

Protección del tramo de costa “La Guardia – La Restinga” en Venezuela. 1: Caracterización

Ronnie Torres Hugues
Centro de Investigaciones Hidráulicas, CUJAE, La Habana
e-mail: ronnie@cih.cujae.edu.cu

Luis Fermín Córdova López
Centro de Investigaciones Hidráulicas, CUJAE, La Habana
e-mail: cordova@tesla.cujae.edu.cu

RESUMEN

En el tramo costero “La Guardia – La Restinga” se está produciendo una acelerada erosión de la playa, producto de eventos ambientales y la acción del hombre, lo cual repercute negativamente en la situación socio-económica de la zona. Para darle solución a esta problemática se propone un conjunto de obras de ingeniería, que requieren de un grupo numeroso de datos, los cuales se relacionan en este trabajo.

Palabras clave: obras costeras, playas, Venezuela.

Protection of “La Guardia - La Restinga” coast in Venezuela. Part 1: Characterization

ABSTRACT

In the coastal sector of “La Guardia – La Restinga” an accelerated erosion of the beach is occurring due to meteorological events and anthropic works. This produces damage to the social and economical situation of the zone. To obtain a solution to this problem a set of engineering works has been proposed which require gathering numerous data. These data are shown and related in the present work.

Keywords: beaches, coastal works, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La Isla de Margarita, que junto con la isla de Coche y la de Cubagua conforman el Estado de Nueva Esparta en Venezuela, presenta una tradición pesquera bien arraigada, que data de aproximadamente 4000 años, así como hermosas playas, de las cuales 40, han sido destinadas para el turismo, según lo expresa (Gómez 1999). A lo largo de su historia, el hombre ha ido modificando este entorno natural buscando mejoras para su supervivencia. Desafortunadamente, no todas las transformaciones llevadas a cabo han tenido en cuenta garantizar las condiciones del lugar para futuras generaciones. Un ejemplo de esto lo constituye la localidad costera conocida como “La Guardia – La Restinga”, en la cual se han llevado a cabo un grupo de obras que afectan seriamente la región.

En esta localidad han ocurrido inundaciones costeras asociadas a la penetración del mar originadas por diversos fenómenos meteorológicos, fundamentalmente ciclones tropicales, que han pasado por la región, lo cual ha motivado a la construcción de obras ingenieras de protección. A pesar de estas acciones, las penetraciones persisten y se ha constatado que ha habido una transformación importante en la dinámica del sedimento, lo cual ha originado que varios tramos de costas se encuentren en un estado crítico de erosión (García et al. 2007), (Córdova y Torres 2009). Además se ha incrementado el número de pescadores y el atracadero existente no da abasto a la demanda, por lo que se han tomado otras áreas de la costa para esta labor, lo que ha incrementado el nivel de suciedad de las aguas. Las instituciones ambientales han mostrado un marcado interés en resolver esta situación.

En aras de resolver esta problemática y proponer una solución, con obras ingenieras de protección costera, que resuelva los problemas de inundación debido al oleaje e incremente las capacidades de abrigo a pequeñas embarcaciones pesqueras de la zona, se procede a realizar una caracterización exhaustiva de la zona para, posteriormente, suministrar los datos necesarios a los modelos matemáticos.

DATOS GEOGRÁFICOS

La zona en cuestión se encuentra ubicada en la parte norte de la isla de Margarita, ver figura 1A, de la cual, haciendo una descripción geográfica, (Gómez 1999), plantea que se encuentra al noreste de la República Bolivariana de Venezuela a 24 km de la costa continental, ocupando un área de 1 071 km².

Particularmente, la zona costera conocida como La Guardia, figura 1B, perteneciente al municipio Díaz del estado Nueva Esparta, es una localidad en la cual la mayoría de sus habitantes se dedican, fundamentalmente, a la pesca de moluscos, y cuenta con una extensión de playa de 2 km de longitud. Se encuentra situado en la parte norte de la isla en la zona este de la ensenada de La Guardia, delimitada por la playa Quiri Quiri y el extremo más oriental de la barra denominada La Restinga. En ella se localiza un total de 6 espigones, ver figura 2, que delimitan sectores de playa, figura 3, con acumulación de arena y en la mayoría de los casos con una fuerte erosión (Córdova y Torres 2009). Por otra parte, se destaca que en diferentes tramos existe un cierre casi total de los cursos de agua natural.

Por su parte, el tramo de costa conocido como La Restinga, consiste en una franja estrecha de arena de 23 kilómetros de longitud en un arco cóncavo observado desde el mar y una cota de coronación que no supera los 2 metros (Martínez 2000) y que protege una extensa laguna del mar, ver figura 4. Esta playa esta compuesta por arena fina. Los mayores índices de deterioro se encuentran en el extremo este, en la unión con La Guardia, donde se hace imposible transitar con

vehículos debido al estado del vial, ya que solo un par de metros mantienen la separación entre el mar y la laguna, ver figura 5.



Figura 1. Vista aérea. A) La isla de Margarita. B) La localidad de La Guardia



Figura 2. Espigones presentes en el tramo de costa de La Guardia.



Figura 3. Sectores en la playa La Guardia

El sector 1 se caracteriza por una acumulación de arena de grano fino a medio debido a la presencia del espigón 5, que ha detenido el transporte de sedimentos litoral. Existe una fuerte presencia de actividad antrópica fundamentalmente debido a la actividad pesquera artesanal.

El sector 2 se caracteriza por una fuerte erosión. En la playa sumergida, según refieren los pescadores del lugar, el suelo es arenoso limoso, y el perfil sumergido con pendiente fuerte.

El sector 3 se caracteriza por una estrecha franja de playa seca, está constituido por cantos rodados con diámetro entre 0,03 y 0,08 metros; en el tramo, en el extremo oeste del mismo, ya cercano al espigón 3, existe un revestimiento de roca que protege un tramo de la costa.

El sector 4 se caracteriza por la presencia de un puerto pesquero que está conformado por los espigones 3 y 2. Se señala que el espigón 3 ha sido dañado severamente en la sección que se encuentra orientada perpendicularmente a la dirección del oleaje que proviene del noreste. La zona contigua entre el espigón 2 y espigón 1 presenta procesos de erosión y similar tipo de material sedimentológico que el tramo 2.

El sector 5 se caracteriza por el nivel de daño que presenta el espigón 6, un revestimiento de rocas de 24 m de longitud y a continuación un proceso de erosión fuerte del talud que conforma esa zona de La Restinga. Situación que ha llevado a la socavación de la cimentación del vial y la reducción del ancho de la barra que pone en peligro su función de protección de la laguna contra la penetración del mar y las consecuencias negativas que para el ecosistema lagunar esto tendría.

DATOS TOPOGRÁFICOS Y BATIMÉTRICOS

En los estudios realizados por Umpiérrez y Hernández (2008) se plantea que la zona costera de La Guardia presentaba en la década de los años 40 un ancho de playa seca de 200 m aproximadamente, conformada por áridos de grano fino, existiendo dunas de una altura que variaba entre 4 y 6 m, todo ello antes de la construcción de la carretera y del muelle pesquero.

Por otra parte, como acciones recomendadas en el estudio realizado por Córdova y Torres (2009) se llevaron a cabo por parte de la Dirección Técnica de las Zonas Costeras del MINAMB de Venezuela una serie de perfiles en la zona de La Guardia, ver figura 6(A), en la que se recogieron las coordenadas cada 20 metros en cada uno, llegando hasta los 100 metros desde la costa y a una profundidad de 3 metros aproximadamente, ver figura 7, y una batimetría que abarca las profundidades de 3 a 8 metros según se muestra en la figura 6(B).



Figura 4. Vista aérea de La Restinga.



Figura 5. Situación de erosión en el extremo Este de La Restinga.

Por otra parte, Heredia et al. (2006) plantean que según Martínez (2000), el retroceso de la línea de costa en La Guardia se estima en unos 3 m por año.

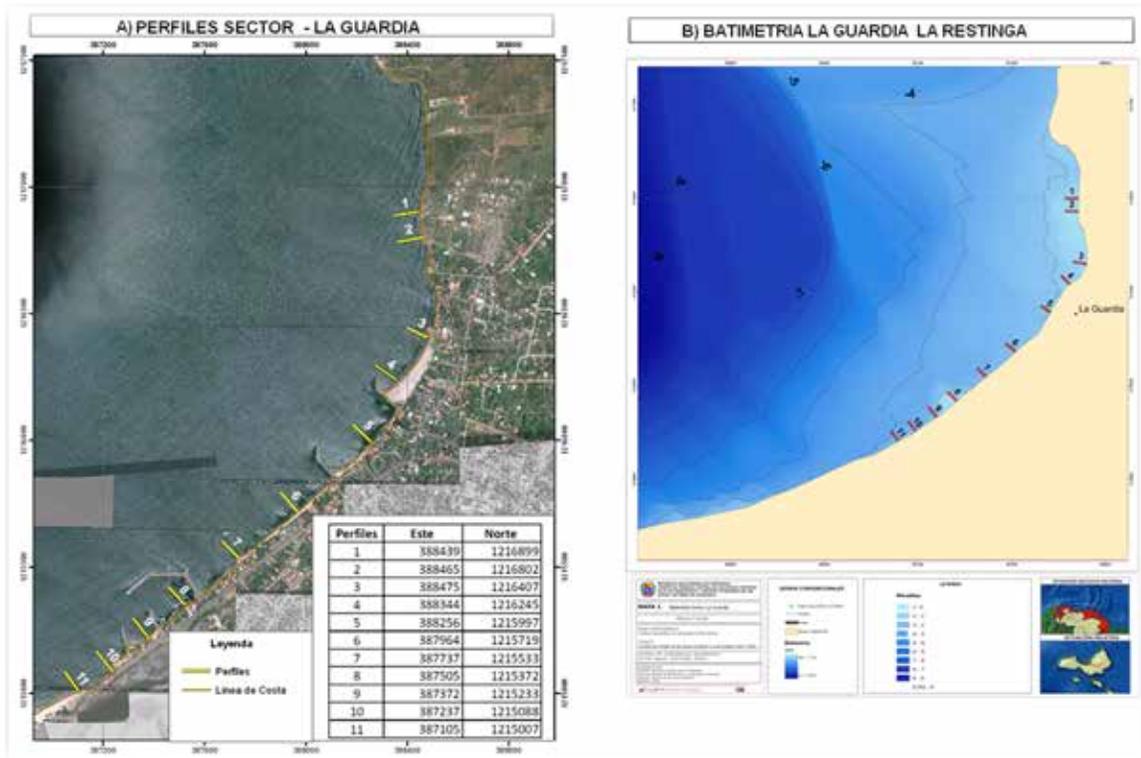


Figura 6. Vista de La Guardia. A) Ubicación de los perfiles. B) Batimetría del área.

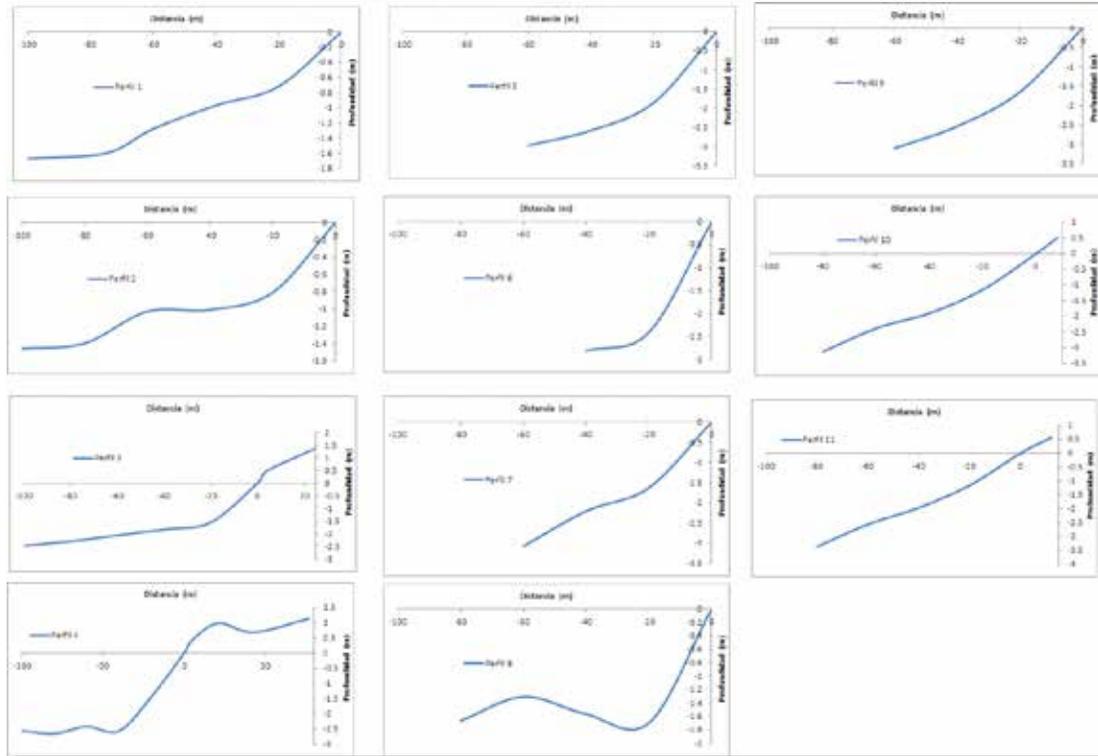


Figura 7. Perfiles realizados en el sector de costa La Guardia.

SEDIMENTOLOGÍA

Según reporta Martínez (2000) la fuente de aportes de áridos de la playa de La Restinga se localizaría en la playa sumergida y/o en la cabecera de La Restinga, en el este. Por su parte, para la zona de La Guardia una fuente de los aportes está, en buena parte, en el Acanilado de la Pachara, al este de las intervenciones.

A partir de las recomendaciones elaboradas en Córdova y Torres (2009) se hizo un estudio de la granulometría de la zona en la cual se recogieron 26 muestras en 11 perfiles que fueron analizadas en el laboratorio de Bioecología del CRIA-UDONE con el fin de determinar los porcentajes de fraccionamiento. En cada uno de los perfiles se colocaron 4 estaciones en puntos significativos del perfil de playa, estos son:

1. En la cara de la playa seca.
2. En la berma.
3. En la parte sumergida cercana a la orilla.
4. En la parte sumergida a 100 metros de la costa.

Las estaciones se nombraron teniendo en cuenta el número del perfil y el punto significativo del perfil. En el perfil 7 solo se plantaron 3 estaciones, mientras que en los perfiles 1, 5, 9, 10 y 11 se plantaron 2, y en el perfil 6 una sola, los perfiles con todas las estaciones fueron 2, 3 y 4, lo cual hace las 26 estaciones. Este estudio arrojó que el 44,54% de las muestras corresponden a arena fina, el 18,88% a arena muy fina, el 13,23% a grava y el resto a arena muy gruesa, arena gruesa y arena media. Por lo que se considera un diámetro medio de las partículas de 0.125 mm.

Según Padrón (1990) la orientación de la costa de La Guardia, con respecto a la dirección del oleaje origina un transporte litoral, a lo largo, notable.

OCEANOGRAFÍA

Mareas

Según (Gómez 1999) en Nueva Esparta las mareas son diurnas casi todo el año con amplitud entre 30 y 50 cm, pudiendo, en ocasiones, alcanzar 1 m, y excepcionalmente en octubre y noviembre son semidiurnas, lo cual debe estar relacionado con la mayor influencia del río Orinoco durante esos meses, cuando ocurren las mayores descargas de agua dulce hacia el océano Atlántico.

De acuerdo con la información suministrada por pescadores de La Guardia, de octubre a marzo la marea es alta, pleamar, y se llena la laguna costera de La Guardia, debido al incremento del nivel freático.

Oleaje

Según Padrón (1990) esta zona recibe la influencia de mares de fondo que se caracterizan por oleaje con periodos mayores de 12 s asociados a altura de ola que oscila entre 2 y 4 m, en Aguas Profundas. Continúa diciendo que durante el periodo de mar de fondo, el área de la ensenada de La Guardia, se ve azotada por oleaje generado por este tipo de perturbación que entre otras cosas presenta gran energía, lo cual provoca una alta erosión sobre la línea de costa.

Según reporta Martínez (2000) esta región es afectada por el oleaje del NW, debido a los temporales relacionados con huracanes o con perturbaciones extratropicales y se deja sentir con un efecto más disminuido el oleaje del NE, por lo que esta playa es clasificada como playa semi-oceánica.

Según Umpiérrez y Hernández (2008), información suministrada por pescadores indica que la altura del oleaje en época de tormenta es de aproximadamente 2 m y la altura del oleaje normal es de 20 a 30 cm, aunque no se precisa la dirección del oleaje. Más adelante describe un hecho ocurrido en el día jueves 20 de marzo de 2008, durante el asueto de semana santa, en el cual las costas del norte de la isla de Margarita se vieron afectadas por un evento de mar de fondo, con olas de altura que oscilaban entre los 3 y 4 metros que sobrepasaron los espigones y rompeolas existentes en La Guardia, ocasionando graves daños a un número considerable de embarcaciones pesqueras y daños menores a viviendas localizadas en la zona costera.

A partir de la información del Global Wave Statistics (GWS) (Hogben et al. 1986), fuente internacional en la que se han procesado estadísticamente las mediciones de oleaje durante varios años, se obtiene lo mostrado en la tabla 1. Se han considerado las direcciones NE, N y NO por ser las que inciden sobre la zona. Las olas representativas de estas zonas, aquellas que tienen mayor probabilidad de ocurrencia, son las que se muestran en dicha tabla.

Tabla 1. Características del oleaje normal representativo de cada dirección.

Ola	Noroeste 1,27%			Norte 3,79%			Noreste 27,73%		
	H[m]	T[s]	P[%]	H[m]	T[s]	P[%]	H[m]	T[s]	P[%]
1	0,5	4,5	0,29	1,5	5,5	0,59	1,5	5,5	3,79
2	0,5	4	0,27	0,5	4,5	0,53	1,5	6,5	3,39
3	1,5	4,5	0,16	1,5	4,5	0,44	2,5	6,5	2,64
4	0,5	5,5	0,12	0,5	5,5	0,37	2,5	5,5	1,89
5	1,5	5,5	0,12	1,5	6,5	0,32	2,5	7,5	1,7
Suma			0,96			2,25			13,41
H: altura de ola; T: periodo; P: probabilidad de ocurrencia									

Si se establece la relación entre el porcentaje que representan estas olas, 0,96 para el caso del Noroeste, y el porcentaje de la dirección completa, 1,27 para el mismo caso, se puede apreciar que estas cinco olas representan el 76, el 59 y el 48% del porcentaje de ocurrencia de cada dirección respectivamente. Por su parte, los valores de altura de ola que se obtuvieron son semejantes a los reportados en Padrón (1990) y Umpiérrez y Hernández (2008), por lo que se consideran confiables y son los valores que se tendrán en cuenta para el comportamiento de la línea de costa en caso de calma del oleaje.

Para el caso del oleaje de tormenta, se han considerado los datos del GWS correspondientes a las direcciones de incidencia declaradas anteriormente y se han vinculado con un periodo de retorno T_r , y una duración del temporal d . La curva de probabilidad de sobrepaso se muestra en la figura 8.

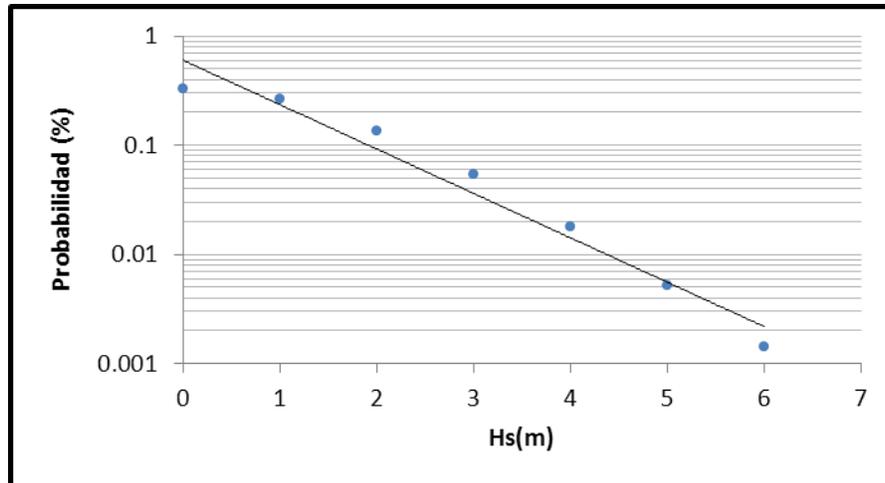


Figura 8. Gráfico de probabilidad de sobrepaso

Mediante un ajuste de curvas se puede obtener una ecuación que relaciona estas variables, esta es:

$$PS = 0,6017 \times e^{-0,936Hs} \quad (1)$$

Donde PS es la probabilidad de sobrepaso expresada en % y Hs es la altura de ola significativa expresada en m.

Las alturas de olas para distintos periodos de retornos se pueden calcular utilizando la siguiente expresión (2). Los resultados se muestran en la tabla 2.

$$Tr_{Hsi>Hs} = \frac{d_{Hsi>Hs}}{PS_{Hsi>Hs} \times 24 \times 365} \quad (2)$$

Tabla 2. Características para el oleaje extremo

d[h]	6		8		12	
Tr [a]	Hs[m]	T[s]	Hs[m]	T[s]	Hs[m]	T[s]
10	9,70	16,73	9,39	16,46	8,96	16,08
25	10,68	17,55	10,37	17,30	9,94	16,94
50	11,42	18,15	11,11	17,90	10,68	17,55
100	12,16	18,74	11,85	18,50	11,42	18,15

d: duración; T: periodo de la ola.

Corriente

Según Gómez (1999) en Margarita, Coche y Cubagua las corrientes superficiales tienen una dirección predominante hacia el oeste.

Temperatura del agua

Según Gómez (1999) la temperatura del agua supera los 26°C y asciende hasta casi 30°C durante junio – diciembre, de enero a mayo es de 20 a 24°C. Al norte y nordeste de la isla, las aguas son menos cálidas que al sur y oeste.

DATOS CLIMATOLÓGICOS

Vientos

Para el análisis de la velocidad de los vientos, alisios en este caso, se cuenta con la información aportada por la Dirección Nacional de Cuencas Hidrográficas, que consiste en un registro mensual de la velocidad del viento que recoge 28 años de mediciones de la estación climatológica tipo 1 de Punta de Piedras del MINAMB, que se encuentra en el lado sur de la isla. El mes que presenta mayor velocidad del viento es mayo y coincide con el mes que por más tiempo persiste, siendo ligeramente mayor su presencia en el año que el resto de los meses. Para el análisis por dirección se tuvo en cuenta la información aportada por el mismo organismo que establece la dirección prevaleciente por mes para un registro de 20 años, que arroja como resultado que el viento proviene fundamentalmente del Este Noreste – Este con rumbo de 60 a 100 grados.

Precipitaciones

Según plantea Gómez (1999) las precipitaciones en Margarita varían anualmente, por región, entre 297 y 911mm, según se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Registro de precipitaciones.

No.	Lugar	Precipitaciones [mm]
1	Península de Macanao	297
2	Cerro Copey*	911
3	Ciudad de Porlamar	479
4	La Asunción	731
*Lugar más próximo a La Guardia		

DATOS FLUVIALES

El transporte de sedimento fluvial se encuentra bloqueado en los tres cursos de agua natural cuyas bocas se encuentran obstruidas por la acumulación de sedimentos gruesos, fundamentalmente cantos rodados.

NIVEL DE INTERFERENCIA HUMANA

García et al. (2007) reportan el siguiente nivel de interferencia humana:

1. Varias viviendas fueron construidas en la franja de playa, sobre todo en la duna, hace más de 90 años, lo que ha modificado completamente la morfología del sistema, alterando el balance sedimentario.
2. Entre los años 1974 – 1978 se inició la construcción del puerto pesquero, culminándose la construcción entre los años 1989 y 1992.
3. El aprovechamiento ilegal de material grueso, entiéndase cantos rodados, existente en la franja de playa, para la construcción, ha contribuido a la disminución de dicha franja.
4. La construcción de los espigones y de muros de escollera para proteger zonas particulares de costa y de un terraplén para la vialidad que conformó un dique que no permite el drenaje de la laguna costera, entre otros efectos.

ASPECTOS DE TRABAJO

1. La legislación vigente en cuanto a la zona costera, establece la protección de 80 m de franja de playa de dominio público, y cualquier actividad que se pretenda construir en dicha zona debe ser objeto de un estudio de impacto ambiental y sociocultural, y ser sometido a una consulta pública.
2. Las posibles soluciones planteadas para atacar el proceso erosivo, deben realizarse sin afectar las actividades pesqueras, por ser la principal fuente de ingresos del sector.
3. Deben considerarse las épocas de mar de leva y de tormentas, coletazos de huracanes, para no dificultar la construcción y no encarecer la obra.
4. El diseño de las obras de protección costera debe ser realizado por especialistas en el área con amplia experiencia, y deberá incluir el estudio de impacto ambiental y sociocultural que dichas obras pueden ocasionar, a fin de identificar las medidas necesarias que deben ser aplicadas para prevenir, corregir y mitigar dichos impactos.
5. Debe aprovecharse para la extracción de la roca la cantera que se encuentra a 30 km del lugar aproximadamente.
6. Se debe tratar de mantener un ancho de playa mínimo que permita las actividades de carpintería de ribera, reparación de artes de pesca, comercialización de pescado y recreación tanto para la comunidad como los visitantes, de manera simultánea.
7. La vida útil dependerá del tipo de solución que se sugiera ejecutar.
8. La nueva posición de la línea de costa, entendiéndose el ancho de playa aprovechable para diferentes actividades, debe ser definida en función de las necesidades.
9. En el caso de que la solución seleccionada incluya el suministro de arena, se debe utilizar como material de préstamo aquel que sus características sean lo más semejantes posible al del material nativo, es decir, sector 1- arena originaria de la playa.
10. La fuente de suministro debe ser escogida de manera de no afectar el balance sedimentario de la zona y que no afecte zonas marinas con fragilidad ecológica.

OBRAS INGENIERAS EJECUTADAS. SUS EFECTOS

Trabajos de protección de costas realizados

Las obras realizadas, figura 2, responden a la voluntad de proteger en la costa tanto a las viviendas como a las embarcaciones. En su informe Martínez (2000), hace el siguiente recuento de las obras ingenieras llevadas a cabo en la zona para la protección de la orilla:

1. Construcción de una batería de tres pequeños espigones, de poca envergadura, en los años 1960.
2. Construcción de una segunda batería de tres espigones, ya con penetraciones significativas, entre los años 1978 y 1979.
3. Levantamiento de dos espigones, con terminaciones curvas, hacia el este, entre los años 1986 y 1989.
4. Construcción de una escollera en 1989.
5. Construcción de un espigón en “Y”, seguidos de dos espigones curvos, también hacia el este, entre los años 1989 y 1991.
6. Prolongación hacia el oeste de la terminal occidental del espigón en “Y”, entre los años 1991-1995.

Como complemento, Umpiérrez y Hernández (2008) plantean acciones que:

1. Entre los años 1974 – 1978 se inició la construcción del puerto pesquero, culminándose entre los años 1989 y 1992.
2. La playa del sector 1 se erosionó completamente en el año 1983, por lo que se construyeron inicialmente 3 espigones de aproximadamente 60 m en el sector más aguas arriba, el primer espigón falló por erosión y fue reemplazado posteriormente por otro más largo construido encima del antiguo.
3. En la localidad de la Guardia a finales de los 80 se construyó una batería de espigones con el fin de proteger a las viviendas y embarcaciones pesqueras de fuertes oleajes, conformando aguas abajo un puerto de pescadores.
4. Hace 25-30 años se derrumbaron varias casas debido a la erosión, posterior a esto se construyeron los espigones, lo que permitió la ganancia de playa seca y posteriormente se volvieron a construir casas sobre la duna.
5. Debido a la presencia de una marcada erosión al inicio de la barra de La Restinga se colocó una protección a la costa con escolleras, en el año 2006 para impedir la erosión.
6. Se hizo la construcción del terraplén para la vialidad.
7. La construcción de una batería de rompeolas que forman pequeñas dársenas en los sectores 1 y 2, y una dársena en el sector 3, con el fin de frenar la erosión y proteger la costa del oleaje.
8. La construcción de los rompeolas y de muros de escollera para proteger zonas particulares de costa.
5. Hace 14 ó 15 años el mar llegaba al inicio de la vía en el sector 1.

A continuación, se describen las actuaciones mencionadas:

Espigón N° 1. Localizado más al occidente del área tiene con una longitud de 113 metros. Este ha sido afectado por los eventos de mar de fondo, detectando cómo en un sector cercano a la playa, con un ancho de 12 metros, el espigón se ha fracturado, perdiendo parte de la coraza, y reduciéndose su altura de corona, figura 9, lo cual influye en la operatividad de la estructura de protección costera.



Figura 9. Estado del Espigón 1. Tomado de Córdova y Torres (2009)

Espigón N° 2. Es uno de los más pequeños tanto en longitud, la cual es de 68 m, como de ancho, que es de 23 m, y se encuentra localizado al frente de la ranchería de la Asociación de pescadores de El Palotal.

Espigón No. 3. El más largo y conforma la dársena donde se resguardan la mayoría de las embarcaciones. Tiene forma de “Y” con una longitud de 340 metros. Es el que más se ha visto afectado por los eventos de mar de fondo, siendo sobrepasado por el oleaje, lo que ha ocasionado que parte de la coraza se haya perdido, reduciéndose la altura del espigón y en algunos sectores el ancho del mismo, así como también la capa del núcleo y del filtro del espigón. En la parte final del espigón, en el tramo paralelo a la costa, que actúa como rompeolas, es donde se observó la mayor afectación, ya que se ha perdido gran parte de la coraza, y parte del material que conforma el núcleo y el filtro, figura 10, permitiendo el paso del agua de un lado al otro de la obra de protección costera, lo cual pone en riesgo la estabilidad estructural de dicha obra.



Figura 10. Sección dañada del Espigón 3. Tomado de Córdova y Torres (2009)

En el proceso de investigación que se llevó a cabo por los autores, las autoridades del Ministerio del Ambiente de Nueva Esparta facilitaron documentos relacionados con aspectos constructivos de esta obra (Amador 1992) y (Padrón 1992), de los cuales se ha obtenido que el material de filtro está compuesto por desecho de cantera, fue requerida una cantidad de $5\,753\text{ m}^3$ y que se empleó roca Coraza, tipo 2-A, con un peso de aproximadamente 4 ton y fue requerida una cantidad de $2\,273\text{ m}^3$.

Sector de costa. De aproximadamente 720 metros de longitud, es altamente vulnerable al oleaje, habiéndose construido varias escolleras y pequeñas obras de protección artesanal para proteger a las viviendas existentes.

Zona costera comprendida entre el cuarto y el quinto espigón. Se aparecía la existencia de casas vacacionales y de una posada, protegida por escolleras, algunas de ellas construidas de manera rudimentaria.

Espigón No. 5. Cuenta con 154 metros de longitud, también se hace curvo en su extremo, a fin de proteger a las embarcaciones de la comunidad pesquera de Quiri Quiri.

Efectos de las obras

Haciendo un análisis de los efectos de las obras, Martínez (2000) plantea que la presencia de estas actuaciones ha traído como consecuencia el bloqueo de parte del aporte hacia el oeste del transporte longitudinal en dependencia del oleaje dominante del alisio y de los temporales del NW, lo que ha significado un retroceso de la costa.

Por su parte Umpiérrez y Hernández (2008) recogen en su informe que:

1. A raíz de la construcción del puerto comenzó nuevamente la erosión.
2. La construcción de los espigones de hace 25 - 30 años permitió la ganancia de playa seca.
3. La construcción de la obra para la vialidad conformó un dique que no permite el drenaje de la laguna costera, eliminando el aporte fluvial de material fino y alterando la dinámica de la costa durante las lluvias.
4. La carretera que comunicaba a La Guardia con el istmo de La Restinga, se encuentra altamente erosionada, completamente socavada, quedando sólo un ancho de 60 cms, cuando la vía tenía originalmente un ancho de 9,5 metros.
5. Las intervenciones en los sectores 1, 2 y 3 han traído como resultado transmitir el problema de erosión aguas abajo, afectando considerablemente la barra de La Restinga.
6. La construcción de muros de escolleras ha incrementado la erosión aguas abajo, debido a que interrumpe el transporte longitudinal de sedimentos, incrementándose el transporte transversal, que toma mayor cantidad de sedimento de la berma de playa, para mantener el balance sedimentario.
7. Varias obras de drenaje, que permitían la desembocadura de las aguas de la salineta de la Guardia hacia el mar, están completamente obstruidas, impidiendo la descarga de dichas aguas durante la temporada de lluvias, lo cual también reduce el aporte de áridos procedente de los cursos de agua que descargan a dicha salineta.
8. Entre el segundo y el tercer espigón, la zona costera está altamente erosionada, habiéndose construido obras de protección costera tipo escollera, para resguardar a las viviendas que se han construido sobre las antiguas dunas que alguna vez existieron en la playa
9. Por otro lado también se observaron descargas de aguas servidas hacia la dársena, contribuyendo a la contaminación de la zona marino-costera, así como la acumulación de rocas y escombros en la zona costera a fin de proteger a las estructuras construidas en dicha área.
10. Dentro de la dársena se han presentado problemas de sedimentación y de acumulación de lodos producto de las descargas de efluentes líquidos, reduciéndose su profundidad, y la capacidad para resguardar embarcaciones de mayor calado.
11. Dentro del sector localizado entre los espigones 3 y 4 debe descargar un curso de agua natural, pero debido a la acumulación de cantos rodados, en la desembocadura de los mismos, las aguas se encuentran estancadas. La acción de la erosión costera en este tramo se ve reflejada en varias construcciones colapsadas, cuyas bases han cedido, por lo que deben ser demolidas y se deben impedir nuevas construcciones.
12. En el tramo de costa comprendido entre el cuarto y el quinto espigón, se localizan otros dos drenajes naturales, llenos de aguas servidas, que no pueden descargar al mar debido a la obstrucción de sus bocas.
13. El quinto espigón ha contribuido a la ganancia de playa en este último tramo costero, donde se ha venido acumulando arena de grano fino, muy diferente al sedimento presente en el resto de la franja de playa, constituido básicamente por cantos rodados, pero que ha causado una alta erosión aguas abajo.

CONCLUSIONES

1. Se caracteriza el tramo de costa de La Guardia y La Restinga teniendo en cuenta varios elementos descriptivos.
2. En los sectores 2 y 3 actualmente ocurren penetraciones del mar debido a la erosión sufrida después de la colocación de los espigones que produjeron la erosión aguas abajo, ocasionando la destrucción de viviendas.
3. El sector 5 “La Restinga” sufre de erosión en su extremo este, lo que pone en peligro el ecosistema costero de la laguna.
4. Es necesaria la realización de estudios de oleaje, hidrodinámicos y de capacidad de transporte de sedimento que permitan proponer soluciones ingenieras que brinden alternativas a los problemas antes planteados.

REFERENCIAS

- Amador, G.** (1992). “Memoria Descriptiva”, INSERMONCA, INS-LG0192, Venezuela, Jun.
- Córdova, L. y Torres, R.** (2009). “Resultado de las visitas técnicas realizadas a diferentes zonas costeras del litoral costero de la República Bolivariana de Venezuela”. Reporte Técnico RT: 0109, Centro de Investigaciones Hidráulicas, CUJAE, La Habana, Nov.
- García, M.; Pérez, F.; García, V.; Letthorny, E.; Gamero, M. y Umpiérrez, O.** (2007). “Evaluación de Proceso Erosivo presente en La Guardia-La Restinga”. Reporte Técnico RT: NE03, Ministerio del Poder Popular del Ambiente, Nueva Esparta, Venezuela, Jun.
- Gómez, A.** (1999). “Los recursos marinos renovables del Estado Nueva Esparta Venezuela”, Ed. Fondo Editorial del Estado Nueva Esparta, Nueva Esparta, Venezuela.
- Heredia, C.; González, A.; Hernández, G. y Umpiérrez, O.** (2006). “Ordenación del territorio”. Revista Ambiente Insular y algo más. Vol. 5, No.1, pp. 61-66, Nueva Esparta, Venezuela.
- Hogben, N.; Dacunha, N. and Olliver, G.** (1986). “Global Wave Statistics”. Ed. BMT Fluid Mechanics Limited, England.
- Martínez, J.** (2000). “Borrador sobre la caracterización morfodinámica marino costera del entorno de la laguna de La Restinga (Isla de Margarita, Venezuela)”, Reporte Técnico RT: 012000, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Nueva Esparta, Venezuela, Jul.
- Padrón, D.** (1990). “Memoria justificativa”, Departamento Estadual Ambiental, Reporte Técnico MJ-0190, Venezuela, Sep.
- Padrón, D.** (1992). “Informe de supervisión e inspección”, Contrato Npt 6762, Departamento Estadual Ambiental, Venezuela, Nov.
- Umpiérrez, O. y Hernández, G.** (2008). “Informe de inspección”, Reporte Técnico DEA-18042008, Dirección Estadual Ambiental Nueva Esparta, Nueva Esparta, Venezuela, Abr.