



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

BASE TÉCNICA

PLAN DE **O**RDENAMIENTO Y **R**EGLAMENTO DE **U**SO DE
LA **Z**ONA **P**ROTECTORA Y **R**ESERVA **H**IDRÁULICA
DE LA **C**UENCA DEL **R**ÍO **S**ANCHÓN

ESTADO **C**ARABOBO



SERIE: ORDENACIÓN Y GESTIÓN DEL
TERRITORIO - DOCUMENTOS REGIONALES

Febrero, 2017



Este trabajo fue elaborado por PDVSA - Palmichal para PDVSA - Refinería El Palito en el marco del Proyecto “Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Cuenca Hidrográfica del Río Sanchón, en el Estado Carabobo”, bajo la coordinación y aportes del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas y la Comisión de Ordenación del Territorio del Estado Carabobo.

BASE TÉCNICA

Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, Estado Carabobo



VENEZUELA
¡Sustentable!

©2017 Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas
Despacho del Viceministro de Gestión Ecosocialista del Ambiente
Dirección General de Gestión Territorial del Ambiente

Los comentarios, sugerencias y preguntas
con relación a este documento pueden remitirse al
Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Agua,
Torre Sur del Centro Simón Bolívar, Piso 10, El Silencio,
Caracas, Distrito Capital, República Bolivariana de Venezuela
Teléfono: (+58) (212) 408 19 14
Fax: (+58) (212) 408 19 24

Título original: Base Técnica del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la
Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, Estado Carabobo

Serie: Ordenación y Gestión del Territorio - Documentos Regionales

HECHO EL DEPÓSITO DE LEY
XXXXXXXX

ISBN
XXXXXXXX

Distribución gratuita: Se permite la reproducción total o parcial
del contenido de esta publicación, siempre que sea citada la fuente

Impreso por: Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas

Cita recomendada:

MINEA - PDVSA. 2017. **Base Técnica del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, Estado Carabobo.** Editores: Abigail O. Castillo C y Juan Comerma. Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (Dirección General de Gestión Territorial del Ambiente) - Petróleos de Venezuela, S.A. (Refinería El Palito). Caracas, Venezuela. 563 pp.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
AUTORIDADES



RAMÓN C. VELÁSQUEZ A.
Ministro del Poder Popular para
Ecosocialismo y Aguas (MINEA)

RENZO SILVA
Viceministro de Gestión
Ecosocialista del Ambiente (VGEA)

OLGA PÉREZ
Directora General de Gestión
Territorial del Ambiente (DGGTA)

LUCAS T. FERNÁNDEZ A.
Director Estatal de Ecosocialismo
y Aguas Carabobo (DEAA Carabobo)



NELSON PABLO MARTÍNEZ
Ministro del Poder Popular
de Petróleo (MPP Petróleo)

EULOGIO DELPINO
Presidente de Petróleos
de Venezuela, S.A. (PDVSA)

WILIAMS AREVALO
Gerente General de
PDVSA - Refinería El Palito

LUZ GÓMEZ
Gerente de Ambiente de
PDVSA - Refinería El Palito



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
COMISIÓN DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO
DEL ESTADO CARABOBO**

**Gobernación Bolivariana de Carabobo
(GBC) Presidencia**

**Secretaría de Ordenación del Territorio, Ambiente y Recursos Naturales
Gobernación Bolivariana de Carabobo**

**Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas
(MINEA) - Secretaría Técnica**

**Ministerio del Poder Popular para Transporte y Obras Públicas
(MPPTOP)**

**Ministerio del Poder Popular para Agricultura Productiva y Tierra
(MPPAPT)**

**Instituto Nacional de Parques
(INPARQUES)**

**Instituto Nacional de los Espacios Acuáticos
(INEA)**

**Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura
(INSOPESCA)**

**Instituto Geográfico de Venezuela "Simón Bolívar"
(IGVSB)**

**Instituto Nacional de Tierras
(INTI)**

**Corporación de Desarrollo de la Región Central
(CORPOCENTRO)**

Invitados

**Instituto del Patrimonio Cultural
(IPC)**

**Petróleos de Venezuela, S.A.
(PDVSA)**

EQUIPO TÉCNICO

Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) - Palmichal, S.C.

Juan Comerma
Coordinador Técnico - Editor

Adriana Cadenas

Víctor Sevilla

Pedro García

Manuel Barreat

Keine Hernández

Francisco Bisbal

Javier Sánchez

Ramón Rivero

David Useche



Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEA)

Dirección General de Gestión Territorial del Ambiente

Abigail O. Castillo C.
Coordinador Nacional - Editor

Luis Miguel Quintana (2015)

Julio E. Delgado F.
Coordinador de Campo

Manuel F. Rivas M.

Dirección Estatal de Ecosocialismo y Aguas Carabobo

Rubén Castillo
Coordinador Estatal

Yolinda Sumoza

Ailiin Padrón

Dirección General de Patrimonio Forestal

Elenio J. Peña C.

Jesús E. Rangel M.

Jesús D. Barrios R.

Dirección General de Diversidad Biológica

Luis A. Rodríguez R.



Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) - Refinería El Palito

Luz Gómez

Yelixe Acevedo
Coordinadora Enlace



Jesús Arias

Secretaría de Ordenación del Territorio, Ambiente y Recursos Naturales de la Gobernación Bolivariana de Carabobo

Mirna Polo

Nelson Ascanio
Yara Hernández



Ministerio del Poder Popular para Transporte y Obras Públicas (MPPTOP)

Félix Pérez

Josefina Acosta



Ministerio del Poder Popular para Agricultura Productiva y Tierra (MPPAT)

Saúl Conde



Instituto Nacional de Parques (INPARQUES)

Liselotte Salom



Instituto Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar” (IGVSB)

Patricia Méndez



Instituto Nacional de Tierras (INTI)

Leonardo Duque

David Cepeda



Corporación de Desarrollo de la Región Central (CORPOCENTRO)

Elisa Martínez

Simón Uzcáteguí



Instituto del Patrimonio Cultural (IPC)

Isabel De Jesús

Daynet León



Equipo Técnico y Operativo de Guardacuencas del Río Sanchón

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	xix
ÍNDICE DE FIGURAS	xxviii
INTRODUCCIÓN	35
I. ASPECTOS GENERALES	41
1.1. OBJETIVOS	41
1.1.1. OBJETIVOS DEL DOCUMENTO DE BASE TÉCNICA.....	41
1.1.1.1. Objetivo General	41
1.1.1.2. Objetivos Específicos.....	41
1.1.2. OBJETIVOS DE CREACIÓN DE LAS ÁREAS BAJO RÉGIMEN DE ADMINISTRACIÓN ESPECIAL Y DE LAS CATEGORÍAS ESPECÍFICAS DE ZONA PROTECTORA Y RESERVA HIDRÁULICA.....	42
1.1.2.1. Objetivos de Creación de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE)	42
1.1.2.2. Objetivos de Creación de las Zonas Protectoras (ZP).....	43
1.1.2.3. Objetivos de Creación de las Reservas Hidráulicas (RH)	44
1.1.3. OBJETIVOS DE CREACIÓN DE LA ZONA PROTECTORA Y RESERVA HIDRÁULICA DE LA CUENCA DEL RÍO SANCHÓN.....	45
1.2. MARCO REFERENCIAL JURÍDICO	45
1.3. CONTEXTO ESPACIAL.....	48
1.4. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DE LA CUENCA	50
II. DIAGNÓSTICO GENERAL.....	55
2.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA	55
2.1.1. METODOLOGÍA	55
2.1.1.1. Caracterización de la Precipitación	55
2.1.1.2. Caracterización de la Temperatura	57
2.1.1.3. Obtención de las Zonas de Vida	60
2.1.1.4. Estimación de la Evapotranspiración de Referencia	60
2.1.1.5. Estimación del Número Meses Húmedos	62

2.1.2.	RESULTADOS	63
2.1.2.1.	Precipitación.....	63
2.1.2.2.	Temperatura	66
2.1.2.3.	Zonas de Vida.	69
2.1.2.4.	Evapotranspiración de Referencia	72
2.1.2.5.	Número de Meses Húmedos.....	73
2.1.3.	CONCLUSIONES	76
2.2.	CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA	77
2.2.1.	MATERIALES Y MÉTODOS EMPLEADOS	77
2.2.1.1.	Fase Preparatoria	78
2.2.1.2.	Fase de Levantamiento	79
2.2.1.3.	Fase de Laboratorio.....	79
2.2.2.	RESULTADOS	80
2.2.2.1.	Modelo Digital de Elevación (MDE).....	81
2.2.2.2.	Clases de Pendientes.....	83
2.2.2.3.	Geomorfología por Pendientes	86
2.2.2.4.	Geología	86
2.2.2.5.	Clases Fisiográficas	89
2.2.2.6.	Descripción de los Tipos de Vertientes	91
2.3.	CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS	94
2.3.1.	FACTORES FORMADORES DE SUELOS	94
2.3.1.1.	Material Parental	94
2.3.1.2.	Clima.....	95
2.3.1.3.	Relieve.....	96
2.3.1.4.	Organismos Vivos (Factores Bióticos)	97
2.3.2.	UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELOS / COMPOSICIÓN TAXONÓMICA	98
2.3.2.1.	Unidad Cartográfica N° 1 (Esquistos / Gneis-BsT-escarpado / complejos)	99
2.3.2.2.	Unidad Cartográfica N° 2 (Gneis / Esquistos-BsT-Plano / Inclina- dos)	100
2.3.2.3.	Unidad Cartográfica N° 3 (Gneis / Esquistos-BsT-Escarpado / complejos)	101
2.3.2.4.	Unidad Cartográfica N° 4 (Gneis / Esquistos-BhP-Escarpado / complejos)	103

2.4.	VEGETACIÓN DE LA CUENCA	104
2.4.1.	ASPECTOS FISIONÓMICOS, FLORÍSTICOS Y ESTRUCTURALES DE LOS BOSQUES ASOCIADOS A LA CUENCA	105
2.4.1.1.	El Bosque Nublado	105
2.4.1.2.	Transición Bosque Nublado - Bosque Semidecuidos y Bosque Semidecuidos Propiamente Dicho	109
2.4.1.3.	Bosque Deciduo	110
2.4.2.	METODOLOGÍA PARA EL USO DE PARCELAS.....	111
2.4.3.	RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO POR TRANSECTAS.....	114
2.4.3.1.	Bosques Siempreverdes	117
2.4.3.2.	Bosques Semidecuidos	120
2.4.3.3.	Bosques Deciduos	121
2.4.3.4.	Composición y Riqueza de Especies (Diversidad Alfa)	123
2.4.3.5.	Resultados del Componente de Aprovechamiento Forestal.....	124
2.4.4.	COLECCIÓN BOTÁNICA.....	134
2.4.5.	MAPA DE VEGETACIÓN DE LA CUENCA.....	135
2.4.5.1.	Información de Imágenes Recopiladas para el Estudio.....	135
2.4.5.2.	Obtención de las Clases de Vegetación con Apoyo de las Imágenes	136
2.4.5.3.	Mapa de Vegetación de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón	138
2.4.6.	CONSIDERACIONES FINALES.....	144
2.5.	CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA VERTEBRADA	144
2.5.1.	METODOLOGÍA	145
2.5.2.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	147
2.5.2.1.	Mamíferos	149
2.5.2.2.	Aves	151
2.5.2.3.	Reptiles.....	154
2.5.2.4.	Anfibios	156
2.5.2.5.	Peces	157
2.5.3.	CONCLUSIONES.....	158
2.5.4.	RECOMENDACIONES	160
2.6.	CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	161
2.6.1.	METODOLOGÍA	161
2.6.2.	RESULTADOS.....	163

2.7.	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE AGUA.....	165
2.7.1.	METODOLOGÍA	167
2.7.1.1.	Generalidades Metodológicas.....	167
2.7.1.2.	El Modelo SWAT.....	168
2.7.1.3.	Información Climática	169
2.7.1.4.	Información de Suelos.....	171
2.7.1.5.	Información Topográfica	171
2.7.1.6.	Información de Vegetación	172
2.7.1.7.	Parámetros de Agua Subterránea	172
2.7.1.8.	Calibración del Modelo	172
2.7.1.9.	Eficiencia de la Simulación (EF)	173
2.7.1.10.	Índice de Concordancia (d).....	173
2.7.1.11.	Desviación Porcentual (PBIAS)	174
2.7.1.12.	Error Medio Absoluto (EMA).....	174
2.7.1.13.	Evaluación de las Variables Hidrológicas	175
2.7.2.	RESULTADOS.....	177
2.7.2.1.	Calibración del Modelo	177
2.7.2.2.	Evaluación de la Producción de Agua - Régimen Temporal y Componentes de la Producción de Agua.....	180
2.7.2.3.	Distribución Espacial de la Producción de Agua - Producción de Agua Total	182
2.7.2.4.	Distribución Espacial de la Producción de Agua - Escorrentía Superficial	182
2.7.2.5.	Distribución Espacial de la Producción de Agua - Flujo Base	185
2.7.2.6.	Distribución Espacial de la Producción de Agua - Recarga de Acuíferos	185
2.7.2.7.	Distribución Espacial de la Producción de Agua - Índice de Producción de Agua	188
2.7.3.	CONCLUSIONES.....	188
2.8.	EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL Y ACTUAL Y REQUERIMIENTOS DE CONSERVACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2.8.1.	METODOLOGÍA	¡Error! Marcador no definido.
2.8.1.1.	Erosión Actual	¡Error! Marcador no definido.
2.8.1.2.	Riesgos de Erosión Hídrica	¡Error! Marcador no definido.

2.8.1.3.	Estimación de los Factores de Erosión	¡Error! Marcador no definido.
2.8.1.4.	Riesgo de Erosión Potencial	¡Error! Marcador no definido.
2.8.1.5.	Riesgo de Erosión Actual	¡Error! Marcador no definido.
2.8.1.6.	Requerimiento de Intervención Conservacionista	¡Error! Marcador no definido.
2.8.1.7.	Balance Morfodinámico	¡Error! Marcador no definido.
2.8.1.8.	Fragilidad Ambiental	¡Error! Marcador no definido.
2.8.1.9.	Áreas Críticas Ambientales.....	¡Error! Marcador no definido.
2.8.1.10.	Riesgo de Incendios.....	¡Error! Marcador no definido.
2.8.1.11.	Zonificación Ambiental.....	¡Error! Marcador no definido.
2.8.2.	RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
2.8.2.1.	Erosión Actual	¡Error! Marcador no definido.
2.8.2.2.	Evaluación de Factores de Riesgos de Erosión	¡Error! Marcador no definido.
2.8.2.3.	Riesgo de Erosión Potencial	¡Error! Marcador no definido.
2.8.2.4.	Riesgo de Erosión Actual	¡Error! Marcador no definido.
2.8.2.5.	Requerimiento de Intervención Conservacionista	¡Error! Marcador no definido.
2.8.2.6.	Balance Morfodinámico	¡Error! Marcador no definido.
2.8.2.7.	Fragilidad Ambiental	¡Error! Marcador no definido.
2.8.2.8.	Áreas Críticas Ambientales.....	¡Error! Marcador no definido.
2.8.2.9.	Riesgo de Incendios.....	¡Error! Marcador no definido.
2.8.2.10.	Zonificación Ambiental.....	¡Error! Marcador no definido.
2.8.2.11.	Conclusiones.	¡Error! Marcador no definido.

2.9. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO DE LA CUENCA DEL RÍO SANCHÓN

.....	¡Error! Marcador no definido.	
2.9.1.	CONTEXTO POBLACIONAL	¡Error! Marcador no definido.
2.9.2.	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	¡Error! Marcador no definido.
2.9.3.	VIVIENDAS Y SERVICIOS CONEXOS	¡Error! Marcador no definido.
2.9.4.	SERVICIOS SOCIALES	¡Error! Marcador no definido.
2.9.4.1.	Salud.....	¡Error! Marcador no definido.
2.9.4.2.	Educación	¡Error! Marcador no definido.
2.9.4.3.	Conectividad Territorial.....	¡Error! Marcador no definido.
2.9.5.	PRINCIPALES USOS DE LA TIERRA.....	¡Error! Marcador no definido.

- 2.9.5.1. Uso Residencial ¡Error! Marcador no definido.
- 2.9.5.2. Uso Industrial ¡Error! Marcador no definido.
- 2.9.5.3. Uso Militar ¡Error! Marcador no definido.
- 2.9.5.4. Uso Turístico..... ¡Error! Marcador no definido.

- 2.9.5.5. Uso Comercial ¡Error! Marcador no definido.
- 2.9.5.6. Uso Protector - Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE)
..... ¡Error! Marcador no definido.
- 2.9.6. INFRAESTRUCTURA PARA LA CONSERVACIÓN Y VIGILANCIA DE LA CUENCA ¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.9.6.1. Campamento La Pedrosa ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.9.6.2. Campamento Casa de Teja ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.9.6.3. Campamento La Corona..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.9.6.4. Campamento El Revolver ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.9.6.5. Futuro Campamento Laguna Verde ¡Error! Marcador no definido.

- 2.10. EL PATRIMONIO CULTURAL EN LA CUENCA DEL RÍO SANCHÓN .. ¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.10.1. ANTECEDENTES DEL CASO ¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.10.2. INSTRUMENTOS LEGALES Y DE PROTECCIÓN Y DEFENSA DEL PATRIMONIO CULTURAL ¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.10.2.1. Marco Jurídico Internacional..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.10.2.2. Marco Jurídico en Venezuela ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.10.3. MARCO VALORATIVO CULTURAL DE LA CUENCA ¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.10.3.1. Petroglifos ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.10.3.1. Ruinas de la Casa de Tejas..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.10.4. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES..... ¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.10.4.1. Lineamientos para la Señalización de los Bienes de Interés Cultural Registrados..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.10.4.2. Lineamientos para la Conservación de los Bienes de Interés Cultural Registrados..... ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.10.4.3. Lineamientos Culturales para el Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón ¡Error! Marcador no definido.
 - 2.10.4.4. Riesgo del Patrimonio Cultural..... ¡Error! Marcador no definido.

III. LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO DE LA ZONA PROTECTORA Y RESERVA HIDRÁULICA DE LA CUENCA DEL RÍO SANCHÓN ¡Error!

Marcador no definido.

3.1. ASPECTOS ORIENTADORES EN EL ORDENAMIENTO DE LA ZONA PROTECTORA Y RESERVA HIDRÁULICA ¡Error! Marcador no definido.

3.1.1. OBJETIVO DEL PLAN DE ORDENAMIENTO Y DEL REGLAMENTO DE USO ¡Error! Marcador no definido.

3.1.2. DIRECTRICES AMBIENTALES Y LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE LA ZONA PROTECTORA Y RESERVA HIDRÁULICA.... ¡Error! Marcador no definido.

3.1.3. ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE LA ZONA PROTECTORA Y RESERVA HIDRÁULICA ¡Error! Marcador no definido.

3.2. ORDENAMIENTO DE LA ZONA PROTECTORA Y RESERVA HIDRÁULICA DE LA CUENCA DEL RÍO SANCHÓN ¡Error! Marcador no definido.

3.2.1. METODOLOGÍA ¡Error! Marcador no definido.

3.2.2. DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE ORDENAMIENTO ¡Error! Marcador no definido.

3.2.2.1. Unidad de Ordenamiento ZPS-1..... ¡Error! Marcador no definido.

3.2.2.2. Unidad de Ordenamiento ZPS-2..... ¡Error! Marcador no definido.

3.2.2.3. Unidad de Ordenamiento ZPS-3..... ¡Error! Marcador no definido.

3.2.2.4. Unidad de Ordenamiento ZPS-4..... ¡Error! Marcador no definido.

3.2.2.5. Unidad de Ordenamiento ZPS-5..... ¡Error! Marcador no definido.

3.2.2.6. Unidad de Ordenamiento ZPS-6..... ¡Error! Marcador no definido.

3.2.2.7. Unidad de Ordenamiento ZPS-7..... ¡Error! Marcador no definido.

3.2.2.8. Unidad de Ordenamiento ZPS-8..... ¡Error! Marcador no definido.

3.2.2.9. Unidad de Ordenamiento ZPS-9..... ¡Error! Marcador no definido.

3.2.2.10. Conclusiones ¡Error! Marcador no definido.

3.2.3. DEFINICIÓN DE USOS PROPUESTOS PARA LAS UNIDADES DE ORDENAMIENTO ¡Error! Marcador no definido.

3.2.3.1. Uso Protección y Recuperación..... ¡Error! Marcador no definido.

3.2.3.2. Uso Educativo e Interpretativo ¡Error! Marcador no definido.

3.2.3.3. Uso Recreacional..... ¡Error! Marcador no definido.

- 3.2.3.4. Uso Científico ¡Error! Marcador no definido.
- 3.2.3.5. Uso Servicios Públicos ¡Error! Marcador no definido.
- 3.2.3.6. Uso Especial ¡Error! Marcador no definido.
- 3.2.3.7. Uso Hidráulico (De las Aguas) ¡Error! Marcador no definido.
- 3.2.3.8. Uso Residencial Operativo (Campamentos). ¡Error! Marcador no definido.
- 3.2.3.9. Otros Usos y Actividades Considerados como Prohibidos ¡Error! Marcador no definido.

3.2.4. ASIGNACIÓN DE LOS USOS Y LAS ACTIVIDADES EN LAS UNIDADES DE ORDENAMIENTO ¡Error! Marcador no definido.

3.3. PROGRAMAS DE GESTIÓN DIRIGIDOS A LAS UNIDADES DE ORDENAMIENTO DE LA ZONA PROTECTORA Y RESERVA HIDRÁULICA ¡Error! Marcador no definido.

3.3.1. FUNDAMENTOS TÉCNICOS DE LOS PROGRAMAS DE GESTIÓN .. ¡Error! Marcador no definido.

- 3.3.1.1. Objetivo General de los Programas de Gestión ¡Error! Marcador no definido.
- 3.3.1.2. La Dimensión Temporal de los Programas de Gestión ¡Error! Marcador no definido.
- 3.3.1.3. Participación y Corresponsabilidad en los Programas de Gestión ¡Error! Marcador no definido.
- 3.3.1.4. Criterios Generales a Considerar para la Formulación de los Programas de Gestión ¡Error! Marcador no definido.
- 3.3.1.5. Propuesta de Contenido de los Programas de Gestión ¡Error! Marcador no definido.
- 3.3.1.6. Lineamientos Estratégicos de los Programas de Gestión. ¡Error! Marcador no definido.

3.3.2. LINEAMIENTOS PARA EL PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN ¡Error! Marcador no definido.

- 3.3.2.1. Subprograma de Coordinación Interinstitucional ¡Error! Marcador no definido.
- 3.3.2.2. Subprograma de Evaluación y Seguimiento. ¡Error! Marcador no definido.

3.3.3. LINEAMIENTOS PARA EL PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y SENSIBILIZACIÓN COMUNITARIA ¡Error! Marcador no definido.

- 3.3.3.1. Subprograma de Educación Ambiental Escolar..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.3.2. Subprograma de Sensibilización Comunitaria..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.4. LINEAMIENTOS PARA EL PROGRAMA DE GUARDERÍA AMBIENTAL**
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.4.1. Subprograma de Vigilancia y Control Ambiental **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.4.2. Subprograma de Monitoreo para el Control Ambiental .. **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.4.3. Subprograma de Identificación y Control de Espacios con Ocupación Ilegal
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.5. LINEAMIENTOS PARA EL PROGRAMA DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES** **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.5.1. Subprograma de Estudios para la Conservación y Manejo de los Recursos Naturales **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.5.2. Subprograma de Estudios Ecológicos..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.5.3. Subprograma de Estudios Socioculturales y Socioeconómicos..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.6. LINEAMIENTOS PARA EL PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO AMBIENTAL** **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.6.1. Subprograma de Construcción, Equipamiento y Mantenimiento de Obras de Infraestructura Ambiental..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.6.2. Subprograma de Construcción, Equipamiento y Mantenimiento de Obras para Investigación, Vigilancia y Monitoreo Ambiental **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.6.3. Subprograma de Materialización y Señalización de Linderos **¡Error! Marcador no definido.**
- 3.3.7. LINEAMIENTOS PARA EL PROGRAMA DE CREACIÓN, ADECUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE NORMAS AMBIENTALES**..... **¡Error! Marcador no definido.**

IV. PLAN DE ORDENAMIENTO Y REGLAMENTO DE USO DE LA ZONA PROTECTORA Y RESERVA HIDRÁULICA DE LA CUENCA DEL RÍO

SANCHÓN, ESTADO CARABOBO (BAJO FORMATO LEGAL) ¡Error!
Marcador no definido.

BIBLIOGRAFÍA ¡Error! Marcador no definido.

ANEXOS ¡Error! Marcador no definido.

**ANEXO 1. DECLARATORIA DE LA ZONA DE ZONA PROTECTORA Y
RESERVA HIDRÁULICA DE LA CUENCA DEL RÍO SANCHÓN ¡Error!**
Marcador no definido.

**ANEXO 2. MUESTRAS BOTÁNICAS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO
SANCHÓN ¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 3. PERFILES DE SUELOS ¡Error! Marcador no definido.

ANEXO 4. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO ¡Error!
Marcador no definido.

**ANEXO 5. MAMÍFEROS REGISTRADOS O POTENCIALMENTE PRESENTES
EN LA CUENCA DEL RÍO SANCHÓN, ESTADO CARABOBO ¡Error!**
Marcador no definido.

**ANEXO 6. AVES REGISTRADAS O POTENCIALMENTE PRESENTES EN LA
CUENCA DEL RÍO SANCHÓN, ESTADO CARABOBO ¡Error! Marcador no
definido.**

**ANEXO 7. REPTILES REGISTRADOS O POTENCIALMENTE PRESENTES EN
LA CUENCA DEL RÍO SANCHÓN, ESTADO CARABOBO ... ¡Error! Marcador
no definido.**

**ANEXO 8. ANFIBIOS REGISTRADOS O POTENCIALMENTE PRESENTES EN
LA CUENCA DEL RÍO SANCHÓN, ESTADO CARABOBO ... ¡Error! Marcador
no definido.**

**ANEXO 9. PECES REGISTRADOS O POTENCIALMENTE PRESENTES EN LA
CUENCA DEL RÍO SANCHÓN, ESTADO CARABOBO ¡Error! Marcador no
definido.**

**ANEXO 10. ACTAS DE MESA Y DEL TALLER PRELIMINAR DE CONSULTA
PÚBLICA REALIZADO EL 05/06/2016 EN EL ESTADO CARABOBO .. ¡Error!**

Marcador no definido.

**ANEXO 11. OBSERVACIONES Y APORTES AL DOCUMENTO TÉCNICO Y
PROYECTO DE DECRETO DE PORU DE LA ZONA PROTECTORA Y
RESERVA HIDRÁULICA DE LA CUENCA DEL RÍO SANCHÓN,
REALIZADAS el 10/08/2016 EN EL MINEA, CARACAS, DISTRITO CAPITAL**

.....¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01. Identificación de estaciones periféricas a la cuenca con registros de precipitación disponibles.	57
Cuadro 02. Relación de estaciones climatológicas con información de temperatura en la vertiente caribeña del estado Carabobo.....	59
Cuadro 03. Origen de la información climatológica para la estimación de la evapotranspiración de referencia de las estaciones empleadas para estimar el número de días húmedos.	61
Cuadro 04. Expresiones para estimar la temperatura según la elevación obtenida del gradiente entre las estaciones Palmichal y la Justa.....	66
Cuadro 05. Correspondencia aproximada del número de meses húmedos con otras características o factores climáticos de la cuenca.	75
Cuadro 06. Clases de alturas en la cuenca el río Sanchón.....	81
Cuadro 07. Clases de pendientes en la cuenca del río Sanchón.	85
Cuadro 08. Unidades Cartográficas de Suelos de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.....	100
Cuadro 09. Transectas del Sector El Revolver, cuenca del río Sanchón.	108
Cuadro 10. Transectas del Sector Quebrada de Oro, cuenca del río Sanchón.	109
Cuadro 11. Transectas del Sector Casa Teja, cuenca del río Sanchón.	110
Cuadro 12. Parcelas del Sector El Revolver, Bosque Nublado (I) propiamente dicho, cuenca del río Sanchón.	113
Cuadro 13. Parcelas del Sector La Corona Sur, Bosque Nublado (II) de transición, cuenca del río Sanchón.	113
Cuadro 14. Parcelas del Sector La Corona Noroeste y Granadillo, Bosque Semideciduo, cuenca del río Sanchón.	113
Cuadro 15. Parcelas del Sector Piedra “El Indio” y Casa Teja, Bosque Deciduo (I), cuenca del río Sanchón.	114
Cuadro 16. Parcelas del Sector La “Y” y las Torres, Bosque Deciduo (II), cuenca del río Sanchón.....	114

Cuadro 17. Bosque Nublado I evaluado en el Inventario Florístico, cuenca río Sanchón.	127
Cuadro 18. Bosque Nublado II evaluado en el Inventario Florístico, cuenca río Sanchón.	129
Cuadro 19. Bosque Semideciduo evaluado en el Inventario Florístico, cuenca río Sanchón.	130
Cuadro 20. Bosque Deciduo I evaluado en el Inventario Florístico, cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.	132
Cuadro 21. Bosque Deciduo II evaluado en el Inventario Florístico, cuenca río Sanchón.	133
Cuadro 22. Resumen de la Clasificación de las comunidades vegetales según los resultados del componente de aprovechamiento forestal, cuenca río Sanchón.	134
Cuadro 23. Imágenes SPOT identificadas para la cuenca del río Sanchón.	135
Cuadro 24. Imagen del Satélite Miranda identificada para la cuenca del río Sanchón.	136
Cuadro 25. Clases Obtenidas en la Clasificación Supervisada aplicada en la Imagen Miranda para la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.	137
Cuadro 26. Salidas de Campo realizadas a la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo a los fines del levantamiento del Mapa de Vegetación	139
Cuadro 27. Elementos que permitieron establecer la Leyenda del Mapa de Vegetación a Escala 1:50.000 para la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.	141
Cuadro 28. Unidades del Mapa de Vegetación a Escala 1:50.000 de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.	142
Cuadro 29. Resumen de taxa de vertebrados presentes y de posible presencia en la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.	148
Cuadro 30. Resumen de categorías de conservación, uso y endemismos de las especies de vertebrados presentes y de posible presencia en la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.	148

Cuadro 31. Número de especies por gremio trófico de los vertebrados en la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.	148
Cuadro 32. Número de especies por estrato de los vertebrados en la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.	149
Cuadro 33. Número de especies por unidad ecológica de los vertebrados en la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.	149
Cuadro 34. Capacidad de uso de la tierra de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo	164
Cuadro 35. Criterios meta para la calibración del modelo según los índices basados en diferencia o de exactitud.	175
Cuadro 36. Criterios meta para la calibración del modelo según los índices basados en regresión o de consistencia.	175
Cuadro 37. Índices basados en diferencia (o de exactitud) obtenidos en la simulación calibrada.	178
Cuadro 38. Índices basados en regresión (o de consistencia) obtenidos en la simulación calibrada.	179
Cuadro 39. Criterios empleados para la Clasificación de la Erosión Actual en la cuenca del río Sanchón.	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 40. Origen de la Información para la Generación de Precipitación Diaria y Estimación del Factor R.	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 41. Códigos según la Estructura del Suelo. ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 42. Códigos según la Permeabilidad del Suelo. ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 43. Código de Permeabilidad según el Grupo Hidrológico del Suelo. ¡Error! Marcador no d	
Cuadro 44. Valores μ según del Factor L.	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 45. Clases de Riesgo de Erosión Potencial y las Tasas y Requerimientos de Conservación Asociados. ¡Error! Marcador no definido.	
Cuadro 46. Clases de Riesgo de Erosión Actual y su Relación con la Tolerancia y la Tasa de Erosión.	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 47. Grado de Requerimiento de Intervención Conservacionista y Estrategias Generales Asociadas.	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 48. Criterios para la Obtención del Balance Morfodinámico. ¡Error! Marcador no definido.	

- Cuadro 49. Definición de las Clases de Balance Morfodinámico. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 50. Valoración de la Cobertura Vegetal presente en la cuenca del río Sanchón, según Capacidad de Recuperarse a Daños. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 51. Designación de la Capacidad de Recuperación de un Ecosistema..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 52. Criterios para la Estimación de la Fragilidad Ambiental Inicial. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 53. Clasificación de la Cobertura Vegetal según Grado de Biodiversidad de Flora..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 54. Criterios para Lograr la Fragilidad Ambiental General. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 55. Valoración de la Combustibilidad de la Vegetación. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 56. Valoración del clima considerando los meses húmedos al año. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 57. Clasificación de Vulnerabilidad a Incendios. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 58. Distancias de Buffer (m) y Valoración de la Posibilidad de Presencia de la Fuente de Ignición en Función los Factores Predisponentes. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 59. Criterios para la clasificación del riesgo de incendios. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 60. Criterios de Zonificación Ambiental. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 61. Distribución en la Superficie de la Cuenca de las Clases de Erosión Actual. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 62. Distribución del Factor L en la Superficie de la cuenca del río Sanchón. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 63. Clases de Pendiente y su Distribución en la Superficie de la cuenca del río Sanchón..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 64. Distribución del Factor C en la Superficie de la cuenca del río Sanchón. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 65. Clases de Riesgo de Erosión Potencial y su Distribución en la Superficie de la cuenca del río Sanchón. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 66. Clases de Riesgo de Erosión Actual y su Distribución en la Superficie de la cuenca del río Sanchón. **¡Error! Marcador no definido.**

- Cuadro 67. Distribución del Requerimiento de Intervención Conservacionista en la Superficie de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 68. Clases de Balance Morfodinámico en la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 69. Superficies y Porcentajes de las Clases de Fragilidad Ambiental, cuenca del río Sanchón..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 70. Superficies y Porcentajes de las Áreas Críticas Ambientales en la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 71. Superficies de las Clases de Vulnerabilidad a la Ocurrencia de Incendios en la cuenca del río Sanchón. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 72. Superficies de las Clases de Riesgo de Ocurrencia de Incendios en la cuenca del río Sanchón. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 73. Superficies y Porcentajes de la Zonificación Ambiental de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 74. N° Habitantes en los cuatro Municipios vinculadas a la cuenca del Río Sanchón y su entorno, estado Carabobo. Años 1990, 2001 y 2011..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 75. N° Habitantes según sexo en los cuatro Municipios vinculadas a la cuenca del Río Sanchón y su entorno, estado Carabobo. Años 2001 y 2011..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 76. N° Habitantes en los 11 centros poblados principales, vinculadas a la cuenca del Río Sanchón y su entorno, estado Carabobo. Año 2001..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 77. Estructura de la población según grupo de edades, en los cuatro Municipios vinculadas a la cuenca del Río Sanchón y su entorno, estado Carabobo. Años 2001 y 2011... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 78. Porcentaje de la Población Alfabeta, en los cuatro Municipios vinculadas a la cuenca del Río Sanchón y su entorno, estado Carabobo. Años 2001 y 2011..... **¡Error! Marcador no definido.**

- Cuadro 79. Fuerza laboral y población activa, Municipios Juan José Mora y Puerto Cabello, estado Carabobo. Año 2009. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 80. Proporción de población ocupada, por condición de ocupación, Municipios Juan José Mora y Puerto Cabello, estado Carabobo. Año 2009..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 81. Proporción de población ocupada, por rama de actividad económica, para el Estado Carabobo y los Municipios Juan José Mora y Puerto Cabello..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 82. Proporción de ocupación por sector, para el Estado Carabobo y los Municipios Juan José Mora y Puerto Cabello. Año 2009. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 83. Población en Condición de Pobreza, en los cuatro Municipios vinculadas a la cuenca del Río Sanchón y su entorno, estado Carabobo. Años 2001 y 2011..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 84. Industrias según su tamaño en Carabobo y Venezuela. Año 2007. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 85. Hospitales por Tipo, municipios Juan José Mora y Puerto Cabello y del estado Carabobo. Año 2007. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 86. Ambulatorios por Tipo, municipios Juan José Mora y Puerto Cabello y del estado Carabobo. Año 2007. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 87. Centros de Salud no dependientes del Ministerio del Poder Popular para Salud (MPPS), municipios Juan José Mora y Puerto Cabello y del estado Carabobo. Año 2007. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 88. Salas de Rehabilitación Integral y Centro de Diagnóstico Integral, municipios Juan José Mora y Puerto Cabello y del estado Carabobo. Año 2007. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 89. Camas Hospitalarias por Establecimiento de Salud, municipios Juan José Mora y Puerto Cabello. Año 2007. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 90. Planteles educativos por dependencias, municipios Juan José Mora y Puerto Cabello, y estado Carabobo. Años 2005 y 2006. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 91. Equipamiento Social en Vías de Acceso para los municipios Juan José Mora y Puerto Cabello del estado Carabobo. **¡Error! Marcador no definido.**

- Cuadro 92. Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) vinculadas a la Cuenca del Río Sanchón y su entorno, estado Carabobo..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 93. Superficie (ha) de las Parroquias declaradas como Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), vinculadas a la Cuenca del Río Sanchón y su entorno, estado Carabobo. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 94. Bienes de Interés Cultural presentes en la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 95. Interpretación del Numero de Registro para cada uno de los Bienes de Interés Cultural presentes en la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 96. Criterios para la Generación del Mapa de las Unidades de Ordenamiento de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 97. Unidades de Ordenamiento de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 98. Actividades contempladas como parte del Uso Protección y Recuperación para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 99. Actividades contempladas como parte del Uso Educativo e Interpretativo para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 100. Actividades contempladas como parte del Uso Recreacional para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 101. Actividades contempladas como parte del Uso Científico para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 102. Actividades contempladas como parte del Uso Servicios Públicos para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 103. Actividades contempladas como parte del Uso Especial para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 104. Actividades contempladas como parte del Uso Hidráulico (De las Aguas) para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 105. Actividades contempladas como parte del Uso Hidráulico (De las Aguas) para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**

- Cuadro 106. Usos y Actividades Permitidas y Prohibidas en las Unidades de Ordenamiento de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 107. Síntesis de los Usos y Actividades Permitidas y Prohibidas en la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 108. Síntesis de los Programas y Subprogramas de Gestión de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 109. Actividades contempladas en el Subprograma de Coordinación Interinstitucional para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no d**
- Cuadro 110. Actividades contempladas en el Subprograma de Evaluación y Seguimiento para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no defin**
- Cuadro 111. Actividades contempladas en el Subprograma de Educación Ambiental Escolar para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 112. Actividades contempladas en el Subprograma de Sensibilización Comunitaria para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 113. Actividades contempladas en el Subprograma de Vigilancia y Control Ambiental para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 114. Actividades contempladas en el Subprograma de Monitoreo para el Control Ambiental para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 115. Actividades contempladas en el Subprograma de Identificación y Control de Espacios con Ocupación Ilegal para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 116. Actividades contempladas en el Subprograma de Estudios para la Conservación y Manejo de los Recursos Naturales para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 117. Actividades contempladas en el Subprograma de Estudios Ecológicos para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**

- Cuadro 118. Actividades contempladas en el Subprograma de de Estudios Socioculturales y Socioeconómicos para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 119. Actividades contempladas en el Subprograma de Construcción, Equipamiento y Mantenimiento de Obras de Infraestructura Ambiental para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 120. Actividades contempladas en el Subprograma de Construcción, Equipamiento y Mantenimiento de Obras para Investigación, Vigilancia y Monitoreo Ambiental para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 121. Actividades contempladas en el Subprograma de Materialización y Señalización de Linderos de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 122. Actividades contempladas en el Programa de Creación, Adecuación y Actualización de Normas Ambientales para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 123. Resultado del análisis de las observaciones y aportes al documento técnico y Proyecto de Decreto de PORU de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, realizadas el 10/08/2016 en el MINEA, Caracas, Distrito Capital. **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Ubicación relativa de la cuenca del Río Sanchón.....	51
Figura 02. Ubicación de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón y su contexto espacial.....	53
Figura 03. Estaciones climatológicas periféricas a la cuenca con registro de precipitación.	56
Figura 04. Ubicación de las estaciones climatológicas empleadas para el análisis de la precipitación.....	58
Figura 05. Estaciones con registro de temperatura en la periferia de la cuenca.....	59
Figura 06. Isoyetas (mm) y promedios mensuales de precipitación.....	62
Figura 07. Precipitación Media Anual (mm) de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.....	65
Figura 08. Precipitación promedio mensual en las estaciones climatológicas asociadas a la cuenca.....	66
Figura 09. Relación entre la altitud y las temperaturas máximas, medias y mínimas obtenidas según el gradiente entre las estaciones Palmichal y La Justa.....	67
Figura 10. Modelo Digital de Temperatura Media Anual (°C) de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.....	68
Figura 11. Altitudes (curvas de nivel; m) y sus temperaturas asociadas anuales promedio (en el orden máxima, media, mínima; oC).	69
Figura 12. Temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales en las dos estaciones climatológicas asociadas a la cuenca.....	70
Figura 13. Zonas de Vida y precipitación promedio anual.....	71
Figura 14. Evapotranspiración de Referencia.	72
Figura 15. Número de Meses Húmedos, de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.....	74
Figura 16. Número de meses húmedos y períodos de humedad de las estaciones pluviométricas asociadas a la cuenca	75

Figura 17. Modelo Digital de Elevación (MDE) de la cuenca del río Sanchón.....	82
Figura 18. Histograma de altitud en la cuenca del río Sanchón.	83
Figura 19. Modelo Digital de Clases de Pendiente de la cuenca del río Sanchón.	84
Figura 20. Mapa de Unidades Geomorfológicas por Pendiente de la cuenca del río Sanchón.....	87
Figura 21. Mapa de Geología de la cuenca del río Sanchón.....	88
Figura 22. Clases Fisiográficas de la cuenca del río Sanchón.	90
Figura 23. Tipos de Vertientes de la cuenca del río Sanchón.	93
Figura 24. Mapa de Suelos de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.	102
Figura 25. Transectas establecidas para el levantamiento del inventario florístico de la cuenca del río Sanchón.....	112
Figura 26. Toma hecha en dirección al dosel del bosque, en primer plano se observa la copa del helecho arborescente perteneciente al género <i>Cyathea</i> sp. y al lado izquierdo la copa de <i>Cecropia</i> sp.	115
Figura 27. Toma dentro del bosque nublado propiamente dicho. A la izquierda se puede observar en primer plano un juvenil de <i>Graffenreida latifolia</i> , y al fondo un elemento arborescente de <i>Cyathea</i> sp.	115
Figura 28. (a y b) Ambas tomas muestran las raíces tabulares presentes en individuos adultos de <i>Gyranthera caribensis</i> , establecidos como elementos emergentes del bosque nublado de transición. En las tomas se puede evidenciar las dimensiones que adquieren estas raíces, con diámetros hasta mayores de 3 m.	118
Figura 29. La toma, muestra lo irregular del dosel, con una muestra del fuste de un individuo de <i>Gyranthera caribensis</i> , junto a individuos de <i>S. exorrhiza</i>	119
Figura 30. Tomas hechas a individuos de <i>Socratea exorrhiza</i> , las cuales conforman parte del componente emergente en este tipo de bosque.....	119

Figura 31. (a y b) Dos tomas dentro de lo que se denominó bosque siempre verde. Puede en primer lugar observarse la total ausencia de elemento de palmas pertenecientes a los géneros <i>Socratea</i> y <i>Prestoea</i> . Sin embargo, se pueden conseguir elementos de <i>Geonoma</i> sp., como los que se observan en el vértice izquierdo inferior de la Figura 31a, y que se presentan en el sotobosque de los bosques, tanto nublados como de transición.	119
Figura 32. (a y b) En la Figura 32a, se puede visualizar el tronco de un individuo de <i>Sloanea</i> sp., así como también individuos de la palma <i>Attalea</i> sp. (palma real). En la segunda toma (32b) puede apreciarse el grado de penetración de la luz en el sotobosque producto de la defoliación parcial del dosel.	120
Figura 33. (a y b) En ambas tomas puede apreciarse el efecto del déficit hídrico sobre la vegetación, expresada en la marcada defoliación del dosel. Igualmente puede observarse lo simple de la estructura de este tipo de bosque (prácticamente un solo estrato, conformado por el dosel), y la relativa baja estatura del mismo (9 - 10 m).	121
Figura 34. (a y b) Bosque deciduo similar al descrito anteriormente, solo que en la estructura resulta ser de mayor porte (12 a 15 m) y las especies dominantes son de carácter deciduo y siempreverde (<i>Pithecelobium</i> sp. y <i>Eschweilera</i> sp.).	122
Figura 35. (a y b) A lo largo del paisaje colinoso de la cuenca del río Sanchón, en las cimas de estas, este es el patrón que suele encontrarse, con una dominancia casi monoespecífica de individuos de <i>Psidium</i> en estas áreas.	123
Figura 36. Elemento arbóreo de <i>Swartziapinnata</i> . Su establecimiento se da en bosques deciduos y semideciduos y bosque ribereño asociado a la cuenca, considerado como endémico de la Cordillera Central de la Costa.	124
Figura 37. Elemento arbóreo de <i>Crematospermamacrocarpum</i> , género perteneciente a la familia <i>Annonaceae</i> , establecida en Bosques Nublado de Transición y Siempreverde. Considerado como endémico de la Cordillera Central de la Costa.	124

Figura 38. (a y b) Imágenes Multiespectrales del Satélite Miranda. La imagen de la izquierda (32a) corresponde a la clasificación supervisada. La imagen de la derecha (32b) corresponde a una composición hecha con las bandas 4 y 3. Cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.....	139
Figura 39. Mapa de Vegetación a Escala 1:50.000 de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.....	143
Figura 40. Mapa de Capacidad de Uso de las Tierras de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.....	166
Figura 41. Configuración de la cuenca del río Sanchón en Unidades de Respuesta Hidrológica (URH) y distribución de la información de precipitación para la simulación con SWAT.	170
Figura 42. Producción de agua mensual simulada y estimada según aforos, cuenca del río Sanchón.....	177
Figura 43. Línea de regresión entre valores de producción de agua simulados y obtenidos de aforos.	179
Figura 44. Producción de Agua Promedio Mensual y sus Componentes (Simulación enero 2009 - mayo 2015), cuenca del río Sanchón.....	181
Figura 45. Producción de Agua Total Mensual y sus Componentes (simulación enero 2009 - mayo 2015), cuenca del río Sanchón.....	181
Figura 46. Distribución Espacial de la Producción de Agua Promedio Anual (Simulados para el período enero de 2009 a mayo de 2015), cuenca del río Sanchón.....	183
Figura 47. Distribución Espacial de la Escorrentía Superficial Promedio Anual (Simulados para el período enero de 2009 a mayo de 2015), cuenca del río Sanchón.....	184
Figura 48. Distribución Espacial del Flujo Base Promedio Anual (Simulados para el período enero de 2009 a mayo de 2015), cuenca del río Sanchón.	186
Figura 49. Distribución Espacial de la Recarga de Acuíferos Promedio Anual (Simulados para el período enero de 2009 a mayo de 2015), cuenca del río Sanchón.....	187

Figura 50. Distribución Espacial del Índice de Producción de Agua en la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.....	189
Figura 51. Correspondencia entre el NDVI, el Porcentaje de Cobertura Vegetal y el Factor C.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 52. Reglas para Obtener las Áreas Críticas Ambientales.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 53. Distribución Espacial de las Clases de Erosión Actual, cuenca del río Sanchón.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 54. Isolíneas de Erosividad de la Lluvia, cuenca del río Sanchón (Factor R; MJ mm ha-1 h-1 año-1).	¡Error! Marcador no definido.
Figura 55. Erosionabilidad del Suelo (Valor y Clase), cuenca del río Sanchón.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 56. Clases del Factor L (efecto relativo del recorrido de la escorrentía), cuenca del río Sanchón.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 57. Clases de Pendiente del Terreno en Cuanto a Riesgo se Erosión y Factor S (efecto relativo del gradiente de la pendiente) asociado a cada una, cuenca del río Sanchón.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 58. Factor C (Efecto Relativo de la Vegetación y Uso de la Tierra), cuenca del río Sanchón.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 59. Distribución Espacial de la Clase de Riesgo de Erosión Potencial, cuenca del río Sanchón.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 60. Distribución Espacial de la Clase de Riesgo de Erosión Potencial, cuenca del río Sanchón.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 61. Requerimiento de Intervención Conservacionista, cuenca del río Sanchón.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 62. Mapa de Balance Morfodinámico, Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 63. Mapa de Fragilidad Ambiental en la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 64. Mapa de Áreas Críticas Ambientales en la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón.	¡Error! Marcador no definido.

- Figura 65. Mapa de Vulnerabilidad a la Ocurrencia de Incendios en la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 66. Mapa de Amenazas de Ocurrencia de Incendios, cuenca del río Sanchón y alrededores..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 67. Mapa de Riesgo de Ocurrencia de Incendios de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 68. Mapa de Zonificación Ambiental de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 69. Total de Habitantes en los cuatro Municipios vinculadas a la Cuenca del Río Sanchón y su entorno, estado Carabobo. Años 1990, 2001 y 2011..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 70. Total de Habitantes por Municipios vinculadas a la Cuenca del Río Sanchón y su entorno, estado Carabobo. Años 1990, 2001 y 2011. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 71. N° Habitantes según sexo en los cuatro Municipios vinculadas a la cuenca del Río Sanchón y su entorno, estado Carabobo. Años 2001 y 2011..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 72. Contexto Sociocultural de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 73. Estructura de la población según grupo de edades, para los cuatro Municipios vinculadas a la cuenca del Río Sanchón y su entorno, estado Carabobo. Años 2001 y 2011. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 74. Porcentaje de empleo por Actividad Económica, Municipios Juan José Mora y Puerto Cabello, estado Carabobo. Año 2009. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 75. Río Sanchón **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 76. Petroglifo ubicado cerca de la cartería de acceso a la estación de Guardacuenca, cuenca del río Sanchón **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 77. Glifos que se encuentran en la piedra.... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 78. Proceso de medición del glifo **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 79. Glifo principal el de forma antropomorfa **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 80. Otros glifos ubicados en la piedra líneas en distintas direcciones **¡Error! Marcador no definido.**

- Figura 81. Petroglifos registrados en áreas vecinas. El Bucaral. Potrero de la Gruta. Municipio Naguanagua..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 82. Restos de maquinarias de principios del Siglo XX, marca Deutz**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 83. Restos de maquinarias de principios del Siglo XX marca Crossley**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 84. Restos de los muros de las viviendas **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 85. Mapa de las Unidades de Ordenamiento de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 86. Unidades de Ordenamiento de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón.**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 87. Unidades Genéricas para la Preservación y Manejo para la Producción de Agua en la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 88. Síntesis de las Actividades propuestas para la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón.**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 89. Estructura del Proyecto de Decreto de Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 90. Resultado del análisis de las observaciones y aportes al documento técnico y Proyecto de Decreto de PORU de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, realizadas el 10/08/2016 en el MINEA, Caracas, Distrito Capital.**¡Error! Marcador no definido.**

INTRODUCCIÓN

El espacio territorial que comprende la cuenca del río Sanchón, está situado al extremo noroccidental del estado Carabobo. La cuenca comprende un área de drenaje en sentido Sur - Norte, desde las laderas montañosas hasta su contacto con el mar Caribe formada por la desembocadura del río Sanchón y abarca una superficie de 8.786 ha de las cuales 8.613 ha (98% Total de la cuenca) se encuentran declarada como Área Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) bajo las categorías específicas de Zona Protectora (ZP) y Reserva Hidráulica (RH), denominada “Cuenca del Río Sanchón“, según Decreto N° 1.864 del 09 de noviembre de 1976, publicado en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 31.108 del 11 de noviembre de 1976.

Política y administrativamente la Zona Protectora (ZP) y Reserva Hidráulica (RH), de la Cuenca del Río Sanchón se ubica en el estado Carabobo, representado el 1,85% de la superficie total del estado. Específicamente un 49,8% de su superficie (4.289 ha) se emplaza en el municipio Juan José Mora (parroquia Morón) y 50,2% (4.324 ha) en el municipio Puerto Cabello (parroquia Democracia 4.194 ha y en la Parroquia Juan José Flores 130 ha).

La cuenca del río Sanchón, compone el sistema de cuencas, que junto a la del río Morón, Temerla - Alpargatón y las presentes en el Parque Nacional (PN) San Esteban, constituyen las principales fuentes de agua a ser preservadas para uso múltiple, en particular, urbano e industrial. De hecho, la cuenca del río Morón fue protegida como un Área de Protección de Obra Pública (APOP) desde el 27 de julio de 1988 y posee su correspondiente Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU) desde el 14 de abril de 1997.

La cuenca del río Sanchón revista la singular importancia visto que surte de agua a Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) - Refinería El Palito (REP) para el procesamiento de hidrocarburos y obtención de combustible que surten a 12 Estados del país. Es una cuenca de mediano tamaño, protegida en su cobertura vegetal, posee una producción y suplencia de agua constante y de buena calidad.

Dentro del territorio de la cuenca del río Sanchón existen otras figuras de administración especial que tienen influencia en las decisiones de uso y ocupación de su territorio. En efecto, dentro de la poligonal de la cuenca fue creada el Área de Protección de Obra Pública (APOP) del Sistema de Transmisión de

Hidrocarburos Guacara - El Palito, mediante el Decreto N° 2.390 del 28 de enero de 1998, publicada en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.221 Extraordinario del 16 de marzo de 1999, el cual bordea e intercepta la cuenca. Esta misma área posee su correspondiente Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU), según el Decreto N° 1.323 del 01 de junio de 2001, publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.596 Extraordinario del 01 de agosto de 2002.

Asimismo, se tiene que el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y PDVSA - Refinería El Palito (REP) en el año 1999, desarrollaron un diagnóstico proponiendo un Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso para la Zona Protectora (ZP) y Reserva Hidráulica (RH), sin sancionarse. También se adelantaron estudios para una posible Presa, por parte del CIDIAT durante el año 2007.

Es así como Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) - Refinería El Palito, en conjunto con el Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas, efectuó un diagnóstico integral de la cuenca, concluyendo con un Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU), lo cual constituye la justificación y el propósito de esta Base Técnica.

El diagnóstico fue ejecutado por Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) bajo la tutela del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas y el Ministerio del Poder Popular para la Cultura, mediante el Instituto del Patrimonio Cultural (IPC), utilizando como brazo técnico a PDVSA - Palmichal, S.C. Asimismo, y mediante una serie de Talleres se incorporó la opinión y directrices de los integrantes de la Comisión de Ordenación del Territorio del Estado Carabobo.

El producto del diagnóstico fue organizado en cuatro grandes aspectos. Un primer tema fue el desarrollo de lo relativo a la caracterización climática con los últimos datos de las estaciones dentro y alrededor de la Cuenca; un segundo tema fue la caracterización de la geomorfología, los suelos y la capacidad de uso de sus tierras, adicionalmente el Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas desarrolló los aspectos concernientes al levantamiento de la vegetación; un tercer tema incluyó los principales riesgos ambientales, como son la erosión actual, los riesgos de erosión actual y potencial, la producción de agua, y los riesgos de incendios, concluyendo en un cuarto tema considerado como síntesis que abarcó un análisis de la fragilidad y criticidad ambiental, así como una propuesta de zonificación ambiental de la cuenca.

Dado que en la cuenca no existen pobladores, el tema socioeconómico se consideró referencial en el momento. Se realizó adicionalmente un estudio reciente sobre los Bienes de Interés Cultural registrados por el Instituto del Patrimonio Cultural (IPC), donde se destacan hechos históricos y antropológicos importantes que han ocurrido en la cuenca (IPC, 2015).

Por su parte, el producto del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU) de la Zona Protectora (ZP) y Reserva Hidráulica (RH) de la Cuenca del Río Sanchón busca rescatar dentro de su espíritu, el llamado a que las cuencas hidrográficas representan territorios de captación de agua, constituyéndose en espacios vitales para el desarrollo nacional, regional y local. En tal sentido, cuando una cuenca se encuentra en estado prístino o con un alto grado de conservación, alberga recursos de biodiversidad y presta una gran cantidad de servicios ambientales, tanto a las poblaciones en ellas asentadas como a otros territorios remotos, tal como es el caso del aprovechamiento del agua. Visto lo anterior, se tiene que la cuenca hidrográfica se considera una unidad territorial y por tanto parte indisoluble del territorio, de su estructura y dinámica.

En el caso de las cuencas existentes en las vertientes montañosas septentrionales de la cordillera de la costa del estado Carabobo, su alto grado de conservación y la presencia de comunidades boscosas ha sido un factor determinante para la captación de agua de lluvia sin causar erosión, lo que ha permitido la recarga de los acuíferos y la continuidad de los regímenes de escurrimiento, factores importantes del ciclo hidrológico. Esta sostenibilidad en el proceso de producción de agua ha sido una de las motivaciones para fomentar la protección de estas cuencas a los fines de garantizar un aprovechamiento múltiple de los caudales de los principales ríos que drenan esta porción de la cordillera de la costa.

Al momento de decretar una ABRAE, tal como ha sido el caso de la cuenca del río Sanchón, lo que se pretende mediante la implantación de un Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU), es reforzar las capacidades de gobernabilidad de un territorio con unos límites naturales visibles y precisos. La cuenca deja de ser un territorio con fines exclusivos de producción de agua, y pasa a ser un territorio para una gestión ambiental planificada y concertada con los diversos actores involucrados en su uso. Al momento de ordenar la cuenca hidrográfica, se hace referencia al conocimiento de su realidad, y así definir y proponer un manejo adecuado de los recursos naturales, su aprovechamiento, conservación y preservación; la intervención prudente y responsable de

ecosistemas estratégicos y la evaluación y prevención de peligros o amenazas naturales.

En atención a lo antes expuesto, el Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU) de la Zona Protectora (ZP) y Reserva Hidráulica (RH) de la Cuenca del Río Sanchón tiene como propósito materializar los supuestos o consideraciones ambientales que justificaron la creación de esta ABRAE y su posterior proceso de gestión; por tal, se concibe como el instrumento de gestión ambiental que contribuirá con:

1. El mejoramiento e incremento del conocimiento de las condiciones físico - naturales, de los recursos naturales y de los ecosistemas estratégicos, su vulnerabilidad ante intervenciones antrópicas o eventos naturales.
2. El manejo sustentable de recursos naturales y el mantenimiento de la calidad ambiental de la cuenca, para el mejoramiento del potencial natural, el cual es uno de los propósitos que orienta la ordenación de una cuenca, y para lo cual es estratégico la conservación, preservación y aprovechamiento adecuado del agua, del suelo, de la vegetación y la fauna, en el marco de la protección de ecosistemas estratégicos.
3. La generación de datos e información para el análisis de amenazas naturales como factor limitante para su ocupación; así como la identificación y desarrollo de las medidas preventivas y correctivas para el control de dichas amenazas.
4. El análisis de los usos actuales del territorio de la cuenca, información básica para la asignación de los usos recomendables: áreas a ser protegidas, áreas de elevado valor estratégico, áreas susceptibles a riesgos naturales, áreas de recuperación, entre otras.
5. La organización armónica del territorio de la cuenca y la asignación de usos adecuados.
6. La importancia de proteger y manejar la cuenca para mantener su potencial hídrico, con el propósito de garantizar el suministro de agua a la Refinería de El Palito, la cual es estratégica para el país, así como a las comunidades aledañas, afectadas por la fuerte carestía de este recurso.
7. El manejo de áreas ya intervenidas donde se encuentran infraestructuras que acarrearán riesgos (ej. corredores de servicios, vías, entre otras).
8. La priorización y localización de las necesidades de equipamiento y desarrollo de la infraestructura de servicios y para la guardería ambiental.

9. La organización de una estructura institucional y administrativa eficiente, el desarrollo de la base legal específica, la creación e implantación de instrumentos esenciales tales como programas y proyectos de gestión territorial y ambiental, y de recursos financieros, a fin de responder a los requerimientos del proceso de ordenación.

Con la puesta en marcha del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU) de la Zona Protectora (ZP) y Reserva Hidráulica (RH) de la Cuenca del Río Sanchón, lo que se pretende es un enfoque basado en la creación y reforzamiento de capacidades de gobernabilidad y de compromisos compartidos entre los usuarios de los recursos naturales de la cuenca, y el Estado. En tal sentido, se tiene que la responsabilidad con el ambiente es compartida con todos los usuarios y beneficiarios, por lo tanto, están llamados a actuar en forma concertada y consensuada con sus intereses y, expectativas con el propósito de garantizar la salud de la cuenca, un ambiente sano y una producción de agua sostenible.

Implantar este Plan de Ordenamiento y su Reglamento de Uso (PORU) implica transitar por un modelo de cogestión donde se deben integrar: usuarios, modelo de organización, directrices de uso del territorio, recursos, inversiones, institucionalidad, monitoreo y sustentabilidad. El modelo representa procesos articulados a las distintas iniciativas y acciones materializadas en los Programas de Gestión del Plan, en los cuales se integran los diversos usuarios o actores para lograr el manejo de la cuenca.

El modelo de cogestión de la cuenca, es un instrumento dirigido a fortalecer las capacidades técnicas y gerenciales de las organizaciones responsables involucradas en la gestión integral de la cuenca, para captar, priorizar y dirigir recursos, planificar y realizar inversiones, que contribuyan con el manejo sustentable de la cuenca del río Sanchón con una visión de largo plazo.

En todo caso, el producto final del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU) de la Zona Protectora (ZP) y Reserva Hidráulica (RH) de la Cuenca del Río Sanchón, tiene su expresión espacial en nueve (09) Unidades de Ordenamiento, que se identifican en un Mapa a Escala 1:50.000, las cuales están definidas en función de la normativa legal vigente, las características físico - naturales del área, su vulnerabilidad a proceso erosivos y en particular, a estimaciones del comportamiento hidrológico de la cuenca, los volúmenes estimados de escurrimiento superficial por subcuencas, y la producción de agua.

I. ASPECTOS GENERALES

El Capítulo I Aspectos Generales de la Base Técnica del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, incluye los objetivos; un marco referencial jurídico; el contexto espacial; y la ubicación y superficie de la cuenca.

1.1. OBJETIVOS

A continuación se presentan los objetivos del documento de Base Técnica del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, Estado Carabobo; de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial y de las categorías específicas de Zona Protectora y Reserva Hidráulica.

1.1.1. OBJETIVOS DEL DOCUMENTO DE BASE TÉCNICA

De acuerdo a los acuerdos alcanzados en el marco de la Comisión de Ordenación del Territorio del Estado Carabobo, los objetivos del estudio son:

1.1.1.1. Objetivo General

Brindar la base técnica que soporte los procesos de ordenación y gestión de la cuenca del río Sanchón como espacio de producción hídrica necesaria para el abastecimiento de actividades estratégicas de la Nación y potencialmente a las poblaciones cercanas.

1.1.1.2. Objetivos Específicos

1. Lograr una adecuada caracterización de los recursos naturales de la cuenca que permita una clara visión de su estado actual. Incluyendo el clima, la vegetación, la geomorfología, los suelos, la vegetación y la capacidad de uso de las tierras.
2. Caracterizar los principales riesgos ambientales de la cuenca mediante los estudios de erosión, los incendios y la producción de agua.
3. Integrar las caracterizaciones anteriores para establecer la fragilidad, las áreas críticas ambientales y la zonificación ambiental.

4. Definir las Unidades de Ordenamiento del Plan de Ordenamiento de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón.
5. Proponer los distintos usos y actividades, así como sus condiciones de desarrollo, acordes con las características actuales del área y su evolución dentro de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica.
6. Diseñar el conjunto de Programas de Gestión que permitan la ejecución del Plan de Ordenamiento y el alcance del objetivo de creación del área.
7. Redactar el Proyecto de Decreto contentivo del referido Plan de Ordenamiento y su Reglamento de Uso.

1.1.2. OBJETIVOS DE CREACIÓN DE LAS ÁREAS BAJO RÉGIMEN DE ADMINISTRACIÓN ESPECIAL Y DE LAS CATEGORÍAS ESPECÍFICAS DE ZONA PROTECTORA Y RESERVA HIDRÁULICA

A continuación se presentan de forma resumida los objetivos de creación del conjunto de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) y de las categorías específicas de Zona Protectora y Reserva Hidráulica, aplicables al área en estudio:

1.1.2.1. Objetivos de Creación de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE)

Las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) representan la concreción de los principales propósitos de conservación y preservación del patrimonio natural y cultural de la República, amparadas bajo la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (1983), la cual conforma un conjunto de 24 categorías de áreas de régimen especial que van desde espacios de máxima protección ambiental, como en el caso de los Parques Nacionales (PN) o Monumentos Naturales (MN), hasta áreas declaradas para normar su aprovechamiento sustentable, y salvaguardar la conservación y buen uso de sus recursos para las actuales y futuras generaciones, como es el caso de las Zonas Protectoras (ZP) y las Reservas Hidráulicas (RH).

Bajo este último contexto, los objetivos nacionales del Sistema de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), vinculados con la protección de las cuencas, los recursos hidráulicos, la protección del patrimonio cultural y de las obras públicas, se asocian a (MARNR; 1985):

1. Facilitar la aplicación y desarrollo de las políticas nacionales del ambiente y de la ordenación del territorio, por medio de la dedicación o reservación de terrenos o recursos naturales, declarados bajo régimen de administración especial, a aquellos usos exclusivos o prioritarios para los cuales están mejor capacitados de acuerdo al mayor interés nacional.
2. Proteger las aguas continentales, superficiales o subterráneas, de la acción irracional del hombre, asegurando el mantenimiento de su calidad y de sus tasas de flujo (régimen hidrológico) y de arrastres de sedimentos, en valores naturales, mediante la conservación de las cuencas generadoras. Igualmente la preservación de los sitios de presa o embalse, así como asegurar la correcta administración de las aguas a fin que se optimicen todas las formas de aprovechamiento.
3. Preservar, mantener y habilitar para la investigación y el uso público los sitios o monumentos culturales, históricos y arqueológicos que constituyen elementos del patrimonio cultural y de la identidad de la Nación.
4. Proporcionar espacios y oportunidades para la educación, la divulgación y la investigación científica sobre la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales renovables.
5. Garantizar la futura construcción, proteger la integridad y permitir el mantenimiento de obras públicas de todo tipo.
6. Proteger y recuperar áreas o medios degradados o en proceso de degradación.

1.1.2.2. Objetivos de Creación de las Zonas Protectoras (ZP)

Las Zonas Protectoras (ZP) son una de las 24 categorías específica de Área Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) estipulada en la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (1983). Conceptualmente son espacios concebidos para la protección integral de vegetación, suelos, aguas y ambientes culturales y naturales de relevancia escénica, donde se restringen los usos y actividades para impedir su degradación o destrucción.

Cumplen un importante papel en la regulación del régimen hidrológico y del clima, de hábitats de la fauna silvestre y como proveedoras de espacios para la recreación, atendiendo a los objetivos nacionales correspondientes. Abarca las figuras legales de: Zona Protectora por Ley, Zona Protectora de Ciudades, Zona Protectora de Cuencas Hidrográficas, y Zona Protectora de Recursos Escénicos.

El espíritu de estas Zonas Protectoras (ZP) fue analizado de forma detallada en el documento denominado “Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas - Marco Conceptual”, elaborado en el año 1985 por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), actual Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEA), del cual se extraen los siguientes objetivos aplicables al caso de la Zona Protectora de la Cuenca del Río Sanchón:

Objetivos Primarios:

- Conservar cuencas hidrográficas.
- Permitir la administración de las aguas.
- Contribuir al control de la polución de las aguas.
- Proteger la flora Silvestre.
- Recuperar áreas degradadas o en proceso.

Objetivos Secundarios:

- Protección de ecosistemas, variedad y flujos genéticos de plantas y animales.
- Conservar la fauna y su hábitat.

1.1.2.3. Objetivos de Creación de las Reservas Hidráulicas (RH)

Las Reservas Hidráulicas (RH) son una de las 24 categorías específica de Área Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) estipulada en la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (1983) bajo la denominación de Reservas Nacionales Hidráulicas (RNH), sin embargo, la ley específica que rige la materia las renombra como Reservas Hidráulicas. Conceptualmente son territorios en los cuales estén ubicados cuerpos de agua, naturales o artificiales que por su naturaleza, situación o importancia justifiquen su sometimiento a un régimen de administración especial (Artículo 16, Numeral 5 de la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio, 1983; Artículo 55 de Ley de Aguas, 2007).

El espíritu de esta categoría de ABRAE fue analizado de forma detallada en el documento denominado “Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas - Marco Conceptual”, elaborado en el año 1985 por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), actual Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEA), del cual se extraen los siguientes objetivos aplicables al caso de la Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón:

Objetivos Primarios:

- Permitir o facilitar la administración de las aguas.
- Controlar la polución de las aguas.

Objetivos Secundarios:

- Preservación de ecosistemas, la variedad y los flujos genéticos.
- Proteger especies en peligro de extinción.
- Recuperar áreas degradadas o en proceso.
- Conservación de la fauna y su hábitat.

1.1.3. OBJETIVOS DE CREACIÓN DE LA ZONA PROTECTORA Y RESERVA HIDRÁULICA DE LA CUENCA DEL RÍO SANCHÓN

En el año 1976 se declara la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón; los objetivos de creación del área, señalados posteriormente, se encuentran basados en la interpretación de los Considerandos del Decreto N° 1.864 del 09 de noviembre de 1976, publicado en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 31.108 del 11 de noviembre de 1976 (Anexo 1):

- Proteger las Cuencas Hidrográficas contra todos los factores que contribuyan o puedan contribuir a su destrucción o desmejoramiento,
- Proteger la cuenca Hidrográfica contra su uso irracional, impidiendo su progresivo deterioro en cuanto a la calidad y régimen de caudales,
- Proteger los recursos hidráulicos que constituyen un factor de gran relevancia para el desarrollo socio - económico del país; y
- Aplicar las orientaciones del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos para la protección de la cuenca hidrográfica.

1.2. MARCO REFERENCIAL JURÍDICO

El Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU) de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica (ZP y RH) Cuenca del Río Sanchón tiene sus bases normativas legales en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV) de 1999, específicamente en el Capítulo IX de los Derechos Ambientales, su Artículo 128 donde se menciona la responsabilidad del Estado en poner en

práctica una política de ordenación del territorio condicionada a criterios de desarrollo sustentable.

Es también oportuno destacar que la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio de 1983 en su Artículo 3, tipifica que la ordenación territorial comprende la protección del ambiente y la conservación y aprovechamiento racional de las aguas, los recursos forestales y demás recursos naturales renovables y no renovables. Asimismo, en su Artículo 5, Literal d se expresa que los Planes de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) son instrumentos básicos de la ordenación del territorio.

En relación con esto último vale la pena mencionar que en el Artículo 15, Numeral 2 y en el Artículo 16, Numeral 5 se hace referencia a las figuras jurídicas de Zona Protectora y de Reserva Nacional Hidráulica respectivamente, las cuales definen el ABRAE de la cuenca hidrográfica del río Sanchón, según lo expresado en el Artículo 1 del Decreto N° 1.864 del 09 de noviembre de 1976, publicado en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 31.108 del 11 de noviembre de 1976.

En este contexto se tiene que la Ley Orgánica del Ambiente de 2007, prevé en su Artículo 23 que uno de los lineamientos de la planificación del ambiente es la conservación de los ecosistemas y el uso sustentable de éstos, asegurando su permanencia. Todos los planes, programas y proyectos de desarrollo económico y social deberán elaborarse o adecuarse, en concordancia con las políticas, lineamientos, estrategias, planes y programas ambientales. Agrega en su Artículo 26 que la planificación del ambiente está circunscrita a un sistema integrado y jerarquizado de planes, cuyo instrumento fundamental es el Plan Nacional de Ordenación del Territorio.

Visto lo anterior, queda claro que la ordenación del territorio es un instrumento de planificación del ambiente. Es importante referir que el Artículo 49 de esta misma ley prevé que el aprovechamiento de los recursos naturales y de la diversidad biológica en las diferentes cuencas hidrográficas, estará sujeto a la formulación e implementación de los respectivos planes de manejo, incluso la Autoridad Nacional Ambiental asume estos planes como un Instrumento de Control Previo Ambiental de conformidad con lo previsto en el Artículo 82 de la ley antes citada.

La Ley de Aguas del 2007 es otro basamento legal importante para el PORU de la Cuenca del Río Sanchón, ya que en su Artículo 3 establece que la gestión integral

de las aguas comprende el conjunto de actividades dirigidas, entre otros fines, a la conservación y aprovechamiento del agua en beneficio colectivo, considerando la política de ordenación del territorio entre otros aspectos. Cabe agregar que el Artículo 11 de esta ley prevé que uno de los criterios para garantizar la disponibilidad de agua en cantidad es la conservación de cuencas hidrográficas.

En relación con esto, el Artículo 44 define que los Planes de Gestión Integral De las Aguas comprenden un Plan Nacional y los Planes en el ámbito de Regiones Hidrográficas y de Cuencas Hidrográficas, y serán públicos y de obligatorio cumplimiento. Al respecto vale la pena destacar que según el Artículo 45 de la ley que se está refiriendo, los Planes de Gestión Integral de las Aguas formarán parte del Sistema Nacional de Planificación y estará en concordancia con los lineamientos del Plan de Desarrollo Económico y Social, y de los Planes Nacionales del Ambiente y de Ordenación del Territorio.

En cuanto a los Planes de Cuencas Hidrográficas, el Artículo 50 prevé que los mismos serán elaborados para aquellas cuencas cuya complejidad, importancia relativa y otra situación particular así lo justifique, previa recomendación de los Consejos de Región Hidrográfica.

Por último es pertinente hacer referencia a que la Ley de Aguas contempla en su Artículo 53 dos ABRAE para la gestión integral de las aguas: Zonas Protectoras de Cuerpos de Agua (definidas en el Artículo 54 de la Ley de Aguas) y Reservas Hidráulicas (definidas en el Artículo 55 de la Ley de Aguas, bajo el mismo concepto de la Reserva Nacional Hidráulica establecida en el Artículo 16, Numeral 5 de la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio), figuras jurídicas estas que como se sabe protegen desde 1976 la cuenca hidrográfica del río Sanchón según decreto antes citado.

Además de los artículos ya referidos de la Ley de Aguas, es necesario destacar también los artículos 25, 27 y 30 donde se hace referencia al Consejo Nacional de las Aguas, los Consejos de Región Hidrográfica y los Consejos de Cuenca Hidrográfica respectivamente, en estos tres consejos incluso el Artículo 39 prevé la participación protagónica de la sociedad en la gestión integral de las aguas, llámese usuarios y usuarias de las aguas, Consejos Comunales, Consejos Locales de Planificación Pública, pueblos y comunidades indígenas, entre otros.

Otra legislación que fundamenta el PORU de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica (ZP y RH) de la Cuenca del Río Sanchón es la Ley del Plan de la Patria

(2013 - 2019) que señala: Contribuir con la Preservación de la Vida en el Planeta y la Salvación de la Especie Humana. Dentro de este es de destacar lo especificado en el Objetivo Estratégico 5.2.1 en relación con la protección y conservación de fuentes y reservorios de agua, tanto superficial como subterránea, gestión integral de cuencas hidrográficas, biodiversidad y la gestión sostenible de mares, océanos y bosques.

También es relevante el contenido del 5.2.1.5. Proteger las cuencas hidrográficas del país y todos los recursos naturales presentes en ellas, promoviendo su gestión integral, haciendo especial énfasis en las situadas al sur del Orinoco.

1.3. CONTEXTO ESPACIAL

El Plan Nacional de Ordenación del Territorio (PNOT) de 1998, define una serie de objetivos que de llegarse a alcanzar contribuirá, según lo expresado en Artículo 3, Numeral 12, a que el conjunto de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) se constituyan en un sistema integrado y consolidado, además de administrado de acuerdo con los respectivos Planes De Ordenamiento y Reglamento de Uso, lo cual garantizará la conservación del ambiente, la biodiversidad y el desarrollo de actividades sociales y económicas compatibles con sus potencialidades y limitaciones.

También es importante destacar que en relación con las actividades de hidrocarburos y petroquímica, el Artículo 10 asume como objeto asegurar que las actividades de petróleo, gas y petroquímica se desarrollen en armonía con otras actividades y con el ambiente, incluso el Artículo 11 indica entre las directrices para alcanzar el objeto citado, la elaboración de planes para los sectores hidrocarburos y petroquímico, los cuales deberán insertarse en el contexto de los procesos de planificación del desarrollo, ordenación del territorio y conservación del ambiente.

En cuanto al aprovechamiento de los recursos hídricos, es importante referir que el Artículo 22 tiene por objeto establecer las fuentes de agua y a su vez mantener el equilibrio en los ecosistemas y también servir a la población y sus actividades productivas. En concordancia que esto último el Artículo 23 prevé, entre sus directrices, procurar la producción de agua en cantidad y calidad en las ABRAE, relacionadas a través del cumplimiento de los lineamientos de la política de agua aplicable a estos espacios y considerar el costo proporcional de su manejo en el valor del agua.

En relación con la protección del ambiente y la biodiversidad, incluso el aprovechamiento de los recursos naturales de las ABRAE establecido como objeto en el Artículo 26, se indica entre otras directrices, la elaboración o actualización de los Planes de Ordenamiento y Reglamentos de Usos de las ABRAE, siguiendo lo establecido en los Artículos 32 y 35 de la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (1983), es de destacar que el Artículo 32 establece textualmente que “Los planes de ordenamiento de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial serán elaborados bajo la coordinación de los organismos competentes para la administración de cada una de ellas, con sujeción a los lineamientos y directrices del Plan Nacional de Ordenación del Territorio y de los Planes Regionales de Ordenación del Territorio. En el proceso de elaboración, el proyecto de plan deberá ser sometido al conocimiento público con el objeto de oír la opinión de los interesados, y recibir los aportes de la comunidad debidamente organizada, todo lo cual se hará de conformidad con lo establecido en el Reglamento”.

En relación con la Ley de Aguas de 2007 se considera importante destacar que la misma cuenta con cinco instrumentos de gestión: el Sistema de Información Geográfica de las Aguas (SIGA), los Planes de Gestión Integral de las Aguas, el Control Administrativo Previo para el Uso de las Aguas, el Registro Nacional de Usuarios y Usuarias de las Fuentes de las Aguas (RENUFA) y el Sistema Económico Financiero.

Estos instrumentos están relacionados al aspecto de la planificación, donde es necesario definir los Planes de Gestión Integral de las Aguas en el ámbito de las regiones hidrográficas y se deberá elaborar el Plan Nacional de Gestión Integral de las Aguas (PNGIA), el cual estará orientado a ser un instrumento estratégico que guíe la gestión del agua hasta bien adentrado el Siglo XXI, convirtiéndose en el eje transversal a todos los procesos de desarrollo y garantizando los requerimientos de los Planes Nacionales de Desarrollo Económico y Social del país con base en la geopolítica nacional.

Es pertinente agregar que los avances sobre el PNGIA muestran siete objetivos estratégicos a saber: conservar las fuentes de abastecimiento, propiciar el uso racional y sostenible del agua, cubrir las necesidades actuales y futuras del agua, producir y disponer información y conocimientos del recurso agua, impulsar el desarrollo de la producción nacional de bienes y servicios requeridos por el plan, formar y capacitar personal técnico para satisfacer los requerimientos del plan y finalmente institucionalizar la gestión del agua por medio de la puesta en marcha de los Consejos de Región Hidrográfica.

En el contexto de la cuenca hidrográfica del río Sanchón, se sabe que la misma está amparada por las figuras jurídicas de Zona Protectora y Reserva Hidráulica, es decir, es una ABRAE y por tanto su manejo y Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso debe corresponder a los lineamientos expresados en el Plan Nacional de Ordenación del Territorio, la Ley Orgánica del Ambiente y la Ley de Aguas.

Por su parte, el Plan de Ordenación del Territorio del Estado Carabobo (POTEC) de 1991, señala en su Artículo 6, Sección II De las Aguas, Numeral 6, que se debe proteger y recuperar las cuencas hidrográficas del Estado Carabobo. Igualmente el Artículo 7, Sección II Del Uso de ABRAE, Numeral 4, indica que se protege 8.100 hectáreas del Estado Carabobo bajo la figura de Reserva Hidráulica del Río Sanchón. En este mismo orden de ideas destaca el Artículo 9, Numeral 5, el cual prevé tomar la acción de ordenar y reglamentar “La Reserva Hidráulica del Río Sanchón”.

Es importante señalar que la Zona Protectora y Reserva Hidráulica (ZP y RH) de la Cuenca del Río Sanchón es administrado por el Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas, sin embargo, los predios en los cuales se circunscribe la declaratoria son propiedad de Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA), y por otra parte se tiene que el área esta bajo la custodia de Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) - Refinería El Palito (REP).

Los planes antes referidos proveen de elementos técnicos convincentes sobre la importancia de elaborar el Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU) de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica (ZP y RH) de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.

1.4. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DE LA CUENCA

La cuenca hidrográfica del río Sanchón se ubica en la vertiente norte de la Cordillera de la Costa, al nor-centro del estado Carabobo, como se puede apreciar en la Figura 01. Geográficamente la cuenca se ubica entre las coordenadas:

10° 19' 30"	10° 28' 40"	Latitud Norte
68° 08' 32"	68° 10' 23"	Longitud Oeste



Figura 01. Ubicación relativa de la cuenca del Río Sanchón.

La cuenca comprende un área de drenaje en sentido sur-norte, desde las laderas montañosas hasta su contacto con el mar Caribe formada por la desembocadura del río Sanchón y abarca una superficie de 8.786 ha.

Del total de la cuenca hidrográfica, aproximadamente 81 km cuadrados (8.100 hectáreas), se encuentran legalmente declarada como Área Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) bajo las categorías específicas de Zona Protectora (ZP) y Reserva Hidráulica (RH), denominada “Cuenca del Río Sanchón”, según el Artículo 1° del Decreto N° 1.864 del 09 de noviembre de 1976 (publicado en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 31.108 del 11 de noviembre de 1976). Sin embargo, dicha superficie fue recalculada considerando cartografía actualizada y el uso de los Sistema de Información Geográfica (ArcGis 9.0), generando una superficie de 8.613 hectáreas, es decir, el 98% de la superficie de la cuenca total.

Política y administrativamente la Zona Protectora (ZP) y Reserva Hidráulica (RH), de la Cuenca del Río Sanchón se ubica en el estado Carabobo, específicamente un 49,8% de su superficie (4.289 ha) se emplaza en el municipio Juan José Mora (parroquia Morón) y 50,2% (4.324 ha) en el municipio Puerto Cabello (parroquia Democracia 4.194 ha y en la Parroquia Juan José Flores 130 ha).

La cuenca posee un largo de sur a norte de aproximadamente 19 km., en cuanto a su ancho de oeste a este es de unos 6 km en promedio. En la actualidad no existen centros poblados dentro del área, aun cuando posee vinculación con centros como Puerto Cabello, Morón del estado Carabobo.

Dentro de los límites del ABRAE solo se conservan algunas estaciones o campamentos para servicios de Guardería y Conservación Ambiental de Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA), denominados: La Pedrosa, Casa de Teja, La Corona, y El Revolver. Adicionalmente, se prevé reforzar las actividades de Guardería Ambiental hacia el sur de la cuenca, mediante la instalación de un campamento en el sector denominado Laguna Verde.

Otra infraestructura asociada a la Zona Protectora (ZP) y Reserva Hidráulica (RH), de la Cuenca del Río Sanchón es el Área de Protección de Obra Pública (APOP) del Sistema de Transmisión de Hidrocarburos Guacara - El Palito (Decreto N° 2.390 del 28 de enero de 1998, publicada en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.221 Extraordinario del 16 de marzo de 1999), el cual bordea e intercepta la cuenca (Figura 02), además del sistemas de conducción eléctrica de CORPOELEC y vías férreas del Instituto Nacional de Ferrocarriles (IFE), siendo estos dos últimos emplazados hacia la parte norte de la cuenca hidrográfica, los cuales se puede tener acceso mediante la carretera nacional Morón - Coro en el norte e internamente mediante rutas rudimentarias de servicios.

La totalidad de la cuenca del río Sanchón se localiza dentro de los linderos del fundo Sanchón, que posee los siguientes linderos:

- Norte: La orilla del mar, desde Punta Chávez hasta Punta Morón;
- Este, desde Punta Chávez, a orillas del mar, en línea recta hacia el sur hasta el pie de la serranía que divide el valle del río Sanchón del valle del río Aguas Calientes y por las cumbres de esta serranía hasta la fila donde nace la quebrada de Guarataro, tributaria del Río Sanchón;
- Sur, desde la fila naciente de la quebrada Guarataro, tributaria del río Sanchón, se continúa por las cumbres más altas que separan al valle del río Sanchón con el valle del río Chirgua y
- Oeste, desde las altas cumbres hasta la fila cercana a las cabeceras del río Chirgua, se sigue hacia el norte por la fila divisoria de aguas entre las cuencas del río Sanchón y el Morón, hasta Punta Morón a orillas del mar.

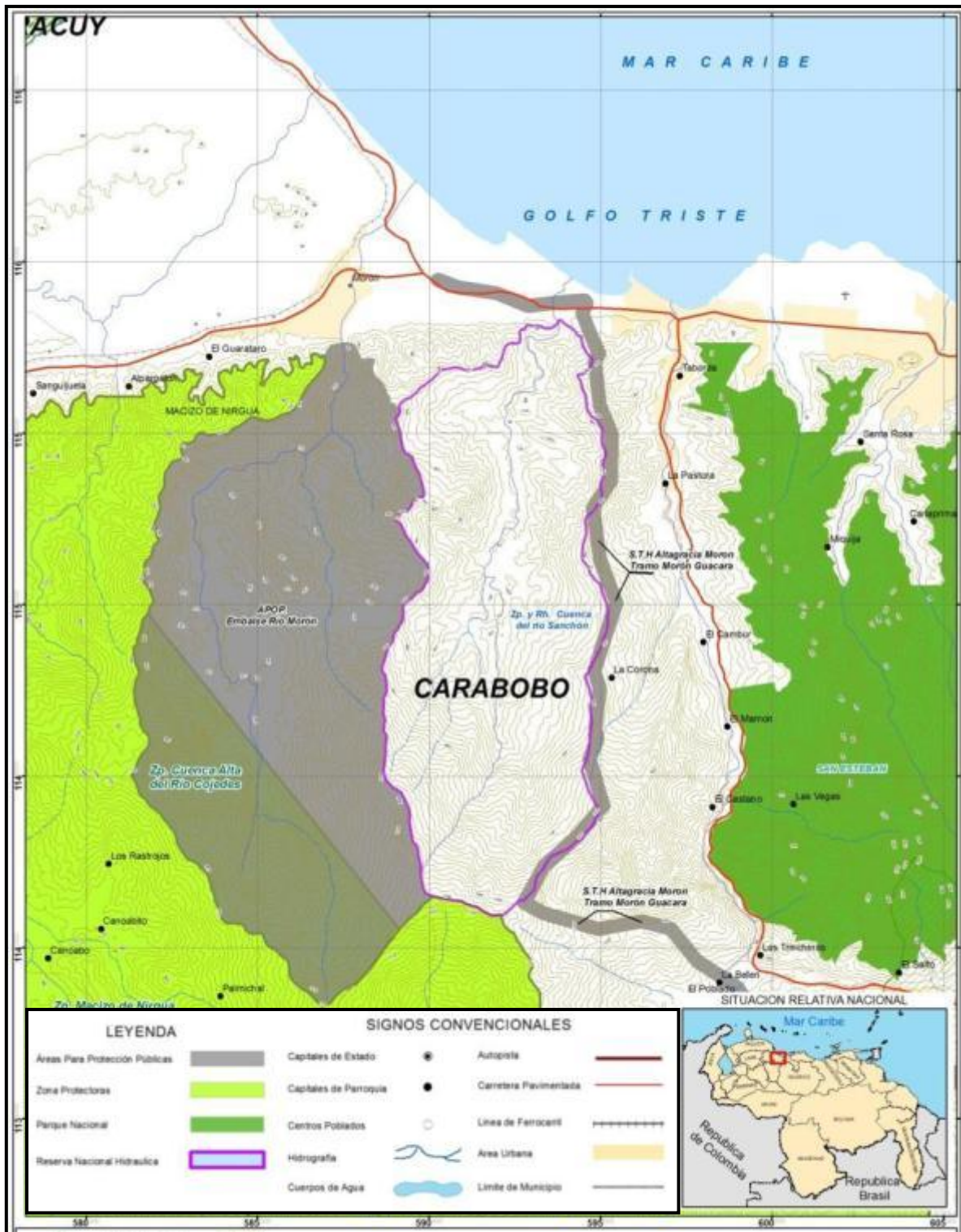


Figura 02. Ubicación de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón y su contexto espacial.

II. DIAGNÓSTICO GENERAL

El Capítulo II Diagnóstico General de la Base Técnica del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, incluye aspectos relativos a la caracterización climática, de la geomorfología, los suelos y la capacidad de uso de sus tierras, el levantamiento de la vegetación; los principales riesgos ambientales, como son la erosión actual, los riesgos de erosión actual y potencial, la producción de agua, y los riesgos de incendios, concluyendo con un tema considerado como síntesis que abarcó un análisis de la fragilidad y criticidad ambiental, así como una propuesta de zonificación ambiental de la cuenca. Adicionalmente, se presenta la evaluación y recomendaciones sobre el Patrimonio Cultural presente en la cuenca.

2.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

Con el fin de contribuir con estos procedimientos de ordenamiento, en este trabajo, se efectuó la caracterización climática de la cuenca del río Sanchón, en el entendido de la importancia que tienen los elementos climáticos en procesos hidrológicos así como en el manejo y conservación de las tierras.

Se aborda, en primer lugar elementos metodológicos y de disponibilidad de información, para luego proceder a la caracterización del clima de la cuenca en términos de la distribución temporal y espacial de precipitación, temperatura y evapotranspiración. En complemento, se incluyen indicadores agregados de elementos climáticos las Zonas de Vida y número de meses húmedos, los cuales son elementos de juicio que integran información climática en los procedimientos de ordenamiento y manejo de las cuencas.

2.1.1. METODOLOGÍA

2.1.1.1. Caracterización de la Precipitación

En la cuenca del río Sanchón se ubican dos estaciones climatológicas instaladas por PDVSA - REP y operadas por Palmichal - Consultora Ambiental. No obstante, son de reciente funcionamiento, y por tanto, no tienen una serie de registros estadísticamente confiables para ser empleados en análisis climáticos. En la periferia de la cuenca se encuentran 10 estaciones (Figura 03) con registros de precipitación, todas ubicadas en la vertiente al Mar Caribe de la Serranía del

Litoral. Los registros disponibles son heterogéneos en calidad y período. Algunos de ellos carecen de confiabilidad necesaria para ser empleados. En el Cuadro 01 se muestra la identificación y períodos disponibles de registro de las estaciones climatológicas periféricas a la cuenca.

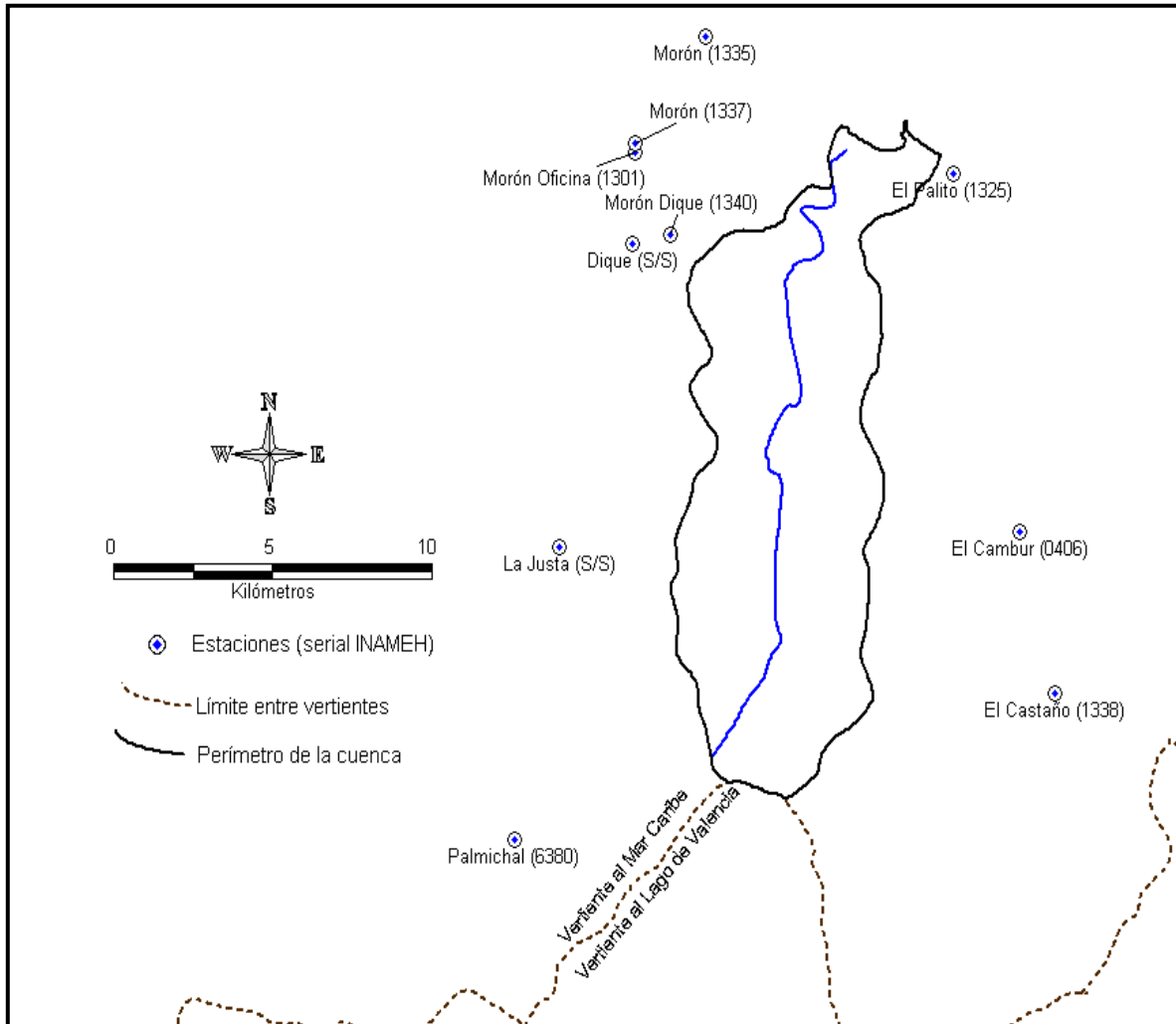


Figura 03. Estaciones climatológicas periféricas a la cuenca con registro de precipitación.

Para efectos de análisis y caracterización de la precipitación en la cuenca, se emplearon los registros mensuales de las estaciones Dique (S/S), La Justa (S/S) y Palmichal (6380) (provistos por Palmichal, Consultora Ambiental) y de la estación El Palito (1325) (obtenidos de INAMEH). Fue posible emplear registros con período coincidente en las tres primeras estaciones (1992 - 2013, 22 años). Aunque la estación El Palito no dispone de registro coincidente con las tres mencionadas (corresponde a 1943-1965, 23 años), se consideró emplear sus

registros con el fin de representar las áreas más cercanas a la costa. El número de años de registro, a pesar de la diferencia de período, se considera suficiente para obtener estadísticas estables y comparables. Con fines de apoyo (por ejemplo, para obtener las isoyetas), se emplearon adicionalmente los registros de las estaciones Morón (1335) y El Cambur (0406). Todas las estaciones seleccionadas se ubican en la vertiente al Mar Caribe de la Serranía del Litoral. Con ello se espera que el efecto de sotavento sea el mínimo posible.

Cuadro 01. Identificación de estaciones periféricas a la cuenca con registros de precipitación disponibles.

Estación	Serial	Altitud	Coordenada Este	Coordenada Norte	Período de registro	Años de registro	Institución
Dique		40	-68.2010	10.4638	1992 - 2013	22	Palmichal
El Cambur	406	80	-68.0900	10.3910	1965 - 1997	33	MARNR
El Castaño	1338	150	-68.0800	10.3500	1951 - 1955	5	MARNR
El Palito	1325	20	-68.1089	10.4814	1943 - 1965	23	MARNR
La Justa		280	-68.2221	10.3874	1988 - 2013	26	Palmichal
Morón	1335	3	-68.1800	10.5160	1959 - 1970	12	MARNR
Morón	1337	20	-68.2000	10.4890	1952 - 1964	13	MARNR
Morón Dique	1340	30	-68.1900	10.4660	1963 - 1990	28	MARNR
Morón Oficina	1301	27	-68.2000	10.4870	1966 - 1980	15	MARNR
Palmichal	6380	1000	-68.2352	10.3135	1988 - 2013	26	Palmichal

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 04 se muestra la ubicación de las estaciones seleccionadas para la caracterización de la precipitación. En tal sentido se obtuvo un mapa de isoyetas mediante interpolación lineal aritmética de los valores entre estaciones.

2.1.1.2. Caracterización de la Temperatura

Cómo se indicó anteriormente, la cuenca del río Sanchón no cuenta con estaciones climatológicas ni registros adecuados para ser empelados. En un radio de hasta 13 kilómetros se encuentran cinco estaciones con registro de temperatura mensual (media, máxima, mínima) (Figura 05, Cuadro 02).

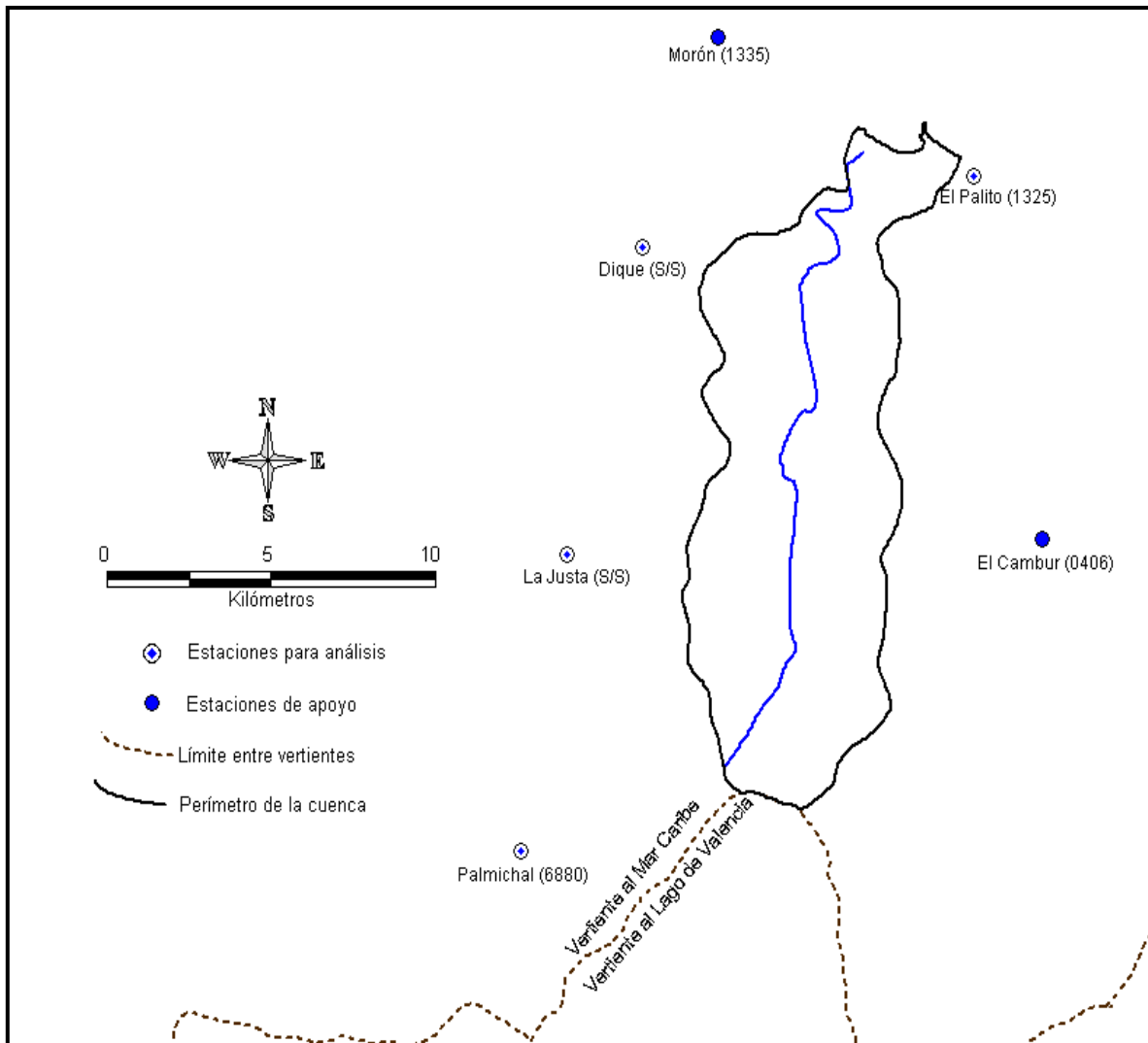


Figura 04. Ubicación de las estaciones climatológicas empleadas para el análisis de la precipitación.

Dadas las series de registros y la distancia de la cuenca, para los análisis de temperaturas se emplearon solamente las estaciones La Justa y Palmichal. Con estas estaciones fue posible obtener una base de datos de temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales homogéneas (período 1994 a 2013; 20 años). Por ello, se consideró más adecuado emplear estas estaciones para obtener gradientes de las temperaturas que permitieran distribuir los valores sobre la superficie de la cuenca, en vez de emplear la información de las estaciones San Esteban y Puerto Cabello.

Con los gradientes obtenidos, se estimaron valores de temperatura según la altimetría de la cuenca.

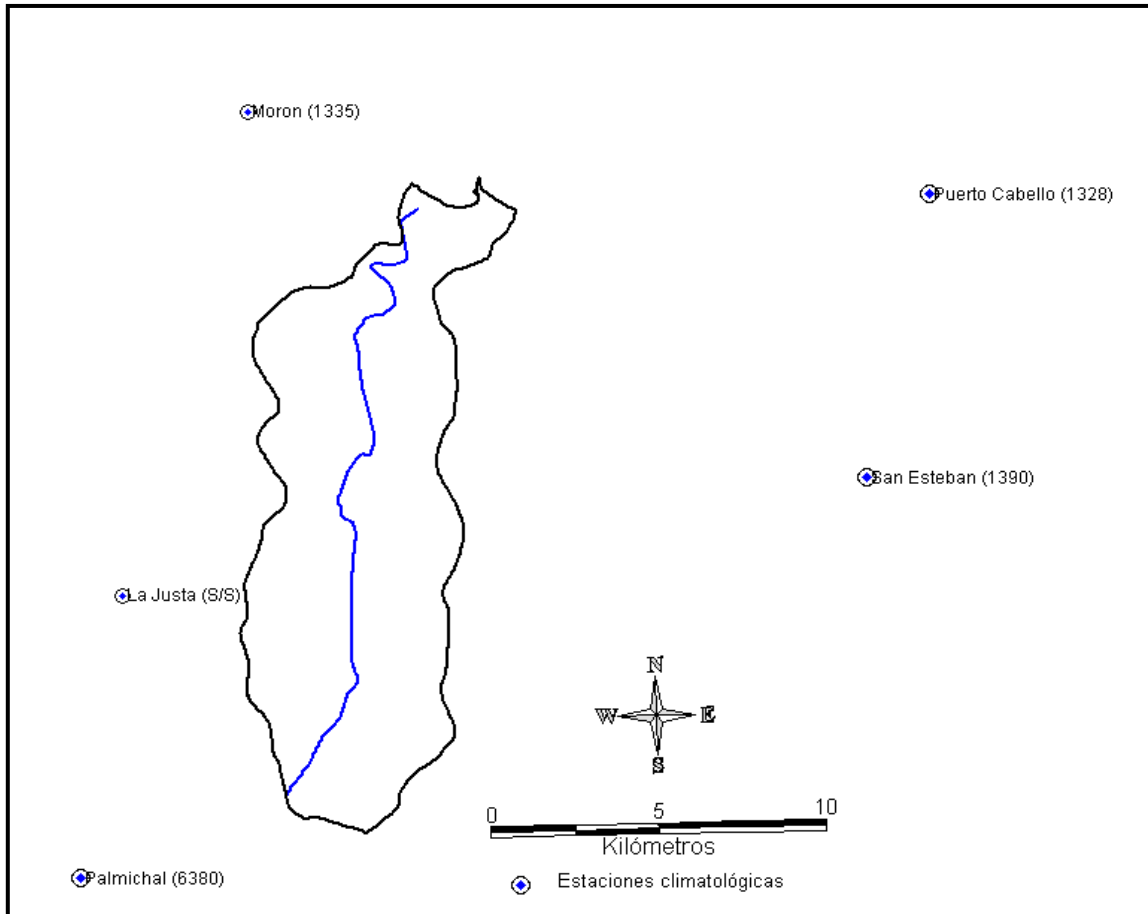


Figura 05. Estaciones con registro de temperatura en la periferia de la cuenca.

Cuadro 02. Relación de estaciones climatológicas con información de temperatura en la vertiente caribeña del estado Carabobo.

Estación	Serial INAMEH	Altitud msnm	Coordenada Este	Coordenada Norte	Período de registro	Años de registro	Distancia de la cuenca (km)
La Justa ¹	S/S	280	-68.2221	10.3874	1994 - 2013	20	3,7
Palmichal ¹	6380	1000	-68.2352	10.3135	1988 - 2013	26	6,6
San Esteban ¹	1390	60	-68.01	10.416	1971 - 1982	12	12,1
Puerto Cabello Base Naval ¹	1328	2	-67.990	10.490	1963 - 1989	26	11,3
Morón ²	1335	3	-68.1800	10.5160	1959 - 1963	5	5,3

1. Dispone de temperaturas medias, mínimas y máximas mensuales.

2. Dispone solamente temperatura media mensual.

Fuente: Elaboración propia

Los gradientes tienen la forma:

$T_x = g * E + T_b$; donde:

T_x : temperatura asociada a un valor de elevación ($^{\circ}\text{C}$).

E : elevación del punto donde se estima la temperatura (m).

g : gradiente altotérmico o pendiente de la línea E vs T ($^{\circ}\text{C m}^{-1}$); obtenido como:

$g = (T_P - T_J) / (E_P - E_J)$, donde T es la temperatura y E la elevación, en ambos casos para las estaciones Palmichal (P) y La Justa (J).

T_b : temperatura basal (o al nivel del mar; $^{\circ}\text{C}$), calculado como el intercepto con la temperatura para la expresión del gradiente.

2.1.1.3. Obtención de las Zonas de Vida

Las Zonas de Vida se establecieron como una combinación de la temperatura y la precipitación, según se establece en Holdrige (1987). En la cuenca no se producen temperaturas por debajo de cero, ni superiores a 40°C , por lo tanto, la biotemperatura se asumió igual a la temperatura media anual.

En primer lugar, se definió el límite de pisos altitudinales. La conversión de la temperatura límite entre pisos a valor de altitud equivalente se obtuvo despejando en la expresión del gradiente térmico local para la temperatura media.

Una vez obtenidos los pisos altitudinales, según la combinación con la precipitación (representada por las isoyetas) se obtuvieron las Zonas de Vida.

2.1.1.4. Estimación de la Evapotranspiración de Referencia

La evapotranspiración de referencia se estimó para las estaciones climatológicas donde a su vez, se estimó el número de meses húmedos. Se empleó el método de Penman - Monteith, procedimiento que se llevó a cabo mediante una hoja de cálculo provista por la Cátedra de Climatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (Puche *et al*, 2006).

La estimación de la evapotranspiración de referencia requiere valores promedio mensuales de radiación global, temperatura máxima y mínima, humedad relativa máxima y mínima y velocidad del viento. Sólo una estación en la periferia cercana

de la cuenca, Palmichal, dispone de toda esta información. La estación La Justa dispone sólo de las temperaturas, mientras que el resto de las estaciones carece del resto de la información. Por lo tanto, fue necesario ensamblar información proveniente de otras estaciones, así como ajustar valores de temperatura según el gradiente altotérmico local (Cuadro 03), para cada una de las estaciones empleadas en la estimación de meses húmedos. Para esta ensambladura, se recurrió a la información aportada por la estaciones Puerto Cabello y San Esteban.

Además, en lugar de emplear los registros de radiación, se decidió estimar este elemento según la insolación, pues los registros de radiación disponibles en la estación Puerto Cabello son de baja confiabilidad (solamente cuatro años), mientras que los de insolación tienen una longitud adecuada (23 años). Por razones de homogeneidad de métodos, también se estimó la radiación según la insolación para la estación Palmichal (aunque esta estación cuenta con 27 años de registros de radiación). Para ello, se emplearon los Coeficientes de Angstrom recomendados por Allen *et al*, 2006 ($a = 0,25$ y $b = 0,50$).

En el Cuadro 03 se muestra la combinación de información y estaciones empleadas para ensamblar la estimación de evapotranspiración de referencia.

Cuadro 03. Origen de la información climatológica para la estimación de la evapotranspiración de referencia de las estaciones empleadas para estimar el número de días húmedos.

Estación	Radiación	Temperatura (max y min)	Humedad Relativa (max y min)	Velocidad del Viento
La Justa	Según insolación. Estación Puerto Cabello	Estación La Justa	Estación La Justa.	Estación Puerto Cabello.
Dique		Estación La Justa, ajustada por gradiente altotérmico local		
El Palito			Estación San Esteban, ajustada por gradiente altotérmico local.	
Morón		Estación San Esteban		
El Cambur	Según insolación. Estación Palmichal	Estación Palmichal	Estación Palmichal	Estación Palmichal
Palmichal		Estación Palmichal	Estación Palmichal	Estación Palmichal

Fuente: Elaboración propia

El mapa de líneas de evapotranspiración de referencia se obtuvo mediante interpolación lineal aritmética de los valores entre estaciones.

2.1.1.5. Estimación del Número Meses Húmedos

El número de meses húmedos se estimó para cada estación climatológica empleada en el análisis de la precipitación (Figura 06). Para ello, se emplearon los criterios de períodos de crecimiento o de humedad, en que el período húmedo se define por aquellos días cuando la precipitación es mayor que la evapotranspiración de referencia.

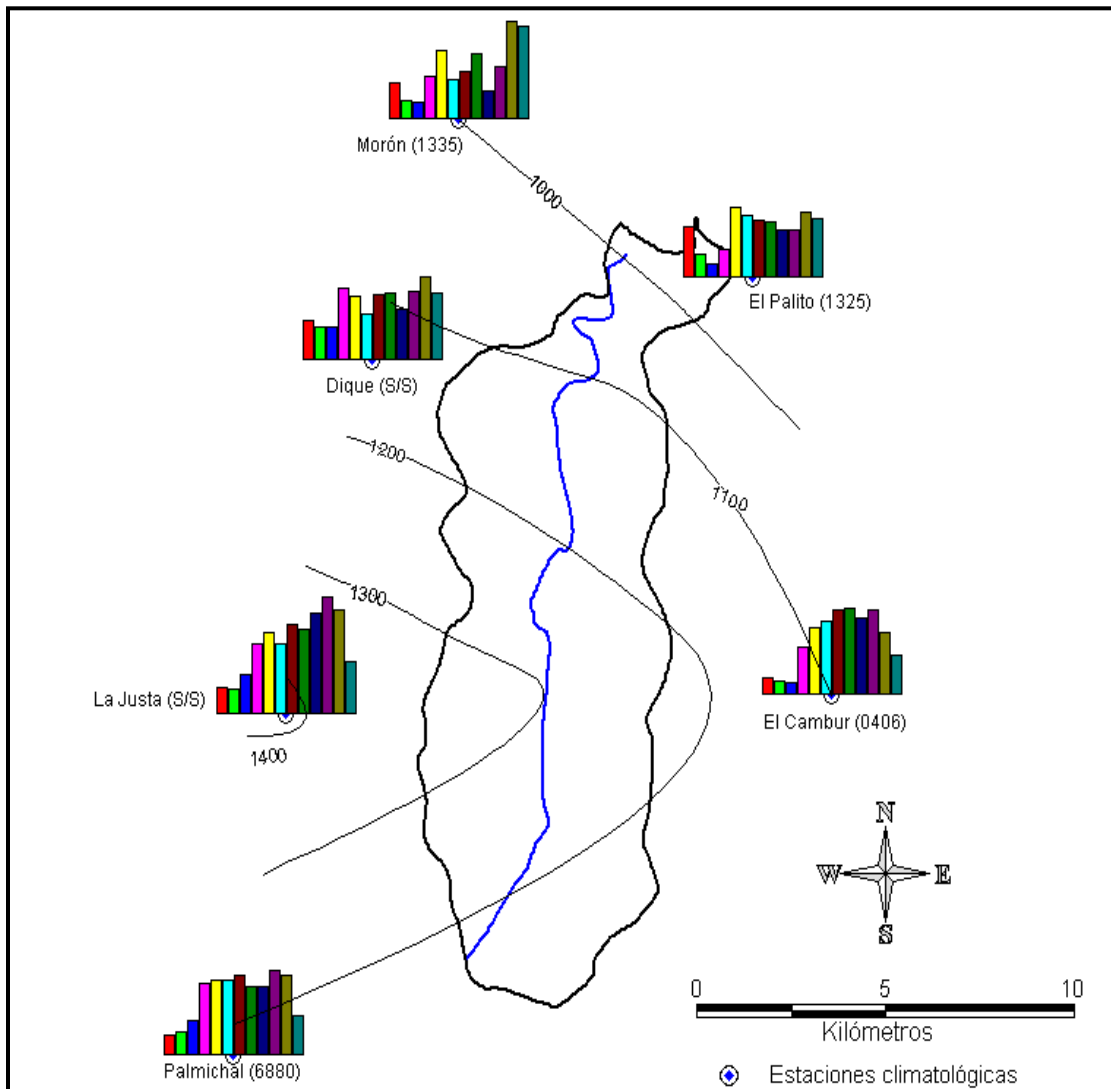


Figura 06. Isoyetas (mm) y promedios mensuales de precipitación.

Para estimar el número de días húmedos, para cada año de registro, se empleó una hoja de cálculo provista por la Cátedra de Conservación de Suelos y Agua (Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela) (Silva, 2015) en la

que se establece una función lineal de la precipitación y evapotranspiración de referencia acumuladas entre los días 15 de cada mes.

El método emplea la precipitación promedio mensual de cada año de registro y la evapotranspiración de referencia promedio mensual estimada en todos los años. A lo largo de cada año se cuentan los días en que la precipitación acumulada fue mayor que la evapotranspiración de referencia acumulada (días húmedos). Finalmente, se promedian los valores de cada año y se obtiene el número de meses húmedos por estación climatológica.

Este método se consideró más apropiado que simplemente obtener los días húmedos del gráfico de períodos de humedad (o de crecimiento) promedio, para hacer posible una contabilización que considerara la variabilidad interanual de la precipitación. Con el gráfico promedio se obvian días húmedos (y de otras condiciones de humedad) que ocurren a lo largo de los diversos años.

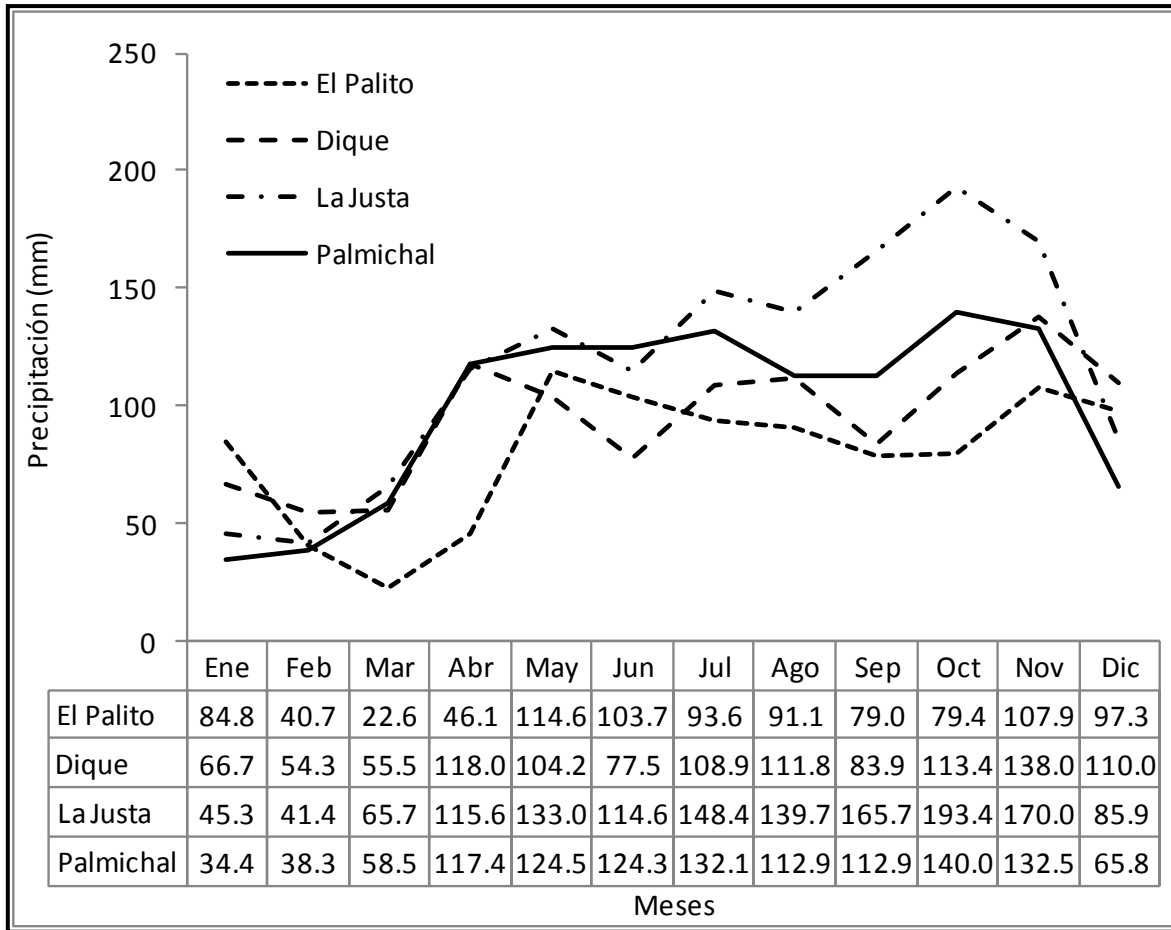
El mapa de líneas de meses húmedos se obtuvo mediante interpolación lineal aritmética de los valores entre estaciones.

2.1.2. RESULTADOS

2.1.2.1. Precipitación

En general, la precipitación promedio anual en la cuenca del río Sanchón varía entre 960 mm (en la zona norte, más baja y seca, alrededores de El Palito), hasta poco más de 1.300 mm (en las zonas de altitud intermedia del oeste) (Figura 07). No existe una relación clara entre el incremento de la precipitación y la altitud. La precipitación se incrementa con la altitud (en sentido norte - sur) entre las partes más bajas hasta las zonas de altitud intermedia, para seguir incrementando hacia el oeste. En adelante, hacia las zonas más altas del sur, la precipitación promedio

anual disminuye en valor (Figura 08



).

A lo largo de la cuenca pueden diferenciarse dos patrones de lluvia. En la zona norte y más baja de la cuenca, el valor mínimo ocurre en febrero o marzo, luego la precipitación incrementa hasta abril o mayo, se mantiene relativamente estable hasta noviembre y comienza a descender hasta febrero. En la medida que se asciende en la cuenca y se avanza hacia el sur, se observa un patrón más estacional de la lluvia. La precipitación tiende a aumentar desde abril hasta octubre, para luego descender hasta enero y febrero (Figura 06 y Figura 08).

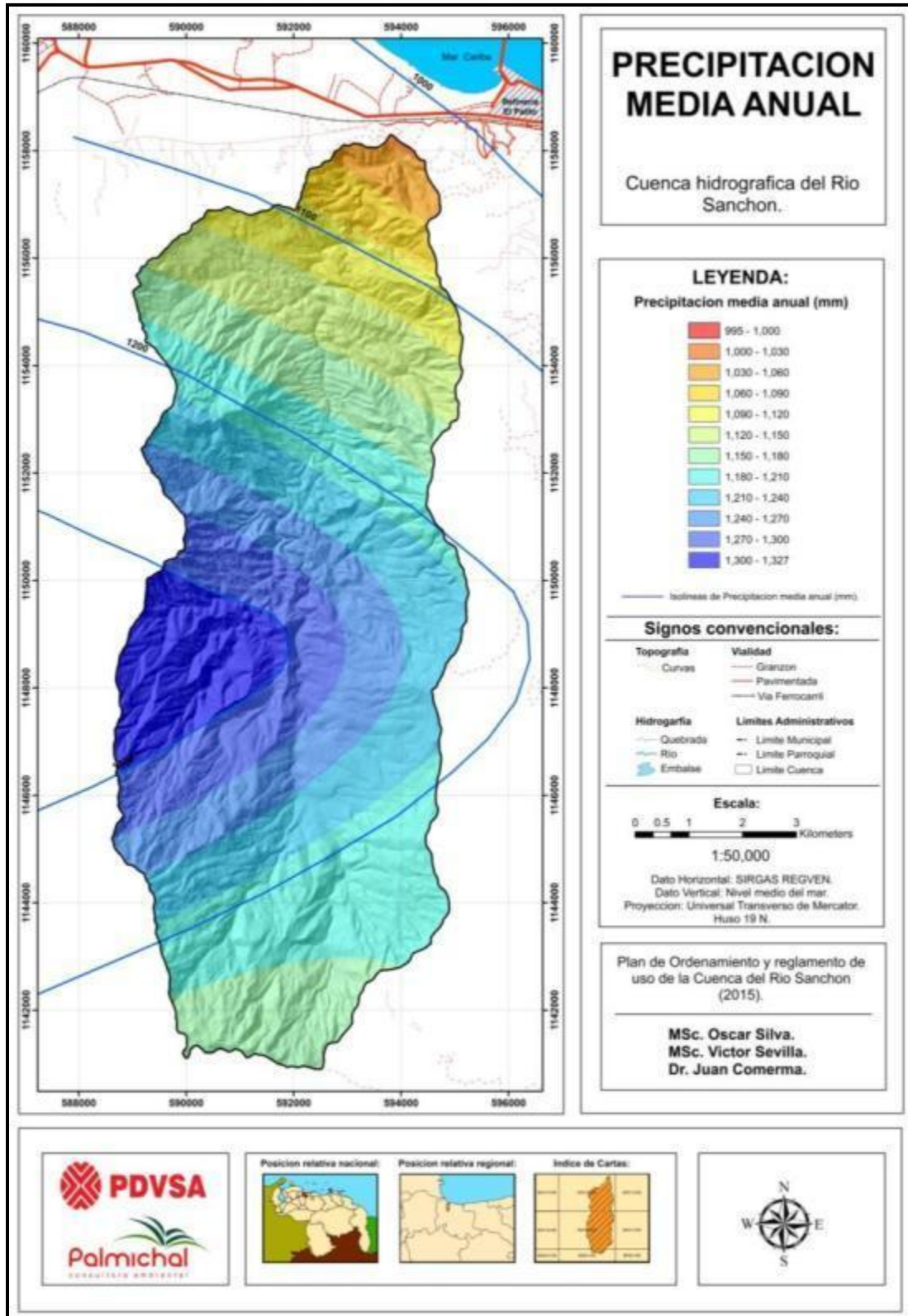


Figura 07. Precipitación Media Anual (mm) de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.

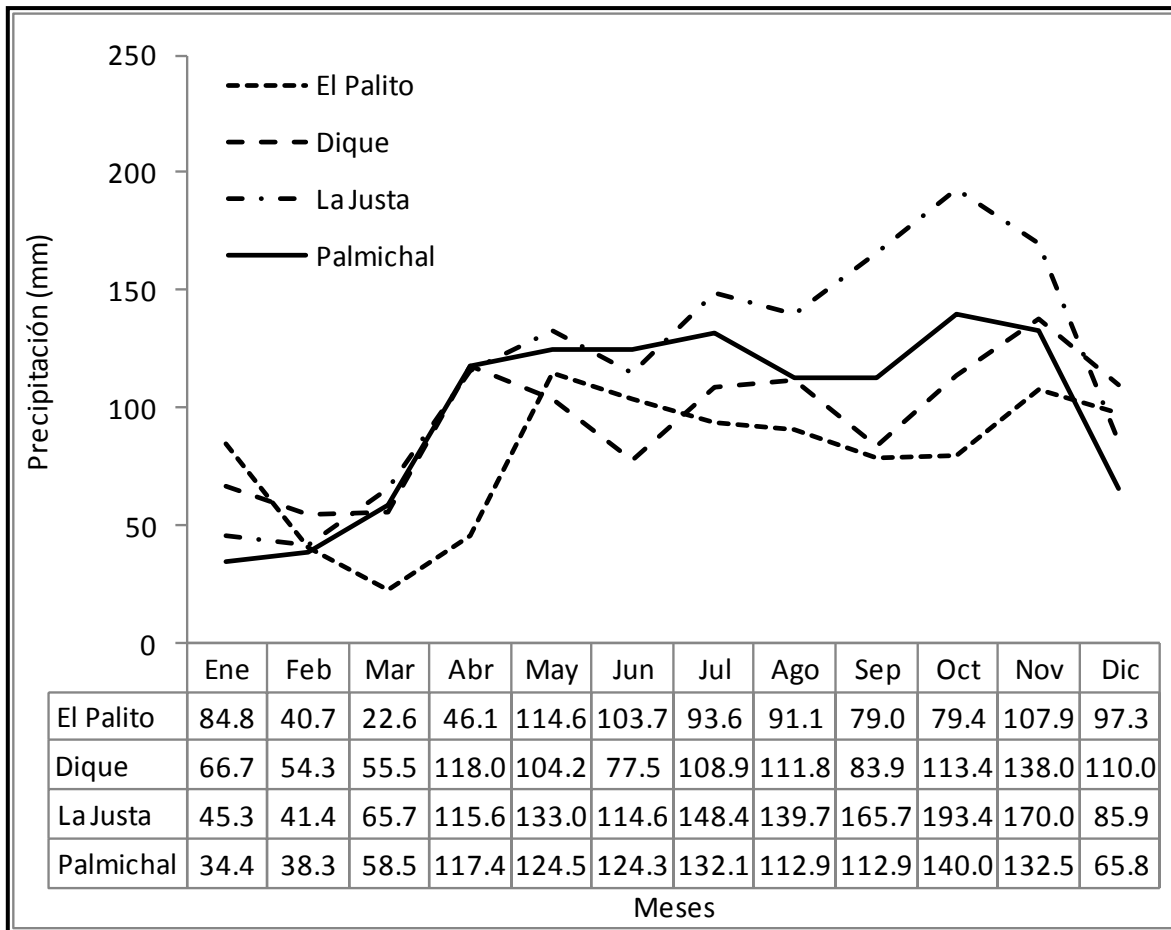


Figura 08. Precipitación promedio mensual en las estaciones climatológicas asociadas a la cuenca.

2.1.2.2. Temperatura

Según los valores de las estaciones Palmichal y La Justa, los gradientes de temperatura son los siguientes (Cuadro 04):

Cuadro 04. Expresiones para estimar la temperatura según la elevación obtenida del gradiente entre las estaciones Palmichal y la Justa.

Gradiente	Expresión
Temperatura máxima	$T_{max} = -0.0069 * E + 31.521$
Temperatura media	$T_{med} = -0.0051 * E + 26.712$
Temperatura mínima	$T_{min} = -0.0034 * E + 21.902$

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 09 se muestra la relación entre la altitud y la temperatura al emplear las expresiones mostradas en el Cuadro 04.

Al aplicar las expresiones del Cuadro 04 a las curvas de nivel de la cuenca, se obtiene que la temperatura media anual varíe desde 26,3 °C en las zonas más bajas de la cuenca (menos de 80 m de altitud) a 18,5 °C en el extremo altitudinal (1.600 m) (Figura 10). Si se toma promedio de altitud de 200 m para las áreas bajas, la temperatura media anual asociada sería de 24,7 °C. En el caso de las zonas altas, si se asume una altitud promedio de 1.000 m, la temperatura media anual sería de 20,5 °C. Las temperaturas máxima y mínima media, variarían según los extremos de altitud, entre 20,5 y 31 °C (máximas) y 16,5 y 21,9 °C (mínimas) (Figura 11).

A lo largo del año, la variación en las temperaturas es muy poca. Los mínimos de temperatura ocurren en enero o febrero, con temperaturas medias de 24,2 °C en la zona baja y 20,5 °C en la zona alta. Los máximos de temperatura ocurren en septiembre, con temperaturas medias de 26,3 °C en la zona baja y 22,3 °C en la zona alta (Figura 12).

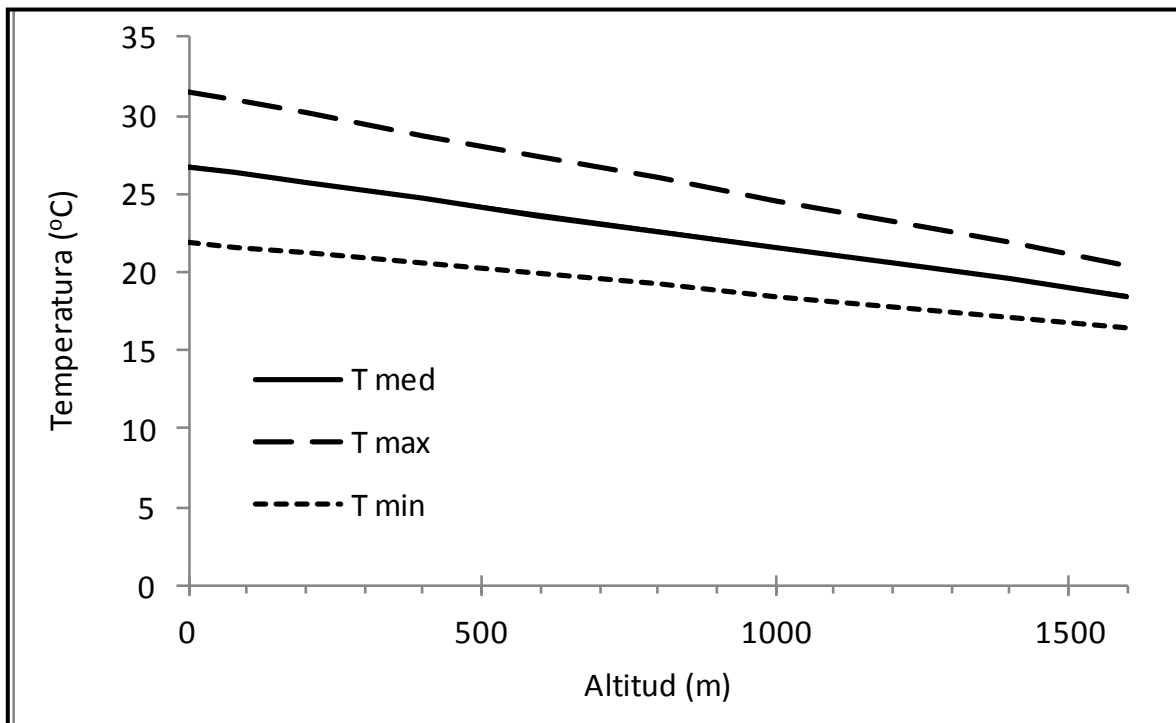


Figura 09. Relación entre la altitud y las temperaturas máximas, medias y mínimas obtenidas según el gradiente entre las estaciones Palmichal y La Justa.

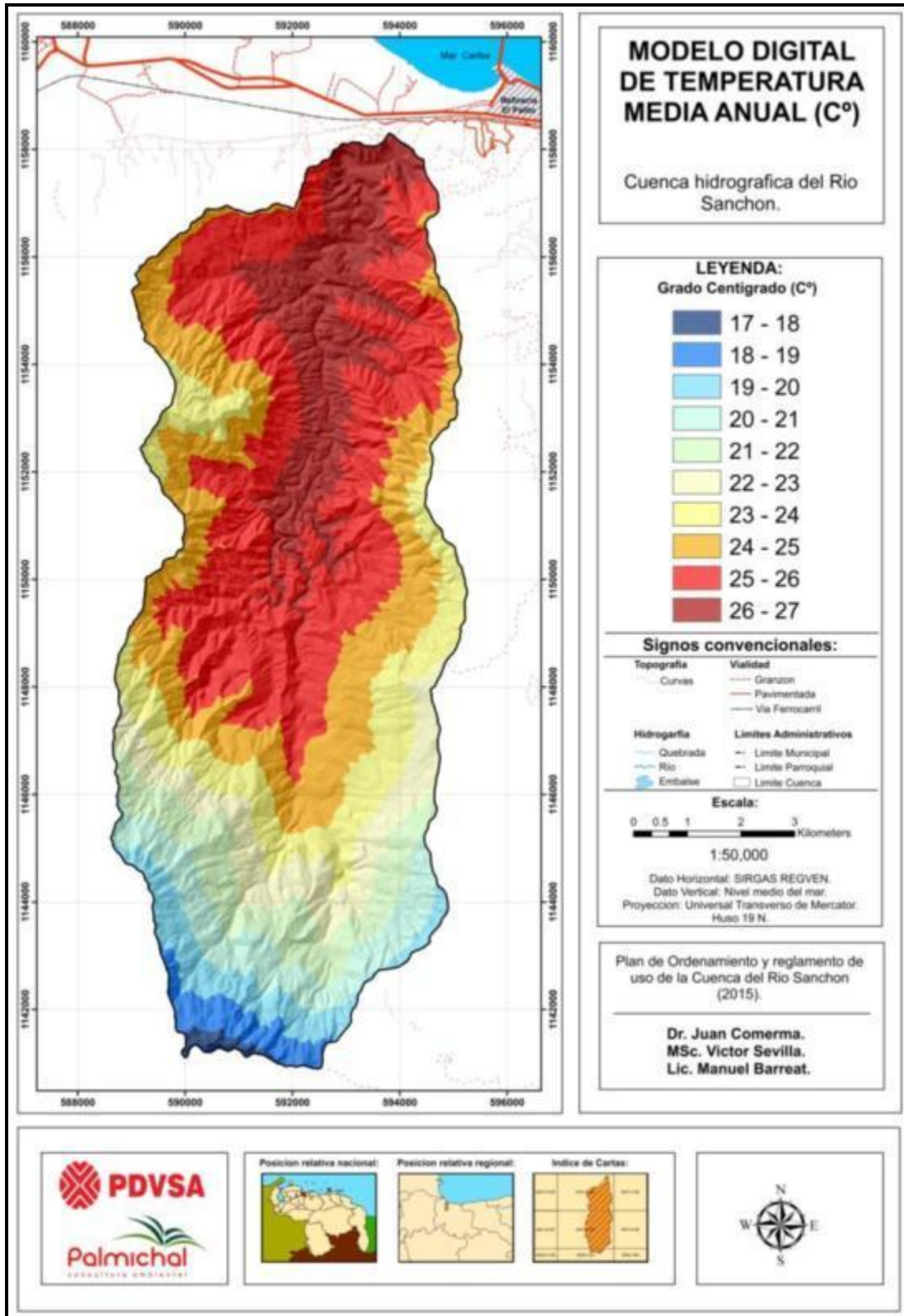


Figura 10. Modelo Digital de Temperatura Media Anual (°C) de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.

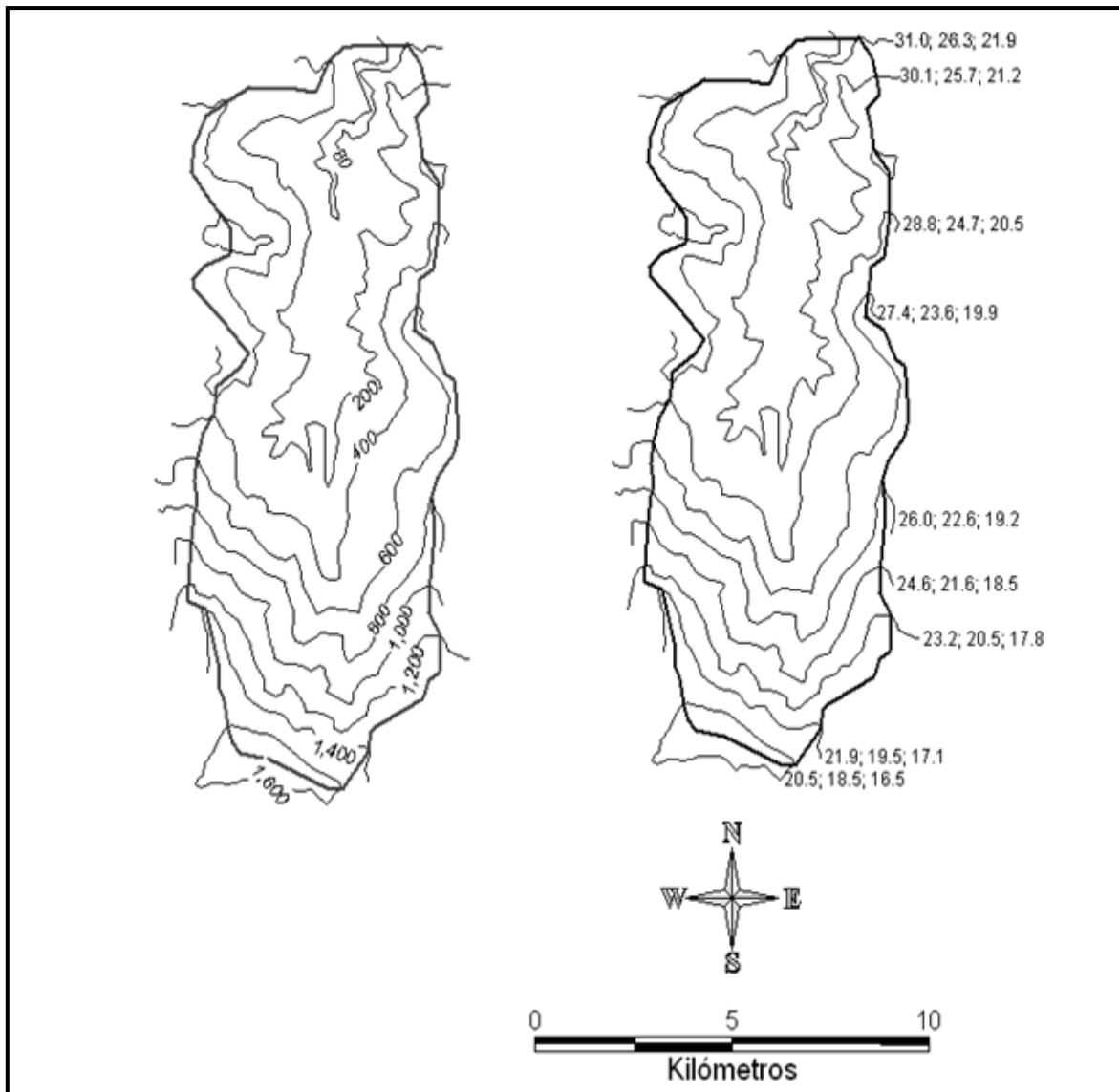


Figura 11. Altitudes (curvas de nivel; m) y sus temperaturas asociadas anuales promedio (en el orden máxima, media, mínima; °C).

2.1.2.3. Zonas de Vida.

En el caso de la cuenca del río Sanchón, dado el intervalo de temperaturas medias (26,3 °C en la zona más baja y 18,5 °C en la zona más alta) sólo existe el límite entre el Piso Basal y el Piso Premontano. Este límite se asocia a una temperatura media anual de 24 °C, que según la expresión de gradiente térmico local corresponde a 531 m. Al combinarse los pisos altitudinales obtenidos (Basal y Premontano) con la precipitación, se obtuvieron las siguientes zonas de vida (Figura 13):

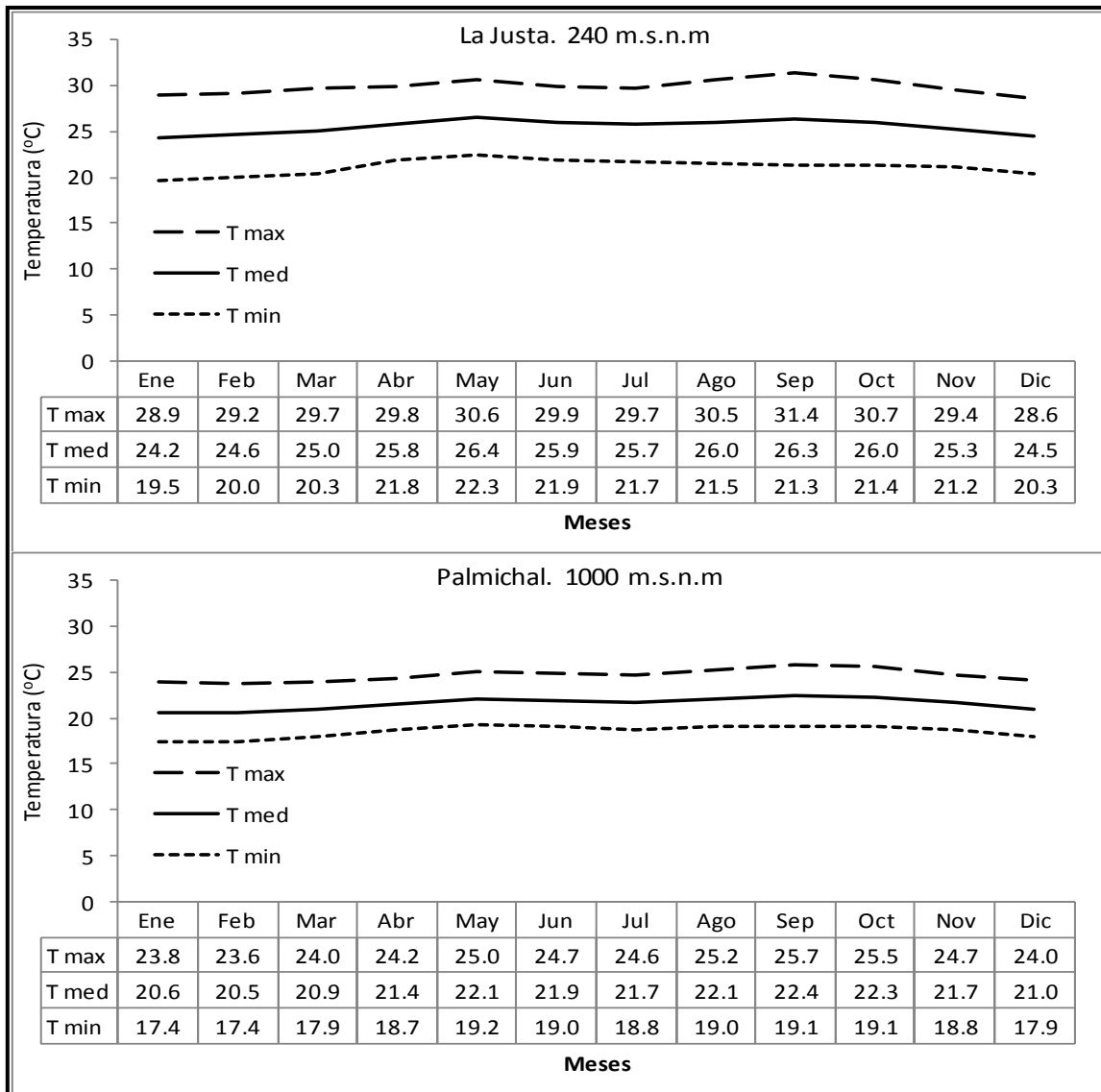


Figura 12. Temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales en las dos estaciones climatológicas asociadas a la cuenca.

▪ **Bosque Seco Tropical**

Representa la clase de humedad más seca de la cuenca. Ocupa la mayor proporción de la superficie, aproximadamente 5.551 ha, un 63%. Se ubica en el área central de la cuenca, donde la altitud es inferior a 530 m y la precipitación media anual varía entre 1.000 mm y poco más de 1.300 mm.

▪ **Bosque Seco Premontano**

Representa la clase de humedad intermedia de la cuenca. Ocupa una superficie de 2.077 ha, aproximadamente el 24%, principalmente en el sur este. Se ubica en

áreas de altitud intermedia de la cuenca. Su límite inferior es una altitud de 530 m, donde la precipitación es de 1.200 mm/año. Su límite superior no corresponde con una altitud definida, pues depende de una combinación de altitud y precipitación, hasta los 1.500 m con una precipitación de más de 1.300 mm/año.

▪ **Bosque Húmedo Premontano**

Representa la clase más húmeda de la cuenca. Ocupa la menor proporción de la superficie, aproximadamente 1.159 ha, un 13%, en el suroeste. Se ubica en el área superior de la cuenca, donde la altitud es superior a 700 m, si donde la precipitación supera los 1.300 mm/año, y hasta la cumbre de la cuenca, más de 1600 m, donde la precipitación es de poco menos de 1.200 mm/año.

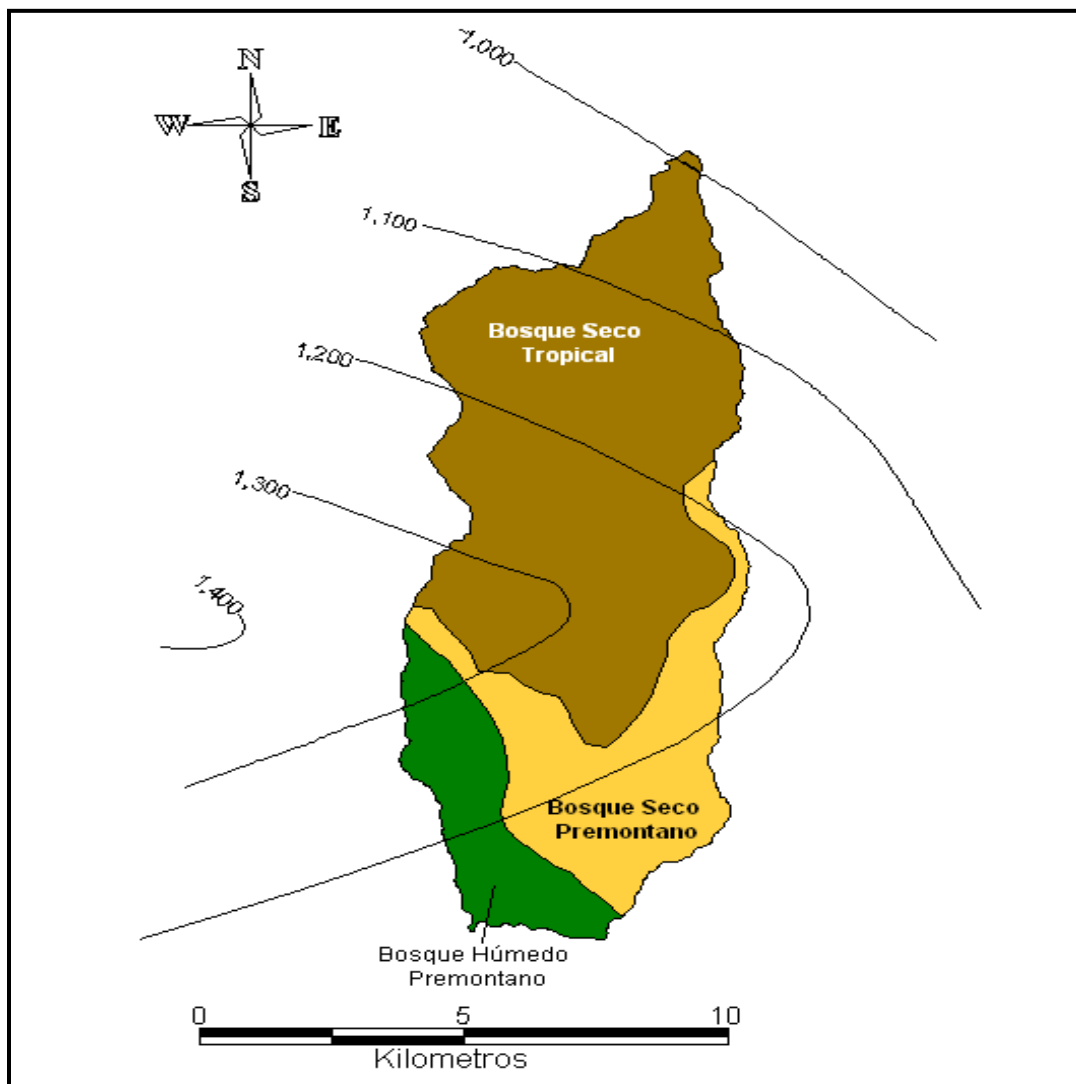


Figura 13. Zonas de Vida y precipitación promedio anual.

2.1.2.4. Evapotranspiración de Referencia

En general, la evapotranspiración de referencia varía entre 1.700 mm/año a un poco menos de 1.200 mm/año desde la parte más baja de la cuenca (norte) hasta los altos de ella (sur) (Figura 14). Ello corresponde con los valores de radiación, temperatura y velocidad del viento más altos en la parte baja, y que disminuyen en la medida que se asciende en la cuenca. Complementariamente, la humedad relativa aumenta con la altitud, lo cual también es razón del descenso de la evapotranspiración potencial.

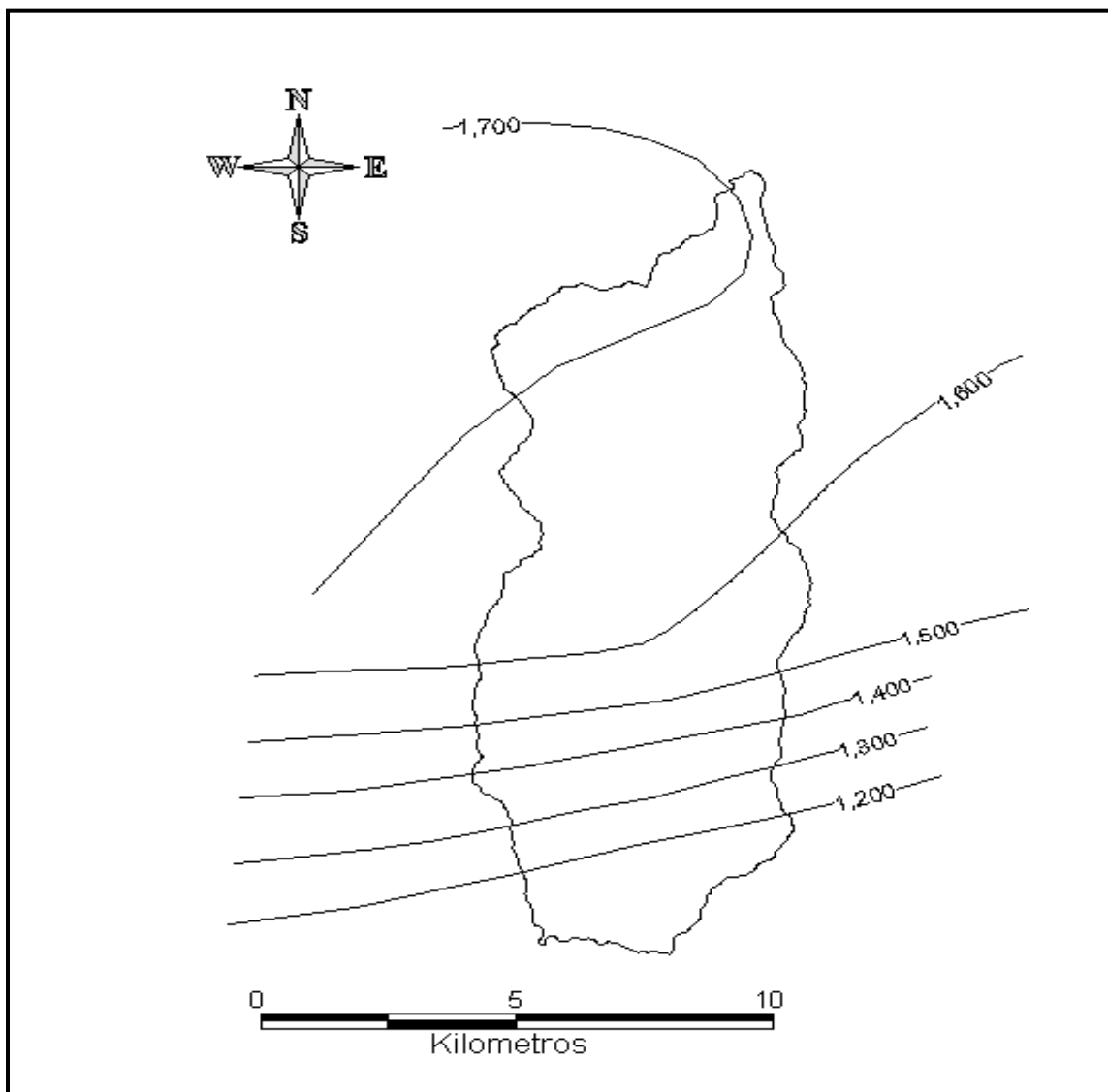


Figura 14. Evapotranspiración de Referencia.

Aproximadamente el 50% de la superficie de la cuenca presenta valores de evapotranspiración de referencia entre 1.600 y poco más de 1.700 mm/año, que corresponden, aproximadamente, con altitudes menores a 500 m y en una distancia aproximada de 8.000 m. Luego de esta cota, en el resto de la cuenca, los valores de evapotranspiración de referencia, debido principalmente al incremento de altitud, disminuyen en una tasa apreciablemente mayor con la distancia (desde 1.600 mm/año hasta 1.200 mm/año en una distancia de 5.000 m aproximadamente).

2.1.2.5. Número de Meses Húmedos

El número de meses húmedo en la cuenca varía desde poco menos de dos, en la parte más baja, hasta más de cinco, en la parte más alta (Figura 15). Este comportamiento corresponde con el incremento de la precipitación simultáneo de la precipitación y la altitud en sentido norte - suroeste, e incremento de la altitud desde la parte media de la cuenca en sentido norte - sur.

En esta zona, aunque la precipitación no aumente, la disminución de la radiación, temperatura y velocidad del viento, así como la disminución de la humedad, ocasionan disminuciones en la evapotranspiración de referencia, con lo que, consecuentemente, se aumenta la humedad ambiental.

Puede establecerse una correspondencia aproximada entre el número de meses húmedos y la zona de vida (Cuadro 05). En el área más baja de la cuenca, que presenta menos de tres meses húmedos, la zona de vida es de Bosque Seco Tropical. En el área de altitud intermedia, con alrededor de cuatro meses húmedos, se presentan zonas de vida de Bosque Seco Tropical y Bosque Seco Premontano (dada la transición pisos altitudinales).

Finalmente, en área más alta, con alrededor y más de cinco meses húmedos, corresponde con las zonas de vida Bosque Seco Premontano (al este) y Bosque Húmedo Premontano (al oeste) según la precipitación incrementa en hacia el oeste.

En las áreas de altitud baja e intermedia de la cuenca, el período húmedo de la cuenca se ubica a finales de año, mientras que en el área alta, el período húmedo se extiende desde abril hasta finales de año (Figura 16).

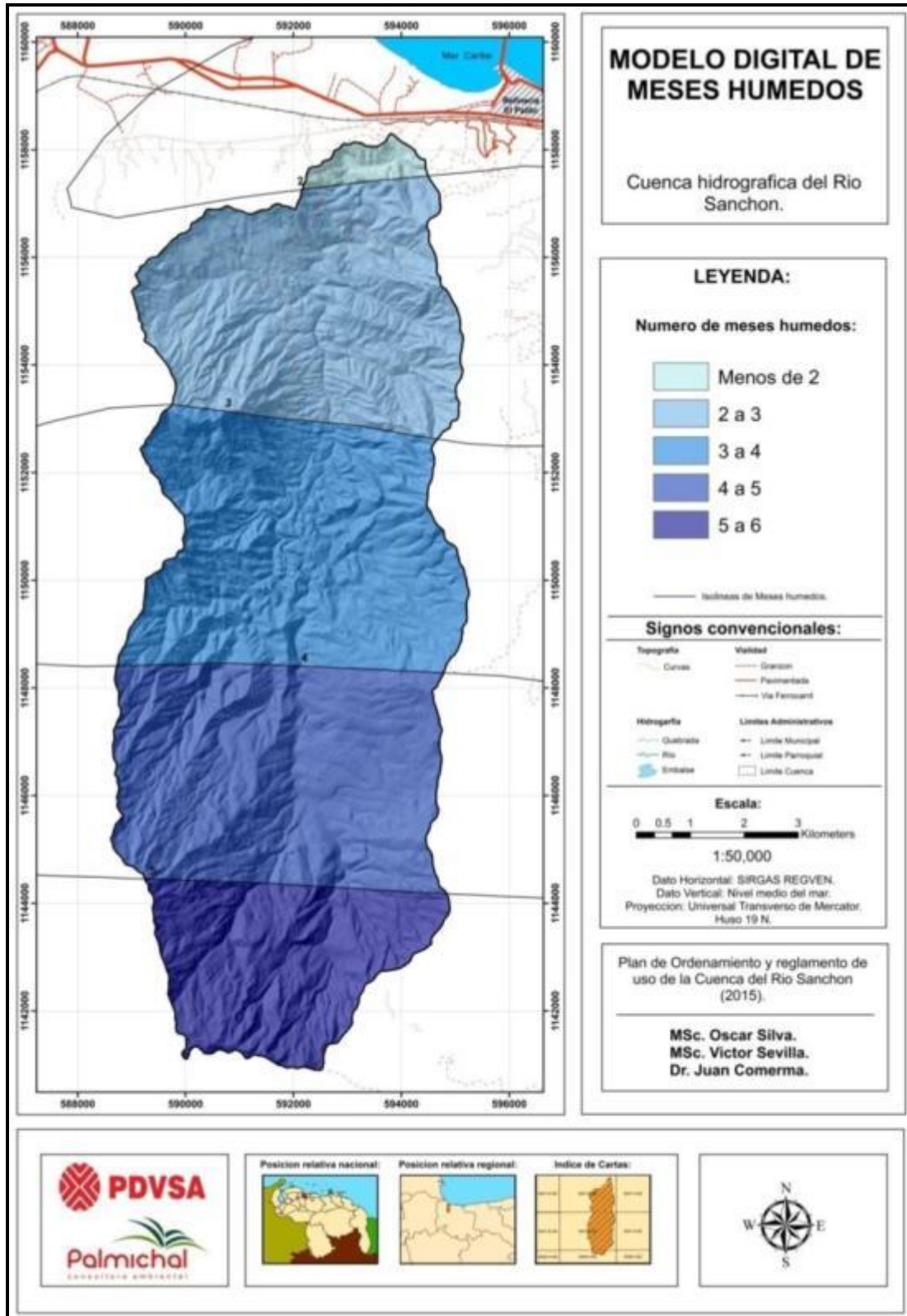


Figura 15. Número de Meses Húmedos, de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.

Cuadro 05. Correspondencia aproximada del número de meses húmedos con otras características o factores climáticos de la cuenca.

Número de meses húmedos	Altitud (m)	Precipitación (mm/año)	ET0 (mm/año)	Zona de Vida
2	80 - 200	1.000 - 1.100	1700	Bosque Seco Tropical
3	200 - 400	1.100 - 1.200	1.600 - 1.700	Bosque Seco Tropical
4	400 - 800	Más de 1.200	1.400 - 1.600	Bosque Seco Tropical - Bosque Seco Premontano
5	800 - 1.600	Más de 1.100	Menos de 1.400	Bosque Seco Premontano - Bosque Húmedo Premontano.

Fuente: Elaboración propia

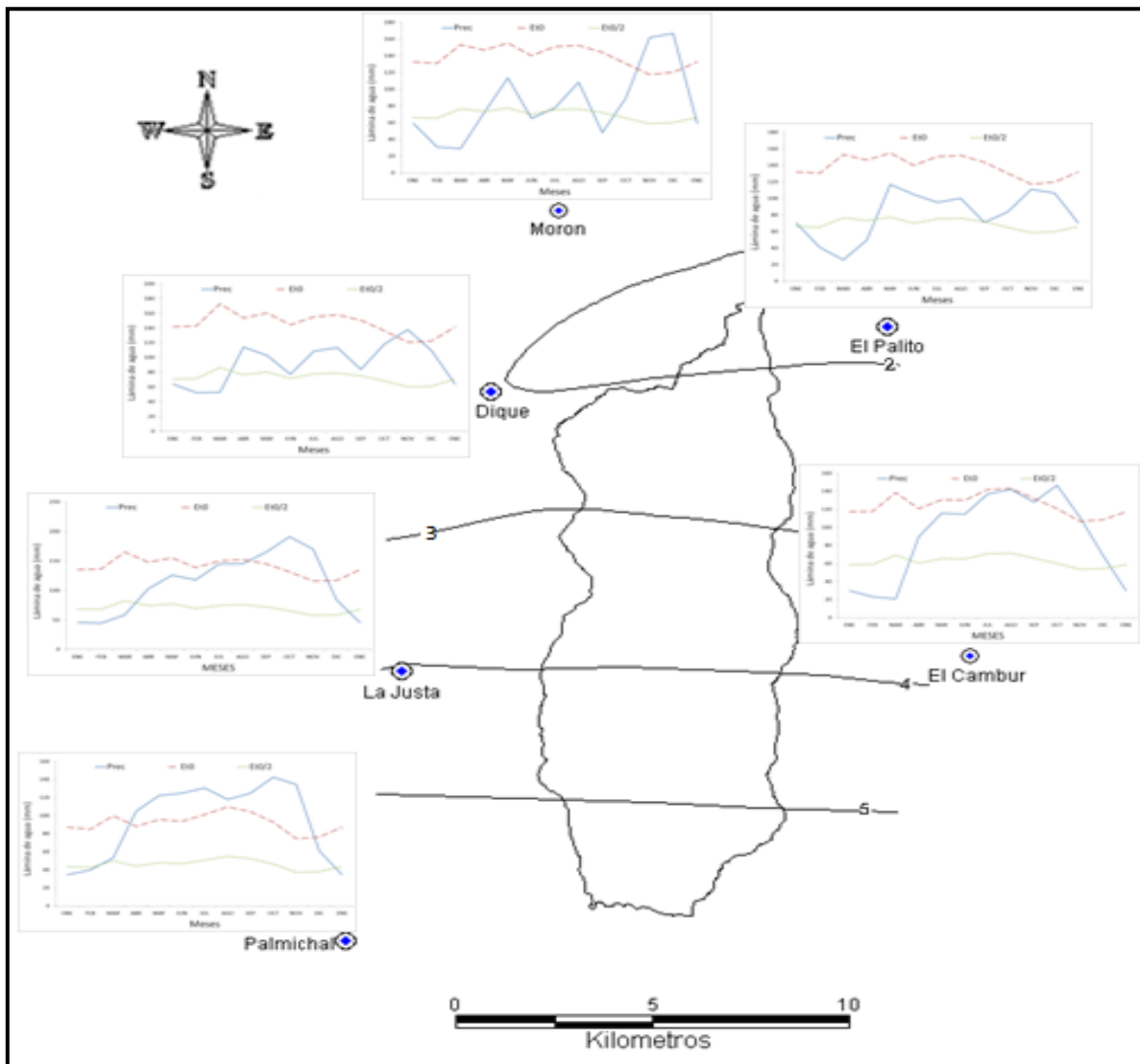


Figura 16. Número de meses húmedos y períodos de humedad de las estaciones pluviométricas asociadas a la cuenca

2.1.3. CONCLUSIONES

La información climatológica disponible en la periferia de la cuenca permitió hacer una caracterización relativamente fiable. Las estaciones con registros de precipitación se encuentran a distancias aceptables, la mayoría a ubicadas menos de 5 km del perímetro de la cuenca. En el mediano plazo, posteriores caracterizaciones serán más fiables al contarse con los registros de dos estaciones climatológicas recientemente instaladas.

En cuanto a temperatura, la disponibilidad de información de dos estaciones a menos de 6 km se considera adecuada para su análisis. Fue posible establecer un gradiente altotérmico local para la temperatura máxima, media y mínima dada la existencia de dos estaciones cercanas con diferencia de altitud significativa. Ello a su vez, permitió asociar la altitud de la cuenca con valores de temperatura.

Se considera que el grado comparativo de incertidumbre entre elementos climáticos sea mayor en la evapotranspiración de referencia, dadas las restricciones de información de radiación, velocidad del viento y humedad relativa, que obligaron a estimaciones y ajustes a partir de tres estaciones ubicadas entre 6 y 15 km de la cuenca. Una limitación generalizada fue la imposibilidad de contar con registros de elementos climáticos homogéneos en período. No obstante, se considera que la confiabilidad de cada uno fue adecuada para obtener valores estables y variación representativa.

La precipitación en la cuenca varía entre 1.000 y 1.300 mm/año, incrementándose en sentido norte-suroeste, con patrones donde los máximos de lluvia se presentan a finales de año en el norte y oeste de la cuenca, y distribución entre abril y diciembre al este y sur de ella.

La temperatura varía entre 26,3 °C (parte más baja) y 18,5 °C (parte más alta), con máximas de 31,0 °C y mínimas de 17,8 °C, respectivamente. En la mayor parte de la superficie, los valores medios de temperatura, combinados con los valores de precipitación, hasta una altitud de 530 m, se derivan en zona de vida de Bosque Seco Tropical. Sobre esta cota, y según diversas combinaciones precipitación y temperatura, se derivan las zonas de vida de Bosque Seco Premontano (donde a pesar de la altitud la precipitación no es suficiente para cambiar la zona de humedad) y Bosque Húmedo Premontano (donde la precipitación es suficiente para cambiar la zona de humedad a un altitud dada).

El Número de Meses Húmedos a lo largo de cuenca varía entre un poco menos de dos (zona más baja), hasta más de cinco (zona más alta). Ello responde al patrón de incremento de la precipitación, especialmente en sentido norte - suroeste, y a la disminución de la evapotranspiración de referencia con el incremento de altitud, asociado a su vez a disminución en la radiación, temperatura y velocidad del viento, así como a incremento de la humedad relativa. La concentración de meses húmedos ocurre a finales de año en el área de baja y media altitud; y distribuidos entre abril y diciembre en la zona alta de la cuenca.

2.2. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

La caracterización físico - natural que se plantea realizar permitirá definir unidades que servirán de orientación sobre las potencialidades de cada sector, mediante el análisis de los elementos del medio (vegetación, clima, geomorfología y suelos), correlacionando los diversos elementos analizados para observar su forma de integración y manifestación en el paisaje.

2.2.1. MATERIALES Y MÉTODOS EMPLEADOS

Para la realización del estudio de suelos se utilizó la “Proposición Metodológica para Estudios de Suelos en Cuencas Altas” (Steegmayer y Bustos, 1980), la cual para la separación de las unidades geomorfológicas establece tres (3) categorías en el sistema de clasificación (Sistema, Unidad, Forma y Posición), las cuales tienen su definición en base a su tiempo de ejecución, del detalle requerido y del material gráfico base disponible para la interpretación, y de los objetivos perseguidos:

- **Sistemas de Relieve:** Son unidades geomorfológicas representables a la escala 1:250.000.
- **Unidades de Relieve:** Constituyen subdivisiones de los sistemas de relieve, representables a las escalas 1:50.000 ó 1:100.000.
- **Forma y Posición:** Son subdivisiones de las unidades de relieve, representables a la escala 1:25.000.

En la primera categoría se discuten los pasos necesarios para obtener información sobre extensas áreas con poca o ninguna información y lograr un diagnóstico general del recurso suelo y de sus posibilidades de desarrollo.

Los objetivos para la categoría dos son más precisos, y la información a recabarse sobre los recursos será más detallada y apta, para la elaboración de anteproyectos, donde la información será óptima para los Diagnósticos Conservacionistas de cuencas altas.

Finalmente, para la categoría tres la información a obtenerse sobre el recurso suelo, litología, vegetación, erosión, dinámica, entre otros, deberá suministrar la información necesaria para la planificación específica del uso de la tierra, conocer su valor escénico, turístico, recreacional, hidráulico, faunístico, florístico o interés científico.

Este estudio se enmarca dentro de la Segunda Categoría del Sistema (Nivel preliminar, escala 1:50.000), por lo que se utilizaron la Unidad de Relieve para la delimitación geomorfológica; asimismo, el estudio siguió los lineamientos establecidos por el MARNR (1992). La clasificación taxonómica de los suelos se efectuó hasta el nivel de Subgrupos, teniendo como herramienta básica la Claves para la Taxonomía de Suelos (USDA, 2014).

El levantamiento de campo, se realizó mediante el sistema de chequeos libres, en su mayoría orientados según la forma y disposición de las unidades geomorfológicas y guiados por la información proveniente de los documentos disponibles tales como el Modelo Digital de Elevación (MDE), mapa de pendientes, mapa de geología y el mapa de clases fisiográficas. La densidad de observaciones fue de aproximadamente 0,4 obs./Km², la cual es baja si se toma en cuenta el número de observaciones especificadas en la metodología para el nivel del estudio preliminar a escala 1:50.000, pero que se consideran adecuadas para los propósitos generales del estudio y dada la dificultad de accesibilidad del área por la densa cobertura vegetal, altas pendientes y falta de vías. En la ejecución de las actividades se cumplieron las siguientes fases:

2.2.1.1. Fase Preparatoria

Análisis del material cartográfico disponible, para la separación de las unidades geomorfológicas, tales como: Imagen de Satélite del sensor QuickBird de DigitalGlobe, Modelo Digital de Elevación (MDE), que representa de manera completa y continua la distribución espacial de una variable, en nuestro caso la superficie del terreno. Para generarlo se requirió de ciertos elementos básicos como: Curvas de nivel (hojas cartográficas a escala 1:25.000 del Instituto

Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar” (IGVSB), red hidrográfica, puntos de altimetrías, perímetro del área de la cuenca; el procedimiento seguido para lograr la interpolación se basó en el modelo desarrollado por Hutchinson (1988). Luego de contar con el Modelo Digital de Elevación, se confeccionan los mapas de Clases de Pendientes, Clases Fisiográficas, además de los anteriores se utilizó el Mapa de Geología y las cartas geográficas a escala 1:25.000.

Con respecto a la delimitación preliminar de unidades geomorfológicas se tiene que mediante el uso del material cartográfico disponible, se realizó la separación de las unidades geomorfológicas, la cual se basa en la descripción del relieve, en cuanto a la forma y densidad de las formas, representadas por una sucesión de formas recurrentes, tales como crestas, vigas e incisiones, que presentan características similares en cuanto a litología, grado, tipo y complejidad de pendientes, que han sido modelados en un clima particular. Se elaboró así el Mapa Geomorfológico y Leyenda Preliminar.

2.2.1.2. Fase de Levantamiento

Realización de travesías o transectas con el fin de caracterizar las diversas Unidades Geomorfológicas, ajustar las líneas de Unidades Geomorfológicas y de la Leyenda Preliminar. Descripción, clasificación taxonómica preliminar de los suelos y de la capacidad de uso y toma de muestra de los perfiles de suelos. Proceso de correlación progresiva de Suelos.

2.2.1.3. Fase de Laboratorio

Análisis físico-químico de las muestras de suelos, incluyendo análisis de rutina, como pH, textura, potasio, fósforo y calcio, materia orgánica y sales, y algunos especiales, como Capacidad de Intercambio y cationes intercambiables, todos realizados en el laboratorio de Suelos del Centro Nacional de Investigaciones agrícolas (CENIAP) a través instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

El análisis y procesamiento de la información recabada en campo se realizó mediante la revisión de Planillas de Descripción de Suelos, ubicación en mapa de perfiles de suelo y clasificación taxonómica definitiva de los suelos, de acuerdo a los resultados de laboratorio, conformación de unidades cartográficas de suelos, y proceso de evaluación de las unidades de tierras según su Capacidad de Uso.

La elaboración de informe y mapas implicó la redacción de Informe y la elaboración de Mapas Definitivos. En tal sentido, se tiene que la utilización de la geomorfología en los estudios de suelos se constituye en una herramienta útil para este propósito, ya que proporciona el conocimiento de lo concerniente a las diferentes formas de la tierra, que a su vez permite hacer ciertas predicciones en cuanto a las diferentes clases de suelos y algunas características edafológicas, inferir sobre los grados de pendiente y la presencia de procesos erosivos, entre otros, características que son utilizadas en la toma de decisiones acerca de los usos más adecuados para un área particular y para la planificación del uso de la tierra.

2.2.2. RESULTADOS

El área de estudio corresponde a la cuenca del río Sanchón, la cual posee característica especial; ya que existe baja intervención antrópica y una cobertura arbórea en el 85% de la cuenca, que brinda protección a los suelos y permite inferir una baja susceptibilidad a la erosión, aun cuando posee áreas con altas pendientes, suelos con presencia de pedregosidad en la superficie en algunos sectores de la cuenca baja, que puede ser producto de procesos de erosión hídrica laminar y diversas condiciones de profundidad.

La cuenca se caracteriza por presentar solo dos tipos de paisajes: Montañas y Planicie. El paisaje de Montaña se convierte en la geoforma predominante, caracterizándose por la presencia de vertientes de diferentes formas, que definen el tipo de relieve característico de este paisaje.

Se debe mencionar que no existe el paisaje de Valle, ya que los ríos y quebradas se presentan encajonados dentro del área montañosa. La Planicie corresponde a explayamientos en la salida del río del área de montaña y se presenta como un relieve plano y pendientes relativamente bajas, la superficie correspondiente a esta unidad ha sido alterada por el uso en las instalaciones petroleras (Refinería El Palito) y de generación de energía (Plantacentro).

Con la finalidad de lograr la separación de las geoformas en el área de estudio, se utilizaron los documentos disponibles tales como: el modelo digital de elevación, el mapa de pendientes, la geología y la fisiografía.

2.2.2.1. Modelo Digital de Elevación (MDE)

El Modelo Digital de Elevación (MDE) permite visualizar que la cuenca del río Sanchón tiene una forma alargada de sur a norte y estrecha de este a oeste, presenta un relieve montañoso disectado en prácticamente toda su superficie, con el cauce del río encajonado en su parte central y orientado de sur a norte. La altura del terreno sobre el nivel del mar va desde cero (0) msnm en su extremo norte, en el sitio de la desembocadura del río Sanchón al mar Caribe, hasta unos 1.772 msnm hacia la zona sur, en la divisoria de aguas con la cuenca del río Chirgua (Figura 17).

Las alturas en la cuenca se incrementan hacia el sur, encontrándose al Suroeste por el lado izquierdo del río Sanchón la Cumbre “Los Silva” con una altura de 1.600 msnm, por la divisoria oriental de la cuenca, al margen derecho del río Sanchón, se tienen de sur a norte la cumbre San Pablo (Sureste) con una altura de 1.440 msnm, siguiendo ese rumbo continua la fila Los Cajeros a 1.000 msnm y finalmente el Cerro “la Corona” (Este) con 880 msnm. Las alturas bajas predominan en la cuenca con cotas menores a 400 msnm, ocupando el 51,0% del área total de la cuenca, las menores a 600 msnm son el 67,0% de la misma y la superficie que abarcan los terrenos entre 600 y 1.000 msnm son solo el 17,0% y el área que se ubica entre los 1.000 y 1.772 msnm solamente alcanzan el 16,0%; esto se puede observar en el Cuadro 06 y la Figura 18.

Cuadro 06. Clases de alturas en la cuenca el río Sanchón.

Clases de alturas (msnm)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	% Acumulado
0 - 100	680	8	8
100 - 200	1,503	17	25
200 - 400	2,267	26	51
400 - 600	1,403	16	67
600 - 800	847	10	77
800 - 1.000	589	7	83
1.000 - 1.200	558	6	90
1.200 - 1.400	474	5	95
1.400 - 1.600	291	3	98
1.600 - 1.772	132	2	100
Total	8,745	100	-

Fuente: Elaboración propia

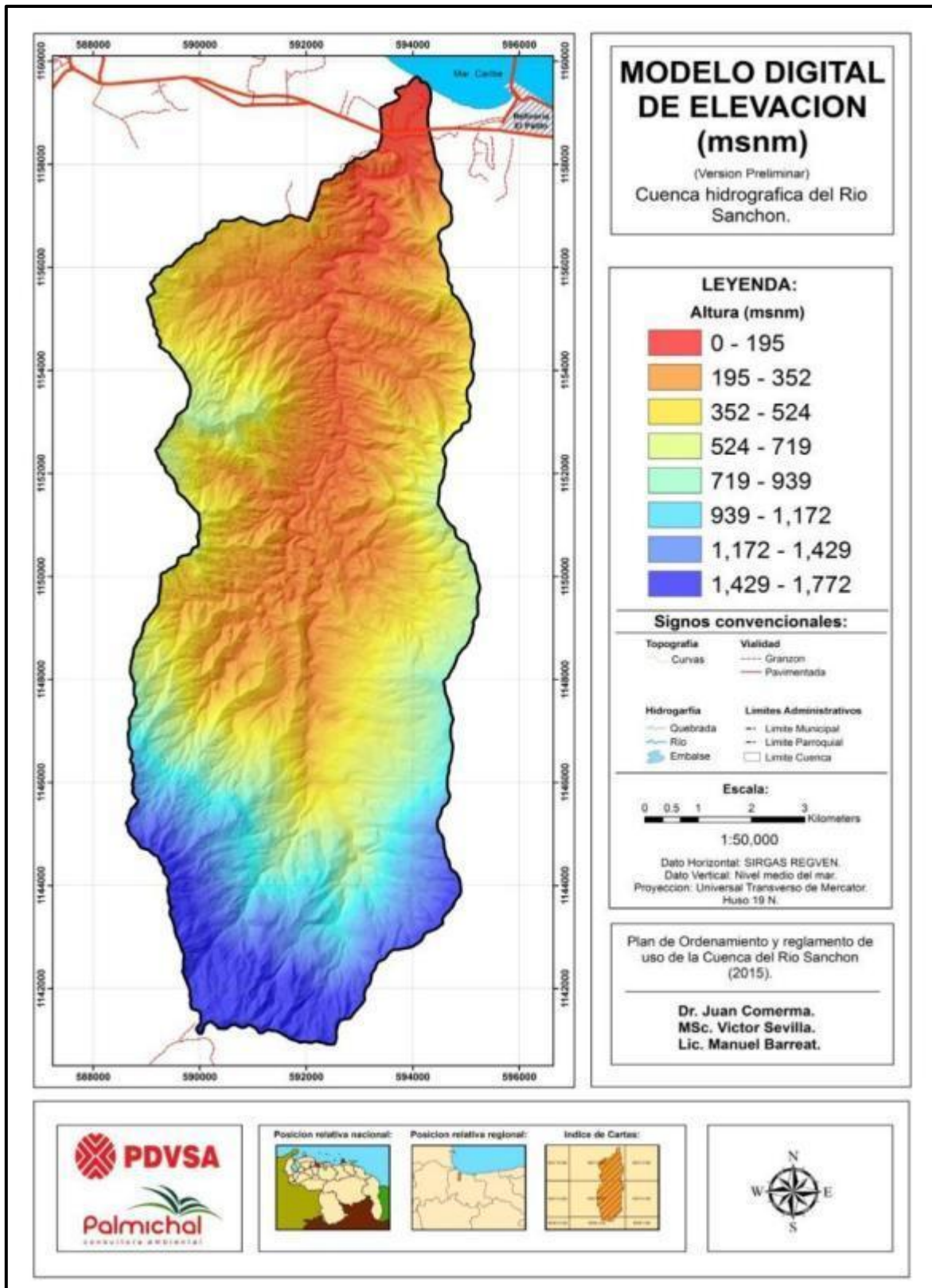


Figura 17. Modelo Digital de Elevación (MDE) de la cuenca del rio Sanchón.

2.2.2.2. Clases de Pendientes

El uso del MDE permite la confección del mapa de pendientes, característica que por su relación directa en la ocurrencia de procesos de erosión, que es la degradación y transporte de material de suelos e incluso de rocas y su posterior acumulación, tiene una gran influencia en la generación de las formas de la tierra y en la estabilidad de los paisajes que tiene una íntima relación con el mayor o menor desarrollo de los suelos.

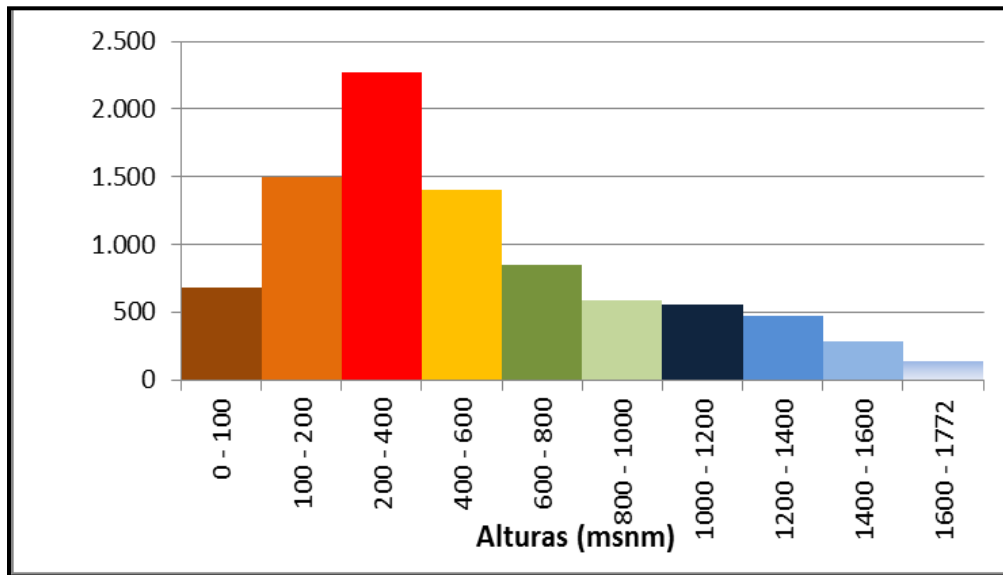


Figura 18. Histograma de altitud en la cuenca del río Sanchón.

Las consideraciones anteriores, así como la característica de mostrarse en perspectiva 3D contribuyen a visualizar las grandes diferencias de relieve presentes en la cuenca, apoyando mucho la delimitación de las unidades geomorfológicas y las unidades de suelo.

El Modelo Digital de Clases de Pendiente se generó a partir de modelo digital de elevación, usando en este caso las mismas clases de pendiente que se usan en la Clasificación de la Capacidad de Uso, esto es limitaciones al uso agrícola por pendientes (Cuadro 07 y Figura 19).

La predominancia de los altos valores de pendiente presenta restricciones para cualquier tipo de uso de la tierra y adicionalmente, es un factor físico-natural de importancia en los procesos erosivos y pedogenéticos, por lo que estas áreas poseen un alto riesgo potencial de erosión. Más específicamente los resultados se pueden describir de la manera siguiente:

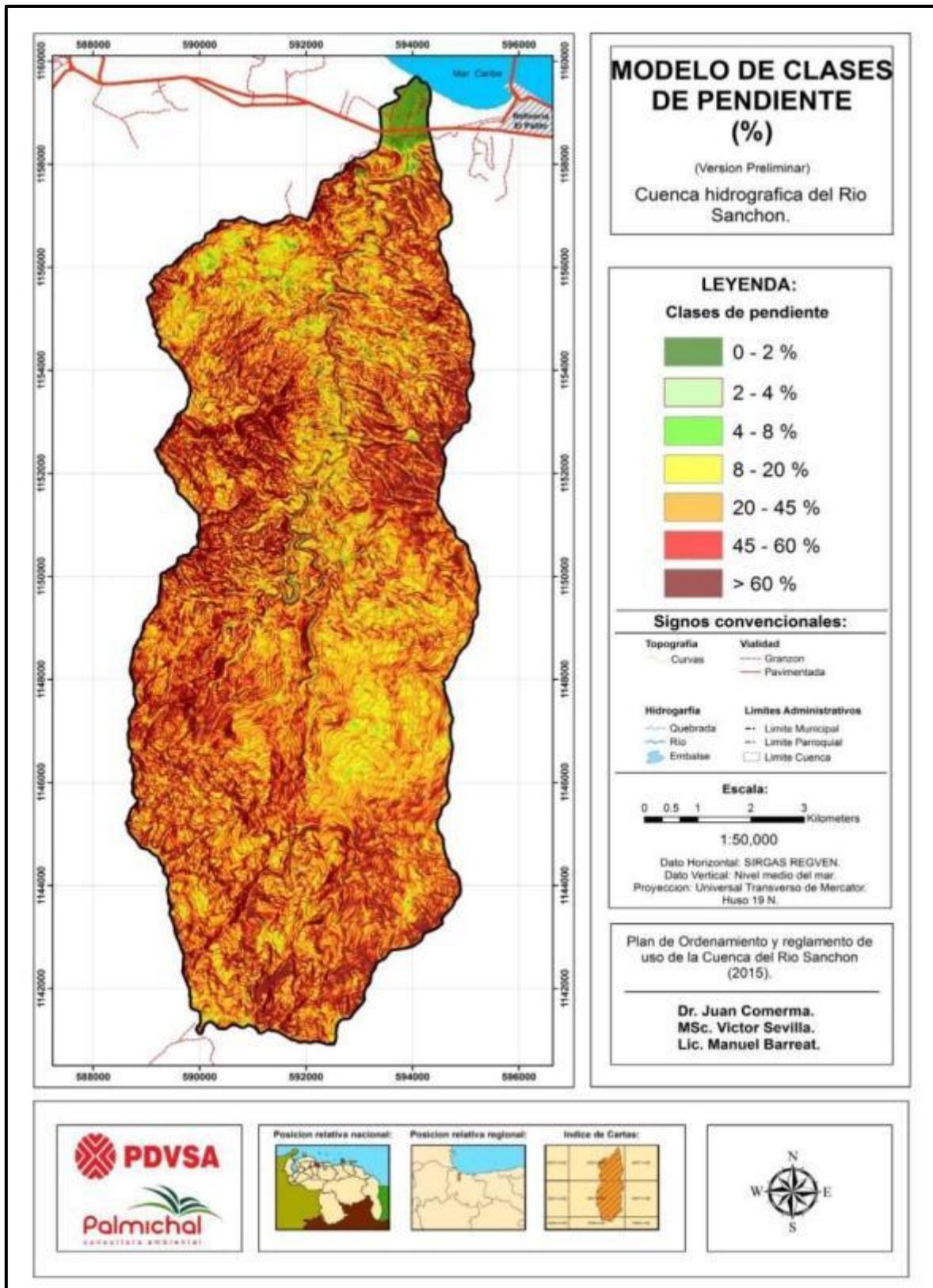


Figura 19. Modelo Digital de Clases de Pendiente de la cuenca del río Sanchón.

Cuadro 07. Clases de pendientes en la cuenca del río Sanchón.

Clase	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	%
Sin limitaciones	0 - 2	176	2
Muy ligeras limitaciones	2 - 4	0	0
Ligeras limitaciones	4 - 8	95	1
Moderadas limitaciones	8 - 20	1.051	12
Fuerte limitaciones	20 - 45	3.562	41
Severa limitaciones	45 - 60	1.923	22
Muy severa limitaciones	> 60	1.938	22
Total	-	8.745	100

Fuente: Elaboración propia

- La clase de pendiente más frecuente en la cuenca corresponde a la denominada de fuerte limitaciones (20 - 45%) con aproximadamente 3.531 ha (41%). Se ubica muy distribuido en el terreno y posee un alto riesgo de erosión.
- La clase de severa limitaciones (45 - 60%) es la segunda con mayor extensión con 1.895 ha (22%), se ubican muy distribuido en la cuenca, particularmente de la parte central hacia el norte en las laderas derecha y de la parte central al Sur en la ladera occidental, este relieve posee un alto riesgo potencial de erosión a tomar en cuenta.
- La clase de muy severa limitaciones, (> 60%), ocupa 1.895 ha, que corresponden al 22% del área de la cuenca, se localizan en la parte central hacia el norte en las laderas a ambos lados del río Sanchón y los riesgos de erosión son muy altos.
- Aproximadamente un 12% de total de la superficie (1.034 ha), posee pendiente moderada de 8 a 20%. Se localizan al noroeste de la cuenca en las laderas occidentales y al sureste entre las laderas de montañas del margen derecho del río Sanchón.
- Las clases de pendientes de muy ligera y ligera limitaciones (< 8%), ocupan aproximadamente un 3% de la superficie de la cuenca, o sea 258 ha, corresponden a las áreas de planicie costera y algunas pequeñas zonas entre las laderas de las montañas donde disminuye la pendiente.

En el sentido longitudinal de la cuenca se puede apreciar una pendiente abrupta entre la altura de 1.600 msnm., y hasta aproximadamente los 500 m., en donde cambia la pendiente y el perfil se hace menos inclinado, hasta el sector donde el río Sanchón alcanza su desembocadura en el mar.

El relieve en la cuenca del río Sanchón es preponderantemente accidentado, donde predominan los valores altos de pendientes, los cuales se manifiestan al observar que el 85% de las tierras de la cuenca, tienen 20% o más de pendiente, lo cual las califica como de fuertes a muy severas limitaciones.

2.2.2.3. Geomorfología por Pendientes

El mapa de unidades geomorfológicas por pendiente en el cual se representan las pendientes menores y mayores al 45%, se utilizó como premisa en la confección del mapa de suelos, tomando este valor de pendiente como referencia en base a la calificación de uso de los terrenos, considerando que este valor de pendiente prácticamente separa los rangos de pendientes para el uso de operaciones agrícolas usuales, en vista que el valor de 45% define la posibilidad de mecanización, pero con el uso de prácticas mayores, igualmente se toma en cuenta la posibilidad de ocurrencia de procesos erosivos ya que a medida que las pendientes se hacen más inclinadas aumenta el peligro de erosión y la ocurrencia de movimientos de masa y de deslizamiento del suelo.

Para la denominación de estas dos áreas tomamos el nombre que pareció más adecuado a su presentación. Las zonas con pendientes menores a 45% se denominaron planos inclinados, mientras las mayores escarpado y complejo.

En la Figura 20, se muestran los sectores con pendientes mayores y menores a 45%.

2.2.2.4. Geología

Desde el punto de vista de la geología predominante del área, se compilo el mapa de formaciones, derivado de Urbani y Moada (2002) de la Escuela de Geología de la UCV, que se muestra en la Figura 21.

La cuenca del río Sanchón se ubica en un área donde las formaciones geológicas están constituidas principalmente por un bloque o pilar tectónico integrado por rocas metamórficas e ígneas, intensamente erosionadas y fuertemente plegadas. Están representadas en la casi totalidad de su superficie por la Asociación Metamórficas Ávila (Pre-Mesozoico) y la Asociación Metamórfica La Costa (Mesozoico), la primera constituida por los Augengneis de Peña de Mora y por el Complejo San Julián, que litológicamente está integrada por gneis granítico (Augengneis de Peña de Mora), esquisto (Complejo de San Julián).

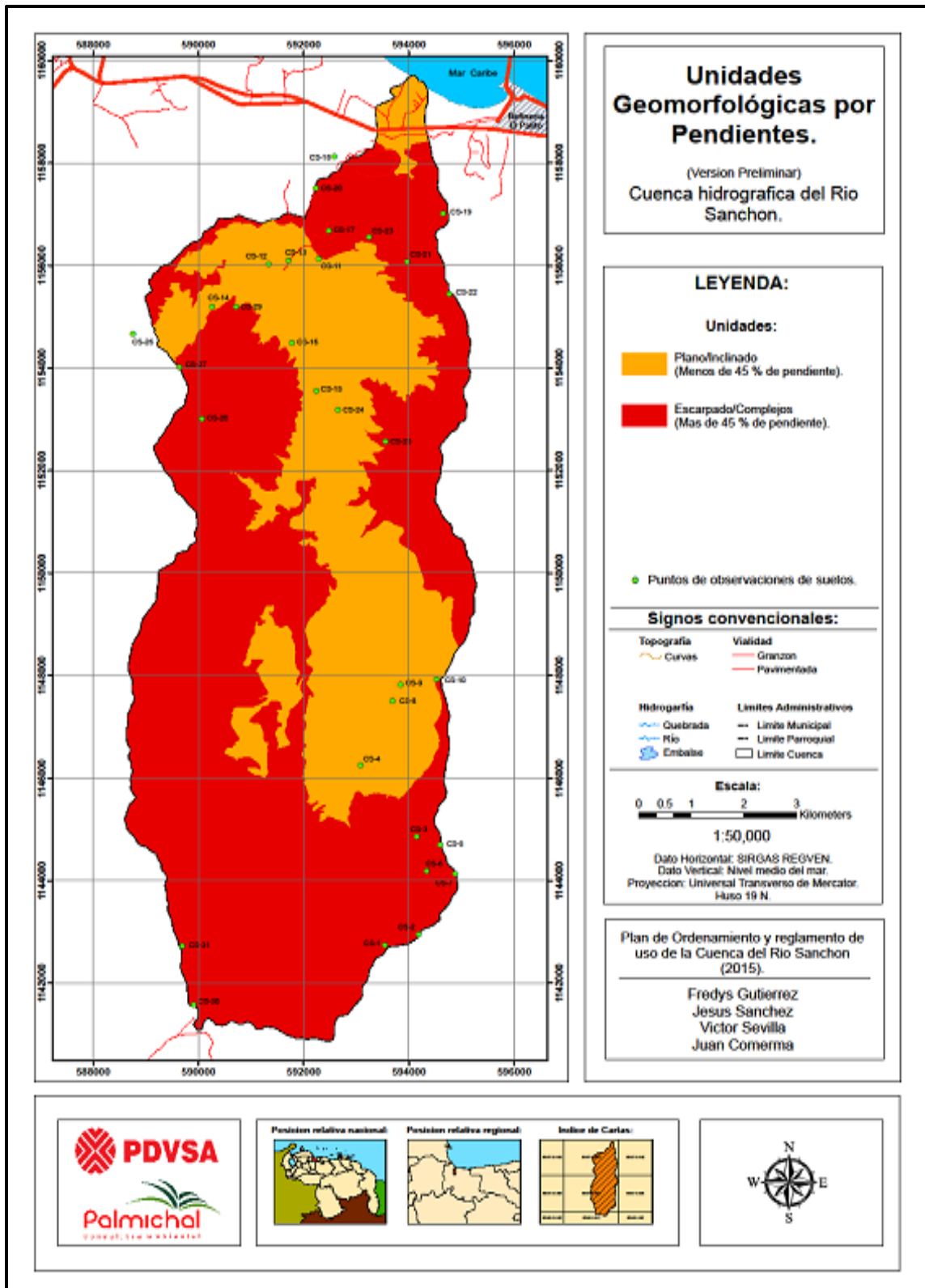


Figura 20. Mapa de Unidades Geomorfológicas por Pendiente de la cuenca del rio Sanchón.

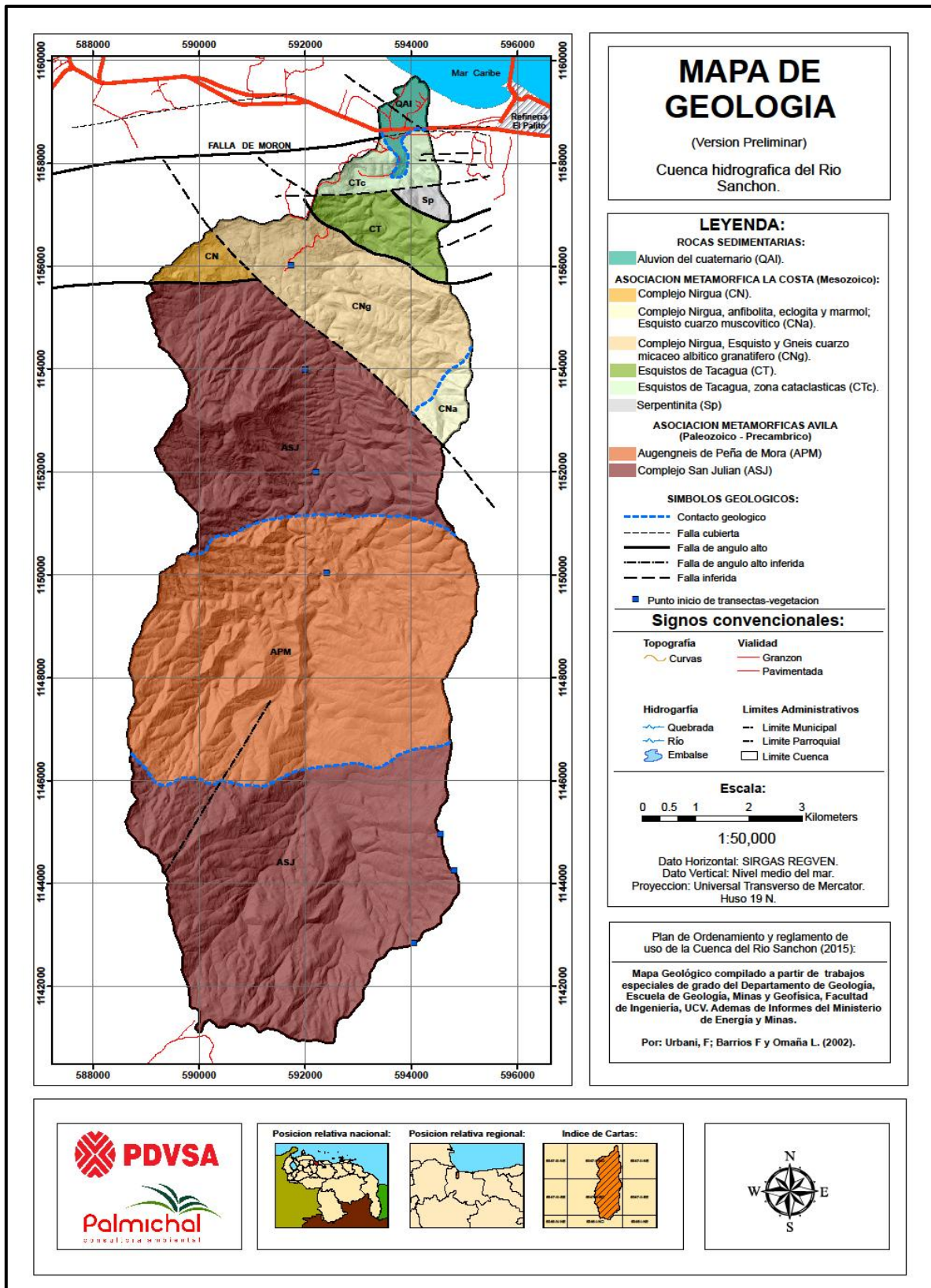


Figura 21. Mapa de Geología de la cuenca del rio Sanchón.

La segunda corresponde al denominado Complejo Nirgua y está constituida litológicamente por la asociación de anfibolita granatífera - clinopiroxénica, anfibolita granatífera, eclogita, anfibolita epidótica - plagioclásica, mármol, cuarcita y esquisto cuarzo - plagioclásico - muscovítico. En síntesis, la geología es bastante uniforme en la porción media y alta de la cuenca y algo diferente en el zona baja no pareciendo afectar significativamente la geomorfología del área.

Desde el punto de vista estructural, es posible identificar evidencias de tectonismo en el área en estudio, varias fallas geológicas de diferentes tipos se ubican en la parte baja de la cuenca, una de ellas es la Falla de Morón que atraviesa en sentido este-oeste en el sector El Palito a la altura de la carretera Puerto Cabello-Morón. Considerando lo anterior, se puede observar que el área de estudio está constituida litológicamente por materiales que por su dureza dan origen a vertientes principalmente de formas rectilíneas, con pendientes pronunciadas y muy pocas áreas con formas redondeadas,

2.2.2.5. Clases Fisiográficas

La fisiografía se constituye en una herramienta importante en la separación de las unidades geomorfológicas y de suelos. Para la delimitación de las mismas se contó con un mapa denominado Clases Fisiográficas (Figura 22) conformado con la información de grado de cobertura de la vegetación y varios parámetros del relieve, brindando una información integrada de estos factores y generando líneas que delimitan sectores de similares condiciones en cuanto a las características evaluadas.

Para realizar el mapa de clases fisiográficas se utilizó el Modelo Digital de Elevación, imágenes satelitales del sensor QuickBird de DigitalGlobe y una serie de procesos digitales. Para la realización del mapa se aplicó el método Neuro-Borroso, empleándose diez covariables ambientales, nueve de ellas corresponden a variables morfométricas derivadas del MDE y la décima es la imagen de satélite. Las variables morfométricas son: altura sobre el canal de drenaje o altura relativa, la pendiente, el factor LS, la orientación de las laderas, el índice de humedad, perfiles topográficos, el área de captación, el perfil y plano de curvatura. Ellos pueden expresar de manera cuantitativa y en una superficie continua, la posible influencia del relieve en las características actuales de los suelos.

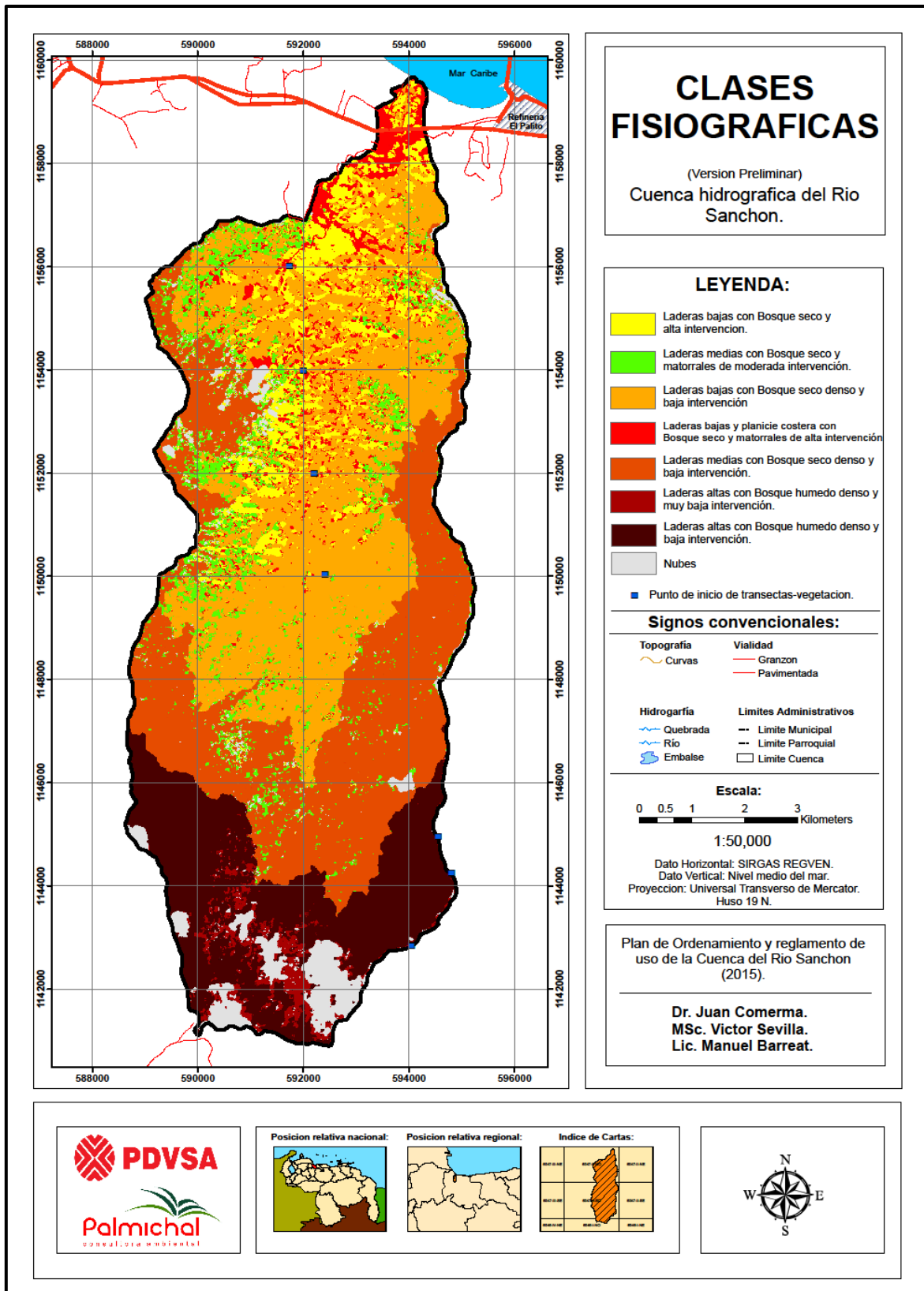


Figura 22. Clases Fisiográficas de la cuenca del río Sanchón.

Los resultados de la clasificación fisiográfica arrojan que las clases dominantes, son las de laderas de montañas bajas que van desde 25 msnm hasta una altura máxima de 360 msnm y coinciden en su mayoría con un relieve plano inclinado; está cubierta generalmente de un bosque denso seco tropical y ocupa unas 2.525 ha que representan un 28,9% de la cuenca. Continúan en importancia las laderas medias que van de 360 a 880 msnm, también bajo un bosque denso seco tropical abarcando unas 2.447 ha (28%). La tercera clase en jerarquía está representada por las laderas de montañas altas que van de 880 a 1.772 msnm, ubicadas en el extremo sur, cubiertas por un bosque denso seco y húmedo premontano, con una superficie de 1.375 ha (15,7%). Estas dos últimas clases fisiográficas coinciden con relieves escarpados/complejos.

Por otro lado formando clases menores se tienen unas 758 ha (8,7% de la cuenca), como laderas bajas menores a 360 msnm, bajo un bosque y matorrales ralos. También se encuentra en la cuenca la clase de laderas medias (200 - 880 msnm) con bosque y matorrales secos moderadamente ralos, ocupando 580 ha (6,6%); en el extremo norte formando parte de la planicie costera, donde desemboca el río Sanchón al Mar Caribe y parte en las primeras laderas bajas se encuentra una clase caracterizada por una vegetación de bosque y matorrales bastante rala, mayoritariamente debido a la intervención del hombre especialmente por la vialidad, corredores de tuberías y tendidos eléctricos, esta clase ocupa unas 470 ha y representa solo un 5,4% de la cuenca.

Finalmente, se tienen pequeñas áreas de laderas altas (más de 880 msnm) con bosque muy denso húmedo premontano, ubicadas en la parte alta de la cuenca, al extremo Sur, relacionadas con algunos cursos de aguas que permiten mejores condiciones de humedad todo el año, abarcando 185 ha (2,1%). Un 4,6 % 396 ha, no se pudo determinar por la cantidad de nubes encontradas en la imagen.

2.2.2.6. Descripción de los Tipos de Vertientes

Los tipos de relieve se pueden separar de acuerdo a la forma y topografía de las vertientes y de sus pendientes asociadas. Ello puede ayudar a la interpretación del origen de las pendientes, la división de subcuencas y su influencia en la hidrología general del área, igualmente el conocimiento de la dominancia de una forma contribuye al entendimiento de la génesis de los suelos al permitir por ejemplo inferir sobre procesos como el lavado de bases o adición de materia orgánica, que debe ser mayor en una forma convexa que en una cóncava. Así en esta cuenca podemos identificar los siguientes tipos de vertientes (Figura 23):

- **Vertientes Cóncavo - Convexa (VA)**

Se ubica al sur del área de estudio, abarcando las nacientes del río Sanchón, aproximadamente entre 300 y 1.700 metros de altitud, se define como una asociación de vertientes cóncava y convexa, con características comunes de ambas, predominando la primera de ellas, la cual tiene su origen principalmente en los grandes procesos de movimientos en masa, que producen cicatrices de despegue, dando como resultado el perfil cóncavo característico de ésta vertiente, la segunda se caracteriza por lo redondeado de sus formas entre las cumbres y los talwegs, la cual es propiciada por la dinámica del escurrimiento; las pendientes que de esta unidad se ubican mayormente entre 20 y más del 60%.

- **Vertiente Rectilínea (VR)**

Se localiza al este de la cuenca entre los sectores de Cerro La Corona y el sitio conocido como la antena de Digitel, la unidad se presenta entre 100 y 800 metros de altitud aproximadamente, esta unidad se caracteriza por la forma recta del relieve, tanto en su perfil longitudinal como lateral; en el área de estudio las pendientes predominantes se ubican en el rango de 8 y 60%, en algunos sectores que pertenecen a esta unidad pueden alcanzar valores mayores al 60%.

- **Vertiente Rectilínea - Convexa (VT)**

Se emplaza al norte de la zona estudiada, en la parte baja de la cuenca, con alturas que se ubican entre 80 y 500 msnm., representa una asociación entre la vertiente rectilínea y la vertiente convexa, se caracteriza por sus formas rectas dominantes y debido al escurrimiento superficial presenta sectores con una tendencia hacia la convexidad; presenta pendientes predominantes en el rango entre 8 y 45%, en ciertas áreas pueden presentarse valores mayores al 60%.

- **Vertiente Rectilínea - Cóncava (VU)**

Se localiza al oeste del área, en las inmediaciones del sector conocido como Cumbre de los Silvas, alcanzando alturas sobre el nivel del mar entre 200 y 1.400 metros, la unidad constituye una asociación de las vertientes rectilínea y cóncava, con la particularidad de que la primera de las mencionadas es predominante; las pendientes correspondientes a la unidad en el área de estudio, se ubican mayormente en el rango entre 45 y 60%, aunque posee zonas con valores de pendientes menores de 8 a 45%.

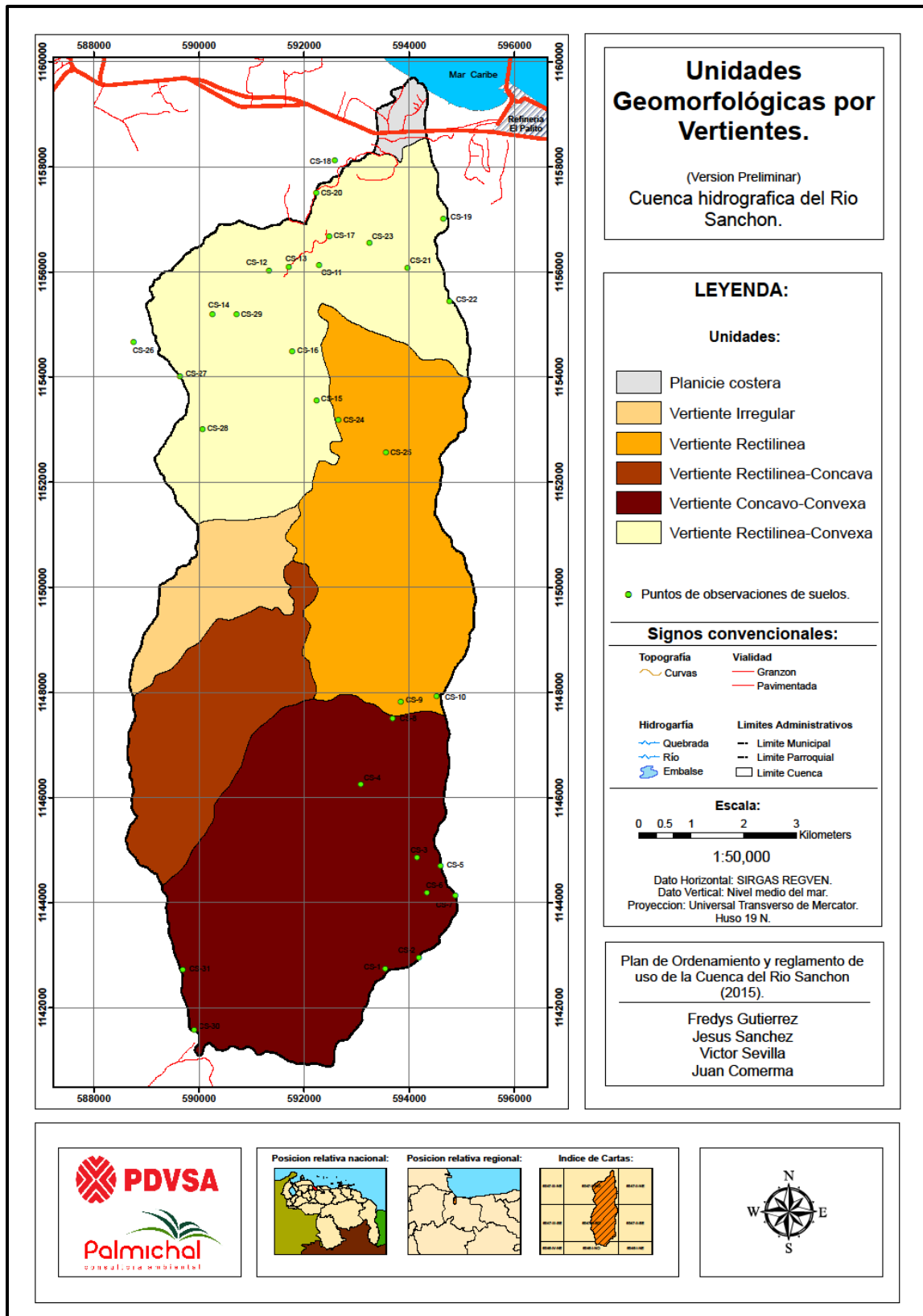


Figura 23. Tipos de Vertientes de la cuenca del río Sancho.

- **Vertiente Irregular (VI)**

Se ubica al centro y oeste de la cuenca, aproximadamente entre 200 y 600 metros de altitud, se define como una unidad de vertiente que presenta formas contrastantes y no bien definidas, sin dominancia de alguna en particular; posee pendientes principalmente en el rango entre 20 y 60%, aunque puede presentar en algunos sectores valores mayores al 60%.

2.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS

El área en estudio se enmarca en el contexto geomorfológico de un paisaje de Montaña, en el cual las unidades geomorfológicas y las unidades de suelos se interrelacionan, ya que las expresiones de las geoformas inciden notablemente en la pedogénesis de los mismos o sea sobre los factores y procesos formadores de los suelos.

La expresión de las geoformas, viene dada por la acción de los mecanismos endógenos tales como la tectónica y los procesos dinámicos exógenos, principalmente la erosión hídrica producto del escurrimiento de las aguas superficiales, constituyéndose en factores determinantes de las características de los suelos, por la predominancia de factores constructivos o destructivos, tales como la acumulación versus los procesos erosivos o de ablación, que determinan el arrastre de los materiales de suelos o la acumulación de los mismos.

2.3.1. FACTORES FORMADORES DE SUELOS

El suelo se origina en base a unos factores y procesos de formación, los primeros son elementos base sobre los que actúan los segundos. Los factores formadores de suelo son: material parental, clima, vegetación, tiempo, topografía e intervención antrópica; los procesos son combinaciones de adición, remoción, translocaciones y transformaciones dentro del suelo. A continuación se hará un breve análisis de los factores formadores de suelo para el área de estudio.

2.3.1.1. Material Parental

Está constituido por las formaciones geológicas y su litología, cuyas propiedades van a influir en las características de los suelos formados, las cuales varían por la acción del tiempo y otros procesos formadores. El área de estudio presenta en general formaciones geológicas muy parecidas en cuanto a litología y edad,

representada como se mencionó anteriormente por la Asociación Metamórficas Ávila (Pre-Mesozoico) y la Asociación Metamórfica La Costa (Mesozoico), la primera constituida litológicamente por gneis granítico (Augengneis de Peña de Mora), esquisto (Complejo de San Julián), la segunda litológicamente representada por la asociación de anfibolita granatífera - clinopiroxénica, anfibolita granatífera, eclogita, anfibolita epidótica - plagioclásica, mármol, cuarcita y esquisto cuarzo - plagioclásico - muscovítico.

La meteorización y alteración de los materiales antes mencionados han dado origen en la zona de estudio a materiales de texturas medias, principalmente de colores pardo y amarillos; en algunos sectores muy localizados de la cuenca, como el parte aguas ubicado al sur de la zona, en el sitio conocido como El Revolver, las formaciones geológicas, han originado materiales más gruesos, principalmente compuestos por cuarzo, igualmente se evidencia en algunos perfiles de suelos la presencia de mica (muscovita), lo cual evidencia su moderada evolución.

2.3.1.2. Clima

Este factor tiene su aporte a través de la temperatura y la precipitación, la primera principalmente presenta su influencia en el proceso de acumulación, mineralización y descomposición de la materia orgánica y la segunda por la cantidad de agua aportada al suelo y su movimiento a través del perfil, produciendo un lavado de los suelos y la consecuente acidificación. La acumulación de materia orgánica es más evidente en las zonas altas.

Las características climáticas determinan que la zona de estudio presente las zonas de vida: Transición Bosque Muy Seco a Bosque Seco Tropical, se ubica en el extremo norte, aledaño a costa, donde la precipitación media anual es inferior a 1000 mm., la zona de Bosque Seco Tropical, se emplaza en el área central de la cuenca, donde la altitud es inferior a 530 m. y la precipitación media anual varía entre 1000 mm y un poco más de 1300 mm., y la zona de vida de Bosque Seco y Bosque Húmedo Premontano, que representa la clase más húmeda de la cuenca, se localiza en el área superior de la cuenca, donde la altitud es superior a 530 m y la precipitación media anual varía entre 1200 mm y poco más de 1300 mm. Por supuesto los cambios de altura inciden en la disminución de la temperatura y consecuentemente en la disminución de la evaporación y por ende en el número de meses húmedos que presenta cada sector de la cuenca.

La cuenca del río Sanchón presenta un clima tropical con muy pocas variaciones durante todo el año, con lluvias de alta intensidad y poca duración, que se presenta predominantemente entre los meses de mayo a diciembre y valores que van desde los 960 mm., en la zona más baja y seca en los alrededores de El Palito, hasta poco más de 1.300 mm., en la parte media y alta de la cuenca. Se debe mencionar el aporte de agua a través de la condensación de agua sobre el material vegetal de la cuenca, en horas de la noche cuando la temperatura desciende a sus valores mínimos, sobre todo en la parte alta y media de la misma, este aporte de humedad que es conocido como rocío, el cual se hace necesario cuantificarlo.

La temperatura media anual varía en el área de estudio desde los 26,3 °C en las zonas más bajas de la cuenca, en las cercanías de la costa y 18,5 °C, en la parte más alta en la divisoria de aguas con la cuenca del río Chirgua. El parámetro de evaporación solamente es medido en la estación Puerto Cabello, alcanzando un valor anual medio de 1.346 mm., la cual excede por casi 400 mm a la precipitación en la zona baja de la cuenca, es probable asumir que los valores de precipitación y evaporación, tengan la tendencia a igualarse a medida que se asciende a la parte alta y media de la cuenca, en vista del descenso de la temperatura y el aumento de la precipitación, lo que aumentara la disponibilidad de agua en el suelo.

Las condiciones climáticas antes mencionadas van a definir que en la cuenca predomine en la parte alta y media, un régimen de humedad del suelo Udico (L. *udus*, húmedo), caracterizado principalmente porque la sección de control de humedad del suelo, usualmente el primer metro, está húmeda por 9 meses o más en el año. En la parte media y baja de la cuenca se presenta un régimen de humedad Ustico (L. *ustus*, quemado, que implica sequedad), que se caracteriza por que la zona presenta una sección control de humedad con un suelo húmedo por más de 3 meses, pero menos de 9 meses al año.

2.3.1.3. Relieve

Se refiere a la forma de la corteza terrestre; se define por parámetros como la inclinación y longitud de las pendientes, la posición fisiográfica, la orientación y las geoformas. Estos parámetros influyen dependiendo de la forma en que se desprenden y depositan los materiales a causa fundamentalmente de los procesos erosivos, como también las fuertes pendientes han propiciado grados de

pedogénesis medios, evidenciado por la profundidad de los perfiles y la presencia de mica.

En el área de estudio donde predominan las vertientes de diferentes formas, se presenta un relieve con pendientes predominantes desde 20 hasta más de 60%, que lo definen como moderadamente escarpado hasta muy escarpado, rango en el cual se ubica aproximadamente el 85% de la superficie total de la cuenca; se puede apreciar que la pendiente abrupta va disminuyendo su altura desde los 1.772 msnm hasta estabilizarse aproximadamente a 200 msnm en una distancia recorrida de 6,5 km, a esa altura transcurre el relieve con ciertas irregularidades menores, hasta que disminuye hasta el nivel del mar en la desembocadura. Actualmente no existen evidencias de erosión en surcos o cárcavas, sin embargo, es deducible que existió en el pasado por la presencia de coluviones o piedras en muchos de los perfiles en especial en las zonas medias y bajas de la cuenca.

2.3.1.4. Organismos Vivos (Factores Bióticos)

Está representado principalmente por las plantas y sus raíces, que provocan una acción de fractura sobre el material litológico o de formación, además la materia orgánica agregada por las raíces y la parte aérea originan la acumulación de compuestos orgánicos que favorecen la agregación de partículas, la porosidad y varios procesos de transformaciones minerales. La materia orgánica influencia las propiedades de los suelos en varias formas, pero principalmente acelerando la meteorización de minerales, la acumulación de la materia orgánica ocurre en los horizontes superficiales, así mismo se tienen las raíces que se descomponen a varias profundidades bajo la superficie del suelo.

En la parte alta y media de la zona estudiada se tiene una capa bastante espesa de hojarasca principalmente, en varios estados de descomposición, que aporta gran cantidad de materia orgánica al suelo, lo cual se refleja en los colores oscuros de los horizontes superficiales; se debe mencionar que el proceso de descomposición es lento, debido a las características climáticas de esta área, especialmente por las condiciones de bajas temperaturas. En la parte baja la adición de materia orgánica al suelo es menor, ya que las altas temperaturas y la humedad presente hacen que la descomposición de la materia orgánica en el suelo sea mayor y su incorporación al suelo sea menor.

Las características de los suelos están fuertemente correlacionadas con las variables antes mencionadas, caracterizándose por presentar una mediana

variabilidad en cuanto a su morfología. En los suelos más representativos de las áreas más extensas, cubiertas por vegetación boscosa espesa de la cuenca alta y media, se presenta un mayor aporte de materia orgánica al suelo; un moderado desarrollo de la estructura generalmente en forma de bloques, las condiciones de humedad hacen que el lavado de bases sea alto, solo en ciertos casos hay translocación de la arcilla hacia horizontes más profundos y una moderada meteorización del material parental de los suelos.

En la parte baja de la cuenca algunas condiciones son diferentes, ya que existe un menor aporte de materia orgánica al suelo, el lavado de bases es menor, evidenciado por los pH más altos, y la meteorización de los materiales que dan origen a los suelos ocurre con menor intensidad, evidenciándose en la presencia de suelos menos profundos y pedregosos que la parte alta y media.

2.3.2. UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELOS / COMPOSICIÓN TAXONÓMICA

La clasificación taxonómica de los perfiles de suelos, se realizó según el Sistema del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica sobre Claves para la Taxonomía de Suelos (USDA, 2014).

Las Unidades Cartográficas se definieron utilizando los “Criterios para el uso de la Taxonomía de Suelos en la Denominación de Unidades Cartográficas” (Van Wambeke y Forbes, 1988), clasificándose Grupos No Diferenciados de Subgrupos de suelos.

La conformación de las unidades cartográficas se efectuó en base al señalamiento de las características de los suelos dominantes que son limitantes, para el uso y manejo de los suelos caracterizados en el área de estudio. En su leyenda se usó en primer término el material parental o litología predominante, luego la unidad de zona de vida expresando la vegetación, humedad y altura predominante y finalmente el tipo de relieve integrando los grados de pendiente con la complejidad del paisaje que predomina.

En el Cuadro 08 se muestran las Unidades de Suelos y en la Figura 24 el Mapa de Suelos, mientras que en el Anexo 3 se presentan los Perfiles de Suelos y en el Anexo 4 los Resultados de los Análisis de Laboratorio.

2.3.2.1. Unidad Cartográfica N° 1 (Esquistos / Gneis-BsT-escarpado / complejos)

- a. **Ubicación y superficie:** se ubica en la parte norte de la cuenca, en las cercanías de la vía Puerto Cabello-Morón. Comprende una extensión de 505 ha, que representa el 5,8% del área total de la cuenca.
- b. **Relieve y vegetación:** la unidad presenta predominantemente un relieve de moderadamente escarpado a muy escarpado, con pendientes predominantes entre 20 y más de 60%; la unidad está compuesta principalmente por vertientes de forma cóncavo-convexa. La zona de vida es Bosque Seco Tropical (bs-T) y la vegetación predominante es arbórea, con una cobertura densa, las especies presentes son: Gateado, araguaney, ñaure, jebe, san josé, yagrumo, tiama, mapurite, jobo, flor amarilla, paraguatón, indio desnudo, vera, guayabito.
- c. **Composición Taxonómica:** Grupo No Diferenciado Typic Haplustults y Typic Dystrustepts, con inclusiones de Typic Ustorthents y Typic Argiustolls.
- d. **Características de los suelos predominantes:** los Typic Haplustults son suelos profundos; presentan colores de rojo oscuro a pardo amarillento oscuro; textura Franco Arcillo arenosa; estructura del tipo blocosa subangular, desarrollo moderado y tamaño medio; consistencia en húmedo friable y en mojado de adhesivo y plástico; permeabilidad moderada; bien drenados; presenta un horizonte ocrico en superficie y un argílico en el subsuelo; sin problemas de salinidad; pH de ligeramente ácido a neutro (6,0 - 7,3).

Los Typic Dystrustepts son suelos profundos; presentan colores de pardo oscuro a pardo fuerte; textura Franco Arcillosa en el horizonte superficial, Arcillosa en el segundo y Franco arenosa en el tercer horizonte; estructura del tipo blocosa subangular, desarrollo moderado y tamaño medio; consistencia en húmedo friable y en mojado de adhesivo y plástico a débilmente adhesivo y ligeramente plástico; permeabilidad moderada; bien drenados; posee como horizonte diagnostico un horizonte ocrico y un cámbico; sin problemas de salinidad; pH de moderadamente ácido a neutro (5,2 - 7,3).

2.3.2.2. Unidad Cartográfica N° 2 (Gneis / Esquistos-BsT-Plano / Inclínados)

- a. **Ubicación y Superficie:** se ubica hacia el centro de la cuenca, extendiéndose desde la parte baja de la cuenca hasta la parte alta, donde se adosa a la vertiente oriental en las inmediaciones del sitio conocido como La Corona. Abarca una superficie de 2.929 ha, que alcanza al 33,5% del área total de la cuenca.
- b. **Relieve y Vegetación:** la unidad presenta predominantemente un relieve de moderadamente escarpado, con pendientes predominantes entre 20 y 45%, aunque posee pequeños sectores donde los valores de pendiente son menores (8 a 20%) y mayores (45 a 60%); presenta en la mayoría de su superficie principalmente vertientes de forma rectilíneas. La zona de vida es Bosque Seco Tropical (bs-T) y la vegetación predominante es arbórea, con una cobertura densa y en los sectores más altos muy densa, las especies presentes son: Indio desnudo, gateado, ñaure, guayabo, yagrumo, jabillo, jobo, paraguatón, rayado, mapurite, guácimo, tiama, chupón, totumillo, araguaney, guamo huesito, cafecito, bucare, palmaraque, cruceto, guamo rojo, palma.

Cuadro 08. Unidades Cartográficas de Suelos de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.

N° Unidad Cartográfica	Denominación	Composición Taxonómica	Superficie (ha)	% Total
1	Esquistos/Gneis-BsT-Escarpado/Complejos	Typic Dystrustepts Typic Haplustults	499,55	5,8
2	Gneis/Esquistos-BsT-Plano/Inclínados	Typic Dystrustepts Typic Haplustults Typic Ustorthents	2.885,36	33,5
3	Gneis/Esquistos-BsT-Escarpado/Complejos	Typic Dystrustepts Humic Dystrustepts	3.152,36	36,6
4	Gneis/Esquistos-BhP-Escarpado/Complejos	Typic Dystrustepts Typic Haplohumults	2.075,73	24,1
Total			8.613,00	100,0

Fuente: Elaboración propia

- c. **Composición Taxonómica:** Grupo No Diferenciado Typic Dystrustepts y Typic Haplustults y Typic Ustorthents, con inclusiones de Humic Dystrustepts y Lithic Ustorthents.
- d. **Características de los Suelos Predominantes:** Los Typic Dystrustepts son suelos superficiales; presentan colores de pardo oscuro a pardo amarillento oscuro; textura Franco arenosa; estructura del tipo blocosa subangular, desarrollo débil y tamaño fino; consistencia en húmedo muy friable y en mojado de débilmente adhesivo y ligeramente plástico a moderadamente adhesivo y moderadamente plástico; permeabilidad moderada; bien drenados; presenta un horizonte ocrico en superficie y un cámbico en el subsuelo; sin problemas de salinidad; pH extremadamente ácido (< 4,5).

Los Typic Haplustults son suelos profundos; presentan colores de pardo amarillento oscuro a pardo rojizo; texturas Franco arenosa en el horizonte superficial y Franco Arcillosa en el resto del perfil; estructura del tipo blocosa subangular, desarrollo moderado y tamaño fino y medio; consistencia en húmedo friable a firme y en mojado de débilmente adhesivo y ligeramente plástico a adhesivo y plástico; permeabilidad moderada; bien drenados; posee como horizonte diagnostico un horizonte ocrico y un argílico; sin problemas de salinidad; pH fuertemente ácido (4,5 - 5,2).

Los Typic Ustorthents son suelos superficiales; presentan color pardo oscuro; textura Franca; estructura del tipo blocosa subangular, desarrollo moderado a fuerte y tamaño fino; consistencia en húmedo friable y en mojado débilmente adhesivo y ligeramente plástico; permeabilidad moderada; bien drenados; posee como horizonte diagnostico un horizonte ocrico; sin problemas de salinidad; pH fuertemente ácido (4,5-5,2).

2.3.2.3. Unidad Cartográfica N° 3 (Gneis / Esquistos-BsT-Escarpado / complejos)

- a. **Ubicación y Superficie:** se localiza en la parte occidental y oriental de la cuenca y una pequeña área en la parte central en las cercanías del sitio conocido como El Revolver, extendiéndose desde la parte baja de la cuenca hasta la parte alta. Ocupa una superficie de 3.197 ha, que corresponde al 36,6% del área total.

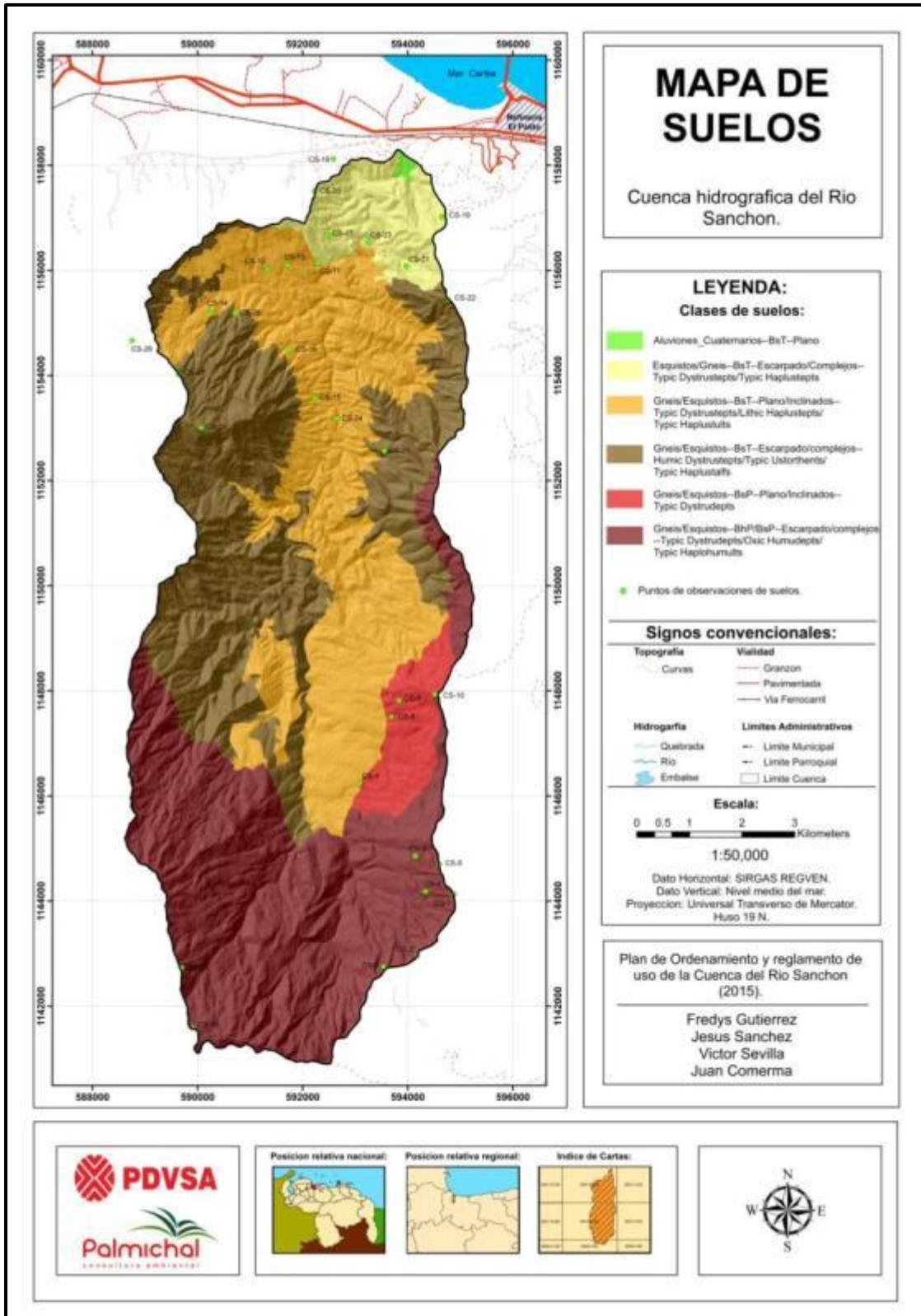


Figura 24. Mapa de Suelos de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.

- b. Relieve y Vegetación:** la unidad presenta predominantemente un relieve de escarpado a muy escarpado, con pendientes predominantes mayores a 45%, aunque presenta un área donde los valores de pendiente son menores (20 a 45%); presenta en la mayoría de su superficie principalmente vertientes de forma rectilíneas. La zona de vida es Bosque Seco Tropical (bs-T) y la vegetación predominante es arbórea, con una cobertura densa y en los sectores más altos muy densa, las especies presentes son: Palmiche, cotoperi, cascarillo, ñaure, yagrumo, guayabito, cafecito, baco, coco e mono, macanilla, helecho arborescente, indio desnudo, gateado, jabillo, guácimo, cafecito, palmaraque.
- c. Composición Taxonómica:** Grupo No Diferenciado Typic Dystrustepts y Humic Dystrustepts, con inclusiones de Typic Ustorthents y Typic Haplustalfs.
- d. Características de los Suelos Predominantes:** Los Typic Dystrupepts son suelos muy profundos; presentan colores de pardo a pardo amarillento; texturas Franco Arcillosa en el primero y segundo horizontes y Franca en el tercero; estructura del tipo blocosa subangular, desarrollo débil a moderado y tamaño fino y medio; consistencia en húmedo friable y en mojado de adhesivo y plástico a moderadamente adhesivo y moderadamente plástico; permeabilidad moderada; bien drenados; presenta un horizonte ocrico en superficie y un cámbico en el subsuelo; sin problemas de salinidad; pH extremadamente ácido (< 4,5).

Los Humic Dystrustepts son suelos profundos; presentan colores de pardo a pardo amarillento claro; textura Franco Arcillosa; estructura del tipo blocosa subangular, desarrollo débil a moderado y tamaño medio y fino; consistencia en húmedo friable y en mojado adhesivo y plástico; permeabilidad moderada; bien drenados; posee como horizonte diagnostico un horizonte ocrico y un cámbico; sin problemas de salinidad; pH extremadamente ácido (< 4,5).

2.3.2.4. Unidad Cartográfica N° 4 (Gneis / Esquistos-BhP-Escarpado / complejos)

- a. Ubicación y Superficie:** Se localiza en la sur de la cuenca, en los límites con la cuenca del río Chirgua, en las cercanías del sitio conocido como El Revolver. Abarca una superficie de 1.998 ha, correspondiente a 22,8% del área total.

- b. Relieve y Vegetación:** La unidad presenta un relieve de moderadamente escarpado a muy escarpado, con pendientes predominantes en prácticamente una mitad de su superficie entre 20 y 45% y la otra mitad del área posee valores de pendiente mayores a 45%; presenta principalmente vertientes de forma cóncavo-convexas. La zona de vida es Bosque Húmedo Premontano (bh-P) y la vegetación predominante es arbórea, con una cobertura muy densa, las especies presentes son: Guanábano de montaña, cabimbo, cobalongo, manzano, baco, tacamajaco, guayabo, palmiche, bucare, cruceto, helecho mapora, palmaraque, rosa de montaña, guamo huesito, helecho arborescente, palmaraque.
- c. Composición Taxonómica:** Grupo No Diferenciado Typic Dystrudepts y Typic Haplohumults, con inclusiones de Oxic Humudepts, Typic Hapludults.
- d. Características de los Suelos Predominantes:** Los Typic Dystrudepts son suelos profundos; presentan colores de pardo fuerte rojo amarillento; texturas Franco arenosa en los tres primeros horizontes, Franco Arcillo arenosa en el cuarto superficial y Franco arenosa en el quinto horizonte; estructura del tipo blocosa subangular, desarrollo débil a moderado y tamaño fino; consistencia en húmedo muy friable y en mojado débilmente adhesivo y ligeramente plástico; permeabilidad rápida; bien drenados a algo excesivamente drenados; posee como horizonte diagnostico un horizonte ocrico y un cámbico; sin problemas de salinidad; pH de extremada a fuertemente ácido (< 5,2).

Los Typic Haplohumults son suelos muy profundos; presentan colores de pardo amarillento muy oscuro a amarillo; texturas Franco arenosa en el primero y segundo horizonte y Franco Arcillo arenosa en el tercero y cuarto horizonte; estructura del tipo blocosa subangular, desarrollo moderado y tamaño medio; consistencia en húmedo friable y en mojado de débilmente adhesivo y ligeramente plástico a adhesivo y plástico; permeabilidad moderada; bien drenados a algo excesivamente drenados; presenta un horizonte ocrico en superficie y un argílico en el subsuelo; sin problemas de salinidad; pH extremadamente ácido (< 4,5).

2.4. VEGETACIÓN DE LA CUENCA

A pesar que dentro de la cuenca del río Sanchón coexisten diversos tipos de bosques que van desde los matorrales xerófitos, hasta los bosques siempreverdes, pasando por comunidades de tipo transicional, bosques deciduos y semideciduos, en esta introducción se desarrolló un aparte sobre el bosque

siempreverde asociado a la cuenca alta (Bosque nublado), por su importancia como primera reserva de agua de la cuenca, así como banco de germoplasma, razón por la cual se describirán algunos aspectos fisionómicos, florísticos y estructurales del mismo, así como la metodología para el levantamiento de la información.

En este sentido, la metodología utilizada para el levantamiento de información de vegetación consistió en el establecimiento de parcelas y transectas a lo largo de un eje conformado por una gradilla utilizada para el inventario forestal orientada en sentido Este - Oeste.

Las parcelas consistieron en áreas de 0,1 ha espaciada 500 m entre ellas, y dentro de ese espacio, se levantaron transectas de 400 m de longitud, en donde se implementó el método del cuadrante centrado (Cottam y Curtis, 1956) para el levantamiento de la información fisionómica - estructural de la vegetación.

2.4.1. ASPECTOS FISIONÓMICOS, FLORÍSTICOS Y ESTRUCTURALES DE LOS BOSQUES ASOCIADOS A LA CUENCA

2.4.1.1. El Bosque Nublado

Los bosques nublados de la Cordillera de la Costa se pueden diferenciar en bosques de zonas altas (desde aprox. 1.700 hasta 2.200 - 2.400 msnm) y bosques de zonas bajas (600 - 1.700 msnm).

Las especies típicas de los bosques nublados como *Chrysophyllum scalare* pueden descender mucho en quebradas como en el Parque Nacional Henri Pittier (Cardozo y Conde, 2007). Debido a perturbaciones antrópicas, algunas especies propias del subpáramo (*Monochaetum humboldtianum*, *Gaylussacia buxifolia*) pueden encontrarse también en zonas de bosque nublado.

En las zonas altas llama la atención la casi ausencia de representantes de la familia Annonaceae, también son ausentes o muy raros Sapindaceae y Bignoniaceae. Taxa característicos son algunas especies de las Podocarpaceae (*Podocarpus salicifolius*, *P. oleifolius* var. *macrostachyus*, *Prumnopity sharmsianus*).

En base a levantamientos florísticos y fisionómico-estructurales entre los 1.000 y 1.850 msnm, Huber (1976; 1986) describió la vegetación de bosques nublados del Parque Nacional Henri Pittier, distinguiendo tres tipos de bosque nublados: (i) el bosque nublado de transición, (ii) el bosque nublado propiamente dicho y (iii) el bosque nublado superior.

El bosque nublado de transición (entre el bosque nublado y el bosque semideciduo) se ubica entre 950 y 1.300 / 1.400 msnm. Este autor fundamenta este nombre por la alta presencia de nubes y sus efectos sobre la vegetación (sin atenuar totalmente los efectos de la estación de sequía), la composición florística y estructura entre un bosque deciduo y un bosque nublado.

En la cuenca del río Sanchón, el bosque posee tres estratos arbóreos; uno superior, conformado por un piso irregular de árboles emergentes de *Gyranthera caribensis* (candelo, cucharón o niño) que alcanza alturas entre 30 y 50 m, cuyas raíces tabulares pueden alcanzar alturas de hasta 8 m.

El segundo estrato forma el dosel propiamente dicho, con una altura entre 10 - 20 / 25 m. El tercer estrato se encuentra entre 3 - 7/8 m de altura y está constituido principalmente por la regeneración de palmas. Entre 0,5 hasta 2 / 3 m existen estratos de hierbas, arbustos y abundan las palmas *Geonoma simplicifrons*, *Bactris setulosa* (macanilla) y *Chamaedorea pinnatifrons*. Lianas y trepadoras pueden abundar localmente. *G. caribensis* posee características de una especie sucesional tardía, se encuentra en pequeños grupos indicando perturbaciones más grandes.

Smith y Field (2001) reportan estructuras poligonales de agrupaciones de *Gyranthera* y lo interpretan como antiguos conucos de los indígenas. Los mismos autores indican que *G. caribensis* (cándelo) no se desarrolla en áreas sobre suelos ácidos con pluviometría superiores a 1.500 mm anuales, razones por la cual este taxón es un indicativo del límite inferior de esta formación vegetal.

El bosque nublado propiamente dicho se distribuye entre los 1.100 y 1.600 / 1.800 msnm. Se han registrado 500 árboles por hectárea y casi 50 especies, en estos bosques, distinguiéndose dos estratos arbóreos. El primero, muy irregular y abierto, con árboles emergentes, cuyas copas generalmente alcanzan entre 20 y 30 m de altura, y en pocos casos una altura máxima de 35/40 m. Los árboles más altos son *Chrysophyllum scalare* (nombrado en este trabajo *Ecclinusa abbreviata*),

Sloanea spp. (Majaguillo), *Guapira olfersiana* (casabito) y *Chimarrhis microcarpa*, esta última especie en algunos casos forma raíces tabulares de grandes tamaños.

Las hojas en su mayoría son simples, de tamaño mediano hasta grandes (entre 10-25 cm de largo) de consistencia coriácea. Las epifitas muestran aquí su desarrollo máximo (Medina y Huber, 1998), especialmente las Bromeliaceae, Orchidaceae y las Hymenophyllaceae. Se estima que 1- 2% de la biomasa de este bosque está constituida por epifitas.

El segundo estrato arbóreo se encuentra entre 8 y 15 m. El tamaño foliar generalmente está entre los 5-30 cm de largo, la consistencia foliar es herbácea, las hojas coriáceas parecen ser mucho más escasas y la caducifolia no es frecuente. El estrato arbustivo y herbáceo generalmente son muy densos, abundan los helechos arborescentes. El elemento florístico más importante para el bosque nublado propiamente dicho, es el gran número (hasta 10 especies) de palmas en todos los estratos del bosque, destacando *Dictyocaryum fuscum*, *Socratea* sp. (Palma araque), *Hyospathe elegans* y *Geonomas implicifrons*, característica también registrada por Vareschi (1986; 1992).

Sin embargo, Cardozo (1999; 2006) diferencia dos tipos de bosque nublado en el Parque Nacional Henri Pittier: un bosque nublado estructuralmente bajo (inferior), incluyendo el bosque nublado transicional y bosque nublado propiamente dicho en el sentido de Huber, y el bosque nublado superior. Este autor registra para el bosque nublado bajo 1.040 especies en 108 familias y 370 especies en 78 familias para la selva nublada superior.

El Bosque Nublado superior se encuentra entre los 1.480 - 1.600 y 1.850 (podría llegar a 2.400) msnm, el estrato arbóreo está constituido solamente por un piso bastante irregular, cuyo dosel se desarrolla entre los 8 y 20 m., se encuentran individuos de *Pseudolmedia rigida* (laurel), *Drypetes standleyi*, *Tetrorchidium rubrivenium*, *Alchornea triplinervia*, *Elaeagia karstenii*, *Ternstroemia camelliifolia*, *Croton domatifer* y la palma *Wettinia praemorsa*. El número de individuos arbóreos es extremadamente alto (980/ha), característica también observada por Rodríguez et al. (1997) en el Cerro Picacho (1.400 msnm), sector en el cual registraron 100 especies en una parcela de 1.250 m².

Las raíces tabulares están ausentes, las hojas presentan en su gran mayoría un tamaño de mediano hasta pequeño (5 a 10 cm de largo) y casi únicamente de consistencia coriácea. El sotobosque está dominado por *Geonoma undata*, los

helechos arborescentes son escasos, las lianas y trepadoras están ausentes y las epífitas parecen ser mucho menos abundantes. Dos tercios de los árboles están comprendidos en las clases de 10 a 15 y de 15 a 20 m de altura. Los diámetros muestran mayores valores en dos clases diamétricas: uno en la clase de 10 - 15 cm y otro en la clase mayor de 30 cm. En general son muy escasos los árboles con más de 40 cm diámetro, mientras que en los otros dos tipos de selva los fustes con diámetros entre 50 y 100 cm son más frecuentes.

Visto lo anterior se tiene que el levantamiento de la información florístico y fisionómico-estructural se inició en la cuenca alta del río Sanchón, específicamente en el sector El Revolver (N: 1.143.124 / E: 594.394), ubicado a una altura de 1.422 msnm. En este sector se levantaron tres transectas, espaciadas entre 2 a 1,5 km entre ellas. En el Cuadro 09 se especifican la localización, altura y longitud de las mismas.

Cuadro 09. Transectas del Sector El Revolver, cuenca del río Sanchón.

Transecta	Coordenadas (inicio)		Longitud (m)	Altura (msnm)
	Norte	Este		
1	1.142.843	594.046	1.000	1.374
2	1.144.957	594.549	950	1.153
3	1.144.249	594.806	1.100	1.341

Fuente: Elaboración propia

La información levantada en las tres transectas corresponden fisionómicamente y estructuralmente a un Bosque Siempreverde de alto a medio Denso. En base a perfiles de altura (no se muestran para este informe), este se encuentra estructurado en 3 estratos; un estrato emergente compuesto por elementos arbóreos como *Gyranthera caribensis*, *Socratea exorrhiza*, *Cuomama crocarpa* otros, con alturas que oscilan entre los 30 a 45 m. El dosel se encuentra establecido entre los 18 a 25 m compuesto por individuos de las especies mencionadas, como por otras especies pertenecientes a otras familias como Lecitidaceae, Combretáceae, Lauráceae, Arecaceae y Sapotaceae. Un estrato inferior que varía entre los 12 a 15 m establecidos por individuos pertenecientes a especies pertenecientes a familias como Clusiaceae, Melastomatacea, Myrtaceae y Arecaceae. Cabe destacar que las tres transectas pueden que se localicen entre lo que en la literatura se establece como Bosque nublado propiamente dicho, y Bosque Nublado de Transición (Huber, 1986).

Este último se corrobora con la presencia de *G. caribensis*, la cual ha sido considerada por algunos autores (Huber, 1986; Meier, 2011) como especie indicadora del Bosque Nublado de Transición, el cual correspondería para el caso de las transectas 3 y 2. Otro punto a considerar, es que ambas transectas tienden a disminuir en altitud, y por lo tanto, en ellas el punto final de estas se encuentran a altitudes menores de los 1.000 msnm, el cual se corresponde con el rango altitudinal reportado para *G. caribensis*.

En lo que respecta a la Transecta 1, esta puede estar establecida en lo que se denomina Bosque nublado propiamente dicho. Llama la atención la ausencia de elementos arbóreos pertenecientes a *G. caribensis*., hecho éste que debe ser corroborado mediante estudios y levantamientos más detallados.

2.4.1.2. Transición Bosque Nublado - Bosque Semidecuidos y Bosque Semidecuidos Propiamente Dicho

Esta sección corresponde a la información recabada en las Transectas 4,5 y 6 en el sector Quebrada de Oro (Cuadro 10).

Cuadro 10. Transectas del Sector Quebrada de Oro, cuenca del río Sanchón.

Transecta	Coordenadas (inicio)		Longitud (m)	Altura (msnm)
	Norte	Este		
4	1.150.035	592.403	980	104 - 175
5	1.151.994	592.199	1.150	91 - 197
6	1.153.992	591.993	1.000	135 - 410

Fuente: Elaboración propia

La Transecta 4, puede considerarse como parte de la transición bosque nublado a semidecuidos. En esta sección de la cuenca ya los bosques cambian tanto florísticamente, como en su fisionomía y estructura.

Estructuralmente son bosques bajos, el dosel se encuentra entre los 12 y 15m, y poseen dos estratos emergentes entre los 20 - 25 m y el dosel ya descrito. Este a su vez puede ser descrito fisionómicamente como Bosque semidecuido transicional de medio a bajo denso.

Las Transectas 5 y 6, corresponden a la descripción fisionómica de bosque semidecuido propiamente dicho. En este la estructura permanece similar a la

Transecta anterior, pero se evidencia un cambio en la composición florística de este, en especial en las especies que son co-dominantes con *Psidium spp* (guayabo). En las tres Transecta, la especie que domina sobre las demás es una Myrtaceae (*Psidium spp*), la cual domina tanto en densidad como en frecuencia.

Esta dominancia de esta familia en la composición de los bosques semidecuidos llama mucho la atención, lo cual podría sugerir alguna relación de carácter edáfico entre la vegetación y el suelo (calcáreos, aunque los géneros de esta familia prefieren suelos ácidos), o que el establecimiento de estas especies ha sido promovido por actividad antrópica en el pasado, o ambas. Apparentemente la zona fue habitada por indígenas y también el área perteneció al Fundo Sanchón.

2.4.1.3. Bosque Deciduo

El tipo de comunidad de vegetación que se evaluó en la Transecta 7 corresponde a un Bosque deciduo ubicado en el sector Casa Teja (Cuadro 11), este tipo de comunidad vegetal es el más representativo en Venezuela donde varían las especies de acuerdo al estado donde se encuentre y al ambiente geomorfológico, además del régimen de lluvia anual que varíe entre los 700 a 1.200 mm y con un período de sequía entre 3 a 6 meses.

Cuadro 11. Transectas del Sector Casa Teja, cuenca del río Sanchón.

Transecta	Coordenadas (inicio)		Longitud (m)	Altura (msnm)
	Norte	Este		
7	1.156.008	591.730	1.000	161

Fuente: Elaboración propia

Mediante esta Transecta se pudo comprobar la presencia de un bosque deciduo medio con una altura promedio de 14,5 m, con una desviación de $\pm 4,5$ m, presente sobre suelos de relativa alta fertilidad donde se observó dos estratos arbóreos constituidos por una riqueza arbórea de 36 especies, donde uno es relativamente continuo con la altura promedio antes mencionada y otro estrato arbóreo con alturas que alcanzan los 20 m y más (emergentes), representado por las especies de *Astronium graveolens*, *Pterocarpus sp.*, *Capparis sp.*, *Ceiba pentandra*, *Bursera simaruba*, *Lonchocarpus sp.*, *Zanthoxylum sp.*, *Sterculia sp.*, *Machaerium sp.* Esto se debe a las condiciones favorables de humedad, y de su exposición en una vertiente montañosa, donde se reducen el número de horas diarias recibidas de irradiación solar, que condiciona la formación de dos estratos

en este tipo de comunidad vegetal, que normalmente en otros ambientes geomorfológicos del país sólo se presenta un estrato arbóreo.

Con respecto al Índice de Valor de Importancia para esta comunidad se pudo constatar que las especies que tienen mayor índice están representadas por *Coccoloba sp.*, *Pterocarpus sp.*, *Machaerium sp.1*, *Machaerium sp.2*, *Astronium graveolens*, *Hura crepitans*, *Bursera simaruba*, *Sterculia sp.*, *Bahuinia sp.*, *Lonchocarpus sp.* y *Simira sp.* Asimismo, referente a la abundancia relativa se tiene que las especies con mayor número son *Pterocarpus sp.*, *Sterculia sp.*, *Machaerium sp.1*, *Astronium graveolens*, *Hura crepitans*, *Pachirasp.* y *Bahuinia sp.*

2.4.2. METODOLOGÍA PARA EL USO DE PARCELAS

De acuerdo al mapa de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón se trazaron transectas cada 2 Km ordenadas de Norte a Sur, partiendo de la coordenada Norte 1.156.000 con dirección Este franco. En dicha transectas, se ubicaron cada 1 Km las parcelas de 0,1ha (50 m de largo por 20 m de ancho) de manera sistemática. Sin embargo, cabe resaltar que las unidades a muestrear en este caso se establecieron cada 0,5 Km debido a lo accidentado del terreno (aspectos fisiográficos del área de influencia) y el rendimiento en relación a la logística de campo, así como otras particularidades exigidas para este tipo de trabajo de investigación

El levantamiento de información consistió en la medición de todos los individuos arbóreos mayores o iguales a 10 cm de Diámetro a la Altura de Pecho (DAP), altura total, altura de fuste, altura comercial, calidad, vitalidad, fenología, presencia de lianas, epifitas, hongos y líquenes. Además, se levantó la regeneración natural de todos aquellos individuos entre 0,1cm de altura hasta los 9,99 cm de DAP, en sub parcelas de 10 m² (5 m de largo por 2 m de ancho), respectivamente.

Para la realización del inventario florístico de las comunidades boscosas, se utilizó la metodología por unidades de muestreo de 0,1ha propuesto por Gentry (1992), que consiste en el establecimiento de parcelas rectangulares de 50 m por 20 m, divididas a su vez en 10 subunidades de 10 m por 10 m (100 m²).

En el levantamiento de campo, se establecieron un total de 45 parcelas (4,5ha representativas a la superficie total de la cuenca), 11 parcelas en el Bosque Nublado (I) propiamente dicho, 06 parcelas en el Bosque Nublado (II) de transición, 05 parcelas en el Bosque Semideciduo, 09 parcelas en el Bosque

Deciduo (I) y 14 parcelas en el Bosque Deciduo (II). La ubicación de dichas unidades se realizó sobre líneas transversales sentido Este - Oeste franco distanciadas cada 2 Km, sobre la cual se abrieron las picas y se establecieron las unidades de muestreo simultáneamente (Figura 25).

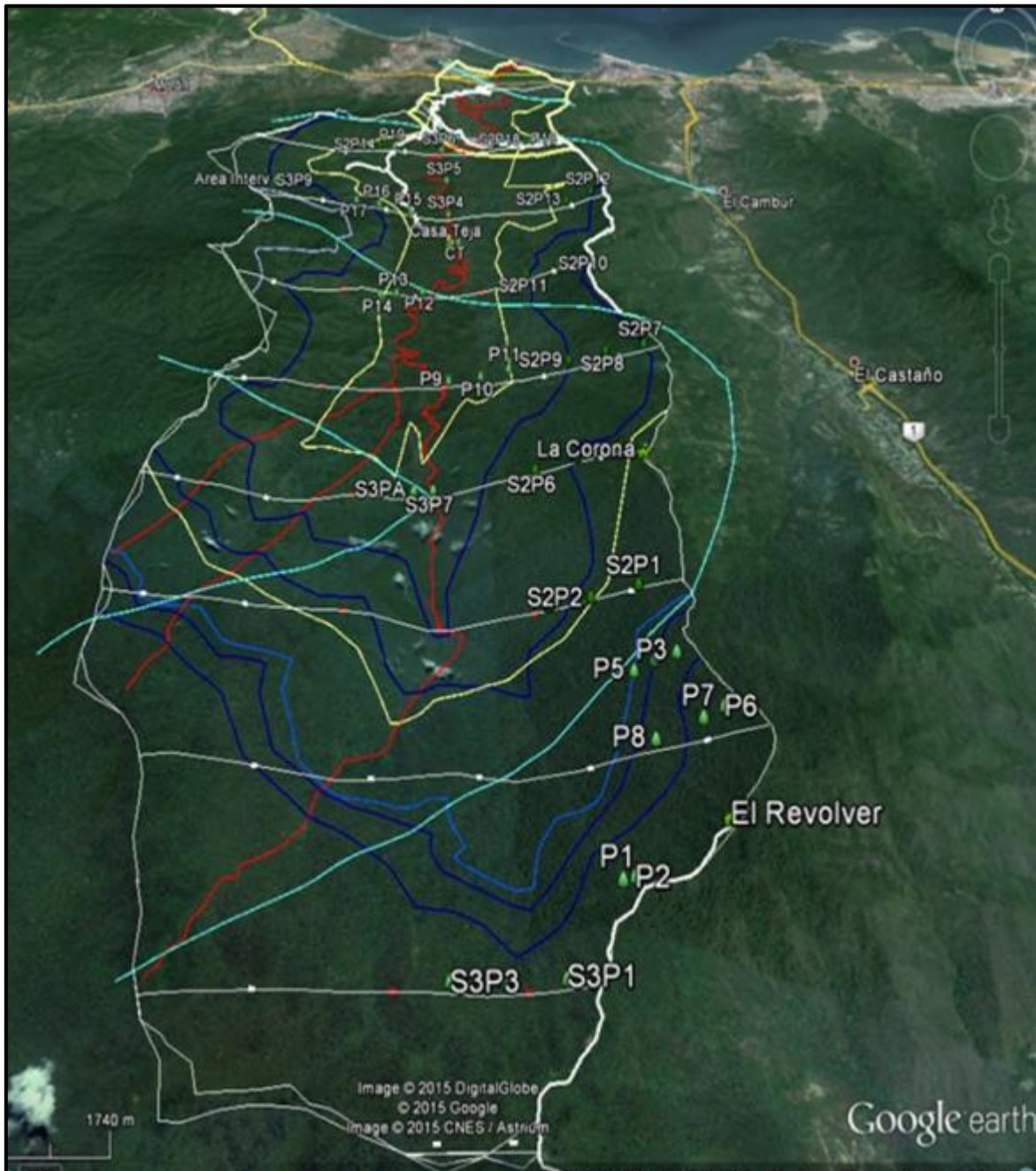


Figura 25. Transectas establecidas para el levantamiento del inventario florístico de la cuenca del río Sanchón.

Visto lo anterior, se tiene que las Unidades Muestreadas fueron georeferenciadas a los fines de servir de parcelas o Unidades de Monitoreo e Investigación permanente (Cuadros 12, 13, 14, 15 y 16).

Cuadro 12. Parcelas del Sector El Revolver, Bosque Nublado (I) propiamente dicho, cuenca del río Sanchón.

Parcela	Coordenadas (inicio)		Longitud (m)	Altura (msnm)
	Norte	Este		
P1	1.142.726	593.427	500	1.366
P2	1.142.741	593.526	500	1.272
P3	1.144.893	594.318	500	1.107
P4	1.144.844	594.095	500	1.058
P5	1.144.790	593.904	500	994
P6	1.144.179	594.577	500	1.285
P7	1.144.121	594.386	500	1.204
P8	1.144.016	593.954	500	1.117
S3P1	1.142.005	592.885	500	1.347
S3P2	1.142.029	592.434	500	1.272
S3P3	1.142.015	592.020	500	1.393

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 13. Parcelas del Sector La Corona Sur, Bosque Nublado (II) de transición, cuenca del río Sanchón.

Parcela	Coordenadas (inicio)		Longitud (m)	Altura (msnm)
	Norte	Este		
S2P1	1.145.920	594.166	500	851
S2P2	1.145.921	593.684	500	690
S2P3	1.145.951	593.262	500	584
S2P4	1.148.022	594.337	500	768
S2P5	1.147.957	593.858	500	560
S2P7	1.149.992	594.985	500	594

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 14. Parcelas del Sector La Corona Noroeste y Granadillo, Bosque Semideciduo, cuenca del río Sanchón.

Parcela	Coordenadas (inicio)		Longitud (m)	Altura (msnm)
	Norte	Este		
P17	1.153.844	591.118	500	429
S2P6	1.147.958	593.328	500	494
S2P8	1.150.050	594.500	500	493
S2P10	1.151.999	594.102	500	467
S3P9	1.154.461	589.803	500	413

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 15. Parcelas del Sector Piedra “El Indio” y Casa Teja, Bosque Deciduo (I), cuenca del río Sanchón.

Parcela	Coordenadas (inicio)		Longitud (m)	Altura (msnm)
	Norte	Este		
P9	1.150.006	592.393	500	103
P10	1.150.082	592.832	500	134
P11	1.150.151	593.215	500	200
P12	1.151.997	592.096	500	110
P13	1.151.900	591.716	500	154
P14	1.151.821	591.479	500	247
S2P9	1.150.087	594.018	500	348
S3P7	1.148.021	592.108	500	192
S3P8	1.147.999	591.687	500	197

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 16. Parcelas del Sector La “Y” y las Torres, Bosque Deciduo (II), cuenca del río Sanchón.

Parcela	Coordenadas (inicio)		Longitud (m)	Altura (msnm)
	Norte	Este		
P15	1.153.987	591.977	500	161
P16	1.153.933	591.472	500	280
P18	1.156.005	591.737	500	154
P19	1.155.951	594.127	500	149
P20	1.156.144	592.297	500	91
P21	1.156.186	592.487	500	66
S2P11	1.152.010	593.639	500	310
S2P12	1.154.036	594.880	500	368
S2P13	1.154.037	594.495	500	193
S2P14	1.156.016	591.485	500	162
S2P15	1.156.020	591.000	500	162
S3P4	1.154.001	592.598	500	58
S3P5	1.155.000	592.598	500	50
S3P6	1.155.999	592.551	500	44

Fuente: Elaboración propia

2.4.3. RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO POR TRANSECTAS

En la cuenca del río Sanchón se caracterizaron tres tipos de comunidades boscosas, tal como se ha señalado anteriormente, diferenciadas entre sí por el grado de caducifolia que está asociado a cada una de ellas y por el establecimiento de las mismas a lo largo de un gradiente altitudinal. Desde los 1.700 msnm, hasta los 400 msnm, se establecen bosques siempreverdes y bosques semideciduos.

Desde los 400 msnm, hasta los 100-80 msnm, se establecen bosques de tipo deciduos. En el componente de bosques siempreverde se diferenciaron 3 tipos; (i) Bosque nublado propiamente dicho, (ii) Bosque nublado de transición (según una modificación de la clasificación sugerida por Cardozo, 2006), y (iii) Bosque siempreverde.

El bosque nublado propiamente dicho se establece en un rango altitudinal entre 1.700 a 1.100 msnm, este a su vez, posee una composición florística en lo que respecta a las especies dominantes que lo diferencia del bosque nublado de transición, en donde destaca la ausencia de *Gyranthera caribensis* (cándelo), la cual es una especie representativa del bosque nublado de transición (Cardozo, 1999; Huber, 1986; Meier, 2011) (Figura 26 y Figura 27).



Figura 26. Toma hecha en dirección al dosel del bosque, en primer plano se observa la copa del helecho arborescente perteneciente al género *Cyathea* sp. y al lado izquierdo la copa de *Cecropia* sp.



Figura 27. Toma dentro del bosque nublado propiamente dicho. A la izquierda se puede observar en primer plano un juvenil de *Graffenreida latifolia*, y al fondo un elemento arborescente de *Cyathea* sp.

El bosque nublado de transición se encuentra establecido aproximadamente entre los 1.200 hasta los 850 msnm, que es donde se observó, la mayor frecuencia de aparición de *Gyranthera caribensis* (cándelo). Entre los 850 msnm y los 400 msnm, se establece una transición entre bosque nublado de transición, bosque siempreverde (ausencia total de palmas, pero con caducifolia siempreverde) y bosque semideciduo. Esta transición es algo difícil de establecer, ya que las

mismas varían en tamaño, a medida que nos movemos dentro de la cuenca en sentido Norte - Sur.

En el extremo meridional de la cuenca (Cumbre de Chirgua), la franja de bosque semideciduo se establece más allá de los 400 msnm, hasta los 350 msnm aprox.

Desde los 400 msnm, hasta los 80 msnm se establecen, como se mencionó anteriormente, comunidades de bosques de tipo deciduo, lo cual para este estudio, se ha logrado establecer por lo menos a grosso modo tres tipos de estos, todos ellos diferenciados en primera instancia por la composición florística y por las especies dominantes.

Los límites para estas comunidades se establecieron sustentado en el factor de los que es la disponibilidad de agua en el área, la cual incrementa de sentido Norte - Sur, y de Este a Oeste, por lo tanto se usó como límites para ello las líneas de isoyetas (precipitación) elaborado por PDVSA - Palmichal.

El primer tipo de bosque deciduo, está conformado por un grupo de especies dominantes caducifolias, como el *Pterocarpus* sp. (drago), *Coccoloba* sp. (camare), *Machaerium stenophyllum* (ñaure), *Hura crepitans* (jabillo) y otras más que se pueden observar en el Cuadro 17, la cual ha sido limitada entre las isoyetas de 1.200 y 1.100 mm de precipitación (Figura 06), estos, estructuralmente son bosque bajos en lo que respecta a altura (altura entre los 12- 10 m), y de densidad media.

Se debe hacer nuevamente énfasis en que la limitación dispuesta por ahora es a modo de visualizar las posibles diferencias en cobertura y que las mismas no son del todo reales. La limitación del segundo bosque deciduo está comprendido entre los 1.200 y los 1.300 mm de precipitación (Figura 05), y su composición florística se encuentra dominada por 2 especies del género *Psidium* (*P. sp1* y *sp2*, Myrtaceae), *Piptadenia viridiflora*, *P. peregrina* y *M. stenophyllum*. La altura de estos varía entre los 13 y 15 m de altura, los mismos se pueden considerar entre una transición estructural de bajos a medio, y de cobertura también transicional de media a alta. Este aspecto transicional no tiene nada que ver con la transición de Bosque nublado de transición al semideciduo, los cuales serán discutidos más adelante. El tercero y último se estableció entre la isoyeta de los 1.300 mm y la cota de altitud de los 400 msnm.

A continuación se presenta una descripción detallada de los resultados del levantamiento por tipo de bosque.

2.4.3.1. Bosques Siempreverdes

El primer tipo de bosque siempreverde, está constituido por un componente dominante de palmas perteneciente a los géneros *Socratea exorrhiza* (palmaraque) y *Prestoea acuminata* (palmiche), los cuales constituyen un aspecto característicos de los bosques nublados propiamente dicho (Huber, 1976), o bosque nublado superior (Cardozo, 2006) que se encuentran asociados a la cordillera de la costa.

El siguiente componente arbóreo dominante en este tipo de bosque, son especies pertenecientes a las familias de las Lecytidaceae (*Gustavia sp.*, *Eschweilera sp.* y *Lecythis sp.*), y Apocinaceae (*Couma macrocarpa*). Otros elementos importantes son por ejemplo ejemplares de la familia Clusaceae (*Clusia sp.* y *Garzinea sp.*) y *Sloanea sp.* (majaguillo), una Elaocarpaceae. Estructuralmente son bosques altos ($18,52 \pm 8,87$ m) conformados por tres estratos (Emergente, dosel y estrato secundario). En lo que respecta a las especies emergentes como *Couma macrocarpa* y *Sloanea sp.*, estas pueden alcanzar alturas mayores de los 30 m.

Como se mencionó al principio, este tipo de bosque siempreverde se cataloga para el presente trabajo, como Bosque Nublado propiamente dicho. Para el mismo se ha establecido un rango altitudinal entre los 1.700 - 1.100 msnm, y se ha estimado un número de especies arbóreas de 47. Este bosque se encuentra asociado a laderas con altas pendientes (> 60%), y para la leyenda será asignado como: **Bosque Siempreverde (Nublado propiamente dicho) alto denso de *Socratea exorrhiza*, *Prestoea acuminata*, *Sloanea sp.* y *Couma macrocarpa* sobre ladera de altas pendientes (> 60 %).**

El segundo tipo de Bosque Siempreverde posee un componente igualmente similar al anterior, donde el grupo dominante está constituido por las palmas *Socratea exorrhiza* (palmaraque) y *Prestoea acuminata* (palmiche), acompañados con otros elementos arbóreos pertenecientes a especies como *Couma macrocarpa* (vaco), *Protium tovarensis* (cabimbo), *Vitex divaricata* (Totumillo), y *Lecythis sp.* (copito).

Este bosque posee un elemento clave que es la presencia de la especie pionera de establecimiento tardío, conocida como *Gyranthera caribensis* (candelo), y es una especie característica de lo que se conoce como bosque nublado de transición (Huber, 1986; Meier, 2002, 2004 y 2011) (Figura 28).

Este tipo de bosque se encuentra establecido dentro de un rango altitudinal que va desde los 1.200 a 850 msnm, el dosel posee alturas de $18,85 \pm 8,46$ m en promedio, y es tri-estratificado como el anterior (emergentes, dosel y segundo estrato), con emergentes que pueden llegar hasta los 40 m de altura.



Figura 28. (a y b) Ambas tomas muestran las raíces tabulares presentes en individuos adultos de *Gyranthera caribensis*, establecidos como elementos emergentes del bosque nublado de transición. En las tomas se puede evidenciar las dimensiones que adquieren estas raíces, con diámetros hasta mayores de 3 m.

En este sentido, se pueden considerar como bosques altos, con una cobertura densa, pero irregular (Figura 29 y Figura 30). La leyenda para este tipo de comunidad es por lo tanto: **Bosque Siempreverde (nublado de transición) alto denso de *Socratea exorrhiza*, *Prestoea acuminata*, *Gyranthera caribensis* y *Lecythis sp.* sobre ladera de alta pendiente (> 60 %).**

El tercero y último tipo de bosque siempreverde, se estableció a lo largo de una franja comprendida entre los 830-615 msnm. Lo que caracteriza esta franja de bosque, aparte del carácter siempreverde, es la poca o total ausencia de palmas de gran porte como *Sócrates exorrhiza* o *Prestoea acuminata* (Figura 31) que se presentan en los bosques nublados ubicados en los pisos altitudinales anteriores.

En este tipo de bosques, los elementos arbóreos dominantes son especies de la familia Lecytidaceae, tales como *Eschweilera sp.* (coco e mono) y *Lecythis sp.* (copito), Elaocarpaceae como *Sloanea sp.* (majaguillo), *Pouteria sp.* (Sapotaceae) y otros. En cuanto a la estructura, son bosques de alturas de alta a media, los emergentes poseen alturas que no sobrepasan los 25 m, sin embargo, algunos pueden alcanzar los 30 m o más, pero son elementos aislados.



Figura 29. La toma, muestra lo irregular del dosel, con una muestra del fuste de un individuo de *Gyranthera caribiensis*, junto a individuos de *S. exorrhiza*.



Figura 30. Tomas hechas a individuos de *Socratea exorrhiza*, las cuales conforman parte del componente emergente en este tipo de bosque.



Figura 31. (a y b) Dos tomas dentro de lo que se denomino bosque siempre verde. Puede en primer lugar observarse la total ausencia de elemento de palmas pertenecientes a los géneros *Socratea* y *Prestoea*. Sin embargo, se pueden conseguir elementos de *Geonoma sp.*, como los que se observan en el vértice izquierdo inferior de la Figura 31a, y que se presentan en el sotobosque de los bosques, tanto nublados como de transición.

La altura en promedio del dosel es de $16,04 \pm 4,54$ m, por lo que se puede catalogar como bosques medios en cuanto a la altura y de mediana cobertura, por lo tanto la leyenda para esta categoría de bosque es: **Bosque Siempreverde de alto a medio, medio denso de *Eschweilera sp.*, *Lecythis sp.*, *Sloanea sp.* y *Pouteria sp.* sobre ladera de medianas pendiente (60 - 30%).**

2.4.3.2. Bosques Semidecuiduos

En una franja entre los 653 y 395 msnm, se acordó establecer el tipo de comunidad presente, como bosque semidecuiduo, basado en dos argumentos que fueron observados en campo; uno, la parcial defoliación de los elementos arbóreos presentes en ese rango altitudinal (Figura 32), y en segundo lugar el número y la dominancia de especies siempreverde en la composición florística presentes en esta área, junto con las deciduas.

Las especies dominantes en esta franja son; *Eschweilera sp.* (coco e mono), *Lecythis sp2* (chupón), *Attalea sp.* (palma real), *Cordia alliadora* (pardillo), *Protium towarensis* (cabimbo). Las altura del dosel varía entre 16,05 a 13,81 m, con 2 estratos (emergentes y dosel), los emergentes poseen alturas entre los 20 a 25 m. La presencia de un segundo estrato como en los bosques anteriores es bastante exigua, sin embargo, se observa la presencia de una especie de palma, *Attalea sp.* (palma real), la cual solo se observo en este rango altitudinal, y por esta razón se considero como una especie característica del bosque semidecuiduo.



Figura 32. (a y b) En la Figura 32a, se puede visualizar el tronco de un individuo de *Sloanea sp.*, así como también individuos de la palma *Attalea sp.* (palma real). En la segunda toma (32b) puede apreciarse el grado de penetración de la luz en el sotobosque producto de la defoliación parcial del dosel.

En cuanto al grado de cobertura este es relativamente medio. En este sentido este bosque se caracterizo como: **Bosque semidecidual medio, medio de *Eschweilera* sp., *Lecythis* sp2, *Ataltea* sp., *Cordia alliodora* y *Protium tovaensis* sobre ladera de medianas pendientes (60 - 30%).**

2.4.3.3. Bosques Deciduos

El último grupo de bosques caracterizados en el área, corresponden a los bosques deciduos. Estos se ubican dentro de una franja que va desde los 400 a los 80 msnm, y abarcan el 45% de la superficie total de la Zona Protectora y reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón (4.028 ha, de un total de 8.900 ha). Como se mencionó con anterioridad, se establecieron para el mapa de vegetación tres tipos de bosques deciduos, de acuerdo a la composición florística de estos, y a sus respectivas especies dominantes.

El primer grupo es un bosque estructuralmente bajo (altura = $14,48 \pm 4,57$ m, el dosel está entre 9 - 10 m), de densidad media (Figura 33), ha sido establecido entre las isoyetas 1.200 a 1.100 mm, y denominado: **Bosque deciduo bajo medio de *Pterocarpus* sp., *Coccoloba* sp., *Machaerium stenophyllum* y *Hura crepitans* sobre colinas y pendientes moderadas (20 - 30%).**



Figura 33. (a y b) En ambas tomas puede apreciarse el efecto del déficit hídrico sobre la vegetación, expresada en la marcada defoliación del dosel. Igualmente puede observarse lo simple de la estructura de este tipo de bosque (prácticamente un solo estrato, conformado por el dosel), y la relativa baja estatura del mismo (9 - 10 m).

De acuerdo a la información recabada con las Transectas, este tipo de bosque tiende a observarse más hacia la parte septentrional de cuenca, en alturas que van de los 170 a los 80 msnm.

El segundo bosque de tipo deciduo, se establece entre las isoyetas 1.200 a 1.300 mm, y estructuralmente son similares a los anteriores e incluso con menores alturas que el anterior ($12,80 \pm 3,99$ m, el dosel posee altura < 10 m), con una densidad de cobertura media, y se establecen en áreas con más pendientes. Este segundo bosque fue denominado como: **Bosque deciduo bajo medio de *Psidium* sp1 y *P. sp2*, *Piptadenia viridiflora*, *P. peregrina* y *M. sterophyllum* sobre colinas y pendientes altas (40 - 60%).**

El tercer y último tipo de bosque deciduo se estableció entre las isoyetas de los 1.300 mm y la cota de altitud de los 400 msnm. Estos están ubicados en el área transicional de la cuenca, sin embargo, solo un solo levantamiento y en base a la información recabada se llegó al consenso de catalogarlo como bosque deciduo.

En este sentido, estructuralmente el mismo presenta una altura de bajo a medio ($16,35 \pm 4,93$, el dosel se ubica entre los 12 y 15 m de altura), mientras que la cobertura va de mediano a alta. Este tipo de bosques ha sido designado como: **Bosque deciduo bajo - medio medio de *Coccolobapittieri*, *Eschweilera sp.*, *Pithecelobium sp.* y *Psidium sp2* sobre colinas y pendientes altas (50 - 60%) (Figura 34).**



Figura 34. (a y b) Bosque deciduo similar al descrito anteriormente, solo que en la estructura resulta ser de mayor porte (12 a 15 m) y las especies dominantes son de carácter deciduo y siempreverde (*Pithecelobium sp.* y *Eschweilera sp.*).

Cabe destacar que se observa una tendencia muy clara en cuanto al establecimiento de las especies de *Psidium* en el paisaje donde se ubican los bosques deciduos. Por lo general tienden a formar parches monoespecificos en los topos de las laderas y colinas, como se puede observar en la Figura 35.



Figura 35. (a y b) A lo largo del paisaje colinoso de la cuenca del río Sanchón, en las cimas de estas, este es el patrón que suele encontrarse, con una dominancia casi monoespecifica de individuos de *Psidium* en estas áreas.

2.4.3.4. Composición y Riqueza de Especies (Diversidad Alfa)

En un primer análisis, la identificación preliminar de especies para la cuenca del río Sanchón arrojó que el bosque nublado propiamente dicho posee una riqueza o una diversidad alfa de aproximadamente 47 especies arbóreas. El bosque nublado de transición, posee una diversidad alfa de 37 especies, seguido del bosque siempreverde (ausencia total o parcial de palmas) con 33 especies.

Interesantemente el bosque semidecuido es la categoría con mayor riqueza de especies, con un valor de diversidad alfa de 57 especies arbóreas. En cuanto a los bosques deciduos, los tres tipos individualmente poseen una riqueza de especies que varía entre 26, a 32 especies arbóreas, sin embargo, se consideró tomar un valor de riqueza para estos bosques, tomando la suma de los tres tipos de bosques deciduos sugeridos, dando un valor de 58 especies.

De manera preliminar se presenta una serie de resultados, debido a que se requiere un análisis y la cuantificación de la cantidad y principales familias que

dominan en los tipos de bosques aquí descritos, así como también determinar las familias con más géneros representativos. Con respecto al número de especies presentado en los Cuadros del componente de aprovechamiento forestal, estos discrepan con estos, debido a que para ese entonces, consideraron la existencia de solo dos tipos de bosques deciduos, cuando en la realidad las evidencias apuntan a tres tipos bosques.

Por otra parte, ya la identificación de las muestras a arrojado algunas determinaciones interesantes desde el punto de vista de endemismo, como por ejemplo la *Swartzia pinnata* (Figura 36), y *Crematorpermam acrocarpum* (Figura 37). La primera es una fabaceae distribuida en bosques deciduos y semideciduos, así como también en los bosques ribereños asociados a la cuenca, y la segunda es un representante de la familia de las Annonaceas, establecida en el bosque nublado de transición y siempreverde. Ambas endémicas de los Bosques Nublados de la Cordillera Central de la Costa.



Figura 36. Elemento arbóreo de Swartziapinnata. Su establecimiento se da en bosques deciduos y semideciduos y bosque ribereño asociado a la cuenca, considerado como endémico de la Cordillera Central de la Costa.



Figura 37. Elemento arbóreo de Crematorpermamacrocarpum, genero perteneciente a la familia Annonaceae, establecida en Bosques Nublado de Transición y Siempreverde. Considerado como endémico de la Cordillera Central de la Costa.

2.4.3.5. Resultados del Componente de Aprovechamiento Forestal

Para la clasificación de las comunidades vegetales presentes en la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, se tomaron en

cuenta las especies con los mayores índices de valor de importancia (IVI), así como también se utilizó la información referente a las características de los suelos, drenaje, orografía, los datos de precipitación (isoyetas), temperatura (isotermas), composición del sotobosque, estratificación, entre otras variables específicas del inventario florístico, de lo cual resume lo siguiente:

▪ **Bosque Nublado I:**

445 individuos mayores o igual a 10 cm Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), con una altura promedio de 17,18 m y una media del DAP 23,56cm, distribuidas en 46 especies forestales, siendo los de mayor Índice de Valor de Importancia (IVI%) las especies: *Socratea exorrhiza* (palma araque) 44,29, *Lecythidacea* (chupón copito) 19,96, *Sloanea sp.* (majaguillo) 19,77, *Tovomita sp.* (tovomita) 17,29 y *Prestoea acuminata* (palmiche) 14,74c/u.

▪ **Bosque Nublado II:**

229 individuos mayores o igual a 10 cm DAP, con una altura promedio de 15,90 m y una media en el DAP de 23,82cm distribuidas en 39 especies forestales, siendo los de mayor Índice de Valor de Importancia (IVI%) las especies: *Socratea exorrhiza* (palma araque) 34,91, *Lecythidacea* (chupón copito) 24,68, *Protium towarensis* (cabimbo) 24,37, Desconocido1 5,25, y *Sloanea sp.* (majaguillo) 13,65, respectivamente.

▪ **Bosque Semideciduo:**

159 individuos con una altura promedio de 15,87m y una media en el DAP de 23,55 m, distribuidos en un total de 45 especies forestales, siendo los de mayor Índice de Valor de Importancia (IVI%) las especies: *Protium towarensis* (cabimbo) 42,40, *Cordia alba* (caujaro) 19,73, *Atallea sp.* (palma real) 19,24, *Eschweilera sp.* (coco de mono) 18,00 y *Lecythidacea* (chupón churro) 14,12 c/u.

▪ **Bosque Deciduo I:**

338 individuos mayores o igual a 10cm DAP, con una altura promedio de 13,60m y una media en el DAP 19,21cm, distribuidas en 58 especies forestales, siendo los de mayor Índice de Valor de Importancia (IVI%) las especies: *Eugenia octopleura* (guayabo) 39,70, *Vitex sp.* (totumillo) 37,86, *Lecythidacea* (chupón churro) 20,19, *Acacia sp.* (tiama carbonera) 19,26 y (guamo huesito) 10,54 c/u.

▪ Bosque Deciduo II:

498 individuos mayores o igual a 10cm DAP, con una altura promedio de 13,07m y una media en el DAP de 17,29 m, distribuidas en 56 especie forestales, siendo los de mayor Índice de Valor de Importancia (IVI%) las especies: *Machaerium sp.* (ñaure) 23,72, *Sterculiasp.* (cacaguillo) 22,62, *Eugenia octopleura* (guayabo) 20,93, *Acasia sp.* (tiama carbonera) 15,68 y *Vitex sp.* (Totumillo) 14, 96, respectivamente.

Visto lo anterior se tiene que los Bosques Nublados identificados como I (Bosque Nublados I) de la Cordillera de la Costa se presentan entre los 700 - 2.500 msnm y se desarrollan en regiones de temperaturas moderadas o intermedias y muy húmedos. Según Huber (1976; 1986), la selva nublada propiamente dicha se distribuye entre los 1.100 y 1.600/1.800 msnm, pero para el caso correspondiente, esta se ubica a partir de los 1.000 msnm.

Este tipo de comunidad está representada mayoritariamente por especies arbóreas con una estructura alto denso, y con un estrato emergente formado por especies como la *Gyranthera caribensis* (candelo o cucharón) y la *Socratea exorrhiza* (palma araque), con alturas superiores a los 30 m, esta última especie es un indicador para este tipo de bosque, la cual tiene una amplia franja de distribución en el mismo (Meier, 2002; 2004). Las especies forestales dominantes para este Bosque Nublado son: *Socratea exorrhiza* (palma araque), *Lecythidacea* (chupón copito), *Sloanea sp.* (Majaguillo), *Tovomita sp.* (Tovomita) y *Prestoea acuminata* (palmiche) resaltadas en el Cuadro 17.

De acuerdo a los resultados obtenidos este Bosque Nublado propiamente dicho tiene un promedio en altura total de 17,18 m distribuidas entre el total de especies forestales reflejadas en el Cuadro 17, de las cuales 46 de ellas aparecieron bajo el criterio de medición (árboles con un DAP \geq a 10 cm); mientras que las tres (3) últimas especies (guayabo canaleta, cordoncillo y caujaro) aparecen en la evaluación de la Regeneración Natural existente, y estas van a formar parte del componente arbóreo de este bioma. También, cuenta con un área basal de 26,83 m² y un área basal / hectárea de 24,34 m²; mientras que el volumen en pie total es de 498,38 m³ y el volumen en pie / hectárea es de 453,07 m³.

Por otra parte, este tipo de comunidad presentan precipitaciones constantes, presencia de nubes durante el día, pendientes pronunciadas (> 30%), a la vez que son muy húmedos y la vegetación siempre está provista de su follaje. Además, la presencia de epifitas, líquenes y hongos es prominente y estas se adaptan muy

bien a las características propias de estos bosques, lo cual van a ser determinante en los cálculos de la biomasa total.

Cuadro 17. Bosque Nublado I evaluado en el Inventario Florístico, cuenca río Sanchón.

BOSQUE NUBLADO I, RIO SANCHON (11 parc. De 0,1 ha c/u) Individuos mayores o igual a 10 cm DAP.																
No Especies For.	Nombre comun	Nombre científico	Cobert. Abs	Cobert. Rel	Σ	Abund. Rel	Frec. Abs	Frec. Rel	IVI	Range	IVI %	PosOccRe%	RNK%	IVA	Range	IVIAs%
1	Palma aireque	<i>Socratea bonifida</i>	3,654	14	107	24	11	7	44,29	1	14,76	2312	11,96	79,36	1	15,87
2	Baco	<i>Couma macrocarpa</i>	2,165	8	7	2	5	3	12,65	7	4,22	1,71	1,77	16,13	12	3,23
3	Guano hueleto	<i>Piptadenia peregrina</i>	0,102	0	1	0	1	1	1,21	40	0,40	0,22	0,91	2,34	32	0,47
4	Guayabito	<i>Eugenia sp</i>	0,112	0	4	1	3	2	3,12	25	1,04	0,88	0,00	4,00	27	0,80
5	Anon	<i>Annona sp</i>	0,023	0	1	0	1	1	0,91	43	0,30	0,28	0,00	1,19	44	0,24
6	Chupon	Lecitidaceae	0,241	1	4	1	2	1	3,00	26	1,00	0,89	1,18	5,17	24	1,03
7	Fruito de palma	<i>Casaevar nitida</i> / <i>Phyllanthus sp</i>	0,867	2	6	1	6	4	7,46	13	2,48	1,43	2,21	11,09	14	2,22
8	Chupon copito	<i>Leplhis sp</i>	2,576	10	22	5	9	5	19,96	2	6,65	5,28	0,00	25,25	5	5,16
9	Yaguimo montaña	<i>Cecropia sp2</i>	1,381	5	19	4	5	3	12,43	8	4,14	4,57	2,69	19,68	9	3,94
10	Desconocido	ND	2,070	8	16	4	6	4	14,92	5	4,97	3,41	3,87	22,21	7	4,44
11	Toomita	<i>Toomita sp</i>	1,119	4	32	7	11	7	17,99	4	6,00	7,10	1,83	26,92	4	5,38
12	Palmiche	<i>Pressea acuminata</i>	0,511	2	33	7	9	5	14,74	6	4,91	7,37	17,98	40,10	2	8,02
13	Yaguimo	<i>Cecropia sp1</i>	0,652	2	11	2	4	2	7,31	15	2,44	2,99	0,00	9,90	16	1,98
14	Guayabo costal	Myrtaceae	0,212	1	1	0	1	1	1,62	35	0,54	0,22	0,00	1,84	38	0,37
15	Aguaacillo	<i>Dendropanax abobres</i>	0,780	3	16	4	8	5	11,36	10	3,79	3,30	4,73	19,39	8	3,88
16	Guayabo manzano	<i>Bellucia pentanera</i>	0,155	1	7	2	4	2	4,56	19	1,52	1,60	3,34	9,50	17	1,90
17	Magajillo	<i>Sloanea sp</i>	1,318	5	42	9	9	5	19,77	3	6,59	10,18	7,27	37,22	3	7,44
18	Alenian	<i>Gafrerioides latifolia</i>	0,061	0	2	0	2	1	1,88	31	0,63	0,28	0,00	2,16	35	0,43
19	Helecho mapora	Pteridita	0,027	0	2	0	2	1	1,75	32	0,58	0,11	3,93	57,9	22	1,16
20	Guano	<i>Igea sp</i>	0,204	1	9	2	4	2	5,19	17	1,73	2,31	0,00	7,50	19	1,50
21	Candelo	<i>Gynerium caribensis</i>	0,442	2	1	0	1	1	2,47	28	0,82	0,22	0,86	3,55	29	0,71
22	Lecitidaceae	Lecitidaceae	0,082	0	2	0	1	1	1,38	38	0,46	0,33	0,00	1,72	41	0,34
23	Cabimbo	<i>Protium tovarensis</i>	0,810	3	12	3	7	4	9,93	12	3,31	2,48	4,73	17,14	11	3,43
24	Cruado	<i>Bunchosia sp</i>	0,119	0	1	0	1	1	1,27	30	0,42	0,22	0,00	1,49	31	0,30
25	Malepalo	<i>Ficus sp</i>	0,384	1	3	1	3	2	3,91	23	1,30	0,72	0,00	4,63	25	0,93
26	Lauel	<i>Necandra sp</i> / <i>Ocotea sp</i>	0,753	3	16	4	9	5	11,82	9	3,94	3,74	7,86	23,43	6	4,69
27	Claivo	<i>Euphorbiaceae-Adelia sp</i>	0,230	1	7	2	3	2	4,24	20	1,41	1,60	0,00	5,83	21	1,17
28	Caimito	<i>Sapotaceae - Pouteria sp2</i>	0,378	1	10	2	5	3	6,67	16	2,22	1,32	10,72	18,71	10	3,74
29	Onofillo	<i>Vismia sp</i>	0,018	0	1	0	1	1	0,89	44	0,30	0,28	0,00	1,17	45	0,23
30	Guayabo	<i>Psidium sp2</i>	0,195	1	2	0	2	1	2,38	29	0,79	0,44	0,00	2,82	30	0,56
31	Clusia	<i>Clusia sp</i>	0,403	2	5	1	4	2	5,03	18	1,68	1,05	0,00	6,08	20	1,22
32	Araguaney	<i>Trochubia sp</i>	0,188	1	1	0	1	1	1,53	36	0,51	0,22	0,00	1,75	40	0,35
33	Ficus	<i>Ficus sp</i>	0,347	1	6	1	2	1	3,84	24	1,28	1,43	0,00	5,28	23	1,06
34	Candelo	<i>Sloanea terriflora</i>	1,184	4	5	1	3	2	7,34	14	2,45	1,27	2,48	11,09	15	2,22
35	Zarco clusia	<i>idem 45</i>	0,171	1	2	0	1	1	1,69	34	0,56	0,55	0,00	2,24	34	0,45
36	Coco de mono	<i>Eschweilera sp</i>	1,664	6	7	2	4	2	10,19	11	3,40	1,76	2,42	14,37	13	2,87
37	Tacamajaca	<i>Protium sp</i>	0,618	2	2	0	2	1	3,96	21	1,32	0,44	0,00	4,40	26	0,88
38	Guano rojo	<i>Igea sp2</i>	0,230	1	4	1	2	1	2,96	27	0,99	0,94	0,00	3,90	28	0,76
39	Casibiro	<i>Guajira ferruginea</i>	0,080	0	1	0	1	1	1,13	41	0,38	0,28	0,00	1,40	42	0,28
40	Tetumillo	<i>Vlex diencata</i>	0,210	1	6	1	3	2	3,94	22	1,31	1,49	2,69	8,12	18	1,62
41	Guano montañero	<i>Igea sp3</i>	0,025	0	2	0	2	1	1,75	33	0,58	0,55	0,00	2,30	33	0,46
42	Sengre drago	<i>Pterocarpus sp</i>	0,042	0	1	0	1	1	0,98	42	0,33	0,28	0,00	1,26	43	0,25
43	Magaja	<i>Heliconia sp</i>	0,109	0	2	0	1	1	1,46	37	0,49	0,44	0,00	1,90	37	0,38
44	Guayabo de montaña	<i>Ammonia montana</i>	0,068	0	1	0	1	1	0,86	46	0,29	0,28	0,00	1,13	47	0,23
45	Clusia amarilla	<i>Clusia sp3</i>	0,080	0	2	0	1	1	1,35	39	0,45	0,50	0,00	1,85	38	0,37
46	Sabio	<i>Sapotaceae ?</i>	0,015	0	1	0	1	1	0,88	45	0,29	0,28	0,00	1,16	46	0,23
47	Guayabo canaleto	<i>Sloanea terriflora = 34</i>	0,000	0	0	0	0	0	0,00	47	0,00	0,00	1,99	1,99	36	0,40
48	Cordoncillo		0,000	0	0	0	0	0	0,00	48	0,00	0,00	0,86	0,86	48	0,17
49	Caujuro	<i>Cordia sp</i>	0,000	0	0	0	0	0	0,00	49	0,00	0,00	0,00	1,72	42	0,34
	Totales		26,834	100	445	100	166	100	300,00	-	100,00	100,00	100,00	500,00	-	100,000

Fuente: Elaboración propia

Según Huber (1976; 1986), la selva nublada de transición (entre el nublado y semidecíduo) denominado en el presente punto como Bosque Nublado II, se ubica en general entre los 950 y 1.300 a 1.400 msnm, pero para el caso siguiente la

clasificación está marcada en el rango altitudinal que va de los 600 - 1.000 msnm, considerando que la presencia de especies emergentes como la *Gyranthera caribensis* (candelo o cucharón) se reduce drásticamente en comparación a la comunidad vegetal anterior, solo dos (2) individuos muestreados, lo cual define en si el margen de distribución de esta especie y puede estar estableciéndose a partir de los 900 msnm en base a la superficie florística inventariada.

Este tipo de comunidad está representada significativamente por especies arbóreas con estructuras que van de alto denso a medio denso. Las especies forestales dominantes para este Bosque Nublado II de transición son: *Socratea exorrhiza* (palma araque), *Lecythyidaceae* (chupón copito), estas primeras especies dominan ampliamente en ambos bosques nublados, siguiendo el orden de importancia se tiene la *Protium towarensis* (Cabimbo), Desconocido, y *Sloanea sp.* (Majaguillo), reflejados en el Cuadro 18.

De acuerdo a los resultados obtenidos este Bosque Nublado de transición (II) tiene una media en altura total de 15,90 m, distribuidas entre el total de especies forestales reflejados en el Cuadro 18, de las cuales 39 de ellas aparecieron bajo el criterio de medición (árboles con un DAP \geq a 10 cm); mientras que las cuatro (4) últimas especies (cordoncillo, urape, guamo blanco y palmiche) aparecen en la evaluación de la Regeneración Natural existente, y estas van a formar parte del componente arbóreo de este bioma. El mencionado bosque cuenta con un área basal de 14,70 m² y un área basal / hectárea de 24,49 m²; mientras que el volumen en pie total es de 248,11 m³ y el volumen en pie / hectárea es de 413,51 m³

Especies como la *Protium towarensis* (cabimbo), van a representar parte de la transición de estos bosques, aunque la mayoría de la especies evaluadas van a estar influenciadas por los regímenes de precipitación, es decir, que la humedad en estos sitio juega un factor importante, sin descartar la presencia de especies típicas de los bosques semidecuidos.

Los Bosques Semidecuidos, también conocidos como “Bosques alisios”, predominan en regiones con alternancia entre una estación húmeda y otra decidua menos prolongada, y donde una parte de las especies arbóreas dominantes de estas comunidades pierde su follaje durante las estaciones secas del año. Por lo general, la franja de estos bosques no son muy pronunciadas y aunque en la literatura consultada no hubo referencias para el caso de estas formaciones en la Cordillera de la Costa venezolana, el estudio realizado a lo largo de la cuenca de

río Sanchón permitió caracterizar una línea representativa en el rango altitudinal que va de los 600 a 400 msnm y está marcada principalmente por una especie de palma indicadora (palma real).

Cuadro 18. Bosque Nublado II evaluado en el Inventario Florístico, cuenca río Sanchón.

BOSQUE NUBLADO II. RIO SANCHON (06 parc. De 0,1 ha c/u) Individuos mayores o igual a 10 cm DAP.																
No Especies For.	Nombre comun	Nombre científico	Coert. Abs	Coert. Rel	Σ	Abund. Rel	Frec. Abs	Frec. Rel	IVI	Rango	IVI %	PosSocReI%	RN%	IVIA	Rango	IVIA%
1	Palma araque	<i>Socratea exorrhiza</i>	1,359	9	44	19	5	6	34,21	1	11,40	18,34	5,66	58,20	1	11,64
2	Bacu	<i>Couma macrocarpa</i>	0,652	4	7	3	3	3	10,94	8	3,65	3,18	10,15	24,27	5	4,85
3	Guano huesito	<i>Piptadenia peregrina</i>	0,372	3	8	3	3	3	9,47	11	3,16	3,18	2,82	15,47	11	3,09
4	Fruto de palma	<i>Casaeaea nitida/Phyllanthus sp.</i>	0,167	1	2	1	2	2	4,31	24	1,44	0,98	0	5,29	31	1,06
5	Chupon cogollo	<i>Leoclytus sp</i>	2,270	15	8	3	5	6	24,69	2	8,23	3,91	3,92	32,52	2	6,50
6	Desconocido	ND	0,827	4	12	5	5	6	15,25	4	5,08	4,88	3,87	24,01	6	4,80
7	Tovomila	<i>Tovomila sp</i>	0,152	1	3	1	2	2	4,64	22	1,55	1,47	4,7	10,81	16	2,16
8	Agacacillo	<i>Dendropanax abourea</i>	0,185	1	3	1	1	1	3,72	27	1,24	0,00	6,74	10,46	17	2,09
9	Guayabo marcano	<i>Bellucia pentanera</i>	0,066	0	1	0	1	1	2,04	35	0,68	1,47	3,00	6,50	27	1,30
10	Méjagallo	<i>Stemna sp</i>	0,520	4	10	4	5	6	13,65	5	4,55	0,49	2,93	17,07	9	3,41
11	Guano	<i>Inga sp</i>	0,072	0	3	1	2	2	4,10	26	1,37	4,65	0	8,74	22	1,75
12	Candélo	<i>Gynerthera caribensis</i>	1,143	8	2	1	1	1	9,80	10	3,27	1,22	8,65	19,67	8	3,93
13	Cabambo	<i>Protium toanensis</i>	1,197	8	24	10	5	6	24,37	3	8,12	0,88	4,97	30,32	3	6,06
14	Crucelo	<i>Burchardia sp</i>	0,849	6	10	4	3	3	13,59	6	4,53	10,76	7,43	31,78	4	6,96
15	Metapato	<i>Ficus sp?</i>	0,068	1	1	0	1	1	2,17	33	0,72	4,65	0	6,81	26	1,36
16	Laurel	<i>Nectandra sp/ Ocotea sp</i>	0,105	1	4	2	3	3	5,91	20	1,97	0,49	1,23	7,63	25	1,53
17	Clavito	<i>Euphorbiaceae-Adelia sp</i>	0,100	1	3	1	2	2	4,29	25	1,43	1,71	0	6,00	29	1,20
18	Cainito	<i>Sapotaceae - Poultia sp?</i>	0,085	1	4	2	2	2	4,62	23	1,54	1,47	3,27	9,36	20	1,87
19	Guayabo	<i>Psidium sp?</i>	0,146	1	7	3	2	2	6,35	18	2,12	1,71	6,31	14,37	12	2,87
20	Cusia	<i>Cusia sp</i>	0,013	0	1	0	1	1	1,68	38	0,66	3,18	0	4,85	33	0,97
21	Ficus	<i>Ficus sp</i>	0,882	6	1	0	1	1	7,59	14	2,53	0,24	0	7,84	24	1,57
22	Candélo	<i>Stemna terriflora</i>	0,938	6	4	2	2	2	10,42	9	3,47	0,24	4,94	15,60	10	3,12
23	Zinco cusia	<i>idem Cusia sp?</i>	0,181	1	6	3	3	3	7,30	15	2,43	1,71	0	9,01	21	1,80
24	Coco de mono	<i>Eschweilera sp</i>	0,385	3	14	6	3	3	12,18	7	4,06	2,44	5,93	20,55	7	4,11
25	Guano rojo	<i>Inga sp?</i>	0,071	0	1	0	1	1	2,07	34	0,69	6,11	1,32	9,50	18	1,90
26	Casabito	<i>Guapira ferniginea</i>	0,277	2	5	2	2	2	6,37	17	2,12	0,49	1,32	8,18	23	1,64
27	Tamulillo	<i>Ulex diacata</i>	0,268	2	6	3	4	5	9,04	12	3,01	2,20	1,32	12,56	13	2,51
28	Cusia amarilla	<i>Cusia sp?</i>	0,189	1	1	0	1	1	2,87	29	0,96	2,93	0	5,80	30	1,16
29	Guarabato de montana	<i>Ammonia montana</i>	0,824	2	7	3	3	3	8,71	13	2,90	0,49	1,32	10,52	15	2,10
30	Sabalo	<i>Sapotaceae ?</i>	0,124	1	5	2	3	3	6,48	16	2,16	2,93	0	9,41	19	1,88
31	Copey	<i>Cusia minor ?</i>	0,196	1	1	0	1	1	2,92	28	0,97	1,96	0	4,88	32	0,98
32	Charo	<i>Brosimum sp</i>	0,126	1	1	0	1	1	2,44	31	0,81	0,49	0	2,93	35	0,59
33	Zapatero	<i>Motayba sp / Cigonia sp</i>	0,010	0	1	0	1	1	1,65	40	0,55	0,49	0	2,14	39	0,43
34	Guano rojo de mono	<i>Inga edulis/Inga alba</i>	0,073	0	2	1	1	1	2,52	30	0,84	0,24	0	2,76	37	0,55
35	Guano	<i>Cordia sp</i>	0,220	1	5	2	2	2	5,98	19	1,99	0,24	0	6,22	28	1,24
36	Naranjillo	<i>Latex blanco ?</i>	0,040	0	2	1	1	1	2,30	32	0,77	2,44	0	4,74	34	0,95
37	Longanazo		0,013	0	1	0	1	1	1,68	39	0,56	0,49	0	2,17	38	0,43
38	Chupon chumo	<i>Lecthydaceae</i>	0,178	1	8	3	1	1	5,85	21	1,95	3,42	2,31	11,59	14	2,32
39	Cocoseite	<i>Desconocido</i>	0,035	0	1	0	1	1	1,82	37	0,61	0,88	0	2,80	36	0,56
40	Coroncello	<i>Piper aduncum L</i>	0,000	0	0	0	0	0	0,00	0	0,00	0,73	1,23	1,96	41	0,39
41	Urabe	<i>Bourinia sp</i>	0,000	0	0	0	0	0	0,00	0	0,00	0,00	2,13	2,13	40	0,43
42	Guano blanco	<i>Inga ingoides</i>	0,000	0	0	0	0	0	0,00	0	0,00	0,00	1,32	1,32	42	0,26
43	Palmitche	<i>Prestoea acuminata</i>	0,000	0	0	0	0	0	0,00	0	0,00	0,00	1,23	1,23	43	0,25
Totales			14,696	100	223	100	87	100	300,00	-	100,00	100,00	100,02	500,02	-	100,00

Fuente: Elaboración propia

Esta comunidad vegetal, está compuesta mayoritariamente por especies arbóreas con una estructura medio, un promedio en altura total de 15,87 m distribuidas

entre el total de especies forestales evaluadas para este caso (Cuadro 19), de las cuales 43 de ellas aparecieron bajo el criterio de medición (árboles con un DAP \geq a 10 cm); mientras que las dos (2) últimas especies (fruto de palomo y bucare de jardín) aparecen en la evaluación de la Regeneración Natural existente, las cuales van a formar parte del componente arbóreo.

Cuadro 19. Bosque Semidecíduo evaluado en el Inventario Florístico, cuenca río Sanchón.

No. Especies For.	Nombre común	Nombre científico	Coef. Abs.	Coef. Rel.	f	Abund. Rel.	Frec. Abs.	Frec. Rel.	IVI	Range	IVI%	Posición%	R.M.%	INDA	Range	INDA%
1	Toruño	Vernoniaea	0.168	2	3	2	2	3	6.93	15	2.31	2.15	0	9.98	18	1.82
2	Zerovoco	ND	0.066	1	4	3	3	4	7.62	12	2.54	2.11	4.16	13.89	9	2.78
3	Chuyo duro	Lectyidichne	0.243	3	9	6	4	6	14.12	6	4.71	5.48	17.91	37.51	3	7.59
4	Jarabó	Mecynops sp/Coccol sp	0.184	2	4	3	2	3	7.51	13	2.33	2.76	2.38	12.64	10	2.33
5	Gualbo	Ficus sp?	0.165	2	6	4	2	3	8.69	10	2.69	3.81	0	12.49	11	2.50
6	Gualbo marzano	Bellido alcomero	0.008	0	1	1	1	1	2.18	41	0.73	0.29	0	2.46	40	0.49
7	Jarabó	Hura crepitans	0.841	9	8	5	2	3	16.69	5	5.63	5.19	0	22.08	6	4.42
8	Buzato	Mecynops sp/ Coponia sp	0.127	1	3	2	1	1	4.70	21	1.67	2.15	0	6.65	24	1.37
9	Gualbo	Uga sp	0.112	1	2	1	1	1	3.91	23	1.33	0.89	5.34	10.14	16	2.63
10	Napute	Zanthoxylum molle	0.025	0	1	1	1	1	2.20	39	0.73	0.28	0	2.48	42	0.50
11	Cabú	Zanthoxylum molle	0.213	2	8	5	4	6	13.17	7	4.39	4.87	2.77	20.82	7	4.16
12	Casabú	???	0.048	1	2	1	1	1	3.24	29	1.08	1.65	0	4.78	28	0.95
13	Casabú	Myrsineae - Goupijferia	0.159	2	2	1	2	3	5.88	17	1.95	1.21	0	7.09	22	1.42
14	Bucaco	Zanthoxylum molle	0.010	0	1	1	1	1	2.20	39	0.73	0.28	0	2.48	42	0.50
15	Chico	Besleria sp	0.213	2	8	5	4	6	13.17	7	4.39	4.87	2.77	20.82	7	4.16
16	Caraguillo	Pectera sp 2	0.071	1	1	1	1	1	2.65	31	0.95	0.61	0	3.45	30	0.69
17	Carabó	Scaevola emfida	0.066	1	2	1	2	3	5.21	18	1.74	1.21	3.66	10.09	17	2.02
18	Rosa de montana	Brounea sp	0.037	0	2	1	1	1	3.12	30	1.04	0.89	2.37	6.38	25	1.26
19	Pera real	Afara sp	1.439	15	4	3	1	1	19.24	3	6.41	2.59	13.23	40.85	2	8.01
20	Ujipe	Besleria sp	0.016	0	1	1	1	1	2.29	37	0.76	0.28	5.82	8.39	19	1.68
21	Vigano	Cecropia sp	0.258	3	6	4	1	1	7.76	11	2.59	3.65	0	11.41	15	2.28
22	Tico	Cecropia sp	0.130	1	3	2	1	1	4.74	19	1.58	2.32	5.15	12.21	12	2.44
23	Casabú	Ficus sp	0.221	2	2	1	2	3	6.34	16	2.18	1.21	0	7.75	20	1.55
24	Carabó	Ficus molle	1.725	18	29	18	4	6	42.40	1	14.13	18.62	8.79	69.81	1	13.96
25	Baco	Couma macrocarpa	0.011	0	1	1	1	1	2.22	38	0.74	0.77	0	2.59	37	0.60
26	Caño	Couma sp	0.773	8	9	6	4	6	19.73	2	6.58	4.87	0	24.71	5	4.94
27	Chico	Besleria sp	0.259	3	3	2	2	3	7.37	14	2.46	2.15	2.27	11.79	14	2.36
28	Coco de loro	Echinola sp	0.471	5	16	10	2	3	18.00	4	6.00	9.58	9.98	36.67	4	7.33
29	Carabó	Leptalis sp	0.028	0	1	1	1	1	2.40	33	0.80	0.77	0	3.17	35	0.63
30	Gualbo	Palafoxia pycnantha	0.212	2	6	4	3	4	10.43	8	3.48	3.81	0	14.25	8	2.65
31	Jarabó	???	0.025	0	1	1	1	1	2.37	36	0.79	0.61	0	2.98	38	0.60
32	Napute	Scaevola sp	0.027	0	2	1	2	3	4.48	22	1.49	0.69	2.17	7.54	21	1.51
33	Coco de loro	Freziera molle	0.126	1	1	1	1	1	3.43	26	1.14	0.77	0	4.20	30	0.84
34	Sana moribato	Freziera molle	0.159	2	1	1	1	1	3.78	25	1.26	0.61	0	4.39	29	0.68
35	Tuarajaco	Ficus sp	0.025	0	1	1	1	1	2.37	36	0.79	0.61	0	2.98	38	0.60
36	Napute	Morobium serpyllifolium	0.000	0	0	0	0	0	0.00	42	0.00	0.00	3.57	3.57	32	0.71
37	Gualbo	Arcoa molle	0.000	0	0	0	0	0	0.00	43	0.00	0.00	2.86	2.86	41	0.67
38	Arón	Rolnia sp	0.482	5	3	2	2	3	9.94	9	3.31	2.15	0.00	12.09	13	2.42
39	Flo de palma	Carex nidiophyllus sp	0.001	0	1	1	1	1	2.43	32	0.81	0.77	0.00	3.21	34	0.84
40	Jarabó	Syntherisma	0.126	1	1	1	1	1	3.43	27	1.14	0.77	0.00	4.20	31	0.84
41	Cucacito	Combretaceae - Conium sp	0.017	1	2	1	1	1	3.86	24	1.29	1.21	0.00	5.07	26	1.01
42	Gualbo	Arcoa sp	0.053	1	2	1	1	1	3.29	28	1.10	1.55	0.00	4.84	27	0.97
43	Napute moribato	Cuscuta	0.029	1	3	2	1	1	4.72	20	1.57	2.32	0.00	7.04	23	1.41
44	Flo de palma	Carex nidiophyllus sp	0.000	0	0	0	0	0	2.20	40	0.73	0.77	0.00	2.97	40	0.59
45	Bucaco de jarabó	Entrea sp	0.000	0	0	0	0	0	0.00	44	0.00	0.00	1.78	1.78	44	0.56
Totales			9.437	100	159	100	68	100	300.00	-	100.00	100.00	100.00	500.00	-	100.00

Fuente: Elaboración propia,

Por otra parte, en relación a los resultados obtenidos este bosque cuenta con un área basal de 9,44 m² y un área basal / hectárea de 18,87 m²; mientras que el volumen en pie total es de 145,28 m³ y el volumen en pie / hectárea es de 290,57 m³, está representado principalmente por las siguientes especies forestales: *Protium towarensis* (cabimbo), *Cordia alba* (caujaro), *Ataltea sp.* (palma real), *Eschweilera parvifolia* (coco de mono) y *Lecythydaceae* (chupón churro). Donde también se muestra la presencia de algunas especies armadas como lo son: *Hura crepitans* (jabillo), (Longanizo) y *Zanthoxylum rhoifolium* (bocsuo) representativas del bosque seco por sus mecanismo de adaptación, que pueden encontrarse dispersas o bien establecidas en el presente rango altitudinal, estas están influenciadas directamente por las condiciones físico naturales del lugar.

Los Bosque Deciduos se localizan principalmente en las regiones áridas y semiáridas del norte del país, donde las condiciones nutricionales de los suelos son las más favorables (Hernández, 1998). Estos bosques presentan una estación seca prolongada y la gran mayoría de los arboles pierden su follaje durante la época de sequía (caducifolia), otra característica de ellos es la presencia de bejucos a lo largo del sotobosque y las pendientes son menos pronunciadas en comparación con los bosques de la cuenca alta (entre 15 - 20%).

Esta comunidad vegetal está representada mayoritariamente por individuos arbóreos con una estructura que va de bajo medio a bajo ralo y se encuentra por debajo de los 400 msnm, para el presente estudio se diferenciaron dos tipos de bosques secos (deciduos) uno que pudiera estar entre los 200 - 400 msnm y el otro por debajo de los 200 msnm. Las principales especies presentes son las siguientes: *Eugenia octopleura* (guayabo), *Vitex sp.* (Totumillo), *Lecythydaceae* (chupón churro), *Acasia sp.* (Tiama carbonera y guamo huesito); basado en lo anterior se puede indicar que en este tipo de bosque deciduo se distribuye muy bien las especies como el guayabo, Familia: *Myrtaceae*.

En relación a los resultados obtenidos este Bosque Deciduo tiene un promedio en altura total de 13,60 m distribuidas entre el total de especies forestales reflejados en el esquema anterior (Cuadro 20), de las cuales 58 de ellas aparecieron bajo el criterio de medición (árboles con un DAP \geq a 10 cm); mientras que las tres (3) últimas especies (palma real, palmiche y urape) aparecen en la evaluación de la Regeneración Natural existente, y estas van a formar parte del componente arbóreo de la presente comunidad. Por último, dicho bosque cuenta con un área basal de 12,49 m² y un área basal / hectárea de 13,87 m²; mientras que el volumen en pie total es de 70,27 m³ y el volumen en pie / hectárea es de 78,08 m³.

Las especies forestales dominantes para el Bosque Deciduo II son: *Machaerium sp.* (ñaire), *Sterculia sp.* (Cacaguillo), *Eugenia octopleura* (guayabo), *Acasia sp.* (Tiama carbonera) y *Vitex sp.* (Totumillo), resaltados en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Bosque Deciduo II evaluado en el Inventario Florístico, cuenca río Sanchón.

BOSQUE DECIDUO II RIO SANCHON (14 PARCELAS DE 0.1 ha cu) Individuos mayores o igual a 10 cm DAP.

No. Espec. For.	Nombre común	Nombre científico	Cobert. Absol. Cobert. Rel.	I	Abund. Rel.	Frec. Abs.	Frec. Rel.	IVI	IVI%	Postforal%	RM%	IVM	Rango	IVM%		
1	Caracococo	NO	0.051	3	13	4	6	3	9.50	9	3.17	3.49	13.51	9	3.79	
2	Agapardo	Democarenum arboreum	0.044	1	5	1	2	1	2.00	37	0.88	1.03	3.73	37	0.75	
3	Cacaguillo	Sterculia sp. 2	1.780	11	39	8	4	22.02	2	7.54	7.68	4.38	34.60	3	6.93	
4	Chico	Acacia sp.	0.044	0	2	0	1	1.36	43	0.45	0.51	0.00	1.87	45	0.37	
5	Ñaire	Machaerium streptophyllum	0.734	4	62	12	7	23.72	1	7.91	12.70	17.20	53.62	1	10.72	
6	Li arcebo	???	0.267	2	6	1	2	4.08	26	1.36	0.77	0.00	4.65	21	0.97	
7	Cocobol	Ficus sp.	0.154	3	6	1	2	2.96	35	0.69	0.92	0.63	4.51	31	0.99	
8	Sargol drago	Pterocarpus sp.	0.860	5	20	4	3	11.19	7	3.73	3.53	0.00	14.72	6	2.94	
9	Guacuco	???	0.145	0	1	0	1	1.04	60	0.28	0.10	0.00	1.12	60	0.23	
10	Totumillo	Vitex sp. 2	0.800	5	23	5	9	14.96	5	4.99	5.12	0.71	20.79	6	4.16	
11	Guayabo	Petalonia sp.	0.913	6	54	11	6	20.93	3	6.98	10.60	12.57	44.10	2	8.82	
12	Ñico arcebo	Bursera excelsa	0.357	2	3	1	3	4.72	20	1.57	0.51	0.00	5.23	20	1.05	
13	Majano	Cecropia sp.	0.070	0	4	1	2	2.97	38	0.79	0.62	1.48	4.66	30	0.93	
14	Jabito	Suriana maritima	0.970	6	9	2	3	9.45	10	3.15	1.69	0.00	11.54	12	2.21	
15	Guayabo	Coccoloba sp.	0.165	1	6	1	2	3.34	31	1.11	1.23	0.00	4.27	29	0.91	
16	Narajillo	Jatropha gossypifolia	0.074	0	5	1	3	3.16	33	1.05	0.87	0.00	4.03	36	0.91	
23	Argentea	Pithecellobium dulce	0.240	1	6	1	3	5.51	18	1.64	1.38	1.01	7.90	19	1.58	
24	Guacuco	Anacardium sp.	0.068	4	18	4	7	11.38	6	3.76	3.17	0.00	14.48	10	2.89	
26	Escoba	Santanderia lucida	0.052	0	3	1	3	3.81	36	0.54	0.67	0.00	3.47	38	0.99	
28	Niguelo	???	0.019	0	1	0	1	1.03	66	0.28	0.14	0.00	0.99	61	1.23	
27	Tiama carbonera	Psidium sp. / Acacia sp.	1.080	10	16	3	5	15.08	4	5.23	2.61	5.60	23.89	5	4.78	
29	Tiama carbonera	Prickelia uniflora	0.243	1	7	1	4	4.95	21	1.53	1.64	0.68	6.88	20	1.38	
29	Li arcebo	Santanderia lucida	0.144	1	4	1	3	3.38	29	1.13	0.92	0.00	4.30	34	0.98	
30	Cocobol	Santanderia lucida	0.183	1	5	1	3	3.64	27	1.21	0.92	0.00	4.68	32	0.91	
31	Papayulán	Smilax sp.	0.297	2	7	2	5	6.99	17	2.00	1.28	0.78	6.98	18	1.61	
32	Guano habito	Santanderia lucida	0.614	3	18	3	4	8.61	12	3.67	3.07	0.33	24.41	4	5.68	
33	Cubol	Psidium sp. / Psidium sp.	0.060	1	5	1	3	3.20	32	1.08	0.87	0.00	4.84	27	0.99	
34	Cuculoba	Conium sp.	0.453	3	15	3	6	9.17	11	3.08	2.51	0.00	11.68	14	2.34	
35	Cacaguillo	Pouteria macrophylla	0.113	1	6	1	4	4.17	24	1.39	1.54	2.49	8.18	23	1.64	
36	Cacaguillo	Bursera excelsa	0.300	2	6	3	7	7.20	13	2.40	1.54	2.20	10.94	13	2.19	
37	Crucol	Bursera excelsa	0.048	0	1	0	1	1.07	49	0.36	0.26	0.00	1.02	49	0.98	
38	Cuculoba chico	Bursera excelsa	0.246	2	13	3	4	6.49	14	2.16	2.61	5.63	18.04	11	3.01	
39	Narajillo	Bursera excelsa	0.120	1	7	0	1	1.53	42	0.61	0.10	0.00	1.63	45	0.33	
40	Chico	Acacia sp.	0.094	1	7	1	6	3.38	19	1.79	1.59	0.00	6.97	22	1.38	
41	Li arcebo	Bursera excelsa	0.045	0	1	0	1	1.04	51	0.35	0.26	0.00	4.67	26	1.19	
42	Cuculoba	Coccoloba zollneri	0.437	3	24	5	4	9.74	6	3.24	5.33	2.32	17.39	7	3.48	
43	Lorogajo	???	0.019	0	1	0	1	1.05	54	0.28	0.26	0.00	1.11	54	0.22	
44	Li arcebo	Santanderia lucida	0.132	1	1	0	1	1.57	41	0.52	0.26	0.00	1.11	54	0.22	
45	Cuculoba	Cuculoba	0.011	0	1	0	1	1.04	66	0.23	0.26	0.00	1.59	62	1.22	
46	Caracol	Alchornea arborescens	0.160	1	2	1	2	3.11	54	1.04	0.97	0.83	4.72	58	0.94	
47	Ñaire	Machaerium streptophyllum	0.018	0	1	0	1	1.68	53	0.28	0.15	0.00	1.03	59	0.21	
48	Caracol	Santanderia lucida	0.171	1	4	1	3	3.40	28	1.18	1.02	0.00	4.87	38	0.91	
49	Palmablanco	Bursera excelsa	0.138	1	11	2	2	4.19	23	1.40	2.71	0.71	7.81	17	1.62	
50	Caracol	Santanderia lucida	0.046	0	2	0	1	1.26	45	0.42	0.51	0.00	1.76	47	0.98	
51	Cuba	Cuba	0.020	0	3	1	0	1.30	30	1.13	0.26	0.00	3.64	45	0.73	
52	Cocobol	Bursera excelsa	0.071	0	1	0	1	1.20	47	0.45	0.10	0.00	1.80	55	0.28	
53	Pañal de la	Bursera excelsa	0.020	0	3	1	1	1.26	44	0.45	0.17	0.00	2.12	50	0.42	
54	Petitico	Alchornea	0.071	0	1	0	1	1.20	48	0.45	0.10	0.00	1.90	56	0.28	
55	Caracol	Bursera excelsa	0.221	1	1	0	1	2.11	39	0.70	0.28	0.00	2.37	44	0.47	
56	Santanderia	Bursera excelsa	0.044	0	2	0	0	1.24	48	0.41	0.51	0.00	1.75	45	0.98	
57	Tapiol	Bursera excelsa	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	1.18	118	0.59	
58	Palmablanco	Bursera excelsa	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.68	68	0.13	
59	Palmablanco	Bursera excelsa	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.68	68	0.13	
60	Guano	Bursera excelsa	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.68	68	0.13	
61	Tiama carbonera	Bursera excelsa	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	2.08	2.08	4.41	
62	Santanderia	Bursera excelsa	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	2.97	2.97	4.1	
63	Caracol	Bursera excelsa	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.63	0.63	1.13	
64	Caracol	Bursera excelsa	0.020	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	4.84	4.84	33	0.97
65	Cuculoba	Bursera excelsa	10.453	100	498	100	176	800.00	0	100.00	100.00	500.00	0	0.81	0.16	
Totales														100.00	100.00	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos el Bosque Deciduo II tiene un promedio en altura total de 13,07 m (más bajo que el antes descrito) distribuidas entre el total de especies forestales para el caso correspondiente, de las cuales 56 de ellas aparecieron bajo el criterio de medición (árboles con un DAP \geq a 10 cm); mientras

que las nueve (9) últimas especies (tasajo, palo de maría, palma real, guamo, tiama, san Cristóbal, cabimbo, castaño y clavellino) aparecen en la evaluación de la Regeneración Natural existente, y estas van a formar parte del componente arbóreo de este bioma. Además, cuenta con un área basal de 16,46 m² y un área basal / hectárea de 11,76 m²; mientras que el volumen en pie total es de 204,94 m³ y el volumen en pie / hectárea es de 146,39 m³.

En el Cuadro 22 se presenta un resumen de la clasificación de las comunidades vegetales presentes en la cuenca río Sanchón, según los resultados del componente de aprovechamiento forestal.

Cuadro 22. Resumen de la Clasificación de las comunidades vegetales según los resultados del componente de aprovechamiento forestal, cuenca río Sanchón.

Tipo de Bosque	Rango altitudinal (msnm)	N° Unidades representativas
Bosque Nublado I (Siempreverde)	>1.000	11
Bosque Nublado II (Nublado de Transición)	600 - 1.000	6
Bosque Semidecíduo (Transicional)	400 - 600	5
Bosque Decíduo I	200 - 400	9
Bosque Decíduo II	< 200	14

Fuente: Elaboración propia

2.4.4. COLECCIÓN BOTÁNICA

En las Parcelas como en las Transectas se colectaron muestras botánicas de las especies arbóreas, utilizando tijeras telescópicas, para el caso de las especies de los estratos superiores.

Se anotaron los datos de campo, y se conservaron las muestras botánicas en una solución compuesta en partes iguales de alcohol y agua para su procesamiento, según las técnicas convencionales de secado y rotulado.

Para las determinaciones botánicas, se utilizó la literatura actualizada, comparación con material de herbarios. Se utilizaron claves de familias y géneros de Aristeguieta (2003) (Anexo 2).

2.4.5. MAPA DE VEGETACIÓN DE LA CUENCA

A los fines de consolidar el análisis realizado en campo se recopiló información sobre las imágenes de satélites en buenas condiciones existentes a los fines de soportar el trabajo final del mapa de vegetación de la cuenca del río Sanchón del estado Carabobo.

2.4.5.1. Información de Imágenes Recopiladas para el Estudio

Dentro de las recopilación destacan las imágenes SPOT y las Miranda, con los cual se pudo obtener las clases de vegetación final a considerar para el documento técnico del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón.

▪ Imágenes SPOT

Las imágenes que se obtuvieron al inicio fueron del satélite SPOT 5 del sensor escaneado multiespectral MSS con resolución espacial de 10 m e imágenes pancromática de 2,5 m de resolución espacial correspondientes a las áreas de cobertura 656-329 (Cuadro 23).

Cuadro 23. Imágenes SPOT identificadas para la cuenca del río Sanchón.

Sensor	Nombre	Fecha de Adquisición	Resolución Espectral	Resolución Espacial	Productor	Formato de Imagen
Escáner multiespectral MSS	656_329	Enero 2010	3 bandas Espectrales y 1 imágenes infrarrojas	10 m Espectrales y 2,5 m pancromática	CNES (Centro Nacional de Estudios Espaciales Francés	Geo.Tiff
Escáner multiespectral MSS	656_329	Febrero 2009	3 bandas Espectrales y 1 imagen infrarroja	10 m Espectrales y 2,5 m pancromática	CNES (Centro Nacional de Estudios Espaciales Francés	Geo. Tiff
Escáner multiespectral MSS	656_329	Febrero 2008	3 bandas Espectrales y 1 imagen infrarroja	10 m Espectrales y 2,5 m pancromática	CNES (Centro Nacional de Estudios Espaciales Francés	Geo. Tiff

Fuente: Elaboración propia

▪ Imágenes del Satélite Miranda

En el caso de las imágenes del satélite Venezolano Miranda fueron descargadas del portal oficial de la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE) con nivel de procesamiento de 2A, siendo necesaria este nivel ya que permite obtener los coeficientes PCR, además a nivel de cobertura de nubes esta posee el 30% de coberturas, siendo seleccionada por la poca presencia de las mismas dentro del área de estudio (Cuadro 24).

Cuadro 24. Imagen del Satélite Miranda identificada para la cuenca del río Sanchón.

Sensor	Nombre	Fecha de Adquisición	Resolución Espectral	Resolución Espacial	Productor	Formato de Imagen
scáner multiespectral MSS-1	165_172	Enero 2013	3 bandas Espectrales y 1 imágenes infrarrojas	10 m Espectrales y 2,5 m pancromática	ABAE (Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales)	Geo. Tiff

Fuente: Elaboración propia.

2.4.5.2. Obtención de las Clases de Vegetación con Apoyo de las Imágenes

Para la elaboración de las clases de vegetación se utilizan los programas Envi en su versión 5.1, Arcgis 10.2.2 y el programa de cálculo de altura geoidal llamado Geoidven V1.6.

Como paso previo se requirió la orto rectificación de las imágenes obtenidas, utilizándose como dato para el proceso el modelo digital SRTM de 30 metros del programa de investigación Aeroespacial Estadounidense "*Misión Topográfica ShuttleRadar*" para así obtener una mayor precisión en la ubicación espacial.

Las imágenes de satélites obtenidas poseían la corrección radiométrica, razón por la cual no se requiere el aplicarles las mismas ya que estas imágenes, tanto para la clasificación supervisada como para la no supervisada, son ideales al tener las menores modificaciones de los niveles digitales de las mismas, permitiendo una mayor exactitud en la clasificación a nivel de los algoritmos usados y explicados a continuación:

▪ **Clasificación No Supervisada:**

Se empleó el Algoritmo Isodata. Se procesó inicialmente con 30 clases y 10 interacciones. Esto es debido a la modificación de los niveles digitales, así como a la presencia de nubes cuya modificación acarea la generación de más clases, de esta manera se pudo discriminar entre los casos de vegetación y uso de suelo, tanto en las clases seleccionadas para la clasificación, así como aquellas alteradas por las nubes.

Mediante esta clasificación no supervisada se logró la interpretación visual y con conocimiento de las posibles ubicaciones de las formaciones vegetales, siendo el objetivo de esta clasificación el observar el comportamiento de los niveles digitales en la imagen y cómo se comportaba el clasificador al establecer número de clases y número de interacciones.

▪ **Clasificación Supervisada:**

Se empleó el Algoritmo Vecino Más Cercano. Para la obtención de muestreo se optó por el uso de muestreo aleatorio ya que este permite la determinación de clases más representativas a los tipos de vegetación a ser obtenida.

Este método de selección de muestra se realizó en función de la interpretación y reconocimiento previo de las unidades de vegetación y ecosistemas que imperan en el área de estudio de las cuales al ser comparado con los resultados de la clasificación no supervisada permitieron conocer la distribución y comportamiento de las unidades digitales en la imagen, y de esta manera se logró determinar las formaciones vegetales y elementos en la imagen (Cuadro 25).

Cuadro 25. Clases Obtenidas en la Clasificación Supervisada aplicada en la Imagen Miranda para la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo

Clases Obtenidas	Color
Vegetación 1	Verde claro
Vegetación 2	Verde oscuro
Vegetación 3	Verde + oscuro
Vegetación 4	Verde + claro
Vegetación 5	Rojo coral
Suelo desnudo	Amarillo
Área intervenida	Blanco

Fuente: Elaboración propia

2.4.5.3. Mapa de Vegetación de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón

Hasta ahora se ha obtenido un mapa de vegetación con tres (3) tipos de cobertura, en donde el Bosque Siempreverde (Bosque Nublado) es la cobertura que está mejor delimitada. Esta cubre todo lo que es la cuenca alta del río Sanchón, una porción al Norte de la cuenca, y pequeñas áreas que bordean a la misma, cuyas alturas permite el establecimiento de cobertura de nubes permanentes (sobre todo en época de lluvia), lo que permite posiblemente, el establecimiento de parches boscosos de tipo siempreverde o transicionales.

Estas áreas son puntos que se requieren chequear en salidas de campo futuras para determinar correctamente el tipo de cobertura al que corresponden. En este sentido la cobertura Bosque Siempreverde posee una combinación de clases que corresponden en orden decrecientes en el porcentaje de píxeles asociados a determinada clase, que es la siguiente: 4>1>2 (Figura 38).

El otro tipo de cobertura, se extiende desde la transición, hasta la cuenca baja, sobre todo abarcando el área asociada a la vertiente oriental de la misma. La composición de clases asociada a esta cobertura es: 5>1>3>2. Esta combinación abarca Bosques Deciduos, Bosques Semideciduo, Bosques Ribereños y áreas de transición entre estos tres tipos de bosques. Las áreas que se piensan están ocupadas por Bosques Deciduos, poseen una mayor cantidad de píxel asociados a la clase 3.

Es necesario realizar los chequeos correspondientes, sin embargo, por ahora se está analizando una clasificación supervisada con más clases, y se está analizando una imagen multitemporal de SPOT en época de sequía, a modo de poder resaltar todo lo que corresponde a la vegetación de tipo deciduo, y de esta manera discriminar mejor este tipo de cobertura.

Visto lo anterior, y en función de la realización de las cuatro salidas de campo realizadas para la cuenca del río Sanchón (Cuadro 26), las cuales fueron realizadas con apoyo logístico de Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) - Refinería El Palito y del Equipo Técnico y Operativo de Guardacuencas del Río Sanchón, se logró conformar el Mapa de Vegetación a Escala 1:50.000.

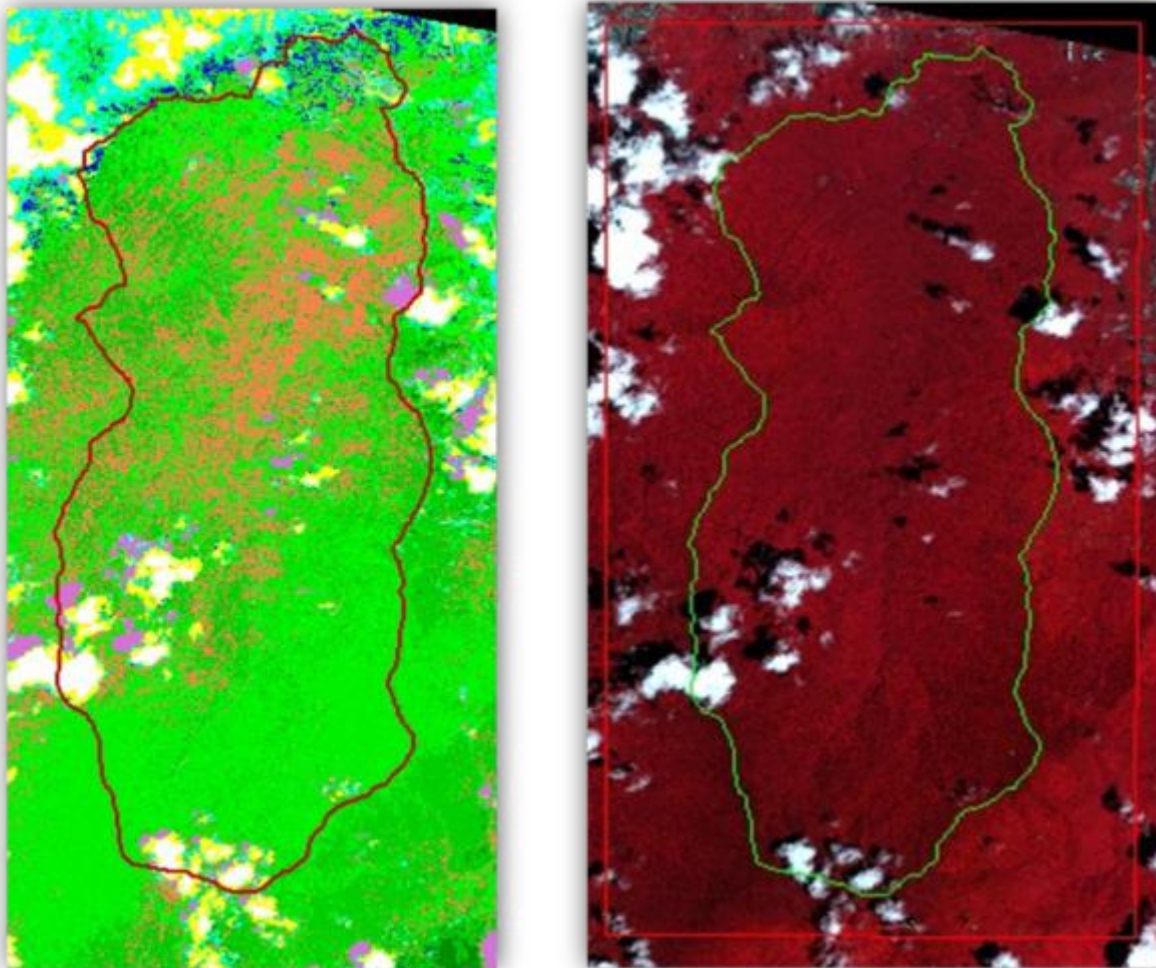


Figura 38. (a y b) Imágenes Multiespectrales del Satélite Miranda. La imagen de la izquierda (32a) corresponde a la clasificación supervisada. La imagen de la derecha (32b) corresponde a una composición hecha con las bandas 4 y 3. Cuenca del río Sanchón, estado Carabobo

Cuadro 26. Salidas de Campo realizadas a la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo a los fines del levantamiento del Mapa de Vegetación

Salida de Campo	Fecha	Objetivo
Preliminar	07/11/2014	Reconocimiento preliminar y acercamiento al equipo de Guardacuencas para coordinar la logística y apoyo
Primera	17 al 26/11/2014	Levantamiento de información de vegetación en los sectores El Revólver, La Corona y Quebrada de Oro.
Segunda y Tercera	06 al 13/03/2015	Levantamiento de Información de vegetación en los sectores El Revólver y Casa Teja
Cuarta	15 al 22/05/2015	Levantamiento y chequeo de información de vegetación en eje La Corona - Piedra del Indio

Fuente: Elaboración propia

Básicamente las salidas consistieron en un reconocimiento del área de trabajo, a los fines de establecer las áreas de operaciones para el levantamiento de la información fisionómica - estructural y composición florística de las comunidades presentes en la cuenca, y para lo cual se establecieron y georeferenciaron las Transectas y Parcelas que servirán para dar continuidad a las investigaciones en materia de vegetación y diversidad biológica en general.

Las salidas de campo realizadas para el levantamiento de la información de vegetación se resumen a continuación:

▪ **Primera Salida:**

Chequear el área correspondiente al sector de El Revólver, La Corona y Quebrada de Oro, así como sectores de la cuenca baja (vertiente oriental), siendo estas actividades realizadas con el fin de delimitar con mayor exactitud la zona de transición de Bosque Nublado a Bosque Semidecuido, y la transición a Bosque Deciduo.

▪ **Segunda y Tercera Salida:**

Chequear el área correspondiente al sector de El Revólver y Casa de Teja. Se levantó información del Bosque Nublado (propriadamente dicho, ubicado en la cuenca alta), y otras áreas asociadas a la divisoria de agua (zona de transición y cuenca baja). Lo anterior incluyó el Bosque Semidecuido, y los Bosques Deciduos. Sin embargo, durante estas campañas no se logró acceder la vertiente occidental, por lo limitado del acceso a la misma.

▪ **Cuarta Salida:**

Chequear el área correspondiente al eje La Corona - Piedra del Indio. Se realizó un chequeo perpendicular al curso del río Sanchón, partiendo desde la Corona, hasta la localidad de Piedra del Indio en la vertiente oriental, y desde aquí se hizo un levantamiento en un pequeño sector asociado a la vertiente occidental.

Bajo este esquema de levantamiento de información y con base en los trabajos de investigación en áreas cercanas, se logró acordar los elementos que permitirían establecer la Leyenda del Mapa de Vegetación para la cuenca del río Sanchón y que en general pueden resumirse en: Piso Altitudinal (msnm), Tipo Fisionómico de la vegetación, Caducifolia, Estructura (Altura - Cobertura), Especies Dominantes y Relieve (Cuadro 27).

Cuadro 27. Elementos que permitieron establecer la Leyenda del Mapa de Vegetación a Escala 1:50.000 para la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo

Piso Altitudinal (msnm)	Tipo Fisionómico	Caducifolia	Estructura (Altura - Cobertura)	Especies Dominante	Relieve	Leyenda
1700 - 1200	Bosque (Bosque Nublado)	Siempreverde	Alto - Denso	<i>Prestoea acuminata</i> , <i>Lecythis sp.</i> , <i>Clusia sp.</i> , <i>Tovomita sp.</i> , <i>Socratea exorrhiza</i> y <i>Sloanea sp.</i>	Ladera	SPVD 1
1200 - 685	Bosque (Bosque Nublado Transición)	Siempreverde	Alto - Denso	<i>Socratea exorrhiza</i> , <i>Lecythis sp.</i> , <i>Gyranthera caribensis</i> , <i>Protium towarensis</i> , <i>Prestoea acuminata</i>	Ladera	SPVD 2
685 - 563	Bosque	Siempreverde	Alto - Medio	<i>Eschweilera sp.</i> / <i>Lecythis sp.</i> , <i>Sloanea sp.</i> , <i>Pouteria sp2</i> , <i>Lecitidáceae</i> (copito)	Ladera	SPVD 3
563 - 361	Bosque	Semideciduo	Medio - Medio	<i>Eschweilera sp.</i> / <i>Lecythis sp.</i> , <i>Atallea sp.</i> , <i>Cordia alliodora</i> y <i>Protium towarensis</i>	Ladera	SMD
360 - 260	Bosque	Deciduo	Bajo - Medio	<i>Coccoloba pittieri</i> , <i>Eschweilera sp.</i> , <i>Psidium sp2</i> y <i>Pithecelobium sp.</i>	Colina	DECD 1
260 - 190	Bosque	Deciduo	Bajo a Medio - Medio	<i>Psidium sp1</i> y <i>sp2</i> , <i>Piptadenia viridiflora</i> , <i>P.peregrina</i> , <i>Machaerium stenophyllum</i> y <i>Syagrus sancona</i>	Colina	DECD 2
190 - 80	Bosque	Deciduo	Bajo - Medio	<i>Pterocarpus sp.</i> , <i>Coccoloba sp.</i> , <i>Machaerium stenophyllum</i> y <i>Hura crepitans</i>	Colina	DECD 3

Fuente: Elaboración propia

A partir de los elementos señalados en el Cuadro 27, se conformó el Mapa de las Unidades de Vegetación a Escala 1:50.000 de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón (Figura 39), así como su leyenda específica, la cual se indica a continuación, mientras que la superficie ocupada por cada una se presenta en el Cuadro 28.

1. **Bosque siempreverde (Nublado Propiamente Dicho)** alto, denso de *Socratea exorrhiza*, *Prestoea acuminata*, *Sloanea sp.* y *Couma macrocarpa* sobre ladera de altas pendientes (> 60 %).
2. **Bosque siempreverde (Nublado de Transición)** alto, denso de *Socratea exorrhiza*, *Prestoea acuminata*, *Gyranthera caribiensis*, *Protium towarensis* y *Lecythis sp.* sobre ladera de alta pendiente (> 60 %).
3. **Bosque siempreverde**, de alto a medio, Medio denso de *Eschweilera sp.*, *Lecythis sp.*, *Sloanea sp.* y *Pouteria sp.* sobre ladera de medianas pendiente (60 - 30 %).
4. **Bosque semideciduo**, medio, medio denso de *Eschweilera sp.*, *Lecythis sp2*, *Atallea sp.*, *Cordia alliodora* y *Protium towarensis* sobre ladera de medianas pendiente (60 - 30 %).
5. **Bosque deciduo** bajo, medio denso de *Pterocarpus sp.*, *Coccoloba sp.*, *Machaerium stenophyllum* y *Huracrepitans* sobre colinas y pendientes moderadas (20 - 30%).
6. **Bosque deciduo** bajo a medio, medio denso de *Coccoloba pittieri*, *Eschweilera sp.*, *Psidium sp2* y *Pithecelobium sp.* sobre colinas y pendientes altas (50 - 60%).
7. **Bosque deciduo** bajo, medio denso de *Psidium sp1* y *P. sp2*, *Piptadenia viridiflora*, *P. peregrina* y *M. stenophyllum* sobre colinas y pendientes altas (40 - 60).

Cuadro 28. Unidades del Mapa de Vegetación a Escala 1:50.000 de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.

Unidades de Vegetación	Superficie (ha)	% Superficie Total
Bosque Siempre Verde (Nublado Propiamente Dicho)	873,64	10,14
Bosque Siempre Verde (Nublado de Transición)	1.549,68	17,99
Bosque Siempre Verde	624,89	7,26
Bosque Semideciduo - <i>Eschweilera sp.</i> - <i>Atallea sp.</i>	1.515,58	17,60
Xerofito y Áreas Intervenidas	3,01	0,03
Bosque Deciduo - <i>Pterocarpus sp.</i>	1.855,60	21,54
Bosque Deciduo - <i>Coccoloba pittieri</i>	1.165,52	13,53
Bosque Deciduo - <i>Psidium sp.</i>	994,00	11,54
Cuerpos de agua	31,09	0,36
Total	8.613,00	100,00

Fuente: Elaboración propia.

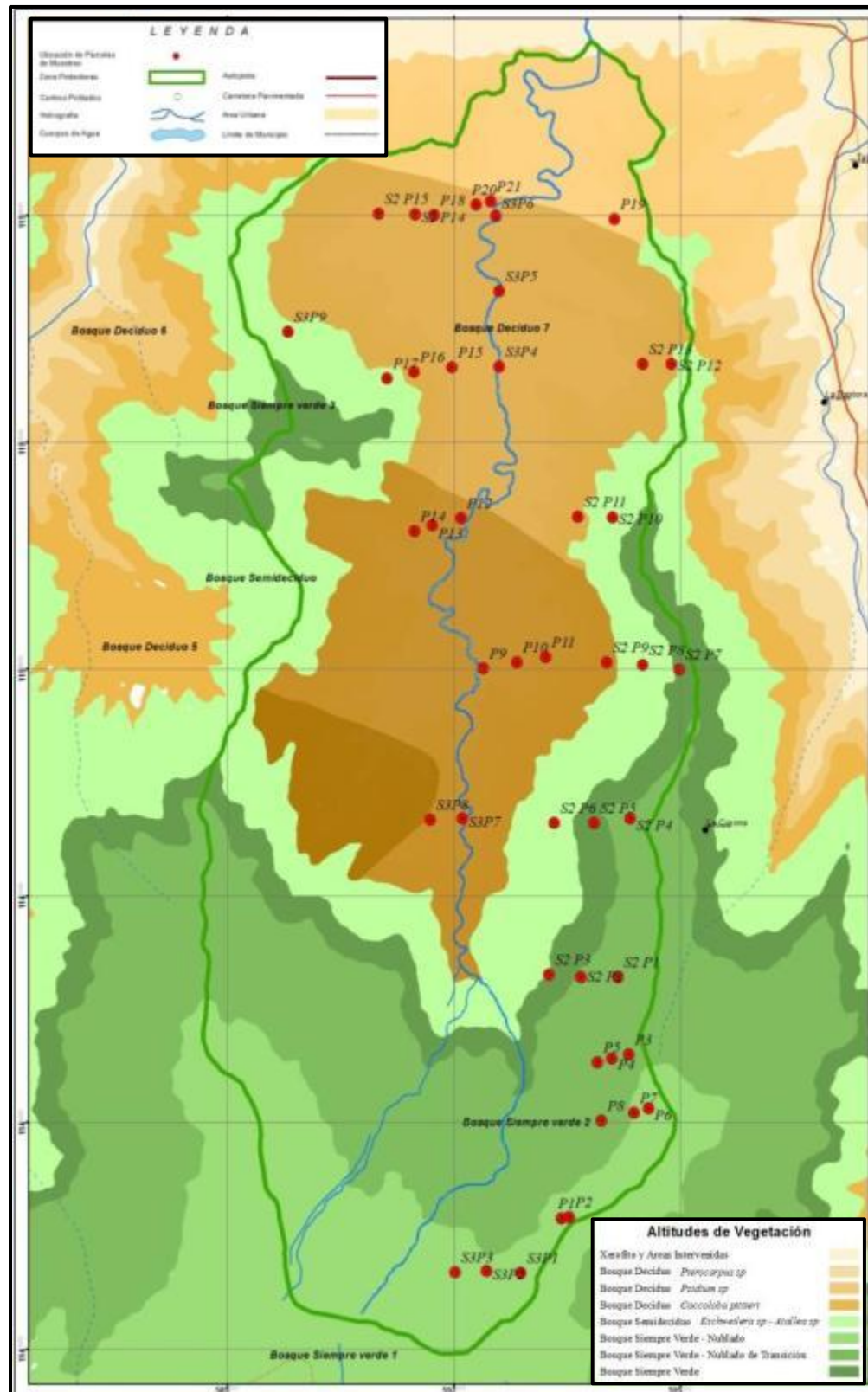


Figura 39. Mapa de Vegetación a Escala 1:50.000 de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo

2.4.6. CONSIDERACIONES FINALES

A continuación se presentan una serie de consideraciones con respecto a la información de vegetación y su valor para la gestión de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón:

- Los aspectos presentados constituyen un documento de avance, a partir del cual se debe afinar la caracterización de la vegetación de la cuenca del río Sanchón.
- Aun quedan por establecer con precisión el ancho de las franjas de vegetación, específicamente las vinculadas a los Bosques Siempreverde y Transicional, la cual puede lograrse mediante posteriores salidas de campo, ya enfocada en puntos o aéreas específicas dentro de la cuenca.
- Por los momentos se presenta un listado parcial de las especies establecidas en los distintos tipos de bosques presentes en la cuenca, ya que la misma aun no ha sido completada. Esta información es necesaria, a fin de poder describir mejor la diversidad de estos bosques mediante índices como el de Shanno - Wiener, y el Alfa - Fisher.
- Como propuesta, se plantea fortalecerla información compilada en este documento, mediante levantamientos a mayor escala (1:25.000), a través de la disposición de ventanas en cada tipo de bosque. Lo anterior permitirá mejorar la información en lo que concierne a la composición florística de los mismos, así como también levantar información específica concerniente a otros grupos de plantas, como son el grupo de las epifitas (bromelias, orquídeas, helechos) y helechos terrestres.
- A partir de esta información hacer mapas de vegetación de aéreas de interés a 1:25.000
- Desplegar en las parcelas ya establecidas, franjas para seguimiento fenológico de estas especies, para los distintos tipos de Bosques Deciduos y de Transición.

2.5. CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA VERTEBRADA

Al ser la cuenca del río Sanchón decretada como Zona Protectora y Reserva Hidráulica en 1976 (Decreto N° 1.864 del 09 de noviembre de 1976, publicado en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 31.108 del 11 de noviembre de

1976), se buscaba garantizar su protección como área suplidora de agua para comunidades del norte del Estado Carabobo y de la Refinería El Palito, su manejo debe ser integral en cuanto a sus componentes bióticos. Estos son los que pueden (en teoría) ser manipulados y protegidos para garantizar una cuenca saludable auto sostenible en el tiempo con el menor costo de mantenimiento. La relación entre plantas y animales es la que mantiene este equilibrio y brinda los beneficios ambientales para la conservación de la cuenca, incluyendo sus suelos, para el uso que se le quiere dar. Sin menospreciar la fauna invertebrada, importante en todas las relaciones entre las diferentes formas de vida, escapa de las manos su caracterización debido a lo vasto de la información y aún así escasa. Sería como intentar caracterizar el mínimo microorganismo, porífero, anélido crustáceo o artrópodo ya sea en calidad de parásito, patógeno, o en cualquier relación simbiótica interactuando con suelos, plantas o animales vertebrados.

De esta manera el objetivo de este subcapítulo es presentar el inventario de la fauna de vertebrados existentes en la cuenca del río Sanchón, el cual ofrecerá información sobre las especies presentes y de posible presencia en los diferentes tipos de vegetación de la cuenca (bosque deciduo, semideciduo y nublado), relación con el hábitat, estatus de conservación y gremio trófico.

2.5.1. METODOLOGÍA

La información disponible es relativamente amplia, pero heterogénea y dispersa, plasmada en diferentes estudios con diferentes fines. Básicamente consiste de publicaciones con diversos intereses y, registros en museos de historia natural nacionales y extranjeros. Así, la adquisición de información se funda en una exhaustiva revisión bibliográfica en relación con el área de estudio y cuencas aledañas, una revisión crítica de registros en museos de historia natural nacionales y extranjeros, culminando con visitas de campo de reconocimiento a fin de confirmar coincidencia de las condiciones actuales de conservación de la cuenca con la información existente y su validez, así como cualquier información o registro adicional. Se visitaron las principales unidades de vegetación (bosques deciduo, semideciduo y nublado) existentes en las cuencas alta y media.

Los recorridos de campo fueron realizados mediante caminatas, en las áreas de los campamentos La Pedrosa, Casa de Teja, El Revolver, el lindero oriental desde Trincheras hasta La Corona y en los alrededores de la Laguna Verde durante la mañana, tarde y noche donde fue posible. También se efectuaron observaciones

de los vertebrados y de la vegetación a lo largo de la carretera y caminos que conectan los campamentos.

Se obtuvieron datos a partir de entrevistas informales hechas al personal de Guardacuencas ubicados en los campamentos vinculados con la conservación de la cuenca del río Sanchón.

El esquema clasificatorio es siguiendo a Sánchez y Lew (2012) para mamíferos, Ascanio et al. (2015) para aves, Rivas et al. (2012) para reptiles, Barrio - Amorós (2009) para anfibios y Lasso et al. (2004) para peces.

Se señalan gremios tróficos y estratos de alimentación según Ochoa et al. (1995), Linares (1998), Buitrón - Jurado (2015) y Rodríguez - Olarte et al. (2007), el estatus de conservación según Rodríguez et al. (2016) y República de Venezuela (1996a y 1996b), las especies de interés cinegético según González - Fernández (2007), Rodríguez - Olarte et al. (2007) y Querales (1997), así como las especies endémicas del territorio nacional y especies migratorias según Ascanio et al. (2015), Lentino (2003), Rivas et al. (2012), Señaris y Rojas - Runjaic (2004), Lasso et al. (2004) y Rodríguez et al. (2016).

Es así como la bibliografía relacionada con los vertebrados presentes o de posible presencia en la cuenca del río Sanchón se vinculan a:

- Mamíferos: Bisbal (1989, 1991, 1993), Eisenberg (1989), Fernández - Badillo y Ulloa (1990), Handley (1976), Linares (1998), Ochoa et al. (1995), Pérez - Hernández (1989), Pérez- Hernández et al. (1994), Silva y Strahl (1996) y Rojas (2004).
- Aves: Ascanio et al. (2015), Bisbal (1993), Buitrón - Jurado (2015), Hilty (2003), Lentino (2003), Rojas (2004), López (2010), Phelps y Meyer de Schauensee 1994, Salcedo (2013) y Silva y Strahl (1996).
- Reptiles: Bisbal (1993), Manzanilla et al. (1996), Rojas (2004) y Rivas et al. (2012).
- Anfibios: Barrio - Amorós et al. (2009), Bisbal (1993) y Manzanilla et al. (1995).
- Peces: Bisbal (1993), Lasso et al. (2004), Rodríguez - Olarte et al. (2007) y González - Fernández y Campo (2009).

Además, se obtuvo información de la consulta a los siguientes Museos de Historia Natural:

- Museo de la Estación Biológica de Rancho Grande - EBRG, Venezuela.
- Museo de Historia Natural La Salle - MHNLS, Venezuela.
- Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela - MBUCV, Venezuela.
- Museo Nacional de Historia Natural - NMNH, Estados Unidos.
- Museo Americano de Historia Natural - AMNH, Estados Unidos.

El diagnóstico comunitario se fundamentó en dos aspectos:

1. La interacción de cada especie con los principales estratos que caracterizan a estos ecosistemas. Dosel (Do), Sotobosque (Sb), Suelo (Su), Acuático (Ac) y Aéreo (Ae) (Buitrón - Jurado 2015, Linares 1998, Ochoa et al. 1995, Phelps y Meyer de Schauensee 1994). En el caso de mamíferos, Aéreo son todos los voladores, independientemente del estrato donde vuelen (sotobosque, dosel o sobre el dosel) y coinciden con los murciélagos.
2. Los gremios tróficos como: Frugívoros (Fr), Granívoro (Gr), Omnívoro (Om), Nectarívoro (Ne), Insectívoro (In), Piscívoro (Pi), Herbívoro (He), Hematófago (Hm), Carnívoro (Ca) y Carroñero (Car) (Ochoa et al. 1995, Buitrón - Jurado 2015, Salcedo 2005, 2013, Hilty 2003, Phelps y Meyer de Schauensee 1994, Winemiller y Taphorn 1989).

2.5.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados consisten de listas de las especies presentes y de muy posible presencia en la cuenca del río Sanchón, existentes en cuencas aledañas, dado que no son especies de rara ocurrencia y muy probablemente no han sido detectadas aún en el área de estudio. Se presentan en los Anexos 5, 6, 7, 8 y 9.

El Cuadro 29 resume el número de taxa de vertebrados presentes y de posible presencia señalados aquí para la cuenca del río Sanchón. El Cuadro 30 resume las categorías de conservación, uso y endemismos de las especies de vertebrados presentes y de posible presencia en la cuenca del río Sanchón. El Cuadro 31 resume el número de especies por gremio trófico de los vertebrados presentes y de posible presencia en la cuenca del río Sanchón. El Cuadro 32 resume el número de especies por estrato de los vertebrados presentes y de posible presencia en la cuenca del río Sanchón y el Cuadro 33 resume el número de

especies por unidad ecológica de los vertebrados presentes y de posible presencia en la cuenca del río Sanchón.

Cuadro 29. Resumen de taxa de vertebrados presentes y de posible presencia en la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.

Taxa / Vertebrados	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces
Órdenes	10	20	4	1	6
Familias	29	49	19	8	15
Géneros	94	200	36	12	27
Especies	148	255	46	22	37

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 30. Resumen de categorías de conservación, uso y endemismos de las especies de vertebrados presentes y de posible presencia en la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.

Estatus / Vertebrados	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces
Vulnerable (VU) *	10		-	-	1
En Peligro (EN) *	-	1	-	-	-
Peligro Critico (CR*)	-	-	-	1	-
Peligro Extinción (PE) **	7	1	-	1	-
Veda (Ve) **	9	9	1	-	-
Interés Cinegético (IC)	30	16	5	-	11
Migratoria (M)	-	5	-	-	-
Endémica (End)	5	6	2	5	5
Total	61	38	8	7	17

Fuente: Elaboración propia con base en *= Rodríguez et al. (2016), **=República de Venezuela (1996a, 1996b).

Cuadro 31. Número de especies por gremio trófico de los vertebrados en la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.

Gremio / Vertebrados	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces	Total
Frugívoro	62	53	-	-	-	115
Granívoro	16	22	-	-	-	35
Omnívoro	19	27	1	-	25	72
Nectarívoro	7	22	-	-	-	29
Insectívoro	73	108	19	22	2	224
Piscívoro	5	5	-	-	-	26
Herbívoro	10	-	3	-	4	17
Carnívoro	13	19	23	-	6	61
Carroñero	-	2	-	-	-	2

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 32. Número de especies por estrato de los vertebrados en la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.

Estrato / Vertebrados	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces	Total
Dosel	9	143	1	-	-	153
Sotobosque	23	74	5	-	-	102
Suelo	47	25	39	3	-	115
Acuático	3	4	2	19	37	65
Aéreo	87	9	-	-	-	96

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 33. Número de especies por unidad ecológica de los vertebrados en la cuenca del río Sanchón, estado Carabobo.

Unidad Ecológica / Vertebrados	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces	Total
Bosque Deciduo	129	157	38	16	34	372
Bosque Semideciduo	117	151	35	13	10	326
Bosque Nublado	101	186	16	11	2	316

Fuente: Elaboración propia.

Para cada vertebrado presente y de posible presencia en la cuenca del río Sanchón se señalan los siguientes atributos: nombre científico (orden, familia, género y especie), nombre común, gremio trófico, estrato donde se desenvuelve, estatus de conservación y unidad ecológica (bosque deciduo, semideciduo y nublado) donde habita (Anexos 5, 6, 7, 8 y 9).

2.5.2.1. Mamíferos

La lista de mamíferos se presenta en el Anexo 5. Consta de 148 especies pertenecientes a 10 órdenes, 29 familias y 94 géneros (Cuadro 29), agrupadas en ocho marsupiales, dos cachicamos, una pereza, dos osos hormigueros, dos monos, seis félidos, nueve entre zorros, hurones, mapurites y comadrejas, 87 murciélagos, un danto, dos báquiros, tres venados, una ardilla, 17 ratones o ratas, un puercoespín, un picure, una lapa y dos conejos. De ellas, los murciélagos representan el 58,8%, correspondiendo con lo señalado para bosques maduros en buen estado de conservación (Cabot et al, 1986; Eisenberg et al, 1979; Hardley, 1976; Terborg et al, 1984) y coincidente con lo encontrado en otras localidades boscosas del país que se consideran moderadamente bien muestreadas (Ochoa et al. 1988, Ochoa et al. 1993, Bisbal 1998).

Según su categoría de conservación, uso y endemismos, 30 especies son de interés cinegético, nueve se encuentran en veda, siete están en peligro de extinción según la Gaceta Oficial, cinco son endémicas del territorio venezolano y 10 están en la categoría Vulnerable según el Libro Rojo de la Fauna Venezolana (Cuadro 30, Anexo 5).

La composición por gremio trófico es: 62 especies frugívoras, 16 granívoras, 19 omnívoras, siete nectarívoras, 73 insectívoras, cinco piscívoras, 10 herbívoras y 13 carnívoras. De las especies frugívoras, 31 (50%) son murciélagos, que no consumen los frutos en la planta que los produce y por ende, constituyéndose en agentes dispersores de frutos / semillas de plantas para su propagación. Las siete especies nectarívoras son de murciélagos polinizadores, que garantizan la reproducción de especies vegetales que no son polinizadas por aves, insectos o viento. Igualmente, de las 73 especies insectívoras, 63 son murciélagos; 39 de ellas capturando su presa al vuelo (de vuelo libre) y 15 sobre el suelo o el follaje, donde muchas de sus presas son consideradas plagas agrícolas (entre ellas mariposas nocturnas, escarabajos y moscas de varios tamaños según la especie de murciélago, siguiendo a Simmons y Conway (2001) y las otras nueve son insectívoras ocasionales o accidentales (Cuadro 31, Anexo 5).

Según su distribución por uso de estrato (Cuadro 32, Anexo 5), nueve mamíferos utilizan el dosel, 23 el sotobosque, 47 el suelo, tres son acuáticos y 87 el estrato aéreo (estos últimos todos murciélagos). De los nueve mamíferos de dosel, solo dos (pereza y araguato) utilizan exclusivamente el dosel, lo que los hace vulnerables a la intervención o fragmentación y degradación de la vegetación, además del cuchicuchi (Ochoa et al. 1995).

Según cada unidad ecológica (Cuadro 33, Anexo 5), ocurren 129 especies en el bosque decíduo (82 murciélagos, 63,6%), 117 en el semidecíduo (62 murciélagos, 52,9%) y 101 en el nublado (48 murciélagos, 47,5%). Así, el descenso en especies correspondiente con el ascenso altitudinal (real o aparente, según la información ecológica disponible) es atribuible en gran medida a la disminución de especies de murciélagos, ya sea por ocurrencia de especies generalistas o ecológicamente más plásticas en el piso inferior o información incompleta sobre especies insectívoras que utilizan estratos aéreos sobre el dosel y difíciles de capturar. Es notorio que de las 22 especies que solo ocurren en el bosque decíduo, 20 son murciélagos (Anexo 5). En todo caso, el resultado corresponde con las proporciones encontradas en la vecina cuenca del río Morón por Bisbal (1993).

2.5.2.2. Aves

Para la cuenca del río Sanchón se contabilizaron un total de 20 órdenes, 49 familias, 200 géneros y 255 especies de aves (Cuadro 29). Entre las 49 familias registradas destacan por su riqueza de especies, las familias Tyrannidae (atrapamoscas) con 36 especies, Thraupidae (azulejos y tangaras) con 26 especies, Trochilidae (tucusitos y colibrís) con 18 especies, Furnaridae (trepadores y horneros) con 14 especies, Psittacidae (loros y pericos) con 12 especies, Accipitridae (gavilanes y aguilas) con 10 especies, Icteridae (turpiales, tordos) y Thamnophilidae (pavitas y hormigueros) con 9 especies cada una, Columbidae (palomas), y Parulidae (reinitas) con 8 especies cada una. La mayoría de estas son las más abundantes en el país. El resto de las familias tuvieron menos de 7 especies de las cuales 16, el 33% del total de familias, estuvieron representadas por una sola especie (Anexo 6). Este orden de importancia de las familias coincide con los resultados publicados para otros ecosistemas de la Cordillera de la Costa (Bisbal 1993, López 2010, Salcedo 2013, Buitrón - Jurado 2015).

En cuanto a la estructura trófica de la comunidad de aves se puede aseverar de acuerdo a las preferencias alimentarias conocidas para las 255 aves registradas en las diferentes unidades ecológicas de la cuenca del río Sanchón, que una fracción mayoritaria de esta comunidad, 149 especies, está integrada por depredadores insectívoros (108 spp.), carnívoros (19 spp.), piscívoros (20 spp.) y carroñeros (2 spp.). Los consumidores primarios, 117 especies, la conforman frugívoros (53 spp.), omnívoros (27 spp), nectarívoros (22 spp.) y granívoros (22 spp.) (Cuadro 31). Tanto los carnívoros (Accipitridae, Falconidae), como los piscívoros (Alcenidae, Anhingidae y Phalacrocoracidae) y carroñeros (Cathartidae) constituyen los gremios menos diversificados. Los insectívoros están conformados principalmente por representantes del orden Passeriformes.

Los frugívoros están dominados por las familias de los Thraupidae, Psittacidae y Icteridae. Ciertas especies de las familias Tyrannidae y Thraupidae integran en su mayoría a los omnívoros. Los Trochilidae representan casi en su totalidad a los nectarívoros. Los granívoros lo constituyen básicamente las familias Columbidae, Thraupidae y Emberizidae (Anexo 6). La relación de las estrategias alimentarias de cada familia coincide con los resultados presentados por Salcedo (2013) para la Sierra de Aroa, con las observaciones de Buitrón - Jurado (2015) en el campamento de Guardacuencas (Palmichal) en la cuenca del río Morón y con el trabajo de grado de López (2010) en el Parque Nacional Yurubí

La avifauna que habita las diferentes unidades ecológicas de la cuenca del río Sanchón (Cuadro 32) están conformadas al menos por 143 especies cuyas estrategias ecológicas incluyen la utilización del dosel y subdosel de los bosques de la cuenca y está dominado por las familias Accipitridae, Falconidae, Psittacidae, Tyrannidae, Thraupidae entre otras (Anexo 6). Según Ochoa et al. (1995) esta proporción relativamente elevada de especies que se distribuyen en el dosel y subdosel del bosque se ajusta a lo esperado para aquellos ecosistemas donde la productividad primaria se concentra en los estratos superiores y una fracción importante de la biomasa animal depende de los recursos provenientes de la vegetación. El estrato sotobosque está dominado por las familias Trochilidae, Furnaridae, Troglodytidae, Thamnophilidae y Turdidae, las cuales están representadas por 74 especies que dependen de los recursos allí presentes. En el tercer grupo se tiene que 25 especies se desenvuelven en el estrato terrestre, los cuales basan su alimentación de la captura de presas, del consumo de renglones vegetales propios de este estrato o provenientes del dosel y subdosel. Por otra parte este grupo comunitario está integrado en su mayoría por especies insectívoras y en menor grado por frugívoros y granívoros. Las aves que utilizan el estrato aéreo ubicado por encima del dosel o en sectores donde ha sido eliminada la cobertura arbórea son una proporción reducida, así se tiene a las familias Apodidae (4 spp), Cathartidae (2), Accipitridae (1) y Hirundinidae (2). Solo cuatro (4) especies de las familias Ardeidae (1), Podicipedidae (1), Anhingidae (1) y Phalacrocoracidae (1) dependen directamente de los recursos provenientes del ambiente acuático (Anexo 6).

En cuanto a la riqueza de especies con relación a las unidades ecológicas estudiadas, se encontró que en el bosque nublado se registran 186 especies seguido por el bosque deciduo con 157 especies y por último el bosque semideciduo con 151 especies (Cuadro 33). Según Terborgh (1977) debería observarse una disminución de especies a medida que se asciende en el gradiente altitudinal, es decir, el bosque nublado debería tener menor número de especies que el bosque deciduo y semideciduo. Ahora si se considera el bosque deciduo y semideciduo como una unidad, ya que la superficie del bosque deciduo (40,22 Km²) es más del doble que la del bosque semideciduo (15,16 Km²) y las especies que se distribuyen en estas dos unidades son prácticamente las mismas, donde se aprecia una diferencia es con el bosque nublado (30,50 Km²), entonces esa premisa se cumpliría.

Los datos concuerdan con los resultados de Bisbal (1993) si se considera el bosque deceduo y semidecduo de la cuenca del río Morón como una sola unidad. Esto lo apoya lo expresado por Bisbal (1993), quien indica que el área del Embalse (bosque deceduo) y la Justa (bosque semidecduo) presentan la mayor similitud en la composición de especies de aves, lo cual es consecuencia de la posible similitud de las estructuras vegetales. La diferencia en el número de especies en cada una de las áreas se puede considerar pequeña, es decir, concuerda con lo registrado en la cuenca del río Sanchón.

Tan solo se registraron cinco especies migratorias (residentes durante el invierno boreal, agosto - mayo) y son *Setophaga ruticilla* y *Mniotilta varia* de la familia Parulidae, *Catharus minimus* de la familia Turdidae, *Contopus virens* de la familia Tirannidae y *Coccyzus erythrophthalmus* de la familia Cuculidae (Cuadro 30, Anexo 6). Estas especies realizan este tipo de desplazamiento de manera anual y están utilizando el área de la cuenca como zona de descanso y alimentación antes de continuar su migración.

En términos generales la avifauna registrada corresponde a especies de bosque, lo que resalta el buen estado de conservación del mismo en la cuenca del río Sanchón, en especial el bosque nublado. En este sentido es importante el registro de seis (6) especies endémicas. *Odontophorus columbianus* de la familia Odontophoridae, *Pharomachrus fulgidus* de la familia Trogonidae, *Aulacorhynchus sulcatus* de la familia Ramphastidae, *Syndactyla guttulata* de la familia Furnariidae, *Phylloscartes venezuelanus* y *Phylloscartes flaviventris* de la familia Tirannidae (Hilty 2003, Ascanio et al. 2015). La unidad ecológica bosque nublado es donde se registraron las 6 especies endémicas. Ellas representan un 13% de las que se conocen para el territorio nacional y un 20% de lo reportado para la biorregión Cordillera de la Costa (Lentino 2003, Ascanio et al. 2015).

Con respecto al estado de conservación de la avifauna en la cuenca del río Sanchón se identificó una especie incluida en el Libro Rojo de la Fauna Venezolana (Rodríguez et al. 2016). El paují copete de piedra (*Pauxi pauxi*) que está en la categoría En Peligro (EN) e incluido en el Decreto N° 1.486 de 1996 sobre animales en peligro de extinción (República de Venezuela 1996b) (Cuadro 30, Anexo 6).

El águila tirana, el águila solitaria, el paují copete de piedra, la guacamaya roja, el pájaro león, el carpintero real pico amarillo, el campanero herrero, el conoto aceituno y el conoto negro están incluidos en el Decreto N° 1.485 de 1996 sobre animales vedados para la caza (Republica de Venezuela 1996a) (Cuadro 30, Anexo 6).

De las aves de Interés Cinegético (IC) por su captura para el comercio ilegal y la cacería se subsistencia fueron consideradas 16 especies según González - Fernández (2007) y Silva y Strahl (1996) (Cuadro 30, Anexo 6). El orden Galliformes (guacharacas, pavas, paujís, perdices) puede considerarse como el grupo más importante en la cuenca desde el punto de vista cinegético debido al número de especies (6 spp.), a su carne y gran tamaño. La familia Columbidae (palomas) con seis especies (6 spp.) es el segundo grupo en importancia en la cuenca. El último grupo lo constituyen los Tinamides (gallinas de monte) con cuatro especies (4 spp.) (Anexo 6).

2.5.2.3. Reptiles

Cuatro órdenes fueron registrados en la cuenca del río Sanchón de los cinco conocidos para Venezuela, con un total de 19 familias, 36 géneros y 46 especies (Cuadro 29).

Entre los lagartos se registraron 20 especies agrupados en 10 familias. En el bosque deciduo y semideciduo se registraron 18 especies de lagartos y en el bosque nublado 7. La familia Teiidae (matos, lagartos) es la que presento mayor número de especies (4 spp.) (Anexo 7).

Las serpentes en Venezuela están actualmente representadas por más de 140 especies de las cuales 23 están en la cuenca del río Sanchón. La familia Colubridae y Dipsadidae son las que poseen el mayor número de especies y esto es debido en parte a que estas dos familias agrupan la mayoría de las serpientes inofensivas. En la cuenca se registraron cuatro especies de serpientes venenosas que representan a dos familias (Elapididae y Viperidae) de serpientes venenosas conocidas para Venezuela. Estas dos familias configuran el número minoritario entre los ofidios del país, pero son de alta peligrosidad. La coral (*Micrurus dumerilii*), la mapanare (*Bothrops asper*) y la cascabel (*Crotalus durissus*) se distribuyen en todas las unidades ecológicas de la cuenca. La tigre mariposa

(*Bothrops venezuelensis*) se localiza más frecuentemente en el bosque nublado (Anexo 7).

Se registraron dos tortugas en la cuenca, el morrocoy negro (*Chelonoidis carbonaria*) de hábitos terrestres y herbívora y el pecho partido (*Kinosternon scorpioides*) tortuga de hábitos acuáticos y herbívora. Ambas tortugas se distribuyen en las unidades ecológicas del bosque deciduo y semideciduo.

El orden Crocodylia está representado en la cuenca por la baba (*Caiman crocodylus*) que se debe distribuir en la parte baja de la cuenca con una población muy reducida debido a que las condiciones del habitat no son las más adecuadas para este cocodrilido.

Con respecto al estado de conservación, solo el morrocoy negro (*Chelonoidis carbonaria*) está incluido en el Decreto N° 1.485 de 1996 sobre animales vedados para la caza (Republica de Venezuela 1996a). Se registraron dos especies endémicas en la cuenca del río Sanchón, un lagarto (*Ptychoglossus kugleri*) y una serpiente (*Atractus lancinii*) (Cuadro 30, Anexo 7).

De los reptiles de interés cinegético se registraron cinco especies (5 spp.) consideradas por González - Fernández (2007) como de interés en el comercio ilegal y cacería de subsistencia. Estas especies son: la baba (*Caiman crocodylus*), el morrocoy negro (*Chelonoidis carbonaria*), la culebra tragavenado (*Boa constrictor*), la iguana (*Iguana iguana*) y el mato de agua (*Tupinambis teguixin*) (Cuadro 30, Anexo 7).

Los reptiles que habitan las diferentes unidades ecológicas de la cuenca del río Sanchón están conformados al menos por 39 especies cuyas estrategias ecológicas incluyen la utilización del hábitat terrestre y está dominado por el orden Squamata. Muchos de los miembros de este orden tienen también hábitos semiarborícolas (Cuadro 32, Anexo 7).

En cuanto a la estructura trófica de la comunidad de reptiles de acuerdo a las preferencias alimentarias conocidas para los reptiles registrados en las diferentes unidades ecológicas de la cuenca del río Sanchón, una fracción mayoritaria de esta comunidad, 23 especies son depredadores de hábitos carnívoros, 19 insectívoros, tres herbívoros y un omnívoro (Cuadro 31, Anexo 7).

La distribución de los reptiles registrados para la cuenca del río Sachón en las diferentes unidades ecológicas es la siguiente, 38 especies en el bosque deciduo, 35 en el bosque semideciduo y 16 en el bosque nublado. Como puede apreciarse hay una disminución del número de especies con relación a la altura (Cuadro 33).

2.5.2.4. Anfibios

En la cuenca del río Sanchón se registró un total de 22 especies de anfibios de aproximadamente 333 especies existentes en Venezuela, que representan un orden, 12 géneros y 8 familias siendo Bufonidae, Hylidae y Leptodactylidae las más importantes en cuanto a la riqueza de especies (Cuadro 29, Anexo 8).

Con respecto al estado de conservación de los anfibios en la cuenca tan solo el sapito rayado (*Atelopus cruciger*) está incluido en el Decreto N° 1.486 de 1996 sobre animales en peligro de extinción (República de Venezuela 1996b) y en el Libro Rojo de la Fauna Venezolana (Rodríguez et al. 2016) en la categoría de Peligro Crítico (CR) (Cuadro 30). El último registro de este anfibio en el campamento de Guardacuencas (Palmichal) de la cuenca del río Morón fue en el año 1986 y por lo tanto consideramos que también debería estar en la cuenca del río Sanchón. El problema radica que este anfibio ha desaparecido de la mayoría de su rango de distribución en la Cordillera de la Costa y tan solo se conocen actualmente pequeñas poblaciones. Esta especie es endémica de Venezuela y de distribución restringida para la Cordillera de la Costa (Lampo y Señaris 2016).

Todas las especies de anfibios en la cuenca son de hábitos insectívoros (Cuadro 31) y 19 especies que habitan en la cuenca están asociadas al medio acuático preferiblemente y tan solo tres son de hábitos terrestres (Cuadro 32).

La distribución de los anfibios registrados para la cuenca del río Sanchón en las diferentes unidades ecológicas es la siguiente, 16 especies en el bosque deciduo, 13 en el bosque semideciduo y 11 en el bosque nublado. Como puede apreciarse hay una disminución del número de especies con relación a la altura (Cuadro 33). Según Señaris y Rojas - Runjaic (2004) algo más de la mitad (169 spp.) de las especies registradas (333 spp.) de anfibios para Venezuela son endémicas o sea exclusivas del territorio venezolano, así tenemos que de las 45 especies endémicas conocidas para la Cordillera de la Costa cinco están presentes en la cuenca del río Sanchón. Estas son: *Mannophryne herminae*, *Atelopus cruciger*, *Hyalinobatrachium orocostale*, *Strabomantis biporcatus* y *Pristimantis terraebolivaris* (Anexo 8).

2.5.2.5. Peces

En el grupo de los peces se registraron 37 especies, siendo abundantes las especies de talla pequeña. Estas especies están agrupadas en 6 órdenes, 27 géneros y 15 familias (Cuadro 29).

Los principales órdenes fueron Characiformes, con 6 familias y 20 especies y los Siluriphormes, con 4 familias y 9 especies. Las familias más representativas fueron Characiidae (13 spp.), y Locaridae (5 spp.) (Anexo 9).

El mayor número de especies se distribuyen en la unidad ecológica del bosque deciduo, con 34 especies, le sigue el bosque semideciduo con 10 especies y el bosque nublado con dos especies (Cuadro 33). Se aprecia que la riqueza de especies disminuye básicamente entre el cauce principal y los tributarios muestreados, los cuales están a diferentes alturas. Según Rodríguez - Olarte (2007) en los sistemas loticos la diversidad o riqueza de especies disminuye con la altitud debido a ciertos factores físicos o geomorfológicos como alta velocidad de corriente, y la presencia de obstáculos como saltos de agua que limitan la dispersión de muchas especies. Ortaz (1990) considera que la presencia de unas especies en distintas zonas altitudinales pudiera ser consecuencia de sus eficientes mecanismos de colonización. Ciertas características morfológicas de un pez, como un cuerpo alargado son apropiadas para vencer ciertas barreras físicas mientras que especies con un cuerpo relativamente alto, sería poco eficiente en este sentido. Este argumento podría explicar, en parte, la presencia de ciertas especies de peces en las partes altas de la cuenca del río Sanchón. Así tenemos que el bagre (*Trichomycterus suarezi*) es una especie de talla pequeña y con un cuerpo subcilíndrico, es decir, está especializado para vivir en aguas torrentosas. También el corroncho (*Chaetostoma eturubiense*) se caracteriza por un cuerpo alargado con cabeza ancha y deprimida; la boca es inferior y suctorial y con ella se adhiere a las piedras u otro substrato adecuado del fondo del río en lugares preferiblemente de corriente.

Existe un buen número de especies de las familias Characiidae, Loricaridae y Crenuchidae que de acuerdo a sus características biológicas, deberían distribuirse tanto en el bosque deciduo como semideciduo aunque no se hayan registrado, las cuales mostrarían la mayor amplitud en la distribución altitudinal entre los 80 y 1000 msnm.

Con respecto al estado de conservación de los peces en la cuenca del río Sanchón el Libro Rojo de la Fauna Venezolana menciona a la sardinita diente frío (*Creagrutus lepidus*) como Vulnerable (VU) (Rodríguez et al. 2016, Cuadro 30).

De los peces de Interés Cinegético (IC) por su captura en la pesca de subsistencia fueron consideradas 11 especies, según Fernández - González (2007) y Rodríguez - Olarte (2007). Las especies de mayor tamaño de este grupo son la guabina (*Hoplias malabaricus*) y el bagre negro (*Rhandia quelen*) (Cuadro 30). Según Rodríguez - Olarte (2006) los ríos en la vertiente del Caribe presentan muy pocas especies dulceacuícolas con interés en la pesca comercial, pero muchas son constantemente aprovechadas en la pesca de subsistencia.

Es importante el registro de cinco (5) especies endémicas en el área de la cuenca del río Sanchón. Tres pertenecen a la familia Characidae, estos son: dos sardinitas diente frío (*Creagrutus lepidus* y *Creagrutus lassoï*) y la paletica (*Hyphessobrycon fernandezi*), las tres especies están registradas en el bosque deciduo. Las otras dos son la agujeta (*Farlowella martini*) y el bagre sanguijuela (*Trichomycterus suarezi*) que tan solo se han registrado en el bosque nublado (Cuadro 30, Anexo 9).

Los valores reportados para la cuenca del río Sanchón son bastante aproximados en cuanto a su riqueza ya que según Rodríguez - Olarte et al. (2006) los pequeños hidrosistemas fluviales, presentan una menor complejidad y diversidad de hábitat, lo que incide en una menor oferta de nichos tróficos y estructura como para soportar una comunidad de peces dulceacuícola más compleja, sobre todo en la densidad de individuos. De igual forma las cuencas con drenaje al Mar Caribe se reconoce un aumento de la riqueza de especies dulceacuícolas en función del aumento del área de las mismas.

2.5.3. CONCLUSIONES

Se registraron 508 especies de vertebrados en la cuenca del río Sanchón, mamíferos 148 especies, aves 255, reptiles 46, anfibios 22 y peces 37. Esta proporción de especies es considerable en relación a la superficie de la cuenca.

Con relación al estatus de conservación de los vertebrados de la cuenca del río Sanchón se han registrado, 19 especies en Veda, nueve especies en Peligro de Extinción, 11 especies Vulnerables, una especie En Peligro, una especie en

Peligro Crítico, 62 especies de Interés Cinegético, cinco especies Migratorias y 23 especies Endémicas del territorio nacional.

Hay que destacar la importancia de los vertebrados de la cuenca del río Sanchón que prestan servicios ambientales, entre otros, como dispersadores de semillas, polinizadores, controladores de plagas y como recurso turístico y científico.

Se registraron cinco especies de aves migratorias en la cuenca, las cuales realizan este tipo de desplazamiento de manera anual y que están utilizando el área de Sanchón como zona de alimentación y descanso antes de continuar su migración.

Es importante resaltar el registro de especies endémicas de vertebrados, mamíferos cinco especies, aves seis, reptiles dos, anfibios cinco y peces cinco, lo cual indica la importancia de la cuenca en la región septentrional de la biorregión Cordillera de la Costa.

Hay que destacar la riqueza de especies de vertebrados insectívoros (224 spp.) en los ecosistemas de la cuenca, esto es un indicador del buen estado de los bosques o de un proceso de recuperación acelerado de estos, y su acción como refugio de la biodiversidad.

Se registró un número considerable de especies de vertebrados carnívoros (61 spp.), estos cumplen un papel fundamental en el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas al regular el crecimiento de las poblaciones de sus presas.

El estado general de conservación de la cuenca alta, media y parte de la baja es adecuado, con bosques maduros conteniendo todos los estadios de madurez de sus elementos florísticos y sin fragmentación de hábitat. Así, es permisible aceptar como válida la información sobre la presencia de vertebrados de la cuenca recopilada en base a literatura y registros de museos de historia natural.

Según el personal de Guardacuencas (Palmichal) que custodia la cuenca, las incursiones de cazadores furtivos continúan a lo largo de los linderos Este y Sur. Sin embargo, dada la dificultad que se esperaría representa actualmente conseguir municiones, amén de su costo, sería de esperarse que la presión de cacería se concentre en las especies de mayor porte (quizás paujís, lapa, picure, báquiros cinchado y cachete blanco, venado y danta), liberando algo la presión sobre mamíferos de menor porte y aves.

2.5.4. RECOMENDACIONES

Debería realizarse una estimación de las sensibilidades potenciales de cada grupo de vertebrados que hacen vida en la cuenca del río Sanchón, estableciendo categorías vinculadas con los requerimientos ecológicos de cada especie, sus patrones de distribución, su estatus poblacional y su importancia como fuente proteica. La estimación de las sensibilidades potenciales adquiere particular importancia al momento de evaluar la actividad proteccionista de los vertebrados en la cuenca, cuyos componentes constituyen indicadores fundamentales en el diseño de estrategias para la conservación de la biodiversidad asociada con esta cuenca. Estos componentes deben incorporar entre sus lineamientos básicos: la caracterización y el manejo de los ecosistemas boscosos de la cuenca, establecimiento de medidas que garanticen la recuperación de aquellas áreas degradadas, la fiscalización y regulación de los factores que inciden negativamente sobre algunas poblaciones de vertebrados con énfasis en el control de las actividades de caza y pesca y el diseño de programas educativos a los pobladores de las comunidades vecinas.

Promover la investigación científica orientada al estudio de aquellas poblaciones y comunidades menos conocidas desde el punto de vista biológico aunque su ampliación y continuidad constituyen prioridades a ser tomadas en cuenta en el corto y largo plazo. Se recomienda apoyarse en instituciones de investigación y educación de tercer y cuarto nivel.

Se recomienda realizar un estudio detallado de los afluentes y subcuencas que conforman la cuenca del río Sanchón. Para esta tarea se deben ubicar estaciones de muestreo en los afluentes y subcuencas estacionales y permanentes, georeferenciar cada una de estas, visitarlas en los períodos de lluvia y sequía, y determinar su riqueza ictiológica. Además debe efectuarse una descripción cualitativa del estado de conservación del medio circundante considerando la presencia y condiciones de la vegetación ribereña y la intervención humana si existe o existió.

Ejecución de un programa ambiental para realizar un trabajo comunitario con las poblaciones vecinas involucrando los diferentes entes de la sociedad tales como: consejos comunales, comunidades educativas, clubes de deportes, grupos ambientalistas, brigadas de rescate y forestales y otras, con el fin de involucrar a estas organizaciones en la conservación de la cuenca del río Sanchón.

Se recomienda recuperar la vialidad interna y de acceso por los linderos Este y Sur. Una vez hecho esto, incrementar la presencia en los campamentos y a lo largo de los linderos antes mencionados. Aunado a lo anterior, y para desestimular el ingreso de cazadores o conuqueros, apoyarse en la Guardia Nacional para constituir comisiones mixtas de vigilancia y control.

Establecer medidas de mitigación - protección contra incendios de vegetación (Ejemplo cortafuegos) en las áreas de mayor riesgo, tomando en cuenta el “Mapa de Vulnerabilidad a la Ocurrencia de Incendios” (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Aprovechar la infraestructura existente (caminos, letreros, asientos y campamentos) para la educación ambiental y sensibilización a grupos organizados.

2.6. CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

2.6.1. METODOLOGÍA

La clasificación se realizó utilizando la actualización realizada por Comerma (2004), de lo publicado al inicio de la década de los años 70, denominada “Un sistema para evaluar las Capacidades de Uso Agropecuario de los terrenos en Venezuela” (Comerma y Arias, 1971). Esa publicación se derivó de una adaptación a las condiciones Venezolanas, fundamentalmente al norte del río Orinoco, del sistema original de Capacidad de Uso de las Tierras desarrollado en los Estados Unidos de Norteamérica a inicios de los años 60 del mismo siglo (Klingebiel y Montgomery, 1961).

La clasificación establece 8 clases de Capacidad de Uso de la Tierra, las primeras cuatro clases (I, II, III y IV) agrupan tierras que con adecuadas prácticas de manejo, pueden ser utilizadas en la producción y explotación de cultivos, pastos y bosques. Las clases V, VI y VII poseen potencialidades para la producción de cultivos especiales tales como café, plantas ornamentales y frutales, con adecuados sistemas de manejo de suelos y aguas, que generalmente son complicados y muy intensivos, asimismo, pueden ser utilizados con pastos y bosques. La clase VIII, se considera única y exclusivamente para la preservación. Luego de tener un marco general de las clases de capacidad de uso de las tierras,

se presentan las características y limitaciones para cada una de ellas, comenzando con la clase I, como la de menores limitaciones:

- **Clase I**

No presentan o poseen muy pocas limitaciones para su uso, esto es son terrenos planos, con un clima apto para muchos usos, suelos profundos, fértiles y bien drenados, o sea aptos para una amplia gama de cultivos, pastos, bosques y vida silvestre.

- **Clase II**

Presentan algunas limitaciones, como pueden ser algo pendientes, o ligera fertilidad o ciertas restricciones del drenaje, que reducen ligeramente la elección de usos y/o requieren prácticas moderadas de manejo y conservación.

- **Clase III**

Incluye tierras con limitaciones de moderada pendiente, o profundidad, o fertilidad o drenaje que reducen la escogencia del número de usos y/o requieren prácticas especiales de manejo y conservación.

- **Clase IV**

Las tierras pertenecientes a esta categoría poseen muy fuertes limitaciones que restringen la escogencia de los usos y están en el límite de las clases que permiten labores mecanizadas, sea por pendiente, pedregosidad o drenaje.

- **Clase V**

Las restricciones para esta clase son severas, con limitaciones prácticamente imposibles de superar, que restringen el uso principalmente para pastos, bosques o vida silvestre.

- **Clase VI**

Incluye terrenos que poseen severas limitaciones para su uso con cultivos agronómicos, excepto plantaciones como el café o con prácticas muy exigentes de conservación. Su uso mayor es en pastos, bosques y vida silvestre.

- **Clase VII**

Las tierras de esta clase poseen limitaciones muy severas que circunscriben el uso a la explotación de pastos naturales y bosques, aún con ciertas restricciones,

principalmente por el manejo requerido; del mismo modo pueden emplearse en vida silvestre.

▪ **Clase VIII**

Las limitaciones de estos terrenos son tantas y tan graves, que impiden su uso excepto para vida silvestre, recreación, preservación de cuencas y propósitos estéticos.

Las clases de tierras, a excepción de la Clase I, se subdividen en subclases de capacidad, que agrupan suelos que poseen ciertos factores similares de limitaciones y riesgos en su uso. Las limitaciones que definen lo anterior son: suelo (S), topografía (T), Clima (C), drenaje (D) o erosión (E), señalando siempre en primer lugar la limitación más severa, así mismo, se definen subclases específicas que indican la clase particular y su grado de limitación, como puede ser pendiente (p) dentro de Topografía, o fertilidad (f) o poca profundidad (h) dentro de Suelo, o presencia de rocas dentro del perfil (r). Debido a la escala de trabajo del presente estudio se presentaran asociaciones de subclases, las cuales no pueden ser separadas a este nivel de detalle.

2.6.2. RESULTADOS

En el Cuadro 34, se indican las clases y subclases de capacidad de uso, así como la superficie del área de estudio, ocupada por cada una de ellas.

Con base en los resultados, se realizó un análisis general del comportamiento de las clases y subclases de capacidad de uso, caracterizadas en el área de estudio. Se observa que las unidades de suelos se clasifican como clase VI, que se definen como tierras con potencialidad para la producción de plantas nativas, principalmente pastos y árboles, aunque algunos suelos de esta clase pueden producir cultivos especiales, con adecuadas prácticas de manejo.

Asimismo, hay tierras clases VII y VIII, definidas como no aptas para cultivos (Conservación y recreación). Es de hacer notar, que no existen en el área tierras que clasifiquen como Clases I a V, con lo que se evidencia la baja potencialidad para la producción agropecuaria de estos suelos.

Los terrenos de la cuenca poseen principalmente limitaciones referidas a la pendiente (p), ya que la cuenca presenta en aproximadamente 85% de su superficie valores de pendientes superiores al 20%, que definen el relieve como

moderadamente escarpado a escarpado y aproximadamente la mitad de la cuenca (45% de su superficie), presenta un relieve escarpado con valores de pendientes que sobrepasan el 45%, condición esta que hace que las limitaciones sean severas a muy severas para el uso de las tierras, con altas restricciones para la instauración de sistemas agrícolas-pecuarios, como también al establecimiento de estructuras como viviendas, vialidad y servicios en general, adicionalmente, la pendiente es un factor físico - natural de importancia en los procesos erosivos, por lo que estas áreas poseen un alto riesgo de erosión, sobretodo en el caso de perder la cobertura vegetal que las protege.

Cuadro 34. Capacidad de uso de la tierra de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo

N° Unidad de Suelos	Clases	Subclases	Aptitud de las Tierras	Superficie (ha)	% Total
1	VI-VII	VI p4 VI p4 r3 VII p5	Clase VI Tierras aptas para plantas nativas, pastos y bosques.	499,55	5,8
2	VI-VI-VIII	VI p4 h3 f4 VII p5 VIII p6 f4		2.885,36	33,5
3	VI-VII	VI p4 f4 VII p5 h3 f4	Clase VII-VIII Tierras no aptas para cultivos (Conservación y recreación).	3.152,36	36,6
4	VI-VII-VIII	VI p4 f4 VII p5 f4 VIII p6 f5		2.075,73	24,1
Total				8.613,00	100,0

Fuente: Elaboración propia

Buena parte de los suelos, sobre todo en la parte alta y media de la cuenca y debido en gran parte al grado de lavado de los suelos, presentan valores de acidez muy bajos, bajos niveles en nutrientes y alta toxicidad de aluminio; todo ello conforma un cuadro de un bajo a muy bajo nivel de fertilidad, presentando así el índice f4 o de severa restricción por fertilidad. La profundidad efectiva u hondura (h) y la pedregosidad (r), resultan también una limitante en algunos sectores de la parte baja y media, ya que se presentan suelos superficiales, los cuales presentan profundidad efectiva menor a 50 cm., en lo que corresponde a gran parte de esta área, igualmente en algunos suelos la pedregosidad posee valores moderados a altos.

Las limitaciones son muy fuertes y la característica de la cuenca de no poseer ningún tipo de intervención antrópica en su cuenca alta y media, lleva a recomendar mantener las condiciones actuales con la finalidad de evitar el deterioro de la misma y mantener la capacidad de producción de agua, así mismo establecer circuitos de vigilancia que permitan restringir la presencia antrópica en la parte baja de la cuenca especialmente, con la finalidad de evitar los riesgos de incendios y la intervención con deforestación de la vegetación de la cuenca. En la Figura 40 se muestra el mapa de capacidad de uso de las tierras de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón.

2.7. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE AGUA

La cuenca del río Sanchón, en su función de productora de agua, reviste un carácter particularmente estratégico en cuanto a su planificación, uso y protección, especialmente para cumplir las demandas de la Refinería El Palito y potencialmente para las comunidades aledañas. En tal contexto, la cuenca está legalmente sujeta como Área Bajo Régimen de Administración Especial bajo la categoría específica de Zona Protectora y de Reserva Hidráulica (Decreto N° 1.864 del 09 de noviembre de 1976), lo cual constituye un valorable respaldo institucional para su manejo, en especial, orientado a la preservación y rehabilitación de sus áreas con el objeto de mantener y mejorar la producción de agua.

Para una formulación certera y pertinente del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la cuenca, es imprescindible considerar como directriz los elementos relativos a la producción de agua.

La producción de agua es un proceso complejo donde intervienen factores como el clima, el relieve, el suelo, la geología, la vegetación y el manejo de la tierra. La combinación de estos dará origen también a diversas combinaciones de los componentes y comportamiento de la producción de agua, en cuanto, por ejemplo, magnitudes de la producción de agua total y su régimen en el tiempo, distribución de esta producción en cuanto a escorrentía superficial y flujos subsuperficiales, la recarga de los acuíferos, entre otras.

Calificar y valorar la producción de agua no se trata solamente de establecer su magnitud. Es frecuente que mayores cantidades de agua producida, dada una alta fracción de escorrentía superficial, no sean armónicos con una producción relativamente estable en el tiempo, de buena calidad física, química y biológica, de bajo riesgo (desbordes, inundaciones) y que además, garantice almacenamiento y restitución en caso de eventos de sequía.

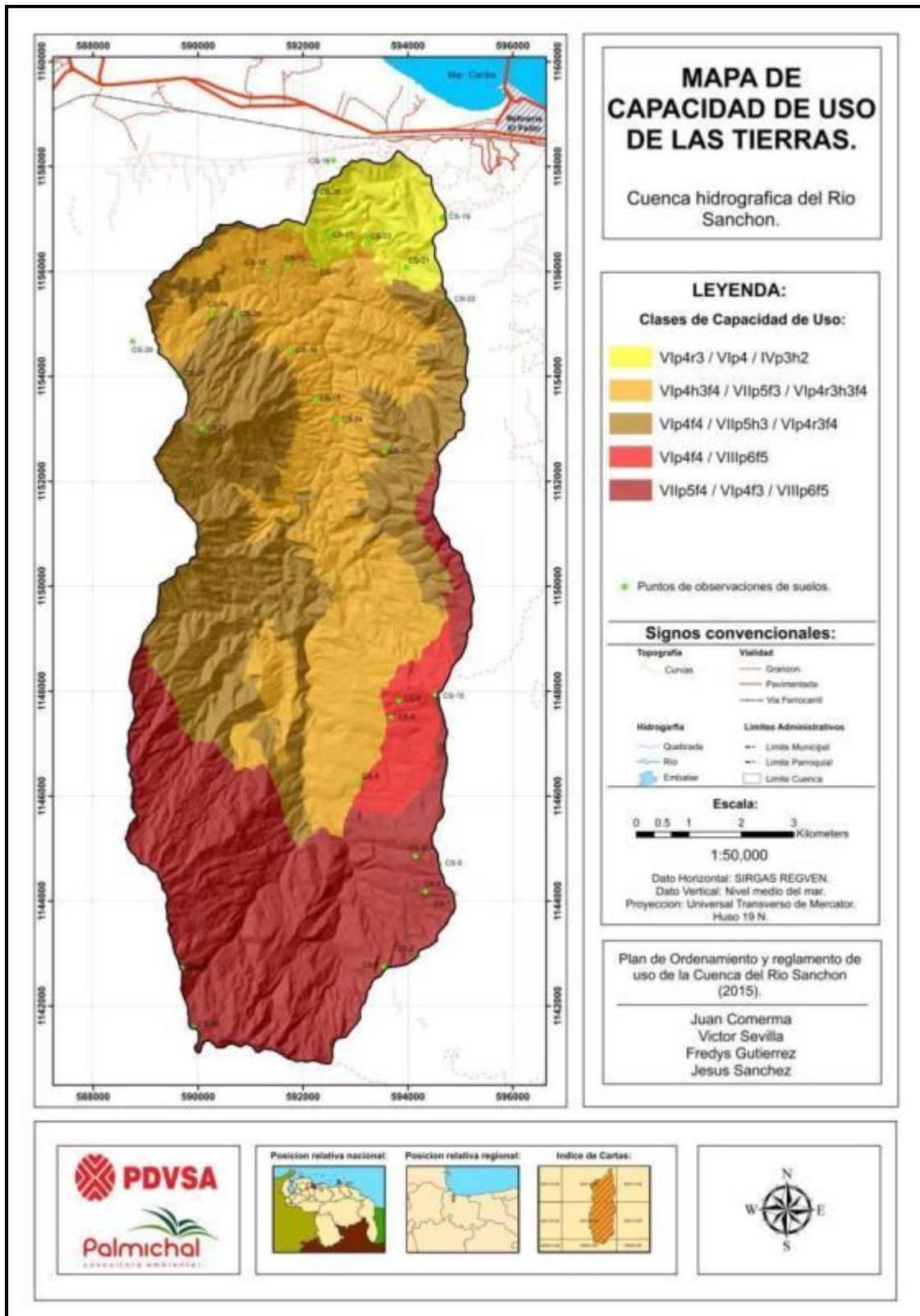


Figura 40. Mapa de Capacidad de Uso de las Tierras de la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.

Por tanto, dada la complejidad de factores que envuelve la producción de agua, su evaluación debe enfrentarse considerando las funciones y procesos en el ambiente. Y además, la calificación del agua producida debe considerar no sólo elementos de magnitud, sino calidad, estructura (como la fracción en que los flujos superficiales y subsuperficiales componen al flujo total) y en qué medida los acuíferos son recargados (como indicador de capacidad de amortiguación).

Este trabajo, en el que se aborda la evaluación de la producción de agua de la cuenca del río Sanchón, forma parte del proyecto marco conducente a la formulación del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la cuenca que adelantan Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) - Refinería El Palito (REP), y el Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas.

Mediante la aplicación calibrada de un modelo de simulación hidrológica de cuencas, se efectúa por una parte, la caracterización en cuanto a magnitud, régimen y componentes de la producción de agua (flujos superficial y subsuperficial) y capacidad de recarga de los acuíferos en la cuenca. Por otra, se evalúa la distribución espacial de estos componentes hidrológicos, para finalmente identificar y valorar los diversos sectores de la cuenca según la aptitud del agua producida en un índice agregado que combina la magnitud de la producción de agua, su composición de flujos y la capacidad de recarga de los acuíferos. No se tratan elementos de calidad, como la carga de sedimentos, pues la evaluación de procesos de erosión ya fue abordada en un estudio complementario.

Con la información y conocimiento obtenidos en este trabajo, se espera aportar elementos de juicio con que conlleven a una mejor formulación de planes de ordenamiento y de reglamentos de uso de la cuenca del río Sanchón en función de mantener y mejorar su capacidad de producción de agua.

2.7.1. METODOLOGÍA

2.7.1.1. Generalidades Metodológicas

Para evaluar la capacidad de producción de agua de la cuenca y de sus diversos sectores, se empleó el modelo de simulación SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*; Arnold *et al.*, 1998, Neitsch *et al.*, 2011). Se utilizó la versión SWAT 99, interfaz para Windows. El modelo fue calibrado según el registro de aforos disponible (febrero de 2012 a mayo de 2015).

Se evaluó, para los diversos sectores desagregados de la cuenca a) producción de agua; b) escorrentía superficial; c) flujo base y d) recarga de acuíferos.

La cuenca se desagregó en 46 sectores (subcuencas subdivididas a su vez según el suelo). Se emplearon valores diarios de precipitación (registros de enero de 2009 a mayo de 2015) de tres estaciones climatológicas cercanas a la cuenca. Se empleó información de suelos, vegetación, relieve y clima obtenida de estudios previos (fase de caracterización de la cuenca).

Las variables hidrológicas evaluadas se calificaron en una escala relativa de tres clases (baja, media, alta) de igual intervalo dentro del intervalo total presentado por la variable. Finalmente, para obtener una calificación final en cuanto a la bondad o aptitud del agua producida por los diversos sectores de la cuenca, se obtuvo un índice agregado que valora la capacidad de producir agua con la menor proporción de escorrentía superficial y mayor recarga de los acuíferos.

2.7.1.2. El Modelo SWAT

SWAT es un modelo de simulación para cuencas hidrográficas que permite estimar procesos y variables hidrológicas, de erosión y calidad de aguas. El modelo permite desagregar la cuenca en unidades relativamente homogéneas, denominadas, a fines de uso del modelo, unidades de respuesta hidrológica (HRU, por sus iniciales en inglés). Estas unidades, por lo general, constan de subcuencas (o sectores hidrológicos aún menores), subdivididos a su vez según el suelo, el relieve y/o la vegetación.

SWAT emplea información climatológica diaria, que puede ser leída de registros o generada por el modelo. El modelo estima variables hidrológicas de la cuenca y de los diversos sectores en que se desagregó (HRU), como producción de agua, escorrentía superficial, flujos subsuperficiales (lateral y base) y producción de sedimentos. Considera, dentro del balance hidrológico, el consumo de agua parte de la vegetación (cuenta con componentes de evapotranspiración, crecimiento y manejo de la vegetación), humedad y movimiento de agua en el suelo, recarga de acuíferos y pérdidas de agua en profundidad. Además, cuenta con componentes de calidad química y bacteriológica del agua.

Es ampliamente utilizado en todo el mundo. Ha sido aplicado y evaluado en diversidad de países y condiciones. En Venezuela se cuentan diversas

evaluaciones del modelo que califican como adecuado su funcionamiento (Carmona, 2007; Silva, 2004, 2010; Barrios y Uribarri, 2010).

Visto lo anterior, la cuenca del río Sanchón se desagregó en 46 Unidades de Respuesta Hidrológica (HRU) como se detallan a continuación (Figura 41):

- Mediante procesamiento del modelo digital de elevación de la cuenca, y con apoyo de la trayectoria de los cauces, se obtuvieron las subcuencas de los tributarios directos al río Sanchón.
- Las subcuencas complejas, es decir, las compuestas por varios cauces anidados, se subdividieron según estos.
- Los tributarios directos menores y adyacentes entre sí, se agruparon en unidades únicas.
- Se delinearón HRU adicionales a lo largo del cauce con el fin de anidar diversas HRU según la trayectoria de los cauces de agua.
- Los sectores obtenidos, se desagregaron a su vez según las unidades de suelo que los conformaban.

2.7.1.3. Información Climática

Se empleó la información diaria de los registros de tres estaciones cercanas a la cuenca (Palmichal, La Justa y Dique, administradas por Palmichal, Consultora Ambiental), correspondiente al período Enero 2009 - Mayo 2015. Cada HRU fue asociada al registro de una estación climatológica según dos criterios conjuntos: a) la estación más cercana y b) la menor diferencia entre las isoyetas correspondientes a las HRU y la isoyeta correspondiente a cada estación (Figura 41).

A los fines de la generación de los valores de evapotranspiración, temperatura y radiación solar por parte del modelo, a cada HRU se asignó la combinación de valores mensuales según la cercanía geográfica y los valores de las isolíneas de evapotranspiración de referencia de las seis localidades empleadas en el estudio previo de caracterización climática. En este estudio, con el fin de estimar la evapotranspiración promedio mensual según el método de Penman - Monteith, se ensamblaron mediante diversos ajustes, bases de datos correspondientes a seis estaciones periféricas a la cuenca según la información disponible de insolación, temperatura, velocidad del viento y humedad relativa.

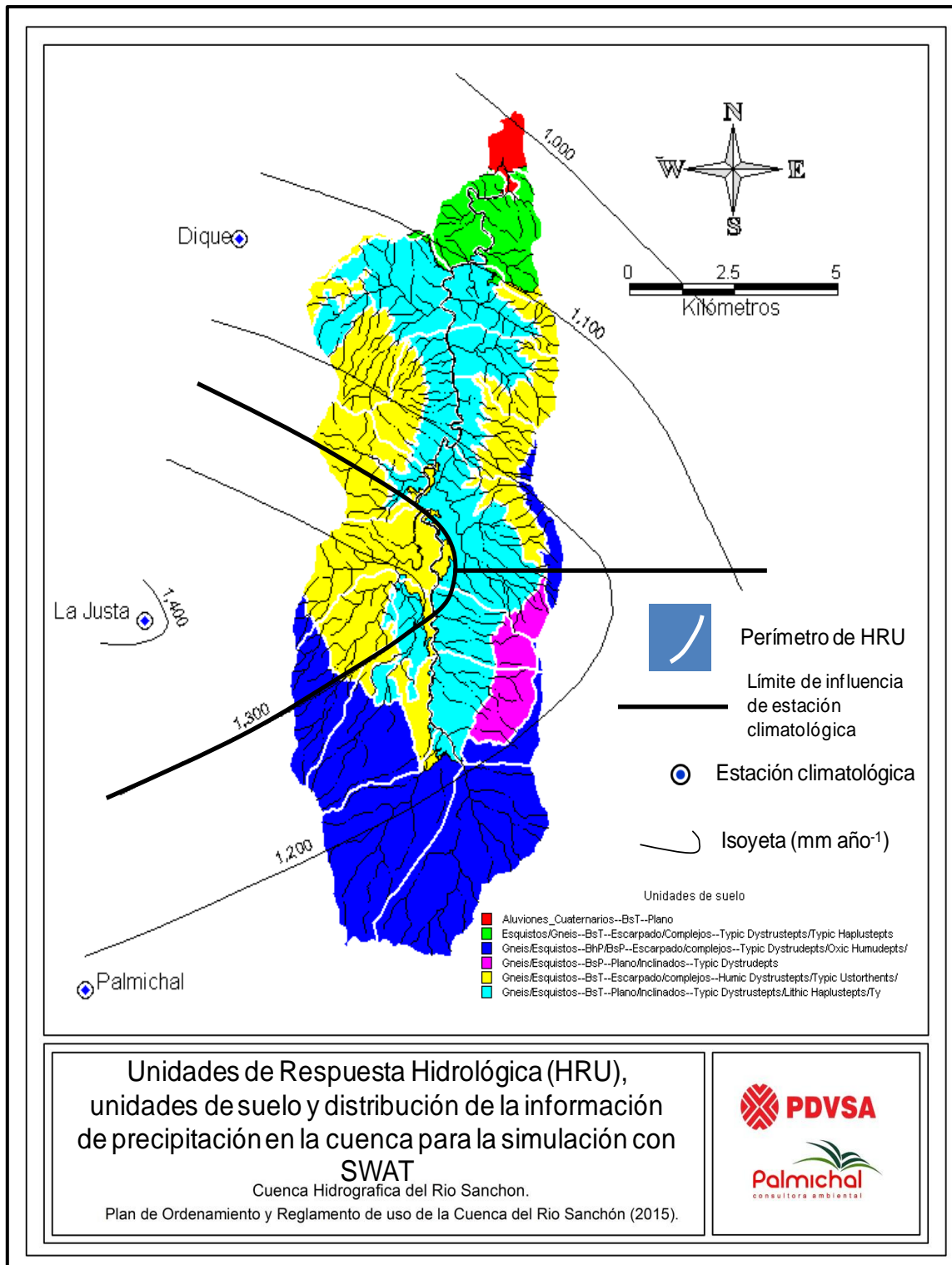


Figura 41. Configuración de la cuenca del río Sanchón en Unidades de Respuesta Hidrológica (URH) y distribución de la información de precipitación para la simulación con SWAT.

Con esta información, se programó al modelo SWAT para generar la información diaria de radiación y temperatura (máxima y mínima), así como la evapotranspiración potencial mediante el método de Penman - Monteith.

2.7.1.4. Información de Suelos

Se empleó la información de suelos de cada unidad identificada y descrita en el estudio previo de caracterización de la cuenca. A cada HRU se asignó un perfil de suelos en correspondencia con la unidad de suelo de que se componía. Se empleó la información de contenido de arcilla, arena, limo y materia orgánica de cada capa de suelo.

Los valores de agua aprovechable, densidad aparente y conductividad hidráulica saturada requeridos por el modelo, se estimaron haciendo uso del sistema de pedotransferencia SoilPar (Donatelli y Acutis, 2002; Acutis y Donatelli, 2003) según la información disponible para cada perfil de suelo. La densidad aparente se estimó mediante la opción de pedotransferencia puntual *Bawmer - EPIC*, mientras que la capacidad de campo, punto de marchitez permanente y conductividad hidráulica saturada se obtuvieron mediante la opción de pedotransferencia funcional *Campbell*. El agua aprovechable se obtuvo como la diferencia entre la capacidad de campo y punto de marchitez permanente.

A los fines posteriores de asignación de valores de Número de Curva, a cada perfil de suelos, y consecuentemente, a cada HRU, se le asignó un grupo hidrológico de suelo en correspondencia con el estudio de tasas y riesgos de erosión previamente efectuado. Para ello, se emplearon los criterios propuestos por Chiang (1971), basados en la clase de drenaje, textura del suelo y yacencia sobre horizontes de roca fracturados.

2.7.1.5. Información Topográfica

A cada HRU se le asignó un valor de pendiente promedio según el mapa de clases de pendiente obtenido mediante procesamiento del modelo digital de elevación en el estudio de caracterización de la cuenca. Para asignar los valores de longitud del cauce y de las laderas en cada HRU, se obtuvieron, respectivamente, relaciones empíricas entre el perímetro y la pendiente de las laderas sobre una muestra de 10 HRU. Este procedimiento se consideró necesario dado el tiempo que consumiría la estimación o determinación individual de estas variables para cada una de la 46 HRUs.

2.7.1.6. Información de Vegetación

A cada HRU se le asignó el tipo de vegetación predominante según los resultados de vegetación y fisiografía del estudio previo de caracterización de la cuenca. Luego, cada tipo de vegetación se asoció con uno de los archivos de parámetros de formaciones vegetales disponibles en SWAT (bosque siempre verde, bosque deciduo, matorrales densos, matorrales claros).

Para la estimación del valor de Número de Curva se empleó la tabla provista por la interfaz del modelo. La densidad y grado de intervención de cada unidad de vegetación se diferenció con gradaciones del valor de Número de Curva según la “condición hidrológica” se considerada buena, regular o mala. Se empleó el grupo hidrológico del suelo según se indicó anteriormente (Sección 5 Información de suelos).

2.7.1.7. Parámetros de Agua Subterránea

Los parámetros de agua subterránea fueron obtenidos mediante modificaciones iterativas de sus valores tomando como referencia de valores de producción de agua los afloros disponibles (Sección 2.6.1.8. Calibración del Modelo).

2.7.1.8. Calibración del Modelo

Para calibrar el modelo, se emplearon como referencia los afloros del río Sanchón efectuados por Palmichal - Consultora Ambiental, durante el período febrero de 2012 a mayo de 2015. Estos registros constan de 515 días de aforo del gasto instantáneo a lo largo de 35 meses (dentro del período cinco meses carecen de información).

Los valores de gasto de cada mes (m^3/s) se transformaron a producción de agua mensual (mm) según el promedio de los afloros diarios de cada mes y la superficie aportante al sitio de los afloros.

Los valores obtenidos constituyen una referencia cuantitativa para la calibración, aunque no representen un valor preciso de la producción de agua, pues las variaciones de gasto que ocurren a lo largo del día no son consideradas en un aforo instantáneo efectuado en un día en particular. No obstante, son buena referencia para establecer el orden de magnitudes a los que debe ceñirse el

modelo. Por otro lado, son valores adecuados para estimar el flujo base, el cual varía poco a lo largo del día, en especial, cuando no ocurren lluvias.

Los parámetros de agua subterránea del modelo fueron modificados sucesivamente hasta que la magnitud y patrón de los valores de producción de agua simulada fueron semejantes a los de la producción de agua estimada según los aforos.

La calidad de la simulación calibrada (o “semejanza” entre valores simulados y aforados) se evaluó según índices basados en diferencia (que se refieren a exactitud) e índices basados en regresión (que se refieren a consistencia).

Los índices basados en diferencia empleados se indican y describen a continuación:

2.7.1.9. Eficiencia de la Simulación (EF)

También se conoce como el índice Nash - Sutcliffe (Nash y Sutcliffe, 1970). Es el índice más empleado en simulación hidrológica. Es de forma cuadrática, y por lo tanto, sensible a los valores extremos o atípicos.

$$EF = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Mi - Ei)^2}{\sum_{i=1}^n (Mi - \bar{M})^2}$$

Donde:

M: valor medido.

E: valor estimado o simulado.

Varía entre el infinito negativo y uno. Se considera que valores inferiores a cero indican que la media de los valores medidos es mejor estimador que los valores simulados, y por lo tanto, califican a la simulación como inaceptable. En general, valores superiores a 0,5 corresponden con simulaciones satisfactorias.

2.7.1.10. Índice de Concordancia (d)

También es un índice basado en diferencias cuadráticas, sensible a los valores extremos o atípicos. Se desarrolló (Wilmott *et al.*, 1985) para ser empleado en la evaluación de modelos geofísicos, en especial, cuando se estiman elementos

climáticos o procesos asociados al clima. Varía entre cero, o ninguna concordancia, y uno, total concordancia. Indica la relación entre el error medio cuadrado y el denominado “error potencial” (el denominador de la expresión):

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - M_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|E_i - \bar{M}| + |M_i - \bar{M}|)^2}$$

2.7.1.11. Desviación Porcentual (PBIAS)

La Desviación Porcentual (*PBIAS*, *Percent Bias*; Gupta *et al.*, 1999; citados por Moriasi *et al.*, 2007), es un índice basado en diferencias simples, menos sensible a los valores extremos o atípicos que los basados en diferencias cuadradas. Indica la tendencia promedio, expresada en porcentaje, de los valores simulados a subestimar o sobrestimar los correspondientes valores medidos. El valor óptimo es cero. Valores negativos indican tendencia a la sobrestimación y positivos a la subestimación.

$$PBIAS = 100 \frac{\sum_{i=1}^n (M_i - E_i)}{\sum_{i=1}^n (M_i)}$$

2.7.1.12. Error Medio Absoluto (EMA)

Hace referencia al error expresado en las unidades del elemento simulado. Se consideran como bajos los valores menores que la mitad de la desviación estándar de los valores medidos.

$$EMA = \sum_{i=1}^n \frac{|E_i - M_i|}{n}$$

Donde:

n: número de pares de datos.

Los índices basados en regresión empleados fueron el coeficiente de correlación, la pendiente e intercepto de la línea de regresión y las probabilidades (independientes y conjuntas) de que estos sean uno y cero, respectivamente.

La Desviación Porcentual se calculó mediante una hoja de cálculo. El resto de los índices mencionados obtuvieron con el sistema de evaluación de modelos IRENE (Fila *et al.*, 2001, 2003).

La calibración del modelo se dio por concluida al obtener índices según los criterios señalados en el Cuadro 35 y Cuadro 36.

Cuadro 35. Criterios meta para la calibración del modelo según los índices basados en diferencia o de exactitud.

Eficiencia de la simulación (EF)	El valor superior a 0,5 más alto posible.
Concordancia (d)	El valor superior a 0,75 más alto posible.
Error medio absoluto (EMA; mm)	El valor inferior a 0,5*desviación más bajo posible.
Desviación Porcentual (PBIAS)	El valor más cercano a cero posible.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 36. Criterios meta para la calibración del modelo según los índices basados en regresión o de consistencia.

Coefficiente de correlación (r)	El valor superior a 0,75 más alto posible.
Probabilidad de $r = 0$	Valor igual a cero.
Intercepto (B_0)	Valor cercano a cero, el más bajo posible.
Probabilidad intercepto = 0	Valor cercano a uno, el más alto posible.
Pendiente (B_1)	Valor cercano a uno, el más cercano posible.
Probabilidad pendiente = 1	Valor cercano a uno, el más alto posible.
Probabilidad conjunta intercepto = 0 y pendiente = 1	Valor superior a cero, el más alto posible.

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.13. Evaluación de las Variables Hidrológicas

Se analizaron los promedios y totales mensuales de producción de agua, escorrentía superficial y flujos subsuperficiales (lateral y de base) como resultado o producto de toda la cuenca.

Estos flujos, más la recarga de acuíferos fueron analizados en términos de su magnitud promedio anual y su distribución en el espacio. Se obtuvieron mapas temáticos de las variables hidrológicas delineados según las HRUs empleadas en la simulación. Es importante señalar que para en este procedimiento se excluyeron las HRU empleadas para representar el eje del río Sanchón, permitir el enrutamiento y anidación de diversas cuencas.

Para representar la distribución espacial de las variables hidrológicas, se empleó una leyenda de tres clases, de igual intervalo de valores para cubrir todo el intervalo que toma la variable en la cuenca. De esta manera, se asociaron las clases con grados cualitativos bajo, medio y alto.

Para calificar la aptitud o bondad relativa de la producción de agua de cada uno de los sectores de la cuenca, se empleó un índice agregado, desarrollado *ad hoc*, que califica la producción de agua en términos de su magnitud, “estructura” (fracciones de los componentes, superficial y subsuperficial) y recarga de acuíferos.

La expresión de éste índice de agregación es la siguiente (*IPA*: índice de producción de agua):

$$IPA_{HRU} = \frac{Qt_{HRU} - Qs_{HRU} + Ra_{HRU}}{IPA_{max}}$$

$$IPA_{max} = Qt_{max} - Qs_{min} + Ra_{max}$$

Donde:

IPA_{HRU} : índice de producción de agua del HRU.

Qt_{HRU} : producción de agua promedio anual del HRU (mm).

Qs_{HRU} : escorrentía superficial promedio anual del HRU (mm).

Ra_{HRU} : recarga del acuífero promedio anual del HRU (mm).

IPA_{max} : mayor valor que podría tomar el índice en la cuenca.

Qt_{max} : mayor valor de producción de agua promedio anual de los HRU en la cuenca (mm).

Qs_{max} : mayor valor de escorrentía promedio anual de los HRU en la cuenca (mm).

Ra_{max} : mayor valor de recarga del acuífero promedio anual de los HRU en la cuenca (mm).

Este índice varía de cero a uno, donde los mayores valores corresponden a sectores con las mejores combinaciones de mayor producción de agua, menor escorrentía superficial y mayor recarga de acuíferos.

Al igual que para las variables hidrológicas, este índice se mapeó según las HRU, con el empleo de clases de igual intervalo, para ser asociados a grados cualitativos baja, media y alta bondad o aptitud relativa del agua producida.

2.7.2. RESULTADOS

2.7.2.1. Calibración del Modelo

El modelo pudo ser calibrado satisfactoriamente. Según los índices de exactitud y consistencia empleados, tanto las magnitudes como las tendencias de la producción de agua simulada guardan correspondencia con la producción de agua estimada mediante aforos (Figura 42).

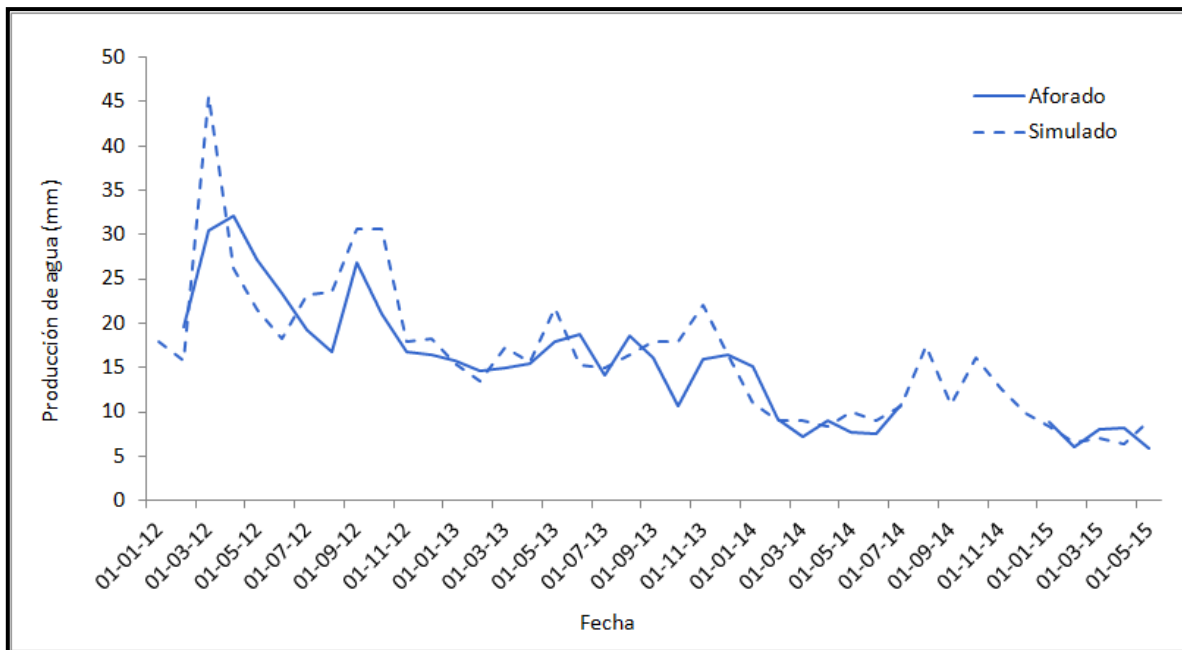


Figura 42. Producción de agua mensual simulada y estimada según aforos, cuenca del río Sanchón.

Se observa que tanto con los aforos como en la simulación se presenta una tendencia decreciente de los valores a lo largo del tiempo. Ello no debe interpretarse necesariamente como una disminución continua del rendimiento de la cuenca, si no como una consecuencia del empleo de un período corto de aforos, que impide apreciar en contexto las oscilaciones que ocurren dentro de plazos largos, especialmente influidas por la variabilidad interanual de las lluvias.

En cuanto a exactitud, la simulación calibrada presentó valores adecuados de índices basados en diferencia o de exactitud (Cuadro 37). Según la Eficiencia de Simulación (*EF*), empleando la escala de valoración propuesta por Moriasi *et al.* (2007), la calibración puede calificarse de satisfactoria al ser el valor superior a 0,5. El Coeficiente de Concordancia (*d*) (menos “estricto” que la Eficiencia de la Simulación) resulta con un valor alto, mientras que el error medio absoluto (*EMA*) resultó con un valor considerado bajo, es decir, menor que la mitad de la desviación estándar. La desviación porcentual (*PBIAS*) indica que las simulaciones tienen una leve tendencia a sobrestimar los valores.

Cuadro 37. Índices basados en diferencia (o de exactitud) obtenidos en la simulación calibrada.

Eficiencia de la simulación (<i>EF</i>)	0,564
Concordancia (<i>d</i>)	0,905
Error medio absoluto (<i>EMA</i> ; mm)	3,151
Desviación estándar (mm)	6,80
Desviación Porcentual (<i>PBIAS</i> ; %)	-7,03

Fuente: Elaboración propia

En complemento a incertidumbres propias debidas a la información disponible, formulación y empleo del modelo, la sobrestimación resultante también puede estar asociada al método de los aforos. Al ser instantáneos (no a lo largo del día) no consideran el efecto de las crecidas originadas por escorrentía superficial (mientras que el modelo si). Nótese en la Figura 42, que por lo general, los meses con picos de crecidas se sobrestiman por el modelo (que pudieran estar subestimadas en los aforos). No obstante, la cuenca al estar cubierta de vegetación permanente y protectora en su mayor parte, hace que la repuesta de la escorrentía superficial a las lluvias sea comparativamente baja.

En cuanto a consistencia, la simulación calibrada produjo todos los índices basados en regresión adecuados (Cuadro 38). El coeficiente de correlación resultó alto, y además, significativo (con probabilidad cero de valer cero). Los valores simulados resultaron ajustados a la línea 1:1 con respecto a los estimados según aforos (Figura 43), pues el valor de la pendiente resultó cercano a uno, con alta probabilidad, el intercepto resultó con un bajo valor, cercano a cero, también con alta probabilidad, y la probabilidad conjunta de que el intercepto sea cero y la pendiente sea igual a uno fue mayor que cero.

Cuadro 38. Índices basados en regresión (o de consistencia) obtenidos en la simulación calibrada.

Coeficiente de correlación (r)	0,848
Probabilidad r = 0	0
Intercepto	0,706
Probabilidad intercepto = 0	0,800
Pendiente	1,025
Probabilidad pendiente = 1	0,825
Probabilidad intercepto = 0 y pendiente = 1	0,348

Fuente: Elaboración propia

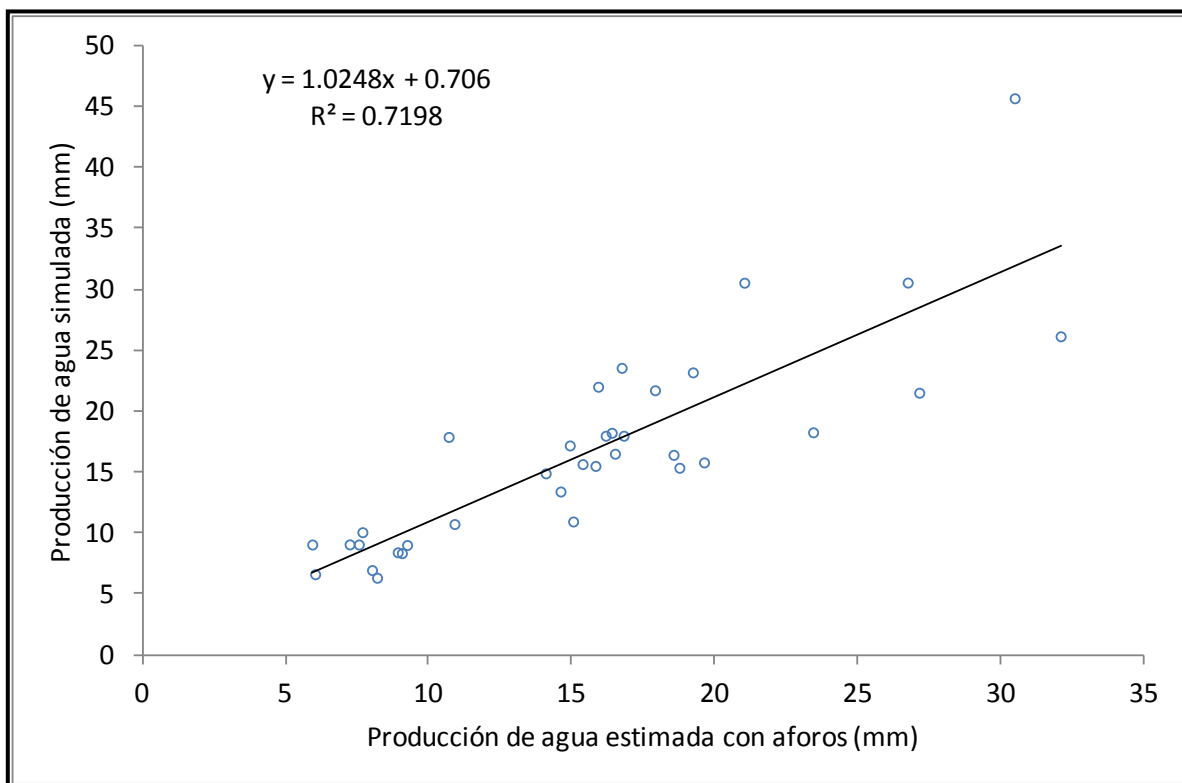


Figura 43. Línea de regresión entre valores de producción de agua simulados y obtenidos de aforos.

2.7.2.2. Evaluación de la Producción de Agua - Régimen Temporal y Componentes de la Producción de Agua

Tanto los aforos, como las simulaciones muestran que la producción de agua en la cuenca tiene un régimen permanente. Según los resultados obtenidos en simulación, la producción de agua, en correspondencia con la precipitación, presenta un régimen de distribución poco estacional dentro del año. En promedio, la producción anual de agua es de 213,12 mm (0,607 m³/s), lo cual significa una fracción de 0,18 de la precipitación anual promedio de la cuenca (1.165,97 mm). No se presentan épocas de reducido estiaje diferenciadas en extremo de las épocas de máximo flujo de agua (Figura 44). El patrón parece bimodal: un máximo secundario en abril (19,2 mm; 0,665 m³/s) seguido de un mínimo secundario en junio (12,4 mm; 0,429 m³/s), para llegar al máximo principal en noviembre (37,1 mm; 1,286 m³/s) y descender, hasta el mínimo principal en febrero (9 mm; 0,334 m³/s). A lo largo del año, la producción de agua se compone principalmente de flujo subsuperficial, en especial, flujo de base, con una proporción importante de flujo lateral. Sólo en un mes (en este caso noviembre, y probablemente afectado por un valor atípico de lluvia), la escorrentía superficial presenta una alta proporción de la producción de agua.

La elevada proporción de flujo subsuperficial (75% de la producción de agua) está explicada por las buenas condiciones de la cuenca como consecuencia de la conservada y densa vegetación boscosa que predomina en ella. Esta vegetación, al interceptar una relativamente alta fracción de lluvia, hace que se disponga de menor cantidad de agua sobre el suelo para escurrir. Por otro lado, la protección de la cobertura al suelo, y las consecuentes buenas condiciones de infiltración, hacen que el agua penetre, con lo cual, puede ser consumida, drenada lateralmente o hacia el acuífero superficial y para finalmente alimentar al flujo base.

Debe tenerse presente que lo limitado del período de información empleado (seis años y seis meses) impide que pueda caracterizarse con certeza el régimen promedio de la producción de agua. Es necesario señalar que el incremento de ella a finales de año puede deberse a las distorsiones incurridas por un muy alto valor atípico de la precipitación en el mes de noviembre. En la Figura 45 se observa la ocurrencia de una cantidad atípica de lluvia en el mes de noviembre de 2010, magnitud que no se reproduce el resto de los años. Ni siquiera un mes cualquiera se le acerca en valor.

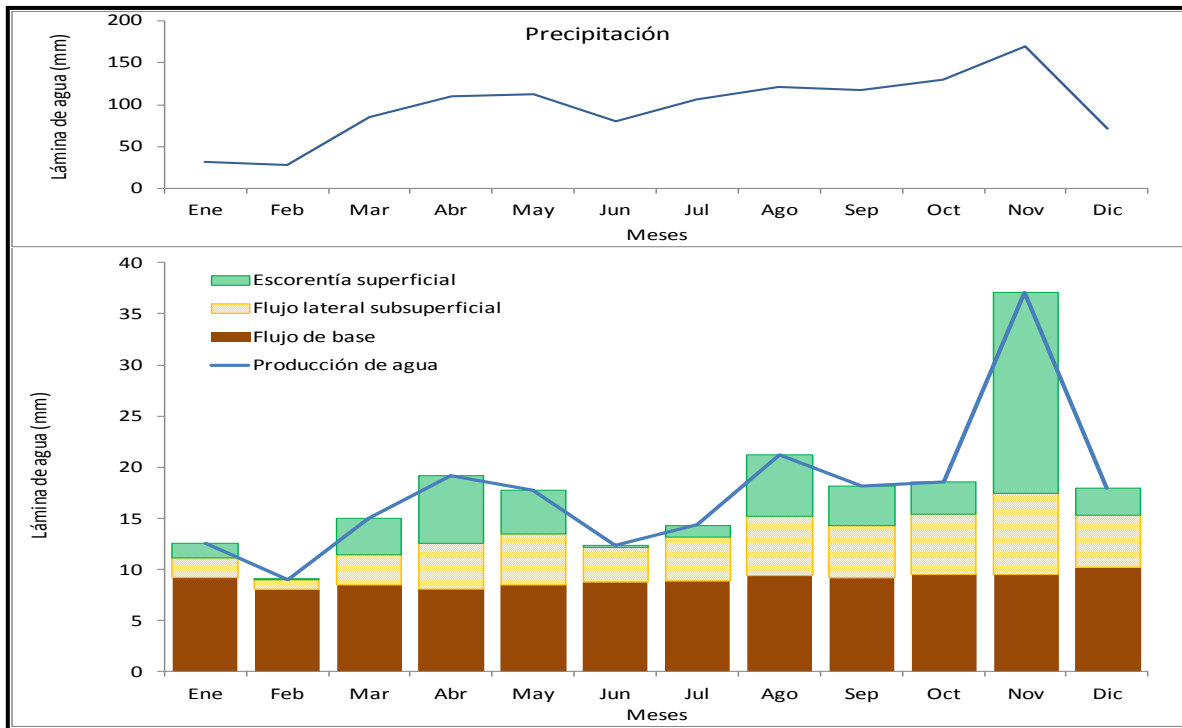


Figura 44. Producción de Agua Promedio Mensual y sus Componentes (Simulación enero 2009 - mayo 2015), cuenca del río Sanchón.

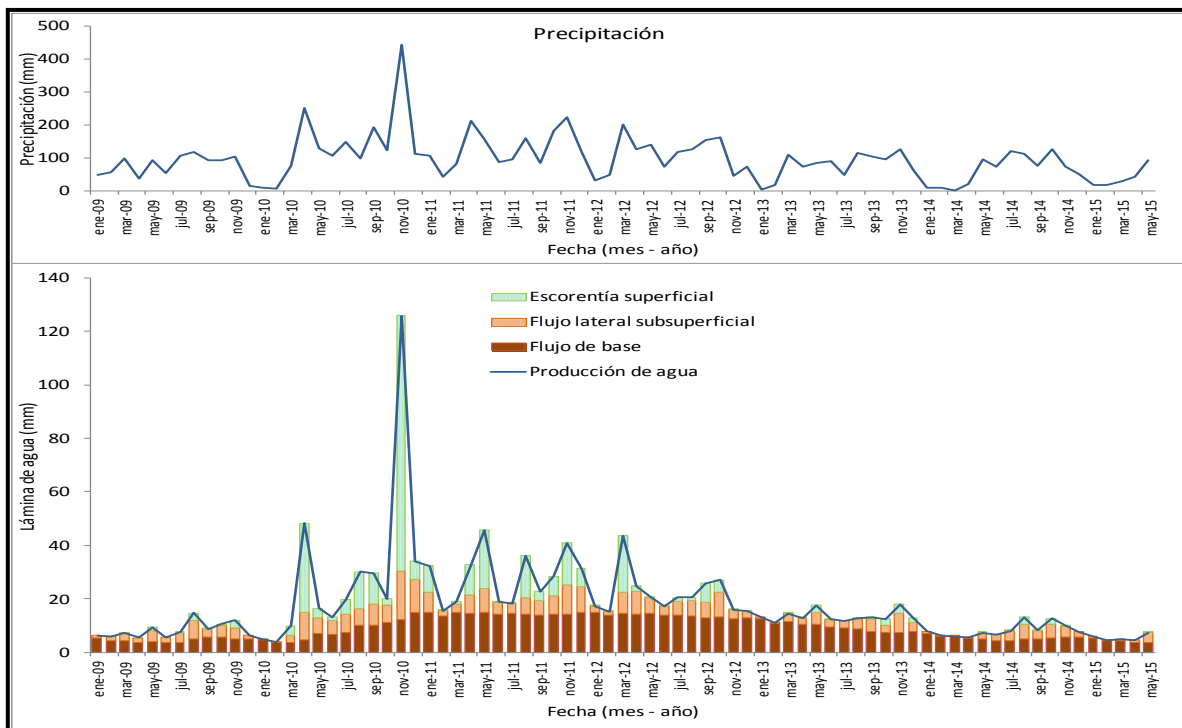


Figura 45. Producción de Agua Total Mensual y sus Componentes (simulación enero 2009 - mayo 2015), cuenca del río Sanchón.

Durante la mayoría del tiempo, y a pesar de las variaciones en la precipitación, la producción de agua se compone principalmente de flujo subsuperficial. Solamente, en cuatro ocasiones (marzo de 2010, noviembre de 2010, mayo de 2011 y marzo de 2012), la escorrentía superficial representó más de la mitad del agua producida. Y de ellos, sólo en dos meses la escorrentía superficial fue mayor que la suma de los componentes subsuperficiales. De manera general, podría afirmarse que la escorrentía superficial predominaría como componente de la producción de agua cuando la lluvia mensual supera los 200 mm.

2.7.2.3. Distribución Espacial de la Producción de Agua - Producción de Agua Total

En cuanto a magnitud relativa, la mayor producción de agua se presenta en un sector ubicado al oeste de la cuenca, mientras que en el resto de ella, y en fracciones similares, la producción de agua califica comparativamente de baja y media (Figura 46). El sector de mayor producción de agua responde a la mayor precipitación (asociada a la estación La Justa). Los sectores más altos, al sur de la cuenca, califican en un nivel relativo medio de producción de agua, en razón de suelos con menor potencial de escorrentía (grupo hidrológico B), precipitación de magnitud media y a evapotranspiración relativamente baja. En los sectores de altitud media y baja de la cuenca, la magnitud de la producción de agua estuvo diferenciada básicamente por la vegetación y su grado de intervención. Los sectores de producción de agua media presentan vegetación de bosque seco y matorrales de moderada intervención y bosque seco de alta intervención, donde se espera mayor escorrentía superficial y menor consumo de agua por las plantas (por menor biomasa vegetal).

2.7.2.4. Distribución Espacial de la Producción de Agua - Escorrentía Superficial

Las generalmente bajas y poco variables magnitudes de escorrentía superficial hacen que el grado relativo la escorrentía superficial califique de medio en casi toda la cuenca. Ello responde a la cobertura boscosa predominante (Figura 47). Las áreas de escorrentía relativa media corresponden con la vegetación más intervenida o menos densa (bosques secos y matorrales intervenidos), mientras que el área de mayor escorrentía corresponde con la planicie litoral, donde la vegetación es clara y dispersa, y además, donde los suelos presentan el mayor potencial de escorrentía. En estas áreas el tipo y degradación de la vegetación fue

determinante en el grado de escorrentía si se considera que a la vez, son las áreas de menor precipitación y mayor evapotranspiración de referencia.

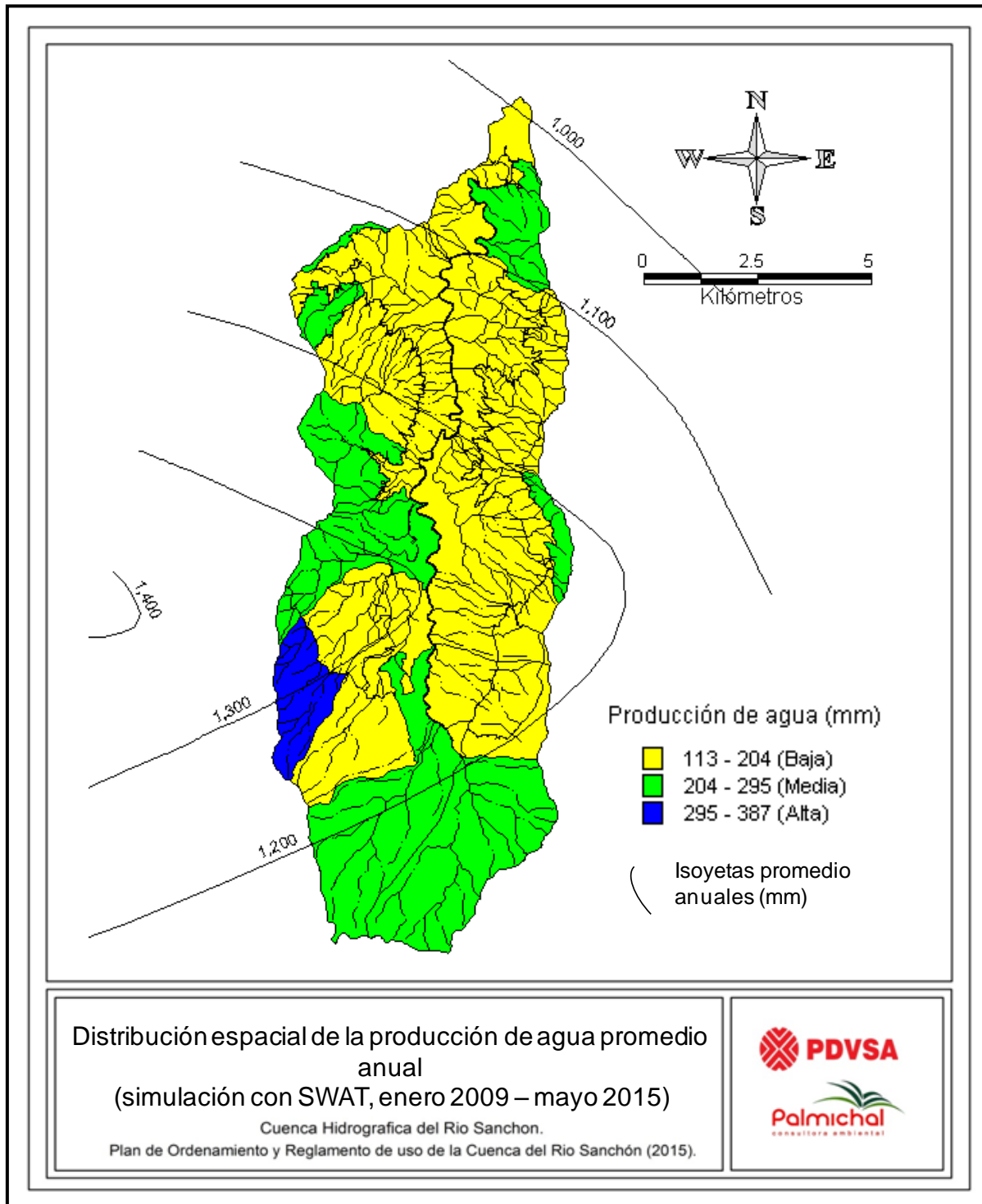


Figura 46. Distribución Espacial de la Producción de Agua Promedio Anual (Simulados para el período enero de 2009 a mayo de 2015), cuenca del río Sancho.

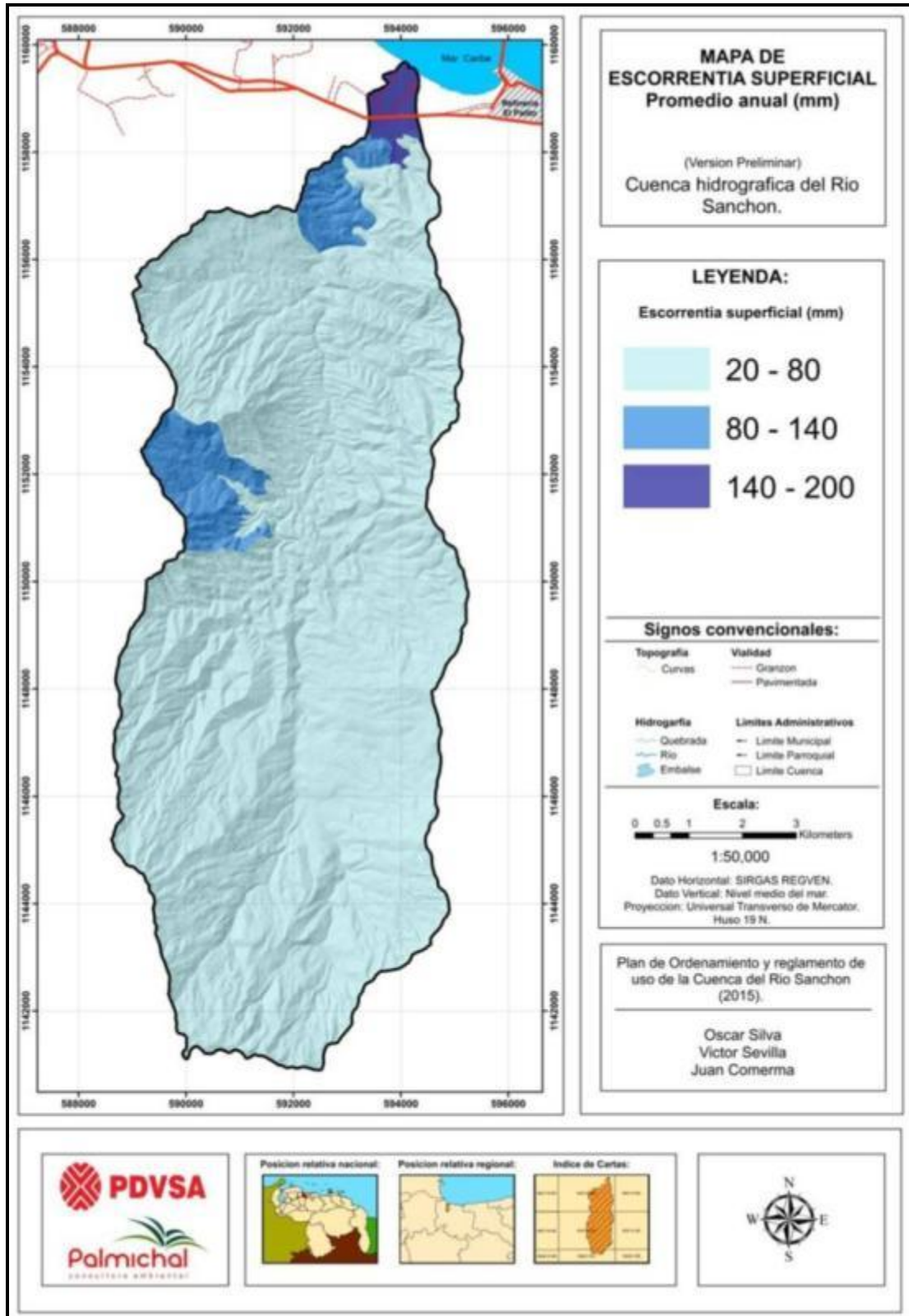


Figura 47. Distribución Espacial de la Escorrentía Superficial Promedio Anual (Simulados para el período enero de 2009 a mayo de 2015), cuenca del río Sanchón.

2.7.2.5. Distribución Espacial de la Producción de Agua - Flujo Base

La parte alta de la cuenca presentó mayores valores de flujo base que el resto de la superficie. Los valores más bajos se presentaron en la parte baja de la cuenca, mientras que en la parte media se presentan valores de flujo base que varían en medios y altos (Figura 48). En la parte alta, las mayores magnitudes de flujo base responden al tipo de vegetación (bosque denso con baja intervención en su mayoría) que mantiene reducidos valores de escorrentía superficial, así como a menores valores de evapotranspiración.

En la parte baja, los menores valores de flujo base estarían asociados a una menor precipitación, mayor evapotranspiración y además, a mayores tasas de escorrentía producto de una vegetación más clara, dispersa e intervenida. En el sector medio de la cuenca, el flujo base es mayor hacia el oeste, como respuesta a una mayor precipitación y a vegetación densa. No obstante, sectores asociados a esta misma precipitación, producen flujos base menores (de grado relativo medio), debido a la mayor escorrentía (por vegetación menos densa e intervenida).

Merecen destacarse los valores comparativamente altos de flujo base en sectores medio-bajos de la cuenca, dada la menor precipitación que hacia el oeste y mayor demanda evaporativa que hacia los altos del sur. Ello puede ser consecuencia de la capacidad de infiltración del bosque.

2.7.2.6. Distribución Espacial de la Producción de Agua - Recarga de Acuíferos

Las zonas de mayor capacidad de recarga de acuíferos resultaron la zona alta del sur, la zona media-alta del oeste, y dos sectores de la zona media-baja. En la parte media y baja de la cuenca predominan las áreas de capacidad de recarga de acuíferos intermedia, con existencia se algunos sectores de relativa baja capacidad (Figura 49).

Estos valores relativamente altos de recarga de acuíferos en las zonas medias de la cuenca estuvieron asociados a la densidad y baja intervención de la vegetación. Y complementariamente, la magnitud de la recarga de los acuíferos resultó menor en la medida en que la vegetación disminuye su cobertura y aumenta su intervención.

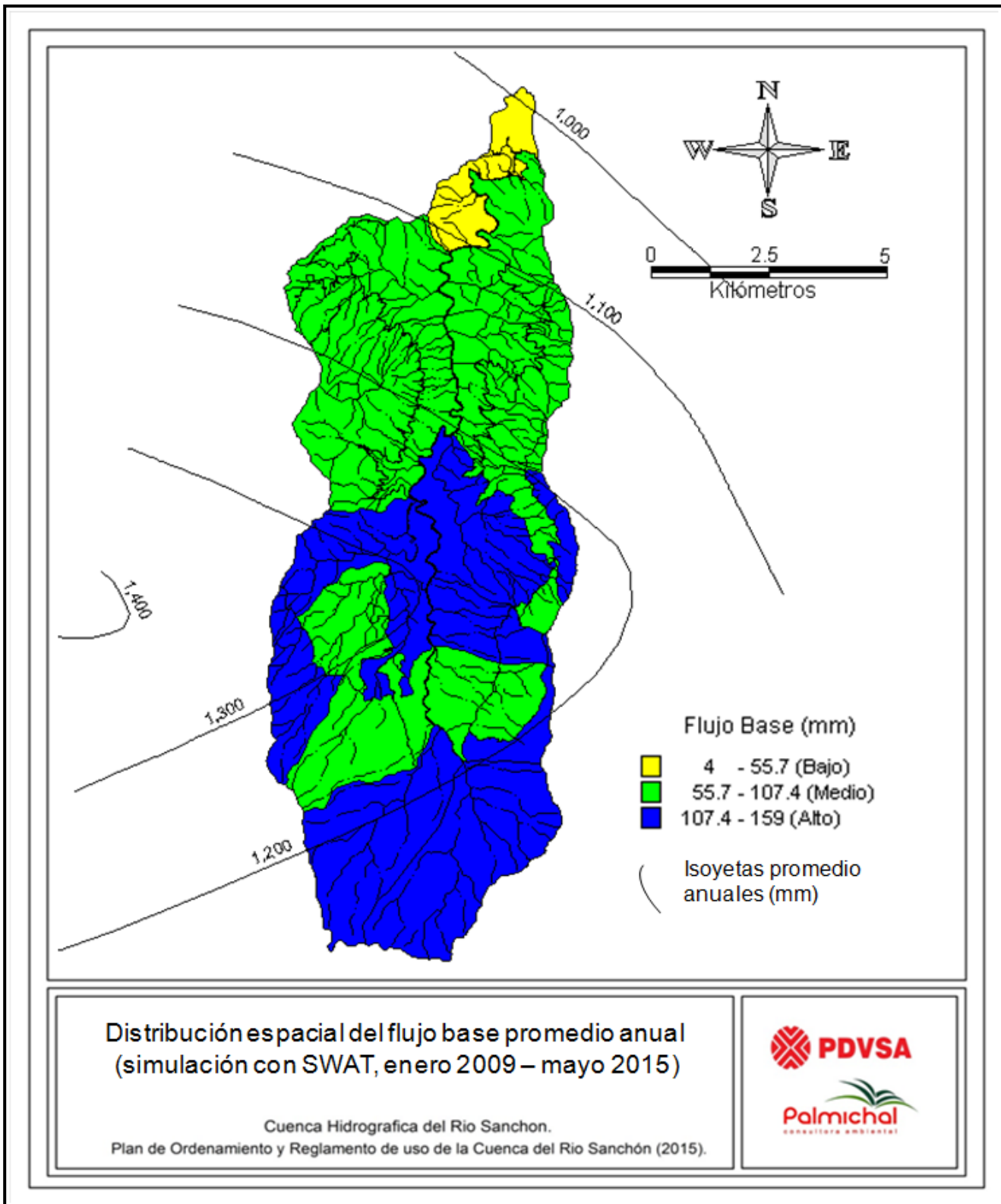


Figura 48. Distribución Espacial del Flujo Base Promedio Anual (Simulados para el período enero de 2009 a mayo de 2015), cuenca del río Sanchón.

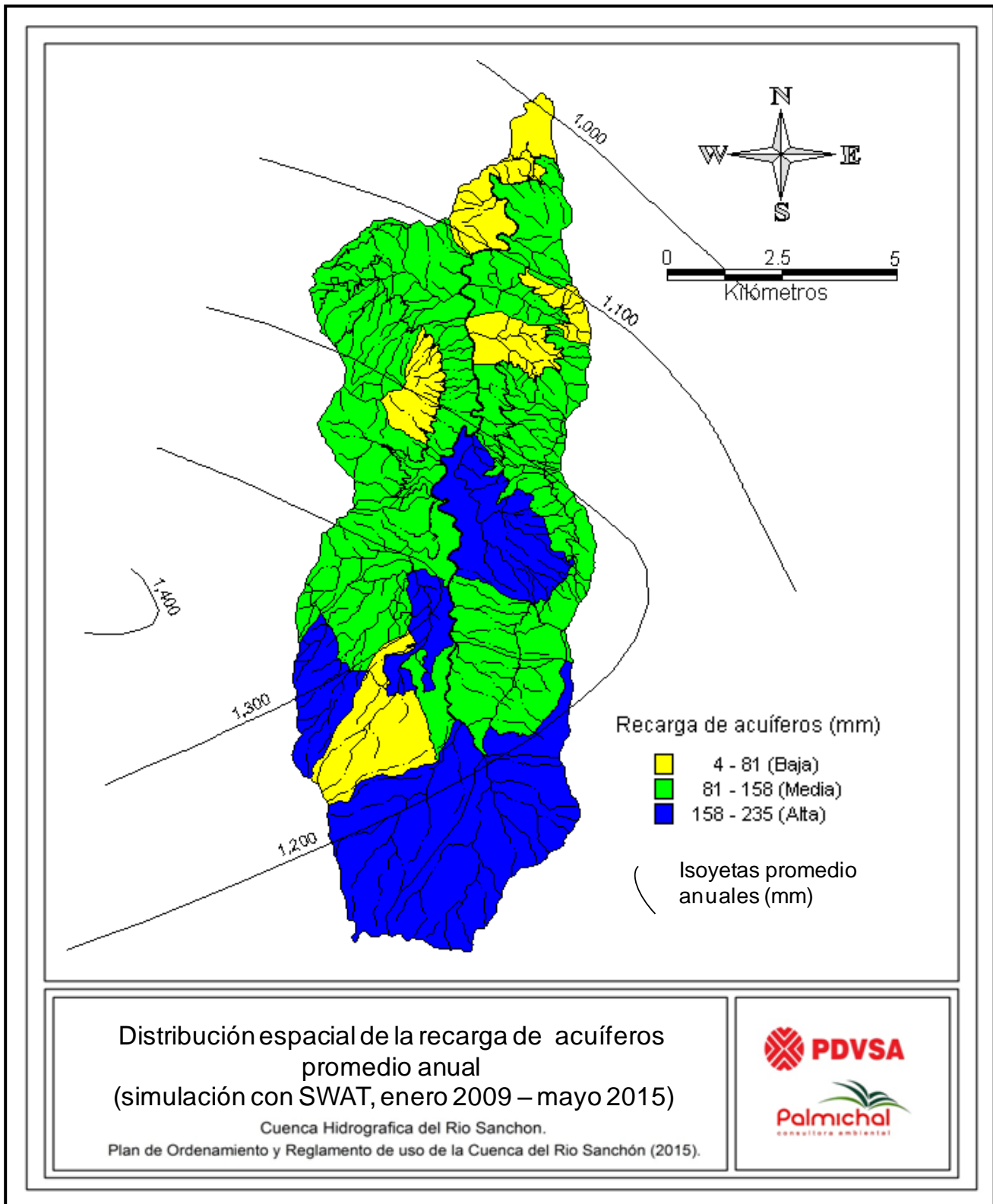


Figura 49. Distribución Espacial de la Recarga de Acuíferos Promedio Anual (Simulados para el período enero de 2009 a mayo de 2015), cuenca del río Sanchón.

2.7.2.7. Distribución Espacial de la Producción de Agua - Índice de Producción de Agua

Según el Índice de Producción de Agua, el sector que produce más adecuadamente, es decir, con la mejor combinación entre magnitud, fracción de escorrentía superficial y capacidad de recarga del acuífero, es la zona alta (sur) o cabecera de la cuenca. Comparten esta clase un sector ubicado al oeste en la zona media-alta y otro al este en la zona media baja de la cuenca. La mayor parte de la zona media de la cuenca presenta un grado de bondad o aptitud intermedio en el agua producida, mientras que en la zona baja predominan los sectores con producción de agua menos apta, es decir, con una fracción mayor de escorrentía superficial o menor recarga del acuífero (Figura 50).

En el área alta, el agua producida es la más adecuada o apta debido a menores pérdidas por evapotranspiración, que permiten una comparativamente alta magnitud en el rendimiento de agua. Además, presentan bajas tasas de escorrentía superficial y mayor recarga de los acuíferos.

La menor aptitud del agua producida en la zona media-alta de la cuenca se debe a la menor magnitud en su producción (por efecto de una mayor evapotranspiración) y además, a mayores niveles de escorrentía superficial. En la zona baja de la cuenca, la menor aptitud del agua producida se debe principalmente a la poca recarga de los acuíferos, y en la zonas de mayor degradación de la vegetación, al exceso de escorrentía. También debe tenerse presente que la magnitud en la producción de agua también es menor por tratarse del área más seca de la cuenca.

2.7.3. CONCLUSIONES

En general, la producción de agua en la cuenca se compone de una menor proporción de escorrentía superficial y mayor de flujo base, lo cual es considerado adecuado. En áreas de mayor intervención, tiende a ser mayor, e inconveniente, la fracción de escorrentía superficial.

Las mayores magnitudes de producción de agua se presentan en el área media-alta oeste de la cuenca (mayor precipitación). En las áreas más altas, la magnitud de la producción de agua no es la mayor debido a la menor precipitación que en el extremo medio-alto oeste.

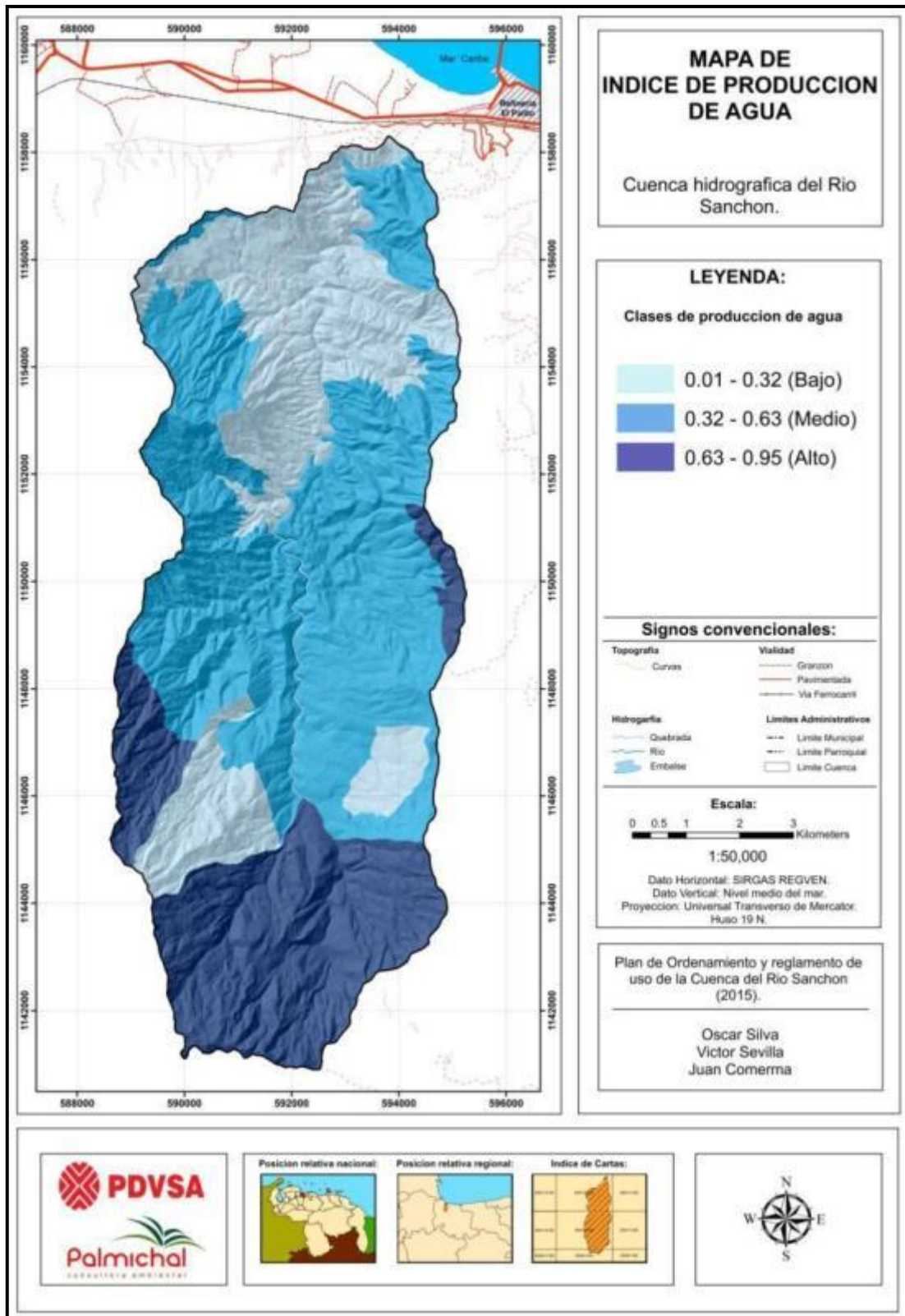


Figura 50. Distribución Espacial del Índice de Producción de Agua en la Zona Protectora y Reserva Hidráulica de la Cuenca del Río Sanchón, estado Carabobo.

En la mayor parte de la cuenca la fracción de flujo base es alta así como la capacidad de recarga de los acuíferos. En sectores bajos e intervenidos de la cuenca, la fracción de flujo base es menor. Igualmente, el potencial de recarga de los acuíferos en estas áreas también es menor.

Según la combinación de la magnitud de la producción de agua, la cantidad de escorrentía superficial que la compone y la capacidad de recarga de los acuíferos, los sectores que producen agua con mayor aptitud se ubican en la parte alta (sur) o cabecera de la cuenca. En estas áreas, aunque la precipitación es la mayor de la cuenca, la menor evapotranspiración de referencia (ET₀) implica menores pérdidas por consumo de agua por la vegetación. Además los suelos tienen menor potencial de escorrentía, que junto la vegetación boscosa poco intervenida promueve la infiltración y la consecuente capacidad de recarga de los acuíferos.

La producción de agua es menos apta en las áreas bajas de la cuenca debido a la mayor proporción de escorrentía superficial (como producto de una vegetación menos densa, mas intervenida o ambas) y a menor capacidad de recarga de los acuíferos. Debe tenerse presente que en estas áreas, mejorar la vegetación puede producir agua más adecuadamente, en el sentido de disminuir la escorrentía superficial. No obstante, la magnitud de la producción de agua, así como la recarga de los acuíferos puede verse limitada por la cantidad más baja de la precipitación que reciben, y al mismo tiempo, mayor magnitud de la evapotranspiración.

En áreas de vegetación intervenida la aptitud del agua producida y de sus componentes, se ve notablemente afectada (disminuida) en comparación con áreas similares pero con vegetación poco intervenida. Ello es muestra de la notable influencia que tiene la vegetación actual conservada en cuanto a una producción de agua adecuada. Conlleva además, a destacar lo importante que serían estrategias para preservar la vegetación conservada así como estrategias para mejorar o rehabilitar la vegetación intervenida.

En lo metodológico es conveniente destacar que la aplicación de un modelo de simulación calibrado reduce en cierta medida la incertidumbre de las estimaciones y consecuentemente, mejora la calidad de las mismas. No obstante, dadas incertidumbres estructurales (o de formulación del modelo) así como incertidumbres operativas (carencias y limitaciones en la información básica), no es conveniente emplear la información producida en términos absolutos, si no como una referencia de tendencias y órdenes de magnitud comparativos.