMARA 1 COSTA ESTE DE PR.....	55
ILUSTRACIÓN 2	ESTACIÓN 42 CÁMARA NÚMERO 2 COSTA ESTE DE PUERTO RICO.....	55
ILUSTRACIÓN 3	ESTACIÓN 42 CÁMARA 3 COSTA ESTE DE PUERTO RICO.....	55
ILUSTRACIÓN 4	ESPECIES OBSERVADAS EN LA ESTACIÓN 42 CÁMARA NÚMERO 2 COSTA ESTE DE PUERTO RICO.....	56
ILUSTRACIÓN 5	CÁMARA 1 ESTACIÓN 307 COSTA OESTE DE PR.....	56
ILUSTRACIÓN 6	CÁMARA 2 DE LA ESTACIÓN 307 DE LA COSTA OESTE.....	56
ILUSTRACIÓN 7	CÁMARA 1 DE LA ESTACIÓN 301 COSTA OESTE.....	57
ILUSTRACIÓN 8	ESTRUCTURA DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO.....	104
ILUSTRACIÓN 9	PROCESO DE INTRUSIÓN SALINA.....	177
ILUSTRACIÓN 10	ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE SEDIMENTOS EN EMBALSES (MORRIS 2015).....	192

LISTA DE TABLAS

TABLA 1	RESUMEN DE ESPECIES DE PECES DE ARRECIFE CAPTURADOS DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DESDE ENERO HASTA DICIEMBRE DE 2019 EN LAS COSTAS OESTE Y ESTE DE PUERTO RICO.....	30
TABLA 2	RESUMEN DE ESPECIES DE PECES DE ARRECIFE CAPTURADOS CON LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DESDE ENERO HASTA DICIEMBRE DE 2019 EN LAS COSTAS OESTE Y ESTE DE PUERTO RICO.	33
TABLA 3	RESUMEN DE ESPECIES DE PECES DE ARRECIFE CAPTURADOS POR HÁBITAT DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DESDE ENERO HASTA DICIEMBRE DE 2019 EN LAS COSTAS OESTE Y ESTE DE PUERTO RICO.....	36
TABLA 4	RESUMEN DE FAMILIAS DE PECES CAPTURADAS POR COSTA EN LA MONITORÍA DE PECES DE ARRECIFE DURANTE EL PERIODO DE ENERO A DICIEMBRE DE 2019	40
TABLA 5	RESUMEN CAPTURAS POR CATEGORÍAS DE ESPECIES DE PECES CAPTURADOS DURANTE EL PERIODO ENERO A DICIEMBRE DE 2019	41
TABLA 6	RESUMEN DE CAPTURAS POR HÁBITAT MONITOREADAS EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.	44
TABLA 7	HÁBITAT IDENTIFICADOS EN LOS VIDEOS GRABADOS EN LAS COSTA MONITOREADAS DEL ESTE Y OESTE DE PUERTO RICO DURANTE EL 2019.....	46
TABLA 8	ESPECIES DE PECES MÁS COMUNES IDENTIFICADOS EN LOS VIDEOS GRABADOS EN LAS COSTA MONITOREADAS DEL ESTE Y OESTE DE PUERTO RICO DURANTE EL 2019.	47
TABLA 9	DESCGLOSE DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS TERRESTRES PARA EL AÑO 2019.....	62
TABLA 10	<i>¿Cuál es el nombre?</i>	62
TABLA 11	CUERDAJE ADQUIRIDO POR EL DRNA, LA CPN Y EL FCPR ENTRE LOS AÑOS 2005 Y 2019	69
TABLA 12	ESPECIES TERRESTRES.....	75
TABLA 13	ESPECIES ACUÁTICAS.....	75
TABLA 14	INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA/DEPORTIVA POR AÑO	82
TABLA 15	PARTICIPACIÓN EN TORNEOS DE PESCA POR AÑO.....	83
TABLA 16	CAPTURA TOTAL DE DORADO (CARYPHANEMA HIPPURUS) EN TORNEOS DE PESCA RECREATIVA 2000-2018.....	84
TABLA 17	TOTAL DE LIBRAS POR ESPECIES DE IMPORTANCIA PARA LA PESCA RECREATIVA EN TORNEOS DE PESCA (2006-2019)	86
TABLA 18	INFORME ESTADÍSTICO DE INCIDENTES Y EMERGENCIAS AMBIENTALES DE ENERO AL 31 DE DICIEMBRE DE 2019	94
TABLA 19	SUELOS CLASIFICADOS (2019)	109
TABLA 20	ESTIMADO DE SUELOS CON PELIGRO DE INUNDACIONES (FIRM 2009).....	113
TABLA 21	ESTIMADO DE SUELOS CON PELIGRO DE INUNDACIONES (ABFE 2018).....	115
TABLA 22	SUELOS CON RIESGOS DE DESLIZAMIENTO.....	118
TABLA 23	FINCAS Y TERRENOS CON PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, CENSO AGRÍCOLA 1993 A 2012.....	122

TABLA 24	RESERVAS AGRÍCOLAS APROBADAS Y EN PROCESO.....	124
TABLA 25	SUELOS CON VALOR NATURAL.....	127
TABLA 26	ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO.....	129
TABLA 27	CONDICIÓN DE SEDIMENTACIÓN DE EMBALSES PRINCIPALES EN PUERTO RICO.....	183

LISTADO DE ACRÓNIMOS

AAA	AUTORIDAD DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
AARNCEN	ÁREAS ADYACENTES A LA RESERVA NATURAL DEL CORREDOR ECOLÓGICO
ABFE (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	MAPAS DE NIVELES DE INUNDACIÓN BASE RECOMENDADO
AEE	AUTORIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA
AMSJ	ÁREA METROPOLITANA DE SAN JUAN
ANP	SISTEMA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
APA	AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
APC	ÁREAS CON PRIORIDAD PARA LA CONSERVACIÓN
APE	ÁREAS DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL
APE-RC	ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL ÁREA RESTRINGIDA DEL CORSO
APE-ZC	ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL ZONA CÁRSICA
CCCPR	CONSEJO DE CAMBIO CLIMÁTICO DE PUERTO RICO
CLCC (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	CONSERVACIÓN DEL PAISAJE EN EL CARIBE
CO	MONÓXIDO DE CARBONO
CPN	COMPAÑÍA DE PARQUES NACIONALES
CPUE	CAPTURA TOTAL POR UNIDAD DE ESFUERZO
DRNA	DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES
ELAPR	ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO
EEUU (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA
EN	EN PELIGRO

FCPR	FIDEICOMISO DE CONSERVACIÓN DE PUERTO RICO
FEMA	AGENCIA FEDERAL SOBRE MANEJO DE EMERGENCIAS
FIRM	MAPAS SOBRE TASAS DEL SEGURO DE INUNDACIÓN
GIS	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
ICA	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE
ICP	INSTITUTO DE CULTURA PUERTORRIQUEÑA
ITF	INSTITUTO INTERNACIONAL DE DASONOMÍA TROPICAL
JP	JUNTA DE PLANIFICACIÓN
NAAQS (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	NATIONAL AMBIENT AIR QUALITY STANDARDS
NOAA (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	ADMINISTRACIÓN NACIONAL OCEÁNICA Y ATMOSFÉRICA
ONG	ORGANIZACIÓN NO GUBERNAMENTAL
PA-CAT (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	GRUPO DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
PA-CAT, (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	GRUPO DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
PDI	PLANES DE DESARROLLO INTEGRAL
PE	PLANES DE ENSANCHE
PICC	PLAN INTERNACIONAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO
PLN	PARA LA NATURALEZA
POT	PLANES DE ORDENACIÓN TERRITORIAL
PPN	PROGRAMA DE PARQUES NACIONALES
PPNDRNA	PROGRAMA DE PARQUES NACIONALES DEL DRNA
PR	PLANES REGIONALES

PRAPEC	PLAN Y REGLAMENTO PARA EL ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CASO
PUT	PLAN DE USO DE TERRENOS
PUT-APE	PLANES DE USOS DE TERRENOS PARA ÁREAS DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL
RNCEN	RESERVA NATURAL DEL CORREDOR ECOLÓGICO DEL NOROESTE
SIG	SUBPROGRAMA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
SIP'S, (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	PLANES DE IMPLEMENTACIÓN ESTATAL
SPUT	SUBPROGRAMA PLANES DE USOS DE TERRENOS
SRC	SUELO RÚSTICO COMÚN
SREP	SUELO RÚSTICO ESPECIALMENTE PROTEGIDO
SSI	SIZE SELECTIVE INLET
SURND	SUELO URBANIZABLE NO PROGRAMADO
SURP	SUELO URBANIZABLE PROGRAMADO
USACE, (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	EL CUERPO DE INGENIEROS DE LOS ESTADOS UNIDOS
USDA-FS, (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	SERVICIO FORESTAL FEDERAL ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA FEDERAL
USFS, (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	SERVICIO FORESTAL FEDERAL
USFWS, (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	SERVICIO FEDERAL DE PESCA Y VIDA SILVESTRE
USGS, (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)	SERVICIO DE GEOLOGÍA FEDERAL
ZIT	ZONAS DE INTERÉS TURÍSTICOS



El informe sobre el Estado y situación del ambiente, mejor conocido como el Informe Ambiental, es preparado por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA, antes Junta de Calidad Ambiental), con el propósito de evaluar y dar a conocer cuál es la condición del ambiente en Puerto Rico. Este documento, que tiene su base legal en la Ley Núm. 416 del 22 de septiembre de 2004, (Ley de Política Pública Ambiental), ha ido evolucionando cada año en busca de ser más preciso y confiable en la evaluación de la condición del ambiente, y en facilitar su lectura e interpretación por parte de todos los sectores de la sociedad.

Para llevar a cabo un análisis más simple en la medición del ambiente, la Agencia ha estado utilizando indicadores ambientales para presentar el mismo. Se entiende por indicador ambiental, cualquier variable medible la cual, de manera directa o indirecta, puede reflejar o dar a entender la condición (cuantitativa o cualitativa) de los recursos naturales o la calidad del ambiente. Mediante la adopción de este sistema de indicadores, se pretende cumplir con los siguientes propósitos:

- Apreciar, anticipar y evaluar condiciones y tendencias del ambiente y las actividades humanas.

- Comparar escenarios a través del tiempo y el espacio.
- Identificar o asignar prioridades de intervención.
- Establecer política pública y planificar.

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

De esta manera, el DRNA presenta ante la Legislatura, el Gobernador y los ciudadanos de Puerto Rico el Informe Ambiental correspondiente al año 2019. El mismo es un esfuerzo que coordina el Área de Evaluación y Planificación Estratégica con el insumo técnico de las distintas áreas de la DRNA, así como también, de otras agencias gubernamentales que tienen injerencia sobre el medio ambiente y los recursos naturales.

En tiempos de dificultades económicas como las que enfrenta el país es cuando más rigor y

prudencia tiene que ejercerse en el manejo de nuestros recursos renovables y no renovables. Esperamos que este documento facilite entender mejor los impactos de las acciones de nuestra sociedad sobre el medio ambiente y permitan dirigir los esfuerzos públicos y privados en proteger nuestros recursos naturales, que, al fin de cuentas, resultan ser la infraestructura más importante para nuestro desarrollo.

AIRE



El Estado Libre Asociado de Puerto Rico (ELAPR) mediante su red de muestreo de aire, proporciona evidencia que cumple con los requisitos actuales de monitoreo federal. Luego del paso del Huracán Irma y María, el ELA enfocó sus recursos en reestablecer la Red de



Muestreo de Aire de Puerto Rico. Dado que los recursos son limitados, se tomó la determinación de que los recursos se enfocarían en los monitores que proporcionaban la información más beneficiosa para proteger inicialmente la salud pública y luego trabajar en los monitores restantes. Varios equipos fueron reparados, pero la mayoría fueron reemplazados por equipos nuevos adquiridos por los fondos de FEMA. Desde el comienzo del 2019, la red está funcionando al 100% con la excepción de los sitios nuevos y otros que continúan sin electricidad (Sitio de Juncos). Además, se contrataron los servicios del laboratorio nacional de la Agencia de Protección Ambiental (APA) para realizar los análisis PM_{2.5} y de plomo, para que no se afectaran los Planes de Implementación Estatal, (SIP'S, por sus siglas en inglés) de Puerto Rico.

INDICADOR: ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

El Índice de Calidad del Aire (ICA) es un indicador diseñado para informar sobre el estado de la calidad

del aire. Este se calcula para informar de una manera fácil y sencilla los efectos que podría causar en la salud de acuerdo con el nivel reportado. En el mismo se utiliza una escala estandarizada para

todos los contaminantes del 0 al 500. Un valor índice de 100 representa un nivel satisfactorio de protección de salud asociado con la norma para cada contaminante y un valor índice mayor de 100 representa un daño significativo. Para facilitar el uso de este sistema, se asocia con colores y frases que se dividen en seis niveles, estos son: bueno, moderado, insalubre para grupo sensitivo, insalubre, muy insalubre y peligroso. Con esta información podemos conocer los efectos nocivos de los diferentes contaminantes atmosféricos y cómo protegerse.

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



CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Diariamente y cada hora los monitores continuos de calidad de aire recogen muestras del contaminante materia particulada (PM) para convertirlo en un valor índice utilizando una formula estándar desarrollada por la APA. El valor índice reportado por día es el valor más alto de los monitores de un mismo contaminante localizados en la misma área. Esta información y el estado de la calidad del aire, es publicada de forma continua a la ciudadanía a través de la página electrónica de la Agencia y de AirNow de la APA con el objetivo principal de proteger la salud de los habitantes de Puerto Rico.

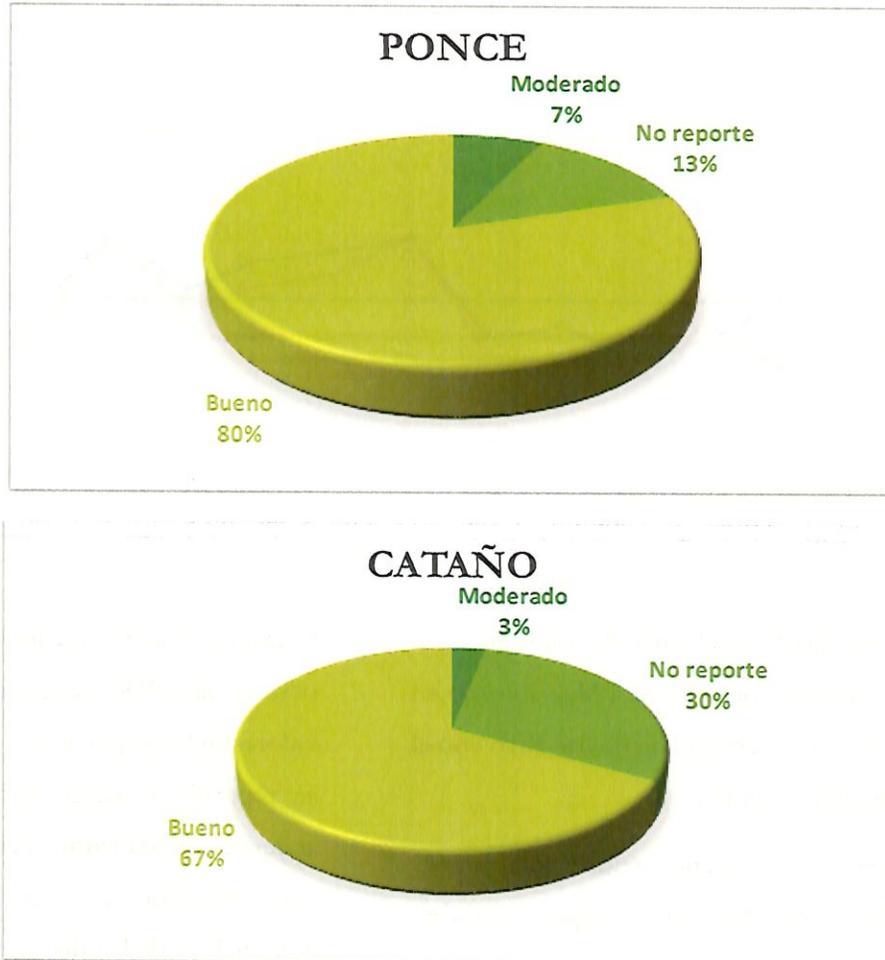
MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

El ICA incluye la zona, período, contaminante y el valor índice. Cuando el valor índice es mayor de

100, es muy importante ofrecer información del estado crítico en el cual se encuentra el ambiente en ese momento y recomendaciones a la ciudadanía.

La gráfica 1 muestra los ICA para PM₁₀ del área de San Juan-Cataño y de Ponce para los días que se reportó el ICA. Si se observa, en su gran mayoría los días fueron de categoría buena, aunque gran parte de los días no hubo reporte de ICA. En el área de Cataño-San Juan, un 67% fueron de categoría buena y un 3% de categoría moderada. Mientras que, en el área de Ponce, un 80% fueron de categoría buena y un 7% de categoría moderada. Es importante señalar que en ambas áreas durante el 2019 los equipos presentaron problemas técnicos.

GRÁFICA 1 POR CIENTO DE DÍAS QUE SE REPORTÓ EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE PM₁₀ POR CATEGORÍA Y POR ÁREA EN PUERTO RICO 2019



En la gráfica 2 se puede observar que durante el 2019 el ICA para PM₁₀ mantuvo una misma tendencia en los valores en ambas áreas donde se reporta para PM₁₀. Además, presenta un leve aumento en los meses más calientes en Puerto Rico (junio a octubre). Esto es causado por los eventos naturales de polvo del Sahara sobre Puerto Rico

que afecta la calidad del aire de forma general en Puerto Rico, pero sin exceder las normas nacionales de calidad de aire.

También, muestra que el área de Ponce registra valores levemente más altos que los registrados en San Juan.

GRÁFICA 2 ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE, PM₁₀ PUERTO RICO 2019

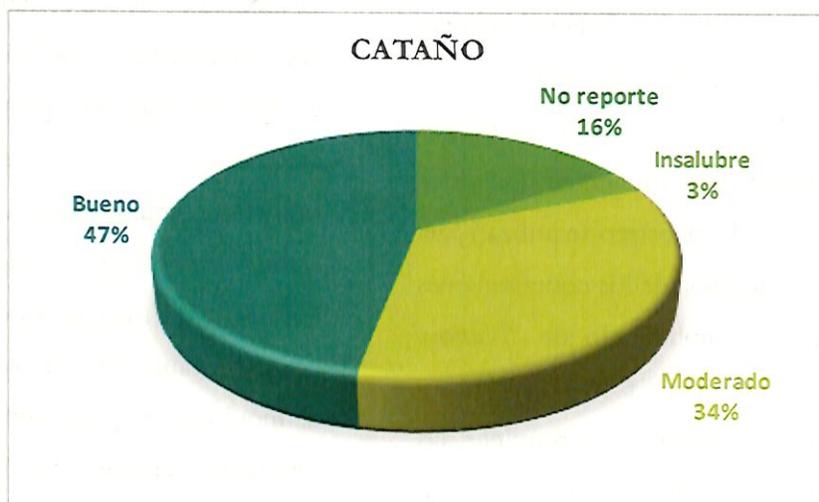
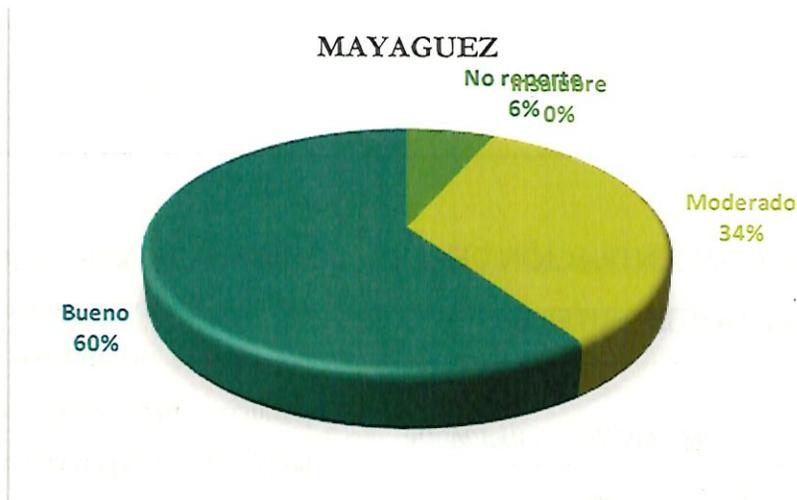
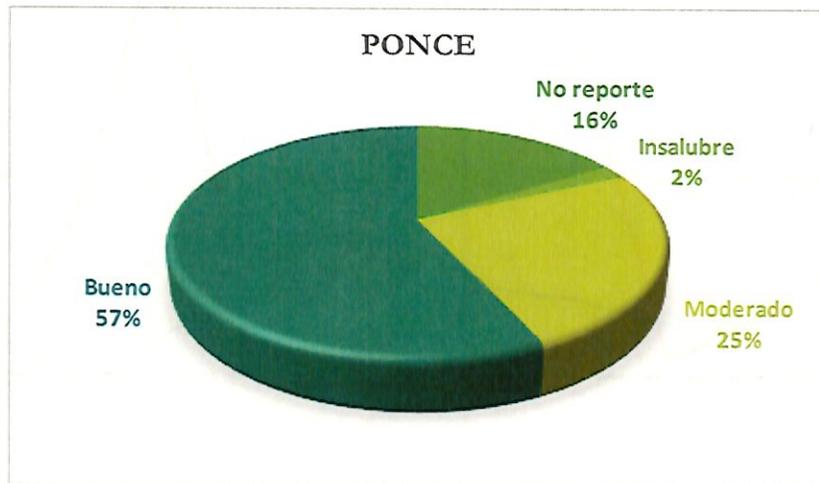


En junio de 2019, en el área de Mayagüez, se añadió un monitor continuo de PM_{2.5} ubicado en el Recinto de la Universidad de Puerto Rico con el objetivo de publicar el ICA.

El ICA para PM_{2.5} presentó valores índices más altos, incluso con valores de categoría insalubre para grupos sensibles en las áreas geográficas de

Cataño y Ponce para los meses de agosto hasta octubre de 2019. Las gráficas 3 y 4 presentan los valores índices, por área y por ciento de días que se reportó el índice por escala del valor. De acuerdo con los valores, el área de Cataño reportó valores más altos que el área de Ponce y Mayagüez, con un 34% de los días con valores moderados.

GRÁFICA 3 POR CIENTO DE DÍAS QUE SE REPORTÓ EL ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE PM_{2.5} POR CATEGORÍA Y POR ÁREA EN PUERTO RICO 2019



GRÁFICA 4 ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE, PM_{2.5} PUERTO RICO 2019



INDICADOR: CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES CRITERIOS

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

La red de muestreo de aire es una de las medidas utilizadas para proteger la salud de la población y de maximizar las acciones de vigilancia, control y prevención, con el fin de minimizar los riesgos asociados a contaminación ambiental. Los datos recopilados por la red de muestreo se utilizan para determinar la concentración de los contaminantes criterio del aire, el cumplimiento de “*National Ambient Air Quality Standards*” (NAAQS, por sus siglas en inglés) y; ayudan a determinar las principales fuentes de contaminación del aire en Puerto Rico. Las NAAQS primarias protegen a la

población en general, principalmente al sector sensible, como los asmáticos, niños y ancianos y; las normas secundarias protegen el bienestar público, como la visibilidad, el daño a los animales, las plantas, la vegetación y los edificios.

El monitoreo de los contaminantes del aire es una actividad técnica compleja que involucra el uso de equipo especializado, personal calificado para su operación y una infraestructura adecuada de soporte y comunicaciones. Además del monitoreo, es necesario asegurar que los datos generados describan de manera apropiada el estado de la calidad del aire, por ello, la operación del programa de monitoreo requiere también de metodologías y estándares para el muestreo, así como de un programa continuo de aseguramiento de la calidad.

La red de monitoreo atmosférico surge como un programa de vigilancia atmosférica vinculado con los siguientes objetivos:

- Evaluar la calidad del aire en una zona establecida, mediante la generación de indicadores de la calidad del aire.
- Crear las medidas necesarias para controlar la contaminación.
- Observar la tendencia de los contaminantes a lo largo del tiempo.
- Evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad del aire y brindar información en caso de situaciones de alerta, alarma y emergencia.
- Conocer el impacto que ejercen ciertos contaminantes sobre la población.
- Proporcionar datos para el desarrollo y la validación de modelos.
- Desarrollar estrategias de control para prevenir problemas por contaminación, o bien, eliminarlos.
- Los resultados son reportados, analizados e informados periódicamente a la base de datos de la APA.

La recolección de muestras en diferentes estaciones, y a frecuencias regulares de tiempo se realiza con el objetivo de proporcionar datos validados que permiten determinar los patrones y tendencias de la contaminación ambiental

utilizando técnicas o criterios específicos. Los procesos de monitoreo, investigación y vigilancia se basan en la recolección de información de campo, de laboratorio, análisis y evaluación. Los datos se obtienen en lugares geográficos, caracterizados según su objetivo y escala de medida.

La evaluación de la calidad del aire en Puerto Rico se realiza desde el 1974, a través de la red de estaciones para monitoreo de aire. Actualmente, la red de monitoreo de aire toma muestras para los siguientes contaminantes: Monóxido de Carbono (CO), Bióxido de Azufre (SO₂), Ozono (O₃), Plomo (Pb), Particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}) y Bióxido de Nitrógeno (NO₂), siempre con el objetivo principal de la protección de la población y vigilar que se cumpla con la política pública ambiental y con las normas nacionales de calidad de aire que se contemplan en la Ley de Aire Limpio del 1970. La red de muestreo ha ido cambiando e incorporando nuevos equipos atemperados con la regulación ambiental de monitoreo vigente y con la tecnología disponible. Estos cambios ocasionan establecer nuevas estaciones, relocalizaciones o cerrar otras, según se determina y sea necesario.

La red utiliza el equipo recomendado y aprobado en la lista de métodos de referencia y equivalentes designados del Título 40, Parte 53 del Código de Regulaciones Federales (40 CFR Parte 53) para realizar los muestreos según el parámetro a ser

muestreado. Estos consisten en dos tipos, muestreo continuo e intermitente (manual).

- El muestreo intermitente o manual se utiliza para las estaciones de material particulado (PM_{10} , $PM_{2.5}$ y Pb). Esta toma muestras durante 24 horas, con diferentes frecuencias, PM_{10} y plomo cada seis días y $PM_{2.5}$ cada tres días. Estos equipos utilizan filtros que se analizan a través de procesos químicos, ya sea en el laboratorio ambiental de la Agencia o por el laboratorio contratado por la APA.
- El muestreo continuo se usa para NO_2 , CO, SO_2 , O_3 , PM_{10} y $PM_{2.5}$. El equipo continuo toma muestras constantemente las 24 horas

todos los días. Este equipo calcula promedios de cinco minutos y promedios por hora de los valores tomados.

Ambos equipos están calibrados y tienen mantenimiento preventivo de acuerdo con el QA Handbook Vol. II App D Measurement Quality Objectives and Validation Templates. Todos los equipos cumplen con las especificaciones de certeza y control de calidad; y los datos capturados son confiables para ser comparados con las normas nacionales de calidad de aire.

El Mapa 1 detalla la ubicación de las estaciones de monitoreo de Puerto Rico.

MAPA 1 RED DE MUESTREO DE AIRE DE PUERTO RICO 2019



CONSIDERACIONES TÉCNICAS

El diseño de la red es según la Ley de Aire Limpio, el Código 40 de las Regulaciones Federales (CFR) Parte 58, donde se presenta un equilibrio entre el número deseado de monitores, la frecuencia de muestreo, el presupuesto disponible y los empleados necesarios para su manejo y operación. La red de monitoreo de aire utiliza equipos sofisticados y cada uno de estos realiza una medida para determinar la concentración de los contaminantes atmosféricos criterios. Se han diseñado diversos métodos, definidos como métodos de referencia federal, que son utilizados para determinar la concentración del contaminante en el ambiente. Los principios de operación de los equipos utilizados en una estación deben cumplir con los métodos de referencia o equivalentes establecidos en las normas de calidad de aire. El método de referencia describe con claridad y exactitud las condiciones y los procedimientos necesarios para medir los valores de una o más propiedades y se ha demostrado que tienen una exactitud y una precisión apropiada.

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

Para el 1979, se desarrolla el programa de muestreo de aire nacional con el propósito de regular los contaminantes criterios, para los cuales la APA estableció Normas Nacionales de Calidad de Aire, bajo el Acta de Aire Limpio. Los elementos de una red de monitoreo dependerán en gran parte de los objetivos del muestreo de la

calidad del aire. La elaboración de un buen programa de monitoreo, así como la implementación de procedimientos para el manejo de muestras, son esenciales para asegurar la calidad y representatividad de los resultados. El período de monitoreo es particularmente importante si los resultados se van a comparar con normas o criterios de la calidad del aire.

Estas normas expresan a largo plazo, valores de promedios anuales y, a corto plazo, valores de promedios de 24, 8, y 1 hora, lo cual establece el método y frecuencia del muestreo. La frecuencia del muestreo; continuo o muestreo intermitente el equipo utilizado dependen del contaminante muestreado. La red de monitoreo de Puerto Rico utiliza ambos tipos de muestreo.

Las estaciones de monitoreo de aire continuas capturan las concentraciones mediante equipos especializados para este fin y tienen la particularidad de analizar y recopilar datos cada cinco minutos de forma automática. La información es almacenada en los “dataloggers” con una programación exclusiva para cada uno de los parámetros y se recolecta remotamente mediante líneas de modem.

DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂)

El dióxido de nitrógeno (NO₂), junto a las partículas, es responsable de que el cielo, en algunas áreas urbanas, se vea de un color rojizo marrón. Absorbe la luz visible, contribuye al cambio climático, participa en la capacidad oxidativa de la atmósfera para formar radicales y la

formación de ozono. Este contaminante irrita las vías respiratorias causando bronquitis y pulmonía, reduce la resistencia respiratoria. Las personas con condiciones asmáticas son las más vulnerables.

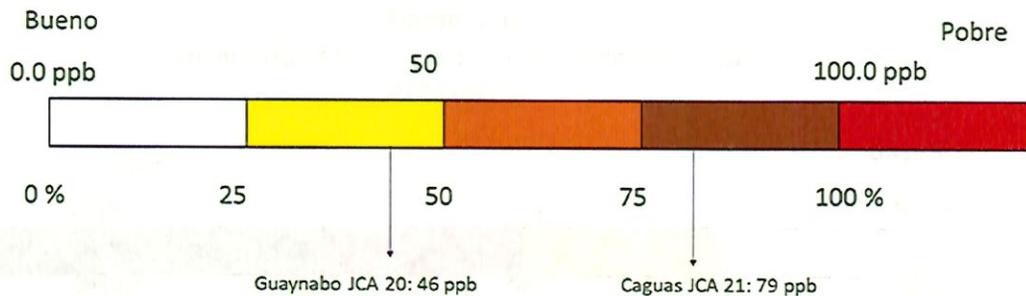
Esta emisión proviene principalmente de la combustión de combustible a temperaturas extremadamente altas por industrias o termoeléctricas, por otro lado, las fuentes móviles contribuyen, así como también los incendios. Son pocos los procesos industriales que emiten NO_x (óxido de nitrógeno). Una pequeña fracción del total de emisiones de NO_x consisten en NO_x, y la mayor parte del NO₂ que se encuentra en la atmósfera, proviene de la oxidación atmosférica de NO (óxido nítrico) a NO₂. Sin embargo, cuando el ozono se encuentra presente, el proceso de oxidación de NO a NO₂ acontece rápidamente.

En el 2019, la red de muestreo de aire contaba con tres sitios de bióxido de nitrógeno (NO₂), dos como parte del programa cerca de la carretera, (en Guaynabo y Caguas); y un monitor en la estación NCore en Bayamón. Los monitores de NO₂ son operados durante todo el año. El equipo utilizado para medir bióxido de nitrógeno es un T200U (quimioluminiscencia en fase gaseosa, Chemiluminescence Teledyne API).

La quimioluminiscencia es una técnica analítica basada en la medición de la cantidad de luz generada por una reacción química. La concentración de NO_x se determina en dos etapas de muestreo. Cuando la muestra llega directamente a la celda de reacción sin pasar por el convertidor la concentración detectada corresponde a la concentración del NO existente y la lectura es guardada por el microprocesador. Cuando la muestra pasa por el convertidor y llega hasta la celda de reacción el NO₂ se convierte en NO y la concentración detectada se suma a la del NO de la etapa anterior y se reporta como NO_x total. La concentración de NO₂ corresponde a la diferencia entre las lecturas registradas de NO y NO_x.

La norma establecida para este contaminante es 100 ppb en promedio de una hora y 53 ppb para el promedio anual. Para establecer cumplimiento con estas normas se debe observar el promedio de tres años consecutivos del percentil 98 del promedio de una hora y el promedio anual. La figura a continuación muestra el Benchmark del 2019.

Benchmark
 Bióxido de Nitrógeno: Percentil 98 de Concentraciones Máximas de 1-Hora (ppb)
 2017 - 2019



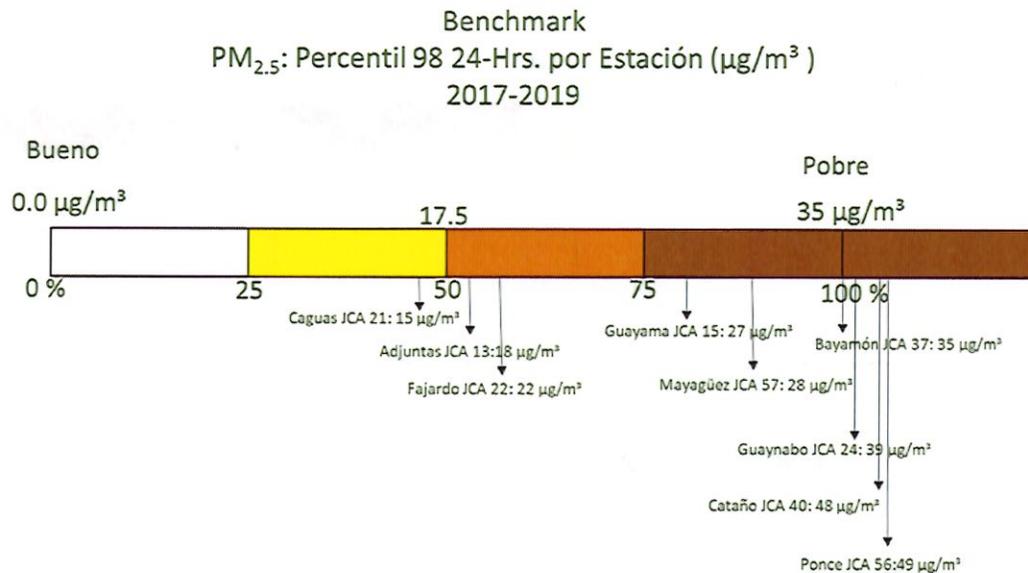
MATERIA PARTICULADA (PM_{2.5})

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

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

Puerto Rico opera diez sitios de PM_{2.5} en la red de muestreo de aire, siete utilizan el FRM, tres muestreos continuos FRM y uno colocado PM_{2.5} muestreo FRM. La red cuenta con un sitio nuevo en el área oeste, en Mayagüez. Todos los sitios FRM operan uno cada tres días. El monitor colocado FRM QA operan un día cada seis días. Los monitores continuos de PM_{2.5} funcionan durante todo el año y los datos son enviados a la base de datos del sistema AQS de la APA en valores de una hora. El muestreo continuo de PM_{2.5} utiliza el TEOM 1405. Los monitores continuos de PM_{2.5} se utiliza para reportar el AQI. El equipo de muestreo FRM de PM_{2.5} se cambió por un equipo de muestreo de referencia incluidos en la lista de referencia denominados por la APA como Met One E-SEQ-FRM. Para el contaminante PM_{2.5} hay establecidas normas nacionales, una es el promedio aritmético anual 12 µg/m³ como norma primaria, 15 µg/m³ como norma secundaria y el promedio máximo de 24

horas ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$), como norma primaria y secundaria.



De acuerdo con los resultados el percentil 98 de 24 horas de los últimos tres años (2017-2019) se registró en Ponce con $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Cataño con $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Guaynabo con $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y Bayamón con $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ todas excediendo la norma, pero esa excedencia fueron valores extremos pues fueron datos afectados por polvo de Sahara. La estación de Guayanilla no muestreó en el 2019, pues la estación fue seriamente afectada por el huracán María, lo que requirió ser reubicada. Se puede concluir que la calidad del aire de Puerto Rico se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma nacional primaria para PM_{2.5}, ya que las excedencias registradas fueron afectadas por eventos naturales.

OZONO (O₃)

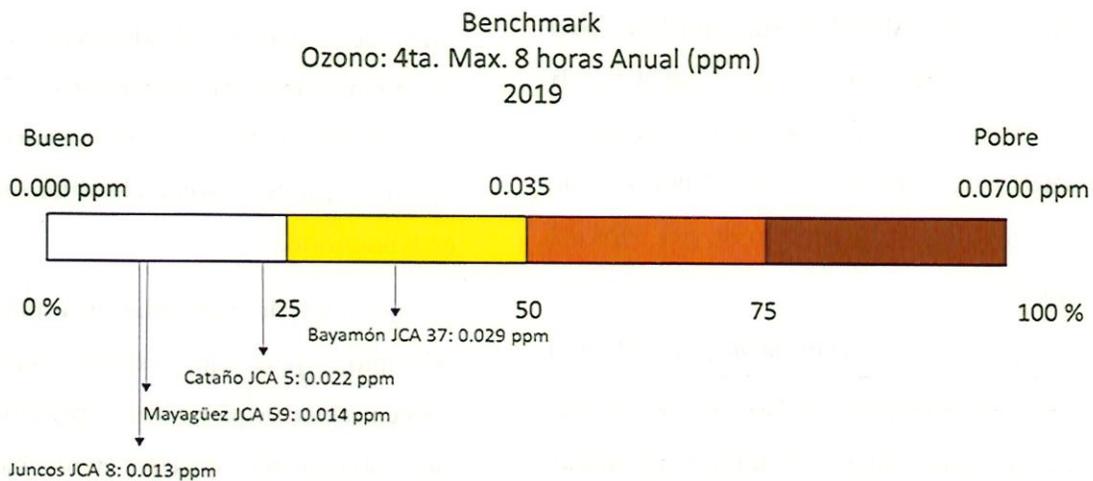
El ozono se encuentra en la atmósfera y estratósfera como capa protectora contra los rayos ultravioleta. A nivel de superficie es un contaminante secundario ya que se forma a través de una reacción química entre el bióxido de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles catalizados por la radiación solar. No se emite directamente hacia la atmósfera, sino que resulta de una compleja reacción fotoquímica que incluye compuestos orgánicos, NO_x, y luz solar. Los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos como hidrocarburos e hidrocarburos oxigenados contribuyen a la formación de ozono. La acumulación de oxidantes de ozono tiende a ser lenta y sucede en áreas relativamente extensas. Las concentraciones más altas de ozono

generalmente suceden a varios kilómetros de las áreas industriales en la dirección a favor del viento. Es un gas que irrita el sistema respiratorio. Puede reducir la función pulmonar y hacer difícil la respiración. Si la concentración es alta puede agravar el asma y enfermedades pulmonares crónicas y en los peores casos daño permanente al pulmón y hasta la muerte.

En Puerto Rico se opera cuatro sitios de ozono en la red de muestreo de aire con un monitor localizado en el sitio NCore. En el 2019 se instaló un monitor nuevo en el municipio de Mayagüez. Los monitores de ozono operan durante todo el año.

El principio de operación que utilizan los analizadores de ozono (O₃), se conoce como el método de fotometría (UV) y consiste en medir la cantidad de luz ultravioleta, a una longitud de

onda de 254 nm, absorbida por el ozono presente en una muestra. El principio de operación se basa en la Ley de Beer-Lambert. Cuando la muestra pasa por el interior de las celdas, la molécula de ozono absorbe una cantidad de luz (I), la cual se compara con la cantidad de luz medida en la celda de referencia (I₀) para calcular la concentración (C). La concentración obtenida se corrige a condiciones de temperatura y presión del interior de la celda de absorción, los cuales son medidos de manera independiente. Para establecer cumplimiento el valor designado se determina al observar la cuarta máxima del promedio de ocho horas y calcular el promedio de tres años consecutivos. Según los valores obtenidos se cumple con la norma nacional establecida de 0.070ppm.



MATERIA PARTICULADA

El material particulado es una mezcla compleja líquida y sólida que están suspendidas en la atmósfera y pueden ser arrastradas por corrientes de aire u otros gases. La materia particulada en el ambiente proviene de una variedad de fuentes y tiene diferentes gamas en cuanto a tamaño y composición que puede ser entre 0.0002 y 500 μm . Los estudios científicos han provisto evidencia de que el material particulado en el aire puede penetrar directamente al interior de los pulmones y causar efectos adversos a la salud.

Gran parte de los problemas ambientales son causados por la contaminación atmosférica. Esta contaminación afecta tanto a los seres humanos como a la naturaleza. Debido a estos factores la Agencia Federal de Protección Ambiental revisó y estableció en diciembre 14 de 2012, normas primarias y secundarias nacionales de calidad de aire más estrictas. Materia particulada $\text{PM}_{2.5}$ para la norma primaria anual es de 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y la secundaria es 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y la norma primaria y secundaria para el promedio de 24 horas es de 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al calcular el promedio de tres años del percentil 98.

MATERIA PARTICULADA (PM_{10})

Estas materias de partículas forman una extensa clase de sustancias sólidas y líquidas transportadas por el aire, que varían enormemente en sus propiedades físicas y químicas.

Existen dos tipos distintivos de emisiones de partículas: partículas gruesas y partículas finas. Las partículas gruesas de diez micrones de diámetro generalmente constituyen la mayor parte de la masa total de partículas e incluyen partículas formadas por procesos antropogénicos y polvo retenido en la superficie.

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

El instrumento utilizado para medir PM_{10} es el Hi-Volume Size Selective Inlet (SSI), que recoge partículas suspendidas hasta con un diámetro igual o menor de diez micrones y utiliza un filtro inerte de cuarzo. El método de referencia para la determinación de la concentración de partículas en aire ambiente es el de muestreo de alto volumen, combinado con el método gravimétrico en laboratorio.

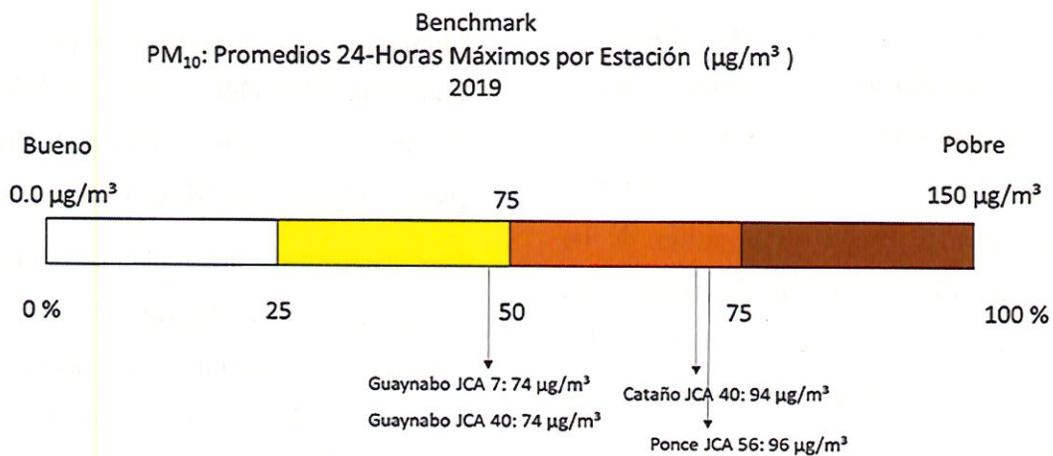
El muestreo de partículas es utilizado, en un principio, para la determinación de la concentración de partículas suspendidas totales en aire ambiente. Sin embargo, en muchas ocasiones el filtro con la muestra también es aprovechado para determinar la concentración de otros elementos como: metales pesados, nitratos, sulfatos, entre otros, por medio de análisis en

laboratorio. El método consiste en hacer pasar aire ambiente a una tasa de flujo de aproximadamente un metro cúbico por minuto a través de un filtro de fibra de vidrio montado bajo una cubierta protectora que evita que se deposite material directamente sobre el filtro. El muestreo se lleva a cabo de manera continua durante 24 horas.

En el 2019, Puerto Rico mantenía cuatro estaciones fijas de muestreo atmosférico de PM₁₀; dos intermitentes en Guaynabo y, dos continuas, una en Ponce y otra en Cataño. En el 2019, el muestreo de PM₁₀ fue algo limitado, pues por el tipo de equipo las estaciones fueron significativamente afectadas por el huracán María; lo que causó que los materiales de reemplazo disponibles se utilizaran para mantener en operación las estaciones del LMP de Guaynabo.

Las estaciones ubicadas en el área de Guaynabo tienen como objetivo identificar si el área cumple con las normas establecidas ya que en un tiempo se consideraba área de no logro moderado, quiere decir que en algún periodo no cumplió con la norma y fue sometida a limitaciones, mitigación y estrategias para lograr ser un área con una calidad de aire aceptable.

Para determinar el cumplimiento con la norma se calcula el valor designado; el cual es el valor promedio de los valores máximos de 24 horas de los últimos tres años. De acuerdo con los resultados obtenidos durante los últimos tres años (2017-2019) los datos más altos registrados fueron de la estación de Ponce y Cataño. La norma nacional para PM₁₀ es 150 µg/m³ para promedio máximos de 24 horas. Al comparar los resultados se cumple con las normas nacionales establecidas.



MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

El Monóxido de Carbono (CO) es un **gas inodoro**, incoloro y sin sabor, es poco soluble en agua y su densidad es menor que el aire producido por la combustión incompleta de carbono en combustibles. Al inhalarse sus moléculas ingresan al torrente sanguíneo, donde inhiben la distribución del oxígeno. Los posibles efectos a la salud es que impide el transporte de oxígeno a las células, puede provocar mareos, dolor de cabeza y hasta la muerte. Puede producir hipoxia, daño neurológico, personas con padecimientos cardiovasculares o anémicos pueden experimentar efectos más severos a su salud.

Este gas se produce como resultado de la combustión incompleta de combustibles a base a carbono, tales como la gasolina, el petróleo y el carbón. Además, de productos naturales y sintéticos, como por ejemplo el humo de cigarrillos. Es bien común encontrarlo en concentraciones elevadas en lugares cerrados, como estacionamientos cerrados y túneles mal ventilados. Incluso en lugares de congestión vehicular; cerca de dos terceras partes de las emisiones de CO provienen de transportes. Consecuentemente, las concentraciones más altas se encuentran a lo largo de carreteras muy transitadas.

En Puerto Rico se operan cinco sitios con CO en la red de muestreo de aire; uno de ellos se encuentra en la estación NCore en Bayamón. Todos los monitores de CO son operados durante

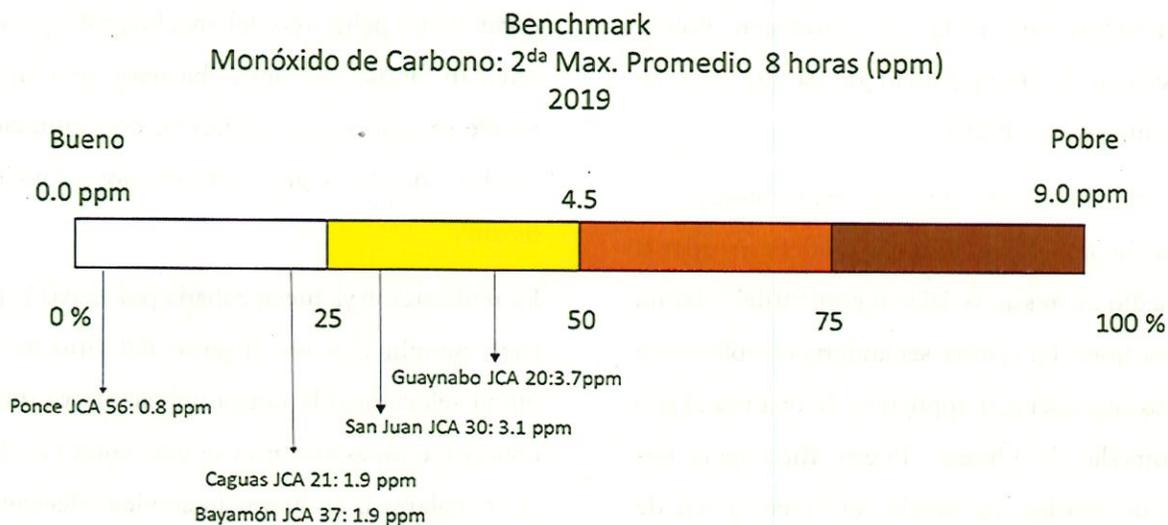
todo el año y las concentraciones son enviadas en valores de una hora a AQS de la APA. Los monitores son SLAMS y utilizan el método FRM.

El principio de operación de los analizadores de CO se basa en la capacidad que tiene este gas para absorber energía en determinadas longitudes de onda. El T300U utiliza el método de absorción infrarrojo con una rueda de correlación de filtro de gas. En los equipos de muestreo que utilizan este principio se mide la absorción de luz infrarroja, llevada a cabo por las moléculas de CO en intervalos relativamente pequeños de longitudes de onda centradas sobre la región de máxima absorción del contaminante.

El campo óptico está encerrado en un horno de temperatura controlada que disminuye el ruido y la desviación del instrumento. Una celda enchapada en oro maximiza la señal de ruido mientras el secador Nafion minimiza la interferencia de agua causada por cambios de humedad. El T300U corrige su línea de base dirigiendo la muestra a través de un catalítico purificador calentado de CO.

Para determinar cumplimiento con la norma se calcula el valor designado; el cual es el valor máximo de las segundas máximas de los últimos dos años. De acuerdo con los resultados obtenidos durante los últimos dos años (2018-2019) para Ponce 0.8 ppm, Caguas 1.9 ppm, Bayamón 1.9 ppm, San Juan 3.1 ppm y Guaynabo 3.7 ppm. La norma nacional para monóxido de carbono 9 ppm para promedio máximos de ocho

horas. Al comparar los resultados se cumple con las normas nacionales establecidas.



BIÓXIDOS DE AZUFRE (SO₂)

El bióxido de azufre es un gas incoloro producido por la oxidación del azufre. Está presente en la atmósfera naturalmente, ya que se produce en los volcanes y durante la descomposición de materia orgánica. El hombre ha alterado su ciclo natural ya que al agregar grandes cantidades a la atmósfera en muy poco tiempo aumenta su concentración. Los combustibles fósiles al ser quemados en plantas eléctricas, industrias, fábricas y refinerías lo liberan a la atmósfera transformada en bióxido de azufre. Se origina principalmente por fuentes de combustión de carbón y petróleo, refinerías, fábricas de papel y pulpa; y fundidoras de metales no ferrosos.

Este gas es irritante y tóxico, afecta sobre todo las mucosidades y los pulmones lo que provoca ataques de tos. Puede causar broncoconstricción,

bronquitis y traqueítis, también broncos espasmos en personas asmáticas. Este y los óxidos de nitrógeno son los mayores precursores de la lluvia ácida, la cual está asociada con la acidificación de lagos y ríos, acelera la corrosión de los edificios y monumentos y deteriora la visibilidad.

El método de colección para bióxido de azufre es el analizador de pulsaciones fluorescente. Los analizadores de bióxido de azufre emplean el principio de fluorescencia pulsante que se basa en el hecho de que las moléculas de SO₂ absorben radiación ultravioleta (UV) a una longitud de onda en el intervalo de 210-410 nm, entrando en un estado instantáneo de excitación para posteriormente decaer a un estado de energía inferior, emitiendo un pulso de luz fluorescente de una longitud de onda mayor en el intervalo de 240 a 410 nm. En esta región del espectro se suprime pequeñas cantidades de la fluorescencia

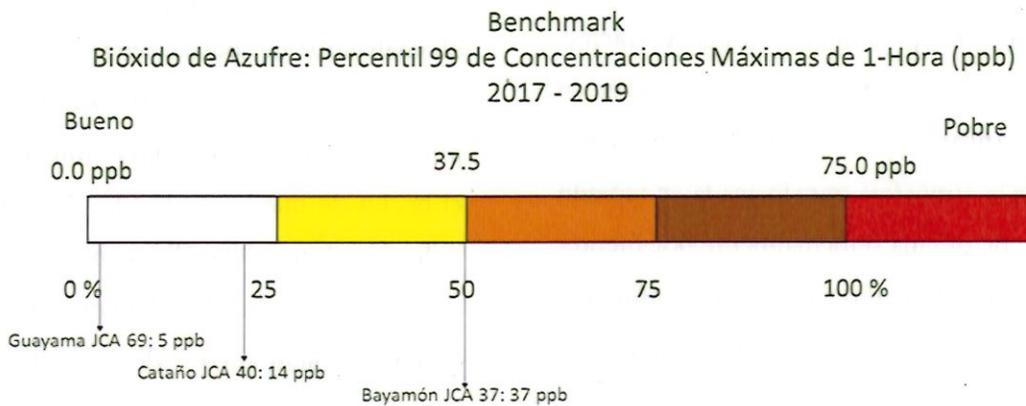
producidas por las moléculas en el aire. La luz emitida por los tipos de azufre es detectada por un tubo foto multiplicador utilizando componentes electrónicos, que a la vez producen voltaje equivalente a la intensidad de la luz y a las concentraciones de SO₂.

La norma nacional primaria para bióxido de azufre fue revisada es 75ppb y no debe exceder el promedio de tres años del percentil 99 del máximo de una hora. La norma secundaria establece que no debe exceder el 0.5ppm más de una vez al año el promedio de 3 horas. Puerto Rico opera tres sitios de bióxido de azufre (SO₂) en la red de muestreo de aire; uno de estos monitores está en la estación NCore. Todos los monitores de SO₂ son operados durante todo el año. Las concentraciones son enviadas en valores de hora a AQS de la APA. Todos los monitores de SO₂ son orientados a las fuentes.

La estación de Salinas 72-123-0002, será reubicada a una nueva ubicación en el mismo municipio. La reubicación de la estación se debe a las condiciones peligrosas del área luego del paso del huracán María. La nueva ubicación será en área donde se espera que ocurran las concentraciones máximas de SO₂, según los resultados de modelaje de aire.

La reubicación ya fue aprobada por la APA, pero para cumplir con los criterios del sitio ha sido difícil seleccionar la nueva ubicación, ya que las concentraciones máximas se encuentran en áreas de manglares o en áreas sin servicio eléctrico. A continuación, los valores de percentil 99 obtenidos por las estaciones de muestreo de bióxido de azufre en unidades de ppb.

De acuerdo con los datos obtenidos durante el 2019, basados en las máximas de una hora, el valor más alto fue en Bayamón de 37 ppb.



PLOMO (Pb)

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

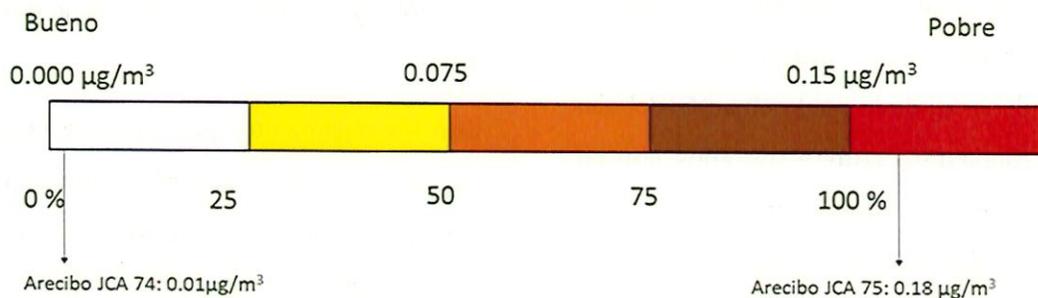
Con la nueva reglamentación para plomo se establecieron monitores en varias áreas de Puerto Rico con emisiones de este contaminante. La reglamentación propone ubicar estos monitores cerca de instalaciones potenciales a emitir este contaminante tan peligroso a la salud.

Puerto Rico opera dos sitios de plomo (Pb) en la red de muestreo de aire, ambos en Arecibo para

vigilar las concentraciones que se obtienen por industrias que manejan plomo. Todos los monitores de Pb, incluyendo el colocado (QA) son operados uno en cada seis días durante todo el año y las concentraciones son enviadas en valores de día a AQS de la APA. Los monitores para plomo son SLAMS y utilizan el método FRM. Para este contaminante la norma primaria y secundaria establecida es $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio móvil de tres meses máximos de 24 horas. A continuación, los datos obtenidos: ambas localizadas en el municipio de Arecibo.

De acuerdo con los resultados para la estación de Arecibo (74) el valor designado es $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y para Arecibo (75) es $0.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Si analizamos los datos por valor designado, la estación de Arecibo sobrepasa la norma de calidad de aire. En los últimos años como medida de contingencia para cumplir con la norma la APA coordina las labores de limpieza del área, específicamente donde ubicaba la compañía Battery Recycling.

Benchmark
Plomo: Promedio Móvil de Tres Meses de Concentraciones Máximas de 24-Horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2017 - 2019



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Área de Calidad de Aire es la responsable de mantener y monitorear la calidad del aire en Puerto Rico y hacer cumplir las normas nacionales de calidad de aire establecidas en la Ley Federal de Aire Limpio. El Área de Calidad de Aire utiliza distintas herramientas mediante las cuales determina la calidad del aire, crear controles y medidas para hacer cumplir las normas de la calidad del aire en Puerto Rico. La red de muestreo de aire, la cual monitorea los niveles ambientales de los contaminantes criterios, mediante la cual determina cumplimiento con las normas nacionales. Otra herramienta es otorgar permisos de construcción y operación donde establece los límites de emisiones atmosféricas y vela por el cumplimiento de estos. Por último, mantiene un inventario de emisiones para determinar las emisiones esperadas según los parámetros y controles establecidos a las industrias reguladas.

Utilizando los resultados de la red de muestreo de aire se presenta y prepara el informe sobre el estado de la calidad del aire en Puerto Rico. Los indicadores de estado de la calidad del aire que se presentan en este documento proporcionan un panorama del nivel de la contaminación del aire de Puerto Rico en los últimos tres años, con un mayor enfoque en el 2019. Esto es así, porque los valores designados utilizados se calculan de acuerdo con la norma nacional establecida para

cada uno de los contaminantes criterios. Mediante estos se hace un diagnóstico de la contaminación atmosférica basado en el muestreo de la calidad del aire lo que se ha convertido en nuestros días en uno de los ejes principales tanto de regulaciones ambientales como de conciencia ambiental.

Como se mencionó anteriormente en el año 2019, con bastante esfuerzo se consiguió restablecer la red luego del huracán María (2017), y muchos de los equipos se reemplazaron por equipos nuevos. Además, como todos los años en el período de junio a octubre, Puerto Rico fue significativamente impactado por varios episodios de nubes de Polvo de Sahara.

De acuerdo con los datos colectados se puede concluir que, en Puerto Rico en términos generales, se cumple con las normas nacionales establecidas de los parámetros criterios muestreados en Puerto Rico, con la excepción del plomo. En el caso de Plomo, aunque el informe presenta valores similares a los años anteriores en los cuales se excedió la norma, la realidad es que ya se establecieron medidas de contingencia para controlar y minimizar los niveles de plomo en el área.

Con los reglamentos para la protección del aire vigentes y de acuerdo con la nueva reglamentación de muestreo de aire, se continuará con la vigilancia preventiva y regulación a las

industrias para mantener los niveles de la calidad de aire adecuados. El objetivo primordial es la protección de la población, evitando que el aire se deteriore o alcance valores por encima de las normas de calidad de aire. Además, se continuará implantando todos los requisitos ambientales para mantener una red de muestreo de aire renovada con equipos nuevos, actualizados con las últimas tecnologías de vanguardia disponibles en el mercado que permitan en tiempo real la vigilancia y prevención de la contaminación ambiental.

Áreas de Valor



Natural Protegidas

ÁREAS DE VALOR NATURAL PROTEGIDAS

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

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

Se realizan viajes de pesca a estaciones identificadas en la plataforma insular de la costa oeste de Puerto Rico. Se utilizan diferentes métodos de captura: con hilo y anzuelo, palangre de fondo. Además, se comenzó a usar un sistema de filmar videos en las áreas. Se eliminaron las nasas como método de captura debido al bajo



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

Los censos de pesca incluyen dos artes de pesca en ambas costas a partir del 2017 aunque todos los trabajos se retrasaron debido a los huracanes Irma y María hasta el 2018. Las artes de pesca son el palangre de fondo y la línea de hilo y anzuelo. El palangre consiste en una línea la cual cuenta con 50 anzuelos tipo circular (C) número 9; esta se deja

sobre el fondo anclado en ambos extremos con una pesa de 5 libras y boyas hasta la superficie para levantarla. El periodo de implementación es de treinta minutos al final del cual se levanta y se registran las capturas en el número asignado al anzuelo donde se capturó la especie. La pesca con líneas de mano consiste de dos anzuelos de diferentes tipos: circular (C) y (J), ambos números nueve por cada pescador (tres pescadores), por un máximo de diez minutos. Cada pescador realiza una tirada con dos minutos de duración hasta un máximo de cinco tiradas; durante esos dos minutos no puede tratar de capturar el pez y solo puede dejar la línea hasta completar los dos minutos. El objetivo es minimizar la habilidad de cada pescador en capturar peces y se pueda estandarizar las capturas eliminando cualquier predisposición. Este proceso trata de imitar al palangre en ser pasivo. Cabe señalar que, al final de los censos de peces, se determinará cuán efectivo es el uso del palangre versus la pesca de mano. Este arte conlleva unos peligros adicionales a la tripulación y el uso del mismo no es definitivo para otras propuestas hasta que se determine si los resultados son mayores a los peligros que conlleva su uso versus las líneas de mano.

Otro factor para análisis de las capturas lo son las categorías de hábitat por las cuales se estandarizaron las estaciones a ser monitoreadas. De igual manera la profundidad elegida estandarizando las estaciones en ambas categorías de hábitat y profundidad. Para la presente

monitoría, la estratificación se llevó a cabo basándose en categorías de hábitat establecidas por costa y por profundidad conforme los mapas béticos generados por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés). Tres rangos de profundidad fueron establecidos: de 0-10 m, de 11-20 m, y de 21 a 50 m. Las categorías de hábitat fueron arrecife de coral (C), algas (A), hierbas marinas (S) y arena.

En la monitoria realizada en la costa este durante el 2017, se documentó el hábitat de las estaciones que se muestrearon usando una cámara de video (GoPro) instalada en un tubo de aluminio, el cual se permitía llegar hasta el fondo. Este sistema resultó muy eficaz para determinar el hábitat, por ser de bajo costo (menor a los \$700.00). Para los próximos periodos de muestreos, se comenzó a utilizar un ensamblaje más sofisticado con dos cámaras GoPro, instaladas mirando en dirección opuesta, una con relación a la otra. El propósito de este sistema, además de proporcionar información del hábitat, es para identificar las especies de peces, tiburones, tortugas y otras especies de invertebrados que usualmente no se capturan por las artes que se utilizan para monitorear, sin embargo, utilizan el mismo hábitat. Las razones por la cual no se capturan varían por especie, sin descartar que puede ser también por el tamaño del pez, y por sus hábitos alimentarios, entre otros. No obstante, se continuó utilizando la cámara en el tubo para

determinar el hábitat en las áreas donde se realiza la pesca con hilo y anzuelo. Las cámaras en el ensamblaje graban por un mínimo de treinta minutos en el punto donde se identificó el hábitat de la estación a monitorear. Los videos grabados de estas dos cámaras se procesan para identificación del hábitat, al igual que la tercera cámara en el tubo. Luego se selecciona una de las dos cámaras al azar para “leer” e identificar las especies de peces o invertebrados dentro de un periodo de veinte minutos. Toda esta identificación es entrada en varias bases de datos.

Durante el 2019, el Laboratorio Pesquero adscrito al DRNA confrontó nuevamente problemas en los procesos logísticos de contratación de servicios, de manera que pudiera contar a tiempo con ellos y realizar ciertas labores pesqueras de investigación programadas; para algunas especies en la costa oriental de la Isla los trabajos se iniciaron a partir del mes de junio. Esto lo limitó a tener que realizar durante el año 2019 los trabajos de campo para algunas especies de valor comercial en la costa este. Como consecuencia, la cantidad de estaciones que se monitorearon en la costa este fueron mucho menor que en el oeste de la Isla.

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 1 del presente indicador muestra las especies capturadas en las costas este y oeste de Puerto Rico durante el 2019 en el proyecto de peces de arrecife. Se puede observar que la distribución de especies capturadas es similar en ambas costas, pero, además, que existen diferencias estadísticamente significativas. Un total de 45 especies fueron capturadas en total. Para la costa este se reportaron 25 especies distintas mientras que, en el oeste se alcanzó reconocer a 44. Los resultados de las capturas en el este reflejan 16 distintas familias taxonómicas. Por su parte, la costa oeste refleja veinte familias. Los meros, fue el grupo taxonómico claramente dominante de las capturas totales, particularmente en la costa oeste. Tres especies de meros fueron dominantes en las capturas en ambas costas, a saber: las mantequillas, las cabrillas y la cabra mora. Entre estas tres especies, la de mayor costo comercial es el mero cabrilla, “*Epinephelus guttatus*”, la cual fue la segunda especie de mayor captura en la costa oeste. La mantequilla (*Cephalopholis fulva*) fue la especie de mayor captura en ambas costas. Por otra parte, la especie de mayor captura en la costa este fue la cojinúa (*Caranx crysos*).

En términos de valor comercial, los pargos en general superan a los meros. Los pargos constituyeron el segundo grupo de mayor captura totales y en la costa oeste. La colirrubia (*Ocyurus chrysurus*) dentro del grupo de los pargos fue la especie que dominó la captura en ambas costas. Esto es similar a los resultados obtenidos en el 2017.

En el presente censo durante el 2019, los pargos fueron representados por cinco especies en la costa oeste y tres en la costa este, con ligeras diferencias entre ambas costas en las especies y géneros capturadas.

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. En la monitoría para el 2019 se capturaron especies que usualmente son capturadas por los pescadores, pero no reportadas al ser descartadas en el mar. Esto incluye, específicamente, a las morenas (*Gymnothorax* spp.), las remoras o pegas (*Remora* spp., *Echeneis* spp.), la raya (*Dasyatis americana*) o peces lagartos (*Synodus* spp.). Todas estas especies son de importancia a nivel ecológico para mantener el balance de

depredación. Las capturas han sido más notorias ya que se incluyó un arte que no discrimina para la captura de estas especies (ej. Palangre).

TABLE 1 RESUMEN DE ESPECIES DE PECES DE ARRECIFE CAPTURADOS DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DESDE ENERO HASTA DICIEMBRE DE 2019 EN LAS COSTAS OESTE Y ESTE DE PUERTO RICO.

ESPECIES	ESTE				OESTE							
	#	%	WT.	%	#	%	WT.	%	TOT #	TOT WT	%	
<i>Ocyurus chrysurus</i>	26	15.20%	7.441	2.77%	271	17.67%	77.275	13.19%	297	7.41	84.55	9.88%
<i>Cephalopholis fulva</i>	16	9.36%	2.902	1.08%	261	17.01%	47.478	8.10%	277	1.317	50.38	5.89%
<i>Epinephelus guttatus</i>	7	4.09%	2.086	0.78%	174	11.34%	91.785	15.67%	181	19.202	93.87	10.97%
<i>Haemulon plumieri</i>	23	13.45%	5.597	2.09%	128	8.34%	34.483	5.89%	151	0.498	40.08	4.68%
<i>Caranx crysos</i>	46	26.90%	24.976	9.31%	103	6.71%	45.484	7.76%	149	50.38	70.62	8.25%
<i>Cephalopholis cruentata</i>	4	2.34%	0.442	0.16%	102	6.65%	13.382	2.28%	106	27.006	13.82	1.62%
<i>Holocentrus rufus</i>	8	4.68%	0.893	0.33%	93	6.06%	10.118	1.73%	101	0.437	11.01	1.29%
<i>Calamus pennatula</i>	7	4.09%	2.634	0.98%	63	4.11%	16.568	2.83%	70	1.995	19.20	2.24%
<i>Holocentrus adscensionis</i>	2	1.17%	0.331	0.12%	40	2.61%	7.39	1.26%	42	0.587	7.72	0.90%
<i>Lutjanus synagris</i>	2	1.17%	0.5	0.19%	40	2.61%	5.388	0.92%	42	2.603	5.89	0.69%
<i>Malacanthus plumieri</i>		0.00%		0.00%	38	2.48%	9.879	1.69%	38	0.911	9.88	1.15%
<i>Lutjanus buccanella</i>		0.00%		0.00%	34	2.22%	9.206	1.57%	34	70.46	9.21	1.08%
<i>Balistes vctula</i>	1	0.58%	0.51	0.19%	30	1.96%	26.496	4.52%	31	40.08	27.01	3.16%
<i>Dasyatis americana</i>	8	4.68%	22.348	8.33%	18	1.17%	49.681	8.48%	26	84.716	72.03	8.42%
<i>Lactophrys trigonus</i>	1	0.58%	0.961	0.36%	18	1.17%	16.975	2.90%	19	7.721	17.94	2.10%
<i>Lutjanus analis</i>	3	1.75%	4.646	1.73%	10	0.65%	11.971	2.04%	13	6.703	16.62	1.94%
<i>Caranx ruber</i>		0.00%		0.00%	12	0.78%	7.41	1.26%	12	15.042	7.41	0.87%
<i>Diodon hystrix</i>	1	0.58%	1.345	0.50%	10	0.65%	13.697	2.34%	11	9.879	15.04	1.76%
<i>Gymnothorax moringa</i>	3	1.75%	0.78	0.29%	8	0.52%	2.784	0.48%	11	18.858	3.56	0.42%
<i>Halichoeres radiatus</i>	1	0.58%	0.705	0.26%	8	0.52%	5.606	0.96%	9	0.155	6.31	0.74%
<i>Remora</i>	1	0.58%	3.361	1.25%	8	0.52%	15.497	2.65%	9	10.872	18.86	2.20%
<i>Albula vulpes</i>	2	1.17%	1.016	0.38%	6	0.39%	2.745	0.47%	8	17.936	3.76	0.44%
<i>Caranx bartholomaei</i>	1	0.58%	0.983	0.37%	7	0.46%	14.84	2.53%	8	13.824	15.82	1.85%
<i>Melichthys niger</i>		0.00%		0.00%	8	0.52%	4.676	0.80%	8	0.453	4.68	0.55%
<i>Lutjanus apodus</i>		0.00%		0.00%	7	0.46%	6.443	1.10%	7	15.823	6.44	0.75%
<i>Haemulon aurolineatum</i>		0.00%		0.00%	6	0.39%	0.587	0.10%	6	93.871	0.59	0.07%
<i>Canthidermis sufflamen</i>		0.00%		0.00%	4	0.26%	6.703	1.14%	4	0.168	6.70	0.78%
<i>Ginglymostoma cirratum</i>	3	1.75%	181	67.46%	1	0.07%	0	0.00%	4	6.443	181.00	21.16%
<i>Gymnothorax miliaris</i>		0.00%		0.00%	4	0.26%	0.498	0.09%	4	0.042	0.50	0.06%
<i>Carcharhinus obscurus</i>	1	0.58%	1.765	0.66%	2	0.13%	4.474	0.76%	3	16.617	6.24	0.73%

ESPECIES	ESTE				OESTE							
	#	%	WT.	%	#	%	WT.	%	TOT #	TOT WT	%	
Gymnothorax vicinus		0.00%		0.00%	3	0.20%	0.911	0.16%	3	6.672	0.91	0.11%
Haemulon flavolineatum		0.00%		0.00%	3	0.20%	0.437	0.07%	3	181	0.44	0.05%
Calamus	1	0.58%	0.714	0.27%	1	0.07%	0.603	0.10%	2	3.761	1.32	0.15%
Echeneis naucrates	1	0.58%	0.322	0.12%	1	0.07%	0.207	0.04%	2	0.091	0.53	0.06%
Halichoeres cyanocephalus		0.00%		0.00%	2	0.13%	0.453	0.08%	2	11.011	0.45	0.05%
Opistognathus macrognathus	2	1.17%	0.042	0.02%		0.00%		0.00%	2	0.079	0.04	0.00%
Sphyræna barracuda		0.00%		0.00%	2	0.13%	10.872	1.86%	2	5.888	10.87	1.27%
Alectis ciliaris		0.00%		0.00%	1	0.07%	1.995	0.34%	1	6.239	2.00	0.23%
Caranx latus		0.00%		0.00%	1	0.07%	2.603	0.44%	1	72.029	2.60	0.30%
Elagatis bipinnulata		0.00%		0.00%	1	0.07%	1.082	0.18%	1	0.529	1.08	0.13%
Haemulon sciurus		0.00%		0.00%	1	0.07%	0.168	0.03%	1	3.564	0.17	0.02%
Lactophrys quadricornis		0.00%		0.00%	1	0.07%	0.155	0.03%	1	6.311	0.16	0.02%
Seriola rivoliana		0.00%		0.00%	1	0.07%	6.672	1.14%	1	1.082	6.67	0.78%
Spaisoma aurofrenatum		0.00%		0.00%	1	0.07%	0.091	0.02%	1	9.206	0.09	0.01%
Synodus foetens		0.00%		0.00%	1	0.07%	0.079	0.01%	1	4.676	0.08	0.01%
Grand Total	171		268.30		1534		585.85		1705		855.53	

Durante el período de muestreo de 2 de enero de 2019, al 14 de noviembre de 2019, un total de 243 estaciones de la costa oeste de Puerto Rico fueron muestreadas. El anzuelo y la línea rindieron 666 peces que representan 44 especies de 20 familias que pesan más 585 kg de peces de aleta. Las categorías de peces que dominan la captura en términos de número fueron los meros, seguidos de pargos, cachicatas, gallos y jureles. Tres especies de meros conformaron el 35.01% de las cuales dos especies constituyeron 28.36%. Los pargos fueron representados por cinco especies componiendo 23.60% de la captura total, de la cual las colirubias representó el 17.67% en términos de número siendo, de hecho, las especies de mayor captura total para dicha costa. La mantequilla (*Cephalopholis fulva*, 17.01%) fue la segunda especie de más captura, seguida por el mero cabrilla (*Epinephelus guttatus*, 11.34%), la cachicata blanca (*Haemulon plumieri*, 8.34%), la cojinúa (*Caranx crysos*, 6.71%), la cabra mora (*C. cruentata*, 6.65%), el candil (*Holocentrus rufus*, 6.06%), y la pluma (*Calamus pennatula*, 4.11%). En términos de peso, fue el mero cabrilla (15.67%) la especie de mayor peso representando, seguida por la colirubia (13.19%), la raya (*Dasyatis americana*, 8.48%), la mantequilla (8.10%), la cojinúa (7.76%), la cachicata blanca (5.89%) y el peje puerco (*Balistes vetula*, 4.52%).

Para el período de muestreo de 12 de junio del 2019, hasta 23 de diciembre de 2019, un total de 63 estaciones fueron muestreadas en la costa este.

Un total de 171 individuos que representan 25 especies de 15 familias pesaron sobre 268 kg de peces se recolectaron. Cuatro grupos de peces constituyeron la mayor parte de la captura, los jureles con 27.49%, los pargos con 18.13%, los meros con 15.79% y las cachicatas con 13.45% del total de captura por número. Otros grupos que constituyen una parte importante de la captura fueron los gallos (5.85%) y las plumas (4.68%).

Tres especies constituyeron la mayor parte de la captura de la costa este por número 55.56%. Las cojinúas (26.90%), la colirubia (15.20%) y la cachicata blanca (13.45%) fueron las especies más capturadas; seguido por la mantequilla (9.36%) en términos del total de captura por número. Pargos y meros que se consideran el grupo comercial más valioso de especies representó el 33.92% de la captura total por número. En término de peso el tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*, 67.46%) seguidas por las cojinúas (9.31%), la raya (8.33%), la colirubia (2.77%), la sama (*Lutjanus analis*, 1.73%) y las mantequillas (1.08%) fueron las especies dominantes.

Los efectos de varios métodos de pesca y la estratificación por hábitat se tomaron en consideraron sobre las capturas. Al comparar las capturas por estaciones muestreadas en la costa oeste mediante el método de líneas de mano versus los palangres produjo resultados estadísticamente significativos. La comparación

de las capturas con diferentes tamaños de anzuelo, anzuelo J #9 vs anzuelo C #9 alcanzaron resultados estadísticamente significativos. Los resultados de los datos de la costa este, también arrojaron resultados estadísticos significativos

para las capturas por estaciones y el método de líneas de mano versus los palangres y las estaciones versus los tamaños de los anzuelos. (Ver Tabla 2)

TABLA 2 RESUMEN DE ESPECIES DE PECES DE ARRECIFE CAPTURADOS CON LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DESDE ENERO HASTA DICIEMBRE DE 2019 EN LAS COSTAS OESTE Y ESTE DE PUERTO RICO.

ESPECIES	DATA LÍNEAS DE MANO				DATA PALANGRE			
	# F	%	WT. F	%	# LL	%	WT. LL	%
<i>Ocyurus chrysurus</i>	65	8.93%	11.05	4.77%	232	23.75%	73.51	11.80%
<i>Haemulon plumieri</i>	20	2.75%	5.52	2.39%	131	13.41%	34.56	5.55%
<i>Cephalopholis fulva</i>	179	24.59%	33.03	14.27%	98	10.03%	17.35	2.79%
<i>Caranx crysos</i>	59	8.10%	25.59	11.06%	90	9.21%	45.03	7.23%
<i>Epinephelus guttatus</i>	101	13.87%	54.34	23.48%	80	8.19%	39.54	6.35%
<i>Holocentrus rufus</i>	48	6.59%	5.25	2.27%	53	5.42%	5.76	0.93%
<i>Calamus pennatula</i>	25	3.43%	7.32	3.16%	45	4.61%	11.89	1.91%
<i>Cephalopholis cruentata</i>	62	8.52%	8.08	3.49%	44	4.50%	5.75	0.92%
<i>Dasyatis americana</i>		0.00%		0.00%	26	2.66%	72.03	11.57%
<i>Balistes vetula</i>	9	1.24%	8.87	3.83%	22	2.25%	18.14	2.91%
<i>Holocentrus adscensionis</i>	22	3.02%	4.04	1.75%	20	2.05%	3.68	0.59%
<i>Lutjanus synagris</i>	27	3.71%	3.13	1.35%	15	1.54%	2.76	0.44%
<i>Lutjanus analis</i>	1	0.14%	0.85	0.37%	12	1.23%	15.76	2.53%
<i>Gymnothorax moringa</i>		0.00%		0.00%	11	1.13%	3.56	0.57%
<i>Caranx ruber</i>	3	0.41%	2.48	1.07%	9	0.92%	4.93	0.79%
<i>Lactophrys trigonus</i>	10	1.37%	9.19	3.97%	9	0.92%	8.75	1.41%
<i>Diodon hystrix</i>	2	0.27%	2.79	1.20%	9	0.92%	12.26	1.97%
<i>Caranx bartholomaei</i>		0.00%		0.00%	8	0.82%	15.82	2.54%
<i>Lutjanus apodus</i>		0.00%		0.00%	7	0.72%	6.44	1.03%
<i>Albula vulpes</i>	1	0.14%	0.40	0.17%	7	0.72%	3.37	0.54%
<i>Remora</i>	2	0.27%	5.83	2.52%	7	0.72%	13.03	2.09%
<i>Malacanthus plumieri</i>	32	4.40%	8.02	3.46%	6	0.61%	1.86	0.30%
<i>Halichoeres radiatus</i>	3	0.41%	1.86	0.80%	6	0.61%	4.45	0.71%
<i>Melichthys niger</i>	3	0.41%	1.84	0.79%	5	0.51%	2.84	0.46%
<i>Ginglymostoma cirratum</i>		0.00%		0.00%	4	0.41%	181.00	29.07%
<i>Gymnothorax miliaris</i>		0.00%		0.00%	4	0.41%	0.50	0.08%
<i>Gymnothorax vicinus</i>		0.00%		0.00%	3	0.31%	0.91	0.15%
<i>Calamus</i>		0.00%		0.00%	2	0.20%	1.32	0.21%
<i>Haemulon aurolineatum</i>	4	0.55%	0.40	0.17%	2	0.20%	0.18	0.03%
<i>Haemulon flavolineatum</i>	1	0.14%	0.15	0.07%	2	0.20%	0.29	0.05%
<i>Carcharhinus obscurus</i>	1	0.14%	1.97	0.85%	2	0.20%	4.27	0.69%
<i>Sphyræna barracuda</i>		0.00%		0.00%	2	0.20%	10.87	1.75%
<i>Opistognathus macrognathus</i>		0.00%		0.00%	2	0.20%	0.04	0.01%
<i>Lactophrys quadricornis</i>		0.00%		0.00%	1	0.10%	0.16	0.02%
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>		0.00%		0.00%	1	0.10%	0.09	0.01%
<i>Lutjanus buccanella</i>	34	4.67%	9.21	3.98%		0.00%		0.00%
<i>Alectis ciliaris</i>	1	0.14%	2.00	0.86%		0.00%		0.00%
<i>Caranx latus</i>	1	0.14%	2.60	1.12%		0.00%		0.00%
<i>Elagatis bipinnulata</i>	1	0.14%	1.08	0.47%		0.00%		0.00%
<i>Setiola rivoliana</i>	1	0.14%	6.67	2.88%		0.00%		0.00%
<i>Haemulon sciurus</i>	1	0.14%	0.17	0.07%		0.00%		0.00%

ESPECIES	DATA LÍNEAS DE MANO				DATA PALANGRE			
	# F	%	WT.F	%	# LL	%	WT.LL	%
Canthidemis sufflamen	4	0.55%	6.70	2.90%		0.00%		0.00%
Halichoeres cyanocephalus	2	0.27%	0.45	0.20%		0.00%		0.00%
Synodus foetens	1	0.14%	0.08	0.03%		0.00%		0.00%
Echeneis naucrates	2	0.27%	0.53	0.23%		0.00%		0.00%
Grand Total	728		231.44		977		622.70	

En la Tabla 2 se resumen las capturas por arte de pesca utilizado. El palangre capturó un número mayor de individuos (977) y de especies (35) en comparación con las líneas de mano la cual produjo capturas de 728 individuos en 33 especies. Varias especies solo fueron reportadas por el palangre, en específico las morenas (*Gymnothorax spp.*), la raya (*D. americana*), la barracuda (*Sphyraena barracuda*), la gata (*Ginglymostoma cirratum*) y el loro manchado (*Sparisoma aurofrenatum*). Entre las especies que dominaron las capturas totales la colirrubia, la cachicata blanca, las cojinúas y el candil fueron capturadas en mayor número con el palangre; mientras que la mantequilla, la cabrilla y la cabra mora fueron capturadas en mayor número por las líneas de mano. Se observó diferencias entre las artes de pesca al tomar en cuenta y comparar los tamaños de las especies capturadas.

En términos generales el tamaño promedio de las especies capturadas con el palangre, colirrubia, cachicata blanca, y el candil fue mayor al el de línea de mano. El tamaño de las colirrubias capturadas con palangre fue de 265.67 ± 39.21 mm LH, mientras que las de las líneas fue de 211.77 ± 39.21 mm LH. El tamaño de las

cojinúas varió entre 289.80 ± 58.90 mm LH capturadas con palangre y 273.46 ± 57.82 mm LH las de líneas de mano. Las cachicatas blanca de palangre tuvieron un tamaño promedio de 226.45 ± 20.33 mm LH mientras las de 224.71 ± 27.11 mm LH. Los candiles capturados con palangre reportaron un tamaño promedio 185.04 ± 9.89 mm LH, mientras que las líneas fue 183.31 ± 11.83 mm LH.

Los meros fueron capturados en mayor número en las líneas de mano y un tamaño promedio mayor comparado con los del palangre. Las mantequillas capturadas con líneas tuvieron un tamaño promedio de 218.78 ± 29.36 mm LH mientras que las capturadas con palangre 214.97 ± 29.10 mm LH. Las cabrillas de líneas de manos tuvieron un tamaño de 309.05 ± 64.84 mm LH y las del palangre fueron de 305.13 ± 61.54 mm LH. Finalmente, las cabras moras tuvieron un tamaño promedio de 200.29 ± 29.09 mm LH mientras que las capturadas con palangre 199.60 ± 34.71 mm LH.

La composición de las especies por estaciones muestreadas varió según tres factores: área, profundidad y hábitat. El número de estaciones por hábitat varía por costa ya que los mapas

bénticos existentes no cubren toda la plataforma de estas. Existe una mayor cantidad hábitats identificados en la costa oeste que en la este, con una mayor cobertura de estos hábitats por profundidad. Los hábitats de la costa este están mayormente identificados en áreas llanas dentro de la plataforma que se extiende desde Puerto Rico entre las islas de Vieques y Culebra.

TABLA 3 RESUMEN DE ESPECIES DE PECES DE ARRECIFE CAPTURADOS POR HÁBITAT DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO DESDE ENERO HASTA DICIEMBRE DE 2019 EN LAS COSTAS OESTE Y ESTE DE PUERTO RICO.

ESPECIES	# CR	AVG. TL CR	AVG. FL CR	# MA	AVG. TL MA	AVG. FL MA	#SM	AVG. TL SM	AVG. FL SM	#SG	AVG. TL SG	AVG. FL SG
<i>Cephalopholis fulva</i>	248	216.88		21	219.90		3	237.00		5	222.20	
<i>Ocyurus chrysurus</i>	224	319.89	261.76	11	295.20	243.80	7	299.00	246.43	55	276.42	228.02
<i>Epinephelus guttatus</i>	157	312.54	251.00	7	296.43		8	313.75		9	220.56	
<i>Haemulon plumieri</i>	124	254.65	226.84	8	253.88	225.50	3	298.67	263.00	16	242.44	214.88
<i>Cephalopholis cruentata</i>	102	199.97		3	196.67					1	214.00	
<i>Holocentrus rufus</i>	90	230.88	184.52	5	217.00	177.80	2	248.00	201.50	4	219.50	176.75
<i>Holocentrus adscensionis</i>	38	259.53	210.18	1	240.00	193.00	1	277.00	216.00	2	243.00	191.50
<i>Calamus pennatula</i>	36	250.26	220.00	5	246.80	217.20	4	259.75	229.00	25	243.39	213.78
<i>Malacanthus plumieri</i>	34	380.52	333.70				2	396.50	347.00	2	364.50	325.50
<i>Lutjanus buccanella</i>	33	263.97	245.55				1	400.00	366.00			
<i>Balistes vetula</i>	29	442.00	314.86	2	417.00	308.50						
<i>Caranx crysos</i>	17	362.24	301.29	33	325.03	273.90	55	343.49	285.69	44	334.00	277.91
<i>Caranx ruber</i>	11	376.00	323.27				1	340.00	292.00			
<i>Dasyatis americana</i>	10	805.80	300.20	3	995.67	331.00	3	920.00	328.67	10	862.00	316.13
<i>Gymnothorax moringa</i>	10	552.60								1	615.00	
<i>Halichoeres radinitus</i>	9	343.44	338.38									
<i>Melichthys niger</i>	8	292.88	275.25									
<i>Lactophrys trigonus</i>	7	352.43	342.00				2	343.50	331.50	10	404.00	390.90
<i>Lutjanus apodus</i>	7	376.00	353.86									
<i>Diodon hystrix</i>	6	328.00								5	378.20	
<i>Haemulon aurolineatum</i>	6	194.67	170.00									
<i>Lutjanus analis</i>	5	480.80	439.60				2	529.50	483.50	6	305.50	278.17
<i>Lutjanus synagris</i>	5	229.60	217.60	1	190.00	178.00	8	234.25	219.38	28	192.71	179.71

ESPECIES	# CR	AVG. TL CR	AVG. FL CR	# MA	AVG. TL MA	AVG. FL MA	# SM	AVG. TL SM	AVG. FL SM	# SG	AVG. TL SG	AVG. FL SG
Canthidermis sufflamen	4	431.50	414.25									
Gymnothorax militaris	4	436.33										
Caranx bartholomaei	3	512.00	504.50	3	527.33	450.67	2	474.00	404.00			
Gymnothorax vicinus	3	561.67										
Haemulon flavolineatum	3	203.00	183.00									
Calamus calamus	2	309.50	283.50									
Halichoeres Cyanacephalus	2	243.50										
Albula vulpes	1	350.00	303.00				374.80	323.60	2	376.50	327.50	
Alectis ciliaris	1	548.00	485.00									
Caranx latus	1	583.00	502.00									
Carcharhinus obscurus	1	725.00	575.00							2	643.00	533.00
Echeneis naucrates	1	409.00	406.00	1	470.00	461.00						
Elagatis bipinnulata	1	553.00	449.00									
Ginglymostoma cirratum	1			1	1,291.20					2	457.00	
Haemulon sciurus	1	214.00	195.00									
Remora remora	1	769.00	737.00	1	917.00	873.00				7	844.00	810.33
Serola rivoliana	1	837.00	742.00									
Sparisoma aurofrenatum	1	163.00	712.00	1	915.00	836.00						
Sphyrana barracuda	1	796.00	712.00	1	915.00	836.00						
Lactophrys quadricornis											226.00	
Opistognathus macrognathus										2	124.00	
Synodus foetens										1	235.00	217.00
Grand total	1,249	285.21	256.07	104	321.12	273.32	110	348.03	287.42	242	316.39	263.56

El hábitat de todas las estaciones monitoreadas de ambas costas en el 2019 se analizó en conjunto y se presentan en la Tabla 3. Estos resultados conciernen los hábitats identificados en la estratificación. Por otra parte, los videos grabados en las estaciones son procesados para identificar los hábitats y luego se comparan los hábitats identificados con los de la estratificación. Estos resultados serán presentados luego de leer todos los videos grabados (> 1440) desde 2018 al 2020. No obstante, la información de hábitat recolectada en la costa este resultó en al menos 16 combinaciones de tipos de hábitats, mientras que en el oeste se identificaron 30 dependiendo en los organismos que conformaron los mismos. Por ejemplo, las algas en combinación con hierbas o corales blandos, de igual manera otros tipos de habitáculos como corales, algas, esponjas y pastos. Estos fueron condensados en grupos por el hábitat de mayor representación en términos de por ciento identificado en el video. Estos grupos son en general, arrecife de coral, algas, hierbas marinas, arena-fango, y un grupo nuevo de esponjas.

En la Tabla 3 se observa que los arrecifes de coral fue el hábitat con el mayor número de individuos, seguidos por las hierbas marinas, la arena y por último las algas. La especie que tiene mayor distribución entre todos los hábitats lo fue la cojinúa con buena representación en tres de los cuatro hábitats la mayor cantidad se reportó en la arena (55), seguido de las hierbas marinas (44), las

algas (31) y la menor cantidad en los arrecifes de coral (17). Las colirrubias fue capturada en dos de los hábitats en mayor número, en los arrecifes de coral (224 individuos) y en las hierbas marinas (55). Los arrecifes de coral reportaron el mayor número de individuos para las otras especies dominantes las mantequillas, cabrillas, cachicata blanca, la cabra mora y el candil, las cuales tuvieron poca o ninguna captura en los otros hábitats monitoreados (Tabla 3).

La captura total por unidad de esfuerzo (CPUE) registrada en estaciones muestreadas con línea de mano osciló entre 0.0019 y 0.189 kg/hora de anzuelo, en términos de kg/viaje de 0.091 a 11.365. El CPUE por capturas con palangre variaron de 0.0001 a 0.121 kg/hora anzuelo, en términos de kg/viaje varió de 0.037 a 181.288. Estas medidas no toman en consideración las estaciones donde se reportaron cero capturas (113 estaciones en total). (Ver Tabla 4).

La composición de especies recolectada en la costa oeste fue compuesta por meros (35.01%), seguida por los pargos (23.60%); gallos (8.67%), jureles (8.21%), las cachicatas (9.00%), plumas (4.17%) y representación de 13 familias hicieron la categoría de otros (3.78%) capturados en términos de número de individuos. En cuanto al peso, la composición de las especies fue conducida por los meros (26.06%), seguida de los pargos (18.82%), jureles (13.67%), peje puercos (6.46%), cachicata blanca (6.09%), gallo (2.99%),

plumas (2.93%) y la categoría otros constituyeron 16.85% (Tabla 5). Dentro de la categoría de otros se incluyen las especies de las familias de tiburones, barracudas, peces lagartos, las morenas, las rayas y las rémoras.

La composición de las especies de la costa este (Tabla 5) estaba formada por meros (15.79%), seguidos por pargos (18.13%), jureles (27.49%), gallos (5.85%), cachicatas (13.45%) y plumas (4.68%) en términos de número. En términos de peso, los grupos dominantes fueron los tiburones (68.12%), seguida por las rayas (8.33%), los jureles (9.68%) y los pargos (4.69%).

Las diferencias observadas en la composición de especies (Tabla 4) por costa rindió resultados estadísticamente significativos en términos de número y por peso Kruskal-Wallis de una manera ANOVA ($H = 11,775; P = 0.008$).

En la Tabla 5 se observan el resumen de las capturas totales obtenidas, tanto por número de individuos como por peso total, por grupos principales de pesca comercial de alto valor económico, para ambas costas monitoriadas en las aguas marinas jurisdiccionales, este y oeste.

TABLA 4 RESUMEN DE FAMILIAS DE PECES CAPTURADAS POR COSTA EN LA MONITORÍA DE PECES DE ARRECIFE DURANTE EL PERIODO DE ENERO A DICIEMBRE DE 2019

FAMILIA	Costa Este			Costa Oeste			
	#IND.		PESO	#IND.		PESO	
Sparidae	8	4.68%	3.348	1.25%	64	4.17%	17.171
Serranidae	27	15.79%	5.430	2.02%	537	35.01%	152.645
Lutjanidae	31	18.13%	12.587	4.69%	362	23.60%	110.283
Carangidae	47	27.49%	25.959	9.68%	126	8.21%	80.086
Haemulidae	23	13.45%	5.597	2.09%	138	9.00%	35.675
Malacanthidae	0	0.00%	0.000	0.00%	38	2.48%	9.879
Holocentridae	10	5.85%	1.224	0.46%	133	8.67%	17.508
Balistidae	1	0.58%	0.510	0.19%	42	2.74%	37.875
Ostraciidae	1	0.58%	0.961	0.36%	19	1.24%	17.130
Labridae	1	0.58%	0.705	0.26%	10	0.65%	6.059
Albulidae	2	1.17%	1.016	0.38%	6	0.39%	2.745
Scaridae	0	0.00%	0	0.00%	1	0.07%	0.091
Carcharinidae	4	2.34%	182.765	68.12%	3	0.20%	4.474
Sphyraenidae	0	0.00%	0.000	0.00%	2	0.13%	10.872
Diodontidae	1	0.58%	1.345	0.50%	10	0.65%	13.697
Synodontidae	0	0.00%	0.000	0.00%	1	0.07%	0.079
Dasyatidae	8	4.68%	22.348	8.33%	18	1.17%	49.681
Muraenidae	3	1.75%	0.780	0.29%	15	0.98%	4.193
Echeneidae	2	1.17%	3.683	1.37%	9	0.59%	15.704
Opistognathidae	2	1.17%	0.042	0.02%	0	0.00%	0.000
	171		268.3		1534		585.847

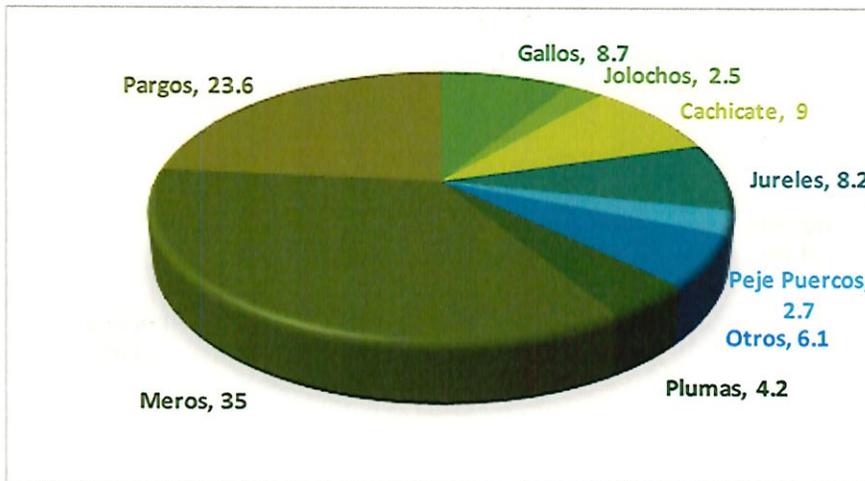
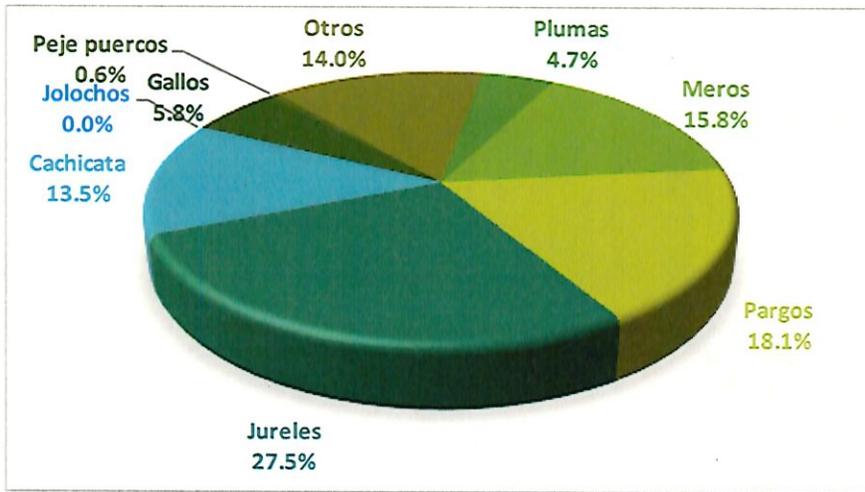
TABLA 5 RESUMEN CAPTURAS POR CATEGORÍAS DE ESPECIES DE PECES CAPTURADOS DURANTE EL PERIODO ENERO A DICIEMBRE DE 2019

Grupos	Este		Oeste	
	# Ind.	Peso	# Ind.	Peso
Plumas	4.68%	1.25%	4.17%	2.93%
Meros	15.79%	2.02%	35.01%	26.06%
Pargos	18.13%	4.69%	23.60%	18.82%
Jureles	27.49%	9.68%	8.21%	13.67%
Cachicatas	13.45%	2.09%	9.00%	6.09%
Jolochos	0.00%	0.00%	2.48%	1.69%
Gallos	5.85%	0.46%	8.67%	2.99%
Peje puercos	0.58%	0.19%	2.74%	6.46%

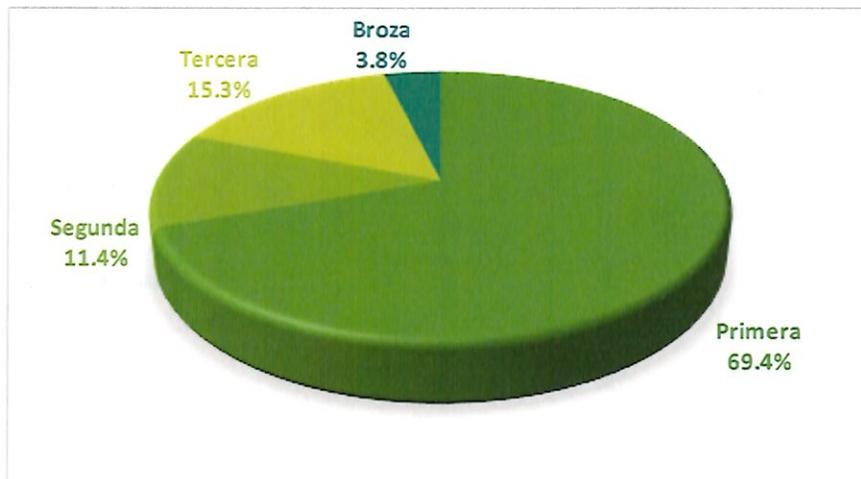
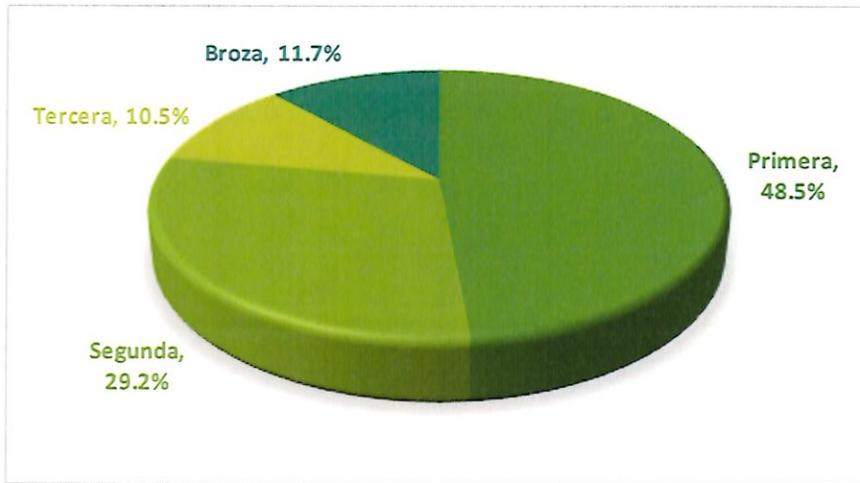
En la Gráfica 5 se compara la composición de especies obtenidos por categorías de peces o grupos capturados en las costas oeste y este, tanto por número y por peso. En la Tabla 5 se muestra la misma información. La composición fue idéntica con los mismos grupos representados en ambas costas: meros, pargos, jureles, candiles,

plumas, cachicatas y otros peces. Aunque son los mismos grupos por costa, hubo diferencias, particularmente en el dominio de capturas para ciertas especies pesqueras. Estas diferencias podrían deberse a los tipos de hábitats en donde se monitorearon en ambas costas.

GRÁFICA 5 COMPOSICIÓN DE ESPECIE EN TERMINO DE NÚMERO DE LOS GRUPOS DE PECES CAPTURADOS DURANTE EL PERIODO DE MONITORIA DE ENERO A DICIEMBRE DE 2019 EN LAS COSTAS ESTE Y OESTE



GRÁFICA 6 COMPOSICIÓN DE ESPECIE DE LA CAPTURA POR CATEGORÍA DE MERCADO DE LAS ESPECIES CAPTURADAS DURANTE EL PERIODO DE MONITORIA DE ENERO A DICIEMBRE DE 2019.



Alrededor de la Isla se utilizan varias categorías de mercadeo (Matos y Sadovy, 1990)¹ de los grupos o familias de peces capturados. En la

Gráfica 6 se presenta la composición de especies obtenida acorde a dichas categorías por costa. Se aprecia que la costa oeste obtuvo una captura

¹ Véase: Matos-Caraballo, D. & Y. Sadovy. 1990. Overview of Puerto Rico small-scale Fisheries Statistics 1988-89. Technical Report CODREMAR 1(4):1-17

de mayor calidad siendo dominada las capturas por especies de mayor valor económico en la pesca comercial. Mencionamos anteriormente que la categoría de primera está compuesta por los meros y pargos. Cabe mencionar que la categoría de broza ha ido disminuyendo con el pasar de los años, ya que especies que anteriormente no se mercadeaban ahora se venden como especies de tercera.

Las capturas de especies en los distintos hábitats se muestran en la Tabla 6. El número de

estaciones por hábitat no son iguales, al igual que hay diferencias en las costas. Para la costa oeste el número de estaciones con un número mayor dedicadas a arrecifes coral y las macroalgas tienen el menor número estaciones asignadas. En la costa este el hábitat con mayor número de estaciones lo fue las hierbas marinas, seguido por las algas, los corales y por último la arena.

TABLA 6 RESUMEN DE CAPTURAS POR HÁBITAT MONITOREADAS EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.

NOAA HÁBITAT	# ESTACIONES O	# ESPECIES	# IND. O	%	# ESTACIONES E	# ESPECIES	#IND. E	%
Arrecife de coral	120	42	1210	78.88%	8	15	39	22.81%
Algas	8	14	56	3.65%	18	10	48	28.07%
Arena	15	16	88	5.74%	5	5	22	12.87%
Hierbas marina	44	19	180	11.73%	32	19	62	36.26%
Grand Total	187		1534		63		171	

En la costa oeste, el total de las capturas por el hábitat de arrecife de coral corresponde al 78.88% de todas las capturas con 120 estaciones y reportando 42 especies de las cuales 5 constituyeron el 68.68% de todas las especies capturadas en dicho hábitat. Las especies son la colirrubia (17.69%), la mantequilla (20.25%), el mero cabrilla (12.89%), la cachicata blanca (9.50%), el candil (7.19%) y la cabra mora (8.35%) del total por número de capturas de CR. Para las hierbas marinas (SG, por sus siglas en inglés) 44

estaciones contribuyeron el 11.73% del total de las capturas con representación de 19 especies de las cuales 4 hicieron el 70.56% de las especies capturadas en SG. La colirrubia fue la especie de mayor captura con 26.11%, seguido por los arrayaos (15.56%), la cojinúa (16.11%) y las plumas (12.78%) en las hierbas marinas. Se monitorearon 15 estaciones en el hábitat de arena, la cual tuvo una contribución de 5.74% al total de la captura con 16 especies, de las cuales una especie (cojinúa, 72.74%) domino el total de estas

capturas. Por último, las macroalgas solo fueron monitoreada en ocho estaciones y represento 3.65% del total de las capturas. Se capturaron 14 especies con un total de 48 individuos, siendo las cojinúas el 32.14% de estas, seguidas de las mantequillas (14.29%) fueron las más apresadas.

Para la costa este se establecieron 32 estaciones en las hierbas marina, para las cuales se reportaron un total de 19 especies distintas, de las cuales, tres representaron el 53.23% del total, a saber: las cojinúas (24.19%), las cachicatas blancas (16.13%) y las colirrubias (12.90%) fueron capturadas comparativamente en mayor número dentro de este hábitat. Por otra parte, un total de 18 estaciones localizadas en hábitats asociados a la presencia de las algas tuvieron representación de 10 especies distintas, de las cuales tres especies en conjunto contribuyeron el 72.92% del total: las cojinúas (31.25%), las mantequillas (27.08%) y las colirrubias (14.58%). Respecto a los arrecifes de coral, este tipo de hábitat estuvo representado en ocho estaciones, contribuyendo a la captura de 15 especies distintas de las cuales: las colirrubias constituyeron el 25.64% y las cachicatas blancas el 23.08%. El hábitat de arena solo contó con cinco estaciones y aportó el mismo número de especies: cinco. Las cojinúas (72.73%) fue la especie que dominó las capturas en este hábitat.

En total, se grabaron 561 videos en la costa oeste y 189 en la costa este los cuales todos fueron procesados y leídos para identificar el hábitat.

Todos los de la costa este fueron leídos para las especies de organismos marinos en un periodo de 20 minutos estandarizados y, además, en otros momentos, como información adicional para estos, aproximadamente diez minutos adicionales. De la costa oeste, el 90% ha sido procesado para identificar peces y otros organismos. Todavía estamos en el proceso de entrada de datos para esta información y los resultados no están disponibles al presente, sino que confiamos lo estén para el informe del año 2020. Preliminarmente, podemos reportar que no en todas las instancias el hábitat observado en las cámaras corresponde al tipo identificado por los mapas béticos de la NOAA. Estos mapas tienen una precisión de una hectárea. Además, basados en los por cientos observados de distintos organismos, se ha podido identificar un hábitat adicional, en este caso, el de esponjas (SP), donde estos invertebrados son predominantes sobre lo que otrora se consideraba como arrecife de coral. Entretanto, podemos distinguir dos tipos de arrecifes de coral: los de corales duros y los de corales blandos, acorde a la predominancia de estas especies celenteradas. No obstante, la información y descripción de los hábitats observados mediante las cámaras fueron comparadas con el hábitat descrito para identificar la estación monitoreada. Se reconoce que existen diferencias en los hábitats observados, al comparar lo mostrado por las cámaras en algunas

ocasiones en las tres, y se reconoce diferencias del hábitat descrito en la estación.

Los resultados obtenidos por los videos concernientes a los tipos de hábitat identificados se presentan en la Tabla 7. Comparados con los hábitats utilizados como estratificación, consideramos que existen diferencias en algunas instancias. Más aún, según se puede observar diferencias en los hábitats observados en las cámaras 1 y 2, las cuales están ubicadas en el mismo “frame”, pero mirando en direcciones opuestas. Por otro lado, la cámara 3 presenta el hábitat dentro de un radio de 50 metros, desde donde se ubicaron las restantes dos. En esta se grabó el hábitat donde se realizó la pesca con las líneas de mano. Estos resultados están resumidos en las categorías que se usaron para la estratificación. No obstante, la diversidad del hábitat representado fue mucho más amplia, con la presencia de varios tipos de hábitat dentro de

una misma área, reflejándose, además, variaciones en los porcentos de representación en la zona estudiada. Del estudio se reconoce la presencia de un hábitat que no se consideró en la estratificación, este es el de las esponjas; en el mismo, la presencia de esponjas puede ser tan dominante que pueden alcanzar entre 90 a 100% de las especies en ciertas áreas o el por ciento de su presencia, ser los suficientemente alto como para opacar cualquier otra especie. No obstante, pueden estar presentes en todos los otros hábitats con excepción del hábitat en el cieno o fango. En la Tabla 7 también se provee información de la cantidad de estaciones en donde no se grabó el vídeo debido a errores humanos; por lo tanto, no se pudieron identificar los organismos, por diversas razones o la imagen era altamente turbia u oscura. Estos datos serán comparados con mayor detalle para el informe final del programa a ser presentado en el 2021.

TABLA 7 HÁBITAT IDENTIFICADOS EN LOS VIDEOS GRABADOS EN LAS COSTA MONITOREADAS DEL ESTE Y OESTE DE PUERTO RICO DURANTE EL 2019.

HABITAT	Habitat video east 2019			West data 2019		
	CAMERA	CAMERA	CAMERA	CAMERA	CAMERA	CAMERA 3
Arrecife de coral	7	8	13	76	67	29
Algas	19	20	17	68	62	79
Arena	4	4	3	3	3	4
Hierbas marina	25	23	21	25	25	17
Esponjas	5	4	5	6	8	11
Oscuro	1	2	2	2	1	
No data	1	2	2	2	2	
Desconocido	1				1	
Grand Total	63	63	63	182	170	140

La otra información que se obtiene de estos videos lo constituyen las especies de peces u organismos que se pueden identificar en estos, los cuales usualmente no se capturan con las artes de pesca tradicionales. En la Tabla 8 se representan algunas de las especies identificadas a través de estas cámaras en las distintas estaciones de las costas este y oeste de Puerto Rico en las lecturas oficiales de veinte minutos de grabación. En la costa este se identificó, en 63 videos, un total de 119 especies de las cuales, un total de 13 especies de peces pertenecientes a 8 familias fueron las más comunes. La costa oeste registró en un total de 187

videos un total de 143 especies, de las cuales, un total de 34 especies de peces representaban a 16 familias distintas. Otras especies incluyeron: calamares, pulpo, peje blanco, dólares de arena (sand dollars) y cangrejos ermitaños, entre otros. Fuera de los veinte minutos oficiales de grabación, se han identificado otras especies. En la costa este se identificó 317 especies con 8 especies dominantes pertenecientes a 5 familias. Por su parte, en la costa oeste se identificaron 320 especies de las cuales, 7 especies pertenecientes a 4 familias fueron las de mayores avistamientos.

TABLA 8 ESPECIES DE PECES MÁS COMUNES IDENTIFICADOS EN LOS VIDEOS GRABADOS EN LAS COSTA MONITOREADAS DEL ESTE Y OESTE DE PUERTO RICO DURANTE EL 2019

ESPECIES DE PECES IDENTIFICADAS EN VIDEOS COSTA OESTE		ESPECIES DE PECES IDENTIFICADAS EN VIDEOS COSTA ESTE	
<i>Species Reef fish</i>	# Fish count	<i>Species Reef fish</i>	# Fish count
Halichoeres gamoti	75	Thalassoma bifasciatum	31
Sparisoma aurofrenatum	75	Halichoeres bivittatus	29
Scarus taeniopterus	62	Ocyurus chrysurus	24
Thalassoma bifasciatum	58	Halichoeres gamoti	18
Halichoeres bivittatus	50	Acanthurus bahianus	16
Stegastes partitus	46	Pseudupeneus maculatus	16
Acanthurus sp.	44	Sparisoma aurofrenatum	15
Ocyurus chrysurus	40	Caranx ruber	12
Caranx ruber	35	Haemulon plumieri	12
Acanthurus bahianus	34	Halichoeres caudalis	12
Chaetodon capistratus	33	Acanthurus coeruleus	11
Pseudupeneus maculatus	33	Caranx crysos	11
Cephalopholis fulva	27	Stegastes partitus	10
Balistes vetula	26		
Sparisoma viride	25		
Holocentrus sp.	24		
Acanthurus coeruleus	21		
Canthigaster rostrata	21		
Chaetodon striatus	21		
Haemulon plumieri	21		
Halichoeres maculipinna	19		
Malacanthus plumieri	19		
Calamus sp.	18		
Lactophrys triqueter	18		
Pomacanthus arcuatus	16		
Scarus iscri	15		

ESPECIES DE PECES IDENTIFICADAS EN VIDEOS COSTA OESTE		ESPECIES DE PECES IDENTIFICADAS EN VIDEOS COSTA ESTE	
<i>Species Reef fish</i>	# Fish count	<i>Species Reef fish</i>	# Fish count
Chromis cyanea	13		
Holocentrus rufus	13		
Sparisoma chrysopterygum	13		
Xyrichtys martinicensis	13		
Epinephelus guttatus	11		
Serranus tigrinus	11		
Caranx crysos	10		
Sphyrna barracuda	10		

Estamos comenzado con esta nueva tecnología y aún nos falta familiarizarnos con el análisis de los datos obtenidos por este medio. De entrada, la misma provee una imagen de la diversidad de especies que componen el ambiente ecológico marino y lo heterogéneo que es al incorporar la información de los hábitats en los cuales se identificaron todas estas especies. La cantidad de peces, según aparece en la Tabla 8, no denota unidad, sino el avistamiento de dicha especie en diferentes vídeos. Por ejemplo, de las cojinúas (*Caranx crysos*), el número 10 significa que en 10 vídeos diferentes se avistó una o varias cojinúas. En un vídeo en particular, se identifica la especie y el tiempo en la grabación donde se observó por primera vez, así como el tiempo en que se avistó por última vez, pero sigue siendo unitario el avistamiento. Si dentro de algún momento de esos avistamientos se observan más de un individuo, se reporta la cantidad dentro de lo que es el Mean Count; esto se utiliza para calcular

abundancia. Esa información no está presentada ni discutida en este informe al momento.

Siete especies predominaron en las capturas con línea y palangre. En la Gráfica 7 se ilustra la distribución de talla de las colirrubias obtenida de los censos de peces de arrecife durante el 2019, usando las dos artes de pesca. Las diferencias observadas fueron estadísticamente significativas (Kolmogorov-Smirnov $d\alpha = 0.512 > D.05 = 0.195$).

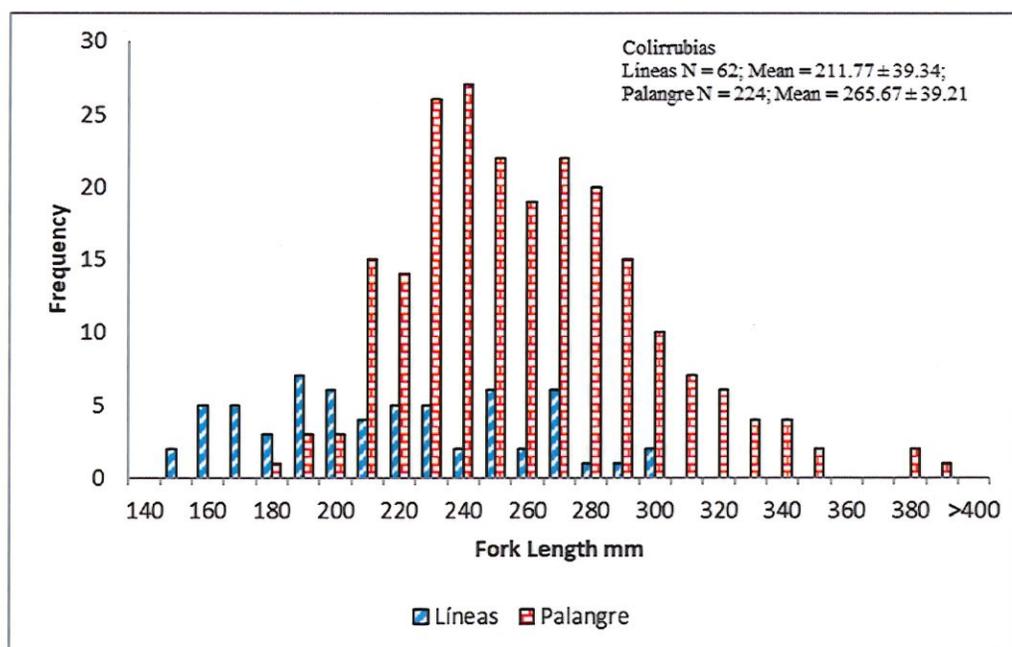
Por otra parte, la distribución de tallas obtenidas para las mantequillas capturadas con líneas de mano y palangre no muestran diferencias estadísticamente significativas (Gráfica 8). La tercera especie de mayor captura lo fue el mero cabrilla cuya distribución se observa en la Gráfica 9. Las distribuciones de tallas de las cabrillas tampoco mostraron diferencias estadísticamente significativas.

Otras especies cuya distribución de tallas se presentan a continuación, comparando las capturas de las líneas de mano contra las del

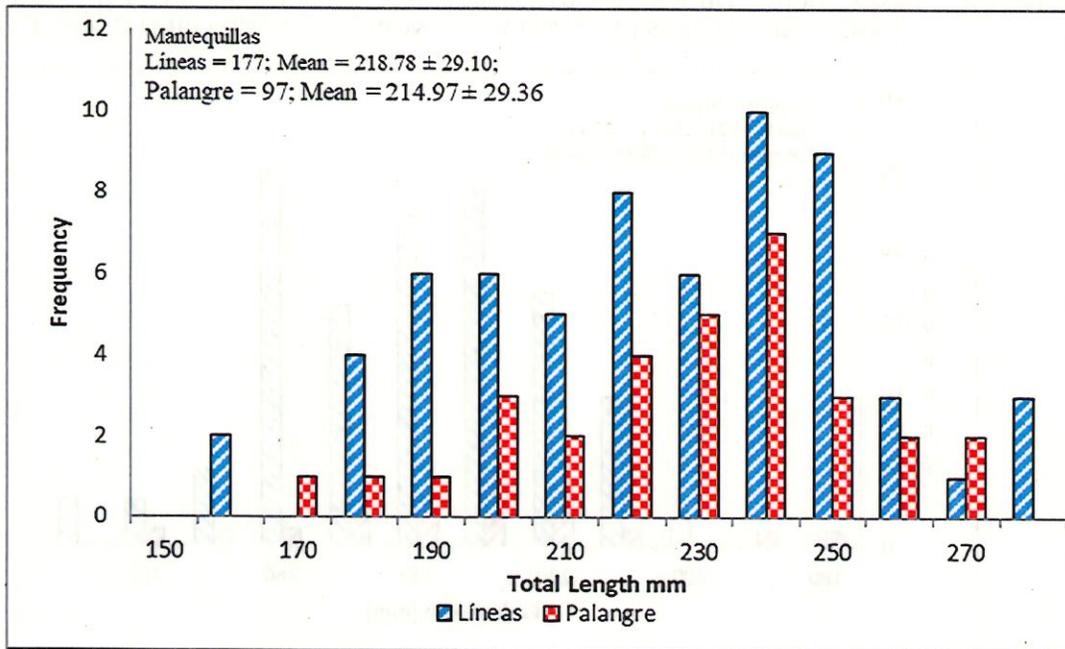
palangre, son las cachicatas blanca, las cojinúas, las cabras mora y el candil. La Gráfica 10 muestra la distribución de tallas para las cachicatas blanca la cual no presenta diferencias estadísticamente significativas. Para las cojinúas se presenta la distribución obtenida para esta muestra en la Gráfica 11 para la cual, las diferencias que se aprecian no son estadísticamente significativas.

La distribución de tallas obtenida para las cabras moras (Gráfica 12) con ambas artes de pesca presentan resultados estadísticamente significativos (Kolmogorov-Smirnov $\alpha = 0.273 > D.05 = 0.270$). Por su parte, la distribución de los candiles (Gráfica 13) no presenta resultados estadísticamente significativos.

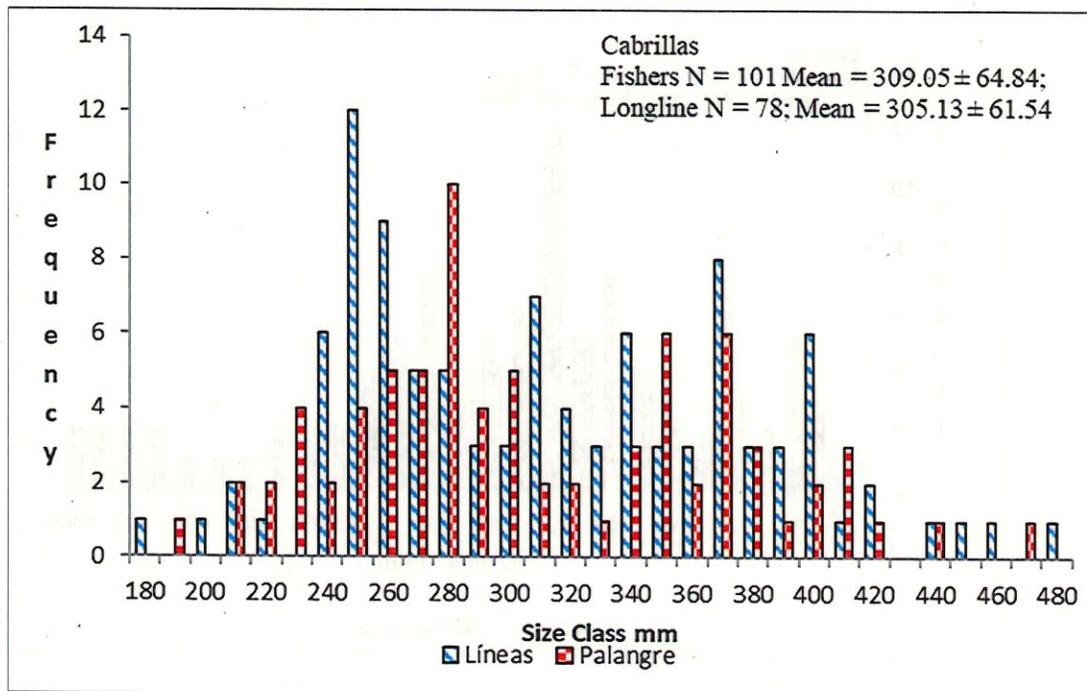
GRÁFICA 7 DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS COLIRRUBIAS CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019



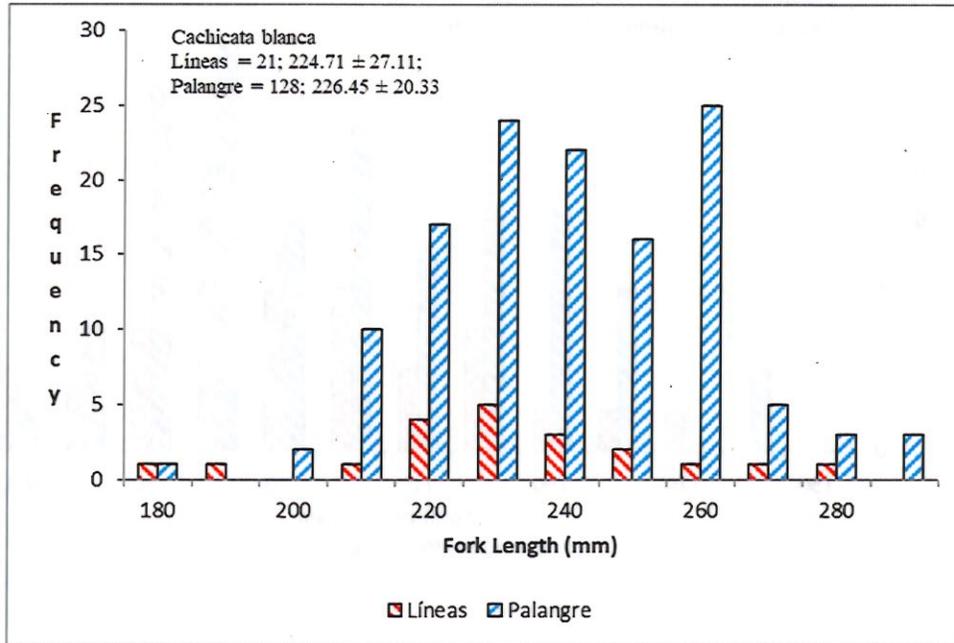
GRÁFICA 8 DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS MANTEQUILLAS CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.



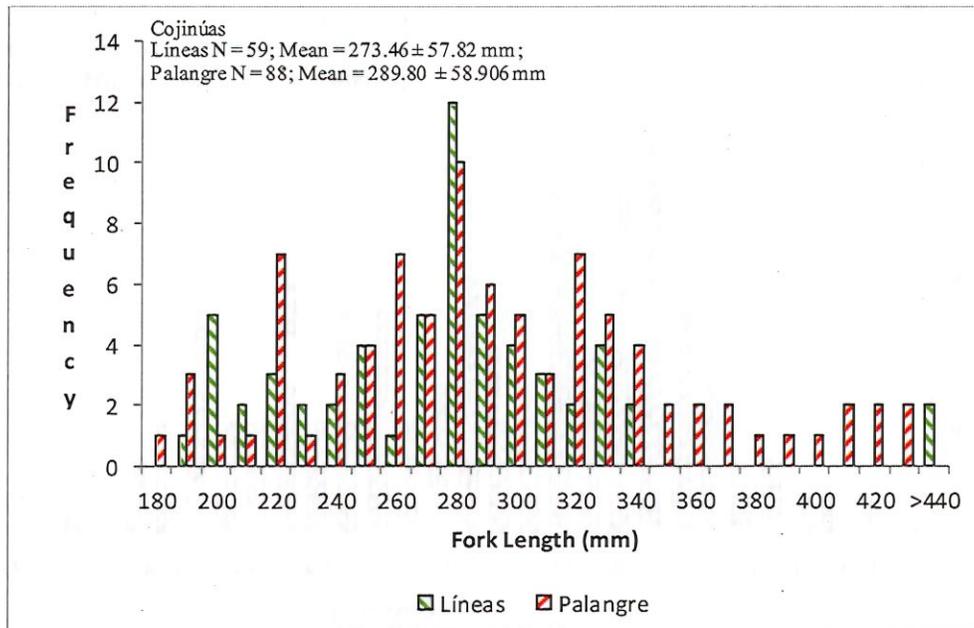
GRÁFICA 9 DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS CABRILLAS CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.



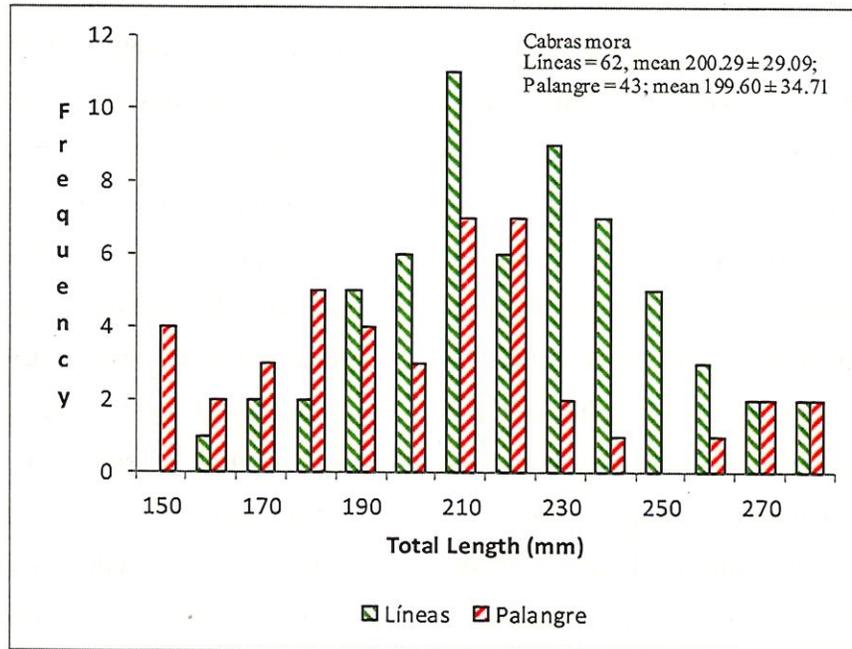
GRÁFICA 10 DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS CACHICATAS BLANCAS CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.



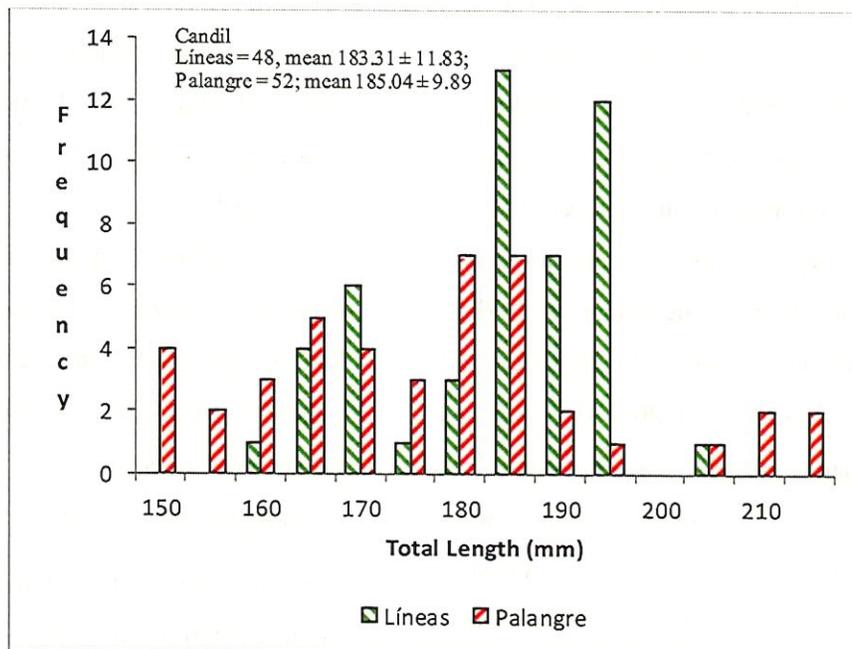
GRÁFICA 11 DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS COJINÚAS CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.



GRÁFICA 12 DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS CABRAS MORAS CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.



GRÁFICA 13 DISTRIBUCIÓN DE TALLAS OBTENIDA PARA LAS CANDIL CAPTURADAS UTILIZANDO LÍNEAS DE MANO Y PALANGRE EN PUERTO RICO DURANTE EL 2019.



Al comparar los resultados obtenidos en el censo realizado de los peces de aguas someras en el 2018 con los del presente estudio del 2019, no se observan cambios en las especies dominantes en término de número. En el presente censo, los pargos dominan las capturas en términos de número, mientras que los tiburones y rayas lo hacen en términos de peso. Las colirubias son las especies dominantes en las capturas para ambos años. En el 2018, las cojinúas fue la segunda especie más capturada mientras que en el censo del 2019 fue la quinta; la mantequilla ocupó el segundo puesto. Esos resultados contrastan con los obtenidos entre el 1988 hasta el 2009 y luego hasta el 2017, dependiendo de cuál lapso de años consideremos las especies dominantes a base de la profundidad y áreas muestreadas fueron las cabrillas y mantequillas, además, de si se muestrea durante las agregaciones de reproducción de la cabrilla. No obstante, en el 2014 pasan a ser la cuarta y quinta especie más capturadas al igual que en el 2013. Esto es un reflejo de las áreas monitoreadas juntamente con el hecho de no haber podido monitorear las agregaciones de reproducción durante dicho año. Para el 2016, las capturas fueron dominadas por los meros, siendo las mantequillas la especie más capturada en ambas costas. Otra diferencia entre el presente censo y los otros aquí señalados son las artes utilizadas, esto es un factor importante en la composición de las especies capturadas.

La información de hábitat recolectada en la costa este en 2017 trae los primeros resultados para relacionar las capturas de distintas especies con los hábitats. Más aún, resalta cuán importante es la relación entre los mismos tomando en cuenta como un hábitat que no es considerado con relieve, como lo es la arena, registró el mayor número de individuos, seguidos por corales, algas, esponjas y pastos. Esto nos indica que el movimiento o tránsito de las especies a través de su hábitat consiste en zonas compuestas posiblemente de su hábitat de forraje y el de refugio. La dependencia entre los diferentes hábitats para las especies es sumamente importante para el manejo efectivo de las mismas. Los resultados obtenidos con las cámaras durante el censo de 2018 aumentan la información para la costa oeste, de la cual no teníamos para comparar con lo observado en 2017. Todavía no hemos completado el procesamiento de todos los datos obtenidos con dichas cámaras, ya que en este reporte del 2019 no se presenta ninguna información de las especies de peces observados en las estaciones, y los hábitats por costa (este y oeste). En el informe final de la propuesta en curso proyectado para el 2020 y 2021 se estarán analizando todos esos datos.

Por su parte, los vídeos grabados nos proporcionan una información y una perspectiva completamente diferentes para evaluar la disponibilidad de los recursos pesqueros. Nos

ofrece la perspectiva del ecosistema, el cual incluye el hábitat y la diversidad de organismos que lo componen y no únicamente los recursos pesqueros como tal. La interacción y la dependencia de estos recursos del ecosistema deben ser analizadas por brindarnos una imagen más clara e integral de cuán saludables se encuentran estos recursos. En la actualidad, se está trabajando con todos los datos independientes de las pesquerías recopilados a través del Programa SEAMAP para analizarlos bajo esta perspectiva de ecosistema.

Cabe resaltar la necesidad de continuar monitoreando estos recursos en ambas costas, además de lo importante de incluirla costa sur en dichos estudios. También necesitamos que se lleve a cabo un “stock assessment” de estos recursos con los resultados obtenidos en este estudio ya que estos son los más recientes y nos darían el estatus más actual de los recursos.

En adelante, presentamos mediante las ilustraciones 1 a la 7, algunas de las estaciones bajo estudio, grabadas mediante el uso de cámaras, con hábitats particulares en ellas y

algunas de las especies de valor para la pesca comercial identificadas.

Destacamos mediante la Ilustración 4 y a manera de ejemplo, la lectura de la imagen captada por la cámara 2 en la estación 42 de la costa este. En ella se identificaron un total de 57 especies de peces. Una mirada general a todas las ilustraciones permite reconocer la apariencia del hábitat en las estaciones en que se grabó. Se puede reconocer que el “frame” quedó ubicado en una depresión en el fondo, por lo cual se ven las paredes en ambos lados y las diferencias entre las especies allí presentes. Mientras que a cincuenta metros de distancia el hábitat es de hierbas marinas.

Para la costa oeste estamos presentando dos estaciones, una de ellas (la estación 307) se aprecia mediante la vista captada por las dos cámaras. Actualmente, no tenemos la lectura de peces de dicha estación, no obstante, se observan varias especies que incluyen damiselas, wrasses, colirrubias y palometas. En la estación 301 observamos un arrecife de coral muy saludable con varias especies de cotorros.

ILUSTRACIÓN 1 ESTACIÓN 42 CÁMARA 1 COSTA ESTE DE PR.



ILUSTRACIÓN 2 ESTACIÓN 42 CÁMARA NÚMERO 2 COSTA ESTE DE PUERTO RICO.



ILUSTRACIÓN 3 ESTACIÓN 42 CÁMARA 3 COSTA ESTE DE PUERTO RICO.



ILUSTRACIÓN 4 ESPECIES OBSERVADAS EN LA ESTACIÓN 42 CÁMARA NÚMERO 2 COSTA ESTE DE PUERTO RICO.

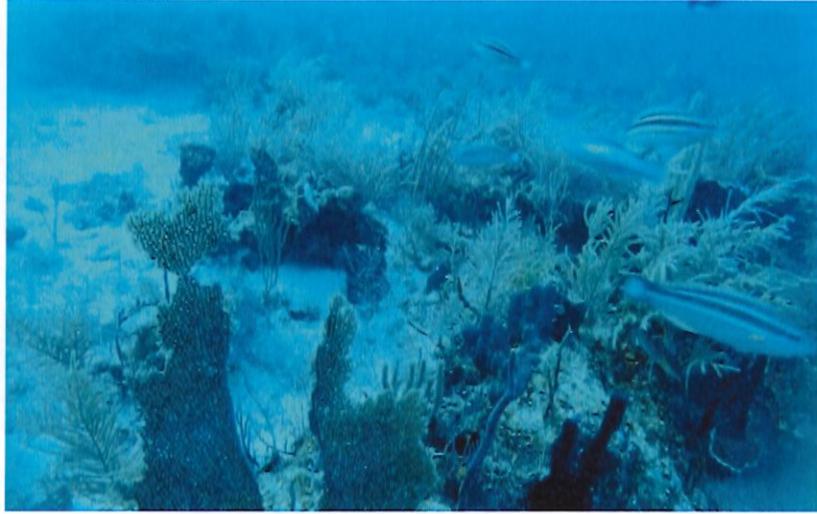


ILUSTRACIÓN 5 CÁMARA 1 ESTACIÓN 307 COSTA OESTE DE PR.



ILUSTRACIÓN 6 CÁMARA 2 DE LA ESTACIÓN 307 DE LA COSTA OESTE.

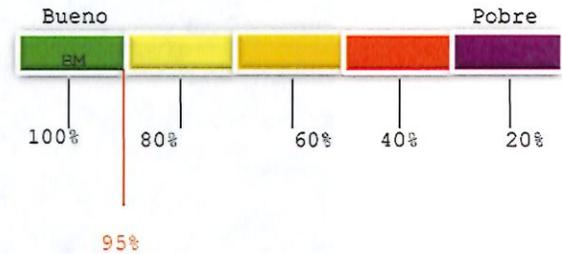




Benchmark

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 benchmarking.



LIMITACIONES DEL INDICADOR

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

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los datos disponibles reflejan 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 propicias 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.

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

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador se refiere a la extensión de terrenos legalmente protegidos en Puerto Rico con el fin de conservar sus recursos naturales. Esta protección se determina, en el ámbito estatal, por designación administrativa a través de la JP, mediante designación o proclama del Ejecutivo (Proclama u Orden Ejecutiva), o por

² El FCPR o PLN es una institución privada sin fines de lucro, de carácter no gubernamental, creada en 1970 por iniciativa de los gobiernos de Puerto Rico y los Estados Unidos de América con la misión de proteger y enaltecer los recursos y las bellezas naturales de Puerto Rico, mediante la adquisición y donación de terrenos y la constitución de servidumbres de conservación, entre

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 y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés). 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)², también conocido por Para La Naturaleza (PLN), por compraventa o donación en pleno dominio y otras entidades privadas con la misión de proteger sus recursos naturales. Incluye también terrenos privados de valor ecológico cuyos dueños hayan voluntariamente optado por la formalización de una servidumbre

otros mecanismos. Actualmente el FCPR tiene cerca de 30 áreas protegidas, que abarcan sobre 4400 cuerdas de terreno de valor ecológico e histórico. Varias propiedades bajo la titularidad del FCPR cuentan con designación como Reservas Naturales por vía administrativa.

de conservación a perpetuidad a favor del DRNA o del FCPR. El indicador es de gran utilidad en determinar la proporción del territorio bajo políticas institucionales de protección de sus recursos naturales y de utilidad para la preparación de planes de adquisición en ciertas instancias, y planes de manejo y protección.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

El Sistema de Áreas Naturales Protegidas (ANP) 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 estas, 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 ELA, incluidos los bosques urbanos y los corredores ecológicos designados por ley y supuestos a adquirirse; incluye también el Bosque Nacional El Yunque

(federal), las reservas naturales (estatal), las reservas marinas (estatal), la reserva nacional de investigación estuarina (designación federal) con manejo y administración de la reserva por el DRNA, los refugios de vida silvestre estatales, los refugios de vida silvestre federales, las servidumbres de conservación (estatal), los parques nacionales (estatal), el área restricta del Carso y otros terrenos de tenencia privada o administrados por organizaciones no gubernamentales que pueden o no contar con designaciones formales de reserva natural por parte de la JP. Las agencias implicadas en las categorías de protección mencionadas, según los casos, incluyen al DRNA y al Programa de Parques Nacionales (PPN) al presente adscrito al DRNA desde el 18 de diciembre de 2017³, en la jurisdicción del ELA; bajo la jurisdicción federal (EE.UU.) incluye: el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (USFWS, por sus siglas en inglés), y el Servicio Forestal Federal adscrito al Departamento de Agricultura Federal (USDA-FS por sus siglas en inglés). Por su parte, algunas de las ONG involucradas, además del FCPR, incluye a: Casa Pueblo de Adjuntas y a Ciudadanos del Karso Inc., a manera de

³ La Ley Núm. 10 de 8 de abril de 2001, enmendó la Ley Núm. 114 de 23 de junio de 1961, según enmendada, con el resultado de integrar el Fideicomiso para el Desarrollo, Operación y Conservación de los Parques Nacionales de Puerto Rico y la Compañía de Fomento de Recreativo, creándose la Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico (CPN). Por su parte, la Ley Núm. 9 de 8 de abril de 2001, estableció la "Ley del Sistema de Parques Nacionales de Puerto Rico". Posteriormente, a partir de la Ley Núm. 107 del 23 de julio de 2014 la CPN se convirtió en el Programa de Parques Nacionales (PPN) del Departamento de

Recreación y Deportes (DRD), manteniendo la misma misión que le correspondía a la CPN. Luego, el PPN pasó al DRNA por virtud de la Ley Núm. 122 de 18 de diciembre de 2017, ley que tuvo el efecto de transferir, agrupar, y consolidar en el DRNA facultades, funciones, servicios y estructuras de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), la Autoridad de Desperdicios Sólidos (ADS) y el Programa de Parques Nacionales (PPN) adscrito hasta entonces al Departamento de Recreación y Deportes (DRD).

ejemplos. Algunas de las áreas dentro del sistema de áreas protegidas son manejadas mediante estrategias de camanejos entre una ONG y una agencia del Estado, o constituyen el resultado de acuerdos entre una ONG como administrador y el Estado (a través de una agencia) como entidad titular.

Por otra parte, el DRNA mantiene una base de datos de las áreas de valor natural protegidas mediante un Sistema de Información Geográfica. La información en esta base de datos se nutre de diversas fuentes: documentos de designación aprobados por la JP, proclamas, planos de mensura, escrituras, y leyes; datos provistos por: el FCPR, el USFWS, el USDA-FS, la NOAA, y el PPN hoy adscrito al DRNA; e información generada por la División de Reservas y Refugios, el Negociado Forestal y el Área de Planificación Integral del DRNA.

El Grupo de Acción para la Conservación de Áreas Naturales Protegidas (PA-CAT por sus siglas en inglés)⁴ de la Cooperativa para la Conservación del Paisaje en el Caribe (CLCC, por sus siglas en inglés) está compuesto por una alianza entre múltiples entidades, entre ellas agencias federales, estatales, y ONG, entre otros:

el DRNA, el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IITF) del USDA-FS, el USFWS, el FCPR o PLN, la JP, la Fundación Alma de Bahía, el Bahía Beach Resort, la Junta de Planificación (JP), la Universidad de Puerto Rico y el Instituto de Cultura Puertorriqueña (ICP). A partir de 2016, este grupo luego de realizar en conjunto un estudio y análisis comparado, adoptó una nueva definición para el concepto de “área natural protegida” la cual establece que “un área natural protegida es un área geográfica, claramente definida y delimitada a través de medios legales u otros medios eficaces para la conservación a largo plazo de la naturaleza, biodiversidad, servicios ecosistémicos y valores culturales asociados”. En el 2016 la CLCC estimó que, en Puerto Rico, aproximadamente el 16.6% de nuestros terrenos emergidos y el 27% de las aguas jurisdiccionales y terrenos sumergidos se encuentran protegidos mediante acciones administrativas o por legislación. 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,

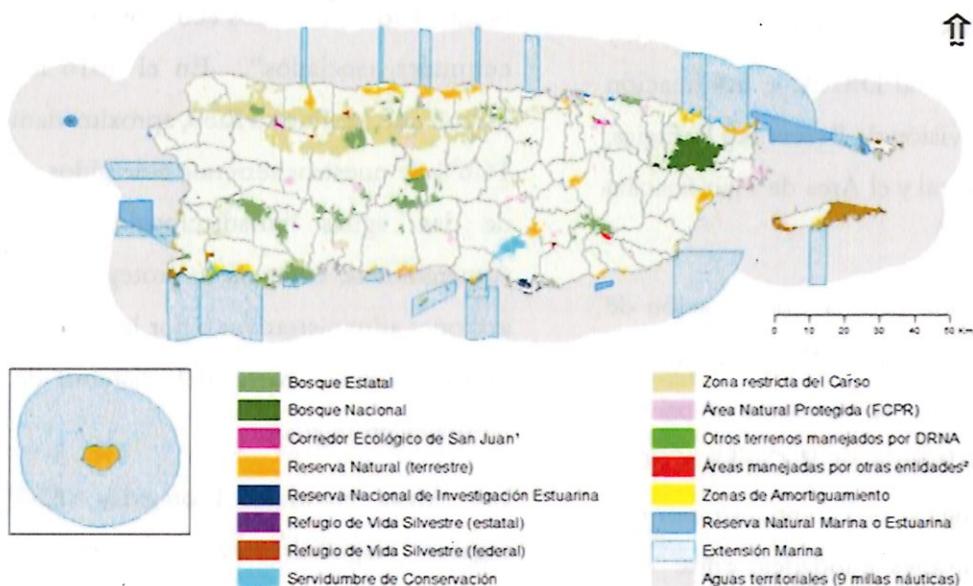
⁴ Este grupo de trabajo se creó el 26 de enero de 2015 con el objetivo principal de proveer información y brindar asesoramiento necesario para identificar, reconocer y gestionar la red de áreas naturales protegidas en las islas del Caribe que son parte de Estados Unidos. Además, propone el establecimiento del Sistema Integrado para la Conservación de la Naturaleza que además de las ANP, incluye políticas de usos de suelo, designaciones especiales (eg., hábitat crítico) y otros mecanismos

que promueven la conservación de la biodiversidad en tierras públicas o privadas, ya sea a través de leyes o programas de incentivos. Mediante ese sistema, se documentan todas las iniciativas actuales, se crea una base de datos compartida, y se promueve la conservación estratégica por medio de diversas herramientas.

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. (Ver Mapa 2). 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 hábitats críticos de especies de fauna y flora.

Tomando en cuenta las clasificaciones antes mencionadas, se calculó el cambio de cabida anual para cada una de ellas entre los años 2005 al 2019. La medida de área utilizada es kilómetros cuadrados (km^2) y su conversión a cuerdas, esto permite estandarizar la información de las diversas fuentes. La cobertura de este indicador comprende el territorio de Puerto Rico (incluyendo islas, cayos e islotes adyacentes), así como las aguas territoriales hasta nueve millas náuticas de la costa.

MAPA 2 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 9 DESGLOSE DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS TERRESTRES PARA EL AÑO 2019

CLASIFICACIÓN DE MANEJO EN ÁREAS TERRESTRES	CABIDA (KM ²)	CUERDAS
Bosques Estatales	276.46	70,338.83
Bosque Nacional El Yunque	115.42	29,365.02
Corredor Ecológico de San Juan ¹	4.72	1,201.08
Refugios de Vida Silvestre Estatal ²	4.52	1,150.49
Refugios de Vida Silvestre Federal	91.15	23,190.89
Reservas Naturales terrestres (DRNA y FCPR) ³	220.53	56,109.26
Reserva Nacional de Investigación Estuarina	5.89	1,499.43
Servidumbres de Conservación (FCPR)	36.16	9,200.90
Otros terrenos del DRNA	3.83	973.63
Otros terrenos del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico	77.83	19,802.47
Terrenos manejados por otras entidades ⁴	8.11	2,063.13
Zona Restricta del Carso ⁵	634.59	161,457.53
Zonas de Amortiguamiento	31.09	7,910.15
TOTAL	1,510.30	384,262.79

¹Se excluye la cabida del Bosque Urbano del Nuevo Milenio ya que el mismo está contabilizado en la categoría de Bosques Estatales.

²Los terrenos del RVS de Boquerón están contabilizados en la categoría de Bosques Estatales ya que cuentan con doble designación.

³Los terrenos del RVS de Humacao están contabilizados como Reserva Natural ya que esa área también cuenta con una designación a tales efectos.

⁴Áreas administradas por el Programa de Parques Nacionales con componentes de alto valor ecológico (Sistema de Cavemas de Camuy, Finca Seven Seas, Parque del Río Tanamá, etc.); áreas manejadas por organizaciones no gubernamentales como Ciudadanos del Karso y TropicVentures; fincas del Instituto de Dasonomía Tropical del Servicio Forestal de EE. UU.; Centro Ceremonial Caguana, administrado por el Instituto de Cultura Puertorriqueña.

⁵La Zona Restricta del Carso coincide con áreas reportadas en otras categorías. Con el propósito de evitar la duplicidad en el conteo, se excluye la cabida de dichas áreas.

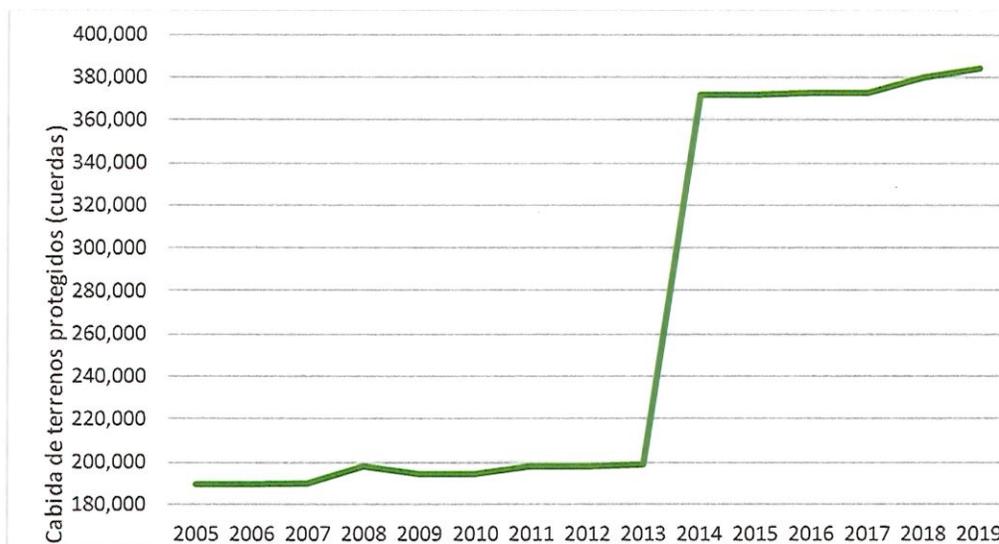
TABLA 10 CLASIFICACIÓN DE MANEJO EN ÁREAS MARINAS

	CABIDA (KM ²)	CUERDAS
Reservas Naturales (Marinas y Estuarinas)	199.44	50,742.60
Extensiones Marinas de Reserva Natural	3,567.33	907,624.97
TOTAL	3,766.76	958,367.57

Finalmente, para cada una de estas categorías se determinó el establecimiento de nuevas áreas de protección entre los años 2005 y 2019. (Ver Gráfica 14). A finales del 2005 existían 191,063.78

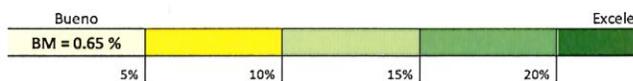
cuerdas de terrenos emergidos protegidos; en el 2019 la extensión de terrenos emergidos protegidos fue de 384,262.79 cuerdas.

GRÁFICA 14 CAMBIO EN ÁREA TOTAL DE SUPERFICIE DENTRO DE PUERTO RICO BAJO ANP 2005-2019



BENCHMARK

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



El benchmark (BM) se determinó a base de la proyección del establecimiento prospectivo de áreas naturales protegidas en la totalidad del inventario de áreas con Prioridad para la Conservación (APC)⁵ en un periodo de 20 años, de tal manera que anualmente se logre aumentar la cada de áreas protegidas en al menos cinco por ciento del territorio incluido en el inventario. Durante el 2019 se reporta un aumento de 0.65%

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

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

en la protección de terrenos identificados dentro de las APC. Por otra parte, la cantidad de áreas protegidas en la totalidad del Inventario de Áreas con Prioridad para la Conservación se mantiene en 45.63%.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

Como factores limitantes se pueden mencionar los siguientes:

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

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Puerto Rico cuenta con áreas de gran valor ecológico que requieren de protección por parte del gobierno y la ciudadanía. En algunos casos la información disponible sobre estas áreas es insuficiente para establecer mecanismos de protección y planificación adecuados. Este tipo de indicador es necesario para la toma de decisiones que permita un desarrollo sustentable. El ritmo bajo el cual se ha ido incorporando las zonas del país ecológicamente valiosas al sistema de áreas naturales protegidas 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.



Ecosistemas

Terrestres

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)⁶, 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)⁷; como de la anteriormente llamada Compañía de Parques Nacionales (CPN)⁸ hoy Programa de Parques Nacionales del DRNA (PPNDRNA); y del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (FCPR)⁹ también conocido como Para La Naturaleza (PLN). Las áreas con parte de sus

⁶ 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.

⁷ El DRNA tiene la responsabilidad ministerial de asesorar al gobernante sobre asuntos referentes a la conservación, uso y desarrollo de los recursos naturales, ambientales y energéticos; a tono con esto, es responsable de implantar la política pública en torno a dichos recursos, conforme a la política pública ambiental que establece la Junta de Calidad Ambiental por virtud de la Ley 416 de 22 de septiembre de 2004.

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

al DRNA por virtud de la Ley Núm. 122 de 18 de diciembre de 2017, ley que tuvo el efecto de transferir, agrupar, y consolidar en el DRNA facultades, funciones, servicios y estructuras de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), la Autoridad de Desperdicios Sólidos (ADS) y el Programa de Parques Nacionales (PPN) adscrito hasta entonces al Departamento de Recreación y Deportes (DRD).

⁹ La CPN, creada en virtud de la Ley Núm. 10 de 8 de abril de 2001, tiene como misión operar, desarrollar y preservar todos los parques naturales, recreativos o históricos, declarados como parques nacionales, promoviendo la protección, conservación y usos recreativos de parques, playas, bosques, monumentos históricos y naturales para el disfrute de las presentes y futuras generaciones. A partir de la Ley Núm. 107 del 23 de julio de 2014, la CPN se convirtió en el Programa de Parques Nacionales del Departamento de Recreación y Deportes (DRD) sin embargo mantuvo la misma misión que le correspondía a la CPN. Posteriormente, el PPN pasó al DRNA por virtud de la Ley Núm. 122 de 18 de diciembre de 2017, ley que tuvo el efecto de transferir, agrupar, y consolidar en el DRNA facultades, funciones, servicios y estructuras de la Junta de Calidad Ambiental (JCA), la Autoridad de Desperdicios Sólidos (ADS) y el Programa de Parques Nacionales (PPN) adscrito hasta entonces al Departamento de Recreación y Deportes (DRD).

terrenos integrantes adquiridos pudieran ya haber sido designadas como reservas naturales o parques nacionales, o proclamadas o designadas mediante proclama u orden ejecutiva como bosques estatales o refugios de vida silvestre. También puede no haberse aún designado bajo estas categorías de protección legal y administrativa. En este último caso el indicador puede incluir, como parte del cómputo, las cuerdas de terrenos adquiridas fuera de los actuales límites legales de áreas previamente designadas o proclamadas bajo las categorías ya dichas, con la intención de ampliar los límites de las áreas designadas o proclamadas previamente. De esa manera, se ampliarían sus límites con el beneficio de poder ejecutar la administración y el manejo hasta el terreno adquirido que se integraría a la operación de protección del área protegida. La importancia de este indicador estriba en que permite medir un aspecto fundamental del proceso inherente a la fase operacional de la política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico contenida en la Sec. 19 del Art. VI de nuestra Constitución, esto es: la más eficaz conservación de los recursos naturales, así como el mayor desarrollo y

aprovechamiento de estos 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 a través de manejo directo, 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 2005-2019. 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, el PPNDRNA 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 a través del manejo directo. Los datos se computan en la Secretaría Auxiliar de Planificación Integral del DRNA, en atención a las encomiendas hechas a dicha agencia por parte de la Orden Ejecutiva OE-2005-71, Orden Ejecutiva del Gobernador del Puerto Rico que asignó 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 finalizaba 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 estos, y que estén enfocadas hacia el mismo objetivo, puedan contabilizarse como parte del proceso.

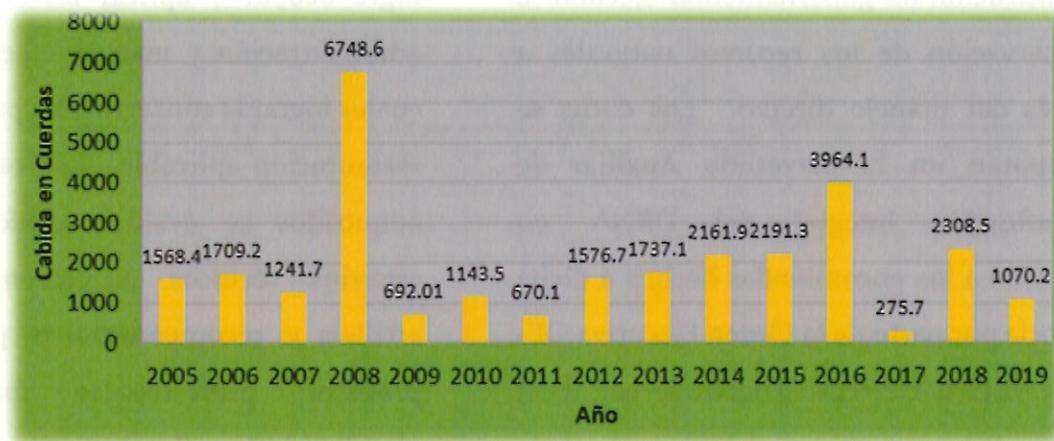
La adquisición se define como la obtención de control sobre terrenos identificados por su valor natural o utilidad, mediante

cualquier modo legal en conformidad con nuestro ordenamiento jurídico. El propósito de la adquisición de terrenos en este caso responde a objetivos de protección de ecosistemas terrestres de manera que se logre ocupar y aplicar las estrategias de administración y manejo efectivo con las cuales lograr la conservación, preservación o restauración aplicable. Los terrenos a ser adquiridos se evalúan conforme a los criterios técnicos provenientes de los análisis y recomendaciones provistos de procesos profesionales formales de planificación en el país, y que involucra las opiniones de científicos, manejadores y planificadores. Los mecanismos de adquisición pueden implicar: compraventa, expropiación, arrendamiento, donación, legado, transferencia de título, transferencia de la administración del terreno, permuta, establecimiento de servidumbres de conservación, acuerdos de manejo o dedicación (mitigaciones).

Para este indicador, los parámetros considerados incluyen la agrupación de cuerdas de terrenos de valor ecológico adquiridas, por año, en toda la jurisdicción del Estado Libre Asociado de Puerto Rico por las agencias estatales y organizaciones

no gubernamentales reportadas (DRNA, PPNDRNA, FCPR). (Ver Gráfica 15 y Tabla II).

GRÁFICA 15 CUERDAJE DE ECOSISTEMAS TERRESTRES ADQUIRIDOS POR EL ESTADO Y LAS ONG *



*ONG – Organizaciones no Gubernamentales

TABLA 11 CUERDAJE ADQUIRIDO POR EL DRNA, LA CPN Y EL FCPR ENTRE LOS AÑOS 2005 Y 2019

AÑO	DRNA (CUERDAJE ADQUIRIDO)	PPNDRD (CUERDAJE ADQUIRIDO)*	FCPR (CUERDAJE ADQUIRIDO)	CUERDAJE TOTAL POR AÑO
2005	343.3	0	1,225.1	1,568.4
2006	393.5	0	1,315.7	1,709.2
2007	497.2	300	444.5	1,241.7
2008	6,245.3	0	503.3	6,748.6
2009	616.3	24.1	51.61	692.0
2010	754.5	0	389.0	1,143.5
2011	141.2	0	528.9	670.1
2012	328.2	0	1,248.5	1,576.7
2013	168.4	0	1,586.6	1,737.1
2014	169.9	0	1,992.0	2,161.9
2015	531.8	0	1,659.5	2,191.3
2016	1,849.6	0	2,114.5	3,964.1
2017	91.7	0	184.0	275.7
2018	29.65	0	2,278.9	2,308.5
2019	42.32	0	1,027.9	1,070.2
Cuerdas totales por agencia u ONG	12,202.8	324.1	14,270.9	29,058.2

* Los datos de cuerdate adquirido por parte de la PPNDRNA corresponde a las adquiridas por la otrora CPN.

ANÁLISIS

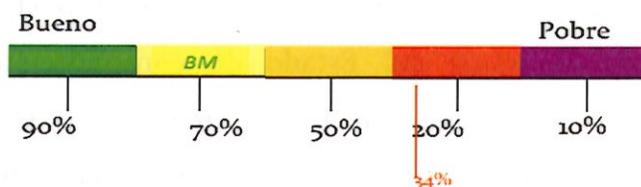
La tendencia observada refleja la adquisición de un total de 29,508.2 cuerdas de terrenos que poseen valiosos ecosistemas terrestres para ser manejados y protegidos a partir del periodo comprendido por los pasados quince años. Se destaca una reducción de cuerdate adquirido en el año 2019 con relación al 2018 y con la mayoría de los años anteriores, salvo el 2017, año de intensos disturbios atmosféricos que muestra el menor cuerdate total adquirido por año dentro del periodo reportado. Es relevante, además, hacer constar que, en lo que respecta al DRNA, la actual situación fiscal de Puerto Rico y las labores de la Junta de Supervisión Fiscal implantada por virtud de la Ley Promesa del Congreso de los EE.UU., ha afectado grandemente la disponibilidad de fondos estatales de los cuales la agencias solía disponer para tareas de adquisición de terrenos. El DRNA cuenta con pocos proyectos de adquisición de terrenos al presente; para estos la fuente de financiamiento proviene a través de propuestas federales aprobadas, encaminadas a la adquisición por compraventa voluntaria. Otros proyectos en

curso consisten en acuerdos voluntarios de servidumbres de conservación, ofertas de donaciones de terrenos en pleno dominio a favor del DRNA o del FCPR; este último continúa articulando proyectos de compraventa anualmente con un saldo promedio anual de sobre mil cuerdas. Por su parte, el PPNDRNA continuará labores de adquisición de terrenos para ser destinados a Parques Nacionales desde su nueva realidad operacional bajo el DRNA en atención a la política pública administrativa actual del Estado de consolidación de agencias. En lo que respecta al DRNA, trámites en curso al 2019 bajo dichas circunstancias involucran cerca de 200 cuerdas de terrenos adicionales. La combinación entre el cuerdate adquirido y el iniciado y aún en curso, para el periodo comprendido entre los años 2005 y 2019, es de aproximadamente 26,000 cuerdas. No obstante, a base de la encomienda establecida por la Orden Ejecutiva OE-2005-71, se reconoce que el escenario ideal de cumplimiento con dicha orden ejecutiva hubiese sido la adquisición del 100% del total de 100,000 cuerdas supuestas a estar adquiridas entre los años 2005 y 2015. Los

datos presentados reflejan que hasta el 2019 se culminó la adquisición de un 34% y no el 100% del cuerdate 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 2019 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 PPNDRNA y el FCPR. Tampoco mide logros homólogos por parte de agencias federales con jurisdicción en algunos de los terrenos

incluidos en el Inventario Áreas con Prioridad para la Conservación del Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico como sería: el Servicio Forestal Federal, con respecto a los terrenos adyacentes al Bosque Nacional El Yunque, o el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre, con respecto a terrenos adyacentes a los Refugios de Vida Silvestre (federales).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El avance en la culminación de procesos de adquisición de terrenos que resultan en la capacidad de administrar y manejar los terrenos en donde ubican los ecológicamente valiosos ecosistemas terrestres de Puerto Rico, por parte del DRNA y demás entidades afines, requiere de estrategias que logren aumentar el cuerdate bajo proyectos definidos de adquisición y acelerar el tiempo tomado para culminar dichos procesos. Lo que ha podido comprobarse con los presentes datos, reflejaba un progreso a lo largo de los cinco años previos al 2017, 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 2015 se debía haber

completado el 100% de las 100,000 cuerdas encomendadas por dicha Orden Ejecutiva. Actualmente se han estructurado proyectos de adquisición aún en curso o se han obtenido donaciones en pleno dominio a favor del DRNA o del FCPR que involucran solo cerca de 23,000 cuerdas, con cerca de otras 29,058 cuerdas ya culminados y bajo el control del DRNA dentro de Reservas Naturales y Bosques Estatales o Áreas Naturales Protegidas ocupadas por el DRNA o el FCPR o el PPNDRNA. Aún queda lograr la adquisición de cerca de 70,942 cuerdas de terrenos de valor ecológico en un periodo fuera del marco temporal que estableció la Orden Ejecutiva, toda vez culminó el término provisto por esta. Se proponen las siguientes alternativas, entre otras, para lograr acercar adecuadamente el indicador al benchmark establecido:

- Aprovechar posibles alianzas con otras organizaciones o entidades no gubernamentales destinadas a la adquisición de terrenos de valor ecológicos capaces de gestionar por sí solas distintas fuentes de financiamiento.
- Lograr aumentar la capacidad fiscal del DRNA para atender proyectos de adquisición de terrenos mediante propuestas o parte de las cantidades a ser generadas por el mecanismo de emisión de bonos por legislación estatal.
- Promover legislación encaminada a disponer de un mecanismo de transferencia de terrenos voluntaria a favor del Estado a cambio de la condonación de deudas por concepto de impuestos a la propiedad inmueble siempre que el valor monetario de la propiedad sea igual o mayor que la deuda acumulada al momento de la transacción. Propiedades privadas que ubiquen dentro de las Áreas con Prioridad para la Conservación y que tengan acumuladas deudas de este tipo podrían optar por un mecanismo como el que se describe para recibir a cambio la exención de su deuda correspondiente a cambio de que ceda voluntariamente la propiedad al Estado para su conservación a perpetuidad.
- Promover la transferencia al DRNA de terrenos públicos patrimoniales bajo la titularidad de la Autoridad de Tierras y la Administración de Terrenos, incluidos

en el Inventario Áreas con Prioridad para la Conservación del Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico, mediante Orden Ejecutiva, conforme al mecanismo recogido en la Sección 16 de la Ley de Patrimonio Natural, Ley Núm. 150 de 4 de agosto de 1988. Al presente se han identificado 9,414.2 cuerdas de la Administración de Terrenos y 40.338.22 cuerdas de la Autoridad de Tierras, bajo estas condiciones. El transferir al DRNA una proporción adecuada de estas propiedades que no se encuentren ya bajo el control del DRNA dentro de Reservas Naturales y Bosques Estatales, acercaría adecuadamente el indicador al benchmark establecido.

- Agilizar la transferencia por parte de la Autoridad de Carreteras a favor del DRNA de terrenos de valor natural adquiridos para mitigar proyectos de infraestructura ya finalizados y por los cuales se iniciaron tareas de coordinación sin que se haya culminado la adquisición de las propiedades.

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 que son 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 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. (Ver Tablas 12 y 13). Todas las categorías en orden descendente de riesgo de extinción es el siguiente:

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

Las dos categorías establecidas por el DRNA como: especie en Menor Riesgo (LR) y Deficiente de Datos, no fueron incluidas en el desglose reportado mediante este Indicador para el presente Informe Ambiental 2019.

MÉTODO DE ANÁLISIS

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 en el Programa de Patrimonio Natural, los Negociados de Investigación y Conservación de Hábitats y

Biodiversidad y Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Servicios Forestales. Paralelamente, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre Federal (USFWS, por sus siglas en inglés) y el Servicio Forestal Federal (USFS por sus siglas en inglés) 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 estas a la categoría de protección aplicable conforme descritas en el Reglamento 6766 del DRNA. Presentamos el cuadro estadístico de especies designadas al momento presente, distinguiendo las especies de hábitats terrestres de aquéllas acuáticas. Puede observarse que durante el 2019 no se reflejan cambios con respecto al 2018.

TABLA 12 ESPECIES TERRESTRES

GRUPO	VULNERABLES	EN PELIGRO DE EXTINCIÓN	CRÍTICO	TOTAL
Mamíferos	2	-	-	2
Aves	2	3	6	11
Reptiles	3	3	3	9
Anfibios	4	-	5	9
Invertebrados	-	-	2	2
Plantas	3	16	30	49
Total	14	22	45	81

TABLA 13 ESPECIES ACUÁTICAS

GRUPO	VULNERABLES	EN PELIGRO DE EXTINCIÓN	CRÍTICO	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

A finales del 2017, el USFWS propuso formalmente remover el gecko de Monito (*Sphaerodactylus micropithecus*) de la lista federal de especies amenazadas y en peligro de extinción debido a su recuperación luego de un exitoso proyecto de erradicación de ratas en el islote de Monito por parte del

DRNA. La presencia de estos roedores en dicho cayó, uno de los dos componentes geográficos de la Reserva Natural Mona y Monito, estaba considerada como la mayor amenaza a la especie que es endémica del mencionado islote cársico. En octubre de 2019, el USFWS en efecto removió el gecko

de Monito de la lista federal de especies amenazadas y en peligro de extinción ante la recuperación demostrada como consecuencia de la ya lograda ausencia de ratas. Esta determinación fue basada en una revisión exhaustiva de la mejor información científica y comercial disponible. La revisión efectuada indica que esta especie se ha recuperado y que las amenazas a la misma han sido eliminadas o reducidas hasta el punto de que la especie ya no cumple con la definición de una especie en peligro de extinción o una especie amenazada bajo la Ley Federal de Especies Amenazadas y En Peligro de Extinción de 1973, según enmendada. Por consiguiente, las prohibiciones y medidas de conservación provistas en la ley federal ya no se aplicarán a esta especie. Esta regla entró en vigor el 4 de noviembre de 2019.

Toda especie oficialmente incluida en la lista federal de especies en peligro de extinción pasa automáticamente a estar protegida a través del Reglamento 6766¹⁰ que provee, dentro de la jurisdicción del Gobierno de Puerto Rico, el mismo rigor de protección que la designación federal

homóloga. En este contexto, la jurisdicción de Puerto Rico a través de la labor ministerial del DRNA puede hacer uso del rigor de la fuente reglamentaria mencionada para velar por la conservación de especies. Esta política de colaboración entre el USFWS y el DRNA podría prospectivamente instar a que el DRNA evalúe si mantendrá o no al gecko de Monito bajo las disposiciones de protección que actualmente le cobijan por parte del Reglamento 6766 en la jurisdicción estatal.

Por otra parte, en el 2019 el DRNA realizó medidas de manejo a la vida silvestre asociadas al paso del Huracán María durante septiembre del 2017. Tras el paso de este fenómeno atmosférico, el DRNA había cancelado la temporada de cacería de palomas y tórtolas, hasta que se evaluara las condiciones de las poblaciones de estas especies de caza y sus hábitats. Los trabajos fueron realizados durante el 2018 y parte del 2019. Durante la segunda mitad del 2019 la agencia reestableció las temporadas de caza a través de la Isla.

Como nota especial, es de mérito mencionar los efectos que el enjambre de sismos que ha

¹⁰ Por virtud del Acuerdo Cooperativo del 21 de agosto de 1984, entre el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre y el entonces

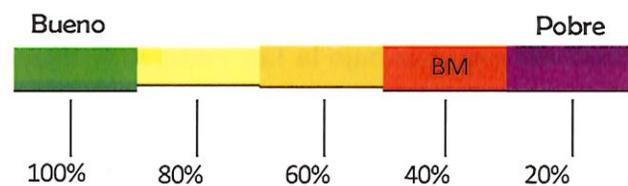
Departamento de Recursos Naturales, hoy Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

experimentado la Isla desde finales de diciembre de 2019, en especial la parte suroeste (Guánica). Esto ha provocado cambios en la geomorfología de algunos hábitats marinos y terrestres costeros o incluso sublitorales, particularmente en la zona suroeste de Puerto Rico. La pérdida de hábitat a consecuencia de los derrumbes acontecidos en el componente terrestre y el hundimiento de ciertas zonas del litoral están en proceso de documentarse y caracterizarse.

Respecto a los proyectos de recuperación de la vida silvestre, el DRNA actualmente lleva a cabo tareas asociadas al manejo y mejoramiento de poblaciones de las especies en peligro de extinción. Las especies animales de mayor prioridad son la cotorra puertorriqueña (*Amazona vittatta vittatta*), la iguana de Mona (*Cyclura cornuta stejnegeri*), el sapo concho puertorriqueño (*Peltophryne lemur*), el ave mariquita de Puerto Rico (*Agelaius xanthomus*) y tortugas marinas de varias especies, entre otras, el Carey (*Eretmochelys imbricata*) y el tinglar (*Dermochelys coriacea*).

PARÁMETRO INDICADOR BENCHMARK

Actualmente existen pocas especies críticas sometidas como candidatas a ser designadas en riesgo de extinción. Se recomienda que 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 parámetro indicador (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 solo utiliza, como criterio, la designación o cambio a la misma de especies dentro del periodo que cubre este

informe. Los trabajos de recuperación y los análisis poblacionales de especies están contenidas en otros informes de la Agencia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se reporta la permanencia de las inclusiones de especies nativas o endémicas a Puerto Rico, a las diferentes categorías de protección aplicable conforme describe el Reglamento 6766. Por lo tanto, de las especies recomendadas por la comunidad científica, desde que entró en vigencia el mencionado Reglamento, han sido propuestas para designar once especies, incluyendo las designaciones homólogas ocurridas para plantas a través de los procedimientos administrativos asociados a la fuente de derecho federal (Ley Federal de Especies en Peligro de 1973, según enmendada) asegura la protección de la especie en la jurisdicción estatal vía el Acuerdo Cooperativo del 21 de agosto de 1984, entre el Servicio de Pesca y Vida Silvestre Federal y el entonces Departamento de Recursos Naturales, hoy Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

Por otra parte, se recomienda culminar la revisión de las especies, iniciada durante el 2009, para así completar el procedimiento

de revisión cada cinco años que establece dicho Reglamento vigente desde el 2004. Las nueve especies de plantas raras presentes en la zona cársica de la Isla fueron analizadas como parte del proceso de posible designación de estas como en peligro crítico y en peligro de extinción. Este esfuerzo contempla trabajar con un parámetro indicador (Benchmark) de al menos un 40% de las 17 especies sometidas o consideradas ante el DRNA como candidatas.

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

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Este indicador mide la cantidad en libras totales pescadas por especie de interés

recreativo¹¹ o deportivo¹² durante el 2019 y las variaciones de estos datos a través de los años. Además, incluye cantidad de torneos recreativos y deportivos 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 Pesquerías Recreativa y Deportiva desde el 1999 y está analizada en una base anual. La evaluación de la pesca recreativa cubre las tres modalidades de pesca recreativa marina en la Isla: orilla, bote privado y bote de alquiler. Por su parte, la pesca en kayak ha sido incorporada durante tiempo reciente en la recopilación de datos pese a que sus torneos suelen ser los más complicados de monitorear ya que en esta modalidad los pescadores salen a pescar todos los días lo que dificulta poder obtener datos con esa frecuencia por el personal del proyecto. Durante el periodo transcurrido en el año 2019 se efectuaron cuarenta torneos de pesca recreativa marina a través de la Isla.

¹¹ La definición de pesca recreativa es la establecida en el Artículo 4.56 del Reglamento 7949 del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, conocido como Reglamento de Pesca: “pesca recreativa es la pesca realizada por una o más personas con el propósito de recrearse o para consumo propio”.

¹² La pesca deportiva se define en el Artículo 4.63 del Reglamento de Pesca como pesca competitiva: “Es la pesca realizada por una

persona natural o jurídica, organismo público o privado, siempre y cuando cumplan con las leyes y reglamentos del Gobierno de Puerto Rico. Esta será dividida en dos categorías: pesca de orilla y pesca desde una embarcación”.

Esto representó un aumento significativo en comparación al 2018 cuando se organizaron tan solo 28 eventos. Cabe destacarse que durante el 2019 se comenzó a normalizar un panorama más propicio para la celebración de las actividades asociadas a torneos de pesca recreativa, luego de haber confrontado el país eventos de huracanes de alta intensidad durante el 2017 y el periodo subsiguiente de recuperación del país a través del 2018.

Durante el año 2019 se llevaron a cabo eventos en las categorías usuales de: pesca de dorado, pesca de agujas azules, pesca de sierras, pesca de orilla, pesca en kayak, torneos de varias especies y pesca de sábalo. Además de las categorías usuales observadas durante este periodo, se llevó a cabo un evento especializado en la pesca de pez león (*Pterois volitans*)¹³. Este evento en particular tuvo la intención de familiarizar, tanto a pescadores como a visitantes, de la pertinencia de la pesca de esta especie invasora en nuestras aguas marinas costeras, de manera que se fomente su captura y consumo como medida para

paulatinamente controlar la presencia adversa de la especie en nuestros ecosistemas marinos.

En cuanto a las diversas modalidades de eventos durante el 2019, a los torneos de kayak fueron organizados esta vez en conjunto con asociaciones de pescadores y en conjunto con tiendas de efectos marinos. Se pretende así promover una mejor práctica de la pesca recreativa puesto que los pescadores de esta modalidad continúan pescando por su cuenta, esto es, sin organizarse en grupos para pescar y continúan, al igual que en el 2018, con la mala práctica de no registrar sus capturas individuales. Durante tiempo previo no se observaba este comportamiento, sino que el mismo ha tomado auge hace pocos años. Como hemos mencionado anteriormente, la modalidad de pesca ha pasado de ser una en la que se fomentaba el cumplimiento de todas las regulaciones a una en la que se llevan a cabo actividades sin los debidos permisos. Esto dificulta grandemente el monitoreo eficiente por parte de las agencias reguladoras de estos eventos. Por

¹³ El pez león, un clásico de los acuarios domésticos, es una especie invasora de presencia floreciente en las aguas costeras del sureste de los EEUU e islas del Caribe. Esta especie invasora tiene el potencial de impactar adversamente los ecosistemas de arrecifes coralinos por ser un depredador superior que compite por comida

y espacio con poblaciones nativas de peces de alto interés para la pesca comercial como el pargo y el mero.

ende, el impacto de este sector podría ser mayor al recurso pesquero como al sector económico asociado a estas actividades. Como trasfondo, se recalca que el Programa suele obtener la información y estadísticas de pesca recreativa marina en Puerto Rico a través de dos componentes:

- Estadísticas de Pesca Recreativa Marina. Torneos de Pesca (Ver Tabla 14) - 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. (Ver Tabla 15).
- Información Bioestadística. Se colecta, mantiene y analiza información de los pescadores recreativos y deportivos que participan en estos torneos, esfuerzo para cada zona e información de las soltadas y capturas en estos eventos marinos. (Ver Gráfica 16 y Tabla 16). Los torneos monitoreados incluyen aquellos que navegan millas mar afuera en busca de: dorado, sábalo y róbalo, peces de pico (e.g. agujas azules), atunes y peto; la mayor parte de la pesca en los torneos es en busca de especies altamente migratorias. (Ver Tabla 17). Muchas de

las especies predilectas para el pescador recreativo y para los pescadores deportivos son manejadas por el DRNA debido a la importancia de estas para la pesca, tanto comercial como recreativa. Otras especies de pez de arrecife como los pargos, meros, etc. son también atractivas en actividades de pesca recreativa. Se ha realizado un monitoreo completo de todas estas actividades de pesca recreativa en la Isla desde 1999 lo cual le imparte un contexto extendido de tiempo a los datos para medir tendencias. Lo anterior ofrece información útil también al momento de evaluar propuestas de desarrollo en las costas en donde ubican los hábitats importantes para estas especies, toda vez la pesca recreativa es reconocida como una que genera ingresos considerables a la economía.

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

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

TABLA 14 INTENSIDAD DE PESCA RECREATIVA/DEPORTIVA POR AÑO

AÑO	NÚMERO DE TORNEOS	DÍAS APROXIMADOS DE PESCA
2000	27	61
2001	44	78
2002	47	80
2003	37	61
2004	35	67
2005	31	48
2006	27	53
2007	30	55
2008	25	42
2009	31	57
2010	27	44
2011	33	55
2012	39	62
2013	34	54
2014	48	79
2015	42	76
2016	40	56
2017	33	57
2018	29	45
2019	40	60
Total	638	1190

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

Nota: Los datos que reflejan la tendencia de intensidad de pesca recreativa/deportiva a través de los últimos 19 años.

GRÁFICA 16

HISTOGRAMA RESUMEN DE PARTICIPACIÓN EN TORNEOS DE PESCA RECREATIVA MARINA

2000-2019S

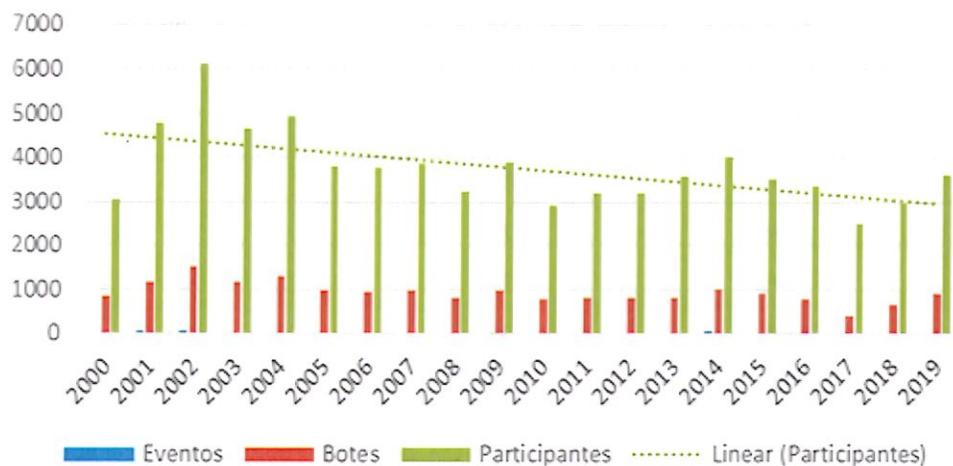


TABLA 15 PARTICIPACIÓN EN TORNEOS DE PESCA POR AÑO

AÑO	TOTAL DE PARTICIPANTES	NÚM. DE BOTES	NÚMERO DE TORNEOS (CON INFORMACIÓN DE COSTO DE INSCRIPCIÓN)	DINERO COLECTADO*
2000	3,041	845	2	\$10,200.00
2001	4,776	1170	19	\$376,605.0
2002	5,990	1504	23	\$480,910.0
2003	4,661	1178	32	\$728,920.0
2004	4,825	1283	33	\$1,200,295.0**
2005	4,730	972	13	\$239,550.0
2006	3,751	937	23	\$568,312.50
2007	3,860	983	25	\$572,649.0
2008	3,109	779	20	\$400,948.0
2009	3,901	968	31	\$339,312.00
2010	2,894	787	17	\$267,088.0
2011	3,197	804	24	\$306,942.0
2012	3,201	822	29	\$335,610.0
2013	3,571	898	26	\$358,712.0

AÑO	TOTAL DE PARTICIPANTES	NÚM. DE BOTES	NÚMERO DE TORNEOS (CON INFORMACIÓN DE COSTO DE INSCRIPCIÓN)	DINERO COLECTADO*
2014	4,014	996	40	\$350,775.0
2015	3,516	914	35	\$301,501.0
2016	3,261	778	29	\$403,343.0
2017	2,506	392	23	\$314,159.0
2018	2,979	656	22	\$301,770
2019	3,610	910	32	\$357,068
s	69,092	17,027	424	\$6,355,506

Nota: Esta tabla muestra los torneos por año que cuentan con datos de ingresos (dinero colectado) generados por concepto de inscripción. * Algunos eventos no conllevan costo de inscripción. ** En el 2004 hubo un torneo el cual tenía un costo de inscripción de 125,000 por bote (ESPN Tournament of Champions). En este informe se han actualizado números de años previos debido a que se ha conseguido información adicional no disponible antes.

TABLA 16 CAPTURA TOTAL DE DORADO (CARYPHANEMA HIPPIRUS) EN TORNEOS DE PESCA RECREATIVA 2000-2018

AÑO	TOTAL DE LIBRAS	NÚMERO DE PIEZAS ABORDADAS
2000	16,142.45	843*
2001	19,846.87	1,309
2002	20,866.06	1,395
2003	13,693.7	1,040
2004	21,066.05	1,239**
2005	13,777.38	905***
2006	25,371.4	1,411
2007	24,061.84	1,418
2008	22,196.91	1,209
2009	21,243.20	1,027
2010	10,797.47	701
2011	17,607.21	1,028****
2012	21,414	1,654
2013	24,299.07	1,255
2014	20,564.62	1,044

AÑO	TOTAL DE LIBRAS	NÚMERO DE PIEZAS ABORDADAS
2015	15,743	1,423
2016	9574.74	851
2017	16,031	944
2018	8,818.48	649
2019	17,349.74	1,213

Nota: Esta tabla muestra efectos de las diferentes regulaciones en la captura del pez dorado según han variado en el tiempo:

*2000-2003 Período sin regulaciones sobre las capturas.

**2004 Se anuncian regulaciones a la pesca en Puerto Rico mediante adopción Reglamento 6768 por el DRNA.

***2005-2010 Se establece cuota de veinte piezas por bote.

****2011-2018 Adopción Reglamento 7949 por el DRNA que enmienda la cuota de captura permitiendo hasta 30 piezas por embarcación para el pez dorado.

TABLA 17 TOTAL DE LIBRAS POR ESPECIES DE IMPORTANCIA PARA LA PESCA RECREATIVA EN TORNEOS DE PESCA (2006-2019)

ESPECIE	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Marlin Azul	3,268.84	4,234.74	832.9	1,452	2,271.6	1,507.84	532	1,778.86	773.82	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Dorado	25,371.08	24,061.84	22,196.9	21,243.2	10,797.47	17,607.21	21,414.74	24,299.07	20,564.62	15,743	9,574.74	16,031	8,818	17,349
Peto	1,498.5	1,698.18	1,385.07	0	613.73	961.79	2,780.13	2,002.9	1143.10	1,450.64	n/a	166.75	2,107	2,446
Sierras	44.02	n/a	177.6	n/a	n/a	65.9	122.8	276.02	88.18	267.19	253.75	113.65	168.54	332.33
Pesca de Orilla	n/a	2.22	n/a	1,592.8	n/a	24.93	121.39	84.59	50.71	61.72	n/a	99	19.84	26
Pez Vela	0	0	26.98	0	0	41.01	0	0	0	0	31.71	n/a	0	0
Total	30,542.4	29,987.9	24,619.5	24,125.2	13,682.8	19,758.76	24,970.32	28,441.4	22,620.43	17,523	11,906.19	16,410	11,113	20,153

n/a = en este año no hubo torneo para la especie, o el torneo no fue cubierto por el personal de la División de Pesquería Recreativa y Deportiva por realizarse ilegalmente. Se muestran solamente las especies de importancia a las cuales les aplica alguna reglamentación bajo el Reglamento de Pesca 7949. * Se incluye solamente las especies reguladas bajo el Reglamento 7949.

Los torneos de pesca recreativa en Puerto Rico se enfocan mayormente en especies pelágicas¹⁴. 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. No obstante, 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. Esta es la especie cuyos torneos de pesca recreativa suelen generar la mayor cantidad de libras totales. 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 estos, especialmente

los años más recientes, incluidos los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019. No obstante, durante este último año las capturas aumentaron considerablemente y en dos eventos se registraron capturas que ascendieron al 58% de las capturas totales de dorados para el año. Además, en el 2019 también se observó un incremento de libras abordadas de dorado que, aunque no alcanza aún las 20,000 libras, es con 17,349 libras el número mayor de libras abordadas para la especie en el transcurso de los últimos cinco años (2015-2019). Resulta importante hacer hincapié que, a partir del 2010, entró en vigencia el Reglamento 7949 del DRNA, *Reglamento de Pesca de Puerto Rico 2010* y que luego, a partir del 2011, un límite de cantidad de treinta piezas por bote (10 por pescador) es permitido. En los años 2014, 2015 y 2016 se observó una reducción progresiva en el peso total de la pesca desembarcada del dorado con cerca de 5,617 libras menos que el 2015, que a su vez mostró 4,821 libras menos que el 2014, y este último que a su vez mostrará una reducción de cerca de 5,821 libras con relación al 2013. El resultado de los torneos celebrados durante

¹⁴ Se denominan especies pelágicas a las especies marinas que viven en aguas medias o cerca de la superficie. Estos limitan al máximo su contacto con el fondo marino o la costa.

el 2019 podría estar indicándonos una restitución de patrones de abundancia de dorado similares a los previos al 2015. Dentro de este aumento en libras totales se observa gran cantidad de peces pequeños que continúan siendo abordados a pesar de que los mismos no cuentan como parte de las premiaciones. La mayor parte de los clubes que llevan a cabo torneos dirigidas a esta especie han establecido un peso mínimo de diez libras para propósitos de puntos/premios.

En el caso de los torneos de aguja azul, esta es la modalidad que más participación y eventos produce con una mayor cantidad de embarcaciones y participantes a pesar de que, en los mismos, rara vez se aborde algún ejemplar. Los eventos se suelen llevar a cabo en la modalidad acostumbrada de 2-4 días de pesca. No obstante, en el grupo de los peces de pico, las capturas de pez espada/emperador (*Xiphias gladius*) han aumentado considerablemente dentro de este sector pesquero fuera del marco de los torneos recreativos. Hasta la fecha no se han organizado eventos dirigidos hacia esta especie altamente migratoria.

Para efectos del presente indicador ambiental, solamente se incluyen los pesos

de las especies reguladas por el reglamento de pesca. En el caso de la pesca de orilla, la mayoría de estos eventos son enfocados hacia los niños por los que las capturas en la mayoría de los eventos son devueltas al mar. No obstante, en estas actividades es donde se reportan capturas y liberaciones e incluye especies reguladas como las colirrubias y los arrayaos, entre otros. El hecho de que los pesos totales de las especies predilectas que están a su vez reguladas, por ejemplo, el dorado, hayan descendido en comparación al periodo 2012-2014, sin obviar un aumento reconocido durante el 2019, es algo que se debe tomar en cuenta y adaptarse el manejo de la especie a estas tendencias. Entre los factores que creemos causaron estos resultados se encuentra un menor número de eventos celebrados dirigidos a las capturas de dorado, otro factor es el hecho que hay clubes que han cambiado la modalidad de pesca exclusiva de dorado añadiendo otras especies; otros clubes han dejado de llevar a cabo torneos; otros han optado por llevar a cabo un solo día de pesca; y otros eventos no son monitoreados pues se llevan a cabo sin los debidos permisos que facilitan que el DRNA coordine el monitoreo de estas actividades. Además, las capturas

de dorado hechas por pescadores recreativos fuera de los eventos son en ocasiones mayores que las que hacen fuera de las actividades competitivas. El peso total, reportado como parte del monitoreo, puede ser considerado un estimado de las capturas ya que los participantes en ocasiones optan por no traer toda su pesca al pesaje, traen solamente las piezas permitidas dejando el exceso sobre la cuota escondido en la embarcación. El hecho de que las libras totales continúan más bajas que periodos previos en el tiempo derrota cualquier argumento para aumentar las cuotas sobre la especie para el sector recreativo.

Desde 2013, algunos clubes han cambiado las reglas y solamente permiten abordar peces de diez o más libras lo que puede ser la razón para este cambio. Otra posible razón para la baja en el peso total del dorado es que algunos de los clubes han modificado la duración de sus eventos a un solo día de pesca, previo a esto la mayor parte de los eventos eran de dos días. Por otra parte, el torneo de dorado de la Asociación de Pescadores y Dueños de Botes de la Guancha (Ponce) cesó de organizarse; este evento era uno donde las capturas eran abundantes. Tampoco debe pasarse por alto el hecho de

que el dorado es capturado en grandes cantidades fuera de estos eventos en que se registran los datos para este indicador ambiental; otros eventos además de los torneos de botes o día de pesca familiares no logran ser cubiertos.

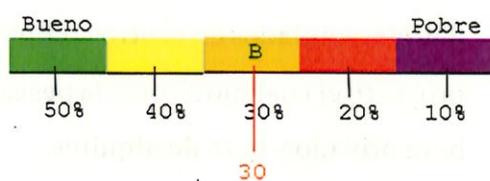
Para medir adecuadamente la intensidad de la explotación de los recursos pesqueros hecha por el sector recreativo marino se deben tomar en cuenta las capturas hechas fuera de los torneos de pesca. Los torneos son eventos de carácter competitivo por lo que, en la mayoría de los eventos, los pescadores solamente muestran aquellas capturas que tienen la posibilidad de ganar premios; ante esto, el impacto que representa esta actividad sobre el recurso pesquero puede ser mayor. Muchas de las capturas bajo el peso mínimo establecido por las reglas del club no son mostradas en el pesaje y algunos participantes, al no tener la puntuación que garantiza premios, dejan de traer sus piezas al pesaje. Por tanto, los factores que pueden influenciar cambios en la cantidad de libras registradas para este indicador ambiental son variados.

Una vez más, recalamos que para medir adecuadamente la intensidad de la explotación de los recursos pesqueros hecha

por el sector recreativo marino se deben tomar en cuenta las capturas hechas fuera de los torneos de pesca.

Benchmark

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



Con los datos obtenidos en este proyecto para los torneos de pesca se puede determinar que los dorados son la especie de mayor intensidad de pesca deportiva, tendencia que se ha sostenido a través de los años transcurridos desde que se realizan los estudios que dan base al presente reporte. Diez piezas por pescador o treinta por embarcación, según establecido por el *Reglamento de Pesca de Puerto Rico 2010*, es un número óptimo para el pescador recreativo. Cabe señalar que estos datos no reflejan realmente las piezas que se abordan en los torneos de pesca ya que el pescador solo trae los diez reglamentados, ya que es una actividad competitiva para torneos, pero puede haber abordado un número

mayor. Entendemos que el recurso está siendo sobreexplotado por los pescadores recreativos. Un consumo de 30% anual de toda la disponibilidad de las especies más abordados se estima sería adecuado.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

Este indicador no mide tendencias ni relaciones entre tamaños de las piezas abordadas y madurez sexual de las mismas, lo que impide conocer la salud del recurso pesquero utilizado por el pescador recreativo. Además, no existe un “stock assessment” para las especies pelágicas en la Isla. Para efectos de este indicador se parte de los datos obtenidos en aquellos eventos de pesca en los cuales los participantes compiten por premios por las capturas hechas. La información que se ha provisto para los informes de indicadores solamente cubre las actividades monitoreadas de pesca en los torneos (pesca recreativa o deportiva). Para tener un cuadro real de la pesca recreativa marina de la Isla, es importante añadir las capturas hechas fuera de estos eventos. En ciertos años se han realizado eventos de forma ilegal ya que no fueron debidamente notificados a la Agencia para recibir su endoso a través de permisos de la Oficina del Comisionado de Navegación del

DRNA. Ejemplo de ello fue el 2016 para el cual se calculó más de 15 eventos o torneos celebrados bajo dichas circunstancias, enfocados principalmente a la pesca de orilla y no se cuenta con los datos de pesca de estos. Los torneos de pesca son eventos de carácter competitivo, son específicos en las especies abordadas y hasta implementan sus propias reglas para las capturas. Por su parte, el 2019 presenta un aumento en las libras totales abordadas que contrasta superando los resultados del 2018 cuando la pesca recreativa estuvo influenciada por la realización de actividades sin los debidos permisos y por lo tanto no se puede informar sus resultados. Contrario a esto, en el 2019 se registra un mayor número de torneos celebrados con formalidad. La realidad descrita dificulta grandemente el monitoreo eficiente por parte de las agencias reguladoras de eventos. Por ende, el impacto de este sector podría ser mayor al reportado al recurso pesquero como al sector económico asociado a estas actividades.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Uno de los aspectos que se puede medir a través de los datos recopilados en este proyecto es el impacto de los pescadores recreativos sobre el recurso pesquero. La

comunidad de pescadores recreativos es mucho mayor que la de pescadores comerciales, por lo que se deben considerar como aspecto importante en el manejo del recurso. Este proyecto 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.

Emergencias



Ambientales

EMERGENCIAS

CANTIDADE EMERGENCIAS AMBIENTALES



AMBIENTALES

que representan los componentes de los factores que están presentes durante un evento. Una emergencia

puede representar una seria amenaza a un cuerpo de agua superficial, al terreno, a la atmósfera, a las aguas subterráneas, a la flora y a la fauna, entre otros recursos. La contaminación de estos medios tiene un impacto significativo sobre su disponibilidad y aprovechamiento; además de ser de suma preocupación debido a que estos recursos son escasos no renovables. Su calidad, abasto y conservación resultan esenciales para mantener la salud pública y sostener la biodiversidad, constituyendo la infraestructura ambiental primaria para el desarrollo socioeconómico del país. Mediante este indicador se puede determinar el grado de ocurrencia de emergencias ambientales, permitiendo evaluar el posible riesgo e impacto adverso a la salud pública y al ambiente, situación en la que el país estaría expuesto bajo diferentes escenarios.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

La cantidad de incidentes ambientales en Puerto Rico se mide mediante la sumatoria de los incidentes registrados anualmente. La Tabla 18, Informe Estadístico de Incidentes y Emergencias

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Una emergencia ambiental es una catástrofe repentina o un accidente como resultado de factores naturales, tecnológicos o de carácter antropogénico (provocados por el hombre) o una combinación de los anteriores, que causa o amenaza con causar graves daños ambientales, así como la pérdida de vidas humanas y propiedades. Algunos de estos pueden ser inmediatos y amenazantes para la vida y los recursos naturales. Según se define en la Ley #416 del 22 de septiembre de 2004, según enmendada, una emergencia ambiental es cualquier descarga o amenaza de descarga, escape accidental o intencional no autorizado, filtración, bombeo, inyección, vertido, emisión, vaciado o disposición de unas sustancias o desperdicio peligroso, en o sobre el terreno, al agua o al ambiente, que ocasione un riesgo o amenaza de riesgo a la salud pública, al bienestar o al ambiente.

Las emergencias ambientales constituyen un serio riesgo a la salud pública debido a la peligrosidad

Ambientales, incluye los incidentes clasificados como emergencias ambientales durante el año 2019. Estas están presentadas por tipo de incidente y por la ubicación de las diferentes Oficinas Regionales del DRNA desde las cuales se efectúa la respuesta. El Área de Respuesta a Emergencias Ambientales del DRNA tiene presencia en la Oficina Central en San Juan y en cuatro Oficinas Regionales, localizadas en los

siguientes municipios: Arecibo, Mayagüez, Guayama y Humacao. En cada una de estas oficinas regionales hay un especialista o técnico especializado en emergencias ambientales, el cual tiene como función atender los incidentes o emergencias ambientales que ocurran en los municipios que comprenden cada región. En la Oficina Central hay tres especialistas en emergencias ambientales.

TABLA 18 INFORME ESTADÍSTICO DE INCIDENTES Y EMERGENCIAS AMBIENTALES DE ENERO AL 31 DE DICIEMBRE DE 2019

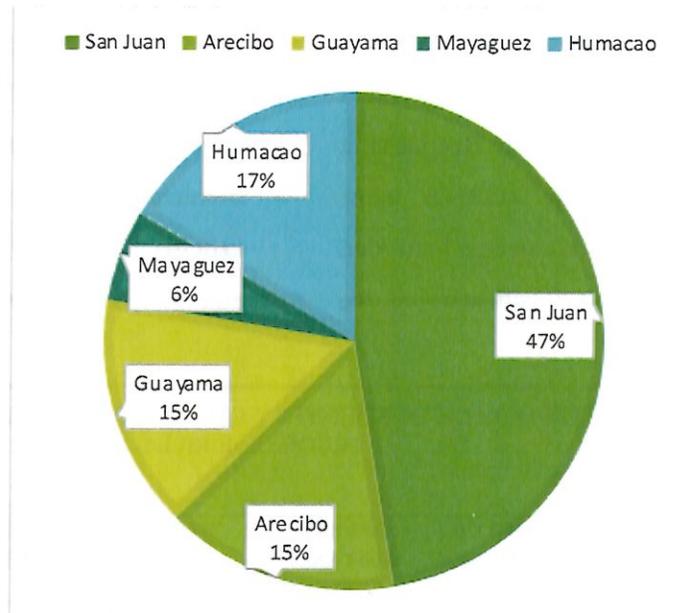
REGIÓN	DERRAMES DE HIDROCARBUROS	DERRAMES SUSTANCIAS QUÍMICAS	HALLAZGO ENVASES / CONTENEDORES ABANDONADOS	OTROS	TOTAL
San Juan	30	5	1	36	72
Arecibo	10	4	0	9	23
Guayama	11	0	2	10	23
Mayagüez	2	1	0	6	9
Humacao	5	0	0	20	25
TOTALES	58	10	3	81	152

Otros = mortandad de especies acuáticas, olores objetables, fuegos, descargas ilegales

La Gráfica 17 Respuesta a Emergencias Ambientales por Región del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, muestra que el por ciento de incidentes reportados refleja una mayor incidencia en la Región de San Juan que cubre la Oficina Central (47%) seguido por las Oficinas Regionales de Humacao (17%), Arecibo (15%) y Guayama (15%). Como dato de importancia es el alto riesgo de impacto ambiental

existente en los muelles de la Región de San Juan en los que se importan y exportan materiales peligrosos a través de contenedores y tanques. Se añade, que las distribuidoras de derivados de petróleo como gasolina, *diésel* y *jet fuel*, entre otros, se encuentran ubicadas entre los municipios de San Juan, Bayamón, Cataño y Guaynabo.

GRÁFICA 17 RESPUESTA A EMERGENCIAS AMBIENTALES POR REGIÓN DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

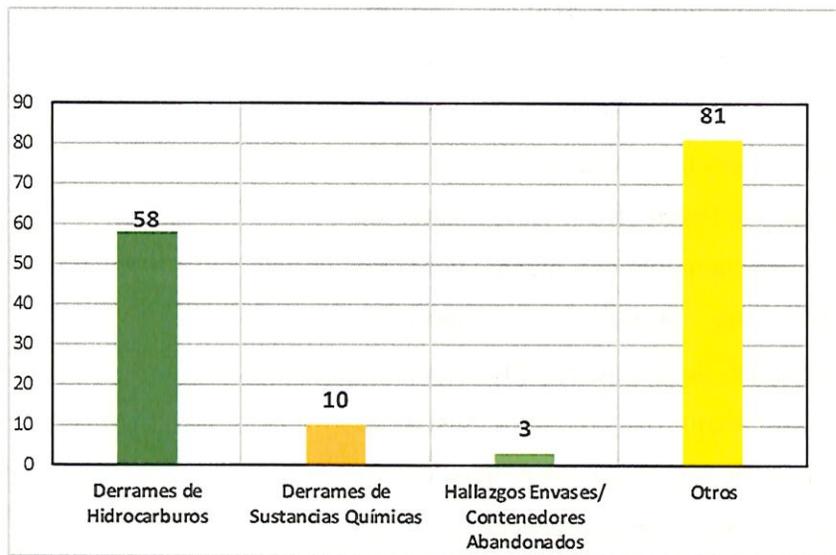


Los incidentes ambientales en Puerto Rico son ocasionados mayormente por derrames de sustancias derivadas de hidrocarburos de petróleo (38%) y por la clasificación de otros (53%). El de menor cantidad es de hallazgo de envases o contenedores abandonados (2%). Ejemplos específicos de estos incidentes pueden ser derrames de gasolina, *diésel* y aceite hidráulico, entre otros. La mayoría de los derrames de hidrocarburos en Puerto Rico se debieron al manejo inapropiado del mismo y descuido al hacer operaciones de transferencia de combustible. En el caso de la clasificación Otros, el principal incidente son los olores objetables y descargas ilegales. Una gran mayoría de los

incidentes de olores objetables reportados están asociados a las escuelas. La investigación de estos casos refleja que estos problemas ocurren por el escaso o inadecuado mantenimiento a las trampas de grasas, pozos sépticos y tuberías sanitarias. Por otro lado, existen variables que directa o indirectamente ejercen presión y actúan significativamente sobre los medios ambientales. Estas variables son el aumento poblacional y su densidad que, junto a la actividad económica y la movilización social, promueven un aumento en el sector de transportación. Se puede suponer que este aumento en la demanda por la transportación y su correspondiente consumo de combustibles podría inducir a un aumento en el riesgo de

incidentes ambientales durante el manejo y acarreo de estas sustancias. (Ver Gráfica 18).

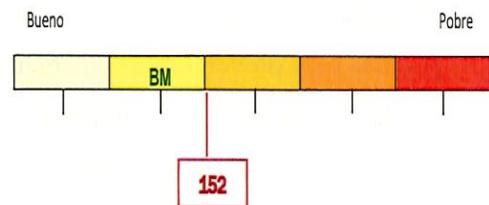
GRÁFICA 18 TIPO DE INCIDENTES



LIMITACIONES DEL INDICADOR

El factor limitante de este indicador es que los datos que se presentan son a base de los incidentes registrados, por lo que no se establece la magnitud de esos incidentes ni los factores de mitigación ambiental luego de la respuesta y la remediación del incidente. Esto dificulta el establecer cuáles de estos incidentes han causado un impacto ambiental y cuáles son incidentes menores con un impacto menos agresivo hacia la salud pública y el ambiente

Benchmark¹⁵ (BM)



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Puerto Rico es sumamente sensible a eventos que contaminan los terrenos y atentan contra la salud pública y los recursos naturales. Sus características geográficas y densidad poblacional, sumadas a la intensidad de las actividades comerciales, industriales y de transportación, las cuales manejan cantidades significativas de materiales y sustancias con alto potencial de contaminación

¹⁵ Se toma como referencia de BM la cifra redondeada de los casos informados para el año 2019.

ambiental, lo hacen altamente vulnerable a incidentes de esta naturaleza. Prácticas inadecuadas de manejo, accidentes, falta de controles ambientales, descargas ilegales, materiales abandonados o falta de recursos financieros para atender limpiezas ambientales representan las principales causas de los terrenos contaminados en Puerto Rico. Los eventos de emergencias, por su naturaleza, muchas veces son impredecibles, no obstante, es importante mantener prácticas de educación y prevención en las áreas de trabajo que manejan sustancias peligrosas a fin de minimizar los riesgos a estos eventos. Educar al público en general sobre las emergencias ambientales, enfatizando en los derrames de hidrocarburos, sería una buena práctica para prevenir estas emergencias. Además, se debe mantener un programa rutinario de inspección de la infraestructura e instalaciones asociadas a sustancias peligrosas de manera que se pueda detectar a tiempo posibles fallas o causas que puedan convertirse en una emergencia ambiental.

Uso del Suelo



INDICADOR: DISTRIBUCIÓN DE LOS USOS DE SUELO TIPO 1



DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

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

Los componentes de este importante indicador presentan un panorama de los usos del suelo del país. Muestran también el manejo de los terrenos y la extensión del desarrollo urbano, al igual que la magnitud del cambio en los usos del suelo. Ofrecen 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 JP, a través del Subprograma Planes de Usos de Terrenos (SPUT) y el Subprograma de Sistemas de Información Geográfica (SIG), es la agencia a cargo de recopilar, manejar y suministrar los datos que alimentan este indicador. Los datos están basados en el examen de todos los municipios, tomando en consideración los instrumentos siguientes:

1. Plan de Uso de Terrenos: Guías de ordenación del territorio (PUT), vigente al 19 de noviembre de 2015.
2. Planes de Ordenación Territorial (POT) que incluye los Planes Territoriales (PT), Planes de Ensanche (PE) y Planes de Área (PA), que estén aprobados, en revisión o elaboración.
3. Áreas de Planificación Especial (APE) y Zonas de Interés Turísticos (ZIT) delimitadas.

4. Planes Regionales (PR), de Desarrollo Integral (PDI) o Especiales (PE), vigentes
5. Planes de Usos de Terrenos para Áreas de Planificación Especial (PUT-APE), vigentes.
6. Cualquier otro instrumento, tales como mapas a nivel local o regional.

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

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

MODELO TERRITORIAL

Los datos recopilados sobre los usos del suelo proceden de las revisiones de varios PT, algunos vigentes y otros aún propuestos, conformándose en un análisis de carácter aproximado. La información presentada contiene datos actualizados.

Bajo el PUT de 2015, se ha comenzado a utilizar para el análisis un nuevo modelo territorial. El

PUT surge del análisis de las tendencias del territorio, así como sus atributos fisiográficos. Un territorio que sustenta las distintas actividades económicas y sociales, y un medio ambiente que es la base de nuestra calidad de vida y sobre el cual se estructura el modelo territorial.

La JP reconoce una nueva estructura territorial regionalizada a base de áreas funcionales. Esta nueva estructura, con una formación dinámica, interconecta los municipios a base de sus interrelaciones, movilidad, dependencias, complementariedad e influencias, entre otros aspectos sociales, económicos e industriales que van más allá de solo las características geográficas compartidas. Esta estructura dinámica permite entender y atender el comportamiento, así como la influencia que generan algunos municipios sobre áreas geográficas específicas, al mismo tiempo que responden a otras áreas o municipios de mayor influencia. Es por esto que veremos municipios interactuando en más de un área funcional con distintos roles, dependencia o empoderamiento.

ÁREAS FUNCIONALES DEL TERRITORIO

Las áreas funcionales del territorio delimitadas en el PUT son las siguientes (Ver Mapa 3).:

ÁREA FUNCIONAL DEL TERRITORIO	MUNICIPIOS
Aguadilla: (5)	Aguada, Aguadilla, Isabela, Moca y San Sebastián
Arecibo: (6)	Arecibo, Hatillo, Camuy, Lares, Quebradillas y Utuado
Caguas: (7)	Caguas*, Aguas Buenas, Comerío, Cidra, San Lorenzo, Gurabo y Juncos
Cayey: (3)	Aibonito, Barranquitas y Cayey
Fajardo: (6)	Ceiba, Culebra, Fajardo, Luquillo, Río Grande y Vieques
Guayama: (4)	Arroyo, Guayama, Patillas y Salinas
Humacao: (5)	Humacao, Las Piedras, Maunabo, Naguabo y Yabucoa
Manatí: (7)	Barceloneta, Ciales, Florida, Manatí, Morovis, Orocovis y Vega Baja
Mayagüez: (10)	Añasco, Cabo Rojo, Hormigueros, Lajas, Las Marías, Maricao, Mayagüez, Rincón, Sabana Grande y San Germán
Ponce: (11)	Adjuntas, Coamo, Guánica, Guayanilla, Jayuya, Juana Díaz, Peñuelas, Ponce, Santa Isabel, Villalba y Yauco
San Juan: (15)	Bayamón, Caguas*, Canóvanas, Carolina, Cataño, Corozal, Dorado, Guaynabo, Loíza, Naranjito, San Juan, Toa Alta, Toa Baja, Trujillo Alto y Vega Alta

*Municipio ubica en más de un área funcional.

MAPA 3 ÁREAS FUNCIONALES DEL TERRITORIO



CLASIFICACIÓN DEL TERRITORIO

META Y OBJETIVOS PARA EL DESARROLLO Y REDESARROLLO DEL SUELO:

Las metas y objetivos que aplican al desarrollo y redesarrollo del suelo contenidas en el *PUT* de 2015 son las siguientes:

Meta 1:

Concentrar el desarrollo y el redesarrollo en las comunidades donde ya existe la infraestructura y está previsto el desarrollo.

Visión:

Áreas de desarrollo, diseño de comunidad, infraestructura, transportación, vivienda y desarrollo económico.

Objetivos:

1. Establecer y definir las áreas de desarrollo: Acomodar los recursos a base de las expectativas de crecimiento residencial y del establecimiento y expansión de los negocios y la industria, en comunidades compactas y sostenibles.
2. Limitar el desarrollo desparramado: Evitar la propagación continua de desarrollos residenciales de baja densidad, dirigiendo el desarrollo siempre hacia las áreas indicadas en los suelos urbanos y urbanizables, y en aquellos asentamientos rurales existentes con capacidad de captación.
3. Mejorar las áreas rurales: Enfocar el desarrollo en las áreas rurales en las

comunidades existentes, siempre que sea posible proveer el servicio de alcantarillado sanitario y agua, y mediante modos que sean compatibles con el carácter de la comunidad y los sistemas naturales.

4. Redesarrollar primero: Aprovechar al máximo las áreas desarrolladas y las infraestructuras y los servicios públicos existentes, a través de la construcción en los terrenos vacantes y la reconstrucción, antes de plantear desarrollar terrenos fuera de los suelos urbanos, a través de los planes de ensanche.
5. Fomentar áreas de usos mixtos: Promover, cuando sea posible en la comunidad o vecindario, los planes y proyectos de desarrollo que integran la mezcla usos para crear comunidades funcionales donde los residentes pueden vivir, trabajar y recrearse, atendiendo las necesidades del adulto mayor, satisfaciendo muchas de sus necesidades diarias sin la necesidad del uso del automóvil.
6. Crear lugares de calidad: Planificar y construir lugares con calidad y atractivos para que las empresas inviertan y la gente viva, aprenda, trabaje y se recree, reduciendo la demanda del mercado para el desarrollo fuera de estas áreas.
7. Construir comunidades peatonales y promover accesos seguros: Diseñar comunidades para promover ambientes peatonales en los que las viviendas,

comercios y oficinas, así como los centros educativos, parques, centros de recreación y otros servicios públicos, estén bien conectados, en vez de aislados unos de otros. Los usos de terrenos deben combinarse para que la gente pueda acceder a muchos de los servicios dentro de las comunidades en las que viven y trabajan, que observan los principios del diseño universal.

8. Apoyar la conservación histórica: Preservar el sentido de lugar único en cada comunidad, a través de la rehabilitación de estructuras históricas como parte integral de los planes de rehabilitación y los planes de área de la comunidad, reconociendo que la reutilización de los edificios promueve la eficiencia energética y los objetivos de conservación de carácter de la comunidad.
9. Conexión con la naturaleza: Proveer acceso dentro de una comunidad a los sistemas naturales y áreas recreativas, a través de accesos para caminar, montar bicicleta, o utilizar el transporte colectivo, eliminando la dependencia exclusiva del automóvil.
10. Desarrollar resiliencia a los riesgos: Planificar y construir comunidades costeras y entornos urbanos en el interior de la Isla, de modo que se proteja el hábitat humano y la infraestructura de los riesgos asociados con los riesgos y el cambio climático: aumento en el nivel del mar, marejadas ciclónicas, huracanes, lluvia copiosa,

temperaturas extremas y los efectos de Isla del calor en suelos urbanos.

CATEGORÍAS DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO¹⁶:

Las categorías de clasificación del suelo toman como base las establecidas en la Ley de Municipios Autónomos: suelo urbano, suelo urbanizable y suelo rústico. Es necesario que el plan establezca unas nuevas subcategorías bajo

la clasificación de suelo rústico: especialmente protegido, por valor ecológico, agrícola, hídrico y de paisaje. Estas subcategorías surgen de la propia definición de la Ley de Municipios Autónomos, de modo que sirvan para reconocer los objetivos, políticas públicas y fundamentos del PUT; que además orienten la calificación o recalificación de los suelos, según corresponda. Conforme a la Ley 81-1991 esta estructura se define como sigue: (Ver Ilustración 8)

ILUSTRACIÓN 8 ESTRUCTURA DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO



SUELO URBANO (SU)

El suelo urbano está constituido por los terrenos que cuenten con acceso vial, abastecimiento de agua, suministro de energía eléctrica y con otra infraestructura necesaria para el desenvolvimiento de las actividades administrativas, económicas y sociales que en estos suelos se realizan, y que estén comprendidos en áreas consolidadas por la

edificación. Los suelos urbanos son el reconocimiento de amplias extensiones de terrenos, por lo que esta clasificación no implica que el terreno sea apto para ser construido. Para la clasificación de las áreas de valor urbano (SU) se tomarán en consideración los siguientes elementos:

1. Las áreas históricamente ocupadas de la ciudad y/o asentamientos, y las áreas

¹⁶ Junta de Planificación (2015). Inciso 2, Sección E, Capítulo 3 del “Memorial del Plan de Uso de Terrenos: guías de ordenación del territorio”, vigente al 19 de noviembre de 2015.

construidas o desarrolladas que cuentan con las infraestructuras, tanto las llamadas básicas (vial, electricidad, agua, alcantarillado, etc.) como las administrativas, económicas y sociales.

2. Los suelos en proceso de urbanización con posibilidad de consolidación con áreas urbanas existentes, independientemente de que cuenten con todas las infraestructuras, con permisos válidamente expedidos y que se encuentren en construcción.
3. Los terrenos colindantes con suelo urbano existente que cuentan con una consulta de ubicación, y que su análisis se evidencie que tienen los permisos o han iniciado procesos de construcción.
4. No se clasifican como suelo urbano amplias extensiones de terrenos vacantes colindantes con el suelo urbano que no cuentan con las infraestructuras requeridas para dichos suelos. Los terrenos a integrarse en el continuo urbano serán aquellos con la clasificación de suelo urbanizable, cumpliendo con los requisitos de densidad de acuerdo con las necesidades, de modo que se pueda producir una integración ordenada entre suelos urbanos y los nuevos terrenos identificados para su desarrollo

(suelos urbanizables), mediante el correspondiente plan de ensanche.¹⁷

Se han identificado 302,586.15 cuerdas con las características para clasificarse como SU, lo que representa un 13.30% de todo Puerto Rico.

SUELO URBANIZABLE (SUR)

El suelo urbanizable está constituido por los terrenos declarados aptos para ser urbanizados a base de la necesidad de terrenos para acomodar el crecimiento del municipio en un período de ocho (8) años y cumplir con las metas y objetivos de la ordenación territorial. Esta clasificación del suelo incluye las categorías de suelo urbanizable programado (SURP) y no programado (SURNP).

Durante la elaboración de este PUT se analizaron los suelos urbanizables, tanto los programados como los no programados, propuestos en los planes territoriales municipales. Se encontró que existe una inconsistencia en la manera en que se clasificaron los terrenos. En varios municipios se identificaron terrenos clasificados como suelo urbanizable que exceden lo que pudiera ser la proyección de crecimiento del municipio en los próximos ocho años. Será durante el proceso de revisión de los planes de ordenación o al momento de notificación de inicio del proceso

¹⁷ Conforme lo dispone el Artículo 13.006 de la Ley Núm. 81 de 30 de agosto de 1991.

de elaboración de un plan de ensanche, cuando se deberá identificar y justificar la necesidad de desarrollo de dichos terrenos.

Como se establece en el Artículo 13.005 de la Ley de Municipios Autónomos, no se requiere que exista la categoría de suelo urbanizable, pues su existencia, así como las posibles subcategorías de programado o no programado, dependerá del análisis o estudio de la necesidad de suelos urbanos de aquí a un período de ocho años. Los planes territoriales podrán tener como objetivo identificar terrenos que actualmente no están desarrollados; es decir, convertir terrenos rurales vacantes en urbanos a través de un plan de ensanche. Los planes no identificarán terrenos que actualmente están desarrollados o urbanizados, los cuales deben clasificarse como urbanos y trabajarse a través de un plan de área.

Para la clasificación de las áreas de valor urbanizable (SUR) se tomarán en consideración los siguientes elementos:

1. Se evaluarán los terrenos vacantes en suelo urbano y su capacidad de acoger desarrollo para los distintos usos en los próximos ocho años.
2. Una vez evaluados los usos disponibles en el suelo urbano, hay que identificar cuánto se necesitará para acoger el desarrollo en los próximos ocho años.
3. Al momento de analizar los terrenos que podrían considerarse para futuro desarrollo, se descartarán los que tengan valor ecológico o natural y agrícola, y dónde condiciones de contaminación ambiental representen un riesgo a la salud, así como los terrenos sumamente escarpados, susceptibles a erosión, a deslizamientos y de alto riesgo a desastres naturales.
4. Durante la elaboración de un plan de ensanche se utilizarán distritos de protección para calificar las áreas que así lo ameriten, de manera que se pueda evitar su impacto y desarrollo. Esto se refiere a si un suelo urbanizable tiene, dentro de sus límites, terrenos con valores ecológicos o naturales y valores agrícolas, o donde existan condiciones de contaminación ambiental que representen un riesgo a la salud, así como terrenos escarpados, susceptibles a erosión, a deslizamientos y de alto riesgo a desastres naturales.
5. Se tomará en consideración la programación y construcción de la infraestructura en la identificación de suelos urbanizables.
6. El objetivo de los suelos urbanizables es ordenar el futuro desarrollo a través de planes, de modo que se puedan organizar las infraestructuras y usos en grandes extensiones de terrenos vacantes. Por lo tanto, los terrenos ya desarrollados no se identificarán como suelos urbanizables.

Los suelos urbanizables identificados por el PUT son los que ya existían, y son cónsonos y compatibles con las políticas públicas establecidas. También, los que se han propuesto de manera preliminar en la revisión y desarrollo de los planes territoriales en proceso de redacción o revisión.

Se identificaron 17,518.15 cuerdas con las características que permitieron clasificarlas como SUR, lo que representa un 0.77% de todo Puerto Rico.

SUELO RÚSTICO (SR)

El suelo rústico está constituido por los terrenos que deben ser expresamente protegidos del proceso urbanizador por razón, entre otros, de su valor agrícola y pecuario, actual o potencial; de su valor natural; de su valor recreativo, actual o potencial; de los riesgos a la seguridad o salud pública; o por no ser necesarios para atender las expectativas de crecimiento urbano en el futuro previsible de ocho años. Esta clasificación de suelo incluye las categorías de suelo rústico común (SRC) y suelo rústico especialmente protegido (SREP).

El Artículo 13.002, inciso e, de la Ley de Municipios Autónomos, antes citada, establece que los planes de ordenación cumplirán con metas y objetivos entre los que están propiciar “el uso y manejo de suelo rústico evitando su lotificación y prohibiendo el proceso urbanizador en dicho suelo”.

Respecto al suelo rústico, los planes cumplirán con lo siguiente: mantener dicho suelo libre del proceso urbanizador; evitar la degradación del paisaje y la destrucción del patrimonio natural; preservar la integridad de los suelos agrícolas y protegerlos del proceso urbanizador; establecer medidas para el uso de suelo de forma no urbana; delimitar el suelo que debe ser especialmente protegido debido a sus características especiales; y establecer planes para el manejo de los recursos naturales y agrícolas.

El PUT y todos los instrumentos de planificación establecerán un proceso claro para evitar la urbanización de los suelos rústicos, de acuerdo con sus respectivos valores, persiguiendo los siguientes objetivos:

1. Los planes y sus reglamentos evitarán las subdivisiones o lotificaciones en los suelos rústicos para prescindir de los desarrollos aislados y salvaguardar los terrenos agrícolas o de excepcional belleza o paisaje, así como su susceptibilidad a riesgo.
2. Desalentar y evitar los desarrollos y lotificaciones a lo largo de las carreteras estatales y municipales, y el acceso directo a las mismas, con el fin de garantizar la interconexión y mejorar la movilidad entre las distintas partes de Puerto Rico y dentro de los propios municipios.
3. Evitar aquellos usos y actividades que perjudiquen el recurso arena y los recursos

relacionados en la zona costanera, estuarios y otros.

4. Evitar la construcción de estructuras en la zona marítimo-terrestre y a cincuenta (50) metros de ella, así como en las áreas de playa. Desestimular las actividades o lotificaciones en los terrenos colindantes que tengan el efecto de impedir u obstaculizar el libre acceso a las mismas, fomentando la libre percepción de sus vistas panorámicas, el libre acceso al sol y su disfrute por todos.
5. No se fomentarán nuevos núcleos urbanos aislados.
6. Las actividades industriales livianas, pesadas y las atípicas se permitirán en el suelo rústico, siempre que no impacten adversamente elementos ambientales, agrícolas, ecológicos y de paisaje. Se podrá considerar la ubicación de las industrias contaminantes en los suelos rústicos comunes, siempre que no impacten adversamente elementos ambientales, agrícolas, ecológicos y de paisaje.
7. Las industrias se deberán concentrar en parques industriales, tomando en consideración las áreas funcionales. Se considerarán por anticipado los terrenos que reúnen las mejores características para acoger dichos desarrollos, evitando la dispersión de estos usos en el territorio. Los proyectos industriales atípicos que requieran ubicaciones especiales serán la excepción a esta norma.

8. Las actividades turísticas se permitirán en el suelo rústico, siempre que no impacten adversamente elementos ambientales, agrícolas, ecológicos y de paisaje.
9. No se permitirán nuevos usos residenciales en suelo rústico. La ubicación de nuevas residencias en suelo rústico se limitará a aquellas que estén íntimamente relacionadas a las actividades propias del ámbito rural, evitando los impactos indeseados que han provocado los usos dispersos residenciales sobre las actividades agrícolas, canteras, graveros, industrias, usos turísticos rurales, cuerpos de aguas, los elementos de valor natural y de paisaje, y los gastos no programados para proveer la infraestructura de agua, sanitaria y eléctrica.
10. Se recomienda la ubicación de actividades de extracción en los suelos rústicos.
11. Desincentivar las actividades incompatibles con los usos industriales, vertederos, canteras, agrícolas, entre otros típicos de los suelos rústicos, como son las viviendas aisladas que afectan la viabilidad de estos usos.

Se establecerán dos categorías de suelo rústico, común y especialmente protegido:

1. Suelo rústico común (SRC) - Este suelo tiene un gran valor por la disponibilidad para acoger toda la diversidad de actividades no urbanas, así como para las actividades rurales

y de paisaje. En este suelo pueden ocurrir distintas actividades, como los usos industriales pesados, las canteras, los vertederos, las comunidades penales, las instalaciones de infraestructura, las actividades agrícolas y pecuarias, así como de ciertas dotaciones y equipamientos, que en la mayoría de los casos no deben estar en las áreas habitadas.

Se identificaron 455,016.77 cuerdas con las características para clasificarse como SRC, que representan un 20.00% de todo Puerto Rico.

1. Suelo rústico especialmente protegido (SREP) - Es el que, por su especial

ubicación, topografía, valor estético, arqueológico o ecológico, valor agrícola y pecuario, actual o potencial; valor natural único; y por los riesgos a la seguridad o la salud pública u otros atributos, se identifican como un terreno que nunca deberá considerarse como SU o SUR en un plan.

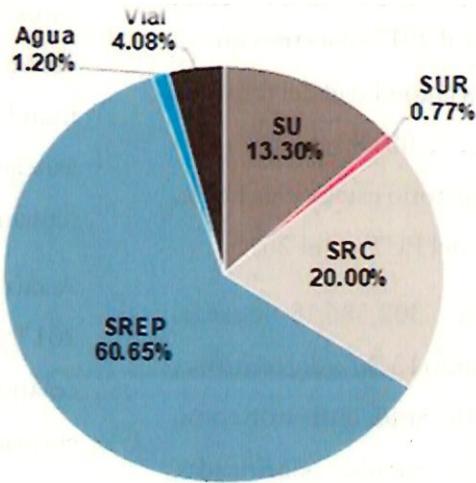
Se identificaron 1,379,838.34 cuerdas con las características para clasificarse como suelo rústico SREP, que representan un 60.65% de todo Puerto Rico. (Ver Tabla 19, Gráfica 19 y Mapa 4)).

TABLA 19 SUELOS CLASIFICADOS (2019)

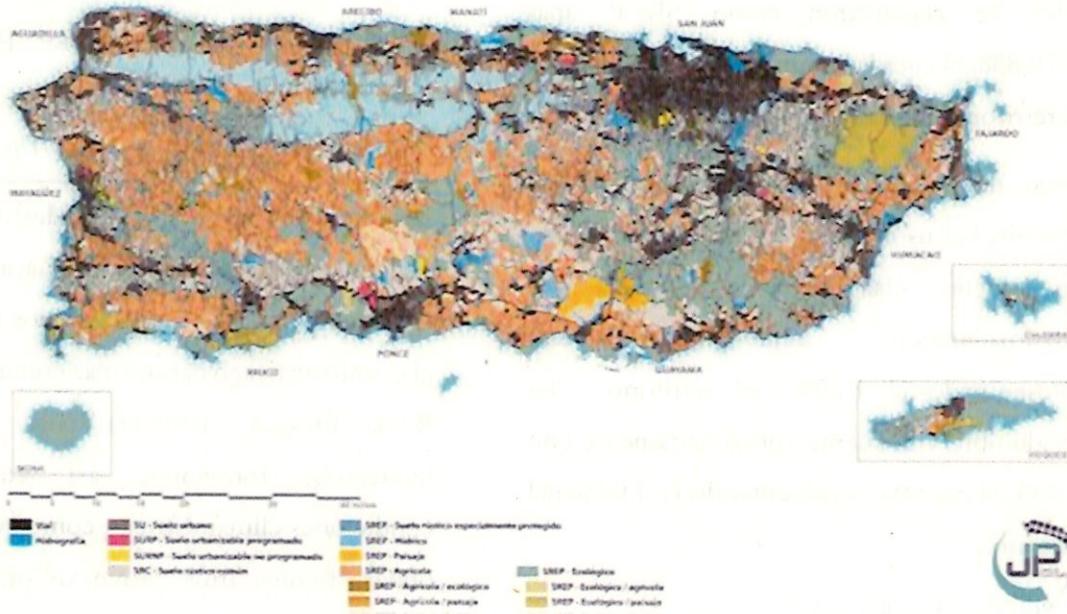
CLASIFICACIÓN DE SUELO	CUERDAS 2019	CUERDAS 2018	DIFERENCIA CUERDAS	% 2019	% 2018	% CAMBIO
Urbano (SU)	302,586.15	302,586.15	0.00	13.30%	13.30%	0.00%
Urbanizable (SUR)	17,518.15	17,518.15	0.00	0.77%	0.77%	0.00%
Rústico Común (SRC)	455,016.77	455,016.77	0.00	20.00%	20.00%	0.00%
Rústico Especialmente Protegido (SREP)	1,379,838.34	1,379,838.34	0.00	60.65%	60.65%	0.00%
Agua	27,266.40	27,266.40	0.00	1.20%	1.20%	0.00%
Servidumbre Vial	92,858.03	92,858.03	0.00	4.08%	4.08%	0.00%
TOTAL SUELO CLASIFICADO	2,275,083.83	2,275,083.83	0.00	100%	100%	0.00%
TOTAL CUERDAS PR	2,275,083.83					

Fuente: Junta de Planificación, 2017.

GRÁFICA 19 CLASIFICACIÓN DEL SUELO¹⁸



MAPA 4 CLASIFICACIÓN DEL SUELO DEL TERRITORIO (2015)



ANÁLISIS DEL SUELO CLASIFICADO

Los datos actualizados al 2017 muestran que se encuentran clasificados la totalidad del territorio de la Isla, un total de 2,275,083.83 cuerdas. Para el 2017, el 100% del territorio estaba clasificado, luego de la aprobación del PUT en el 2015.

El SU cuenta con 302,586.15 cuerdas clasificadas, representando 13.30% del territorio, sin cambio desde el 2016. Se identificaron como SUR unas 17,518.15 cuerdas clasificadas, representando un 0.77% del territorio, sin cambio desde el 2016. El SRC cuenta con 455,016.77 cuerdas clasificadas, representando un 20.00% del territorio, sin cambio desde el 2016. Se clasificaron como SREP unas 1,379,838.34 cuerdas, representando un 60.65% del territorio, sin cambio desde el 2016.

Luego de haber clasificado la totalidad del territorio los usos de suelos se complementan con aquellos clasificados como agua con aproximadamente 27,266.40 cuerdas, representando el 1.20% del territorio. La servidumbre vial cuenta aproximadamente con 92,858.03 cuerdas, representando el 4.08% del territorio.

RIESGOS NATURALES

Los riesgos naturales se definen como las probabilidades de que un territorio y la sociedad que habita en él, se vean afectados por episodios naturales de rango extraordinario. En el caso de

un archipiélago tropical, como el de Puerto Rico, estos incluyen los riesgos asociados a fenómenos climatológicos como lo son los huracanes, las inundaciones, los deslizamientos y aquellos asociados a la actividad sísmica, incluyendo tsunamis.

A raíz de los eventos naturales acaecidos en el 2017 por los huracanes Irma y María, la JP en colaboración con FEMA, el USGS y otras entidades han elaborado nuevos mapas y herramientas que servirán para atender de forma efectiva los suelos con riesgos. Igualmente, la nueva reglamentación ha tomado en consideración en los distritos de calificación y en una zona de riesgo sobrepuesta parámetros para el manejo efectivo de los riesgos para todo el territorio.

SUELOS CON PELIGRO DE INUNDACIONES

Las inundaciones por causa del desborde de ríos, quebradas u otros cuerpos de agua, así como por causa de marejadas en los terrenos costeros, es el evento de riesgo natural más común en Puerto Rico. Riesgos naturales tales como los huracanes, tormentas, así como otras condiciones climatológicas, como las vaguadas, ondas, frentes fríos provocan problemas de inundaciones, los cuales básicamente ya no se limitan únicamente a la temporada de huracanes entre los meses de junio y noviembre, además, durante el año podemos sentir el efecto de algunos de estos eventos en cualquier momento.

Los cada vez más frecuentes eventos de fuertes lluvias que se han experimentado durante los últimos años han puesto en evidencia que existen muchas áreas que son afectadas por inundaciones a lo largo de toda la Isla. Afortunadamente son muy poco frecuentes las pérdidas de vida, siendo su contraparte los daños a propiedades, infraestructura y cultivos que ascienden cada año a millones de dólares.

La JP es la agencia con la responsabilidad de preparar reglamentación y mapas para el control de edificaciones en zonas susceptibles a inundaciones en el País. A tenor con esa facultad, la JP adoptó los Mapas sobre Tasas del Seguro de Inundación (FIRM, por sus siglas en inglés), preparados por la Agencia Federal sobre Manejo de Emergencias (FEMA), con fecha de efectividad del 19 de abril de 2005, adoptados mediante resolución el 8 de abril de 2005, en conjunto con las enmiendas de la 6ta Revisión al Reglamento de Planificación Núm. 13, conocido ahora como el “Reglamento de Planificación sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación”. Dichos mapas sustituyen los Mapas de Zonas Susceptibles a Inundación de Puerto Rico cuya base de información y los instrumentos y

metodología para su preparación eran obsoletos. Los mapas y reglamento fueron revisados nuevamente en el 2009 y adoptados por la JP el 30 de septiembre de 2009, con fecha de efectividad de los mapas el 18 de noviembre de 2009, y del Reglamento de Planificación Núm. 13 al 7 de enero de 2010.

El Plan de Modernización de Mapas de la FEMA proveyó recursos para convertir los FIRM en mapas digitales conocidos también como DFIRM, con una base de fotos digitales aéreas. Como parte importante de dicho plan, los estudios sobre el seguro de inundación que identifican por zonas las áreas de riesgo a inundación en dichos mapas han comenzado a ser revisados con la mejor tecnología disponible, lo cual permitirá tener instrumentos con información confiable para tomar decisiones no solo en términos de la administración de los valles inundables, sino en la prevención y manejo de emergencias. Además, se proveerá un mejor servicio a la ciudadanía en general ya que los mismos pueden ser accedidos por la red cibernética <http://msc.fema.gov>. Estas zonas son las siguientes: (Ver Tabla 20, Gráfica 20 y Mapa 5).

ZONA	DESCRIPCIÓN
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.
AE	Áreas especiales de riesgo a inundación con el uno por ciento de probabilidad determinado por determinados métodos específicos.
AE (Floodway)	Incluye los terrenos que ubiquen dentro de los límites del cauce mayor.
VE	Áreas costeras de alto peligro por inundación de marejada con un uno por ciento de probabilidad cada año con velocidad y energía alto o marejada ciclónica para la cual se ha determinado la elevación de la inundación.
A99	Áreas especiales de riesgo del uno por ciento de probabilidad que sería protegido por algún proyecto para el control de inundaciones el cual espera por algunos requisitos legales.
AH	Áreas especiales de riesgo a inundación con el uno por ciento de probabilidad determinado por determinados métodos específicos y que su profundidad base puede variar entre uno a tres pies relacionada con aguas estancadas
AO	Áreas Especiales de Riesgo a inundación con el uno por ciento de probabilidad determinados métodos específicos donde su elevación se determina por un análisis hidráulico destallado.

Fuente: FEMA *Map Service Center*, 2012

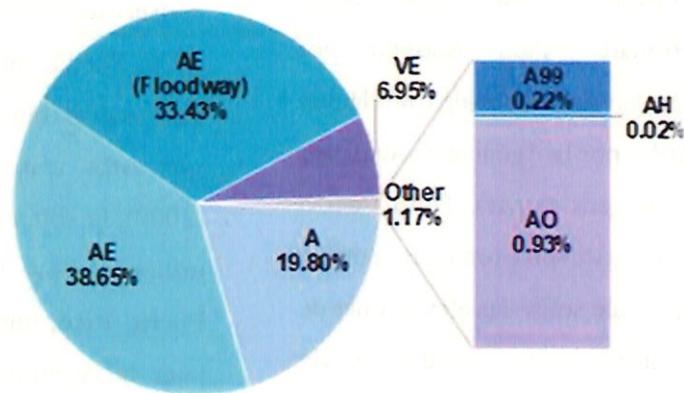
TABLA 20 ESTIMADO DE SUELOS CON PELIGRO DE INUNDACIONES (FIRM 2009)

CLASIFICACIÓN DE ZONAS FIRM	FIRM 2009 (CUERDAS)	POR CIENTO FIRM 2009	POR CIENTO BAJO RIESGO PR
A	47,326.45	19.80%	2.08%
AE	92,406.68	38.65%	4.06%
AE (Floodway)	79,908.75	33.43%	3.51%
VE	16,626.46	6.95%	0.73%
A99	524.84	0.22%	0.02%
AH	38.72	0.02%	0.00%

AO	2,230.55	0.93%	0.10%
TOTAL	239,062.45	100%	10.51%
TOTAL, PR	2,275,083.83		

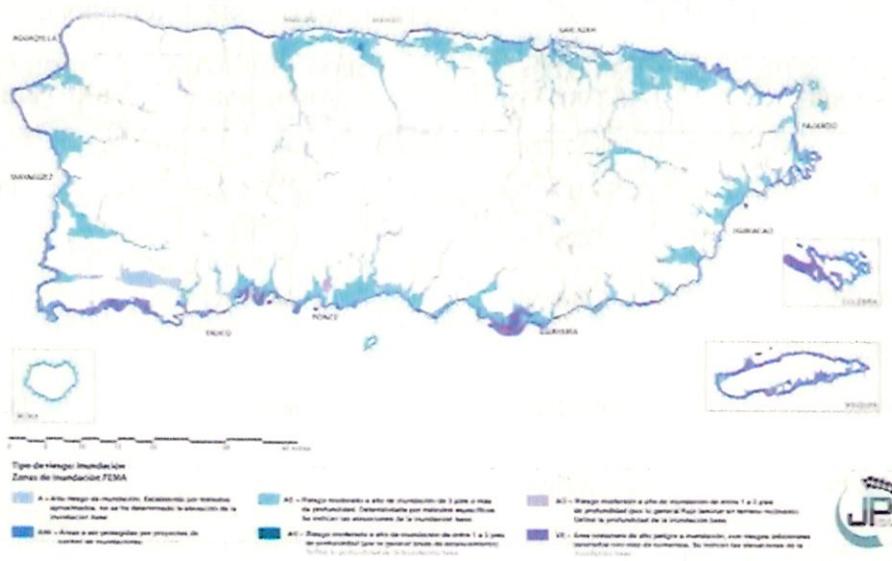
Fuente: Junta de Planificación, 2019

GRÁFICA 20 SUELOS CON RIESGOS DE INUNDACIONES (FIRM 2009)



Fuente: Junta de Planificación 2019

MAPA 5 SUELOS CON RIESGOS DE INUNDACIONES (FIRM 2009)



Luego del paso del Huracán María, el 19 y 20 de septiembre del año 2017, la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias elaboró los Mapas de Niveles de Inundación Base Recomendado (ABFE, por sus siglas en inglés) para Puerto Rico. El 23 de marzo de 2018, la Junta de Planificación los adoptó mediante la Resolución JP-ABFE-01, titulada “Para Adoptar por Emergencia los Mapas de Niveles de Inundación Base Recomendados por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias para Todo Puerto Rico”, con el propósito de proporcionar la mejor información disponible sobre las elevaciones de inundación que sirven para la evaluación de desarrollos en áreas especiales de riesgo a inundación. Estos mapas fueron aprobados mediante certificación de emergencia por el entonces Gobernador de Puerto Rico, Hon. Ricardo Rosselló Nevares, entrando en vigencia

inmediata el 13 de abril de 2018. Los ABFE, son mapas de inundación con la mejor información disponible luego de María y en la actualidad son utilizados como referencia en los procesos de permisos para la reconstrucción del país.

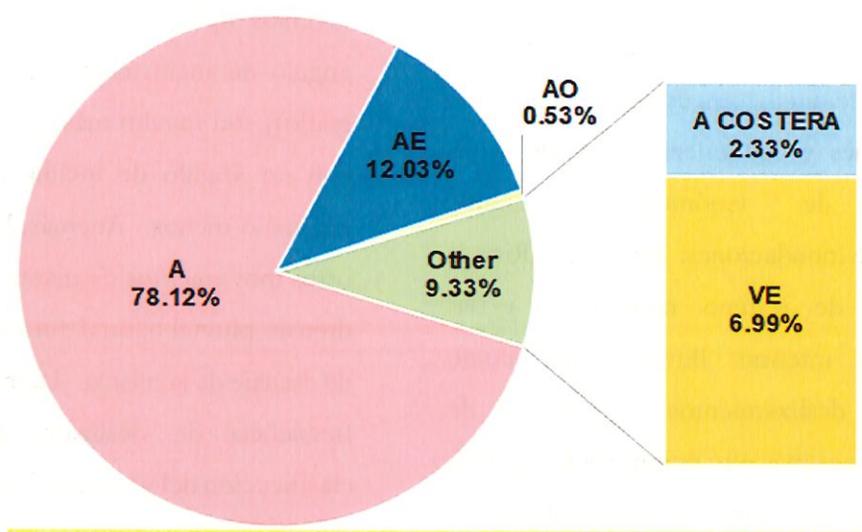
Los mapas ABFE, son mucho más conservadores que las Mapas FIRM del año 2009. Por lo tanto, tienen más áreas especiales de riesgo a inundación (regulatoria). Se aclara que estos mapas no sustituyen a los FIRM (2009), la diferencia estriba en que estos son utilizados para los procesos de permisos en Puerto Rico, mientras los FIRM se mantienen para las gestiones del seguro de inundación NFIP. También, como medida adicional se incluye una nueva zona inundable conocida como zona A costera. (Ver Tabla 21, Gráfica 21 y Mapa 6)).

TABLA 21 ESTIMADO DE SUELOS CON PELIGRO DE INUNDACIONES (ABFE 2018)

CLASIFICACIÓN DE ZONAS ABFE	ABFE 2018 (CUERDAS)	POR CIENTO ABFE 2018	POR CIENTO BAJO PELIGRO PR
A	236,565.00	78.12%	10.40%
AE	36,419.00	12.03%	1.60%
AO	1,608.00	0.53%	0.07%
A COSTERA	7,064.00	2.33%	0.31%
VE	21,176.00	6.99%	0.93%
TOTAL	239,062.45	100%	13.31%
TOTAL PR	2,275,083.83		

Fuente: Junta de Planificación, 2019

GRÁFICA 21 SUELOS CON RIESGOS DE INUNDACIONES (ABFE 2018)



MAPA 6 SUELOS CON PELIGRO DE INUNDACIONES (ABFE 2018)



SUELOS CON RIESGOS DE DESLIZAMIENTO

Las áreas 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. En Puerto Rico la combinación de terreno montañoso y las frecuentes e intensas lluvias traen como consecuencia deslizamientos. El riesgo de deslizamientos es más alto durante la temporada de lluvias. La frecuencia de deslizamientos es mayor en las regiones húmedas de Puerto Rico o en elevaciones mayores de trescientos metros.

Hay cuatro características geográficas las cuales son utilizadas para clasificar los diferentes tipos de pendientes de las montañas. Estas son elevación, inclinación u orientación (hacia donde está ubicada), apariencias y uso. Las

probabilidades de que ocurran deslizamientos rotacionales, las traslaciones y los flujos de diversos tipos, en aquellas pendientes con un ángulo de inclinación que exceda el 21% (12 grados) son mucho más altas que en pendientes con un ángulo de inclinación de un 12% (7 grados) o menos. Además, los deslizamientos y otros movimientos de masas extienden la red de drenaje pluvial natural aumentando la densidad de drenaje de la misma. La mayor variación de la frecuencia de deslizamientos existe en la clasificación del uso de la tierra. El riesgo de que ocurran deslizamientos en áreas impactadas por la construcción de carreteras o estructuras es de dos a ocho veces mayores que en las montañas dedicadas para bosques.

En los estudios del USGS se clasifican los terrenos deslizables como: (Ver Tabla 22, Gráfica 22 y Mapa 7).

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
MUY ALTA SUSCEPTIBILIDAD	Estas áreas consisten en depósitos de deslizamientos, algunas se han cementado y no están activas. Sin embargo, son áreas de riesgo por lo que debería evitarse cualquier acción que pueda ser un disturbio para la estabilidad actual o deberían tomarse medidas de precaución ya que las excavaciones en estas áreas tienen el potencial de producir deslizamientos nuevos.
ALTA SUSCEPTIBILIDAD	Incluye casi todas las áreas que tienen pendientes mayores de 50%; áreas de rocas o tipos de suelos que son susceptibles a deslizamientos como la Formación Cibao y San Sebastián.
MODERADA SUSCEPTIBILIDAD	Áreas estables, excepto cuando son perturbadas por cortes indiscriminados en el terreno.

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
BAJA SUSCEPTIBILIDAD	Áreas niveladas o que se encuentran sobre rocas estables. Usualmente, se componen de materiales que han sido depositados de las partes altas, como el aluvión, los depósitos costeros (depósitos de playas y depósitos de pantano). En la costa del Océano Atlántico se incluyen los depósitos de dunas de arena y de colianitas. Las excavaciones y cortes profundos en estas áreas pueden ocasionar deslizamientos.

La documentación existente sobre terrenos en peligro de deslizamientos en Puerto Rico es muy limitada. USGS preparó un mapa general de terrenos ubicados en áreas susceptibles a deslizamientos en Puerto Rico. Todos los municipios en mayor o menor escala han experimentado eventos de deslizamientos, especialmente durante la época lluviosa y también en áreas cársticas.

Los terrenos de topografía cárstica presentan un potencial de deslizamientos o colapso de suelos, debido a las características geológicas de los mismos. Por tal motivo es recomendable llevar a cabo estudios de suelo para determinar los tipos

de usos compatibles con las características de estos terrenos.

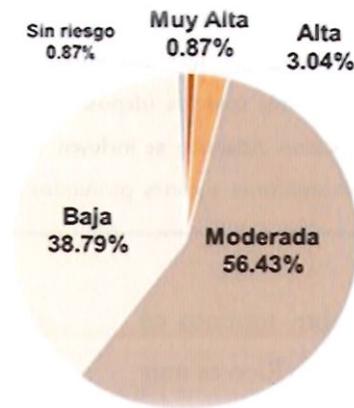
Las áreas reconocidas de alta peligrosidad a deslizamientos las constituyen las de mayor susceptibilidad y la de alta susceptibilidad para un total de 88,998.67 cuerdas, esto representa el cuatro por ciento del total del territorio de Puerto Rico. Estas áreas críticas deben de ser atendidas adecuadamente mediante programas de intervención y de orientación a la ciudadanía. Es necesaria la elaboración de proyectos que atiendan adecuadamente estas áreas de gran peligrosidad en Puerto Rico.

TABLA 22 SUELOS CON RIESGOS DE DESLIZAMIENTO

NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTO	CANTIDAD (Cuerdas)	POR CIENTO DEL SUELO
Muy Alta	19,819.89	0.87%
Alta	69,178.78	3.04%
Moderada	1,283,766.37	56.43%
Baja	882,422.57	38.79%
TOTAL CON RIESGO	2,255,187.61	99.13%
TOTAL PUERTO RICO	2,275,083.83	100%

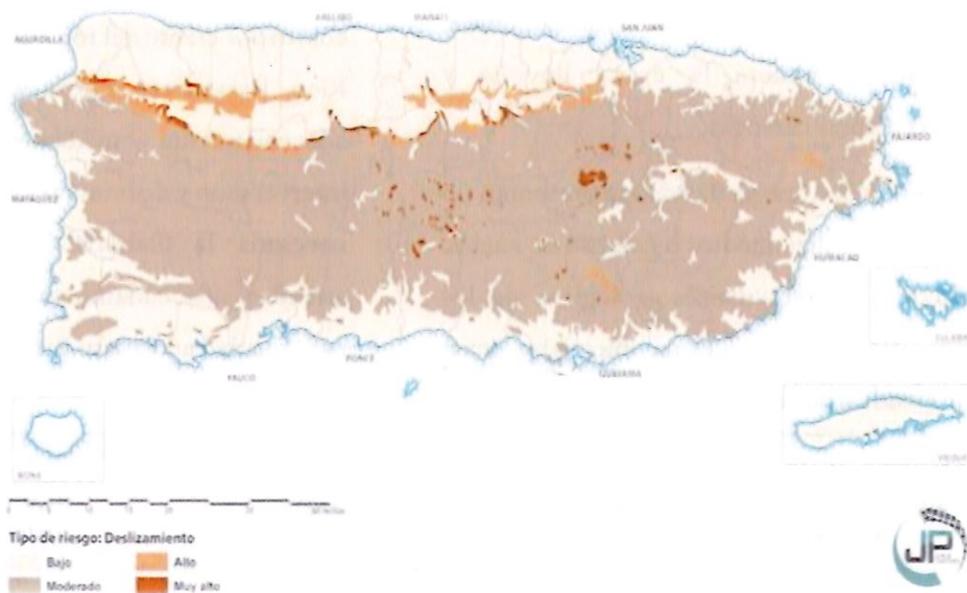
Fuente: USGS Landsliding Publication, Dr. Watson Monroe, 1979

GRÁFICA 22 SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTO



Fuentes: USGS, Mapa Monroe, 1979; Junta de Planificación 2019

MAPA 7 SUELOS CON RIESGOS DE DESLIZAMIENTO



Fuente: USGS, Mapa Monroe, 1979; Junta de Planificación, 2019

ANÁLISIS DE RIESGOS NATURALES

La cantidad del suelo como áreas especiales de riesgo a inundación en Puerto Rico se estima según FIRM en unas 239,062.45 cuerdas, las que

están clasificadas como zonas de alto riesgo: A, AE, Cauce Mayor (Floodway) y VE; y zonas de bajo riesgo: A99, AH y AO. Esto equivale aproximadamente a un 10.51% del total del

territorio de la Isla. Según los ABFE, para Puerto Rico, se estima que unas 302,832.00 cuerdas están en peligro de inundación, lo que equivale a un 13.31% del total del territorio. La diferencia entre los mapas FIRM y ABFE es de unas 63,769.55 cuerdas, un incremento del 2.8% en peligro de inundación.

Las actividades y edificaciones ubicadas en los terrenos que se encuentran dentro del cauce mayor de los ríos están propensas a sufrir, tanto daños a la propiedad como pérdidas de vidas en eventos de grandes lluvias o huracanes, especialmente en las zonas cercanas a ríos y zonas costaneras. A esos efectos son de especial importancia los programas gubernamentales de construcción de viviendas, relocalización de comunidades y construcción de canales como una forma de prevenir y minimizar estas pérdidas.

La combinación de los riesgos naturales identificados representa un total aproximado de 742,061.49 cuerdas, para un 32.62% del territorio. Los terrenos de alto riesgo plantean un problema de seguridad, tanto para las estructuras como para las personas que residen en estas zonas. Esta situación se pone de manifiesto especialmente cuando ocurren eventos de grandes lluvias y fenómenos atmosféricos como tormentas y huracanes. Los eventos de deslizamiento y fuego forestal pueden plantear un riesgo luego de ocurrir eventos de

fuertes temblores y de sequías extremas que impacten el territorio.

SUELO CON VALOR RURAL

META Y OBJETIVOS PARA EL SUELO CON VALOR RURAL

Las metas y objetivos que aplican la protección del suelo con valor rural contenidas en el PUT de 2015 son los siguientes:

META 2

Preservar y proteger los recursos naturales, arqueológicos o agrícolas, los suelos rurales y los ambientalmente sensitivos de los efectos adversos de la construcción sin control.

VISIÓN:

Protección del ambiente, conservación y buena administración de los recursos.

OBJETIVOS:

1. Proteger el medio ambiente, los recursos naturales y la biodiversidad: Proteger las áreas ambientalmente sensitivas a través de los mecanismos de las servidumbres de conservación, las transferencias de derechos de desarrollo, la adquisición de la propiedad, la clasificación y la calificación, entre otros. Proteger los humedales, lagos, ríos y otros cuerpos de agua de los impactos de las escorrentías de terrenos altos.

2. Mitigar y mejorar el ambiente: Mitigar, restaurar y mejorar los recursos naturales y áreas ambientalmente sensitivas, a través de actividades adecuadas de desarrollo y reconstrucción.
3. Apoyar las industrias basadas en los recursos naturales: Proteger de la invasión de los usos de suelo incompatibles y ayudar a mejorar las industrias basadas en recursos naturales, tales como la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la pesca, la caza, la minería y las canteras, la recreación al aire libre y el turismo, la energía renovable y otras industrias emergentes. Evitar la intrusión del desarrollo residencial rural en los terrenos con dichos recursos. Promover la viabilidad económica y la sostenibilidad de las empresas basadas en los recursos, preservando extensiones contiguas de terreno que sustenten los recursos y las industrias basadas en ellos.
4. Proteger los recursos hídricos: Garantizar un suministro adecuado de agua subterránea y superficial, proteger las áreas integrales a los recursos hídricos sostenibles, utilizados para el abastecimiento público de agua, los recursos naturales acuáticos de importancia ecológica o consumibles, o para otros propósitos públicos importantes.
5. Balance entre la preservación y la conservación: Proteger los terrenos designados para la preservación y conservación, que apoyan a las industrias basadas en los recursos naturales, y conservar los recursos culturales e históricos. Limitar el impacto del desarrollo urbano, con el fin de proteger la integridad de los recursos, dando tiempo para que los programas de servidumbre de conservación, transferencia de derechos de desarrollo y de adquisición de terrenos puedan lograr los objetivos de la conservación de los recursos y la preservación de los terrenos.
6. Invertir estratégicamente en las áreas rurales: Identificar las inversiones en infraestructura de transporte en las áreas rurales para satisfacer las necesidades de los residentes y para los usos e industrias basadas en los recursos naturales, y reducir al mínimo los impactos ambientales.
7. Promover los ecosistemas adaptables y resilientes: Identificar y ubicar en mapas, y proteger los terrenos y las aguas que proveen servicios y funciones importantes al ecosistema, de los impactos del cambio climático, el desarrollo, la cubierta impermeable, y las especies invasoras y otras plagas y enfermedades.
8. Abordar el cambio climático: Reducir el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero, particularmente en lo relativo a la generación y conservación de energía, el manejo de los recursos naturales, el uso del suelo y el transporte.

SUELOS CON VALOR AGRÍCOLA

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

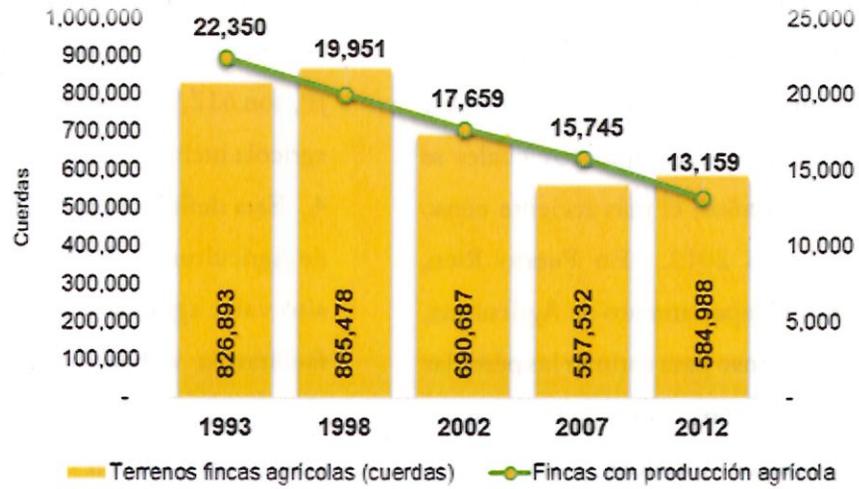
Los terrenos con valor agrícola, de acuerdo con el Subprograma de Sistema de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) de la JP, son 612,965 cuerdas. Los terrenos con valor agrícola incluyen los de capacidad agrícola de 1-4. Esta definición la establece el Departamento de Agricultura Federal para aquellos terrenos con alto valor agrícola y que tienen pendientes que facilitan la utilización de maquinaria agrícola. (Ver Tabla 23, Gráfica 23 y Mapa 8). El total de cuerdas agrícolas en producción alcanzó la cifra de 557,532 en de acuerdo con el Censo Federal de 2007. (Ver Tabla 24).

TABLA 23 FINCAS Y TERRENOS CON PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, CENSO AGRÍCOLA 1993 A 2012

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

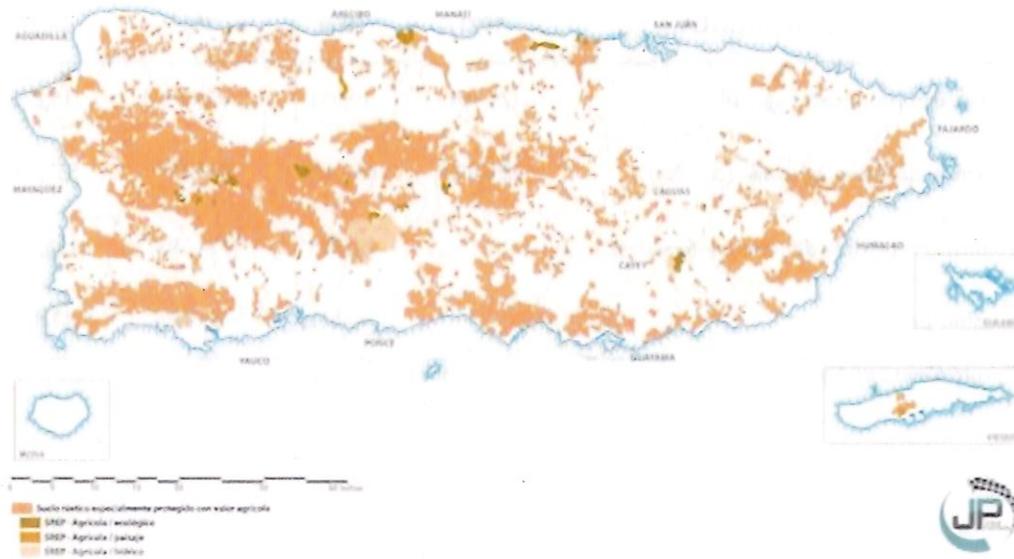
Fuente: Census of Agriculture, USDA, National Agricultural Statistics Service, 2012

GRÁFICA 23 SUELOS CON PRODUCCIÓN AGRÍCOLA (USDA, 1993-2012)



Fuente: Census of Agriculture, USDA, National Agricultural Statistics Service, 1993-2012; Junta de Planificación, 2019

MAPA 8 SUELOS CON VALOR AGRÍCOLA



Fuente: Junta de Planificación, 2019

TABLA 24 RESERVAS AGRÍCOLAS APROBADAS Y EN PROCESO

RESERVA AGRÍCOLA	LEY	MUNICIPIOS	ADOPCIÓN	ÁREA EN CUERDAS
Valle de Lajas	Ley 277-1999 20/8/99	Cabo Rojo Guánica Lajas Sabana Grande Yauco	JP-RA-57 21/02/2014	48,035.79
Valle del Coloso	Ley 142-2000 4/8/00	Aguada Aguadilla Moca	JP-RP-28 5/12/2003	3,182.48
Valle de Guanajibo	Ley 184-2002 17/8/02	Cabo Rojo Hormigueros San Germán	JP-56-2014 21/02/2014	9,804.37
Reserva Agrícola de Vega Baja	Ley 398-2004 22/9/04	Vega Baja (y Vega Alta)	JP-RA-09 13/06/2012	3,390.85
Reserva Agrícola Don Amparo Güisao Figueroa	Ley 18-2006 23/1/06	Maunabo	JP-RA-74-2012 13/06/2012	1,116.29
Reserva Agrícola de Yabucoa	Ley 49-2009 3/8/09	Yabucoa	JP-RA-75 13/06/2012	7,177.76
Reserva Agrícola Corredor Agrícola de la Costa Sur	Ley 242-2008 9/08/2008	Arroyo Guayama Guayanilla Peñuelas Juana Díaz Patillas Ponce Sabana Grande Salinas Santa Isabel Yauco	En proceso	59,830.18
Reserva Agrícola del Valle de Añasco	Por iniciativa de la Junta de Planificación	Añasco Mayagüez	JP-RA-28 12/02/2014	7,089.17
Total de suelos con reservas agrícolas (Aprobadas y propuestas)				139,626.89
Total de suelos identificados con valor agrícola				612,965.00
Total de suelos con producción agrícola (Censo Agrícola 2007)				544,675.00
Fuente: Junta de Planificación 2019				

Debemos enfocar nuestro mayor esfuerzo a prevenir que siga la tendencia observada durante años donde extensiones considerables de tierras

de valor agrícola, tanto de llanos como mecanizables, sigan desapareciendo o mermando su productividad. La recesión que ha

experimentado el país en los últimos tiempos ha desacelerado posiblemente el ritmo con que ha venido reduciéndose la cantidad de terrenos agrícolas ante el auge en la construcción de viviendas y complejos comerciales. Sin embargo, no se puede bajar la guardia, pues es muy probable que una vez termine la recesión se reanude la tendencia.

Con el propósito de garantizar la seguridad alimentaria, se enmendó la Ley 550-2004 mediante la Ley 6-2014, para que el Plan de Usos de Terreno de Puerto Rico a los fines de garantizar que se reserve no menos de seiscientos mil (600,000) cuerdas de terreno agrícola.¹⁹ El PUT protege las áreas agrícolas mediante clasificaciones de Suelo Rústico Común (SRC) y Suelos Rústico Especialmente Protegido (SREP).

ANÁLISIS DE SUELOS CON VALOR AGRÍCOLA

Los datos del Censo Agrícola indican que Puerto Rico de 1998 a 2012 tuvo una merma neta de 280,490 cuerdas de tierras con productividad agrícola, representando una reducción neta aproximada de -32.41%. El Censo Agrícola de 1998 informó que 865,478 cuerdas tenían producción agrícola, representando un aumento de 38,585 cuerdas en relación con las informadas

en el Censo Agrícola de 1993 con 826,893 cuerdas, un incremento de un 4.46%. El Censo Agrícola de 2002 informó una merma considerable de terrenos con producción agrícola de 174,791 cuerdas, para 690,687 cuerdas, representado una reducción de 25.31%. El Censo Agrícola de 2007 informó otra baja en terrenos con producción agrícola de 133,155 cuerdas, para 557,532 cuerdas, representando otra marcada reducción de 23.88%. El Censo Agrícola de 2012 refleja un alza en terrenos con producción agrícola de 27,456 cuerdas, para un total 584,988 cuerdas, representando un aumento de 4.69%, al registrado en el 2007.

El total de cuerdas situadas en las reservas agrícolas designadas y propuestas hasta enero de 2014 era de 139,626.89 cuerdas, representando el 25.04% de las tierras con producción agrícola y 22.78% del total de suelos identificados con valor agrícola, que son aproximadamente 612,965 cuerdas, que a su vez representan el 26.94% del total de cuerdas de Puerto Rico.

SISTEMAS NATURALES²⁰

Los recursos naturales son los componentes de la naturaleza que representan fuentes de aprovechamiento para beneficio del ser humano. Los recursos naturales básicos son las rocas, los

¹⁹ Atendiendo esta situación se aprobó la Ley 6-2014 que enmienda la Ley 550-2004, conocida como la “Ley para el Plan de Uso de Terrenos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico”, a los fines de garantizar que se reserve no menos de seiscientos mil (600,000) cuerdas de terreno agrícola, para crear una Reserva

Especial Agrícola y para otros asuntos afines con esta reserva de terrenos.

²⁰ “Los Recursos Naturales de Puerto Rico”, *Hojas de Nuestro Ambiente*, Hoja educativa publicada por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), P-006, Julio 2006.

minerales, el suelo, el agua, el aire, la biodiversidad y sus hábitats, y la energía solar, entre otros.

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

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

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

SUELOS CON VALOR NATURAL:

Los suelos con valor natural incluyen las reservas naturales y otras áreas no protegidas con valor natural clasificados como Suelo Rústico Común (SRC) y Suelo Rústico Especialmente Protegidos (SREP), dependiendo del uso actual o intención de protección de estos. (Ver Tabla 25 y Mapa 9). Estos suelos albergan aquellas áreas designadas como Área Natural Protegida (ANP), Área de Planificación Especial (APE) y Reserva Natural (RN), las que han sido designadas mediante resolución de la JP, por recomendación del DRNA, legislación o de cualquier agencia federal.

Como principio fundamental del Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico²¹, aquellas áreas con recursos costeros de importancia y que están sujetas a serios conflictos de uso, son designadas como reservas naturales para procurar conservarlas, preservarlas o restaurarlas a su condición natural. Sin embargo, el término reserva natural también se utiliza, primordialmente por la Legislatura, para designar aquellas áreas que por sus características físicas, ecológicas, geográficas o por el valor de los recursos naturales existentes

²¹ Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico, DRNA, 2009.

en ellas ameriten ser conservadas, preservadas o restauradas a su condición natural;

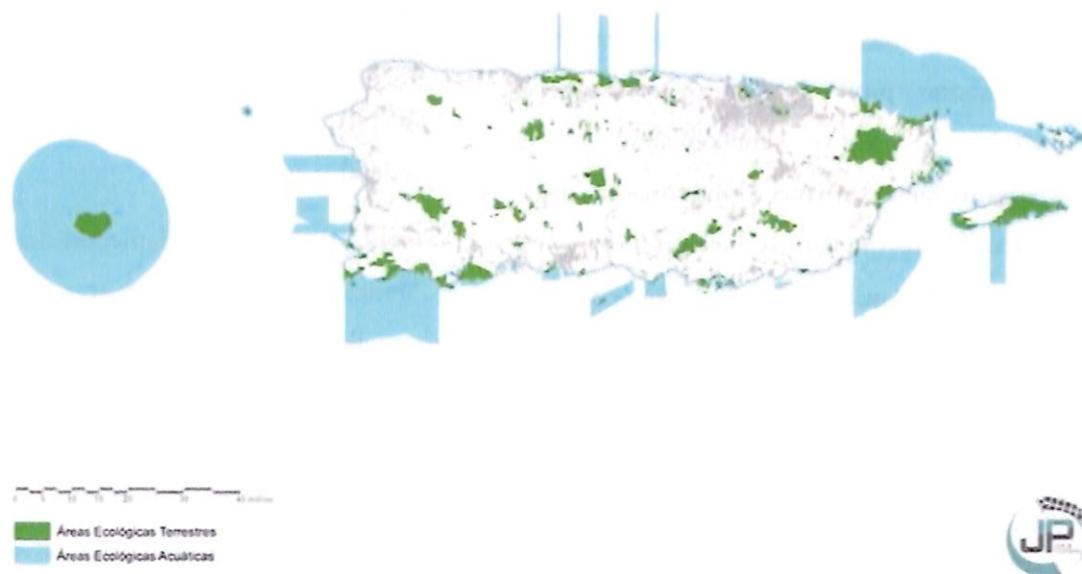
independientemente de si están o no presentes recursos costeros.

TABLA 25 SUELOS CON VALOR NATURAL

COMPONENTES	TERRENOS (CUERDAS)	POR CIENTO
Áreas con Valor Natural Protegidas	238,149.00	10.47%
Áreas con Valor Natural sin Protección	463,843.00	20.39%
TOTAL SUELOS CON VALOR NATURAL	701,992.00	30.86%
TOTAL SUELOS PUERTO RICO	2,275,083.83	

Fuente: Junta de Planificación, 2017

MAPA 9 SISTEMAS NATURALES



Fuente: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y Junta de Planificación, 2019

ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO (APEEC):

La JP en coordinación con el DRNA, adoptó el Plan y Reglamento para el Área de Planificación

Especial del Carso (PRAPEC) el 12 de marzo de 2014, conforme a la Ley 292-1998, conocida como la Ley para la Protección y Conservación de la Fisiografía Cársica de Puerto Rico. El PRAPEC fue aprobado por el Gobernador el 27

de mayo de 2014, entrando en vigencia el 4 de julio de 2014.

El DRNA produjo el estudio del carso del 2008 en el cual se identificó y delimitó el Área Restringida del Carso, también conocida como Área de Planificación Especial Restringida del Carso. En estas áreas no se podrá efectuar actividades de extracción de materiales de la corteza terrestre para fines comerciales ni explotación comercial. El estudio del carso recomienda a la JP designar un área de planificación especial (Distritos de calificación especial) en las áreas restringidas.

La fisiografía cársica de Puerto Rico, es un recurso natural al cual se le reconoce una importancia a nivel mundial por sus rasgos distintivos y únicos, por su localización dentro del clima tropical y por su alto grado de evolución geomorfológica. Es el producto del proceso de disolución de rocas solubles cuyo primer rasgo de importancia es el drenaje subterráneo y cuya topografía se transforma a medida que ocurre la disolución diferencial de las rocas que provoca el contraste entre rasgos tales como los mogotes, cerros calizos, torres, sumideros, dolinas y zanjones en variadas distribuciones a través de todas sus expresiones en lo que se define como la fisiografía cársica de Puerto Rico.

Esta fisiografía cársica, está ubicada en el norte de Puerto Rico, como una franja continua, en el

sur como franja discontinua, las islas de Mona, Monito, Caja de Muertos y afloramientos aislados en otras partes de la Isla. La fisiografía cársica se compone de dos áreas de planificación especial: Área de Planificación Especial Zona Cársica (APE-ZC) y Área de Planificación Especial del Área Restringida del Carso (APE-RC). (Ver Tabla 26, Gráfica 24 y Mapa 10).

La fisiografía cársica de Puerto Rico constituye el sistema de recarga de mayor magnitud de Puerto Rico para el abastecimiento de los cuerpos de agua subterráneos o acuíferos, así como su emanación en la superficie en forma de manantiales, lagunas, quebradas y ríos. Sobre sus suelos existen bosques y arboledas naturales constituidos por un alto número de especies de flora y fauna nativas; algunas de ellas exclusivas del patrimonio natural de nuestro país, de acuerdo con el DRNA. En la actualidad, veintidós especies de su flora y quince especies de su fauna están oficial y legalmente designadas como amenazadas o en peligro de extinción. Cerca de un centenar de otras especies de flora y fauna que también habitan esta zona se les considera en estado crítico por su distribución restringida.

El APE-RC abarca una superficie aproximada de 222,295.98 cuerdas, distribuidas a través de 44 municipios de Puerto Rico y la Zona de Amortiguamiento de 50 metros, un área de aproximadamente 20,227.52 cuerdas adicionales.

En conjunto, el APE-RC y la Zona de Amortiguamiento representan un área total aproximada de 242,523.50 cuerdas. En la delimitación del área restringida se propone el Distrito Sobrepuesto del Área de Planificación Especial Restringida del Carso (APE-RC).

Se establece el Distrito Sobrepuesto del Área de Planificación Especial de la Zona Cársica (APE-

ZC), el cual comprende los terrenos de la fisiografía cársica de Puerto Rico, que no están incluidos dentro del Área Restringida del Carso. Este distrito no solapa con el Distrito Sobrepuesto APE-RC. Este distrito abarca aproximadamente 350,766.54 cuerdas e incluye 31 municipios.

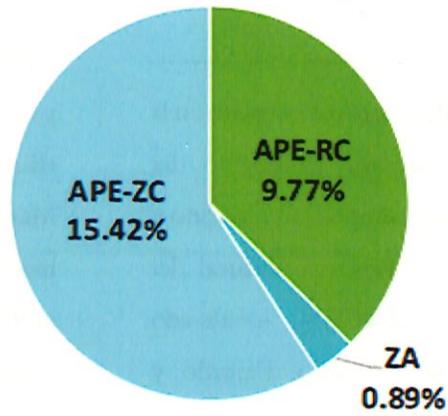
TABLA 26 ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO

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

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

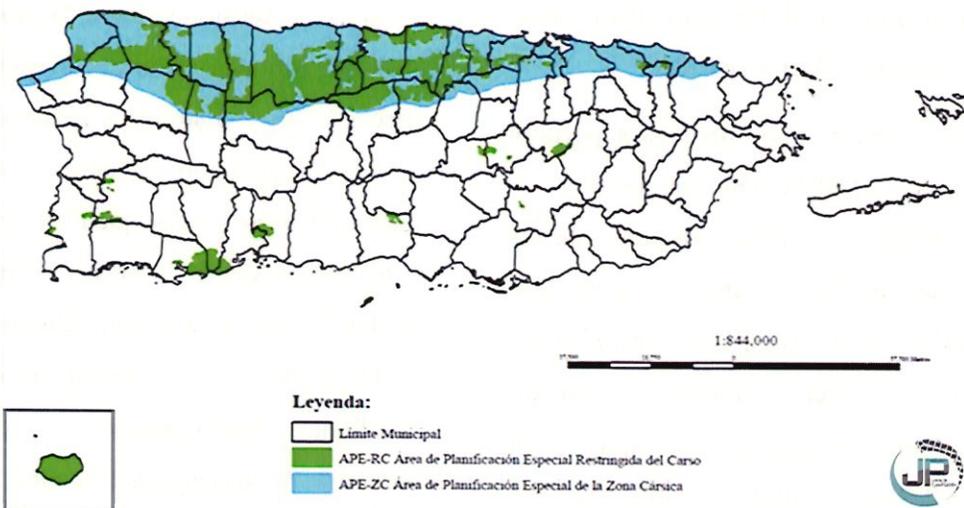
GRÁFICA 24 POR CIENTO DISTRITOS SOBREPUESTOS DELAPEC

ÁREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO



Fuente: Junta de Planificación, 2019

MAPA 10 DELIMITACIÓN DEL AREA DE PLANIFICACIÓN ESPECIAL DEL CARSO



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

RESERVA NATURAL DEL CORREDOR ECOLÓGICO DEL NORESTE (RNCEN) Y ÁREAS ADYACENTES A LA RESERVA NATURAL DEL CORREDOR ECOLÓGICO DEL NORESTE (AARNCEN):

El Corredor Ecológico del Noreste consiste en la Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste (RNCEN) con su componente marino y las Áreas Adyacentes a la Reserva Natural del Corredor Ecológico (AARNCEN) localizado entre los municipios de Luquillo, Fajardo y Culebra. La RNCEN, es una zona de extraordinario valor natural, ecológico, paisajístico y ecoturístico constituida por un componente terrestre y un componente marino con un área superficial de aproximadamente 72,506.67 cuerdas²² (Ver Mapa 11).

El contorno terrestre tiene un área superficial aproximada de 3,018.87 cuerdas de terreno. Se ubica a lo largo de la zona costanera de los municipios de Luquillo y Fajardo, y al norte de la carretera PR-3. Está integrado por todos los terrenos de tenencia pública y privada, constituidos mayormente por las fincas San Miguel 1 y 2, Las Paulinas, Convento Norte y Sur, Dos Mares, Seven Seas y otras propiedades de tamaño menor en parte de sus límites sudorientales y meridionales. Incluye, además,

las playas San Miguel, La Selva, Las Paulinas, El Convento, Escondida y Colorá.

El perímetro marino de la RNCEN incluye todos aquellos terrenos sumergidos bajo aguas navegables y sus aguas, ecosistemas sumergidos y aguas marinas que se extienden nueve millas náuticas mar afuera; desde el límite de la Reserva Marina Espíritu Santo al oeste de la RNCEN, hasta el extremo este del límite de la RNCEN en la Reserva Natural Marina Cabezas de San Juan. Incluye, además, el segmento de las aguas marinas territoriales de Puerto Rico localizadas entre la Reserva Natural Arrecifes de La Cordillera al Este de Fajardo y la Reserva Natural Canal Luis Peña de la isla Municipio de Culebra. Con esta extensión se logra, la protección de los hábitat bénticos, hábitats esenciales para los peces y otros organismos marinos, arrecifes de coral, vegetación acuática sumergida y ecosistemas asociados que no fueron integrados a la designación de la Reserva Natural Arrecifes de La Cordillera, tales como los arrecifes Barriles y Hermanos y las plataformas de los cayos, farallones, promontorios y rocas Botijuela, Lavador, Alcarraza, Los Gemelos, Ancón y Cayo Agua hasta conectar con el cayo Luis Peña en Culebra. En total, el área marina se extiende aproximadamente 69,434 cuerdas.

²² La Junta de Planificación de Puerto Rico resolvió adoptar los “Planes Sectoriales y Reglamentos de la Reserva Natural del Corredor Ecológico (RNCEN) y las Áreas Adyacentes de la Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste (AARNCEN), entre otros, mediante la Resolución Núm. PU-

002-CEN-24(23) de 22 de diciembre de 2015. El Gobernador de Puerto Rico lo aprueba mediante el Boletín Ejecutivo Núm. OE-2016-007 de 15 de febrero de 2016, entrando en vigencia el 1 de marzo de 2016.

Los cuerpos de agua abiertos en la RNCEN cubren un área aproximada de 126.2 cuerdas de extensión. Estos incluyen la columna de agua de los ríos y quebradas, principalmente el segmento correspondiente a los estuarios y las lagunas. La inmensa mayoría del área contemplada en este ecosistema corresponde a la Laguna Aguas Prietas. La biodiversidad reportada en estos sistemas acuáticos está íntimamente relacionada a los humedales leñosos y herbáceos, incluyendo también a las comunidades de coral y praderas de yerbas marinas en las aguas cercanas del litoral marino. La salinidad es el factor principal que distingue los cuerpos de agua en la RNCEN.

Toda la RNCEN se clasifica como SREP, ya que cumple con todos los atributos incluidos en el siguiente criterio: “por su especial ubicación, topografía, valor estético, arqueológico o ecológico, recursos naturales únicos u otros atributos, se identifica como un terreno que nunca deberá utilizarse como SU o urbanizable. Se adopta el criterio SREP-E, establecido en la Ley de Municipios Autónomos y en el PUT, que crean subcategorías dentro del suelo rústico especialmente protegido.

A tenor con la Ley 126-2012²³ según enmendada, se deroga toda calificación vigente en los terrenos comprendidos en la RNCEN y se implementarán

las calificaciones contenidas en el Reglamento del Plan Sectorial de la Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste²⁴, con las normas generales y particulares de las nuevas calificaciones del área natural protegida. Este Reglamento deberá aplicarse en conjunto y como complemento al modelo de manejo establecido en el Plan de Manejo de la RNCEN, elaborado por el DRNA.

Las AARNCEN consisten en una extensa área de terrenos firmes, humedales y aguas superficiales que drenan hacia la RNCEN y que forman parte de su cuenca hidrográfica. Las AARNCEN está constituida por el área recreativa del balneario “Seven Seas” y la Reserva Natural “Cabezas de San Juan”; continúa hacia el Sur de la carretera PR-3 siguiendo las cuencas hidrográficas de los Ríos Sabana, Pitahaya, Juan Martín y parte de la Quebrada Fajardo hasta llegar a los terrenos del Bosque Nacional del Caribe “El Yunque”. Las AARNCEN tienen una cabida aproximada de 7,595.87 cuerdas.

La inclusión de este extenso territorio tiene el propósito de reconocer los recursos de bosques existentes en el área y retener los diferentes tipos de bosques en el sector para garantizar los hábitats interiores de los bosques emergentes, los hábitats riparios y la conectividad entre la

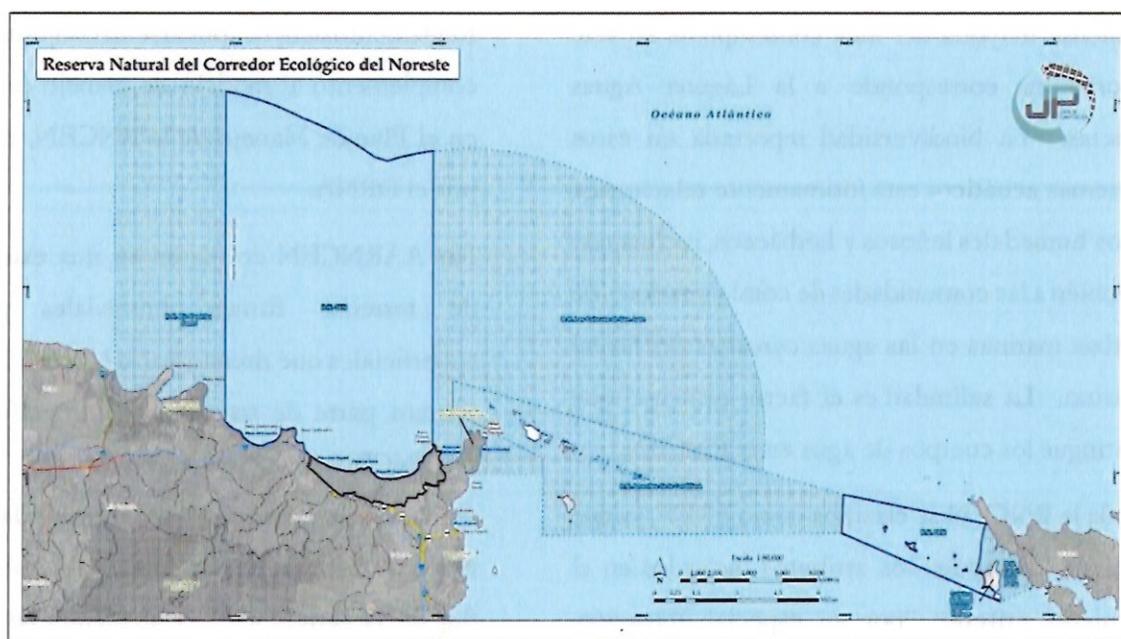
²³ Ley Núm. 126 del 25 de junio de 2012, según enmendada, conocida como la “Ley de la Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste”.

²⁴ Junta de Planificación, (2016) “Planes Sectoriales y Reglamentos para la Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste y Áreas Adyacentes”, vigente al 1 de marzo de 2016.

montaña y los ecosistemas costeros. De esta forma se contribuye a la recuperación y sostenimiento de los ecosistemas que inciden

con la RNCEN, además de garantizar el movimiento migratorio de especies a través de la red hidrológica del área.

MAPA 11 DELIMITACIÓN DE LA RNCEN



Fuente: Junta de Planificación, 2019

ANÁLISIS DE SUELOS CON VALOR NATURAL:

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

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

tienen la distinción de estar entre las naciones del planeta que tienen los porcentajes más altos de áreas naturales protegidas.

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

A través de la designación de la RNCEN y la designación de las AARNCEN se promueve la protección de la conectividad entre los paisajes y ecosistemas costeros con los ecosistemas localizados a mayor altitud. La RNCEN incluye aproximadamente 3,018.87 cuerdas, representando el 0.13% del suelo total de Puerto

Rico. El AARNCEN incluye aproximadamente 7,596.00 cuerdas, representando un 0.33% del suelo total de Puerto Rico. Los Planes Sectoriales y Reglamentos de la RNCEN y las AARNCEN clasifican, califican e incluyen prácticas de manejo a utilizarse lo cual ayudará a evitar o reducir los impactos del desarrollo urbano y ayudan a garantizar así las funciones e interrelaciones existentes entre los ecosistemas montañosos y fluviales de la Sierra de Luquillo, incluyendo el Bosque Nacional El Yunque y los ecosistemas costeros de la Reserva Natural del CEN y su componente marino.

BENCHMARK

La JP al presente no cuenta con criterios e indicadores específicos que sirvan como mecanismos que puedan utilizarse efectivamente para establecer un marco de referencia comparable (“benchmark”) para el análisis de los usos del suelo. Tan pronto se implemente un sistema de indicadores, podrá elaborarse una adecuada medición cualitativa y cuantitativa de los indicadores incluyendo referencias comparables, al igual que las estimaciones mínimas y máximas aceptadas.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

La aprobación del PUT de Puerto Rico de 2015 todo el territorio insular tiene los suelos clasificados. Sin embargo, 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, los mismos serán modificados mediante la aprobación y revisión de los planes territoriales municipales, además de, el desarrollo de proyectos aprobados por las consultas de ubicación.

SUELOS CON RIESGOS POR INCREMENTO EN EL NIVEL DEL MAR

Los principales impactos de las emisiones de gases con efecto invernadero incluyen el aumento de las temperaturas, la intensidad y frecuencia de las lluvias, el incremento del nivel del mar y sus efectos en las costas, y la frecuencia e intensidad de tormentas y huracanes. La ubicación de Puerto Rico en el Caribe y su condición de isla propicia que el incremento del nivel del mar, y su amenaza a las infraestructuras y viviendas actuales y futuras sea más preocupante.

Las proyecciones actuales de incremento del nivel del mar muestran que hay un número significativo de sectores donde pueden afectarse muchos negocios y viviendas. Además de las pérdidas económicas y sociales, el incremento del nivel del mar puede producir un aumento en la demanda por terrenos para el desarrollo, intensificando la conversión de terrenos para desarrollo en las áreas rurales.

El nivel del mar aumentará en función de los sistemas climáticos, la expansión térmica del agua de los océanos, la ruptura del hielo polar, el derretimiento de los glaciares y capas

permanentes de hielo, así como cambios en las elevaciones geológicas asociadas a movimientos tectónicos. Los efectos del incremento en el nivel del mar se ven amplificados por los impactos a corto plazo de las marejadas ciclónicas. Los cambios proyectados en el clima para la segunda mitad de este siglo dependen de los niveles de emisiones que contribuyan a atrapar calor. Se estima que el riesgo de aumento del nivel del mar en el siglo 21 será mayor al originalmente estimado por el Plan Intergubernamental del Cambio Climático (PICC): 0.18-0.59 metros. El informe especial del PICC sobre extremos climáticos indica que es muy probable que continúe la tendencia de incremento del nivel de las aguas costeras en el futuro. Existe un alto nivel de confianza de que las áreas que ya están experimentando impactos adversos, tales como erosión costera e inundaciones, continuarán enfrentando estos eventos debido al incremento del nivel del mar, aún si otros factores se mantuvieran constantes. Al combinar modelos climáticos con datos paleo-climáticos, se estima un incremento de nivel del mar de 2.0 metros al 2100, con un

estimado más probable de que el aumento sea de 0.8 metros²⁵

Si la tendencia de incremento del nivel del mar observado para Puerto Rico continuara linealmente sin aceleración, el incremento al 2100 sería de al menos 0.4 metros. (Ver Gráfica 25 y Mapa 12). El Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE, por sus siglas en inglés) realizó un análisis para el Puerto Rico contra el Cambio Climático (CCCPR) proyectando posibles escenarios de incremento del nivel del mar al 2165, para las costas norte y sur de Puerto Rico. Se evaluaron horizontes de planificación de 50 y 100 años para la adaptación al incremento del nivel del mar utilizando estimados de 0.07 a 0.57 metros (0.20 a 1.87 pies) sobre el nivel medio actual del mar para el año 2060 y entre 0.14 y 1.70 metros (0.40 a 5.59 pies) sobre el nivel medio actual del mar para el año 2110. Debido a la variabilidad e incertidumbre en el sistema es importante que se proyecte el

incremento del nivel del mar en varios rangos y planificar para todos los posibles escenarios, en lugar de utilizar solo el estimado más conservador.

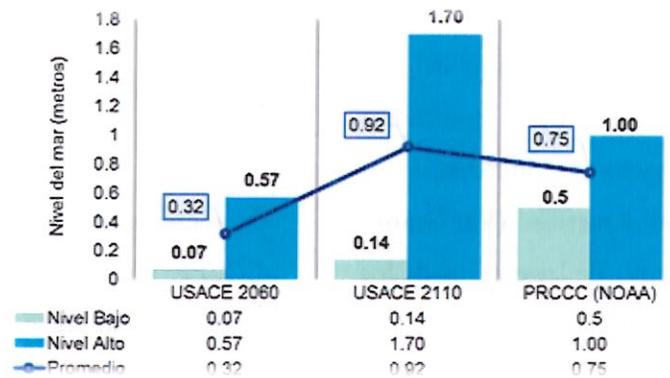
Utilizando esta información y las proyecciones de incrementos futuros del nivel del mar, el CCCPR recomienda planificar para un incremento de entre 0.5 y 1.0 metros al 2100.²⁶

A menos que cambien las tendencias, el patrón de desarrollo que hemos adoptado producirá un aumento en las emisiones de gases con efecto invernadero, debido al transporte, incluso con vehículos más eficientes y con combustibles de baja emisión de carbono. Si continúan los desarrollos residenciales de baja densidad y la ampliación de carreteras, la utilización del vehículo aumentará, y es precisamente uno de los principales componentes de las emisiones de gases de efecto invernadero.

²⁵ Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico (CCCPR), 2013. Estado del Clima de Puerto Rico 2010-2013 Resumen Ejecutivo: Evaluación de vulnerabilidades socio-ecológicas en un clima cambiante, Programa de Manejo de la Zona Costanera, DRNA, Oficina de Océanos y Recursos Costeros (NOAA-OCRM). San Juan, PR, p. 9

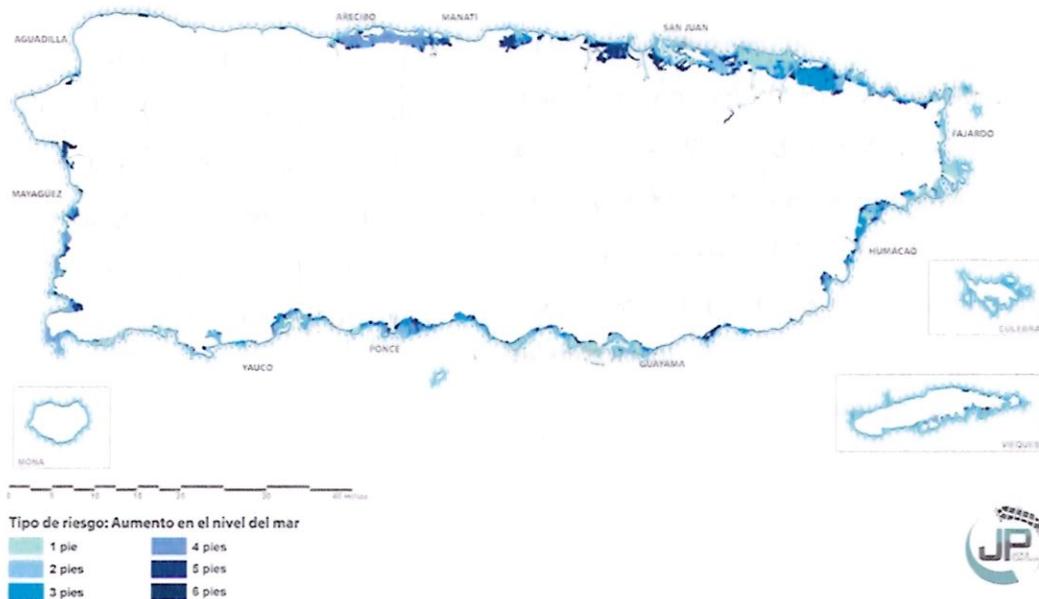
²⁶ Recomendación de la NOAA acogida por el PRCCC.

GRÁFICA 25 INCREMENTO EN EL NIVEL DEL MAR



Fuente: Junta de Planificación, 2019

MAPA 12 SUELOS CON RIESGOS POR INCREMENTO EN EL NIVEL DEL MAR



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las características observadas en los diferentes elementos que componen este indicador de usos del suelo reafirman que sigue siendo una necesidad imperiosa el que se establezca política

pública, 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 impactarse

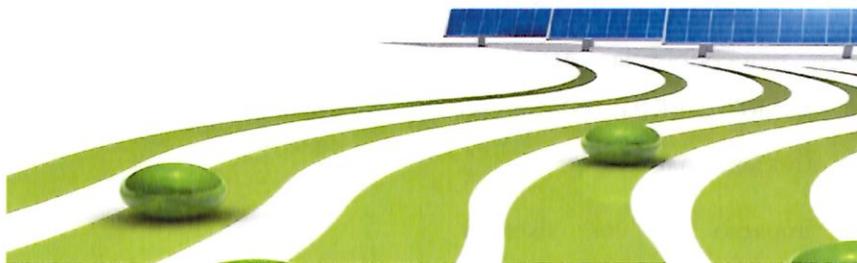
adversamente ante el empuje del desarrollo. Es natural que el crecimiento de la población y de las actividades económicas y productivas conlleve en ocasiones una expansión de la demanda por los usos del suelo. Para evitar que esa expansión sea en forma descontrolada es necesario emplear criterios y mecanismos efectivos que aseguren un balance en el uso, de manera que no resulte en perjuicio ni de la generación actual ni de las generaciones futuras.

Debemos tener presente que la disponibilidad de terrenos en una isla como la nuestra es limitada, por nuestra realidad geográfica y geomorfológica. Esto nos indica que no se debe perder de vista los tipos de desarrollos permitidos en los SU o SUR, porque a pasos pequeños pueden ir reduciendo gradualmente y de manera poco perceptible las áreas no desarrolladas en los SRC o SREP, tales como fincas, bosques y otras áreas naturales.

Finalmente, el impacto de los sistemas atmosféricos en el 2017, tales como los huracanes Irma y María, así como aquellos provocados por fuertes marejadas y el incremento en el nivel del mar, nos llevan a repensar la manera de cómo se utilizan los suelos. Esto nos lleva a continuar elaborando e implementando las herramientas de planificación que identifiquen estrategias y las mejores prácticas para el desarrollo y la resiliencia, con el

fin de lograr una efectiva recuperación en el mediano y largo plazo.

ENERGÍA





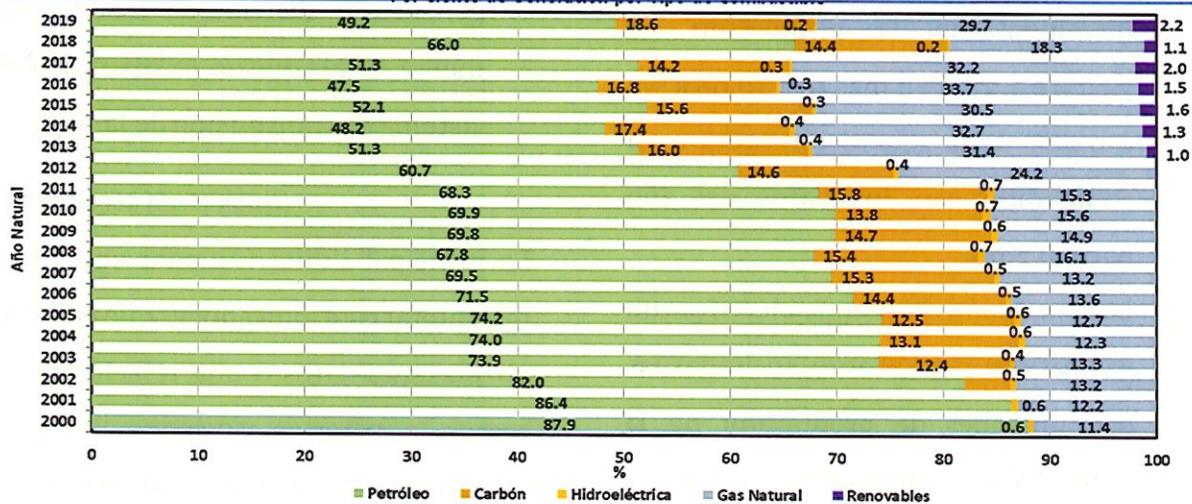
INDICADOR: USO DE FUENTES ENERGÉTICAS

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. 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 26 POR CIENTO DE GENERACIÓN POR TIPO DE COMBUSTIBLE



CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Uno de los objetivos del plan integrado de recursos de la Autoridad de Energía

Eléctrica (AEE) es cumplir con las regulaciones ambientales vigentes a nivel estatal y federal. Al mismo tiempo que

reestructuramos el sistema de generación con una flota moderna, confiable, limpia y menos volátil a las oscilaciones de precio mediante el retiro de las unidades ineficientes. Para el 2019, los datos más sobresalientes de acuerdo con nuestras fuentes de información son los siguientes:

1. La producción de electricidad a base del petróleo fue parte sustancial de la generación de energía eléctrica en Puerto Rico. En el 2019, la producción de energía eléctrica con este combustible fue 49.25%, 19.27% menos que el 2018.
2. Los sistemas hidroeléctricos de la AEE incrementaron la producción en 7.67% o 2.92 kWh más con 40.98 kWh o 0.22% de la generación bruta total comparado con los datos del año natural 2018.
3. La generación de energía eléctrica con gas natural para el 2019, incluidas las dos unidades de producción de la Central Costa Sur produjeron 29.69% de la generación bruta total, un crecimiento de 75.90% comparado con el 2018.
4. La generación de electricidad con el uso del carbón como fuente de

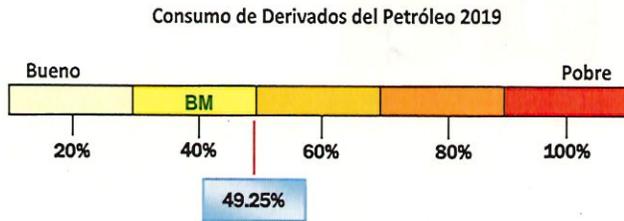
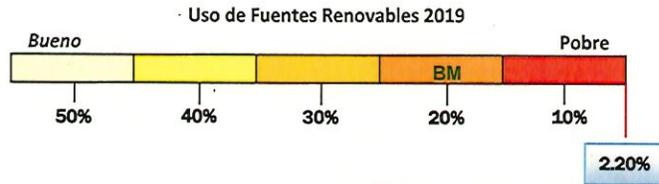
combustible fue 18.64% del total, 40.49% más comparado con el año anterior.

5. La producción con fuentes renovables en Puerto Rico alcanzó la cifra de 2.20% de la generación bruta total en el 2019. Esto equivale a un crecimiento de 108.55% comparado con el 2018, al restaurarse la capacidad productiva de los productores independientes con sistemas fotovoltaicos y energía eólica tras el paso del huracán María en septiembre del 2017. Este total excluye a los sistemas de medición neta o generación distribuida instalados a menor escala que no forman parte del sistema de transmisión de la AEE.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

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

Benchmark



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aunque progresivamente en los últimos años disminuyó la producción de los derivados del petróleo como fuente energética, no deja de ser menos cierto que la quema de combustibles fósiles (derivados del petróleo, carbón y gas natural) son la principal fuente de energía. Es por tal razón que la búsqueda de alternativas energéticas limpias para satisfacer el consumo actual y proyectado tiene mayor relevancia y necesidad para el desarrollo de Puerto Rico. La evaluación de estas alternativas debe basarse en principios de eficiencia energética, seguridad ambiental y viabilidad económica.

Agua



**INDICADOR TIPO I:
DISPONIBILIDAD DE
AGUA: TENDENCIA A
SEQUÍA**



**DESCRIPCIÓN DEL
INDICADOR**

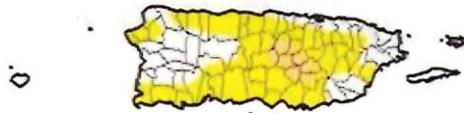
Este indicador tiene como base el Mapa del Monitor de Sequía de los Estados Unidos de América (EE.UU.). El mismo divide las condiciones de sequía en cinco clasificaciones a saber: Atípicamente Seco (D0), Sequía Moderada (D1), Sequía Severa (D2), Sequía Extrema (D3) y Sequía Excepcional (D4). En la clasificación de atípicamente seco, los cuerpos de agua comienzan a disminuir sus caudales. En la clasificación de sequía moderada, los cultivos comienzan a presentar signos de estrés, aumenta la probabilidad de fuegos forestales, los niveles de los embalses comienzan a descender y continúa el descenso en los cuerpos de agua. En la clasificación de sequía severa el sector agrícola sufre, los árboles

y plantas muestran signos de estrés, usualmente comienza el racionamiento de agua para los sectores afectados. En la clasificación de

sequía extrema, el alimento escasea para los animales, los cultivos comienzan a morir, la vida diaria se altera, las escuelas y negocios cierran, posible aumento de enfermedades asociadas a mosquitos, el racionamiento de agua se expande, se reparte agua en camiones cisterna, descenden los niveles de los acuíferos y empeora la calidad del agua en los cuerpos de agua. En la clasificación de sequía excepcional, Puerto Rico tiene muy poca experiencia, desconociéndose sus consecuencias particulares en la Isla.

A continuación, el Mapa 13 presenta los mapas del monitor de sequía, correspondientes a los meses de enero a diciembre de 2019.

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



January 1, 2019
(Released Thursday, Jan. 3, 2019)
Valid 7 a.m. EST

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D1	D2-D3	D4-D5	D6-D7	D8
Current	35.23	60.72	0.01	0.00	0.00	0.00
Last Week (12/25/18)	44.45	55.55	0.00	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago (10/2/18)	35.52	64.48	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year (1/1/19)	39.25	60.72	0.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year (9/1/18)	78.25	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago (1/2/18)	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
■ D0 Abnormally Dry ■ D3 Extreme Drought
■ D1 Moderate Drought ■ D4 Exceptional Drought
■ D2 Severe Drought

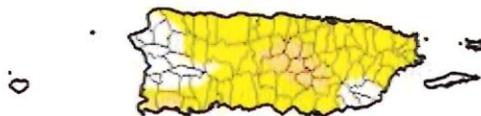
The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
David Miskus
NOAA-NWS-NCEP/CPC



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



January 8, 2019
(Released Thursday, Jan. 10, 2019)
Valid 7 a.m. EST

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D1	D2-D3	D4-D5	D6-D7	D8
Current	22.04	77.96	0.00	0.00	0.00	0.00
Last Week (1/1/19)	15.29	80.72	0.01	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago (10/2/18)	35.52	64.48	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year (1/1/19)	39.25	60.72	0.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year (9/1/18)	78.25	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago (1/8/18)	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
■ D0 Abnormally Dry ■ D3 Extreme Drought
■ D1 Moderate Drought ■ D4 Exceptional Drought
■ D2 Severe Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Brad Pugh
CPC/NOAA



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

January 15, 2019
(Released Thursday, Jan. 17, 2019)
Valid 7 a.m. EST



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0	D1	D2	D3	D4
Current	24.35	75.65	0.01	0.00	0.00	0.00
Last Week (1/8/2019)	22.04	77.96	0.00	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago (10/15/2018)	96.33	3.67	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year (1/1/2019)	35.25	64.72	0.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year (10/1/2018)	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago (1/15/2018)	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
■ D0 Abnormally Dry ■ D3 Extreme Drought
■ D1 Moderate Drought ■ D4 Exceptional Drought
■ D2 Severe Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Brad Pugh
CPC/NCEP



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

January 22, 2019
(Released Thursday, Jan. 24, 2019)
Valid 7 a.m. EST



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0	D1	D2	D3	D4
Current	24.25	75.65	0.01	0.00	0.00	0.00
Last Week (1/15/2019)	24.35	75.65	0.01	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago (10/15/2018)	96.33	3.67	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year (1/1/2019)	35.25	64.72	0.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year (10/1/2018)	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago (1/15/2018)	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
■ D0 Abnormally Dry ■ D3 Extreme Drought
■ D1 Moderate Drought ■ D4 Exceptional Drought
■ D2 Severe Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Brian Fuchs
National Drought Mitigation Center



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

U.S. Drought Monitor
Puerto Rico



January 29, 2019
(Released Thursday, Jan. 31, 2019)
Valid 7 a.m. EST

Drought Conditions (Percent Area)

	Value	D0	D1	D2	D3	D4
Current	24.33	75.65	0.01	0.00	0.00	0.00
Last Week 21-28-2019	24.33	75.65	0.01	0.00	0.00	0.00
3 Weeks Ago 15-22-2019	36.33	3.67	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 2019-2019	39.29	50.72	0.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 2018-2019	75.33	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 29-20-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
■ D0 Abnormally Dry ■ D3 Extreme Drought
■ D1 Moderate Drought ■ D4 Exceptional Drought
■ D2 Severe Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Brian Fuchs
National Drought Mitigation Center



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

U.S. Drought Monitor
Puerto Rico



January 29, 2019
(Released Thursday, Jan. 31, 2019)
Valid 7 a.m. EST

Drought Conditions (Percent Area)

	Value	D0	D1	D2	D3	D4
Current	24.33	75.65	0.01	0.00	0.00	0.00
Last Week 21-28-2019	24.33	75.65	0.01	0.00	0.00	0.00
3 Weeks Ago 15-22-2019	36.33	3.67	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 2019-2019	39.29	50.72	0.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 2018-2019	75.33	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 29-20-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
■ D0 Abnormally Dry ■ D3 Extreme Drought
■ D1 Moderate Drought ■ D4 Exceptional Drought
■ D2 Severe Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Brian Fuchs
National Drought Mitigation Center



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



February 12, 2019
(Released Thursday, Feb. 14, 2019)
Valid 7 a.m. EST

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	19.97	80.03	21.89	0.00	0.00	0.00
Last Week (2-05-2019)	24.25	75.65	0.91	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago (11-13-2018)	73.76	26.24	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year (01-01-2019)	39.28	60.72	0.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year (06-25-2018)	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago (02-12-2018)	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:

- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:

Richard Tinker
CPC/NOAA/NWS/NCEP



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



February 19, 2019
(Released Thursday, Feb. 21, 2019)
Valid 7 a.m. EST

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	19.97	80.03	21.89	0.00	0.00	0.00
Last Week (02-12-2019)	19.97	80.03	21.89	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago (11-25-2018)	73.76	26.24	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year (01-01-2019)	39.28	60.72	0.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year (06-25-2018)	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago (02-20-2018)	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:

- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:

Brad Rippey
U.S. Department of Agriculture



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

U.S. Drought Monitor
Puerto Rico



March 12, 2019

(Released Thursday, Mar. 14, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	13.14	85.05	30.38	0.00	0.00	0.00
Last Week 03-05-2019	10.70	89.22	42.66	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 12-11-2018	73.76	26.24	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	20.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 05-25-2018	70.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 03-13-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author

Jessica Blunden
NCEI/NOAA



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

U.S. Drought Monitor
Puerto Rico



February 26, 2019

(Released Thursday, Feb. 28, 2019)
Valid 7 a.m. EST

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	11.74	88.26	32.61	0.00	0.00	0.00
Last Week 02-19-2019	10.97	89.03	21.89	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 11-27-2018	73.76	26.24	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	20.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 05-25-2018	70.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 02-27-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author

Brad Rippey
U.S. Department of Agriculture



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



March 5, 2019
(Released Thursday, Mar. 7, 2019)
Valid 7 a.m. EST

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	10.70	89.22	42.66	0.00	0.00	0.00
Last Week 02-26-2019	11.74	88.26	32.51	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 12-04-2018	73.76	26.24	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	20.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 06-25-2018	70.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 03-06-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:

- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:

Eric Luebbehusen
U.S. Department of Agriculture



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



March 12, 2019
(Released Thursday, Mar. 14, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	13.14	86.86	30.30	0.00	0.00	0.00
Last Week 03-05-2019	10.70	89.22	42.66	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 12-11-2018	73.76	26.24	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	20.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 06-25-2018	70.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 03-12-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:

- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:

Jessica Blunden
NCEI/NOAA



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



March 19, 2019
(Released Thursday, Mar. 21, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	13.14	86.86	30.38	0.00	0.00	0.00
Last Week 03-12-2019	13.14	86.86	30.38	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 10-19-2018	44.45	55.55	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 09-25-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 03-20-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author
Jessica Blunden
NCEI/NOAA



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



March 26, 2019
(Released Thursday, Mar. 28, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	13.14	86.86	30.38	0.00	0.00	0.00
Last Week 03-19-2019	13.14	86.86	30.38	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 12-25-2018	44.45	55.55	0.00	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 09-25-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 03-27-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author
Eric Luebehusen
U.S. Department of Agriculture



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

U.S. Drought Monitor
Puerto Rico



April 2, 2019

(Released Thursday, Apr. 4, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	40.53	59.37	10.35	0.00	0.00	0.00
Last Week 03-26-2019	13.14	85.85	30.38	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 01-01-2019	39.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 06-15-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 04-03-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author

Curtis Riganti
National Drought Mitigation Center



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

U.S. Drought Monitor
Puerto Rico



April 9, 2019

(Released Thursday, Apr. 11, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	41.01	58.99	10.35	0.00	0.00	0.00
Last Week 04-02-2019	40.53	59.37	10.35	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 01-28-2019	22.04	77.96	10.80	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 06-15-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 04-03-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author

Deborah Bathke
National Drought Mitigation Center



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

April 23, 2019
(Released Thursday, Apr. 25, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	60.81	49.19	12.61	0.00	0.00	0.00
Last Week 04-16-2019	41.01	58.99	10.35	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 01-23-2019	24.35	75.65	8.01	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 06-25-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 04-24-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
■ D0 Abnormally Dry ■ D3 Extreme Drought
■ D1 Moderate Drought ■ D4 Exceptional Drought
■ D2 Severe Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions.
Local conditions may vary. See accompanying text summary
for forecast statements.

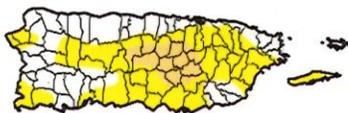
Author:
David Miskus
NOAA/NWS/NCEP/CPC



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

April 16, 2019
(Released Thursday, Apr. 18, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	41.01	58.99	10.35	0.00	0.00	0.00
Last Week 04-09-2019	41.01	58.99	10.35	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 01-15-2019	24.35	75.65	8.01	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 06-25-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 04-17-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
■ D0 Abnormally Dry ■ D3 Extreme Drought
■ D1 Moderate Drought ■ D4 Exceptional Drought
■ D2 Severe Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions.
Local conditions may vary. See accompanying text summary
for forecast statements.

Author:
David Miskus
NOAA/NWS/NCEP/CPC



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

April 30, 2019
(Released Thursday, May 2, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	55.71	44.29	15.92	0.00	0.00	0.00
Last Week 04-23-2019	50.81	49.19	12.61	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 01-28-2019	24.35	75.65	8.01	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	20.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 06-25-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 05-01-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity
■ D0 Abnormally Dry ■ D3 Extreme Drought
■ D1 Moderate Drought ■ D4 Exceptional Drought
■ D2 Severe Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author
Brad Rippey
U.S. Department of Agriculture



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

May 7, 2019
(Released Thursday, May 9, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	55.71	44.29	15.92	0.00	0.00	0.00
Last Week 04-30-2019	55.71	44.29	15.92	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 02-05-2019	24.35	75.65	8.01	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 06-25-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 05-08-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity
■ D0 Abnormally Dry ■ D3 Extreme Drought
■ D1 Moderate Drought ■ D4 Exceptional Drought
■ D2 Severe Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

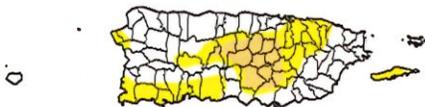
Author
Curtis Riganti
National Drought Mitigation Center



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

U.S. Drought Monitor
Puerto Rico

May 14, 2019
(Released Thursday, May, 16, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	55.45	43.55	12.38	0.00	0.00	0.00
Last Week 05-07-2019	55.71	44.29	15.92	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 02-13-2019	19.97	80.03	21.89	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.29	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 09-25-2018	70.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 05-15-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity
 None
 D0 Abnormally Dry
 D1 Moderate Drought
 D2 Severe Drought
 D3 Extreme Drought
 D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author
Curtis Riganti
National Drought Mitigation Center



droughtmonitor.unl.edu

U.S. Drought Monitor
Puerto Rico

May 21, 2019
(Released Thursday, May, 23, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	47.09	52.92	17.00	0.00	0.00	0.00
Last Week 05-14-2019	55.45	43.55	12.38	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 02-19-2019	19.97	80.03	21.89	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.29	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 09-25-2018	70.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 05-22-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity
 None
 D0 Abnormally Dry
 D1 Moderate Drought
 D2 Severe Drought
 D3 Extreme Drought
 D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author
Richard Heim
NCEI/NOAA



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



May 28, 2019
(Released Thursday, May 30, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	55.45	44.55	15.54	0.00	0.00	0.00
Last Week 05-21-2019	47.00	52.92	17.00	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 03-26-2019	11.74	88.26	32.51	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 09-25-2018	73.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 05-28-2018	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
■ D0 Abnormally Dry ■ D3 Extreme Drought
■ D1 Moderate Drought ■ D4 Exceptional Drought
■ D2 Severe Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Richard Heim
NCEI/NOAA



<http://droughtmonitor.unl.edu/>

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



June 4, 2019
(Released Thursday, Jun. 6, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	55.45	44.55	15.54	0.00	0.00	0.00
Last Week 05-28-2019	55.45	44.55	15.54	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 03-27-2019	10.70	89.22	42.66	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 09-25-2018	73.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 06-05-2018	85.85	14.34	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
■ None ■ D2 Severe Drought
■ D0 Abnormally Dry ■ D3 Extreme Drought
■ D1 Moderate Drought ■ D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
David Smeral
Western Regional Climate Center



droughtmonitor.unl.edu

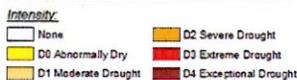
**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

June 11, 2019
(Released Thursday, Jun. 13, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	55.45	44.55	15.54	0.00	0.00	0.00
Last Week 06-04-2019	55.45	44.55	15.54	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 03-12-2019	13.14	86.86	30.38	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 09-25-2018	79.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 06-10-2018	85.56	14.34	0.00	0.00	0.00	0.00



The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author
David Simerai
Western Regional Climate Center



droughtmonitor.unl.edu

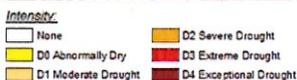
**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

June 11, 2019
(Released Thursday, Jun. 13, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	55.45	44.55	15.54	0.00	0.00	0.00
Last Week 06-04-2019	55.45	44.55	15.54	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 03-12-2019	13.14	86.86	30.38	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 09-25-2018	79.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 06-10-2018	85.56	14.34	0.00	0.00	0.00	0.00



The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author
David Simerai
Western Regional Climate Center



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

June 25, 2019
(Released Thursday, Jun. 27, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	41.85	58.15	32.23	0.00	0.00	0.00
Last Week 06-19-2019	41.85	58.15	32.23	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 03-26-2019	12.14	88.08	30.38	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 06-25-2018	79.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 06-25-2018	75.14	24.85	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- None
- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Brad Pugh
CPC/NOAA



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

July 2, 2019
(Released Wednesday, Jul. 3, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	40.08	59.92	31.84	5.00	0.00	0.00
Last Week 06-25-2019	41.85	58.15	32.23	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 04-03-2019	40.83	59.37	10.25	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 06-25-2018	79.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 07-03-2018	66.29	33.71	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- None
- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Richard Tinker
CPC/NOAA/NWS/NCEP



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



July 9, 2019
(Released Thursday, Jul. 11, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	33.05	66.95	34.84	13.10	0.00	0.00
Last Week 6/29-2019	40.08	59.92	31.84	5.00	0.00	0.00
3 Months Ago 3/4-2019	41.01	58.99	10.35	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 1/1-2019	20.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10/1-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 7/10-2018	73.34	26.66	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- None
- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions.
Local conditions may vary. See accompanying text summary
for forecast statements.

Author

Richard Tinker
CPC/NOAA/NWS/NCEP



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



July 16, 2019
(Released Thursday, Jul. 18, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	39.11	60.89	34.93	14.70	0.00	0.00
Last Week 7/9-2019	33.05	66.95	34.84	13.10	0.00	0.00
3 Months Ago 4/16-2019	41.01	58.99	10.35	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 1/1-2019	20.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10/1-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 7/17-2018	81.61	18.39	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- None
- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions.
Local conditions may vary. See accompanying text summary
for forecast statements.

Author

Brad Rippey
U.S. Department of Agriculture



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



July 23, 2019
(Released Thursday, Jul. 25, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	50.80	49.20	31.86	14.67	0.00	0.00
Last Week 07-16-2019	39.11	60.89	34.93	14.70	0.00	0.00
3 Months Ago 04-23-2019	50.91	49.19	12.61	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 09-25-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 07-24-2018	81.61	18.39	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- None
- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author

Brad Rippey
U.S. Department of Agriculture



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



July 30, 2019
(Released Thursday, Aug. 1, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	51.60	48.21	23.70	13.08	0.00	0.00
Last Week 07-23-2019	50.80	49.20	31.86	14.67	0.00	0.00
3 Months Ago 04-30-2019	55.71	44.29	15.92	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 09-25-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 07-29-2018	77.62	22.38	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- None
- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author

Curtis Riganti
National Drought Mitigation Center



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



August 6, 2019
(Released Thursday, Aug. 8, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	57.63	42.37	21.72	12.03	0.00	0.00
Last Week 07-30-2019	51.60	48.31	23.70	13.00	0.00	0.00
3 Months Ago 05-07-2019	55.71	44.29	15.92	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 05-25-2018	70.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 08-07-2018	77.62	22.38	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- None
- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author

Richard Tinker
CPC/NOAA/NWS/NCEP



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



August 13, 2019
(Released Thursday, Aug. 15, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	55.57	44.43	21.42	14.34	0.00	0.00
Last Week 08-06-2019	57.63	42.37	21.72	12.03	0.00	0.00
3 Months Ago 05-14-2019	56.45	43.55	12.38	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 05-25-2018	70.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 08-14-2018	48.39	51.61	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity

- None
- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author

Richard Tinker
CPC/NOAA/NWS/NCEP



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

August 20, 2019
(Released Thursday, Aug. 22, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	55.57	44.43	21.42	14.34	0.00	0.00
Last Week 06-12-2019	55.57	44.43	21.42	14.34	0.00	0.00
3 Months Ago 05-21-2019	47.08	52.92	17.08	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 06-26-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 08-27-2018	48.39	51.61	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
 None D2 Severe Drought
 D0 Abnormally Dry D3 Extreme Drought
 D1 Moderate Drought D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Jessica Blunden
NCEI/NOAA



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

August 27, 2019
(Released Thursday, Aug. 29, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	55.57	44.43	21.42	14.34	0.00	0.00
Last Week 08-20-2019	55.57	44.43	21.42	14.34	0.00	0.00
3 Months Ago 05-28-2019	55.45	44.55	15.54	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 06-26-2018	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 08-28-2018	48.39	51.61	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
 None D2 Severe Drought
 D0 Abnormally Dry D3 Extreme Drought
 D1 Moderate Drought D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Jessica Blunden
NCEI/NOAA



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



September 3, 2019
(Released Thursday, Sep. 5, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	69.03	40.07	19.20	13.23	0.00	0.00
Last Week (08-27-2019)	55.57	44.43	21.42	14.34	0.00	0.00
3 Months Ago (06-04-2019)	55.45	44.55	15.54	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year (1-01-2019)	39.28	60.72	5.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year (09-25-2018)	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago (09-04-2018)	57.11	42.89	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:

None	D2 Severe Drought
D0 Abnormally Dry	D3 Extreme Drought
D1 Moderate Drought	D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
David Miskus
NOAA/NWS/NCEP/CPC



**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



September 10, 2019
(Released Thursday, Sep. 12, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	51.58	38.42	10.02	13.23	0.00	0.00
Last Week (09-02-2019)	59.93	40.07	19.20	13.23	0.00	0.00
3 Months Ago (06-11-2019)	55.45	44.55	15.54	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year (1-01-2019)	39.28	60.72	6.91	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year (09-25-2018)	78.35	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago (09-11-2018)	53.82	36.18	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:

None	D2 Severe Drought
D0 Abnormally Dry	D3 Extreme Drought
D1 Moderate Drought	D4 Exceptional Drought

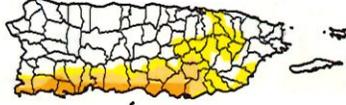
The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
David Miskus
NOAA/NWS/NCEP/CPC



**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

September 17, 2019
(Released Thursday, Sep. 19, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	64.68	25.32	16.67	7.24	0.00	0.00
Last Week 08-10-2019	61.58	38.42	19.02	13.23	0.00	0.00
3 Months Ago 06-18-2019	41.85	58.15	32.23	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 04-25-2019	78.25	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 08-18-2018	72.75	27.25	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity
 None D2 Severe Drought
 D0 Abnormally Dry D3 Extreme Drought
 D1 Moderate Drought D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Eric Luebbehusen
U.S. Department of Agriculture



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

September 24, 2019
(Released Thursday, Sep. 26, 2019)
Valid 8 a.m. EDT



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	64.68	25.32	16.67	7.24	0.00	0.00
Last Week 09-17-2019	64.68	25.32	16.67	7.24	0.00	0.00
3 Months Ago 06-28-2019	41.85	58.15	32.23	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 04-25-2019	78.25	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 09-25-2018	78.25	21.65	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity
 None D2 Severe Drought
 D0 Abnormally Dry D3 Extreme Drought
 D1 Moderate Drought D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Eric Luebbehusen
U.S. Department of Agriculture



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



October 1, 2019
(Released Thursday, Oct. 3, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	82.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
Last Week 09-24-2019	64.58	35.32	15.67	7.24	0.00	0.00
3 Months Ago 07-02-2019	40.08	59.92	31.84	5.80	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.23	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 05-01-2018	82.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 10-02-2018	66.52	14.48	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity
 None D2 Severe Drought
 D0 Abnormally Dry D3 Extreme Drought
 D1 Moderate Drought D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Brian Fuchs
National Drought Mitigation Center



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



October 8, 2019
(Released Thursday, Oct. 10, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	82.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
Last Week 09-24-2019	64.58	35.32	15.67	7.24	0.00	0.00
3 Months Ago 07-02-2019	33.05	66.95	34.84	13.10	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.23	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 05-01-2018	82.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 10-02-2018	66.52	14.48	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity
 None D2 Severe Drought
 D0 Abnormally Dry D3 Extreme Drought
 D1 Moderate Drought D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author:
Brian Fuchs
National Drought Mitigation Center



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



October 15, 2019
(Released Thursday, Oct. 17, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	82.76	17.24	7.28	0.00	0.00	0.00
Last Week 10-08-2019	82.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 07-16-2019	20.11	60.89	24.93	14.70	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	20.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10-01-2018	82.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 10-16-2018	96.33	3.67	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity
 None (White) D0 Abnormally Dry (Yellow) D1 Moderate Drought (Light Orange) D2 Severe Drought (Orange) D3 Extreme Drought (Red) D4 Exceptional Drought (Dark Red)

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author
Richard Heim
NCEI/NOAA



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**



October 22, 2019
(Released Thursday, Oct. 24, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	60.38	30.62	7.28	0.00	0.00	0.00
Last Week 10-15-2019	82.76	17.24	7.28	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 07-23-2019	50.80	49.20	31.86	14.57	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.20	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10-01-2018	82.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 10-22-2018	96.33	3.67	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity
 None (White) D0 Abnormally Dry (Yellow) D1 Moderate Drought (Light Orange) D2 Severe Drought (Orange) D3 Extreme Drought (Red) D4 Exceptional Drought (Dark Red)

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author
Richard Heim
NCEI/NOAA



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

October 29, 2019
(Released Thursday, Oct. 31, 2019)
Valid 8 a.m. EDT

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	62.27	30.63	0.00	0.00	0.00	0.00
Last Week 10-20-2019	69.28	30.62	7.28	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 07-29-2019	51.69	48.31	22.70	13.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10-01-2018	62.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 10-29-2018	66.33	3.67	0.00	0.00	0.00	0.00



Intensity

- None
- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author

David Simeral
Western Regional Climate Center



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

November 5, 2019
(Released Thursday, Nov. 7, 2019)
Valid 7 a.m. EST

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	69.37	30.63	0.00	0.00	0.00	0.00
Last Week 10-29-2019	69.27	30.63	0.00	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 08-06-2019	67.63	42.37	21.72	12.03	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10-01-2018	62.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 11-04-2018	66.33	3.67	0.00	0.00	0.00	0.00



Intensity

- None
- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text summary for forecast statements.

Author

David Simeral
Western Regional Climate Center



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

November 12, 2019
(Released Thursday, Nov. 14, 2019)
Valid 7 a.m. EST



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	69.27	30.63	0.00	0.00	0.00	0.00
Last Week 11-05-2019	69.27	30.63	0.00	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 08-12-2019	65.67	44.43	21.42	14.34	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10-01-2018	62.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 11-12-2018	73.76	26.24	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity



The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. For more information on the Drought Monitor, go to <https://droughtmonitor.unl.edu/About.aspx>

Author:
Deborah Bathke
National Drought Mitigation Center



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

November 19, 2019
(Released Thursday, Nov. 21, 2019)
Valid 7 a.m. EST



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	67.86	32.14	0.00	0.00	0.00	0.00
Last Week 11-12-2019	69.27	30.63	0.00	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 08-20-2019	65.67	44.43	21.42	14.34	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10-01-2018	62.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 11-20-2018	73.76	26.24	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity



The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. For more information on the Drought Monitor, go to <https://droughtmonitor.unl.edu/About.aspx>

Author:
Brad Rippey
U.S. Department of Agriculture



droughtmonitor.unl.edu

U.S. Drought Monitor Puerto Rico



November 26, 2019
(Released Wednesday, Nov. 27, 2019)
Valid 7 a.m. EST

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	61.53	38.47	0.00	0.00	0.00	0.00
Last Week 11-19-2019	67.86	32.14	0.00	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 08-27-2019	65.57	44.43	21.42	14.34	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.20	60.72	5.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10-01-2018	82.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 11-27-2018	73.78	26.24	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity



The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. For more information on the Drought Monitor, go to <https://droughtmonitor.unl.edu/About.aspx>

Author

Brad Rippey
U.S. Department of Agriculture



droughtmonitor.unl.edu

U.S. Drought Monitor Puerto Rico



December 3, 2019
(Released Thursday, Dec. 5, 2019)
Valid 7 a.m. EST

Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	60.20	39.72	15.54	0.00	0.00	0.00
Last Week 11-24-2019	61.53	38.47	0.00	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 09-02-2019	59.93	40.07	19.20	13.23	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.20	60.72	5.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10-01-2018	82.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 12-04-2018	73.75	26.24	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity



The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. For more information on the Drought Monitor, go to <https://droughtmonitor.unl.edu/About.aspx>

Author

Deborah Bathke
National Drought Mitigation Center



droughtmonitor.unl.edu

U.S. Drought Monitor
Puerto Rico

December 10, 2019
(Released Thursday, Dec. 12, 2019)
Valid 7 a.m. EST



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	00.28	30.72	15.54	0.00	0.00	0.00
Last Week 12-03-2019	00.28	30.72	15.54	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 09-10-2019	61.58	38.42	19.02	13.23	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10-01-2019	02.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 12-11-2018	73.76	26.24	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
 None (White) D2 Severe Drought (Orange)
 D0 Abnormally Dry (Yellow) D3 Extreme Drought (Red)
 D1 Moderate Drought (Light Orange) D4 Exceptional Drought (Dark Red)

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. For more information on the Drought Monitor, go to <https://droughtmonitor.unl.edu/About.aspx>

Author:
Deborah Bathke
National Drought Mitigation Center



droughtmonitor.unl.edu

U.S. Drought Monitor
Puerto Rico

December 17, 2019
(Released Thursday, Dec. 19, 2019)
Valid 7 a.m. EST



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	03.02	36.18	10.66	0.00	0.00	0.00
Last Week 12-10-2019	00.28	30.72	15.54	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 09-17-2019	64.68	35.32	16.67	7.24	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10-01-2019	02.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 12-18-2018	44.45	55.55	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity:
 None (White) D2 Severe Drought (Orange)
 D0 Abnormally Dry (Yellow) D3 Extreme Drought (Red)
 D1 Moderate Drought (Light Orange) D4 Exceptional Drought (Dark Red)

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. For more information on the Drought Monitor, go to <https://droughtmonitor.unl.edu/About.aspx>

Author:
David Miskus
NOAA/NWS/NCEP/CPC



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

December 24, 2019
(Released Thursday, Dec. 26, 2019)
Valid 7 a.m. EST



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	63.82	36.18	10.85	0.00	0.00	0.00
Last Week 12-17-2019	63.82	36.18	10.86	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 09-24-2019	64.68	35.32	10.07	7.24	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10-01-2019	62.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 12-29-2018	44.45	55.55	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensity
 None D2 Severe Drought
 D0 Abnormally Dry D3 Extreme Drought
 D1 Moderate Drought D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. For more information on the Drought Monitor, go to <https://droughtmonitor.unl.edu/About.aspx>

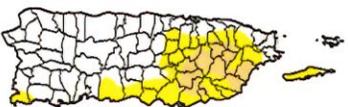
Author
Brad Pugh
CPC/NOAA



droughtmonitor.unl.edu

**U.S. Drought Monitor
Puerto Rico**

December 31, 2019
(Released Thursday, Jan. 2, 2020)
Valid 7 a.m. EST



Drought Conditions (Percent Area)

	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	63.82	36.18	10.85	0.00	0.00	0.00
Last Week 12-24-2019	63.82	36.18	10.86	0.00	0.00	0.00
3 Months Ago 10-01-2019	62.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
Start of Calendar Year 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00
Start of Water Year 10-01-2019	62.06	17.94	7.93	0.00	0.00	0.00
One Year Ago 01-01-2019	39.28	60.72	6.01	0.00	0.00	0.00

Intensity
 None D2 Severe Drought
 D0 Abnormally Dry D3 Extreme Drought
 D1 Moderate Drought D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. For more information on the Drought Monitor, go to <https://droughtmonitor.unl.edu/About.aspx>

Author
Brad Pugh
CPC/NOAA



droughtmonitor.unl.edu

Como se observa en los mapas del Monitor de Sequía para el año 2019, Puerto Rico comenzó el año con condiciones de sequía moderada (D1)

para el centro este. Para el mes de marzo, la sequía moderada (D1) ya se extendía para los pueblos del sur y el noroeste. Durante el mes de

junio, las condiciones mejoraron reduciéndose la extensión de sequía moderada (D1) para el centro este de la Isla. Sin embargo, durante el mes de julio comenzó a experimentarse la sequía severa (D2) para pueblos del sur. Estas condiciones continuaron afectando los pueblos del sur hasta el mes de septiembre. Durante el mes de octubre las condiciones mejoraron, eliminando las condiciones de sequía severa (D2) y de sequía moderada (D1). Esta situación cambió nuevamente en el mes de diciembre, donde se experimentó sequía moderada (D1) en los pueblos del centro y este de Puerto Rico.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

1. El monitor de sequía provee una mirada general sobre las condiciones de sequía en los EE.UU. y sus territorios, incluido Puerto Rico. No se recomienda utilizarlo para inferir condiciones locales específicas.
2. El monitor de sequía se prepara semanalmente, utilizando los datos de lluvia y otras variables hasta el martes de la semana que se publica. Por ello, si ocurre un evento de lluvia considerable un miércoles, esto no se verá reflejado en los datos durante esa semana si no en la próxima.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar este indicador junto con otras herramientas como los mapas de humedad de suelos que prepara la

Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez; los mapas de precipitación que provee el Servicio Nacional de Meteorología; y las medidas de caudal de aguas superficiales del USGS, para tener un cuadro más claro del evento de sequía que ocurre o pudiese ocurrir en la Isla.

2. Se recomienda continuar utilizando el Mapa del Monitor de Sequía como mapa guía para eventos de sequía hasta que pueda desarrollarse una herramienta que simule estos eventos a nivel de Puerto Rico.

INDICADOR TIPO I: DISPONIBILIDAD DE AGUA: NIVEL DE LOS ACUÍFEROS DEL SUR

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

Los acuíferos representan la fuente de agua más económica en Puerto Rico, toda vez que pueden producir agua de calidad potable en las mismas áreas de demanda con simplemente hincar un pozo, activar una bomba y clorinar. Sin embargo, la explotación de los recursos subterráneos de manera no sostenible ha resultado en problemas de intrusión salina (movimiento de agua subterránea del mar hacia tierra adentro) a consecuencia de la reducción en el volumen de agua dulce almacenada en estos. Este indicador mide el nivel de agua en varios puntos de los acuíferos de Puerto Rico y permite

estimar la tendencia del acuífero en respuesta al ritmo de extracción a la cual está sujeto y a las recargas de agua (infiltraciones de agua hacia el acuífero).

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

El Servicio Geológico de los EE.UU. (USGS por sus siglas en inglés), en conjunto con las agencias del gobierno de Puerto Rico, mantiene al presente una red de monitoreo de los niveles de los acuíferos mediante lectura de 62 pozos distribuidos alrededor de la Isla y 18 estaciones en tiempo presente ("real time"). La información está disponible a través de la página de Internet del USGS. Esto permite obtener los datos históricos de las estaciones y presenta los datos para los últimos siete días de forma instantánea.

Cuando a fines de la década de 1990 se hizo patente el declive avanzado de los acuíferos a consecuencia de la reducción en el nivel de agua dulce en el subsuelo, se amplió la red de pozos de monitoreo en la zona sur de la Isla para vigilar mejor el comportamiento de estos.

MÉTODO DE ANÁLISIS Y COBERTURA

Al presente, existen 18 pozos en los que se obtiene la lectura de nivel de agua de forma instantánea. Los restantes 62 pozos se mide la profundidad de éstos ("tape down") cuatro veces al año. Estos datos se presentan en referencia al nivel del mar. La información recopilada se almacena para formar parte de la serie histórica

de datos del nivel de los pozos de referencia. La página web del USGS permite descargar la serie de datos en formato de tabla lo cual facilita su análisis.

La precaria y delicada situación que poseen los acuíferos que se encuentran entre los pueblos de Ponce, Juana Díaz, Santa Isabel y Salinas, promueve que se monitoreen constantemente sus niveles. Esta información se le suministra al Comité de los Acuíferos del Sur para el desarrollo de estrategias que promuevan la estabilización y recuperación de los acuíferos, de manera que se pueda evitar que ocurra una mayor penetración de las aguas de mar hacia éstos y se comprometa la calidad de las aguas dulces subterráneas.

ANÁLISIS

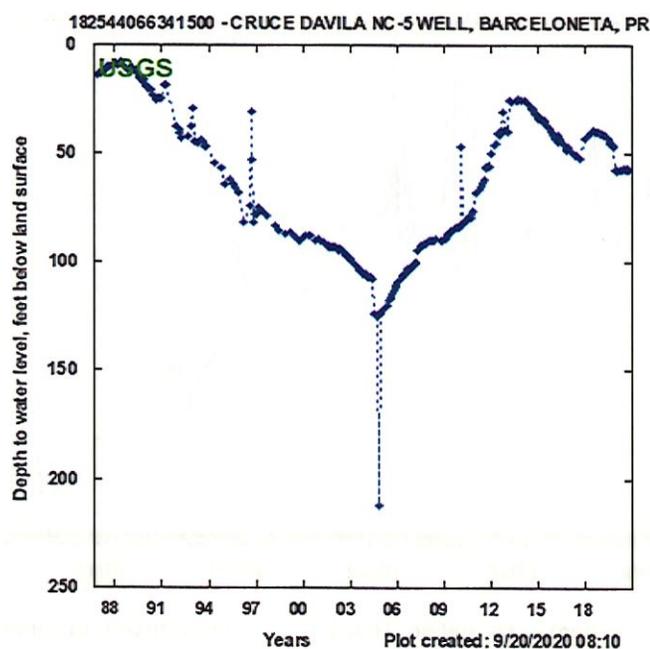
ACUÍFERO DE LA COSTA NORTE

Mediante la red de monitoreo de niveles de agua subterránea que opera el USGS, se pudo notar un descenso paulatino en el acuífero artesiano o inferior de la costa norte, especialmente en la zona de Barceloneta, a partir de la década de 1980. Este descenso se atribuyó a dos razones: las extracciones por parte de la industria farmacéutica y a roturas en las camisillas de varios pozos que extraían agua del acuífero inferior. Estas roturas en los pozos de extracción redundaron en filtraciones del acuífero inferior hacia el acuífero superior, o

freático. A fines del siglo pasado e inicio del presente, se comenzaron a tomar medidas para corregir las roturas en varios de los pozos en la zona. Por esta razón, a partir del 2004 se comienza a observar una mejoría en los niveles de este acuífero. La mejoría observada se atribuyó a la reducción de extracciones debido al cierre de varias industrias en la zona y debido a la reparación de roturas significativas en las camisillas de varios pozos artesianos en la zona de Barceloneta – Arecibo. Esta tendencia positiva se mantuvo hasta mediados del 2014 cuando vuelve a manifestarse una tendencia negativa en los niveles del acuífero que se

mantuvo hasta agosto de 2017, según puede observarse en la Gráfica 27. La reducción en niveles observada fue resultado de la reactivación de pozos para suplir agua potable en la zona a consecuencia de la sequía 2015, la cual culminó con las lluvias asociadas a los huracanes Irma y María en septiembre de 2017. Al recuperarse los niveles en los embalses, la extracción de agua subterránea en la zona norte se redujo significativamente lo que permitió la recarga del acuífero. Nuevamente se observa un descenso en niveles por el evento de sequía que comenzó en el año 2018 y continúa en el 2019.

GRÁFICA 27 NIVEL EN EL PIEZÓMETRO NC-5, ACUÍFERO INFERIOR DE LA COSTA NORTE

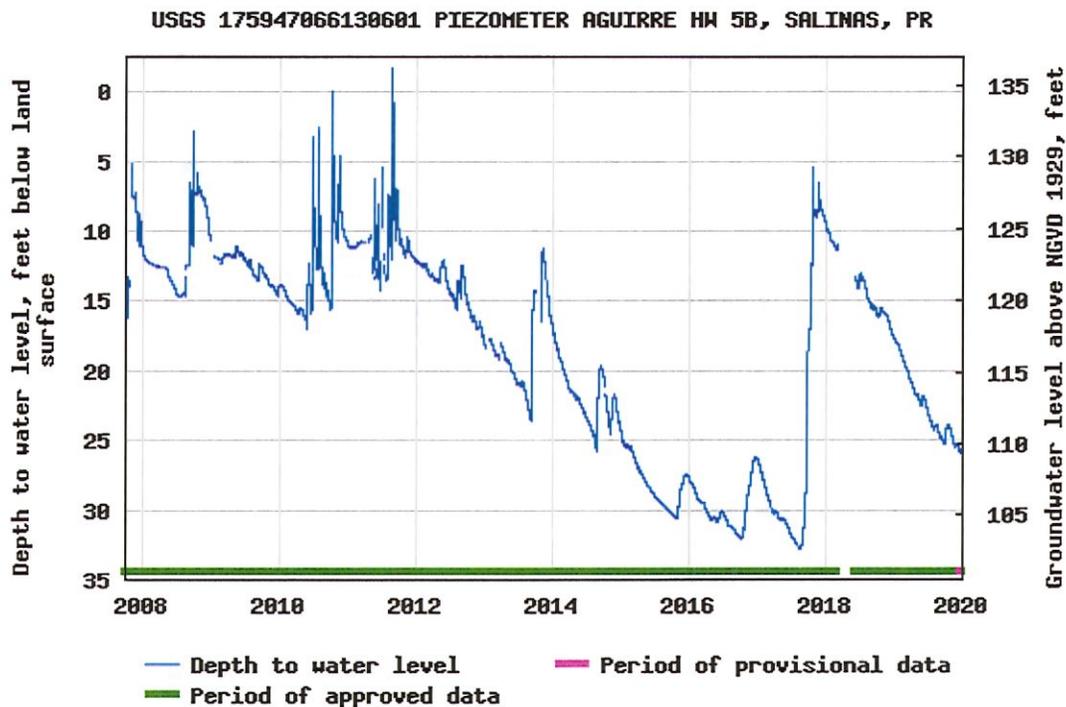


Algún grado de reducción en los niveles de los acuíferos es una consecuencia inevitable del proceso de desarrollar pozos de extracción. Sin embargo, existen herramientas de manejo que pueden maximizar el rendimiento de los acuíferos y evitar la extensión y las consecuencias de la reducción en los niveles potenciométricos de éstos. La explotación de los acuíferos debe ser igual o menor a su recarga de manera que la misma sea una sostenible.

ACUÍFERO DE LA COSTA SUR

Los niveles en los acuíferos freáticos pueden aumentar significativamente (como efecto de la recarga por mucha lluvia) y disminuir en años secos o por bombeo excesivo. Un ejemplo de las variaciones en los niveles del acuífero en el área de Santa Isabel y en el Salinas se presenta en la Gráfica 28 de Nivel en el Piezómetro HW 5B - Acuífero de Salinas, como resultado de la escasez de lluvia en el área, la eliminación del riego por inundación y como resultado de la explotación de estos.

GRÁFICA 28 NIVEL EN EL PIEZÓMETRO HW 5B, ACUÍFERO DE SALINAS 2007-2019. FUENTE: OBTENIDO DEL PORTAL DEL USGS, 22 DE SEPTIEMBRE DE 2020



Históricamente, los acuíferos en la Costa Sur eran recargados mediante la infiltración del agua de regadío entregada por los embalses Guayabal, Carite y Patillas, a través de los canales en tierra y la práctica de riego por inundación mediante el uso de surcos. Los cambios en riego a técnicas de poco uso de agua, el cambio en uso del agua de los embalses, de uso agrícola a uso doméstico, y la creciente utilización de pozos para abasto de agua potable y agrícola han reducido la recarga y aumentado las extracciones sustancialmente. El resultado ha sido una reducción en el nivel freático y un problema creciente de intrusión salina. Debido a la condición crítica en que se encuentran estos acuíferos, el DRNA ha establecido varios mecanismos para controlar la extracción de los mismos.

Benchmark

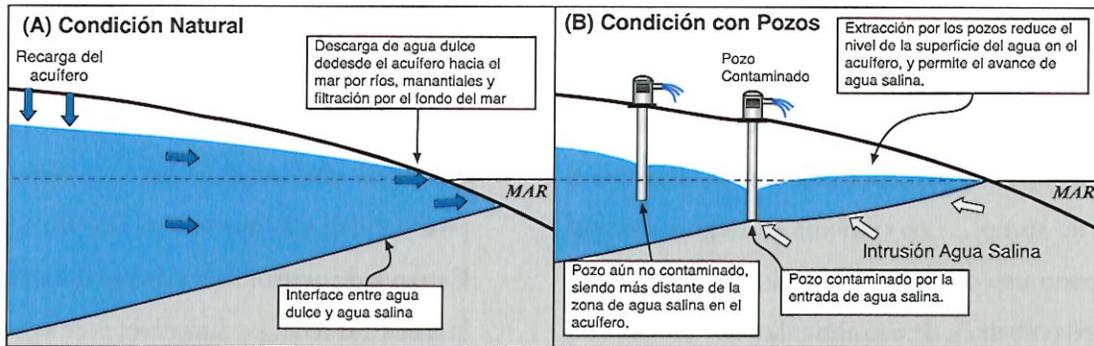
Lecturas del nivel de los acuíferos sobre el nivel del mar.

Aumento en el número de piezómetros alrededor de la costa.

Un acuífero freático debe tener su nivel de agua por encima del nivel del mar para evitar la intrusión salina. Para lograr esto es necesario que la tasa de extracción sea menor que la tasa

de recarga del acuífero. No obstante, en la costa puede ocurrir intrusión de agua salobre a un pozo cuando este provoca (por su ritmo de extracción) un abatimiento del agua por debajo del nivel del mar y, en ocasiones, por la profundidad a la que se está extrayendo el agua. Esto puede ocurrir aun cuando la extracción sea inferior a la recarga. Los niveles de agua óptimos podrían ser los niveles antes de desarrollo. Los niveles pobres pueden definirse como aquellos que se aproximan al nivel del mar. Niveles por debajo del nivel del mar, por lo general, provocan daño al acuífero ya que estimula la penetración de la cuña de agua salada hacia el interior del acuífero, según muestra en la Ilustración 9, de Proceso de Intrusión Salina. Como muestra el Mapa 14, Potenciométrico de Salinas a 2015 hay dos zonas en el municipio de Salinas en las que el nivel del acuífero está por debajo del nivel de mar, situación de no existía antes. El Mapa 15 Potenciométrico de Santa Isabel, también muestra como los niveles en el acuífero han bajado, lo que coloca en precario la salud del acuífero y el alto potencial de aumento en la concentración de sólidos disueltos totales en estos.

ILUSTRACIÓN 9 PROCESO DE INTRUSIÓN SALINA



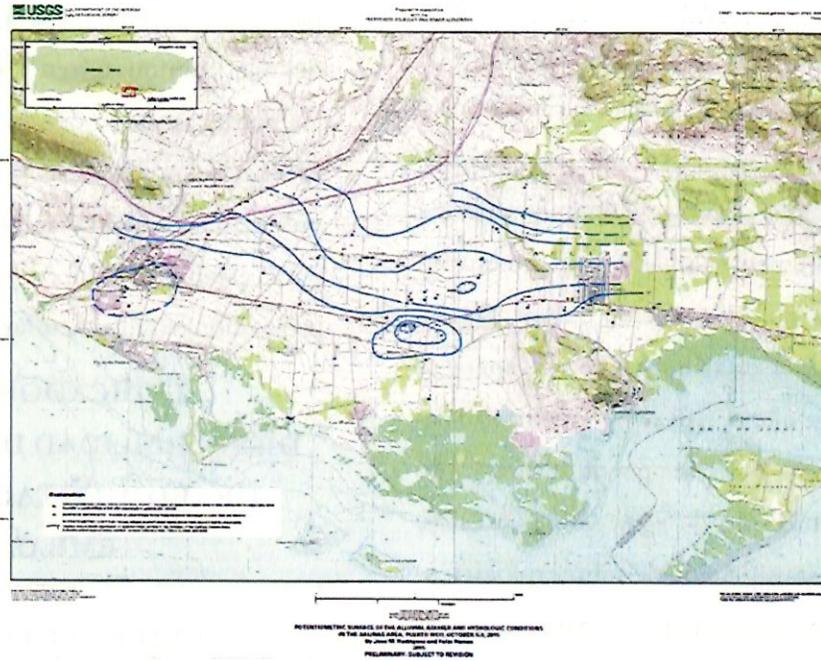
Esquema (A) Condición previa al desarrollo de pozos. Esquema (B) Modificación de los niveles de agua en el acuífero a consecuencia de la operación de pozos, y la intrusión salina resultando en la contaminación del pozo más cercano a la costa.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

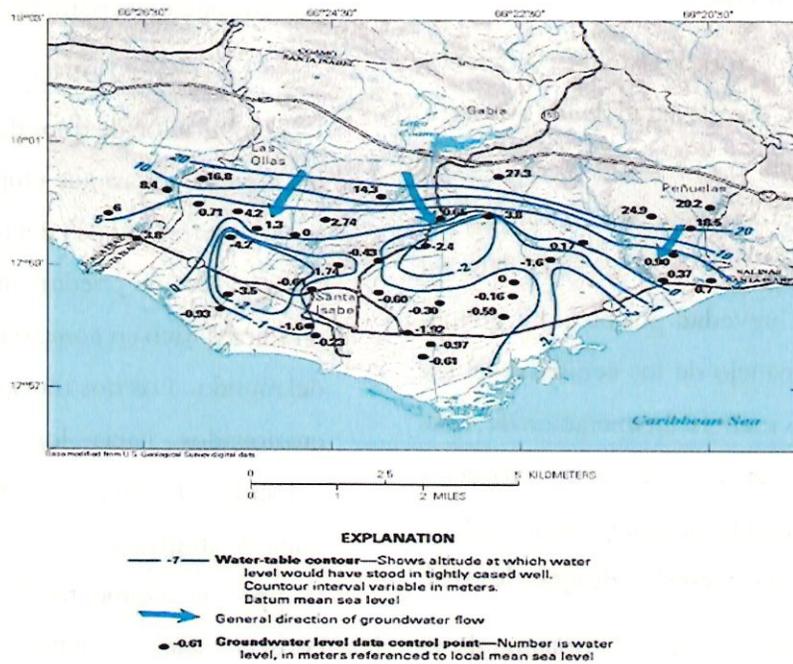
El área de los acuíferos es muy amplia y no hay suficientes estaciones (pozos de monitoreo) para cubrirlos. Mantener una red de monitoreo

robusta es costoso. La crisis fiscal que atraviesa el gobierno desde el 2006 y que se ha agudizado al presente, ha tenido como resultado una reducción en la red de pozos de monitoreo de los acuíferos, tanto para nivel como para la red que mide la calidad de las aguas de los acuíferos. Esto coloca en precario la tenencia de datos confiables al momento de tomar decisiones con relación al manejo y administración de los recursos de agua subterránea del país.

MAPA 14 POTENCIOMÉTRICO DE SALINAS 2015



MAPA 15 POTENCIOMÉTRICO DE SANTA ISABEL 2008



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es adecuado ampliar la red de estaciones de niveles de agua para que cubra una mayor área de los acuíferos del sur y mantener las estaciones de niveles vigentes para lograr obtener series de datos suficientemente largas que permitan un mejor análisis de la situación. Además, es necesario añadir a estas estaciones los aparatos necesarios para que midan la conductividad del agua de manera que se pueda detectar de inmediato la intrusión de agua salina en estos. Para atender esta situación de sobreexplotación, el DRNA debe mantener las extracciones al volumen presente y no permitir extracciones adicionales ya que estas exceden la capacidad de recarga de los acuíferos.

Además, será necesario desarrollar e implantar proyectos que mejoren la salud de los acuíferos. El DRNA ha iniciado un proyecto de recarga artificial en el municipio de Salinas desde fines del 2017, con fondos de FEMA, el cual debe ser implantado a la brevedad posible. La política pública para el manejo de los acuíferos del sur debe tener como meta la recuperación de estos mediante la puesta en acción de proyectos dirigidos a aumentar la recarga y tomar medidas para no aumentar la extracción de agua de estos. El cambio climático se está experimentando ya en Puerto Rico y se manifestará con periodos de escasez de agua más frecuentes e intensos. También el aumento en el nivel del mar tendrá

el efecto de aumentar la presión del agua de mar para penetrar el acuífero a la vez que las aguas del mar cubrirán terrenos que antes no cubrían (se perderá terreno que ganará el mar). Ambos escenarios apuntan a un incremento en la vulnerabilidad de los acuíferos, razón adicional para establecer más y mayores medidas de protección para los acuíferos en Puerto Rico.

INDICADOR TIPO I: DISPONIBILIDAD DE AGUA: NIVEL DE SEDIMENTACIÓN DE LOS EMBALSES

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR

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

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

La combinación de tipos de suelos, pendiente de los terrenos (terrenos empinados), eventos de lluvias fuertes y el uso del terreno, hacen que las tasas de erosión y sedimentación sean muy altas en Puerto Rico en comparación con otras partes del mundo. Los ríos transportan los sedimentos erosionados hacia los embalses donde la velocidad del flujo disminuye, se asientan y quedan atrapados. Los embalses representan trampas de sedimentos muy eficientes y como consecuencia, los embalses de la Isla están perdiendo su capacidad de almacenaje debido a este proceso. Sin embargo, existe mucha

variación en las tasas de sedimentación de un embalse a otro. En Puerto Rico hay 39 embalses, 15 de ellos consideradas obras mayores (ver mapa 16, Embalses en Puerto Rico). Excepto los embalses Fajardo y Blanco, todos los embalses mayores en Puerto Rico se han construido en la zona montañosa con el propósito de almacenar cantidades relativamente

grandes de las escorrentías generadas por la abundante precipitación que ocurre en esta zona. En general, los embalses se han ubicado en cañones profundos con gargantas reducidas donde las represas requieren la menor inversión posible de fondos mientras almacenan la mayor cantidad de escorrentía en el menor espacio superficial posible.

MAPA 16 EMBALSES EN PUERTO RICO FUENTE: PLAN INTEGRAL RECURSOS DE AGUA DE PUERTO RICO (PIRA) – DEPARTAMENTO RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES (DRNA), 2016.



La sedimentación de los embalses es uno de los problemas más recurrentes y de gran relevancia a la hora de manejar los recursos de agua en Puerto Rico. La acumulación de sedimentos ha reducido la capacidad de almacenaje de agua en todos los embalses, alcanzando condiciones críticas en varios embalses importantes,

incluyendo Loíza y Dos Bocas. La pérdida de capacidad de los embalses en la Isla se debe a varios factores, tanto naturales como antropogénicos. Las tasas naturales de erosión y transporte de sedimentos aumentan o disminuyen en intensidad y en proporción a base de la cantidad e intensidad de la lluvia, las

características de los suelos, las pendientes de las cuencas y su cubierta forestal. La deforestación y remoción de la corteza terrestre aceleran la erosión de los suelos y el transporte de sedimentos hacia los cuerpos de agua y eventualmente a los embalses. Las actividades agrícolas y desarrollos urbanos aceleran la erosión de los suelos exponiéndolos a ser transportados hacia los ríos. Los estudios del USGS en la Isla demuestran que, en cuencas menos desarrolladas, la tasa de generación de sedimentos es menor que en las desarrolladas.

Esto ha motivado que se revisen los diseños para represas nuevas para que incorporen estructuras y mecanismos que minimicen el volumen de sedimentos que quede atrapado en ellos. Los embalses para abasto de agua más recientemente construidos, Fajardo y Blanco, fueron diseñados para minimizar la acumulación de sedimentos en estos y así alargar significativamente su vida útil. Estos embalses se construyeron en hondonadas naturales fuera del cauce del río que los abastece. Una toma en el río aguas arriba de la ubicación del embalse desvía el agua hacia la represa, la cual fluye por gravedad a través de una tubería soterrada. La capacidad hidráulica de la toma y su sistema de aducción es capaz de desviar los flujos bajos y moderados, con poca concentración de sedimentos, permitiendo que las crecidas con alta carga de sedimentos pasen aguas abajo de la toma sin entrar al embalse. De esta manera, se

prolonga la vida media de estos embalses fuera de cauce hasta más de 1,000 años, en comparación con valores típicamente al orden de 100 años (o menos) para los embalses convencionales en Puerto Rico.

Por otro lado, las represas construidas en el cauce de los ríos para embalsar las aguas alteran todos los procesos hidrológicos y biológicos del río, afectando la vida acuática en el cauce así como en el estuario. De igual forma se altera y afecta la calidad del agua de la corriente superficial que empozan tras una represa.

La forma más precisa para medir sedimentación en los embalses es mediante estudios de batimetría. Se toman elevaciones del fondo del embalse para generar la topografía del fondo del mismo. De esta manera se determina el volumen disponible del embalse y se compara con el volumen de diseño del mismo. Con la información levantada de los estudios de batimetría se determina la capacidad existente del embalse y la tasa de pérdida de capacidad anual basada en una carga específica de sedimentos.

Según se puede apreciar de la Tabla 27, Condición de Sedimentación de Embalses Principales en Puerto Rico, entre los embalses de mayor tamaño y con problemas serios de sedimentación se encuentran las principales fuentes de abasto del Área Metropolitana de San Juan (AMSJ), los embalses Loíza y Dos Bocas.

También están muy afectados cuatro de los embalses que suplen el Sistema de Riego del Valle de Lajas: Loco, Luchetti, Prieto y Yahuecas; que también sirven de fuente para agua potable a los municipios de Yauco, Sabana Grande y Lajas.

El patrón típico de sedimentación en un embalse se presenta de forma esquemática en la Gráfica 29. Los sedimentos gruesos, arena y grava, se asientan rápidamente al entrar el embalse y se acumulan en la forma de un delta que gradualmente avanza hacia la represa. Los sedimentos más finos pueden ser transportados hacia zonas de mayor profundidad cercanas a la represa. En general, hay poca arena en los ríos de Puerto Rico por lo que los deltas en los embalses de Puerto Rico normalmente son muy pequeños. Esto se debe a que la roca predominante en el interior de la Isla es el basalto, una roca extrusiva (volcánica) con una estructura cristalina muy fina debido a su enfriamiento rápido. Por ende, carece de los cristales de sílice del tamaño de arena y no genera mucho sedimento en su proceso de meteorización. Además, desde 1950 ha habido mucha actividad de extracción de arena y grava de los cauces de los ríos por parte de la industria de construcción. Sin embargo, en la cuenca tributaria al embalse Dos Bocas hay áreas de granito, una roca intrusiva de enfriamiento lento, compuesto en 75% por sílice, lo cual genera mucha arena en su proceso de

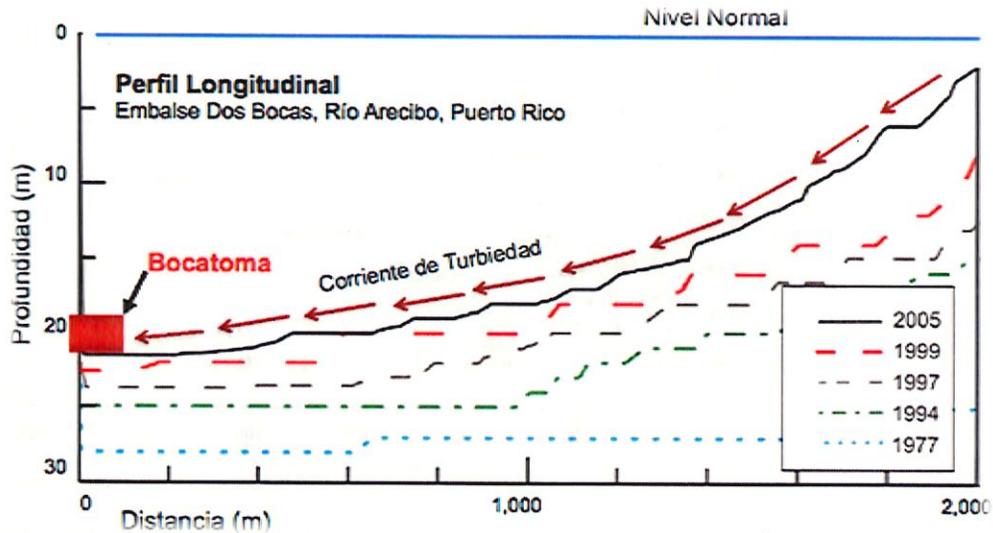
meteorización. Por tal razón, el embalse Dos Bocas cuenta con un delta arenoso que está acercándose a la represa y se explica mediante el proceso de sedimentación típico dentro de un embalse (véase Gráfica 30).

TABLA 27 CONDICIÓN DE SEDIMENTACIÓN DE EMBALSES PRINCIPALES EN PUERTO RICO.

NOMBRE	AÑO LLENADO	DUEÑO	Usos	VOLUMEN TOTAL ORIGINAL, MM3		ULTIMA BATIMETRÍA		VOLUMEN AÑO 2015		PÉRDIDA DE VOLUMEN ANUAL, MM3/AÑO
				VOLUMEN ORIGINAL, MM3	VOLUMEN TOTAL, MM3	VOLUMEN ORIGINAL, MM3	AÑO DEL ESTUDIO DE CAMPO	VOLUMEN ORIGINAL, %	MEDIA VIDA, AÑOS	
Blanco	2010	AAA	M	4.7	NA	4.7	NA	99.8	1270	0.0019
Fajardo	2006	AAA	M, R	4.3	NA	4.3	NA	99.6	1262	0.0017
Cerrillos	1991	DRNA	M, R	38	37.3	36.9	2008	97	420	0.05
La Plata	1974	AAA	M, R	49.2	31.3	26.2**	2006	53	44	0.56
Toa Vaca	1972	AAA	M, R	68.9	64.1	62	2002	90	213	0.16
Guayo	1956	AEE	H, M, I, R	19.2	16.6	15.4	1997	80	150	0.06
Yahuecas	1956	AEE	H, M, I, R	1.8	0.3	0	1997	0	25	0.03
Prieto	1955	AEE	H, M, I, R	0.8	0.2	0	1997	0	30	0.01
Loíza	1953	AAA	M, R	26.8	16.4	15.3**	2009	57	72	0.19
Luchetti	1952	AEE	H, M, I, R	20.4	11.9	9.2	2000	45	58	0.18
Loco	1951	ELA	H, M, I, R	2.4	0.9	0.4	2000	17	38	0.03
Caonillas	1948	AEE	H, M, R	55.7	39.55	38.8	2012	70	172	0.25
Cidra	1946	AAA	M, R	6.5	5.6	5.5	2007	84	219	0.01
Garzas	1943	AEE	H, R	5.8	5.1	5	2007	87	289	0.01
Dos Bocas	1942	AEE	H, M, R	37.5	16.74	15.2*	2010	40	50	0.31
Matrullas	1934	AEE	H, R	3.7	3.1	2.9	2001	79	197	0.01
El Guinco	1931	AEE	H, R	2.3	1.9	1.8	2001	79	200	0.01
Guajataca	1928	AEE	I, M, R	48.5	42.3	40.9	1999	84	278	0.09
Patillas	1914	ELA	I, M, R	17.6	13.6	13.2*	2007	75	202	0.04
Caric	1913	AEE	I, M, R	14	10.7	10.1	1999	73	187	0.04
Guayabal	1913	ELA	I, R	11.8	5.8	5.2	2006	44	92	0.06

Nota: H = Hidroeléctrica, M = abasto municipal (AAA), I = Irrigación, R = Recreo, F = Control de Inundación, Capacidad del embalse hasta nivel de vertedero.
 *Volumen, Mm3 (2016); Dos Bocas 14.2, Patillas 12.69. **Volumen, Mm3 (2019): La Plata 29.54, Loíza 15.06.

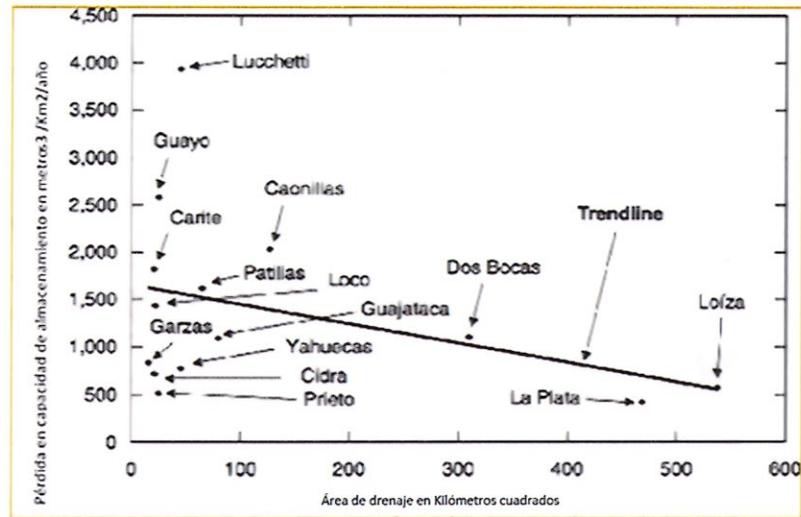
GRÁFICA 29 PROCESO DE SEDIMENTACIÓN TÍPICO DENTRO DE UN EMBALSE DONDE SE SEÑALAN LA ZONA DE SEDIMENTOS GRUESOS (ÁREAS EN LA ZONA DEL DELTA) Y LA ZONA DE DEPÓSITOS DE MATERIAL FINO AGUAS ABAJO DEL DELTA. DEPÓSITOS DE CORRIENTES DE TURBIEDAD NO OCURREN EN TODOS LOS EMBALSES. FUENTE: PIRA –DRNA 2016



Los sedimentos son transportados principalmente durante las crecidas. Durante éstas, una fracción menor de los sedimentos finos puede ser transportada aguas abajo del embalse, sin quedarse atrapados. En condiciones

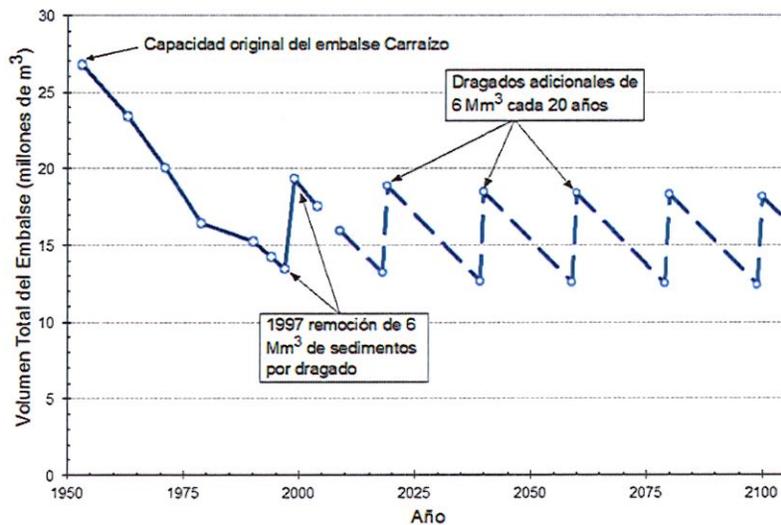
favorables, una parte significativa de los sedimentos finos se puede descargar como una corriente de turbiedad, según se muestra en la gráfica 30, Patrón de Avance del Delta hacia la Represa Dos Bocas.

GRÁFICA 30 PATRÓN DE AVANCE DEL DELTA HACIA LA REPRESA DOS BOCAS, Y LA DESCARGA DE SEDIMENTOS FINOS POR LAS CORRIENTES DE TURBIEDAD (PERFILES DE INFORMES DEL USGS). FUENTE: PIRA –DRNA 2016



FUENTE: G. MORRIS, G.L. AND FAN, J. 1998. "RESERVOIR SEDIMENTATION HANDBOOK". MCGRAW-HILL, NEW YORK

GRÁFICA 31 PÉRDIDA DE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO PARA LOS EMBALSES EN PUERTO RICO.



Los datos del USGS demuestran que el problema no es falta de agua, sino de capacidad de almacenaje en los embalses existentes (Ver Gráfica 31). Como ejemplo, la cuenca del Río

Grande de Loíza produce anualmente un promedio de 300,000 acres pies (un acre pie es equivalente a 325,000 galones). En el caso del Embalse La Plata la producción de la cuenca es un

promedio de 190,000 acres-pies, mientras que la extracción en el embalse para la planta de filtración de La Plata es de menos del 40% de la producción o 78,000 acres-pies, mientras el balance fluye al mar. Lo mismo ocurre esencialmente en todos los embalses (excepto Toa Vaca en Villalba).

Frecuentemente se habla del dragado como la solución al problema de la sedimentación de los embalses. Entre 1996 y 1997 se llevó a cabo el dragado del embalse Loíza, removiendo 6 Mm³ (millones de metros cúbicos) de sedimentos a un costo de unos \$60 millones, equivalente a un costo unitario de \$10.00/m³. Para el 2015 este costo unitario de dragado se estimaba en \$20.00/m³ (AAA, 2015²⁷).

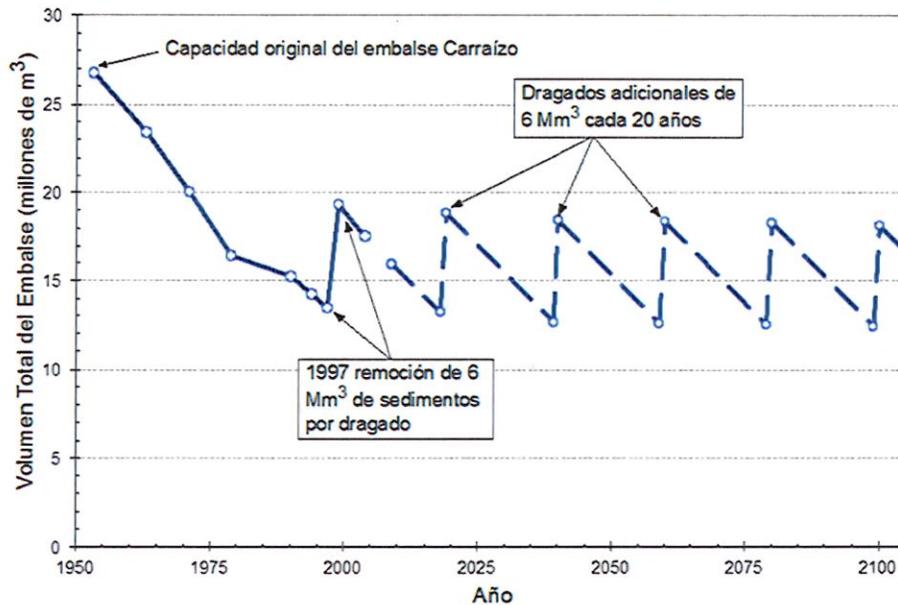
El embalse Loíza tiene una tasa de sedimentación de 0.29 Mm³/año. Considerando que los dragados futuros van a remover 6 Mm³ de material, igual al primer dragado, habría que llevar a cabo una operación de dragado cada veinte años (Gráfica 32). A un costo actual de \$20/m³, el próximo dragado puede costar unos \$120 millones, un costo elevado para un beneficio que va durar tan solo 20 años. Además, la estrategia de dragado implica la disposición de 30 Mm³ de sedimentos durante el siglo 21, un volumen mayor que la capacidad original del embalse (26.8 Mm³

en 1953). En Puerto Rico, los sitios disponibles para la disposición de millones de metros cúbicos de sedimentos son muy limitados, por lo que no se puede considerar el dragado como una estrategia sostenible para mantener la capacidad de los embalses.

El dragado es necesario en algunos casos, pero es esencial reducir la necesidad de dragar al mínimo. Por ejemplo, los embalses fuera de cauce del río Fajardo y río Blanco van a requerir ser dragados, pero no se anticipa que sea necesario en los próximos 300 años. Además, el volumen será pequeño (menos de 1 Mm³), lo que representa una sexta parte del volumen que habría dragar del embalse Loíza. Al comparar ambos sistemas, durante 100 años se debe dragar un total de 30 Mm³ de Loíza y tan sólo 0.3 Mm³ de los embalses de Fajardo y río Blanco. En algunos casos el dragado también se puede utilizar para remover el material grueso que se acumula en el delta del embalse, material que puede tener valor comercial como agregado de construcción o relleno. Esta estrategia ha sido utilizada en la zona aguas arriba del embalse Dos Bocas, pero en general, menos del 10% de los sedimentos en los embalses representa material aprovechable y se puede encontrar mezclado con material fino y en zonas con pobre acceso.

²⁷ Autoridad de Acueductos y Alcantarillados 2015. Informe de Rendición de Cuentas Año Fiscal 2015 <http://www.acueductospr.com/INFORME/index.html>

GRÁFICA 32 COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL VOLUMEN DEL EMBALSE LOÍZA FUENTE: PIRA – DRNA, 2016.



El dragado es costoso y no es sostenible como estrategia para el manejo de la sedimentación en los embalses de Puerto Rico. Se debe considerar como la última opción y trabajar para implantar otras medidas más costo-efectivas para reducir al máximo la tasa de sedimentación.

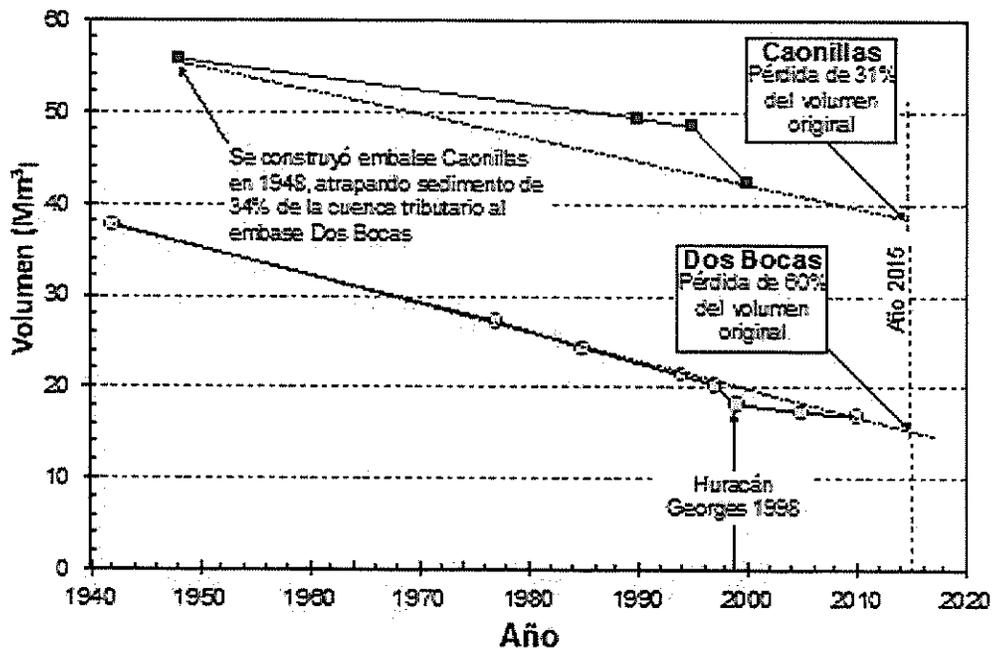
Las medidas de control de erosión pueden reducir el aporte de sedimentos a consecuencia de los eventos normales, pero las lluvias extremas pueden originar deslizamientos y erosión de los cauces a gran escala, y estos eventos extremos pueden tener una gran influencia sobre la tasa de erosión y sedimentación de los embalses. Un ejemplo de esto es el caso de la cuenca aguas arriba del embalse Dos Bocas. A pesar de que la mayoría de las actividades agrícolas cesaron y las fincas

abandonadas se reforestaron por procesos naturales, desde su construcción en el 1942 hasta el 2010, la tasa promedio de acumulación de sedimentos en el embalse no ha disminuido, según se puede apreciar en la gráfica 33, Pérdida de Capacidad en el Embalse Dos Bocas. Un factor causante de la alta tasa de sedimentos puede ser el aporte de sedimentos a consecuencia de actividades de construcción, pero este tipo de actividad no es significativo en las partes altas de las cuencas. También se puede apreciar que la tasa de sedimentación aumentó a raíz del huracán Georges, un evento extremo en la cuenca cuyo periodo de retorno fue mayor de 100 años. En los años subsiguientes a Georges la tasa de sedimentación ha disminuido. El evento extremo arrastró los sedimentos disponibles para el

transporte, y en consecuencia durante los años subsiguientes hubo menos sedimentos disponibles para transportar hacia el embalse.

Este fenómeno también ha sido observado en otros embalses de Puerto Rico (Soler-López, 2012)²⁸.

GRÁFICA 33 PÉRDIDA DE CAPACIDAD EN EL EMBALSE DOS BOCAS, SEÑALANDO QUE LA TASA DE SEDIMENTACIÓN NO HA REGISTRADO UNA REDUCCIÓN A PESAR DE LA REFORESTACIÓN DE LA CUENCA. LOS DATOS DE CAONILLAS SEÑALAN QUE EL VOLUMEN DE SEDIMENTO DEPOSITADO POR EL HURACÁN IGUALÓ A APROXIMADAMENTE 35 AÑOS DE SEDIMENTACIÓN BAJO CONDICIONES "NORMALES". FUENTE: PIRA- DRNA, 2016



El paso de los huracanes Irma y María en septiembre de 2017 y las copiosas lluvias que acaecieron posterior a estos fenómenos atmosféricos provocaron numerosos deslizamientos alrededor de toda la Isla, muchos de ellos de grandes proporciones. Como puede

observarse en el mapa 17 (Mapa sobre los deslizamientos de terrenos en Puerto Rico a consecuencia del paso del huracán María en septiembre de 2017), las áreas de mayor ocurrencia de deslizamiento ocurrieron en las cuencas de los ríos Grande de Arecibo y Grande

²⁸ Soler-López, L.R., 2012, Sedimentation survey of Lago Dos Bocas, Utuado, Puerto Rico, January 2010: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Map 3217

ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LA SEDIMENTACIÓN

Hay muchas limitaciones para el desarrollo de embalses nuevos debido al costo elevado de construcción y la disponibilidad limitada de terrenos. Ante los costos económicos e impactos ambientales y sociales asociados con la construcción de embalses nuevos, junto con la infraestructura asociada (sistema de transmisión, planta de filtración, etc.), es esencial establecer técnicas que permitan combatir la sedimentación y mantener en servicio los embalses de mayor importancia del País.

Hay gran diversidad de técnicas para el manejo de la sedimentación en los embalses. La Ilustración 10 presenta un sistema de clasificación de estas alternativas. Las técnicas de manejo se pueden catalogar en cuatro estrategias básicas: (1) reducir el aporte de sedimentos hacia el embalse, (2) manejo hidráulico del embalse para minimizar el depósito de sedimentos, (3) remover los sedimentos una vez depositados, y (4) manejar las consecuencias de la pérdida de volumen sin manejar el proceso de sedimentación como tal. En un embalse se pueden utilizar más de una técnica en diferentes momentos según avance el proceso de

sedimentación. No todas las técnicas son aptas para las condiciones de los embalses en Puerto Rico.

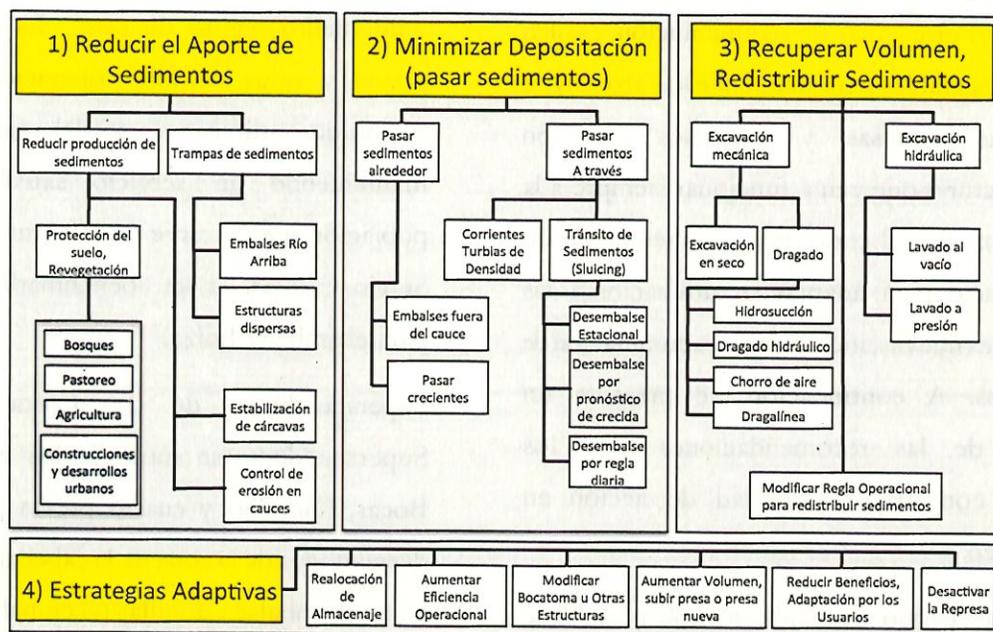
A continuación, un resumen de estrategias para el manejo de sedimentos:

Reducir el aporte de sedimentos. Esto se puede lograr mediante trampas de sedimento, las que pueden ser tanto estructurales como no estructurales, dentro o fuera del río. Otra manera para reducir el aporte de sedimento es mediante controles de erosión.

Minimizar el asentamiento de sedimentos. Esta estrategia se fundamenta en el desvío de sedimentos. Esto se puede lograr mediante el desvío de corrientes de agua turbia o el desvío de crecidas, entre otras. Una estrategia para el desvío de sedimentos que se ha implantado en Puerto Rico es la construcción de embalses fuera del cauce.

Recuperar el volumen de almacenamiento y redistribuir los sedimentos. Una manera de lograr esto es mediante excavación, ya sea hidráulica o mecánica. Otra manera es mediante la redistribución de sedimentos. Esta última se puede lograr con modificaciones estructurales o subiendo el nivel operacional.

ILUSTRACIÓN 10 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE SEDIMENTOS EN EMBALSES (MORRIS 2015)



Estrategias adaptativas. Las estrategias de adaptación son aquellas que se dirigen a optimizar la utilización del recurso para así minimizar el impacto de la reducción en su volumen.

Benchmark

- La pérdida anual de capacidad del embalse no debe superar el 0.2% de la capacidad original.
- Implantación de medidas para manejar los sedimentos, así como estrategias de adaptación para optimizar el aprovechamiento del recurso.

LIMITACIONES DEL INDICADOR

El volumen de sedimentos que se depositan en un embalse se puede calcular (de forma aproximada) a través de estaciones de muestreo de sedimentos.

No hay estaciones de medición de sedimentos en las cuencas de los embalses que permitan conocer la cantidad de sedimentos que mueven los distintos tipos de eventos de lluvia en cada cuenca. Aunque se conoce que la condición natural de los cuerpos de agua superficial (suplen el 55% de los abastos de agua potable) arrastra muchos sedimentos, no se han implantado medidas eficientes para evitar que los sedimentos se depositen en los embalses. Los estudios de batimetría tienen altos costos, razón por la cual no se realizan con mucha frecuencia. Los estudios de batimetría más recientes (publicados en el 2019) son para el embalse La Plata y Loíza con datos del 2019. Estos estudios pueden ser utilizados para comparar cambios en las tasas de sedimentación para estos embalses.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Frente a los problemas de sedimentación, existen alternativas viables para mantener los abastos de agua. Las represas y embalses no son infraestructuras que van a funcionar siempre a la perfección. Por el contrario, estas requieren un buen manejo para adaptar su utilización a las condiciones nuevas, incluyendo la acumulación de sedimentos. A continuación, se presenta un resumen de las recomendaciones para los embalses con mayor prioridad de acción en Puerto Rico.

Loíza. En el caso del embalse Loíza, se debe implantar el sistema de tránsito de sedimentos. Este es el sistema más costo-efectivo y rápido de implantar. El dragado no se recomienda como alternativa principal para el manejo de sedimentos en Loíza debido a su costo y a las limitaciones en las áreas de depósito de sedimentos. La implantación de este tipo de medida es a largo plazo.

En el corto plazo, la pérdida de capacidad en el embalse Loíza, debido a la reducción en su rendimiento seguro, se puede compensar mediante un cambio operacional hacia la utilización conjunta del embalse con fuentes de agua subterránea. La Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) tomó las medidas necesarias para adaptar la operación de la presa Carraízo en el embalse Loíza – Sergio Cuevas a partir de la sequía de 2015 y ha mantenido la

extracción de agua en el embalse dentro del rendimiento seguro de este. La activación de pozos y otras medidas operacionales le han permitido optimizar el uso del agua del embalse manteniendo un servicio satisfactorio a la población que se sirve de la planta de filtración Sergio Cuevas. Este “benchmark” se cumplió para el embalse Loíza.

Superacueducto de la Costa Norte El Superacueducto se suple de los embalses Dos Bocas, Caonillas y cuatro presas pequeñas que desvían agua de la zona de la cabecera de la cuenca hacia el embalse Caonillas (el embalse que provee la mayor proporción de almacenaje del sistema). Dos Bocas ya ha perdido el 60% de su volumen y los cuatro pequeños embalses en la cabecera de la cuenca (Adjuntas, Pellejas, Viví y Jordán) están completamente sedimentados y no pueden desviar agua hacia Caonillas, según su diseño original. En este sistema las dos prioridades son (1) desarrollo de estrategias de manejo de sedimentos para Dos Bocas y (2) modificar las estructuras de las cuatro represas en la cabecera para evitar la acumulación de sedimentos y desarrollar las medidas hidráulicas para facilitar el desvío de agua hacia el embalse Caonillas.

El embalse Caonillas fue uno de los que recibió un gran volumen de sedimentos según puede apreciarse en Mapa 20 que presentan el antes y después del paso del huracán María por Puerto Rico. En la fotografía aérea tomada en octubre de

2017, luego del paso de los huracanas Irma y María, el terreno se ve denudo y aparenta que el suelo fue lavado de tal manera que la roca quedó expuesta. La mayoría de los sedimentos quedaron atrapado en el embalse, aunque el torrente de agua se dejó pasar por las compuertas. Dada la

importancia de este embalse para servir agua potable a la zona metropolitana de San Juan, el conocer el volumen de almacenaje de este es prioridad al presente.

MAPA 20 FOTOS AÉREAS LAGO CAONILLAS TOMADAS EN 12-SEPTIEMBRE-2017 (IZQUIERDA) Y 4-OCTUBRE 2017 (DERECHA)



