
DECLARACIÓN IMPACTO AMBIENTAL
ESENCIA, BOQUERÓN, CABO ROJO
TOMO XII

NOVIEMBRE 2025

TOMO 12 DE 16

ANEJOS 15-21

ANEJOS DECLARACIÓN IMPACTO AMBIENTAL
ESENCIA, BOQUERÓN, CABO ROJO

Anejo 15
NOVIEMBRE 2025

PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS									
#	PARCEL ID	# CATASTRO	CABIDA		CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN ACTUAL	CALIFICACIÓN PROPUESTA	PARAMETROS DE DISEÑO	USOS PROPUESTOS
			METROS CUADRADOS	CUERDAS					
A-2	1	403-000-002-02-901	3,042,649.58	774.1342	SRC	DTS	-		RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO RECREATIVO USO INSTITUCIONAL USO DOTACIONAL USO COMERCIAL
					SREP-E	DTS	D-G		RESIDENCIAL UNIFAMILIAR RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR USO RECREATIVO HOTEL USO DOTACIONAL CLUB DE PLAYA USO COMERCIAL ACCESO PUBLICO PLAYA
					SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)	D-G		RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO RECREATIVO
					SREP-E	DS (EQUIVALENTE A ARD)	-		USO RECREATIVO
					SREP-E	PR	-		PRESERVACION DE RECURSOS
					SREP-E	CR	-		CONSERVACION / USO RECREATIVO
105	2	379-089-327-75-000	19653.500	5.00	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNFAMILIAR USO RECREATIVO
					SREP-E		-		PRESERVACION DE RECURSOS
106	3	379-089-327-76-000	19654.560	5.00	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO RECREATIVO
					SREP-E	PR	-		PRESERVACION DE RECURSOS
107	4	379-089-327-77-000	19656.250	5.00	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO RECREATIVO
					SREP-E	PR	-		PRESERVACION DE RECURSOS
108	5	379-089-327-78-000	19656.250	5.00	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO RECREATIVO
					SREP-E	PR	-		PRESERVACION DE RECURSOS

PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS									
#	PARCEL ID	# CATASTRO	CABIDA		CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN ACTUAL	CALIFICACIÓN PROPUESTA	PARAMETROS DE DISEÑO	USOS PROPUESTOS
			METROS CUADRADOS	CUERDAS					
21	6	379-000-010-05-000	19656.250	5.00	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO RECREATIVO
					SREP-E	R-G	D-G		USO RECREATIVO
					SREP-E	PR	-		PRESERVACION DE RECURSOS
20	7	379-000-010-04-000	19656.250	5.00	SREP-E	R-G	D-G		HOTEL USO RECREATIVO
					SREP-E	PR	-		PRESERVACION DE RECURSOS
19	8	379-000-010-03-000	19656.250	5.00	SREP-E	R-G	D-G	RT-I	HOTEL USO RECREATIVO
					SREP-E	PR	-		PRESERVACION DE RECURSOS
181	9	379-000-009-05-000	19656.250	5.00	SREP-E	R-G	D-G	RT-I	HOTEL USO RECREATIVO
					SREP-E	PR	-		PRESERVACION DE RECURSOS
1	11	379-000-009-03-000	20072.172	5.11	SREP-E	DTS	D-G		RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
					SREP-E	R-G	D-G		ACCESO PUBLICO DE PLAYA CLUB DE PLAYA RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR
					SREP-E	PR	-	R-C	PRESERVACION DE RECURSOS
79	12	379-000-009-02-001	19651.978	5.00	SREP-E	DTS	D-G	R-C	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
					SREP-E	R-G	D-G		CLUB DE PLAYA RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR
					SREP-E	PR	-	R-C	PRESERVACION DE RECURSOS

PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS									
#	PARCEL ID	# CATASTRO	CABIDA		CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN ACTUAL	CALIFICACIÓN PROPUESTA	PARAMETROS DE DISEÑO	USOS PROPUESTOS
			METROS CUADRADOS	CUERDAS					
78	13	379-000-009-02-000	19651.978	5.00	SREP-E	DTS	D-G	R-C	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
					SREP-E	R-G	D-G		CLUB DE PLAYA RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
					SREP-E	PR	-	R-C	PRESERVACION DE RECURSOS
77	14	379-000-009-01-000	19651.978	5.00	SREP-E	R-G	D-G		RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
					SREP-E	PR	-	R-C	PRESERVACION DE RECURSOS
76	15	402-000-004-67-000	19651.978	5.00	SREP-E	R-G	D-G		RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
					SREP-E	PR	-	R-C	PRESERVACION DE RECURSOS
3	17A	402-007-327-03-000	3753.9717	0.9551	SREP-E	R-G	D-G		RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
					SREP-E	PR	-	R-C	PRESERVACION DE RECURSOS
2	17B	402-007-327-02-000	4509.3138	1.1473	SREP-E	R-G	D-G		RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
					SREP-E	PR	-	R-C	PRESERVACION DE RECURSOS
5	17C	402-007-327-05-000	3905.4349	0.9936	SREP-E	R-G	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
4	17D	402-007-327-04-000	3959.5333	1.0074	SREP-E	R-G	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
1	18	402-007-327-01-000	3840.336	0.98	SREP-E	R-G	D-G		RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
					SREP-E	PR	-	R-C	PRESERVACION DE RECURSOS
42	19	402-000-004-64-000	19651.978	5.0000	SREP-E	R-G	D-G		RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
					SREP-E	PR	-	R-C	PRESERVACION DE RECURSOS

PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS									
#	PARCEL ID	# CATASTRO	CABIDA		CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN ACTUAL	CALIFICACIÓN PROPUESTA	PARAMETROS DE DISEÑO	USOS PROPUESTOS
			METROS CUADRADOS	CUERDAS					
72	20	402-007-327-90-000	19651.978	5.0000	SREP-E	DTS	D-G		RESIDENCIAL UNIFAMILIAR HOTEL
					SREP-E	R-G	D-G		RESIDENCIAL UNIFAMILIAR HOTEL
					SREP-E	PR	-	R-C	PRESERVACION DE RECURSOS
70	22	402-007-327-15-000	19651.978	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	HOTEL
69	23	402-017-327-16-000	19651.978	5.0000	SRC	DTS	-	RT-I	HOTEL
81	24	402-017-327-17-000	19651.978	5.0000	SRC	DTS	-	RT-I	HOTEL ACCESO DE USO PUBLICO A PLAYA
68	25A	402-017-327-06-000	20714.9315	5.2704	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	HOTEL
84	25B	402-017-327-07-000	19691.9973	5.2704	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	HOTEL
73	26	402-007-327-13-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	HOTEL RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
37	27	402-007-327-12-000	20,470.74	5.2080	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
32	30	402-008-327-25-000	19653.50	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
57	31	402-008-327-27-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
56	32	402-008-327-28-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR HOTEL
55	33	402-009-327-29-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I, RC-E	HOTEL USO RECREATIVO
18	34	379-099-327-79-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I, RC-E	HOTEL USO RECREATIVO
54	35	402-009-327-30-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I, RC-E	HOTEL USO RECREATIVO
43	36	379-099-327-80-000	20381.49	5.19	SREP-E	DTS	D-G	RT-I, RC-E	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO RECREATIVO
113	37	379-099-327-81-000	19653.5	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I, RC-E, RT-A	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO RECREATIVO
104	40	402-009-327-82-000	19653.5	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I, RT-A	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO RECREATIVO
112	41	402-009-327-84-000	21334.9	5.4282	SREP-E	DTS	D-G	RT-I, RT-A	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO RECREATIVO
44	42	402-009-327-85-000	21718.63	5.5258	SREP-E	DTS	D-G	RT-I, RT-A	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO RECREATIVO
16	46	402-008-327-33-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
15	47	402-008-327-34-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR

PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS									
#	PARCEL ID	# CATASTRO	CABIDA		CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN ACTUAL	CALIFICACIÓN PROPUESTA	PARAMETROS DE DISEÑO	USOS PROPUESTOS
			METROS CUADRADOS	CUERDAS					
138	48	402-018-327-35-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
33	49	402-018-327-36-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
38	50	402-018-327-10-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
29	51	402-017-327-09-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
65	52	402-017-327-08-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
67	53	402-017-327-23-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	HOTEL RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
85	54A	402-000-004-69-000	19651.9781	5.0000	SRC	DTS	-	RT-I	HOTEL
					SREP-E	DTS	D-G		HOTEL
31	54B	402-027-327-22-000	19651.978125	5.0000	SRC	DTS	-	RT-I	HOTEL
83	54C	402-027-327-21-000	19691.25	5.0000	SRC	DTS	-	RT-I	HOTEL
82	54D	402-027-327-20-000	19651.95	5.0000	SRC	DTS	-	RT-I	HOTEL
**	54E	402-027-168-03-000	792.83	0.2000	SRC	DTS	-	RT-I	HOTEL
17	55	402-018-327-24-000	19651.9781	5.0000	SRC	DTS	-	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR HOTEL
5	56	402-018-327-44-000	19651.9781	5.0000	SRC	DTS	-	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
6	57	402-018-327-43-000	19651.9781	5.0000	SRC	DTS	-	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO CIVICO
178	58	402-028-327-49-000	19651.9781	5.0000	SRC	DTS	-	RT-I	USO DOTACIONAL
64	59	402-018-327-42-000	19651.9781	5.0000	SRC	DTS	-	RT-I	HOTEL RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
174	60	402-018-327-41-000	19651.9781	5.0000	SRC	DTS	-	RT-I	HOTEL RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
39	61	402-018-327-40-000	20,835.77	5.3012	SRC	DTS	-	RT-I	HOTEL RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
40	62	402-019-327-38-000	20157.842	5.1287	SRC	DTS	-	RT-I	HOTEL RESIDENCIAL UNIFAMILIAR RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR
22	63	402-019-327-37-000	20427.676	5.1979	SRC	DTS	-	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR
45	64	402-009-327-86-000	19653.5	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR RESIDENCIAL UNIFAMILIAR HOTEL

PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS									
#	PARCEL ID	# CATASTRO	CABIDA		CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN ACTUAL	CALIFICACIÓN PROPUESTA	PARAMETROS DE DISEÑO	USOS PROPUESTOS
			METROS CUADRADOS	CUERDAS					
110	65	402-009-327-87-000	19653.5	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR
109	66	402-009-327-83-000	21906.17	5.5735	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR USO RECREATIVO / USO COMERCIAL / SERVICIOS USO CULTURAL
60	67	402-009-327-72-000	19706.92	5.014	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
59	68	402-009-327-71-000	19651.9781	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR
111	69	402-019-327-88-000	19653.5	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	R-C, RT-I	HOTEL RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO RECREATIVO / USO COMERCIAL / SERVICIOS USO CULTURAL
46	70	402-019-327-89-000	19653.5	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	R-C	HOTEL RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR USO RECREATIVO / USO COMERCIAL / SERVICIOS USO CULTURAL
34	71	402-019-327-68-000	19653.5	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	R-C	HOTEL RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO CULTURAL
58	72	402-019-327-69-000	20593.4	5.2395	SREP-E	DTS	D-G	R-C	RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR USO RECREATIVO / USO COMERCIAL / SERVICIOS USO CULTURAL
13-A	75	402-000-005-29-000	492,773.89	125.3751	SURNP	UR	D-G	RT-I, R-C, C-L	USO RECREATIVO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO DOTACIONAL USO INSTITUCIONAL
13-B	74	402-000-005-28-000	464,921.25	118.2887	SREP-E	DTS	D-G		USO RECREATIVO
					SRC	DTS	-	RT-I, R-C, RC-E	USO RECREATIVO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR USO DOTACIONAL
76	7-B	403-000-002-15-000	23,582.37	6.0000	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)	-	R-C	USO DOTACIONAL
8-B	77A	403-014-246-28-000	4,441.34	1.13	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)	-	R-C	USO DOTACIONAL
78	78	402-029-327-57-000	19,659.25	5.0019	SRC	DTS	-	R-C	USO DOTACIONAL
D	79	402-000-005-54-000	98220.45	25.0000	SRC	RT-I	-	-	RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR USO DOTACIONAL
BB	73	402-020-327-70-000	22217.2462	5.6527	SREP-E	DTS	D-G	R-C	RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR USO RECREATIVO / USO COMERCIAL / SERVICIOS USO CULTURAL
**	81	403-000-002-16-000	25626.14	6.5200	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)	-	R-C	USO DOTACIONAL

PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS									
CABIDA									
#	PARCEL ID	# CATASTRO	METROS CUADRADOS	CUERDAS	CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN ACTUAL	CALIFICACIÓN PROPUESTA	PARAMETROS DE DISEÑO	USOS PROPUESTOS
	82	403-082-482-01-000	2,212.61	0.0563	SREP-E	DS (EQUIVALENTE A ARD)	-		USO RECREATIVO
	83	380-082-482-04-000	15,977.83	4.0650	SREP-E	DS (EQUIVALENTE A ARD)	-		USO RECREATIVO

PROPIEDADES PENDIENTES POR ADQUIRIR Y/O EN NEGOCIACION									
#	PARCEL ID	# CATASTRO	CABIDA		ACTUAL		CALIFICACIÓN PROPUESTA	PARAMETROS DE DISEÑO	USOS PROPUESTOS
			SQUARE METERS	CUERDAS	CLASIFICACION	CALIFICACIÓN ACTUAL			
7	10	379-000-009-04-000	19,652.00	5.0000	SREP-E	R-G	D-G	R-C	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
					SREP-E	PR	-		PRESERVACION DE RECURSOS
75	16	402-000-004-66-000	19,651.98	5.0000	SREP-E	R-G	D-G	R-C	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
					SREP-E	PR	-		PRESERVACION DE RECURSOS
71	21	402-007-327-14-000	19651.978	5.0000	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	HOTEL
41	28	402-008-327-11-000	20885.9676	5.314	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
30	29	402-000-004-68-000	19,651.95	#REF!	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
62	38	379-099-327-74-000	19840.2	5.05	SREP-E	DTS	D-G	RT-A	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR USO RECREATIVO
61	39	379-099-327-73-000	19860.33	5.05	SREP-E	DTS	D-G	RT-I, RT-A	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
53	43	402-009-327-31-000	39614.4	10.08	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
179	44	402-008-327-39-000	20,555.94	5.2300	SRC	DTS	-	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR HOTEL
180	45	402-008-327-32-000	21529.7153	5.477	SREP-E	DTS	D-G	RT-I	RESIDENCIAL UNIFAMILIAR
	77B	403-014-246-27-000	3212.7852	0.65707	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)		R-C	USO DOTACIONAL
	77B	403-024-246-26-000	3212.7899	0.65707	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)		R-C	USO DOTACIONAL
	77B	403-024-246-25-000	808.066	0.205592	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)		R-C	USO DOTACIONAL
	77B	403-024-246-24-000	2582.564	0.65707	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)		R-C	USO DOTACIONAL
47	80	402-019-327-51-000	19653.5	5.0000	SRC	DTS	-	R-C	USO DOTACIONAL
**	**	402-000-005-52-000	13913.58	3.5399	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)		R-C	USO DOTACIONAL

ANEJOS DECLARACIÓN IMPACTO AMBIENTAL
ESENCIA, BOQUERÓN, CABO ROJO

Anejo 16
NOVIEMBRE 2025



INFORME FOTOS

PROYECTO: ESENCIA CABO ROJO, PR

**SEMANAS: 20-24 DE MAYO DE 2024
27-31 DE MAYO DE 2024**

Supervisor: Arturo Arroyo

EMPLEADOS: MARIO RODRÍGUEZ, REYNALDO VEGA & JOSHUA PADILLA

FOTOS:



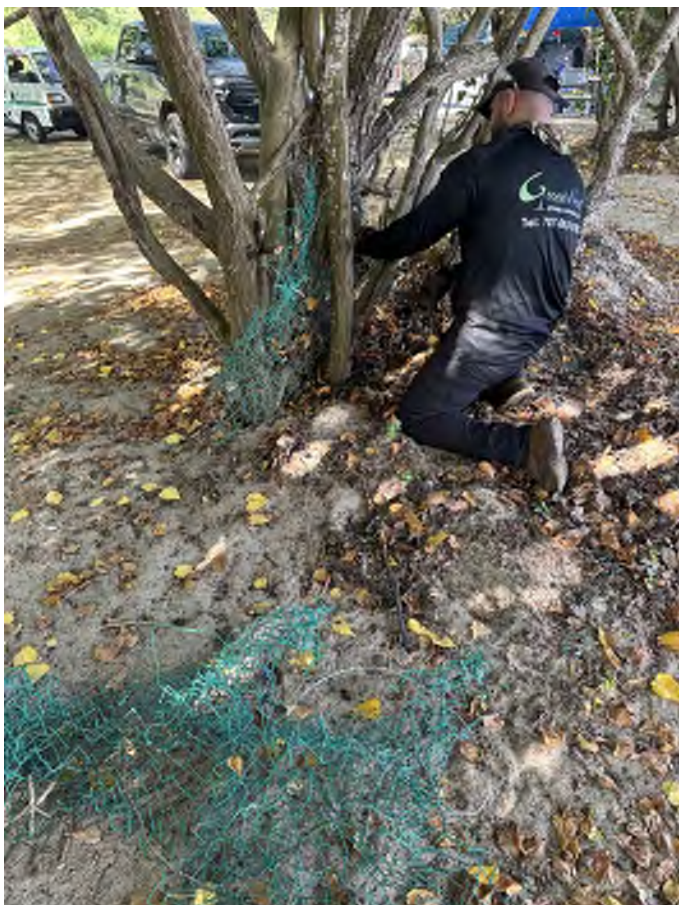




































INFORME CIERRE MES #1

PROYECTO: ESENCIA CABO ROJO, PR

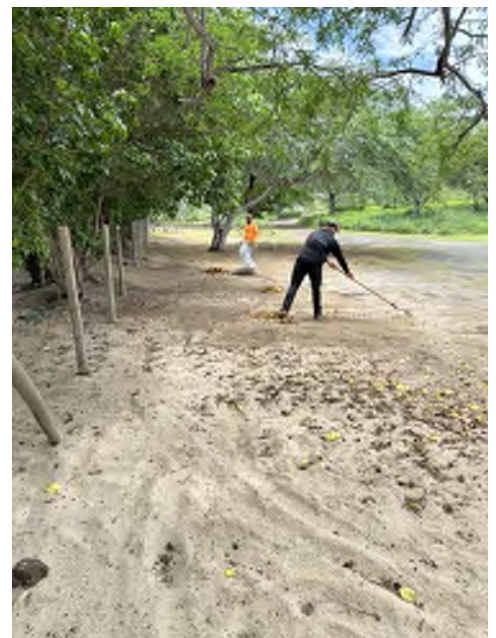
PERÍODO: 20 MAYO -20 JUNIO DE 2024

Supervisor: Arturo Arroyo

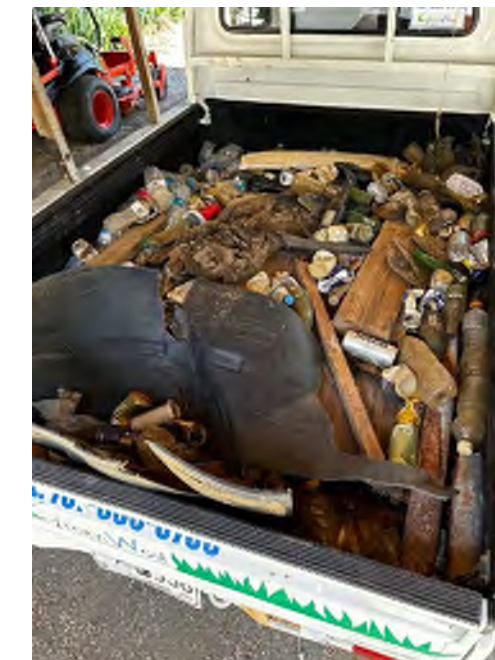
EMPLEADOS: MARIO RODRÍGUEZ, REYNALDO VEGA & JOSHUA PADILLA

TAREAS REALIZADAS:

1. LIMPIEZA DE PLAYAS



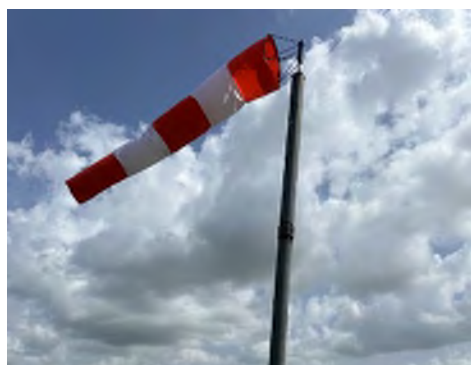




2. Recolección de gomas. (46 gomas en total)



3. Instalación de bandera



4. Remocion de materiales en la costa, alrededor de 1,600 pies lineales. Emajuaquilla Costera, Mangles blancos y negros, entre otros.







5. Recogido de cinco neveras



6. Recogido de dos matress



7. Mantenimiento de caminos en área oeste de la playa







**8. Recolección de basura llevada al vertedero de Cabo Rojo- alrededor de 26 viajes.
400lb por viaje 10,400 lb aprox de escombros y basura recolectada**









9. Se encontraron 25 fogatas en el primer mes de trabajo.





**GRACIAS POR LA
OPORTUNIDAD
DE SERVIRLES**

SOMOS GREEN WEST GC



INFORME CIERRE CICLO #2

PROYECTO: ESENCIA CABO ROJO, PR

PERÍODO: 21 JUNIO - 20 JULIO DE 2024

Supervisor: Arturo Arroyo

EMPLEADOS: MARIO RODRÍGUEZ, REYNALDO VEGA & JOSHUA PADILLA

TAREAS REALIZADAS:

1. LIMPIEZA DE PLAYAS

***BASURA**





***RASTRILLAR ARENA DE ORILLAS (RECOGIDO DE HOJAS)**



*** REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN DE PANELES UTILIZADOS PARA ELABORACIÓN DE BAÑOS Y/O SUPERFICIES (PICADORES) PARA COCINAR SUJETADOS A MANGLES Y ARBUSTOS EN ÁREA DE PLAYA.**











RESTOS DE FOGATAS ENCONTRADAS



NEVERA ENCONTRADA EN PREDIOS



VEHICULOS ESTANCADOS



VEHÍCULOS VIEJOS Y ABANDONADOS ENCONTRADOS



MÁS BASURA EN ALREDEDORES





MANTENIMIENTO CAMINOS





VIAJES A VERTEDERO: 11 VIAJES

LBS. APROX. DE DISPOSICIÓN DE BASURA: 4,950LBS

GOMAS ENCONTRADAS Y RECOGIDAS: 28 GOMAS

**GRACIAS POR LA
OPORTUNIDAD
DE SERVIRLES**

SOMOS GREEN WEST GC



INFORME CIERRE CICLO #3

PROYECTO: ESENCIA CABO ROJO, PR

PERÍODO: 22 JULIO- 16 AGOSTO DE 2024

Supervisor: Arturo Arroyo

EMPLEADOS: MARIO RODRÍGUEZ, REYNALDO VEGA & JOSHUA PADILLA

TAREAS REALIZADAS:

1. LIMPIEZA DE PLAYAS

***BASURA**

***RASTRILLAR ARENA DE ORILLAS (RECOGIDO DE HOJAS)**











2. REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN DE INODOROS PORTÁTILES, BASURA CONSIDERADA ESCOMBRO (TABLAS, PALETAS, ETC.)





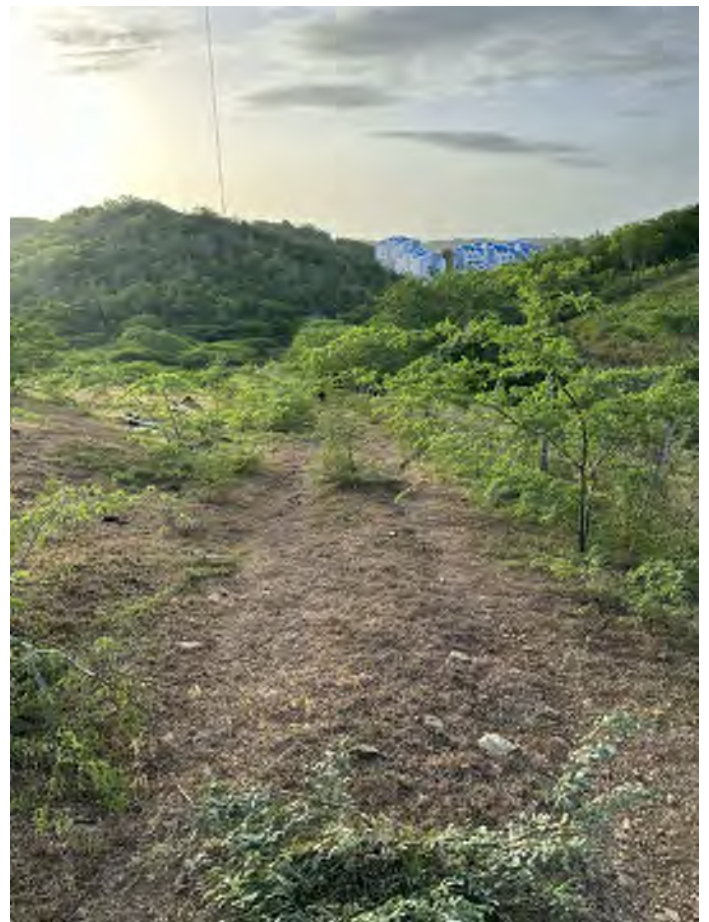
3. ALGUNAS GOMAS ENCONTRADAS Y RECOGIDAS



4. MANTENIMIENTO DE CAMINOS







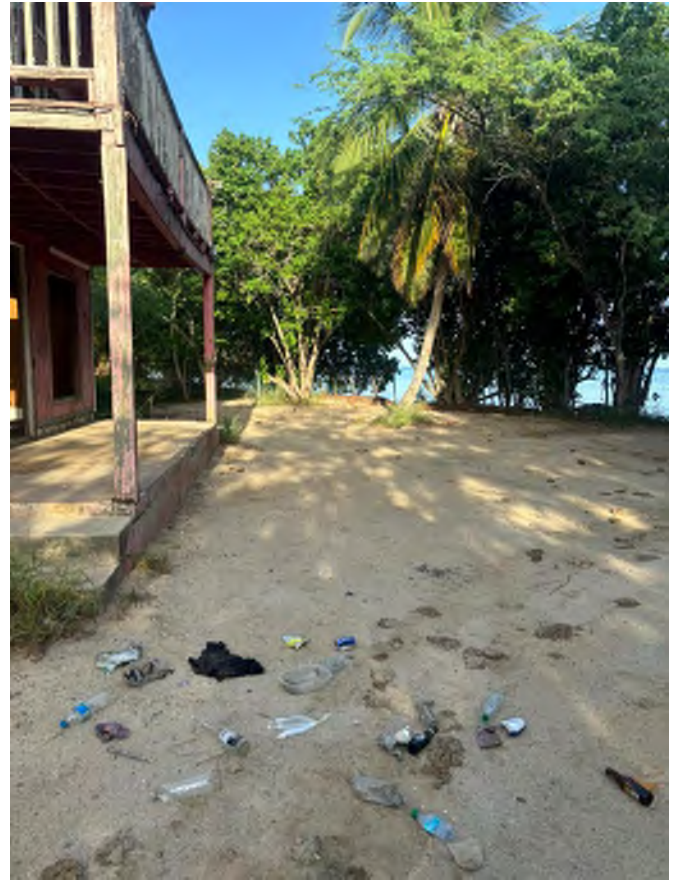






4. GENERALES







6. LIMPIEZA ESPECIAL DE CAMINO DE CASA BLANCA HASTA TECHOS AZULES.

(***ESTAS FOTOS ESTÁN ADJUNTAS ARRIBA EN LA
CLÁUSULA #4: LIMPIEZA DE CAMINOS)**

VIAJES A VERTEDERO: 9 VIAJES

LBS. APROX. DE DISPOSICIÓN DE BASURA: 3,600LBS

GOMAS ENCONTRADAS Y RECOGIDAS: 14 GOMAS

**GRACIAS POR
LA
OPORTUNIDAD
DE SERVIRLES**

SOMOS GREEN WEST GC



INFORME CIERRE CICLO #4

PROYECTO: ESENCIA CABO ROJO, PR

**PERÍODO: 20 AGOSTO- 20 SEPTIEMBRE
DE 2024**

Supervisor: Arturo Arroyo y/o Alfredo Arroyo

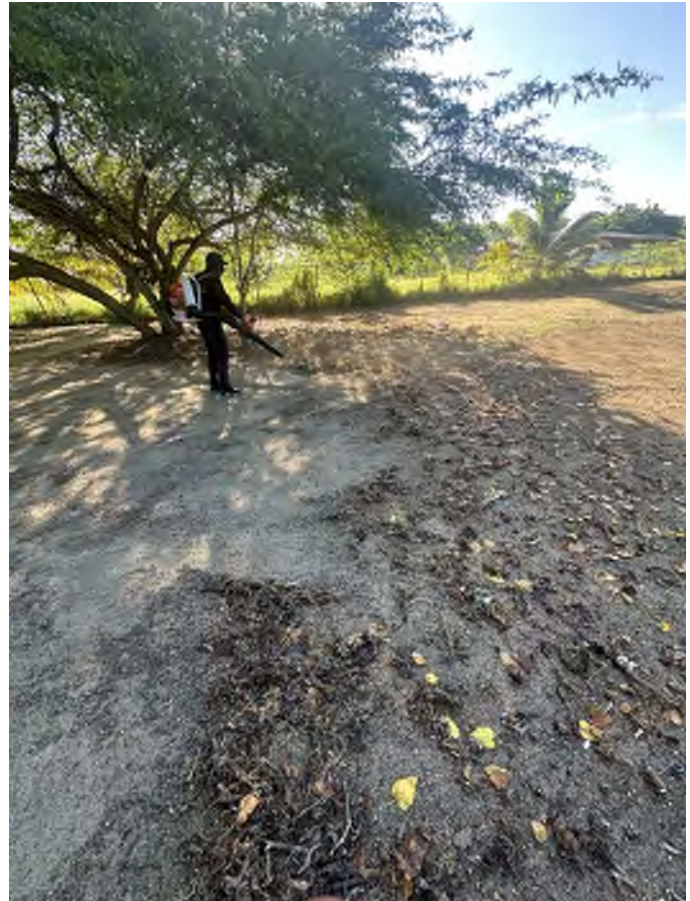
EMPLEADOS: MARIO RODRÍGUEZ, REYNALDO VEGA & JOSHUA PADILLA

TAREAS REALIZADAS:

1. LIMPIEZA DE PLAYAS

***BASURA**

***RASTRILLAR ARENA DE ORILLAS (RECOGIDO DE HOJAS)**













2. MANTENIMIENTO DE CAMINOS

























INFORME CIERRE CICLO #5

PROYECTO: ESENCIA CABO ROJO, PR

**PERÍODO: 21 SEPTIEMBRE - 20 OCTUBRE
DE 2024**

Supervisor: Arturo Arroyo y/o Alfredo Arroyo

EMPLEADOS: MARIO RODRÍGUEZ, REYNALDO VEGA & JOSHUA PADILLA

TAREAS REALIZADAS:

1. LIMPIEZA DE PLAYAS

***BASURA**

***RASTRILLAR ARENA DE ORILLAS (RECOGIDO DE HOJAS)**



2. Mantenimiento de caminos









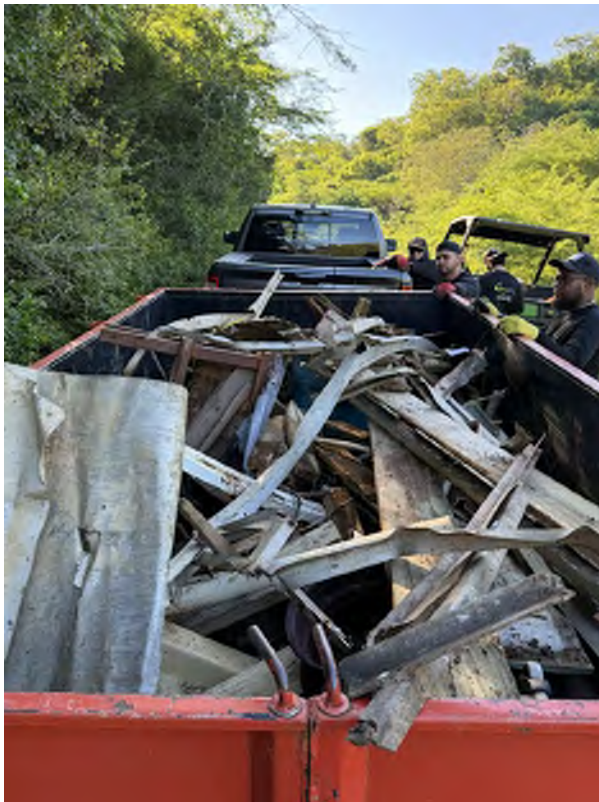
3. Se atendió situación imprevista de incendio en predios del proyecto.



Se documentó vía fotos y videos, se gestionó comunicación con la policía de PR y se realizó querrela con DRNA.

4. Basura, recogido de escombros y disposición de material





VIAJES A VERTEDERO: 6 VIAJES
LBS. APROX. DE DISPOSICIÓN DE BASURA: 3,500 lbs
aprox

**GRACIAS POR
LA
OPORTUNIDAD
DE SERVIRLES**

SOMOS GREEN WEST GC

ANEJOS DECLARACIÓN IMPACTO AMBIENTAL
ESENCIA, BOQUERÓN, CABO ROJO

Anejo 17
NOVIEMBRE 2025

PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS								
PARCEL ID	# CATASTRO	CABIDA		COORDENADAS		ZONA DE INUNDABILIDAD	CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN ACTUAL
		METROS CUADRADOS	CUERDAS	COORDENADAS LAMBERT	NAD83			
1	403-000-002-02-901	3,042,649.58	774.1342	Lat: 17.99743354, Lon: -67.19165510	x: 119688.6748, y: 218328.6761	VE/AE/A	SRC	DTS
							SREP-E	DTS
							SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)
							SREP-E	DS (EQUIVALENTE A ARD)
							SREP-E	PR
							SREP-E	CR
2	379-089-327-75-000	19653.500	5.00	Lat: 18.00143842, Lon: -67.19461846	x: 119376.6813, y: 218773.2374	VE/AE/A	SREP-E	DTS
							SREP-E	
3	379-089-327-76-000	19654.560	5.00	Lat: 18.00129685, Lon: -67.19522847	x: 119312.0137, y: 218757.8370	VE/AE/A	SREP-E	DTS
							SREP-E	PR
4	379-089-327-77-000	19656.250	5.00	Lat: 18.00114700, Lon: -67.19582078	x: 119249.2168, y: 218741.5125	VE/AE/A	SREP-E	DTS
							SREP-E	PR
5	379-089-327-78-000	19656.250	5.00	Lat: 18.00102875, Lon: -67.19642370	x: 119185.3105, y: 218728.6911	VE/AE/A	SREP-E	DTS
							SREP-E	PR

PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS								
		CABIDA		COORDENADAS				
6	379-000-010-05-000	19656.250	5.00	Lat: 18.00090126, Lon: -67.19741916	x: 119079.8291, y: 218715.0198	VE/AE/A	SREP-E	DTS
							SREP-E	R-G
							SREP-E	PR
7	379-000-010-04-000	19656.250	5.00	Lat: 18.00089464, Lon: -67.19862354	x: 118952.2776, y: 218714.8200	VE/AE/A	SREP-E	R-G
							SREP-E	PR
8	379-000-010-03-000	19656.250	5.00	Lat: 18.00068522, Lon: -67.19951128	x: 118858.1662, y: 218692.0348	VE/AE/A	SREP-E	R-G
							SREP-E	PR
9	379-000-009-05-000	19656.250	5.00	Lat: 18.00021912, Lon: -67.20061663	x: 118740.8886, y: 218640.9370	VE/AE/A	SREP-E	R-G
							SREP-E	PR
11	379-000-009-03-000	20072.172	5.11	Lat: 17.99804953, Lon: -67.20223772	x: 118568.3490, y: 218401.8318	VE/AE	SREP-E	DTS
							SREP-E	R-G
							SREP-E	PR
12	379-000-009-02-001	19651.978	5.00	Lat: 17.99888395, Lon: -67.20310188	x: 118568.3490, y: 218401.8318	VE/AE	SREP-E	DTS
							SREP-E	R-G
							SREP-E	PR

PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS								
		CABIDA		COORDENADAS				
13	379-000-009-02-000	19651.978	5.00	Lat: 17.999073, Lon: -67.204503	x: 118477.2185, y: 218494.5697	VE/AE	SREP-E	DTS
							SREP-E	R-G
							SREP-E	PR
14	379-000-009-01-000	19651.978	5.00	Lat: 17.99882095, Lon: -67.20393835	x: 118388.6025, y: 218487.9695	VE/AE	SREP-E	R-G
							SREP-E	PR
15	402-000-004-67-000	19651.978	5.00	Lat: 17.99861968, Lon: -67.20477501	x: 118299.7532, y: 218465.7618	VE/AE	SREP-E	R-G
							SREP-E	PR
17A	402-007-327-03-000	3753.9717	0.9551	Lat: 17.99807794, Lon: -67.20626622	x: 118141.5736, y: 218406.4678	VE/AE	SREP-E	R-G
						VE/AE	SREP-E	PR
17B	402-007-327-02-000	4509.3138	1.1473	Lat: 17.99796891, Lon: -67.20653676	x: 118112.8707, y: 218394.5216	VE/AE	SREP-E	R-G
							SREP-E	PR
17C	402-007-327-05-000	3905.4349	0.9936	Lat: 17.99710964, Lon: -67.20640198	x: 118126.7433, y: 218299.3580	1% ACF	SREP-E	R-G
17D	402-007-327-04-000	3959.5333	1.0074	Lat: 17.99727382, Lon: -67.20599778	x: 118169.6273, y: 218317.3487	1% ACF	SREP-E	R-G
18	402-007-327-01-000	3840.336	0.98	Lat: 17.99782854, Lon: -67.20680313	x: 118084.5957, y: 218379.1047	VE/AE	SREP-E	R-G
							SREP-E	PR
19	402-000-004-64-000	19651.978	5.0000	Lat: 17.99721353, Lon: -67.20731818	x: 118029.7610, y: 218311.2655	VE/AE	SREP-E	R-G
							SREP-E	PR

PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS								
		CABIDA		COORDENADAS				
20	402-007-327-90-000	19651.978	5.0000	Lat: 17.99638496, Lon: -67.209798977	x: 117796.2478, y: 218219.8611	VE/AE	SREP-E	DTS
							SREP-E	R-G
							SREP-E	PR
22	402-007-327-15-000	19651.978	5.0000	Lat: 17.99520022, Lon: -67.20951352	x: 117796.3169, y: 218089.4177	VE	SREP-E	DTS
23	402-017-327-16-000	19651.978	5.0000	Lat: 17.99387986, Lon: -67.21033837	x: 117708.3392, y: 217943.6512	VE	SREP-E	DTS
24	402-017-327-17-000	19651.978	5.0000	Lat: 17.99294528, Lon: -67.21090108	x: 117648.3047, y: 217840.4649	VE	SREP-E	DTS
25A	402-017-327-06-000	20714.9315	5.2704	Lat: 17.99377528, Lon: -67.20907296	x: 117842.3072, y: 217931.5082	X	SREP-E	DTS
25B	402-017-327-07-000	19691.9973	5.2704	Lat: 17.99280389, Lon: -67.20867881	x: 117883.5955, y: 217823.8185	X	SREP-E	DTS
26	402-007-327-13-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99488068, Lon: -67.20754409	x: 118004.7442, y: 218053.1680	X	SREP-E	DTS
27	402-007-327-12-000	20,470.74	5.2080	Lat: 17.99545079, Lon: -67.20653969	x: 118111.3839, y: 218115.8181	X	SREP-E	DTS
30	402-008-327-25-000	19653.50	5.0000	Lat: 17.99662880, Lon: -67.20383430	x: 118398.6013, y: 218245.2970	X	SREP-E	DTS
31	402-008-327-27-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99739764, Lon: -67.20134532	x: 118662.5565, y: 218329.2849	X	SREP-E	DTS
32	402-008-327-28-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99773582, Lon: -67.20043922	x: 118758.6747, y: 218366.3119	X	SREP-E	DTS
33	402-009-327-29-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99787271, Lon: -67.19955909	x: 118851.9482, y: 218381.0729	X	SREP-E	DTS
34	379-099-327-79-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99916041, Lon: -67.19878694	x: 118934.1706, y: 218522.9485	X	SREP-E	DTS
35	402-009-327-30-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99768492, Lon: -67.19844581	x: 118969.7647, y: 218359.7947	X	SREP-E	DTS
36	379-099-327-80-000	20381.49	5.19	Lat: 17.99902280, Lon: -67.19742660	x: 119078.1735, y: 218507.1159	X	SREP-E	DTS
37	379-099-327-81-000	19653.5	5.0000	Lat: 17.99895240, Lon: -67.19615266	x: 119213.0574, y: 218498.7615	X	SREP-E	DTS
40	402-009-327-82-000	19653.5	5.0000	Lat: 17.99771481, Lon: -67.19554463	x: 119276.8810, y: 218361.5173	X	SREP-E	DTS
41	402-009-327-84-000	21334.9	5.4282	Lat: 17.99744519, Lon: -67.19648005	x: 119177.6905, y: 218332.0889	X	SREP-E	DTS
42	402-009-327-85-000	21718.63	5.5258	Lat: 17.99714526, Lon: -67.19738323	x: 119082.0484, y: 218299.5963	X	SREP-E	DTS
46	402-008-327-33-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99549516, Lon: -67.20205052	x: 118586.9873, y: 218119.0317	X	SREP-E	DTS
47	402-008-327-34-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99477862, Lon: -67.20255393	x: 118533.1917, y: 218039.6447	X	SREP-E	DTS

PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS								
		CABIDA		COORDENADAS				
48	402-018-327-35-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99463437, Lon: -67.20335591	x: 118448.1886, y: 218024.0365	X	SREP-E	DTS
49	402-018-327-36-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99432614, Lon: -67.20428479	x: 118349.6698, y: 217990.3357	X	SREP-E	DTS
50	402-018-327-10-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99399504, Lon: -67.20528404	x: 118243.6866, y: 217954.1349	X	SREP-E	DTS
51	402-017-327-09-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99379866, Lon: -67.20623360	x: 118143.0297, y: 217932.8247	X	SREP-E	DTS
52	402-017-327-08-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99364480, Lon: -67.20743864	x: 118015.3337, y: 217916.3338	X	SREP-E	DTS
53	402-017-327-23-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99248909, Lon: -67.20667382	x: 118095.7948, y: 217788.0783	X	SREP-E	DTS
54A	402-000-004-69-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99166219, Lon: -67.20712899	x: 118047.3493, y: 217697.0657	X	SRC	DTS
							SREP-E	DTS
54B	402-027-327-22-000	19651.978125	5.0000	Lat: 17.99153655, Lon: -67.20863460	x: 117887.6838, y: 217683.5304	X	SRC	DTS
54C	402-027-327-21-000	19691.25	5.0000	Lat: 17.99154158, Lon: -67.20984636	x: 117759.3502, y: 217684.6307	X	SRC	DTS
54D	402-027-327-20-000	19651.95	5.0000	Lat: 17.99137073, Lon: -67.21093952	x: 117643.4936, y: 217666.2126	X	SRC	DTS
54E	402-027-168-03-000	792.83	0.2000	Lat: 17.99038724, Lon: -67.211157110	x: 117619.9880, y: 217557.4581	X	SRC	DTS
55	402-018-327-24-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99218834, Lon: -67.20481520	x: 118292.6473, y: 217754.2661	X	SRC	DTS
56	402-018-327-44-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99256749, Lon: -67.20356706	x: 118424.8637, y: 217795.3688	X	SRC	DTS
57	402-018-327-43-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99292322, Lon: -67.20258433	x: 118529.1093, y: 217834.3040	X	SRC	DTS
58	402-028-327-49-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99175125, Lon: -67.20182135	x: 118609.3712, y: 217704.2512	X	SRC	DTS
59	402-018-327-42-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99331564, Lon: -67.20139878	x: 118654.8513, y: 217877.2095	X	SRC	DTS
60	402-018-327-41-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99324122, Lon: -67.20050133	x: 118749.8644, y: 217868.5738	X	SRC	DTS
61	402-018-327-40-000	20,835.77	5.3012	Lat: 17.99405363, Lon: -67.19989087	x: 118814.8928, y: 217958.2204	X	SRC	DTS
62	402-019-327-38-000	20157.842	5.1287	Lat: 17.99427348, Lon: -67.19863087	x: 118948.4390, y: 217981.9950	X	SRC	DTS
63	402-019-327-37-000	20427.676	5.1979	Lat: 17.99483658, Lon: -67.19769495	x: 119047.8203, y: 218043.9048	X	SRC	DTS
64	402-009-327-86-000	19653.5	5.0000	Lat: 17.99493719, Lon: -67.19655814	x: 119168.2630, y: 218054.5383	X	SREP-E	DTS

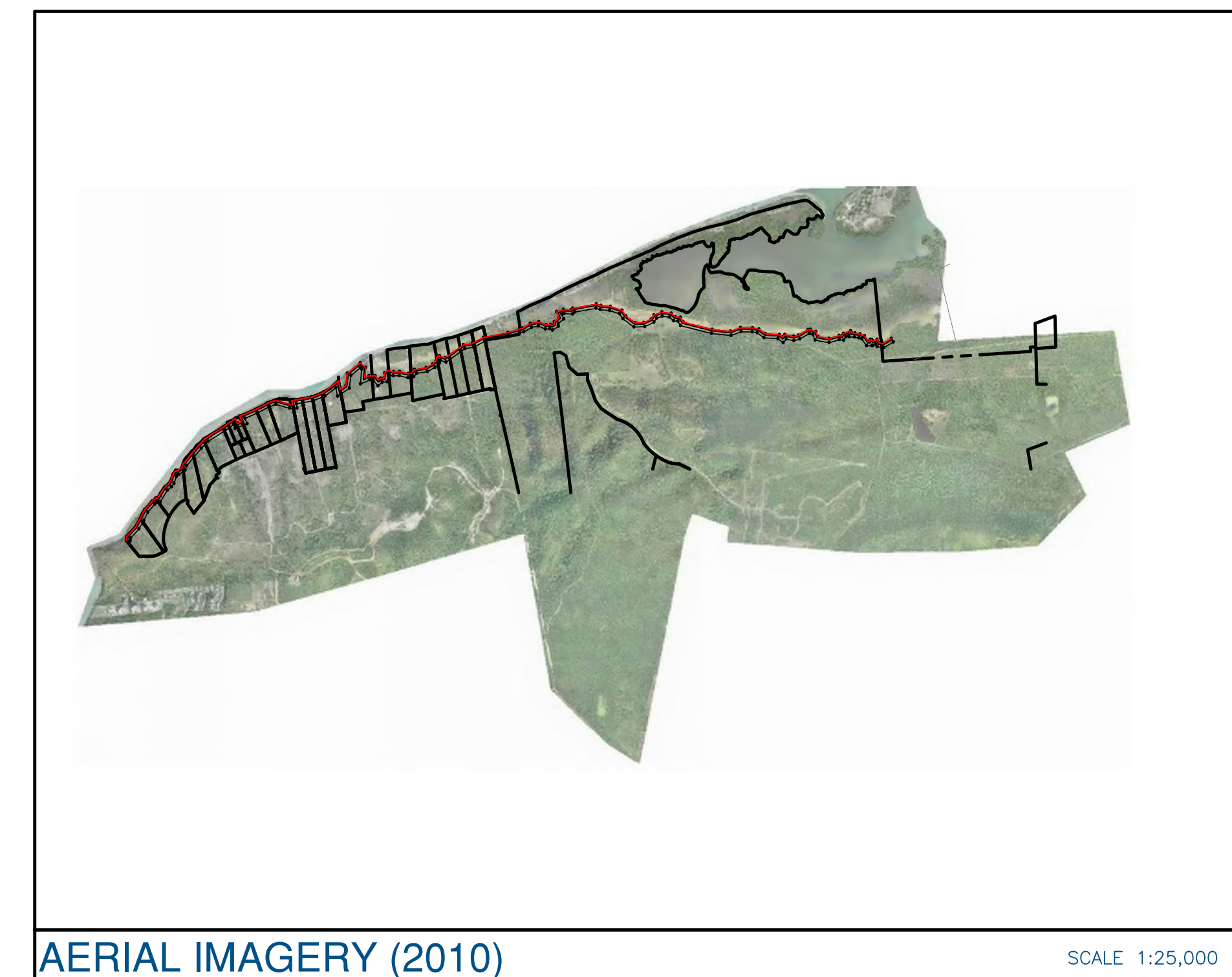
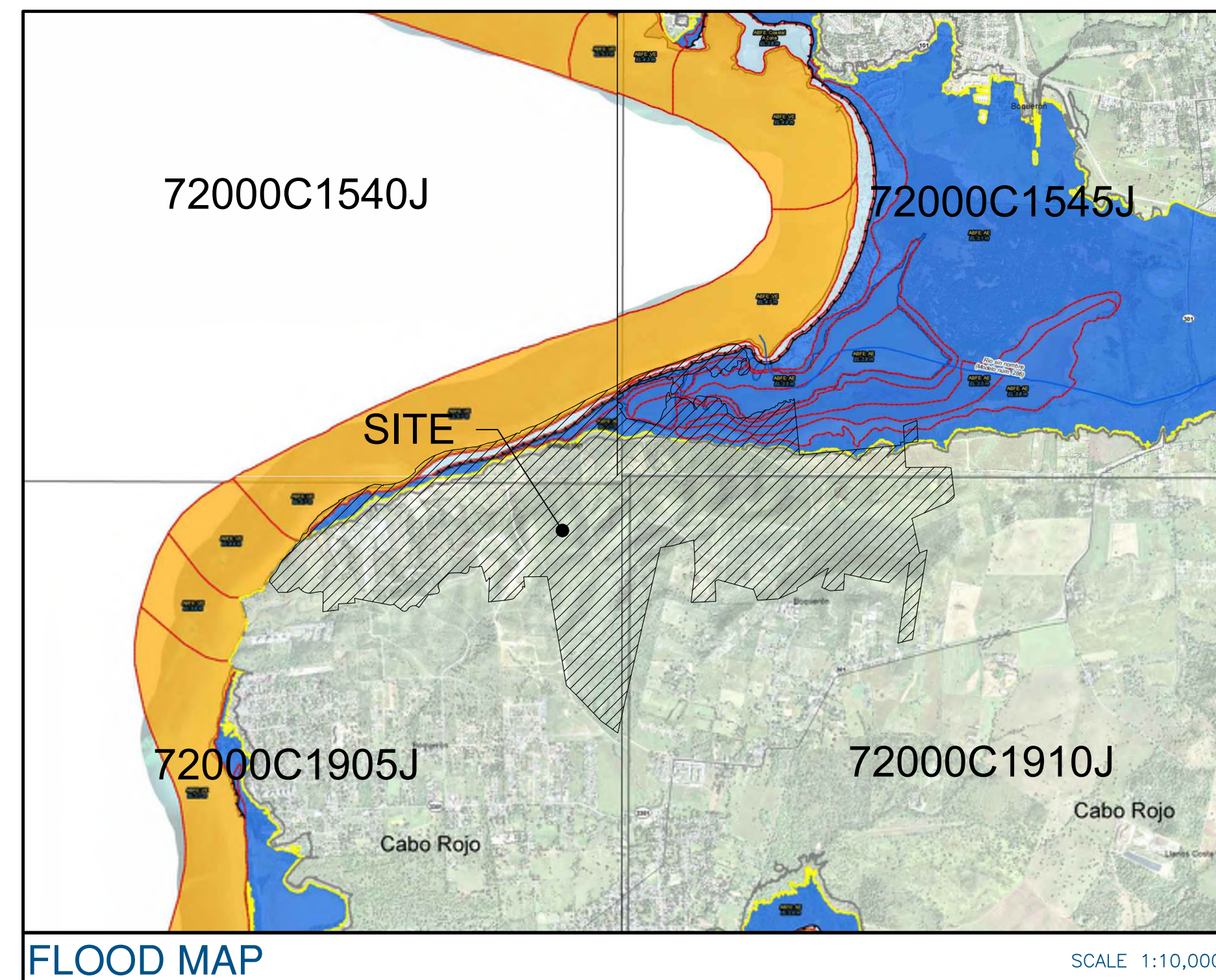
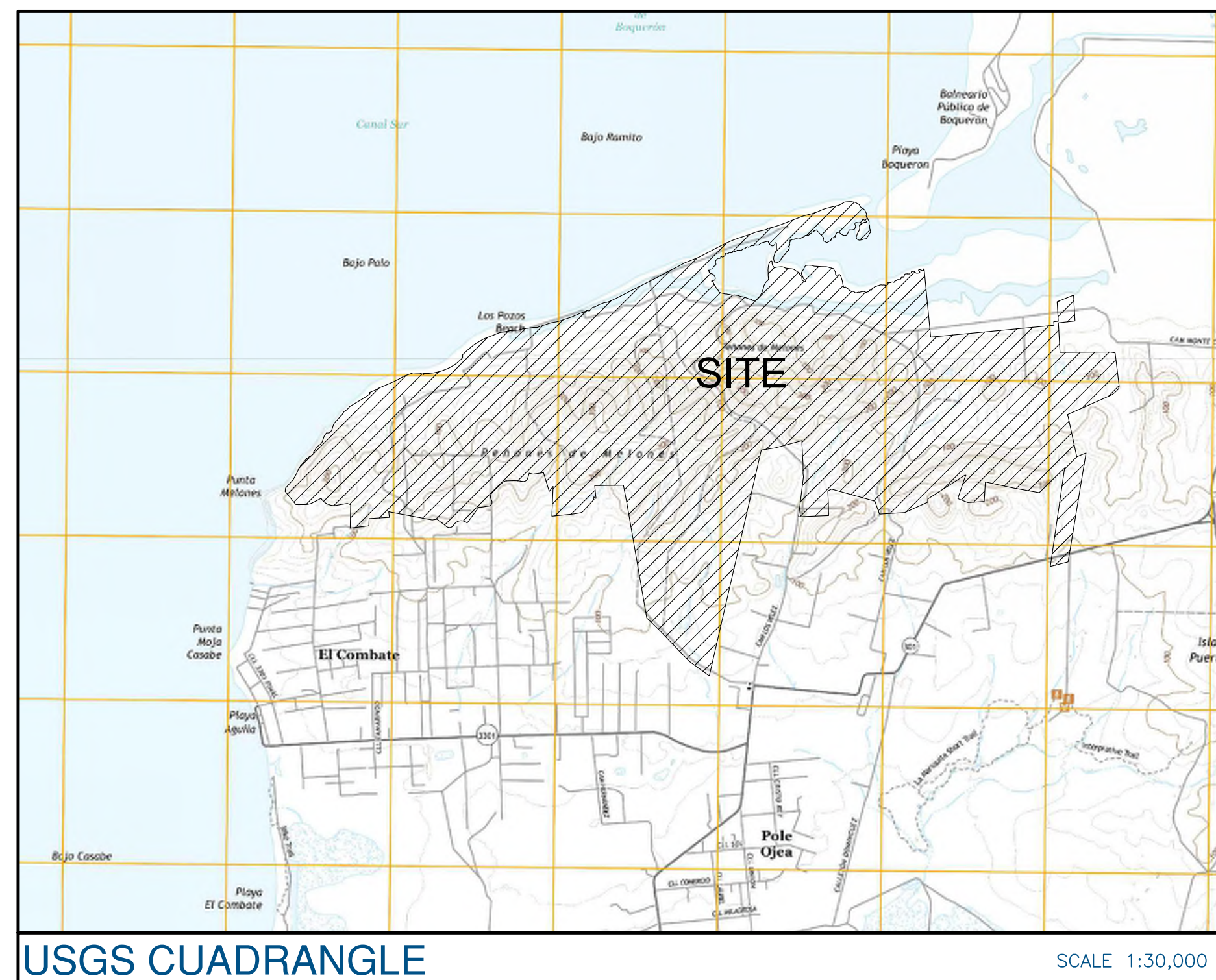
PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS								
		CABIDA		COORDENADAS				
65	402-009-327-87-000	19653.5	5.0000	Lat: 17.99583991, Lon: -67.19616068	x: 119210.7736, y: 218154.2759	X	SREP-E	DTS
66	402-009-327-83-000	21906.17	5.5735	Lat: 17.99608692, Lon: -67.19489753	x: 119344.6636, y: 218181.0582	X	SREP-E	DTS
67	402-009-327-72-000	19706.92	5.014	Lat: 17.99698396, Lon: -67.19399563	x: 119440.5924, y: 218279.9445	X	SREP-E	DTS
68	402-009-327-71-000	19651.9781	5.0000	Lat: 17.99571215, Lon: -67.19348093	x: 119494.5187, y: 218138.9554	X	SREP-E	DTS
69	402-019-327-88-000	19653.5	5.0000	Lat: 17.99470737, Lon: -67.19518703	x: 119313.3680, y: 218028.4977	X	SREP-E	DTS
70	402-019-327-89-000	19653.5	5.0000	Lat: 17.99329896, Lon: -67.19599492	x: 119227.1568, y: 217872.9706	X	SREP-E	DTS
71	402-019-327-68-000	19653.5	5.0000	Lat: 17.99254581, Lon: -67.19485380	x: 119347.6640, y: 217789.1096	X	SREP-E	DTS
72	402-019-327-69-000	20593.4	5.2395	Lat: 17.99411254, Lon: -67.19413338	x: 119424.6835, y: 217962.1979	X	SREP-E	DTS
75	402-000-005-29-000	492,773.89	125.3751	Lat: 17.98977815, Lon: -67.18718309	x: 120158.7994, y: 217479.4250	X	SURNP	UR
74	402-000-005-28-000	464,921.25	118.2887	Lat: 17.99400574, Lon: -67.18904396	x: 119963.6440, y: 217948.1451	X	SREP-E	DTS
							SRC	DTS
7-B	403-000-002-15-000	23,582.37	6.0000	Lat: 17.99198924, Lon: -67.16696704	x: 122300.8707, y: 217715.4513	X	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)
77A	403-014-246-28-000	4,441.34	1.13	Lat: 17.99189938, Lon: -67.16628831	x: 122372.7151, y: 217705.2183	X	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)
78	402-029-327-57-000	19,659.25	5.0019	Lat: 17.99083209, Lon: -67.19608763	x: 119216.2006, y: 217599.9803	X	SRC	DTS
79	402-000-005-54-000	98220.45	25.0000	Lat: 17.98722323, Lon: -67.19363812	x: 119473.9700, y: 217199.4740	X	SRC	RT-I
73	402-020-327-70-000	22217.2462	5.6527	Lat: 17.99198647, Lon: -67.19699784	x: 119120.3335, y: 217728.1476	X	SREP-E	DTS
81	403-000-002-16-000	25626.14	6.5200	Lat: 17.99245574, Lon: -67.16735907	x: 122259.5588, y: 217767.2502	X	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)

PROPIEDADES EXISTENTES CON USOS PROPUESTOS								
		CABIDA		COORDENADAS				
82	403-082-482-01-000	2,212.61	0.0563	Lat: 18.00123883, Lon: -67.17667882	x: 121276.4599, y: 218743.3414	X	SREP-E	DS (EQUIVALENTE A ARD)
83	380-082-482-04-000	15,977.83	4.0650	Lat: 18.00217708, Lon: -67.17671181	x: 121273.3886, y: 218847.2010	X/AE	SREP-E	DS (EQUIVALENTE A ARD)

PROPIEDADES PENDIENTES POR ADQUIRIR Y/O EN NEGOCIACION								
PARCEL ID	# CATASTRO	CABIDA		COORDENADAS		ZONA DE INUNDABILIDAD	ACTUAL	
		SQUARE METERS	CUERDAS	COORDENADAS LAMBERT	NAD83		CLASIFICACION	CALIFICACIÓN ACTUAL
10	379-000-009-04-000	19,652.00	5.0000	Lat: 17.99921227, Lon: -67.20175673	x: 118619.8282, y: 218530.3099	VE/AE	SREP-E	R-G
							SREP-E	PR
16	402-000-004-66-000	19,651.98	5.0000	Lat: 17.99808128, Lon: -67.20555272	x: 118217.1391, y: 218406.5192	VE/AE	SREP-E	R-G
							SREP-E	PR
21	402-007-327-14-000	19651.978	5.0000	Lat: 17.99563125, Lon: -67.20858516	x: 117894.8390, y: 218136.7070	VE	SREP-E	DTS
28	402-008-327-11-000	20885.9676	5.314	Lat: 17.99576891, Lon: -67.20565987	x: 118204.7120, y: 218150.6344	X	SREP-E	DTS
29	402-000-004-68-000	19,651.95	5.0005	Lat: 17.99625303, Lon: -67.20469355	x: 118307.2767, y: 218203.7853	X	SREP-E	DTS
38	379-099-327-74-000	19840.2	5.05	Lat: 17.99929836, Lon: -67.19450370	x: 119387.8501, y: 218536.3256	X	SREP-E	DTS
39	379-099-327-73-000	19860.33	5.05	Lat: 17.99814069, Lon: -67.19426250	x: 119412.8619, y: 218408.0891	X	SREP-E	DTS
43	402-009-327-31-000	39614.4	10.08	Lat: 17.99612389, Lon: -67.19872666	x: 118939.2990, y: 218187.1450	X	SREP-E	DTS
44	402-008-327-39-000	20,555.94	5.2300	Lat: 17.99534984, Lon: -67.19984573	x: 118820.2739, y: 218101.6643	X	SRC	DTS
45	402-008-327-32-000	21529.7153	5.477	Lat: 17.99553751, Lon: -67.20112057	x: 118685.4953, y: 218123.3057	X	SREP-E	DTS
77B	403-014-246-27-000	3212.7852	0.65707	Lat: 17.99398170, Lon: -67.19314572	x: 119529.2242, y: 217947.2823	X	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)
77B	403-024-246-26-000	3212.7899	0.65707	Lat: 17.98697723, Lon: -67.19255239	x: 119588.998, y: 217172.074	X	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)
77B	403-024-246-25-000	808.066	0.205592	Lat: 17.986865, Lon: -67.19267	x: 119588.997, y: 217172.074	X	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)
77B	403-024-246-24-000	2582.564	0.65707	Lat.: 17.98982259, Lon: -67.16658517	x: 122340.3548, y: 217475.4856	X	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)
80	402-019-327-51-000	19653.5	5.0000	Lat: 17.99198647, Lon: -67.19699784	x: 119120.3335, y: 217728.1476	X	SRC	DTS
**	402-000-005-52-000	13913.58	3.5399	Lat: 17.98676371, Lon: -67.19258602	x: 119585.1887, y: 217148.1524	X	SRC	DS (EQUIVALENTE A ARD)

ANEJOS DECLARACIÓN IMPACTO AMBIENTAL
ESENCIA, BOQUERÓN, CABO ROJO

Anejo 18
NOVIEMBRE 2025



MARITIME ZONE DEMARCATION PLAN
FOR CABO ROJO LAND ACQUISITION, LLC.
LOCATED AT CARR. 301, KM 5.2, BO. BOQUERÓN
PROJECT ESENCIA
MUNICIPALITY OF CABO ROJO, PUERTO RICO

INDEX :

SHEET NO.	DESCRIPTION
VF-1	TITLE, LOCATION PLAN, NOTES, LEGEND & CONTROLS.
VF-2	GENERAL SITE PLAN
VF-3	TRACT REGISTRY
VF-4 - VF-9	MARITIME ZONE DEMARCATION PLAN
VF-10	INSCRIPTION DATA
VF-11	GEOMETRIC TABLES

LEGEND:

	CONTROL STATION		GUY POLE		CONCRETE GUTTER
	PROPERTY POINT		NOT IN USE POLE		SANITARY SEWER LINE
	SANITARY SEWER MANHOLE		CABLE TV POLE		STORM SEWER LINE
	STORM SEWER MANHOLE		METAL LIGHT POLE		ABOVEGROUND WATER LINE
	ELECTRIC UTILITY MANHOLE		TWO SIDE METAL LIGHT POLE		AERIAL TELEPHONE LINE
	TELEPHONE MANHOLE		METAL POWER POLE		AERIAL POWER LINE
	WATER MANHOLE		STREET LIGHT POLE		CHAIN LINK FENCE
	HEAD WALL		KM ID		BARBED WIRE FENCE
	CATCH BASINS		SANITARY CLEAN OUT		UNDERGROUND POWER LINE
	WATER METER		FIRE HYDRANT		UNDERGROUND TELECOMMUNICATION
	WATER VALVE		CURB INLET		GUARDRAIL
	CONCRETE LIGHT POLE		PUBLIC TELEPHONE BOOTH		SPOT ELEVATIONS
	CONCRETE POWER POLE		STREET LIGHT BOX		CONTOUR INTERVAL EVERY 1.0 METER
	CONCRETE POWER & TELEPHONE POLE		HANDICAP RAMP		CONTOUR INTERVAL EVERY 5.0 METER
	UTILITY POLE		SIGN		EXISTING STRUCTURES
	WOODEN POWER/TELEPHONE POLE		GUY WIRE		CONCRETE SLAB
	TELEPHONE POLE		EXISTING TREE		UNKNOWN UNDERGROUND PIPE LINE
	WOODEN POWER POLE		PALM TREE		ABOVEGROUND POWER LINE
	WOODEN LIGHT POLE		MONITORING WELL		
	ELECTRIC BOX		BOLLARDS		
	METAL CAP		VERTICAL PIPE		
	REBAR				

FLOOD INFORMATION

BASED ON MAPS PREPARED BY THE FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (FEMA) AVAILABLE ONLINE AT WWW.MSC.FEMA.GOV, AND BY GRAPHIC PLOTTING ONLY, THIS PROPERTY IS LOCATED WITHIN AN AREA HAVING DESIGNATIONS X, AE & VE ON THE FLOOD INSURANCE RATE MAPS 72000C190J, 72000C154QJ, 72000C154Sj & 72000C191QJ DATED MAY 12, 2018. NO FIELD SURVEYING WAS PERFORMED TO DETERMINE THIS ZONE AND AN ELEVATION CERTIFICATE MAY BE NEEDED TO VERIFY THE ACCURACY OF THE MAP AND/OR TO APPLY FOR A VARIANCE FROM THE FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY.

ABBREVIATIONS :

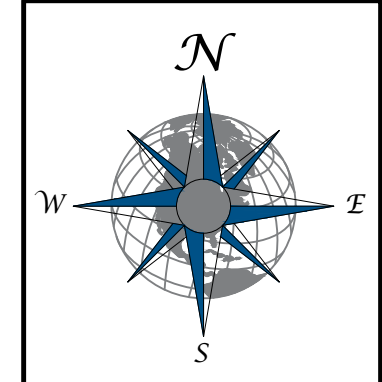
CB	CATCH BASIN
SMH	SANITARY SEWER MANHOLE
STMH	STORM SEWER MANHOLE
EMH	ELECTRIC MANHOLE
CONC.	CONCRETE
C.S.	CONCRETE SLAB
B.S.	BUS STOP
F.F.E.	FINISH FLOOR ELEVATION
P.R.H.T.A.	PUERTO RICO HIGHWAY AND TRANSPORTATION AUTHORITY
P.E.P.	PUBLIC BUILDING AUTHORITY
J.P.	"JUNTA DE PLANIFICACION DE PUERTO RICO"
N/A	NO ACCESS
PREPA	PUERTO RICO ELECTRIC POWER AUTHORITY
PRASA	PUERTO RICO AQUEDUCT AND SEWER AUTHORITY
T.W.E.	TOP OF WALL ELEVATION
I.E.	INVERT ELEVATION
T.E.	TOP ELEVATION
Ø	PIPE DIAMETER
HW	HEADWALL
C.I.	CURB INLET
UNK	UNKNOWN
S.F.M.	SANITARY FORCE MAIN
G.I.S.	GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS
S.U.S.	SUBSURFACE UTILITY SURVEYING
S.L.P.	STREET LIGHT POST
M.C.	METAL CAP
S.L.	STREET LIGHTING
CONT.	CONTINUATION

NOTES:

1. ALL DISTANCES ARE EXPRESSED IN METERS, UNLESS OTHERWISE NOTED.
2. FIELDWORK PERFORMED ON FEBRUARY 2023.
3. HORIZONTAL CONTROLS ARE REFERRED TO SPCS NAD 83 (2011) EPOCH 2010.00.
4. VERTICAL DATUM IS REFERRED TO PRVD02.
5. PLEASE REFER TO SURVEY JEB-3840.
6. THE INFORMATION DEPICTED ON THIS MAP REPRESENTS THE RESULT OF THE SURVEY MADE ON THE DATE INDICATED AND CAN ONLY BE CONSIDERED AS AN INDICATION OF THE GENERAL CONDITIONS EXISTING AT THAT TIME.
7. CONTRACTOR SHALL VERIFY ALL FIELD CONDITIONS AND MEASUREMENTS AND ADVISE ARCHITECT OR OWNER OF ANY DIFFERENCES.
8. PLANIMETRIC MAPPING ENHANCED WITH RECORD AERIAL MAPPING, SHOWN FOR REFERENCE PURPOSES ONLY. INFORMATION COLLECTED ON GROUND SHALL BE USED FOR ENGINEERING DESIGN.

HORIZONTAL AND VERTICAL CONTROL				
STA	COORDINATES		ELEVATION	DESCRIPTION
	NORTHING	EASTING		
1840-2	217,776.284	117,476.073	21.735	1/4" BRONZE DISK
1840-13	218,023.698	119,400.552	49.981	1/4" BRONZE DISK
1840-18	218,292.540	120,181.985	71.985	1/4" BRONZE DISK
1840-21	217,424.798	119,812.490	79.037	1/4" BRONZE DISK
1840-21	219,024.806	119,536.913	95.015	1/4" BRONZE DISK
1840-22	217,864.522	121,084.781	40.129	1/4" BRONZE DISK
1840-23	218,944.953	120,360.666	53.925	1/4" BRONZE DISK
1840-23	217,858.659	122,018.269	55.714	1/4" BRONZE DISK
1840-24	218,844.163	122,568.633	72.285	1/4" BRONZE DISK
1840-25	219,444.416	123,901.950	68.500	1/4" BRONZE DISK





SYML	REVISION	BY:	DATE:
	REVISION OF LAYOUT	A.F.	3-21-24
	REVISION OF GEOMETRIC TABLES	A.F.	8-21-24
	REVISION OF ZMIT	J.C.R.	4-10-25
	PAGE NUMBER	J.C.R.	5-06-25
THE MATERIAL SHOWN HEREON IS PROPERTY OF JAVIER E. BIDOT ASSOCIATES, PSC AND SHALL NOT BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART WITHOUT PERMISSION OF JAVIER E. BIDOT ASSOCIATES, PSC.			

JAVIER E. BIDOT ASSOCIATES, PSC

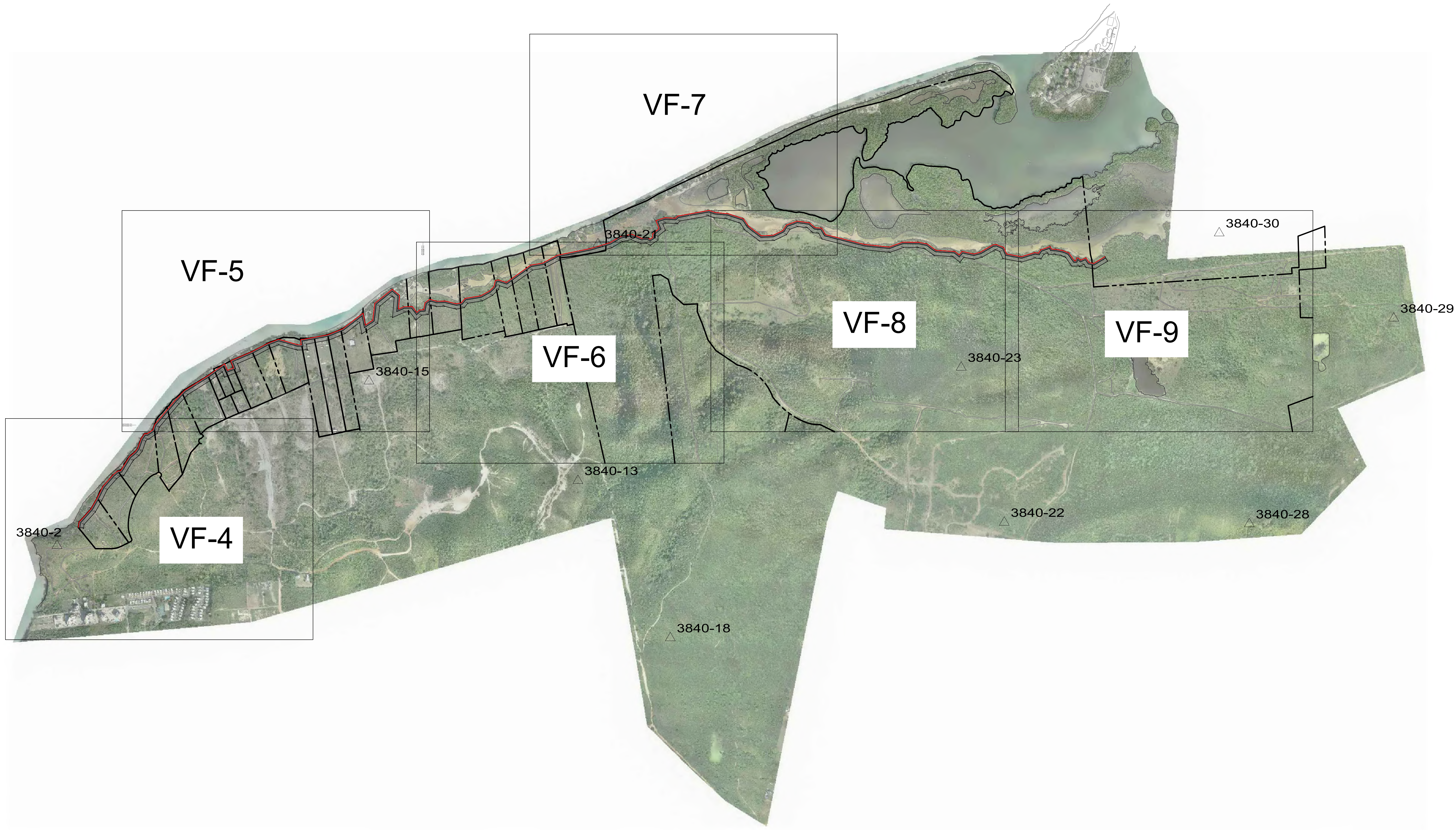
Land Surveyors & Consultants

16 Gordon St | Terrillville | Caguas, PR 00727

Phone: (787) 897-0464 | www.jebidot.com

MARITIME ZONE
DEMARCATORY PLAN
FOR CABO ROJO LAND ACQUISITION, LLC.
LOCATED AT CARR. 301, KM 5.2, BO. BOQUERÓN
MUNICIPALITY OF CABO ROJO, PUERTO RICO

LAST DAY OF FIELD SURVEY	FEB 10, 2023
DRAWN BY	J. CANIS
CHECKED BY	C. LEBRON
SCALE	1" = 1200'
I, CARLOS M. LEBRON CABRERA, HEREBY CERTIFY THAT THIS PLAN IS AN EXACT AND TRUE GRAPHIC REPRESENTATION OF THE MARITIME ZONE.	
CARLOS M. LEBRON CABRERA LAND SURVEYOR L.S. NO. 33744	
DRAWING TITLE: GENERAL SITE PLAN	
DATE: AUG 21, 2024	SHEET NO: 2
PROJECT: JEB-3840	VF-2
PAPER SIZE: 30x42	11



GENERAL SITE PLAN

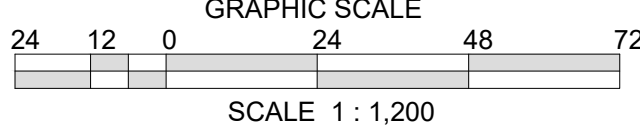
SCALE 1" = 7,500'

* FOR IMPORTANT AND GENERAL NOTES PLEASE REFER TO V-1

PLOT DATE: APRIL 10, 2025

MARITIME ZONE DEMARCATION PLAN

SCALE 1 : 1200

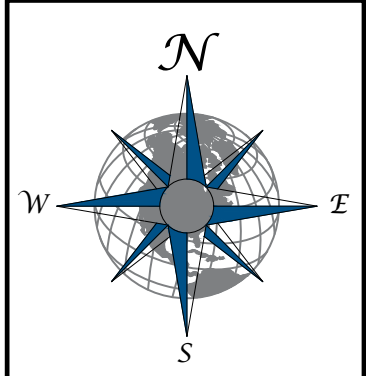


LAST DAY OF FIELD SURVEY	FEB 10, 2023
DRAWN BY	J. CANIS
CHECKED BY	C. LEBRON
SCALE	1 : 1200
CERTIFY CORRECT	I, CARLOS M. LEBRON CABRERA, HEREBY CERTIFY THAT THIS PLAN IS AN EXACT AND TRUE GRAPHIC REPRESENTATION OF THE MARITIME ZONE.
CARLOS M. LEBRON CABRERA	LIC. NO. 554
DRAWING TITLE:	MARITIME ZONE DEMARCATION PLAN
DATE:	AUG 21, 2024
PROJECT:	VF-4
SHEET NO.	4
PAPER SIZE:	30x42

MARITIME ZONE DEMARCATION PLAN
FOR CABO ROJO LAND ACQUISITION, LLC.
LOCATED AT CARR. 301, KM 5.2, BO. BOQUERÓN
MUNICIPALITY OF CABO ROJO, PUERTO RICO



BY:	DATE:
REVISION	A.F.
REVISION OF LAYOUT	A.F.
REVISION OF GEOMETRIC TABLES	A.F.
REVISION OF DAT	A.F.
PAGE NUMBER	4
THE MATERIAL SHOWN HEREON IS PROPERTY OF JAVIER E. BIDOT ASSOCIATES, PSC AND SHALL NOT BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART WITHOUT PERMISSION OF JAVIER E. BIDOT ASSOCIATES, PSC.	



CARIBBEAN SEA

3840-2

CARIBBEAN SEA

EDGE OF WATER

SURVEILLANCE EASEMENT
6.00 METER WIDTH

MATCHLINE: VF-5
MATCHLINE: VF-4

PARCEL 69

PARCEL 70

PARCEL 71

PARCEL 72

PARCEL 81

DIRT ROAD

DIRT ROAD

DIRT ROAD

DIRT ROAD

DIRT ROAD

DIRT ROAD

DIRT ROAD

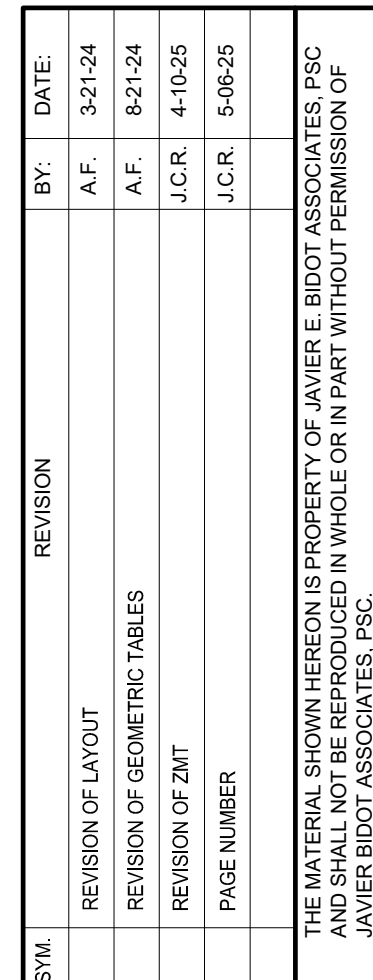
DIRT ROAD

DIRT ROAD

DIRT ROAD

DIRT ROAD

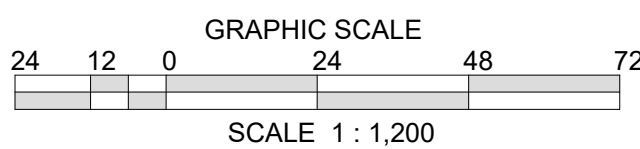
DIRT ROAD



MARITIME ZONE
DEMARCATION PLAN
FOR CABO ROJO LAND ACQUISITION, LLC,
LOCATED AT CARR. 301, KM 5.2, BO. BOQUERÓN
MUNICIPALITY OF CABO ROJO, PUERTO RICO

LAST DAY OF FIELD SURVEY		FEB 10, 2023	
DRAWN BY:		J. CAINS	
CHECKED BY:		C. LEBRON	
SCALE:		1" = 1200'	
CERTIFY CORRECT			
I, CARLOS M. LEBRON CABRERA, HEREBY CERTIFY THAT THIS PLAN IS AN EXACT AND TRUE GRAPHIC REPRESENTATION OF THE MARITIME ZONE.			
CARLOS M. LEBRON CABRERA			
LAND SURVEYOR		LICENSE #2016	
DRAWING TITLE:			
MARITIME ZONE DEMARCATION PLAN			
DATE	DWG. NO.	SHEET NO.	
AUG 21, 2022		5	
PROJECT	VF-5	11	
JOB#	JB-3840		

SCALE 1 : 1200

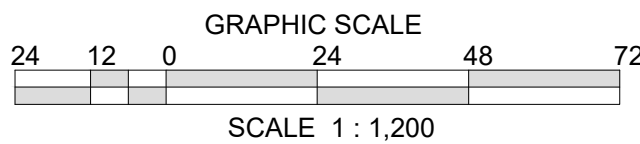


PLOT DATE: APRIL 10, 2025



MARITIME ZONE DEMARCATION PLAN

SCALE 1 : 1200



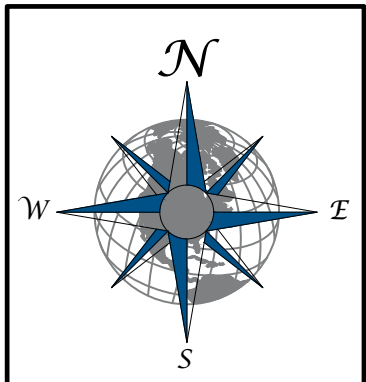
LAST DAY OF FIELD SURVEY: FEB 10, 2023			
DRAWN BY:	J. CANIS		
CHECKED BY:	C. LEBRON		
SCALE:	1 : 1200		
CERTIFY CORRECT			
I, CARLOS M. LEBRON CABRERA, HEREBY CERTIFY THAT THIS PLAN IS AN EXACT AND TRUE GRAPHIC REPRESENTATION OF THE MARITIME ZONE.			
CARLOS M. LEBRON CABRERA LAND SURVEYOR LIC. NO. 33744			
DRAWING TITLE:			
MARITIME ZONE DEMARCATION PLAN			
DATE:	AUG 21, 2024	DWG. NO.	6
PROJECT:	VF-6	SHEET NO.	11
PAPER SIZE: 30x42		FILE NAME: 3840-2M	

MARITIME ZONE
DEMARCATION PLAN
FOR CABO ROJO LAND ACQUISITION, LLC.
LOCATED AT CARR. 301, KM 5.2, BO. BOQUERÓN
MUNICIPALITY OF CABO ROJO, PUERTO RICO



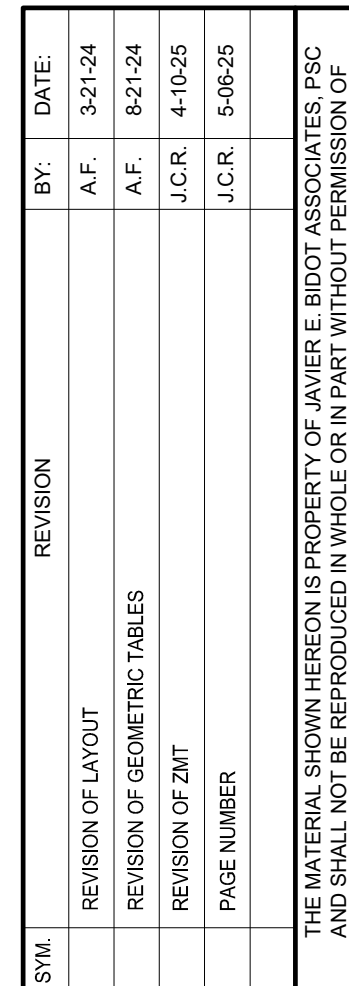
**JAVIER E. BIDOT
ASSOCIATES, PSC**
Land Surveyors & Consultants
16 Gordon St | Terraviva | Caparra, PR 00727
Phone: (787) 857-0442 | www.jebidot.com

BY:	DATE:	DATE:
	REVISION OF LAYOUT	REVISION OF LAYOUT
	REVISION OF GEOMETRIC TABLES	REVISION OF GEOMETRIC TABLES
	REVISION OF DAT	REVISION OF DAT
PAGE NUMBER		PAGE NUMBER
THE MATERIAL SHOWN HEREON IS PROPERTY OF JAVIER E. BIDOT ASSOCIATES, PSC AND SHALL NOT BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART WITHOUT PERMISSION OF JAVIER E. BIDOT ASSOCIATES, PSC.		



GROUPED PARCEL
TITLE VESTED IN FAVOR OF CABO ROJO LAND ACQUISITION, LLC.
PENDING TO INSCRIPTION AT ENTRY: 2022-051251-SG01 OF SISTEMA KARIBE
PROPERTY REGISTRY OF PUERTO RICO, SECTION OF SAN GERMAN





CERTIFY CORRECT

I, CARLOS M. LEBRON CABRER
HEREBY CERTIFY THAT THE
PLAN IS AN EXACT AND TRU
GRAPHIC REPRESENTATION O
THE MARITIME ZONE.

CARLOS M. LEBRON CABRERA
LAND SURVEYOR LIC. NO. 23764

DRAWING TITLE:		
MARITIME ZONE DEMARICATION PLAN		
DATE: AUG 21, 2024	DWG. NO. VF-7	SHEET 7
PROJECT JEB-3840		
PAPER SIZE: 30x42		

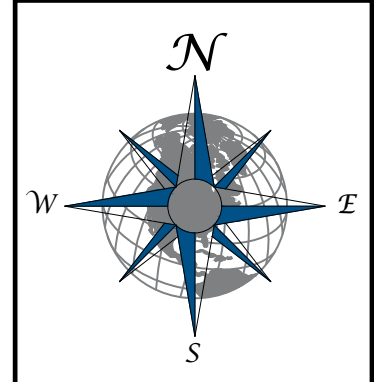


SCALE 1 : 1200



MARITIME ZONE DEMARCATION PLAN

SCALE 1 : 1200



BY	DATE	REVISION
BY1	3/21/24	REVISION OF LAYOUT
A.F.	3/21/24	REVISION OF GEOMETRIC TABLES
J.C.R.	4/10/25	REVISION OF DAT
J.C.R.	5/06/25	PAGE NUMBER

THE MATERIAL SHOWN HEREON IS PROPERTY OF JAVIER E. BIDOT ASSOCIATES, PSC AND SHALL NOT BE REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART WITHOUT PERMISSION OF JAVIER E. BIDOT ASSOCIATES, PSC.

JAVIER E. BIDOT ASSOCIATES, PSC
Land Surveyors & Consultants
18 Gordon St. | Terrillville (Caguas), PR 00727
Phone: (787) 851-0464 | www.jebidot.com

MARITIME ZONE DEMARCATION PLAN
FOR CABO ROJO LAND ACQUISITION, LLC.
LOCATED AT CARR. 301, KM 5.2, BO. BOQUERÓN
MUNICIPALITY OF CABO ROJO, PUERTO RICO

LAST DAY OF FIELD SURVEY	FEB 10, 2023
DRAWN BY	J. CANIS
CHECKED BY	C. LEBRON
SCALE	1 : 1200

CERTIFY CORRECT
I, CARLOS M. LEBRON CABRERA, HEREBY CERTIFY THAT THIS PLAN IS AN EXACT AND TRUE GRAPHIC REPRESENTATION OF THE MARITIME ZONE.

CARLOS M. LEBRON CABRERA
LAND SURVEYOR
LIC. NO. 33744

DRAWING TITLE:
MARITIME ZONE DEMARCATION PLAN

DATE	AUG 21, 2024	DWG. NO.	8	SHEET NO.	11
PROJECT	VF-8				
PAPER SIZE	30x42				

PLOT SCALE: 1 : 1200
FILE NAME: 3840-231

INSCRIPTION DATA

* FOR IMPORTANT AND GENERAL NOTES PLEASE REFER TO V-1

PROPERTY: 18,700 (LOT 42)
PAGE: 49
BOOK: 850 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
RECORDED AREA: 19,651,978 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 19,926,708 SQ.MT => 5.07 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO CUARENTA Y DOS (42), RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE CINCO CUERDAS (5,000), EQUIVALENTES A UNA (1) HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS (96) ÁREAS Y SESENTA (60) CENTIÁREAS, Y EN LINDES: POR EL NORTE, EN UNA DISTANCIA DE 99.63 METROS LINEALES, CON LA ZONA MARÍTIMA Y EL MAR CARIBE; POR EL SUR, CON LA PARCELA NÚMERO CUARENTA Y UNO (41) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA; POR EL ESTE, CON LA PARCELA NÚMERO SETENTA Y CUATRO (74) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA Y POR EL OESTE, CON LA PARCELA NÚMERO SETENTA Y DOS (72) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA. CATASTRO: 402-000-004-64-000.

PROPERTY: 18,715 (LOT 69)
PAGE: 2
BOOK: 1031 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2022-139639-SG01.
RECORDED AREA: 19,651,978 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 19,691,526 SQ.MT. => 5.01 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA # 89 RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE 5.00 CUERDAS, EQUIVALENTES A 1 HECTÁREAS, 96 ÁREAS Y 60 CENTIÁREAS, EN LINDES POR EL NORTE, CON EL MAR CARIBE; POR EL SUR, CON SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO; POR EL ESTE, CON PARCELA # 81, ESTA PARCELA ES PARA USO DE FINES AGRÍCOLAS.

PROPERTY: 18,716 (LOT 70)
PAGE: 2
BOOK: 1031 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2022-139639-SG01.
RECORDED AREA: 19,651,978 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 19,714,707 SQ.MT. => 5.03 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA 70 RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE 5.00 CUERDAS, EQUIVALENTES A 1 HECTÁREAS, 96 ÁREAS Y 60 CENTIÁREAS, EN LINDES POR EL NORTE, CON EL MAR CARIBE; POR EL SUR, CON SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO; POR EL ESTE, CON PARCELA # 71; Y POR EL OESTE, CON PARCELA # 69. ESTA PARCELA ES PARA USO DE FINES AGRÍCOLAS.

PROPERTY: 18,717 (LOT 71)
PAGE: 64
BOOK: 864 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2022-141732-SG01.
RECORDED AREA: 19,651,978 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 19,757,457 SQ.MT. => 5.03 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 71, RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE CINCO CUERDAS, EQUIVALENTES A 1 HECTÁREA, 96 ÁREAS Y 60 CENTIÁREAS, EN LINDEROS: LINDOS: NORTE, CON LA PARCELA # 72 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, DE LAS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA; SUR, CON LA PARCELA # 69 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA; ESTE, CON LA PARCELA # 73 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA; OESTE, CON EL MAR CARIBE. PARA USO DE FINES AGRÍCOLAS.

PROPERTY: 18,718 (LOT 72)
PAGE: 57
BOOK: 864 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
RECORDED AREA: 19,651,978 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 20,122,676 SQ.MT. => 5.12 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 72, RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE CINCO CUERDAS, EQUIVALENTES A 1 HECTÁREA, 96 ÁREAS Y 60 CENTIÁREAS, EN LINDEROS: LINDOS: NORTE, CON LA PARCELA # 70 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 13.00 METROS DE ANCHO A DEDICARSE A USO PÚBLICO, ESTE, CON PROPIEDAD DE DIEGO TAMARIZ, OESTE, CON LA PARCELA # 71, DESCRITA EN LA 7ª INSCRIPCIÓN CON LAS COLINDANCIAS ADECUADAS A LA REALIDAD EXTRAREGISTRAL.

PROPERTY: 18,721 (LOT 81)
PAGE: 78
BOOK: 864 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2022-139639-SG01.
RECORDED AREA: 19,651,978 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 19,744,287 SQ.MT. => 5.02 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA # 81 RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE 5.00 CUERDAS, EQUIVALENTES A 1 HECTÁREA, 96 ÁREAS Y 60 CENTIÁREAS, EN LINDES POR EL NORTE, CON LA PARCELA # 70 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, DE LAS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA, ANTES, HOY CON EL MAR CARIBE; POR EL SUR, CON TERRENOS DEL SR. JOSÉ FAS, ANTES, HOY CON SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO; POR EL ESTE, CON LA PARCELA # 82 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA, ANTES, HOY CON LA PARCELA # 80 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA, ANTES, HOY CON LA PARCELA #80. PARA USO DE FINES AGRÍCOLAS.

PROPERTY: 18,782 (LOT 21)
PAGE: 235
BOOK: 509 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2023-075787-SG01
RECORDED AREA: 19,656,250 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 26,940,621 SQ.MT. => 6.85 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 20, RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE 5.00 CUERDAS, EQUIVALENTES A UNA HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS ÁREAS Y SESENTA CENTIÁREAS, EN LINDEROS: NORTE, EN UNA DISTANCIA DE 88.36 METROS LINEALES, CON LA ZONA MARÍTIMA Y MAR CARIBE; SUR, EN UNA DISTANCIA DE 80.85 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO 34 DEL DOCTOR ENRIQUE CARLO AYMAT; ESTE, EN UNA DISTANCIA DE 245.783 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO 21 DE QUIRINO MERINO PEDROSO; OESTE, EN UNA DISTANCIA DE 226.805 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA PROPIEDAD DE QUIRINO MERINO PEDROSO.

PROPERTY: 18,782 (LOT 21)
PAGE: 241
BOOK: 509 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2023-075787-SG01
RECORDED AREA: 19,656,250 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 39,286,311 SQ.MT. => 10.00 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 21, RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE 5.00 CUERDAS, EQUIVALENTES A UNA HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS ÁREAS Y SESENTA CENTIÁREAS, EN LINDEROS: NORTE, EN UNA DISTANCIA DE 83.77 METROS LINEALES, CON LA ZONA MARÍTIMA Y MAR CARIBE; SUR, EN UNA DISTANCIA DE 71.31 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO 34 DEL DOCTOR ENRIQUE CARLO AYMAT; ESTE, EN UNA DISTANCIA DE 235.80 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LAS PARCELAS 104 Y 106 DE ENRIQUE CARLO AYMAT; OESTE, EN UNA DISTANCIA DE 245.73 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA 20 DE QUIRINO MERINO PEDROSO.

PROPERTY: 18,804 (LOT 75)
PAGE: 73
BOOK: 510 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
RECORDED AREA: 19,651,978 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 17,705,357 SQ.MT. => 4.50 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO SETENTA Y CINCO (75), RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE CINCO CUERDAS (5,000), EQUIVALENTES A UNA (1) HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS (96) ÁREAS Y SESENTA (60) CENTIÁREAS, Y EN LINDES: POR EL NORTE, EN UNA DISTANCIA DE 99.63 METROS LINEALES, CON LA ZONA MARÍTIMA Y EL MAR CARIBE; POR EL SUR, EN UNA DISTANCIA DE 99.57 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO 175 DEL DOCTOR ENRIQUE CARLO AYMAT; POR EL ESTE, EN UNA DISTANCIA DE 198.76 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA 76 DE QUIRINO MERINO PEDROSO; Y POR EL OESTE, EN UNA DISTANCIA DE 196.54 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA 14 DE QUIRINO MERINO PEDROSO. PARA SER DEDICADA A FINES AGRÍCOLAS. CATASTRO: 402-000-004-66-000.

PROPERTY: 18,805 (LOT 76)
PAGE: 79
BOOK: 510 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2021-044224-SG01.
RECORDED AREA: 19,651,978 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 12,386,543 SQ.MT. => 3.15 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 76 RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, TIENE UNA CABIDA SUPERFICIAL DE 19,651,98 METROS CUADRADOS, EN LINDEROS: NORTE, EN UNA DISTANCIA DE 120.20 ML, CON LA ZONA MARÍTIMA Y MAR CARIBE; SUR, EN UNA DISTANCIA DE 72.82 ML, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA ENRIQUE CARLO AYMAT, ESTE, EN UNA DISTANCIA DE 214.20 ML, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO, 5 DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA 77 DE EDUARDO RUIZ VALENTIN; OESTE, EN UNA DISTANCIA DE 198.76 ML, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO, 5 DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA 76 DE QUIRINO MARINO PEDROSO.

PROPERTY: 18,806 (LOT 77)
PAGE: 85
BOOK: 510 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2022-139639-SG01
RECORDED AREA: 19,651,978 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 21,123,351 SQ.MT => 5.37 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO SETENTA Y SIETE (77), RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE CINCO CUERDAS (5,000), EQUIVALENTES A UNA (1) HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS (96) ÁREAS Y SESENTA (60) CENTIÁREAS, Y EN LINDES: POR EL NORTE, EN UNA DISTANCIA DE 73.00 METROS LINEALES, CON LA ZONA MARÍTIMA; POR EL SUR, EN UNA DISTANCIA DE 71.04 METROS LINEALES, CON LA PARCELA DE ENRIQUE CARLO AYMAT; POR EL ESTE, EN UNA DISTANCIA DE 289.99 METROS LINEALES, CON LA PARCELA NÚMERO 78; Y POR EL OESTE, EN UNA DISTANCIA DE 285.60 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, 5.00 DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA 76. CATASTRO: 379-000-009-01-000.

PROPERTY: 18,807 (LOT 78)
REGISTERED IN THE KARIBE SYSTEM, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2023-036716-SG01
RECORDED AREA: 19,651,978 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 19,772,371 SQ.MT. => 5.03 CDAS.

RÚSTICA: BARRIO BOQUERÓN DE CABO ROJO. SOLAR: 79. CABIDA: 5 CUERDAS. LINDEROS: NORTE, CON EL MAR CARIBE; SUR, CON LA PARCELA 38 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA; ESTE, CON LA PARCELA 79 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA; OESTE, CON LA PARCELA 77 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA. CATASTRO: 379-000-009-02-000.

PROPERTY: 18,808 (LOT 79)
REGISTERED IN THE KARIBE SYSTEM, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2023-036716-SG01
RECORDED AREA: 19,651,978 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 19,659,292 SQ.MT => 5.00 CDAS.

RÚSTICA: BARRIO BOQUERÓN DE CABO ROJO. SOLAR: 79. CABIDA: 5 CUERDAS. LINDEROS: NORTE, CON EL MAR CARIBE; SUR, CON LA PARCELA 174 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA; ESTE, CON LA PARCELA 182 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA; OESTE, CON LA PARCELA 78 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA. CATASTRO: 379-000-009-03-000.

PROPERTY: 18,816 (LOT 181)
PAGE: 145
BOOK: 510 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2023-075810-SG01
RECORDED AREA: 19,656,250 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 36,733,603 SQ.MT. => 9.35 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO CIENTO OCHENTA Y UNA (181), RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE CINCO CUERDAS (5,000), EQUIVALENTES A UNA (1) HECTÁREA, NOVENTA Y SESENTA (96) ÁREAS Y SESENTA (60) CENTIÁREAS, Y EN LINDES: POR EL NORTE, CON EL MAR CARIBE; POR EL SUR, CON LA PARCELA NÚMERO CATORCE (14) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA; POR EL ESTE, CON LA PARCELA NÚMERO DIECINUEVE (19) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA; Y POR EL OESTE, CON LA PARCELA NÚMERO CIENTO OCHENTA Y DOS (182) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA.

PROPERTY: 18,818 (LOT 1)
PAGE: 157
BOOK: 510 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2023-147665-SG01
RECORDED AREA: 20,072,172 SQ.MT. => 5.11 CDAS.
SURVEYED AREA: 20,079,309 SQ.MT. => 5.11 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO UNO (1) RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE CINCO CUERDAS (5,000) EQUIVALENTES A UNA (1) HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS (96) CENTIÁREAS Y SESENTA (60) CENTIÁREAS Y EN LINDES: POR EL NORTE, CON EL MAR CARIBE; POR EL SUR, CON LA PARCELA NÚMERO DIECIOCHO (18) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA; POR EL ESTE, CON LA PARCELA NÚMERO SIETE (7) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO DE LAS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA; Y POR EL OESTE, CON LA PARCELA NÚMERO DIECIOCHO (18) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA.

OBSERVACIÓN: SEGÚN LA INSCRIPCIÓN 21, SUS COLINDANCIAS SON LAS SIGUIENTES: POR EL NORTE, EN UNA DISTANCIA DE 52.81 METROS LINEALES, CON EL MAR CARIBE; POR EL SUR, EN UNA DISTANCIA DE 52.81 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO METROS LINEALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO 2; POR EL ESTE, EN UNA DISTANCIA DE 384.43 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE DIEZ METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO 7 DE SANTOS ALONSO MALDONADO Y CON TERRENOS DE ENRIQUE CARLO AGRAIT; Y POR EL OESTE, EN UNA DISTANCIA DE 374.24 METROS LINEALES, CON LA PARCELA NÚMERO 79 DE JUAN RUIZ VALENTIN.

PROPERTY: 18,822 (LOT 7)
PAGE: 181
BOOK: 510 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
RECORDED AREA: 19,651,978 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 18,009,938 SQ.MT. => 4.58 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO SIETE (7), RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE CINCO CUERDAS, EQUIVALENTES A DIECINUEVE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y DOS METROS CUADRADOS (19,652.00 M.C.); Y CUVAS COLINDANCIAS SON: POR EL NORTE, EN UNA DISTANCIA DE CINCO PUNTO CINCUENTA Y SIETE (111.57) METROS LINEALES, CON EL MAR CARIBE; POR EL SUR, EN UNA DISTANCIA DE CIN (100) METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO OCHO QUE PERTENECE A DON ENRIQUE CARLO AYMAT; POR EL ESTE, EN UNA DISTANCIA DE DOSCIENTOS VEINTICHO PUNTO SESENTA Y TRES METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA PROPIEDAD DE QUIRINO MERINO PEDROSO Y LA PARCELA NÚMERO VEINTIDÓS (22) PROPIEDAD DE ENRIQUE CARLO AYMAT; POR EL OESTE, EN UNA DISTANCIA DE CIENTO SETENTA Y CUATRO PUNTO NOVENTA Y TRES (174.93) METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO UNO (1) QUE PERTENECE A ENRIQUE CARLO AYMAT.

EDIFICACIÓN: ESTRUCTURA RESIDENCIAL DE UN NIVEL, CONSTRUIDA EN CONCRETO Y BLOQUES DE CEMENTO, DE UNAS MEDIDAS EXTERIORES DE APROXIMADAMENTE 81 PIES DE ANCHO POR 68 PIES DE LARGO Y CON UN ESPACIO DE VIVIENDA APROXIMADO DE 3,564 P.C. SU ENTRADA PRINCIPAL ESTÁ LOCALIZADA AL ESTE DE LA PROPIEDAD Y ES ACCESADA POR UNA TERRAZA TECHADA DE UNAS MEDIDAS EXTERIORES DE DOCE PIES DE ANCHO POR CUARENTA PUNTO NUEVE PIES DE LARGO (12 X 40.97). EL INTERIOR CONSISTE DE UN ÁREA ABIERTA CON TECHO DE TRECE PIES Y MEDIO DE ALTO DONDE SE ENCUENTRA LA COCINA, EL COMEDOR Y LA SALA. DESDE EL ESPACIO ABIERTO SE PUEDE ACCESAR LOS TRES (3) DORMITORIOS QUE ESTÁN LOCALIZADOS HACIA LA ESQUINA SURESTE DE LA ESTRUCTURA; EXISTEN CUATRO CUARTOS ABIERTOS AL FINAL DEL ESPACIO ABIERTO AL OTRO LADO DE LA ENTRADA PRINCIPAL, DESDE DONDE HAY UNA PUERTA DE ACCESO AL PATIO AL OESTE DE LA PROPIEDAD. DESDE EL PASILLO SE PUEDE ACCESAR LOS DOS BAÑOS COMPLETOS, FRENTE A LOS CUALES HAY UN ARMARIO GRANDE, Y UN CUARTO DE LAVANDERÍA. CONTIENE ADEMÁS UN MEDIO BAÑO CON DUCHA EXTERNA EN UNA ESTRUCTURA INDEPENDIENTE, CONSTRUIDA EN CONCRETO LOCALIZADA HACIA EL NORTE DE LA ESTRUCTURA RESIDENCIAL PRINCIPAL. ACCESIBLE DESDE RESIDENCIA POR UNA ACERA, CONTIENE ADEMÁS UN GAZEBO EN UNA ESTRUCTURA INDEPENDIENTE CONSTRUIDA EN MADERA CON BASE DE CEMENTO LOCALIZADA HACIA LA ESQUINA NORESTE DE LA PROPIEDAD, VALORADA EN LA SUMA DE \$150,000.00. SEGÚN CONSTA DE LA ESCRITURA # 37, OTORGADA EN CABO ROJO, EL DÍA 29 DE SEPTIEMBRE DEL 2021 ANTE EL NOTARIO YSIS DOTTEAU COFFRESÍ. INSCRITA EL DÍA 26 DE SEPTIEMBRE DEL 2021 EN EL SISTEMA KARIBE, FINCA # 18822 DE CABO ROJO, INSCRIPCIÓN #8. CATASTRO: 379-000-009-04-000.

PROPERTY: 18,830 (LOT 19)
PAGE: 229
BOOK: 510 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2023-075787-SG01
RECORDED AREA: 19,656,250 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 20,284,021 SQ.MT. => 5.16 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 19, RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE CINCO CUERDAS, EQUIVALENTES A UNA HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS ÁREAS Y SESENTA CENTIÁREAS, Y EN LINDES POR EL NORTE, CON EL MAR CARIBE; POR EL SUR, CON LA PARCELA NÚMERO 14 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA; POR EL ESTE, CON LA PARCELA NÚMERO 1 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA; Y POR EL OESTE, CON LA PARCELA NÚMERO 181 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA. SERVIDUMBRE DE PASO DE DOSA UTILIDAD PÚBLICA.

PROPERTY: 18,839 (LOT 105)
PAGE: 115
BOOK: 886 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2023-091075-SG01
RECORDED AREA: 19,653,500 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 19,766,445 SQ.MT. => 5.03 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA DENOMINADA 105, PARCELA DE TERRENO SITA EN EL BARRIO BOQUERÓN, SECTOR EL COMBATE, CARR. 301, KILOMETRO 7.4 INTERIOR, DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO. UBICA EN EL PROYECTO BAHÍA BONITA, EL NÚMERO DE LA FINCA PRINCIPAL, DE LA CUAL SE SEGREGA ESTA PARCELA ES 55-402-000-02-901. TIENE UNA CABIDA SUPERFICIAL DE 19,653.50 METROS CUADRADOS EQUIVALENTES A 5.00 CUERDAS, EN LINDEROS: NORTE, EN 64.001 METROS LINEALES, CON LA ZONA MARÍTIMA TERRESTRE DE LA BAHÍA DE BOQUERÓN; SUR, EN DOS ALINEACIONES QUE TOTALIZAN 45,706 METROS LINEALES, O SEA 38.00 METROS LINEALES, CON LA SERVIDUMBRE DE PASO QUE SIRVE AL SOLAR Y EN 7.50 METROS LINEALES, CON LA PARCELA # 62 DEL PROYECTO BAHÍA BONITA, ESTE, EN DOS ALINEACIONES QUE TOTALIZAN 317,577 METROS LINEALES, CON TERRENOS DE LA SUCESIÓN RAMÍREZ DE ARELLANO, OESTE, EN 307.900 METROS LINEALES, CON LA PARCELA # 106 DEL PROYECTO BAHÍA BONITA. SERVIDUMBRE: EN LA ESQUINA DE LA PARCELA 105 EN LA CUAL CONVERGEN LAS COLINDANCIAS SUR Y OESTE UBICO LA SERVIDUMBRE DE PASO QUE TIENE UNA CABIDA SUPERFICIAL DE 288.90 METROS CUADRADOS Y SUS COLINDANCIAS SON: NORTE, EN 28.206 METROS LINEALES, CON LOS TERRENOS DE LA PARCELA 106 DEL PROYECTO BAHÍA BONITA; POR EL SUR, EN 38.341 METROS LINEALES, CON LA PARCELA # 62 DEL PROYECTO BAHÍA BONITA; POR EL ESTE, EN 7.50 METROS LINEALES, CON TERRENOS DE LA PARCELA # 106 DEL PROYECTO BAHÍA BONITA, EN 7.50 METROS LINEALES, CON TERRENOS DE LA PARCELA # 106 DEL PROYECTO BAHÍA BONITA.

PROPERTY: 18,840 (LOT 106)
PAGE: 127
BOOK: 843 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
RECORDED AREA: 19,654,960 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 22,018,333 SQ.MT. => 5.60 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 106, RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE 19,654.56 METROS CUADRADOS, EN LINDES: NORTE, CON LA BAHÍA DE BOQUERÓN, EN UNA ALINEACIÓN DE 44.88 METROS Y OTRA ALINEACIÓN DE 19.14 METROS CUADRADOS; SUR, CON UN CAMINO DE SERVIDUMBRE DE 15.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 7.50 METROS PERTENECEN A ESTA FINCA, ESTA COLINDANCIA MIDE 62.66 METROS, ESTE, CON LA PARCELA NÚMERO 105, EN UNA DISTANCIA DE 307.90 METROS; OESTE, CON LA PARCELA NÚMERO 107, EN UNA DISTANCIA DE 301.04 METROS. LA COLINDANCIA SUR DE LA FINCA SE HALLA AFECTA A UNA SERVIDUMBRE DE PASO PARA USO VEHICULAR Y PERSONAL, DE 15.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 7.50 METROS PERTENECEN A ESTA FINCA, AFECTANDO ESTA SERVIDUMBRE TODO LO LARGO DE LA COLINDANCIA SUR Y RESULTANDO EN UN ÁREA AFECTADA POR DICHA SERVIDUMBRE DE 470.03 METROS CUADRADOS LOS CUALES FORMAN PARTE DEL ÁREA TOTAL, DE LA FINCA.

RECTIFICADA LA CABIDA HASTA DEJARLA CON LA QUE SE DESCRIBE POR HABER SIDO OBJETO DE MENSURA POR EL AGRIMENSOR FRANK LOZADA DIAZ, LICENCIA # 5787, SEGÚN CERTIFICADO DE MENSURA Y LA ESCRITURA # 153, OTORGADA EN BOQUERÓN, EL DÍA 10 DE JULIO DEL 2003 ANTE EL NOTARIO RAFAEL DOTTEAU PASC, INSCRITA AL FOLIO 127 DEL TOMO 843 DE CABO ROJO, INSCRIPCIÓN 4ª.

PROPERTY: 18,841 (LOT 107)
PAGE: 175
BOOK: 843 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2023-091075-SG01
RECORDED AREA: 19,656,250 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 18,788,100 SQ.MT. => 4.78 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA MARCADA CON EL NÚMERO 107 DE LA BAHÍA BONITA, RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA DE DIECINUEVE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y SEIS METROS VEINTICINCO DECÍMETROS CUADRADOS (19,656.25 M.C). EN LINDEROS: NORTE, CON LA BAHÍA BOQUERÓN; SUR, CON LAS PARCELAS 82 Y 113 DE LAS CUALES AMBAS CONTIENEN PARTE DE LAS SERVIDUMBRES DE PASO PARA SU ACCESO DE 15.00 METROS DE ANCHO, DE LOS 7.50 METROS PERTENECEN A ESTA PARCELA; ESTE, CON LA PARCELA 106 LA CUAL CONTIENE PARTE DE LA SERVIDUMBRE DE PASO PARA SU ACCESO DE 15.00 METROS DE ANCHO; OESTE, CON LA PARCELA NÚMERO 108 LA CUAL CONTIENE PARTE DE LA SERVIDUMBRE DE PASO PARA SU ACCESO DE 15.00 METROS DE ANCHO, LA COLINDANCIA SUR DE LA FINCA SE HALLA AFECTA A UNA SERVIDUMBRE DE PASO PARA USO VEHICULAR Y PEATONAL, DE 7.50 METROS DE ANCHO POR 64.20 METROS DE LARGO, AFECTANDO ESTA SERVIDUMBRE TODO LO LARGO DE LA COLINDANCIA SUR Y RESULTANDO EN UN ÁREA AFECTADA POR DICHA SERVIDUMBRE DE 481.47 M.C LOS CUALES FORMAN PARTE DEL ÁREA TOTAL DE LA FINCA SEGÚN HA SIDO DESCRITA.

RECTIFICADA LA CABIDA HASTA DEJARLA CON LA QUE SE DESCRIBE POR HABER SIDO OBJETO DE MENSURA POR EL AGRIMENSOR FRANK LOZADA DIAZ, LICENCIA # 5787, SEGÚN CERTIFICADO DE MENSURA Y LA ESCRITURA # 221, OTORGADA EN CABO ROJO, EL DÍA 17 DE SEPTIEMBRE DEL 2003 ANTE EL NOTARIO RAFAEL DOTTEAU PASC, INSCRITA AL FOLIO 175 DEL TOMO 843 DE CABO ROJO, INSCRIPCIÓN 5ª.

PROPERTY: 18,842 (LOT 108)
PAGE: 217
BOOK: 866 OF CABO ROJO, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2023-086325-SG01
RECORDED AREA: 19,656,250 SQ.MT. => 5.00 CDAS.
SURVEYED AREA: 19,213,482 SQ.MT. => 4.88 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 108, RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE CINCO CUERDAS, EQUIVALENTES A UNA HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS ÁREAS Y SESENTA CENTIÁREAS, EN LINDEROS: NORTE, CON LA PARCELA NÚMERO 106 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO SON DE ESTA PARCELA, SUR, CON LA PARCELA NÚMERO 112 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO SON DE ESTA PARCELA; ESTE, CON LA PARCELA NÚMERO 107 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO SON DE ESTA PARCELA; OESTE, CON LA PARCELA NÚMERO 81 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO SON DE ESTA PARCELA.

PROPERTY: 29,700 (LOT 11)
REGISTERED IN THE KARIBE SYSTEM, PROPERTY REGISTRY OF SAN GERMAN.
PENDING INSCRIPTION AT ENTRY 2023-140480-SG01
RECORDED AREA: 3,840,336 SQ.MT. =&

PLOT DATE: APRIL 10, 2025

SURVEY TABLE			
MZD COORDINATES (ESENCIA)			
POINT	(Y)NORTH	(X)EAST	DESCRIPTION
118	217,842.5806	117,577.2407	TO BE ESTABLISHED
117	217,845.1700	117,557.4090	TO BE ESTABLISHED
116	217,865.4890	117,560.0620	TO BE ESTABLISHED
115	217,916.2510	117,605.8600	TO BE ESTABLISHED
114	217,957.0240	117,628.8910	TO BE ESTABLISHED
113	218,001.0560	117,650.5210	TO BE ESTABLISHED
112	218,045.3490	117,689.1660	TO BE ESTABLISHED
111	218,060.4480	117,707.5110	TO BE ESTABLISHED
110	218,061.5200	117,718.6440	TO BE ESTABLISHED
109	218,114.9970	117,751.6610	TO BE ESTABLISHED
108	218,133.0450	117,773.3370	TO BE ESTABLISHED
107	218,146.1270	117,783.3550	TO BE ESTABLISHED
106	218,182.2940	117,795.8810	TO BE ESTABLISHED
105	218,202.5620	117,809.4060	TO BE ESTABLISHED
104	218,202.1640	117,819.2720	TO BE ESTABLISHED
103	218,216.9350	117,841.3520	TO BE ESTABLISHED
102	218,237.3690	117,848.1050	TO BE ESTABLISHED
101	218,328.9770	117,925.4140	TO BE ESTABLISHED
100	218,367.0620	117,961.8210	TO BE ESTABLISHED
99	218,423.4200	118,051.3560	TO BE ESTABLISHED
98D	218,469.3360	118,115.1930	TO BE ESTABLISHED
98C	218,443.7210	118,125.2590	TO BE ESTABLISHED
98B	218,452.8070	118,148.8230	TO BE ESTABLISHED
98	218,479.9200	118,137.6470	TO BE ESTABLISHED
97	218,515.1110	118,219.4480	TO BE ESTABLISHED
96	218,546.2940	118,278.3140	TO BE ESTABLISHED
95	218,562.0780	118,320.4240	TO BE ESTABLISHED
94	218,541.0730	118,394.0360	TO BE ESTABLISHED
93	218,541.3710	118,406.6930	TO BE ESTABLISHED
92	218,559.9930	118,403.6750	TO BE ESTABLISHED
91	218,578.8630	118,507.5470	TO BE ESTABLISHED
90	218,601.3970	118,563.8310	TO BE ESTABLISHED
89	218,661.6840	118,642.2990	TO BE ESTABLISHED
88	218,615.9220	118,651.1140	TO BE ESTABLISHED
87	218,634.6430	118,679.0270	TO BE ESTABLISHED
86	218,698.7430	118,686.7140	TO BE ESTABLISHED
85	218,752.5780	118,753.3830	TO BE ESTABLISHED
84	218,728.9330	118,781.2320	TO BE ESTABLISHED
83	218,676.7690	118,776.9430	TO BE ESTABLISHED
82	218,686.0520	118,798.0700	TO BE ESTABLISHED
81	218,686.5590	118,829.5440	TO BE ESTABLISHED
80	218,664.3520	118,846.7930	TO BE ESTABLISHED
79	218,673.4300	118,857.0670	TO BE ESTABLISHED
78	218,674.7820	118,873.3190	TO BE ESTABLISHED
77	218,700.3470	118,877.9410	TO BE ESTABLISHED
76	218,714.3840	118,896.0020	TO BE ESTABLISHED
75	218,706.7270	118,923.7090	TO BE ESTABLISHED
74	218,707.6170	118,955.0590	TO BE ESTABLISHED
73	218,697.1800	118,997.8410	TO BE ESTABLISHED
72	218,700.9320	119,016.4800	TO BE ESTABLISHED
71	218,717.7360	119,030.4360	TO BE ESTABLISHED
70	218,727.4170	119,089.9980	TO BE ESTABLISHED
69	218,745.7490	119,123.5700	TO BE ESTABLISHED
68	218,762.1210	119,140.4970	TO BE ESTABLISHED
67	218,786.2370	119,146.0420	TO BE ESTABLISHED
66	218,787.8160	119,158.6060	TO BE ESTABLISHED
65	218,778.4680	119,188.3110	TO BE ESTABLISHED
64	218,844.5480	119,280.6170	TO BE ESTABLISHED
63	218,851.9530	119,325.9730	TO BE ESTABLISHED
62	218,881.9820	119,382.3230	TO BE ESTABLISHED
61	218,907.3590	119,507.3200	TO BE ESTABLISHED
60	218,929.5040	119,581.7850	TO BE ESTABLISHED
59	218,953.1230	119,622.2620	TO BE ESTABLISHED
58	218,962.0120	119,666.0800	TO BE ESTABLISHED
57	218,946.3570	119,703.3110	TO BE ESTABLISHED
56	218,948.0620	119,726.0720	TO BE ESTABLISHED
55	218,943.1830	119,735.3460	TO BE ESTABLISHED
54	218,950.1400	119,745.7520	TO BE ESTABLISHED
53	218,963.1840	119,745.0600	TO BE ESTABLISHED
52	218,983.4280	119,769.7360	TO BE ESTABLISHED
51	219,013.8230	119,757.5980	TO BE ESTABLISHED
50	219,025.0640	119,792.6670	TO BE ESTABLISHED

SURVEY TABLE			
MZD COORDINATES (ESENCIA) CONT.			
POINT	(Y)NORTH	(X)EAST	DESCRIPTION
49	219,022.9310	119,831.5720	TO BE ESTABLISHED
48	219,031.1740	119,840.1610	TO BE ESTABLISHED
47	219,052.7810	119,960.3620	TO BE ESTABLISHED
46	219,044.6570	119,983.7760	TO BE ESTABLISHED
45	219,040.3010	120,032.3540	TO BE ESTABLISHED
44	219,020.9100	120,091.6300	TO BE ESTABLISHED
43	218,992.2220	120,111.0320	TO BE ESTABLISHED
42	218,956.4200	120,158.8310	TO BE ESTABLISHED
41	218,957.9060	120,203.2780	TO BE ESTABLISHED
40	218,975.8900	120,241.1530	TO BE ESTABLISHED
39	218,996.9020	120,254.7370	TO BE ESTABLISHED
38	219,011.9810	120,295.6310	TO BE ESTABLISHED
37	219,005.5630	120,342.9110	TO BE ESTABLISHED
36	218,987.2410	120,363.8190	TO BE ESTABLISHED
35	218,985.0440	120,389.6980	TO BE ESTABLISHED
34	218,960.8500	120,403.8010	TO BE ESTABLISHED
33	218,923.0500	120,553.2220	TO BE ESTABLISHED
32	218,913.3430	120,646.6650	TO BE ESTABLISHED
31	218,931.8890	120,697.3500	TO BE ESTABLISHED
30	218,931.3940	120,759.1750	TO BE ESTABLISHED
29	218,924.8130	120,791.5420	TO BE ESTABLISHED
28	218,900.9010	120,824.6020	TO BE ESTABLISHED
27	218,896.4960	120,896.6170	TO BE ESTABLISHED
26	218,883.4830	120,912.8200	TO BE ESTABLISHED
25	218,896.6690	120,923.6530	TO BE ESTABLISHED
24	218,886.9490	120,969.3110	TO BE ESTABLISHED
23	218,893.3370	120,993.0470	TO BE ESTABLISHED
22	218,922.0300	121,042.4440	TO BE ESTABLISHED
21	218,922.8550	121,055.3350	TO BE ESTABLISHED
20	218,911.4030	121,083.2590	TO BE ESTABLISHED
19	218,886.9420	121,093.7540	TO BE ESTABLISHED
18	218,876.4650	121,149.8020	TO BE ESTABLISHED
17	218,892.1790	121,201.5320	TO BE ESTABLISHED
16	218,889.8340	121,214.9510	TO BE ESTABLISHED
15	218,902.3020	121,223.2210	TO BE ESTABLISHED
14	218,915.4690	121,259.8420	TO BE ESTABLISHED
13	218,905.3940	121,264.9480	TO BE ESTABLISHED
12	218,904.5790	121,282.5890	TO BE ESTABLISHED
11	218,899.6430	121,308.6030	TO BE ESTABLISHED
10	218,890.8580	121,330.9120	TO BE ESTABLISHED
9	218,860.8680	121,352.4490	TO BE ESTABLISHED
8	218,860.9350	121,356.8900	TO BE ESTABLISHED
7	218,871.7930	121,360.1970	TO BE ESTABLISHED
6	218,871.0370	121,367.9070	TO BE ESTABLISHED
5	218,863.4300	121,375.7740	TO BE ESTABLISHED
4	218,872.2530	121,395.7030	TO BE ESTABLISHED
3	218,854.1650	121,408.1570	TO BE ESTABLISHED
2	218,850.9160	121,425.8820	TO BE ESTABLISHED
1	218,876.5620	121,468.2650	TO BE ESTABLISHED
119	218,859.4508	121,478.6190	TO BE ESTABLISHED
120	218,829.8752	121,429.7420	TO BE ESTABLISHED
121	218,835.9888	121,396.3895	TO BE ESTABLISHED
122	218,847.2514	121,388.6349	TO BE ESTABLISHED
123	218,839.6895	121,371.5543	TO BE ESTABLISHED
124	218,841.1315	121,370.0630	TO BE ESTABLISHED
125	218,840.7126	121,342.3004	TO BE ESTABLISHED
126	218,874.4072	121,318.1030	TO BE ESTABLISHED
127	218,880.3444	121,303.0259	TO BE ESTABLISHED
128	218,884.6657	121,280.2517	TO BE ESTABLISHED
129	218,885.9534	121,252.3787	TO BE ESTABLISHED
130	218,890.6722	121,249.9871	TO BE ESTABLISHED
131	218,885.7239	121,236.2245	TO BE ESTABLISHED
132	218,867.8815	121,224.3896	TO BE ESTABLISHED
133	218,871.6570	121,202.7844	TO BE ESTABLISHED
134	218,855.9068	121,150.9350	TO BE ESTABLISHED
135	218,869.2443	121,079.5841	TO BE ESTABLISHED
136	218,896.0018	121,068.1038	TO BE ESTABLISHED
137	218,902.6014	121,052.0116	TO BE ESTABLISHED
138	218,902.3715	121,048.4191	TO BE ESTABLISHED
139	218,874.7125	121,000.8022	TO BE ESTABLISHED
140	218,866.3845	120,969.8576	TO BE ESTABLISHED
141	218,874.5747	120,931.3853	TO BE ESTABLISHED

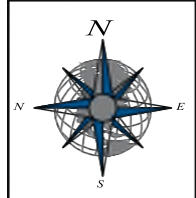
SURVEY TABLE			
MZD COORDINATES (ESENCIA) CONT.			
POINT	(Y)NORTH	(X)EAST	DESCRIPTION
142	218,855.5041	120,915.7178	TO BE ESTABLISHED
143	218,876.9215	120,889.0503	TO BE ESTABLISHED
144	218,881.2928	120,817.5855	TO BE ESTABLISHED
145	218,906.0750	120,783.3223	TO BE ESTABLISHED
146	218,911.4101	120,757.0831	TO BE ESTABLISHED
147	218,911.8606	120,700.8166	TO BE ESTABLISHED
148	218,892.9724	120,649.1964	TO BE ESTABLISHED
149	218,903.3064	120,549.7180	TO BE ESTABLISHED
150	218,943.5209	120,390.7525	TO BE ESTABLISHED
151	218,965.9947	120,377.6523	TO BE ESTABLISHED
152	218,967.8685	120,355.5797	TO BE ESTABLISHED
153	218,986.5544	120,334.2565	TO BE ESTABLISHED
154	218,991.4927	120,297.8767	TO BE ESTABLISHED
155	218,980.4440	120,267.9126	TO BE ESTABLISHED
156	218,960.2603	120,254.8641	TO BE ESTABLISHED
157	218,938.0561	120,208.1012	TO BE ESTABLISHED
158	218,936.1962	120,152.4702	TO BE ESTABLISHED
159	218,978.2311	120,096.3497	TO BE ESTABLISHED
160	219,004.0312	120,078.9008	TO BE ESTABLISHED
161	219,020.5843	120,028.2998	TO BE ESTABLISHED
162	219,024.9564	119,979.5419	TO BE ESTABLISHED
163	219,032.1707	119,958.7499	TO BE ESTABLISHED
164	219,012.5589	119,849.6485	TO BE ESTABLISHED
165	219,002.4854	119,839.1522	TO BE ESTABLISHED
166	219,004.8919	119,795.2573	TO BE ESTABLISHED
167	219,001.3237	119,784.1253	TO BE ESTABLISHED
168	218,977.2504	119,793.7387	TO BE ESTABLISHED
169	218,954.1393	119,765.5680	TO BE ESTABLISHED
170	218,939.8374	119,766.3267	TO BE ESTABLISHED
171	218,919.9416	119,736.5674	TO BE ESTABLISHED
172	218,927.6890	119,721.8410	TO BE ESTABLISHED
173	218,926.0530	119,700.0003	TO BE ESTABLISHED
174	218,941.1852	119,664.0125	TO BE ESTABLISHED
175	218,934.1804	119,629.4826	TO BE ESTABLISHED
176	218,911.0187	119,589.7893	TO BE ESTABLISHED
177	218,887.9356	119,512.1697	TO BE ESTABLISHED
178	218,862.9615	119,389.1576	TO BE ESTABLISHED
179	218,832.7473	119,332.4599	TO BE ESTABLISHED
180	218,825.5630	119,288.4558	TO BE ESTABLISHED
181	218,756.3927	119,191.8330	TO BE ESTABLISHED
182	218,765.8219	119,161.8698	TO BE ESTABLISHED
183	218,751.8646	119,158.6606	TO BE ESTABLISHED
184	218,729.4922	119,135.5297	TO BE ESTABLISHED
185	218,708.2247	119,096.5819	TO BE ESTABLISHED
186	218,699.1966	119,041.0368	TO BE ESTABLISHED
187	218,682.7194	119,027.3523	TO BE ESTABLISHED
188	218,676.6950	118,997.4247	TO BE ESTABLISHED
189	218,687.5486	118,952.9349	TO BE ESTABLISHED
190	218,686.6499	118,921.2754	TO BE ESTABLISHED
191	218,692.4328	118,900.3496	TO BE ESTABLISHED
192	218,689.2542	118,896.2597	TO BE ESTABLISHED
193	218,656.1230	118,890.2698	TO BE ESTABLISHED
194	218,654.0489	118,865.3375	TO BE ESTABLISHED
195	218,635.2559	118,844.0686	TO BE ESTABLISHED
196	218,666.4007	118,819.8772	TO BE ESTABLISHED
197	218,666.1195	118,802.4238	TO BE ESTABLISHED
198	218,644.9568	118,754.2599	TO BE ESTABLISHED
199	218,720.3350	118,760.4576	TO BE ESTABLISHED
200	218,726.6132	118,753.0631	TO BE ESTABLISHED
201	218,688.2900	118,705.6038	TO BE ESTABLISHED
202	218,623.1465	118,697.7916	TO BE ESTABLISHED
203	218,582.4980	118,637.1847	TO BE ESTABLISHED
204	218,626.0830	118,628.7890	TO BE ESTABLISHED
205	218,583.8557	118,573.8271	TO BE ESTABLISHED
206	218,559.5458	118,513.1072	TO BE ESTABLISHED
207	218,543.8225	118,426.5567	TO BE ESTABLISHED
208	218,521.9167	118,430.1068	TO BE ESTABLISHED
209	218,521.0070	118,391.4695	TO BE ESTABLISHED
210	218,541.0374	118,321.2730	TO BE ESTABLISHED
211	218,528.0181	118,286.5388	TO BE ESTABLISHED
212	218,497.0588	118,228.0950	TO BE ESTABLISHED
213	218,469.3317	118,163.6440	TO BE ESTABLISHED

ANEJOS DECLARACIÓN IMPACTO AMBIENTAL
ESENCIA, BOQUERÓN, CABO ROJO

Anejo 18
Traducción de Cortesía
NOVIEMBRE 2025

Descargo de Responsabilidad Legal

El presente documento es una traducción del documento original redactado en idioma inglés. Esta traducción ha sido realizada únicamente con fines informativos y no ha sido revisada ni aprobada por el autor del documento original. En caso de que surjan inconsistencias o discrepancias entre el contenido del documento original en inglés y la traducción al español, prevalecerá la versión en inglés del documento original. Este descargo de responsabilidad se emite en conformidad con la legislación vigente en Puerto Rico, que establece que, en situaciones de conflicto entre versiones en inglés y español de un mismo texto legal, la versión en inglés prevalecerá.



SYMBOL	REVISION	FOR	FECHA
REVISION OF LAYOUT	AF	AF	23-2-81
REVISION OF GEOMETRIC TABLES	24-2-81	24-2-81	24-2-81
REVISION OF ZMT	JCR	JCR	10-2-81
PAGE NUMBER	JCR	JCR	50625
NO PODEMOS GARANTIZAR QUE LOS DISEÑOS QUE SE MUESTRAN AQUÍ NO PODRÁN SER REPRODUCIDOS, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIER E. BIDOT ASOCIADOS, PSC.			



**JAVIER E. BIDOT
ASSOCIATES, PSC**
Land Surveyors & Consultants
16 Cordova St. | Terrillada | Caguas, PR 00727
Phone: (787) 897-1104 x117
www.jebot.com

MARITIME ZONE
DEMARCATON PLAN
PARA CABO ROJO LAND ACQUISITION, LLC.
LOCATED AT CARR. 301, KM 5.2, BO. BOQUERÓN
MUNICIPALITY OF CABO ROJO, PUERTO RICO

ULTIMOCIA DE ESTIMACIÓN DE	10 DE
DISEÑO	J. CANO
DISEÑADOR	J. CANO
REVISADO POR	C. LEBRON
ESCALA	1:1200

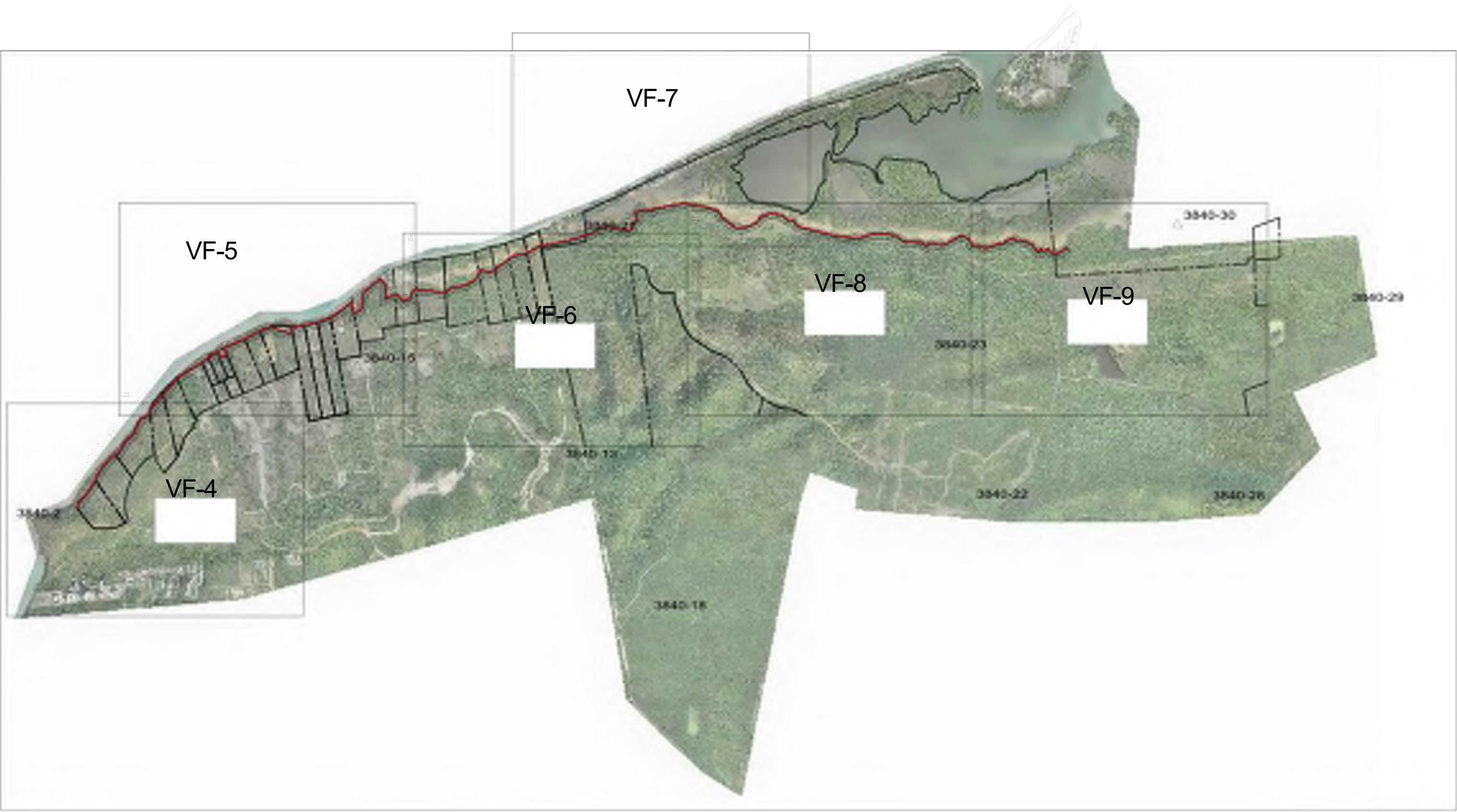
CERTIFICADO QUE ES CORRECTO
YO, CARLOS M. LEBRON CARRERA
CERTIFICO POR LA PRESENTE QUE
ESTE PLANO ES UNA
REPRESENTACION GRAFICA EXACTA
Y VERDADERA DE LA ZONA
MARITIMA.

CARLOS M. LEBRON CARRERA
INGENIERO

TITULO DEL DIBUJO:
GENERAL SITE
PLAN

DATE	DWG. NO.	SHEET NO.
21 DE AGOSTO	2	11
PROYECTO	VF-2	

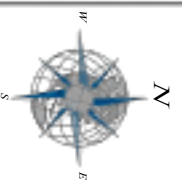
FILE NAME : 3840-2N1

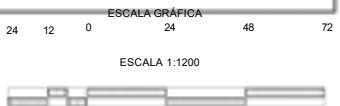


PLANO GENERAL DEL
SITIO

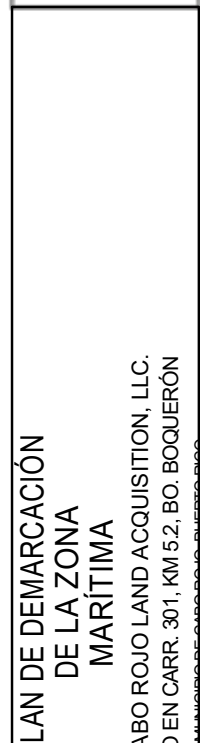
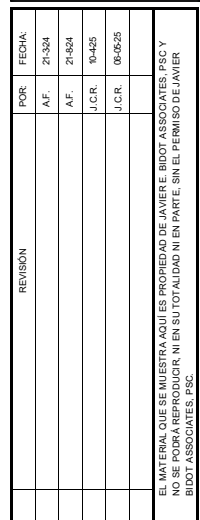
ESCALA 1:7500

* PARA NOTAS IMPORTANTES Y GENERALES, CONSULTE V-1





ESCALA 1:1200



1111

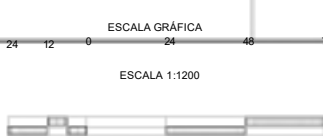
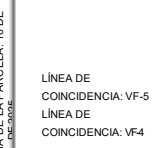
REVISADO POR: C. LEBRON
ESCALA: 1 : 1200
CERTIFICAR CORRECTO

100

TÍTULO DEL PLANIMETRÍA:

21 DE AGOSTO

TAMAÑO DEL PAPEL:
20 x 29

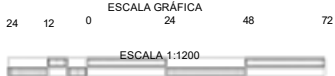


FECHA DE LA PARCELA: 10 DE
AGOSTO DE 2024



PLAN DE DEMARCACIÓN DE ZONAS MARÍTIMAS

ESCALA 1:1200



MARITIME ZONE
DEMARCATON
PLAN

21 DE AGOSTO
2024

PROYECT
VI-4

TAJANO DEL PAPEL
90x120

YO, CARLOS M. LEBRON CABRERA
CERTIFICO POR LA PRESENTE QUE
ESTE PLANO ES UNA
REPRESENTACION GRAFICA EXACTA
Y VERDADERA DE LA ZONA
MARITIMA

CARLOS M. LEBRON CABRERA
ABOGADO

TITULO DEL PLANIMETRIA

CERTIFICAR CORRECTO

ULTIMO DISEÑO	10 DE FEBRERO DE 2024
INVESTIGACION	J. CARLOS
DISEÑADO POR	J. CARLOS
REVISADO POR	C. LEBRON
ESCALA:	1:1200

MARITIME ZONE
DEMARCATON PLAN
PARA CABO ROJO LAND ACQUISITION, LLC.
LOCATED AT CARR. 301, KM 5.2 BO. BOQUERON
MUNICIPALITY OF CABO ROJO, PUERTO RICO

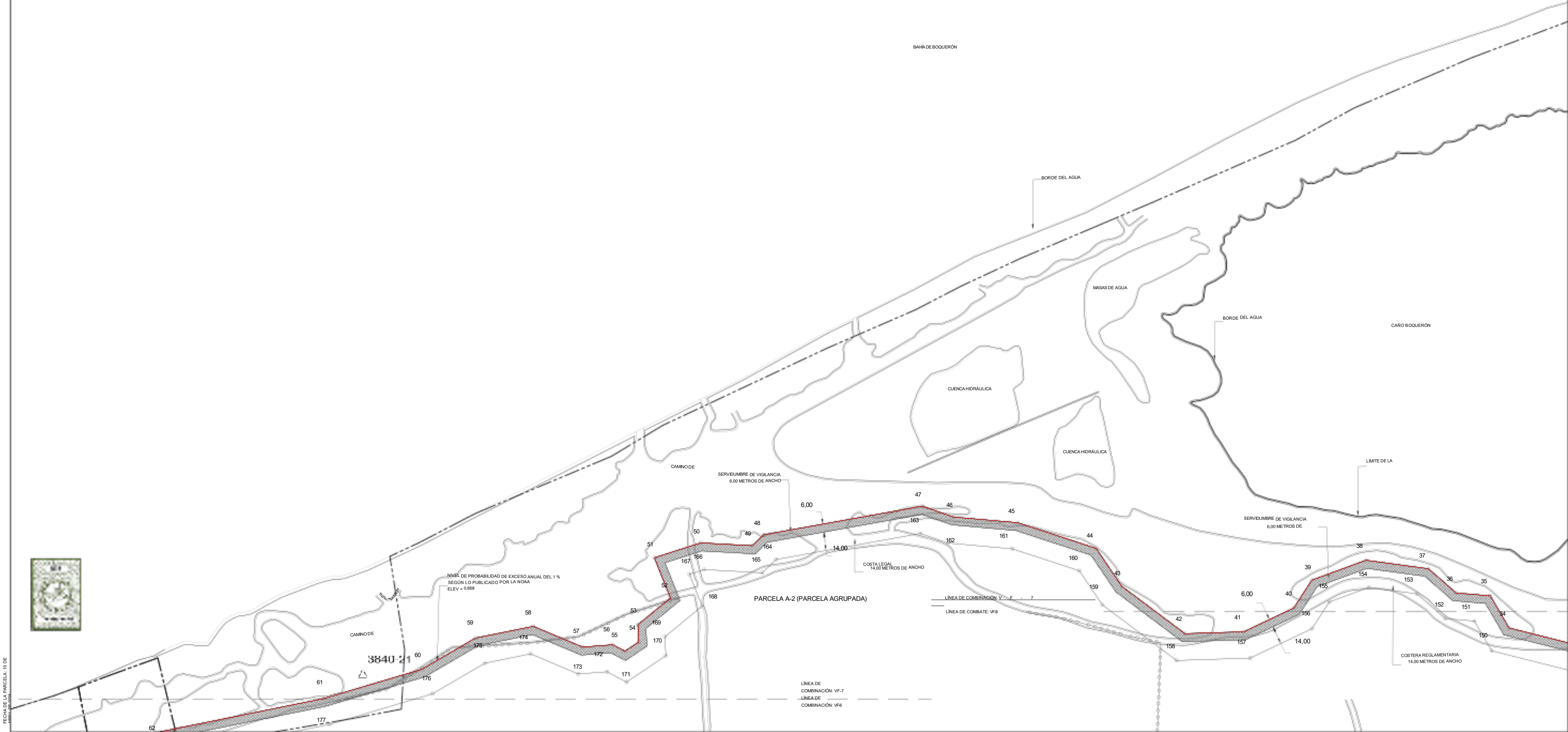


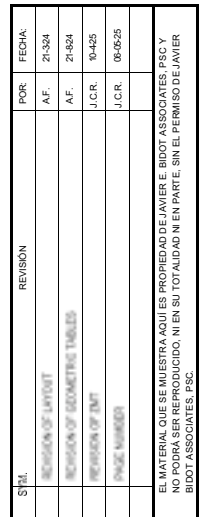
JAVIER E. BIDOT
ASSOCIATES, PSC
Land Surveyors & Consultants
P.O. Box 1781
San Juan, PR 00917
Phone: (787) 734-4117
www.jebpr.com

SYN	REVISION	POB.	FECHA
SECTION OF LAYOUT	AF	AF	21-08-24
SECTION OF GEOMETRIC THEOREM	AF	AF	21-08-24
SECTION OF UNIT	J.C.R.	J.C.R.	04-09-25
FIGURE NUMBER	J.C.R.	J.C.R.	04-09-25

EL DISEÑO QUE SE MUESTRA AQUÍ ES PROPIEDAD DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PERMISO DE JAVIERE. NO SE PUEDE REPRODUCIR, NI EN SU TOTALIDAD NI EN PARTE, SIN EL PER

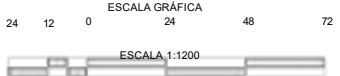
FECHA DE LA PARCELA: 10 DE
ABRIL DE 2023





YO, CARLOS M. LEBRON CABRERA,
CERTIFICO POR LA PRESENTE QUE
ESTE PLANO ES UNA
REPRESENTACIÓN GRÁFICA EXACTA
Y VERDADERA DE LA ZONA
MARÍTIMA

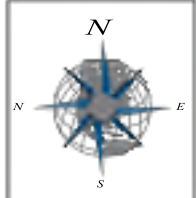
TÍTULO DEL PLANMETRIA:

20 x 47



PLAN DE DEMARCACIÓN DE LA ZONA MARÍTIMA

ESCALA 1:1200



FECHA	REVISIÓN
25/01/2021	1
24/01/2021	2
04/05/2021	3
06/05/2021	4

JAVIER E. BIDOT ASSOCIATES, PSC
Land Surveyors & Consultants
16 Cordon St. | Terrillada | Caguas, PR 00727
Phone: (787) 937-1044 x117
www.jebpr.com

MARITIME ZONE DEMARCATION PLAN
PARA CABO ROJO LAND ACQUISITION, LLC.
LOCATED AT CARR 307, KM 5.2 BO BOQUERÓN
MUNICIPALITY OF CABO ROJO, PUERTO RICO

INVESTIGACIÓN DE 06/2021
DISEÑADO POR J. CARRE
REVISADO POR C. LEBRON
ESCALA: 1:1200

CERTIFICAR CORRECTO

YO, CARLOS M. LEBRON CABRERA, CERTIFICO POR LA PRESENTE QUE ESTE PLANO ES UNA REPRESENTACIÓN GRÁFICA EXACTA Y VERDADERA DE LA ZONA MARÍTIMA.

CARLOS M. LEBRON CABRERA
INGENIERO EN TOPOGRAFIA

TÍTULO DEL PLANIMETRIA

MARITIME ZONE DEMARCATION PLAN

21 DE AGOSTO 2021
PROYECTO VI-5
TAMAÑO DEL PAPEL: 11x17

FECHA DE LA PARCELA: 10 DE ABRIL DE 2021

DATOS DE INSCRIPCIÓN

* PARA NOTAS IMPORTANTES Y GENERALES, CONSULTE V-1

PROPIEDAD: 18.700 (LOTE 42)
PÁGINA: 49
LIBRO: 508 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. ÁREA REGISTRADA: 19.651.978 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 19.926.708 M² +O= 5.07 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO CUARENTA Y DOS (42), UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE CINCO CUERDAS (5.0000), EQUIVALENTES A UNA (1) HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS (96) ÁREAS Y SESENTA (60) CENTÁREAS, Y EN LÍNEAS: POR EL NORTE, CON MAR CARIBE; POR EL SUR, CON LA PARCELA NÚMERO CUARENTA Y UNO (41) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA, POR EL ESTE, CON LA PARCELA NÚMERO SETENTA Y CUATRO (74) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA, POR EL OESTE, CON LA PARCELA NÚMERO SETENTA Y DOS (72) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA. CATASTRO: 402-000-004-60-00.

PROPIEDAD: 18.715 (LOTE 69)
PÁGINA: 1
LIBRO: 1031 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. INSCRIPCIÓN PENDIENTE EN LA ENTRADA 2022-139639-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.651.978 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 19.651.526 M² +O= 5.01 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA N.º 69 UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE 5.000 CUERDAS, EQUIVALENTES A 1 HECTÁREA, 96 ÁREAS Y 60 CENTÁREAS, LÍMITA AL NORTE CON EL MAR CARIBE, POR EL SUR, CON SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO; POR EL ESTE, CON LA PARCELA N.º 70 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO, Y POR EL OESTE, CON LA PARCELA N.º 61. ESTA PARCELA ES PARA USO AGRÍCOLA.

PROPIEDAD: 18.716 (LOTE 70)
PÁGINA: 12
LIBRO: 1031 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. PENDIENTE DE INSCRIPCIÓN EN LA ENTRADA 2022-139639-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.651.978 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 19.714.707 M² +O= 5.02 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA 70 RADICADA EN EL BARRIO BOQUEÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE 5.00 CUERDAS, EQUIVALENTES A 1 HECTÁREA, 96 ÁREAS Y 60 CENTÁREAS, LÍMITA AL NORTE CON EL MAR CARIBE; AL SUR, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 19 METROS DE ANCHO, AL ESTE, CON LA PARCELA N.º 71, Y AL OESTE, CON LA PARCELA N.º 69. ESTA PARCELA ES PARA USO AGRÍCOLA.

PROPIEDAD: 18.717 (LOTE 71)
PÁGINA: 64
LIBRO: 884 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. INSCRIPCIÓN PENDIENTE EN LA ENTRADA 2022-044732-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.651.978 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 19.797.457 M² +O= 5.03 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 71, UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE CINCO CUERDAS, EQUIVALENTES A 1 HECTÁREA, 96 ÁREAS Y 60 CENTÁREAS, LÍMITES: NORTE, CON LA PARCELA N.º 72 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA; SUR, CON LA PARCELA N.º 69 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA; ESTE, CON LA PARCELA N.º 73 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA; OESTE, CON EL MAR CARIBE, PARA USO DE FINES AGRÍCOLAS.

PROPIEDAD: 18.718 (LOTE 72)
PÁGINA: 47
LIBRO: 884 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. ÁREA REGISTRADA: 19.651.978 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 20.122.676 M² +O= 5.12 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 72, UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE CINCO CUERDAS, EQUIVALENTES A 1 HECTÁREA, 96 ÁREAS Y 60 CENTÁREAS, LÍMITES: NORTE, CON EL MAR CARIBE; SUR, CON SERVIDUMBRE DE PASO DE 13.00 METROS DE ANCHO PARA USO PÚBLICO; ESTE, CON PROPIEDAD DE DIEGO TAMARIZ, OESTE, CON LA PARCELA N.º 71. DESCRITA EN LA 7.ª INSCRIPCIÓN CON LAS COLINDANCIAS ADECUADAS A LA REALIDAD EXTRAREGISTRAL.

PROPIEDAD DE DIEGO TAMARIZ, OESTE, CON LA PARCELA N.º 71. DESCRITA EN LA 7.ª INSCRIPCIÓN CON LAS COLINDANCIAS ADECUADAS A LA REALIDAD EXTRAREGISTRAL.

PROPIEDAD: 18.721 (LOTE 81)
PÁGINA: 78
LIBRO: 884 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. INSCRIPCIÓN PENDIENTE EN LA ENTRADA 2022-139639-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.651.978 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 19744.287 M² +O= 5.02 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA N.º 81 UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE 5.00 CUERDAS, EQUIVALENTES A 1 HECTÁREA, 96 ÁREAS Y 60 CENTÁREAS, LÍMITA AL NORTE CON LA PARCELA N.º 79 Y UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA, ANTES, HOY CON EL MAR CARIBE; AL SUR, CON LOS TERRENOS DEL SR. JOSÉ FAS, ANTES, HOY CON SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, POR EL ESTE, CON LA PARCELA N.º 82 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA, ANTES, HOY CON LA PARCELA 89, Y POR EL OESTE, CON LA PARCELA N.º 80 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA, ANTES, HOY CON LA PARCELA 80, PARA USO AGRÍCOLA.

PROPIEDAD: 18.781 (LOTE 20)
PÁGINA: 226
LIBRO: 509 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. PENDIENTE DE INSCRIPCIÓN EN LA ENTRADA 2023-075787-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.656.250 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 26.940.621 M² +O= 6.85 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 20, RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE 5.00 CUERDAS, EQUIVALENTES A UNA HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS ÁREAS Y SESENTA CENTÁREAS, LÍNDERS NORTE EN UNA DISTANCIA DE 89.36 metros lineales, con la zona marítima y mar Caribe; SUR, EN UNA DISTANCIA DE 80.85 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO 34 DEL DOCTOR ENRIQUE CARLO AYMAT, ESTE, EN UNA DISTANCIA DE 245.783 metros lineales, con una servidumbre de paso de 10.00 metros de ancho, cinco de los cuales pertenecen a esta parcela y que la separa de la parcela número 21 de Quirino Merino Pedrosó, OESTE, EN UNA DISTANCIA DE 225.805 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA PROPIEDAD DE QUIRINO MERINO PEDROSÓ.

PROPIEDAD: 18.782 (LOTE 21)
PÁGINA: 241
LIBRO: 509 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. PENDIENTE DE INSCRIPCIÓN EN LA ENTRADA 2023-075782-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.656.250 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 26.268.311 M² +O= 10.00 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 21, RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA CABIDA SUPERFICIAL DE 5.00 CUERDAS, EQUIVALENTES A UNA HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS ÁREAS Y SESENTA CENTÁREAS, LÍNDERS NORTE EN UNA DISTANCIA DE 83.77 metros lineales, con la zona marítima y mar Caribe; SUR, EN UNA DISTANCIA DE 71.31 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO 34 DEL DOCTOR ENRIQUE CARLO AYMAT; ESTE, EN UNA DISTANCIA DE 235.80 metros lineales, con una servidumbre de paso de 10.00 metros de ancho, cinco de los cuales pertenecen a esta parcela y que la separa de las parcelas 104 y 106 de ENRIQUE CARLO AYMAT, OESTE, EN UNA DISTANCIA DE 245.738 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA 20 DE QUIRINO MERINO PEDROSÓ.

PROPIEDAD: 18.804 (LOTE 75)
PÁGINA: 73
LIBRO: 510 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. SUPERFICIE REGISTRADA: 19.651.978 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 17.705.357 M² +O= 4.50 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO SETENTA Y CINCO (75), UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE CINCO CUERDAS (5.0000), EQUIVALENTES A UNA (1) HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS (96) ÁREAS Y SESENTA (60) CENTÁREAS, Y EN LÍNEAS: POR EL NORTE, EN UNA DISTANCIA DE 99.63 METROS LINEALES, CON LA ZONA MARITIMA Y EL MAR CARIBE; POR EL SUR, EN UNA DISTANCIA DE 99.57 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO 175 DEL DOCTOR ENRIQUE CARLO AYMAT; POR EL ESTE, EN UNA DISTANCIA DE 198.76 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 metros de ancho, cinco de los cuales pertenecen a esta parcela y que la separa de la parcela 76 de Quirino Merino Pedrosó, Y POR EL OESTE, EN UNA DISTANCIA DE 198.54 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA 74 DE QUIRINO MERINO PEDROSÓ. PARA SER DEDICADA A FINES AGRÍCOLAS. CATASTRAL: 402-000-004-66-000.

PROPIEDAD: 18.805 (LOTE 76)
PÁGINA: 79
LIBRO: 510 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. PENDIENTE DE INSCRIPCIÓN EN LA ENTRADA 2021-044224-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.651.978 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 12.385.543 M² +O= 3.15 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 76 RADICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE 5.000 CUERDAS, EQUIVALENTES A 1 HECTÁREA, 96 ÁREAS Y 60 CENTÁREAS, LÍMITES: NORTE, EN UNA DISTANCIA DE 120.20 M, CON LA ZONA MARITIMA Y MAR CARIBE; SUR, EN UNA DISTANCIA DE 72.82 M, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA DE ENRIQUE CARLO AYMAT; ESTE, EN UNA DISTANCIA DE 214.20 M, con una servidumbre de paso de 10 metros de ancho, 5 de los cuales pertenecen a esta parcela y que la separa de la parcela 77 de Eduardo Ruiz Valiente; OESTE, EN UNA DISTANCIA DE 198.76 M, con una SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO, 5 DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA 75 DE QUIRINO MARINO PEDROSÓ.

PROPIEDAD: 18.806 (LOTE 77)
PÁGINA: 85
LIBRO: 510 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. PENDIENTE DE INSCRIPCIÓN EN LA ENTRADA 2022-139639-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.651.978 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 21.123.351 M² +O= 5.37 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO SETENTA Y SIETE (77), UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE CINCO CUERDAS (5.0000), EQUIVALENTES A UNA (1) HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS (96) ÁREAS Y SESENTA (60) CENTÁREAS, Y EN LÍNEAS: POR EL NORTE, EN UNA DISTANCIA DE 73.00 METROS LINEALES, CON LA ZONA MARITIMA Y EL MAR CARIBE; SUR, EN UNA DISTANCIA DE 71.04 METROS LINEALES, CON LA PARCELA DE ENRIQUE CARLO AYMAT; POR EL ESTE, EN UNA DISTANCIA DE 289.99 METROS LINEALES, CON LA PARCELA NÚMERO 78, Y POR EL OESTE, EN UNA DISTANCIA DE 285.90 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE 10.00 METROS DE ANCHO, 5.00 DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA 76. CATASTRAL: 379-000-009-01-000.

PROPIEDAD: 18.807 (LOTE 78)
INSCRITA EN EL SISTEMA KARIBE, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. INSCRIPCIÓN PENDIENTE EN LA ENTRADA 2023-08716-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.651.978 M² +O= 5.000 CUERDAS. ÁREA MEDIDA: 21.123.351 M² +O= 5.37 CDAS.

RÚSTICA: BARRIO BOQUERON DE CABO ROJO, SOLAR: 78, CABIDA: 5 CUERDAS, LÍMITES: NORTE, CON EL MAR CARIBE, SUR, CON LA PARCELA 38 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA, ESTE, CON LA PARCELA 79, Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA, OESTE, CON LA PARCELA 78 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA. CATASTRO: 379-000-009-03-000.

PROPIEDAD: 18.808 (LOTE 79)
INSCRITA EN EL SISTEMA KARIBE, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. INSCRIPCIÓN PENDIENTE EN LA ENTRADA 2023-08716-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.651.978 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 19.659.292 M² +O= 5.00 CDAS.

RÚSTICA: BARRIO BOQUERÓN DE CABO ROJO, SOLAR: 79, CABIDA: 5 CUERDAS, LÍMITES: NORTE, CON EL MAR CARIBE, SUR, CON LA PARCELA 174 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA, ESTE, CON LA PARCELA 182 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA, OESTE, CON LA PARCELA 78 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE 10 METROS DE ANCHO DE LOS CUALES 5 PERTENECEN A ESTA PARCELA. CATASTRO: 379-000-009-03-000.

PROPIEDAD: 18.816 (LOTE 181)
PÁGINA: 145
LIBRO: 510 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. INSCRIPCIÓN PENDIENTE EN LA ENTRADA 2023-07816-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.656.250 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 36.733.605 M² +O= 9.35 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO CIENTO OCHENTA Y UNA (181), UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE CINCO CUERDAS (5.0000), EQUIVALENTES A UNA (1) HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS (96) ÁREAS Y SESENTA (60) CENTÁREAS, Y EN LÍNEAS: POR EL NORTE, CON EL MAR CARIBE, POR EL SUR, CON LA PARCELA NÚMERO CATORCE (14) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA, POR EL ESTE, CON LA PARCELA NÚMERO DIECINUEVE (19) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA, POR EL OESTE, CON LA PARCELA NÚMERO DIECINUEVE (19) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA.

PROPIEDAD: 18.818 (LOTE 1)
PÁGINA: 127
LIBRO: 510 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. PENDIENTE DE INSCRIPCIÓN EN LA ENTRADA 2022-147665-SG01. ÁREA REGISTRADA: 20.079.309 M² +O= 5.11 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO UNO (1) UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE CINCO CUERDAS (5.0000) EQUIVALENTES A UNA (1) HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS (96) CENTÁREAS Y SESENTA (60) CENTÁREAS, Y EN LÍNEAS: POR EL NORTE, CON EL MAR CARIBE, POR EL SUR, CON LA PARCELA NÚMERO DIECIOCHO (18) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA, POR EL ESTE, CON LA PARCELA NÚMERO SIETE (7) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA, Y POR EL OESTE, CON LA PARCELA NÚMERO DIECINUEVE (19) Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA.

OBSERVACIÓN: SEGÚN LA INSCRIPCIÓN 2.ª, SUS COLINDANCIAS SON LAS SIGUIENTES: POR EL NORTE, EN UNA DISTANCIA DE 52.81 METROS LINEALES, CON EL MAR CARIBE; POR EL SUR, EN UNA DISTANCIA DE 52.81 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO METROS LINEALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO 2, POR EL ESTE, EN UNA DISTANCIA DE 38.44 METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE DIEZ METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO 7 DE SANTOS ALONSO MALDONADO Y CON TERRENOS DE ENRIQUE CARLO AGRAÏT, Y POR EL OESTE, EN UNA DISTANCIA DE 374.24 METROS LINEALES, CON LA PARCELA NÚMERO 73 DE JUAN RUIZ VALENTIN.

PROPIEDAD: 18.822 (LOTE 7) PÁGINA: 181
LIBRO: 510 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. ÁREA REGISTRADA: 19.652.000 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 18.009.936 M² +O= 4.58 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO SIETE (7), UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE CINCO CUERDAS, EQUIVALENTES A DIECINUEVE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y DOS METROS CUADRADOS (19.652.00 M2), Y CUYAS COLINDANCIAS SON: POR EL NORTE, EN UNA DISTANCIA DE CIENTO ONCE PUNTO CINCUENTA Y SIETE (111.57) METROS LINEALES, CON EL MAR CARIBE; POR EL SUR, EN UNA DISTANCIA DE CIENTO CIN PUNTO CINCUENTA Y SIETE (111.57) METROS LINEALES, CON LA PARCELA NÚMERO 107 Y SERVIDUMBRE DE CIENTO CIN PUNTO CINCUENTA Y SIETE (111.57) METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS QUE PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARAN DE LA PARCELA NÚMERO OCHO QUE PERTENECEN A DON ENRIQUE CARLO AYMAT, POR EL ESTE, EN UNA DISTANCIA DE DOSCIENTOS VENTICHOCHO PUNTO SESENTA Y TRES METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA PROPIEDAD DE QUIRINO MERINO PEDROSÓ Y LA PARCELA NÚMERO VEINTIDOS (22) PROPIEDAD DE ENRIQUE CARLO AYMAT, POR EL OESTE, EN UNA DISTANCIA DE CIENTO SETENTA Y CUATRO PUNTO NOVENTA Y TRES (174.93) METROS LINEALES, CON UNA SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, CINCO DE LOS CUALES PERTENECEN A ESTA PARCELA Y QUE LA SEPARA DE LA PARCELA NÚMERO UNO (1) QUE PERTENECEN A ENRIQUE CARLO AYMAT.

EDIFICACIÓN: ESTRUCTURA RESIDENCIAL DE UN NIVEL, CONSTRUIDA EN HORMIGÓN Y BLOQUES DE CEMENTO, CON UNA MEDIDAS EXTERIORES DE APROXIMADAMENTE 16.6 METROS DE ANCHO POR 20.7 METROS DE LARGO Y CON UNA SUPERFICIE HABITABLE APROXIMADA DE 324 METROS CUADRADOS, SU ENTRADA PRINCIPAL ESTÁ LOCALIZADA AL ESTE DE LA PROPIEDAD Y SE ACCEDERÍA A ELLA POR UNA TERRAZA CUBIERTA DE UNAS MEDIDAS EXTERIORES DE DOCE PIES DE ANCHO POR CUARENTA PUNTO NUEVE PIES DE LARGO (12 X 49.9), EL INTERIOR CONSISTE EN UN ÁREA ABIERTA CON TECHO DE TRECE PIES Y MEDIO DE ALTO DONDE SE ENCUENTRAN LA COCINA, EL COMEDOR Y LA SALA, DESDE EL ESPACIO ABIERTO SE PUEDE ACCEDER A LOS TERES (3) DORMITORIOS QUE ESTÁN UBICADOS HACIA LA ESQUINA SURESTE DE LA ESTRUCTURA, EXISTE UN PASILLO DE CUATRO PIES DE ANCHO AL FINAL DEL ESPACIO ABIERTO AL OTRO LADO DE LA ENTRADA PRINCIPAL, DESDE DONDE HAY UNA PUERTA DE ACCESO AL PATIO AL OESTE DE LA PROPIEDAD, DESDE EL PASILLO SE PUEDE ACCEDER A LOS DOS BARCOS COMPLETOS. Frente a los cuales hay un arriato grande y un cuarto de lavandería. EXTERNA EN UNA ESTRUCTURA INDEPENDIENTE CONSTRUIDA EN CONCRETO LOCALIZADA HACIA EL NORTE DE LA ESTRUCTURA RESIDENCIAL PRINCIPAL ACCESIBLE DESDE LA RESIDENCIA POR UNA ACERA. CONTIENE ADemás UN GAZBO EN UNA ESTRUCTURA INDEPENDIENTE CONSTRUIDA EN MADERA CON BASE DE CEMENTO LOCALIZADA HACIA LA ESQUINA NORESTE DE LA PROPIEDAD, VALORADA EN LA SUMA DE \$150,000.00, SEGÚN CONSTA LA ESCRITURA N.º 37, OTORGADA EN CABO ROJO, EL DÍA 29 DE SEPTIEMBRE DE 2021 ANTE LA NOTARÍA YSIS DOTTIEAU COPRESI, INSCRITA EL DÍA 29 DE SEPTIEMBRE DEL 2023 EN EL SISTEMA KARIBE, FNCA N.º 18822 DE CABO ROJO, INSCRIPCIÓN N.º CATASTRO: 379-000-009-04-000.

PROPIEDAD: 18.830 (LOTE 19) PÁGINA: 229
LIBRO: 510 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. INSCRIPCIÓN PENDIENTE EN LA ENTRADA 2023-075787-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.656.250 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 20.284.021 M² +O= 5.16 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 19, UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, CON UNA SUPERFICIE DE CINCO CUERDAS, EQUIVALENTES A UNA HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS ÁREAS Y SESENTA CENTÁREAS, Y EN LÍNEAS: POR EL NORTE, CON EL MAR CARIBE; POR EL SUR, CON LA PARCELA NÚMERO 14 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA; POR EL ESTE, CON LA PARCELA NÚMERO 11 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA; POR EL OESTE, CON LA PARCELA NÚMERO 18 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES CINCO PERTENECEN A ESTA PARCELA. SERVIDUMBRE DE PASO DE TODA UTILIDAD PÚBLICA.

PROPIEDAD: 18.839 (LOTE 105)
PÁGINA: 115
LIBRO: 886 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. PENDIENTE DE INSCRIPCIÓN EN LA ENTRADA 2023-091075-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.653.500 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 19.786.445 M² +O= 5.03 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA DENOMINADA 105, PARCELA DE TERRENO SITUADA EN EL BARRIO BOQUERÓN, SECTOR EL COMBATE, CARR. 301, KILOMETRO 7.4 INTERIOR, DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CABO ROJO, PUERTO RICO, UBICA EN EL PROYECTO BAHÍA BONITA, EL NÚMERO DE LA FINCA PRINCIPAL DE LA CUAL SE SEGREGA ESTA PARCELA ES 55-402009-02-001, TIENE UNA SUPERFICIE DE 19.653.500 METROS CUADRADOS, EQUIVALENTES A 5.00 CUERDAS, LÍMITES: NORTE, EN 9.001 METROS LINEALES, CON LA ZONA MARITIMA, TERRESTRE DE LA BAHÍA DE BOQUERÓN, SUR, EN DOS ALINEACIONES QUE TOTALIZAN EL REMANENTE DE LA FINCA PRINCIPAL DE LA CUAL SE SEGREGA LA PARCELA NÚMERO 105, EN 7.501 METROS LINEALES, CON TERRENOS DE LA PARCELA N.º 105 DEL PROYECTO BAHÍA BONITA, POR EL OESTE, EN 7.501 METROS LINEALES, CON LA PARCELA N.º 62 DEL PROYECTO BAHÍA BONITA; ESTE, EN DOS ALINEACIONES QUE TOTALIZAN 317.577 metros lineales, con terrenos de la sucesión Ramirez de Amellano; OESTE, EN 307.000 metros lineales, con la parcela n.º 106.

DEL PROYECTO BAHÍA BONITA, UBICADA EN LA ESQUINA DE LA PARCELA 105 EN LA QUE CONVERGEN LAS COLINDANCIAS SUR Y OESTE SE ENCUENTRA UNA SERVIDUMBRE DE PASO QUE TIENE UNA SUPERFICIE DE 288.90 METROS CUADRADOS Y SUS COLINDANCIAS SON: NORTE, EN 29.296 METROS LINEALES, CON LOS TERRENOS DE LA PARCELA 105 DEL PROYECTO BAHÍA BONITA; POR EL SUR, EN 38.341 METROS LINEALES; CON LA PARCELA N.º 62 DEL PROYECTO BAHÍA BONITA, POR EL ESTE, EN 7.501 METROS LINEALES, CON TERRENOS DE LA PARCELA N.º 105 DEL PROYECTO BAHÍA BONITA, POR EL OESTE, EN 7.501 METROS LINEALES, CON TERRENOS DE LA PARCELA N.º 106 DEL PROYECTO BAHÍA BONITA.

PROPIEDAD: 18.840 (LOTE 106)
PÁGINA: 127
LIBRO: 843 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. ÁREA REGISTRADA: 19.654.560 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 22.018.333 M² +O= 5.60 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 106, UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE 19.654.56 METROS CUADRADOS, EN LÍNEAS: NORTE, CON LA BAHÍA DE BOQUERÓN, EN UNA ALINEACIÓN DE 19.4 METROS CUADRADOS, SUR, CON UN CAMINO DE SERVIDUMBRE DE 15.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 7.50 METROS PERTENECEN A ESTA FINCA, ESTA COLINDANCIA MIDE 82.68 METROS; ESTE, CON LA PARCELA NÚMERO 105, EN UNA DISTANCIA DE 307.90 metros, OESTE, con la parcela número 107, en una distancia de 301.54 metros, OESTE, con la parcela número 107, en una distancia de 301.54 metros, LA COLINDANCIA SUR DE LA FINCA SE HALLA AFECTADA A UNA SERVIDUMBRE DE PASO PARA USO VEHICULAR Y PERSONAL, DE 15.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 7.50 METROS PERTENECEN A ESTA FINCA, AFECTANDO ESTA SERVIDUMBRE A LO LARGO DE LA COLINDANCIA SUR Y RESULTANDO EN UN ÁREA AFECTADA POR DICHA SERVIDUMBRE DE 470.03 METROS CUADRADOS LOS CUALES FORMAN PARTE DEL ÁREA TOTAL DE LA FINCA.

RECTIFICADA LA CABIDA HASTA DEJARLA CON LA QUE SE DESCRIBE POR HABER SIDO OBJETO DE MENSURA POR EL AGRIENSOR FRANK LOZADA DIAZ, LICENCIA N.º 5787, SEGÚN CERTIFICADO DE MEDICIÓN Y LA ESCRITURA N.º 183, OTORGADA EN BOQUERÓN, EL DÍA 16 DE JULIO DE 2003 ANTE EL NOTARIO RAFAEL DOTTIEAU CRUZ, INSCRITA AL FOLIO 127 DEL TOMO 843 DE CABO ROJO, INSCRIPCIÓN N.º 4.

PROPIEDAD: 18.841 (LOTE 107)
PÁGINA: 175
LIBRO: 843 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. PENDIENTE DE INSCRIPCIÓN EN LA ENTRADA 2023-091075-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.656.250 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 18.788.910 M² +O= 4.78 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA MARCADA CON EL NÚMERO 107 DE LA BAHÍA BONITA, UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE DIECINUEVE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y SEIS METROS VENTICINCO DECIMETROS CUADRADOS (19.656.25 M2), LÍNDERS AL NORTE, CON LA BAHÍA BOQUERÓN, AL SUR, CON LAS PARCELAS 82 Y 113, AMBAS CON PARTE DE LAS SERVIDUMBRES DE PASO PARA SU ACCESO DE 15.00 METROS DE ANCHO, DE LOS CUALES 7.50 METROS PERTENECEN A ESTA PARCELA; Este, con la parcela 106, la cual contiene parte de la servidumbre de paso para su acceso de 15.00 metros de ancho, OESTE, CON LA PARCELA NÚMERO 108 LA CUAL CONTIENE PARTE DE LA SERVIDUMBRE DE PASO PARA SU ACCESO DE 15.00 METROS DE ANCHO, LA COLINDANCIA SUR DE LA FINCA SE HALLA AFECTADA A UNA SERVIDUMBRE DE PASO PARA USO VEHICULAR Y PEATONAL DE 7.50 METROS DE ANCHO POR 64.20 METROS DE LARGO, AFECTANDO ESTA SERVIDUMBRE TODO LO LARGO DE LA COLINDANCIA SUR Y RESULTANDO EN UN ÁREA AFECTADA POR DICHA SERVIDUMBRE DE 481.47 M2 LOS CUALES FORMAN PARTE DEL ÁREA TOTAL DE LA FINCA SEGÚN HA SIDO DESCRITA.

RECTIFICADA LA CABIDA HASTA DEJARLA CON LA QUE SE DESCRIBE POR HABER SIDO OBJETO DE MENSURA POR EL AGRIENSOR FRANK LOZADA DIAZ, LICENCIA N.º 5787, SEGÚN CERTIFICADO DE MEDICIÓN Y LA ESCRITURA N.º 221, OTORGADA EN CABO RJO, EL DÍA 17 DE SEPTIEMBRE DE 2003 ANTE EL NOTARIO RAFAEL DOTTIEAU CRUZ, INSCRITA AL FOLIO 175 DEL TOMO 843 DE CABO ROJO, INSCRIPCIÓN N.º 5.

PROPIEDAD: 18.842 (LOTE 108)
PÁGINA: 217
LIBRO: 856 DE CABO ROJO, REGISTRO DE LA PROPIEDAD DE SAN GERMAN. INSCRIPCIÓN PENDIENTE EN LA ENTRADA 2023-146489-SG01. ÁREA REGISTRADA: 19.656.250 M² +O= 5.00 CDAS. ÁREA MEDIDA: 19.233.462 M² +O= 4.81 CDAS.

RÚSTICA: PARCELA NÚMERO 108, UBICADA EN EL BARRIO BOQUERÓN DEL MUNICIPIO DE CABO ROJO, PUERTO RICO, CON UNA SUPERFICIE DE CINCO CUERDAS, EQUIVALENTES A UNA HECTÁREA, NOVENTA Y SEIS ÁREAS Y SESENTA CENTÁREAS, EN LÍNDERS: AL NORTE, CON LA PARCELA NÚMERO 106 Y SERVIDUMBRE DE PASO DE DIEZ METROS DE ANCHO, DE

TABLA DE ESTUDIO

[illegible]

TABLA DE ESTUDIO

PUNTO	(Y)NORTE	(X)ESTE	DESCRIPCIÓN
49	219 022,9310	119 831,5720	POR DETERMINAR
48	219 031,1740	119 840,1610	POR DETERMINAR
47	219 052,7810	119 960,3620	POR DETERMINAR
46	219 044,6570	119,983.7760	POR DETERMINAR
45	219 040,3010	120,032.3540	POR DETERMINAR
44	219 020,9100	120,091.6300	POR DETERMINAR
43	218 992,2220	120,111.0320	POR DETERMINAR
42	218 956,4200	120 158,8310	POR DETERMINAR
41	218 957,9060	120 203,2780	POR DETERMINAR
40	218 975,8900	120,241.1530	POR DETERMINAR
39	218 996,9020	120 254,7370	POR DETERMINAR
38	219 011,9810	120 295,6310	POR DETERMINAR
37	219 005,5630	120 342,9110	POR ESTABLECER
36	218 987,2410	120 363,8190	POR DETERMINAR
35	218 985,0440	120 389,6980	POR DETERMINAR
34	218 960,8500	120 403,8010	POR ESTABLECER
33	218 923,0500	120 553,2220	POR DETERMINAR
32	218 913,3430	120 646,6650	POR DETERMINAR
31	218 931,8890	120 697,3500	POR DETERMINAR
30	218 931,3940	120 759,1750	POR DETERMINAR
29	218 924,8130	120 791,5420	POR DETERMINAR
28	218 900,9010	120 824,6020	POR ESTABLECER
27	218 896,4960	120 896,6170	POR DETERMINAR
26	218 883,4830	120 912,8200	POR DETERMINAR
25	218 896,6690	120 923,6530	POR ESTABLECER
24	218 886,9490	120 969,3110	POR DETERMINAR
23	218 893,3370	120 993,0470	POR DETERMINAR
22	218 922,0300	121 042,4440	POR DETERMINAR
21	218 922,8550	121 055,3350	POR DETERMINAR
20	218 911,4030	121 083,2590	POR DETERMINAR
19	218 886,9420	121 093,7540	POR DETERMINAR
18	218 876,4650	121 149,8020	DETERMINAR
17	218 892,1790	121 201,5320	DETERMINAR
16	218 889,8340	121,214.9510	DETERMINAR
15	218 902,3020	121,223.2210	DETERMINAR
14	218 915,4690	121 259,8420	DETERMINAR
13	218 905,3940	121 264,9480	DETERMINAR
12	218 904,5790	121,282.5890	DETERMINAR
11	218 899,6430	121,308.6030	DETERMINAR
10	218 890,8580	121,330.9120	DETERMINAR
9	218 860,8680	121,352.4490	DETERMINAR
8	218 860,9350	121,356.8900	DETERMINAR
7	218 871,7930	121,360.1970	DETERMINAR
6	218 871,0370	121 367,9070	DETERMINAR
5	218 863,4300	121 375,7740	DETERMINAR
4	218 872,2530	121,395.7030	DETERMINAR
3	218 854,1650	121 408,1570	DETERMINAR
2	218 850,9160	121 425,8820	DETERMINAR
1	218 876,5620	121 468,2650	DETERMINAR
119	218 859,4508	121 478,6190	DETERMINAR
120	218 829,8752	121 429,7420	DETERMINAR
121	218 835,9888	121 396,3895	POR DETERMINAR
122	218 847,2514	121 388,6349	POR DETERMINAR
123	218 839,6895	121 371,5543	POR DETERMINAR
124	218 841,1315	121 370,0630	POR DETERMINAR
125	218 840,7126	121 342,3004	POR DETERMINAR
126	218 874,4072	121,318.1030	POR DETERMINAR
127	218 880,3444	121,303.0259	POR DETERMINAR
128	218 884,6657	121 280,2517	POR ESTABLECER
129	218 885,9534	121 252,3787	POR ESTABLECER
130	218 890,6722	121,249.9871	POR ESTABLECER
131	218 885,7239	121,236.2245	POR ESTABLECER
132	218 867,8815	121,224.3896	POR ESTABLECER
			DETERMINAR
			DETERMINAR
			DETERMINAR
			DETERMINAR
			DETERMINAR
			ESTABLECERSE
			ESTABLECERSE

TABLA DE ESTUDIO

[illegible]

TABLA DE ESTUDIO

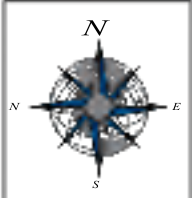
PUNTO	(Y)NORTE	(X)ESTE	DESCRIPCIÓN
214	218,441.5087	118 175,1126	POR DETERMINAR
215	218,417.9108	118 113,9129	POR DETERMINAR
216	218 438,0786	118 105,9875	POR ESTABLECER
217	218,406.8230	118 062,5328	POR DETERMINAR
218	218 351,4538	117 974,5687	POR DETERMINAR
219	218,315.6047	117 940,2991	POR DETERMINAR
220	218,227.4237	117 865,8822	POR DETERMINAR
221	218,204.1333	117 858,1852	POR DETERMINAR
222	218,181.9176	117 824,9766	POR DETERMINAR
223	218,182.1259	117 819,8130	POR DETERMINAR
224	218 173,3256	117 813,9404	POR DETERMINAR
225	218 136,5307	117 801,1970	POR DETERMINAR
226	218 119,1077	117,787.8547	POR DETERMINAR
227	218 101,7145	117 766,9651	POR DETERMINAR
228	218 042,5638	117 730,4452	POR DETERMINAR
229	218 041,1253	117 715,5061	POR DETERMINAR
230	218 030,9562	117 703,1507	POR DETERMINAR
231	217 989,8837	117 667,3156	POR DETERMINAR
232	217 947,6890	117 646,5881	POR ESTABLECER
233	217 904,4926	117 622,1883	POR DETERMINAR
234	217 856,7193	117 579,0867	POR DETERMINAR
118	217 842,5806	117 577,2407	POR DETERMINAR

TABLAS DE ESTUDIO

* PARA NOTAS IMPORTANTES Y GENERALES, CONSULTE V-1

[illegible][illegible]

199	218 726,5336	118 753,4376	POR DETERMINAR
200	218 726,6132	118,753.0631	POR DETERMINAR
201	218 688,2900	118 705,6038	POR DETERMINAR
202	218 623,1465	118 697,7916	POR DETERMINAR
203	218 582,4980	118 637,1847	POR DETERMINAR
204	218 626,0830	118 628,7890	POR DETERMINAR
209	218 521,0070	118 391,4695	POR DETERMINAR
210	218 541,0374	118 321,2730	POR DETERMINAR
211	218 528,0181	118 286,5388	POR DETERMINAR
212	218 497,0588	118 228,0950	POR DETERMINAR
213	218 469,3317	118 163,6440	POR DETERMINAR
205	218 583,8557	118 573,8271	POR DETERMINAR
206	218 559,5458	118 513,1072	POR DETERMINAR
207	218 543,8225	118 426,5567	POR DETERMINAR
208	218 521,9167	118 430,1068	POR DETERMINAR

[illegible]

**JAVIER E. BIDOT
ASSOCIATES, PSC**
Land Services & Consultants
18 Cardona St. | Springfield | Oregon, OR 97577
Phone: (503) 646-5499 Fax: (503) 734-4215
www.jebidot.com

MARITIME ZONE
DEMARCATION PLAN
PARA CABO ROJO LAND ACQUISITION, LLC.
LOCATED AT CARR. 301, KM 5.2, BO. BOQUERÓN
MUNICIPALITY OF CABO ROJO, PUERTO RICO

ULTIMODIA DE ESTUDIO DE	10 DE
DIBUJADO	J. CAINS
REVISADO POR:	C. LEBRON



GEOMETRIC TABLES		
SPIN	TIME, μ s	COUNTS
100000	$V = 1$	11

ANEJOS DECLARACIÓN IMPACTO AMBIENTAL
ESENCIA, BOQUERÓN, CABO ROJO

Anejo 19
NOVIEMBRE 2025

ESENCIA

N O V I E M B R E 2 0 2 5

C A B O R O J O L A N D A C Q U I S I T I O N , L L C

INTRODUCCIÓN

UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PROPIEDAD



ESENCIA
PLANIFICACIÓN CONCEPTUAL
NOVIEMBRE 2025



UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PROPIEDAD

USOS Y/O SITIOS DE INTERÉS EN LA PERIFERIA DE LOS TERRENOS



UBICACION Y DESCRIPCION DE LA PROPIEDAD

LÍMITE Y CABIDA DEL PROYECTO



ESENCIA
PLANIFICACIÓN CONCEPTUAL
NOVIEMBRE 2025



UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PROPIEDAD

TOPOGRAFÍA

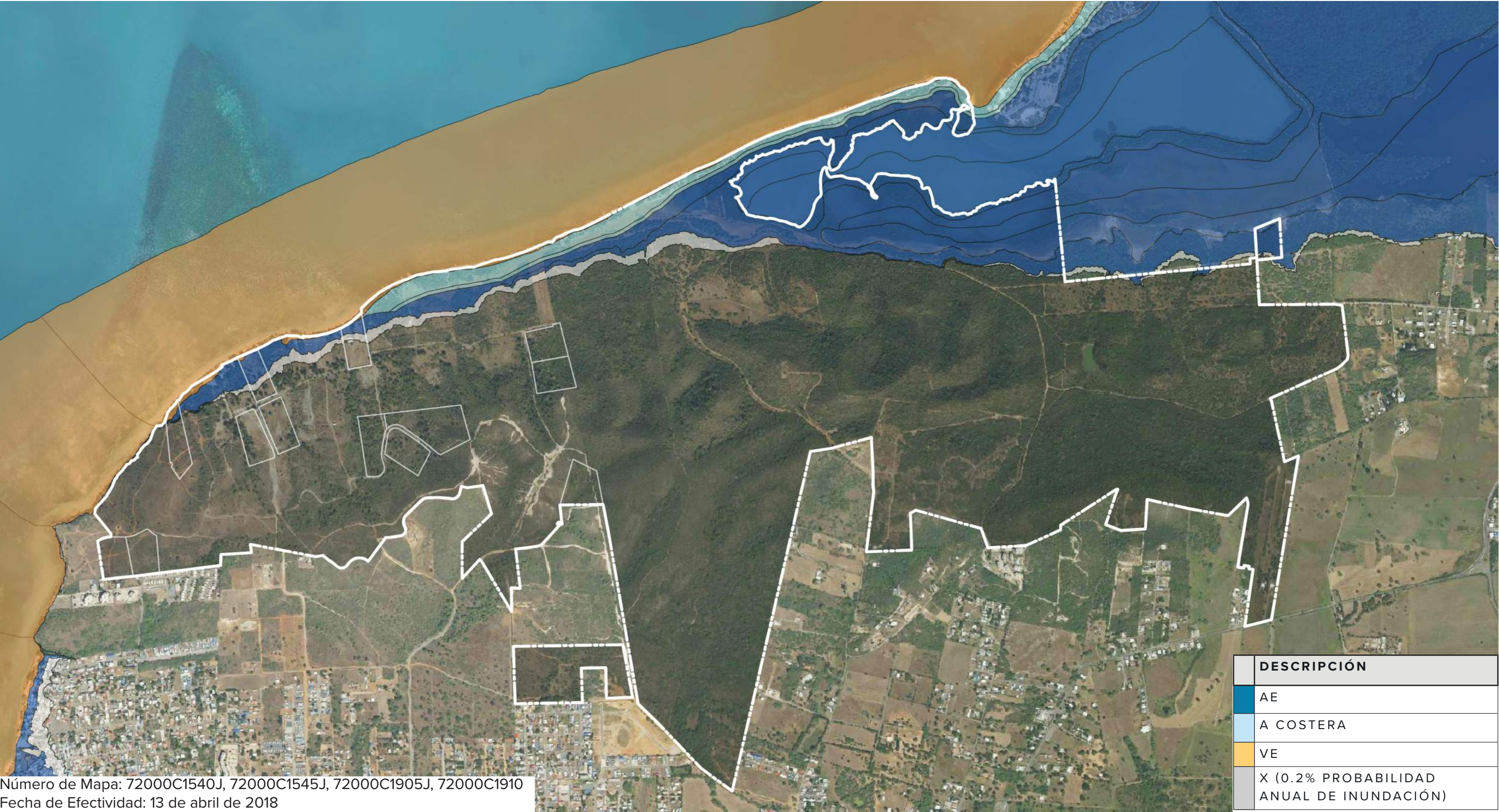


ESENCIA
PLANIFICACIÓN CONCEPTUAL
NOVIEMBRE 2025



UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PROPIEDAD

MAPA DE INUNDABILIDAD - ABFE



SCALE: 1:15,000

0 250m 500m 1,000m

ESENCIA
PLANIFICACIÓN CONCEPTUAL
NOVIEMBRE 2025



UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PROPIEDAD

MAPA DE CALIFICACIÓN DEL SUELO



Número de Mapa: 379-000 / 380-000 / 402-000 / 403-000
Fecha de Vigencia: 1 de octubre de 2010

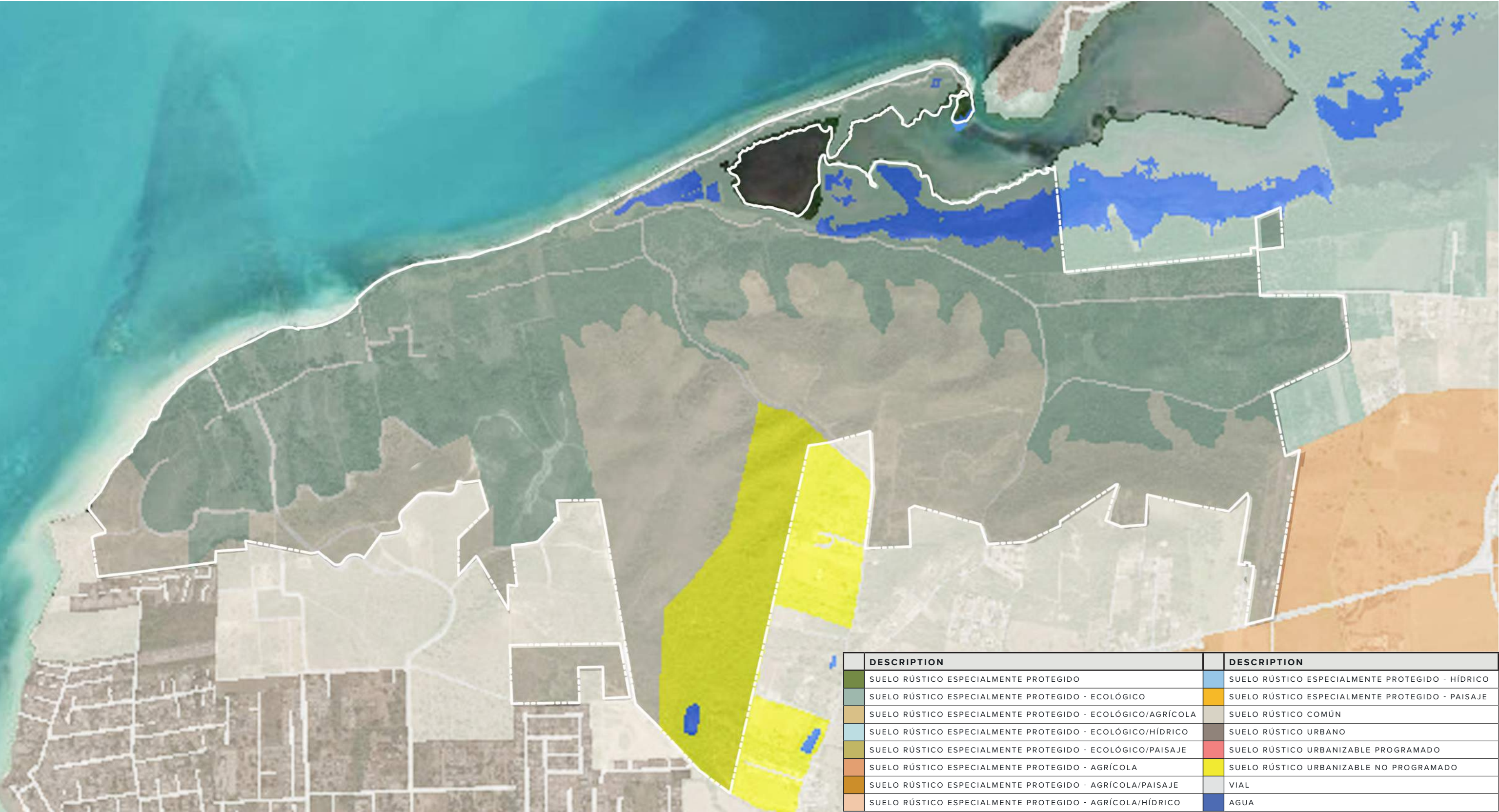


ESENCIA
PLANIFICACIÓN CONCEPTUAL
NOVIEMBRE 2025



UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PROPIEDAD

CLASIFICACIÓN DE SUELO (PUT 2015)



UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PROPIEDAD

ZONA ESPECIAL SOBREPUESTA DE INTERÉS TURÍSTICO DE CABO ROJO



ESENCIA
PLANIFICACIÓN CONCEPTUAL
NOVIEMBRE 2025



ACCIÓN PROPUESTA

ACCIÓN PROPUESTA

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE PROTECCIÓN Y MEJORA DE LOS RECURSOS ECOSISTÉMICOS



1

COMUNIDADES CONECTADAS

CREAR UNA RED CONTÍNUA DE SENDEROS Y ACCESOS PARA PROVEER CONEXIÓN ENTRE AMENIDADES Y COMUNIDADES.



2

ADAPTACIÓN AL ENTORNO

IMPLEMENTAR ESTRATEGIAS DE DISEÑO QUE SE ADAPTEN AL TERRENO EVITANDO CORTE Y RELLENO EXCESIVO Y APROVECHANDO LAS VISTAS PANORÁMICAS DEL LUGAR.



3

PRESERVAR PATRONES DE DRENAJE NATURAL

PRESERVAR Y MEJORAR LOS CANALES DE DRENAJE NATURAL PARA SALVAGUARDAR LA CALIDAD DEL AGUA Y PREVENIR EROSIÓN.



4

TERRENO EMPINADO PROTEGIDO

PROTEGER LAS PENDIENTES PRONUNCIADAS PARA PREVENIR LA EROSIÓN Y FOMENTAR PRÁCTICAS SOSTENIBLES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.



5

MANGLARES PRESERVADOS

PREVENIR LA PERTURBACIÓN DE LOS MANGLARES QUE BORDEAN EL ÁREA DEL PROYECTO.



6

DUNA COSTERA PROTEGIDA + RECONSTRUÍDA

FORTALECER LAS DUNAS Y SU VEGETACIÓN PARA MEJORAR LA LONGEVIDAD Y LA RESILIENCIA COSTERA.

ACCIÓN PROPUESTA

PLANO CONCEPTUAL ILUSTRADO

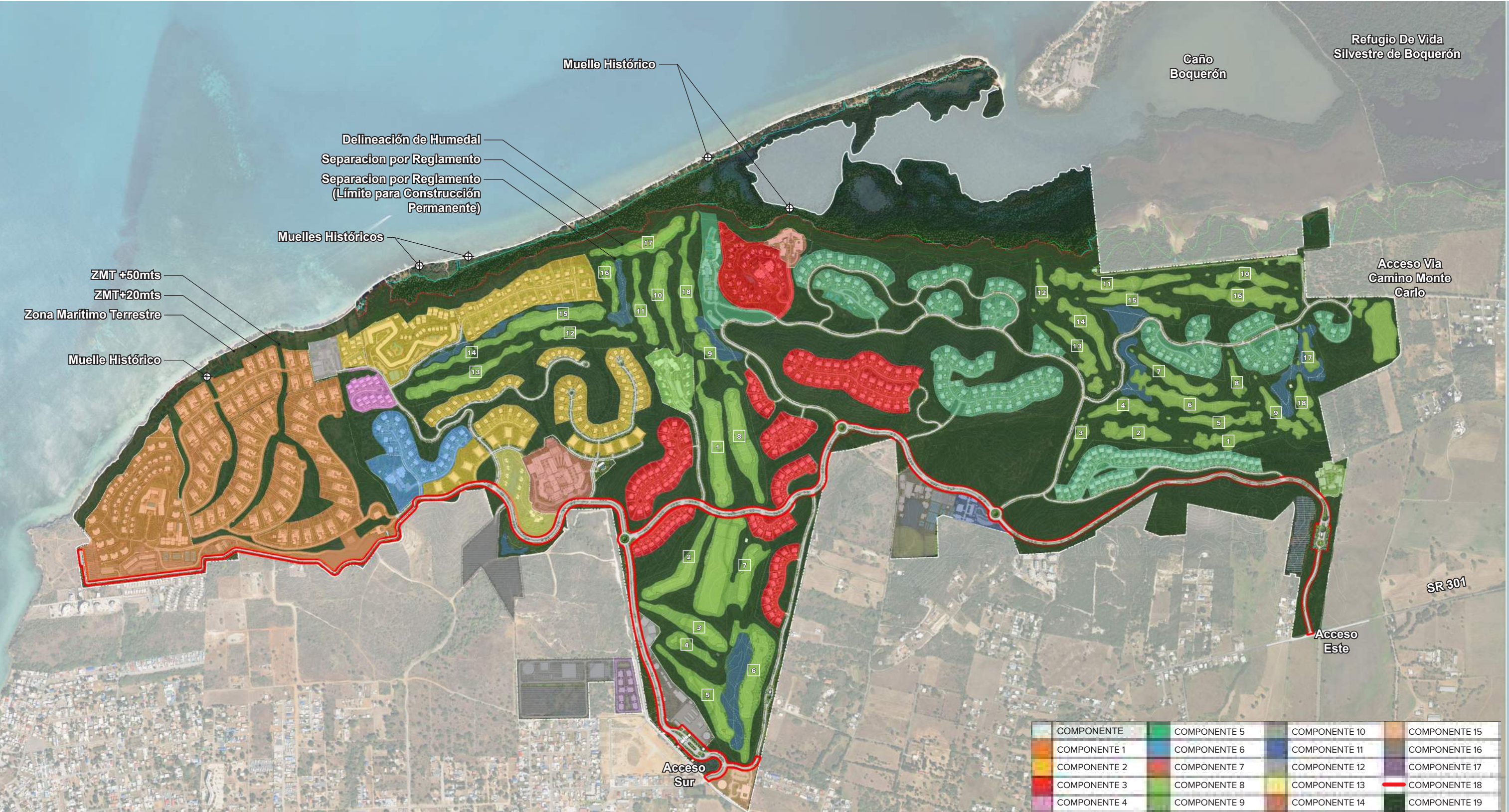


0 250m 500m 1,000m

ESENCIA
PLANIFICACIÓN CONCEPTUAL
NOVIEMBRE 2025



ACCIÓN PROPUESTA
PLANO CONCEPTUAL ILUSTRADO POR COMPONENTE



ESENCIA
PLANIFICACIÓN CONCEPTUAL
NOVIEMBRE 2025

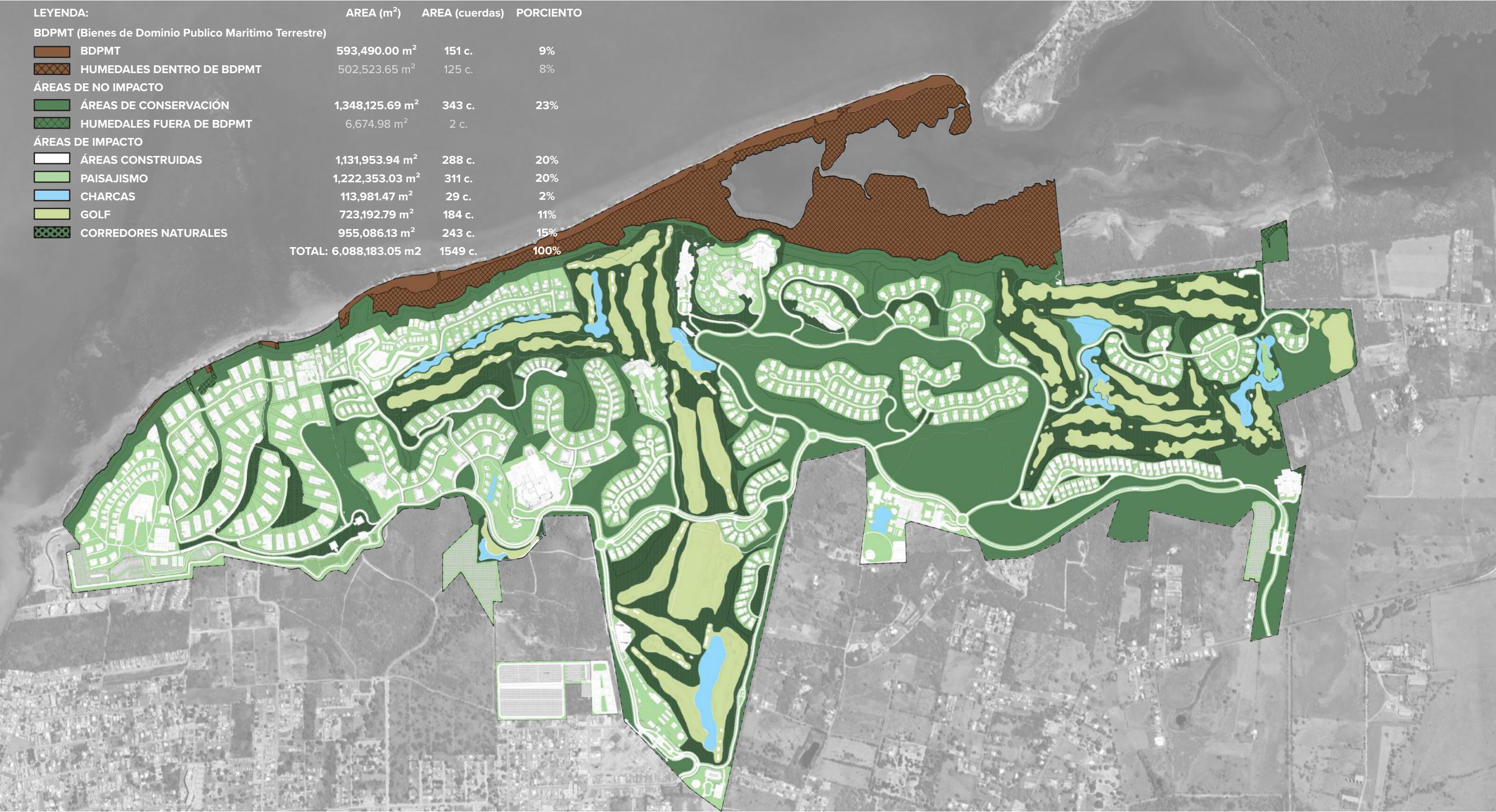


ACCIÓN PROPUESTA
PLANO CONCEPTUAL ILUSTRADO CON LOTIFICACIÓN EXISTENTE



ACCIÓN PROPUESTA

DIAGRAMA DE ÁREAS ABIERTAS NO CONSTRUÍDAS



H U M E D A L E S

HUMEDALES
DELINEACIÓN Y PUNTOS DE PRUEBA



HUMEDALES - ÁREA DE ENFOQUE
DEGRADACIÓN DE HUMEDALES - 1996



HUMEDALES - ÁREA DE ENFOQUE
DEGRADACIÓN DE HUMEDALES - 2005



HUMEDALES - ÁREA DE ENFOQUE
DEGRADACIÓN DE HUMEDALES - 2011



HUMEDALES - ÁREA DE ENFOQUE
DEGRADACIÓN DE HUMEDALES - 2015



HUMEDALES - ÁREA DE ENFOQUE
DEGRADACIÓN DE HUMEDALES - 2019



HUMEDALES - ÁREA DE ENFOQUE
DEGRADACIÓN DE HUMEDALES - 2022



HUMEDALES - ÁREA DE ENFOQUE
DELINEACIÓN DE HUMEDAL



HUMEDALES - ÁREA DE ENFOQUE
FOTO AÉREA - LOCALIZACIÓN #1



HUMEDALES - ÁREA DE ENFOQUE
FOTO ÁEREA - LOCALIZACIÓN #2



HUMEDALES - ÁREA DE ENFOQUE
FOTO ÁEREA - LOCALIZACIÓN #3



HUMEDALES - ÁREA DE ENFOQUE
DELINEACIÓN DE HUMEDAL



FORMACIONES DUNARES COSTERAS

DUNAS COSTERAS

IMPACTO VEHICULAR A LAS DUNAS EXISTENTES



DUNAS COSTERAS
ÁREAS DE MEJORAS A LAS DUNAS EXISTENTES



DUNAS COSTERAS
INSPIRACIÓN E IMÁGENES DE REFERENCIA



CIRCULACIÓN Y ACCESOS

ACCESO PÚBLICO
DIAGRAMA DE CIRCULACIÓN Y ACCESO VEHICULAR PÚBLICO



MODIFICACIONES AL DISEÑO

PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO PREVIO - FEBRERO 2025



PLANO CONCEPTUAL

DISEÑO PREVIO - FEBRERO 2025 - SUPERPOSICIÓN DE CONSIDERACIONES



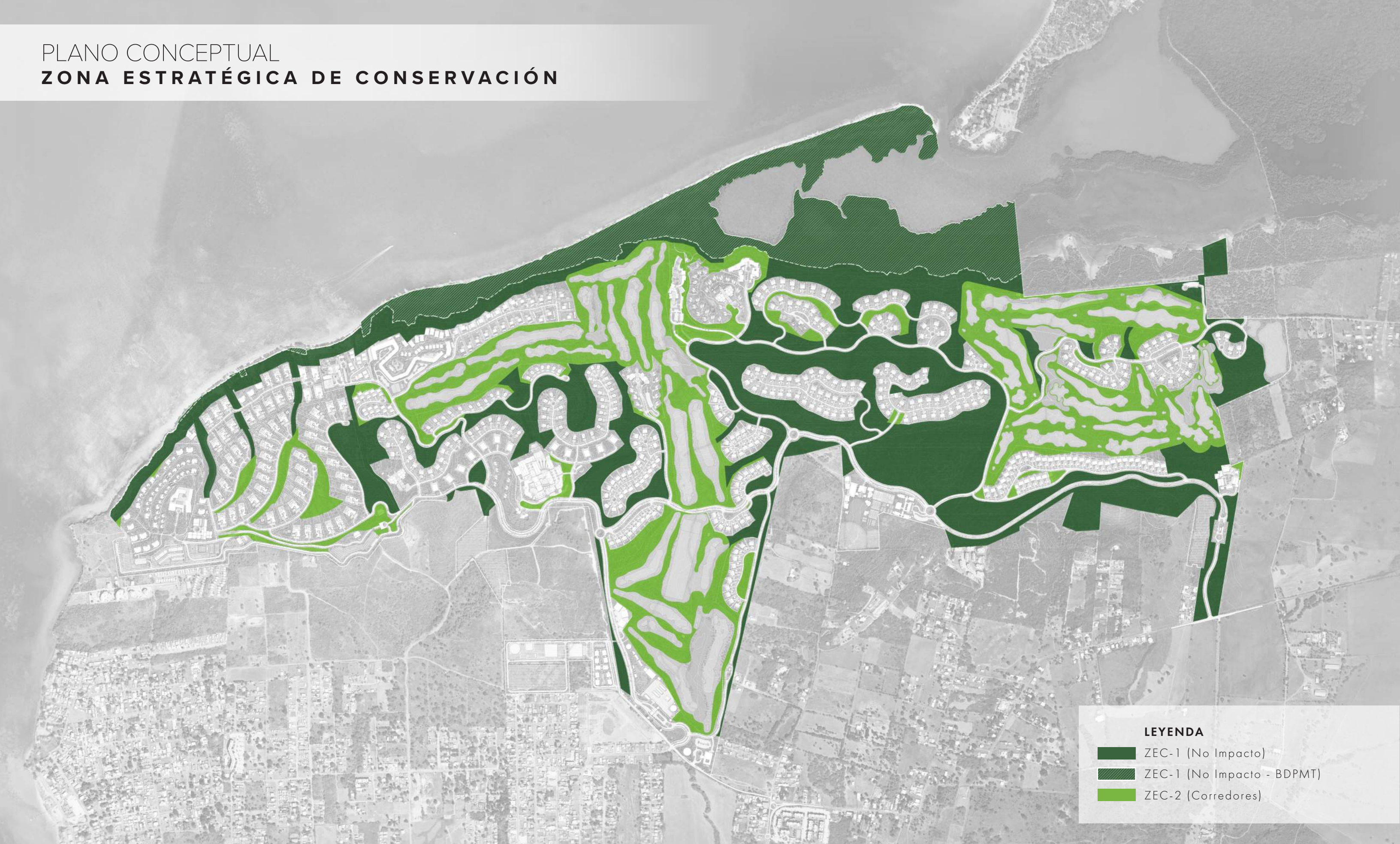
PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO CONCEPTUAL NOVIEMBRE 2025



PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO CONCEPTUAL NOVIEMBRE 2025



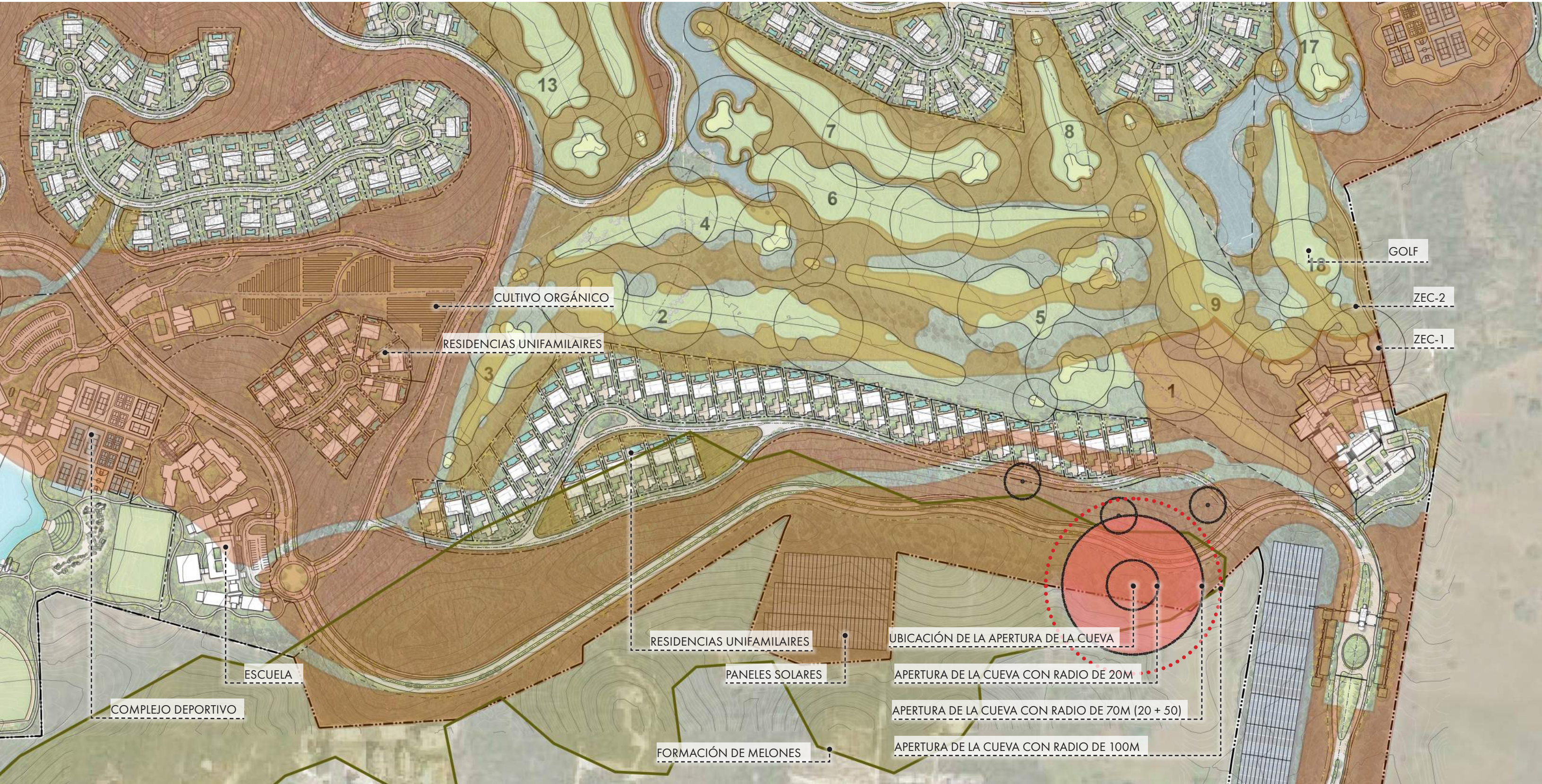
PLANO CONCEPTUAL
ZONA ESTRATÉGICA DE CONSERVACIÓN



LEYENDA

- ZEC-1 (No Impacto)
- ZEC-1 (No Impacto - BDPMT)
- ZEC-2 (Corredores)

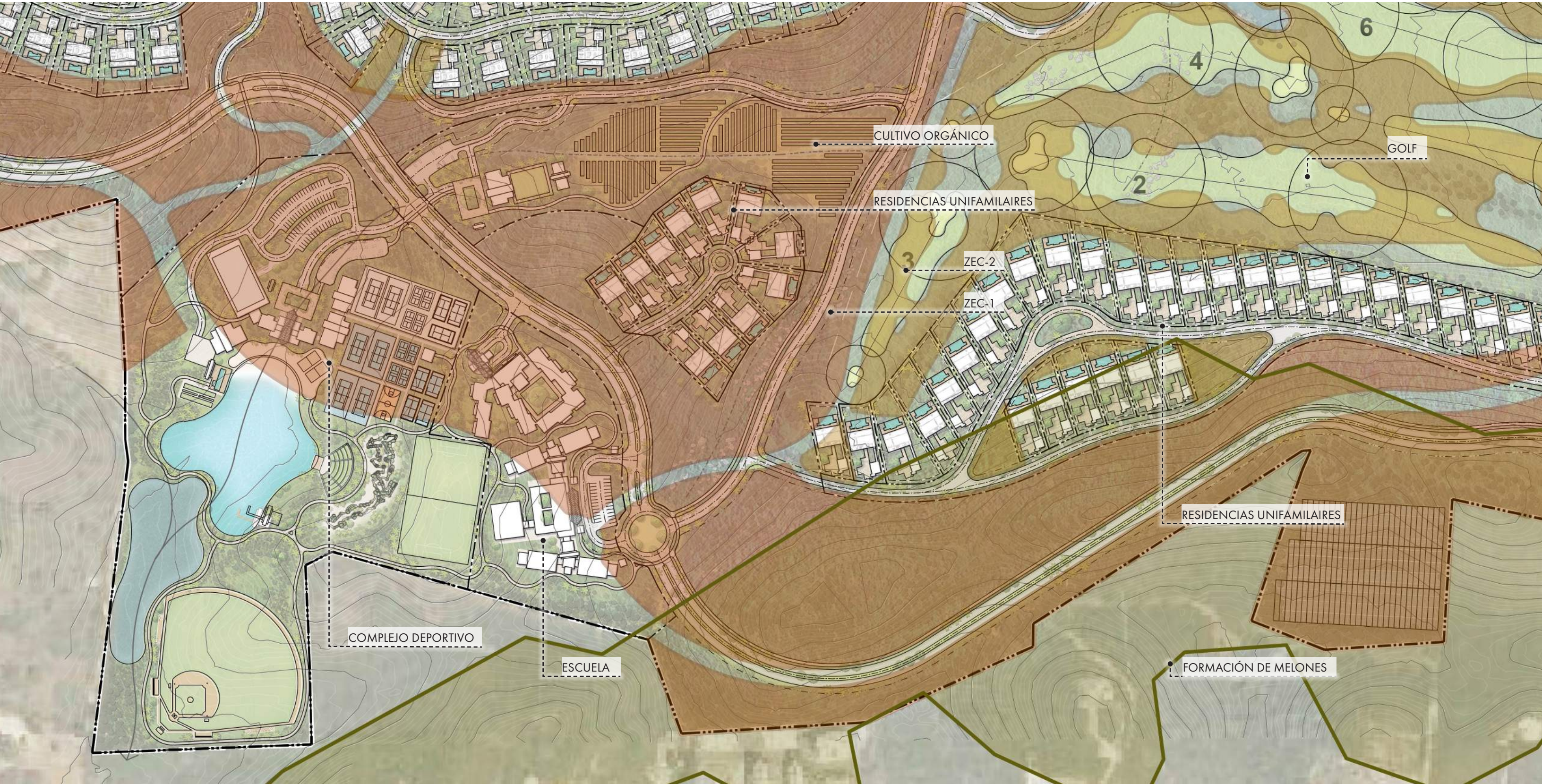
PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO PREVIO - FEBRERO 2025



PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO AJUSTADO - NOVIEMBRE 2025



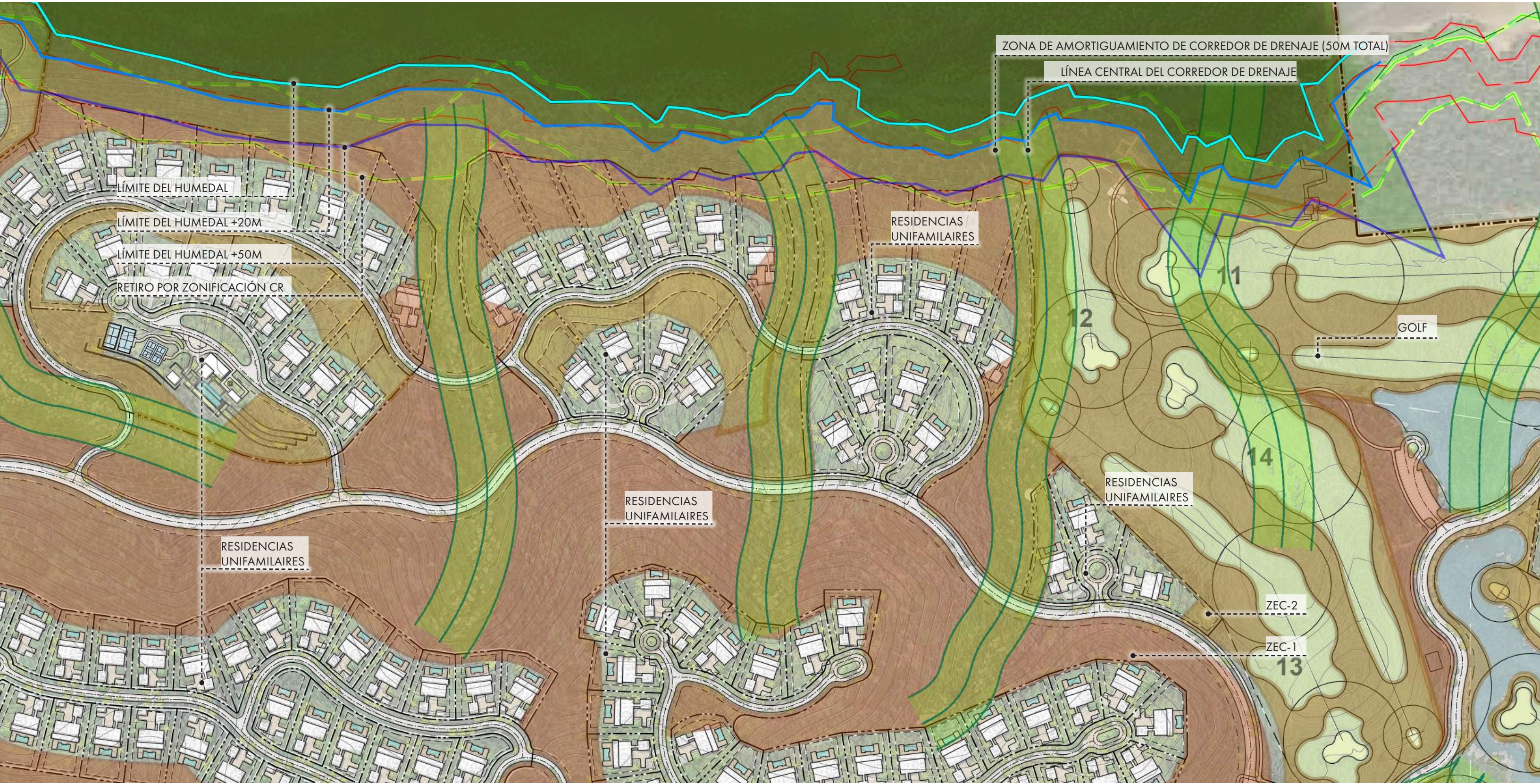
PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO PREVIO - FEBRERO 2025



PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO AJUSTADO - NOVIEMBRE 2025



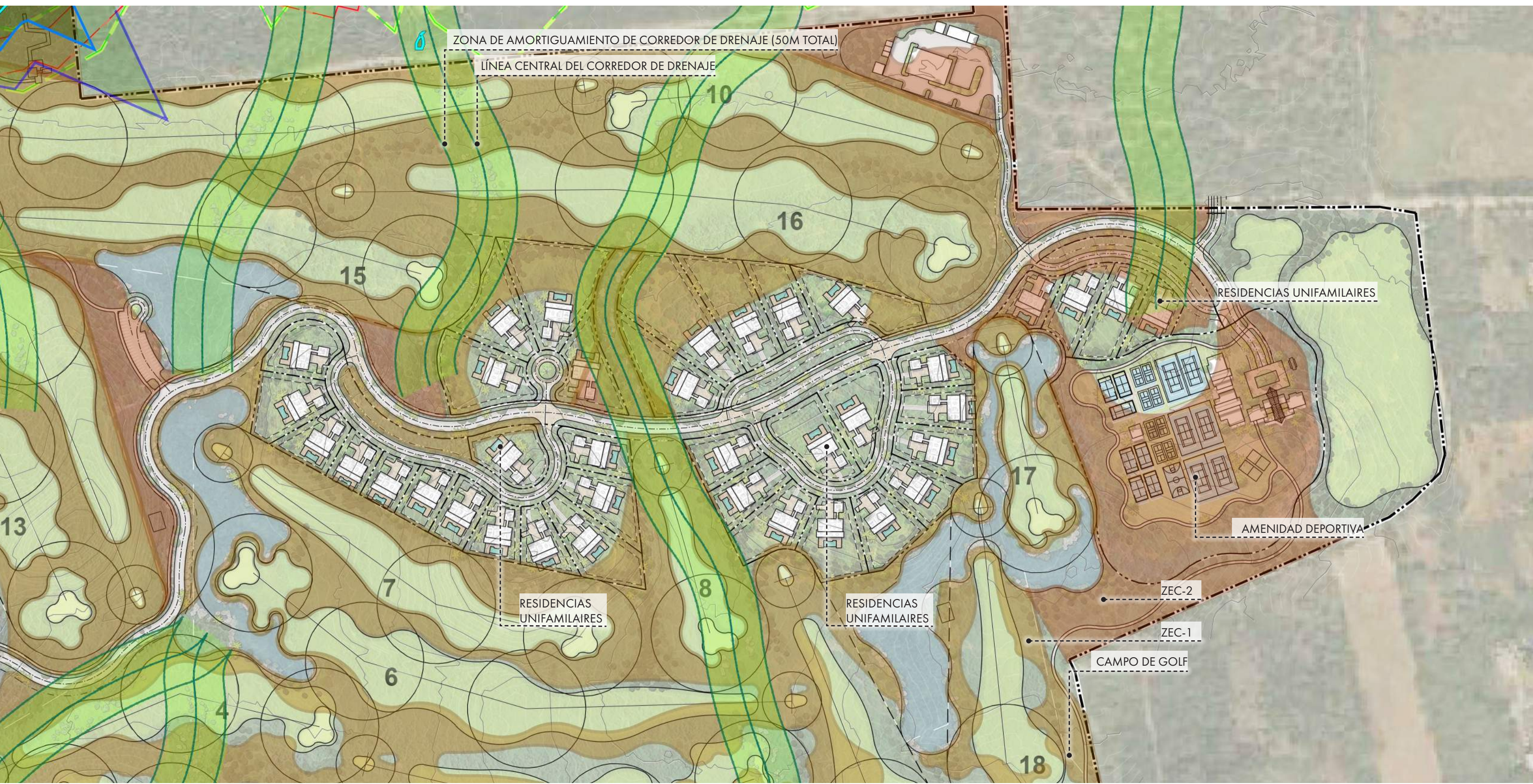
PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO PREVIO - FEBRERO 2025



PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO AJUSTADO - NOVIEMBRE 2025



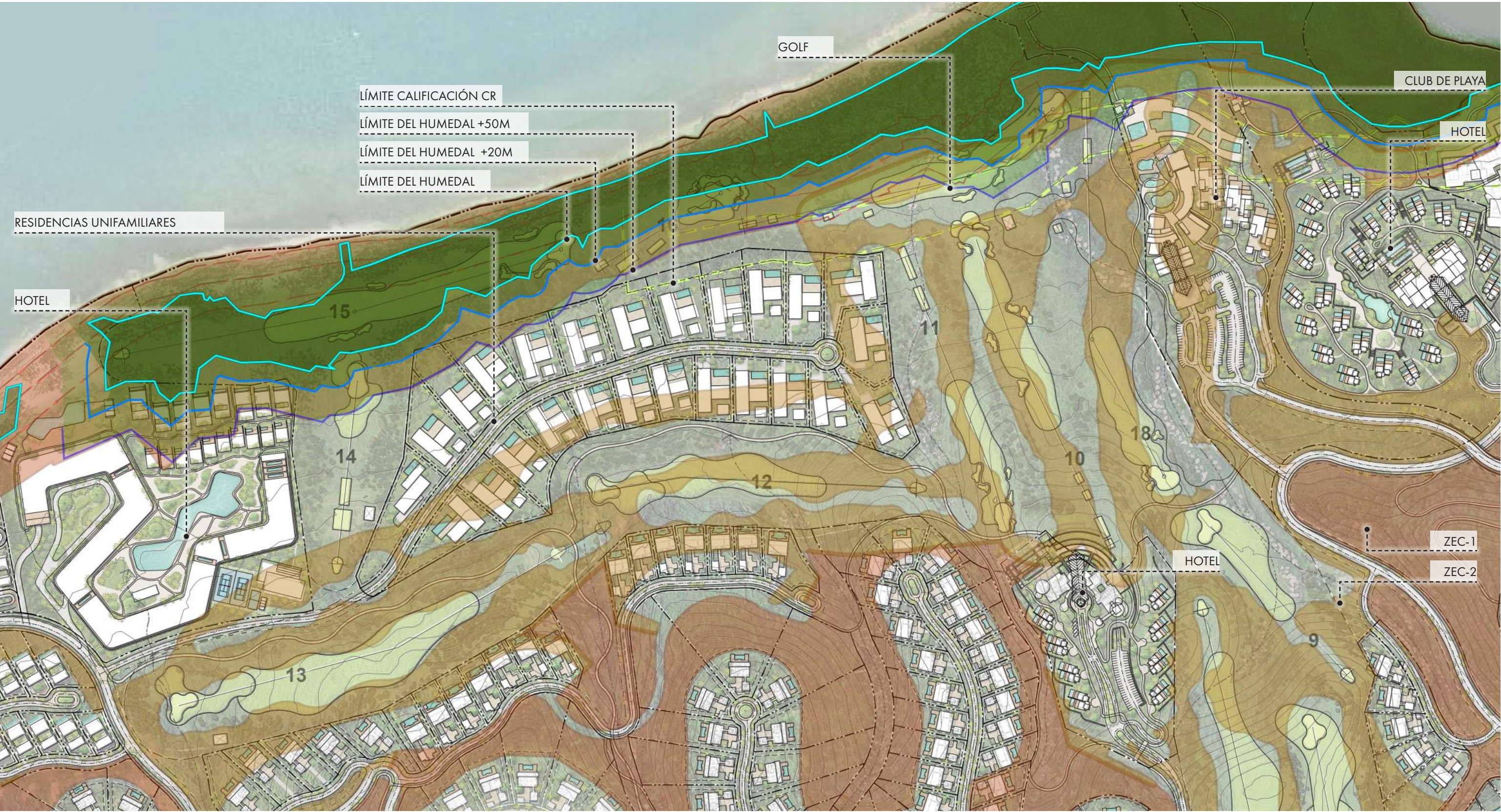
PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO PREVIO - FEBRERO 2025



PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO AJUSTADO - NOVIEMBRE 2025



PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO PREVIO - FEBRERO 2025



PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO AJUSTADO - NOVIEMBRE 2025

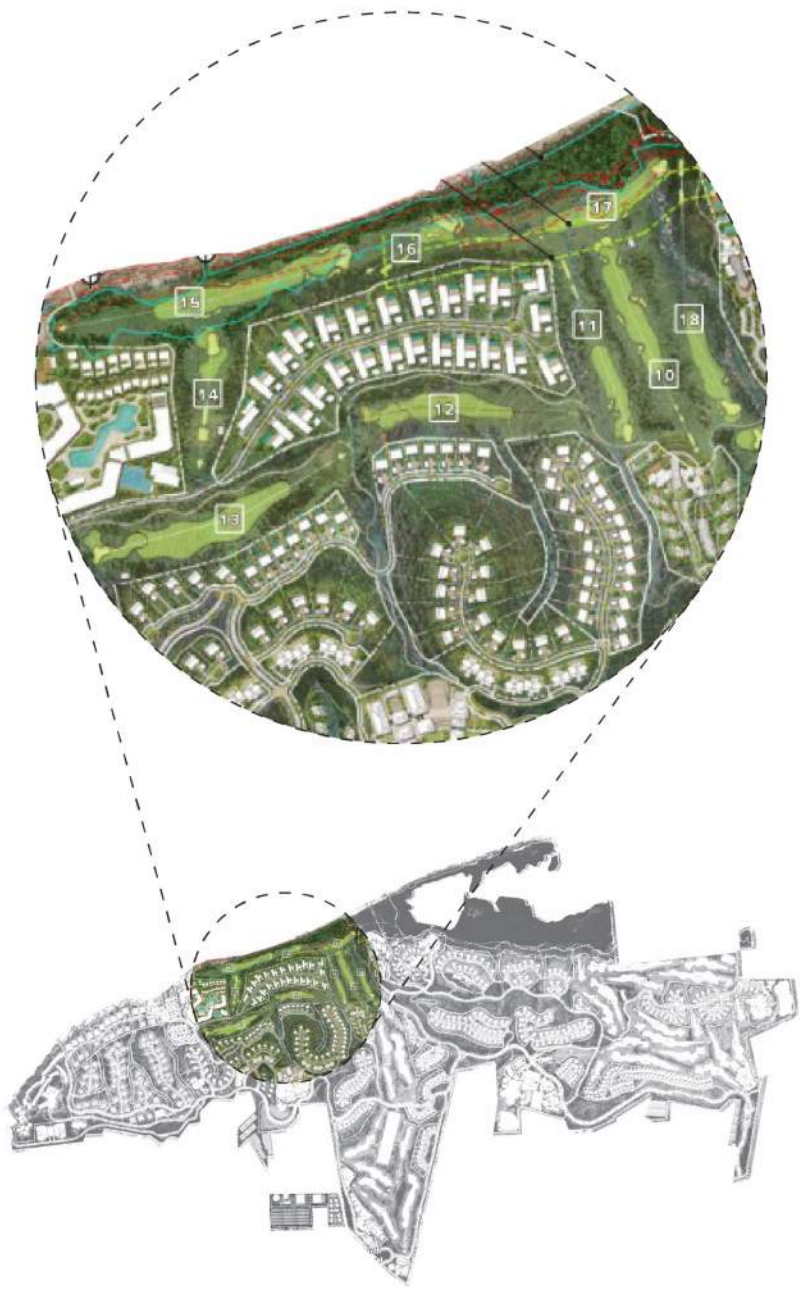


PLANO CONCEPTUAL
MODIFICACIONES DE EVITACIÓN Y MINIMIZACIÓN

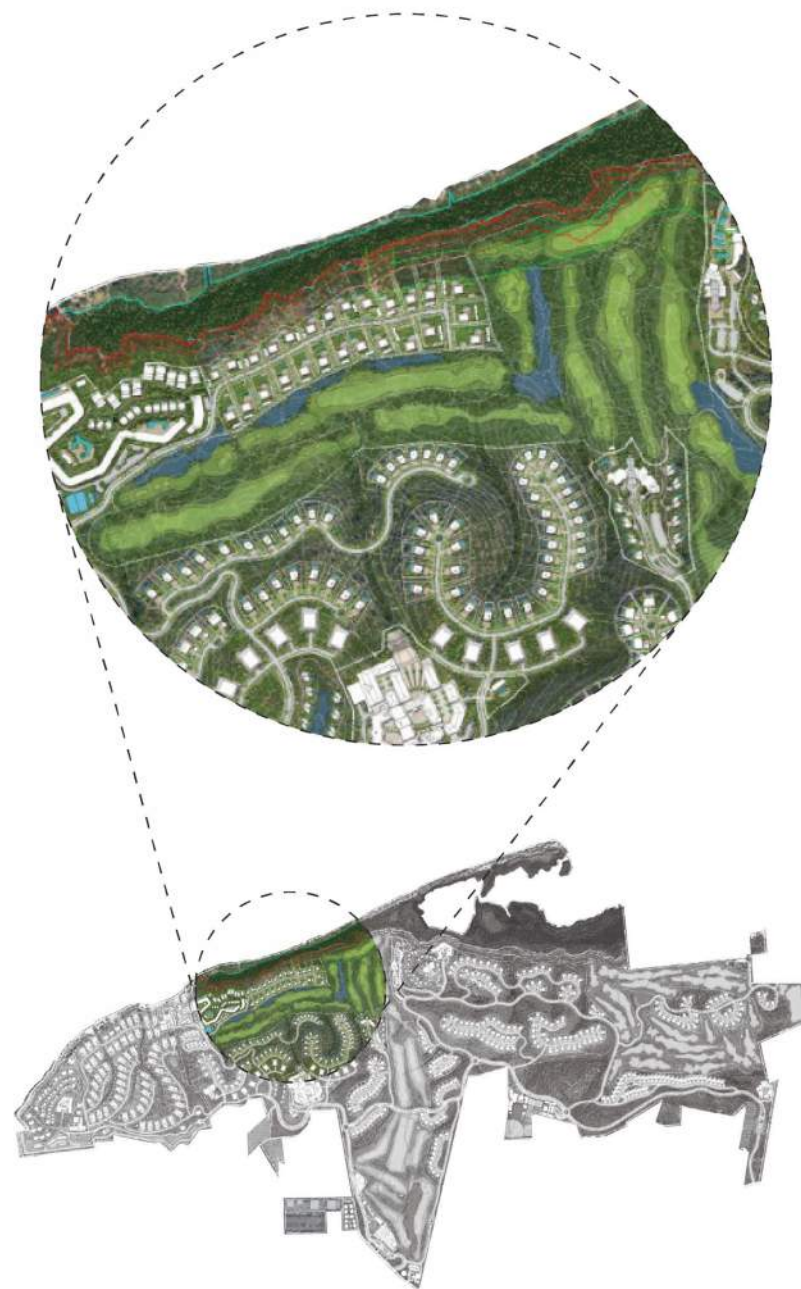
VERSIÓN NOVIEMBRE 2023



VERSIÓN FEBRERO 2025



VERSIÓN NOVIEMBRE 2025



RECONFIGURACIÓN DE COMPONENTES DE GOLF Y RESIDENCIALES - ZONA OESTE			
	VERSIÓN NOVIEMBRE 2023	VERSIÓN FEBRERO 2025	VERSIÓN NOVIEMBRE 2025
ÁREA DE IMPACTO EN ÁREA DE HUMEDALES	47,842 m ² 12.1 cuerdas	26,380 m ² 6.7 cuerdas	0 m ² 0 cuerdas

FIGURAS ADICIONALES

PLANO CONCEPTUAL
ESTUDIO DE PROXIMIDAD - REFUGIO DE VIDA SILVESTRE DE BOQUERÓN



PLANO CONCEPTUAL
ESTUDIO DE PROXIMIDAD - REFUGIO DE VIDA SILVESTRE DE BOQUERÓN



PLANO CONCEPTUAL
RED DE SENDEROS NATURALES

LITA / LIMITE DE BIENES DE DOMINIO PÚBLICO/PRIVADO



PLANO CONCEPTUAL
DISEÑO FEBRERO 2025 - SUPERPOSICIÓN DE ESPECIES DE FLORA DE INTERÉS

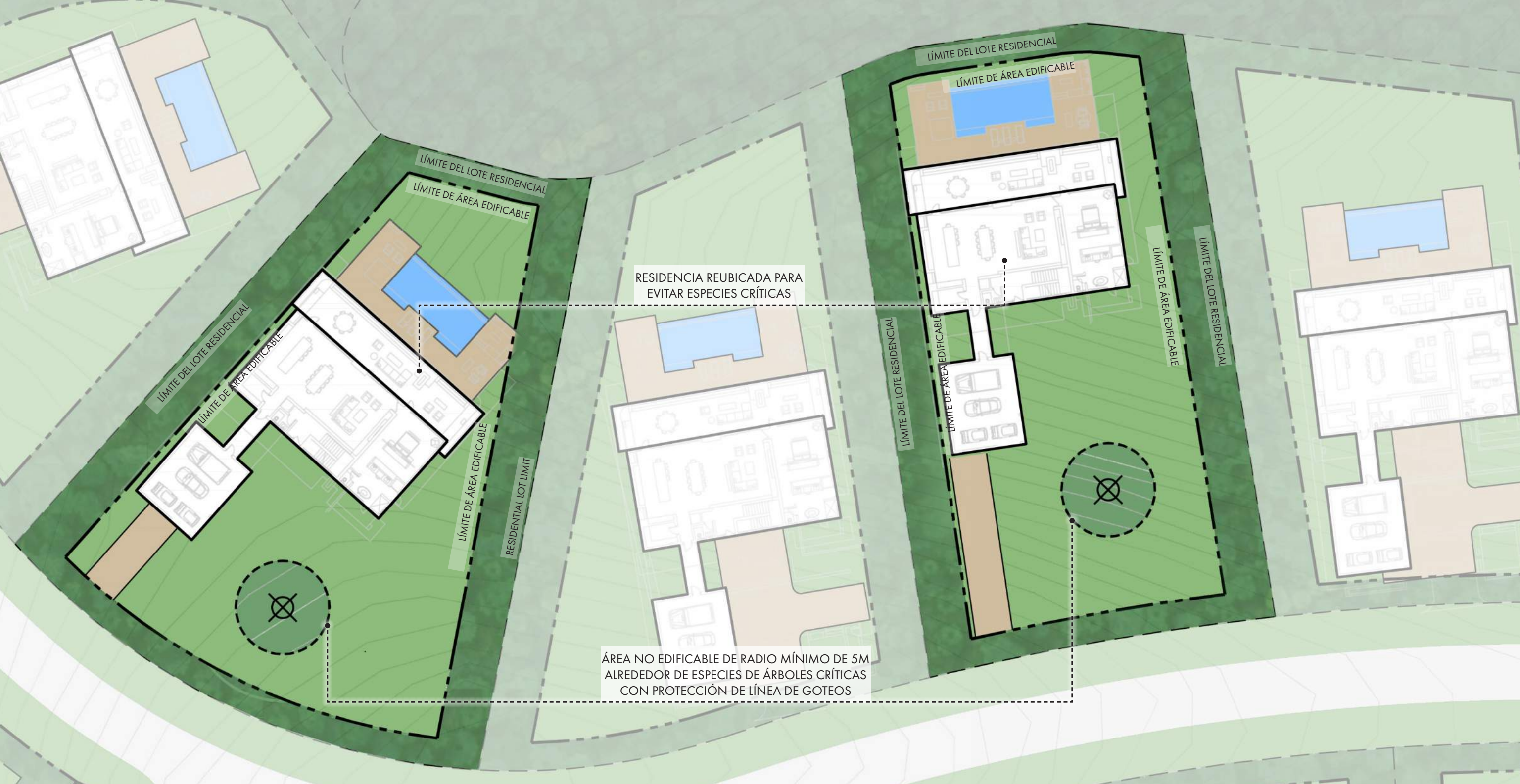


PLANO CONCEPTUAL

DISEÑO NOVIEMBRE 2025 - SUPERPOSICIÓN DE ESPECIES DE FLORA DE INTERÉS



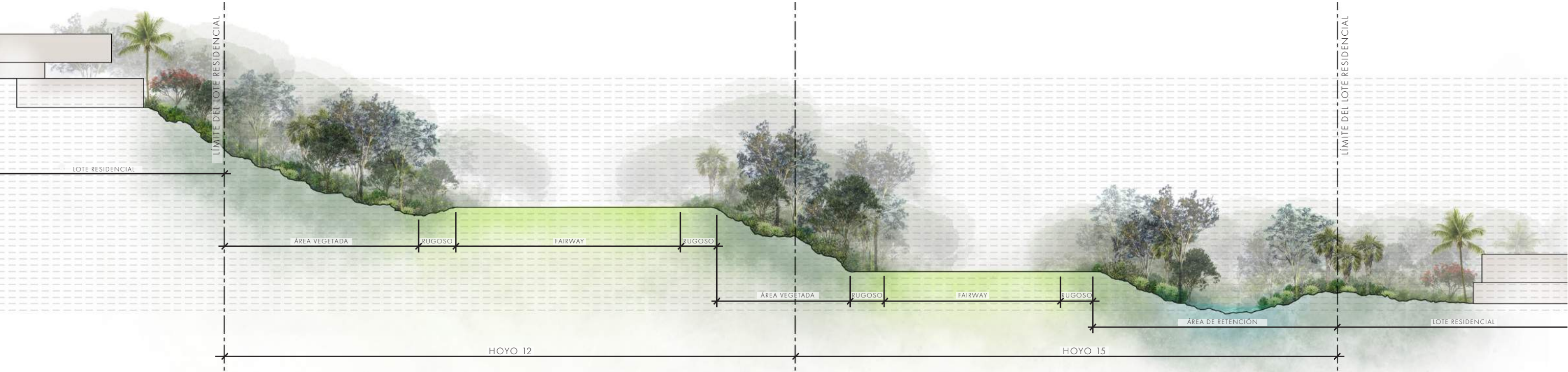
ESTRATEGIA TÍPICA
MODIFICACIONES PUNTUALES - ZONA DE PROTECCIÓN DE FLORA



* EL RÁDIO / DIÁMETRO DE LA ZONA DE PROTECCIÓN SERÁ DETERMINADO CASO POR CASO, SEGÚN LAS UBICACIONES ESPECÍFICAS Y LA INFORMACIÓN DETALLADA RELATIVA A CADA EJEMPLAR DE LAS ESPECIES CRÍTICAS.

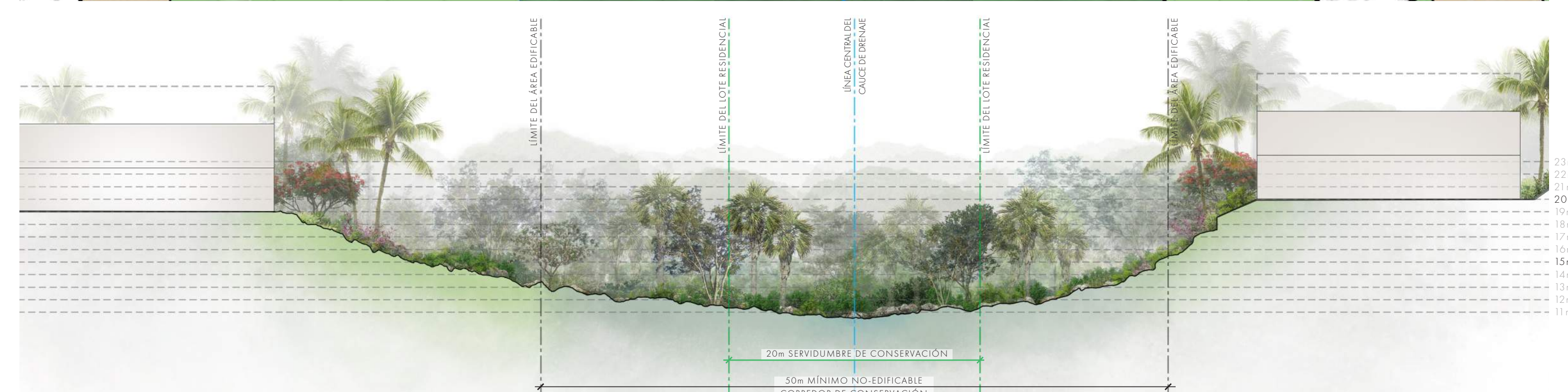
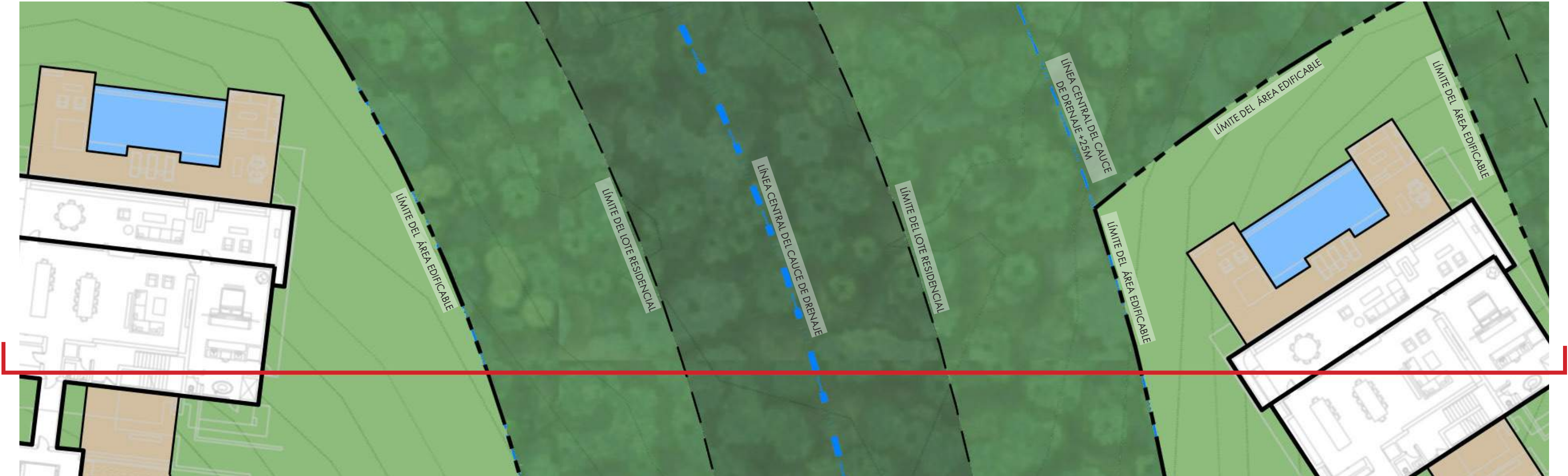
ESTRATEGIA TÍPICA

CONDICIÓN TÍPICA DE GOLF Y CORREDORES ECOLÓGICOS



ESCALA: 1:600
0 10m 20m 40m

ESTRATEGIA TÍPICA
ZONA DE AMORTIGUAMIENTO PARA CORREDORES DE DRENAJE



PLANO CONCEPTUAL
CONECTIVIDAD ECOLÓGICA

CONDICIONES EXISTENTES



CONDICIONES PROPUESTAS



PLANO CONCEPTUAL
PATRONES DE DRENAJE NATURAL



- Curso Original Mantenido
- Modificado
- Coordinacion de Diseño Requerido
- Cauce de Drenaje Original

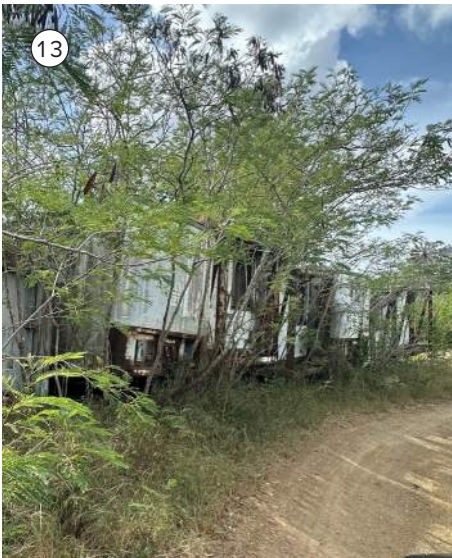
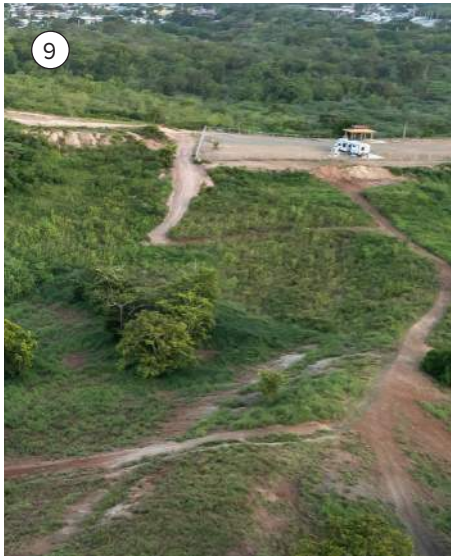
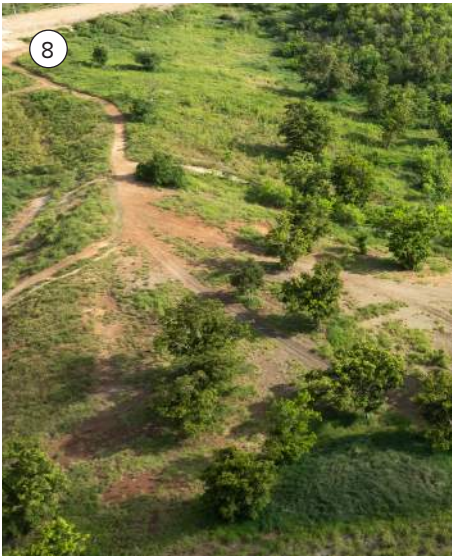
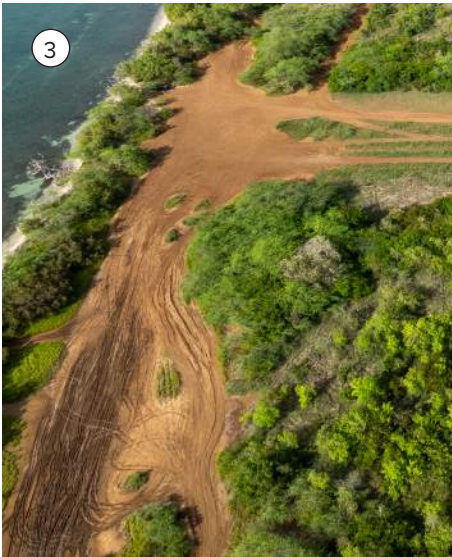
CONDICIONES EXISTENTES

CONDICIONES EXISTENTES
PLANO CONCEPTUAL - SUPERPOSICIÓN CON BOSQUES MADUROS



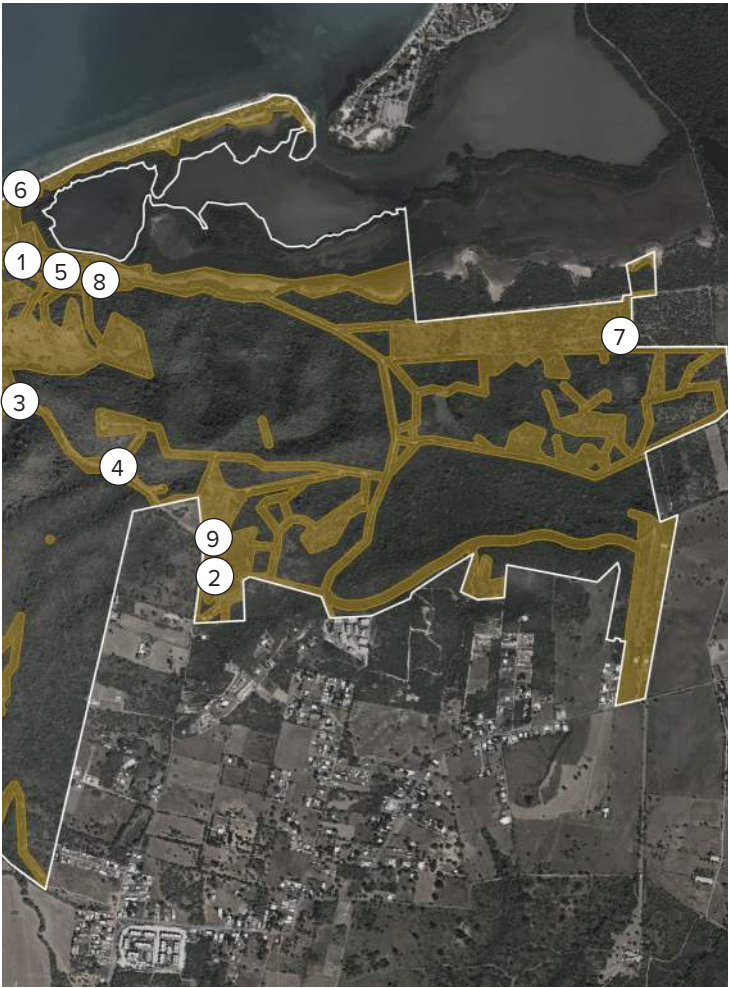
CONDICIONES EXISTENTES
IMÁGENES DE ÁREAS IMPACTADAS

ZONAS AFECTADAS POR INTENTOS DE URBANIZACIÓN PREVIOS, ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA INDUSTRIA SALINA, PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA, ACTIVIDADES AGRÍCOLAS, URBANIZACIONES RESIDENCIALES PREVIAS Y/O ACTIVIDADES NO PERMITIDAS (CAMINOS PARA VEHÍCULOS RECREATIVOS/TODO TERRENO, RECOLECCIÓN DE BASURA Y ENTERRITORIOS, ETC.)

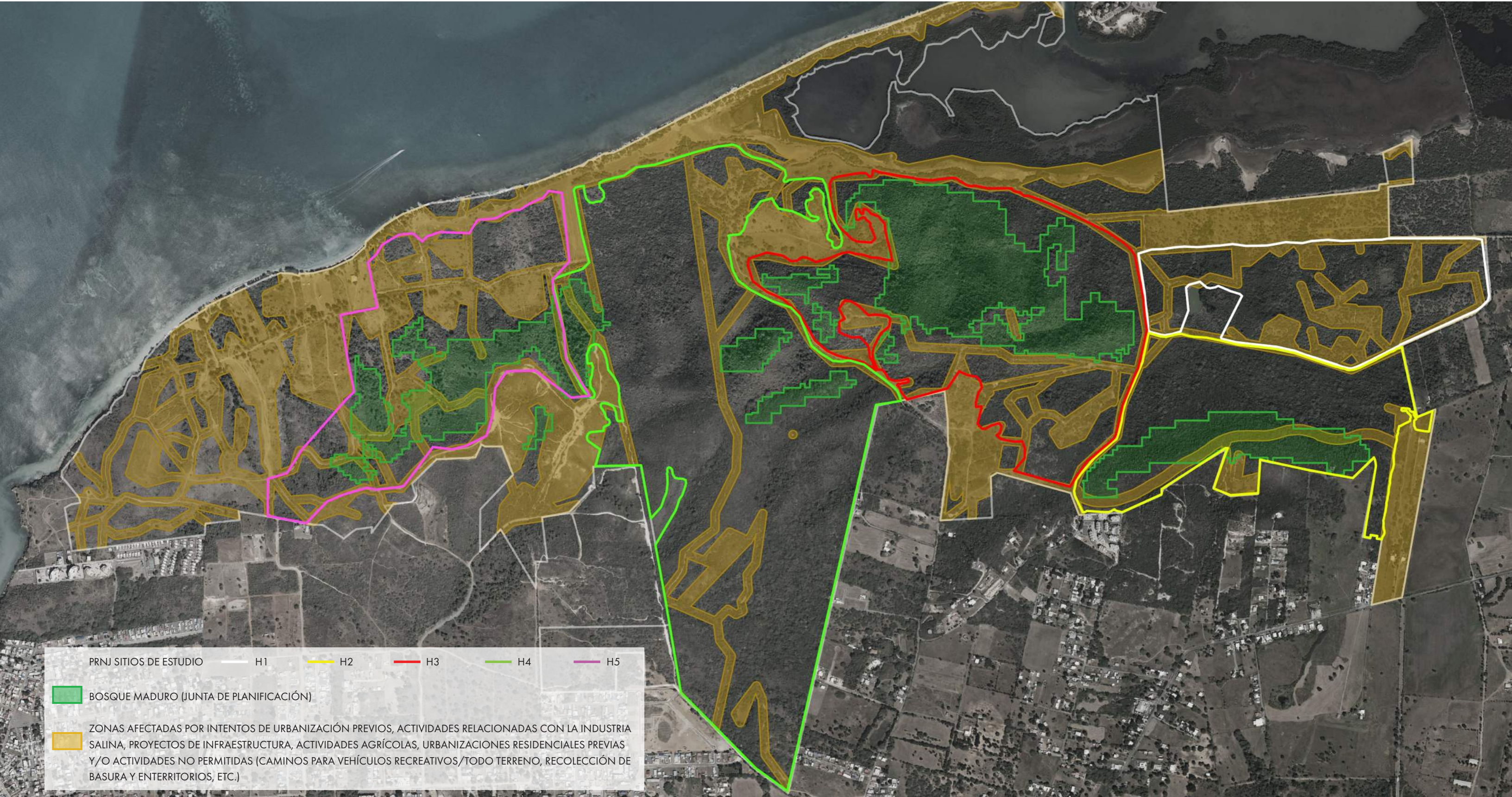


CONDICIONES EXISTENTES
IMÁGENES DE ÁREAS IMPACTADAS

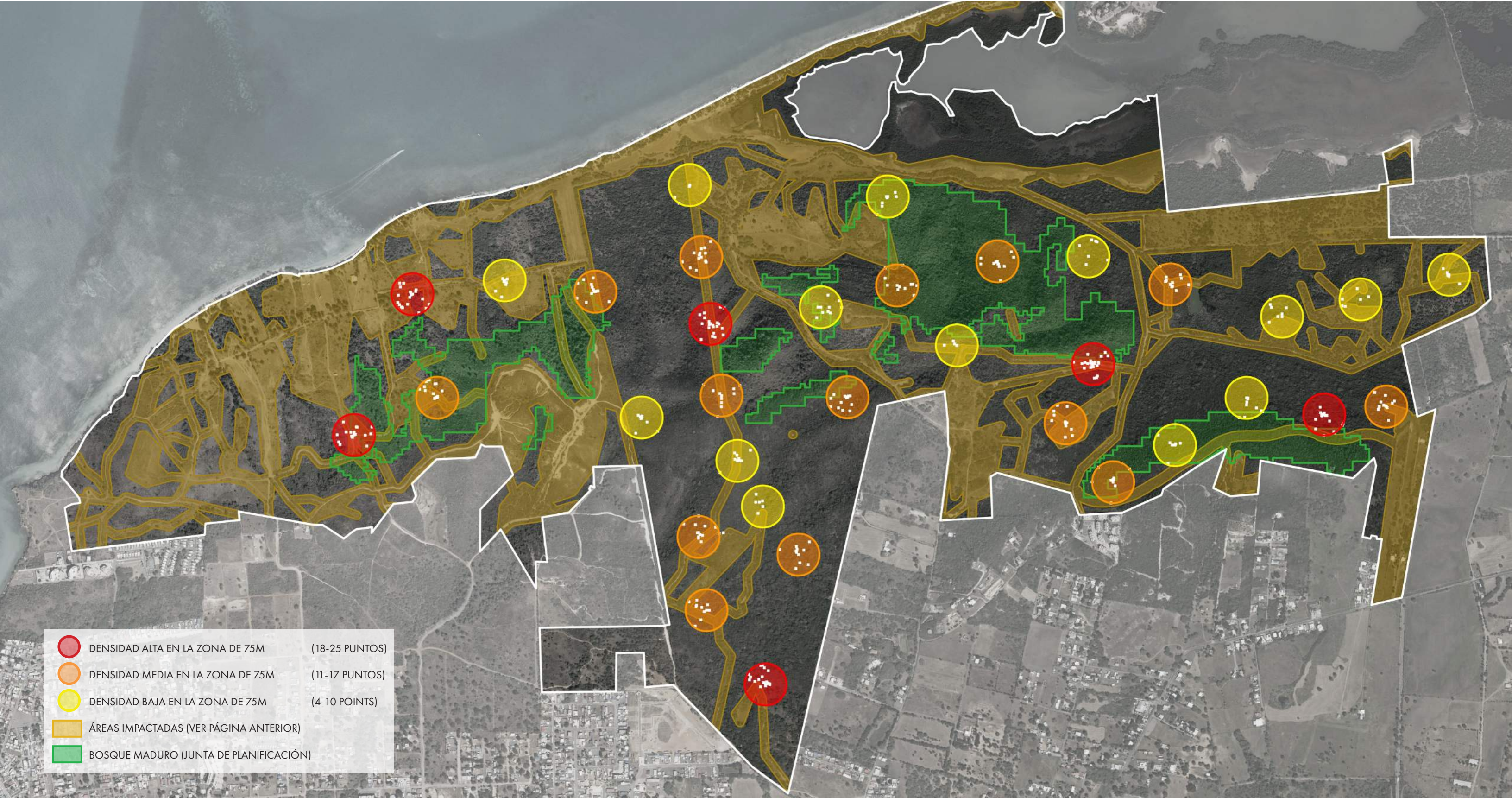
ZONAS AFECTADAS POR INTENTOS DE URBANIZACIÓN PREVIOS, ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA INDUSTRIA SALINA, PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA, ACTIVIDADES AGRÍCOLAS, URBANIZACIONES RESIDENCIALES PREVIAS Y/O ACTIVIDADES NO PERMITIDAS (CAMINOS PARA VEHÍCULOS RECREATIVOS/TODO TERRENO, RECOLECCIÓN DE BASURA Y ENTERRITORIOS, ETC.)



CONDICIONES EXISTENTES
ÁREAS IMPACTADAS Y BOSQUES MADUROS



CONDICIONES EXISTENTES
SUPERPOSICIÓN DE ÁREAS IMPACTADAS Y PUNTOS DE CONTEO DEL GUABAIRO



CONDICIONES EXISTENTES
DISTRIBUCIÓN DE AGUA - AAA

FUENTE: JUNTA DE PLANIFICACION GOBIERNO DE PUERTO RICO



CONDICIONES EXISTENTES

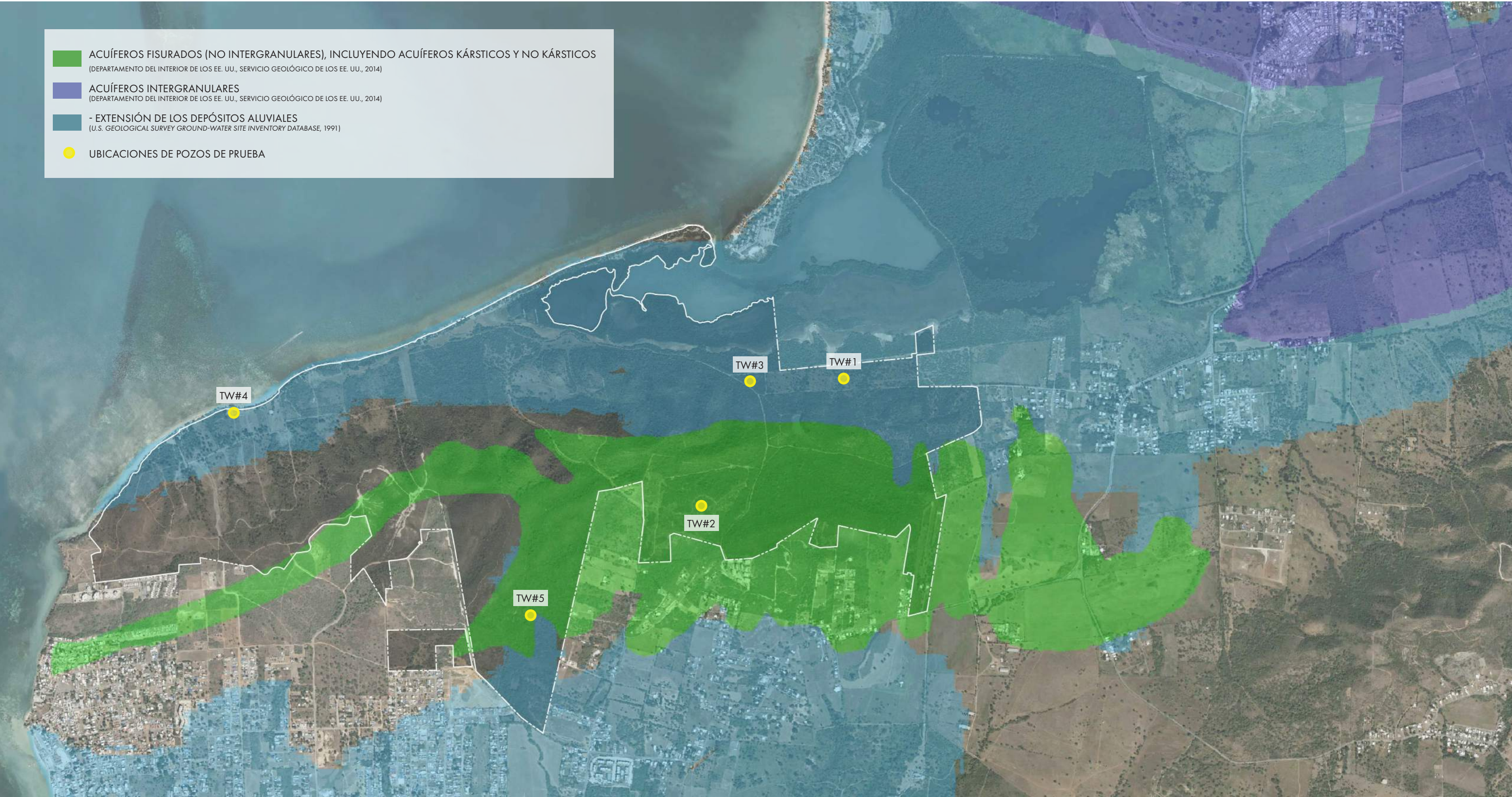
SUPERPOSICIÓN DE ACUIFEROS Y POZOS DE PRUEBA

ACUÍFEROS FISURADOS (NO INTERGRANULARES), INCLUYENDO ACUÍFEROS KÁRSTICOS Y NO KÁRSTICOS
(DEPARTAMENTO DEL INTERIOR DE LOS EE. UU., SERVICIO GEOLÓGICO DE LOS EE. UU., 2014)

ACUÍFEROS INTERGRANULARES
(DEPARTAMENTO DEL INTERIOR DE LOS EE. UU., SERVICIO GEOLÓGICO DE LOS EE. UU., 2014)

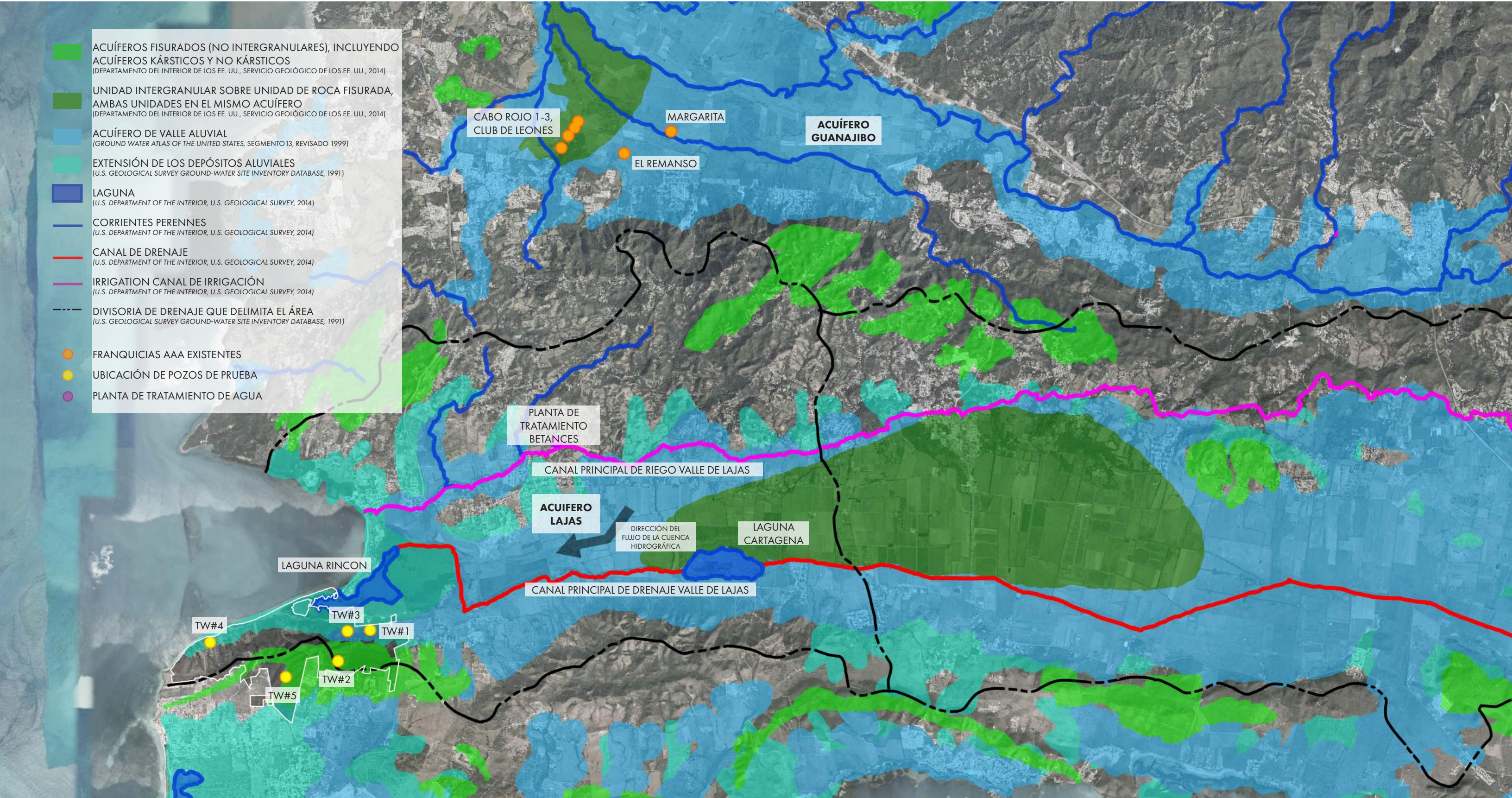
- EXTENSIÓN DE LOS DEPÓSITOS ALUVIALES
(U.S. GEOLOGICAL SURVEY GROUND-WATER SITE INVENTORY DATABASE, 1991)

UBICACIONES DE POZOS DE PRUEBA



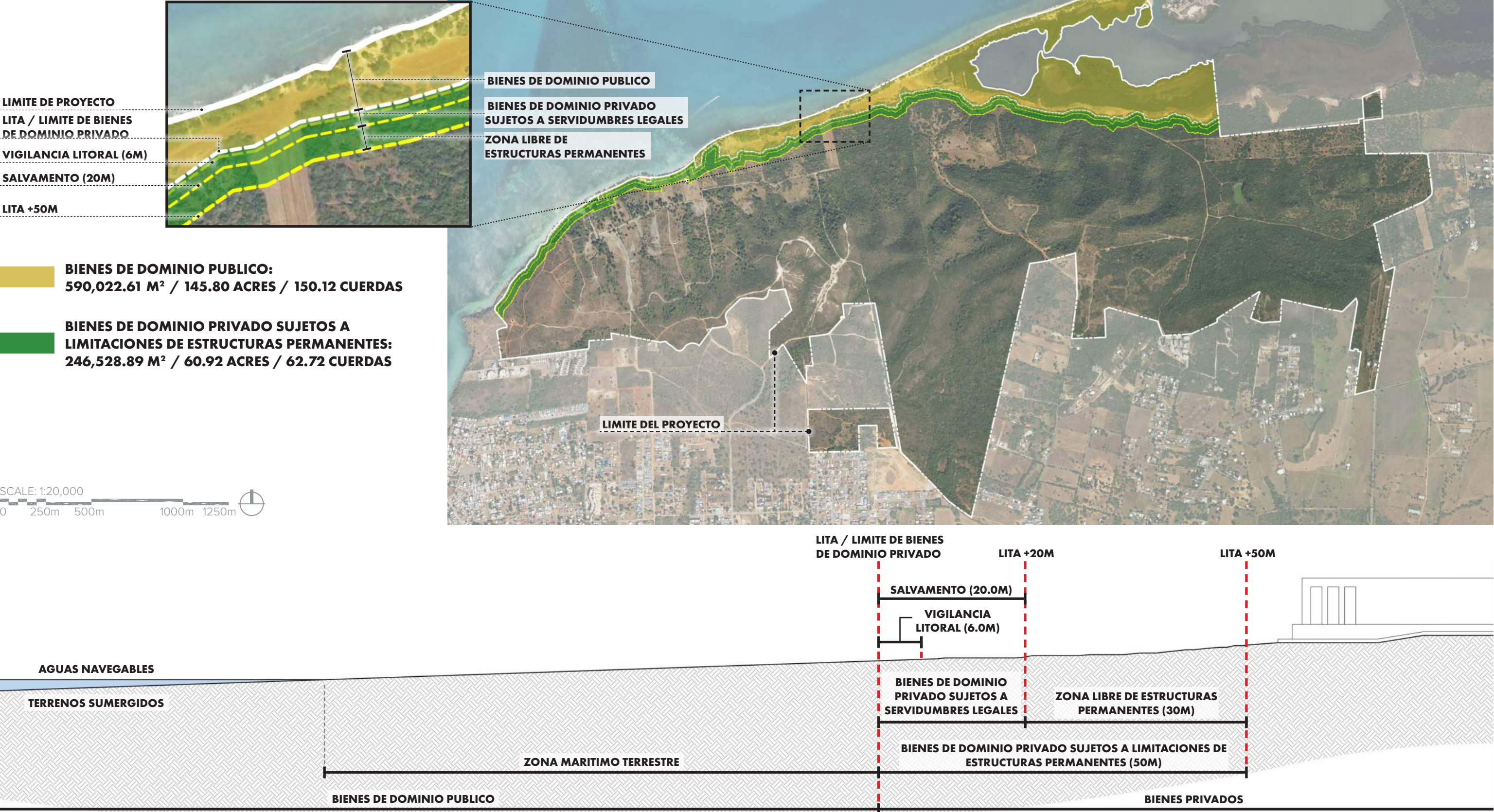
CONDICIONES EXISTENTES

CUENCA HIDROGRÁFICA



CONDICIONES EXISTENTES

ILUSTRACIÓN BIENES DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE



ESPECIES IDENTIFICADAS Y ÁREAS DE CONSERVACIÓN

PLANO CONCEPTUAL
SUPERPOSICIÓN DE ELEMENTOS CRÍTICOS DEL DRNA Y ÁREAS ABIERTAS



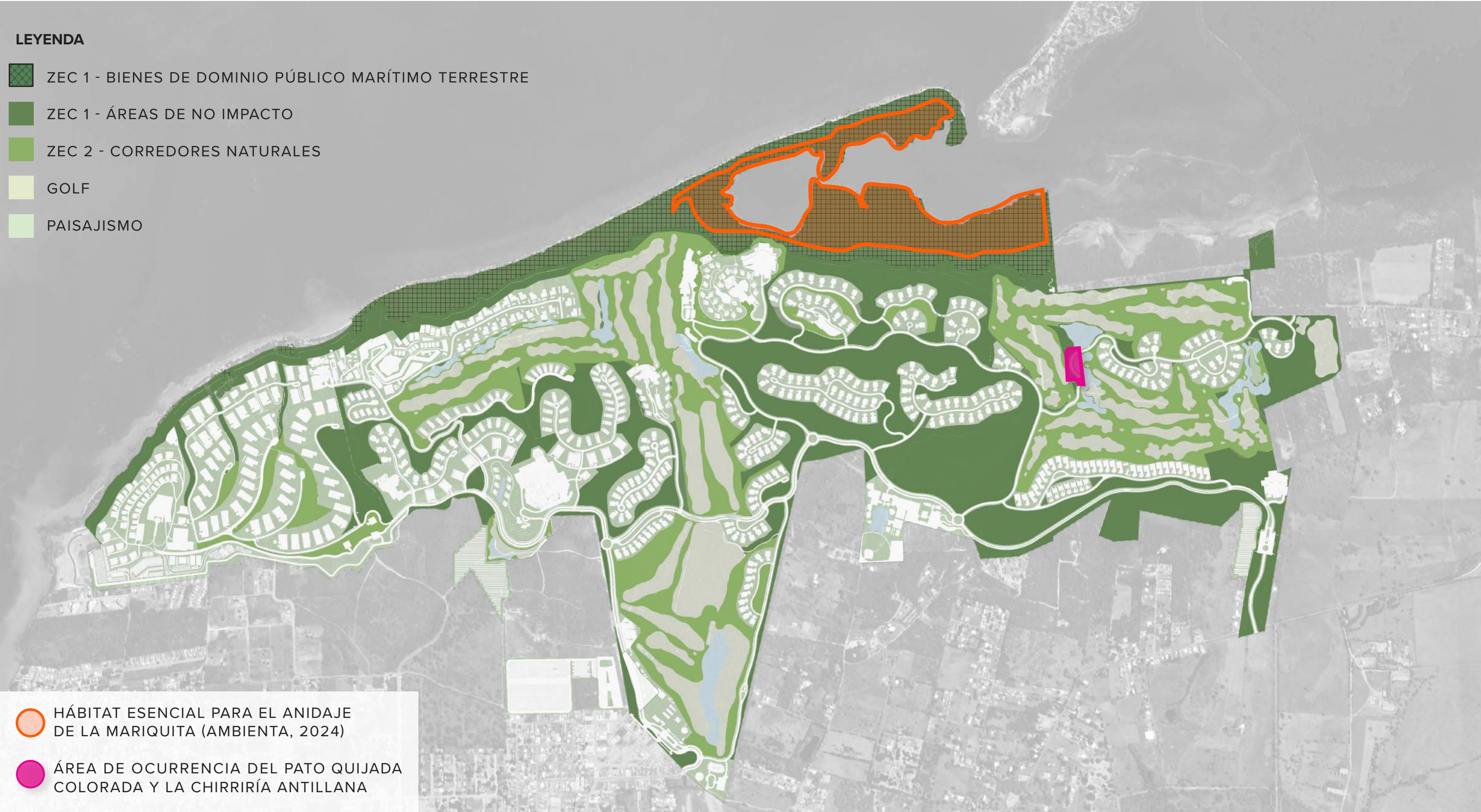
PLANO CONCEPTUAL

SUPERPOSICIÓN DE ESPECIES DE FLORA CON DESIGNACIÓN ESPECIAL Y ÁREAS ABIERTAS



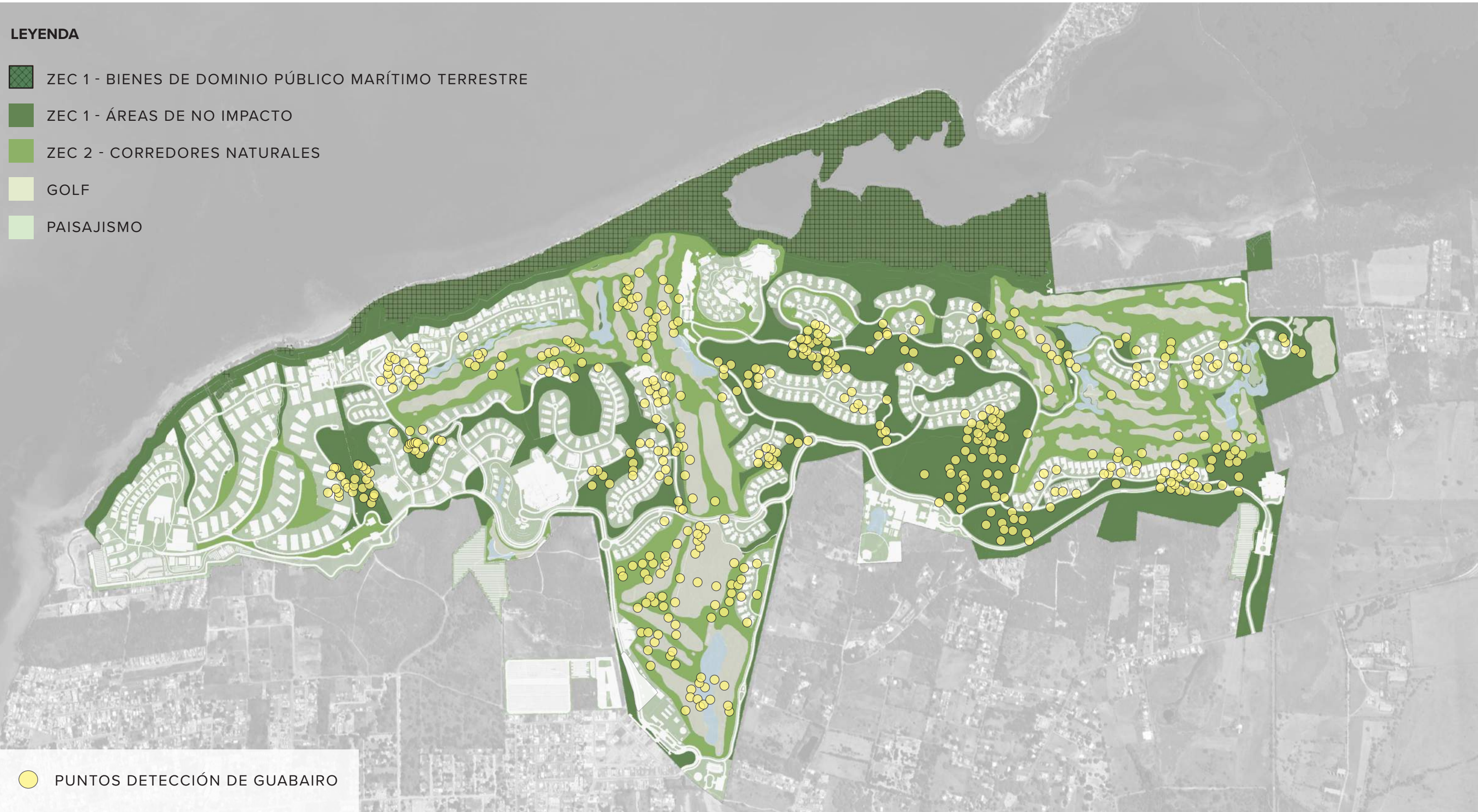
PLANO CONCEPTUAL

SUPERPOSICIÓN DE ESPECIES DE FAUNA CON DESIGNACIÓN ESPECIAL Y ÁREAS ABIERTAS



PLANO CONCEPTUAL

SUPERPOSICIÓN DE ESPECIES DE FAUNA CON DESIGNACIÓN ESPECIAL Y ÁREAS ABIERTAS



PLANO CONCEPTUAL
SUPERPOSICIÓN DE ESPECIES DE FAUNA CON DESIGNACIÓN ESPECIAL Y ÁREAS ABIERTAS



ANEJOS DECLARACIÓN IMPACTO AMBIENTAL
ESENCIA, BOQUERÓN, CABO ROJO

Anejo 20
NOVIEMBRE 2025

SEPTEMBER 27th, 2024

CARRYING CAPACITY STUDY OF THE COASTAL SEGMENT OF THE CABO ROJO DEVELOPMENT PROJECT



SUBMITTED TO:

Alvarez-Díaz & Villalón



TABLE OF CONTENTS

Abbreviations.....	4
Executive summary.....	5
Introduction.....	7
1. Overview of tourism carrying capacity	10
1.1 Beach/outdoor recreation trends	11
2. Description of the study area	13
2.1 Socio-economic characteristics of the Boquerón ward, Cabo Rojo	13
2.2 Natural areas in the vicinity of the Project	14
3. Physical carrying capacity	16
3.1 Environmental characteristics	16
Flora	17
Fauna.....	18
3.2 Area available for recreation.....	19
Climate change effects.....	19
3.3 Limiting environmental factors	22
Other environmental factors	22
4. Social carrying capacity	24
4.1 Origin of the visitors	24
4.2 Visitation patterns.....	25
4.3 Visitor's survey	27
5. Management carrying capacity	29
5.1 Relevant management plans and regulations	29
Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUTPR) (JP, 2015).....	29
Plan de Ordenación Territorial del Municipio de Cabo Rojo (Municipality of Cabo Rojo, 2010)	30
Cabo Rojo Zone of Tourist Interest (ZTI) (JP, 2011)	30
Plan de Manejo para el Área de Planificación Especial del Suroeste, Sector Boquerón (DNER, 2008)	32

Cabo Rojo National Wildlife Refuge Comprehensive Conservation Plan (USFWS, 2011)	33
Plan Maestro para el Manejo de Recursos Costeros de Cabo Rojo (DNER, 2023)	34
Cabo Rojo Community Watershed Action Plan for Water Quality and Coral Reefs (2018)	35
Plan Maestro de Acceso Público a las Costas (DNER, 2014)	36
Act No. 241 of 1999, as amended, "Nueva Ley de Vida Silvestre"	36
Act No. 314 of 1998, as amended, "Ley de Política Pública sobre Humedales en Puerto Rico"	36
5.2 Available infrastructure and services	37
Available accommodation	38
Built infrastructure	39
Available personnel and services	43
6. Estimation of Carrying Capacity	44
6.1 Physical Carrying Capacity (PCC)	44
6.2 Real Carrying Capacity (RCC)	45
Rainfall	46
Temperature	46
Erosion and Sea Level Rise	46
6.3 Management Capacity (MC) & Effective Carrying Capacity (ECC)	46
6.4 Post-Project Effective Carrying Capacity	47
Conclusions	49
Recommendations	50
Limitations	51
References	52
Appendices	56
Appendix 1. Origin of the visitors to the study area	56
Appendix 2. Studies Used for the Meta-Analysis	58

Abbreviations

APE	Special Planning Area, by its Spanish acronym
CCP	Comprehensive Conservation Plan
COA	courses of action
DNER	Department of Natural and Environmental Resources
ECC	Effective Carrying Capacity
ETI	Estudios Técnicos, Inc.
FEMA	Federal Emergency Management Agency
GIS	Geographic Information System
MC	Management capacity
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NWR	National Wildlife Refuge
PCC	Physical carrying capacity
PNA	Protected Natural Area
PRCS	Puerto Rico Community Survey
RCC	Real carrying capacity
SLR	Sea level rise
UNWTO	United Nations World Tourism Organization
USFWS	US Fish and Wildlife Service
ZTI	Zone of Tourist Interest

Executive summary

Cabo Rojo Land Acquisition LLC (hereinafter the "Proponent") proposes a touristic-residential development in the Municipality of Cabo Rojo (hereinafter "Esencia" or the "Project"), which consists of 81 lots with a total area of 1,549 cuerdas (6,088,514 square meters). Estudios Técnicos, Inc. (hereinafter, ETI) was contracted by Alvarez-Díaz & Villalón firm to assess tourism carrying capacity of the beach segment surrounding the proposed Project.

Tourism carrying capacity refers to the maximum number of people that may visit a tourist destination at the same time, without causing destruction of the physical, economic, and socio-cultural environment and an unacceptable decrease in the quality of visitors' satisfaction" (UNWTO, 1981). The assessment divides tourism carrying capacity into physical (the number of visitors a beach can accommodate), social (concentration of visitors beyond which the experience becomes uncomfortable), and management (number of visitors a place can manage) components. To assess tourism capacity, ETI used a combination of methods that relied on primary and secondary data.

ETI estimated the beach segment available for recreation (physical carrying capacity) using recent aerial imagery from ESRI and the geospatial layers resulting from an assessment of Puerto Rico's beaches following Hurricane Maria (Barreto et al., 2020). The identified segment has a length of 4,880 m and a total area of 14,133 m² (0.014 km² or 0.005 mi²). Natural hazards, exacerbated by climate change, can affect the size of area available to recreate. Using best available climate projections, ETI estimated the area of the beach that could be affected by the common coastal hazards:

- One ft sea level rise (projected by 2050) affects 2,913 m² or 21% of the currently available recreation area.
- About 4,448 m² or 31% of the current recreation area will be affected by coastal erosion (30-year projection, by 2050).
- The impact of both the sea level rise and erosion would decrease the area available for recreation by 4,862 m² or 34%.
- Storm surge associated with category 4 hurricane: 11,477 m² or 81%.

ETI also analyzed other factors that affect carrying capacity, such as the origin of visitors, visitation patterns, places of agglomeration within the study area, management objectives in applicable policy instruments and availability of infrastructure that can support the visitation.

Most visitors currently visiting the site are from the region: mostly from Cabo Rojo (18.5%), Lajas (4.5%) and Mayagüez (3.4%); other municipalities with relatively large visitation rates are Caguas (4.4%), Bayamón (3.9%), and Guaynabo (3.2%). Visitors tend to agglomerate

in Los Pozos beach. Group sizes vary, from a couple to a large family gathering of 20 people. Beach visitors engaged in diverse activities with varying needs for physical space, including cooking, sunbathing, swimming, or relaxing in a hammock. Most of the beach users stayed in the shaded area under the trees. Some people camp overnight at the beach, and some access the beach by boat.

Infrastructure currently available within and around the Project is limited which can partially explain relatively low visitation, compared to other popular beaches in Cabo Rojo and Puerto Rico. As the project develops, the added infrastructure could contribute to an increase in the number of visitors in the study area.

There are several public policy instruments (laws and management plans) that provide a reference point for the desirable environmental conditions within the study area and guide its management. Inclusion of these instruments in the decision-making regarding the Project is key to the sustainable use and protection of natural resources within and adjacent to the study area.

Combining the data on physical, social and management carrying capacity, ETI calculated the tourism carrying capacity of the study area under two scenarios: current and once the Project is complete. The effective carrying capacity under current conditions is **2,582 visitors per day**. The expected effective carrying capacity of the study area after the development would increase to **2,969 visitors per day**. The increase in carrying capacity is contributed to additional lodging and higher management capacity due to additional infrastructure and other improvements in the area.

The analysis of carrying capacity presented in this study was guided by the most recent and best available data. The analysis relied on visits to observe visitor use patterns in the study area. Also, study assumptions were rooted in scientific literature. Actual visitation patterns, mainly visitor rotation patterns, can vary once the Project is developed. Changes in rotation patterns, may proportionally impact the carrying capacity, or the number of visitors the beach may sustain per day. It is thus important to continue monitoring visitation patterns and their effects on carrying capacity throughout all stages of the Project's implementation. The results of this study provide a guideline but recognize the dynamic nature of carrying capacity, affected by environmental, social, and management factors. This analysis estimates the number of users that the beach can sustain given its physical area, factors affecting visitation, and management and infrastructure capacity. The study considered selected environmental factors in the analysis, such as the potential effect of natural hazards on available study area or whether species that can reduce available beach area have been documented within the study area (e.g., no presences of sea turtle nesting areas was documented). However, an assessment of the effects of visitation numbers on natural resources is outside the purview of this study.

Introduction

Cabo Rojo Land Acquisition LLC (hereinafter the "Proponent") proposes a touristic-residential development in the Municipality of Cabo Rojo (hereinafter "Esencia" or the "Project"), which consists of 81 lots with a total area of 1,549 cuerdas (6,088,514 square meters). The topography of the area ranges from 1 m to 107 m above sea level; most of the area is located outside the floodplain level established by the 2018 ABFE Floodplain maps. The lands within the Project contain Unscheduled Developable Land (SUNP), Common Rustic Land (SRC), and Specially Protected Rustic Land (SREP) classifications; Selective Tourism Development (DTS), Rural General (R-G), Selective Development (DS), and Developable Land (UR) zoning. The area is located within the Special Overlay Zone of Tourist Interest of Cabo Rojo.

The Property borders to the North with the Caribbean Sea and the Boquerón Channel, and to the South, East, and West with single-family and multi-family residential developments, undeveloped areas, and State Road PR-301. The Project will have three access points, with the main two through State Road PR-301 and a secondary one through Monte Carlo Road.

Within the proximity of the Project, there are multiple points of tourist interest, such as Boquerón Public Beach; Boquerón Village; Boquerón Nautical Club; various shops; restaurants; hotels; inns; and residential properties used as short-term rentals; among others. The Project is located near natural areas such as the Boquerón State Forest, Cabo Rojo National Wildlife Refuge, El Combate Beach, and other sites that serve locals and visitors in the area.

Currently, most of the lands are undeveloped, with some unconsolidated uses such as glamping, recreational vehicle areas (RV Parks), and abandoned structures that were previously used as single-family residences. Likewise, the undeveloped lands are used by external groups and organizations for mountain biking races, off-road vehicle races, and hiking.

It is important to note that the Project contemplates several parcels that currently do not belong to Cabo Rojo Land Acquisition but may do so in the future, subject to negotiations with several of their current owners. If these parcels are not acquired, it would not prevent the development of the Project; the owners of the parcels will be guaranteed access through the proposed roads.

Considering these parcels could be part of the Project, the conceptual plan includes all these parcels as part of the proposed development and were evaluated by the technical team. The analysis conducted in this study is based on this conceptual plan that assumes the most comprehensive version of the Project to support the evaluation of the impact of the entire proposed action.

Consistent with the above, the conceptual plan of the Project proposes hotel, recreational, and tourist-residential uses. Specifically, it proposes the development of 530 hotel units; 1,132 single-family and multi-family touristic residences; a school with capacity for up to 500 student dorms; recreational areas; golf courses; medical service areas; commercial and entertainment areas; agricultural areas; and service and infrastructure areas. The Project also includes four public vehicular access points to the beach with sanitary facilities, support for public recreational activities such as hiking, bird watching, and mountain biking, and two activity centers (Towncenters), where space will be provided for businesses and services, offering gastronomic, recreational, cultural, religious, and other essential services for the surrounding communities.

According to the Esencia's Master Planning Guiding Principles, the development is guided by six principles: connect communities, commanding views, preserve drainage corridors, protect steep terrain, preserve mangrove, and protect and enhance coastal dunes. Esencia contemplates a low-density development, with 25% allocated to build infrastructure and 75% to green areas. For the 25% of the built land, 15% will be occupied by building footprints and 10% by access roads and other infrastructure components. The other 75% of the development lands are proposed as green areas, including extensive landscaping areas, two golf courses, and areas to be designated as conservation zones.

Estudios Técnicos, Inc. (hereinafter, ETI) was contracted by Alvarez-Díaz & Villalón firm to assess tourism carrying capacity of the beach segment along the proposed Project (hereinafter, the study area). ETI used a combination of methods to evaluate carrying capacity, including literature review, field observations, expert interviews, geospatial analysis, and user survey. The study builds on the methodologies implemented in Puerto Rico and in other locations to assess carrying capacity of beaches and other natural areas (e.g., Environmental Mapping Consultants LLC (EMC), 2024; Hernández et al., 2011; Huamantínco et al., 2016; Pereira da Silva, 2002;). The results are detailed in the chapters below.

Map 1. Study area for the carrying capacity assessment



1. Overview of tourism carrying capacity

This study adopts one of the most cited definitions of the tourism carrying capacity (Schuh et al., 2020), proposed by the United Nations World Tourism Organization (UNWTO):

"The maximum number of people that may visit a tourist destination at the same time, without causing destruction of the physical, economic, and socio-cultural environment and an unacceptable decrease in the quality of visitors' satisfaction" (UNWTO, 1981; cited in Kennell, 2016).

Initially, studies of carrying capacity focused on the impact of human activities in protected areas (Santos & Brilha, 2023). The concept was closely intertwined with the Limit of Acceptable Change, a method that defines desirable conditions within a protected natural area and establishes management policy that permits reaching and maintaining those conditions (Stankey et al., 1985). Studies of carrying capacity in protected areas tend to be based on existing management plans, objectives they establish or indicators of desired and acceptable ecological conditions within a site.

Since then, the use of carrying capacity concept has been expanded into the recreation and tourism fields and to non-protected natural areas (Santos & Brilha, 2023). Studies have explored the number of users an area can sustain without negatively impacting ecological conditions and visitor experience in non-protected areas or in natural sites without a management plan (e.g., Charles et al., 2018; Huamantínco et al., 2016; Manning, 2012). In instances where a study area does not have its own management plan or a list of ecological indicators, the studies of tourism carrying capacity can rely on general policies and plans for natural resources to guide the analysis.

The operational definition of carrying capacity for studies of carrying capacity can vary, depending on the research context, management objectives, and natural settings (Shelby & Heberlein, 1986). The definition and methods used in this study closely relate to a recent carrying capacity study published by the Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources (DNER) (prepared by EMC, 2024). EMC (2024) adopts a definition that discusses carrying capacity as "a capacity of coastal areas to sustainably accommodate the social, recreational, economic, and natural activities and features that occur in these areas (pg.8)." The definition closely intertwines with the one selected for this study by addressing social, economic, and natural (or physical) aspects of carrying capacity. However, given the tourism and recreational aspects of the Project, ETI adopts the United Nations World Tourism Organization definition that can be applied to tourism destinations located outside of a natural reserve.

Similar to other studies on the topic (e.g., Hernández et al., 2011, Huamantínco et al., 2016), this analysis divides tourism carrying capacity into physical (the number of visitors

a beach can accommodate), social (concentration of visitors beyond which the experience becomes uncomfortable), and management (number of visitors a place can manage) components (Hernández et al., 2011). The analysis of physical capacity included a combination of GIS analysis to measure the area available for recreation and an assessment of limiting environmental factors. To analyze social carrying capacity, primary and secondary data were collected, including visitor surveys, field observations, and analysis of the origin of the visitors. The evaluation of management capacity was guided by analyzing relevant policies and management plans and available infrastructure and services.

1.1 Beach/outdoor recreation trends

Beach recreation in Puerto Rico has been a cornerstone for social, recreational, cultural, and economic activities in the archipelago. Every year thousands of Puerto Ricans and tourists visit the archipelago's coasts attracted by the recreational opportunities that these places hold (Estudios Técnicos, Inc., 2014). According to a survey conducted for the State Comprehensive Outdoor Recreation Plan for Puerto Rico 2020-2025 (SCORP), swimming or sunbathing on the beach or other water bodies was the second (51.2%) most practiced outdoor recreation activity in Puerto Rico (DRD, 2020). Of the total number of participants that chose this outdoor activity, the majority (43.8%) indicated that they use beaches for swimming or sunbathing.

There is also a direct relationship between beach areas and touristic development in Puerto Rico. The higher concentration of the main tourist investments is in places with beach access (Estudios Técnicos, Inc., 2022). According to the most recent data published by the Puerto Rico Planning Board (2024), in FY 2023 a total of 6.2 million visitors arrived in Puerto Rico, which amounted to a total in expenses of \$5,368 million. Puerto Rico's hotels received about 1.8 million of these visitors and benefited from about \$2,184 million in tourist spending at these facilities. In FY 2023, tourist spending represented 6.3% of the Gross National Product. Tourism spending, in addition to hotel activity, supports other components of the sector, which is mostly made up of the hotel industry and food and beverage services such as restaurants and other similar establishments. Both subsectors of tourism are located predominantly on the coasts of Puerto Rico, due to the visuals that oceanic nature provides to local and foreign tourists.

Cabo Rojo receives thousands of tourists annually because of its diversity of coastal and marine resources, which has consequently positioned the tourism and recreational industry as two of the main drivers of economic activity in the Municipality. A survey conducted for the development of the *Plan Maestro para el Manejo de Recursos Costeros de Cabo Rojo* (DNER, 2023) revealed that 94.7% of 400 survey participants

selected beaches as the coastal resource that they most frequently interact with.¹ When asked about their preferred outdoor activities in Cabo Rojo's coastal resources, survey respondents predominantly chose sunbathing and swimming.

The findings from these studies illustrate the economic and social importance of beach-based recreation in Puerto Rico. Studies of the beach carrying capacity should be cognizant of the central and unique place that beach-based recreation holds among Puerto Ricans. However, it is also important to consider the risks of concentrating the touristic industry in Puerto Rico around beach resources (Villamil, 2019). Such focus leaves out several important environmental and cultural resources out of the tourism equation, while simultaneously exploiting these coastal resources beyond their carrying capacity limits (Villamil, 2019). To promote a truly sustainable and successful tourism industry, strategies should move away from a traditional conception of beach tourism and strengthen its synergy with the natural environment, as well as cultural, educational, and social activities (Villamil, 2019).

¹ For the development of the plan, an in-person survey was carried out to users of beaches and marinas in Cabo Rojo. The surveys were conducted between July 26th and September 10th, 2023 in places with high visitations, such as: Boquerón Public Beach, Buyé, Combate, Playita, Las Salinas y Playuela, Ostiones, Marina Puerto Real and Villa La Mela. Therefore, this survey does not reflect the distribution of visitors by beach.

2. Description of the study area

This chapter briefly describes the surroundings of the study area (the beach segment) and of the Project overall. It presents an overview, emphasizing some of the relevant to carrying capacity characteristics, such as socioeconomic context of the Boquerón ward where the Project is located and natural resources within and around the Project. Other studies completed as part of the Project's development, including studies conducted by ETI, contain more details on these and other characteristics and should be consulted for more information.

2.1 Socio-economic characteristics of the Boquerón ward, Cabo Rojo

The study area of the Project is located in the Boquerón ward of the municipality of Cabo Rojo, and it covers an area of approximately 1,549 cuerdas (6,088,514 square meters). The proposed Project consists of a residential and touristic development with 530 hotel units; 1,132 single-family and multi-family touristic residences and multiple other amenities such as a K-12 school with capacity for up to 500 student dorms, sport clubs, a health center, community centers, and golf courses. Most of the lands in the study area are currently undeveloped, but there are unconsolidated uses such as glamping, recreational vehicle areas (RV Parks), and vacant structures previously used as single-family residences (Estudios Técnicos, 2024).

Cabo Rojo is recognized as one of the main touristic destinations in Puerto Rico for its diverse touristic and recreational places of interest, as well as its coastal and ecological resources. According to a tourist visitation analysis conducted for the Master Plan for the Management of the Coastal Resources of Cabo Rojo (2023), the Boquerón area, alongside Buyé and Joyuda, concentrated the highest proportion of visits in 2021. This finding highlights the importance of the Boquerón ward for the sustainable economic development of the Municipality as there are numerous areas of touristic interest close to the Project area, such as: Boquerón Public Beach, Boquerón Village, Boquerón Nautical Club, various shops, restaurants, hotels, inns, and residential properties used as short-term rentals, among others.

According to the Puerto Rico Community Survey (PRCS) 5-year estimates, in 2022, Boquerón had a population of 5,528 people with a median age of 50.3 years. In terms of their socioeconomic characteristics, the per capita income of the population was \$16,411 and the median household income was \$27,014, both higher than the values reported for the Municipality but lower than Puerto Rico (see Table 1).

Table 1. Summary of the socioeconomic characteristics of Boquerón ward, Cabo Rojo, and Puerto Rico (2022)

Socioeconomic characteristics	Geographic units		
	Boquerón	Municipality of Cabo Rojo	Puerto Rico
Population characteristics			
Total Population	5,528	46,983	3,272,382
Median age (years)	50.3	44.9	43.7
Per capita income (\$)	16,411	14,453	15,637
% of the population below poverty level	39.0%	42.1%	42.2%
Household characteristics			
Total Households	2,121	17,568	1,219,658
Median household income (\$)	27,014	23,077	24,002
Married-couple family households	47.8%	40.8%	36.1%
Male householder, no spouse present	6.6%	5.9%	6.7%
Female householder, no spouse present	15.8%	19.3%	22.5%
Non-family household	29.8%	34.1%	34.7%

Source: US Census Bureau, PRCS 5-year estimates 2018-2022.

2.2 Natural areas in the vicinity of the Project

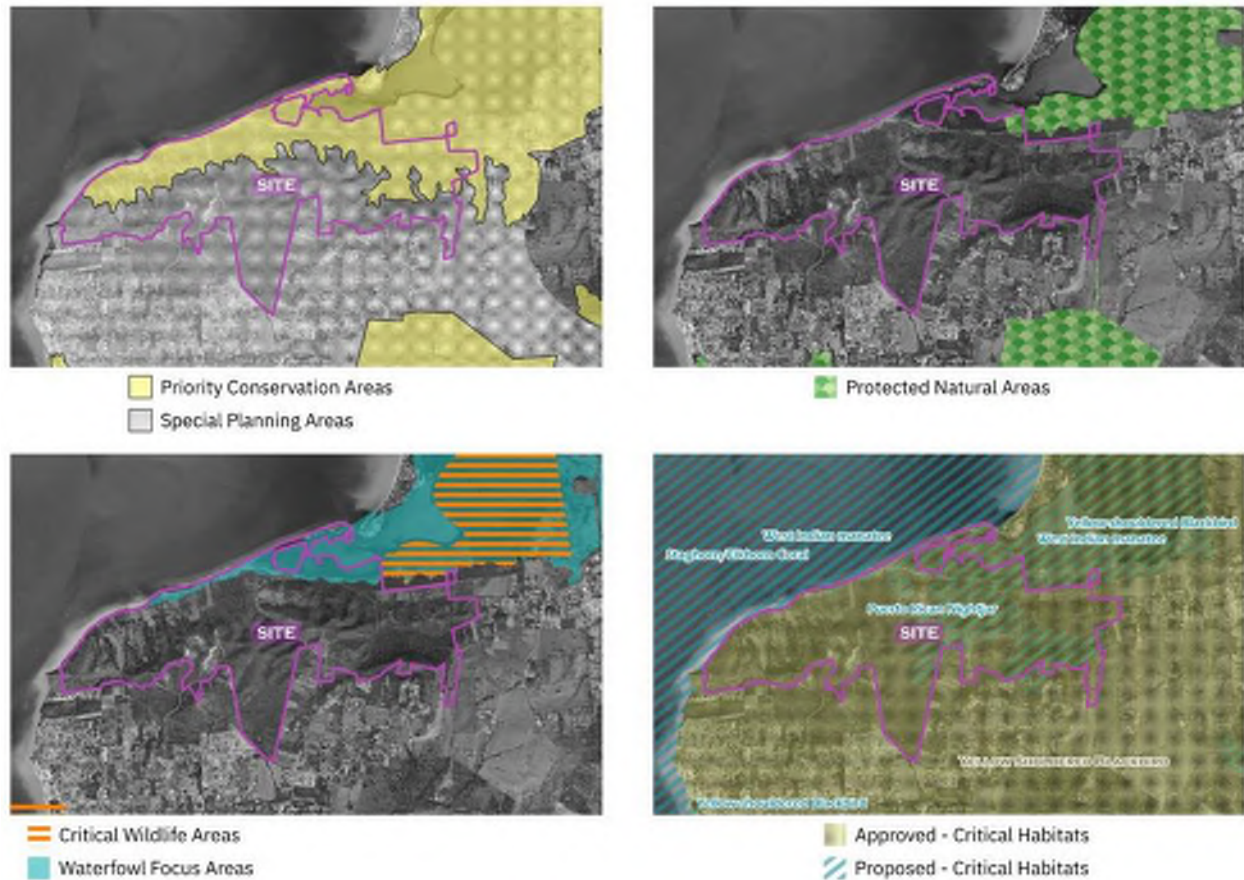
Understanding what Protected Natural Areas (PNA) are located close to the site can help inform environmental considerations and implementation of the decisions on carrying capacity. Natural areas within the Project serve as an important green corridor for the wildlife that inhabits these protected areas (Ambienta Inc., 2024).

There are three PNAs located near the project:

- Iris Alameda Wildlife Refuge
- Boquerón State Forest (Laguna Rincón/Caño Boquerón)
- Cabo Rojo National Wildlife Refuge

Part of the project, including the study area, also includes segments of Priority Conservation Areas, Waterfowl Focus Areas, and Critical Habitat. The proximity to these different types of natural areas suggests the need for sustainable and balanced recreational use of the study area, and the importance of ecological considerations and prioritizing low impact when making decisions about tourism carrying capacity. It is important to note that the carrying capacity estimate presented in this report does not consider possible impacts over these resources.

Illustration 1. Different types of natural areas within the vicinity of the Project



Further, the study area is located inside the Southwest Special Planning Area, Boquerón Sector, an area designated by the DNER because of its important coastal resources, such as salt flats, keys, beaches, islets, coral reefs, cliffs, bays, and mangroves. The Southwest APE, Boquerón Sector is the habitat for a great number of flora and fauna, such as native, endemic and migratory birds, mammals, reptiles, fish, crustaceans, and mollusks (DNER, 2008). The Southwest APE, Boquerón Sector and Cabo Rojo National Wildlife Refuge have their management plans that set goals and objectives for the use of resources in the area. These plans could provide a reference point for the desirable environmental conditions within the study area. Chapter 5 presents key points of these and other management plans relevant for coastal resources in Cabo Rojo.

3. Physical carrying capacity

This chapter discusses the factors that contribute to the number of visitors an area can accommodate physically. This analysis considered the environmental characteristics of an area that could potentially affect the size of area available for recreation (e.g., whether sea turtle nesting areas were documented²). It also includes an assessment of the beach area available for recreation under different land use and climate scenarios. It incorporates current visitation patterns in the study area, including the segments of the beach that receive the most visitation. It also incorporates environmental factors that limit beach visitation.

3.1 Environmental characteristics

This section describes environmental characteristics of the study area. Information reported in this section was obtained from the Terrestrial Flora and Fauna Study, conducted for the Project by another consultant (Ambienta Inc., 2024) as part of the Project's compliance with environmental regulations. Understanding environmental characteristics of the study area guides ecological considerations of carrying capacity. For example, the presence of threatened or endangered species can affect the area available for recreation or require limiting access to some of the areas during breeding seasons.

The Project's area contains eight ecosystems: grassland, shrubs ("matorrales"), forested areas, coastal wetland ("salitrales"), mangrove forest, coastal lagoons, cliffs ("acantilados"), and dunes. The dunes are considered ecologically sensitive area; dunes within the Project show erosion and high levels of non-native and invasive vegetation (Ambienta Inc., 2024). Wetlands within the Project show signs of severe impact from the hurricane Maria; although some of the mangrove shows signs of recovery, other parts of the wetland have not recovered (Ambienta Inc., 2024a)

The area is located in proximity to several natural reserves and serves an important function as an ecological corridor for wildlife. The Terrestrial Flora and Fauna Study has identified the presence of 343 flora species and 160 fauna species within the Project's area. Some of the identified species have special designations, such as critical, vulnerable, threatened or endangered. These species are listed by the Department of Natural and Environmental Resources (DNER) or US Fish and Wildlife Service (USFWS).

² Presence of sea turtle nesting areas can affect the size of beach area available for recreation. This analysis considered if the presence of sea turtle nesting was observed within the study area to account for it in the analysis. The Terrestrial Flora and Fauna Study (Ambienta Inc., 2024) indicated that no turtle nesting sites have been documented.

Flora

Four flora species within the Project's area have been identified as critical elements and three species are designated as endangered or vulnerable (Table 1). As can be seen in the illustration below, one of the listed species, *Libidibia monosperma*, has been observed in proximity to the maritime-terrestrial zone.

Table 2. Listed by DNER or USFWS flora species, documented within the Project's area

Category	Cientific name	Spanish common name
DNER critical elements/species of concern	<i>Guaiacum officinal</i>	Guayacán
	<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán blanco
	<i>Leptocereus quadricostatus</i>	Sebucán
	<i>Phlebotaenia cowellii</i>	Árbol de violeta
Listed as critical element by DNER and endangered on state and federal level	<i>Aristida chaseae</i>	-
Designated critically endangered on state level and endangered on federal level	<i>Eugenia woodburyana</i>	-
Listed as vulnerable on state level and endangered on federal level	<i>Libidibia monosperma</i>	Cobana negra

Source: The Terrestrial Flora and Fauna study (Ambienta Inc., 2024)

Illustration 2. Location of listed flora species



Source: The Terrestrial Flora and Fauna study (Ambienta Inc., 2024)

Fauna

Four fauna species within the Project's area have been identified as critical elements; five species are designated as endangered or vulnerable (Table 3). Some of the listed fauna species have been observed in the coastal shoreline or around the wetland.

Table 3. Listed by DNER or USFWS fauna species, documented within the Project's area

Category	Cientific name	Spanish common name
DNER critical elements/species of concern	<i>Charadrius wilsonia</i>	Playero marítimo
	<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma cabeciblanca
	<i>Ucides cordatus</i>	Cangrejo fantasma de pantano
	<i>Vireo latimeri</i>	Bien-te -veo
Designated endangered on state and federal levels	<i>Agelaius xanthomus</i>	Mariquita de Puerto Rico

Category	Cientific name	Spanish common name
Designated endangered on state and federal levels	<i>Caprimulgus noctitherus</i>	Guabairo de Puerto Rico
Designated as vulnerable on state level	<i>Anas bahamensis</i>	Pato quijada colorada
Designated critically endangered on state level	<i>Dendrocygna arborea</i>	Chiriría Antillana
Designated endangered on state level and excluded from federal list in 2009	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano Pardo

Source: The Terrestrial Flora and Fauna study (Ambienta Inc., 2024)

3.2 Area available for recreation

The extension of area available for recreation is a key component of the physical carrying capacity of the beach (Pereira da Silva, 2002). To identify the beach area in the study area, the geospatial layers resulting from an assessment of Puerto Rico's beaches following Hurricane Maria were leveraged (Barreto et al., 2020). As part of this project, beach areas were identified along with the magnitude of erosion and accretion for the 44 coastal municipalities of the island, with measurement intervals of every 10 meters of beach, for September 2017 and July 2018. The study identified, among other valuable beach geomorphology, the shoreline and the backbeach. These layers were used as a guide to define the total coastal area and within it, the area available for recreation or the beach area.

Using recent aerial imagery from ESRI, ETI confirmed the extent of the beach along the extension of the Project. The identified segment has a length of 4,880 m and a total area of 14,133 m² (0.014 km² or 0.005 mi²).

The analysis also considered limiting factors that can affect the area available on the beach for recreation. Natural hazards, exacerbated by climate change, can affect the size of the area available for recreation. Changes due to natural hazards in the area available to recreation can affect the number of people this area can sustain. This analysis examined the possible extent of recreation area susceptible to sea level rise, erosion, and storm surge.

Geospatial data on tides was not available, but we acknowledge that variation in tides affects the size of area available for recreation. Data for tides & currents station in Joyuda, Cabo Rojo (closest to the Project reporting station) show variation in tides that reach up to 1.3 ft within the same day (NOAA, 2023).

Climate change effects

Climate change affects all areas of Puerto Rico (PRCCC, 2022). In coastal areas, particular concerns associated with climate change include sea level rise, coastal erosion, and coastal flooding or storm surge. These events can affect the size of the area available for recreation, in addition to disrupting the recreational activities. The analysis

of climate change effects in this study relies on the best available and most current climate data and projections.

Sea level rise

In its 2022 report on Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States, the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) presents five trajectories of sea level rise (SLR). For the US Caribbean, the intermediate scenario SLR projection of 0.92 ft (0.28 m) by 2050 has a high level of confidence (Sweet et al., 2022). The projections presented in the NOAA report (Sweet et al., 2022) are the projections adopted by the Puerto Rico Climate Change Mitigation, Adaptation, and Resilience Plan (CEACC, 2024). In line with these documents, this study uses these projections. Under 1 ft SLR, assuming no adaptation measures were implemented, beach area available for recreation would be reduced by 2,913 m² or 21% (Map 2).

Map 2. Study area and sea level rise projections of 1 ft



Coastal erosion

Erosion presents another concern for coastal areas. Given the severity and damage caused by coastal erosion, in 2023 the Puerto Rico Governor declared a state of emergency in Puerto Rico because of the effects of this hazard (OE-2023-009).

To analyze the effect of coastal erosion on the study area, ETI used the data prepared by the Federal Emergency Management Agency (FEMA, 2018) for projections of changes in the coastline for Isla Grande, Culebra and northern Vieques due to coastal

erosion in the next 30 years. Under this projection, the area available for recreation will be reduced by 4,448 m² or 31%.

Map 3. Study area and 30-years coastal erosion projection



When considering the impact of both the sea level rise and erosion, the area available for recreation would be reduced by 4,862 m² or 34%.

Storm surge

Climate change trends suggest an increase in the number of intense tropical cyclones (Díaz et al., 2022). Cyclones are associated with different hazards, with storm surge as one of the main concerns for coastal areas. Using the storm surge data, developed by NOAA using the SLOSH model coupled to the Simulating Waves Nearshore (SWAN) third-generation wave model, ETI estimated the proportion of the area to be affected by storm surge. Storm surge associated with category 4 hurricane was selected for the analysis, following the storm surge scenario used in the Puerto Rico Climate Change Mitigation, Adaptation, and Resilience Plan (CEACC, 2024)

Category 4 hurricane storm surge can decrease the area available for recreation by 11,477 m² or 81%. Following a storm surge event, the beach can experience erosion or

deposition of such magnitude that might take months or years to restore (NPS, 2019). The recovery from storm surge can vary and can sometimes take weeks before the area is apt for recreation again (NPS, 2019).

Map 4. Study area and storm surge projections associated with category 4 hurricane



3.3 Limiting environmental factors

This analysis discusses environmental or weather factors that can affect, or limit, the number of days in a year that a user can visit and enjoy a site. Rainfall and temperature present the main limiting factors (Zacarias et al., 2011). They are discussed in chapter 6. Climate change, however, can affect precipitation and temperature trends. Precipitation projections for Puerto Rico indicate an average decrease of 12%-19% in rainfall island-wide by 2050, with some parts experiencing a decline of 30% (Terando, 2017). Temperature projections for Puerto Rico indicate an increase in average temperatures and heat waves (Díaz et al., 2022). The effect of precipitation and temperature on visitation might thus vary as climate change effects continue to exacerbate.

Other environmental factors

Sargassum blooms have negatively affected beach recreation across various parts of Puerto Rico. These bloom events can reduce beach visitation in an affected area (Nibbs, 2024). Consultations with experts, conducted as part of this study, indicate that the study area is not highly susceptible to blooming events. However, should sargassum blooms

occur in the future in the water adjacent to the study area, they might limit beach visitation.

The presence of species in the water, such as jellyfish or stingray, can also be a limiting factor. In July and August 2024, hundreds of jellyfish were present in the coastal waters of Cabo Rojo, including the study area. The presence of these species varies throughout the year and is common after rain events, particularly in the areas adjacent to the Caño Boquerón/Rincón lagoon (Teleonce, 2024). During jellyfish events, people are discouraged from using the water. As these events decrease water-based recreation, they might increase the intensity of the beach use, as people who would be in the water now would be using the land part of the beach. Alternatively, these events can discourage people from visiting the beach at all.

Illustration 3. Examples of jellyfish present in the coastal waters at the study area



Photos by Estudios Técnicos, Inc. (2024)

Breeding season of different species can also affect areas available for recreation. The Terrestrial Flora and Fauna Study (Ambienta Inc., 2024) indicated that no turtle nesting sites have been documented within the Study Area. The study also indicates that DNER registry does not contain evidence of turtle nesting within the study area. Nonetheless, the future possibility of turtle nesting in the study area should not be discarded. In case that happens, the recreation area would be reduced as certain areas of the beach would be restricted during nesting season to protect these threatened species.

4. Social carrying capacity

Social carrying capacity refers to the level of use beyond which social impacts exceed acceptable levels (Shelby & Heberlein, 1986). Acceptable level of crowding is a subjective measure that can vary across locations and user groups (De Ruyck et al., 1997). Studies conducted in other jurisdictions recommend various standards of acceptable recreation density, ranging from 4 to 20 people per 100 m² of available recreation area (De Ruyck et al., 1997). However, studies also find that people can experience a high level of satisfaction at a place even if they find it crowded, which can potentially lead to favoring scenarios that maximize carrying capacity (Shelby & Heberlein, 1986). A focus solely on visitor satisfaction can potentially overlook other aspects of carrying capacity such as the effects on ecosystems (Shelby & Heberlein, 1986). The implementation of carrying capacity requires finding a balance between a satisfactory experience for users and sustainable management of natural resources.

To understand social aspects of carrying capacity, we analyzed visitation origins and visitation patterns and conducted a visitor survey. The findings from this chapter support the assessment of physical carrying capacity by providing insight on where people tend to agglomerate within the study area or the types of activities they practice on the beach.

4.1 Origin of the visitors

This section presents an analysis of the origin of the people visiting the study area. This information helps to better understand the visitor's profile of the study area, specifically, from where they come to visit the beach. Visitors who visit the study area from other municipalities are highly likely to arrive by car, which indicates a need for parking. Availability of parking is one of the components of management carrying capacity, as the number of available parking slots affects the number of users a site can receive.

The data for this analysis was obtained for 12 months (August 2023 – July 2024), representing the visitation patterns for one year, using cellphone location data.

Most visitors of the study area are local, with 96.4% from Puerto Rico, followed by 2.7% visitors from the United States, and 0.9% international visitors. About one-fifth of the Puerto Rico-based visitors are Cabo Rojo-based, 18.5%. The other two main municipalities of origin are the adjacent municipalities of Lajas and Mayagüez, with 4.5% and 3.4%, respectively. Interestingly, the other three municipalities with relatively similar proportion of visitors are in the Metropolitan area: Caguas (4.4%), Bayamón (3.9%), and Guaynabo (3.2%).

Illustration 4. Origin of the visitors from Puerto Rico, by municipality



Source: Estudios Técnicos, Inc. (2024)

4.2 Visitation patterns

An assessment of visitation patterns relates to physical carrying capacity, as it indicates areas of the highest agglomeration of visitors (García Hernández et al., 2011). It also provides data on social impacts that can affect human experience at the beach, such as the number of people at the site, size of groups, and the activities they practice (Shelby & Heberlein, 1986).

To assess visitation patterns, field observations were conducted in July (during the July 25th long weekend³) and in August 2024, mainly at Los Pozos beach. We acknowledge that these trends can vary throughout the year and would likely change once the Project is completed.

Observations show that people tend to visit the beach in groups, ranging between two and 20 people. Most frequently observed size of a group was a group of six people. They engaged in diverse activities with varying needs for physical space, including cooking, sunbathing, swimming, practicing different sports (kayas, beach tennis or volleyball) or relaxing in a hammock. Most of the beach users stayed in the shaded area under the trees. Some people were in the water.

The section of the study area with the highest number of observed visitors was Los Pozos Beach (also known as Playa Rústica). This part of the study area is favored by larger groups and groups with children. Several 4x4 vehicles were present close to the beach. This finding is not surprising considering the challenging terrain to get to this beach - the path might not be passable by a regular car. In July, at a given time there were at least

³ These observations were supplied by the Project's personnel

11 cars. There were also several four-wheelers – at least six during the observations in July. During the observations in August, there were at least two tents. In July, there were at least 3 tents on the beach, with some people staying for various nights. There were also boats and jet skis in the water. Some of the people visiting the area by boat stayed there overnight.

Illustration 5. Los Pozos, the segment of the study area with the highest number of visitors



Photo by Estudios Técnicos, Inc. (2024)

Areas to the west of Los Pozos, close to the wetland, do not receive many beach visitors as it is a relatively narrow beach strip. The water has seagrass beds very close to the coast, potentially making the area unattractive for swimming. This area of the coast is, however, frequented to run mountain bikes and 4-wheelers. Cyclists tend to drive to the Project, park outside and then enter by bike. People who visit the area by four wheelers occasionally stay on the beach to relax after the drive.

Illustration 6. Segment of the study area frequented by cyclists and four tracks' runners



Photo by Estudios Técnicos, Inc. (2024)

No visitors were observed in the eastern part of the study area. Yet, during field observations we documented the presence of litter in this part of the beach, which suggests that the area receives occasional visitors. Project's personnel interviewed as part of this study indicated that the eastern part is secluded and tends to be visited by couples.

Some people also visit the area after sunset, as indicated by the presence of bonfire remains. Some of the visitors leave litter next to the bonfire.

The visitation to the study area is likely affected by lack of access. The terrain is difficult to access in a regular car, and the area is relatively remote for pedestrian access. However, this factor is likely to change once the Project is developed and the new infrastructure is in place. The Project will also likely affect visitation by increasing the number of people present in the vicinity of the beach area. The Project proposes to construct 530 hotel units and 1,132 housing units; the users of these units might be likely to visit the beach.

In summary, field observations indicate that the area receives low visitation compared to other popular beach destinations in Puerto Rico. Most beach visitors engage in diverse activities with variation in the amount of physical space they occupy. Visitors tend to access the area by 4x4 vehicles, four wheelers and occasionally by water.

4.3 Visitor's survey

The ETI fieldwork team conducted a survey of the beach visitors to understand their sociocultural characteristics and perceptions of the study area. Questions focused on

frequency and duration of the visit, activities conducted on the site, size of the group, and selected socioeconomic characteristics. The survey also asked the visitors about their satisfaction with the place.

Only one person per group was interviewed. Twenty-five surveys were completed. The results were used to inform part of the effective carrying capacity assessment. Although the sample size is relatively small, it provides a glimpse into the current socio-cultural factors of carrying capacity. Some of the key findings from the survey:

- All respondents were from Puerto Rico
- Most frequently practiced activity was sunbathing or bathing in the water (84%)
- The majority (84%) planned on spending more than four hours at the beach
- Over a quarter of respondent (28%) visited the study area for the first time
- Average group size was 10 people; median group size was six
- 72% of participants selected “family atmosphere” as the main reason they liked about the beach
- Almost half, 44%, did not identify any lacking need or problem at the site
- All respondents stated that the tranquility of this beach was the reason behind visiting it

Table 4. Aspects that the respondents liked the most about the study area

Aspect	#	%
Family atmosphere	18	72.0%
Good water quality	9	36.0%
Low noise levels	9	36.0%
It is clean	8	32.0%
It is safe	6	24.0%
It is not overcrowded with people	6	24.0%
It has ample parking	5	20.0%
It is surrounded by nature	4	16.0%
It has comfortable spaces to relax	4	16.0%
Tranquil	4	16.0%
Small waves	3	12.0%
Appropriate wave conditions	2	8.0%
High aesthetic value	1	4.0%
Private	1	4.0%

Note that the respondents could select multiple options

5. Management carrying capacity

The analysis of management carrying capacity examines whether a site can meet the visitors' needs, such as availability of the necessary parking, restrooms, or services (Shelby & Heberlein, 1986). This assessment includes various factors, such as relevant management plans and regulations, availability of services in the study area (e.g., restaurants, kayak or beach chair rentals, etc.), available personnel on site (e.g., lifeguards or police), and available infrastructure (e.g., parking spaces or access roads) (Huamantínco Cisneros et al., 2016).

5.1 Relevant management plans and regulations

The Project is located within Boquerón Special Planning Area and is subject to the management plan for this Special Planning Area. Further, there are several public policy instruments (laws and management plans) that provide general management recommendations for the coastal resources in Cabo Rojo and within the study area. These instruments contain strategies and recommendations that inform desirable conditions for the study area and considerations for the species that inhabit the study area. Inclusion of these instruments in the decision-making regarding the Project is key to the sustainable use and protection of natural resources within and adjacent to the study area.

This section summarizes the most relevant public policy instruments. It is not meant to be an exhaustive list of relevant and applicable policies.

Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUTPR) (JP, 2015)

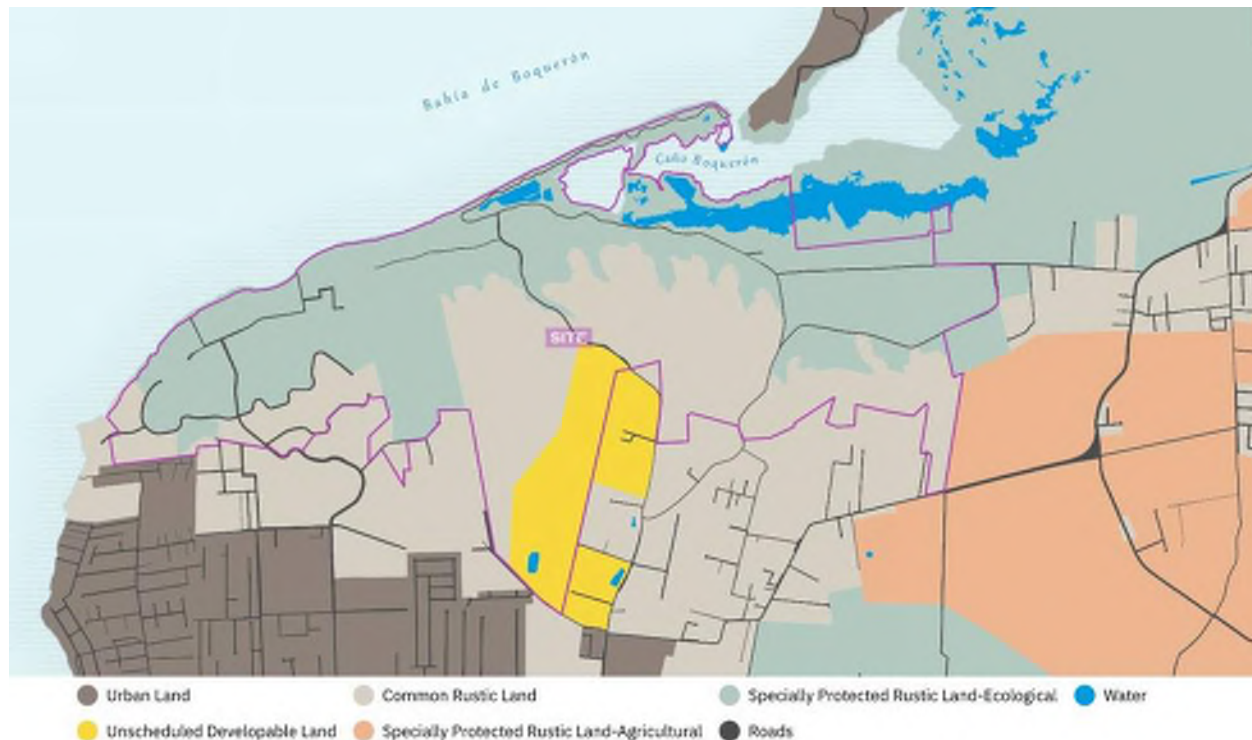
The PUTPR is the main planning instrument that governs public policy related to land use, development, and conservation of natural resources in Puerto Rico. This plan was elaborated in accordance with the provisions of Act. No. 550 of 2004, as amended, known as "Ley para el Plan de Uso de Terrenos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico". The PUTPR establishes the principles and goals that guide land use planning, as well as the classification of land uses for the entire territory of Puerto Rico, including the municipal territory of Cabo Rojo. The land use classifications established by this plan are urban land, developable land, rustic land, specially protected rustic land because of its ecological, agricultural, hydric, and scenic values.

The land classifications within the Project include:

- Common Rustic Land (SRC): 38.1%
- Specially Protected Rustic Land – Ecological (SREP-E): 48.6%
- Specially Protected Rustic Land - Agricultural (SREP-A): <0.03% (1,063 m²)

- Urban Land (SU): <0.2% (745 m²)
- Unscheduled Developable Land (SUNP): 7.7%
- Water: 2.8%
- Roads: 2.7%

Illustration 7. Land use classification within the project



Plan de Ordenación Territorial del Municipio de Cabo Rojo (Municipality of Cabo Rojo, 2010)

The Municipality of Cabo Rojo developed this land use plan in 2010, which establishes the land classifications and zoning districts for its entire territory. This plan also identifies the lands that are suitable for urban development in a time horizon of 8 years after the effective date of the plan, as well as those lands that are not suitable for urban development due to their ecological, agricultural, and hydrological value, and for being in areas susceptible to natural hazards.

Cabo Rojo Zone of Tourist Interest (ZTI) (JP, 2011)

Act No. 374 of May 14th, 1949, as amended, granted the Puerto Rico Planning Board with the faculty to create zones of touristic interest (ZTI), in collaboration with the Puerto Rico Tourism Company (CTPR, for its Spanish acronym). ZTIs are established to identify areas with tourism potential, encouraging their protection and development by applying existing regulations on land uses (JP, 2023, p. 510). The Puerto Rico Planning Board defines the zoning districts inside each of the ZTIs to harmonize uses with the touristic resources in the area.

The Puerto Rico Planning Board's Resolution 94-007-JP-ZIT established the Cabo Rojo ZTI on September 12th, 2011. Zoning districts inside the study area are the following:

- Resource Preservation (PR)
- Resource Conservation (CR)
- Rural General (R-G)
- Selective Touristic District (DTS)
- Selective Development (DS)
- Intermediate Touristic Residential (RT-I)
- High Density Touristic Residential (RT-A)
- General Agriculture (A-G)

The proposed Project, including the study area, falls within Cabo Rojo ZTI. This designation recognizes the tourism and recreation importance of the area.

Map 5. Puerto Rico Zones of Tourist Interest



Source: Puerto Rico Tourism Company (2024).

Plan de Manejo para el Área de Planificación Especial del Suroeste, Sector Boquerón (DNER, 2008)

This plan defines management objectives for the Southwest Special Planning Area (APE, by its Spanish acronym), Boquerón Sector, within which the Project is located. The Plan identifies challenges within the APE and strategies to address them. It recognizes intense recreation, especially in areas close to the natural reserves, as a potential threat to the health of ecosystems. It promotes recreational activities that are compatible and incorporate the needs of natural resources that comprise the APE and protected areas. Carrying capacity analysis should thus favor a recreation scenario that supports low-intensity and low-impact visitation.

This plan identifies Laguna Rincón (also known as Caño Boquerón), located north of the project site, was identified as an essential feeding habitat for the manatee and as a critical habitat for other species such as the brown pelican (*pelecanus occidentalis*). In addition, the area of Peñones de Melones, located within the project site, was identified as a place where conflicts in uses could emerge because of touristic development pressures surrounding the area (DNER, 2008, p.38). Other conflicting uses and activities described near the study area in the Laguna Rincón and Boquerón Bay, as well as Combate and Buyé beaches, are the deforestation and burning of vegetation due to campfires and the placement of camping huts and the transit of jet skis and boats at excessive speeds posing the risk of damage for seagrass meadows and wildlife species, such as the manatee.

The relevant management strategies for the study area proposed in this plan are summarized below:

- **Project #3: Zone All Natural Areas with Districts that Guarantee Their Protection.**
 - This project recommends that the Municipality of Cabo Rojo, through its Land Use Plan, establishes natural resource conservation zoning districts (C-R) around the hydrographic and lighting basins of the Laguna Rincón (Caño Boquerón).
- **Project #5: Identification of incompatible uses and activities in the Special Planning Area.**
 - This project consists of the identification of multiple incompatible uses and activities in the lighting and hydrographic basins of the Laguna Rincón (Caño Boquerón), located near the study area, and Laguna Joyuda that must be avoided for the adequate management of these ecologically sensitive areas.
 - Lighting basin of Laguna Joyuda and Laguna Rincón:
 - Lighting system that affects the appreciation of the bioluminescence phenomenon, it is recommended to obstruct with visors the lanterns that are oriented towards the lagoons.

- Destruction or disturbance of the habitat.
- Extraction of material from the earth's crust.
- Disposal of solid waste.
- Discharge of liquid, toxic, or dangerous waste.
- Activities that may affect the drainage pattern to the wetlands.
- Deforestation and removal of vegetation cover.
- Other activities that may be evidenced as incompatible to the natural reserve or other resources identified in the Special Planning Area.
- Hydrographic basin of Laguna Joyuda and Laguna Rincón:
 - Activities that may affect runoff and drainage patterns and cause subsequent sedimentation of the wetlands, including the mangrove strip that borders both lagoons.
 - Increased development of projects that may generate organic pollutants and hydrocarbons, affecting the quality of the waters of the lagoons.
 - Extraction of material from the earth's crust.
 - Disposal of solid waste.
 - Discharge liquid, toxic, or hazardous waste.
 - Inadequate agricultural practices that may cause significant damage to natural resources, including the use of fertilizers and pesticides.
 - Destruction or disturbance of habitat for wildlife species found in the area (e.g. cross-country vehicle traffic).
 - Deforestation or removal of vegetation cover.
 - Other activities that may be evidenced as incompatible to the natural reserve or other resources identified in the Special Planning Area.
- **Project #6: Development of special management activities in the Special Planning Area.**
 - Activity #17: Eliminate the transit of boats and jet skis in Laguna Rincón, excluding the navigation channel.
 - Issue a regulation prohibiting the transit of boats and jet skis in this area.
 - Label the coastline to inform the public of this determination.

Cabo Rojo National Wildlife Refuge Comprehensive Conservation Plan (USFWS, 2011)

The US Fish and Wildlife Service (USFWS) developed the Comprehensive Conservation Plan (CCP) to establish management actions for the Cabo Rojo National Wildlife Refuge (Cabo Rojo NWR) in a span of 15 years, as mandated by the National Wildlife Refuge System Improvement Act of 1997. The planning effort included a biological review of the

refuge's wildlife and habitat and public engagement activities to determine the best management alternative for the Cabo Rojo NWR. Among the three management alternatives evaluated for the CCP, *Alternative C: Habitat and Public Use Emphasis*, was the one chosen by USFWS experts and the public. This alternative consists of management actions geared towards improving refuge resources for habitat and wildlife, as well as increasing visitor services programs.

The Cabo Rojo NWR is located in the southern part of the Municipality, between the Boquerón and Llanos Costa wards. This refuge was established in 1974, and it holds a total of 1,836 acres that serve as habitat for 245 plant species and 145 bird species, among other mammals such as bats, the Indian mongoose and the African Patas Monkey (USFWS, 2011).

The CCP establishes the goals, objectives, and strategies for the management of the Cabo Rojo NWR, the main goals are:

- Monitor, protect, and recover species of management interest.
- Conserve, enhance, and restore native plant communities and wetland habitat.
- Protect natural, historical, and cultural resources to maintain ecological integrity.
- Provide opportunities for appropriate and compatible public use.
- Provide sufficient staff, volunteers, facilities, equipment, and foster partnerships in order to implement a comprehensive refuge management program.
- Understand the impacts of climate change on refuge resources to plan for and adapt management as necessary to protect the wildlife and habitat of Cabo Rojo NWR.

Although none of the objectives and strategies proposed in the CCP pertain directly to the project site, these must be taken into consideration due to the proposed project's proximity to the Cabo Rojo NWR.

Plan Maestro para el Manejo de Recursos Costeros de Cabo Rojo (DNER, 2023)

This plan proposes a series of goals, strategies and courses of action (COA) focused on the conservation and sustainable use of coastal resources in the Municipality of Cabo Rojo, including beaches, wetlands, mangroves and other coastal forests, coral reefs and seagrass meadows, salt flats, cliffs and dunes, among others. As part of the planning process, critical issues related to the management of coastal resources in Cabo Rojo were identified through interviews with stakeholders, public surveys, and literature reviews. The main critical issue that was identified across all data collection activities was the need to protect coastal and marine ecosystems from habitat loss. The plan also describes the need to resolve the conflicts between the resident and tourist populations during the peak touristic season. In areas that concentrate the highest

amount of tourist visits, such as El Combate, there are issues concerning high vehicular traffic, noise, pollution, and energy and sewer infrastructure overload, which affects the services of residents in the area (DNER, 2023, p.16).

The goals and courses of action included in this plan are divided into six focus areas: 1) public access to the coast; 2) local economic development; 3) reduction of pollution from dispersed and point sources; 4) climate change and natural risks; 5) implementation and compliance; and 6) education; capacity building and collaboration. The courses of action proposed in this plan that are most relevant to the study area are described below:

- **COA A.2.1: Equip and set up recreational and tourist facilities with support infrastructure that serves diverse populations.**
- **COA B.2.1: Complete carrying capacity studies in the coastal resources and protected natural areas.**
 - This COA consists of completing carrying capacity studies in the coastal resources and protected natural areas in Cabo Rojo to establish a balance between promoting recreational and touristic activities and reducing the adverse impacts that these have on these ecologically sensitive coastal resources.
- **COA D.1.2: Continue and expand programs and projects for the protection and restoration of mangroves located along the coast of Cabo Rojo.**

Cabo Rojo Community Watershed Action Plan for Water Quality and Coral Reefs (2018)

This document was developed for the National Fish and Wildlife Foundation, NOAA's Coral Reef Restoration Program, the DNER, and the Municipality of Cabo Rojo to establish courses of action to improve water and coral quality. Throughout the participatory planning process, stakeholders identified 16 goals for watershed management, among these, the following standout:

- Protect coral reefs.
- Promote and practice reforestation.
- Prevent the disturbance of natural areas.
- Address illicit discharges (sewage and wastewater discharges) from establishments and businesses on the coast of Cabo Rojo.
- Create a monitoring plan to ensure healthy water quality at beaches.

This plan proposes 11 courses of action in the Boquerón area, of which one of them is located within the study area:

- **BOQ-11 Sediment Traps:** construct sediment traps to capture runoff and soil before it enters mangroves and protected areas.
 - Cost estimate: \$80,000

- Potential Fiscal Sponsors/Partners: DNER, Protectores de Cuencas, NOAA, and Municipality of Cabo Rojo.

Plan Maestro de Acceso Público a las Costas (DNER, 2014)

This plan serves as a guide for the DNER in its efforts to ensure the use and conservation of coastal natural resources and its effective coordination with other institutions that have the responsibility of guaranteeing public access to the coast of Puerto Rico. As part of the planning process, it was identified that public access to the coast of Puerto Rico is obstructed by physical, visual, and psychological factors. However, the Commonwealth of Puerto Rico has a responsibility and legal obligation to guarantee that all Puerto Ricans, regardless of their social condition, can enjoy public access to the coast. For this reason, the following goals were established:

- Guarantee free, public and expeditious access to the coast of Puerto Rico.
- Diversify access opportunities for various segments of the population.
- Plan and provide adequate infrastructure and support services that facilitate physical and visual access to the coast.
- Achieve compliance with current regulations, as well as transparency and public participation in the process of guaranteeing public access to the coast.
- Promote the availability of fiscal and human resources to provide and maintain infrastructure and services.
- Address the needs presented by Protected Natural Areas.

Act No. 241 of 1999, as amended, “Nueva Ley de Vida Silvestre”

The main purpose of this Act is to declare all native and migratory wildlife species in its jurisdiction as property of Puerto Rico, as well as to protect, conserve, and promote them. This act also provides the Secretary of the DNER with the faculty to acquire, rent, or dispose of goods, lands, or lakes for the purpose of establishing wildlife refuges to study and promote the acclimatization and propagation of wildlife species, whether native or migratory. In addition, this act allows for hunting as a sporting activity and gives more power to the Secretary of the DNER to regulate the granting, revocation, or suspension of hunting licenses. The establishment of the Refugio de Vida Silvestre Iris Alameda in Boquerón was done in accordance with this act.

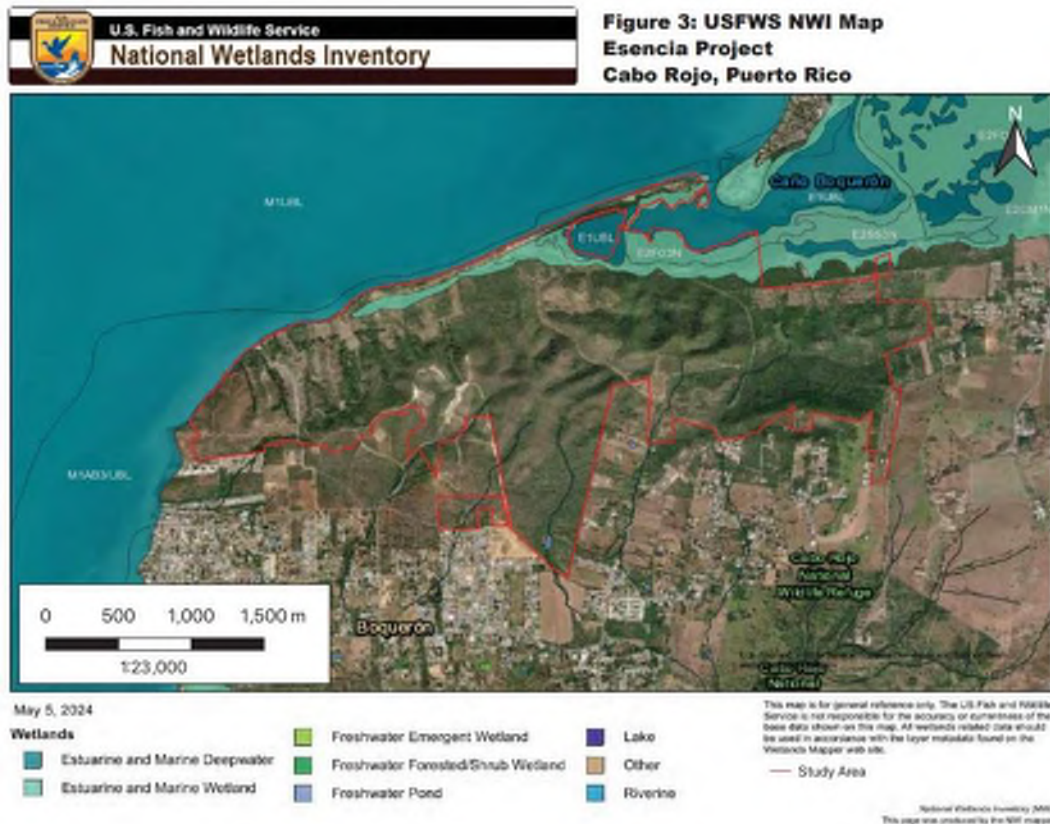
Act No. 314 of 1998, as amended, “Ley de Política Pública sobre Humedales en Puerto Rico”

This act recognizes the ecological value of wetlands as habitats, and their importance as a water resource whose preservation can contribute to flood mitigation. As part of this act, the preservation, conservation, restoration, and management of wetlands, including swamps and marshes, is established as public policy of the Commonwealth of Puerto Rico. The definition of wetlands according to this act is:

“a natural area or one saturated by surface or groundwater at an interval and duration sufficient to support and which under normal circumstances supports or would support vegetation typically adapted to saturated, flooded, or ponded soil conditions, which includes wetlands such as swamps, marshes, coastal plains (salt flat and mudflats), bodies of open water, or similar areas”.

Inside the study area there are wetlands, predominantly located in the northern part of the project site near the Laguna Rincón (Caño Boquerón).

Illustration 8. Wetland classification within the Project



Source: Ambienta, Inc. (2024)

5.2 Available infrastructure and services

Infrastructure affects the ability of a site to handle visitor needs, for example through the availability of parking lots or restrooms (Shelby & Heberlein, 1986). The analysis presented in this section focused primarily on the currently available infrastructure due to data availability constraints. The contribution of infrastructure to the management carrying capacity would differ once the Project is completed as it involves several infrastructure projects.

Available accommodation

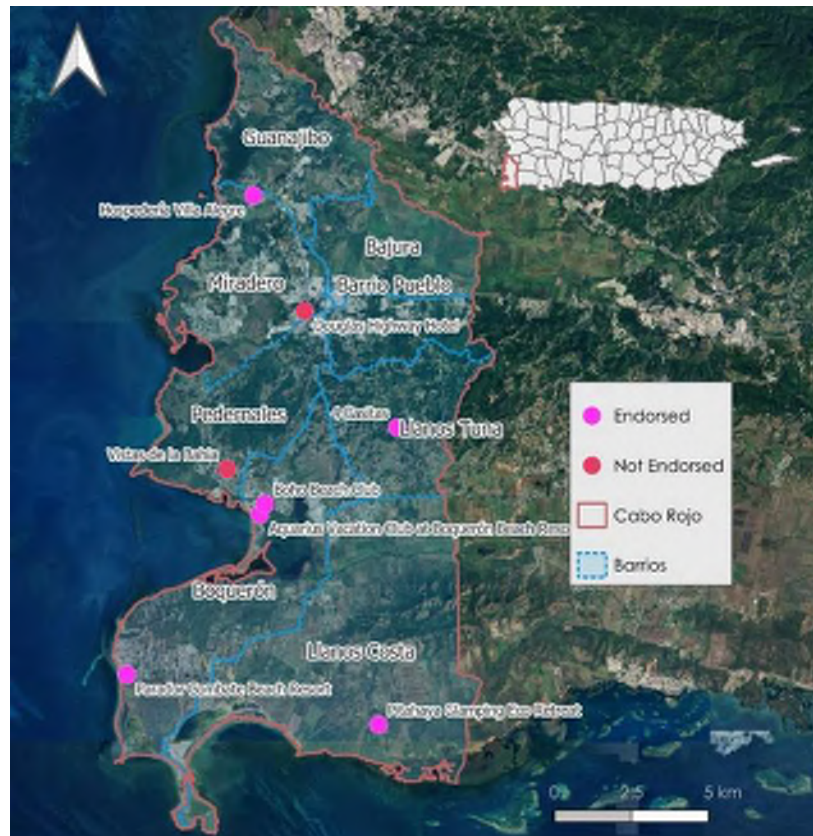
As part of the assessment of management carrying capacity, ETI conducted an analysis of accommodations available in the vicinity of the project. This analysis helps to understand the number of overnight visitors that the municipality can currently support. The hotel inventory in Cabo Rojo includes seven establishments with a total of 313 endorsed rooms. These properties vary in classification, with two establishments categorized as "paradores", one is a hotel, one is a timeshare, one an alternative lodging option, and one a "Villa Turística." There are also two other establishments in Cabo Rojo's hotel sector that are not endorsed by the Puerto Rico Department of Tourism.

Table 5. Cabo Rojo Hotel Inventory

#	Lodging	Rooms	Category
1	4 Casitas	3	Bed and breakfast
2	the Aquarius Club	88	Timeshare
3	The Boho Beach Club	88	Hotel
4	Hospedería Villa Alegre	7 cabañas	Villa turística
5	Parador Boquemar	75	Parador
6	Parador Combate beach resort	47	Parador
7	Pitahaya Glamping ecoretreat	5 tents	Alternative lodging

Source: Puerto Rico Tourism Company

Map 6. The location of accommodations currently available in Cabo Rojo



The hotel statistics were analyzed for a period of six years, between 2018 and 2023. In Cabo Rojo, the highest annual number of registrations occurred in 2021, with 48,218 registrations. Of these, 71.8% were from outside Puerto Rico, while 28.2% were residents. In 2023, the total number of registrations decreased compared to 2021, with 40,893 registrations, of which 65.1% were from outside Puerto Rico and 34.9% were residents.

Compared to Puerto Rico, Cabo Rojo has much lower occupancy rates. During the period in question, the occupancy rate in Cabo Rojo averaged 39.6%, while in Puerto Rico, it averaged over 60%. However, Cabo Rojo's occupancy rate has rebounded from the downturn during the pandemic, rising from 18.4% in 2020 to 42.1% in 2023. The average daily rate has also improved, increasing from \$130.42 in 2020 to \$150.81 in 2023.

Short-term rentals

From 2019 to 2023, the number of listed properties in Cabo Rojo has increased, from 966 properties listed in 2019 to 1,378 in 2023, for an annual growth rate of 7.3%. The Boquerón ward has the largest concentration of short-term rentals in the municipality, accounting for 50.3% of the total in 2023.

Illustration 9. Short-term rentals in vicinity of the Project



Built infrastructure

The available built infrastructure was classified using the qualitative classification levels from Huamantínco Cisneros et al. (2016).⁴ The available infrastructure is currently low

⁴ Note that the classification for the parking places was adjusted to align with the territorial extent of the study area

which is expected in an undeveloped area (Table 6). The area has limited connection to water and electric infrastructure and limited road access (Illustrations 10 – 12). The proposed development would increase the levels of available infrastructure, contributing to an increase in management carrying capacity of the study area.

Map 7. Services available in the vicinity of the Project



Illustration 10. Current electricity infrastructure within and around the Project



Illustration 11. Current potable water infrastructure within and around the Project



Illustration 12. Existing road infrastructure around the Project and access points to the study area



Table 6. Assessment of existing and proposed infrastructure

Type of physical infrastructure	Classification	Current level	Level once the project is constructed
Accommodations in vicinity	high (>10) medium (4-10) low (<4)	High (including short-term rentals)	high
Police stations in vicinity	high (>3) medium (1-2) low (0)	medium	medium
Fire stations in vicinity	high (>3) medium (1-2) low (0)	medium	medium
Healthcare facilities in vicinity	high (>3) medium (1-2) low (0)	medium	medium
Parking places	high (>50) medium (10-50) low (0-10)	low*	medium**
Bathrooms	high (>4) medium (2-4) low (0-1)	low	high
Beach access	high (>4) medium (2-4) low (0-1)	medium	high

*The area does not currently have a designated parking area which is why its current availability level is classified as low. However, people park on the terrain when they visit.

** Considering only the parking lots for the general public

Available personnel and services

Availability of personnel and services within the vicinity of an area affects the capacity to manage a site. The study area is not part of any protected natural area and does not have designated land managers. Like any beach and coastal area in Puerto Rico, it is overseen by the DNER rangers. The coastal waters are also overseen by the Puerto Rico Joint Forces of Rapid Action (known in Spanish as FURA). There are currently no lifeguards or security guards on site, although this could change once the project is constructed. The area is remote from businesses and no services (e.g., beach chairs or kayak rentals, food venues) are offered on site.

6. Estimation of Carrying Capacity

This section details the calculations and results for the study area's carrying capacity assessment and its expected carrying capacity after the Project is completed. The framework for carrying capacity assessment used in this study was developed by Cifuentes (1992). The framework quickly became applied by multiple other researchers as a working model of a protected area's touristic carrying capacity (Castillo Galeano et al., 2023). This method combines visitor flows, the area size, physical constraints, and the optimal spacing available to move freely (Maryono & Krisanti, 2019). Estudios Técnicos, Inc. applied this method to the study area, using information from the Physical carrying capacity assessment presented in Chapter 3 and the results from a survey of 25 visitors (see section 4.3 for more details).

However, while this method may serve to identify the current carrying capacity, it requires some adjustments to fully consider the proposed development's impact on the study area. Therefore, this method was reinforced by a meta-analysis of the carrying capacity of a sample of beaches from around the world. This meta-analysis served to measure the contributions of a) hotel and Airbnb spaces, b) area population, c) the size of the recreational area and the total area, and d) the expected inflows and outflows of visitors into the city, which will be affected by the Project. Using the measured contributions of these factors from other beaches, the effect of the development's amenities on the Study Area was calculated and its resulting carrying capacity estimated.

6.1 Physical Carrying Capacity (PCC)

To measure the physical carrying capacity (PCC) under the Cifuentes framework, one must estimate it by means of the following equation:

$$PCC = \frac{A}{a} \times Rf$$

where A is the recreational area available, a is the density scenario, and Rf is the rotation factor, or the number of times that a beach can be used by a typical visitor during its open hours. This factor is calculated as $\frac{\text{Beach open hours}}{\text{Average Visitor Stay}}$. To estimate it, was assumed that the study area's open hours were 10, based on the typical hours of Puerto Rican beaches. The average duration of the visit was obtained from the Survey as approximately 4 hours (a conservative estimate, given that the question was open-ended). This provides a rotation factor of 2.5 for the analysis.

The estimation of the density scenario was originally done via the Survey, which found approximately three feet of distance between groups (~ 1 square meter). This is, however, a significant outlier with respect to the studies seen in the meta-analysis, where the

predominant parameter is either 5 or 10 square meters (see, e.g., Zacarias, 2010, Diniz et. al., 2024). Regional differences may be a reason for the variation; however, even very dense beaches tended to estimate their carrying capacity based on these two scenarios (Diniz et. al. 2024, Huamantínco et. al., 2016). The diverse nature of beach activities will likely require more than merely space for sitting back, which explains why most studies prefer a higher baseline. As a midpoint, a density estimate of 4 square meters was used instead, to bring the carrying capacity more in line with the literature whilst accounting for the regional difference.

Figure 1: Density Scenarios According to Khodkar (2019, p. 58)

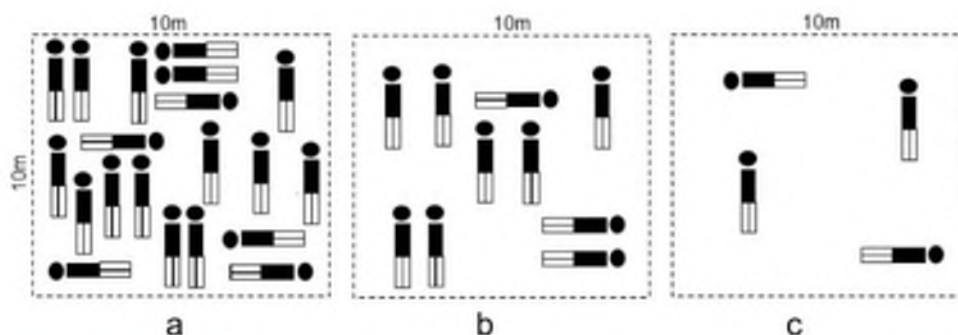


Figure 4.1 The conditions and criteria of the area occupied by the visitor (m2 per person): a) $Z/a = 20$ people/100 m², b) $Z/a = 10$ people/100 m² and c) $Z/a = 4$ people/100 m² (Huamantínco et al. 2016)

Using these estimates, the PCC of the study area was estimated at **8,833 visitors per day**.

6.2 Real Carrying Capacity (RCC)

To account for the maximum limits imposed by the physical conditions in the area, the real carrying capacity (RCC) was calculated using the following formula:

$$RCC = PCC \times CF_1 \times CF_2 \times CF_3 \times CF_4$$

Where each CF represents a correction factor for a given physical constraint. These correction factors are calculated as $1 - \frac{M_l}{M_t}$, where M_l is the limiting magnitude of the factor, and M_t is the total magnitude of the factor. The factors included were rainfall, sea level rise, temperature, and land erosion. Factors such as jellyfish presence are related to rainfall and therefore no additional correction was made for this factor.

Rainfall

According to Rainfall Data from NOAA's online weather data, the average number of days with rainfall above 0.2 inches during the last five (5) years in the Cabo Rojo station was 74.8. Therefore, the rainfall correction factor was calculated as $1 - \frac{74.8 \text{ days}}{365 \text{ days}} = 0.795$.

Temperature

Temperature is positively associated with beach visits (Toubes et. al., 2024). Therefore, low temperatures and the winter season may negatively influence visits to the study area. In addition, high temperatures may also discourage visitors due to the insolation concerns and increased wind speed (Sánchez et al., 2024). According to NOAA's online weather data,⁵ the number of days with average temperature below 75 peaked at 51 in the last 5 years, and the maximum number of days with maximum temperatures above 95 degrees was 11 during the last 5 years. This results in a correction factor of $1 - \frac{62 \text{ days}}{365 \text{ days}} = 0.830$.

Erosion and Sea Level Rise

Over the next 30 years, the combined effects of erosion and 1 ft sea level rise are expected to put 34.4% of the recreational area at risk. In addition, an occurrence of category 4 storm surge may put up to 81.4% of the recreational area at risk. Weighed by the probability of a hurricane occurring during the next 30 years, this results in an additional $81.4\% \times 5.65\% \times \frac{30 \text{ years}}{100 \text{ years}} = 1.38\%$ expected value of area at risk.⁶ The percentage of total recreational area at risk is therefore 35.78%. The correction factor is $1 - 35.78\% = 64.22\%$.

The RCC after applying these factors was estimated to be **3,748 visitors per day**.

6.3 Management Capacity (MC) & Effective Carrying Capacity (ECC)

An additional limiting factor of the carrying capacity is the available infrastructure of the beach, the main component of the beach's management capacity (MC). Under peak MC, the beach would be able to be used to its full extent; however, in practice, many beaches do not have the necessary infrastructure to reach their peak capacity. In the visitor survey, an average of 68.9% of responses indicated that the components of beach

⁵ There were no temperature data available for Cabo Rojo itself; the nearest coastal station with available data was Ponce, which was then used as a proxy.

⁶ In the past 100 years, approximately 5 category 4 or 5 hurricanes have impacted Cabo Rojo. This yields a historical probability of 5 major hurricanes per century, which is expected to increase by 13% under a moderate scenario of temperature increases (Seneviratne et. al., 2021, p. 1534). The expected probability is therefore 5.65%, which is then rescaled to a 30-year timeframe.

infrastructure were either acceptable or good. This was taken as the correction factor for the MC of the beach.

Using the estimates of the RCC and the Management Capacity of the study area, its effective carrying capacity was estimated as $ECC = RCC \times MC = 3,748 \times 68.9\% = \mathbf{2,582}$ visitors per day.

6.4 Post-Project Effective Carrying Capacity

To evaluate the role of the development proposed by Project on the study area's carrying capacity, a meta-analysis based on the carrying capacity of beaches around the world was used. This used a sample of 24 beaches across multiple countries and established their carrying capacity as a function of the following variables:

- Total area⁷
- Percentage of recreational area⁸
- Number of foreign visitors to the beach's city
- Population of the city
- Number of AirBnB and Hotel room-nights in the city/market.

The table of regression statistics is presented below. For the full list of sampled beaches, see Appendix 2.

Table 7: Regression Coefficients and Selected Statistics of Meta-Analysis (N = 24 Beaches)

Dependent Variable: Management Capacity (%)			
Coefficient		Value	P-Value
Total Area		2.00E-07	0.49461
% of Beach Area used for Recreation		6.12E-01	0.00000
# of Visitors to the Beach City		8.69E-07	0.28941
City Population		1.09E-07	0.00124
Number Room-Nights in the Beach City (AirBnB + Hotel)		1.64E-07	0.10101
R-Squared Value		0.9476	
F-Test Value (H0: all coefficients 0)		68.67	0.00000

For Puerto Rico, the following information was used to simulate the actual and post-Project characteristics of the study area during the meta-analysis phase:

⁷ Refers to the total area of the polygon, not simply the recreational area. This serves as a control for the size of the beach

⁸ This is the % of the total beach area that encompasses the recreational area. Variation is expected across beaches in different countries and/or cities.

Table 8. Impact Data for Puerto Rico

Variable	Study Area (Actual)	Study Area (Post-Development)
Total Area	28,058	28,058
% of Beach Area used for Recreation	50.4%	50.4%
# of Visitors to the Beach City ¹	33,302	72,667
City Population ²	46,665	48,887
Number Room-Nights in the Beach City (AirBnB + Hotel) ³	101,537	221,561

Sources: Estimates by Estudios Técnicos, Inc. (2024). ¹Estimated based on the increase in hotel and AirBnB roomnights. ²Estimated based on additional residences, multiplying by the average occupancy in Census Tracts with beaches similar to the proposed project (e.g. Dorado), and the average household size for Puerto Rico. This estimate may change in response to a more detailed breakdown of the housing mix. ³Estimated using AirDNA data for the relevant market (# of listing days booked), and using the average occupancy rate and guest numbers for the 530 additional hotel rooms.

The impact was estimated using the actual and proposed values for each of these variables. From this, it was found that the Project would increase the study area's effective carrying capacity by 6% from the contribution of additional room-nights and population, and an additional 8.5% from other improvements in the expected management capacity of the area. Using these parameter values, the effective carrying capacity of the study area is expected to increase by 15% due to the project. The expected effective carrying capacity of the study area after the development is **2,969 visitors per day**.

Conclusions

This study examined tourism carrying capacity of a beach segment along the Project. The current effective carrying capacity is **2,582 visitors per day**. When the Project is developed, the carrying capacity increases to **2,969 daily visitors**. The major factors driving carrying capacity are the available recreation area and infrastructure present at or near the site. The area available for recreation is subject to the effects of natural hazards, as erosion, sea level rise, and other natural hazards diminish the beach area.

Climate events and limiting environmental factors can also prevent or modify recreation patterns – for example, during an influx of jellyfish people would be unable to go into the water. Instead, they might agglomerate on the beach in larger numbers or alternatively, opt out from going to the beach because the water is not apt for swimming. These possible impacts were not included in the analysis but are qualitatively discussed to illustrate the diversity of factors that can affect beach visitation and carrying capacity.

Observed visitors practiced different activities at the beach, with varying requirements for physical space and impact on carrying capacity. Activities such as sunbathing or relaxing are considered relatively low impact on carrying capacity whereas activities such as cooking or playing sports can require larger space and have significant impact on carrying capacity (EMC, 2024). It's important to observe how beach-based activities within the study area might change once the Project is completed and evaluate possible effects on carrying capacity and use density.

Carrying capacity factors discussed in this study might differ once the Project is operational. The development will change the number of amenities available, potentially increasing the capacity to attract and manage more visitors to the area. Alternatively, if the density of visitors increases, it may discourage some from visiting the study area during peak days or seasons, such as people who visit Los Pozos now because of its privacy and quietness. These visitors might prefer to visit another beach once the Project is completed.

The Project contemplates several modifications to the area, such as restoration activities, that were not considered in this assessment. These measures – for instance, dune reconstruction - could potentially affect the physical area available for recreation. When these measures are implemented, it could be useful to reevaluate the size of the area available for recreation and if it might entail a change in carrying capacity.

Carrying capacity is an elusive concept that presents limitations (Manning et al., 2002). It relies on subjective concepts such as acceptable level of crowding, as these preferences can vary across groups (Shelby & Heberlein, 1986). Carrying capacity provides a parting point for the range of the number of users an area can sustain, but it should not be the only criterion guiding the management of the area. When left unmanaged, visitation of popular recreation sites tends towards its maximum capacity (Shelby & Heberlein, 1986).

It is important to be mindful of this tendency and regularly check that the natural resources are not being compromised.

The assessment of carrying capacity incorporated certain environmental factors in the analysis, but the analysis of the effects of visitation numbers on natural resources is outside the purview of this study. The jurisdiction to oversee compliance with environmental norms, protections of natural resources, and implement carrying capacity rests with multiple government entities. The developer of the Project could support the protection of natural resources and foment recreation practices that would minimize the impact on the natural resources. To further refine carrying capacity and assess the effect of recreational activities on natural resources, it could be important to select indicators of the desirable environmental conditions within the study area and monitor for changes in these conditions.

Recommendations

Based on the results of this analysis and previous studies on carrying capacity (EMC, 2024; Marion, 2016; Rajan et al., 2013) we propose a list of recommendations for the Project to support sustainable recreation and minimize the impact on the natural resources:

- Promote practices that redistribute users throughout the total area of the beach.
- Foment close collaboration with the land managers of surrounding protected natural areas to promote protection of coastal resources and minimize the losses of green corridors that connect with the reserves.
- Install trash and recycling collectors throughout the area and promote Leave No Trace practices to reduce littering.
- Increase resilience of recreation facilities and trails to human impacts to minimize erosion and runoffs.
- Maintain tourism development within the limits of carrying capacity but without jeopardizing the access and use of the study area by the general public.
- Continue monitoring visitation patterns and activities throughout the Project development and implementation to understand what activities are taking place and how they might be affecting carrying capacity.
- This study focused on land-based recreation and land access to the study area. However, field observations suggest that some people access the study area by boat. Boating is associated with high use of marine resources, and it can have negative impact on the surrounding coastal resources. Carrying capacity of boating, especially once the Project is developed, should be monitored to avoid overcrowding and negative environmental impact.
- Consistent with applicable to the study area policies and management plans, the decisions on the optimal carrying capacity should favor a recreation scenario that supports low-intensity and low-impact visitation.

Limitations

The results presented in this study are subject to several limitations. The study was conducted in summer, a season that traditionally has the highest beach visitation. Recreation patterns can vary throughout the rest of the year. Proposed development can also affect future visitation patterns and activities in the area, resulting in different considerations for carrying capacity. Climate factors can also affect carrying capacity in the future. Coastal hazards can reduce the area available to recreate and diminish carrying capacity. Similarly, an increase in temperatures can change the visitation patterns.

The carrying capacity ranges presented in the study should therefore be interpreted as a guide for promoting sustainable and balanced enjoyment of the coastal resources rather than a set number of acceptable daily users. Carrying capacity is a dynamic concept that can be affected by unforeseen factors (Cooper et al., 2008). In case environmental, social, management or physical conditions of the study area change, it is recommended to review the carrying capacity assessment.

References

- Ambienta Inc. (2024). Estudio Descriptivo de Flora y Fauna Terrestre Esencia, Cabo Rojo, PR.
- Ambienta Inc. (2024a). Wetland Jurisdictional Determination and Delineation Study. Esencia project, Cabo Rojo.
- Barreto, M., Castro, A., Cabrera, N., Díaz, E., Pérez, K., López, M., Santiago, L., Méndez, R., (2020). El estado de las playas de Puerto Rico Post Maria. (HMGP) FEMA-433-DR-PR Subgrantee Number 4339-0007P
- Charles, G., Dominique, P. & Frederique, A. (2018). Social carrying capacity assessment from questionnaire and counts survey: Insights for recreational settings management in coastal areas. *Marine Policy*, 98, 146-157. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.08.016>
- Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático(CEACC). (2024). Borrador del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático en Puerto Rico. Gobierno de Puerto Rico
- Cooper, C., Fletcher, J., Fyall, A., Gilbert, D. & Wanhill, S. (2008) *Tourism: Principles and Practice*. Prentice Hall.
- De Ruyck, A.M., Soares, A.G., & McLachlan, A. (1997). Social carrying capacity as a management for sandy beaches. *Journal of Coastal Research*, 13(3), 822-830.
- Díaz, E., Terando, A., Gould, W., Bowden, J., Chardón, P., Jury, M., Meléndez, M., and Morell, J. (2022). Working Group 1: Geophysical and Chemical Scientific Knowledge. State of the Climate Report. Puerto Rico Climate Change Council. Díaz, E. Gonzalez, M., and Terando, A. [Eds.]
- DNER. (2023). *Plan Maestro para el Manejo de Recursos Costeros de Cabo Rojo*
- DNER. (2008). *Plan de Manejo para el Área de Planificación Especial del Suroeste, Sector Boquerón*.
- DRD. (2020). Statewide Comprehensive Outdoor Recreation Plan for Puerto Rico: 2020-2025. <https://docs.pr.gov/files/DRD/Propuestas/Final-SCORP-2020-2025.pdf>
- Environmental Mapping Consultants, LLC (EMC). (2024). Evaluation of coastal areas high demands for outdoors recreational use in Puerto Rico coastal zone. Puerto Rico Coastal Zone Management and Climate Change Office of the Department of Natural and Environmental Resources
- Estudios Técnicos, Inc. (2024). Environmental Justice Assessment for the Project.

- Estudios Técnicos, Inc. (2022). Estudio sobre la valorización de playas de Puerto Rico: Informe final.
- Executive Order OE-2023-009. (2023). Orden Ejecutiva del Gobernador de Puerto Rico, Hon. Pedro R. Pierluisi, para Declarar una Emergencia como Consecuencia de los Efectos de la Erosión Costera en la Isla e Implementar Medidas de Prevención, Mitigación, Adaptación y Resiliencia; y Otros Asuntos Relacionados.
- García Hernández, M., de la Calle Vaquero, M., & García, M. D. C. M. (2011). Capacidad de carga turística y espacios patrimoniales: aproximación a la estimación de la capacidad de carga del conjunto arqueológico de Carmona (Sevilla, España). *BAGE: Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 57, 219–242
- Huamantínco Cisneros, M.A., Revollo Sarmiento, N., Delrieux, C., Piccolo, M.C. & Perillo, G. (2016). Beach carrying capacity assessment through image processing tools for coastal management. *Ocean & Coastal Management*, 130, 138-147. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.06.010>
- Junta de Planificación. (16 de junio de 2023). Reglamento conjunto para la evaluación y expedición de permisos relacionados al desarrollo, uso de terrenos y operación de negocios.
- Kennell, J. (2016). Carrying capacity. In: Jafari, J., Xiao, H. (eds) *Encyclopedia of Tourism*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-01384-8_24
- Khodkar, G. (2019). Beach carrying capacity assessment: case study for sustainable use of Kusadasi beaches. <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/44077>
- Manning, R., Wang, B., Valliere, W., Lawson, S., & Newman, P. (2002). Research to Estimate and Manage Carrying Capacity of a Tourist Attraction: A Study of Alcatraz Island. *Journal of Sustainable Tourism*, 10(5), 388–404. <https://doi.org/10.1080/09669580208667175>
- Manning, R. (2012). Carrying capacity of parks and related forest recreation areas. University of Vermont.
- Marion, J. (2016). A review and synthesis of recreation ecology research supporting carrying capacity and visitor use management decision-making. *Journal of Forestry*, 114 (3), 339-351 <https://doi.org/10.5849/jof.15-062>
- National Park Service (NPS). (2019). Beach response to storms. <https://www.nps.gov/subjects/geology/beach-response-to-storms.htm>
- Nibbs, F. (2024). Rotting sargassum is choking the Caribbean's white sand beaches, fueling an economic and public health crisis. University of Maryland, Baltimore County <https://umbc.edu/stories/rotting-sargassum-in-caribbean/>

- NOAA. (2023). NOAA Tide Predictions, Joyuda, 2023. Retrieved on August 1st, 2024 from <https://tidesandcurrents.noaa.gov/noaatideannual.html?id=9759183>
- Pereira Da Silva, C. (2002). Beach Carrying Capacity Assessment: How Important is it? *Journal of Coastal Research*, 36(36). <http://dx.doi.org/10.2112/1551-5036-36.sp1.190>
- Puerto Rico Climate Change Council (PRCCC). (2022). Puerto Rico's State of the Climate 2014-2021: Assessing Puerto Rico's social-ecological vulnerabilities in a changing climate. Puerto Rico Coastal Zone Management Program, Department of Natural and Environmental Resources, NOAA Office of Ocean and Coastal Resource Management. San Juan, PR.
- Puerto Rico Planning Board. (2024). 2023 Economic Report to the Governor and to the Legislative Assembly. <https://jp.pr.gov/wp-content/uploads/2024/07/IEG2023-OCE-SA-2024-08598.pdf>
- Puerto Rico Tourism Company. (2024). Zonas de Interés Turístico. <https://tourism.pr.gov/zti/?lang=es>
- Rajan, B., Varghese, V.M., & Pradeepkumar, A.P. (2013). Beach carrying capacity analysis for sustainable tourism development in the southwest coast of India. *Environmental Research Engineering and Management*, 63 (1). <http://dx.doi.org/10.5755/j01.erem.63.1.2648>
- Teleonce. (2024, July 19). Bañistas reportan cientos de aguavivas en Boquerón y playas de Cabo Rojo. <https://teleonce.com/noticias/locales/banistas-reportan-cientos-de-aguavivas-en-boqueron-y-playas-de-cabo-rojo/>
- Terando, A. (2017). Developing multi-model ensemble projections of ecologically relevant climate variables for Puerto Rico and the US Caribbean (Southeast Climate Adaptation Science Center Final Project Memorandum No. 557-271). The United States Geological Survey. <https://pubs.usgs.gov/publication/70191915>
- Sánchez-Sánchez, M.D., De-Pablos-Heredero, C., Montes-Botella, J.L. (2024). Direct and moderating effects of COVID-19 on cultural tourist satisfaction. *European Research on Management and Business Economics*, 30(1), <https://doi.org/10.1016/j.iedeen.2023.100238>
- Santos, P.L.A., Brilha, J. (2023). A review on tourism carrying capacity assessment and a proposal for its application on geological sites. *Geoheritage* 15, 47. <https://doi.org/10.1007/s12371-023-00810-3>
- Schuh, B., Derszniak-Noirjean, M., Gaugitsch, R., Sedlacek, S., ..., & Novak, M. (2020). Carrying capacity methodology for tourism: Methodology handbook. ESPON.

- Shelby, B. & Heberlein, T. (1986). Carrying capacity in recreation settings. Oregon State University Press, Corvallis, Oregon
- Stankey, G., Cole, D., Lucas, R., Petersen, M. & Frissel, S. (1985). The Limits of Acceptable Change (LAC) System for Wilderness Planning. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. Retrieved from https://www.fs.usda.gov/rm/pubs_series/int/gtr/int_gtr176.pdf
- Sweet, W.V., B.D. Hamlington, R.E. Kopp, C.P. Weaver, P.L. Barnard, D. Bekaert, W. Brooks, M. Craghan, G. Dusek, T. Frederikse, G. Garner, A.S. Genz, J.P. Krasting, E. Larour, D. Marcy, J.J. Marra, J. Obeysekera, M. Osler, M. Pendleton, D. Roman, L. Schmied, W. Veatch, K.D. White, and C. Zuzak. (2022). Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States: Updated Mean Projections and Extreme Water Level Probabilities Along U.S. Coastlines. NOAA Technical Report NOS 01. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, Silver Spring, MD, 111 pp. <https://oceanservice.noaa.gov/hazards/sealevelrise/noaa-nostechrpt01-global-regional-SLR-scenarios-US.pdf>
- Toubes, D.R., Araújo Vila, N., Cardoso, L., & Lima Santos, L. (2024). Weather-driven fluctuations in daily beach tourism: insights from coastal destination dynamics in Spain. *Geojournal of Tourism and Geosites*, 53(2), 706–712. <https://doi.org/10.30892/gtg.53234-1246>
- Villamil, J. (2019). Towards a Strategy for Tourism in Puerto Rico. Occasional papers, 12.

Appendices

Appendix 1. Origin of the visitors to the study area

This appendix presents the detailed information on the municipality of origin of the Puerto Rico-based visitors of the study area, summarized in 4.1.

Table 9. The municipality of origin of the study area visitors from Puerto Rico

Origin of the study area's visitors from Puerto Rico, by municipality	%
Aguada	0.2%
Aguadilla	0.9%
Aguas Buenas	0.8%
Aibonito	1.3%
Añasco	0.7%
Arecibo	1.4%
Barranquitas	2.2%
Bayamón	3.9%
Cabo Rojo	18.5%
Caguas	4.4%
Camuy	0.2%
Canóvanas	0.3%
Carolina	2.0%
Cataño	0.1%
Cayey	3.1%
Ceiba	0.1%
Cidra	2.1%
Coamo	0.6%
Corozal	0.9%
Dorado	1.2%
Florida	0.1%
Guánica	0.4%
Guayama	0.6%
Guayanilla	0.1%
Guaynabo	3.2%
Gurabo	1.9%
Hatillo	0.8%
Hormigueros	2.1%

Origin of the study area's visitors from Puerto Rico, by municipality	%
Humacao	0.6%
Isabela	1.6%
Jayuya	0.2%
Juana Díaz	1.3%
Juncos	1.8%
Lajas	4.5%
Lares	0.4%
Las Marías	0.1%
Las Piedras	0.7%
Manatí	0.4%
Mayagüez	3.4%
Moca	0.2%
Morovis	0.1%
Naranjito	1.4%
Orocovis	1.7%
Peñuelas	0.2%
Ponce	2.1%
Quebradillas	1.0%
Rincón	0.2%
Río Grande	0.8%
Sabana Grande	0.7%
Salinas	0.2%
San Germán	2.1%
San Juan	5.5%
San Lorenzo	0.5%
San Sebastián	0.7%
Santa Isabel	0.6%
Toa Alta	5.5%
Toa Baja	3.2%
Trujillo Alto	1.1%
Utuado	0.3%
Vega Alta	0.6%
Vega Baja	2.0%
Villalba	0.1%
Yabucoa	0.1%
Yauco	0.4%

Source: Developed by ETI (2024)

Appendix 2. Studies Used for the Meta-Analysis

This appendix contains the list of studies used for the meta-analysis, presented in Chapter 6.

Name of Beach	Study Citation	Year Information Taken
Guandixiba	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches management. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 249(1), 107022	2024
Grussaí	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches management. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 249(1), 107022	2024
Farol de São Thomé	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches management. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 249(1), 107022	2024
Sereia	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches management. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 249(1), 107022	2024
Morro	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches management. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 249(1), 107022	2024
Costa Azul	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches management. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 249(1), 107022	2024
João Fernandes	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches management. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 249(1), 107022	2024
Peró	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches management. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 249(1), 107022	2024

Name of Beach	Study Citation	Year Information Taken
Praia Grande	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches management. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 249(1), 107022	2024
Praia de Faro	Augusta, D. (2010). Tourism Carrying Capacity Assessment as a Tool to Support Coastal Management: A Pilot Survey at Two Mass Tourism Beaches [Thesis].	2010
Praia do Tofo	Augusta, D. (2010). Tourism Carrying Capacity Assessment as a Tool to Support Coastal Management: A Pilot Survey at Two Mass Tourism Beaches [Thesis].	2010
Tanjung Bira Beach	Maryono, H. E., & Krisanti, M. (2019). Tourism Carrying Capacity To Support Beach Management At Tanjung Bira, Indonesia. <i>Jurnal Segara</i> , 15(2), 119-126.	2019
Looc Pebble Beach	Abis, R., Y., Odtojan, M. M., Balutan, R. N. L., & Caitum, J. C. (2023). Carrying Capacity Assessment of Looc Pebble Beach in Surigao City, Towards Its Sustainability. <i>Journal of Biodiversity and Environmental Sciences</i> , 23(3), 76-84.	2023
Clungup Mangrove Conservation	Dharma, A., Yulianda, F., & Yulianto, G. (2021). Sustainability and Carrying Capacity of Coastal Ecotourism in the Clungup Mangrove Conservation, Malang District, East Java. <i>Economic and Social of Fisheries and Marine Journal</i> , 8(2), 196-210.	2020
Ungapan Beach	Insani, N., Aryani, Y., Arachman, F. R., & Wibowo, D. A. (2019). Carrying capacity estimations to support tourism coastal management in Ungapan Beach Indonesia. <i>IOP Conf Series: Earth and Environmental Science</i> , 485, 012036.	2019
Chilakkur	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. <i>Environmental Research, Engineering, and Management</i> , 1(63), 67-73.	2013
Enikkal	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. <i>Environmental Research, Engineering, and Management</i> , 1(63), 67-73.	2013
Papanasam	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. <i>Environmental Research, Engineering, and Management</i> , 1(63), 67-73.	2013
Black Sand	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. <i>Environmental Research, Engineering, and Management</i> , 1(63), 67-73.	2013
Thiruvambadi	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India.	2013

Name of Beach	Study Citation	Year Information Taken
	Environmental Research, Engineering, and Management, 1(63), 67-73.	
Odayam	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. Environmental Research, Engineering, and Management, 1(63), 67-73.	2013
Manthara	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. Environmental Research, Engineering, and Management, 1(63), 67-73.	2013
Vettakada	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. Environmental Research, Engineering, and Management, 1(63), 67-73.	2013
Kappil	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. Environmental Research, Engineering, and Management, 1(63), 67-73.	2013

ANEJOS DECLARACIÓN IMPACTO AMBIENTAL
ESENCIA, BOQUERÓN, CABO ROJO

Anejo 20
Traducción de Cortesía
NOVIEMBRE 2025

Descargo de Responsabilidad Legal

El presente documento es una traducción del documento original redactado en idioma inglés. Esta traducción ha sido realizada únicamente con fines informativos y no ha sido revisada ni aprobada por el autor del documento original. En caso de que surjan inconsistencias o discrepancias entre el contenido del documento original en inglés y la traducción al español, prevalecerá la versión en inglés del documento original. Este descargo de responsabilidad se emite en conformidad con la legislación vigente en Puerto Rico, que establece que, en situaciones de conflicto entre versiones en inglés y español de un mismo texto legal, la versión en inglés prevalecerá.

27 de septiembre de 2024

ESTUDIO DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SEGMENTO COSTERO DEL PROYECTO DE DESARROLLO DE CABO ROJO



SUBMITTED TO:

Alvarez-Díaz & Villalón



ÍNDICE

Abreviaturas4

Resumen ejecutivo5

Introducción7

1. Panorama de la capacidad de carga turística10

 1.1 Tendencias en playas y ocio al aire libre11

2. Descripción de la zona de estudio13

 2.1 Características socioeconómicas del barrio Boquerón, Cabo Rojo13

 2.2 Espacios naturales en las inmediaciones del Proyecto14

3. Capacidad de carga física.....16

 3.1 Características medioambientales16

 Flora17

 Fauna.....18

 3.2 Superficie disponible para esparcimiento19

 Efectos del cambio climático.....19

 3.3 Factores medioambientales limitantes.....22

 Otros factores medioambientales.....22

4. Capacidad de carga social24

 4.1 Origen de los visitantes24

 4.2 Modalidades de visita25

 4.3 Encuesta a los visitantes27

5. Gestión de la capacidad de carga.....29

 5.1 Planes de gestión y reglamentos pertinentes.....29

 Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUTPR) (JP, 2015)29

 Plan de Ordenación Territorial del Municipio de Cabo (Municipio de Cabo Rojo, 2010)30

 Cabo Rojo Zona Interés Turístico (ZTI) (JP, 2011)30

 Plan de Manejo para el Área de Planificación Especial del Suroeste, Sector Boquerón (DRNA, 2008)32

Preparado por Estudios Técnicos, Inc. Page | 2

Plan Integral de Conservación del Refugio Nacional de Vida Silvestre de Cabo Rojo (USFWS, 2011)
.....33

Plan Maestro para el Manejo de Recursos Costeros de Cabo Rojo (DRNA, 2023)34

Plan de acción de la cuenca hidrográfica comunitaria de Cabo Rojo para la calidad del agua y los arrecifes de coral (2018).....	35
Plan Maestro de Acceso Público a las Costas (DRNA, 2014).....	36
Ley nº 241 de 1999, modificada, "Nueva Ley de Vida Silvestre".....	36
Ley No. 314 de 1998, según enmendada, "Ley de Política Pública sobre Humedales en Puerto Rico".....	36
5.2 Infraestructuras y servicios disponibles.....	37
Alojamiento disponible	38
Infraestructuras construidas	39
Personal y servicios disponibles.....	43
6. Estimación de la capacidad de carga	44
6.1 Capacidad de carga física (CCF).....	44
6.2 Capacidad de carga real (CCR).....	45
Precipitaciones	46
Temperatura.....	46
Erosión y aumento del nivel del mar	46
6.3 Capacidad de Gestión CM) y Capacidad de Carga Efectiva (CAE).....	46
6.4 Capacidad de carga efectiva tras el proyecto.....	47
Conclusiones	49
Recomendaciones.....	50
Limitaciones	51
Referencias	52
Apéndices.....	56
Apéndice 1. Origen de los visitantes de la zona de estudio	56
Apéndice 2. Estudios utilizados para el metanálisis.....	58

Abreviaturas

APE	Zona Especial de Ordenación del Territorio, por sus siglas en español
CCP	Plan Global de Conservación
COA	líneas de actuación
DNER	Departamento de Recursos Naturales y Medioambientales
CEC	Capacidad de carga efectiva
ETI	Estudios Técnicos, Inc.
FEMA	Agencia Federal para la Gestión de Emergencias
SIG	Sistema de Información Geográfica
MC	Capacidad de gestión
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica
NWR	Refugio Nacional de Vida Silvestre
PCC	Capacidad de carga física
PNA	Espacio Natural Protegido
PRCS	Encuesta comunitaria de Puerto Rico
CCR	Capacidad de carga real
SLR	Aumento del nivel del mar
OMT	Organización Mundial del Turismo de las Naciones Unidas
USFWS	Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE.UU.
ZTI	Zona de Interés Turístico

Resumen ejecutivo

Cabo Rojo Land Acquisition LLC (en adelante el "Proponente") propone un desarrollo turístico-residencial en el Municipio de Cabo Rojo (en adelante "Esencia" o el "Proyecto"), el cual consta de 81 lotes con un área total de 1,549 cuerdas (6,088,514 metros cuadrados). Estudios Técnicos, Inc. (en adelante, ETI) fue contratada por la firma Alvarez-Díaz & Villalón para evaluar la capacidad de carga turística del segmento de playa circundante al Proyecto propuesto.

La capacidad de carga turística se refiere al número máximo de personas que pueden visitar un destino turístico al mismo , sin causar la destrucción del entorno físico, económico y sociocultural ni una disminución inaceptable de la calidad de la satisfacción de los visitantes" (OMT, 1981). La evaluación divide la capacidad de carga turística en componentes físicos (número de visitantes que puede albergar una playa), sociales (concentración de visitantes más allá de la cual la experiencia se vuelve incómoda) y de gestión (número de visitantes que puede gestionar un lugar). Para evaluar la capacidad turística, el ETI utilizó una combinación de métodos basados en datos primarios y secundarios.

El ETI estimó el segmento de playa disponible para la recreación (capacidad de carga física) utilizando imágenes aéreas recientes de ESRI y las capas geoespaciales resultantes de una evaluación de las playas de Puerto Rico tras el huracán María (Barreto et al., 2020). El segmento identificado tiene una longitud de 4.880 m y una superficie total de 14.133 m² (0,014 km² o 0,005 mi²). Los peligros naturales, exacerbados por el cambio climático, pueden afectar al tamaño de la zona disponible para el esparcimiento. Utilizando las mejores proyecciones climáticas disponibles, el ETI estimó la superficie de la playa que podría verse afectada por los peligros costeros habituales:

- La subida de un pie del nivel del mar (prevista para 2050) afecta a 2.913 m² o al 21% de la superficie recreativa actualmente disponible.
- Alrededor de 4.448 m² o el 31% de la zona recreativa actual se verá afectada por la erosión costera (proyección a 30 años, para 2050).
- El impacto tanto de la subida del nivel del mar como de la erosión disminuiría la superficie disponible para actividades recreativas en 4.862 m² o un 34%.
- Marejada ciclónica asociada a un huracán de categoría 4: 11.477 m² o el 81%.

El ETI también analizó otros factores que afectan a la capacidad de carga, como el origen de los visitantes, los patrones de visita, los lugares de aglomeración dentro de la zona de estudio, los objetivos de gestión en los instrumentos políticos aplicables y la disponibilidad de infraestructuras que puedan soportar las visitas.

La mayoría de los visitantes que actualmente visitan el sitio son de la región: principalmente de Cabo Rojo (18,5%), Lajas (4,5%) y Mayagüez (3,4%); otros municipios con tasas de visitación relativamente altas son Caguas (4,4%), Bayamón (3,9%) y Guaynabo (3,2%). Los visitantes tienden a aglomerarse

en la playa de Los Pozos. El tamaño de los grupos varía, desde una pareja hasta una gran reunión familiar de 20 personas. Los visitantes de la playa realizaban diversas actividades con distintas necesidades de espacio físico, como cocinar, tomar el sol, nadar o relajarse en un montículo. La mayoría de los usuarios de la playa permanecieron en la zona de sombra bajo los árboles. Algunos acampan por la noche en la playa y otros acceden a ella en barco.

La infraestructura actualmente disponible dentro y alrededor del Proyecto es limitada, lo que puede explicar en parte la relativamente baja visitación, en comparación con otras playas populares en Cabo Rojo y Puerto Rico. A medida que el proyecto se desarrolle, la infraestructura añadida podría contribuir a un aumento en el número de visitantes en el área de estudio.

Existen varios instrumentos de política pública (leyes y planes de gestión) que proporcionan un punto de referencia para las condiciones ambientales deseables dentro del área de estudio y guían su gestión. La inclusión de estos instrumentos en la toma de decisiones relativas al Proyecto es clave para el uso sostenible y la protección de los recursos naturales dentro y adyacentes al área de estudio.

Combinando los datos sobre la capacidad de acogida física, social y de gestión, el ETI calculó la capacidad de acogida turística de la zona de estudio en dos escenarios: actual y una vez finalizado el Proyecto. La capacidad de carga efectiva en las condiciones actuales es de **2.582 visitantes al día**. La capacidad de carga efectiva prevista de la zona de tras el desarrollo aumentaría a **2.969 visitantes al día**. El aumento de la capacidad de carga se debe al aumento del alojamiento y a la mayor capacidad de gestión gracias a las infraestructuras adicionales y otras mejoras en la .

El análisis de la capacidad de carga presentado en este estudio se guió por los datos más recientes y mejor disponibles. El análisis se basó en visitas para observar las pautas de uso de los visitantes en la zona de estudio. Asimismo, las hipótesis del estudio se basaron en la literatura científica. Los patrones reales de visitas, principalmente los patrones de rotación de visitantes, pueden variar una vez desarrollado el Proyecto. Los cambios en los patrones de rotación pueden afectar proporcionalmente a la capacidad de carga o al número de visitantes diarios que puede soportar la playa. Por lo tanto, es importante seguir controlando los patrones de visitas y sus efectos sobre la capacidad de carga a lo largo de todas las fases de ejecución del Proyecto. Los resultados de este estudio proporcionan una orientación, pero reconocen la naturaleza dinámica de la capacidad de carga, afectada por factores ambientales, sociales y de gestión. Este análisis estima el número de usuarios que la playa puede soportar dada su superficie física, los factores que afectan a las visitas y la capacidad de gestión e infraestructuras. El estudio tuvo en cuenta determinados factores medioambientales en el análisis, como el efecto potencial de los peligros naturales en la zona de estudio disponible o si se han documentado en la zona de estudio especies que puedan reducir la superficie de playa disponible (por ejemplo, no se documentó la presencia de zonas de anidamiento de tortugas marinas). Sin embargo, la evaluación de los efectos del número de visitantes sobre los recursos naturales queda fuera del ámbito de este estudio.

Introducción

Cabo Rojo Land Acquisition LLC (en adelante el "Proponente") propone un desarrollo turístico-residencial en el Municipio de Cabo Rojo (en adelante "Esencia" o el "Proyecto"), el cual consta de 81 lotes con un área total de 1,549 cuerdas (6,088,514 metros cuadrados). La topografía del área oscila entre 1 m y 107 m sobre el nivel del mar; la mayor parte del área se encuentra fuera del nivel de llanura aluvial establecido por los mapas de llanura aluvial de la ABFE de 2018. Los terrenos dentro del Proyecto contienen las clasificaciones de Suelo Urbanizable No Programado (SUNP), Suelo Rústico Común (SRC) y Suelo Rústico Especialmente Protegido (SREP); zonificación de Desarrollo Turístico Selectivo (DTS), Rural General (R-G), Desarrollo Selectivo (DS) y Suelo Urbanizable (UR). El área está localizada dentro de la Zona Especial de Interés Turístico de Cabo Rojo.

La Propiedad limita al Norte con el Mar Caribe y el Canal Boquerón, y al Sur, Este y Oeste con urbanizaciones residenciales unifamiliares y multifamiliares, áreas no urbanizadas y la Carretera Estatal PR-301. El Proyecto tendrá tres , con los dos principales a través de la Carretera Estatal PR-301 y uno secundario a través de la Carretera Montecarlo.

Dentro de las proximidades del Proyecto, existen múltiples puntos de interés turístico, tales como la Playa Pública de Boquerón; el Pueblo de Boquerón; el Club Náutico de Boquerón; varias tiendas; restaurantes; hoteles; posadas; y propiedades residenciales utilizadas como alquileres a corto plazo; entre otros. El Proyecto está localizado cerca de áreas naturales como el Bosque Estatal de Boquerón, el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Cabo Rojo, la Playa El Combate y otros sitios que sirven a locales y visitantes en el área.

En la actualidad, la mayor parte de los terrenos están sin urbanizar, con algunos usos no consolidados como glamping, áreas para vehículos recreativos (RV Parks) y estructuras abandonadas que antes se utilizaban como residencias unifamiliares. Asimismo, los terrenos no urbanizados son utilizados por grupos y organizaciones externas para de ciclismo de montaña, carreras de vehículos todoterreno y senderismo.

Es importante señalar que el Proyecto contempla varias parcelas que actualmente no pertenecen a Cabo Rojo Land Acquisition pero que podrían hacerlo en el futuro, sujeto a negociaciones con varios de sus dueños actuales. Si estas parcelas no son adquiridas, no impediría el desarrollo del Proyecto; los dueños de las parcelas tendrán garantizado el acceso a través de las carreteras propuestas.

Teniendo en cuenta que estas parcelas podrían formar parte del Proyecto, el plan conceptual incluye todas estas parcelas como parte del desarrollo propuesto y fueron evaluadas por el equipo técnico. El análisis realizado en este estudio se basa en este plan conceptual que supone la versión más completa del Proyecto para apoyar la evaluación del impacto de toda la acción propuesta.

En consonancia con lo anterior, el plan conceptual del Proyecto propone usos hoteleros, recreativos y turístico-residenciales. Específicamente, propone el desarrollo de 530 unidades hoteleras; 1,132 residencias turísticas unifamiliares y multifamiliares; una escuela con capacidad de hasta 500 dormitorios para estudiantes; áreas recreativas; campos de golf; áreas de servicios médicos; áreas comerciales y de entretenimiento; áreas agrícolas; y áreas de servicios e infraestructura. El Proyecto también incluye cuatro puntos de acceso vehicular público a la playa con instalaciones sanitarias, apoyo para actividades recreativas públicas como senderismo, observación de aves y ciclismo de montaña, y dos centros de actividades (Towncenters), donde se proporcionará espacio para negocios y servicios, ofreciendo servicios gastronómicos, recreativos, culturales, religiosos y otros servicios esenciales para las comunidades circundantes.

Según los principios rectores de la planificación maestra de Esencia, el desarrollo se rige por seis principios: conectar comunidades, dominar las vistas, preservar los corredores de drenaje, proteger el terreno escarpado, preservar el manglar y proteger y mejorar las dunas costeras. Esencia contempla un desarrollo de baja densidad, con un 25% destinado a construir infraestructuras y un 75% a zonas verdes. Del 25% del suelo edificado, el 15% estará ocupado por huellas de edificios y el 10% por vías de acceso y otros componentes de infraestructura. El 75% restante del suelo urbanizable se propone como zonas verdes, incluidas amplias zonas ajardinadas, dos campos de golf y áreas que se designarán como zonas de conservación.

Estudios Técnicos, Inc. (en adelante, ETI) fue contratada por la firma Álvarez-Díaz & Villalón para evaluar la capacidad de carga turística del segmento de playa a lo largo del Proyecto propuesto (en adelante, el área de estudio). El ETI utilizó una combinación de métodos para evaluar la capacidad de carga, incluyendo revisión bibliográfica, observaciones de campo, entrevistas a expertos, análisis geoespacial y encuesta a usuarios. El estudio se basa en las metodologías implementadas en Puerto Rico y en otros lugares para evaluar la capacidad de carga de las playas y otras áreas naturales (por ejemplo, Environmental Mapping Consultants LLC (EMC), 2024; Hernández et al., 2011; Huamantínco et al., 2016; Pereira da Silva, 2002;). Los resultados se detallan en los capítulos siguientes.

Mapa 1 Zona de estudio para la evaluación de la capacidad de carga



1. Panorama de la capacidad de carga turística

Este estudio adopta una de las definiciones más citadas de la capacidad de carga turística (Schuh et al., 2020), propuesta por la Organización Mundial del Turismo de las Naciones Unidas (OMT):

"El número máximo de personas que pueden visitar un destino turístico al mismo tiempo, sin causar la destrucción del entorno físico, económico y sociocultural y una disminución inaceptable de la calidad de la satisfacción de los visitantes" (OMT, 1981; citado en Kennell, 2016).

Inicialmente, los estudios sobre la capacidad de carga se centraron en el impacto de las actividades humanas en las áreas protegidas (Santos & Brilha, 2023). El concepto estaba estrechamente entrelazado con el Límite de Cambio Aceptable, un método que define las condiciones deseables dentro de un área natural protegida y establece una política de gestión que permite alcanzar y mantener esas condiciones (Stankey et al., 1985). Los estudios sobre la capacidad de carga en áreas protegidas suelen basarse en los planes de gestión existentes, los objetivos que establecen o los indicadores de las condiciones ecológicas deseadas y aceptables dentro de un lugar.

Desde entonces, el uso del concepto de capacidad de carga se ha extendido a los ámbitos de la recreación y el turismo y a áreas naturales no protegidas (Santos & Brilha, 2023). Los estudios han explorado el número de usuarios que un área puede sostener sin impactar negativamente las condiciones ecológicas y la experiencia de los visitantes en áreas no protegidas o en sitios naturales sin un plan de gestión (por ejemplo, Charles et al., 2018; Huamantínco et al., 2016; Manning, 2012). En los casos en que un área de estudio no cuente con su propio plan de gestión o una lista de indicadores ecológicos, los estudios de la capacidad de carga turística pueden basarse en políticas y planes generales para los recursos naturales para orientar el análisis.

La definición operativa de capacidad de carga para los estudios de capacidad de carga puede variar, dependiendo del contexto de la investigación, los objetivos de gestión y los escenarios naturales (Shelby & Heberlein, 1986). La definición y los métodos utilizados en este estudio se relacionan estrechamente con un estudio reciente sobre la capacidad de carga publicado por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) de Puerto Rico (preparado por EMC, 2024). EMC (2024) adopta una definición que discute la capacidad de carga como "una capacidad de las áreas costeras para acomodar sosteniblemente las actividades y características sociales, recreativas, económicas y naturales que ocurren en estas áreas (pg.8)". La definición se entrelaza estrechamente con la seleccionada para este estudio al abordar los aspectos sociales, económicos y naturales (o físicos) de la capacidad de carga. Sin embargo, dados los aspectos turísticos y recreativos del Proyecto, el ETI adopta la definición de la Organización Mundial del Turismo de las Naciones Unidas, que puede aplicarse a destinos turísticos situados fuera de una reserva natural.

De forma similar a otros estudios sobre el tema (por ejemplo, Hernández et al., 2011, Huamantínco et al., 2016), este análisis divide la capacidad de carga turística en física (el número de visitantes

que una playa puede albergar), social (concentración de visitantes más allá de la cual la experiencia se vuelve incómoda) y de gestión (número de visitantes que un lugar puede gestionar) (Hernández et al., 2011). El análisis de la capacidad física incluyó una combinación de análisis SIG para medir el área disponible para la recreación y una evaluación de los factores ambientales limitantes. Para analizar la capacidad de atención social, se recopilaron datos primarios y secundarios, incluidas encuestas a visitantes, observaciones de campo y análisis del origen de los visitantes. La evaluación de la capacidad de gestión se guió por el análisis de las políticas y planes de gestión pertinentes y de las infraestructuras y servicios disponibles.

1.1 Tendencias en playas y ocio al aire libre

La recreación playera en Puerto Rico ha sido piedra angular para las actividades sociales, recreativas, culturales y económicas del archipiélago. Cada año miles de puertorriqueños y turistas visitan las costas del archipiélago atraídos por las oportunidades recreativas que estos lugares encierran (Estudios Técnicos, Inc., 2014). Según una encuesta realizada para el Plan Estatal Integral de Recreación al Aire Libre para Puerto Rico 2020-2025 (SCORP, por sus siglas en inglés), nadar o tomar el sol en la playa u otros cuerpos de agua fue la segunda (51.2%) actividad recreativa al aire libre más practicada en Puerto Rico (DRD, 2020). Del total de participantes que escogieron esta actividad al aire libre, la mayoría (43.8%) indicó que utiliza las playas para nadar o tomar el sol.

También existe una relación directa entre las áreas de playa y el desarrollo turístico en Puerto Rico. La mayor concentración de las principales inversiones turísticas se da en lugares con acceso a playa (Estudios Técnicos, Inc., 2022). Según los datos más recientes publicados por la Junta de Planificación de Puerto Rico (2024), en el año fiscal 2023 llegaron a Puerto Rico un total de 6,2 millones de visitantes, lo que supuso un total en gastos de 5.368 millones de dólares. Los hoteles de Puerto Rico recibieron alrededor de 1,8 millones de estos visitantes y se beneficiaron de unos 2.184 millones de dólares en gasto turístico en estas instalaciones. En el año fiscal 2023, el gasto turístico representó el 6,3% del Producto Nacional Bruto. El gasto turístico, además de la actividad hotelera, sustenta otros componentes del sector, constituido mayoritariamente por la industria hotelera y los servicios de alimentación y bebidas, como restaurantes y otros establecimientos similares. Ambos subsectores del turismo se localizan predominantemente en las costas de Puerto Rico, debido a la visualidad que la naturaleza oceánica proporciona a los turistas locales y extranjeros.

Cabo Rojo recibe miles de turistas anualmente por su diversidad de recursos costeros y marinos, lo que ha posicionado consecuentemente a la industria turística y recreativa como dos de los principales motores de la actividad económica del Municipio. Una encuesta realizada para el desarrollo del *Plan Maestro para el Manejo de Recursos Costeros de Cabo Rojo* (DRNA, 2023) reveló que el 94.7% de 400 participantes en la encuesta

seleccionaron las playas como el recurso costero con el que interactúan con mayor frecuencia.¹ Cuando se les preguntó sobre sus actividades preferidas al aire libre en los recursos costeros de Cabo Rojo, los encuestados eligieron predominantemente tomar el sol y nadar.

Los resultados de estos estudios ilustran la importancia económica y social de las actividades recreativas en la playa en Puerto Rico. Los estudios sobre la capacidad de carga de las playas deben ser conscientes del lugar central y único que ocupa la recreación basada en la playa entre los puertorriqueños. Sin embargo, también es importante considerar los riesgos de concentrar la industria turística en Puerto Rico alrededor de los recursos de playa (Villamil, 2019). Dicho enfoque deja fuera de la ecuación turística varios recursos ambientales y culturales importantes, a la vez que explota estos recursos costeros más allá de los límites de su capacidad de carga (Villamil, 2019). Para promover una industria turística verdaderamente sostenible y exitosa, las estrategias deben alejarse de una concepción tradicional del turismo de playa y fortalecer su sinergia con el entorno natural, así como las actividades culturales, educativas y sociales (Villamil, 2019).

¹ Para el desarrollo del plan se realizó una encuesta presencial a los usuarios de las playas y marinas de Cabo . Las encuestas se realizaron entre el 26 de julio y el 10 de septiembre de 2023 en lugares de alta visitación, tales como: Playa Pública Boquerón, Buyé, Combate, Playita, Las Salinas y Playuela, Ostiones, Marina Puerto Real y Villa La Mela. Por lo tanto, esta encuesta no refleja la distribución de visitantes por playa.

2. Descripción de la zona de estudio

Este capítulo describe brevemente los alrededores del área de estudio (el segmento de playa) y del Proyecto en general. Presenta una visión general, enfatizando algunas de las características relevantes para la capacidad de carga, tales como el contexto socioeconómico del barrio Boquerón donde se ubica el Proyecto y los recursos naturales dentro y alrededor del Proyecto. Otros estudios completados como parte del desarrollo del Proyecto, incluyendo estudios realizados por el ETI, contienen más detalles sobre estas y otras características y deben ser consultados para mayor información.

2.1 Características socioeconómicas del barrio Boquerón, Cabo Rojo

El área de estudio del Proyecto está localizada en el barrio Boquerón del municipio de Cabo Rojo y cubre un área de aproximadamente 1,549 cuerdas (6,088,514 metros cuadrados). El Proyecto propuesto consiste de un desarrollo residencial y turístico con 530 unidades hoteleras; 1,132 residencias turísticas unifamiliares y multifamiliares y múltiples otras amenidades como una escuela K-12 con capacidad para hasta 500 dormitorios estudiantiles, clubes deportivos, un centro de salud, centros comunitarios y campos de golf. La mayor parte de los terrenos de la zona de estudio están actualmente sin urbanizar, pero existen usos no consolidados como glamping, áreas de vehículos recreativos (RV Parks) y estructuras vacías utilizadas anteriormente como residencias unifamiliares (Estudios Técnicos, 2024).

Cabo Rojo es reconocido como uno de los principales destinos turísticos de Puerto Rico por sus diversos lugares de interés turístico y recreativo, así como por sus recursos costeros y ecológicos. Según un análisis de visitación turística realizado para el Plan Maestro para el Manejo de los Recursos Costeros de Cabo Rojo (2023), el área de Boquerón, junto a Buyé y Joyuda, concentró la mayor proporción de visitas en el 2021. Este hallazgo resalta la importancia del barrio Boquerón para el desarrollo económico sostenible del Municipio ya que existen numerosas áreas de interés turístico cercanas al área del Proyecto, tales como: Playa Pública de Boquerón, Pueblo de Boquerón, Club Náutico de Boquerón, diversos comercios, restaurantes, hoteles, posadas y propiedades residenciales utilizadas como alquileres a corto plazo, entre otros.

Según los estimados quinquenales de la Encuesta de la Comunidad de Puerto Rico (PRCS, por sus siglas en inglés), en 2022, Boquerón tenía una población de 5,528 personas con una edad mediana de 50.3 años. En cuanto a sus características socioeconómicas, el ingreso per cápita de la población era de

16.411 dólares y la mediana de los ingresos familiares era de 27.014 dólares, ambos valores superiores a los registrados en el municipio, pero inferiores a los de Puerto Rico (véase el cuadro 1).

Tabla 1. Resumen de las características socioeconómicas del barrio Boquerón, Cabo Rojo y Puerto Rico (2022)

Características socioeconómicas	Unidades geográficas		
	Boquerón	Municipio de Cabo Rojo	Puerto Rico
Características de la población			
Población total	5,528	46,983	3,272,382
Edad mediana (años)	50.3	44.9	43.7
Renta per cápita (\$)	16,411	14,453	15,637
% de la población por debajo del umbral de pobreza	39.0%	42.1%	42.2%
Características de los hogares			
Total de hogares	2,121	17,568	1,219,658
Mediana hogar ingresos (\$)	27,014	23,077	24,002
Matrimonio-pareja familia hogares	47.8%	40.8%	36.1%
Hombre cabeza de familia, no cónyuge presente	6.6%	5.9%	6.7%
Mujer cabeza de familia, no cónyuge presente	15.8%	19.3%	22.5%
Hogar no familiar	29.8%	34.1%	34.7%

Fuente: Oficina del Censo de Estados Unidos, estimaciones quinquenales de la PRCS para 2018-2022.

2.2 Espacios naturales en las intermediaciones del Proyecto

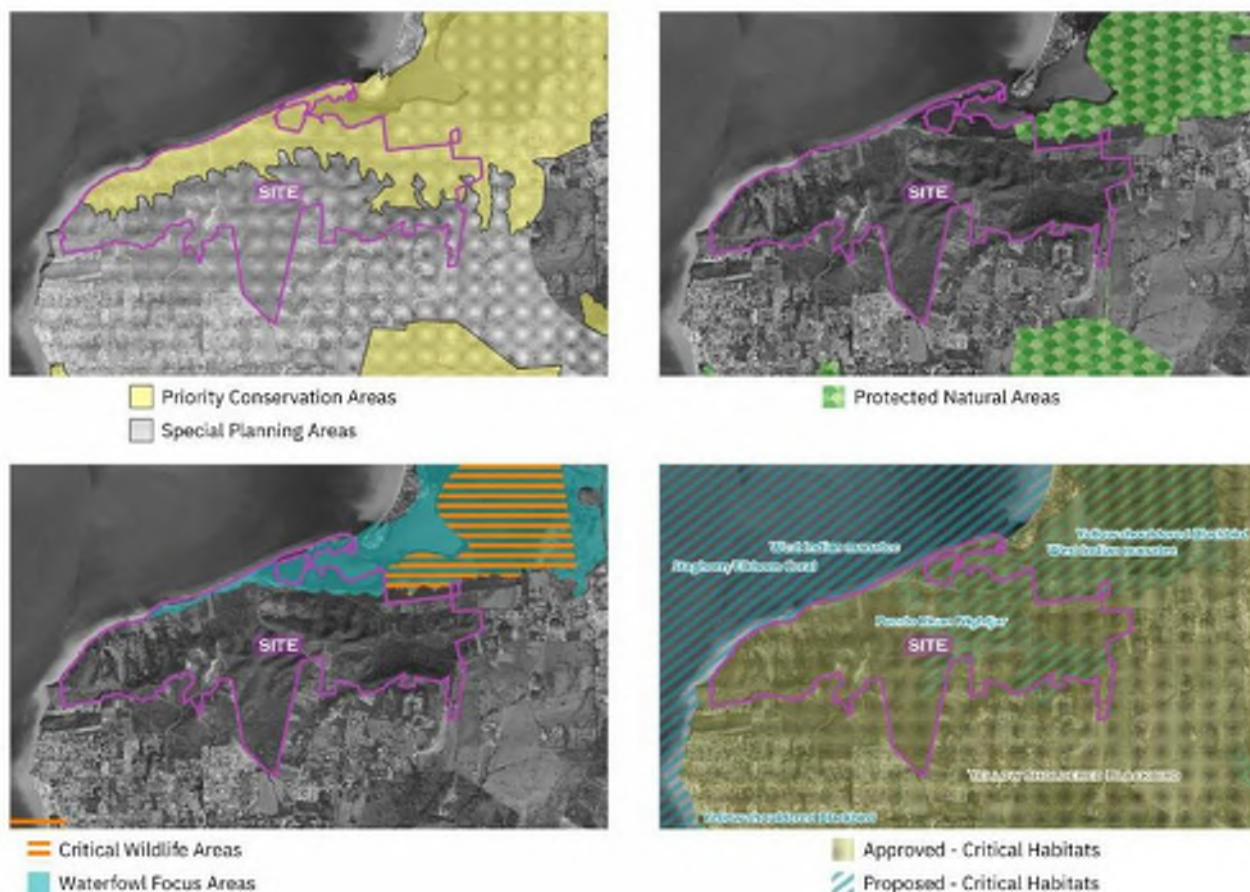
Comprender qué Áreas Naturales Protegidas ANP) se encuentran cerca del emplazamiento puede ayudar a fundamentar las consideraciones medioambientales y la aplicación de las decisiones sobre la capacidad de carga. Las áreas naturales dentro del Proyecto sirven como un importante corredor verde para la vida silvestre que habita en estas áreas protegidas (Ambienta Inc., 2024).

Hay tres ANP situadas cerca del proyecto:

- Refugio de Vida Silvestre Iris Alameda
- Bosque del Boquerón (Laguna Rincón/Caño Boquerón)
- Refugio Nacional de Vida Silvestre de Cabo Rojo

Parte del proyecto, incluida la zona de estudio, también incluye segmentos de Zonas de Conservación Prioritaria, Zonas Focales de Aves Acuáticas y Hábitats Críticos. La proximidad a estos diferentes tipos de áreas naturales sugiere la necesidad de un uso recreativo sostenible y equilibrado del área de estudio, y la importancia de las consideraciones ecológicas y de priorizar el bajo impacto a la hora de tomar decisiones sobre la capacidad de carga turística. Es importante señalar que la estimación de la capacidad de carga presentada en este informe no tiene en cuenta los posibles impactos sobre estos recursos.

Ilustración 1. Diferentes tipos de áreas naturales en las proximidades del Proyecto



Además, el área de estudio está localizada dentro del Área de Planificación Especial del Suroeste, Sector Boquerón, un área designada por el DRNA debido a sus importantes recursos costeros, tales como salinas, cayos, playas, islotes, arrecifes de coral, acantilados, bahías y manglares. El APE Suroeste, Sector Boquerón es el hábitat de una gran cantidad de flora y fauna, como aves nativas, endémicas y migratorias, mamíferos, reptiles, peces, crustáceos y moluscos (DRNA, 2008). El APE Suroeste, el Sector Boquerón y el Refugio Nacional de Vida Silvestre Cabo Rojo tienen sus planes de manejo que establecen metas y objetivos para el uso de los recursos en el área. Estos planes podrían proveer un punto de referencia para las condiciones ambientales deseables dentro del área de estudio. El Capítulo 5 presenta puntos claves de estos y otros planes de manejo relevantes para los recursos costeros en Cabo Rojo.

3. Capacidad de carga física

En este capítulo se analizan los factores que contribuyen al número de visitantes que una zona puede acoger físicamente. En este análisis se han tenido en cuenta las características medioambientales de una zona que podrían afectar al tamaño de la superficie disponible para actividades recreativas (por ejemplo, si se han documentado zonas de anidamiento de tortugas marinas²). También incluye una evaluación de la superficie de playa disponible para actividades recreativas en diferentes escenarios de uso del suelo y climáticos. Incorpora los patrones de visita actuales en la zona de estudio, incluidos los segmentos de la playa que reciben más visitas. También incorpora los factores medioambientales que limitan las visitas a la playa.

3.1 Características medioambientales

Esta sección describe las características ambientales del área de estudio. La información reportada en esta sección se obtuvo del Estudio de Flora y Fauna Terrestre, realizado para el Proyecto por otro consultor (Ambienta Inc., 2024) como parte del cumplimiento del Proyecto con las regulaciones ambientales. La comprensión de las características ambientales del área de estudio orienta las consideraciones ecológicas de la capacidad de carga. Por ejemplo, la presencia de especies amenazadas o en peligro de extinción puede afectar a la superficie disponible para actividades recreativas o exigir que se limite el acceso a algunas de las zonas durante las épocas de reproducción.

El área del Proyecto contiene ocho ecosistemas: pastizales, matorrales, áreas boscosas, salitrales, manglares, lagunas costeras, acantilados y dunas. Las dunas son consideradas áreas ecológicamente sensibles; las dunas dentro del Proyecto muestran erosión y altos niveles de vegetación no nativa e invasora (Ambienta Inc., 2024). Los humedales dentro del Proyecto muestran signos de impacto severo del huracán María; aunque algunos de los manglares muestran signos de recuperación, otras partes del humedal no se han recuperado (Ambienta Inc., 2024a).

La zona está situada en las proximidades de varias reservas naturales y cumple una importante función como corredor ecológico para la vida salvaje. El Estudio de Flora y Fauna Terrestres ha identificado la presencia de 343 especies de flora y 160 especies de fauna en la zona del Proyecto. Algunas de las especies identificadas tienen designaciones especiales, como en estado crítico, vulnerable, amenazado o en peligro de extinción. Estas especies están catalogadas por el Departamento de Recursos Naturales y Medioambientales (DRNA) o el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE.UU. (USFWS).

² La presencia de zonas de anidamiento de tortugas marinas puede afectar al tamaño de la zona de playa disponible para actividades recreativas. Este análisis consideró si se observó la presencia de anidamiento de tortugas marinas dentro del área de estudio para tenerlo en cuenta en el análisis. El Estudio de Flora y Fauna Terrestre (Ambienta Inc., 2024) indicó que no se han documentado sitios de anidamiento de tortugas.

Flora

Cuatro especies de flora dentro de la zona del Proyecto han sido identificadas como elementos críticos y tres especies están designadas como en peligro o vulnerables (Tabla 1). Como puede verse en la siguiente ilustración, una de las especies incluidas en la lista, *Libidibia monosperma*, se ha observado en las proximidades de la zona marítimo-terrestre.

Tabla 2. Especies de flora listadas por el DRNA o el USFWS, documentadas dentro del área del Proyecto

Categoría	Nombre científico	Nombre común en español
Elementos críticos del DNER/especies de interés	<i>Guaiacum officinal</i>	Guayacán
	<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán blanco
	<i>Leptocereus quadricostatus</i>	Sebucán
	<i>Phlebotaenia cowellii</i>	Violeta tree
Catalogado como elemento crítico por el DRNA y en peligro a nivel estatal y federal	<i>Aristida chaseae</i>	-
En peligro crítico a nivel estatal y en peligro a nivel federal	<i>Eugenia woodburyana</i>	-
Catalogada como vulnerable a nivel estatal y en peligro a nivel federal	<i>Libidibia monosperma</i>	Cobana negra

Fuente: Estudio sobre la flora y la fauna terrestres (Ambienta Inc., 2024)

Ilustración 2. Localización de las especies de flora incluidas en la lista



Fuente: Estudio sobre la flora y la fauna terrestres (Ambienta Inc., 2024)

Fauna

Cuatro especies de fauna dentro del área del han sido identificadas como elementos críticos; cinco especies están designadas como en peligro o vulnerables (Tabla 3). Algunas de las especies de fauna enumeradas se han observado en el litoral costero o en los alrededores del humedal.

Tabla 3. Especies de fauna catalogadas por el DRNA o el USFWS, documentadas en el área del Proyecto

Categoría	Nombre científico	Nombre común en español
Elementos críticos del DNER/especies de interés	<i>Charadrius wilsonia</i>	Playero marítimo
	<i>Patagioenas leucocephala</i>	Paloma cabeciblanca
	<i>Ucides cordatus</i>	Cangrejo fantasma de pantano
	<i>Vireo latimeri</i>	Bien-te -veo
En peligro de extinción a nivel estatal y federal	<i>Agelaius xanthomus</i>	Mariquita de Puerto Rico

Categoría	Nombre científico	Nombre común en español
Designado en peligro en nivel estatal y federal	<i>Caprimulgus noctitherus</i>	Guabairo de Puerto Rico
Designados como vulnerables nivel estatal	<i>Anas bahamensis</i>	Pato quijada colorada
Designado en peligro crítico a nivel estatal	<i>Dendrocygna arborea</i>	Chiriría Antillana
Designada en peligro de extinción a nivel estatal y excluida de la lista federal en 2009	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano Pardo

Fuente: Estudio sobre la flora y la fauna terrestres (Ambienta Inc., 2024)

3.2 Zona disponible para actividades recreativas

La extensión del área disponible para la recreación es un componente clave de la capacidad de carga física de la playa (Pereira da Silva, 2002). Para identificar el área de playa en la zona de estudio, se aprovecharon las capas geoespaciales resultantes de una evaluación de las playas de Puerto Rico tras el huracán María (Barreto et al., 2020). Como parte de este proyecto, se identificaron áreas de playa junto a la magnitud de erosión y acreción para los 44 municipios costeros de la isla, con intervalos de medición de cada 10 metros de playa, para septiembre de 2017 y julio de 2018. El estudio identificó, entre otras valiosas geomorfologías de playa, la línea de costa y el backbeach. Estas capas se utilizaron como guía para definir la zona costera total y, dentro de ella, la zona disponible para el recreo o la zona de playa.

Utilizando imágenes aéreas recientes de ESRI, el ETI confirmó la extensión de la playa a lo largo de la prolongación del Proyecto. El segmento identificado tiene una longitud de 4.880 m y una superficie total de 14.133 m² (0,014 km² o 0,005 mi²).

El análisis también tuvo en cuenta los factores limitantes que pueden afectar a la superficie disponible en la playa para actividades recreativas. Los peligros naturales, agravados por el cambio climático, pueden afectar al tamaño de la zona disponible para el recreo. Los cambios debidos a los peligros naturales en la zona disponible para el recreo pueden afectar al número de personas que esta zona puede mantener. Este análisis examinó la posible extensión de la zona recreativa susceptible a la subida del nivel del mar, la erosión y las mareas de tempestad.

Los datos geoespaciales sobre las mareas no estaban disponibles, pero reconocemos que la variación en las mareas afecta el tamaño del área disponible para la recreación. Los datos de la estación de mareas y corrientes en Joyuda, Cabo Rojo (la más cercana a la estación de informes del Proyecto) muestran variaciones en las mareas que alcanzan hasta 1.3 pies dentro del mismo día (NOAA, 2023).

Efectos del cambio climático

El cambio climático afecta a todas las zonas de Puerto Rico (PRCCC, 2022). En las zonas costeras, las preocupaciones particulares asociadas con el cambio climático incluyen el aumento del nivel del mar, la erosión costera y las inundaciones costeras o marejadas ciclónicas. Estos eventos pueden afectar el tamaño del área disponible para la recreación, además de interrumpir las actividades recreativas. El análisis

de los efectos del cambio climático en este estudio se basa en los mejores datos y proyecciones climáticas disponibles y más actuales.

Aumento del nivel del mar

En su informe de 2022 sobre escenarios globales y regionales de aumento del nivel del mar para Estados Unidos, la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) presenta cinco trayectorias de aumento del nivel del mar SLR). Para el Caribe estadounidense, la proyección de SLR del escenario intermedio de

0,28 m (0,92 pies) para 2050 tiene un alto nivel de confianza (Sweet et al., 2022). Las proyecciones presentadas en el informe de la NOAA (Sweet et al., 2022) son las proyecciones adoptadas por el Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico (CEACC, 2024). En línea con estos documentos, este estudio utiliza estas proyecciones. Bajo 1 ft SLR, asumiendo que no se implementaran medidas de adaptación, el área de playa disponible para recreación se reduciría en 2,913 m² o 21% (Mapa 2).

Mapa 2. Área de estudio y proyecciones de subida del nivel del mar de 1 pie



Erosión costera

La erosión representa otra preocupación para las zonas costeras. Dada la gravedad y los daños causados por la erosión costera, en 2023 el Gobernador de Puerto Rico declaró el estado de emergencia en Puerto Rico debido a los efectos de este peligro (OE-2023-009).

Para analizar el efecto de la erosión costera en el área de estudio, el ETI utilizó los datos preparados por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, 2018) para las proyecciones de cambios en la línea costera para Isla Grande, Culebra y el norte de Vieques debido a la costa

erosión en los próximos 30 años. Según esta proyección la superficie disponible para actividades recreativas se reducirá en 4.448 m², es decir, un 31%.

Mapa 3. Zona de estudio y proyección de la erosión costera a 30 años



Si se tiene en cuenta el impacto tanto de la subida del nivel del mar como de la erosión, la superficie disponible para actividades recreativas se reducirá en 4.862 m² o un 34%.

Marejada ciclónica

Las tendencias del cambio climático sugieren un aumento del número de ciclones tropicales intensos (Díaz et al., 2022). Los ciclones están asociados a diferentes peligros, siendo las mareas de tempestad una de las principales preocupaciones para las zonas costeras. A partir de los datos sobre mareas de tempestad, desarrollados por la NOAA utilizando el modelo SLOSH acoplado al modelo de olas de tercera generación Simulating Waves Nearshore (SWAN), el ETI estimó la proporción de la zona que se vería afectada por mareas de tempestad. Se seleccionó para el análisis la marejada ciclónica asociada a un huracán de categoría 4, siguiendo el escenario de marejada ciclónica utilizado en el Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico (CEACC, 2024).

Una marejada ciclónica de categoría 4 puede reducir la superficie disponible para actividades recreativas en 11.477 m² o un 81%. Tras una marejada, la playa puede sufrir erosión o

deposición de tal magnitud que podría tardar meses o años en restaurarse (NPS, 2019). La recuperación de la marejada ciclónica puede variar y, en ocasiones, pueden pasar semanas antes de que la zona vuelva a ser apta para la recreación (NPS, 2019).

Mapa 4. Zona de estudio y proyecciones de mareas de tempestad asociadas a un huracán de categoría 4



3.3 Factores medioambientales limitantes

En este análisis se analizan los factores medioambientales o meteorológicos que pueden afectar, o limitar, el número de días al año que un usuario puede visitar y disfrutar de un paraje. Las precipitaciones y la temperatura presentan los principales factores limitantes (Zacarias et al., 2011). Se tratan en el capítulo 6. El cambio climático, sin embargo, puede afectar a las tendencias de precipitación y temperatura. Las proyecciones de precipitación para Puerto Rico indican una disminución promedio del 12%-19% en las precipitaciones en toda la isla para 2050, con algunas partes experimentando una disminución del 30% (Terando, 2017). Las proyecciones de temperatura para Puerto Rico indican un aumento de las temperaturas medias y de las olas de calor (Díaz et al., 2022). Por tanto, el efecto de las precipitaciones y la temperatura en las visitas podría variar a medida que se agraven los efectos del cambio climático.

Otros factores medioambientales

Las floraciones de sargazo han afectado negativamente a la recreación en las playas en varias partes de Puerto Rico. Estos eventos de florecimiento pueden reducir la visitación a la playa en un área afectada (Nibbs, 2024). Las consultas con expertos, realizadas como parte de este estudio, indican que el área de estudio no es altamente susceptible a eventos de florecimiento. Sin embargo, en caso de

se produzcan en el futuro en las aguas adyacentes a la zona de estudio, podrían limitar las visitas a la playa.

La presencia de especies en el agua, como medusas o rayas, también puede ser un factor limitante. En julio y agosto de 2024, cientos de medusas estuvieron presentes en las aguas costeras de Cabo Rojo, incluyendo el área de estudio. La presencia de estas especies varía a través del año y es común después de eventos de lluvia, particularmente en las áreas adyacentes a la laguna Caño Boquerón/Rincón (Teleonce, 2024). Durante los eventos de medusas, se disuade a las personas de utilizar el agua. Como estos eventos disminuyen la recreación basada en el agua, podrían aumentar la intensidad del uso de la playa, ya que las personas que ahora estarían en el agua estarían usando la parte terrestre de la playa. Por otra parte, estos fenómenos pueden disuadir a la gente de visitar la playa.

Ilustración 3. Ejemplos de medusas presentes en las aguas costeras de la zona de estudio



Fotos de Estudios Técnicos, Inc. (2024)

La época de reproducción de las distintas especies también puede afectar a las zonas disponibles para el ocio. El Estudio de Flora y Fauna Terrestre (Ambienta Inc., 2024) indicó que no se han documentado sitios de anidación de tortugas dentro del Área de Estudio. El estudio también indica que el registro DRNA no contiene evidencia de anidamiento de tortugas dentro del área de estudio. No obstante, no se debe descartar la posibilidad futura de anidamiento de tortugas en el área de estudio. En caso de que eso ocurra, la zona de recreo se reduciría, ya que ciertas zonas de la playa estarían restringidas durante la temporada de anidamiento para proteger a estas especies amenazadas.

4. Capacidad de carga social

La capacidad de carga social se refiere al nivel de uso más allá del cual los impactos sociales superan los niveles aceptables (Shelby y Heberlein, 1986). El nivel aceptable de aglomeración es una medida subjetiva que puede variar según el lugar y el grupo de usuarios (De Ruyck et al., 1997). Los estudios realizados en otras jurisdicciones recomiendan diversas normas de densidad recreativa aceptable, que oscilan entre 4 y 20 personas por cada 100 m² de zona recreativa disponible (De Ruyck et al., 1997). Sin embargo, los estudios también revelan que las personas pueden experimentar un alto grado de satisfacción en un lugar aunque lo encuentren abarrotado, lo que potencialmente puede llevar a favorecer escenarios que maximicen la capacidad de carga (Shelby & Heberlein, 1986). Centrarse únicamente en la satisfacción de los visitantes puede hacer que se pasen por alto otros aspectos de la capacidad de carga, como los efectos sobre los ecosistemas (Shelby & Heberlein, 1986). La aplicación de la capacidad de carga exige encontrar un equilibrio entre una experiencia satisfactoria para los usuarios y una gestión sostenible de los recursos naturales.

Para comprender los aspectos sociales de la capacidad de carga, analizamos los orígenes y patrones de las visitas y realizamos una encuesta entre los visitantes. Los resultados de este capítulo apoyan la evaluación de la capacidad de carga física al proporcionar información sobre dónde tienden a aglomerarse las personas dentro de la zona de estudio o los tipos de actividades que practican en la playa.

4.1 Origen de los visitantes

Esta sección presenta un análisis del origen de las personas que visitan la zona de estudio. Esta información ayuda a comprender mejor el perfil del visitante de la zona de estudio, concretamente, desde dónde vienen a visitar la playa. Es muy probable que los visitantes que visitan la zona de estudio procedentes de otros municipios lleguen en coche, lo que indica una necesidad de aparcamiento. La disponibilidad de aparcamiento es uno de los componentes de la capacidad de carga de la gestión, ya que el número de plazas de aparcamiento disponibles afecta al número de usuarios que puede recibir un lugar.

Los datos para este análisis se obtuvieron durante 12 meses (agosto de 2023 - julio de 2024), representando los patrones de visita durante un año, utilizando datos de localización de teléfonos móviles.

La mayoría de los visitantes del área de estudio son locales, con un 96,4% de Puerto Rico, seguidos por un 2,7% de visitantes de Estados Unidos y un 0,9% de internacionales. Alrededor de una quinta parte de los visitantes procedentes de Puerto Rico son de Cabo Rojo, un 18,5%. Los otros dos principales municipios de origen son los municipios adyacentes de Lajas y Mayagüez, con un 4,5% y un 3,4%, respectivamente. Curiosamente, los otros tres municipios con una proporción relativamente similar de visitantes se encuentran en el área metropolitana: Caguas (4.4%), Bayamón (3.9%) y Guaynabo (3.2%).

Ilustración 4. Procedencia de los visitantes de Puerto , por municipio



Fuente: Estudios Técnicos, Inc. (2024)

4.2 Modalidades de visita

Una evaluación de los patrones de frecuentación está relacionada con la capacidad de carga física, ya que indica las zonas de mayor aglomeración de visitantes (García Hernández et al., 2011). También proporciona datos sobre los impactos sociales que pueden afectar a la experiencia humana en la playa, como el número de personas en el lugar, el tamaño de los grupos y las actividades que practican (Shelby y Heberlein, 1986).

Para evaluar los patrones de visita, se realizaron observaciones de campo en julio (durante el puente del 25 de julio³) y en agosto de 2024, principalmente en la playa de Los Pozos. Reconocemos que estas tendencias pueden variar a lo largo del año y que probablemente cambiarían una vez finalizado el Proyecto.

Las observaciones muestran que la gente tiende a visitar la playa en grupos, de entre dos y 20 personas. El grupo más numeroso observado fue el de seis personas. Realizaban diversas actividades con distintas necesidades de espacio físico, como cocinar, tomar el sol, nadar, practicar distintos deportes (kayas, tenis de playa o voleibol) o relajarse en una hamaca. La mayoría de los usuarios de la playa permanecieron en la zona de sombra bajo los árboles. Algunos estaban en el agua.

La sección de la zona de estudio con el mayor número de visitantes observados fue la Playa de Los Pozos (también conocida como Playa Rústica). Esta parte de la zona de estudio es la preferida por los grupos más grandes y los grupos con niños. Cerca de la playa había varios vehículos 4x4. Este hallazgo no es sorprendente si se tiene en cuenta la dificultad del terreno para llegar a esta playa, ya que el camino podría no ser transitable para un coche normal. En julio, en un momento dado había al menos

³ Estas observaciones fueron facilitadas por el personal del Proyecto

11 coches. También había varios vehículos de cuatro ruedas, al menos seis durante las observaciones de julio. Durante las observaciones de agosto, había al menos dos tiendas de campaña. En julio, había al menos 3 tiendas en la playa, con algunas personas alojadas varias noches. También había embarcaciones y motos acuáticas en el agua. Algunas de las personas que visitaban la zona en barco pasaron allí la noche.

Ilustración 5. Los Pozos, el segmento de la zona de estudio con mayor número de visitantes



Fotografía de Estudios Técnicos, Inc. (2024)

Las zonas al oeste de Los Pozos, cerca del humedal, no reciben muchos visitantes de playa, ya que se trata de una franja de playa relativamente estrecha. El agua tiene praderas marinas muy cerca de la costa, lo que puede hacer que la zona no sea atractiva para nadar. Sin embargo, esta zona de la costa es frecuentada por ciclistas de montaña y vehículos de 4 ruedas. Los ciclistas suelen conducir hasta el Proyecto, aparcarse fuera y luego entrar en bicicleta. Las personas que visitan la zona en 4x4 a veces se quedan en la playa para relajarse después del trayecto.

Ilustración 6. Segmento de la zona de estudio frecuentado por ciclistas y corredores de cuatro pistas



Fotografía de Estudios Técnicos, Inc. (2024)

No se observaron visitantes en la parte oriental de la zona de estudio. Sin embargo, durante las observaciones de campo documentamos la presencia de basura en esta parte de la playa, lo que sugiere que la zona recibe visitantes ocasionales. El personal del proyecto entrevistado en el marco de este estudio indicó que la parte oriental está aislada y suele ser visitada por parejas.

Algunas personas también visitan la zona después de la puesta de sol, como indica la presencia de restos de hogueras. Algunos de los visitantes dejan basura junto a la hoguera.

Es probable que las visitas a la zona de estudio se vean afectadas por la falta de acceso. El terreno es de difícil acceso en un coche normal y la zona está relativamente alejada para el acceso peatonal. Sin embargo, es probable que este factor cambie una vez que se desarrolle el Proyecto y se instale la nueva infraestructura. También es probable que el proyecto afecte a las visitas al aumentar el número de personas presentes en las inmediaciones de la zona de playa. El proyecto prevé la construcción de 530 unidades hoteleras y 1.132 , y es probable los usuarios de estas unidades visiten la playa.

En resumen, las observaciones de campo indican que la zona recibe pocas visitas en comparación con otros destinos de playa populares de Puerto Rico. La mayoría de los visitantes de la playa realizan diversas actividades con variaciones en la cantidad de espacio físico que ocupan. Los visitantes tienden a acceder a la zona en vehículos 4x4, cuatriciclos y ocasionalmente por agua.

4.3 Encuesta a los visitantes

El equipo de trabajo de campo del ETI realizó una encuesta entre los visitantes de la playa para conocer sus características socioculturales y sus percepciones de la zona de estudio. Las preguntas se centraron en

frecuencia y duración de la visita, actividades realizadas en el lugar, tamaño del grupo y características socioeconómicas seleccionadas. La encuesta también preguntaba a los visitantes sobre su satisfacción con el lugar.

Sólo se entrevistó a una persona por grupo. Se completaron 25 encuestas. Los resultados se utilizaron para informar parte de la evaluación de la capacidad de carga efectiva. Aunque el tamaño de la muestra es relativamente pequeño, permite hacerse una idea de los factores socioculturales actuales de la capacidad de carga. Algunas de las principales conclusiones de la :

- Todos los encuestados eran de Puerto Rico
- La actividad más practicada fue tomar el sol o bañarse en el agua (84%)
- La mayoría (84%) tenía previsto pasar más de cuatro horas en la playa
- Más de una cuarta parte de los encuestados (28%) visitaba la zona de estudio por primera vez
- El tamaño medio de los grupos era de 10 personas y la mediana de seis.
- El 72% de los participantes eligió el "ambiente familiar" como la principal razón que les gustaba de la playa
- Casi la mitad, el 44%, no identificó ninguna necesidad o problema que faltara en el lugar.
- Todos los encuestados afirmaron que la tranquilidad de esta playa era la razón por la que la visitaban

Tabla 4. Aspectos que más gustaron a los encuestados de la zona de estudio

Aspecto	#	%
Ambiente familiar	18	72.0%
Buena calidad del agua	9	36.0%
Bajos niveles de ruido	9	36.0%
Es limpio	8	32.0%
Es seguro	6	24.0%
No está abarrotado de gente	6	24.0%
Dispone de amplio aparcamiento	5	20.0%
Está rodeado de naturaleza	4	16.0%
Dispone de cómodos espacios para relajarse	4	16.0%
Tranquilo	4	16.0%
Pequeñas olas	3	12.0%
Condiciones de oleaje adecuadas	2	8.0%
Alto valor estético	1	4.0%
Privado	1	4.0%

Tenga en cuenta que los encuestados podían seleccionar varias opciones

5. Capacidad de carga de la gestión

El análisis de la capacidad de carga de la gestión examina si un lugar puede satisfacer las necesidades de los visitantes, como la disponibilidad del aparcamiento, los baños o los servicios necesarios (Shelby & Heberlein, 1986). Esta evaluación incluye diversos factores, como los planes y reglamentos de gestión pertinentes, la disponibilidad de servicios en la zona de estudio (por ejemplo, restaurantes, alquiler de kayaks o sillas de playa, etc.), el personal disponible en el lugar (por ejemplo, socorristas o policía) y las infraestructuras disponibles (por ejemplo, plazas de aparcamiento o vías de acceso) (Huamantín Cisneros et al., 2016).

5.1 Planes de gestión y normativa pertinentes

El Proyecto está localizado dentro del Área de Planificación Especial de Boquerón y está sujeto al plan de manejo de esta Área de Planificación Especial. Además, existen varios instrumentos de política pública (leyes y planes de manejo) que proveen recomendaciones generales de manejo para los recursos costeros en Cabo Rojo y dentro del área de estudio. Estos instrumentos contienen estrategias y recomendaciones que informan las condiciones deseables para el área de estudio y consideraciones para las especies que habitan el área de estudio. La inclusión de estos instrumentos en la toma de decisiones sobre el Proyecto es clave para el uso sostenible y la protección de los recursos naturales dentro y adyacentes al área de estudio.

Esta sección resume los instrumentos de política pública más relevantes. No pretende ser una lista exhaustiva de las políticas pertinentes y aplicables.

Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUTPR) (JP, 2015)

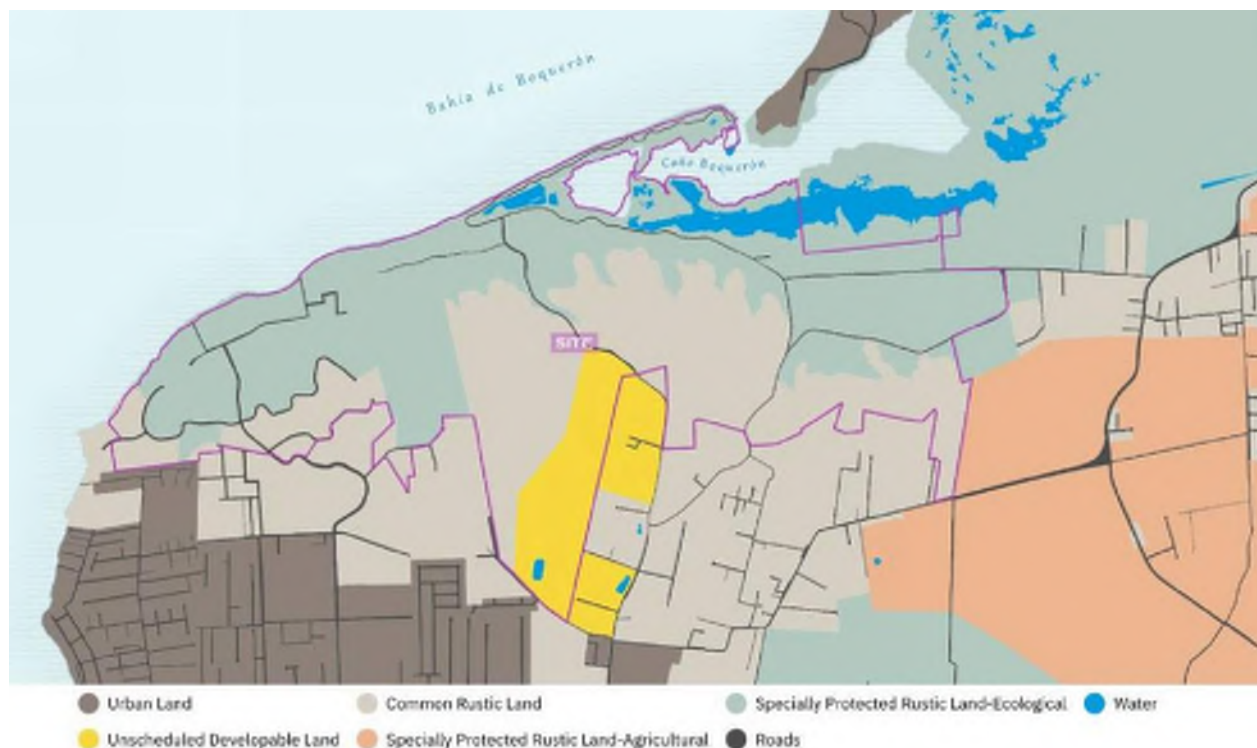
El PUTPR es el principal instrumento de planificación que rige la política pública relacionada con el uso de la tierra, el desarrollo y la conservación de los recursos naturales en Puerto Rico. Este plan fue elaborado de conformidad con las disposiciones de la Ley. Núm. 550 de 2004, según enmendada, conocida como "Ley para el Plan de Uso de Terrenos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico". El PUTPR establece los principios y metas que guían la planificación del uso de terrenos, así la clasificación de usos de terrenos para todo el territorio de Puerto Rico, incluyendo el territorio municipal de Cabo Rojo. Las clasificaciones de uso de terrenos que establece este plan son suelo urbano, suelo urbanizable, suelo rústico, suelo rústico especialmente protegido por sus valores ecológicos, agrícolas, hídricos y paisajísticos.

Las clasificaciones del suelo dentro del Proyecto incluyen:

- I Suelo Rústico Común (SRC): 38.1%
- I Suelo Rústico Especialmente Protegido - Ecológico (SREP-E): 48,6
- I Suelo Rústico Especialmente Protegido - Agrícola (SREP-A): <0,03% (1.063 m²)

- I Suelo urbano (SU): <0,2% (745 m²)
- I Suelo Urbanizable No Programado (SUNP): 7,7%.
- I Agua: 2,8
- I Carreteras: 2,7

Ilustración 7. Clasificación del uso del suelo dentro del proyecto



Plan de Ordenación Territorial del Municipio de Cabo Rojo (Municipio de Cabo Rojo, 2010)

El Municipio de Cabo Rojo desarrolló este plan de uso de terrenos en el 2010, el cual establece las clasificaciones de terrenos y los distritos de zonificación para todo su territorio. Este plan también identifica los terrenos que son aptos para desarrollo urbano en un horizonte de tiempo de 8 años a partir de la vigencia del plan, así como aquellos terrenos que no son aptos para desarrollo urbano por su valor ecológico, agrícola, hidrológico y por encontrarse en áreas susceptibles a peligros naturales.

Zona de Interés Turístico (ZTI) de Cabo Rojo (JP, 2011)

La Ley Núm. 374 del 14 de mayo de 1949, según enmendada, otorgó a la Junta de Planificación de Puerto Rico la facultad de crear zonas de interés turístico (ZTI), en colaboración con la Compañía de Turismo de Puerto Rico (CTPR). Las ZTI se establecen para identificar áreas con potencial turístico, fomentando su protección y desarrollo mediante la aplicación de la reglamentación existente sobre usos de terrenos (JP, 2023, p. 510). La Junta de Planificación de Puerto Rico define los distritos de zonificación dentro de cada una de las para armonizar los usos con los recursos turísticos del área.

La Resolución 94-007-JP-ZIT de la Junta de Planificación de Puerto Rico estableció la ZTI de Cabo Rojo el 12 de septiembre de 2011. Los distritos de zonificación dentro del área de estudio son los siguientes:

- Preservación de recursos (PR)
- Conservación de recursos (CR)
- Rural General (R-G)
- Distrito Turístico Selectivo (DTS)
- Desarrollo selectivo (DS)
- Residencial Turístico Intermedio (RT-I)
- Residencial turístico de alta densidad (RT-A)
- Agricultura general (A-G)

El Proyecto propuesto, incluyendo el área de estudio, cae dentro de la ZTI de Cabo Rojo. Esta designación reconoce la importancia turística y recreativa del área.

Mapa 5. Zonas de Interés Turístico de Puerto Rico



Fuente: Compañía de Turismo de Puerto Rico (2024).

Plan de Manejo para el Área de Planificación Especial del Suroeste, Sector Boquerón (DRNA, 2008)

Este plan define los objetivos de gestión para el Área de Planificación Especial (APE) Suroeste, Sector Boquerón, dentro del cual se ubica el Proyecto. El Plan identifica retos dentro del APE y estrategias para abordarlos. Reconoce la recreación intensa, especialmente en áreas cercanas a las reservas naturales, como una amenaza potencial a la salud de los ecosistemas. Promueve actividades recreativas que sean compatibles e incorporen las necesidades de los recursos naturales que componen el APE y las áreas protegidas. Por lo tanto, el análisis de la capacidad de carga debe favorecer un escenario recreativo que apoye una visitación de baja intensidad y bajo impacto.

Este plan identifica la Laguna Rincón (también conocida como Caño Boquerón), localizada al norte del sitio del proyecto, fue identificada como un hábitat esencial de alimentación para el manatí y como un hábitat crítico para otras especies como el pelícano pardo (*pelecanus occidentalis*). Además, el área de Peñones de Melones, ubicada dentro del sitio del proyecto, se identificó como un lugar donde podrían surgir conflictos en los usos debido a las presiones de desarrollo turístico que rodean el área (DRNA, 2008, p.38). Otros usos y actividades conflictivas descritas cerca del área de estudio en la Laguna Rincón y la Bahía Boquerón, así como en las playas Combate y Buyé, son la deforestación y quema de vegetación debido a fogatas y colocación de cabañas de acampar y el tránsito de motos acuáticas y embarcaciones a velocidades excesivas con riesgo de daños para las praderas marinas y especies de fauna silvestre, como el manatí.

A continuación se resumen las estrategias de gestión pertinentes para la zona de estudio propuestas en este plan:

- **Proyecto nº 3: Zonificar todos los espacios naturales con distritos que garanticen su protección.**
 - Este proyecto recomienda que el Municipio de Cabo Rojo, a través de su Plan de Uso de Terrenos, establezca distritos de zonificación de conservación de recursos naturales (C- R) alrededor de las cuencas hidrográficas y de iluminación de la Laguna Rincón (Caño Boquerón).
- **Proyecto nº 5: Identificación de usos y actividades incompatibles en el Área de Planificación Especial.**
 - Este proyecto consiste en la identificación de múltiples usos y actividades incompatibles en las cuencas lumínicas e hidrográficas de la Laguna Rincón (Caño Boquerón), ubicada cerca del área de estudio, y la Laguna Joyuda que deben ser evitados para el adecuado manejo de estas áreas ecológicamente sensibles.
 - Cuenca luminosa de la Laguna Joyuda y la Laguna Rincón:
 - Sistema de iluminación que afecta a la apreciación del fenómeno de la bioluminiscencia, se recomienda obstruir con viseras las linternas que estén orientadas hacia las lagunas.

- Destrucción o alteración del hábitat.
- Extracción de material de la corteza terrestre.
- Eliminación de residuos sólidos.
- Vertido de residuos líquidos, tóxicos o peligrosos.
- Actividades que pueden afectar al patrón de drenaje de los humedales.
- Deforestación y eliminación de la cubierta vegetal.
- Otras actividades que puedan evidenciarse como incompatibles con la reserva natural u otros recursos identificados en la Zona Especial de Ordenación.
- Cuenca hidrográfica de Laguna Joyuda y Laguna Rincón:
 - Actividades que pueden afectar a los patrones de escorrentía y drenaje y causar la subsiguiente sedimentación de los humedales, incluida la franja de manglares que bordea ambas lagunas.
 - Aumento del desarrollo de proyectos que pueden generar contaminantes orgánicos e hidrocarburos, afectando a la calidad de las aguas de las lagunas.
 - Extracción de material de la corteza terrestre.
 - Eliminación de residuos sólidos.
 - Vertido de residuos líquidos, tóxicos o peligrosos.
 - Prácticas agrícolas inadecuadas que pueden causar daños significativos a los recursos naturales, incluido el uso de fertilizantes y pesticidas.
 - Destrucción o perturbación del hábitat de las especies silvestres presentes en la zona (por ejemplo, tráfico de vehículos campo a través).
 - Deforestación o eliminación de la cubierta vegetal.
 - Otras actividades que puedan evidenciarse como incompatibles con la reserva natural u otros recursos identificados en la Zona Especial de Ordenación.
- **Proyecto nº 6: Desarrollo de actividades especiales de gestión en la Zona de Planificación Especial.**
 - Actividad nº 17: Eliminar el tránsito de embarcaciones y motos de agua en la Laguna Rincón, excluyendo el canal de navegación.
 - Emitir una normativa que prohíba el tránsito de embarcaciones y motos acuáticas en esta .
 - Rotular el litoral para informar al público de esta determinación.

Plan Integral de Conservación del Refugio Nacional de Vida Silvestre de Cabo Rojo (USFWS, 2011)

El Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (USFWS, por sus siglas en inglés) desarrolló el Plan Integral de Conservación (CCP, por sus siglas en inglés) para establecer acciones de manejo para el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Cabo Rojo (NWR, por sus siglas en inglés) en un lapso de 15 años, según el mandato de la Ley de Mejoramiento del Sistema Nacional de Refugios de Vida Silvestre de 1997. El esfuerzo de planificación incluyó una revisión biológica del

de la vida silvestre y el hábitat del refugio y las actividades de participación pública para determinar la mejor alternativa de manejo para el NWR de Cabo Rojo. Entre las tres alternativas de manejo evaluadas para el PCC, *la Alternativa C: Énfasis en Hábitat y Uso Público*, fue la escogida por los expertos del USFWS y el público. Esta alternativa consiste de acciones de manejo dirigidas a mejorar los recursos del refugio para el hábitat y la vida silvestre, así como aumentar los programas de servicios al visitante.

El Refugio Nacional de Vida Silvestre Cabo Rojo está localizado en la parte sur del Municipio, entre los barrios Boquerón y Llanos Costa. Este refugio fue establecido en 1974 y posee un total de 1,836 cuerdas que sirven de hábitat para 245 especies de plantas y 145 especies de aves, entre otros mamíferos como murciélagos, la mangosta india y el mono patas africano (USFWS, 2011).

El PCC establece las metas, objetivos y estrategias para el manejo de la RNC de Cabo Rojo, las metas principales son:

- Vigilar, proteger y recuperar las especies de interés para la gestión.
- Conservar, mejorar y restaurar las comunidades de plantas autóctonas y el hábitat de los humedales.
- Proteger los recursos naturales, históricos y culturales para mantener la integridad ecológica.
- Proporcionar oportunidades para un uso público apropiado y compatible.
- Proporcionar suficiente personal, voluntarios, instalaciones, equipos y fomentar las asociaciones con el fin de aplicar un programa integral de gestión de refugios.
- Comprender los impactos del cambio climático en los recursos del refugio para planificar y adaptar la gestión según sea necesario para proteger la vida silvestre y el hábitat del Cabo Rojo NWR.

Aunque ninguno de los objetivos y estrategias propuestos en el PCC pertenecen directamente al sitio del proyecto, estos deben ser tomados en consideración debido a la proximidad del proyecto propuesto al Cabo Rojo NWR.

Plan Maestro para el Manejo de Recursos Costeros de Cabo Rojo (DRNA, 2023)

Este plan propone una serie de metas, estrategias y cursos de acción (COA) enfocados en la conservación y uso sostenible de los recursos costeros en el Municipio de Cabo Rojo, incluyendo playas, humedales, manglares y otros bosques costeros, arrecifes de coral y praderas de pastos marinos, salinas, acantilados y dunas, entre otros. Como parte del proceso de planificación, se identificaron asuntos críticos relacionados con el manejo de los recursos costeros en Cabo Rojo a través de entrevistas con las partes interesadas, encuestas públicas y revisiones de literatura. La principal cuestión crítica que se identificó en todas las actividades de recopilación de datos fue la necesidad de proteger los ecosistemas costeros y marinos de la pérdida de hábitats. El plan también describe la necesidad de resolver los conflictos entre la población residente y la turística durante la temporada alta de turismo. En las zonas que concentran la mayor

cantidad de visitas turísticas, como El Combate, existen problemas relacionados con el alto tráfico vehicular, el ruido, la contaminación y la sobrecarga de la infraestructura de energía y alcantarillado, lo que afecta los servicios de los residentes de la zona (DRNA, 2023, p.16).

Los objetivos y líneas de actuación incluidos en este plan se dividen en seis áreas de interés: 1) acceso público a la ; 2) desarrollo económico local; 3) reducción de la contaminación procedente de fuentes dispersas y puntuales; 4) cambio climático y riesgos naturales; 5) aplicación y cumplimiento; y 6) educación, capacitación y colaboración. A continuación se describen las líneas de actuación propuestas en este plan que son más relevantes para la zona de estudio:

- **COA A.2.1: Equipar y crear instalaciones recreativas y turísticas con infraestructuras de apoyo que sirvan a poblaciones diversas.**
- **COA B.2.1: Completar los estudios de capacidad de carga en los recursos costeros y espacios naturales protegidos.**
 - Este COA consiste en completar estudios de capacidad de carga en los recursos costeros y áreas naturales protegidas en Cabo Rojo para establecer un balance entre la promoción de actividades recreativas y turísticas y la reducción de los impactos adversos que éstas tienen sobre estos recursos costeros ecológicamente sensibles.
- **COA D.1.2: Continuar y ampliar los programas y proyectos para la protección y restauración de los manglares localizados a lo largo de la costa de Cabo Rojo.**

Plan de acción de la cuenca hidrográfica comunitaria de Cabo Rojo para la calidad del agua y los arrecifes de coral (2018)

Este documento fue desarrollado para la Fundación Nacional de Pesca y Vida Silvestre, el Programa de Restauración de Arrecifes de Coral de la NOAA, el DRNA y el Municipio de Cabo Rojo con el fin de establecer cursos de acción para mejorar la calidad del agua y los corales. A través del proceso de planificación participativa, los interesados identificaron 16 metas para el manejo de la cuenca, entre las que se destacan las siguientes:

- Proteger los arrecifes de coral.
- Promover y practicar la reforestación.
- Evitar la alteración de las zonas naturales.
- Dirección ilícitos vertidos ilícitos (aguas residuales y aguas residuales residuales) de establecimientos y negocios en la costa de Cabo Rojo.
- Crear un plan de vigilancia para garantizar una calidad saludable del agua en las playas.

Este plan propone 11 líneas de actuación en la zona del Boquerón, de las cuales una se encuentra dentro de la zona de estudio:

- **BOQ-11 Trampas de sedimentos:** construir trampas de sedimentos para capturar la escorrentía y la tierra antes de que penetre en los manglares y las zonas protegidas.
 - Coste estimado: 80.000 dólares

- Posibles auspiciadores/socios fiscales: DRNA, Protectores de Cuencas, NOAA y Municipio de Cabo Rojo.

Plan Maestro de Acceso Público a las Costas (DRNA, 2014)

Este sirve de guía al DRNA en sus esfuerzos por asegurar el uso y conservación de los recursos naturales costeros y su coordinación efectiva con otras instituciones que tienen la responsabilidad de garantizar el acceso público a la costa de Puerto Rico. Como parte del proceso de planificación, se identificó que el acceso público a la costa de Puerto Rico está obstruido por factores físicos, visuales y psicológicos. Sin embargo, el Estado Libre Asociado de Puerto Rico tiene la responsabilidad y obligación legal de garantizar que todos los puertorriqueños, independientemente de su condición social, puedan disfrutar del acceso público a la costa. Por tal razón, se establecieron los siguientes objetivos:

- Garantizar el acceso libre, público y expedito a las costas de Puerto Rico.
- Diversificar las oportunidades de acceso para diversos segmentos de la población.
- Planificar y proporcionar infraestructuras y servicios de apoyo adecuados que faciliten el acceso físico y visual a la costa.
- Lograr el cumplimiento de la normativa vigente, así como la transparencia y la participación ciudadana en el proceso de garantizar el acceso público a la costa.
- Promover la disponibilidad de recursos fiscales y humanos para proporcionar y mantener infraestructuras y servicios.
- Abordar las necesidades que presentan los Espacios Naturales Protegidos.

Ley nº 241 de 1999, modificada, "Nueva Ley de Vida Silvestre".

El propósito principal de esta Ley es declarar propiedad de Puerto Rico todas las especies de vida silvestre nativas y migratorias en su jurisdicción, así como protegerlas, conservarlas y promoverlas. Esta ley también provee al Secretario del DRNA la facultad de adquirir, arrendar o disponer de bienes, terrenos o lagos con el propósito de establecer refugios de vida silvestre para estudiar y promover la aclimatación y propagación de especies de vida silvestre, ya sean nativas o migratorias. Además, esta ley permite la caza como actividad deportiva y otorga más poder al Secretario del DRNA para reglamentar la concesión, revocación o suspensión de licencias de caza. El establecimiento del Refugio de Vida Silvestre Iris Alameda en Boquerón se hizo a tenor con esta ley.

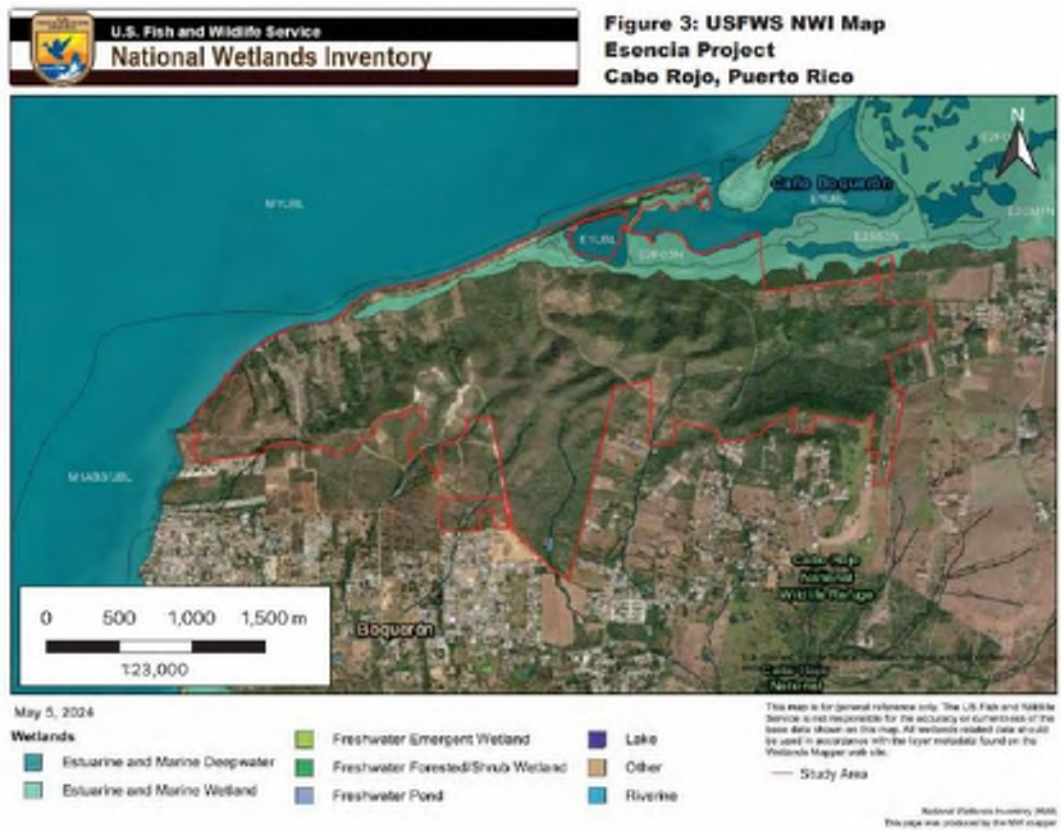
Ley No. 314 de 1998, según enmendada, "Ley de Política Pública sobre Humedales en Puerto Rico".

Esta Ley reconoce el valor ecológico de los humedales como hábitats y su importancia como recurso hídrico cuya preservación puede contribuir a la mitigación de inundaciones. Como parte de esta ley, se establece como política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico la preservación, conservación, restauración y manejo de los humedales, incluyendo pantanos y ciénagas. La definición de humedales según esta ley es:

"una zona natural o saturada por aguas superficiales o subterráneas con un intervalo y una duración suficientes para albergar y que, en circunstancias normales, alberga o albergaría vegetación típicamente adaptada a condiciones de suelo saturado, inundado o encharcado, lo que incluye humedales como pantanos, marismas, llanuras costeras (salinas y marismas), masas de agua abierta o zonas similares".

Dentro del área de estudio existen humedales, predominantemente localizados en la parte norte del sitio del proyecto cerca de la Laguna Rincón (Caño Boquerón).

Ilustración 8. Clasificación de los humedales del proyecto



Fuente: Ambienta, Inc. (2024)

5.2 Infraestructuras y servicios disponibles

La infraestructura afecta a la capacidad de un lugar para satisfacer las necesidades de los visitantes, por ejemplo, mediante la disponibilidad de aparcamientos o baños (Shelby & Heberlein, 1986). El análisis presentado en esta sección se centró principalmente en la infraestructura disponible en la actualidad debido a las limitaciones de disponibilidad de datos. La contribución de las infraestructuras a la capacidad de carga de la gestión sería diferente una vez finalizado el Proyecto, ya que éste incluye varios proyectos de infraestructuras.

Alojamiento disponible

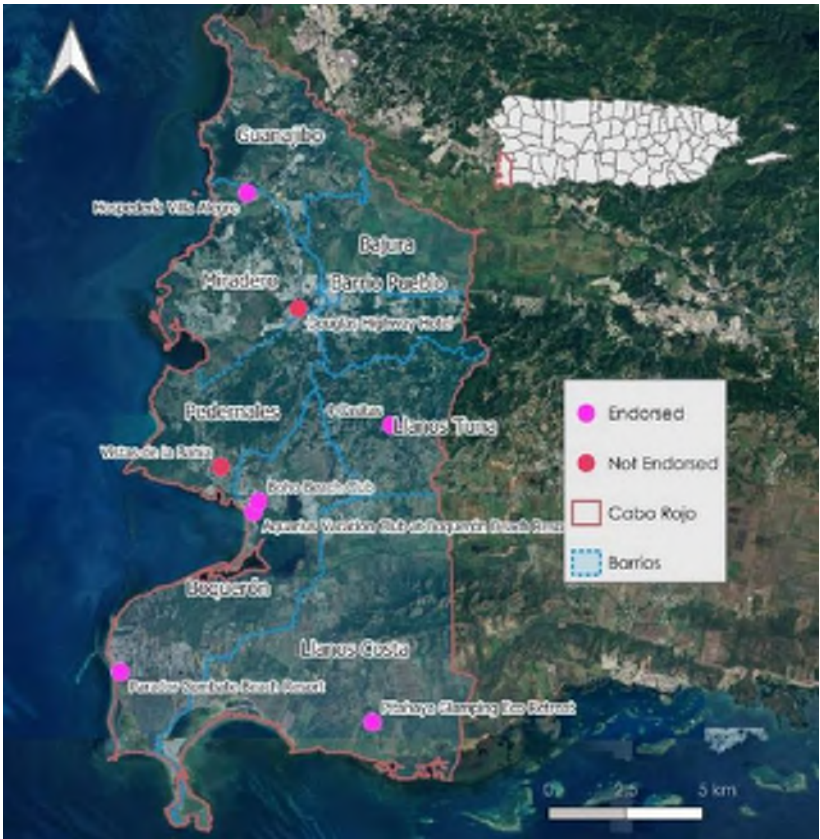
Como parte de la evaluación de la capacidad de carga de la gestión, el ETI realizó un análisis de los alojamientos disponibles en las proximidades del proyecto. Este análisis ayuda a entender el número de visitantes que pernoctan que el municipio puede soportar actualmente. El inventario hotelero en Cabo Rojo incluye siete establecimientos con un total de 313 habitaciones avaladas. Estas propiedades varían en clasificación, con dos establecimientos categorizados como "paradores", uno es un hotel, uno es un tiempo compartido, uno una opción de hospedaje alternativo, y uno una "Villa Turística." También hay otros dos establecimientos en el sector hotelero de Cabo Rojo que no están endosados por el Departamento de Turismo de Puerto Rico.

Tabla 5. Inventario de hoteles de Cabo Rojo

#	Alojamiento	Habitaciones	Categoría
1	4 Casitas	3	Alojamiento y desayuno
2	el Club Aquarius	88	Tiempo compartido
3	El Boho Beach Club	88	Hotel
4	Hospedería Villa Alegre	7 cabañas	Villa turística
5	Parador Boquemar	75	Parador
6	Parador Combate	47	Parador
7	Pitahaya Glamping ecorretiro	5 tiendas	Alojamiento alternativo

Fuente: Compañía de Turismo de Puerto Rico

Mapa 6. Ubicación de los alojamientos disponibles actualmente en Cabo Rojo



Las estadísticas hoteleras se analizaron para un periodo de seis años, entre 2018 y 2023. En Cabo Rojo, el mayor número anual de registros ocurrió en 2021, con 48,218 registros. De estas, el 71,8% eran de fuera de Puerto Rico, mientras que el 28,2% eran residentes. En 2023, el número total de registros disminuyó en comparación con 2021, con 40,893 registros, de los cuales el 65.1% eran de fuera de Puerto Rico y el 34.9% eran residentes.

En comparación con Puerto Rico, Cabo Rojo tiene tasas de ocupación mucho más bajas. Durante el período cuestión, la tasa de ocupación en Cabo Rojo promedió 39.6%, mientras que en Puerto Rico, promedió más de 60%. Sin embargo, la tasa de ocupación de Cabo Rojo se ha recuperado de la caída durante la pandemia, aumentando de 18.4% en 2020 a 42.1% en 2023. La tarifa media diaria también ha mejorado, pasando de \$130,42 en 2020 a \$150,81 en 2023.

Alquileres de corta duración

De 2019 a 2023, el número de propiedades listadas en Cabo Rojo ha aumentado, de 966 propiedades listadas en 2019 a 1,378 en 2023, para una tasa de crecimiento anual del 7.3%. El barrio Boquerón tiene la mayor concentración de alquileres a corto plazo en el , el 50,3% del total en 2023.

Ilustración 9. Alquileres de corta duración en las inmediaciones del Proyecto



Infraestructuras construidas

La infraestructura construida disponible se clasificó utilizando los niveles de clasificación cualitativa de Huamantín Cisneros et al. (2016)⁴. La infraestructura disponible actualmente es baja

⁴ Obsérvese que la clasificación de las plazas de aparcamiento se ha ajustado a la extensión territorial de la zona de estudio.

lo que es de esperar en una zona no urbanizada (Tabla 6). La zona tiene una conexión limitada a las infraestructuras de agua y electricidad y un acceso limitado por carretera (Ilustraciones 10 - 12). El desarrollo propuesto aumentaría los niveles de infraestructura disponible, contribuyendo a un aumento de la capacidad de carga de gestión de la de estudio.

Mapa 7. Servicios disponibles en las inmediaciones del Proyecto



Ilustración 10. Infraestructura eléctrica actual dentro y alrededor del Proyecto



Ilustración 11. Infraestructura actual de agua potable dentro y alrededor del Proyecto



Ilustración 12. Infraestructura viaria existente en torno al Proyecto y puntos de acceso a la zona de estudio



Tabla 6. Evaluación de las infraestructuras existentes y propuestas

Tipo de infraestructura física	Clasificación	Nivel actual	Nivel una vez construido el proyecto
Alojamientos en los alrededores	alto (>10) mediano (4-10) bajo (<4)	Alta (incluidos los alquileres a corto plazo)	alta
Comisarias de policía cercanas	alto (>3) medio (1-2) bajo (0)	medio	medio
Parques de bomberos cercanos	alto (>3) medio (1-2) bajo (0)	medio	medio
Centros sanitarios cercanos	alto (>3) medio (1-2) bajo (0)	medio	medio
Plazas de aparcamiento	alto (>50) medio (10-50) bajo (0-10)	bajo*	medio**
Baños	alto (>4) medio (2-4) bajo (0-1)	bajo	alta
Acceso a la playa	alto (>4) medio (2-4) bajo (0-1)	medio	alta

*La zona no cuenta actualmente con un aparcamiento designado, por lo que su nivel de disponibilidad actual se clasifica como bajo. Sin embargo, la gente aparca en el terreno cuando lo visita.

** Considerando sólo los aparcamientos para el público en general.

Personal y servicios disponibles

La disponibilidad de personal y servicios en las proximidades de una zona afecta a la capacidad de gestión de un lugar. El área de estudio no forma parte de ningún área natural protegida y no cuenta con administradores de terrenos designados. Como cualquier playa y zona costera de Puerto Rico, está supervisada por los guardabosques del DRNA. Las aguas costeras también son supervisadas por las Fuerzas Conjuntas de Acción Rápida de Puerto Rico (FURA). Actualmente no hay socorristas ni guardias de seguridad en el lugar, aunque esto podría cambiar una vez construido el proyecto. La zona está alejada de los comercios y no se ofrecen servicios (por ejemplo, alquiler de sillas de playa o kayaks, locales de comida) in situ.

6. Estimación de la capacidad de carga

Esta sección detalla los cálculos y resultados de la evaluación de la capacidad de carga del área de estudio y su capacidad de carga prevista una vez finalizado el Proyecto. El marco para la evaluación de la capacidad de carga utilizado en este estudio fue desarrollado por Cifuentes (1992). El marco fue rápidamente aplicado por otros múltiples investigadores como modelo de trabajo de la capacidad de carga turística de un área protegida (Castillo Galeano et al., 2023). Este método combina los flujos de visitantes, el tamaño del área, las limitaciones físicas y el espacio óptimo disponible para moverse libremente (Maryono & Krisanti, 2019). Estudios Técnicos, Inc. aplicó este método a la zona de estudio, utilizando la información de la evaluación de la capacidad de carga física presentada en el Capítulo 3 y los resultados de una encuesta realizada a 25 visitantes (véase la sección 4.3 para más detalles).

Sin embargo, aunque este método puede servir para identificar la capacidad de actual, requiere algunos ajustes para considerar plenamente el impacto del desarrollo propuesto en la zona de estudio. Por lo tanto, este método se reforzó con un metaanálisis de la capacidad de carga de una muestra de playas de todo el mundo. Este meta-análisis sirvió para medir las contribuciones de a) las plazas hoteleras y Airbnb, b) la población de la zona, c) el tamaño de la zona recreativa y la superficie total, y d) las entradas y salidas previstas de visitantes en la ciudad, que se verán afectadas por el Proyecto. Utilizando las contribuciones medidas de estos factores de otras playas, se calculó el efecto de los servicios de la urbanización en la zona de estudio y se estimó su capacidad de carga resultante.

6.1 Capacidad de carga física (CCF)

Para medir la capacidad de carga física (CCF) en el marco de Cifuentes, hay que estimarla mediante la siguiente ecuación:

$$PCC = \frac{A}{a} \times Rf$$

donde A es el área recreativa disponible, a es el escenario de densidad, y Rf es el factor de rotación, o el número de veces que una playa puede ser utilizada por un visitante típico durante su

horas de apertura. Este factor se calcula como $\frac{Beachopen()}{AveraAeVisitorStay}$. Para , se supuso que

el horario de apertura de la zona de estudio fue de 10, basándose en el horario típico de las playas puertorriqueñas. La duración media de visita se obtuvo de la Encuesta como aproximadamente 4 horas (una estimación conservadora, dado que la pregunta era abierta). Esto proporciona un factor de rotación de 2,5 para el análisis.

La estimación del escenario de densidad se hizo originalmente a través de la Encuesta, que encontró aproximadamente tres pies de distancia entre grupos (~ 1 metro cuadrado). Sin embargo, se trata de un valor atípico significativo con respecto a los estudios observados en el metaanálisis, en los que la

parámetro predominante es de 5 o 10 metros cuadrados (véase, por ejemplo, Zacarías, 2010, Diniz et. al., 2024). Las diferencias regionales pueden ser una razón para la variación; sin embargo, incluso las playas muy densas tendieron a estimar su capacidad de carga basándose en estos dos escenarios (Diniz et. al. 2024, Huamantínco et. al., 2016). Es probable que la naturaleza diversa de las actividades de playa requiera algo más que simplemente espacio para sentarse, lo que explica por qué la mayoría de los estudios prefieren una línea de base más alta. Como punto medio, se utilizó en su lugar una estimación de densidad de 4 metros cuadrados, para que la capacidad de carga estuviera más en consonancia con la bibliografía, teniendo en cuenta al mismo tiempo la diferencia regional.

Figura 1: Escenarios de densidad según Khodkar (2019, p. 58)

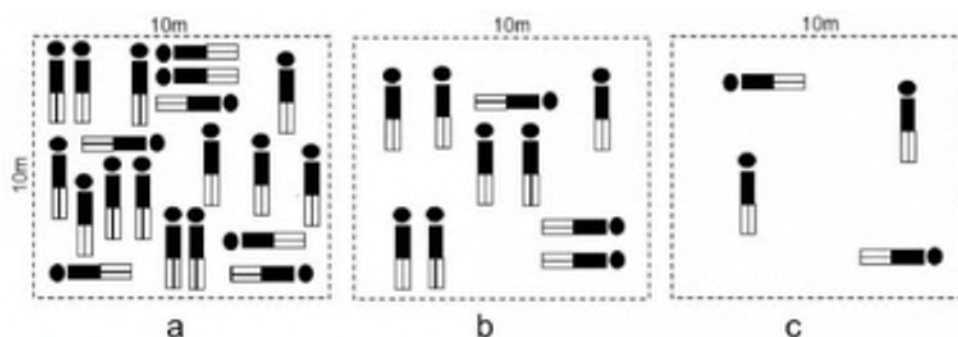


Figure 4.1 The conditions and criteria of the area occupied by the visitor (m2 per person): a) $Z/a = 20$ people/100 m², b) $Z/a = 10$ people/100 m² and c) $Z/a = 4$ people/100 m² (Huamantínco et al. 2016)

Utilizando estas estimaciones, el PCC de la zona de estudio se estimó en **8.833 visitantes al día**.

6.2 Capacidad de carga real (CCR)

Para tener en cuenta los límites máximos impuestos por las condiciones físicas de la zona, la capacidad de carga real (CCR) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$RCC = PCC \times CF_1 \times CF_2 \times CF_3 \times CF_4$$

Donde cada CF representa un factor de corrección para una determinada restricción física. Estos Los factores de corrección se calculan como $1 - \frac{M_l}{M_t}$, donde M es la magnitud límite del

y M_t es la magnitud total del factor. Los factores incluidos fueron las precipitaciones, la subida del nivel del mar, la temperatura y la erosión del suelo. Factores como la presencia de medusas están relacionados con las precipitaciones, por lo que no se realizó ninguna corrección adicional para este factor.

Precipitaciones

Según los datos de precipitación de los datos meteorológicos en línea de la NOAA, el promedio días con precipitaciones superiores a 0.2 pulgadas durante los últimos cinco (5) años en la estación de Cabo Rojo

fue de 74,8. Por lo tanto, el factor de corrección de las precipitaciones se calculó como $1 - \frac{74,8 \text{ days}}{\text{days}} = 0,795$.

Temperatura

La temperatura se asocia positivamente con las visitas a la playa (Toubes et. al., 2024). Por lo tanto, las bajas temperaturas y la estación invernal pueden influir negativamente en las visitas a la zona de estudio. Además, las altas temperaturas también pueden desanimar a los visitantes debido a los problemas de insolación y al aumento de la velocidad del viento (Sánchez et al., 2024). Según los datos meteorológicos en línea de la NOAA,⁵ el número de días con una temperatura media inferior a 75 alcanzó un máximo de 51 en los últimos

5 años, y el número máximo de días con temperaturas máximas superiores a 95

grados fue de 11 durante los últimos 5 años. El resultado es un factor de corrección de $1 - \frac{62 \text{ days}}{\text{days}} = 0.830$.

Erosión y aumento del nivel del mar

En los próximos 30 años, se espera que los efectos combinados de la erosión y la subida de 1 pie del nivel del mar pongan en peligro el 34,4% de la zona recreativa. Además, un huracán de categoría 4 puede poner en peligro hasta el 81,4% de la zona recreativa. Si se tiene en cuenta la probabilidad de que se produzca un huracán en los próximos 30 años, el resultado es un riesgo para la zona de recreo de hasta el 81,4%.

adicional $81,4\% \times 5,65\% \times \frac{(30 \text{ years})}{\text{years}} = 1,38\%$ valor esperado de superficie en riesgo .⁶ El

El porcentaje de la superficie recreativa total en riesgo es, por tanto, del 35,78%. El factor de corrección es $1 - 35,78\% = 64,22\%$.

El CCR tras aplicar estos factores se estimó en **3.748 visitantes al día**.

6.3 Capacidad de Gestión CM) y Capacidad de Carga Efectiva (CAE)

Un factor limitante adicional de la capacidad de carga es la infraestructura disponible de la playa, principal componente de la capacidad de gestión CM) de la playa. Con una MC máxima, la playa podría utilizarse en toda su extensión; sin embargo, en la práctica, muchas playas no disponen de la infraestructura necesaria para alcanzar su capacidad máxima. En la encuesta a los visitantes, una media del 68,9% de las respuestas indicaron que los componentes de la playa

⁵ No había datos de temperatura disponibles para Cabo Rojo en sí; la estación costera más cercana con datos disponibles era Ponce, que entonces se utilizó como proxy.

⁶ En los pasados 100 años, aproximadamente 5 huracanes categoría 4 o 5 han impactado Cabo Rojo. Esto arroja una probabilidad histórica de 5 huracanes importantes por siglo, que se espera que aumente en un 13% en un escenario moderado de aumento de la temperatura (Seneviratne et. al., 2021, p. 1534). La probabilidad esperada es, por tanto, del 5,65%, que luego se reescala a un marco temporal de 30 años.

infraestructura eran aceptables o buenas. Esto se tomó como factor de corrección para el MC de la playa.

Utilizando las estimaciones del CCR y la Capacidad de Gestión de la zona de estudio, su capacidad de carga efectiva se estimó en $ECC=RCC\times MC=3.748\times 68,9\%= 2.582$ **visitantes al día**.

6.4 Capacidad de carga efectiva tras el proyecto

Para evaluar el papel del desarrollo propuesto por el proyecto en la capacidad de carga de la zona de estudio, se utilizó un metaanálisis basado en la capacidad de carga de playas de todo el mundo. Para ello se utilizó una muestra de 24 playas de varios países y se estableció su capacidad de carga en función de las siguientes variables:

- Superficie ^{total7}
- Porcentaje de superficie ^{recreativa8}
- Número de visitantes extranjeros a la ciudad de la playa
- Población de la ciudad
- Número de habitaciones-noche de AirBnB y hoteles en la ciudad/mercado.

A continuación se presenta la tabla de estadísticas de regresión. La lista completa de las playas incluidas en la muestra figura en el apéndice 2.

Tabla 7: Coeficientes de regresión y estadísticas seleccionadas del metaanálisis (N= 24 playas)

Variable dependiente: Capacidad de gestión (%)			
Coeficiente		Valor	Valor P
Superficie total		2.00E-07	0.49461
% de la superficie de playa utilizada para el ocio		6.12E-01	0.00000
# Nº de visitantes a la ciudad de la playa		8.69E-07	0.28941
Ciudad Población		1.09E-07	0.00124
Número de habitaciones-noches en la ciudad de la playa (+ Hotel)		1.64E-07	0.10101
Valor R-cuadrado		0.9476	
Valor de la prueba F (H0: todos los coeficientes 0)			68.67 0.00000

En el caso de Puerto , se utilizó la siguiente información para simular las características reales y posteriores al Proyecto de la zona de estudio durante la fase de metaanálisis:

⁷ Se refiere a la superficie total del polígono, no sólo a la zona recreativa. Sirve para controlar el tamaño de la playa.
⁸ Es el % de la superficie total de la playa que abarca la zona recreativa. Se esperan variaciones entre playas de diferentes países y/o ciudades.

Tabla 8. Datos de impacto en Puerto Rico

Variable	Área de estudio (actual)	Área de estudio (Post-Desarrollo)
Superficie total	28,058	28,058
% de la superficie de la playa utilizada para Recreo	50.4%	50.4%
# N° de visitantes a la playa Ciudad ¹	33,302	72,667
Población de la ciudad ²	46,665	48,887
Número de habitaciones-noches en la Ciudad de la Playa (+ Hotel) ³	101,537	221,561

Fuentes: Estimaciones de Estudios Técnicos, Inc. (2024). ¹Estimación basada en el aumento en pernoctaciones hoteleras y AirBnB. ²Estimación basada en residencias adicionales, multiplicando por la ocupación media en las secciones censales con playas similares a las del proyecto propuesto (por ejemplo, Dorado) y el tamaño medio de los hogares de Puerto Rico. Esta estimación puede cambiar en respuesta a un desglose más detallado de la combinación de viviendas. ³Estimación realizada a partir de los datos de AirDNA para el mercado de referencia (número de días de venta reservados), y utilizando la fórmula índice medio de ocupación y número de huéspedes de las 530 habitaciones de hotel adicionales.

El impacto se estimó utilizando los valores reales y propuestos para cada una de estas variables. A partir de ahí, se llegó a la conclusión de que el proyecto aumentaría la capacidad de carga efectiva de la zona de estudio en un 6% gracias a la contribución de las habitaciones-noche y la población adicionales, y en un 8,5% adicional gracias a otras mejoras en la capacidad de gestión prevista de la zona. Utilizando estos valores de los parámetros, se espera que la capacidad de carga efectiva de la zona de estudio aumente un 15% debido al proyecto. La capacidad de acogida efectiva prevista de la zona de estudio tras el proyecto es de **2.969 visitantes al día**.

Conclusiones

Este estudio examinó la capacidad de carga turística de un segmento de playa a lo largo del Proyecto. **La** capacidad de carga efectiva actual es de **2.582 visitantes diarios**. Cuando se desarrolle el Proyecto, la capacidad de carga aumentará a **2.969 visitantes diarios**. Los principales factores que determinan la capacidad de carga son la zona recreativa disponible y las infraestructuras presentes en el lugar o en sus proximidades. La zona de recreo disponible está sujeta a los efectos de los peligros naturales, ya que la erosión, la subida del nivel del mar y otros peligros naturales disminuyen la zona de playa.

Los fenómenos climáticos y los factores ambientales limitantes también pueden impedir o modificar las pautas recreativas: por ejemplo, durante una afluencia de medusas la gente no podría meterse en el agua. En su lugar, podrían aglomerarse en la playa en mayor número o, alternativamente, optar por no ir a la playa porque el agua no es apta para el baño. Estos posibles impactos no se incluyeron en el análisis, pero se comentan cualitativamente para ilustrar la diversidad de factores que pueden afectar a la frecuentación de las playas y a su capacidad de carga.

Los visitantes observados practicaban distintas actividades en la , con diferentes requisitos de espacio físico e impacto en la capacidad de carga. Actividades como tomar el sol o relajarse se consideran de impacto relativamente bajo en la capacidad de carga, mientras que actividades como cocinar o practicar deportes pueden requerir un espacio mayor y tener un impacto significativo en la capacidad de carga (EMC, 2024). Es importante observar cómo podrían cambiar las actividades en la playa dentro de la zona de estudio una vez finalizado el Proyecto y evaluar los posibles efectos sobre la capacidad de carga y la densidad de uso.

Los factores de capacidad de acogida analizados en este estudio podrían variar una vez que el Proyecto esté operativo. El desarrollo cambiará el número de servicios disponibles, aumentando potencialmente la capacidad de atraer y gestionar más visitantes a la zona. Alternativamente, si la densidad de visitantes aumenta, puede disuadir a algunos de visitar la zona de estudio durante los días o temporadas altas, como las personas que visitan Los Pozos ahora debido a su privacidad y tranquilidad. Estos visitantes podrían preferir visitar otra playa una vez finalizado el Proyecto.

El Proyecto contempla varias modificaciones de la zona, como actividades de restauración, que no se han tenido en cuenta en esta evaluación. Estas medidas -por ejemplo, la reconstrucción de dunas- podrían afectar a la superficie física disponible para actividades recreativas. Cuando se apliquen estas medidas, podría ser útil reevaluar el tamaño de la zona disponible para actividades recreativas y si podría suponer un cambio en la capacidad de carga.

La capacidad de carga es un concepto elusivo que presenta limitaciones (Manning et al., 2002). Se basa en conceptos subjetivos como el nivel aceptable de aglomeración, ya que estas preferencias pueden variar de un grupo a otro (Shelby y Heberlein, 1986). La capacidad de carga proporciona un punto de partida para el rango del número de usuarios que puede soportar un área, pero no debe ser el único criterio que guíe la gestión del área. Cuando no se gestiona, la frecuentación de los lugares recreativos populares tiende hacia su capacidad máxima (Shelby & Heberlein, 1986).

Es importante tener en cuenta esta tendencia y comprobar periódicamente que no se pongan en peligro los recursos naturales.

La evaluación de la capacidad de acogida incorporó ciertos factores medioambientales en el análisis, pero el análisis de los efectos del número de visitas sobre los recursos naturales queda fuera del ámbito de este estudio. La jurisdicción para supervisar el cumplimiento de las normas medioambientales, la protección de los recursos naturales y la aplicación de la capacidad de acogida recae en múltiples entidades gubernamentales. El promotor del Proyecto podría apoyar la protección los recursos naturales y fomentar prácticas recreativas que minimizaran el impacto sobre los recursos naturales. Para perfeccionar la capacidad de carga y evaluar el efecto de las actividades recreativas sobre los recursos naturales, podría ser importante seleccionar indicadores de las condiciones ambientales deseables dentro de la zona de estudio y hacer un seguimiento de los cambios en dichas condiciones.

Recomendaciones

Basándonos en los resultados de este análisis y en estudios anteriores sobre la capacidad de carga (EMC, 2024; Marion, 2016; Rajan et al., 2013) proponemos una lista de recomendaciones para que el Proyecto apoye la recreación sostenible y minimice el impacto sobre los recursos naturales:

- Promover prácticas que redistribuyan a los usuarios por toda la superficie de la playa.
- Fomentar una estrecha colaboración con los gestores de las zonas naturales protegidas circundantes para promover la protección de los recursos costeros y minimizar las pérdidas de corredores verdes que conectan con las reservas.
- Instalar colectores de basura y reciclaje en toda la zona y fomentar las prácticas de "no dejar rastro" para reducir los vertidos de basura.
- Aumentar la resistencia de las instalaciones recreativas y los senderos a los impactos humanos para minimizar la erosión y las escorrentías.
- Mantener el desarrollo turístico dentro de los límites de la capacidad de carga, pero sin poner en peligro el acceso y la utilización de la zona de estudio por el público en general.
- Seguir supervisando los patrones de visitas y las actividades a lo largo del desarrollo y la aplicación del proyecto para comprender qué actividades se están llevando cabo y cómo pueden estar afectando a la capacidad de carga.
- Este estudio se ha centrado en las actividades recreativas en tierra y en el acceso terrestre a la zona de estudio. Sin embargo, las observaciones sobre el terreno sugieren que algunas personas acceden a la zona de estudio en barco. La navegación se asocia a un uso elevado de los recursos marinos y puede tener un impacto negativo en los recursos costeros circundantes. La capacidad de acogida embarcaciones, especialmente una vez que se desarrolle el proyecto, debe controlarse para evitar la masificación y el impacto medioambiental negativo.
- En consonancia con las políticas y los planes de gestión aplicables a la zona de estudio, las decisiones sobre la capacidad de carga óptima deben favorecer un escenario recreativo que favorezca las visitas de baja intensidad y bajo impacto.

Limitaciones

Los resultados presentados en este estudio están sujetos a varias limitaciones. El estudio se realizó en verano, estación en la que tradicionalmente se registra la mayor afluencia a las playas. Las pautas de ocio pueden variar durante el resto del año. El desarrollo propuesto también puede afectar a los futuros patrones de visitas y actividades en la zona, lo que se traduce en diferentes consideraciones sobre la capacidad de carga. Los factores climáticos también pueden afectar a la capacidad de carga en el futuro. Los riesgos costeros pueden reducir la superficie disponible para actividades recreativas y disminuir la capacidad de carga. Del mismo modo, un aumento de las temperaturas puede modificar las pautas de frecuentación.

Por lo tanto, los rangos de capacidad de carga presentados en el estudio deben interpretarse como una guía para promover el disfrute sostenible y equilibrado de los recursos costeros, más que como un número fijo de usuarios diarios aceptables. La capacidad de carga es un concepto dinámico que puede verse afectado por factores imprevistos (Cooper et al., 2008). En caso de que cambien las condiciones ambientales, sociales, de gestión o físicas de la zona de estudio, se recomienda revisar la evaluación de la capacidad de carga.

Referencias

- Ambienta Inc. (2024). Estudio Descriptivo de Flora y Fauna Terrestre Esencia, Cabo Rojo, PR.
- Ambienta Inc. (2024a). Estudio de delimitación y determinación jurisdiccional de humedales. Proyecto Esencia, Cabo Rojo.
- Barreto, M., Castro, A., Cabrera, N., Díaz, E., Pérez, K., López, M., Santiago, L., Méndez, R., (2020). El estado de las playas de Puerto Rico Post Maria. (HMGP) FEMA-433-DR- PR Subgrantee Number 4339-0007P
- Charles, G., Dominique, P. y Frederique, A. (2018). Social carrying capacity assessment from questionnaire and counts survey: Insights for recreational settings management in coastal areas. *Marine Policy*, 98, 146-157. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.08.016>
- Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático(CEACC). (2024). Borrador del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático en Puerto Rico. Gobierno de Puerto Rico
- Cooper, C., Fletcher, J., Fyall, A., Gilbert, D. & Wanhill, S. (2008) *Turismo: Principles and Practice*. Prentice Hall.
- De Ruyck, A.M., Soares, A.G., & McLachlan, A. (1997). Social carrying capacity as a management for sandy beaches. *Journal of Coastal Research*, 13(3), 822-830.
- Díaz, E., Terando, A., Gould, W., Bowden, J., Chardón, P., Jury, M., Meléndez, M., y Morell, J. (2022). Grupo de Trabajo 1: Conocimientos científicos geofísicos y químicos. Informe del Estado del Clima. Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico. Díaz, E. González, M., y Terando, A. [Eds.].
- DNER. (2023). *Plan Maestro para el Manejo de Recursos Costeros de Cabo Rojo*
- DNER. (2008). *Plan de Manejo para el Área de Planificación Especial del Suroeste, Sector Boquerón*.
- DRD. (2020). Plan Estatal Integral de Recreación al Aire Libre para Puerto Rico: 2020- 2025. <https://docs.pr.gov/files/DRD/Propuestas/Final-SCORP-2020-2025.pdf>
- Environmental Mapping Consultants, LLC (EMC). (2024). Evaluación de áreas costeras de alta demanda para uso recreativo al aire libre en la zona costera de Puerto Rico. Oficina de Manejo de la Zona Costera y Cambio Climático del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico.
- Estudios Técnicos, Inc. (2024). Evaluación de Justicia Ambiental para el Proyecto.

- Estudios Técnicos, Inc. (2022). Estudio sobre la valorización de playas de Puerto Rico: Informe final.
- Orden ejecutiva OE-2023-009. (2023). Orden Ejecutiva del Gobernador de Puerto Rico, Hon. Pedro R. Pierluisi, para Declarar una Emergencia como Consecuencia de los Efectos de la Erosión Costera en la Isla e Implementar Medidas de Prevención, Mitigación, Adaptación y Resiliencia; y Otros Asuntos Relacionados.
- García Hernández, M., de la Calle Vaquero, M., & García, M. D. C. M. (2011). Capacidad de carga turística y espacios patrimoniales: aproximación a la estimación de la capacidad de carga del conjunto arqueológico de Carmona (Sevilla, España). *BAGE: Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 57, 219-242
- Huamantínco Cisneros, M.A., Revollo Sarmiento, N., Delrieux, C., Piccolo, M.C. & Perillo, G. (2016). Evaluación de la capacidad de carga de playas mediante herramientas de procesamiento de imágenes para la gestión costera. *Ocean & Coastal Management*, 130, 138-147. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.06.010>
- Junta de Planificación. (16 de junio de 2023). Reglamento conjunto para la evaluación y expedición de permisos relacionados al desarrollo, uso de terrenos y operación de negocios.
- Kennell, J. (2016). La capacidad de carga. En: Jafari, J., Xiao, H. (eds) *Encyclopedia of Tourism*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-01384-8_24
- Khodkar, G. (2019). Evaluación de la capacidad de carga de las playas: estudio de caso para el uso sostenible de las playas de Kusadasi. <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/44077>
- Manning, R., Wang, B., Valliere, W., Lawson, S., & Newman, P. (2002). Research to Estimate and Manage Carrying Capacity of a Tourist Attraction: A Study of Alcatraz Island. *Revista de Sostenible Tourism*, 10(5), 388-404. <https://doi.org/10.1080/09669580208667175>
- Manning, R. (2012). Capacidad de carga de los parques y áreas recreativas forestales relacionadas. Universidad de Vermont.
- Marion, J. (2016). A review and synthesis of recreation ecology research supporting carrying capacity and visitor use management decision-making. *Revista of Forestry*, 114 (3), 339-351 <https://doi.org/10.5849/jof.15-062>
- Servicio de parques nacionales (NPS). (2019). Respuesta de las playas a las tormentas. <https://www.nps.gov/subjects/geology/beach-response-to-storms.htm>
- Nibbs, F. (2024). La putrefacción del sargazo está asfixiando las playas de arena blanca del Caribe, alimentando una crisis económica y de salud pública. Universidad de Maryland, Condado de Baltimore <https://umbc.edu/stories/rotting-sargassum-in-caribbean/>

- NOAA. (2023). Predicciones de mareas de la NOAA, Joyuda, 2023. Recuperado el 1^o de agosto de 2024 de <https://tidesandcurrents.noaa.gov/noaatideannual.html?id=9759183>
- Pereira Da Silva, C. (2002). Evaluación de la capacidad de carga de las playas: ¿Qué importancia ? Revista de Coastal Research, 36(36). <http://dx.doi.org/10.2112/1551-5036-36.sp1.190>
- Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico (PRCCC). (2022). Estado del clima de Puerto Rico 2014-2021: Evaluando las vulnerabilidades socio-ecológicas de Puerto Rico en un clima cambiante. Programa de Manejo de la Zona Costera de Puerto Rico, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Oficina de Manejo de Recursos Oceánicos y Costeros de la NOAA. San Juan, PR.
- Junta de Planificación de Puerto Rico. (2024). Informe Económico 2023 al Gobernador y a la Asamblea Legislativa. <https://jp.pr.gov/wp-content/uploads/2024/07/IEG2023-OCE-SA-2024-08598.pdf>
- Compañía de Turismo de Puerto Rico. (2024). Zonas de Interés Turístico. <https://tourism.pr.gov/zti/?lang=es>
- Rajan, B., Varghese, V.M., & Pradeepkumar, A.P. (2013). Beach carrying capacity analysis for sustainable tourism development in the southwest coast of India. Environmental Research Engineering and Management, 63 (1). <http://dx.doi.org/10.5755/j01.erem.63.1.2648>
- Teleonce. (2024, 19 de julio). Bañistas reportan cientos de aguavivas en Boquerón y playas de Cabo Rojo. <https://teleonce.com/noticias/locales/banistas-reportan-cientos-de-aguavivas-en-boqueron-y-playas-de-cabo-rojo/>
- Terando, A. (2017). Developing multi-model ensemble projections of ecologically relevant climate variables for Puerto Rico and the US Caribbean (Southeast Climate Adaptation Science Center Final Project Memorandum No. 557-271). Servicio Geológico de los Estados Unidos. <https://pubs.usgs.gov/publication/70191915>
- Sánchez-Sánchez, M.D., De-Pablos-Heredero, C., Montes-Botella, J.L. (2024). Efectos directos y moderadores de COVID-19 sobre la satisfacción del turista cultural. European Research on Management and Business Economics, 30(1), <https://doi.org/10.1016/j.iemeen.2023.100238>
- Santos, P.L.A., Brilha, J. (2023). A review on tourism carrying capacity assessment and a proposal for its application on geological sites. Geoheritage 15, 47. <https://doi.org/10.1007/s12371-023-00810-3>
- Schuh, B., Derszniak-Noirjean, M., Gaugitsch, R., Sedlacek, S., ..., & Novak, M. (2020). Metodología de la capacidad de carga para el turismo: Methodology handbook. ESPON.

- Shelby, B. & Heberlein, T. (1986). Carrying capacity in recreation settings. Oregon State University Press, Corvallis, Oregón.
- Stankey, G., Cole, D., Lucas, R., Petersen, M. & Frissel, S. (1985). The Limits of Acceptable Change (LAC) System for Wilderness Planning. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. Intermountain Forest and Range Experiment Station. Obtenido de https://www.fs.usda.gov/rm/pubs_series/int/gtr/int_gtr176.pdf
- Sweet, W.V., B.D. Hamlington, R.E. Kopp, C.P. Weaver, P.L. Barnard, D. Bekaert, W. Brooks, M. Craghan, G. Dusek, T. Frederikse, G. Garner, A.S. Genz, J.P. Krasting, E. Larour, D. Marcy, J.J. Marra, J. Obeysekera, M. Osler, M. Pendleton, D. Roman, L. Schmied, W. Veatch, K.D. White y C. Zuzak. (2022). Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States: Updated Mean Projections and Extreme Water Level Probabilities Along U.S. Coastlines. Informe técnico NOAA NOS 01. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, Silver Spring, MD, 111 pp. <https://oceanservice.noaa.gov/hazards/sealevelrise/noaa-nostechrpt01-global-regional-SLR-scenarios-US.pdf>
- Toubes, D.R., Araújo Vila, N., Cardoso, L., & Lima Santos, L. (2024). Weather-driven fluctuations in daily beach tourism: insights from coastal destination dynamics in Spain. *Geojournal of Tourism and Geosites*, 53(2), 706-712. <https://doi.org/10.30892/gtg.53234-1246>
- Villamil, J. (2019). Hacia una estrategia para el turismo en Puerto . Documentos ocasionales, 12.

Apéndices

Apéndice 1. Origen de los visitantes de la zona de estudio

Este apéndice presenta la información detallada sobre el municipio de origen de los visitantes residentes en Puerto Rico de la zona de estudio, resumida en 4.1.

Tabla 9. Municipio de origen de los visitantes de la zona de estudio procedentes de Puerto Rico

Origen de los visitantes del área de estudio procedentes de Puerto Rico, por municipios	%
Aguada	0.2%
Aguadilla	0.9%
Aguas Buenas	0.8%
Aibonito	1.3%
Añasco	0.7%
Arecibo	1.4%
Barranquitas	2.2%
Bayamón	3.9%
Cabo Rojo	18.5%
Caguas	4.4%
Camuy	0.2%
Canóvanas	0.3%
Carolina	2.0%
Cataño	0.1%
Cayey	3.1%
Ceiba	0.1%
Cidra	2.1%
Coamo	0.6%
Corozal	0.9%
Dorado	1.2%
Florida	0.1%
Guánica	0.4%
Guayama	0.6%
Guayanilla	0.1%
Guaynabo	3.2%
Gurabo	1.9%
Hatillo	0.8%
Hormigueros	2.1%

Origen de los visitantes del área de estudio procedentes de Puerto Rico, por municipios	%
Humacao	0.6%
Isabela	1.6%
Jayuya	0.2%
Juana Díaz	1.3%
Juncos	1.8%
Lajas	4.5%
Lares	0.4%
Las Marías	0.1%
Las Piedras	0.7%
Manatí	0.4%
Mayagüez	3.4%
Moca	0.2%
Morovis	0.1%
Naranjito	1.4%
Orocovis	1.7%
Peñuelas	0.2%
Ponce	2.1%
Quebradillas	1.0%
Rincón	0.2%
Río Grande	0.8%
Sabana Grande	0.7%
Salinas	0.2%
San Germán	2.1%
San Juan	5.5%
San Lorenzo	0.5%
San Sebastián	0.7%
Santa Isabel	0.6%
Toa Alta	5.5%
Toa Baja	3.2%
Trujillo Alto	1.1%
Utuado	0.3%
Vega Alta	0.6%
Vega Baja	2.0%
Villalba	0.1%
Yabucoa	0.1%
Yauco	0.4%

Fuente: Desarrollado por ETI (2024)

Apéndice 2. Estudios utilizados para el metanálisis

Este apéndice contiene la lista de estudios utilizados para el metaanálisis, presentado en el capítulo 6.

Nombre de la playa	Cita del estudio	Información anual Tomado
Guandixiba	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches . Ocean & Coastal Management, 249(1), 107022	2024
Grussaí	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches . Ocean & Coastal Management, 249(1), 107022	2024
Farol de São Thomé	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches . Ocean & Coastal Management, 249(1), 107022	2024
Sereia	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches . Ocean & Coastal Management, 249(1), 107022	2024
Morro	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches . Ocean & Coastal Management, 249(1), 107022	2024
Costa Azul	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches . Ocean & Coastal Management, 249(1), 107022	2024
João Fernandes	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches . Ocean & Coastal Management, 249(1), 107022	2024
Peró	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches . Ocean & Coastal Management, 249(1), 107022	2024

Nombre de la playa	Cita del estudio	Año Información tomada
Praia Grande	Diniz, L. L., Mota, P., Baudson, A., Lopes, L., da Costa, I. D., Mendes, C. A. M., & Rosental, I. (2024). Evaluation of tourist carrying capacity to support recreational beaches . Ocean & Coastal Management, 249(1), 107022	2024
Playa de Faro	Augusta, D. (2010). Tourism Carrying Capacity Assessment as a Tool to Support Coastal Management: A Pilot Survey at Two Mass Tourism Beaches [Tesis].	2010
Praia do Tofo	Augusta, D. (2010). Tourism Carrying Capacity Assessment as a Tool to Support Coastal Management: A Pilot Survey at Two Mass Tourism Beaches [Tesis].	2010
Playa de Tanjung Bira	Maryono, H. E., & Krisanti, M. (2019). Capacidad de carga turística para apoyar la gestión de playas en Tanjung Bira, Indonesia. Jurnal Segara, 15(2), 119-126.	2019
Looc Pebble Beach	Abis, R., Y., Odtojan, M. M., Balutan, R. N. L., & Caitum, J. C. (2023). Carrying Capacity Assessment of Looc Pebble Beach in Surigao City, Towards Its Sustainability. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 23(3), 76-84.	2023
Manglar de Clungup Conservación	Dharma, A., Yulianda, F., & Yulianto, G. (2021). Sustainability and Carrying Capacity of Coastal Ecotourism in the Clungup Mangrove Conservation, Malang District, East Java. Economic and Social of Fisheries and Marine Journal, 8(2), 196-210.	2020
Playa de Ungapan	Insani, N., Aryani, Y., Arachman, F. R., & Wibowo, D. A. (2019). Estimaciones de la capacidad de carga para apoyar la gestión costera del turismo en Ungapan Beach Indonesia. IOP Conf Series: Earth and Environmental Science, 485, 012036.	2019
Chilakkur	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. Investigación, Ingeniería y Gestión Medioambientales, 1(63), 67-73.	2013
Enikkal	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. Investigación, Ingeniería y Gestión Medioambientales, 1(63), 67-73.	2013
Papanasam	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. Investigación, Ingeniería y Gestión Medioambientales, 1(63), 67-73.	2013
Arena negra	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. Investigación, Ingeniería y Gestión Medioambientales, 1(63), 67-73.	2013
Thiruvambadi	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Análisis de la capacidad de carga de las playas para un turismo sostenible Desarrollo en la costa suroeste de la India.	2013

Nombre de la playa	Cita del estudio	Año Información tomada
	Investigación, ingeniería y gestión medioambientales, 1(63), 67-73.	
Odayam	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. Investigación, Ingeniería y Gestión Medioambientales, 1(63), 67-73.	2013
Manthara	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. Investigación, Ingeniería y Gestión Medioambientales, 1(63), 67-73.	2013
Vettakada	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. Investigación, Ingeniería y Gestión Medioambientales, 1(63), 67-73.	2013
Kappil	Rajan, B., Varghese, V. M., & Pradeepkumar, A. P. (2013). Beach Carrying Capacity Analysis for Sustainable Tourism Development in the Southwest Coast of India. Investigación, ingeniería y gestión medioambientales, 1(63), 67-73.	2013

ANEJOS DECLARACIÓN IMPACTO AMBIENTAL
ESENCIA, BOQUERÓN, CABO ROJO

Anejo 21
NOVIEMBRE 2025



Technical Memorandum

COSTAL DUNE VEGETATION ASSESSMENT AND CHARACTERIZATION ESENCIA DEVELOPMENT PROJECT-CABO ROJO, PUERTO RICO

To: Sofía Saragoza – Project Manager - Álvarez-Díaz & Villalon
From: Walter E. Soler-Figueroa
Date: November 19, 2024

INTRODUCTION:

This technical memorandum presents the findings of a Coastal Dune Vegetation Assessment and Characterization performed at the Esencia Project site. The primary objective of this assessment is to acquire comprehensive data on the vegetative composition of the coastal dune system, providing crucial insights into the structure and health of this natural feature.

The data collected will be instrumental in supporting the Project's engineering and architectural teams by identifying specific actions required to enhance dune stability and its function as a coastal barrier, which plays a vital role in protecting inland areas from storm surges, erosion, and other coastal hazards.

The information obtained through this assessment will inform strategic decision-making regarding restoration and management efforts. These efforts will focus on strengthening the dune's resilience to environmental stresses, such as rising sea levels and increased storm activity, while concurrently working to restore and enhance native plant communities that contribute to the overall ecological health of the system. The planification and restoration of native habitats will promote biodiversity and improve the dune's natural ability to function as a dynamic and resilient barrier against coastal erosion.

Field tasks for the Coastal Dune Characterization were conducted in April 2024, following a systematic approach to ensure thorough data collection. These tasks included the establishment of 22 monitoring transects across the Esencia beaches, which comprise approximately 3.7 kilometers (2.3 miles) of land, designed to capture a representative sample of the vegetation composition at different points along the dunes.

The transects provided key information on species diversity, plant coverage, and dune morphology, all of which are essential for understanding the current condition of the dunes and guiding future management and restoration actions. This vegetation assessment and coastal dune characterization will serve as the cornerstone for sustainable, long-term, nature-based restoration efforts. These efforts will aim to not only enhance the physical stability of the dunes but also restore and strengthen their ecological functions as critical coastal habitats, supporting biodiversity and protecting the shoreline from erosion and environmental stressors.

METHODOLOGY:

The assessment and characterization of the coastal dune vegetation was conducted over a 3.7-kilometer (2.3 miles) stretch of land using 2-meter-wide sampling transects. The length of each transect was adjusted based on the dune width at the specific location, ensuring that all sections of the dune were represented. In total, 22 sampling transects were established across the Esencia beaches to assess and document the vegetation composition of the coastal dunes.

The selection of transect locations followed criteria derived from GIS analysis and field verification, where dune widths and vegetation structures were examined to capture a representative cross-section of the various conditions present in the dunes.

Transect Location Criteria: To provide a comprehensive analysis, transects were established in locations where dunes were adjacent to or impacted by various environmental and anthropogenic factors, including:

- Trails and roads
- Developed lots (both fenced and unfenced)
- Natural areas
- Wetlands, including mud flats, salt flats, and mangroves
- Areas subject to intensive recreational use
- Sites impacted by illegal off-roading activities

The transects began at the beach shore and extended inland, crossing the dune and extending an additional 5 meters beyond the inland limit of the dune to account for possible transitions in vegetation.

Tree Inventory and Data Collection: Within each transect, all canopy trees with a diameter at breast height (DBH) greater than 10 centimeters inches [$DBH \geq 10\text{cm}$ (4")] were identified by species. For each of these trees, key metrics were collected, including:

- DBH measurements
- Tree height
- Overall tree condition

These metrics are crucial for evaluating the structural integrity of the coastal dune's canopy layer and for understanding species composition, tree vigor, and the potential stress factors affecting dune vegetation. This information helps assess the ecological health of the dune system and informs management strategies.

Vegetation Monitoring Plots: Three monitoring plots, each measuring 2 meters by 2 meters, were established at strategic points along each transect. These were positioned at:

1. The beach face (beginning of the dune)
2. The center of the dune
3. The backside near the end of the transect

In each of these plots, all present vegetation species were recorded, and an estimate of their aerial coverage dominance percentage was made. This provided insight into the distribution and dominance of vegetation types across different sections of the dune. Each plot was also documented with photographic evidence to ensure accuracy and traceability.

Data Analysis and Vegetation Classification: Once the field data was collected, it was subjected to a detailed analysis. The analysis was supplemented by an extensive literature review to contextualize the findings. For the purpose of the coastal dune characterization, vegetation was categorized into two main groups:

1. **Desirable species:** Consisting primarily of native plants that contribute positively to dune stabilization and ecological balance.
2. **Invasive species:** Fast-growing exotic vegetation that may threaten the natural ecosystem by displacing native flora.

Species such as *Neltuma juliflora* and *Thespesia populnea* have been categorized as invasive based on findings in the scientific literature. However, it is important to recognize that there is ongoing debate regarding their origin in the Caribbean. This distinction is particularly significant, as it directly impacts dune management and restoration strategies. A precise understanding of their classification, whether native or exotic, is critical for implementing appropriate habitat restoration measures that support the long-term sustainability of coastal dunes. Regardless of their origin, both species exhibit characteristics that qualify them as invasive, including aggressive growth and competition with native dune flora, which can alter ecosystem dynamics.

This classification status indicates that both *Neltuma juliflora* and *Thespesia populnea* require active control and management to enhance the overall resilience of sand dune ecosystems. Their invasive characteristics, such as aggressive growth and competition with native vegetation, can undermine the stability and biodiversity of dune habitats. Effective management strategies, including removal or containment, are essential to mitigate their ecological impact and promote the long-term sustainability of these critical coastal systems.

This methodology ensures that the data collected provides a robust and comprehensive understanding of the current state of the coastal dune vegetation, supporting the development of effective conservation and restoration efforts in these sensitive environments.

RESULTS:

The survey conducted across 22 transects yielded valuable insights into the canopy structure and species composition of the coastal dune ecosystem. Among these transects, canopy tree species with a diameter at breast height (DBH) greater than 10 cm (approximately 4 inches) were recorded in 18 transects, indicating that roughly 82% of the surveyed areas support substantial tree growth. Conversely, four transects did not meet this criterion, highlighting variability in tree size and density across the dune system.

A total of nine distinct canopy tree species with a DBH exceeding 10 cm were identified during the survey. Notably, four of these species, including *Cocos nucifera* (coconut), *Neltuma juliflora* (janzen), *Pithecellobium dulce* (manila tamarind), and *Thespesia populnea* (portia tree), are categorized as invasive. This group constitutes approximately 44% of the documented canopy species, underscoring a significant challenge for the ecological integrity of the dunes. The presence of these invasive species raises concerns about their competitive advantages, which can lead to the displacement of native flora, alterations in habitat structure, and destabilization of dune systems.

Invasive canopy species were found in 17 out of the 18 transects where canopy trees were present, representing around 94% of these areas. Alarming, invasive species accounted for at least 50% of the total aerial canopy coverage in 16 of these transects. This data reflects a considerable dominance of invasive species throughout the majority of the dune system, posing a serious ecological threat. The implications of this dominance extend beyond mere species replacement; invasive species can significantly impact native biodiversity, disrupt ecological interactions, and compromise the overall stability of the dune ecosystem.

Among the 22 transects surveyed, 11 showed invasive species dominance exceeding 50%. These invasive species encompassed various vegetation types, including herbaceous plants, runners, shrubs, and trees, collectively contributing to the disruption of the natural plant community and the ecological balance of the coastal dune system.

The comprehensive data collected from each transect encompass several key metrics:

- **Canopy Composition:** Identification of tree species with a DBH greater than 10 cm, including detailed measurements of DBH, heights, and overall conditions.
- **Invasive Species Coverage:** Systematic documentation of invasive species presence, including the percentage of aerial coverage across different vegetation types, such as herbaceous plants, shrubs, and trees.
- **Native Species Distribution:** A thorough record of native species presence and their percentage contributions to the overall vegetation composition within the transects.
- **Vegetation Structure:** An assessment of the vertical and horizontal structural arrangement of vegetation, illustrating the spatial distribution and layering of both native and invasive species.

This detailed vegetation profile will serve as a critical foundation for developing targeted management and restoration plans aimed at controlling invasive species, enhancing native biodiversity, and improving the overall resilience of the coastal dune system. Further insights and visual documentation supporting these findings are presented in **Appendix A**.

The ecological contrast between the eastern and western sections of the Esencia Project site provides valuable insights into the dynamics of coastal dune systems and highlights the multifaceted challenges of managing these sensitive habitats. The healthier eastern section underscores the importance of natural protective features, such as adjacent mangrove ecosystems, in fostering dune resilience. Mangroves not only shield dunes from direct physical impacts such as storm surges and high winds but also create hydrological conditions that promote soil stability and the establishment of vegetation adapted to saline and dynamic environments. Additionally, the limited human interference in this area allows natural ecological processes, such as seed dispersal, recruitment, and succession, to occur without disruption, further enhancing the system's ability to resist invasive species colonization.

Conversely, the degraded condition of the western section reflects the profound impact of human activities on dune ecosystems. Human-induced disturbances, such as soil compaction from foot traffic and off-road vehicles, compromise the physical structure of the dunes, reducing their capacity to retain sand and support vegetation. This disturbance not only accelerates erosion but also disrupts the native seed bank, allowing opportunistic invasive species to establish and dominate. Invasive plants, often characterized by rapid growth and high tolerance to disturbed conditions, can outcompete native species for resources such as light, water, and nutrients. Over time, this leads to a monoculture-like environment, further destabilizing the ecosystem and reducing biodiversity.

The degradation of the western section also diminishes the dune's capacity to serve as a critical barrier against coastal hazards, such as storm surges and sea-level rise. Healthy dunes provide ecosystem services that include protecting inland areas from flooding, supporting biodiversity, and serving as habitats for specialized fauna, including endangered species. The loss of these functions due to invasive species proliferation and habitat disturbance has broader implications for the sustainability of the entire coastal landscape.

A holistic management approach is essential to address these challenges. First, invasive species control must be prioritized, using a combination of manual removal, mechanical methods, and environmentally safe chemical treatments where appropriate. Restoring native vegetation through reseedling and planting of species well-suited to local conditions can help re-establish ecological balance. Additionally, implementing protective measures, such as designated pathways to channel human activity away from vulnerable areas, fencing to limit off-road vehicle access, and educational programs to raise public awareness, can reduce the impact of anthropogenic disturbances.

Furthermore, long-term monitoring is critical to evaluate the effectiveness of these interventions and adapt management strategies as needed. This includes regular assessments of vegetation composition, invasive species coverage, soil stability, and erosion rates. Incorporating adaptive management ensures that strategies remain effective in the face of changing environmental conditions, such as increased storm activity or shifts in sea level.

Ultimately, the comparative health of the eastern and western dune systems highlights the interconnectedness of ecological, physical, and anthropogenic factors in determining the resilience of coastal habitats. By addressing the root causes of degradation and implementing proactive restoration and protection measures, coastal dune systems can be restored to support ecological resilience.

The following section presents the results of the assessment by each characterized transect:

Results by Transect:

Transect 1: 32 meters in length.

- **Canopy composition:** A total of three canopy tree specimens were documented, all of which were invasive species, consisting of one *Thespesia populnea* and two *Neltuma juliflora* individuals. The canopy is partially open, allowing light penetration to the understory, which is mostly covered by the invasive herbaceous species *Megathyrsus maximus*, accounting for 100% of the understory vegetation.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 0-2 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* and *Thespesia populnea* (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (50% invasive species coverage); 50% bare ground with exposed soil and limited vegetation litter.
 - Quadrant 2 (in transect location 13-15 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* and *Neltuma juliflora* (100% invasive species coverage).
 - Understory: 100% bare ground with exposed soil and limited vegetation litter.
 - Quadrant 3 (in transect location 30-32 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *N. juliflora* (95% invasive species coverage).
 - Understory composition: *M. maximus* (80% invasive species coverage), trail exposed soil.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - No *native* or desirable species (0% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - No *native* or desirable species (0% desirable species coverage)
 - Quadrant 3:
 - *Randia aculeata* (5% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** Even though gathered information on the three quadrants suggest the contrary, this transect is characterized by an open canopy with heights ranging from 20 to 30 feet (6-10 meters), consisting of scattered invasive shrub and tree species. The understory is dominated by invasive vegetation, bare ground with limited amount of vegetation litter and exposed soils, further emphasizing the need for active management to prevent the continued spread of these species, dune erosion, and to preserve the ecological balance of the dune system.

Transect 2: 15 meters in length.

- **Canopy composition:** Three canopy tree specimens of the invasive species *Thespesia populnea* were documented. The majority of the transect lacks understory vegetation; however, in areas where understory vegetation is present, it is exclusively dominated by the invasive herbaceous species *Megathyrsus maximus*, comprising 100% of the observed understory vegetation.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 2-4 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* (85% invasive species coverage).
 - Understory composition: Lacks understory vegetation, ground cover with rocks.
 - Quadrant 2 (in transect location 6-8 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (10% invasive species coverage).
 - Quadrant 3 (in transect location 11-13 Meters):
 - No Canopy & shrub composition or Understory composition. this quadrant is located on a dirt road.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - No native or desirable species (0% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - No native or desirable species (0% desirable species coverage)
 - Quadrant 3:
 - No native or desirable species (0% desirable species coverage)
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with heights ranging from 15 to 20 feet (4 to 6 meters), comprised of scattered invasive shrub and tree species. The sparse understory is entirely dominated by invasive vegetation, highlighting the urgent need for active management to prevent further spread and to preserve the ecological balance of the dune system. Additionally, the terminus of this transect shows visible impacts from a dirt road.

Transect 3: 36 meters in length.

- **Canopy composition:** A total of five canopy tree specimens were documented, including four specimens of the invasive species *Thespesia populnea* and one specimen of the native species *Coccoloba uvifera*. The canopy is partially open, allowing light to penetrate the understory, which is entirely covered by the invasive herbaceous species *Megathyrsus maximus*, accounting for 100% of the understory vegetation.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 2-4 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (2% invasive species coverage).
 - Quadrant 2 (in transect location 17-19 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species canopy coverage.
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (100% invasive species coverage).
 - Quadrant 3 (in transect location 30-32 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species coverage.
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (100% invasive species coverage).
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - No native or desirable species (0% canopy or understory coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Coccoloba uvifera* (85% desirable species coverage).
 - *Lantana camara* var. *camara* (5% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Coccoloba uvifera* (30% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with heights ranging from 20 to 30 feet (6-10 meters), being dominated at the beginning of the transect by invasive shrub and tree species but then native species completely dominates the canopy with the understory dominated by invasive vegetation with a small presence of native species, further emphasizing the need for active management to prevent the continued spread of these species and to preserve the ecological balance of the dune system.

Transect 4: 24 meters in length.

- **Canopy composition:** A total of five canopy tree specimens were documented, all of which were invasive species, consisting of three *Neltuma juliflora* and two *Thespesia populnea* individuals. The canopy is partially open, allowing light penetration to the understory, which is mostly covered by the native herbaceous species *Chloris barbata*, accounting for 50% of the understory vegetation, the invasive species *Dactyloctenium aegyptium* is present accounting for 5% of the understory vegetation. This transect crosses a barbwire fence of a lot formerly used as a campground.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 0-2 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* and *Neltuma juliflora* (75% invasive species coverage).
 - Quadrant 2 (in transect location 8-10 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* (95% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Dactyloctenium aegyptium* (10% invasive species coverage); base ground and exposed soil.
 - Quadrant 3 (in transect location 22-24 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* (95% invasive species coverage).
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - No native or desirable species (0% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Chloris barbata* (5% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Chloris barbata* (45% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with heights ranging from 15 to 20 feet (4-6 meters), consisting of scattered invasive shrubs and tree species. The understory is dominated by native vegetation with the intrusion of invasive vegetation, further emphasizing the need for active management to prevent the continued spread of these species and to preserve the ecological balance of the dune system.

Transect 5: 20 meters in length.

- **Canopy composition:** A total of two canopy tree specimens were documented, consisting of one specimen of the invasive species *Thespesia populnea* and one specimen of the invasive species *Cocos nucifera*. The canopy is partially open, allowing light to penetrate the understory, which is predominantly covered by the invasive herbaceous species *Megathyrsus maximus* and *Bothriochloa pertusa*, accounting for 95% of the understory vegetation. The native species *Heliotropium angiospermum* has a limited presence in this transect, making up 5% of the understory vegetation. This transect crosses a chain-link fence of a lot with an abandoned house.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 0-2 Meters):
 - Bare ground (0% canopy or understory coverage).
 - Quadrant 2 (in transect location 13-15 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* and *Cocos nucifera* (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (5% invasive species coverage).
 - Quadrant 3 (in transect location 30-32 Meters):
 - No canopy coverage.
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* and *Bothriochloa pertusa* (100% invasive species coverage).
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - Bare ground (0% canopy or understory coverage).
 - Quadrant 2:
 - No native or desirable species (0% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Heliotropium angiospermum* (5% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with heights of 25 feet (8 meters), consisting of scattered invasive shrub and tree species. The understory is dominated by invasive vegetation, further emphasizing the need for active management to prevent the continued spread of these species and to preserve the ecological balance of the dune system.

Transect 6: 15 meters in length.

- **Canopy composition:** A total of two canopy tree specimens were documented, all of which were invasive species, consisting of one *Thespesia populnea* and one *Neltuma juliflora*. The canopy is partially open, allowing light penetration to the understory, which is mostly covered by the invasive herbaceous species *Megathyrsus maximus*, accounting for 100% of the understory vegetation.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 0-2 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* (90% invasive species coverage).
 - Understory composition: Lacks understory vegetation.
 - Quadrant 2 (in transect location 13-15 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (5% invasive species coverage).
 - Quadrant 3 (in transect location 30-32 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* (90% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (60% invasive species coverage).
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - No native or desirable species (0% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - No native or desirable species (0% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - No native or desirable species (0% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with heights of 25 feet (8 meters), consisting of scattered invasive shrub and tree species. The understory is dominated by invasive vegetation, further emphasizing the need for active management to prevent the continued spread of these species and to preserve the ecological balance of the dune system.

Transect 7: 13 meters in length.

- **Canopy composition:** A total of two canopy tree specimens were documented, consisting of the invasive species *Cocos nucifera*. The canopy is partially open, allowing light penetration to the understory, which is mostly covered by the desirable herbaceous species *Sporobolus virginicus* and *Fimbristylis cymosa*, accounting for 100% of the understory vegetation composition. This transect is heavily impacted by the unplanned recreational use of the beach, with several pedestrian and off-road vehicle trails crossing the dune, and by exposed and heavily eroded soil at the back side of the dune caused by off-roading activities.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 0-2 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Cocos nucifera* (5% invasive species coverage).
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 2 (in transect location 4-6 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Cocos nucifera* (75% invasive species coverage).
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 3 (in transect location 11-13 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Cocos nucifera* (45% invasive species coverage).
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - *Sporobolus virginicus* (5% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Sporobolus virginicus* (30% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Sporobolus virginicus* (85% desirable species coverage) and *Fimbristylis cymosa*. (5% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with a height of 15 feet (5 meters), consisting of scattered understory coverage by desirable vegetation. Vegetation significantly degraded by pedestrian trails and off-roading activities.

Transect 8: 65 meters in length.

- **Canopy composition:** This transect is located is the widest section of the dune in the study area, however only three canopy tree specimens were documented, all of which were invasive species, consisting of *Neltuma juliflora*. The canopy is partially open, allowing light penetration to the understory, which is covered by the invasive herbaceous species *Megathyrsus maximus* and *Cenchrus ciliaris*, accounting for 66% of the understory vegetation from the beach through two thirds of the dune inland. The understory at the backside of the dune is dominated by the desirable native species *Batis maritima* accounting for 33% of the understory vegetation of the transect.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 2-4 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* and *Thespesia populnea* (75% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (75% invasive species coverage).
 - Quadrant 2 (in transect location 32-34 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no canopy or shrubs present.
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* and *Cenchrus ciliaris* (95% invasive species coverage).
 - Quadrant 3 (in transect location 63-65 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no canopy or shrubs present.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - No native species (0% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - No native species (0% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Batis maritima* (80% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with a height of 15 feet (5 meters), consisting of scattered invasive shrubs and tree species. The understory is dominated by invasive grasses like *Megathyrsus maximus* and *Cenchrus ciliaris* which pose a significant threat to the native plant community. The presence of resilient the native species *Batis maritima* offers some hope for the dune's ecological stability, however, it is limited to one third of the backside of the dune.

Transect 9: 45 meters in length.

- **Canopy composition:** The transect location is to the west side of a natural drainage area, from the salt flats, into the ocean. A total of fourteen canopy tree specimens were recorded, comprising both invasive and native species. Among the invasive species, one individual of the following species was documented: *Thespesia populnea*, *Pithecellobium dulce*, and *Neltuma juliflora*. The remaining eleven specimens belong to the desirable native mangrove species *Laguncularia racemosa*, which forms the majority of the canopy. The canopy is partially open, allowing sunlight to reach the understory. This understory is primarily dominated by the native species *Batis maritima*, which covers 80% of the ground, providing important ecological functions such as dune stabilization. However, the invasive herbaceous species *Megathyrsus maximus* accounts for the remaining 20%, representing a potential threat to the native plant community if left unmanaged.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 0-2 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* and *Pithecellobium dulce* (90% invasive species coverage).
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 2 (in transect location 22-24 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* (70% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (20% invasive species coverage).
 - Quadrant 3 (in transect location 30-32 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - *Laguncularia racemosa* (10% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Laguncularia racemosa* (10% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Laguncularia racemosa* and *Avicennia germinans* (45% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with heights ranging from 15 to 20 feet (4-6 meters), consisting of scattered invasive and desirable native shrub and tree species. The understory is dominated by invasive and desirable native species.

Transect 10: 47 meters in length.

- **Canopy composition:** A total of three canopy tree specimens were recorded, comprising both invasive and native species. Among the invasive species, one individual of *Neltuma juliflora* was documented. Saplings and young trees of this species not reaching the 10cm DBH standard dominate the first section or one third of dune towards the beach. The other two specimens belong to the desirable native mangrove species *Avicennia germinans*. Saplings and young trees not reaching the 10cm DBH of *A. germinans* and *Laguncularia racemosa* are present through the remaining two thirds of the dune, dominating the canopy and understory. The canopy is partially open, allowing sunlight to reach the understory. This understory within the first section of the dune towards the beach is dominated by *Megathyrus maximus*, covering 90% of the ground and representing a potential threat to the native plant community if left unmanaged. The understory in the other two thirds of the dune is primarily dominated by the native species *Batis maritima*, which covers 90% of the ground, providing important ecological functions such as dune stabilization.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 0-2 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* (80% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Megathyrus maximus* (15% invasive species coverage).
 - Quadrant 2 (in transect location 24-26 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* (15% invasive species coverage).
 - Understory composition: no species in the understory.
 - Quadrant 3 (in transect location 45-47 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - No native species (0% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Laguncularia racemosa* and *Avicennia germinans* (85% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Laguncularia racemosa* and *Batis maritima* (100% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with heights ranging from 20 to 30 feet (6-9 meters), consisting of scattered invasive and desirable native shrub and tree species. The understory is dominated by invasive and desirable native species.

Transect 11: 12 meters in length.

- **Canopy composition:** A total of three canopy tree specimens were documented, all of which were invasive species, consisting of two *Thespesia populnea* and one *Neltuma juliflora* individuals. The canopy is partially open, allowing light penetration to the understory. The first section of the dune has no understory, with heavy erosion on exposed roots of the *T. populnea* specimens towards the beachside. The understory of the rest of the dune and towards its backside is primarily dominated by the native species *Batis maritima*, which covers 80% of the ground, providing important ecological functions such as dune stabilization.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 0-2 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* and *Thespesia populnea* (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 2 (in transect location 13-15 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* and *Neltuma juliflora* (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: No invasive species in the understory.
 - Quadrant 3 (in transect location 30-32 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* (35% invasive species coverage).
 - Understory composition: No invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - No native or desirable species (0% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - No native or desirable species (0% desirable species coverage)
 - Quadrant 3:
 - *Batis maritima* (80% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with height of 20 feet (6-meters), consisting of scattered invasive shrub and tree species. The understory is primarily dominated by the native species *Batis maritima*, which covers 80% of the ground, providing important ecological functions such as dune stabilization.

Transect 12: 33 meters in length.

- **Canopy composition:** A total of three canopy tree specimens were recorded all from the the invasive species *Neltuma juliflora*. The canopy is partially open, allowing sunlight to reach the understory. This understory is primarily dominated by the desirable native species *Batis maritima*, *Lantana camara* var. *camara* and *Fimbristylis cymosa* which covers 90% of the ground, providing important ecological functions such as dune stabilization. However, the invasive herbaceous species *Paspalum dilatatum* accounts for the remaining 10%, representing a potential threat to the native plant community if left unmanaged.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 2-4 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* and *Pithecellobium dulce* (35% invasive species coverage).
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 2 (in transect location 13-15 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* and *Neltuma juliflora* (85% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Paspalum dilatatum* (10% invasive species coverage).
 - Quadrant 3 (in transect location 31-33 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* (85% invasive species coverage).
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - *Laguncularia racemosa* (74% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Fimbristylis cymosa* and *Lantana camara* var. *camara* (10% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Batis maritima* (100% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with height of 20 feet (6-meters), consisting of scattered invasive and desirable native shrub and tree species. The understory is dominated by invasive and desirable native species.

Transect 13: 20 meters in length.

- **Canopy composition:** Only one canopy tree specimen meets the 10cm DBH criteria, corresponding to the invasive species *Neltuma juliflora*. The canopy is partially open, allowing sunlight to reach the understory. This understory is primarily dominated by the invasive herbaceous species *Megathyrsus maximus* which covers 80% of the ground. However, the desirable native species *Paspalum vaginatum* and *Sporolobus virginicus* account for the remaining 20%.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 2-4 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 2 (in transect location 12-14 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (100% invasive species coverage).
 - Quadrant 3 (in transect location 18-20 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* and *Pithecellobium dulce* (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (100% invasive species coverage).
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - *Paspalum vaginatum* and *Sporolobus virginicus* (100% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - No native or desirable species (0% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - No native or desirable species (0% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with height of 10 feet (3-meters), consisting of scattered shrubs and tree species. The understory, is dominated by the invasive grass *Megathyrsus maximus*, poses a significant threat to the native plant community, the presence of the native species *Paspalum vaginatum* and *Sporolobus virginicus* at the beachside of the dune offers some hope for the dune's ecological stability.

Transect 14: 24 meters in length.

- **Canopy composition:** Within this transect, no tree specimens meet the $DBH \geq 10\text{cm}$ standard. However, small and young specimens of the desirable native species *Cynophalla flexuosa* and *Avicennia germinans* and invasive *Pithecellobium dulce*, forming a mid-elevation thick brush canopy, were observed through most portions of the dune. The canopy is partially open, allowing sunlight to penetrate the understory. The understory is primarily dominated by desirable native herbaceous species, including *Paspalum vaginatum*, *Cynophalla flexuosa*, *Batis maritima* and *Myriopus microphyllum*
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 2-4 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Pithecellobium dulce* (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 2 (in transect location 12-14 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 3 (in transect location 22-24 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - *Lantana camara* var. *camara*, *Paspalum vaginatum*, *Cynophalla flexuosa* and *Myriopus microphyllum* (100% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Batis maritima* and *Avicennia germinans* (100% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Batis maritima* and *Avicennia germinans* (100% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** The understory is dominated by the desirable native species *Paspalum vaginatum*, *Sporolobus virginicus*, *Myriopus microphyllum*, *Batis maritima* and *Avicennia germinans*. However, the presence of the invasive species *Pithecellobium dulce* is a threat to the dune's integrity and functions.

Transect 15: 25 meters in length.

- **Canopy composition:** Only one canopy tree specimen meets the 10cm DBH criteria, corresponding to the invasive species *Thespesia populnea*. The canopy is partially open, allowing sunlight to reach the understory. This understory is primarily dominated by the desirable native herbaceous species *Crossopetalum rhacoma*, *Sesuvium portulacastrum*, *Lantana camara* var. *camara*, *Batis maritima*, and *Paspalum vaginatum* and covers 100% of the ground.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 2-4 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 2 (in transect location 12-14 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 3 (in transect location 23-25 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - *Crossopetalum rhacoma* and *Sesuvium portulacastrum* s (100% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Batis maritima*, and *Avicennia germinans* (100% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Batis maritima*, and *Avicennia germinans* (100% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with height of 20 feet (6-meters), consisting of scattered shrub and invasive tree species. The understory is dominated by desirable native herbaceous species *Crossopetalum rhacoma*, *Sesuvium portulacastrum*, *Lantana camara* var. *camara*, *Batis maritima*, and *Paspalum vaginatum*.

Transect 16: 26 meters in length.

- **Canopy composition:** A total of five canopy tree specimens were recorded, three from the invasive species *Thespesia populnea*, one of the invasive *Neltuma juliflora* and one of the native mangrove species and one from the desirable native species *Avicennia germinans*. The canopy is partially open, allowing sunlight to reach the understory. This understory is primarily dominated by the desirable native herbaceous species *Batis maritima*.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 2-4 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* and *Neltuma juliflora* (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 2 (in transect location 12-14 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Neltuma juliflora* (30% invasive species coverage).
 - Understory composition: No invasive species in the understory.
 - Quadrant 3 (in transect location 23-25 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - No native or desirable species (0% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Batis maritima*, *Jacquinia arborea* and *Cynophalla flexuosa* (75% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Batis maritima*, *Avicennia germinans* and *Conocarpus erectus* (100% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with heights ranging from 15 to 20 feet (4-6 meters), consisting of scattered shrubs and tree species. The understory is dominated by the desirable native herbaceous species *Batis maritima*.

Transect 17: 27 meters in length.

- **Canopy composition:** A total of three canopy tree specimens were recorded, consisting of two individuals from the invasive species *Thespesia populnea* and one individual from the desirable native species *Conocarpus erectus*. The canopy is partially open, allowing sunlight to penetrate the understory. The understory is primarily dominated by desirable native herbaceous species, including *Paspalum vaginatum*, *Furcraea tuberosa*, and *Sesuvium portulacastrum*. Additionally, there is a limited occurrence of the invasive species *Dalbergia ecastaphyllum* observed at the beachside of the transect. It is important to note that even though *D. ecastaphyllum* is considered as an invasive species, it is native to Island.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 2-4 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* - (100% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Dalbergia ecastaphyllum* (10% invasive species coverage).
 - Quadrant 2 (in transect location 13-15 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 3 (in transect location 25-27 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - *Paspalum vaginatum* and *Furcraea tuberosa* (90% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Paspalum vaginatum*, *Furcraea tuberosa* and *Coccoloba uvifera* (100% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Sesuvium portulacastrum*, *Fimbristylis cymosa* and *Conocarpus erectus* (100% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with height of 15 feet (4 meters), consisting of scattered shrub and tree species. The understory is dominated by the desirable native herbaceous species *Paspalum vaginatum*, *Furcraea tuberosa*, and *Sesuvium portulacastrum*. Additionally, there is a limited occurrence of the invasive species *Dalbergia ecastaphyllum* observed at the beachside of the dune.

Transect 18: 13 meters in length.

- **Canopy composition:** A total of two canopy tree specimens were recorded, consisting of two individuals from the desirable native species *Jacquinia arborea*. The canopy is partially open, allowing sunlight to penetrate the understory. The understory is primarily dominated by desirable native herbaceous species, including *Paspalum vaginatum*, *Sporolobus virginicus* and *Lantana camara* var. *camara*.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 0-2Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 2 (in transect location 12-14 Meters):
 - Canopy & shrub composition: No invasive species in the canopy.
 - Understory composition: No invasive species in the understory.
 - Quadrant 3 (in transect location 18-20 Meters):
 - Canopy & shrub composition: No invasive species in the canopy.
 - Understory composition: No invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - *Paspalum vaginatum* and *Sporolobus virginicus* (100% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Paspalum vaginatum*, *Jacquinia arborea*, *Erithalis fruticosa* and *Eugenia axillaris* (100% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Pictetia aculeata*, *Jacquinia arborea*, *Eugenia axillaris*, *Lantana camara* var. *camara* and *Conocarpus erectus* (100% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy consisting of scattered desirable native shrubs and tree species, such as *Jacquinia arborea* and *Pictetia aculeata*. The understory is dominated by the desirable native herbaceous species *Paspalum vaginatum*, *Sporolobus virginicus* and *Lantana camara* var. *camara*.

Transect 19: 26 meters in length.

- **Canopy composition:** Within this transect, no tree specimens meet the $DBH \geq 10\text{cm}$ standard. However, small and young specimens of the desirable native species *Eugenia axillaris*, *Jacquinia arborea*, *Laguncularia racemosa* and *Conocarpus erectus* conform a shrubby canopy composition, which is partially open, allowing sunlight to penetrate the understory. The understory is primarily dominated by desirable native herbaceous species, including *Paspalum vaginatum*, *Suriana maritima* and *Batis maritima*.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 0-2 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 2 (in transect location 11-13 Meters):
 - Canopy & shrub composition: No invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 3 (in transect location 24-26 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - *Paspalum vaginatum*, *Erithalis fruticosa* and *Eugenia axillaris* (100% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Suriana maritima*, *Jacquinia arborea*, *Laguncularia racemosa* and *Conocarpus erectus* (100% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Jacquinia arborea*, and *Batis maritima* (100% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy consisting of scattered desirable native shrubs and tree species. The understory is dominated by the desirable native herbaceous species *Paspalum vaginatum*, *Suriana maritima* and *Batis maritima*.

Transect 20: 30 meters in length.

- **Canopy composition:** Within this transect, no tree specimens meet the $DBH \geq 10\text{cm}$ standard. However, small and young specimens of the desirable native species *Coccoloba uvifera*, *Jacquinia arborea*, and *Conocarpus erectus* were observed, with minimal presence of the invasive species *Thespesia populnea* at the beachside of the dune. This vegetation structure creates a mid-elevation thick brush canopy through most portions of the dune. The canopy is partially open, allowing sunlight to penetrate the understory. The understory is primarily dominated by desirable native herbaceous species, including *Paspalum vaginatum*, *Fimbristylis cymosa* and *Sesuvium portulacastrum*.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 2-4 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* (5% invasive species coverage).
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 2 (in transect location 12-14 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 3 (in transect location 28-30 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - *Paspalum vaginatum*, and *Coccoloba uvifera* (95% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Paspalum vaginatum*, *Jacquinia arborea*, *Coccoloba uvifera* and *Conocarpus erectus* (100% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Jacquinia arborea*, *Fimbristylis cymosa* and *Sesuvium portulacastrum* (100% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy consisting of scattered desirable native shrub and tree species forming a mid-elevation thick brush canopy, through most portions of the dune. The understory is dominated by the desirable native herbaceous species *Paspalum vaginatum*, *Fimbristylis cymosa* and *Sesuvium portulacastrum*.

Transect 21: 19 meters in length.

- **Canopy composition:** Within this transect, no tree specimens meet the $DBH \geq 10\text{cm}$ standard. However, small and young specimens of the desirable native species *Jacquinia arborea* and *Laguncularia racemosa* forming a mid-elevation thick brush canopy, were observed through most portions of the dune. The canopy is partially open, allowing sunlight to penetrate the understory. The understory is primarily dominated by desirable native herbaceous species, including *Paspalum vaginatum* and *Batis maritima*.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 2-4 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 2 (in transect location 7-9 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
 - Quadrant 3 (in transect location 17-19 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - *Paspalum vaginatum* and *Jacquinia arborea* (100% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Jacquinia arborea* and *Tabebuia heterophylla* (100% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Laguncularia racemosa* and *Batis maritima* (100% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy consisting of scattered desirable native shrub and tree species forming a mid-elevation thick brush canopy through most portions of the dune. The understory is dominated by the desirable native herbaceous species *Paspalum vaginatum* and *Batis maritima*.

Transect 22: 21 meters in length.

- **Canopy composition:** A total of five canopy tree specimens were recorded, consisting of three individuals from the invasive species *Thespesia populnea* and two individuals from the desirable native species *Conocarpus erectus*. The canopy is partially open, allowing sunlight to penetrate the understory. The understory is primarily dominated by desirable native herbaceous species, including *Cenchrus echinatus*, *Paspalum vaginatum*, *Batis maritima* and *Sesuvium portulacastrum*. Additionally, the occurrence of the invasive species *Megathyrsus maximus* was observed at portions of the transect.
- **Invasive species coverage:**
 - Quadrant 1 (in transect location 2-4 Meters):
 - Canopy & shrub composition: *Thespesia populnea* (15% invasive species coverage).
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (15% invasive species coverage).
 - Quadrant 2 (in transect location 6-8 Meters):
 - Canopy & shrub composition: no invasive species in the canopy.
 - Understory composition: *Megathyrsus maximus* (50% invasive species coverage).
 - Quadrant 3 (in transect location 25-27 Meters):
 - Canopy & shrub composition *Thespesia populnea* (25% invasive species canopy coverage).
 - Understory composition: no invasive species in the understory.
- **Native species distribution:**
 - Quadrant 1:
 - *Cenchrus echinatus* and *Paspalum vaginatum* (20% desirable species coverage).
 - Quadrant 2:
 - *Conocarpus erectus* and *Cynophalla flexuosa* (65% desirable species coverage).
 - Quadrant 3:
 - *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Batis maritima* and *Sesuvium portulacastrum* (100% desirable species coverage).
- **Vegetation structure:** This transect is characterized by an open canopy with height 10 to 20 feet (3 - 6 meters), consisting of scattered shrub and tree species. The understory is dominated by the desirable native herbaceous species *Cenchrus echinatus*, *Paspalum vaginatum*, *Batis maritima* and *Sesuvium portulacastrum*. Additionally, the occurrence of the invasive species *Megathyrsus maximus* was observed at portions of the transect.

DATA ANALYSIS:

The 22 coastal dune transects analyzed show significant variability in terms of ecological condition, species composition, and impacts from invasive species, human activity, and environmental factors. Despite the presence of both native and invasive species across transects, the general trend reveals that invasive species dominate many sections, threatening the long-term ecological stability of the dune systems. To assist the interpretation of this analysis, **Appendix B** includes the transect locations.

The results of the assessment and characterization of the dune system at the Esencia Project site reveal distinct ecological conditions between the eastern and western sections of the evaluated dune. The eastern section is characterized by a healthier dune ecosystem, exhibiting a limited presence of invasive species. In contrast, the western side is predominantly comprised of a degraded dune system, significantly impacted by the proliferation of invasive species.

The healthier areas of the dune system are strategically located within zones that are less accessible to beach users, often situated in regions that experience frequent flooding and adjacent to a mangrove forest. This reduced accessibility likely contributes to the preservation of native vegetation and the overall ecological integrity of these areas. In contrast, the degraded zones correlate with regions that endure heavy foot traffic and human activity, which can exacerbate erosion, disturb native plant communities, and facilitate the encroachment of invasive species.

The correlation between human activity and the health of dune ecosystems is well-documented in coastal ecology. Studies have shown that areas subjected to intense recreational use tend to experience significant ecological degradation, leading to a decline in native species and an increase in invasive species' dominance. Therefore, the findings at the Esencia Project site underscore the importance of managing human access and implementing protective measures in sensitive dune areas to promote ecological resilience.

In summary, the differential health observed between the eastern and western sections of the dune system at the Esencia Project site highlights the critical role of accessibility and human impact in shaping coastal dune ecology. These results emphasize the need for targeted conservation efforts to mitigate the adverse effects of invasive species and protect the ecological integrity of the healthier dune areas.

Degraded Dune Areas:

Transect 1: Transect 1 is heavily dominated by invasive species, particularly *Megathyrus maximus* and *Thespesia populnea*, which together form a near-monoculture. These species overwhelm both the canopy and understory, reducing biodiversity and preventing the establishment of native species. The lack of diverse root structures destabilizes the dunes, making them more vulnerable to erosion. Additionally, the aggressive growth of *M. maximus* increases the fire risk, exacerbating the degradation of this already compromised area. Restoration efforts in Transect 1 must focus on invasive species removal and active replanting of native species to restore ecosystem function and stability.

Transect 2: In this transect, *Thespesia populnea* dominates the canopy, with invasive grasses such as *Megathyrsus maximus* covering large portions of the understory. Human activity, particularly off-roading and pedestrian trails, has contributed to the fragmentation of the dune, exposing bare soil and exacerbating erosion. While native species are present in small patches, they are outcompeted by invasives, resulting in a heavily degraded ecosystem. Erosion control measures and the restoration of native vegetation are essential to reversing the damage in this transect.

Transect 3: Transect 3 shows a similar pattern of degradation, with *Megathyrsus maximus* heavily dominating the understory. This invasive grass has crowded out native plants and reduced overall biodiversity, leaving the dune susceptible to erosion and other environmental stressors. The canopy is also impacted by invasive species, further diminishing the ability of native plants to thrive. Restoration in Transect 3 should focus on removing *M. maximus* and enhancing the recruitment of native dune-stabilizing species, such as *Sporobolus virginicus* and *Batis maritima*.

Transect 5: Here, *Thespesia populnea* and *Megathyrsus maximus* are the dominant species, creating a dense invasive cover that suppresses native vegetation. The limited presence of native plants weakens the dune's structural integrity, increasing its vulnerability to wind and water erosion. Off-roading activities have further degraded the backside of the dune, contributing to soil loss. Immediate actions, including invasive species removal and soil stabilization through planting native vegetation, are required to halt the degradation process.

Transect 6: Transect 6 is severely impacted by *Megathyrsus maximus*, which covers much of the ground, outcompeting native flora. The dominance of this flammable grass also raises the risk of fire, which could further destroy the dune vegetation. Human disturbance, such as foot traffic and recreational use, has exacerbated the situation by contributing to erosion and soil compaction. A combination of invasive species control, erosion management, and active reintroduction of native plants is necessary to restore this degraded transect.

Transect 7: This transect is characterized by a mix of invasive and native species, though invasive *Thespesia populnea* and *Megathyrsus maximus* dominate the landscape. The heavy presence of invasive species reduces the diversity of native flora, compromising the dune's resilience to environmental stressors like storms and erosion. In areas where native species, such as *Sporobolus virginicus*, persist, there is some potential for restoration. However, management must focus on reducing invasive species cover and enhancing native plant recruitment.

Transect 8: In Transect 8, the understory is dominated by *Batis maritima*, a native species that offers some resilience, but large sections are still dominated by invasive *Thespesia populnea* and *Megathyrsus maximus*. These invasives outcompete native species in many areas, leading to reduced biodiversity and an unstable dune structure. Human disturbance from pedestrian and off-road trails has further fragmented the dune, making it more vulnerable to erosion. Restoration efforts should focus on removing invasives and promoting native plant species to stabilize the dune.

Transect 9: This transect suffers from severe erosion on the backside of the dune, largely due to off-roading activities. The canopy is dominated by native species like *Laguncularia racemosa*, but the understory has been invaded by *Megathyrsus maximus*, which limits native plant recruitment. The combination of invasive species and human disturbance has resulted in significant degradation. Restoration should prioritize controlling invasive grasses and protecting the dune from further human impact through the use of protective barriers and public awareness efforts.

Transect 11: Transect 11 shows signs of degradation from both invasive species and human activities. The understory is dominated by invasive *Megathyrsus maximus*, which threatens the remaining native species, such as *Sporobolus virginicus*. Off-roading and pedestrian trails have fragmented the dune, exposing bare ground and accelerating erosion. To restore this condition, it is essential to control invasive species, enhance native vegetation cover, and implement erosion control measures.

Transect 13: Transect 13 is one of the most severely degraded, with *Megathyrsus maximus* covering over 80% of the understory. The dominance of this invasive species has led to a near monoculture, drastically reducing biodiversity and disrupting ecological functions. Human activity, particularly off-road trails, has further fragmented the dune, leading to patches of exposed bare soil. Immediate management efforts are needed to control *M. maximus*, restore native plant cover, and prevent further human disturbance.

Healthy Dune Areas:

Transect 10: This transect represents a mixed ecological condition with a strong native presence in the canopy, including *Avicennia germinans*, contributing to dune stability. Native species dominate 86% of the understory, particularly *Batis maritima*, with *Megathyrsus maximus* making up only 14%. This highlights a resilient understory despite the presence of some invasive species in the canopy, such as *Neltuma juliflora*. The backside of the dune, however, suffers from erosion caused by off-roading, necessitating management efforts to control invasive species and protect the native plant community.

Transect 12: Here, the understory is largely dominated by native species like *Batis maritima* and *Lantana camara* var. *camara*, with 90% ground coverage, supporting dune stabilization. The canopy, however, is fully composed of the invasive *Neltuma juliflora*, which presents a long-term ecological risk. Although *Paspalum dilatatum* is an invasive species present in 10% of the understory, the strong native dominance indicates that the ecosystem is still largely functioning. Yet, the fragmentation caused by pedestrian and off-road trails leads to exposed bare ground and contributes to erosion on the dune's backside, highlighting the need for protective measures.

Transect 14: This transect is an example of a robust native ecosystem, especially in the understory, which is composed entirely of native species like *Paspalum vaginatum* and *Sporobolus virginicus*. Although invasive *Pithecellobium dulce* dominates the canopy in some areas, posing a significant threat to light availability and nutrient cycling, the resilient native understory provides strong ecological function and stability. Despite the challenges posed by invasive species and human activity (pedestrian and off-road trails), the native species' presence suggests a promising foundation for long-term restoration efforts.

Transect 15: This transect showcases a healthy understory dominated by native species, including *Crossopetalum rhacoma* and *Sesuvium portulacastrum*, which fully cover the ground. Although the invasive *Thespesia populnea* forms 100% of the canopy in some sections, the understory's strong native presence indicates resilience and ecological function. The lack of invasive species in parts of the transect further reinforces the vitality of the native plant community. However, ongoing management is necessary to address the canopy dominance of invasive species and protect the ecosystem from long-term degradation.

Transect 16: Despite a partially open canopy dominated by invasive species like *Thespesia populnea* and *Neltuma juliflora*, the understory remains healthy, with native species such as *Batis maritima* and *Avicennia germinans* providing robust coverage. The thriving native understory indicates resilience, though the canopy's invasive presence is a significant ecological threat. The transect's fragmented sections due to pedestrian trails and off-roading activities pose additional challenges, particularly in managing erosion and maintaining ecosystem function.

Transect 17: This transect highlights a mostly intact ecosystem with a mix of native and invasive species in the canopy. However, the understory is largely dominated by desirable native species like *Paspalum vaginatum* and *Sesuvium portulacastrum*, which contribute to a strong and resilient plant community. The invasive species *Dalbergia ecastaphyllum* covers parts of the beachside understory but does not overwhelm the native species, suggesting an ecosystem still in balance but requiring monitoring and management to prevent further invasive spread.

Transect 18-21 (High Ecological Integrity): Transects 18 to 21 exhibit highly intact ecosystems, with little to no invasive species presence. Native species like *Jacquinia arborea*, *Laguncularia racemosa*, and *Conocarpus erectus* dominate both the canopy and understory, providing nearly total coverage and ensuring strong ecological function and resilience. These areas show high biodiversity and stability, with minimal disruption from invasive species. However, fragmentation due to human activity is still a concern, as pedestrian and off-road trails expose sand and bare ground, weakening the dune's overall integrity.

Transect 22: This transect is characterized by an open canopy with heights ranging from 10 to 20 feet (3 to 6 meters), consisting of scattered shrubs and trees. Portions of the canopy are dominated by the invasive species *Thespesia populnea*, although significant sections also feature desirable native species such as *Conocarpus erectus* and *Laguncularia racemosa*. The understory predominantly supports a diverse array of native herbaceous species, including *Cenchrus echinatus*, *Paspalum vaginatum*, *Batis maritima*, and *Sesuvium portulacastrum*. This strong representation of desirable native species suggests a level of ecological resilience within the transect. However, the presence of *Megathyrsus maximus* at various points raises concerns regarding the long-term health of the native plant community. Overall, Transect 22 displays a mixed composition of native and invasive species. The strong presence of native herbaceous plants in the understory is encouraging; however, the invasive species present indicate an urgent need for management efforts to control their spread and protect the native plant community. Active restoration and ongoing monitoring will be essential for enhancing the ecological integrity of this transect and ensuring its long-term sustainability.

DISCUSSION

The 22 coastal dune transects analyzed exhibit significant variability in terms of species composition, ecological health, and the influence of invasive species. These factors, along with human activity and environmental degradation, have created a complex ecological mosaic where some areas thrive while others face critical challenges.

Key themes surrounding invasive species threats, native species resilience, anthropogenic degradation, and ecological integrity are outlined and discussed as follows:

Invasive Species and Their Ecological Threat

A recurring theme across many transects is the aggressive spread of invasive species such as *Megathyrus maximus*, *Thespesia populnea*, and *Neltuma juliflora*. These species, notably observed in Transects 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11 and 13, pose a significant risk to native biodiversity and dune stability by outcompeting native flora. *M. maximus*, particularly, has been associated with increased fire risk due to its high flammability, compounding the ecological challenges in areas like Transects 1, 2, 5, and 6.

The invasive species in these transects often dominate both the canopy and understory, severely restricting native species recruitment and reducing biodiversity. This leads to monocultures and diminishes ecological functions. Transects 1 and 13 serve as stark examples of this issue, where invasive species control nearly all vegetation strata, reducing the structural diversity needed for soil stabilization and erosion control.

While some invasive species provide initial benefits, such as erosion reduction, their long-term impacts are overwhelmingly detrimental. For example, *Thespesia populnea* and *Neltuma juliflora* provide shade and initial stabilization but ultimately hinder native plant recruitment, which weakens dune ecosystems' resilience to environmental stressors like storms and sea-level rise.

Native Species Resilience

Despite the predominance of invasive species in many transects, areas with strong native vegetation demonstrate resilience and potential for restoration. For instance, Transect 14 exhibits a canopy dominated by *Avicdenia germinans* and an understory filled with *Batis maritima*, both of which contribute to dune stabilization and ecological health. Similarly, Transects 7 and 11 highlight the presence of native species like *Sporobolus virginicus*, *Fimbristylis cymosa*, and *Batis maritima*, all of which play a key role in maintaining dune stability despite surrounding invasive pressures in the canopy strata.

Transects 15 and 17 further underscore the resilience of native species, with *Batis maritima* and *Sesuvium portulacastrum* covering significant ground, contributing to ecosystem function. These transects, along with others dominated by native flora, serve as potential benchmarks for successful restoration and management efforts.

Human Activity and Environmental Degradation

Human activities, including off-roading, pedestrian trails, and recreational use, have further exacerbated the degradation of dune ecosystems. Transects 2, 8, 9, 11, and 13 exhibit visible signs of human impact, such as exposed soil, erosion, and dune fragmentation. These activities not only reduce the ability of dunes to support native vegetation but also leave them vulnerable to invasive species colonization and environmental stressors.

In Transects 9 and 13, for example, off-roading has caused significant erosion on the backside of the dunes, exposing bare ground that limits the establishment of native species and weakens the dune's overall structural integrity. This highlights the urgent need for protective measures to mitigate further damage and promote ecological recovery.

Ecological Characteristics and Areas of High Integrity

Certain transects stand out as models of ecological integrity, with native species dominating and providing essential ecosystem services. Transects 10, 12, 14, 15, 16, and 18-21 show a remarkable presence of native species such as *Avicennia germinans*, *Paspalum vaginatum*, *Sporobolus virginicus*, and *Conocarpus erectus*, which contribute to dune stability and biodiversity. These areas exhibit high ecological function and resilience, despite some invasive species' presence in the canopy. For instance, in Transect 12, the understory dominated by *Batis maritima* and *Lantana camara* var. *camara* provides robust dune stabilization despite the canopy being fully invasive.

These healthier transects highlight the potential for successful restoration efforts and serve as models for how native plant communities can thrive even under pressure. In these areas, maintaining and enhancing the native vegetation cover is essential for long-term dune stability.

A comprehensive, integrated restoration approach that addresses invasive species management, human impact, and habitat connectivity will significantly enhance the long-term sustainability of the coastal dune system and adjacent wetland and forested ecosystems. This strategy will create a resilient coastal landscape capable of withstanding environmental pressures while maintaining its ecological integrity. The restored areas will serve as a model for how effective management can sustain vital coastal habitats, benefiting both the environment and the surrounding communities.

RECOMMENDATIONS

Given the variability across the dune transects, a multifaceted approach is required to manage both the invasive species threat and human-induced degradation while promoting native vegetation restoration. Key recommendations include:

1. **Invasive Species Control:** Consistent, targeted management of invasive species like *Megathyrsus maximus*, *Thespesia populnea*, and *Neltuma juliflora* should be prioritized. Manual removal, mechanical control, and environmentally friendly herbicide treatments could be used to reduce the presence of these species. This is particularly important in transects where invasive species dominate both the canopy and understory.
2. **Restoration of Native Vegetation:** Active restoration through the planting of native species, including *Batis maritima*, *Sporobolus virginicus*, and *Laguncularia racemosa*, is critical. Native species not only stabilize the soil but also enhance biodiversity and ecological function. Restoring these species will help rebuild the structural and functional integrity of the dunes, particularly in heavily degraded areas.
3. **Erosion Control and Management of Human Activity:** In areas severely affected by human activity, the implementation of erosion control measures is necessary. Barriers, revegetation, and public awareness campaigns should be established to limit further damage from off-roading and recreational activities. These measures will help mitigate soil loss, restore vegetation, and protect the dunes from further fragmentation.
4. **Long-Term Monitoring and Adaptive Management:** Continuous monitoring of the dune is essential to track the success of management efforts, identify new invasive species incursions, and adjust restoration strategies accordingly. Areas where invasive species dominate (e.g., Transects 1-9) should be closely monitored to assess the effectiveness of control measures and adapt management strategies to emerging ecological challenges. Long-term, integrated monitoring programs are essential to assess the effectiveness of invasive species control, restoration efforts, and erosion management across multiple ecosystems, including dunes, wetlands, and forested natural corridors. Monitoring should focus on key indicators such as invasive species presence, native species recovery, soil stability, and water quality in adjacent wetland areas. Data gathered from monitoring will enable adaptive management, ensuring that restoration strategies evolve in response to changing ecological conditions and emerging threats such as climate change or new invasive species.

By addressing the ecological challenges posed by invasive species and human activities, and focusing on the restoration of native plant communities, it is possible to promote the long-term health and resilience of the coastal dune ecosystems. Healthier areas provide a blueprint for how effective management can protect and enhance these ecosystems, ensuring their sustainability in the face of environmental pressures.

Beyond physical restoration, enhancing the ecological functionality of the dunes, wetlands, and forest corridors is essential for their role in climate resilience. Coastal dunes protect inland areas from storm surges and erosion, while wetlands act as natural water filtration systems and flood buffers. Integrating forested corridors into this framework increases habitat diversity and carbon sequestration capacity. By promoting the long-term health and resilience of these connected ecosystems, this project will contribute to the protection of biodiversity, improve water quality, and reduce the vulnerability of the entire landscape to extreme weather events.

CONCLUSION

The assessment and characterization of the dune system at the Esencia Project site provides a detailed understanding of the contrasting ecological conditions between the eastern and western sections. The eastern section is dominated by a healthier dune system, characterized by a low presence of invasive species and a thriving native vegetation community. This area's relative health can be attributed to its location within zones that are more difficult to access due to frequent flooding and the presence of a mangrove forest, which acts as a natural barrier, limiting human disturbance and providing the native plant communities with a more stable environment for growth.

Conversely, the western section of the site is largely degraded, with invasive species dominating much of the dune system. This degradation is directly associated with the higher levels of human activity, as these areas are more accessible and frequently used for recreation. Heavy foot traffic, beach-goer activities, and off-road vehicle use in coastal dunes and in wetlands, characterized by mud/salt flats, have been shown to severely disturb the soil structure, leading to erosion, trampling of vegetation, and the subsequent loss of native species, which are often replaced by invasive species that thrive in disturbed environments.

The prevalence of invasive species in the western section, including species such as *Megathyrsus maximus*, *Thespesia populnea*, and *Pithecellobium dulce*, reflects a significant ecological concern. These species can outcompete native plants by altering habitat structure, nutrient cycling, and hydrology, thus destabilizing the dune ecosystem. For example, invasive species can lead to soil compaction and erosion, diminishing the ability of dunes to act as natural coastal buffers, which is critical for protecting inland areas from storm surges and high tides.

In contrast, the eastern side's healthier dune system supports a greater diversity of native plant species, including *Batis maritima*, *Paspalum vaginatum*, and *Sesuvium portulacastrum*, among others, which play essential roles in stabilizing the sand and promoting dune formation. These species are highly adapted to the harsh coastal conditions and contribute to the resilience of the dune system by enhancing its ability to recover from natural disturbances, such as storms.

The overall findings of the assessment highlight the importance of managing human activities in the coastal dune areas to preserve and restore these critical habitats. Conservation strategies, such as limiting access to vulnerable dune areas through fencing, creating designated walkways, and implementing restoration projects that focus on replanting native species, are essential for maintaining the ecological integrity of these coastal systems. Additionally, active management of invasive species through manual removal, herbicide application, and habitat restoration efforts are necessary to reduce the spread of non-native species and promote native biodiversity.

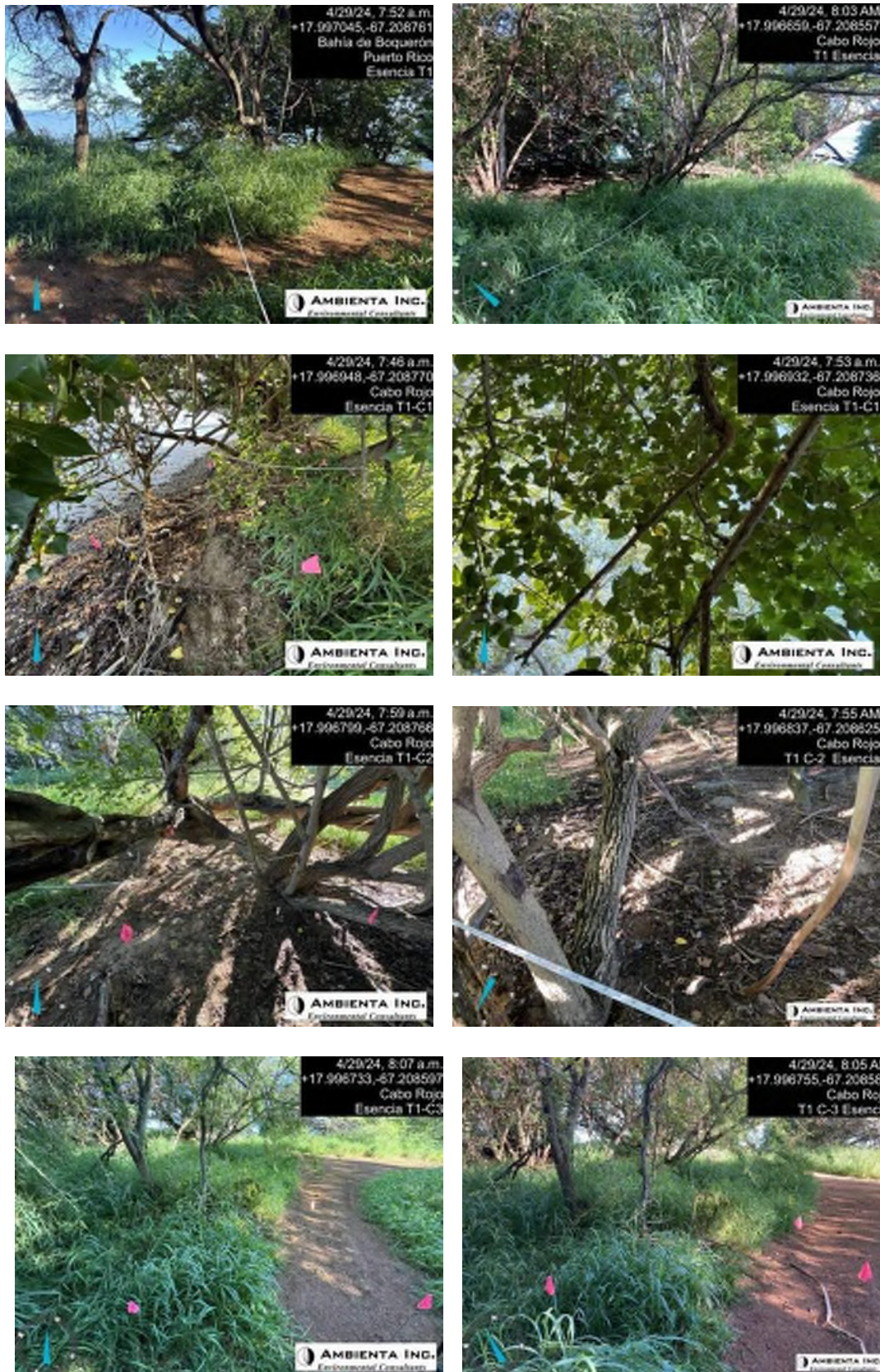
In conclusion, the differential health observed between the eastern and western sections of the dune system at the Esencia Project site illustrates the profound impact of human activity on coastal ecosystems. The healthier dune areas, shielded by natural barriers like flooding and mangroves, exhibit strong native species dominance, while the degraded areas show significant invasive species encroachment. This underscores the need for targeted restoration and management interventions to restore the ecological balance of the entire dune system. These findings are crucial for informing future conservation efforts aimed at protecting the biodiversity and resilience of coastal dune habitats.

REVISED LITERATURE

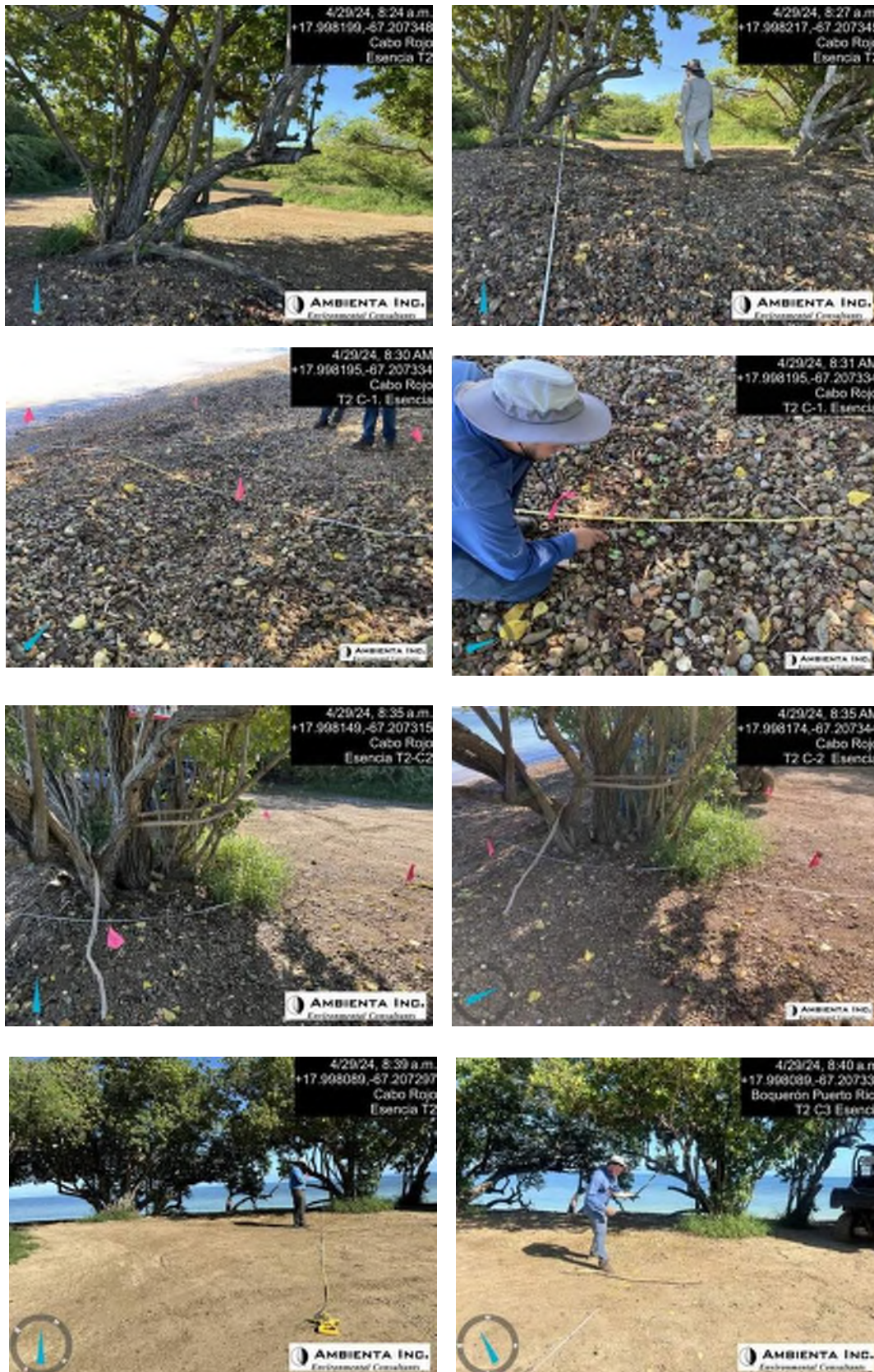
- Gormally, M. 2015. *Conservation of Coastal Dune Ecosystems*. Environmental Management, 62(3), 431-443.
- Johnson, L., & Peterson, M. 2019. *Invasive Species Dynamics in Coastal Ecosystems*. Environmental Management, 45(1), 54-67.
- Lugo, A. E. 2004. The outcome of alien tree invasions in Puerto Rico. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(5), 265-273.
- Peterson, J., & Gove, M. 2019. *Impacts of Invasive Species on Coastal Ecosystem Functioning*. Ecological Applications, 29(7), 1950-1964.
- Maron, J.L., & Connors, P.G. 2021. *Human Disturbance and Coastal Dune Systems: Managing for Resilience*. Restoration Ecology, 31(1), 75-89.
- Shackleton, R. T., Le Maitre, D. C., Pasiecznik, N. M., & Richardson, D. M. 2014. Prosopis: A global assessment of the biogeography, impacts, and management of one of the world's worst woody invasive plant taxa. *AoB Plants*, 6, plu027.
- Smith, J., & Taylor, R. 2020. *Human Impact on Coastal Dune Systems: A Review of Current Research*. Coastal Ecology Journal, 12(3), 145-160.
- Taylor, K., & Gorham, B. 2020. *The Role of Native Vegetation in Coastal Dune Stability*. Journal of Coastal Research, 36(4), 879-890.
- Vierling, L. A., Bolstad, P. V., & Sohl, T. L. 1999. Dynamics of *Thespesia populnea* invasion in coastal ecosystems: implications for management and restoration. *Journal of Coastal Research*, 15(3), 707-717.

APPENDIX A: PHOTOGRAPHIC DOCUMENTATION

TRANSECT 1



TRANSECT 2



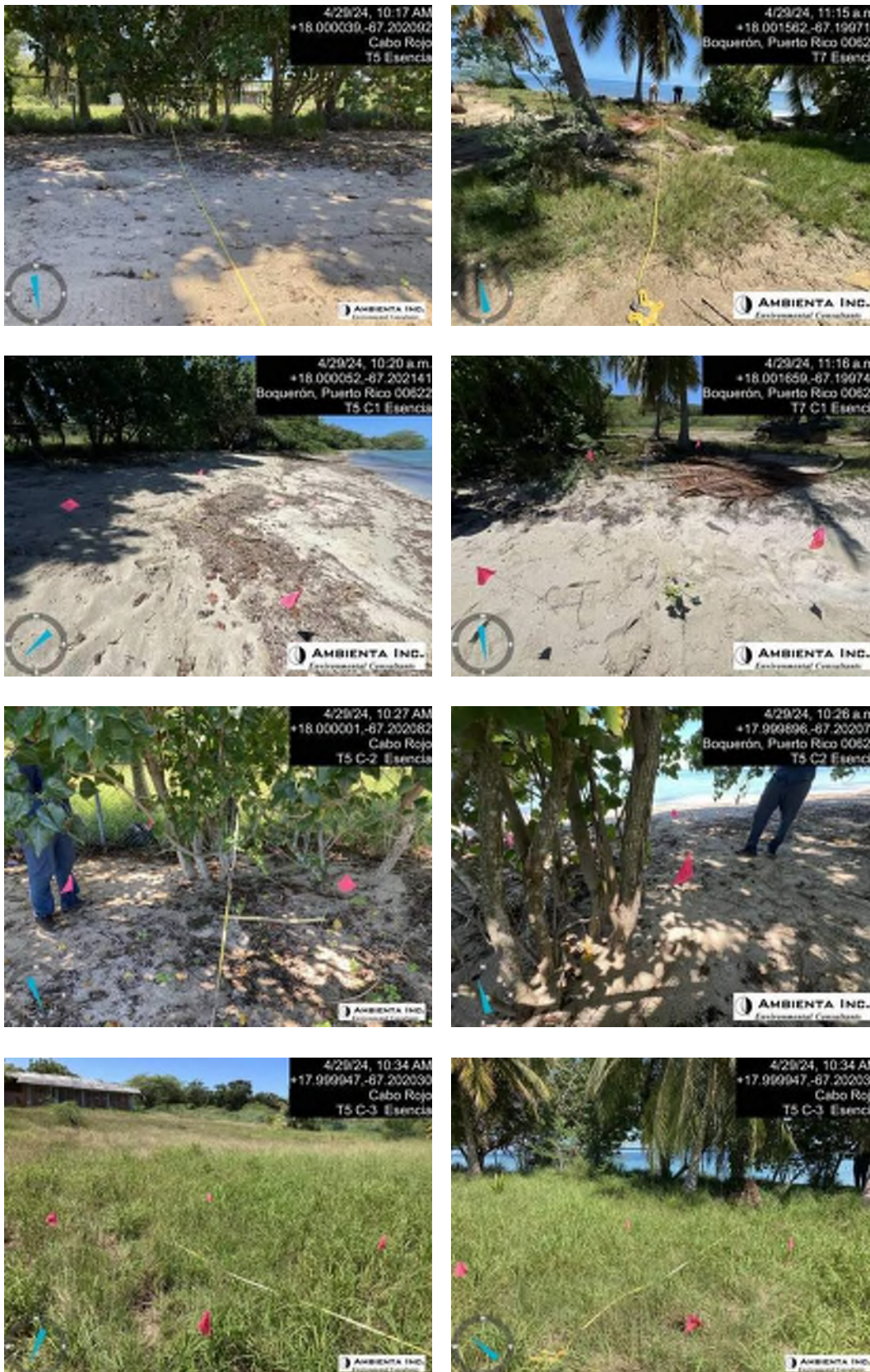
TRANSECT 3



TRANSECT 4



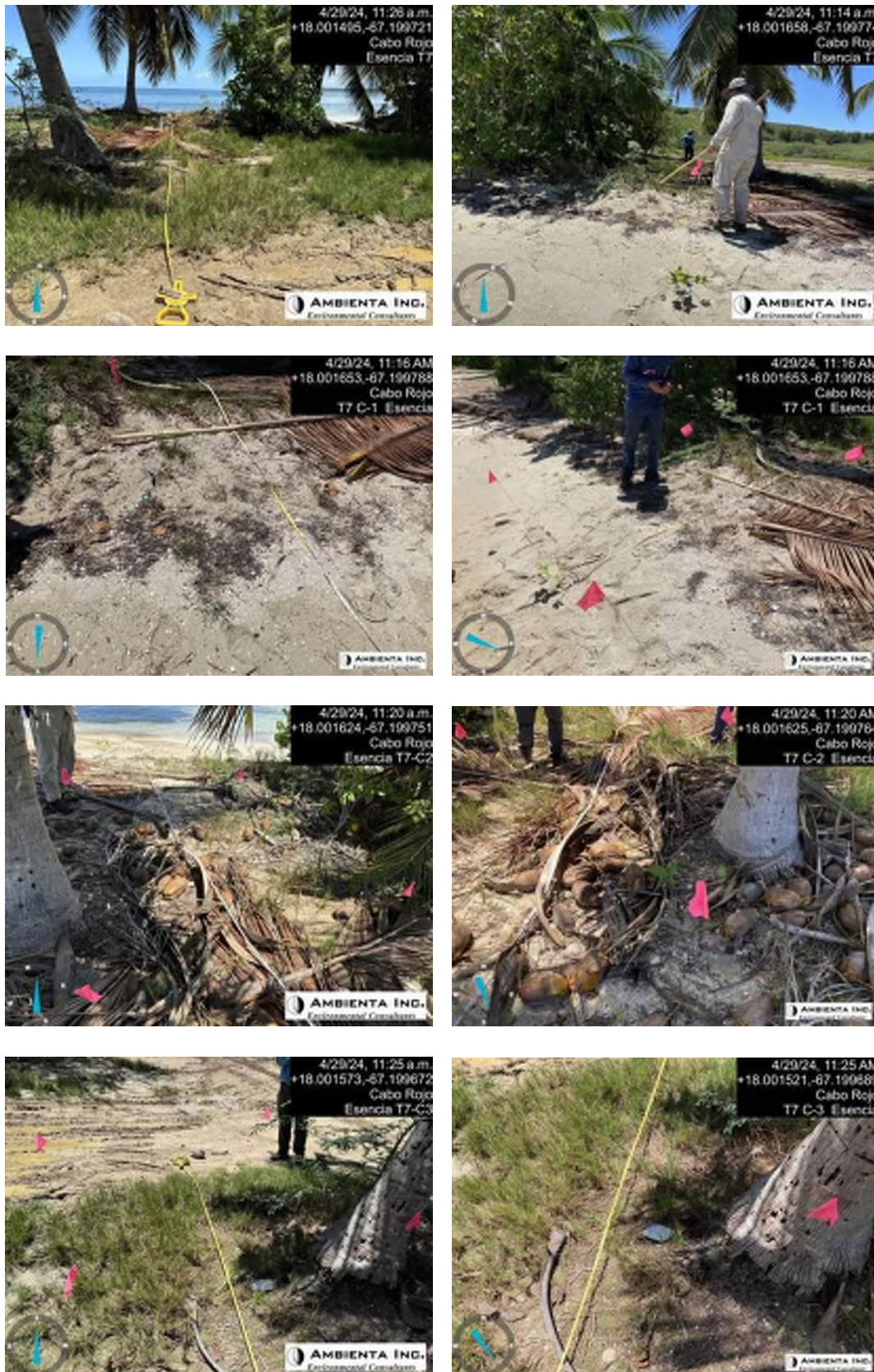
Transect 5



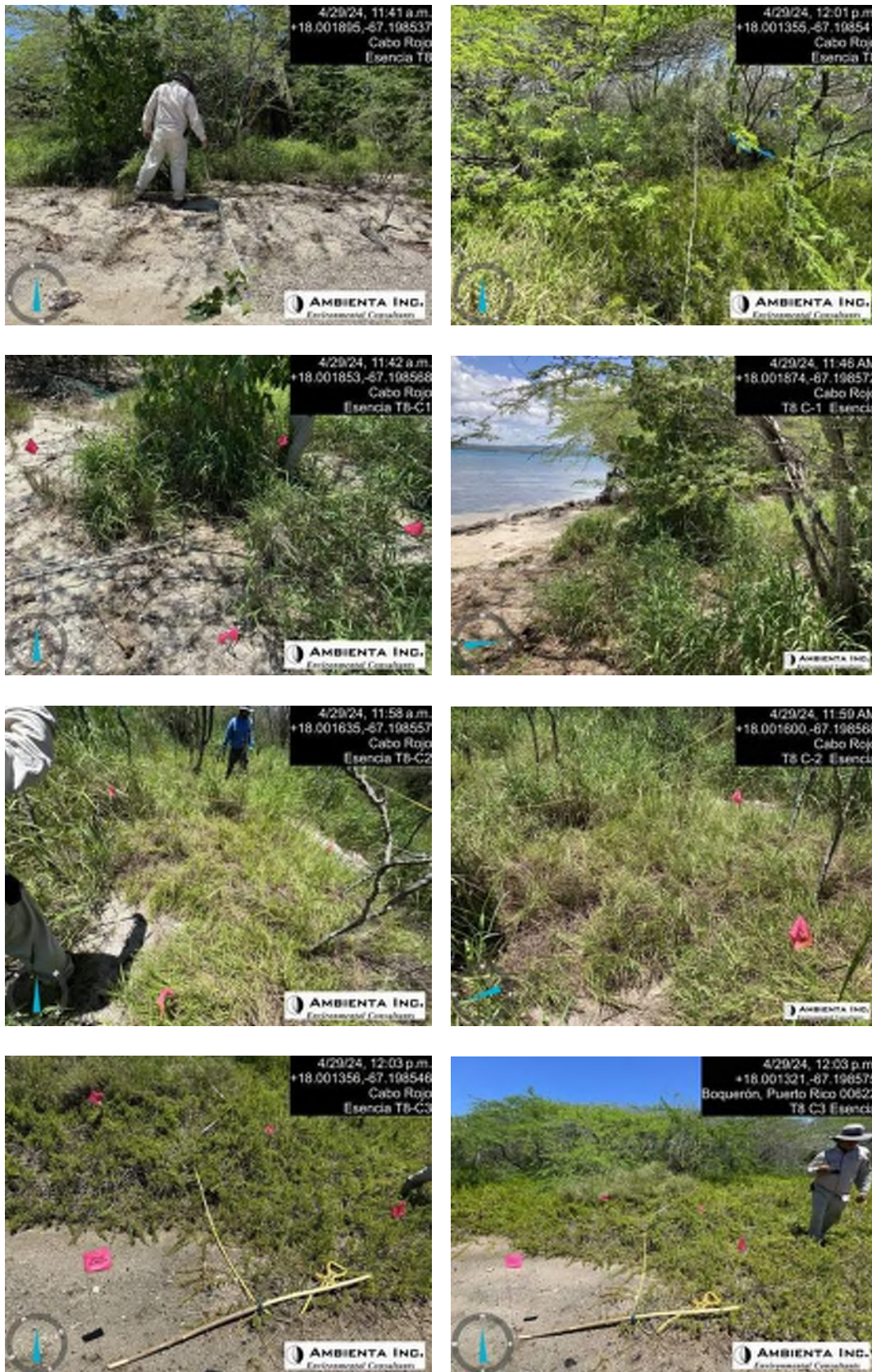
Transect 6



Transect 7



Transect 8



Transect 9



Transect 10



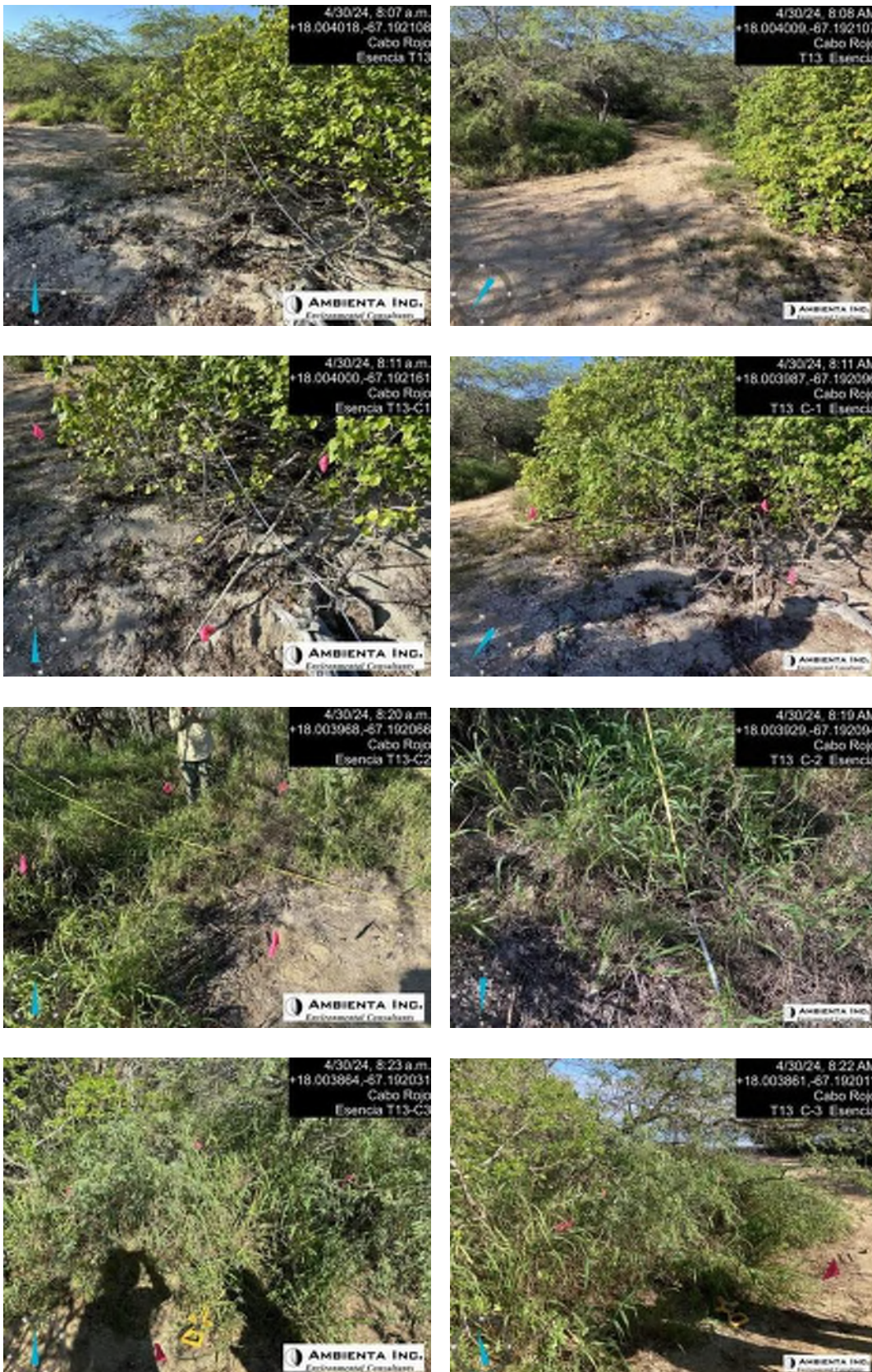
Transect 11



Transect 12



Transect 13



Transect 14



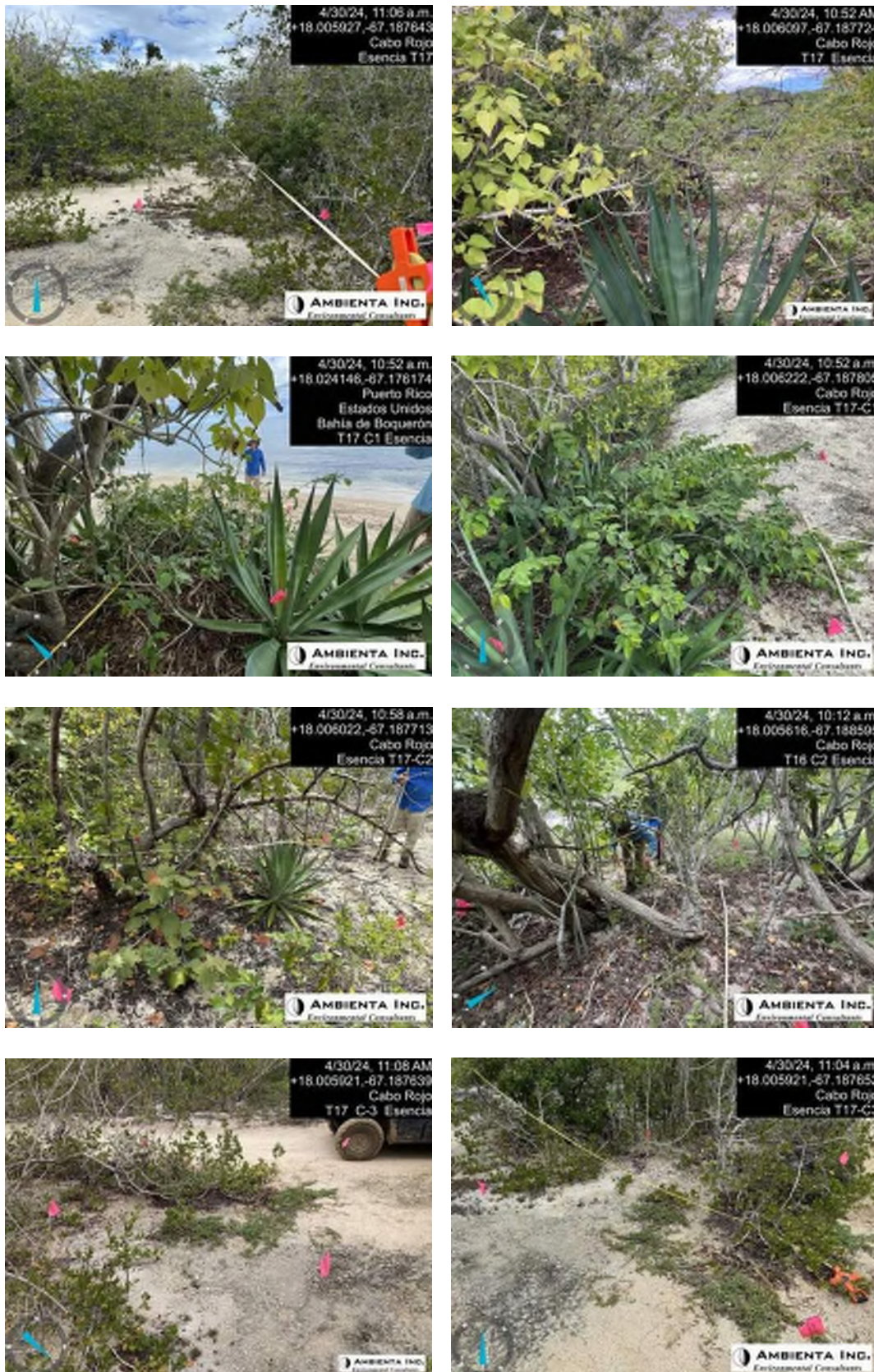
Transect 15



Transect 16



Transect 17



Transect 18



Transect 19



Transect 20



Transect 21



Transect 22



APPENDIX B: TRANSECTS LOCATIONS



Appendix B: Transects General Locations
Coastal Dune Vegetation Assessment and Characterization
Esencia Development Project
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Legend:

-  Esencia Project Property Limit
-  Dune Characterization Transects

Appendix B: Transects T-1 to T-3
Coastal Dune Vegetation Assessment and Characterization
Esencia Development Project
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Appendix B: Transects T-4 to T-6
Coastal Dune Vegetation Assessment and Characterization
Esencia Development Project
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Appendix B: Transects T-7 to T-10
Coastal Dune Vegetation Assessment and Characterization
Esencia Development Project
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Legend:

-  Esencia Project Property Limit
-  Dune Characterization Transects

Appendix B: Transects T-11 to T-13
Coastal Dune Vegetation Assessment and Characterization
Esencia Development Project
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Legend:

- ▬ Esencia Project Property Limit
- ▬ Dune Characterization Transects

Appendix B: Transects T-14 to T-17
Coastal Dune Vegetation Assessment and Characterization
Esencia Development Project
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Appendix B: Transects T-18 to T-20
Coastal Dune Vegetation Assessment and Characterization
Esencia Development Project
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Appendix B: Transects T-21 to T-22
Coastal Dune Vegetation Assessment and Characterization
Esencia Development Project
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.



ANEJOS DECLARACIÓN IMPACTO AMBIENTAL
ESENCIA, BOQUERÓN, CABO ROJO

Anejo 21
Traducción de Cortesía
NOVIEMBRE 2025

Descargo de Responsabilidad Legal

El presente documento es una traducción del documento original redactado en idioma inglés. Esta traducción ha sido realizada únicamente con fines informativos y no ha sido revisada ni aprobada por el autor del documento original. En caso de que surjan inconsistencias o discrepancias entre el contenido del documento original en inglés y la traducción al español, prevalecerá la versión en inglés del documento original. Este descargo de responsabilidad se emite en conformidad con la legislación vigente en Puerto Rico, que establece que, en situaciones de conflicto entre versiones en inglés y español de un mismo texto legal, la versión en inglés prevalecerá.



Memorándotécnico

EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS PROYECTO DE DESARROLLO DE ESENCIA-CABO ROJO, PUERTO RICO

Para: Sofia Saragoza - Directora de Proyectos - Álvarez-Díaz & Villalón

De: Walter E. Soler-Figueroa

Date: 19 de noviembre de 2024

INTRODUCCIÓN:

Esta memoria técnica presenta los resultados de la Evaluación y Caracterización de la Vegetación de Dunas Costeras realizada en el emplazamiento del Proyecto Esencia. El objetivo principal de esta evaluación es adquirir datos exhaustivos sobre la composición vegetal del sistema de dunas costeras, proporcionando información crucial sobre la estructura y la salud de esta característica natural.

Los datos recogidos serán fundamentales para apoyar a los equipos de ingeniería y arquitectura del proyecto mediante la identificación de las acciones específicas necesarias para mejorar la estabilidad de las dunas y su función como barrera costera, que desempeña un papel vital en la protección de las zonas del interior contra las mareas de tempestad, la erosión y otros peligros costeros.

La información obtenida mediante esta evaluación servirá de base para la toma de decisiones estratégicas en materia restauración y gestión. Estos esfuerzos se centrarán en reforzar la resistencia de la duna a las presiones medioambientales, como la subida del nivel del mar y el aumento de las tormentas, al tiempo que se trabaja para restaurar y mejorar las comunidades de plantas autóctonas que contribuyen a la salud ecológica general del sistema. La planificación y restauración de hábitats autóctonos fomentará la biodiversidad y mejorará la capacidad natural de la duna para funcionar como barrera dinámica y resistente contra la erosión costera.

Las tareas de campo para la Caracterización de las Dunas Costeras se llevaron a cabo en abril de 2024, siguiendo un enfoque sistemático para garantizar una recogida de datos exhaustiva. Estas tareas incluyeron el establecimiento de 22 transectos de seguimiento a través de las playas de Esencia, que comprenden aproximadamente 3,7 kilómetros (2,3 millas) de terreno, diseñados para capturar una muestra representativa de la composición de la vegetación en diferentes puntos a lo largo de las dunas.

Los transectos proporcionaron información clave sobre la diversidad de especies, la cobertura vegetal y la morfología de las dunas, todos ellos datos esenciales para comprender el estado actual de las dunas y orientar futuras acciones de gestión y restauración. La evaluación de la vegetación y la caracterización de las dunas costeras servirán de piedra angular para una restauración sostenible, a largo plazo y basada en la naturaleza. Estos esfuerzos tendrán como objetivo no sólo mejorar la estabilidad física de las dunas, sino también restaurar y fortalecer sus funciones ecológicas como hábitats costeros críticos, apoyando la biodiversidad y protegiendo el litoral de la erosión y los factores de estrés ambiental.

METODOLOGÍA:

La evaluación y caracterización de la vegetación de las dunas costeras se llevó a cabo en un tramo de 3,7 kilómetros (2,3 millas) utilizando transectos de muestreo de 2 metros de ancho. La longitud de cada transecto se ajustó en función de la anchura de la duna en el lugar específico, garantizando que todas las secciones de la duna estuvieran representadas. En total, se establecieron 22 transectos de muestreo en las playas de Esencia para evaluar y documentar la composición de la vegetación de las dunas costeras.

La selección de las ubicaciones de los transectos siguió criterios derivados del análisis del SIG y de la verificación sobre el terreno, donde se examinaron las anchuras de las dunas y las estructuras de la vegetación para captar una sección transversal representativa de las diversas condiciones presentes en las dunas.

Criterios de ubicación de los transectos: Para proporcionar un análisis exhaustivo, los transectos se establecieron en lugares donde las dunas eran adyacentes o estaban afectadas por diversos factores ambientales y antropogénicos, entre ellos:

- Senderos y carreteras
- Parcelas urbanizadas (tanto valladas como sin vallar)
- Espacios naturales
- Humedales, incluidas marismas, salinas y manglares
- Zonas de uso recreativo intensivo
- Lugares afectados por actividades ilegales de todoterreno

Los transectos comenzaron en la orilla de la playa y se extendieron hacia el interior, cruzando la duna y extendiéndose 5 metros más allá del límite interior de la duna para tener en cuenta posibles transiciones en la vegetación.

Inventario de árboles y recogida de datos: Dentro de cada transecto, se identificaron por especie todos los árboles de dosel con un diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a 10 centímetros pulgadas [$DAP \geq 10\text{cm}$ (4")]. Para cada uno de estos árboles, se recopilaron datos métricos clave, incluyendo:

- Medidas del DAP
- Altura del árbol
- Estado general del árbol

Estos parámetros son cruciales para evaluar la integridad estructural del dosel de las dunas costeras y para comprender la composición de las especies, el vigor de los árboles y los posibles factores de estrés que afectan a la vegetación de las dunas. Esta información ayuda a evaluar la salud ecológica del sistema dunar y sirve de base para las estrategias de gestión.

Parcelas de seguimiento de la vegetación: Se establecieron tres parcelas de seguimiento, cada una de 2 metros por 2 metros, en puntos estratégicos a lo largo de cada transecto. Se colocaron en:

1. La cara de la playa (comienzo de la duna)
2. El centro de la duna
3. La parte trasera cerca del final del transecto

En cada una de estas parcelas se registraron todas las especies de vegetación presentes y se hizo una estimación de su porcentaje de dominancia en la cobertura aérea. De este modo se pudo conocer la distribución y dominancia de los tipos de vegetación en las distintas secciones de la duna. También se documentó cada parcela con pruebas fotográficas para garantizar la precisión y la trazabilidad.

Análisis de datos y clasificación de la vegetación Una vez recogidos los datos de campo, se a un análisis detallado. El análisis se complementó con una amplia revisión bibliográfica para contextualizar los resultados. A efectos de la caracterización de las dunas costeras, la vegetación se clasificó en dos grupos principales:

1. **Especies deseables:** Constituidas principalmente por plantas autóctonas que contribuyen positivamente a la estabilización de las dunas y al equilibrio ecológico.
2. **Especie invasora:** Vegetación exótica de crecimiento rápido que puede amenazar el ecosistema natural desplazando la flora autóctona.

Especies como *Neltuma juliflora* y *Thespesia populnea* se han clasificado como invasoras basándose en los hallazgos de la literatura científica. Sin embargo, es importante reconocer que existe un debate en curso sobre su origen en el Caribe. Esta distinción es especialmente significativa, ya que afecta directamente a las estrategias de gestión y restauración de dunas. Una comprensión precisa de su clasificación, nativa o exótica, es fundamental para aplicar medidas adecuadas de restauración del hábitat que apoyen la sostenibilidad a largo plazo de las dunas costeras. Independientemente de su origen, ambas especies presentan características que las califican de invasoras, como un crecimiento agresivo y la competencia con la flora dunar autóctona, lo que puede alterar la dinámica del ecosistema.

Esta clasificación indica que tanto *Neltuma juliflora* como *Thespesia populnea* requieren un control y una gestión activos para mejorar la resistencia general de los ecosistemas de dunas. Sus características invasoras, como el crecimiento agresivo y la competencia con la vegetación autóctona, pueden socavar la estabilidad y la biodiversidad de los hábitats dunares. Para mitigar su impacto ecológico y promover la sostenibilidad a largo plazo de estos sistemas costeros críticos es esencial aplicar estrategias de gestión eficaces, que incluyan su eliminación o contención.

Esta metodología garantiza que los datos recogidos proporcionen una comprensión sólida y completa del estado actual de la vegetación de las dunas costeras, apoyando el desarrollo de esfuerzos eficaces de conservación y restauración en estos entornos sensibles.

RESULTADOS:

El estudio realizado en 22 transectos proporcionó información valiosa sobre la estructura del dosel y la composición de especies del ecosistema de dunas costeras. Entre estos transectos, se registraron especies de árboles de dosel con un diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a 10 cm (aproximadamente 4 pulgadas) en 18 transectos, lo que indica que aproximadamente el 82% de las zonas estudiadas soportan un crecimiento arbóreo sustancial. Por el contrario, cuatro transectos no cumplían este criterio, lo que pone de manifiesto la variabilidad del tamaño y la densidad de los árboles en el sistema dunar.

Durante el estudio se identificaron un total de nueve especies distintas de árboles de dosel con un DAP superior a 10 cm. Cuatro de estas especies, *Cocos nucifera* (coco), *Neltuma juliflora* (janzen), *Pithecellobium dulce* (tamarindo de Manila) y *Thespesia populnea* (portia), se consideran invasoras. Este grupo constituye aproximadamente el 44% de las especies de dosel documentadas, lo que subraya un reto importante para la integridad ecológica de las dunas. La presencia de estas especies invasoras suscita preocupación por sus ventajas competitivas, que pueden provocar el desplazamiento de la flora autóctona, alteraciones en la estructura del hábitat y la desestabilización de los sistemas dunares.

Se encontraron especies invasoras en 17 de los 18 transectos en los que había árboles de dosel, lo que representa alrededor del 94% de estas zonas. Resulta alarmante que las especies invasoras representaran al menos el 50% de la cobertura aérea total del dosel en 16 de estos transectos. Estos datos reflejan un dominio considerable de las especies invasoras en la mayor parte del sistema dunar, lo que supone una grave amenaza ecológica. Las implicaciones de este predominio van más allá de la mera sustitución de especies; las especies invasoras pueden afectar significativamente a la biodiversidad autóctona, perturbar las interacciones ecológicas y comprometer la estabilidad general del ecosistema dunar.

Entre los 22 transectos estudiados, 11 mostraban un predominio de especies invasoras superior al 50%. Estas invasoras abarcaban varios tipos de vegetación, incluidas plantas herbáceas, enredaderas, arbustos y árboles, contribuyendo colectivamente a la alteración de la comunidad vegetal natural y del equilibrio ecológico del sistema de dunas costeras.

Los datos exhaustivos recogidos en cada transecto abarcan varias métricas clave:

- **Composición del dosel:** Identificación de las especies arbóreas con un DAP superior a 10 cm, incluyendo mediciones detalladas del DAP, alturas y condiciones generales.
- **Cobertura de especies invasoras:** Documentación sistemática de la presencia de especies invasoras, incluido el porcentaje de cobertura aérea en diferentes tipos de vegetación, como plantas herbáceas, arbustos y árboles.
- **Distribución de especies autóctonas:** Un registro exhaustivo de la presencia de especies autóctonas y sus contribuciones porcentuales a la composición general de la vegetación dentro de los transectos.
- **Estructura de la vegetación:** Evaluación de la disposición estructural vertical y horizontal de la vegetación, que ilustra la distribución espacial y la estratificación de las especies autóctonas e invasoras.

Este perfil detallado de la vegetación servirá de base fundamental para desarrollar planes de gestión y restauración dirigidos a controlar las especies invasoras, aumentar la biodiversidad autóctona y mejorar la resistencia general del sistema de dunas costeras. En el **Apéndice A** se presentan más datos y documentación visual en apoyo de estos resultados.

El contraste ecológico entre las secciones oriental y occidental del emplazamiento del Proyecto Esencia ofrece valiosas perspectivas sobre la dinámica de los sistemas de dunas costeras y pone de relieve los multifacéticos retos que plantea la gestión de estos sensibles hábitats. La sección oriental, más saludable, subraya la importancia de las características protectoras naturales, como los ecosistemas de manglares adyacentes, para fomentar la resistencia de las dunas. Los manglares no sólo protegen las dunas de impactos físicos directos como las mareas de tempestad y los vientos fuertes, sino que también crean condiciones hidrológicas que favorecen la estabilidad del suelo y el establecimiento de una vegetación adaptada a entornos salinos y dinámicos. Además, la escasa interferencia humana en esta zona permite los procesos ecológicos naturales, como la dispersión de semillas, el reclutamiento y la sucesión, se produzcan sin perturbaciones, lo que mejora aún más la capacidad del sistema para resistir la colonización de especies invasoras.

Por el contrario, el estado degradado de la sección occidental refleja el profundo impacto de las actividades humanas en los ecosistemas dunares. Las alteraciones provocadas por el hombre, como la compactación del suelo por el tráfico peatonal y de vehículos todoterreno, comprometen la estructura física de las dunas, reduciendo su capacidad para retener arena y sustentar la vegetación. Estas alteraciones no sólo aceleran la erosión, sino que también alteran el banco de semillas autóctonas, lo que permite que se establezcan y dominen especies invasoras oportunistas. Las plantas invasoras, que suelen caracterizarse por su rápido crecimiento y su alta tolerancia a las condiciones perturbadas, pueden competir con las especies autóctonas por recursos como la luz, el agua y los nutrientes. Con el tiempo, se crea un entorno de monocultivo que desestabiliza aún más el ecosistema y reduce la biodiversidad.

La degradación de la sección occidental también disminuye la capacidad de la duna para servir de barrera crítica contra los peligros costeros, como las mareas tormentosas y la subida del nivel del mar. Las dunas sanas prestan servicios ecosistémicos que incluyen la protección de las zonas interiores contra las inundaciones, el apoyo a la biodiversidad y la función de hábitat para la fauna especializada, incluidas las especies en peligro de extinción. La pérdida de estas funciones debido a la proliferación de especies invasoras y a la alteración del hábitat tiene implicaciones más amplias para la sostenibilidad de todo el paisaje costero.

Para hacer frente a estos retos es esencial adoptar un enfoque de gestión holístico. En primer lugar, hay que dar prioridad al control de las especies invasoras, combinando la eliminación manual, los métodos mecánicos y los tratamientos químicos inocuos para el medio ambiente cuando proceda. La restauración de la vegetación autóctona mediante la resiembra y plantación de especies adecuadas a las condiciones locales puede ayudar a restablecer el equilibrio ecológico. Además, la aplicación de medidas de protección, como la designación de vías para canalizar la actividad humana lejos de las zonas vulnerables, el vallado para limitar el acceso de vehículos todoterreno y los programas educativos para concienciar al público, pueden reducir el impacto de las alteraciones antropogénicas.

Además, el seguimiento a largo plazo es fundamental para evaluar la eficacia de estas intervenciones y adaptar las estrategias de gestión según sea necesario. Esto incluye evaluaciones periódicas de la composición de la vegetación, la cobertura de especies invasoras, la estabilidad del suelo y los índices de erosión. La incorporación de la gestión adaptativa garantiza que las estrategias sigan siendo eficaces frente a condiciones ambientales cambiantes, como el aumento de las tormentas o los cambios en el nivel del mar.

En última instancia, la salud comparativa de los sistemas de dunas orientales y occidentales pone de relieve la interconexión de los factores ecológicos, físicos y antropogénicos a la hora de determinar la resiliencia de los hábitats costeros. Si se abordan las causas profundas de la degradación y se aplican medidas proactivas de restauración y protección, los sistemas de dunas costeras pueden recuperarse para favorecer la resiliencia ecológica.

La siguiente sección presenta los resultados de la evaluación por cada transecto caracterizado:



Resultados por transecto:

Transecto 1: 32 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se documentó un total de tres ejemplares de árboles de dosel, todos ellos especies invasoras, consistentes en un ejemplar de *Thespesia populnea* y dos de *Neltuma juliflora*. El dosel está parcialmente abierto, permitiendo la penetración de la luz al sotobosque, que está cubierto en su mayor parte por la especie herbácea invasora *Megathyrsus maximus*, que representa el 100% de la vegetación del sotobosque.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 0-2 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* y *Thespesia populnea* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (50% de cobertura de especies invasoras); 50% de suelo desnudo con tierra expuesta y hojarasca vegetal limitada.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 13-15 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Thespesia populnea* y *Neltuma juliflora* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Sotobosque: 100% suelo desnudo con tierra expuesta y hojarasca vegetal limitada.
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 30-32 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *N. juliflora* (95% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *M. maximus* (80% de cobertura de especies invasoras), suelo expuesto al sendero.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - Ninguna especie *autóctona* o deseable (0% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - Ninguna especie *autóctona* o deseable (0% de cobertura de especies deseables)
 - Cuadrante 3:
 - *Randia aculeata* (5% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Aunque la información recopilada en los tres cuadrantes sugiere lo contrario, este transecto se caracteriza por un dosel abierto con alturas que oscilan entre 6 y 10 metros, formado por especies arbustivas y arbóreas invasoras dispersas. El sotobosque está dominado por vegetación invasora, suelo desnudo con una cantidad limitada de hojarasca vegetal y suelos expuestos, lo que subraya aún más la necesidad de una gestión activa para evitar la propagación continua de estas especies, la erosión de las dunas y preservar el equilibrio ecológico del sistema dunar.

Transecto 2: 15 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se documentaron tres ejemplares de árboles de dosel de la especie invasora *Thespesia populnea*. La mayor parte del transecto carece de vegetación de sotobosque; sin embargo, en las zonas donde hay vegetación de sotobosque, está dominada exclusivamente por la especie herbácea invasora *Megathyrsus maximus*, que comprende el 100% de la vegetación de sotobosque observada.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 2-4 Metros):
 - Composición del dosel y de los arbustos: *Thespesia populnea* (85% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: Carece de vegetación de sotobosque, cobertura del suelo con rocas.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 6-8 Metros):
 - Composición de copas y arbustos: *Thespesia populnea* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (10% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 11-13 Metros):
 - No hay composición de copas y arbustos ni composición del sotobosque. este cuadrante está situado en un camino de tierra.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - Ninguna especie autóctona o deseable (0% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - Ninguna especie autóctona o deseable (0% de cobertura de especies deseables)
 - Cuadrante 3:
 - Ninguna especie autóctona o deseable (0% de cobertura de especies deseables)
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con alturas que oscilan 4 y 6 metros, compuesto por especies arbustivas y arbóreas invasoras dispersas. El escaso sotobosque está dominado en su totalidad por vegetación invasora, lo que pone de manifiesto la urgente necesidad de una gestión activa para evitar una mayor propagación y preservar el equilibrio ecológico del sistema dunar. Además, el final de este transecto muestra impactos visibles de un camino de tierra.

Transecto 3: 36 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se documentó un total de cinco ejemplares de árboles de dosel, incluyendo cuatro ejemplares de la especie invasora *Thespesia populnea* y un ejemplar de la especie nativa *Coccoloba uvifera*. El dosel está parcialmente abierto, permitiendo que la luz penetre en el sotobosque, que está totalmente cubierto por la especie herbácea invasora *Megathyrsus maximus*, que representa el 100% de la vegetación del sotobosque.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 2-4 Metros):
 - Composición de copas y arbustos: *Thespesia populnea* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (2% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 17-19 Metros):
 - Composición de copas y arbustos: no hay cobertura de copas de especies invasoras.
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 30-32 Metros):
 - Composición de copas y arbustos: sin cobertura de especies invasoras.
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (100% de cobertura de especies invasoras).
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - Ausencia de especies autóctonas o deseables (0% de cobertura del dosel o del sotobosque).
 - Cuadrante 2:
 - *Coccoloba uvifera* (85% de cobertura de especies deseables).
 - *Lantana camara* var. *camara* (5% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Coccoloba uvifera* (30% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con alturas que oscilan entre 6 y 10 metros, estando dominado al principio del transecto por especies arbustivas y arbóreas invasoras, pero luego las especies nativas dominan completamente el dosel con el sotobosque dominado por vegetación invasora con una pequeña presencia de especies nativas, lo que enfatiza aún más la necesidad de una gestión activa para evitar la propagación continua de estas especies y preservar el equilibrio ecológico del sistema dunar.

Transecto 4: 24 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se documentaron un total de cinco ejemplares de árboles de dosel, todos ellos especies invasoras, consistentes en tres individuos de *Neltuma juliflora* y dos de *Thespesia populnea*. El dosel está parcialmente abierto, permitiendo la penetración de la luz al sotobosque, que está cubierto en su mayor parte por la especie herbácea nativa *Chloris barbata*, que representa el 50% de la vegetación del sotobosque, la especie invasora *Dactyloctenium aegyptium* está presente y representa el 5% de la vegetación del sotobosque. Este transecto cruza una valla de alambre de espino de un terreno antiguamente utilizado como camping.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 0-2 Metros):
 - Composición del dosel y de los arbustos: *Thespesia populnea* y *Neltuma juliflora* (75% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 8-10 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* (95% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Dactyloctenium aegyptium* (10% de cobertura de especies invasoras); suelo base y suelo expuesto.
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 22-24 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* (95% de cobertura de especies invasoras).
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - Ninguna especie autóctona o deseable (0% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Chloris barbata* (5% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Chloris barbata* (45% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con alturas que oscilan entre los 4 y los 6 metros, formado por arbustos y especies arbóreas invasoras dispersas. El sotobosque está dominado por vegetación autóctona con intrusión de vegetación invasora, lo que subraya aún más la necesidad de una gestión activa para evitar la propagación continua de estas especies y preservar el equilibrio ecológico del sistema de dunas.

Transecto 5: 20 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se documentó un total de dos ejemplares de dosel arbóreo, consistentes en un ejemplar de la especie invasora *Thespesia populnea* y un ejemplar de la especie invasora *Cocos nucifera*. El dosel está parcialmente abierto, permitiendo que la luz penetre en el sotobosque, que está cubierto predominantemente por las especies herbáceas invasoras *Megathyrsus maximus* y *Bothriochloa pertusa*, que representan el 95% de la vegetación del sotobosque. La especie autóctona *Heliotropium angiospermum* tiene una presencia limitada en este transecto, constituyendo el 5% de la vegetación del sotobosque. Este transecto cruza una valla de alambre de una parcela con una casa abandonada.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 0-2 Metros):
 - Suelo desnudo (0% de cobertura del dosel o del sotobosque).
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 13-15 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: *Thespesia populnea* y *Cocos nucifera* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (5% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 30-32 Metros):
 - No hay cobertura.
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* y *Bothriochloa pertusa* (100% de cobertura de especies invasoras).
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - Suelo desnudo (0% de cobertura del dosel o del sotobosque).
 - Cuadrante 2:
 - Ninguna especie autóctona o deseable (0% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Heliotropium angiospermum* (5% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con alturas de 25 pies (8 metros), formado por especies arbustivas y arbóreas invasoras dispersas. El sotobosque está dominado por vegetación invasora, lo que subraya aún más la necesidad de una gestión activa para evitar la propagación continua de estas especies y preservar el equilibrio ecológico del sistema de dunas.

Transecto 6: 15 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se documentó un total de dos ejemplares de árboles de dosel, todos ellos especies invasoras, consistentes en una *Thespesia populnea* y una *Neltuma juliflora*. El dosel está parcialmente abierto, permitiendo la penetración de la luz al sotobosque, que está cubierto en su mayor parte por la especie herbácea invasora *Megathyrsus maximus*, que representa el 100% de la vegetación del sotobosque.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 0-2 Metros):
 - Composición del dosel y de los arbustos: *Thespesia populnea* (90% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: Carece de vegetación de sotobosque.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 13-15 Metros):
 - Composición del dosel y de los arbustos: *Thespesia populnea* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (5% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 30-32 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* (90% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (60% de cobertura de especies invasoras).
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - Ninguna especie autóctona o deseable (0% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - Ninguna especie autóctona o deseable (0% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - Ninguna especie autóctona o deseable (0% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con alturas de 25 pies (8 metros), formado por especies arbustivas y arbóreas invasoras dispersas. El sotobosque está dominado por vegetación invasora, lo que subraya aún más la necesidad de una gestión activa para evitar la propagación continua de estas especies y preservar el equilibrio ecológico del sistema de dunas.

Transecto 7: 13 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se documentó un total de dos ejemplares de árboles de dosel, consistentes en la especie invasora *Cocos nucifera*. El dosel está parcialmente abierto, permitiendo que la luz penetre en el sotobosque, que está cubierto en su mayor parte por las especies herbáceas deseables *Sporobolus virginicus* y *Fimbristylis cymosa*, que representan el 100% de la composición de la vegetación del sotobosque. Este transecto está muy afectado por el uso recreativo no planificado de la playa, con varios senderos peatonales y de vehículos todoterreno que cruzan la duna, y por el suelo expuesto y muy erosionado en la parte posterior de la duna causado por las actividades todoterreno.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 0-2 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Cocos nucifera* (5% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 4-6 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Cocos nucifera* (75% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 11-13 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Cocos nucifera* (45% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - *Sporobolus virginicus* (5% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Sporobolus virginicus* (30% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Sporobolus virginicus* (85% de cobertura de especies deseables) y *Fimbristylis cymosa*. (5% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con una altura de 15 pies (5 metros), compuesto por un sotobosque disperso cubierto por vegetación deseable. Vegetación considerablemente degradada por senderos peatonales y actividades todoterreno.

Transecto 8: 65 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Este transecto está situado en la sección más ancha de la duna en el área de estudio, sin embargo sólo se documentaron tres ejemplares de árboles de dosel, todos ellos especies invasoras, consistentes en *Neltuma juliflora*. El dosel está parcialmente abierto, permitiendo la penetración de la luz al sotobosque, que está cubierto por las especies herbáceas invasoras *Megathyrsus maximus* y *Cenchrus ciliaris*, que representan el 66% de la vegetación del sotobosque desde la playa hasta dos tercios de la duna hacia el interior. El sotobosque de la parte posterior de la duna está dominado por la deseable especie autóctona *Batis maritima*, que representa el 33% de la vegetación del sotobosque del transecto.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 2-4 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* y *Thespesia populnea* (75% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (75% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 32-34 Metros):
 - Dosel y composición arbustiva: no hay dosel ni arbustos presentes.
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* y *Cenchrus ciliaris* (95% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 63-65 Metros):
 - Dosel y composición arbustiva: no hay dosel ni arbustos presentes.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - Ninguna especie autóctona (0% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - Ninguna especie autóctona (0% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Batis maritima* (80% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con una altura de 15 pies (5 metros), formado por arbustos invasores dispersos y especies arbóreas. El sotobosque está dominado por gramíneas invasoras como *Megathyrsus maximus* y *Cenchrus ciliaris*, que suponen una amenaza significativa para la comunidad de plantas autóctonas. La presencia de la especie autóctona *Batis maritima* ofrece cierta esperanza para la estabilidad ecológica de la duna, aunque se limita a un tercio de la parte posterior de la duna.

Transecto 9: 45 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** La ubicación del transecto está al oeste de una zona de drenaje natural, desde las salinas hacia el océano. Se registró un total de catorce ejemplares de árboles de dosel, entre especies invasoras y autóctonas. Entre las especies invasoras, se documentó un individuo de las siguientes especies: *Thespesia populnea*, *Pithecellobium dulce* y *Neltuma juliflora*. Los once ejemplares restantes pertenecen a la especie de mangle autóctono deseable *Laguncularia racemosa*, que forma la mayor parte del dosel. El dosel está parcialmente abierto, lo que permite que la luz del sol llegue al sotobosque. Este sotobosque está dominado principalmente por la especie autóctona *Batis maritima*, que cubre el 80% del suelo, proporcionando importantes funciones ecológicas como la estabilización de las dunas. Sin embargo, la especie herbácea invasora *Megathyrsus maximus* ocupa el 20% restante, lo que representa una amenaza potencial para la comunidad de plantas autóctonas si no se gestiona.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 0-2 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* y *Pithecellobium dulce* (90% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 22-24 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* (70% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (20% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 30-32 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - *Laguncularia racemosa* (10% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Laguncularia racemosa* (10% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* (45% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con alturas que oscilan entre 4 y 6 metros, formado por especies arbustivas y arbóreas nativas invasoras y deseables dispersas. El sotobosque está dominado por especies nativas invasoras y deseables.

Transecto 10: 47 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se registró un total de tres ejemplares de árboles de dosel, especies invasoras y autóctonas. Entre las especies invasoras, se documentó un individuo de *Neltuma juliflora*. Los brinzales y árboles jóvenes de esta especie que no alcanzan los 10 cm de DAP dominan el primer tramo o tercio de duna hacia la playa. Los otros dos ejemplares pertenecen a la especie de mangle autóctono deseable *Avicennia germinans*. En los dos tercios restantes de la duna, dominan el dosel y el sotobosque los brinzales y los árboles jóvenes que no alcanzan los 10 cm de DAP de *A. germinans* y *Laguncularia racemosa*. El dosel está parcialmente abierto, permitiendo que la luz del sol llegue al sotobosque. Este sotobosque en la primera sección de la duna hacia la playa está dominado por *Megathyrus maximus*, que cubre el 90% del suelo y representa una amenaza potencial para la comunidad de plantas autóctonas si no se gestiona. El sotobosque en los otros dos tercios de la duna está dominado principalmente por la especie autóctona *Batis maritima*, que cubre el 90% del suelo y proporciona importantes funciones ecológicas como la estabilización de la duna.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 0-2 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* (80% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Megathyrus maximus* (15% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 24-26 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* (15% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: ninguna especie en el sotobosque.
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 45-47 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - Ninguna especie autóctona (0% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* (85% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Laguncularia racemosa* y *Batis maritima* (100% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con alturas que oscilan entre 6 y 9 metros, formado por especies arbustivas y arbóreas nativas invasoras y deseables dispersas. El sotobosque está dominado por especies nativas invasoras y deseables.

Transecto 11: 12 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se documentó un total de tres ejemplares de dosel arbóreo, todos ellos especies invasoras, consistentes en dos individuos de *Thespesia populnea* y uno de *Neltuma juliflora*. El dosel está parcialmente abierto, permitiendo la penetración de luz al sotobosque. La primera sección de la duna no tiene sotobosque, con fuerte erosión en las raíces expuestas de los ejemplares de *T. populnea* hacia la orilla de la playa. El sotobosque del resto de la duna y hacia su parte trasera está dominado principalmente por la especie autóctona *Batis maritima*, que cubre el 80% del suelo, proporcionando importantes funciones ecológicas como la estabilización de la duna.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 0-2 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* y *Thespesia populnea* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 13-15 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Thespesia populnea* y *Neltuma juliflora* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: No hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 30-32 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* (35% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: No hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - Ninguna especie autóctona o deseable (0% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - Ninguna especie autóctona o deseable (0% de cobertura de especies deseables)
 - Cuadrante 3:
 - *Batis maritima* (80% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con una altura de 6 metros, formado por especies arbustivas y arbóreas invasoras dispersas. El sotobosque está dominado principalmente por la especie autóctona *Batis maritima*, que cubre el 80% del suelo, proporcionando importantes funciones ecológicas como la estabilización de las dunas.

Transecto 12: 33 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se registraron un total de tres ejemplares del dosel arbóreo, todos de la especie invasora *Neltuma juliflora*. El dosel está parcialmente abierto, lo que permite que la luz del sol llegue al sotobosque. Este sotobosque está dominado principalmente por las especies nativas deseables *Batis maritima*, *Lantana camara* var. *camara* y *Fimbristylis cymosa* que cubren el 90% del suelo, proporcionando importantes funciones ecológicas como la estabilización de las dunas. Sin embargo, la especie herbácea invasora *Paspalum dilatatum* ocupa el 10% restante, lo que representa una amenaza potencial para la comunidad de plantas autóctonas si no se gestiona.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 2-4 Metros):
 - Composición del dosel y de los arbustos: *Thespesia populnea* y *Pithecellobium dulce* (35% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 13-15 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Thespesia populnea* y *Neltuma juliflora* (85% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Paspalum dilatatum* (10% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 31-33 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* (85% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - *Laguncularia racemosa* (74% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Fimbristylis cymosa* y *Lantana camara* var. *camara* (10% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Batis maritima* (100% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con una altura de 6 metros, formado por especies arbustivas y arbóreas nativas invasoras y deseables dispersas. El sotobosque está dominado por especies nativas invasoras y deseables.

Transecto 13: 20 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Sólo un ejemplar del dosel cumple los criterios de 10 cm de DAP, correspondiente a la especie invasora *Neltuma juliflora*. El dosel está parcialmente abierto, lo que permite que la luz del sol llegue al sotobosque. Este sotobosque está dominado principalmente por la especie herbácea invasora *Megathyrsus maximus*, que cubre el 80% del suelo. Sin embargo, las especies autóctonas deseables *Paspalum vaginatum* y *Sporolobus virginicus* ocupan el 20% restante.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 2-4 Metros):
 - Composición de copas y arbustos: *Thespesia populnea* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 12-14 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 18-20 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* y *Pithecellobium dulce* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (100% de cobertura de especies invasoras).
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - *Paspalum vaginatum* y *Sporolobus virginicus* (100% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - Ninguna especie autóctona o deseable (0% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - Ninguna especie autóctona o deseable (0% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con altura de 10 pies (3 metros), compuesto por especies arbustivas y arbóreas dispersas. El sotobosque, dominado por la gramínea invasora *Megathyrsus maximus*, supone una amenaza significativa para la comunidad de plantas autóctonas; la presencia de las especies autóctonas *Paspalum vaginatum* y *Sporolobus virginicus* en el lado de la playa de la duna ofrece cierta esperanza para la estabilidad ecológica de la duna.

Transecto 14: 24 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Dentro de este transecto, ningún ejemplar arbóreo cumple la norma $DAP \geq 10\text{cm}$. Sin embargo, en la mayor parte de la duna se observaron ejemplares pequeños y jóvenes de las especies nativas deseables *Cynophalla flexuosa* y *Avicennia germinans* y de la invasora *Pithecellobium dulce*, formando un dosel de matorral espeso a media altura. El dosel está parcialmente abierto, lo que permite que la luz solar penetre en el sotobosque. El sotobosque está dominado principalmente por especies herbáceas autóctonas deseables, como *Paspalum vaginatum*, *Cynophalla flexuosa*, *Batis maritima* y *Myriopus microphyllum*.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 2-4 Metros):
 - Composición del dosel y de los arbustos: *Pithecellobium dulce* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 12-14 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 22-24 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - *Lantana camara* var. *camara*, *Paspalum vaginatum*, *Cynophalla flexuosa* y *Myriopus microphyllum* (100% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Batis maritima* y *Avicennia germinans* (100% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Batis maritima* y *Avicennia germinans* (100% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** El sotobosque está dominado por las especies autóctonas deseables *Paspalum vaginatum*, *Sporolobus virginicus*, *Myriopus microphyllum*, *Batis maritima* y *Avicennia germinans*. Sin embargo, la presencia de la especie invasora *Pithecellobium dulce* constituye una amenaza para la integridad y las funciones de la duna.

Transecto 15: 25 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Sólo un ejemplar de la copa cumple los criterios de 10 cm de DAP, correspondiente a la especie invasora *Thespesia populnea*. El dosel está parcialmente abierto, lo que permite que la luz del sol llegue al sotobosque. Este sotobosque está dominado principalmente por las especies herbáceas nativas deseables *Crossopetalum rhacoma*, *Sesuvium portulacastrum*, *Lantana camara* var. *camara*, *Batis maritima* y *Paspalum vaginatum* y cubre el 100% del suelo.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 2-4 Metros):
 - Composición del dosel y de los arbustos: *Thespesia populnea* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 12-14 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 23-25 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - *Crossopetalum rhacoma* y *Sesuvium portulacastrum* s (100% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Batis maritima* y *Avicennia germinans* (100% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Batis maritima* y *Avicennia germinans* (100% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con una altura de 6 metros, formado por especies arbustivas e invasoras arbóreas dispersas. El sotobosque está dominado por especies herbáceas nativas deseables *Crossopetalum rhacoma*, *Sesuvium portulacastrum*, *Lantana camara* var. *camara*, *Batis maritima* y *Paspalum vaginatum*.

Transecto 16: 26 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se registró un total de cinco ejemplares de árboles de dosel, tres de la especie invasora *Thespesia populnea*, uno de la especie invasora *Neltuma juliflora* y uno de la especie nativa de manglar y uno de la especie nativa deseable *Avicennia germinans*. El dosel está parcialmente abierto, lo que permite que la luz del sol llegue al sotobosque. Este sotobosque está dominado principalmente por la especie herbácea nativa deseable *Batis maritima*.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 2-4 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Thespesia populnea* y *Neltuma juliflora* (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 12-14 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos: *Neltuma juliflora* (30% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: No hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 23-25 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - Ninguna especie autóctona o deseable (0% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Batis maritima*, *Jacquinia arborea* y *Cynophalla flexuosa* (75% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Batis maritima*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* (100% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con alturas que oscilan entre 4 y 6 metros, formado por arbustos y especies arbóreas dispersas. El sotobosque está dominado por la deseable especie herbácea autóctona *Batis maritima*.

Transecto 17: 27 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se registró un total de tres ejemplares del dosel arbóreo, consistentes en dos individuos de la especie invasora *Thespesia populnea* y un individuo de la especie nativa deseable *Conocarpus erectus*. El dosel está parcialmente abierto, permitiendo que la luz solar penetre en el sotobosque. El sotobosque está dominado principalmente por especies herbáceas autóctonas deseables, como *Paspalum vaginatum*, *Furcraea tuberosa* y *Sesuvium portulacastrum*. Además, se ha observado una presencia limitada de la especie invasora *Dalbergia ecastaphyllum* en el lado de la playa del transecto. Es importante señalar que, aunque *D. ecastaphyllum* se considera una especie invasora, es nativa de la isla.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 2-4 Metros):
 - Composición del dosel y de los arbustos: *Thespesia populnea* - (100% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Dalbergia ecastaphyllum* (10% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 13-15 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 25-27 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - *Paspalum vaginatum* y *Furcraea tuberosa* (90% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Paspalum vaginatum*, *Furcraea tuberosa* y *Coccoloba uvifera* (100% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Sesuvium portulacastrum*, *Fimbristylis cymosa* y *Conocarpus erectus* (100% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con una altura de 4 metros (15 pies), formado por especies arbustivas y arbóreas dispersas. El sotobosque está dominado por las especies herbáceas autóctonas deseables *Paspalum vaginatum*, *Furcraea tuberosa* y *Sesuvium portulacastrum*. Además, se ha observado una presencia limitada de la especie invasora *Dalbergia ecastaphyllum* en la zona de playa de la duna.

Transecto 18: 13 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se registró un total de dos ejemplares de dosel arbóreo, consistentes en dos individuos de la deseable especie autóctona *Jacquinia arborea*. El dosel está parcialmente abierto, permitiendo que la luz solar penetre en el sotobosque. El sotobosque está dominado principalmente por especies herbáceas nativas deseables, incluyendo *Paspalum vaginatum*, *Sporolobus virginicus* y *Lantana camara* var. *camara*.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 0-2Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 12-14 Metros):
 - Composición del dosel y de los arbustos: No hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: No hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 18-20 Metros):
 - Composición del dosel y de los arbustos: No hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: No hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - *Paspalum vaginatum* y *Sporolobus virginicus* (100% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Paspalum vaginatum*, *Jacquinia arborea*, *Erithalis fruticosa* y *Eugenia axillaris* (100% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Pictetia aculeata*, *Jacquinia arborea*, *Eugenia axillaris*, *Lantana camara* var. *camara* y *Conocarpus erectus* (100% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto formado por especies arbustivas y arbóreas nativas deseables dispersas, como *Jacquinia arborea* y *Pictetia aculeata*. El sotobosque está dominado por las especies herbáceas autóctonas deseables *Paspalum vaginatum*, *Sporolobus virginicus* y *Lantana camara* var. *camara*.

Transecto 19: 26 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Dentro de este transecto, ningún ejemplar arbóreo cumple la norma $DAP \geq 10\text{cm}$. Sin embargo, ejemplares pequeños y jóvenes de las especies autóctonas deseables *Eugenia axillaris*, *Jacquinia arborea*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* forman una composición de dosel arbustivo, que está parcialmente abierto, permitiendo que la luz solar penetre en el sotobosque. El sotobosque está dominado principalmente por especies herbáceas autóctonas deseables, como *Paspalum vaginatum*, *Suriana maritima* y *Batis maritima*.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 0-2 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 11-13 Metros):
 - Composición del dosel y de los arbustos: No hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 24-26 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - *Paspalum vaginatum*, *Erithalis fruticosa* y *Eugenia axillaris* (100% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Suriana maritima*, *Jacquinia arborea*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* (100% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Jacquinia arborea* y *Batis maritima* (100% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto formado por especies arbustivas y arbóreas nativas deseables dispersas. El sotobosque está dominado por las especies herbáceas autóctonas deseables *Paspalum vaginatum*, *Suriana maritima* y *Batis maritima*.

Transecto 20: 30 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Dentro de este transecto, ningún ejemplar arbóreo cumple la norma $DAP \geq 10\text{cm}$. Sin embargo, se observaron ejemplares pequeños y jóvenes de las especies autóctonas deseables *Coccoloba uvifera*, *Jacquinia arborea* y *Conocarpus erectus*, con una presencia mínima de la especie invasora *Thespesia populnea* en el lado de la playa de la duna. Esta estructura de la vegetación crea un dosel de matorral espeso a media altura en la mayor parte de la duna. El dosel está parcialmente abierto, lo que permite que la luz solar penetre en el sotobosque. El sotobosque está dominado principalmente por especies herbáceas autóctonas deseables, como *Paspalum vaginatum*, *Fimbristylis cymosa* y *Sesuvium portulacastrum*.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 2-4 Metros):
 - Composición del dosel y de los arbustos: *Thespesia populnea* (5% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 12-14 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 28-30 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - *Paspalum vaginatum* y *Coccoloba uvifera* (95% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Paspalum vaginatum*, *Jacquinia arborea*, *Coccoloba uvifera* y *Conocarpus erectus* (100% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Jacquinia arborea*, *Fimbristylis cymosa* y *Sesuvium portulacastrum* (100% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto formado por especies arbustivas y arbóreas nativas deseables dispersas que forman un dosel de matorral espeso a media altura, a través de la mayor parte de la duna. El sotobosque está dominado por las especies herbáceas autóctonas deseables *Paspalum vaginatum*, *Fimbristylis cymosa* y *Sesuvium portulacastrum*.

Transecto 21: 19 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Dentro de este transecto, ningún espécimen arbóreo cumple la norma $DAP \geq 10\text{cm}$. Sin embargo, en la mayor parte de la duna se observaron ejemplares pequeños y jóvenes de las deseables especies autóctonas *Jacquinia arborea* y *Laguncularia racemosa* formando un dosel de matorral espeso a media altitud. El dosel está parcialmente abierto, lo que permite que la luz solar penetre en el sotobosque. El sotobosque está dominado principalmente por especies herbáceas autóctonas deseables, como *Paspalum vaginatum* y *Batis maritima*.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 2-4 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 7-9 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 17-19 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - *Paspalum vaginatum* y *Jacquinia arborea* (100% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Jacquinia arborea* y *Tabebuia heterophylla* (100% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Laguncularia racemosa* y *Batis maritima* (100% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto formado por especies arbustivas y arbóreas autóctonas dispersas y deseables que forman un dosel de matorral espeso a media altura en la mayor parte de la duna. El sotobosque está dominado por las especies herbáceas autóctonas deseables *Paspalum vaginatum* y *Batis maritima*.

Transecto 22: 21 metros de longitud.

- **Composición del dosel:** Se registraron un total de cinco ejemplares de dosel arbóreo, consistentes en tres individuos de la especie invasora *Thespesia populnea* y dos individuos de la especie nativa deseable *Conocarpus erectus*. El dosel está parcialmente abierto, lo que permite que la luz solar penetre en el sotobosque. El sotobosque está dominado principalmente por especies herbáceas nativas deseables, como *Cenchrus echinatus*, *Paspalum vaginatum*, *Batis maritima* y *Sesuvium portulacastrum*. Además, se observó la presencia de la especie invasora *Megathyrsus maximus* en partes del transecto.
- **Cobertura de especies invasoras:**
 - Cuadrante 1 (en la ubicación del transecto 2-4 Metros):
 - Composición del dosel y de los arbustos: *Thespesia populnea* (15% de cobertura de especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (15% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 2 (en la ubicación del transecto 6-8 Metros):
 - Composición del dosel y los arbustos: no hay especies invasoras en el dosel.
 - Composición del sotobosque: *Megathyrsus maximus* (50% de cobertura de especies invasoras).
 - Cuadrante 3 (en la ubicación del transecto 25-27 Metros):
 - Composición del dosel y arbustos *Thespesia populnea* (25% de cobertura del dosel por especies invasoras).
 - Composición del sotobosque: no hay especies invasoras en el sotobosque.
- **Distribución de las especies autóctonas:**
 - Cuadrante 1:
 - *Cenchrus echinatus* y *Paspalum vaginatum* (20% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 2:
 - *Conocarpus erectus* y *Cynophalla flexuosa* (65% de cobertura de especies deseables).
 - Cuadrante 3:
 - *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Batis maritima* y *Sesuvium portulacastrum* (100% de cobertura de especies deseables).
- **Estructura de la vegetación:** Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con una altura de 3 a 6 metros, formado por especies arbustivas y arbóreas dispersas. El sotobosque está dominado por las especies herbáceas nativas deseables *Cenchrus echinatus*, *Paspalum vaginatum*, *Batis maritima* y *Sesuvium portulacastrum*. Además, se observó la presencia de la especie invasora *Megathyrsus maximus* en partes del transecto.

ANÁLISIS DE DATOS:

Los 22 transectos de dunas costeras analizados muestran una variabilidad significativa en términos de estado ecológico, composición de especies e impactos de especies invasoras, actividad humana y factores ambientales. A pesar de la presencia de especies autóctonas e invasoras en los transectos, la tendencia general revela que las especies invasoras dominan muchas secciones, amenazando la estabilidad ecológica a largo plazo de los sistemas dunares. Para facilitar la interpretación de este análisis, en el **Apéndice B** se incluyen las ubicaciones de los transectos.

Los resultados de la evaluación y caracterización del sistema dunar en el emplazamiento del Proyecto Esencia revelan condiciones ecológicas distintas entre las secciones oriental y occidental de la duna evaluada. La sección oriental se caracteriza por un ecosistema dunar más sano, con una presencia limitada de especies invasoras. Por el contrario, la parte occidental se compone predominantemente de un de dunas degradado, significativamente afectado por la proliferación de especies invasoras.

Las áreas más saludables del sistema de dunas están estratégicamente situadas en zonas menos accesibles para los usuarios de las playas, a menudo situadas en regiones que sufren inundaciones frecuentes y adyacentes a un bosque de manglares. Esta accesibilidad reducida contribuye probablemente a la preservación de la vegetación autóctona y a la integridad ecológica general de estas zonas. Por el contrario, las zonas degradadas se corresponden con regiones que soportan un intenso tráfico peatonal y actividad humana, lo que puede exacerbar la erosión, perturbar las comunidades vegetales autóctonas y facilitar la invasión de especies invasoras.

La correlación entre la actividad humana y la salud de los ecosistemas dunares está bien documentada en la ecología costera. Los estudios han demostrado que las zonas sometidas a un uso recreativo intenso tienden a experimentar una degradación ecológica significativa, lo que provoca un declive de las especies autóctonas y un aumento del predominio de las especies invasoras. Por lo tanto, los hallazgos en el emplazamiento del Proyecto Esencia subrayan la importancia de gestionar el acceso humano y aplicar medidas de protección en zonas de dunas sensibles para promover la resiliencia ecológica.

En resumen, la salud diferencial observada entre las secciones oriental y occidental del sistema dunar en el emplazamiento del Proyecto Esencia pone de relieve el papel crítico de la accesibilidad y el impacto humano en la configuración de la ecología de las dunas costeras. Estos resultados subrayan la necesidad de realizar esfuerzos de conservación específicos para mitigar los efectos adversos de las especies invasoras y proteger la integridad ecológica de las zonas de dunas más saludables.

Zonas de dunas degradadas:

Transecto 1: El transecto 1 está fuertemente dominado por especies invasoras, en particular *Megathyrsus maximus* y *Thespesia populnea*, que juntas forman casi un monocultivo. Estas especies abruma tanto el dosel como el sotobosque, reduciendo la biodiversidad e impidiendo el establecimiento de especies autóctonas. La falta de estructuras radicales diversas desestabiliza las dunas, haciéndolas más vulnerables a la erosión. Además, el crecimiento agresivo de *M. maximus* aumenta el riesgo de incendios, agravando la degradación de esta zona ya comprometida. Los esfuerzos de restauración en el Transecto 1 deben centrarse en la eliminación de especies invasoras y la replantación activa de especies autóctonas para restaurar la función y estabilidad del ecosistema.

Transecto 2: En este transecto, *Thespesia populnea* domina el dosel, con gramíneas invasoras como *Megathyrsus maximus* cubriendo grandes porciones del sotobosque. La actividad humana, en particular las carreteras y los senderos peatonales, ha contribuido a la fragmentación de la duna, exponiendo el suelo desnudo y exacerbando la erosión. Aunque las especies autóctonas están presentes en pequeños parches, se ven superadas por las invasoras, lo que da lugar a un ecosistema muy degradado. Las medidas de control de la erosión y la restauración de la vegetación autóctona son esenciales para revertir los daños en este transecto.

Transecto 3: El transecto 3 muestra un patrón similar de degradación, con *Megathyrsus maximus* dominando fuertemente el sotobosque. Esta hierba invasora ha desplazado a las plantas autóctonas y ha reducido la biodiversidad general, dejando la duna expuesta a la erosión y a otros factores de estrés ambiental. El dosel también está afectado por especies invasoras, lo que disminuye aún más la capacidad de las plantas autóctonas para prosperar. La restauración del transecto 3 debería centrarse en la eliminación de *M. maximus* y en el fomento de especies autóctonas estabilizadoras de las dunas, como *Sporobolus virginicus* y *Batis maritima*.

Transecto 5: Aquí, *Thespesia populnea* y *Megathyrsus maximus* son las especies dominantes, creando una densa cubierta invasora que suprime la vegetación autóctona. La escasa presencia de plantas autóctonas debilita la integridad estructural de la duna, aumentando su vulnerabilidad a la erosión eólica e hídrica. Las actividades todoterreno han degradado aún más la parte trasera de la , contribuyendo a la pérdida de suelo. Para detener el proceso de degradación se requieren medidas inmediatas, como la eliminación de especies invasoras y la estabilización del suelo mediante la plantación de vegetación autóctona.

Transecto 6: El transecto 6 está gravemente afectado por el *Megathyrsus maximus*, que cubre gran parte del suelo, superando a la flora autóctona. El predominio de esta hierba inflamable también aumenta el riesgo de incendio, que podría destruir aún más la vegetación de las dunas. Las perturbaciones humanas, como el tráfico peatonal y el uso recreativo, han agravado la situación al contribuir a la erosión y compactación del suelo. Para restaurar este transecto degradado es necesario combinar el control de las especies invasoras, la gestión de la erosión y la reintroducción activa de plantas autóctonas.

Transecto 7: Este transecto se caracteriza por una mezcla de especies invasoras y autóctonas, aunque las invasoras *Thespesia populnea* y *Megathyrsus maximus* dominan el paisaje. La fuerte presencia de especies invasoras reduce la diversidad de la flora autóctona, comprometiendo la resistencia de la duna a factores de estrés ambiental como las tormentas y la erosión. En las zonas donde persisten especies autóctonas, como *Sporobolus virginicus*, existe cierto potencial de restauración. Sin embargo, la gestión debe centrarse en reducir la cobertura de especies invasoras y potenciar el reclutamiento de plantas autóctonas.

Transecto 8: En el transecto 8, el sotobosque está dominado por *Batis maritima*, una especie autóctona que ofrece cierta resistencia, pero grandes secciones siguen dominadas por las invasoras *Thespesia populnea* y *Megathyrsus maximus*. Estas invasoras superan a las especies autóctonas en muchas zonas, lo que provoca una reducción de la biodiversidad y una estructura dunar inestable. Las perturbaciones humanas provocadas por los senderos peatonales y todoterreno han fragmentado aún más la duna, haciéndola más vulnerable a la erosión. Los esfuerzos de restauración deberían centrarse en eliminar las especies invasoras y promover las especies vegetales autóctonas para estabilizar la duna.

Transecto 9: Este transecto sufre una fuerte erosión en la parte trasera de la duna, en gran parte debido a las actividades fuera de las carreteras. El dosel está dominado por especies autóctonas como *Laguncularia racemosa*, pero el sotobosque ha sido invadido por *Megathyrsus maximus*, que limita el reclutamiento de plantas autóctonas. La combinación de especies invasoras y perturbaciones humanas ha provocado una degradación significativa. La restauración debería dar prioridad al control de las gramíneas invasoras y a la protección de la duna frente a nuevos impactos humanos mediante el uso de barreras protectoras y actividades de concienciación pública.

Transecto 11: El transecto 11 muestra signos de degradación tanto por especies invasoras como por actividades humanas. El sotobosque está dominado por la invasora *Megathyrsus maximus*, que amenaza a las especies autóctonas restantes, como *Sporobolus virginicus*. Los caminos para todoterrenos y peatones han fragmentado la duna, dejando al descubierto el suelo desnudo y acelerando la erosión. Para restablecer este estado, es esencial controlar las especies invasoras, mejorar la cubierta vegetal autóctona y aplicar medidas de control de la erosión.

Transecto 13: El transecto 13 es uno de los más degradados, con *Megathyrsus maximus* cubriendo más del 80% del sotobosque. El predominio de esta especie invasora ha dado lugar a un monocultivo, reduciendo drásticamente la biodiversidad y alterando las funciones ecológicas. La actividad humana, en particular los caminos de tierra, ha fragmentado aún más la duna, dejando al descubierto zonas de suelo desnudo. Se necesitan medidas de gestión inmediatas para controlar *M. maximus*, restaurar la cubierta vegetal autóctona y evitar nuevas perturbaciones humanas.

Zonas de dunas saludables:

Transecto 10: Este transecto representa una condición ecológica mixta con una fuerte presencia nativa en el dosel, incluyendo *Avicennia germinans*, que contribuye a la estabilidad de las dunas. Las especies autóctonas dominan 86% del sotobosque, en particular *Batis maritima*, mientras que *Megathyrsus maximus* sólo representa el 14%. Esto pone de relieve un sotobosque resistente a pesar de la presencia de algunas especies invasoras en el dosel, como *Neltuma juliflora*. La parte trasera de la duna, sin embargo, sufre la erosión causada por la circulación de vehículos todoterreno, lo que requiere esfuerzos de gestión para controlar las especies invasoras y proteger la comunidad de plantas autóctonas.

Transecto 12: Aquí, el sotobosque está dominado en gran medida por especies autóctonas como *Batis maritima* y *Lantana camara* var. *camara*, con una cobertura del suelo del 90%, lo que favorece la estabilización de las dunas. El dosel, sin embargo, está compuesto en su totalidad por la invasora *Neltuma juliflora*, que presenta un riesgo ecológico a largo plazo. Aunque *Paspalum dilatatum* es una especie invasora presente en el 10% del sotobosque, la fuerte dominancia nativa indica que el ecosistema sigue funcionando en gran medida. Sin embargo, la fragmentación causada por los senderos peatonales y todoterreno deja al descubierto el suelo desnudo y contribuye a la erosión en la parte posterior de la duna, lo que pone de relieve la necesidad de adoptar medidas de protección.

Transecto 14: Este transecto es un ejemplo de ecosistema autóctono robusto, especialmente en el sotobosque, compuesto en su totalidad por especies autóctonas como *Paspalum vaginatum* y *Sporobolus virginicus*. Aunque la invasora *Pithecellobium dulce* domina el dosel en algunas zonas, lo que supone una amenaza significativa para la disponibilidad de luz y el ciclo de nutrientes, el resistente sotobosque nativo proporciona una fuerte función y estabilidad ecológicas. A pesar de los retos que plantean las especies invasoras y la actividad humana (senderos peatonales y todoterreno), la presencia de especies autóctonas sugiere una base prometedora para los esfuerzos de restauración a largo plazo.

Transecto 15: Este transecto muestra un sotobosque sano dominado por especies autóctonas, como *Crossopetalum rhacoma* y *Sesuvium portulacastrum*, que cubren completamente el suelo. Aunque la invasora *Thespesia populnea* forma el 100% del dosel en algunas secciones, la fuerte presencia nativa del sotobosque indica resistencia y función ecológica. La ausencia de especies invasoras en algunas partes del transecto refuerza aún más la vitalidad de la comunidad de plantas autóctonas. Sin embargo, es necesaria una gestión continua para hacer frente al predominio de especies invasoras en el dosel y proteger el ecosistema de la degradación a largo plazo.

Transecto 16: A pesar de un dosel parcialmente abierto dominado por especies invasoras como *Thespesia populnea* y *Neltuma juliflora*, el sotobosque se mantiene sano, con especies autóctonas como *Batis maritima* y *Avicennia germinans* que proporcionan una cobertura robusta. El próspero sotobosque autóctono indica resiliencia, aunque la presencia invasora del dosel es una amenaza ecológica significativa. Los tramos fragmentados del transecto debido a senderos peatonales y actividades todoterreno plantean retos adicionales, sobre todo en la gestión de la erosión y el mantenimiento de la función del ecosistema.

Transecto 17: Este transecto muestra un ecosistema casi intacto con una mezcla de especies autóctonas e invasoras en el dosel. Sin embargo, el sotobosque está dominado en gran medida por especies autóctonas deseables como *Paspalum vaginatum* y *Sesuvium portulacastrum*, que contribuyen a una comunidad vegetal fuerte y resistente. La especie invasora *Dalbergia ecastaphyllum* cubre partes del sotobosque junto a la playa pero no abruma a las especies autóctonas, lo que sugiere un ecosistema aún en equilibrio pero que requiere vigilancia y gestión para evitar una mayor propagación de la invasora.

Transecto 18-21 (Alta integridad ecológica): Los transectos 18 a 21 presentan ecosistemas muy intactos, con escasa o nula presencia de especies invasoras. Especies autóctonas como *Jacquinia arborea*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* dominan tanto el dosel como el sotobosque, proporcionando una cobertura casi total y garantizando una fuerte función y resistencia ecológicas. Estas zonas presentan una gran biodiversidad y estabilidad, con una alteración mínima por especies invasoras. Sin embargo, la fragmentación debida a la actividad humana sigue siendo preocupante, ya que los senderos peatonales y todoterreno exponen la arena y el suelo desnudo, debilitando la integridad general de la duna.

Transecto 22: Este transecto se caracteriza por un dosel abierto con alturas que oscilan entre 3 y 6 metros, compuesto por arbustos y árboles dispersos. Algunas partes del dosel están dominadas por la especie invasora *Thespesia populnea*, aunque algunas secciones importantes también presentan especies nativas deseables como *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*. En el sotobosque predomina una gran variedad de especies herbáceas autóctonas, como *Cenchrus echinatus*, *Paspalum vaginatum*, *Batis maritima* y *Sesuvium portulacastrum*. Esta fuerte representación de especies autóctonas deseables sugiere un nivel de resistencia ecológica dentro del transecto. Sin embargo, la presencia de *Megathyrsus maximus* en varios puntos hace temer por la salud a largo plazo de la comunidad de plantas autóctonas. En general, el transecto 22 presenta una composición mixta de especies autóctonas e invasoras. La fuerte presencia de plantas herbáceas autóctonas en el sotobosque es alentadora; sin embargo, las especies invasoras presentes indican una necesidad urgente de esfuerzos de gestión para controlar su propagación y proteger la comunidad de plantas autóctonas. La restauración activa y el seguimiento continuo serán esenciales para mejorar la integridad ecológica de este transecto y garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

DEBATE

Los 22 transectos de dunas costeras analizados presentan una gran variabilidad en cuanto a composición de especies, salud ecológica e influencia de especies invasoras. Estos factores, junto con la actividad humana y la degradación ambiental, han creado un complejo mosaico ecológico en el que algunas zonas prosperan mientras que otras se enfrentan a retos críticos.

A continuación se esbozan y discuten los temas clave en torno a las amenazas de las especies invasoras, la resistencia de las especies autóctonas, la degradación antropogénica y la integridad ecológica:

Las especies invasoras y su amenaza ecológica

Un tema recurrente en muchos transectos es la agresiva propagación de especies invasoras como *Megathyrus maximus*, *Thespesia populnea* y *Neltuma juliflora*. Estas especies, observadas sobre todo en los transectos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11 y 13, suponen un riesgo significativo para la biodiversidad autóctona y la estabilidad de las dunas al superar en competencia a la flora nativa. *M. maximus*, en particular, se ha asociado a un mayor riesgo de incendio debido a su elevada inflamabilidad, lo que agrava los problemas ecológicos en zonas como los transectos 1, 2, 5 y 6.

Las especies invasoras de estos transectos suelen dominar tanto el dosel como el sotobosque, restringiendo gravemente el reclutamiento de especies autóctonas y reduciendo la biodiversidad. Esto conduce a monocultivos y disminuye las funciones ecológicas. Los transectos 1 y 13 son un claro ejemplo de este problema, ya que las especies invasoras controlan casi todos los estratos de vegetación, reduciendo la diversidad estructural necesaria para la estabilización del suelo y el control de la erosión.

Aunque algunas especies invasoras proporcionan beneficios iniciales, como la reducción de la erosión, sus efectos a largo plazo son abrumadoramente perjudiciales. Por ejemplo, *Thespesia populnea* y *Neltuma juliflora* proporcionan sombra y estabilización inicial, pero a la larga dificultan el reclutamiento de plantas autóctonas, lo que debilita la resistencia de los ecosistemas dunares a factores ambientales como las tormentas y el aumento del nivel del mar.

Resistencia de las especies autóctonas

A pesar del predominio de especies invasoras en muchos transectos, las zonas con vegetación autóctona fuerte demuestran resistencia y potencial de restauración. Por ejemplo, el transecto 14 presenta un dosel dominado por *Avicdenia germinans* y un sotobosque lleno de *Batis maritima*, que contribuyen a la estabilización de las dunas y a la salud ecológica. Del mismo modo, los transectos 7 y 11 destacan la presencia de especies autóctonas como *Sporobolus virginicus*, *Fimbristylis cymosa* y *Batis maritima*, todas las cuales desempeñan un papel clave en el mantenimiento de la estabilidad de las dunas a pesar de las presiones invasoras circundantes en los estratos del dosel.

Los transectos 15 y 17 subrayan aún más la resistencia de las especies autóctonas, con *Batis maritima* y *Sesuvium portulacastrum* cubriendo un terreno significativo, contribuyendo a la función del ecosistema. Estos transectos, junto con otros dominados por flora autóctona, sirven como posibles puntos de referencia para el éxito de los esfuerzos de restauración y gestión.

Actividad humana y degradación medioambiental

Las actividades humanas, incluidos los todoterrenos, los senderos peatonales y el uso recreativo, han agravado aún más la degradación de los ecosistemas dunares. Los transectos 2, 8, 9, 11 y 13 muestran signos visibles del impacto humano, como suelo expuesto, erosión y fragmentación de las dunas. Estas actividades no sólo reducen la capacidad de las dunas para albergar vegetación autóctona, sino que también las hacen vulnerables a la colonización de especies invasoras y a los factores de estrés ambiental.

En los transectos 9 y 13, por ejemplo, los vehículos todoterreno han provocado una importante erosión en la parte posterior de las dunas, dejando al descubierto un suelo desnudo que limita el establecimiento de especies autóctonas y debilita la integridad estructural general de la duna. Esto pone de manifiesto la urgente necesidad de adoptar medidas de protección para mitigar los daños y promover la recuperación ecológica.

Características ecológicas y zonas de gran integridad

Ciertos transectos destacan como modelos de integridad ecológica, con especies autóctonas dominantes y que proporcionan servicios ecosistémicos esenciales. Los transectos 10, 12, 14, 15, 16 y 18-21 muestran una notable presencia de especies autóctonas como *Avicennia germinans*, *Paspalum vaginatum*, *Sporobolus virginicus* y *Conocarpus erectus*, que contribuyen a la estabilidad de las dunas y a la biodiversidad. Estas zonas muestran una elevada función ecológica y capacidad de recuperación, a pesar de la presencia de algunas especies invasoras en el dosel. Por ejemplo, en el transecto 12, el sotobosque dominado por *Batis maritima* y *Lantana camara* var. *camara* proporciona una sólida estabilización de las dunas a pesar de que el dosel es totalmente invasivo.

Estos transectos más sanos ponen de relieve el potencial de éxito de los esfuerzos de restauración y sirven de modelo de cómo las comunidades de plantas autóctonas pueden prosperar incluso bajo presión. En estas zonas, mantener y mejorar la cubierta vegetal autóctona es esencial para la estabilidad de las dunas a largo plazo.

Un enfoque de restauración global e integrado que aborde la gestión de las especies invasoras, el impacto humano y la conectividad de los hábitats mejorará significativamente la sostenibilidad a largo plazo del sistema de dunas costeras y los ecosistemas de humedales y bosques adyacentes. Esta estrategia creará un paisaje costero resistente capaz de soportar las presiones medioambientales manteniendo su integridad ecológica. Las zonas restauradas servirán de modelo de cómo una gestión eficaz puede sostener hábitats costeros vitales, beneficiando tanto al medio ambiente como a las comunidades circundantes.

RECOMENDACIONES

Dada la variabilidad entre los transectos de dunas, se requiere un enfoque polifacético para gestionar tanto la amenaza de las especies invasoras como la degradación inducida por el hombre, al tiempo que se promueve la restauración de la vegetación autóctona. Entre las principales recomendaciones figuran las siguientes:

1. **Control de especies invasoras:** Debería darse prioridad a la gestión sistemática y selectiva de especies invasoras como *Megathyrus maximus*, *Thespesia populnea* y *Neltuma juliflora*. La eliminación manual, el control mecánico y los tratamientos herbicidas respetuosos con el medio ambiente podrían utilizarse para reducir la presencia de estas especies. Esto es especialmente importante en los transectos en los que las especies invasoras dominan tanto el dosel como el sotobosque.
2. **Restauración de la vegetación autóctona:** La restauración activa mediante la plantación de especies autóctonas, como *Batis maritima*, *Sporobolus virginicus* y *Laguncularia racemosa*, es fundamental. Las especies autóctonas no sólo estabilizan el suelo sino que también mejoran la biodiversidad y la función ecológica. El restablecimiento de estas especies ayudará a reconstruir la integridad estructural y funcional de las dunas, sobre todo en las zonas muy degradadas.
3. **Control de la erosión y gestión de la actividad humana:** En las zonas gravemente afectadas por la actividad humana, es necesario aplicar medidas de control de la erosión. Deben establecerse barreras, revegetación y campañas de concienciación pública para limitar los daños derivados de las actividades todoterreno y recreativas. Estas medidas ayudarán a mitigar la pérdida de suelo, restaurar la vegetación y proteger las dunas de una mayor fragmentación.
4. **Seguimiento a largo plazo y gestión adaptativa:** El monitoreo continuo de la duna es esencial para rastrear el éxito de los esfuerzos de manejo, identificar nuevas incursiones de especies invasoras y ajustar las estrategias de restauración en consecuencia. Las zonas en las que predominan las especies invasoras (por ejemplo, los transectos 1-9) deberían ser objeto de un seguimiento minucioso para evaluar la eficacia de las medidas de control y adaptar las estrategias de gestión a los nuevos retos ecológicos. Los programas de monitoreo integrados y a largo plazo son esenciales para evaluar la efectividad del control de especies invasoras, los esfuerzos de restauración y el manejo de la erosión en múltiples ecosistemas, incluyendo dunas, humedales y corredores naturales boscosos. El seguimiento debería centrarse en indicadores clave como la presencia de especies invasoras, la recuperación de especies autóctonas, la estabilidad del suelo y la calidad del agua en zonas húmedas adyacentes. Los datos obtenidos del seguimiento permitirán una gestión adaptativa, garantizando que las estrategias de restauración evolucionen en respuesta a las condiciones ecológicas cambiantes y a las amenazas emergentes, como el cambio climático o las nuevas especies invasoras.

Abordando los retos ecológicos que plantean las especies invasoras y las actividades humanas, y centrándose en la restauración de las comunidades vegetales autóctonas, es posible promover la salud y la resistencia a largo plazo de los ecosistemas de dunas costeras. Las zonas más sanas ofrecen un modelo de cómo una gestión eficaz puede proteger y mejorar estos ecosistemas, garantizando su sostenibilidad frente a las presiones medioambientales.

Más allá de la restauración física, mejorar la funcionalidad ecológica de las dunas, los humedales y corredores forestales es esencial para su papel en la resiliencia climática. Las dunas costeras protegen las zonas del interior de las mareas de tempestad y la erosión, mientras que los humedales actúan como sistemas naturales de filtración del agua y amortiguadores de las inundaciones. La integración de corredores forestales en este marco aumenta la diversidad de hábitats y la capacidad de secuestro de carbono. Al promover la salud y resistencia a largo plazo de estos ecosistemas conectados, este proyecto contribuirá a la protección de la biodiversidad, mejorará la calidad del agua y reducirá la vulnerabilidad de todo el paisaje ante fenómenos meteorológicos extremos.



CONCLUSIÓN

La evaluación y caracterización del sistema dunar en el emplazamiento del Proyecto Esencia proporciona una comprensión detallada de las condiciones ecológicas contrastadas entre las secciones oriental y occidental. La sección oriental está dominada por un sistema dunar más sano, caracterizado por una baja presencia de especies invasoras y una próspera comunidad de vegetación autóctona. La relativa salud de esta zona puede atribuirse a su ubicación dentro de zonas de más difícil acceso debido a las frecuentes inundaciones y a la presencia de un bosque de manglares, que actúa como barrera natural, limitando las perturbaciones humanas y proporcionando a las comunidades vegetales autóctonas un entorno más estable para su crecimiento.

Por el contrario, la sección occidental del sitio está muy degradada, con especies invasoras que dominan gran parte del sistema de dunas. Esta degradación está directamente asociada a los mayores niveles de actividad humana, ya que estas zonas son más accesibles y se utilizan con frecuencia para actividades recreativas. ha demostrado el tráfico peatonal intenso, las actividades playeras y el uso de vehículos todoterreno en las dunas costeras y en los humedales, caracterizados por llanuras de lodo/sal, alteran gravemente la estructura del suelo, lo que provoca erosión, pisoteo de la vegetación y la consiguiente pérdida de especies autóctonas, que a menudo son sustituidas por especies invasoras que prosperan en entornos alterados.

La prevalencia de especies invasoras en la sección occidental, incluidas especies como *Megathyrsus maximus*, *Thespesia populnea* y *Pithecellobium dulce*, refleja una preocupación ecológica importante. Estas especies pueden superar a las plantas autóctonas alterando la estructura del hábitat, el ciclo de nutrientes y la hidrología, desestabilizando así el ecosistema dunar. Por ejemplo, las especies invasoras pueden provocar la compactación y erosión del suelo, disminuyendo la capacidad de las dunas para actuar como amortiguadores costeros naturales, lo que es fundamental para proteger las zonas del interior de las mareas tormentosas y altas.

En cambio, el sistema dunar más sano de la parte oriental alberga una mayor diversidad de especies vegetales autóctonas, como *Batis maritima*, *Paspalum vaginatum* y *Sesuvium portulacastrum*, entre otras, que desempeñan papeles esenciales en la estabilización de la arena y favorecen la formación de dunas. Estas especies están muy adaptadas a las duras condiciones costeras y contribuyen a la resiliencia del sistema dunar al mejorar su capacidad para recuperarse de las perturbaciones naturales, como las tormentas.

Las conclusiones generales de la evaluación destacan la importancia de gestionar las actividades humanas en las zonas de dunas costeras para preservar y restaurar estos hábitats críticos. Las estrategias de conservación, como la limitación del acceso a las zonas de dunas vulnerables mediante vallas, la creación de pasarelas designadas y la ejecución de proyectos de restauración centrados en la replantación de especies autóctonas, son esenciales para mantener la integridad ecológica de estos sistemas costeros. Además, la gestión activa de las especies invasoras mediante su eliminación manual, la aplicación de herbicidas y los esfuerzos de restauración del hábitat son necesarios para reducir la propagación de especies alóctonas y fomentar la biodiversidad autóctona.

En conclusión, la diferencia de salud observada entre las secciones oriental y occidental del sistema dunar en el emplazamiento del Proyecto Esencia ilustra el profundo impacto de la actividad humana en los ecosistemas costeros. Las zonas de dunas más sanas, protegidas por barreras naturales como las inundaciones y los manglares, presentan un fuerte predominio de especies autóctonas, mientras que las zonas degradadas muestran una importante invasión de especies invasoras. Esto subraya la necesidad de intervenciones específicas de restauración y gestión para restablecer el equilibrio ecológico de todo el sistema dunar. Estos hallazgos son cruciales para informar los futuros esfuerzos de conservación destinados a proteger la biodiversidad y la resiliencia de los hábitats de dunas costeras.

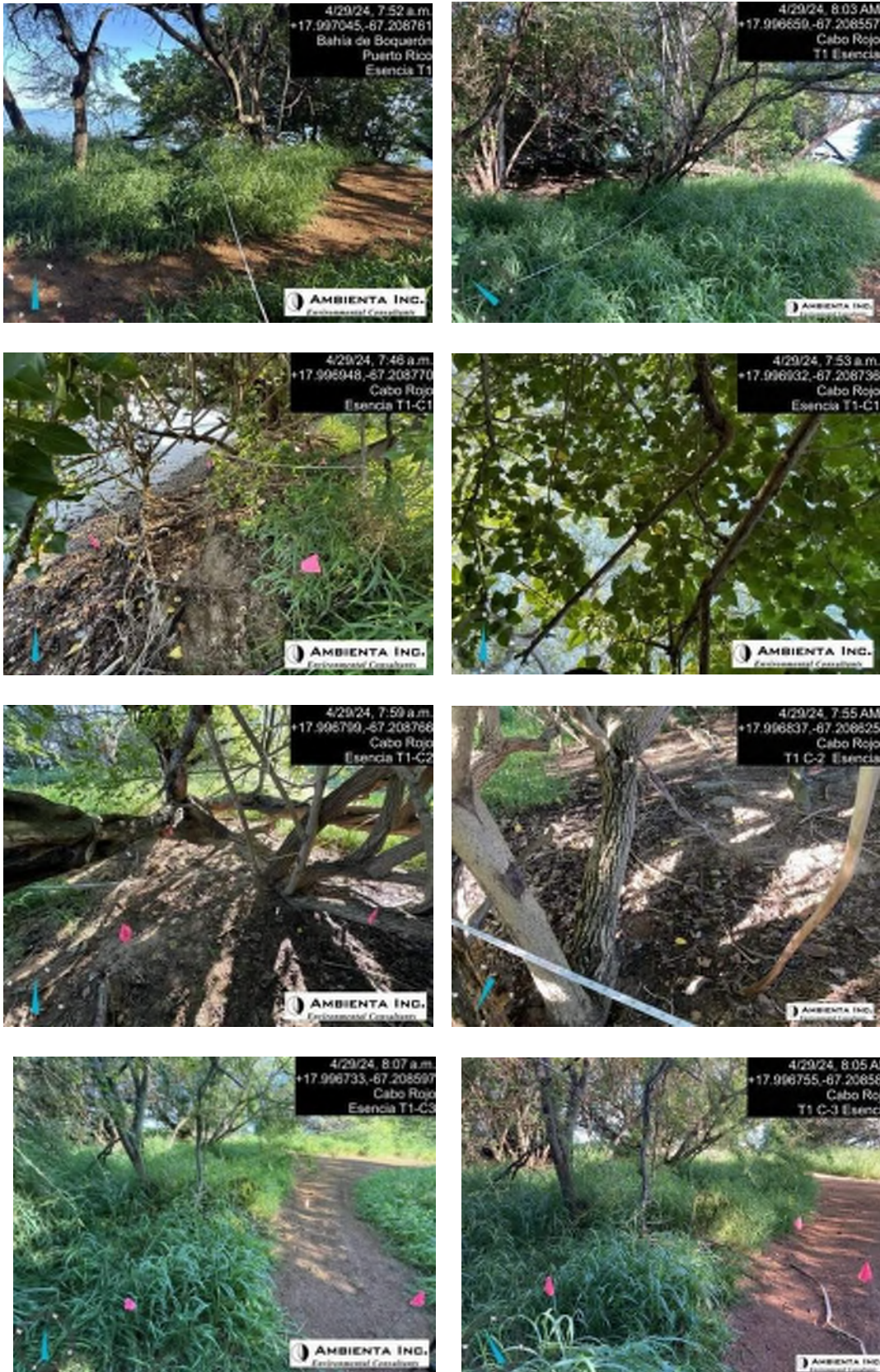


LITERATURA REVISADA

- Gormally, M. 2015. *Conservación de los ecosistemas de dunas costeras*. Environmental Management, 62(3), 431-443.
- Johnson, L., & Peterson, M. 2019. *Dinámica de especies invasoras en ecosistemas costeros*. Environmental Management, 45(1), 54-67.
- Lugo, A. E. 2004. El resultado de las invasiones de árboles exóticos en Puerto . *Fronteras en Ecología y Medio Ambiente*, 2(5), 265-273.
- Peterson, J., & Gove, M. 2019. *Impactos de las especies invasoras en el funcionamiento de los ecosistemas costeros*. Aplicaciones ecológicas, 29(7), 1950-1964.
- Maron, J.L., & Connors, P.G. 2021. *Human Disturbance and Coastal Dune Systems: Managing for Resilience*. Restoration Ecology, 31(1), 75-89.
- Shackleton, R. T., Le Maitre, D. C., Pasiecznik, N. M., & Richardson, D. M. 2014. Prosopis: Una evaluación global de la biogeografía, los impactos y la gestión de uno de los peores taxones de plantas invasoras leñosas del mundo. *AoB Plants*, 6, plu027.
- Smith, J., y Taylor, R. 2020. *Impacto humano en los sistemas de dunas costeras: A Review of Current Research*. Coastal Ecology Journal, 12(3), 145-160.
- Taylor, K., & Gorham, B. 2020. *The Role of Native Vegetation in Coastal Dune Stability (El papel de la vegetación autóctona en la estabilidad de las dunas costeras)*. Journal of Coastal Research, 36(4), 879-890.
- Vierling, L. A., Bolstad, P. V., & Sohl, T. L. 1999. Dynamics of *Thespesia populnea* invasion in coastal ecosystems: implications for management and restoration. *Journal of Coastal Research*, 15(3), 707-717.

APÉNDICE A: DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

TRANSECTO 1



TRANSECTO 2



TRANSECTO 3



TRANSECTO 4



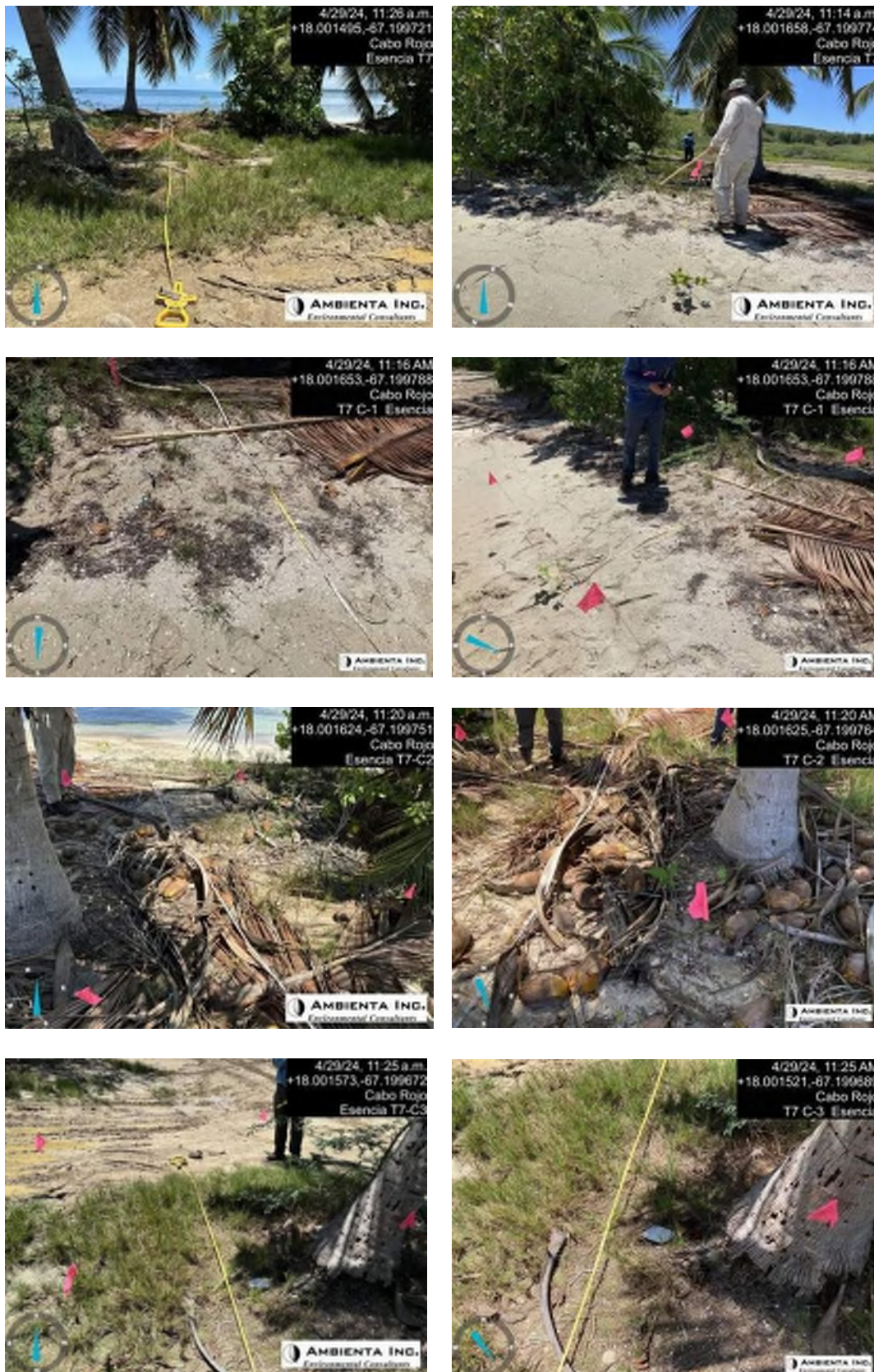
Transecto 5



Transecto 6



Transecto 7



Transecto 8



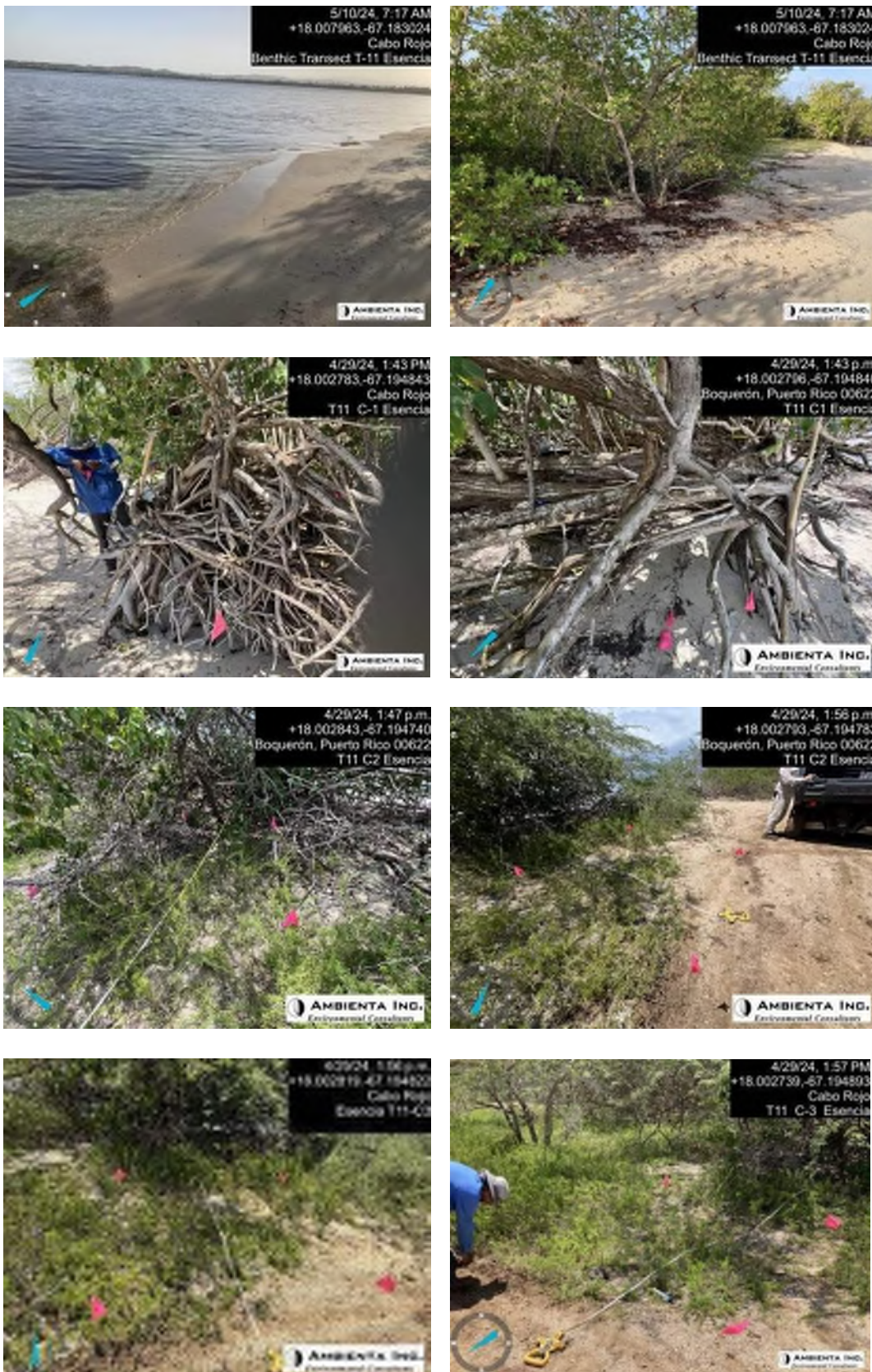
Transecto 9



Transecto 10



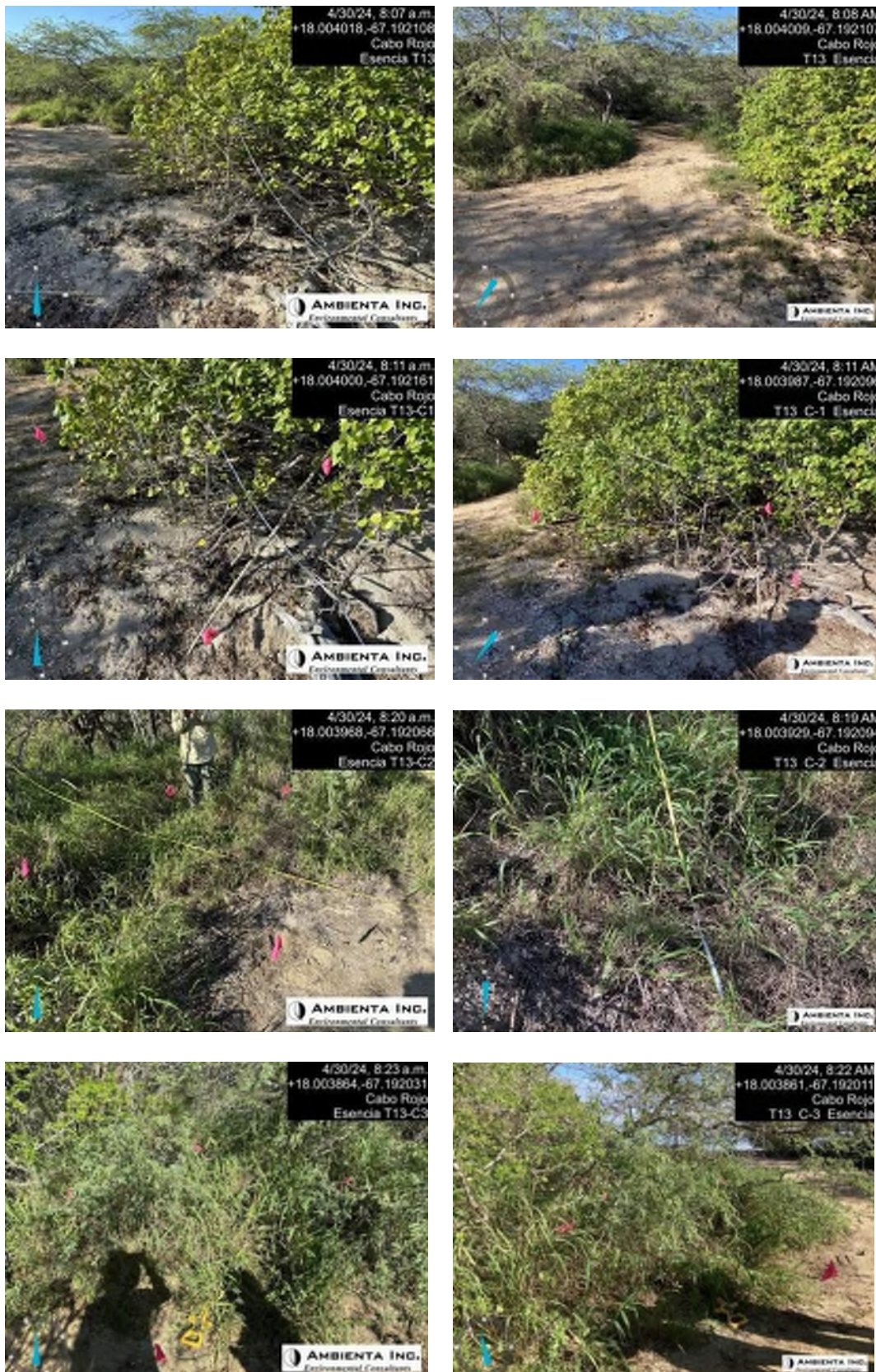
Transecto 11



Transecto 12



Transecto 13



Transecto 14



Transecto 15



Transecto 16



Transecto 17



Transecto 18



Transecto 19



Transecto 20



Transecto 21



Transecto 22



APÉNDICE B: UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS



Apéndice B: Ubicaciones generales de los transectos
Evaluación y caracterización de la vegetación de las dunas costeras
Proyecto de desarrollo de Esencia
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Apéndice B: Transectos T-1 a T-3
Evaluación y caracterización de la vegetación de las dunas costeras
Proyecto de desarrollo de Esencia
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Apéndice B: Transectos T-4 a T-6
Evaluación y caracterización de la vegetación de las dunas costeras
Proyecto de desarrollo de Esencia
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Leyenda:

-  Transectos de Caracterización de
-  Dunas del Límite de la Propiedad del Proyecto Esencia

Apéndice B: Transectos T-7 a T-10
Evaluación y caracterización de la vegetación de las dunas costeras
Proyecto de desarrollo de Esencia
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Apéndice B: Transectos T-11 a T-13
Evaluación y caracterización de la vegetación de las dunas costeras
Proyecto de desarrollo de Esencia
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Leyenda:

-  Transectos de Caracterización de
-  Dunas del Límite de la Propiedad del Proyecto Esencia

Apéndice B: Transectos T-14 a T-17
Evaluación y caracterización de la vegetación de las dunas costeras
Proyecto de desarrollo de Esencia
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Apéndice B: Transectos T-18 a T-20
Evaluación y caracterización de la vegetación de las dunas costeras
Proyecto de desarrollo de Esencia
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.





Leyenda:

-  Transectos de Caracterización de
-  Dunas del Límite de la Propiedad del Proyecto Esencia

Apéndice B: Transectos T-21 a T-22

Evaluación y caracterización de la vegetación de las dunas costeras
Proyecto de desarrollo de Esencia
Cabo Rojo, Puerto Rico, P.R.

