



INFORME TÉCNICO Y INTEGRACIÓN SIG DE VULNERABILIDAD Y RIESGO CLIMÁTICO PARA LA RPFM EL SALADO

USAID COSTAS Y BOSQUES SOSTENIBLES

Contrato No. EPP-I-00-06-00013-00 TO #377

20 de Septiembre del 2010

Esta publicación fue preparada para revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Fue presentada por el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN) bajo un subcontrato con Chemonics International.

Activity Title: USAID Sustainable Forests and Coasts. USAID Contracting Officer's Representative: Rocío Cedeño. Document language: Spanish. Translation of title: Technical Report and GIS on Vulnerability and Climate Risk for the El Salado Mangrove Wildlife Production Reserve.

INFORME TÉCNICO Y INTEGRACIÓN SIG DE VULNERABILIDAD Y RIESGO CLIMÁTICO PARA LA RPFM EL SALADO

USAID COSTAS Y BOSQUES SOSTENIBLES

Contrato No. EPP-I-00-06-00013-00 TO #377

Este informe es posible gracias al apoyo del Pueblo de los Estados Unidos a través de USAID. El contenido de este informe es de completa responsabilidad de CIIFEN y no necesariamente refleja las opiniones de USAID ni del gobierno de los Estados Unidos.

CONTENIDO

	Pág.
Información utilizada	4
Determinación de amenazas	4
Amenaza por tendencias climáticas	4
Amenaza por variación de la salinidad	5
Amenaza por subida del nivel del mar	6
Determinación de la vulnerabilidad	
<i>Vulnerabilidad sección terrestre</i>	7
V1: Por expansión urbana	7
V2: Por influencia de piscinas camaroneras	9
V3: Por retroceso de orillas (dinámica geomorfológica)	10
<i>Vulnerabilidad sección acuática</i>	
V4: Por contaminación marina a partir de fuentes terrestres	11
V5: Por actividad marítima	12
V6: Por disminución de la salinidad del agua	13
V7: Por variación de la temperatura del agua	14
Vulnerabilidad total	
Vulnerabilidad total en la sección terrestre de la RPFMS	15
Vulnerabilidad total en la sección acuática de la RPFMS	15
Vulnerabilidad total en la RPFMS	16
Elaboración de metadatos	16
Resultados	17
Capa de vulnerabilidad de la sección terrestre de la RPFMS	18
Capa de vulnerabilidad de la sección acuática de la RPFMS	19
Capa de vulnerabilidad total en la RPFMS	19

ACRÓNIMOS

RPFMS Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado

IGM Instituto Geográfico Militar

PSU Practical Salinity Units

Compilación de información, metodología y diseño del Sistema de Información Geográfica para la Reserva de Producción Faunística Manglares “El Salado”

1. INFORMACIÓN UTILIZADA

Para la generación de las capas de información requeridas para este estudio, se utilizó la siguiente información:

- Imagen CORONA-1967, resolución 10 m.
- Imagen Landsat-1986, resolución 30 m.
- Imagen del Google Earth 2007
- Cartas topográficas del IGM a escala 1:50.000 (NV-a3 y MV-b4)
- Registros históricos de datos de precipitaciones, temperatura máxima y temperatura mínima
- Registros de estaciones de monitoreo de agua en el área de la Reserva y sus alrededores
- Información obtenida de los talleres participativos de percepción y medidas de mitigación frente al cambio climático

2. DETERMINACIÓN AMENAZAS

2.1 AMENAZA POR TENDENCIAS CLIMÁTICAS

La estimación de las tendencias climáticas se realizó mediante la corrida del programa RClimDex¹, teniendo como insumo los registros históricos de al menos 30 años de datos diarios de precipitaciones y de temperatura máxima y mínima.

A fin de estimar las tendencias climáticas relacionadas con las *precipitaciones*, fueron procesados los siguientes índices:

- CDD: Número máximo de días consecutivos con $RR < 1$ mm
- R99p: Precipitación anual total en que $RR > 99$ percentil (mm)

Para la estimación de las tendencias climáticas relacionadas con la *temperatura del aire* se procesaron los siguientes índices:

- TXx: Valor mensual máximo de temperatura máxima diaria ($^{\circ}$ C)
- TNx: Valor mensual máximo de temperatura mínima diaria ($^{\circ}$ C)
- DTR: Diferencia media mensual entre TX y TN ($^{\circ}$ C)

¹ Programa creado por [Xuebin Zhang](#) and [Yang Feng](#) at [Climate Research Division](#) para calcular índices climáticos mediante análisis estadístico y control de calidad de los datos

El cálculo de la amenaza vinculada con las *precipitaciones*, se realizó a partir del archivo del límite de la Reserva, al que se le agregaron nuevos campos para cada índice de precipitaciones (CDD, R99p), procediendo a aplicarse la siguiente fórmula que considera la ponderación de cada índice en base a su significancia como amenaza al ecosistema de manglares:

$$A1 = (0.5)CDD + (0.5)R99p$$

El cálculo de la amenaza vinculada con la *temperatura del aire*, se realizó en forma similar, a partir del archivo del límite de la Reserva, al que se le agregaron nuevos campos para cada índice de temperatura (TXx, TNn y DTR), procediendo luego a aplicarse la siguiente fórmula que considera la ponderación de cada índice en base a su significancia como amenaza al ecosistema de manglares:

$$A2 = (0.1) TXx + (0.8)TNn + (0.1)DTR$$

2.2 AMENAZA POR VARIACIÓN DE LA SALINIDAD

De acuerdo al trabajo de Boyer et. al. (2005) mostrado en la página del IPCC, (Intergovernmental Panel on Climate Change), la variación de la salinidad presenta una mínima tendencia a la baja con un valor de -0,005 PSU (Practical Salinity Unit) para la década, lo que ocasiona que los cambios de salinidad esperados sean despreciables.

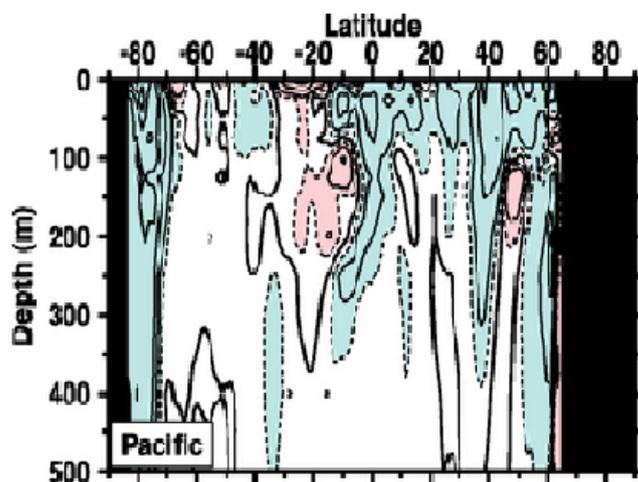
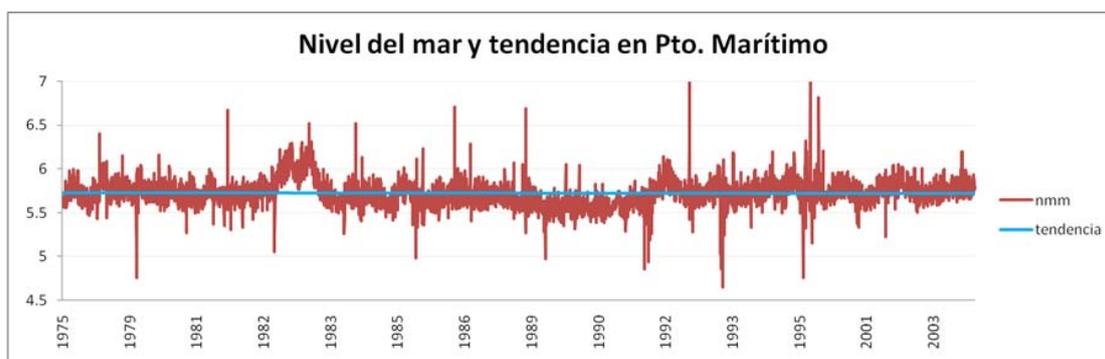


Fig.1 Tendencia lineal (1955-1998) de la salinidad promedio (PSU) hasta los 500 m. de profundidad en el Océano Pacífico. El color celeste muestra tendencias iguales o menores de 0,005 psu por década. Based on the work of Boyer et al. (2005).

No obstante al bajo valor de la tendencia de salinidad presentado por Boyer et. al. (2005), se generó una capa de información aplicada a la zona de los cauces en el área de la Reserva, con el valor de dicha tendencia (-0.005) para consideración de esta variable entre las amenazas de la zona.

2.3 AMENAZA POR SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR

Del análisis de los datos del mareógrafo de Puerto Marítimo de Guayaquil, (1975-2003) considerado por ser el más cercano al área de la Reserva, no se observan tendencias sobre el nivel del mar, por lo que esta amenaza fue descartada para el área de la Reserva.



3. DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Para la determinación de la vulnerabilidad, la Reserva fue fragmentada en su parte tierra y agua.

Para la valoración de la vulnerabilidad en la parte terrestre de la Reserva, se consideraron las siguientes variables:

- Expansión de áreas urbanas
- Expansión de camaroneras
- Dinámica geomorfológica

Para la valoración de la vulnerabilidad en la parte acuática de la Reserva, se consideraron las siguientes variables:

- Contaminación marina proveniente de fuentes terrestres de tipo industrial
- Actividad marítima
- Disminución de salinidad
- Incremento de la temperatura del agua

3.1 VULNERABILIDAD DE LA SECCIÓN TERRESTRE DE LA RPFMS

V1: POR EXPANSIÓN URBANA

Para la determinación de la vulnerabilidad por expansión urbana, a partir de información de sensores remotos (imagen SPOT 2009) se procedió a delimitar las zonas amenazadas por esta expansión a través de polígonos trazados dentro del área

de la RPFMS colindante con las áreas actualmente urbanizadas tomando como límites las barreras naturales existentes –básicamente constituidas por ramales del Estero.

El valor de la vulnerabilidad por expansión urbana asignado a cada polígono, se determinó a partir del trazado de los límites urbanos para dos tiempos: 1967 y 2009.

Con los límites urbanos establecidos para 1967 y 2009, se procedió a localizar un punto de referencia para el trazado de radios concéntricos, que permitan calcular un índice de referencia para medir la influencia o presión de las áreas de expansión urbana, en el interior de la RPFMS, lo que se logró mediante la determinación del centroide².

A partir del centroide se trazaron radios hasta el límite urbano del año 1967 los que sirvieron de referencia para el trazado de dos semiradios, uno correspondiente a la distancia entre el límite urbano 1967 y el límite de la Reserva y el otro, a la distancia entre el límite urbano 2009 y el límite de la RPFMS. (Figura X1).

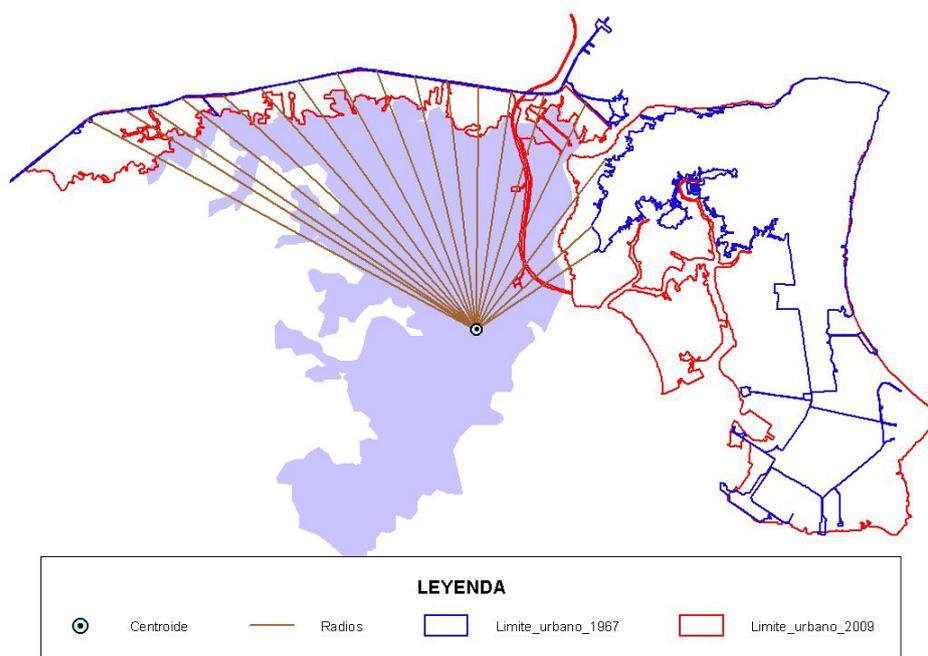


Figura 3. Elementos utilizados para la determinación de la vulnerabilidad por expansión urbana

Se calcularon las distancias correspondientes a cada semiradio para luego proceder al cálculo del que fue denominado, para estos fines, “índice de expansión urbana”, que se obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{IEU} = \text{Radio2009} * 100 / \text{Radio1967} \quad (1)$$

Donde:

² El punto que define el centro geométrico de un objeto, en este caso, el de la Reserva

IEU: Índice de Expansión Urbana (en %)

Radio2009: Distancia entre el límite urbano del 2009 y el límite de la Reserva

Radio1967: Distancia entre el límite urbano de 1967 y el límite de la Reserva

Se procedió a promediar los valores del índice de expansión urbana obtenidos para los radios dentro de cada polígono, promedios que fueron normalizados respecto al mayor valor y posteriormente ajustados para una representación de tres niveles (multiplicándolos por 3), valores que finalmente fueron asignados a cada polígono para obtener la capa de valoración de la vulnerabilidad por expansión urbana que se muestra en la figura (X2).

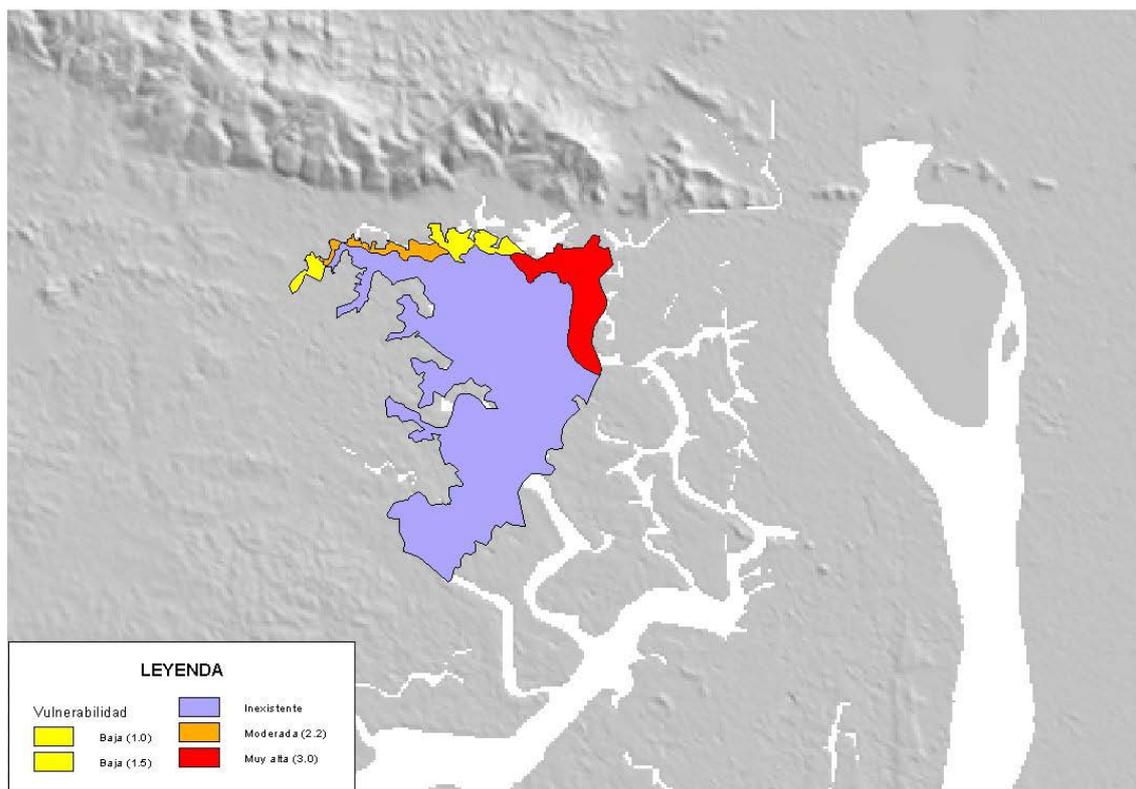


Figura 4. Vulnerabilidad por expansión urbana en el área de la Reserva de El Salado

V2: POR INFLUENCIA DE PISCINAS CAMARONERAS

Otro factor de vulnerabilidad considerado fue la expansión de las piscinas camaroneras, factor que fue valorado para el período 1986 - 2009.

Durante al análisis previo para la determinación de la vulnerabilidad por la expansión de camaroneras, se pudo establecer que entre 1986 y 2009 no se produjeron cambios de importancia dentro de los límites de la RPFMS, pero sí los hubieron en el área adyacente a ella, tal como lo muestra la siguiente figura: (Figura X3)

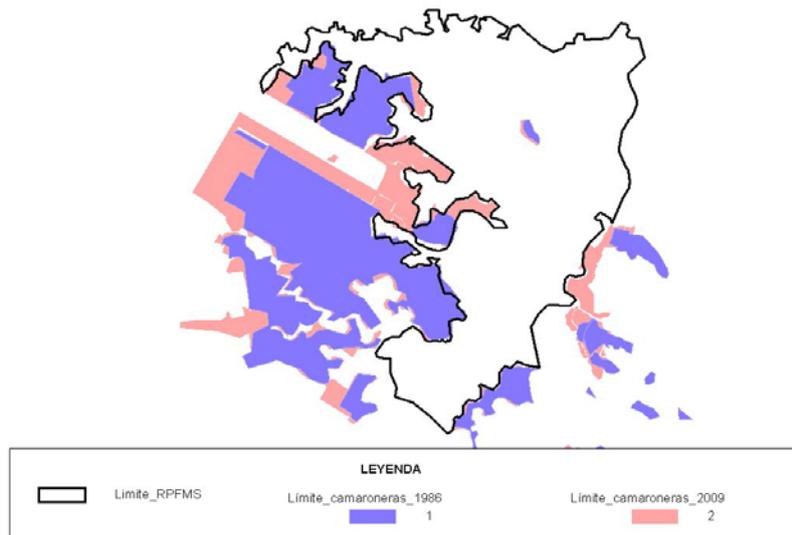


Figura 5. Cambios en los límites de las camaroneras en la RPFMS y sus alrededores

En vista de que en el período de análisis (1986- 2009) no se detectaron cambios apreciables en la expansión de camaroneras dentro de los límites de la RPFMS, se procedió a valorar la vulnerabilidad proyectada hacia la Reserva por la influencia de las camaroneras de su periferia, lo que se realizó a través de la división del área de la RPFMS en dos polígonos, uno correspondiente a la zona en contacto con las camaroneras y que por ende podrían recibir alguna influencia de ellas y otro correspondiente a la zona que estaría totalmente fuera de esta influencia. Los polígonos resultantes fueron evaluados en forma binaria: 0 – para el polígono fuera de la influencia de las camaroneras y 1 para el que recibe la influencia de ellas. (Figura X4).

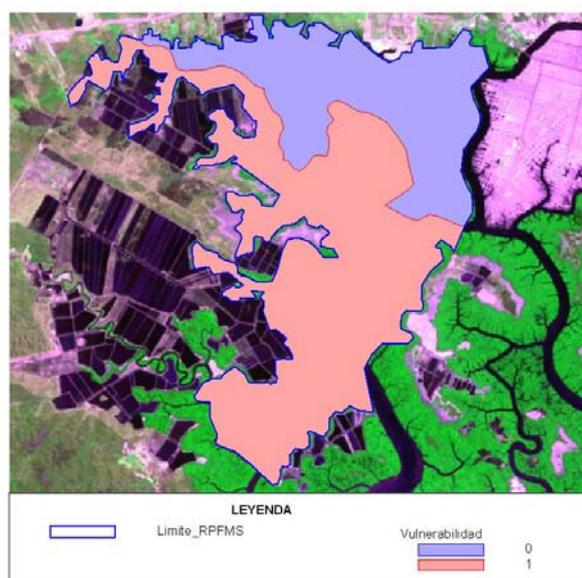


Figura 6. Vulnerabilidad ante la expansión de camaroneras

V3: POR RETROCESO DE ORILLAS (DINÁMICA GEOMORFOLÓGICA)

Mediante un análisis SIG para la detección de cambios, aplicado a los archivos resultantes de los límites de los cauces correspondientes a los años 1986 y 2009, se pudo establecer zonas de cambio geomorfológicos, entre las que fueron consideradas aquellas de retroceso de las orillas como factor de vulnerabilidad especialmente para el ecosistema de manglares, las mismas que se muestran en la siguiente figura:

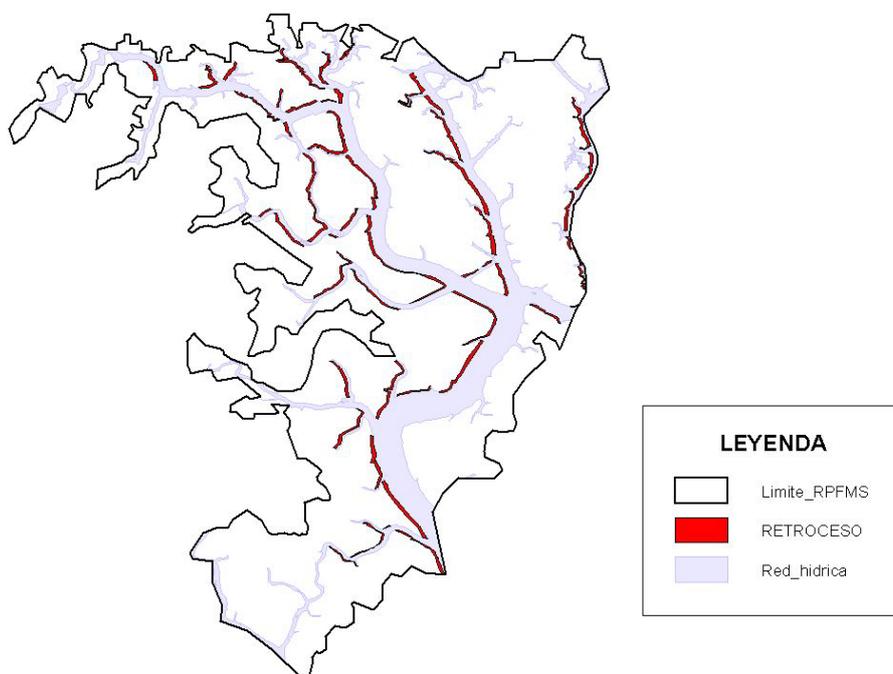


Figura 7. Vulnerabilidad ante el retroceso de orillas (Cambios geomorfológicos)

3.2.VULNERABILIDAD DE LA SECCIÓN ACUÁTICA DE LA RPFMS

V4: POR CONTAMINACIÓN MARINA A PARTIR DE FUENTES TERRESTRES

Se localizaron los focos contaminantes más destacados tanto dentro como en el sector adyacente al área de la RPFMS conectados a ella a través de los ramales del Estero.

Se realizó la clasificación de los ramales del Estero considerando en primer lugar el comportamiento de la dinámica del estuario en el sector de la Terminal Tres Bocas, a partir de la salida del modelo de circulación corrido para una condición inicial ubicada en dicho sector.

Adicionalmente se evaluaron las condiciones dinámicas de los ramales del Estero considerando su aislamiento de los canales principales – en los que existe una abierta renovación de agua con el accionar de las mareas y, las fuentes de contaminación terrestre que pudieren influir en ellos, valorándose por un lado la condición de renovación de agua de los ramales del Estero y por otro la carga de contaminación que pudieren tener respecto a las fuentes terrestres de sus alrededores, a partir de lo cual se hizo una valoración de la vulnerabilidad en una escala de 4 (4: alta vulnerabilidad y 1: baja vulnerabilidad), lo que puede ser apreciado en la siguiente figura:

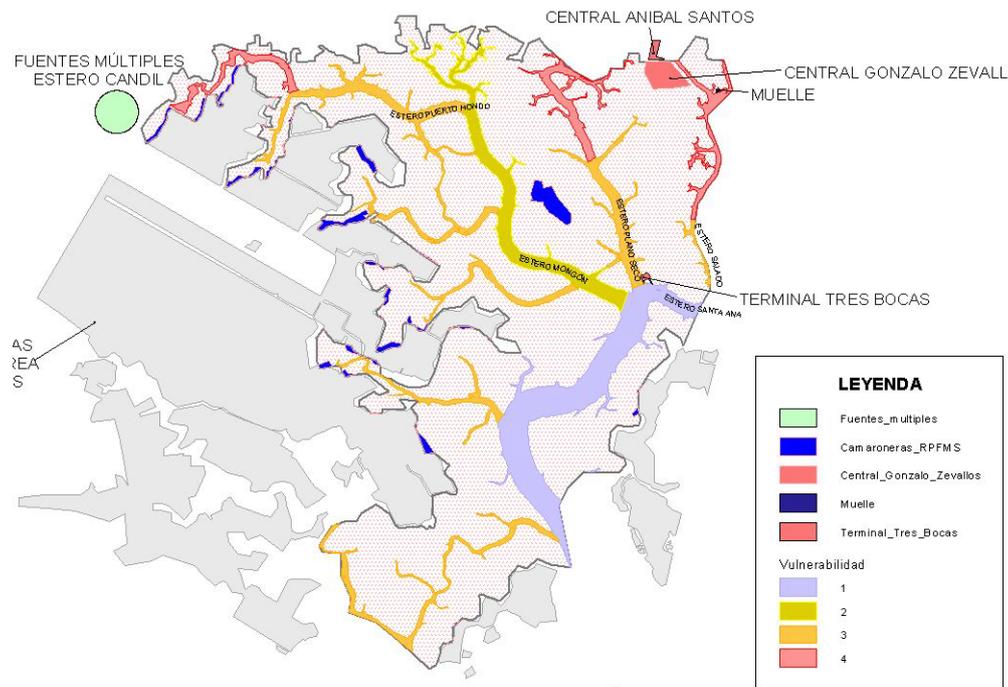


Figura 8. Vulnerabilidad por contaminación marina

V5: POR ACTIVIDAD MARÍTIMA

La vulnerabilidad por actividad marítima fue estimada en base al tráfico marítimo relacionado con muelles en los diversos canales tanto de la RPFMS como de su periferia.

Los muelles o puertos que soportan un tráfico marítimo pesado dieron origen a la evaluación de los canales a ellos conectados con el mayor valor de vulnerabilidad (3), los muelles o infraestructuras similares que soportan un tráfico marítimo intermedio dieron origen a la evaluación de los canales que los conectan con un valor medio (2), mientras que aquellos muelles o infraestructuras artesanales de menor soporte de tráfico dieron ocasión para valorar los canales que los conectan con el menor valor de vulnerabilidad. (1)

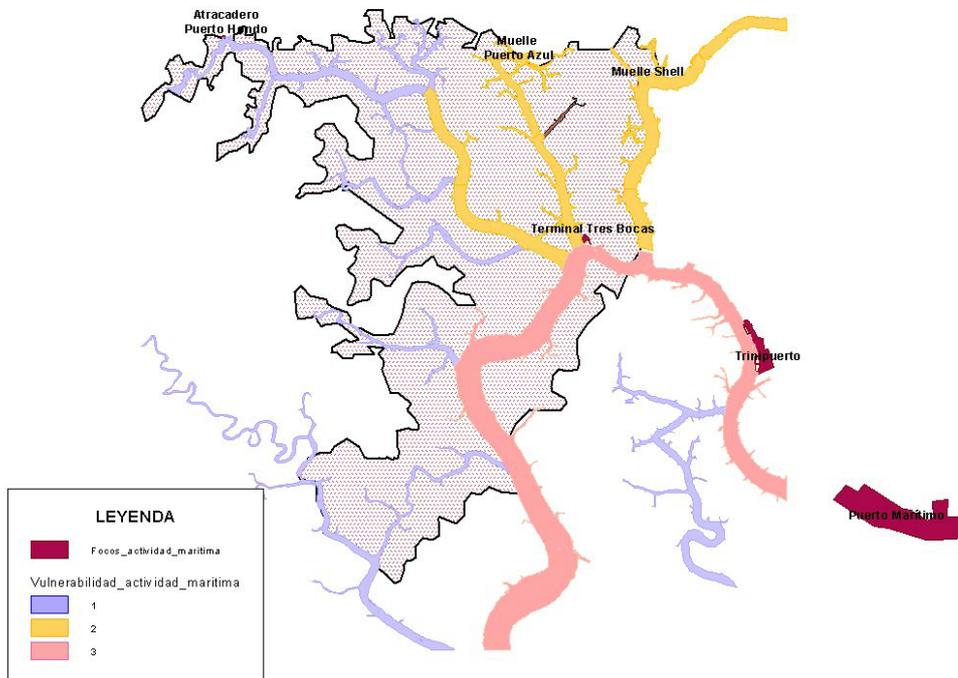


Figura 9. Vulnerabilidad ante actividad marítima

V6: POR DISMINUCIÓN DE LA SALINIDAD DEL AGUA

No obstante el valor despreciable de cambio de salinidad que arroja el modelo del IPCC, para los fines de este estudio se generó una capa de información tratando de evaluar la vulnerabilidad de la Reserva ante la ocurrencia de una disminución de la salinidad en términos de valores significativos.

Tal como la tendencia a disminución de la salinidad ocurre fundamentalmente en el período lluvioso, para el análisis de la amenaza por salinidad fueron considerados datos de salinidad provenientes de estaciones de diferentes años pero coincidentes con el período invernal.

Una vez obtenidos los datos de estas estaciones, fueron sometidos a un proceso de interpolación para de esta forma otorgar una valoración a los diferentes ramales de la red hídrica del área de la Reserva, lo que puede ser observado en la siguiente figura:

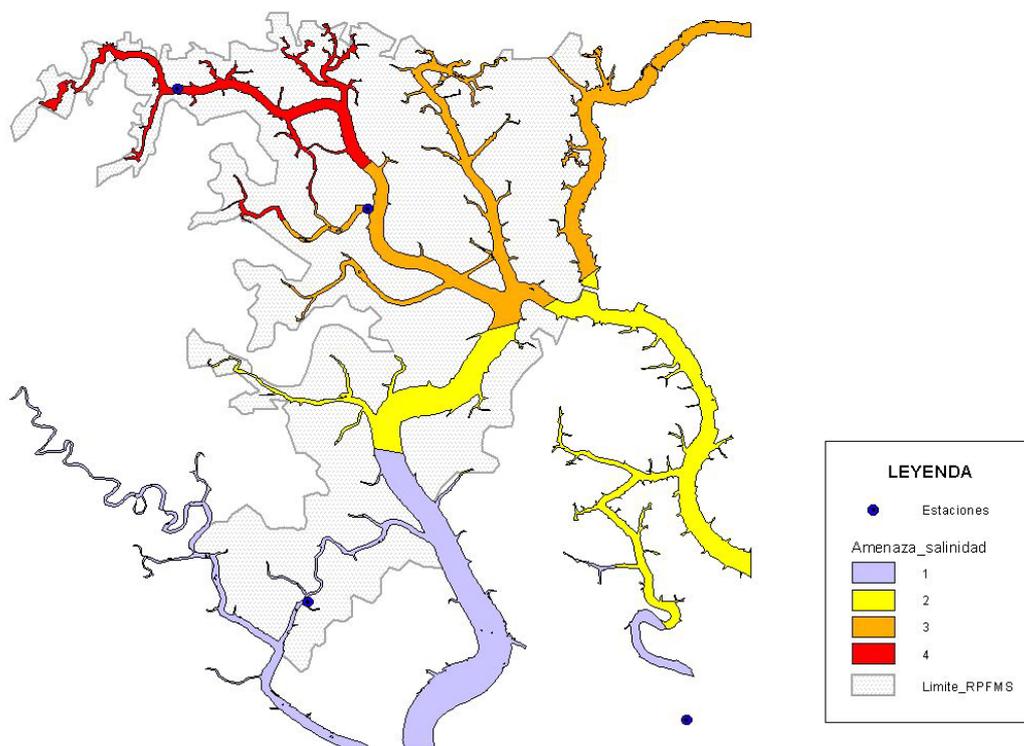


Figura 10. Valoración de la amenaza por variación de la salinidad del agua

V7: POR VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AGUA

Para estimar la vulnerabilidad a los cambios de temperatura del agua, se procedió a considerar datos provenientes de estudios varios en el sector de la Reserva.

Los datos de estas estaciones, fueron sometidos a un proceso de interpolación para de esta forma otorgar una valoración a los diferentes ramales de la red hídrica del área de la Reserva y dando mayor peso al ramal del Estero Plano Seco, parte superior del cual es objeto de las descargas de las aguas de la Central Térmica. Esta valoración fue acoplada a una escala de 4 que puede ser observada en la siguiente figura:

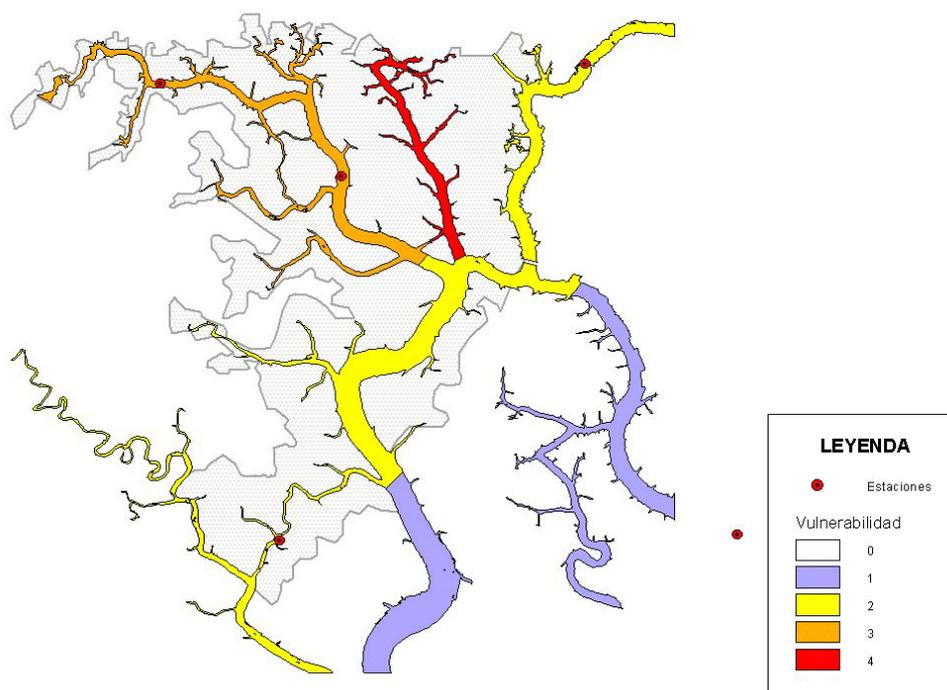


Figura 11. Valoración de la amenaza por variación de la temperatura del agua a partir de fuentes terrestres

4. VULNERABILIDAD TOTAL

4.1 VULNERABILIDAD TOTAL EN LA SECCIÓN TERRESTRE DE LA RESERVA

La vulnerabilidad en la sección tierra del área de la Reserva, fue obtenida mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$V_t = 0,6V_1 + 0,3V_2 + 0,1V_3$$

Donde:

V1: Vulnerabilidad por expansión urbana

V2: Vulnerabilidad por influencia de camarónicas

V3: Vulnerabilidad por dinámica geomorfológica (retroceso)

4.2 VULNERABILIDAD EN LA SECCIÓN ACUÁTICA DE LA RESERVA

La vulnerabilidad de la sección acuática de la Reserva fue obtenida mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$V_a = 0,3V_4 + 0,2V_5 + 0,4V_6 + 0,1V_7$$

Donde:

V4: Vulnerabilidad por contaminación por fuentes terrestres de tipo industrial

V5: Vulnerabilidad por actividad marítima

V6: Vulnerabilidad por disminución de la salinidad del agua

V7: Vulnerabilidad por incremento de la temperatura del agua

4.3 VULNERABILIDAD TOTAL

La vulnerabilidad total fue representada a partir de la suma de las capas de vulnerabilidad en la sección tierra y sección agua

5. ELABORACIÓN DE METADATOS

Para la elaboración de metadatos se procedió de acuerdo al siguiente esquema:



Fig.12 Esquema de la constitución de metadatos

Para la elaboración de los metadatos, se identificaron previamente cada uno de los shapfiles levantados para el análisis de amenaza y vulnerabilidad dentro de la Reserva, a los cuales se les asignó un metadato creado a partir del programa GeoNetwork, que constituye una base estandarizada y descentralizada de sistemas de manejo de información espacial, diseñada para permitir el acceso a bases de datos geo-referenciados y productos cartográficos a través de metadatos descriptivos, para mejorar el intercambio de información espacial y la colaboración entre las organizaciones y su público, utilizando la capacidad y el poder del Internet.

El prototipo del catálogo GeoNetwork fue desarrollado por la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO) en 2001 de manera sistemática para la publicación de conjuntos de datos geográficos producidos dentro de la organización.

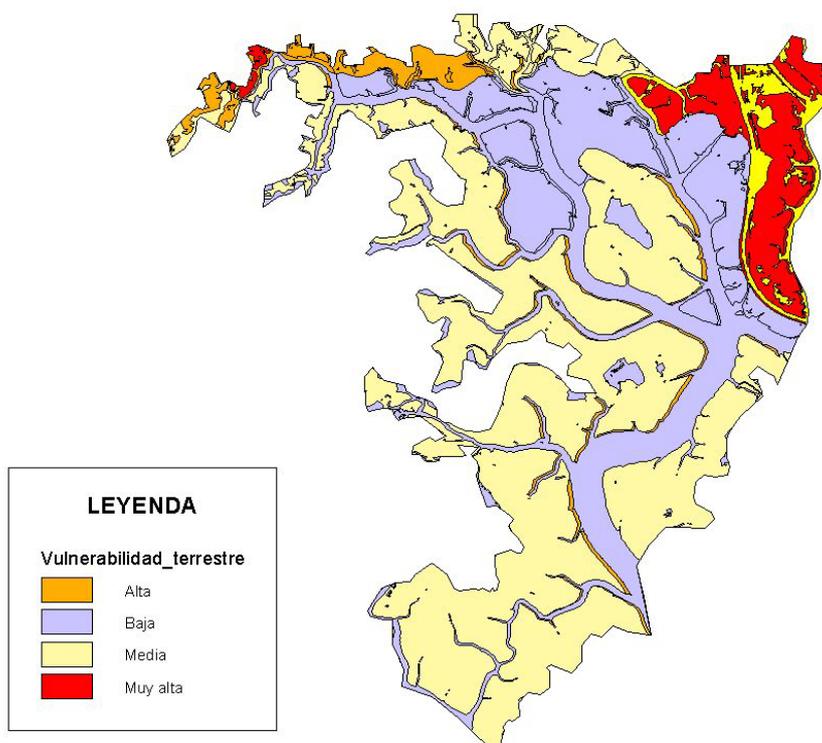
GeoNetwork se ha desarrollado siguiendo los principios de un Tratado de Libre y Open Source Software (FOSS) y basado en estándares internacionales y abiertos para servicios y protocolos, como el ISO-TC211 y el Open Geospatial Consortium (OGC). La arquitectura es muy compatible con la OGC Portal Arquitectura de Referencia, es decir, la guía de aplicación del estándar OGC portales geoespaciales. De hecho, la

estructura se basa en los mismos tres módulos principales identificados por el OGC Portal de arquitectura de referencia, que se centran en los datos espaciales, metadatos y visualización de mapas interactivos. El sistema también es totalmente compatible con las especificaciones OGC para consultar y recuperar información de los catálogos de Web (CSW). Es compatible con los estándares más comunes para describir específicamente los datos geográficos (ISO19139 y FGDC) y el estándar internacional para los documentos generales (Dublin Core). Utiliza estándares (OGS WMS) también para la visualización de mapas a través de Internet.

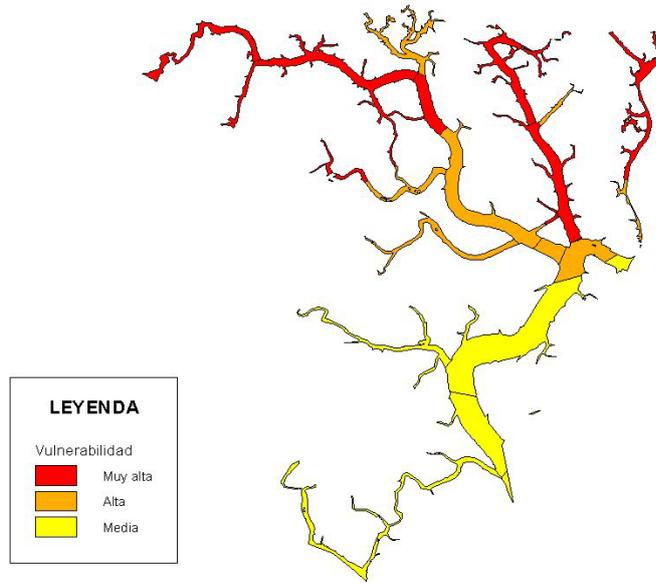
Una vez levantados los metadatos dentro del programa, se procedió a convertirlos en PDF, para brindarle el formato de entrega emitido por USAID.

6. RESULTADOS

6.1 CAPA DE VULNERABILIDAD DE LA SECCIÓN TERRESTRE DE LA RPFMS



CAPA DE VULNERABILIDAD DE LA SECCIÓN ACUÁTICA DE LA RPFMS



CAPA DE VULNERABILIDAD TOTAL DE LA RPFMS

