

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



***Valoración ecológica de las riberas del río Samalá, en
el municipio de Salcajá, Quetzaltenango y propuesta de
restauración.***

Abner Gerardo Roblero Cipriano

Quetzaltenango, Octubre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL



***Valoración ecológica de las riberas del río Samalá, en el
municipio de Salcajá, Quetzaltenango y propuesta de
restauración.***

TRABAJO DE GRADUACION

Presentado a las Autoridades de la División de Ciencia y Tecnología
del Centro Universitario de Occidente de la Universidad De San
Carlos de Guatemala

Por:

Abner Gerardo Roblero Cipriano

Previo a conferírsele el título de:

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

En el grado académico de:

LICENCIADO

Quetzaltenango, Octubre de 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

AUTORIDADES

Rector Magnífico: Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos.
Secretario General: Arq. Carlos Enrique Balladares Cerezo.

CONSEJO DIRECTIVO CENTRO UNIVESITARIO DE OCCIDENTE

Directora General del CUNOC: MSc. María del Rosario Paz Cabrera.
Secretario Administrativo: MSc. Silvia del Carmen Recinos.

REPRESENTANTES DE LOS DOCENTES

Ing. Agr. Erik González.
Lic. Fredy Alejandro Rodríguez.

REPRESENTANTE DE LOS ESTUDIANTES

Br. Luis Ángel Estrada García.
Br. Julia Hernández de Domínguez.

REPRESENTANTE DE LOS EGRESADOS

Licda. Vilma Tatiana Cabrera de Alvarado.

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Lic. Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez

COORDINADOR DE LA CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

Ing. Agr. MSc. Julio López Valdez

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN TÉCNICO PROFESIONAL

PRESIDENTE

Lic. Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez

EXAMINADORES

Ing. Agr. MSc Hector Alvarado.

Ing. Agr. MSc Jorge Morales.

Ing. Agr. MSc Jesús Ronquillo.

SECRETARIO

Ing. Agr. MSc. Julio López Valdez

NOTA: “Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en la presente investigación” (Artículo 31 del Reglamento para Exámenes Técnicos Profesionales del Centro Universitario de Occidente. Y Artículo 19 de la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala).

Quetzaltenango Octubre de 2018

Honorable Consejo Directivo
Honorable Autoridades de la división de Ciencia y Tecnología
Honorable Mesa del Acto de Graduación y Juramentación

De conformidad con las normas que establecen la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, del reglamento general de evaluación y promoción del estudiante del Centro Universitario de Occidente, tengo el honor de someter a su consideración, el trabajo de graduación titulado:

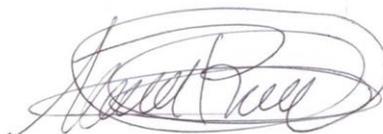
“Valoración ecológica de las riberas del río Samalá, en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango y propuesta de restauración.”

Presentado como requisito para optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente:

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Abner Gerardo Roblero Cipriano.

Quetzaltenango 15 de agosto de 2018

Lic. Haroldo Roberto Méndez Sánchez
Director de la División de Ciencia y Tecnología
Centro Universitario de Occidente
Presente

Por este medio me permito informarle que la asesoría de tesis del estudiante Abner Gerardo Roblero Cipriano, carnet No. 201031273, ha concluido, asesoría que desarrollé de acuerdo al nombramiento emanado por la Dirección de la División de Ciencia y Tecnología a su cargo.

En tal sentido me permito emitir **DICTAMEN FAVORABLE** para que se continúen los pasos administrativos previos a la aprobación definitiva del trabajo de tesis, indicando que se siguió con diligencia el método de investigación científica y que los resultados serán de provecho para la sociedad y en especial para el municipio de Salcajá ya que el trabajo titulado: **"Valoración ecológica de las riberas del río Samalá, en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango y propuesta de restauración"** plantea, como su título lo indica, una propuesta que permitirá restaurar esas riberas lo que derivará en un beneficio social.

Sin otro asunto sobre el particular, me suscribo atentamente:



Ms.Sc. Eduardo Rafael Vital Peralta
Colegiado Activo No.-1735
Colegio de Profesionales de Ciencias Económicas.

MSc. Q. B. ALBERTO RAFAEL GARCIA GUILLEN

.13 Avenida 3-34 Zona 3, Quetzaltenango

Teléfonos: 7765-5117 -- 5413-3390

E-mail: albertogarcia@cunoc.edu.gt

Quetzaltenango, 05 de octubre de 2018

Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez
Director de la División de Ciencia y Tecnología
Centro Universitario de Occidente
Presente.

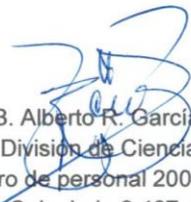
Respetables Licenciado:

Por este medio me permito informarle que he concluido la revisión de la Investigación del Estudiante Abner Gerardo Roblero Cipriano, carné No. 2087 79817 0801 registro No. 201031273, titulada "Valoración Ecológica de las riberas del río Samalá, en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango y Propuesta de Restauración", la que realice de acuerdo al nombramiento respectivo.

En tal sentido emito DICTAMEN FAVORABLE, para que se continúen los pasos administrativos, previos a la aprobación definitiva de dicho trabajo de investigación, indicando que se siguió con diligencia todos los aspectos que correspondían.

Sin otro particular me suscribo de usted con las muestras de mi consideración y respeto.

Atentamente,


MSc. Q.B. Alberto R. García Guillén
Docente de la División de Ciencia y Tecnología
Registro de personal 20090771
Colegiado 2,487

cc archivo

LIC. ALBERTO R. GARCIA GUILLEN
Químico Biólogo
Colegiado No. 2487



**CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**

El infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**

Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE GRADUACIÓN** No. 006-GAL-2018 de fecha diez de octubre del año dos mil dieciocho del (la) estudiante: ABNER GERARDO ROBLERO CIPRIANO

con Carné No. 2087798170801 Registro Académico No. 201031273 emitida por el Coordinador de la Carrera de GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL, por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: “VALORACIÓN ECOLÓGICA DE LAS RIBERAS DEL RIO SAMALÁ EN EL MUNICIPIO DE SALCAJÁ, QUETZALTENANGO Y PROPUESTA DE RESTAURACIÓN.”

Quetzaltenango, 12 de octubre de 2018.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez
Director de División de Ciencia y Tecnología

DEDICATORIA

A DIOS:

Mi Padre por estar con migo, darme fortaleza y capacidad, para él sea toda la gloria y la honra por los siglos de los siglos amen.

A MIS PADRES

Por ser parte vital de mi vida.

A MI ABUELA

Por ser una persona importante en vida

USAC/CUNOC

Para que esta Investigación sirva para la generación de más información de la temática

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por Amarme y haberme proveído y proveer de energía, capacidad y fuerzas para la realización de este trabajo en medio de la adversidad que afronto.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala por ser dotarme la oportunidad de formarme como profesional.

A la División de Ciencia y Tecnología y sus docentes, por suministrarme los conocimientos.

Al Ing. Agr Msc. Oscar Velázquez, por haberme brindado el tema de investigación.

Al Lic Msc. Eduardo Vital por apoyarme en el asesoramiento de esta investigación.

A Lic. Alberto García, e Ing. Juan Bolaños por haberme apoyado en la realización de esta investigación con recurso humano

A Pablo Osmani, Erick Lopez, Gerardo Alvarado, Consuelo Betancourt, Felisa Puac, estudiantes de la carrera de ingeniería en gestión ambiental local que me ayudaron a realizar esta investigación.

RESUMEN

La presente investigación de carácter exploratorio, consiste en la determinación del estado de naturalidad del ecotono de riberas del río Samalá y su microcuenca de Curruchique del municipio de Salcajá, ejecutada en diecinueve áreas de estudio, utilizando las metodologías de valoración QBR e IHG que se complementan para mejorar la información recabada. Los resultados determinan poca vegetación arbustiva y carencia de continuidad de la misma en las riberas, en tanto que no se cuenta con eliminación total de las mismas; éstas no poseen el tamaño que deben de poseer, teniéndose solamente 10.02% de uso natural, siendo el uso agrícola con 57.25% el de mayor predominancia. Existen alteraciones de caudal provenientes de agregación de aguas residuales y extracción de agua para riego agrícola. La implementación de defensas restringen la funcionalidad de la llanura de inundación y la presencia de pasto demostró el bajo nivel de conservación del ecotono. Los métodos usados, pese a poseer diferentes inclinaciones, indicaron un estado deteriorado de riberas y para su recuperación se formuló una propuesta de restauración acorde a la realidad, que presenta acciones como la inclusión de las riberas en el Plan de Ordenamiento Territorial que permita llegar a acuerdos con dueños de propiedades dentro de riberas. Establecer un plan de manejo de la vegetación de ribera. Además de la recuperación del régimen hídrico de los cursos de agua y regulación para las actividades que provocan la degradación.

ABSTRACT

The following investigation is an exploratory research, about the evaluation of the state of the nature of the ecotone in the riverbank of Samala river, and its micro basin Curruchique in Salcaja town, worked in nineteen areas of study, using the methodologies of values QBR and IHG the ones that are complemented to obtain better information. The results determine that there is very little bushy vegetation and a lack of continuity about the micro basin, because there is no elimination completely about the same ones; these ones don't have the correct size, having 10.02% of the natural use, being agricultural the 57.25% the one with the higher percentage and predomination. There are alterations of the water level coming from the sewage and the extraction of water for farming. The implementation of defenses restricts the functionality of the plain flood, and the presence of grass proves the low level of conservation of the ecotone. Even though the used methods have different inclinations, indicated a state of worsening of the riverbank and for its recovery I formulated a design of restoration according to the reality, that includes actions like the inclusion of riverbank in the land ordinance plan that permits agreements with the owners of the properties inside the riverbank. Also the establishment of a management plan for the riverbank vegetation. Including the recuperation of the regime of watercourses, and regulation for the activities that cause degradation.

ÍNDICE.

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes del problema	2
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	5
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Riberas.....	6
2.1.1 <i>Definición</i>	6
2.1.2 <i>Dimensiones de ribera</i>	6
2.1.3. <i>Paisaje de ribera</i>	6
2.1.4. <i>Ecosistema de ribera</i>	6
2.2 Componentes de riberas	7
2.2.1. <i>Geomorfología</i>	7
2.2.2. <i>Río (corriente)</i>	8
2.2.3 <i>Vegetación de Riberas</i>	9
2.3 Alteración y degradación de riberas	11
2.3.1. <i>Indicadores de alteración de riberas</i>	11
2.3.2 <i>Servicios y bienes de riberas</i>	11
2.4 Valoración ecológica.....	15
2.4.1 <i>Métodos para valoración ecológica</i>	15
2.5 Restauración ecológica	19
2.5.1 <i>Definiciones</i>	19
2.6 Restauración ecológica de riberas	20
2.6.1 <i>Las Técnicas de restauración.</i>	21
2.6.2. <i>Metodología general de rehabilitación o restauración fluvial</i>	22
3. METODOLOGÍA	24
3.1 Metodología.....	24
3.1.2. <i>Pasos a seguir</i>	24
3.2. Valoración Ecológica	25
3.2.1. <i>Índices de valoración</i>	25
3.2.2. <i>Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)</i>	25

3.2.5. <i>Técnicas e instrumentos utilizados en la recopilación de los datos.</i>	30
3.2.6. <i>Validez de los instrumentos.</i>	31
3.2.7. <i>Técnicas de análisis de datos.</i>	31
3.3. Contexto espacial y temporal de la investigación	32
4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	34
4.1. Estado de Naturalidad de las Riberas	34
4.2. Análisis mediante QBR	36
4.2.1. Análisis mediante QBR curso principal	36
4.2.2. Análisis mediante QBR <i>curso Curruchique.</i>	41
4.3. Análisis mediante IHG	46
4.3.1. Análisis mediante IHG curso principal.....	46
4.3.2. Análisis mediante IHG <i>curso Curruchique.</i>	57
4.4. Análisis general de las riberas	65
4.5. Estructura de la vegetación de Ribera.....	65
4.5.1. <i>Estructura general de la vegetación por curso de agua</i>	65
4.5.2. <i>Estructura de la vegetación por especie por curso de agua</i>	65
4.4.3. Estructura de la vegetación a Nivel general por curso de agua	92
4.4.4. Cobertura forestal de las Riberas.....	97
4.6. Usos de suelos de las riberas	99
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	101
5.1 Conclusiones.....	101
5.1 Recomendaciones.....	102
6. PROPUESTA DE RESTAURACIÓN.....	103
6.1 Presentación de la propuesta.....	103
6.2. Objetivos	104
6.3. Lineamiento de restauración de riberas	104
6.4 Lineamiento Manejo de la Vegetación.....	106
7. BIBLIOGRAFÍA	109
8. ANEXOS.	116
9.1 Instrumentos.	116
8.1. Imágenes Perturbaciones de Ribera.....	121
8.2. Cronograma.	123
8.3. Presupuesto	124
9. ÍNDICE FIGURAS.	125

10. ÍNDICE TABLAS.....	126
11. ÍNDICE GRÁFICAS.....	127
12. ÍNDICE DE MAPAS	128

1. INTRODUCCIÓN

Las riberas constituyen una zona importante debido a los servicios ecológicos y ambientales que brindan, además de ser una zona de transición entre dos ecosistemas diferentes. Las riberas se han visto degradadas por acciones antrópicas como es el uso del suelo para fines de producción agrícola, implementación de gaviones, y contaminación de las mismas; todo esto tiene como resultado la disminución de su calidad, por lo que para la restauración de estas se deben ejecutar acciones que busquen primeramente su recuperación, para lo cual debe realizarse una valoración ecológica de estas, con el fin de emprender acciones en base a los resultados obtenidos.

Existen zonas de ribera que se encuentran en contacto directo con poblaciones humanas como lo son las riberas de la cuenca alta del río Samalá que tienen contacto directo con varios centros poblados del suroccidente de Guatemala dentro de los cuales se encuentra el municipio de Salcajá, del departamento de Quetzaltenango, en el cual las riberas de la mencionada cuenca al igual que en otros centros poblados son objeto de degradación, por lo que en la presente investigación se analizó la naturalidad de las zonas de ribera, ya que estas sirvieron como fuentes de datos e información para emitir un dictamen de su estado, para lo cual se estudió que metodología de valoración ecológica era la más apropiada a utilizar partiendo del marco teórico.

La información y datos que fueron recabados mediante la valoración ecológica fueron utilizados para la elaboración de una propuesta de restauración de las riberas en estudio, en la que se plantearon acciones que buscan dar soluciones a los problemas que se detectaron durante la fase de campo, las acciones planteadas en la propuesta serán de utilidad para la municipalidad de Salcajá e instituciones que tengan relación con la temática relacionada con la restauración ecológica; los resultados y experiencias que se obtuvieron como resultado del actual estudio podrán ser considerados como referente y ser replicados en otras regiones del país.

1.1 Antecedentes del problema

Las riberas de la cuenca del río Samalá concernientes al municipio de Salcajá, Quetzaltenango tuvieron un nivel aceptable en su funcionamiento ecológico y prestación de servicios ambientales como lo fue la vegetación que presentaba en el año de 1936 (Arreola, 2008). Luego se vieron sometidas a un proceso de degradación con el transcurrir del tiempo implicó la demanda de recursos naturales y la contaminación de estos, por la implementación del sistema de drenaje en el año de 1977 (Arreola, 2016) lo cual tuvo como resultado el desfogue de aguas residuales en las aguas del río Samalá.

A partir de la primera década del nuevo milenio la contaminación de aguas residuales y desechos sólidos se ve incrementada en las riberas derivado del aumento de la población y consumismo por parte de la misma, teniendo como consecuencias la generación de botaderos clandestinos; a partir de año 2012 hasta la presente fecha la municipalidad por medio de la oficina de medio ambiente y recursos naturales se da a la tarea de recolectar los desechos de las riberas, acción que se lleva a cabo 2 veces por semana, en este lapso de tiempo se eliminó un botadero clandestino, construyendo en la ubicación de este un parque con la finalidad de evitar el resurgimiento de mismo.

En relación a políticas se cuenta con la política nacional de diversidad biológica del año 2011 la cual en su eje 2 “Conservación y restauración de la diversidad biológica” tiene como objetivo: “Establecer e integrar mecanismos in situ y ex situ de conservación y restauración de la diversidad biológica, en sus distintos componentes: ecosistemas, especies y genes, teniendo en cuenta que ambos mecanismos y sus acciones deben ser complementarios entre sí”, dentro de este mismo eje se destaca la línea estratégica “e. Conservación y restauración: Desarrollo e implementación de un Plan Nacional de Conservación y Restauración de Ecosistemas, que impulse la mejora de la resiliencia, mantenimiento y/o mejora en la prestación de servicios ecosistémicos” (CONAP, 2011)

En materia legal se menciona en el artículo 128 “Aprovechamiento de aguas, lagos y ríos” de la constitución política de la república de Guatemala (Asamblea Nacional constituyente, 1985) que el aprovechamiento de las aguas de los ríos que contribuya al desarrollo de la economía nacional está al servicio de la comunidad pero los usuarios deben de reforestar las riberas y los cauces correspondientes; en la ley forestal decreto 101-96 en su artículo 67 “Obligaciones de la repoblación forestal” (Congreso de la República de Guatemala, 1996). Se menciona que Adquieren la obligación de repoblación forestal las personas individuales o jurídicas que, según el inciso e “Efectúen aprovechamiento de aguas de lagos y ríos de conformidad con el artículo 128 de la constitución” estos artículos hacen alusión a lo mismo. Se constituyen como el marco legal que promueve la restauración de riberas.

En cuanto a experiencias de métodos de valoración ecológica en riberas se cuenta con la aplicación de varios índices en distintos países como Estados Unidos, y Europa, como por ejemplo la aplicación del índice hidrogeomorfológico –IHG- en la cuenca del río Ebro en España el cual posee zonas degradadas por corta de meandros, instalación de cultivos agrícolas y presión urbana, así como la aplicación del método de Índice de calidad de bosque de ribera “QBR” en España y en América del Sur donde se le han realizado modificaciones acordes a las condiciones locales.

1.2 Planteamiento del problema

La degradación de espacios naturales se constituye en un grave problema para el medio ambiente por los efectos negativos que se tienen como resultado, de las perturbaciones de ecosistemas y servicios ambientales encontrándose dentro de estas riberas. Las áreas de ribera se han visto afectadas por múltiples presiones de origen antrópico, como la regulación de caudales, la ocupación del suelo y el cambio climático. Estas presiones han aislado los ríos de sus llanuras de inundación, fragmentado masas forestales y favorecido la expansión de especies que, anteriormente, estaban restringidas a las laderas. Como resultado, la diversidad física y biológica de los sistemas ripícolas ha disminuido en la mayoría de redes fluviales. (Almeida et al 2008)

También se deben destacar las consecuencias del tipo socioeconómico de la degradación de las zonas de ribera entre las cuales se encuentra la pérdida de zonas para la recreación (Soloj, 2016). La minería, la regulación fluvial para el transporte y el desarrollo urbano tienen impactos que se extienden a lo largo de las riberas. Como la vegetación es reemplazada por superficies impermeables (carreteras, edificios, fábricas, aparcamientos, etc.) (Almeida et al 2008). Las riberas de la cuenca hidrográfica del río Samalá, se encuentran degradadas, siendo causas de su degradación la eliminación de la vegetación y contaminación por aguas residuales. Para el caso específico de las riberas de la mencionada cuenca del municipio de Salcajá, Quetzaltenango se presenta contaminación de aguas residuales que proceden de los municipios que forman parte de la cuenca del río Samalá siendo: Totonicapán, San Cristóbal Totonicapán, San Francisco el Alto y el propio municipio de Salcajá (Casa de la cultura de la villa de San Luis Salcajá, 1988), las cuales son resultado de usos domiciliarios, industriales y agrícolas, actividades no acordes a la ribera.

También debe mencionarse la contaminación por desechos sólidos, los cuales son arrojados en las riberas debido a la inconciencia por parte de la población local y flotante, los cuales contaminan el suelo y vegetación de las riberas, aunándose a esto el mal uso de suelo que se da a las zonas de las riberas lo cual se deriva de una falta de planificación territorial adecuada para la zona en mención; todo lo antes mencionado lleva a plantear la interrogante de ¿qué estado de degradación ecológica actualmente poseen las riberas?. Hasta la

fecha no se cuentan con investigaciones; estudios publicados sobre el estado ecológico de las riberas de la cuenca del Samalá que demuestren el nivel de degradación que poseen, lo cual repercute en una falta de datos e información confiable que permita establecer acciones y procedimientos a seguir que conlleven a implementar un proceso de restauración.

1.3 Justificación

La degradación ecológica a la que están sujetas las riberas de la cuenca del río Samalá, constituye un problema de suma importancia para la población del municipio de Salcajá, Quetzaltenango debido a los problemas ambientales que presenta este municipio como lo son poca masa forestal, contaminación atmosférica e hídrica que generan consecuencias negativas en su población, sabiendo que la zona de ribera provee servicios ambientales como generación de oxígeno, recarga hídrica, regulación de temperatura, amortiguación de la contaminación hídrica, por lo cual la realización del presente estudio proveyó información necesaria para establecer una propuesta de restauración de estas que se hace indispensable, para impulsar un correcto proceso de desarrollo sostenible municipal.

La elaboración de una propuesta de restauración para las riberas de la cuenca hidrográfica del río Samalá es de suma importancia pues permitirá que los problemas mencionados anteriormente disminuyan generando también otros benéficos de índole socioambiental, por lo que la ejecución de la presente investigación dada su factibilidad y poco uso de recursos económicos, sienta un precedente para impulsar el mismo accionar en el resto de municipios que forman parte de la cuenca, lo que propiciaría la recuperación del equilibrio ecológico y la calidad de servicios ambientales brindados por la misma, y repercutirá en un bienestar integral para las poblaciones circundantes a esta.

Dado que actualmente no se cuenta con mayor información sobre el nivel de degradación ecológica que poseen las riberas de la cuenca hidrográfica del río Samalá, al igual que el resto de las cuencas del país, la elaboración de la actual investigación permitió valorar el nivel de degradación, llena espacios vacíos mediante la generación de información, datos y experiencia durante su ejecución de la misma, Así mismo, al contar con poca información de este tipo en el país, los resultados obtenidos pueden ser utilizados como marco de referencia para la elaboración de estudios posteriores los que pueden ser utilizados como medio de consulta para la elaboración de políticas, reglamentos, normativas, y documentos de procedimientos técnicos, constituyéndose en un aporte para la gestión ambiental y ramas de la ciencia afines a esta.

1.4 Objetivos

General

- Desarrollar una valoración ecológica cualitativa y cuantitativa de las riberas de la cuenca del río Samalá, en el municipio de Salcajá, que sirva para elaborar una propuesta de restauración de las mismas.

Específicos

- Analizar la valoración del estado de conservación del bosque de ribera de la cuenca del río Samalá del municipio de Salcajá, Quetzaltenango a través del Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR).
- Analizar la valoración del sistema fluvial de la cuenca del río Samalá del municipio de Salcajá, Quetzaltenango a través del Índice Hidrogeomorfológico (IHG).
- Formular una propuesta de restauración ecológica para las riberas de la cuenca del río Samalá del municipio de Salcajá.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Riberas

2.1.1 Definición

Las áreas de ribera son zonas de transición tridimensionales, donde ecosistemas terrestres y acuáticos entran en contacto e interactúan directamente, ocupando el espacio que se extiende desde el margen de las masas de agua hasta el borde de los sistemas de ladera. (Naiman et al., 2005; Malard et al., 2006; Stanford et al., 2005; Gregory et al., 1991)

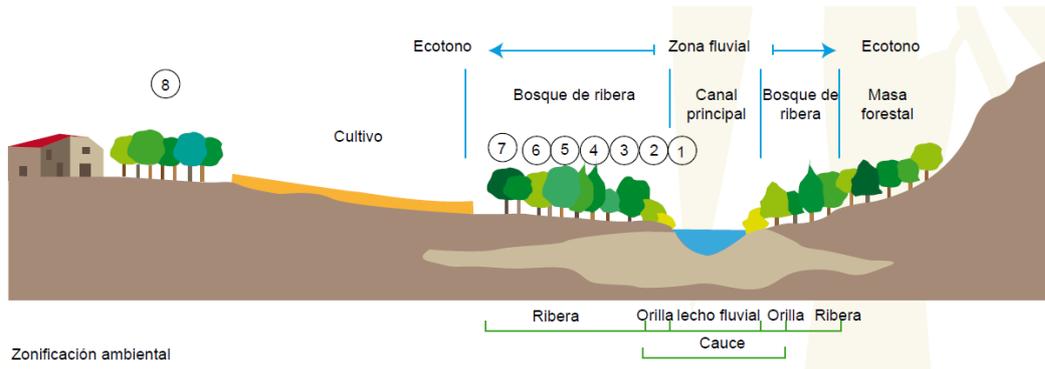


Figura 1: zona de riberas Fuente: RICOVER Rest ecológica en ríos del sudoeste eur, 2012

2.1.2 Dimensiones de ribera

Las dimensiones del área de ribera están directamente relacionadas con el tipo de curso de agua, abarcando desde las estrechísimas franjas que acompañan los encajados ríos de cabecera, caracterizados por tener pocos rasgos geomorfológicos y estar integrados, casi por completo, dentro del mismo bosque de ribera; hasta los complejos sistemas ripícolas a lo largo de los grandes ríos, dando forma a llanuras de inundación físicamente muy diversas (Gregory et al., 1991; Naiman y Décamps, 1997).

2.1.3. Paisaje de ribera

El espacio en el que se producen las interacciones entre sus componentes bióticos y abióticos. Indica su diversidad en cuanto a estructura y función entre regiones como respuesta a los mismos factores primarios. (Malanson 1993)

2.1.4. Ecosistema de ribera

El mayor enfoque del concepto está dado para zona de ribera de ríos, entendiendo al Ecosistema de ribera como la unión compleja de organismos y su ambiente adyacente y cercano al flujo de agua (Lowrance et al, 1985; Naiman et al, 2005) o, simplemente, aquellos ecosistemas adyacentes al río (Malanson, 1993).

2.2 Componentes de riberas

2.2.1. Geomorfología

Es la rama de la geología y de la geografía que estudia las formas de la superficie terrestre. Por su campo de estudio, la geomorfología tiene vinculaciones con otras ciencias. (<http://victoria-acurio.blogspot.com/> , 2016)

a. Geomorfología fluvial

Se ocupa del estudio de las geoformas que resultan de la acción de los cursos de agua superficiales. El accionar de los ríos está estrechamente relacionado con su régimen de alimentación Asimismo, el relieve imprime condiciones de mayor o menor energía cinética que es ocupada por los ríos para la erosión fluvial, el transporte de sedimentos y la deposición de los mismos. (Geografía, Geomorfología dinámica y climática, 2016)

a.1 Cuenca hidrográfica

Es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar Este es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de la línea divisoria de las aguas. (World Vision, 2004)

a.2 Meandro

Se llama meandro al arco formado por el accionar del caudal de un río que presenta una gran ondulación en su recorrido. Los meandros se originan usualmente en los ríos ubicados en las llanuras aluviales que casi no presentan pendientes a causa de los sedimentos de la tierra que comúnmente se asientan en las zonas convexas del meandro. Sin embargo en las zonas cóncavas, gracias al accionar de fuerzas de características centrífugas, se genera mayor erosión y las orillas se ven disminuidas (La Guia 2000, 2016)

a.3 Llanura aluvial

Una llanura aluvial, es el nombre de la parte orográfica compuesta por un cauce y que además puede ser inundada en caso de que las aguas de este crezcan. En la mayoría de los casos la topografía de las llanuras costaneras de los ríos, se encuentra dispuesta en forma de conos, esto recibe el nombre de cono de deyección, lo cual quiere decir que es posible que se desplace fácilmente el lecho del río, causando inundaciones en áreas que se encuentran ubicadas en lugares distintos de su ubicación original. (ARQHYS.com, 2016)

a.4 Cauce

Término que designa la dirección de una corriente de agua, restringido a los ríos y otros cuerpos de agua fluviales. En las llanuras tropicales, debido a la dinámica de las crecidas y el cambio en la posición de los meandros y su posterior abandono, (Sarmiento, 1974)

2.2.2. Río (corriente)

Los ríos son ecosistemas extremadamente complejos. Tienen numerosos componentes únicos, especialmente relacionados con la organización física en el eje horizontal (Vannote et al. 1980)

a. Tipos de Ríos

“Perenne

Estos ríos son de las regiones donde no existe un déficit de escurrimiento excesivamente largo. Incluso en las áreas donde llueve muy poco pueden existir ríos con caudal permanente si existe una alimentación freática (es decir, de aguas subterráneas) suficiente. La mayoría de los ríos pueden experimentar cambios estacionales y diarios en su caudal, debido a las fluctuaciones de las características de la cobertura vegetal, de las precipitaciones y de otras variaciones del tiempo atmosférico como la nubosidad, insolación, evaporación o más bien, evapotranspiración, etc.

Estacionales

Estos ríos son de zonas con clima tipo mediterráneo, en donde hay estaciones muy diferenciadas, con inviernos húmedos y veranos secos.

Transitorios

Son los ríos de zonas con clima desértico o seco, de caudal esporádico, en los cuales se puede estar sin precipitaciones durante años. Esto es debido a la poca frecuencia de las tormentas en zonas de clima de desierto. Pero cuando existen descargas de tormenta, que muchas veces son torrenciales, los ríos surgen rápidamente y a gran velocidad. Reciben el nombre de wadis o uadis, a los cauces casi siempre secos de las zonas desérticas, que pueden llegar a tener crecidas violentas y muy breves.

Alóctonos

Son ríos, generalmente de zonas áridas, cuyas aguas proceden de otras regiones (de ahí su nombre) más lluviosas.” (Ciencia Geográfica, 2016)

b. partes de un río

Curso alto: es la parte más cerca de su nacimiento; lleva poca agua, pero corre por terrenos pendientes, arrastrando hojas, tierras y piedras.

Curso medio: es la parte donde corren las aguas lentamente, por que los terrenos tienden a ser de llanura. En algunas partes por lo general, recibe el agua de otros ríos, llamados afluentes, con lo cual el caudal aumenta.

Curso bajo: en esta parte, las aguas desplazan y avanzan lentamente hasta llegar a su desembocadura. (Díaz, 2016)

c. Caudal

Cantidad de un fluido que pasa por un punto determinado en una unidad de tiempo; puede considerarse también como la cantidad de agua que sale de una fuente o vertedero. (Sarmiento, 1974)

c.1 Arroyada

Caudal que discurre impetuoso por sobre la pendiente creando cárcavas y gargantas de erosión, especialmente luego de las primeras lluvias de invierno en las zonas áridas y semiáridas. Estas crecidas localizadas influyen en la zona epiritral del río y contribuyen con las reventazones de río abajo. (Sarmiento, 1974)

c.2 Arroyuelo

Arroyo más pequeño, riachuelo o acequia por donde circula un caudal controlable de agua. (Sarmiento, 1974)

c.3 Remanso

Área de aguas quietas de un río; posee características lénticas siendo un ecosistema lotico. (Sarmiento, 1974)

c.4 Catarata.

Una clasificación de las caídas de agua fluviales en la que es fácilmente observable una asociación de diferentes cascadas formando un solo conjunto. Las caídas de agua pueden ser, a saber: Rápidos: torrentes de ladera cuya inclinación no permite una separación entre el caudal y la tierra subyacente Cascada: torrente que se precipita abruptamente al vacío desde un solo salto. (Sarmiento, 1974)

2.2.3 Vegetación de Riberas

En sentido estricto, se llama vegetación de ribera a las zonas cubiertas por ésta en las márgenes de los ríos, donde las características del suelo, sobre todo el nivel freático, están influidas por la dinámica fluvial. Se trata, por tanto, de una vegetación azonal que corresponde al ecotono entre el ecosistema terrestre y acuático. Las áreas de ribera están consideradas “entre los sistemas ecológicos más complejos de la biosfera” (Naiman et al., 2000). Uno de los problemas que se encuentran al tratar de conservar y gestionar las áreas de ribera es que, con frecuencia, éstas son sistemas muy heterogéneos, inestables y difíciles de clasificar en entidades sistémicas previsibles (Bunn et al., 1999; Goodwin, 1999).

Las áreas de ribera comprenden la zona del cauce entre las cotas de aguas bajas y altas, extendiéndose hacia las laderas, donde la vegetación puede estar influenciada por niveles freáticos elevados o por las avenidas y por la capacidad de los suelos para retener humedad (Naiman y Décamps 1997)

a. Bosque de ribera

Se puede llamar bosque de ribera a cualquier formación boscosa que crezca en las márgenes de los ríos o sus llanuras de inundación, aunque en zonas de fuerte pendiente, el efecto del río sobre el bosque desaparece al alejarnos unos pocos metros del cauce”. (Elosegi & Sabater, 2009).

Las plantas que caracterizan el bosque de ribera incluyen especies especializadas en aprovechar las condiciones húmedas y la elevada capa freática asociadas a los márgenes fluviales. Estas especies están particularmente

adaptadas a las condiciones de vida de estas áreas, condiciones que actúan como barreras ecológicas para seleccionar aquellas especies que reúnen las características más adecuadas para establecerse y persistir en la zona. Por ejemplo, sólo unas pocas especies de árboles pueden sobrevivir largos períodos de inmersión de sus raíces; concretamente los chopos (*Populus spp.*), los sauces (*Salix spp.*) y los alisos (*Alnus spp.*)”. (Middleton, 1999)

Las inundaciones prolongadas pueden determinar el tipo de bosque en una franja particular de vegetación a lo largo del río. La rica y diversa asociación de robles, olmos y fresnos (*Quercus-Ulmus-Fraxinus*) sólo puede desarrollarse en las terrazas más altas que se inundan menos que los sitios que suelen colonizar las formaciones de sauces y chopos (*Salix-Populus*) (Ellenberg, 1988). Por ejemplo, sólo unas pocas especies de árboles pueden sobrevivir largos períodos de inmersión de sus raíces; concretamente los chopos (*Populus spp.*), los sauces (*Salix spp.*) y los alisos (*Alnus spp.*) (Middleton, 1999)

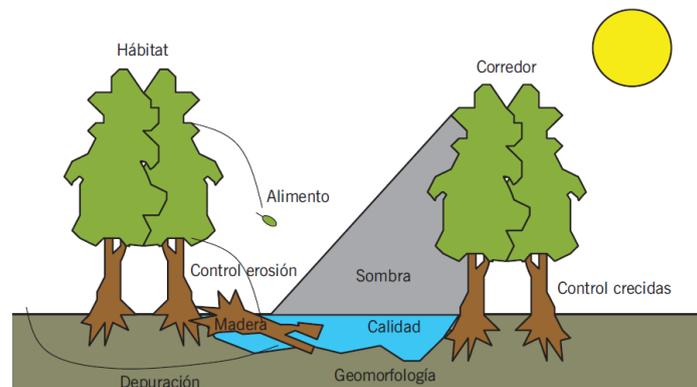


Figura 2 Bosque de ribera Fuente: Elosegi & Sabater, 2009

b. Especies de plantas de riberas

Basándose en sus estrategias ecológicas, las especies de plantas de ribera se pueden clasificar en cuatro tipos principales (Naiman y Décamps, 1997):

Invasoras: producen un gran número de propágulos que se pueden diseminar por el viento (anemócoras) y el agua (hidrócoras) y colonizan hábitats aluviales.

Perseverantes: rebrotan tras sufrir roturas en la parte aérea o soterramiento del tallo o las raíces por inundaciones o tras haber sido ramoneadas.

Resistentes: toleran la inmersión por largos períodos durante la etapa vegetativa.

Evasoras: carecen de herramientas de adaptación a las perturbaciones típicas de las riberas (los individuos que germinan en hábitats desfavorables no sobreviven).

c. Funciones de los bosques de ribera

Los bosques de ribera también tienen gran incidencia sobre la forma del cauce, ya que limitan la erosión de sus márgenes, y la caída de troncos aumenta la complejidad estructural del cauce y favorece tanto la retención de partículas como la creación de nuevos hábitats (Harmon et al. 1986, Gregory et al. 2003)

Además, el bosque de ribera cumple un importante efecto de filtro verde, reteniendo partículas y nutrientes que llegan por escorrentía o por vía subsuperficial, por lo que tiene un efecto directo sobre la calidad de las aguas. En las llanuras de inundación, además, puede aumentar la cantidad de agua retenida durante las crecidas y disminuir su velocidad, suavizando, aguas abajo, los efectos de las inundaciones sobre infraestructuras o construcciones en el territorio fluvial. (Elosegi & Sabater, 2009)

2.3 Alteración y degradación de riberas

Según diversos estudios las riberas fluviales han sufrido una fuerte degradación, a escala internacional, en las últimas décadas, como consecuencia de diversas actividades humanas. Entre las causas que han motivado el deterioro o la pérdida de calidad de estas zonas se encuentran la tala indiscriminada de la vegetación que sustentan, la construcción de obras de defensa en las márgenes fluviales, el pastoreo incontrolado, la extracción de áridos, la expansión de áreas urbanas próximas a los cauces, la roturación con objetivos agrícolas, y la modificación de los regímenes de caudales (Wenger et al., 1990; Ibero et al., 1996; BCH, 1998; Tockner & Stanford, 2002).

Degradación: Proceso de reducción o rompimiento de una estructura en piezas más simples. En Ecología de Paisajes describe la reducción de la complejidad en los ecosistemas debido a alteraciones que limitan la función y alteran la forma original.

Alteración: Cambio en la esencia o forma de una cosa (Espasa-Calpe, 2016)

2.3.1. Indicadores de alteración de riberas

- Pérdida de calidad de las formaciones vegetales de ribera
- Fragmentación del territorio ribereño
- Modificación artificial de la morfología natural de las riberas
- Desconexión funcional de las riberas y del cauce, o de las riberas con la llanura de inundación.

Por ejemplo, la destrucción del estrato arbóreo y la acumulación de materia orgánica debida a actividades agropecuarias próximas suele conllevar la proliferación de especies alóctonas, a menudo perjudiciales para el buen estado del medio fluvial. (Revista Ambienta, 2016)

2.3.2 Servicios y bienes de riberas

Las funciones y servicios ambientales que prestan las riberas tienen un carácter múltiple. Son además de especial relevancia para la gestión, ya que aglutinan, de manera combinada, beneficios de diversa índole para los ecosistemas naturales y para el ser humano (Sánchez-Mata & De la Fuente, 1986; Sterling, 1996; Baker Jr. et al., 2004; Naiman et al., 2005;).

Citándose los siguientes:

“Regulan el microclima del río: La existencia de un microclima en el medio ribereño es consecuencia del control que ejerce la vegetación de ribera sobre las condiciones climáticas básicas del medio (temperatura, luz, velocidad del viento y humedad), y de la propia influencia de la lámina de agua del río. El microclima ribereño tiene una fuerte influencia sobre diversos aspectos y procesos de la ecología fluvial, como los ciclos de nutrientes, los mecanismos edáficos, o la cantidad y calidad de los hábitats faunísticos y florísticos. En el caso de la luz, la radiación solar que alcanza el interior del dosel vegetal viene determinada por la altura de la vegetación, la densidad de la cubierta, la anchura del cauce, y su orientación con relación al sol. La luz supone un factor básico para la producción primaria de las plantas acuáticas, de la que depende además, en gran medida, la temperatura del agua, y por extensión, el metabolismo y la actividad de los organismos acuáticos.

Contribuyen a regular la forma y la dinámica del río: Las riberas fluviales juegan un papel activo en la configuración morfodinámica del río. En especial, mediante su capacidad para sustentar formaciones vegetales, que desempeñan, a su vez, un rol determinante en dicha configuración. Existen al menos cuatro tipos de mecanismos por los que la vegetación de ribera influye activamente en la dinámica del río. Dos de ellos son de tipo abiótico: la resistencia de la vegetación al flujo de agua y el efecto de los sistemas radiculares sobre la erosión potencial de las riberas. Otros dos son de carácter biótico: las estrategias reproductivas adoptadas por las especies vegetales, y la naturaleza, magnitud y época de dispersión de los propágulos. Estos mecanismos bióticos son de extrema importancia, ya que influyen en la distribución temporal y en la capacidad colonizadora de la vegetación. Las formaciones vegetales ribereñas tienen influencia en la práctica totalidad de los procesos erosivos que se desarrollan en estas zonas. Diferentes trabajos han estudiado la tasa de erosión en riberas vegetadas y no vegetadas, evidenciando que los cauces cuyas márgenes están bien vegetadas migran de manera más lenta que aquellos que no cuentan con unas formaciones vegetales de cierta entidad, y que los cauces vegetados son, por lo general, más estrechos que los no vegetados. Ambos aspectos tienen una probada trascendencia sobre los usos humanos existentes en las márgenes del río, y sobre la configuración ecológica y morfológica del río.

Son un hábitat ideal para gran número de especies animales y vegetales: Las especiales condiciones microclimáticas y la disponibilidad de agua, materia orgánica y nutrientes convierten a las zonas ribereñas en un hábitat de gran calidad para numerosos organismos acuáticos y terrestres. La heterogeneidad de ambientes que es posible encontrar las riberas, como consecuencia de su morfología cambiante y de su mayor o menor grado de interacción con la hidrología fluvial explica igualmente esta capacidad para albergar diferentes hábitats. A su vez, la presencia de las especies de flora y fauna contribuye a la redistribución de energía y nutrientes a lo largo y ancho del espacio ribereño. El efecto final de esta sinergia es el incremento de la heterogeneidad espacio-

temporal de las distintas zonas ribereñas, y la creación de nuevos mosaicos ecológicos. Esta función de refugio de biodiversidad puede ser especialmente importante en ámbitos muy agresivos para los ecosistemas fluviales, como son las zonas urbanas, o aquellas zonas de carácter rural que se enfrentan a una fuerte presión antrópica.

Actúan como áreas filtro frente a la entrada de sedimentos y sustancias contaminantes en el cauce: La ribera actúa como un efectivo filtro frente a la entrada de contaminantes procedentes de las zonas agrícolas e industriales adyacentes. Esta función de filtro se ve favorecida por su posición en el territorio, y por los procesos geomorfológicos, hidrológicos y bióticos que son característicos del medio ribereño. Su carácter de ecotono entre el medio terrestre y acuático hace que todas las aguas de escorrentía que llegan al cauce, procedente de su cuenca vertiente, deban atravesar este filtro, bien sea de forma superficial, sub-superficial o subterránea. La vegetación que sustenta la ribera es capaz de retener, además, nutrientes disueltos, como nitrógeno, fósforo, calcio o magnesio. Este hecho es especialmente evidente en el caso de la primera de estas sustancias, ya sea por desnitrificación, asimilación, retención por la biota, o mineralización. La vegetación de ribera no solo es capaz de filtrar las aguas de escorrentía, sino que también intercepta y retiene, por mecanismos similares, los nutrientes que fluyen por los cauces. En el caso de los sedimentos en suspensión, y de los contaminantes asociados a ellos, los bosques de ribera tienen también una alta capacidad de remoción, a través de diversos procesos de erosión, sedimentación, infiltración y dilución.

Cumplen un papel de zonas de acumulación de agua, materia orgánica y sedimentos: Los flujos de materia y energía existentes en las zonas de ribera se hallan relacionados con los que se producen en los ambientes acuáticos asociados. Posiblemente, el más conocido y estudiado es el que se produce a través de la caída de restos vegetales al cauce, procedentes de la vegetación ribereña. Esta entrada de materia orgánica puede suponer, sobre todo en los ríos de orden inferior, un elevado porcentaje del total que circula por el cauce. La cantidad de materia entrante es función de la morfología del cauce y de la estructura y composición del bosque ripícola.

Una vez que alcanza la superficie del agua, esta materia orgánica se descompone gracias a la acción de diferentes especies de invertebrados, microbios y hongos, que en muchos casos dependen directamente para su supervivencia de estos restos vegetales. Posteriormente, estos organismos son la base de las cadenas tróficas propias del medio ribereño.

Funcionan como zona de recarga de masas de agua subterránea: Por su papel de zonas de acumulación de agua, materia orgánica y sedimentos, las riberas fluviales constituyen también espacios netos de recarga de las masas subterráneas. La textura, estructura, permeabilidad y profundidad de los suelos ribereños los convierten en zonas favorables para la infiltración de las aguas

fluyentes a lo largo del río. La vegetación de ribera contribuye por su parte al proceso, incrementando el tiempo de residencia de las aguas en los terrenos ribereños, y favoreciendo que los atributos edáficos anteriormente mencionados presenten unas condiciones adecuadas para la recarga. La función de recarga está siempre asociada al mantenimiento de unos estándares de calidad de las riberas, puesto que la fragilidad de los suelos ribereños conlleva la minimización o eliminación de las condiciones favorables a la recarga ante diferentes presiones exteriores.

Presentan importantes valores paisajísticos: Las riberas ofrecen una amplia gama de valores estéticos y culturales, en relación con diferentes factores de su fisonomía, como el relieve, las formaciones vegetales que sustentan, o los usos y costumbres tradicionales que en ellas se desarrollan. Las riberas fluviales cuentan, por sus propias características estructurales y funcionales, con un peso específico considerable en el paisaje fluvial (entendido como aquel que tiene su origen o dinámica en un río). Destacan especialmente por su heterogeneidad espacial, y por asociarse, en términos de ecología del paisaje, a diversas componentes básicas en la organización espacial del territorio: bordes o ecotonos, corredores, hábitats y nodos. Por lo que respecta a la función ecotono, el marcado carácter transicional de las riberas se ve reforzado, como se indicó en la introducción, en entornos climáticos áridos o semiáridos. En estas situaciones, el gradiente de humedad edáfico es abrupto desde el cauce hacia el exterior. En cuanto a la función corredor, es probablemente uno de los atributos más reconocibles en las zonas ribereñas, ya que la dimensión longitudinal del sistema fluvial suele ser dominante a lo largo de todo su curso, y esto convierte a las riberas en espacios-corredor, en el contexto de la matriz territorial en la que se disponen. Por ello, las riberas favorecen la percepción de territorios físicamente alejados, pero sensorialmente cercanos.

Socioeconómico: las riberas fluviales, son de destacar, en especial, las asociadas a su potencialidad recreativa y económica. Los usos recreativos de las riberas suelen estar ligados al desarrollo de prácticas deportivas (actividades acuáticas, senderismo,...) y culturales (como la visita al rico patrimonio hidráulico existente en estas zonas o el desarrollo de actividades religiosas tradicionales), y al disfrute de experiencias sensoriales (relacionadas con la especial luminosidad, la diversidad de aromas, sonidos, texturas, colores y formas, la tranquilidad y el ambiente envolvente de las riberas, en un contexto de descubrimiento continuo de nuevos espacios). Por lo que respecta a la potencialidad económica de las riberas, estas contribuyen a la mejora de la calidad de las aguas -que luego serán aprovechadas para abastecimiento urbano, agrícola o industrial-, y al favorecimiento de una distribución de las aguas más compatible con las necesidades humanas. Asimismo, reducen el daño potencial provocado por las avenidas del río, reduciendo su velocidad y energía. Esta capacidad laminadora se maximiza cuando las riberas están cubiertas por estratos de vegetación natural adecuadamente imbricados. Son también de destacar los usos ganaderos,

cinagéticos, silvícolas (aprovechamiento de maderas, frutos, hongos, mimbrés, etc.), alimenticios e, incluso, los asociados a la obtención de productos farmacéuticos procedentes de las especies vegetales que crecen en este tipo de ambientes.” (Magdaleno, 2016)

2.4 Valoración ecológica

Hace referencia a aquellos procesos ecosistémicos principales, producto de las interacciones entre los componentes bióticos y abióticos que proveen servicios ambientales (De Groot et al., 2002). La valoración ecológica, consiste en la cuantificación y ponderación de cuanto nos ofrece y aporta un recurso en los diferentes niveles jerárquicos existentes como son: genético, específico o ecosistémico, es decir la oferta de bienes y servicios ambientales que nos brindan estos niveles para nuestro beneficio y de acuerdo con ello, le damos la importancia y prioridad para su manejo, sostenibilidad y conservación. (Alcaldía de Misstrato & Instituto de investigaciones del pacífico, 2010)

Valoración: Se denomina valoración a la importancia que se le concede a una cosa o persona. El término puede utilizarse en infinidad de ámbitos, pero remite en la consideración que tiene un elemento con respecto a una mirada subjetiva. (Definición MX, 2016)

Ecología: Término acuñado por Haeckel (1866). Es la ciencia natural que estudia las relaciones sistémicas entre los individuos, dentro de ellos y entre ellos y el medio ambiente (definición funcional). Es el estudio científico de la distribución y abundancia de los organismos que interactúan entre sí y con su medio ambiente en un tiempo y espacio definidos (definición estructural). (Sarmiento, 1974)

Valor ecológico: Conjunto de parámetros que determina la calidad del ecosistema, fijados mediante matrices especiales que se aplican a cada caso (con apreciaciones subjetivas de los valores no mensurables, porcentajes comparativos y valores cuantitativos), que permiten establecer la carta de valoración ecológica. Es una técnica imprescindible para la elaboración de modelos en ecología de sistemas y en los estudios de valoración de impacto ambiental. (Sarmiento, 1974)

2.4.1 Métodos para valoración ecológica

a. Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)

La metodología QBR surge en el seno de la facultad de Biología de la Universidad de Barcelona (Munné et al. 1998) y pretende establecer un índice de calidad para valorar el estado de conservación de los bosques de ribera. Establece la necesidad, a la hora de valorar la calidad del sistema ribereño, de comparar el estado actual con un estado aceptado como referencia, en el que tanto la biodiversidad como la funcionalidad del sistema ribereño sólo estarían influidas por alteraciones naturales. El índice QBR trata de ser sencillo y aplicable en el campo de forma rápida, sin dejar por ello de lado la efectividad. Este índice, con inspiración en sistemas utilizados en el conjunto europeo, se estructura en torno a cuatro apartados: la importancia de la cubierta vegetal, la estructura que presenta

está cubierta, la naturalidad y complejidad del sistema ribereño y el grado de alteración del canal fluvial por causas achacables a acciones humanas.

Metodología

El índice QBR se articula en torno a cuatro grandes apartados en los que se trata de sintetizar los aspectos cualitativos que ayuden a determinar la calidad de las riberas. Cada uno de estos apartados tiene el mismo peso en la calificación final de la calidad ribereña, oscilando los posibles valores de cada parte entre 0 y 25 puntos (de menor a mayor calidad). Los intervalos de puntuación aparecen explicados en la hoja de campo, siendo intervalos de 0, 5, 10 y 25 puntos. En la misma hoja de campo deben hacerse observaciones sobre cada caso. Se pueden añadir modificaciones, tanto positivas como negativas, en cada apartado en caso de cumplirse ciertas características, pero la puntuación nunca podrá ser ni negativa ni superior a 25 puntos. La valoración mediante el índice QBR debe realizarse con una visión global del tramo ribereño en cuestión, que debe rondar los 100 m de longitud. Los cálculos deben realizarse sobre aquellas zonas con potencialidad para albergar bosque de ribera de forma permanente. Las zonas rocosas sin capacidad de albergar vegetación no son tenidas en cuenta.

Valoración

El índice QBR propone cinco niveles de calidad en relación con la Directiva Marco del Agua. Esta clasificación simplifica la comparación entre diferentes aplicaciones y facilita de representación de los resultados en cartografías variadas. (Ministerio de agricultura & Confederación, 2013)

PUNTUACIÓN	CALIDAD	COLOR
>= 95	Ribera sin alteraciones, estado natural	Azul
75-95	Ribera ligeramente perturbada, calidad buena	Verde
55-70	Inicio de alteración importante, calidad aceptable	Amarillo
30-50	Alteración fuerte, calidad mala	Naranja
0-25	Degradación extrema, calidad pésima	Rojo

Figura 3 Puntuación índice QBR Fuente: (Ministerio de agricultura & Confederación, 2013)

b. Evaluación Bosque de Ribera “ Riparian Forest Evaluation (RFV)”

El índice RFV (RiparianForestEValuation) (Magdaleno et al. 2010, 2013) fue desarrollado para la evaluación de los bosques permanentes de las riberas de los cursos fluviales, tomando como base metodológica de referencia la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE). Este índice permite evaluar la continuidad espacial del bosque de ribera en cuatro parámetros: continuidad longitudinal, transversal, vertical y temporal. La base para el desarrollo de este índice es el canal bankfull, un parámetro hidromorfológico que está muy ligado al caudal dominante de un curso fluvial. Estos dos parámetros son los que definen, en mayor parte, la morfología de los cauces aluviales. La estimación en el campo de la anchura bankfull es uno de los pasos iniciales, ya que condicionará la aplicación del índice

RFV a una mayor o menor longitud lineal del tramo fluvial. (Ministerio de agricultura & Confederacion, 2013)

c. Índice de Calidad Morfológica “Morphological Quality Index (MQI)”

Este método para la clasificación y monitoreo de los cursos fluviales se basa en las necesidades expuestas en la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE). El protocolo se basa en la premisa de partida del término “condición de referencia”. La valoración utiliza como eje de partida los aspectos considerados en el documento CEN (2002) y establece tres componentes de análisis en los cursos fluviales: 1) Funcionalidad geomorfológica (equilibrio dinámico). 2) Ausencia de artificialidad. 3) Ausencia de variaciones significativas en la forma, dimensiones y lecho en los últimos 50-100 años, que sería un síntoma de cambios producidos hace unos años. (Ministerio de agricultura & Confederacion, 2013)

d. Índice Hidrogeomorfológico (IHG)

El índice hidrogeomorfológico (IHG) (Ollero et al.2007) surge tras varios años de trabajo de un grupo de geógrafos en las universidades del País Vasco y Zaragoza. Es un índice de valoración del sistema fluvial, con una marcada impronta del enfoque de la geomorfología fluvial. El índice IHG requiere de un importante trabajo de campo para la detección de impactos in situ, pero también necesita una importante carga de trabajo de gabinete para el estudio de la cuenca drenante, características fluviales aguas arriba, así como el visionado de fotografías aéreas tanto para la detección de alteraciones como para el conocimiento de la evolución del sistema. Del mismo modo que otros índices, el IHG parte del establecimiento de un estado de referencia en el que las alteraciones sean nulas o poco destacables, a partir del cual se van restando puntuaciones desde un máximo posible de 90 puntos finales. El índice aborda este análisis del estado ecológico del tramo de estudio, preferentemente homogéneo en cuanto a sus caracteres geomorfológicos, desde tres grandes bloques:

- La calidad del sistema, atendiendo a los caudales líquidos, sólidos y a la llanura de inundación.
- La calidad del cauce, tanto por su trazado en planta, perfil longitudinal y orillas.
- Las riberas, en el que se estudia su continuidad, anchura y estructura interna.

Cada uno de estos tres grandes bloques aporta hasta 30 puntos a la puntuación final. Las puntuaciones se van otorgando en una completa hoja resumen con una amplia tabla en la que cada sub-apartado recibe una valoración.

Metodología

En una primera fase han de identificarse todos aquellos impactos que afecten a los regímenes de caudales y la cuenca drenante, siempre que puedan tener influencia en el funcionamiento del tramo fluvial objeto de estudio. Del mismo modo han de localizarse los impactos sobre el cauce y las riberas, especialmente con fotografía aérea, y finalmente han de identificarse impactos más locales en

una campaña de campo para localizar impactos no visibles en gabinete, así como recopilar información visual de los mismos.

Valoración

Cada uno de los tres apartados de calidad (sistema, cauce y riberas) se puede evaluar independientemente, con una puntuación máxima de 30 puntos y una mínima de 0. De esta forma, se permite, en caso de que sea útil para el evaluador, analizar tan sólo una de las componentes. Al igual que las puntuaciones por apartados, el índice hidromorfológico IHG tiene una valoración completa mediante la suma de todos los apartados que se evalúan.

Los intervalos de calidad se basan en los propuestos por la DMA (Ministerio de agricultura & Confederación, 2013)

ESTADO HIDROMORFOLÓGICO	PUNTUACIÓN
Muy buena o alta	75 a 90 puntos
Buena	60 a 74 puntos
Moderada	42 a 59 puntos
Deficiente	21 a 41 puntos
Muy mala	0 a 20 puntos

Figura 4 Puntuación índice IHG Fuente: (Ministerio de agricultura & Confederación, 2013)

e. Índice de Calidad de Ribera “Riparian Quality Index (RQI)”

Este nuevo índice de calidad ecológica de las riberas (Riparian Quality Index) está diseñado siguiendo los principios de la Directiva Marco del Agua, según los cuales las condiciones óptimas o de mayor valor ecológico se refieren a las de mayor naturalidad, o similitud con las definidas como “de referencia”. La aplicación de este índice RQI permite conocer el estado de conservación de las riberas fluviales y reflejar dicho estado en cartografías de calidad, a partir de las cuales se puede fácilmente localizar los tramos mejor conservados, y relacionar el estado de cada tramo con las presiones e impactos existentes, a escala de cuenca vertiente, tramo de río o hábitat fluvial. El índice RQI representa una metodología sencilla y rápida para el reconocimiento visual con base hidro-morfológica del estado ecológico de las riberas. Dicho estado ecológico es analizado a través de una serie de atributos, cuya valoración se lleva a cabo en relación a unas determinadas condiciones de referencia, que son variables según la tipología del tramo fluvial correspondiente. (Gonzales et al 2010)

f. Conectividad entre el cauce y las orillas

La conectividad entre las zonas de ribera y el cauce influye en muchas de las funciones antes definidas. La conectividad es superficial pero también subsuperficial. Los flujos subsuperficiales tienen gran importancia en la dinámica de nutrientes y en su papel como filtro de materiales sólidos y disueltos. La determinación precisa de la conectividad entre el cauce y las orillas es bastante complicada, especialmente en el caso de los flujos subsuperficiales, pero se puede obtener una idea aproximada sobre la base de inspecciones oculares. La

escala óptima de trabajo es la de tramo, de alrededor de 1 km. (Elosegi & Sabater, 2009)

g. Imágenes Satelitales y Sistemas de Información Geográfica

Una de las aplicaciones más comunes de las imágenes del Landsat ha sido la elaboración de mapas de la cobertura y usos del suelo, teniendo también una amplia aplicación en el estudio de las áreas de ribera y de las cuencas fluviales, la cual ha quedado manifiesta en trabajos recientes (Goetz, 2006). Cabe mencionar que una dificultad a la hora de comparar resultados entre diferentes estudios es que, en la interpretación de muchos de ellos, no se tiene en cuenta la fuente de las imágenes y el método con el que fueron procesadas. (Almeida, 2008)

El uso del SIG es muy útil para trabajar con parámetros referentes a la cuenca, a la geología, a la llanura aluvial y a la geomorfología del canal (pendiente, sinuosidad, etc.). Los resultados de la evaluación pueden ser validados posteriormente en el muestreo de campo. En ciertos casos, la evaluación de estos parámetros requerirá el criterio de experto. El criterio de experto implica transferencia de datos o conocimientos desde sistemas similares en otras cuencas o de tramos próximos río arriba o río abajo del tramo escogido para el muestreo (Thorne & Hey 1997).

2.5 Restauración ecológica

2.5.1 Definiciones

a. Restauración ecológica

La Sociedad para la Restauración Ecológica (SER) define esta actividad como el proceso encaminado a la recuperación de la integridad ecológica del medio, sobre la base de la variabilidad propia de estas zonas, en términos de biodiversidad y procesos y funciones ecológicas, en un contexto regional histórico, en el que se tengan en cuenta también los usos tradicionales sostenibles. (Magdaleno, s.f.)

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SERI por sus siglas en inglés) define la restauración ecológica como “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido”. En otras palabras la restauración ecológica es el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región. (Universidad nacional de Colombia, 2007)



Figura 5. Niveles de restauración Fuente: *Ministerio de ambiente y medio rural y marino España et al 2008*

“Restauración: El objetivo es devolver el sistema impactado a su estado previo a la perturbación, creando ecosistemas capaces de automantenerse y lo más parecido a los de áreas próximas no perturbadas (sitios de referencia). Se actúa no sólo en los efectos del proceso de degradación, sino también en las causas.

Rehabilitación: Se entiende como una actuación inicial de restauración, aplicada con frecuencia a los ríos con una situación de partida muy deteriorada, con la que sólo se pretenden recuperar los procesos del río parcialmente. Se centra, generalmente, en la recuperación o reincorporación de algunos elementos de su estructura (ej: especies). El objetivo es alcanzar un estado menos degradado que el actual en equilibrio con las actividades humanas presentes.

Remediación: Cuando el sistema fluvial está muy deteriorado y su potencial ecológico está muy limitado. Implica la substitución de la estructura del sistema fluvial (en parte o en su totalidad) por otra que consideramos más “estética” o más favorable para uso humano (recreativo, educativo, etc), pero sin tratar de alcanzar el estado previo a la perturbación.” (Ministerio de Amb y Medio Rural y Marino de España et al 2008)

Según (Machlis 1993) Existen tres formas básicas de restaurar un área degradada

- **Recuperarla:** volviendo a cubrir de vegetación la tierra con especies apropiadas,
- **Rehabilitarla:** Usando una mezcla de especies nativas y exóticas para recuperar el área, y
- **Restaurarla:** Restableciendo en el lugar el conjunto original de plantas y animales con aproximadamente la misma población que antes.

“Sin embargo según el documento (guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino) términos como rehabilitación, reclamación o reemplazo no son restauración”

2.6 Restauración ecológica de riberas

La restauración ecológica de las riberas y márgenes fluviales debiera ser, por lo general, un proceso natural, sin más intervención humana que la de evitar que se produzcan nuevas agresiones, y la de asegurar que existan condiciones adecuadas para la regeneración del espacio ribereño. Sin embargo, en

numerosas ocasiones es preciso llevar a cabo intervenciones que contribuyan a acelerar el proceso de recuperación, haciendo uso de técnicas compatibles con las características físicas y ambientales de cada zona. Entre otras, algunas de las técnicas y medidas más habituales en la recuperación de las riberas fluviales son la modificación de los usos del suelo en su superficie, la mejora del régimen de caudales del río, la eliminación de obras de defensa, la re-naturalización de su morfología, la revegetación con especies de carácter ribereño, la eliminación de especies exóticas, etc. (Magdaleno ,2016)

Toda restauración fluvial debería comenzar por el restablecimiento de un régimen hidrológico lo más cercano al régimen natural, especialmente en lo que concierne a la magnitud, frecuencia, duración, época y tasa de cambio de las avenidas. Este hecho ya está reconocido como un paradigma entre numerosos técnicos e investigadores (Poff N.L. et al., 1997).

La consideración en el régimen de caudales del conjunto de variables del sistema fluvial debe ser, por ello, el primer paso en la consecución de actuaciones encaminadas a devolver al río su estructura y funciones naturales. Existen diversas metodologías para dotar al río de este régimen ambiental (Magdaleno, 2005).

2.6.1 Las Técnicas de restauración.

“La restauración de ríos y riberas debe partir, como se ha dicho, de una planificación a escala de cuenca, de la que emanen medidas más específicas que tengan en cuenta las condiciones concretas del tramo que es objeto de la actuación. La estabilización local de determinados tramos, que no tenga en cuenta el funcionamiento integrado del sistema, solamente desencadenará un incremento de los problemas en los tramos limítrofes, y proporcionará una escasa protección al tramo restaurado, cuya defensa natural es el mantenimiento de sus procesos dinámicos.

Una vez completada esta primera etapa de planificación general, llega el momento de elegir las técnicas de restauración. Las herramientas, metodologías y técnicas de restauración utilizadas en los proyectos son numerosas. Muchas de ellas han sido ya usadas en nuestros ríos, con éxito desigual, mientras que de otras muchas solamente se tienen referencias por su utilización en distintos ríos de Europa y Norteamérica.

Algunas de estas técnicas son de carácter general, como por ejemplo:

- la mejora de las prácticas selvícolas en el medio fluvial.
- la reintroducción de materiales vegetales en el cauce.
- la restricción de entrada al ganado en las zonas restauradas.
- la optimización de la biodiversidad en el corredor fluvial.
- la creación de bandas de vegetación riparia que sirvan de control a la entrada de sustancias orgánicas e inorgánicas.
- el aumento de la conectividad del cauce con la llanura de inundación.
- el control de procesos erosivos en el cauce.
- la eliminación de obstáculos artificiales en el río.
- la concesión de un espacio de libertad fluvial.
- el aumento de la sinuosidad del río.

- la mejora de hábitats acuáticos.

Existen, sin embargo, notables incertidumbres sobre la mejor forma de llevar a cabo su aplicación práctica. Por ejemplo, en el caso de la creación de corredores vegetales, la literatura especializada reconoce diversas dimensiones y grados de composición.

De manera más específica, se pueden citar algunas técnicas de uso más o menos extendido, y que pueden ser de mucha utilidad de forma puntual en la consecución de los objetivos seleccionados en la restauración. Cualquiera de estas técnicas exige, previamente, un análisis de compatibilidad con las características propias del medio.

Todas las técnicas o metodologías empleadas en el marco de un proyecto de restauración deben favorecer la dinámica natural del río. Las justificaciones estéticas o económicas no sirven, en este sentido, para explicar la selección de técnicas cuya integración en el río resulta imposible, bien por los materiales empleados, bien por las condiciones propias de la actuación, o como excusa para promover un aumento en la regulación y constricción del río.

Entre estas técnicas específicas, como extensión de la lista anterior, se pueden citar las siguientes:

- introducción de bolos y gravas en el cauce.
- creación de deflectores y pequeños diques de materiales sueltos y vegetación leñosa.
- pasos para peces o barreras naturales a la entrada de especies invasoras.
- creación de refugios artificiales.
- introducción de disipadores naturales de la energía hidráulica del río.
- modificación de taludes y plantaciones.
- utilización de fajinas, empalizadas, esteras, entramados y estacas.
- utilización de mantas orgánicas, geomallas, geotextiles y biorrollos.
- construcción de gaviones y escolleras vegetadas, con o sin filtros o membranas.
- instalación de estructuras de madera o de estructuras mixtas.
- alineaciones de troncos y piedras para la defensa de orillas.
- filtros de sedimentos y sustancias químicas.
- creación de balsas de regulación.
- construcción de estructuras flotantes.
- control del crecimiento de macrófitas y de especies exóticas.
- construcción de instalaciones de uso público.” (Magadleno, s.f.)

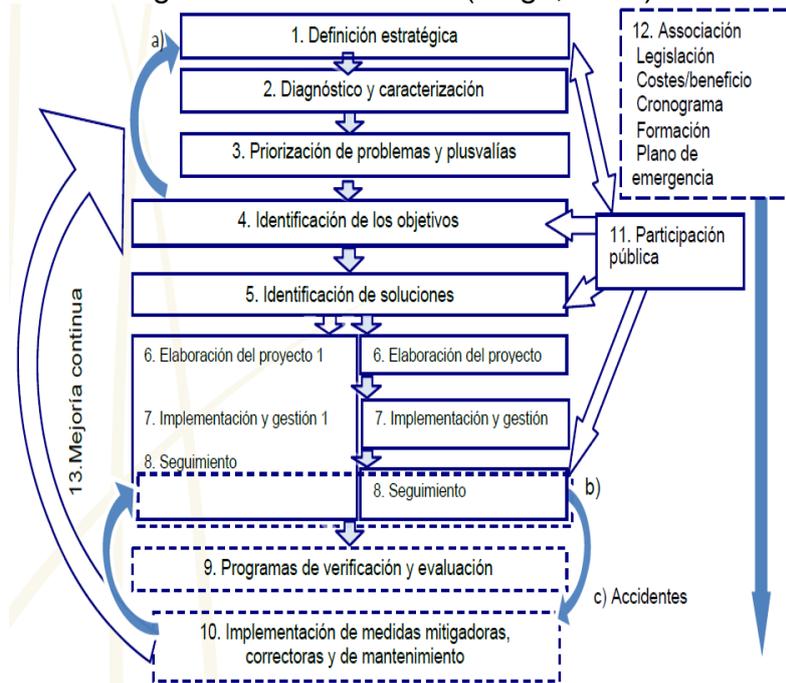
2.6.2. Metodología general de rehabilitación o restauración fluvial

Para desarrollar un proceso de rehabilitación de tramo ribereño es necesario proceder a un conjunto de etapas sucesivas estructuradas y con protocolos de actuación, siguiendo los principios de la rehabilitación con soluciones técnicas de ingeniería, adaptadas a las necesidades socioculturales regionales, con medidas estructurales e inmateriales cuando sean necesarias, acompañadas por una

participación ciudadana bien definida (Fisrwg, 1998; Teiga, 2003; Cortes, 2004; Sousa et al., 2009)

Figura 6 Esquema de propuesta de la metodología general de rehabilitación fluvial:

a) Ciclo de etapas secuenciales del proceso de rehabilitación para realización de la estrategia y proyectos. La representación de los ciclos de mejora continua: a) estrategia; b) monitorización y acciones de mitigación, correctoras y mantenimiento; y c) ciclo detección/mitigación de accidentes (Teiga, 2011).



Fuente: RICOVER Rest ecológica en ríos del sudoeste eur, 2012

Un proceso de restauración fluvial debe representar el marco en el que analizar las cuestiones críticas, problemas y necesidades que afectan al tramo objeto de la restauración, y en el que desarrollar los escenarios de trabajo con las partes implicadas. Esta es la forma de conseguir que la realización de estos trabajos no deje de lado ninguno de los procesos, formas y funciones que existen o deben existir en el medio fluvial, y que sean clave para el éxito de la actuación. (Magdaleno, s.f.).

3. METODOLOGÍA

3.1 Metodología.

El tipo de investigación realizada es mixta ya que incorpora métodos cualitativos y cuantitativos, valiéndose del estudio de caso como el principal método; posee un diseño Triangulado ya que se obtuvo información cualitativa y cuantitativa en la segunda fase de investigación, complementándose así la información del problema investigado, cabe mencionar que se contó con una primera fase exploratoria, ya que se inició con el método cualitativo teoría fundamentada, del cual se obtuvo una metodología, que al ser usada brindó información que complemento, la información recabada por el método cuantitativo no experimental de diseño transeccional descriptivo.

3.1.2. Pasos a seguir

a. Análisis de teoría fundamentada

Se procedió a informarse sobre los índices citados en el marco teórico siendo: Índice de calidad del bosque de ribera (qbr), Evaluación bosque de ribera “Riparian forest evaluation (rfv)” índice de calidad morfológica “Morphological quality index (mqi)” índice hidrogeomorfológico (IHG) Índice de Calidad de ribera “Riparian Quality Index(RQI)” Para conocer dichos métodos, después se procedió a escoger 2 de estos índices, los cuales fueron QBR e IHG que fueron seleccionados en base a disponibilidad de información disponible. Una vez definidos los métodos a usar se aplicaron pruebas en campo, para posteriormente ser usados.

b. Obtención de imágenes satelitales y determinación de área a trabajar

Se obtuvieron imágenes de Google Earth recientes, para después establecer las zonas en las cuales se procedió a ejecutar la fase de campo.

c. Validación de la metodología establecida

Una vez definidos los índices citados en el marco teórico para ser utilizados estos fueron aplicados en la zona de ribera. Con los resultados y experiencia obtenida de la ejecución en campo de ambos índices, se determinó su factibilidad, para ser usados.

d. Realización del inventario forestal, metodología seleccionada y observación

Una vez validada la metodología a usar, se procedió a ejecutar el inventario forestal, para después ejecutar los Índices, realizando observaciones in situ en las zonas que fueron previamente determinadas para trabajar, constituyéndose en la fase de campo de la investigación.

d.1. Estimaciones SIG del porcentaje de vegetación zonas de ribera

Se hizo uso de la herramienta de SIG con el fin de establecer los porcentajes de zona de bosque ribera, así mismo también de agricultura y urbanización que posee actualmente las riberas que fueron objeto de estudio.

f. Procesamiento de información y datos

Una vez finalizada la fase de campo se procedió a realizar análisis e interpretaciones de los datos e información recabada, con el fin de valorar el estado ecológico de las riberas, auxiliándose con la teoría fundamentada. en la cual fueron comparadas imágenes recientes de Google Earth con ortofotos del año de 2006, y ortofotos del año 1991 con el fin de establecer los cambios geomorfológicos que se han dado en la zona de riberas

g. Formulación de propuesta

Una vez valorado el estado ecológico de las riberas se procedió a formular una propuesta de restauración, estableciéndose en esta las acciones que se consideraron necesarias siendo estas de diversa índole.

3.2. Valoración Ecológica

3.2.1. Índices de valoración

Para la presente investigación se procedió a utilizar dos índices los cuales describen los indicadores y variables que estos estudian.

3.2.2. Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)

Tabla 1 Índice QBR.

Índice.	Indicadores	Variables	Medición/Análisis	Instrumentos y/o procedimientos
Índice QBR.	Grado de cobertura de la zona de ribera.	Extensión de la cobertura vegetal arbustiva	La extensión de la cobertura fue determinada usando la dimensional de %.	Se observó el % de extensión de vegetación arbustiva, en base a la cual se le asignó un valor numérico que estaba sujeto a penalización en base a su conexión con un ecosistema forestal adyacente.
	Estructura de la cobertura.	Tipo de vegetación (árboles y arbustos)	La extensión de árboles y arbustos fue determinada usando la dimensional de %	Se observó el % de árboles y el % de arbustos que comprendía el área cubierta por vegetación. En base a estos se asignó un valor numérico el cual estaba condicionado por el resultado obtenido en el Grado de cobertura de la zona

				de ribera y sujeto a penalización por la discontinuidad de la vegetación y linealidad en árboles.
	Calidad de la cobertura.	Cantidad de especies de árboles autóctonos	La cantidad de especies fue determinada en base al conteo de especies autóctonas presentes.	Se hizo un conteo de especies autóctonas presentes. En base al número de estas se asignó un valor de numérico, el cual estaba sujeto a penalización por presencia de infraestructura, desechos sólidos y especies exógenas.
	Grado de naturalidad del canal fluvial.	Modificaciones del canal del río.	El nivel de medicación fue determinado mediante la observación.	Se observó las modificaciones que presentaba el canal del río en base a la presencia o ausencia de las mismas se asignó un valor numérico, el cual estaba sujeto a penalización por la presencia de estructuras en el lecho del río.

3.2.3. Índice Hidrogeomorfológico (IHG)

Tabla 2. Índice IHG

Índice	Indicadores	Variabes	Medición/Análisis	Instrumentos y/o procedimientos
	Calidad funcional del sistema.	Naturalidad del régimen del caudal.	La Cantidad de caudal circulante se determinó mediante observación.	Mediante observación se detectaron las actividades que afectaban la cantidad de caudal en base a las que se presentaron, se realizó una penalización, a los 10 puntos asignados a

Índice IHG.				este apartado.
		Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	La cantidad de caudal sólido circulante se determinó mediante observación.	Mediante observación se detectaron estructuras y/o actividades que afectaban la cantidad de caudal sólido, del mismo modo síntomas e indicios de dificultad en la movilidad de sedimentos, en base a lo descrito anteriormente que se presentó se agregó una penalización, a los 10 puntos asignados a este apartado.
		Funcionalidad de la llanura de inundación.	La funcionalidad de la llanura de inundación se determinó mediante observación y análisis.	Mediante observación se detectaron defensas y/o obstáculos que afectan el desbordamiento del río en la llanura de inundación. En base a estos factores que se presentaron se realizó una penalización, a los 10 puntos asignados a este apartado.
	Calidad del cauce.	Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	La naturalidad de trazado o forma en planta se determinó mediante teledetección.	Mediante teledetección comparado imágenes aéreas de 2006 con imágenes recientes se detectaron los cambios de trazado artificiales y modificaciones antrópicas directas de la morfología en planta del cauce, comparando con imágenes aéreas de 1991 se detectaron cambios más antiguos en base a estos factores presentados se realizó una penalización, a los 10 puntos asignados a

			este apartado.
		Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	La naturalidad y continuidad del cauce y sus procesos hidrogeomorfológicos longitudinales y verticales fueron determinados mediante observación.
		Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	La naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral fue determinada mediante observación.
			Mediante observación se detectó la presencia de infraestructuras transversales, puentes vados y obstáculos menores, dragados extracciones limpiezas, en base a la presencia de los factores antes descritos se realizó una penalización, a los 10 puntos asignados a este apartado.
			Mediante observación se detectó si existía canalización total del cauce defensas no continuas y/o infraestructuras adosadas a los márgenes, presencia de escombros elementos no naturales e intervenciones en los márgenes del cauce que modifican su morfología, síntomas de limitación de la dinámica lateral o mal equilibrio de erosión y sedimentación pudiendo ser efecto de actuaciones en sectores funcionales aguas arriba en base a la presencia de los factores antes descritos se realizó una penalización, a los 10 puntos asignados a este apartado.

Calidad de las riberas.	Continuidad longitudinal.	la continuidad longitudinal de riberas se determinó Mediante observación	Mediante observación se detectó la interrupción de usos del suelo que impedían la continuidad longitudinal de riberas en base a las discontinuidades que se presentaron se realizó una penalización, a los 10 puntos asignados a este apartado.
	Anchura del corredor ribereño.	la anchura de riberas se determinó Mediante observación	Mediante observación y en base a conocimientos se estableció si las riberas cuentan con su anchura potencial en base al porcentaje de pérdida de anchura se realizó una penalización, a los 10 puntos asignados a este apartado.
	Estructura, naturalidad y conectividad transversal.	La Estructura, naturalidad y conectividad transversal se determinaron mediante observación	Mediante observación se detectaron presiones de origen antrópicas, naturalidad de la vegetación e infraestructuras lineales en base los factores antes descritos que se presentaron se realizó una penalización, a los 10 puntos asignados a este apartado.

3.2.4. Fuentes de información

- **Primarias:** las fuentes que proveyeron de información primaria a la investigación fue la vegetación que se estudió, informado así su estado actual composición y estructura, acciones que se generan dentro de la zona de riberas, igualmente que los componentes de la ribera

- **Secundarias:** las fuentes que proveyeron de información secundaria son documentos académicos, páginas y sitios web, parte de las cuales han sido usadas en la elaboración del marco teórico.

3.2.5. Técnicas e instrumentos utilizados en la recopilación de los datos.

a. Técnicas

a.1 Inventario forestal

La técnica de inventario forestal se divide en los siguientes apartados.

- **Establecimiento de Parcelas:** Esta técnica se utilizó en las zonas que fueron determinadas a ser estudiadas mediante imágenes aéreas. las cuales tuvieron una forma rectangular y un tamaño de 10 M. de largo para las riberas y 20 M. de largo para las orillas, cuyo ancho vario según el terreno.
- **Medición de altura de árboles:** se realizó esta medición con el fin de saber el desarrollo vertical en metros de los árboles, lo cual también indicó que tan desarrollados están los arboles de la zona inventariada. Esta dimensional va de la mano con el diámetro ya que si en ambas se obtuvo un número mayor era indicativo de un buen desarrollo; por el contrario una altura pequeña con un diámetro pequeño fue señal de un desarrollo deficiente.
- **Determinación de diámetro a la altura del pecho:** esta medición se hizo para saber el tamaño en centímetros de las circunferencias de la trozas, esta medición indico que tan desarrollados están los arboles de la zona inventariada, la cual al ir de la mano con un buen desarrollo vertical indico un buen desarrollo, mientras que al presentarse diámetros pequeños con un altura pequeña indico un desarrollo no ideal.
- **Calculo de edades de árboles:** este cálculo indicó el tiempo de vida que poseen los árboles, del mismo modo y junto con el diámetro y la altura indicaron el estado de salud y desarrollo que poseen los árboles, así como el nivel de conservación y/o resistencia que poseen; esto dependió de la especie.
- **Calculo del área basimétrica:** esta técnica brindó información sobre la densidad del arbolado que poseían las zonas de vegetación estudiadas.

a.2 Observación

La observación brindó información del tipo y cantidad de especies arbustivas que poseían las zonas inventariadas, a las cuales se les asigno un código numérico, que sirvió para determinar la biodiversidad presente, como también los daños y amenazas a las que está sujeta la vegetación. De igual forma proporciono información sobre la modificación, alteración y acciones degradantes que poseen las riberas.

a.3 Cálculo de cobertura de vegetación

Este cálculo indicó el porcentaje de vegetación que cubre actualmente las riberas que es un indicador del estado de conservación de las mismas.

a.4 Consulta de documentos: se usó para informarse de la metodología a usar, proporcionando los conocimientos necesarios para complementar otras técnicas a usar.

b. Instrumentos

- **Clinómetro:** fue usado para establecer la altura de los árboles.
- **Cinta diamétrica:** fue usada para la medición de diámetros a la altura del pecho y el área basimétrica.
- **Sistema de geoposicionamiento satelital:** fue usado para establecer la ubicación de las zonas de vegetación inventariadas.
- **Teledetección y sistemas de información geográfica:** se usó para establecer las zonas de estudio y para calcular la cantidad y porcentaje de cubierta vegetal que poseen las riberas.
- **Computadora:** para la redacción de informes y el cálculo de datos obtenidos

3.2.6. Validez de los instrumentos.

- **Clinómetro:** midió la altura de árboles viendo desde la copa con respecto a un ángulo de inclinación.
- **Cinta diamétrica:** con esta se rodeó la troza la cual posee centímetros siendo el número de medición el rango que va desde el 1er punto de contacto del árbol con el punto de contacto final.
- **Sistema de geoposicionamiento satelital:** este ubicó un punto en la tierra con coordenadas específicas las cuales permitieron conocer el lugar donde se encontraba el punto, el cual fue una aplicación de teléfono celular.
- **Teledetección y sistemas de información geográfica:** estos permitieron ver desde una perspectiva aérea una determinada porción territorial mostrando los usos que tiene el territorio, permitiendo ubicar zonas mediante el uso de puntos y polígonos; permitió el cálculo de áreas y porcentajes sin necesidad de tener contacto físico con la zona analizada.
- **Computadora:** la computadora permitió hacer varias tareas como lo es la redacción de documentos, cálculos matemáticos, visualizar imágenes así como almacenamiento de datos.

3.2.7. Técnicas de análisis de datos

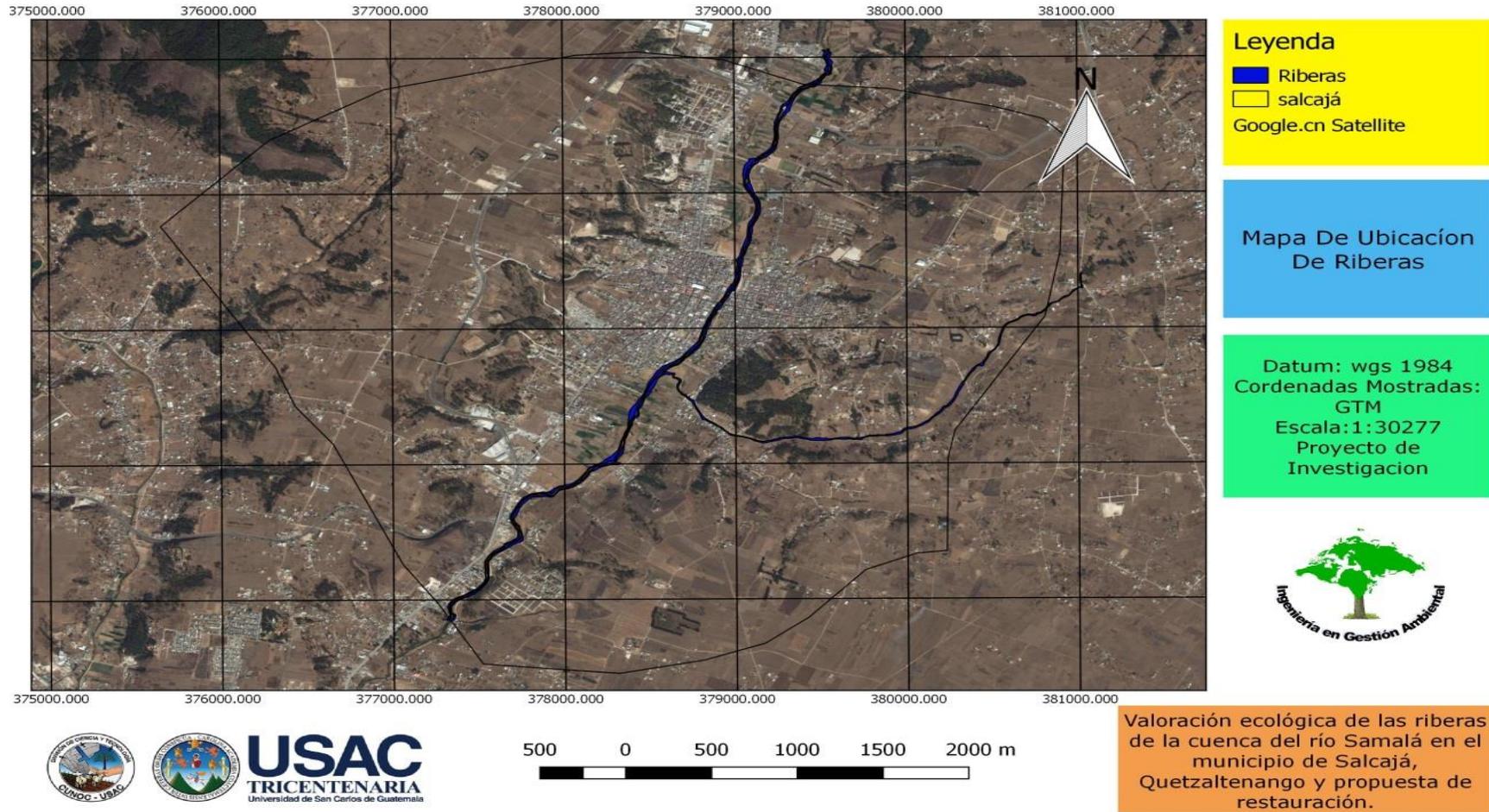
- Para el análisis de datos recabados con el fin de tener un panorama más amplio de la investigación, se usó teoría fundamentada la cual complementó la información y datos obtenidos por las técnicas cuantitativas. Para el análisis de los datos provenientes del inventario forestal se usaron cálculos matemáticos como: promedios, estimaciones de densidad y cuantificación de volúmenes.

- Se hizo un análisis de riberas en base a los índices que se usaron para la investigación que fueron probados en campo, así como una comparación de imágenes de Google Earth, recientes con ortofotos de 2006 y 1991, para realizar una valoración ecológica la cual tuvo una ponderación numérica que presento el nivel de degradación que se presenta en las riberas.

3.3. Contexto espacial y temporal de la investigación

La investigación fue ejecutada en las zonas de riberas de la cuenca del río Samalá que se encuentran ubicadas dentro del municipio de Salcajá, departamento de Quetzaltenango. En la dimensión temporal la investigación se realizó en un lapso de tiempo de 15 meses.

Mapa 1. Riberas de la cuenca del río Samalá del municipio de Salcajá. Quetzaltenango.



Elaboración propia. 2018

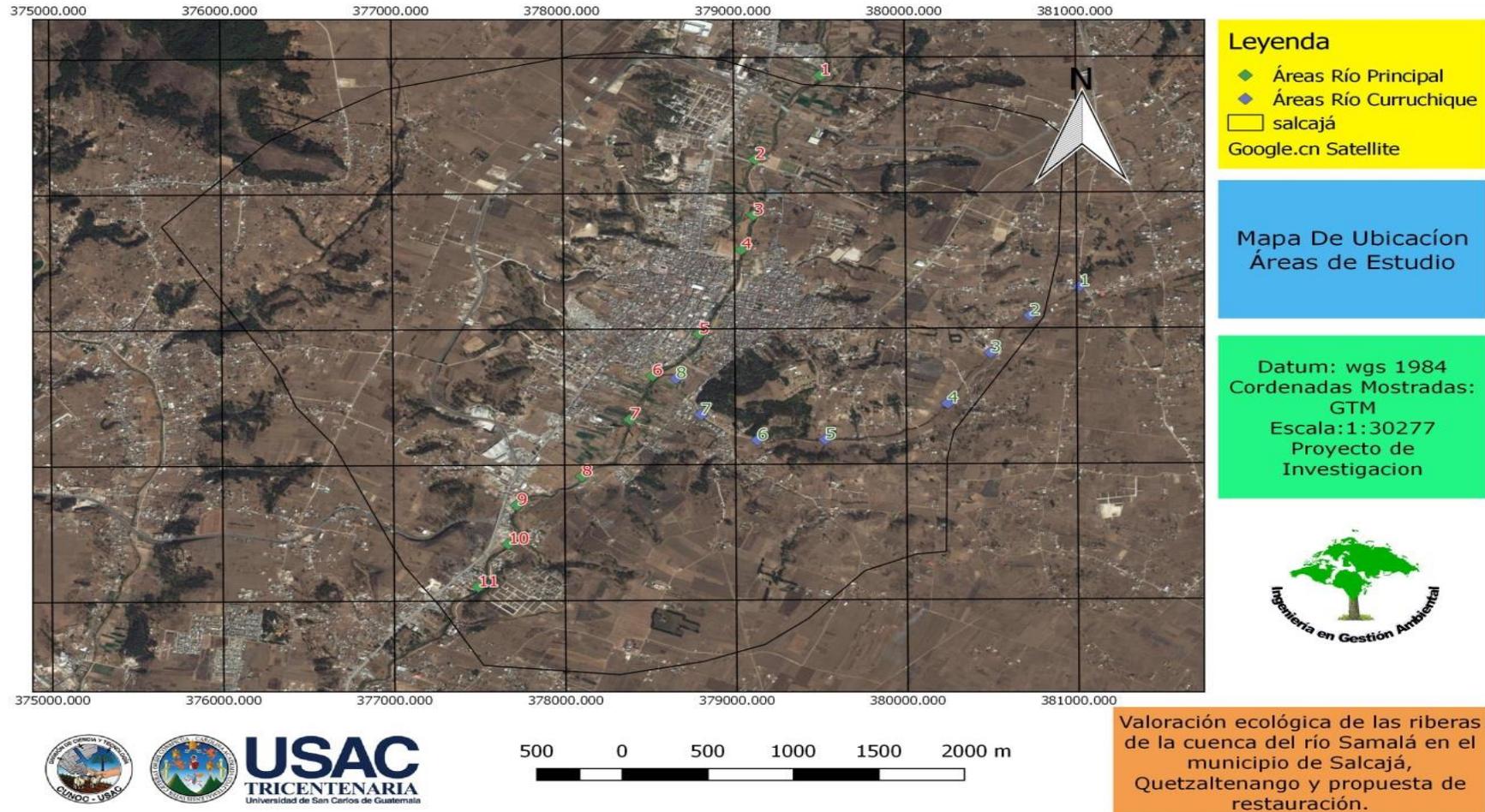
4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Para la obtención de datos se establecieron áreas de estudio de 200m de largo, por un ancho que varió debido a las condiciones que se presentaron, en los cursos de agua que conforman la cuenca. Siendo 11 áreas para el curso principal y 8 para la microcuenca de Curruchique, como se puede apreciar en el mapa 2. En el presente apartado se presentan los resultados obtenidos los cuales se dividen en las siguientes secciones.

4.1. Estado de Naturalidad de las Riberas

Para determinar la naturalidad se procedió a escoger dos índices los cuales fueron el índice hidrogeomorfológico IHG junto con el Índice QBR, dado que de ambos se pudo obtener información, siendo bien detallada para el caso del IHG (ver estructura de los índices en anexos) , se probaron ambos en campo para después ser usados en la investigación, debiéndose mencionar que el primero da un énfasis al curso de agua a estudiarse y a la morfología de riberas, en tanto que el segundo se centra más en el bosque de riberas, lo cual sirvió para complementar la información recabada obteniéndose los siguientes datos por índice.

Mapa 2. Ubicación Áreas de Estudio



Elaboración propia. 2018

4.2. Análisis mediante QBR

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la valoración de las riberas mediante el uso del método QBR para cada curso de agua que fue objeto de estudio.

4.2.1. Análisis mediante QBR curso principal

Área 1 QBR Curso principal



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para esta área se obtuvo un puntaje de 15 puntos de 100 posibles, lo cual se debe a que no se cuenta con conexión a un ecosistema forestal adyacente (0 pts.), si no, en cambio, hay agricultura e industria. Se cuenta con más de un 50 % de heliófilas en la orilla del río (10 pts.), los árboles poseen sotobosque arbustivos (5) la vegetación arbustiva no posee continuidad (-5 pts.), hay linealidad en árboles (-5 pts.), $(10+5-5-5 = 5)$, se cuenta con una especie de árbol y 3 arbustos autóctonos (5 pts.), hay una comunidad de especies exógenas (-10 pts.) $(5-10 = -5 = 0)$ según el índice QBR (numero negativos serán 0), el canal fluvial no posee mayores alteraciones (10 pts.).

Área 2 QBR Curso principal



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para el área dos se cuenta con una puntuación de 10 puntos de 100 posibles, lo que se debe a que no existe una conexión con bosque adyacente, en cambio se encuentra agricultura. Se cuenta con más de un 50 % de heliófilas en la orilla del río, la vegetación arbustiva no se distribuye de manera uniforme, se cuenta con dos especies de árboles y 3 de arbustos autóctonos, hay presencia de desechos sólidos y hay un puente que afecta el lecho del río, favoreciendo la formación de islas.

Área 3 QBR Curso principal



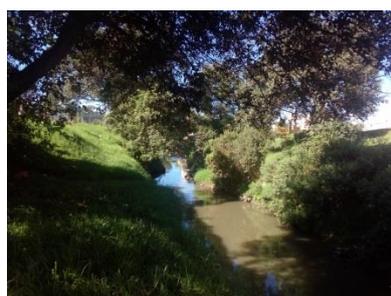
Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

El área 3 cuenta con un puntuación de 45 de 100 posibles, lo cual se debe a que existe con una conexión con un ecosistema forestal, en cambio existe agricultura y pastoreo. Se cuenta con más de un 50% de heliófilas en la orilla del río, y 3 especies de árboles y arbustos autóctonos; la vegetación no se distribuye continuamente, se encuentran desechos sólidos y hay modificación de terrazas.

Área 4 QBR Curso principal



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para el área número 4 se tiene un puntaje de 25 puntos de 100 posibles, lo cual se debe a que no tiene una conexión con un ecosistema forestal, mas bien está rodeado de agricultura. Se cuenta con más de un 50% de heliófilas en la orilla del río, la vegetación arbustiva no se distribuye de manera continua, se tiene linealidad en los árboles y se cuenta con 3 especies de árboles y arbustos autóctonos, hay un escombro en el lecho del río.

Área 5 QBR Curso principal



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para esta área se tiene un puntaje de 10 puntos de 100 posibles, lo cual se debe a que no se tiene un ecosistema forestal adyacente, en cambio existen áreas urbanas. Se cuenta con más de un 50% de heliófilas en la orilla del río y 3 especies de árboles y arbustos autóctonos, hay desechos sólidos; se tiene una comunidad de álamos (que son una especie exógena.).Se cuenta con infraestructura de drenaje en esta área, la vegetación no se distribuye continuamente, se encontraron más especies de árboles y arbustos y presenta un área conservada.

Área 6 QBR Curso principal



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para esta área se tiene un punteo total de 20 puntos de 100 posibles, lo cual se debe a que no se tiene una conexión con un ecosistema forestal adyacente, en cambio existe urbanización, agricultura y pastoreo. Se cuenta con más de un 50% de heliófilas en la orilla, la vegetación arbustiva no se distribuye continuamente, hay una estructura antrópica, en el área, hay presencia de desechos sólidos; se cuenta con 4 especies de árboles y 2 de arbustos autóctonos, mencionándose que solo una de las riberas cuenta con una cantidad considerable de árboles

.Área 7 QBR Curso principal



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para esta área se tiene una puntuación de 40 puntos de 100 posibles, lo cual se debe a que no se tiene una conexión con un ecosistema forestal adyacente, en cambio se cuenta con agricultura y extracción de áridos. Se tienen más de un 50% de heliófilas en la orilla del río, se cuenta con sotobosque arbustivo, se tienen linealidad en los árboles, la vegetación arbustiva no es continua y hay presencia de desechos sólidos, hay tres especies de árboles y arbustos autóctonos, existe una zona en la cual las riberas son tan estrechas que se puede decir que no existen.

Área 8 QBR Curso principal



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para el área 8 se tienen 10 puntos de 100 posibles, lo cual se debe a que es el área con menor vegetación que se muestreo, no se tiene un ecosistema forestal con el que se conecte, en cambio se tiene agricultura y urbanización. No se llega al 50% de heliófilas en la orilla del río, se tienen dos especies de árboles, y una especie de arbusto autóctonos, la vegetación arbustiva no es continua, se tiene presiones por extracción de arena y pastoreo, lo que hace que haya poca vegetación, se tiene una especie exógena, hay presencia de desechos sólidos, y se establece como una de las zonas con mayor degradación.

Área 9 QBR Curso principal



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para esta área se tiene un punteo total de 20 puntos de 100 posibles, lo cual es debido a que no se tiene una conexión con un ecosistema forestal inmediato, en cambio se tiene urbanización. Se tiene heliófilas en más del 50% del tramo, los árboles tienen sotobosque arbustivo, la vegetación arbustiva no es continua, hay dos especies de árboles y 4 de arbustos autóctonos. Se cuenta con una franja longitudinal de al menos 50%, hay presencia de desechos sólidos, y con obra gris.

Área 10 QBR Curso principal



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para esta área se tiene un puntaje de 20 puntos de 100 posibles, lo cual se debe a que no se tiene un ecosistema forestal adyacente, en cambio se tiene urbanización y extracción de áridos. Se cuenta con más del 50% de heliófilos en la orilla del río, hay sotobosque arbustivo, hay linealidad en los árboles, la vegetación arbustiva no es continua, se tiene 4 especies de árboles y 4 de arbustos autóctonos, hay infraestructura de drenaje y rocas en el lecho.

Área 11 QBR Curso principal



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Se tiene un punteo de 30 puntos de 100 posibles, lo cual se debe a que si bien hay un ecosistema forestal adyacente no supera el 50% de longitud. Se cuenta con más del 50% de heliófilos en la orilla del río, los árboles tienen sotobosque arbustivo, se cuentan con bandas de vegetación, hay 4 especies de árboles y 3 de arbustos autóctonos, la vegetación arbustiva se distribuye en manchas sin continuidad, existe un puente que rompe la continuidad vegetal, y hay presencia de desechos sólidos.

Tabla 3. Resumen QBR

Áreas	Apartado 1	Apartado 2	Apartado 3	Apartado 4	total	Estado Calidad del Bosque	Calidad
1	0	5	0	10	15	Degradación extrema	Pésima
2	0	5	5	0	10	Degradación extrema	Pésima
3	0	10	25	10	45	Alteración fuerte	Mala
4	0	0	25	0	25	Degradación extrema	Pésima
5	0	10	5	5	10	Degradación extrema	Pésima
6	0	10	0	10	20	Degradación extrema	Pésima
7	0	10	25	5	40	Alteración fuerte	Mala
8	0	0	0	10	10	Degradación extrema	Pésima
9	0	10	0	10	20	Degradación extrema	Pésima
10	0	5	15	0	20	Degradación extrema	Pésima
11	0	15	10	5	30	Alteración fuerte	Mala

Elaboración Propia Datos De Campo 2017 y 2018

4.2.2. Análisis mediante QBR *curso Curruchique.*

Área 1 QBR Curruchique



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para el área se cuenta con un total de 20 puntos de 100 posibles, los cuales se deben a que no se tiene un ecosistema forestal adyacente, en cambio se tiene

agricultura. Se tiene heliófilos en más del 50% de la orilla, los arboles presentan linealidad, la vegetación arbustiva no es continua, se cuenta con 4 especies de árboles y 3 de arbustos autóctonos, se tiene infraestructura construida por viviendas y una roca obstaculiza al rio.

Área 2 QBR Curruchique



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para el área 2 se cuenta con un total de 10 puntos de 100 posibles, lo cual se debe a que no se tiene un ecosistema forestal adyacente, en cambio se tiene agricultura. La vegetación arbustiva no se distribuye continuamente, no existe sotobosque consolidado, se tiene una especie de árbol y 3 de arbustos autóctonos, hay desechos sólidos, y una estructura sólida dentro del lecho del rio.

Área 3 QBR Curruchique



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para esta área se cuenta con un punteo de 20 puntos de 100 posibles lo cual se deben a que no se cuenta con una conexión con un ecosistema forestal adyacente, en cambio se tiene agricultura y urbanización. Se tiene conexión con la orilla en más de un 50% de heliófilos, la vegetación arbustiva no tiene continuidad, existe linealidad de los árboles, se tienen 2 especies de árboles y 3 de arbustos autóctonos, hay construcción de vivienda, y una especie exógena, hay presencia de desechos sólidos, y una infraestructura en el lecho.

Área 4 QBR Curruchique



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Se tiene un total de 25 puntos de 100 posibles para esta área, el cual se obtuvo dado que no se cuenta con un ecosistema forestal adyacente, los árboles presentes poseen sotobosque arbustivo, los árboles cuentan con linealidad, los árboles y arbustos se distribuyen en manchas sin continuidad, sin embargo poseen continuidad de al menos 50%, se cuenta con 3 especies de árboles y 2 de arbustos autóctonos, se tienen modificaciones de las terrazas adyacentes.

Área 5 QBR Curruchique



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Se tiene un total de 20 puntos de 100 posibles que se obtienen debido a que, pese a que se tiene una conectividad con un ecosistema forestal adyacente este no supera el 50% de conectividad. Se posee una conexión de heliófilos en la orilla de al menos 50%, árboles y arbustos no tienen continuidad, se tienen 3 especies de árboles autóctonos. Hay un puente que obstruye la continuidad de la vegetación, presencia de desechos sólidos, e infraestructura en lecho.

Área 6 QBR Curruchique



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para esta área se tiene un punteo de 5 puntos de 100 posibles, que se obtiene debido a que pese que se tiene una conexión con un ecosistema forestal adyacente no se supera el 50% de conexión. Se cuenta con conexión con heliófilas en más de un 25% en la orilla, hay sotobosque arbustivo, la vegetación arbustiva se distribuye sin continuidad, se encontraron 2 especies de árboles y 2 de arbustos autóctonos. Hay un puente, infraestructura de camino, y desechos sólidos.

Área 7 QBR Curruchique



Elaboración propia 2017



Elaboración propia 2017

Para esta área se tiene un punteo de 10 puntos de 100 posibles, dado que no se cuenta con un ecosistema forestal adyacente, en cambio se tiene área urbana. Hay una conexión con heliófilas en más de un 50% de la orilla, la vegetación arbustiva se distribuye sin continuidad, los arboles tienen sotobosque arbustivo, hay 1 especie de árbol y 2 de arbustos autóctonos. Hay existencia de gaviones, y especies exógenas en comunidades, desechos sólidos, y el rio esta canalizado.

Área 8 QBR Curruchique



Elaboración propia 2016



Elaboración propia 2016

Para esta área se tiene un punteo de 25 puntos de 100 posibles, dado que no se cuenta con un ecosistema forestal adyacente, en cambio se tiene agricultura. Se tiene una conexión con heliófilos en más de un 50% en la orilla, la vegetación arbustiva se distribuye sin continuidad, se tiene linealidad en árboles, los arboles tienen sotobosque arbustivo, se cuenta con 2 especies de árboles y 3 de arbustos autóctonos. Hay desechos sólidos, y una roca en el lecho.

Tabla 4. Resumen QBR Curruchique

Áreas	Apartado 1	Apartado 2	Apartado 3	Apartado 4	Total	Estado Calidad del Bosque	Calidad
1	0	0	20	0	20	<i>Degradación extrema</i>	Pésima
2	0	0	10	0	10	<i>Degradación extrema</i>	Pésima
3	0	10	10	0	20	<i>Degradación extrema</i>	Pésima
4	0	0	25	0	25	<i>Degradación extrema</i>	Pésima
5	0	10	15	0	25	<i>Degradación extrema</i>	Pésima
6	0	5	0	0	5	<i>Degradación extrema</i>	Pésima
7	0	5	5	0	10	<i>Degradación extrema</i>	Pésima
8	0	5	20	0	25	<i>Degradación extrema</i>	Pésima

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Las tablas indican resultados negativos, a nivel general, en las riberas del curso principal y del curso de curruchique, siendo este último el más afectado y en el cual se puede encontrar pocas especies forestales. Los resultados negativos se deben a la degradación que presentan las riberas, dado que poseen poca masa forestal, la cual carece de una conectividad continua entre ella misma a lo largo de la riberas, carencia de conectividad con ecosistemas forestales adyacentes, lo cual aunado a la naturaleza del índice QBR el cual se centra en la vegetación más que en otros componentes de la ribera, lleva a que se obtengan resultados desfavorables.

4.3. Análisis mediante IHG

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la valoración de las riberas mediante el uso del método IHG para cada curso de agua que fue objeto de estudio.

4.3.1. Análisis mediante IHG curso principal

Tabla 5. Área 1 IHG Curso principal

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	Se tienen alteraciones del caudal, como lo es el desvío de parte del río, aguas arriba, así como cultivos que están cerca de una zona en la cual se observó que se hace uso directo de agua del río para riego. Además de generarse aguas servidas. (-6 de 10 pts.)	4
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se tiene extracción de áridos de manera frecuente en más de un punto (-4 de 10 pts.).	6
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Más del 50% del tramo tiene terrenos sobreelevados y usos no acordes (-3). Se tienen defensas adosadas directamente al cauce que son aproximadamente el 50% de la longitud del tramo (-4). (-7 de 10 pts.).	3
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		13
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Se tiene cambio de trazado en márgenes, con respecto al 2006, que supera el 50%. Se nota una disminución en la extracción de áridos del tramo (-6), en comparación de 1991, se notan cambios contundentes como reducción considerable del meandro (-2). (-8 de 10 pts.).	2
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	Se tiene extracción de áridos pero no superan el 25% del tramo. (-2 de 10 pts.).	8
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se tienen defensas de margen en más de un 10% (-3), y motas que evitan la movilidad lateral (-2). (-5 de 10 pts.).	5
CALIDAD DEL CAUCE:		15

Continuidad longitudinal de las riberas.	Menos del 30% de las discontinuidades son permanentes pero superan el 50%. (-5 de 10 pts.).	5
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial. (-8 de 10 pts.).	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tienen alteración en más del 50% como extracción de áridos, desechos sólidos, acumulación de aguas servidas, agricultura (-4), especies exógenas formando comunidades (-2) y camino de vehículos en más de un 50% de la longitud del tramo (-2). (-8 de 10 pts.).	2
CALIDAD DE LAS RIBERAS		9
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: DEFICIENTE		37

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 6. Área 2 IHG Curso principal

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	Se tiene alteración del caudal la cual proviene de drenajes, los cuales vierten agua al río afectando así el caudal.	6
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se registra extracción de áridos puntuales, las cuales no son frecuentes, además de haber un puente el cual ayuda a la retención de sedimentos.	8
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Se tienen defensas con menos del 50% de longitud pero restringen más del 50% de la anchura, las cuales se deben al puente. Se presentan terrenos elevados en más del 50% de la superficie.	4
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		18
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Se tiene cambio de trazado en márgenes con respecto al 2006 que superan el 50% del tramo, en comparación de 1991 se notan cambios más contundentes como pérdida del cauce.	2

Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	No se tienen mayores obstáculos salvo la columna del puente y una zona de extracción de arena puntual.	8
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se tienen defensas pero no directas al cauce, las cuales no son de origen natural, sin embargo, con respecto al pasado se puede establecer que las márgenes han sido modificadas.	8
CALIDAD DEL CAUCE:		18
Continuidad longitudinal de las riberas.	La discontinuidad no supera el 30%, pero son permanentes debido al puente.	8
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tiene alteración en al menos el 25% siendo extracción de madera, desechos sólidos y extracción de arena, además, el puente impide una conexión en la zona donde se ubica.	5
CALIDAD DE LAS RIBERAS		15
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MODERADA		51

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 7. Área 4 IHG Curso principal

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	Se tiene alteración del caudal por riego de cultivos que si bien obtienen agua de pozos, estos a su vez hacen que el río tenga proveerles de agua además de tener aguas servidas.	7
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	No se registran grandes barreras para los sedimentos.	10
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Más del 50% del tramo ha quedado colgado por parte de usos antrópicos, además de contar con infraestructura de drenaje.	6
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		23

Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Se tiene cambio de trazado en márgenes, con respecto al 2006, que supera el 50% del tramo, en comparación de 1991 se notan cambios más contundentes como pérdida del caudal.	2
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	No se notan cambios significativos.	10
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	No se presentan alteraciones importantes.	10
CALIDAD DEL CAUCE:		22
Continuidad longitudinal de las riberas.	No se tienen mayores efectos siendo uno de estos una zona en la que hay un drenaje.	9
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tiene alteración en al menos el 25% por desechos sólidos pastoreo, y extracción de madera.	6
CALIDAD DE LAS RIBERAS		17
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: BUENA		62

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 8. Área 5 IHG Curso principal

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	Se tienen alteraciones del caudal por drenajes los cuales por ser del casco urbano suponen una mayor cantidad a lo cual ha de sumarse las alteraciones de caudal aguas arriba, siendo un cambio drástico.	5
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	No se registran grandes alteraciones.	10
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Más del 50% del tramo ha quedado colgado por parte de usos antrópicos, se tienen barreras que impiden la buena funcionalidad.	5
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		20

Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Se tiene cambio de trazado en márgenes con respecto al 2006 que supera el 50% del tramo, en comparación de 1991 se notan cambios más contundentes como la pérdida de caudal.	2
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	No se notan cambios significativos.	10
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se presenta en por lo menos un 5% infraestructura que afecta la movilidad lateral.	8
CALIDAD DEL CAUCE:		20
Continuidad longitudinal de las riberas.	Menos del 30% de las discontinuidades son permanentes.	8
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tiene alteración en al menos el 25% por desechos sólidos pastoreo, quemas. Se tienen reforestaciones y especies exógenas, además de tener infraestructura.	4
CALIDAD DE LAS RIBERAS		14
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MODERADA		54

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 9. Área 6 IHG Curso principal

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	Se tienen alteraciones del caudal derivadas de drenajes, además se tienen cultivos que hacen uso de pozos que hacen que el río tenga que proveerles de agua, que al sumarle las actuaciones aguas arriba hace que aumente la alteración.	6
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se cuenta con alteración de sedimentos por parte del río Curruchique el cual deja parte de sus sedimentos en el lecho.	9

Funcionalidad de la llanura de inundación.	Más del 50% del tramo ha quedado colgado por usos antrópicos, se tiene infraestructura de drenaje, la cual limita el funcionamiento.	5
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		20
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Se tiene cambio de trazado en márgenes con respecto al 2006 que supera el 50% del tramo; en comparación de 1991 se notan cambios más contundentes como la pérdida de caudal.	2
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	No se registran grandes alteraciones.	10
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se presentan en por lo menos un 5 % infraestructura que afecta la movilidad lateral.	9
CALIDAD DEL CAUCE:		21
Continuidad longitudinal de las riberas.	Menos del 30% de las discontinuidades son permanentes.	9
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tiene alteración en menos del 25% por desechos sólidos, pastoreo y reforestaciones, además de tener infraestructura.	6
CALIDAD DE LAS RIBERAS		17
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MODERADA		58

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 10. Área 7 IHG Curso principal

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	Se tienen alteraciones del caudal derivadas de drenajes además se tienen cultivos que hacen uso de pozos que hacen que el río tenga que proveerles de agua y al sumar las actuaciones aguas arriba hacen que aumente la alteración.	6

Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se cuenta con extracción de áridos, la cual es frecuente.	6
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Se cuenta con motas para evitar inundaciones, existen terrenos sobrellevados en más del 25%.	5
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		17
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Se tiene cambio de trazado en márgenes con respecto al 2006 que supera el 50% del tramo, en comparación de 1991; se notan cambios más contundentes como la pérdida de caudal. Debe mencionarse que solo se aplica a la parte donde se considera como ribera.	2
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	Se tiene extracción de arena en más del 25%.	7
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se presentan motas como defensa.	8
CALIDAD DEL CAUCE:		17
Continuidad longitudinal de las riberas.	Menos del 30% de las discontinuidades son permanentes.	8
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tienen alteración en más del 50% por desechos sólidos, actividades de extracción de arena, camino para vehículos, y daños a vegetación.	4
CALIDAD DE LAS RIBERAS		14
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MODERADA		48

Elaboración Propia Datos De Campo 2018

Tabla 11. Área 8 IHG Curso principal

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	Se tienen alteraciones del caudal derivadas de actividades aguas arriba. hay agricultura que hace uso de pozos, y estos a su vez hacen que el río tenga que proveerles de agua.	6

Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se cuenta con extracción de áridos la cual es frecuente.	6
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Se cuenta con motas continuas para evitar inundaciones. Se tienen usos no propios de ribera en más del 50%.	4
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		16
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Se tiene cambio de trazado en las márgenes con respecto al 2006 que supera el 50% del tramo, en comparación de 1991. Se notan cambios más contundentes siendo la pérdida del cauce del río.	2
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	Se tiene extracción de arena en más del 25%.	7
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se presentan motas.	8
CALIDAD DEL CAUCE:		17
Continuidad longitudinal de las riberas.	Menos del 30% de las discontinuidades son permanentes y superan el 75%.	3
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial, a lo cual se suma el resultado del apartado anterior el cual es bajo.	1
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tiene alteración en más del 50% por desechos sólidos, actividades de extracción, y camino para vehículos, los cuales llegan como mínimo al 50% de la longitud. Se tiene introducción de una planta exógena.	2
CALIDAD DE LAS RIBERAS		6
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: DEFICIENTE		39

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 12. Área 9 IHG Curso principal

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	Hay alteraciones de caudal aguas arriba, lo cual tiene efectos en este sector.	8
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se cuenta con extracción de áridos la cual es puntual.	8
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Se cuenta con motas para evitar inundaciones, las cuales presentan continuidad, además de tener terrenos sobrellevados en más del 50%.	4
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		20
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Se tiene cambio de trazado en márgenes con respecto al 2006 que supera el 50%, además se nota un cambio de disminución de extracción de áridos del tramo, en comparación de 1991. Se notan cambios más contundentes siendo la pérdida de caudal.	2
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	Se tiene extracción de arena de forma puntual.	9
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se presentan motas para defensa.	8
CALIDAD DEL CAUCE:		19
Continuidad longitudinal de las riberas.	Menos del 30% de las discontinuidades son permanentes.	5
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tiene alteración en más del 50% por desechos sólidos, pastoreo extracción de arena y camino que posee más del 50% de longitud.	4
CALIDAD DE LAS RIBERAS		11
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MODERADA		50

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 13. Área 10 IHG Curso principal

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	Se tienen alteraciones del caudal derivadas de drenajes, sumándose a aguas arriba lo que hace que aumente.	6
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se cuenta con extracción de áridos la cual es frecuente.	9
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Más del 50% del tramo ha quedado colgado por usos antrópicos; se tiene infraestructura de drenaje la cual limita el fruncimiento.	5
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		20
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Se tiene cambio de trazado en márgenes con respecto al 2006 que superan el 50% del tramo, en comparación con 1991. Se notan cambios más contundentes siendo la pérdida de caudal.	2
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	Se tiene extracción de áridos en más del 10% del tramo.	8
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se tienen motas.	8
CALIDAD DEL CAUCE:		18
Continuidad longitudinal de las riberas.	Menos del 30% de las discontinuidades son permanentes, sin embargo son el 50% del tramo.	6
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tiene alteración en más del 50% por desechos sólidos, extracción de arena e infraestructura. Además de tener movimiento de vehículos y personas en más del 100% de la longitud del tramo.	3
CALIDAD DE LAS RIBERAS		11
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MODERADA		49

Elaboración Propia Datos De Campo 2018

Tabla 14. Área 11 IHG Curso principal

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	Se tiene alteraciones del caudal aguas arriba lo cual tiene efectos en este sector.	8
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se cuenta con extracción de áridos, la cual es puntual.	8
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Se cuenta con un puente que provee defensas alejadas pero permanentes, además de tener infraestructura de aguas pluviales. Se tiene riberas colgadas en más del 50%.	5
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		21
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Se tiene cambio de trazado en márgenes con respecto al 2006 que supera el 25%, además se nota una disminución de extracción de áridos del tramo, en comparación de 1991. Se notan cambios más contundentes siendo la pérdida de caudal.	3
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	Se tiene un puente.	9
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se cuenta con infraestructura del puente pero no supera el 5%.	9
CALIDAD DEL CAUCE:		21
Continuidad longitudinal de las riberas	Menos del 30% de las discontinuidades son permanentes.	9
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tienen alteración en más del 25% por desechos sólidos; parte de las riberas pertenece a viviendas, hay reforestaciones, y se cuenta con un camino que no supera 50% de la longitud del tramo.	4
CALIDAD DE LAS RIBERAS		15
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MODERADA		57

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

4.3.2. Análisis mediante IHG curso Curruchique.

Tabla 15. Área 1 IHG Curruchique.

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	Se tienen alteraciones del caudal por aguas servidas.	9
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se tiene una roca en el lecho.	8
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Más del 50% del tramo ha quedado colgado por usos antrópicos, se tiene un puente e infraestructura de vivienda.	4
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		21
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Se tiene cambio de implementación de infraestructura con respecto al 2006 que superan el 10% del tramo, en comparación de 1991. Se notan cambios más contundentes como lo es la modificación del tamaño del cauce.	2
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	Se tiene un puente.	9
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se presenta infraestructura adosada al margen en más de un 10%.	7
CALIDAD DEL CAUCE:		18
Continuidad longitudinal de las riberas.	Más del 70%. de las discontinuidades son permanentes.	5
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tiene alteración en al menos el 25% por desechos sólidos, pastoreo, además de tener infraestructura.	4
CALIDAD DE LAS RIBERAS		11
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MODERADA		50

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 16. Área 2 IHG Curruchique.

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	No se tienen mayores alteraciones.	10
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se tiene infraestructura en el lecho.	8
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Más del 50% del tramo del tramo ha quedado colgado por usos antrópicos, se tienen defensas alejadas que restringen menos del 50% de la anchura.	6
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		24
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Si bien el trazado no ha cambiado mucho, se nota una profundización del río con respecto al 2006 que supera el 50% del tramo, en comparación de 1991. Se notan cambios leves como lo es el tamaño del cauce.	3
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	No se tienen alteraciones.	10
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se presenta una canalización en más del 75% del tramo.	4
CALIDAD DEL CAUCE:		17
Continuidad longitudinal de las riberas.	No se presentan discontinuidades.	10
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tienen alteración en al menos el 25%, por desechos sólidos, pastoreo y actividades de trabajo humano.	4
CALIDAD DE LAS RIBERAS		16
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MODERADA		57

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 17. Área 3 IHG Curruchique.

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	No se tienen mayores alteraciones.	10
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se tiene infraestructura en el lecho.	8
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Más del 50% del tramo ha quedado colgado por usos antrópicos, se tienen defensas alejadas que restringen menos del 50% de la anchura y se tiene infraestructura de puente.	3
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		21
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Si bien el trazado no ha cambiado mucho, se nota una profundización del río con respecto al 2006 que supera el 50% del tramo en comparación de 1991. No se notan cambios leves como lo es cambio en el trazado.	4
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	Se cuenta con un puente.	9
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se presenta una canalización en más del 75% del tramo y se tienen defensas.	3
CALIDAD DEL CAUCE:		16
Continuidad longitudinal de las riberas.	Menos del 30% de las discontinuidades son permanentes.	9
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tiene alteración en al menos el 25%, por desechos sólidos, pastoreo y camino de vehículos y personas.	7
CALIDAD DE LAS RIBERAS		18
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MODERADA		55

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 18. Área 4 IHG Curruchique.

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	No se tienen mayores alteraciones.	10
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se tiene infraestructura en el lecho.	8
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Más del 50% del tramo ha quedado colgado por usos antrópicos, se tienen defensas alejadas que restringen menos del 50% de la anchura.	4
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		22
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Si bien el trazado no ha cambiado mucho, se nota una profundización del río con respecto al 2006 que supera el 50% del tramo en comparación de 1991. Se notan cambios leves.	3
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	No se tienen alteraciones.	10
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se presenta una canalización en más del 75% del tramo.	2
CALIDAD DEL CAUCE:		15
Continuidad longitudinal de las riberas.	Menos del 30% de las discontinuidades son permanentes.	10
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tiene alteración en al menos el 25%, por desechos sólidos, pastoreo y camino de vehículos y personas.	7
CALIDAD DE LAS RIBERAS		19
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MODERADA		56

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 19. Área 5 IHG Curruchique.

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	No se tienen mayores alteraciones.	10
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se tiene infraestructura en el lecho.	8
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Más del 50% del tramo ha quedado colgado por usos antrópicos, se tienen defensas alejadas que restringen menos del 50% de la anchura, y se cuenta con infraestructura de puente.	3
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		21
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Si bien el trazado no ha cambiado mucho se nota una profundización del río con respecto al 2006 pero que no supera el 50% del tramo en comparación de 1991. Se notan cambios drásticos reduciéndose el cauce.	1
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	Se tiene un puente.	9
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se presenta una canalización en más del 25% del tramo.	5
CALIDAD DEL CAUCE:		15
Continuidad longitudinal de las riberas.	Menos de un 30% de las discontinuidades son permanentes.	9
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tiene alteración en al menos el 25%, por pastoreo, y se tiene camino pero es menos del 50% del tramo.	7
CALIDAD DE LAS RIBERAS		18
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MODERADA		54

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 20. Área 6 IHG Curruchique.

parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	No se tienen mayores alteraciones, pero se presentan aguas servidas.	9
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	Se tiene infraestructura en el lecho.	8
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Más del 50% del tramo ha quedado colgado por usos antrópicos, se tienen dos puentes y defensas alejadas en menos de un 50%.	5
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		22
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	No se notan cambios drásticos con respecto al 2006 en comparación de 1991. Se notan cambios drásticos como la reducción del cauce.	8
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	Se tienen dos puentes.	8
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se tiene infraestructura de puentes.	8
CALIDAD DEL CAUCE:		24
Continuidad longitudinal de las riberas.	Menos de un 30% de las discontinuidades son permanentes.	9
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tienen alteración en al menos el 25%, por pastoreo, y se tiene camino en más del 50% del tramo.	4
CALIDAD DE LAS RIBERAS		15
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: BUENA		61

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 21. Área 7 IHG Curruchique.

Parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	No se tienen mayores alteraciones, pero se presentan aguas servidas.	9

Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	No se tienen mayores alteraciones.	10
Funcionalidad de la llanura de inundación.	Más del 50% del tramo ha quedado colgado por usos antrópicos, se tiene un puente y defensas continuas alejadas.	3
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		22
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Se tiene profundización del cauce con respecto a 2006 que supera el 25%, en comparación de 1991. Se notan cambios menores como aumento del cauce.	4
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	Se tiene un puente.	9
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	Se presenta una canalización en más del 75% del tramo y se cuenta con gaviones.	2
CALIDAD DEL CAUCE		15
Continuidad longitudinal de las riberas.	No se cuenta con grandes alteraciones.	10
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene menos del 40% de la anchura potencial.	2
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tienen alteración en al menos el 25% por pastoreo.	8
CALIDAD DE LAS RIBERAS		20
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MODERADA		57

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 22. Área 8 IHG Curruchique

Parámetro	Explicación	Puntos
Naturalidad del régimen de caudal.	No se tienen mayores alteraciones sino por parte de un drenaje.	9
Disponibilidad y movilidad de sedimentos.	No se tienen mayores alteraciones.	10

Funcionalidad de la llanura de inundación.	El tramo es encajado, no se presentan mayores problemas de inundación.	10
CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA:		29
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta.	Se notan cambios con respecto a 2006 como lo es cambio de forma de trazado que supera el 50%, en comparación de 1991. Se notan cambios drásticos como reducción de riberas.	2
Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales.	No se presentan alteraciones.	10
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral.	No se presentan alteraciones.	10
CALIDAD DEL CAUCE:		22
Continuidad longitudinal de las riberas.	No se cuenta con grandes alteraciones.	10
Anchura del corredor ribereño.	Se tiene entre el 60% y 80% de la anchura potencial.	6
Estructura, naturalidad y conectividad transversal del corredor ribereño.	Se tiene alteración en al menos el 25% por pastoreo y se tiene reforestación.	7
CALIDAD DE LAS RIBERAS		23
VALOR FINAL CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA: MUY BUENA		74

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

El método IHG muestra resultados menos negativos en comparación al QBR dado que toma en cuenta el sistema fluvial, cauce y tamaño de riberas y no se centra en la vegetación. En base a éste se detectaron alteraciones en el caudal para el curso principal en tanto que para el curso del Curruchique el caudal es escaso, por lo que se asume que las alteraciones de caudal se tienen aguas arriba en el municipio de Totonicapán. Para el caso de la morfología del curso de Curruchique, se tienen terrenos sobreelevados con fuerte pronunciación en gran parte del río; buena parte del lecho del río ha sido modificada, lo cual en el curso principal es en menor medida, observándose modificación del lecho solamente en áreas de extracción de áridos. En ambos cursos se analizaron las riberas actuales en las que aún se dan procesos naturales y no se presenta una eliminación total de riberas, debe de mencionarse que la forma del ambos ríos no ha variado enormemente desde el año de 1991.

4.4. Análisis general de las riberas

Como se puede observar ambos métodos no presentan un resultado favorable, por el contrario, demuestran una calidad no adecuada para las riberas, siendo el índice QBR el que muestra resultados más negativos dado que se enfoca mayormente en el bosque, el cual es muy escaso a lo largo del curso, con excepciones de tramos cortos de vegetación como el área 5, sin embargo, no están suficientemente conservados. A nivel general no se cuenta con una franja de vegetación arbustiva conectada y las bandas de vegetación se dan escasamente. El índice IHG muestra resultados menos negativos, ya que se enfoca en el sistema fluvial y morfología de riberas, los cuales pese a que se han visto afectados con modificación de terrazas, terrenos sobreelevados, alteración de caudal del río, defensas y estructuras antrópicas, no son demasiado fuertes, como lo sería una canalización completa del río, eliminación total de riberas o la implementación de presas de retención de agua. Debe mencionarse que ambos métodos analizan las riberas que se tienen actualmente, dado que es una investigación del tipo transversal.

En conclusión el resultado a nivel general por ambos métodos demuestra que se tienen riberas degradadas mayormente en el ámbito de la vegetación, pero su sistema fluvial no presenta una degradación extrema y para la morfología esta ha sido modificada grandemente, pero aún conserva procesos naturales.

4.5. Estructura de la vegetación de Ribera

Para obtener los datos de la estructura se trabajó con el establecimiento de rodales los cuales fueron las áreas de estudio dentro de los cuales se establecieron parcelas rectangulares, las cuales tuvieron un largo de 10 M. para riberas (áreas alejadas del río) y 20 M. de largo para orillas (áreas inmediatas al río), el ancho varió en tamaño debido al tipo de estudio a realizar el cual se ve condicionado por las formas de terreno presentadas.

4.5.1. Estructura general de la vegetación por curso de agua

A continuación se presentan los datos de estructura de árboles y arbustos por cursos de agua.

4.5.2. Estructura de la vegetación por especie por curso de agua

A continuación se presenta una descripción de las especies encontradas, la cual se hace sola una vez, mientras que los datos de promedio obtenidos por especie de árboles y arbustos encontrados se muestran para cada especie por curso de agua investigado.

a curso principal

Arboles

Álamo *Populus alba*.



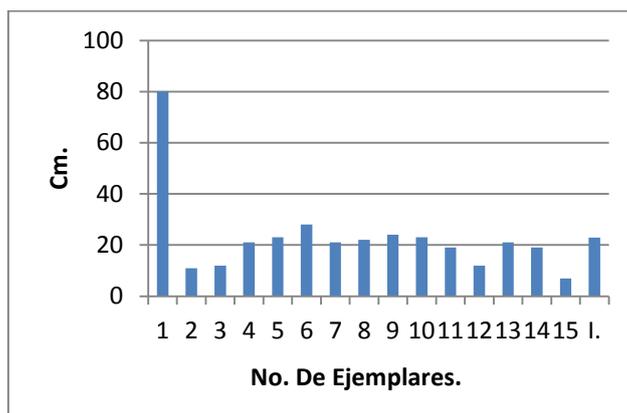
Elaboración propia 2017

Árbol de hasta 30 m de alto, con tronco recto, corteza gris verdoso o blanca. Copa globosa y densa y follaje durante algunos meses. Hojas ovaladas pero con dientes irregulares, de 10 cm, verde brillante en el haz y blancas en el envés. Flores verdes diminutas unisexuales, sin pétalos, crecen en racimos alargados, los masculinos de hasta 6 cm y los femeninos más largos. Las flores femeninas y las masculinas se producen en diferentes árboles. Polinizado por viento. Fruto es una cápsula ovoide con dos valvas, libera múltiples semillas claviformes envueltas en una masa de fibras algodonosas. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2017).

Ecología: Es un árbol que prefiere las zonas bajas y no sube tanto como sus congéneres en altitud, pues no aguanta mucho las heladas, por lo que en general ocupa las zonas más fértiles de las vegas en los cursos medios y bajos de los ríos. Vive asociado a los sistemas fluviales, fuentes y manantiales, formando bosquetes que a veces se mezclan con otras especies de ribera. Aguanta los suelos arcillosos y se da bien en los calcáreos, pero desaparece donde son salinos. ((CSIC/FECYT)., 2017).

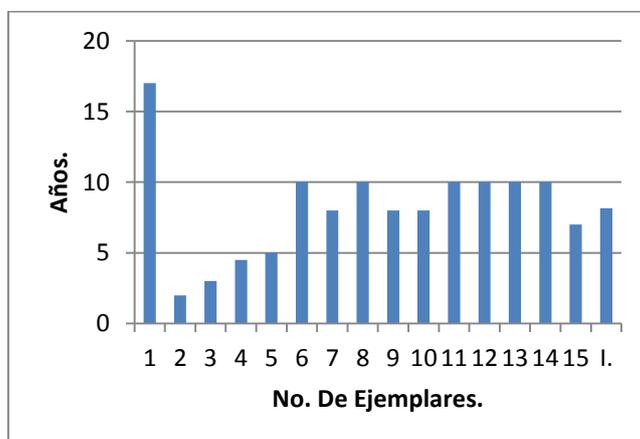
Distribución: Originario del Mediterráneo, norte de África y oeste de Asia.

Gráfica 1. Diámetros álamo



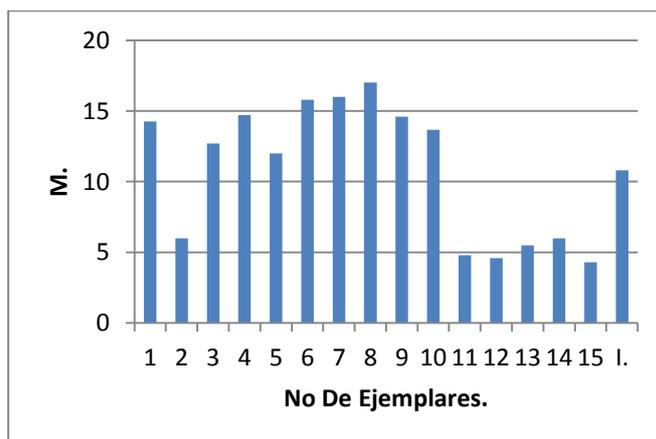
Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 2. Edades álamo



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 3. Alturas álamo



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Se encontró en dos áreas, siendo el área 1 cercana a cultivos y extracción de arena y 5 cerca de la urbe formando comunidades en ambas ocasiones, como se puede observar en las gráficas no logran tener una altura máxima posible en base a la descripción antes presentada, ni presentan edades muy avanzadas, lo que indica que fueron introducidas en un lapso medio a corto de tiempo, se puede

observar en base a las gráficas que presentan un desarrollo moderado. Pudiendo ser el motivo para su introducción en el área 1 delimitar terrenos y proteger de avenidas, en tanto que para el área 5 se puede establecer que fue introducida erróneamente con el fin de reforestar. Dado que es una especie exógena esta repercute en daños como lo es su naturaleza excluyente ya que según lo observado al establecerse esta, abarca toda un área limitando el desarrollo de otras especies, sumando a esto que las propiedades químicas que aporta al agua y al suelo, por medio de sus hojas, produce un aporte de nutrientes diferente al propio del ecosistema favoreciendo al desarrollo de organismos y limitando el crecimiento de otros.

Aliso. *Alnus acuminata*.



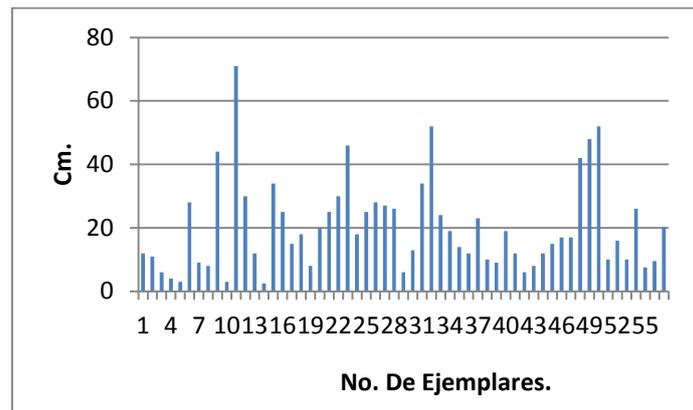
Árbol de hasta 25 m de alto, con tronco grueso, ramificado desde un metro de alto. Corteza gris clara lisa con verrugas horizontales. Copa globosa y follaje durante algunos meses. Hojas ovaladas, de 15 x 8 cm, con dientes en el margen y nervios marcados y rectos. Flores verdes, las femeninas en conitos cilíndricos, las masculinas son diminutas y crecen en ramillas laxas. Las masculinas y femeninas se producen en el mismo árbol. Semilla comprimida pequeña, de 2 mm, con ala papirácea castaña.

Ecología: Vive en las riberas de los ríos y en laderas húmedas en bosques templados.

Fuente: Elaboración propia 2017 Crece rápido y es colonizador de áreas deforestadas.

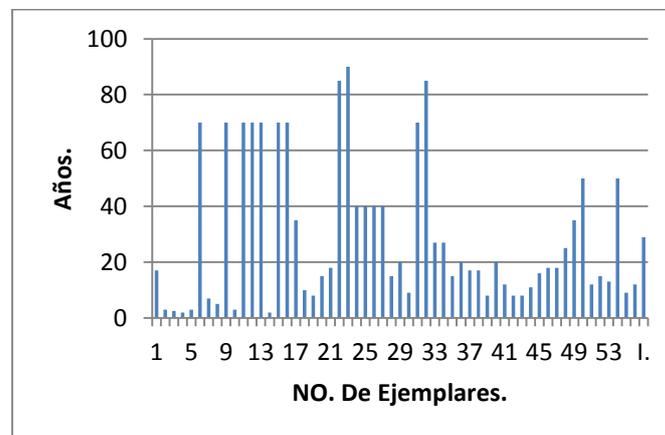
Distribución: Originario de México y Centroamérica y se extiende hasta Argentina. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2017)

Gráfica 4. Diámetros Aliso



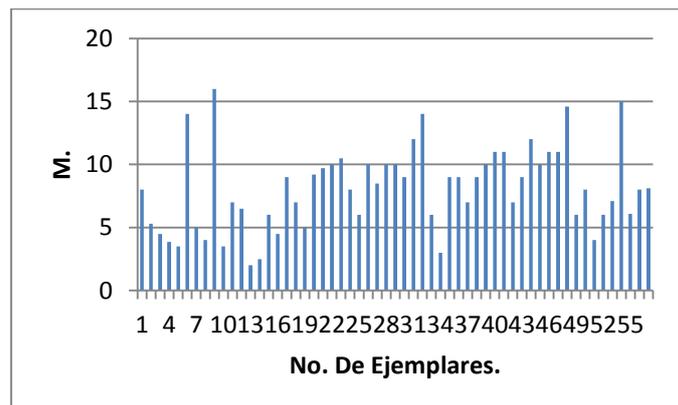
Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 5. Edades Aliso



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 6. Alturas Aliso

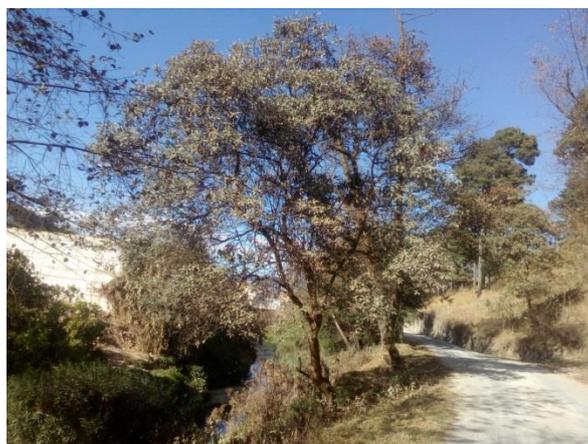


Elaboración Propia Datos De Campo 2017

El aliso es el árbol de mayor número encontrado de los árboles inventariados encontrándose en todas las áreas de estudio donde se muestreo vegetación, el cual como se puede observar en las gráficas anteriores presenta tanto ejemplares jóvenes como viejos, lo cual es un buen indicador ya que demuestra que la especie se mantiene, sin embargo no se encuentran muchos ejemplares muy jóvenes, en cuanto a los ejemplares viejos se pudo observar que en estos son

rebrotos, lo cual indica que fueron talados encontrándose la mayoría de estos en las áreas 2,3 y 4 las cuales no están en el área urbana. Se puede observar que a nivel general cuentan con una altura aceptable siendo el promedio de 8 metros en tanto que el árbol de menor altura es de dos metros lo cual aunado a los diámetros presentados siendo el promedio general 20 cm sirve como indicador de que el aliso es una especie que demuestra alta resiliencia a las perturbaciones al mantenerse bajo las presiones a las que están expuestas las riberas, ha de destacarse que en las áreas 4 y 7 se pudo observar especies con un buen desarrollo para su edad lo cual se debió a que se encuentran en sitios de difícil acceso.

Buddleja cordata.



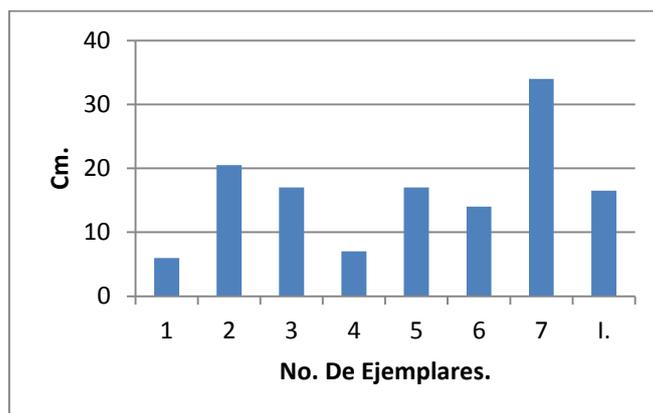
Elaboración propia 2018

Árbol de hasta 20 m de alto o arbusto, con tallos tetragonales. Copa globosa y follaje durante algunos meses. Hojas lanceoladas, de 5.5 x 1.5 hasta 24 x 10 cm, duras y rugosas, blanco aterciopeladas en el envés que les dan un color blanquecino o grisáceo. Flores aromáticas blancas o amarillas unisexuales, crecen en ramas terminales piramidales de hasta 32 cm de largo, femeninas y masculinas se producen en diferentes árboles. Polinizado por insectos. El fruto es una cápsula ovoide con semillas muy pequeñas (0.9 a 1.5 mm) elipsoidales y aladas. El árbol vive menos de 25 años.

Ecología: Habita en pastizales, bosques de coníferas, bosques húmedos y secos y lugares desmontados, en altitudes entre los 1,700 y 2,800 msnm.

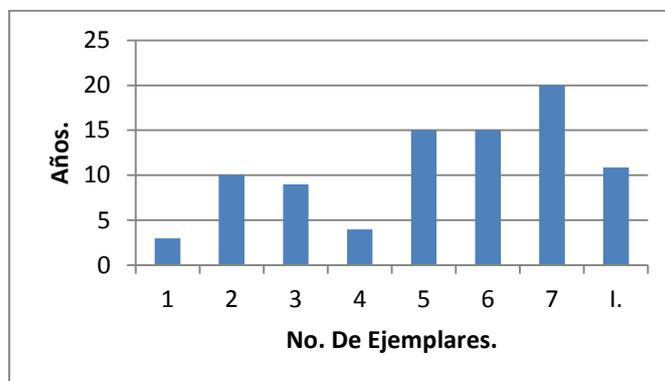
Distribución Originaria de México hasta Guatemala (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2017).

Gráfica 7. Diámetros Buddleja



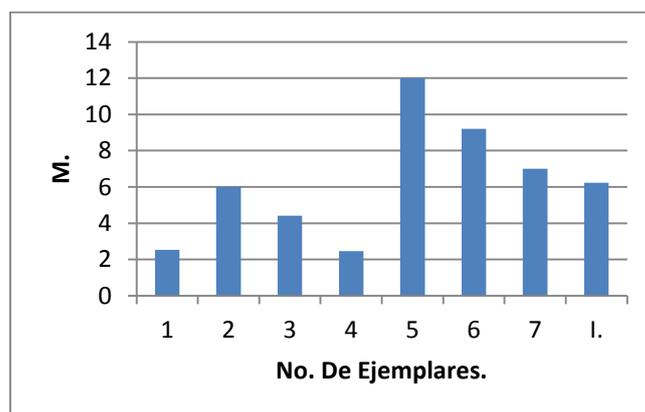
Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 8. Edades Buddleja



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 9. Alturas Buddleja



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Esta especie es la tercer especie, más encontrada, junto con el cerezo lo cual indica que presenta un nivel de resiliencia, aunque no tan alto como el del aliso, siendo una causa no tener una alta tolerancia al agua, lo cual lo convierte en una especie de segunda banda de vegetación. Como indica la descripción no supera los 25 años de vida por lo que en base a las gráficas se cuenta con un promedio general de 12 años, lo que indica que se encuentran en la mitad de su

vida, siendo el más viejo de 20 años próximo a su muerte, en tanto que el más joven es de 4 años. Esto indica que esta especie ha podido mantenerse de una manera muy presionada, de generación tras generación, ya que los pocos ejemplares que hay tienen bajas tasas de reproducción, lo cual se debe al crecer lejos del agua, se ven afectados por pastoreo y presiones humanas, en tanto que la altura y diámetro demuestran el desarrollo que tienen, el cual varía en base al entorno y condiciones que tengan, encontrándose las más altas en el área 6 en una zona boscosa que indica que se han podido desarrollar junto con los demás árboles de dicha área.

Cerezo *Prunus serotina*.



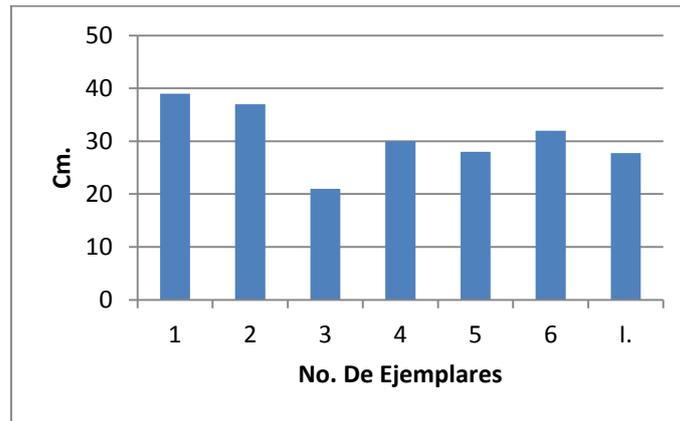
Elaboración propia 2017

Árbol de hasta 15 m de alto, con tronco recto, corteza casi lisa y café rojiza. Copa globosa y follaje durante algunos meses. Hojas ovaladas, brillantes de 18 x 1.5 a 5 cm. Pierde sus hojas durante la estación seca. Flores blancas bisexuales crecen en racimos de hasta 15 cm de largo. Polinizado por insectos. Fruto carnoso, pequeño, negro rojizo en la madurez, de sabor agridulce y astringente, con una sola semilla envuelta en cubierta dura.

Ecología: Habita en bosques templado húmedos entre los 2,000 y 2,500 msnm. Utilizado como combustible.

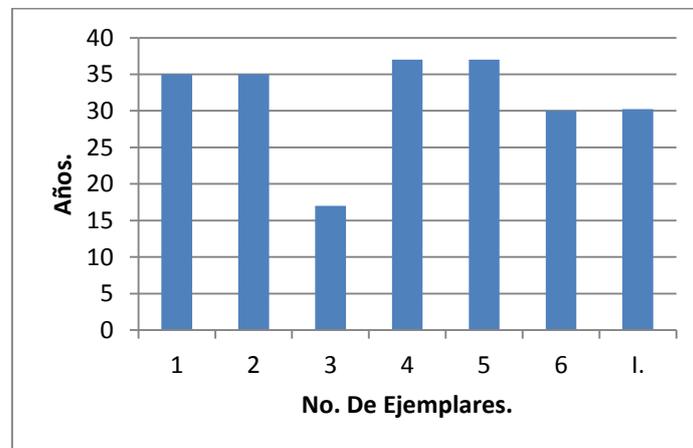
Distribución Originaria de Canadá hasta Guatemala.

Gráfica 10. Diámetros Cerezo



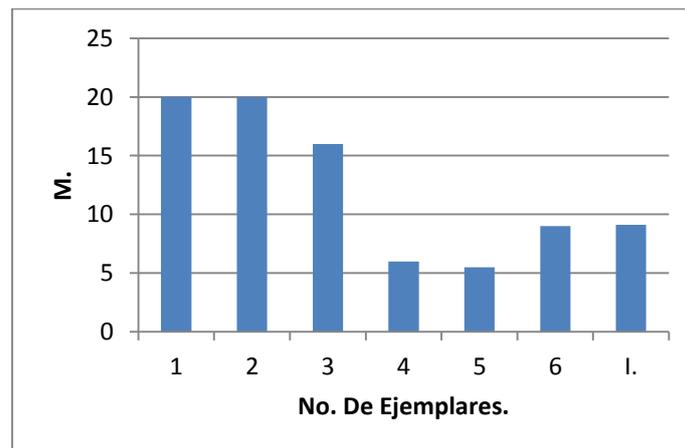
Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 11. Edades Cerezo



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 12. Alturas Cerezo



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Esta especie es la tercera en número más encontrada, junto con la buddleja siendo en las áreas 10 y 11 donde se encontraron los individuos contabilizados, áreas sometidas a presión pero en menor medida. Dicha especie muestra una resiliencia no de generación a generación ya que como se observa en la graficas

no se cuentan con ejemplares jóvenes lo cual demuestra una baja capacidad de reproducción, dado que además de ser afectadas por el pastoreo también son afectadas por el consumo humano, lo cual deriva en que se tenga una resiliencia a través del tiempo por parte de individuos que han podido mantenerse, lo cual se puede ver en los diámetros y alturas que presentan. Debe mencionarse que no se constituye en un especie propia de ribera pero dada las condiciones climáticas puede desarrollarse en esta, por lo que puede tomarse como no exógena sin embargo el que se encuentre en un número considerable demuestra la falta de vegetación propia de ribera.

Ciprés *Cupressus lusitanica*.



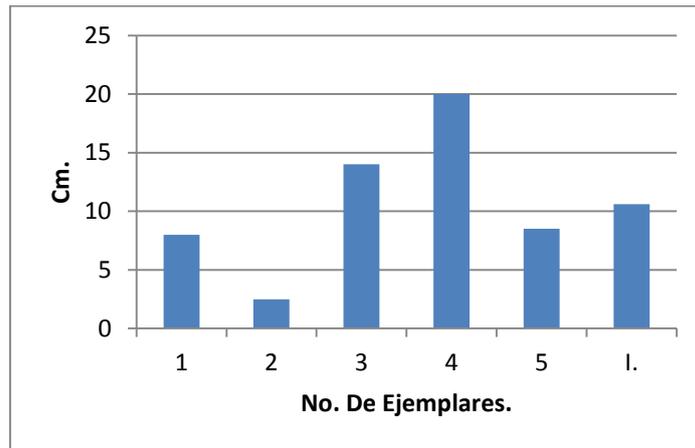
Elaboración propia 2017

Árbol de hasta 30 m de alto, con tronco recto de corteza gris clara muy agrietada. Copa piramidal y follaje permanente. Hojas diminutas, son escamas de 2 mm intercaladas en grupos de 4, puntiagudas y verde azulosas. Conos verdes a café los femeninos de hasta 2 cm y con 10 escamas gruesas y rugosas que se abren al madurar, los masculinos de 3 a 4 amarillentos. Los masculinos y femeninos se producen en el mismo árbol. Polinizado por el viento. Los conos masculinos aparecen de febrero a abril y los femeninos son permanentes y maduran al siguiente año. Semillas diminutas triangulares café rojizo.

Ecología Habita en bosques templados y bosque nublado. Se usa como barrera rompe vientos y medicinal.

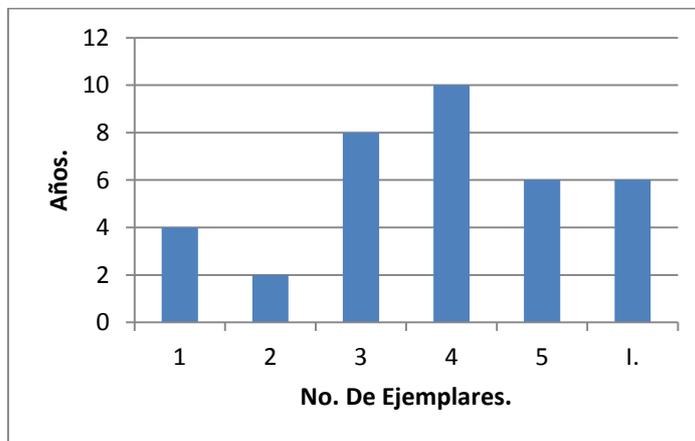
Distribución: Originario de México, Honduras y Guatemala. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2017).

Gráfica 13. Diámetros Ciprés



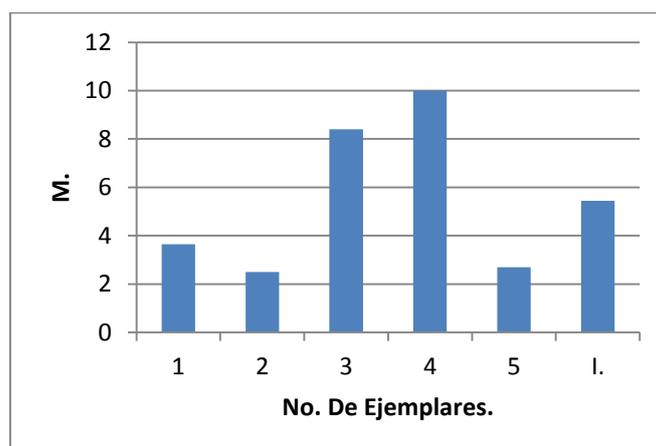
Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 14. Edades Ciprés



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 15. Alturas Ciprés



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Ha de mencionarse que se observó que todos los cipreses que fueron objeto de estudio son producto de reforestación lo cual indica que no son propios del ecotono, sin embargo dada las características climáticas que se presentan esta especie puede crecer de forma natural en las riberas por lo cual no se constituye

en una especie exogena, pero dado que son producto de reforestación no deben ser tomadas como propias si no como no ideales, ya que al no ser producto de regeneración natural, son una competencia para la especies propias que se pudieran desarrollar en las zonas en las que han sido plantadas. Como se ve en las gráficas de diámetro altura y edad están en desarrollo siendo el de mayor altura de 10 M con la misma cantidad de años, que con un promedio general de 6 años de edad, por lo que se puede establecer que estos árboles son los que han logrado establecerse del total que fueron reforestados representado una cantidad pequeña de éxito de reforestación.

Sauce *Salix bonplandiana*.

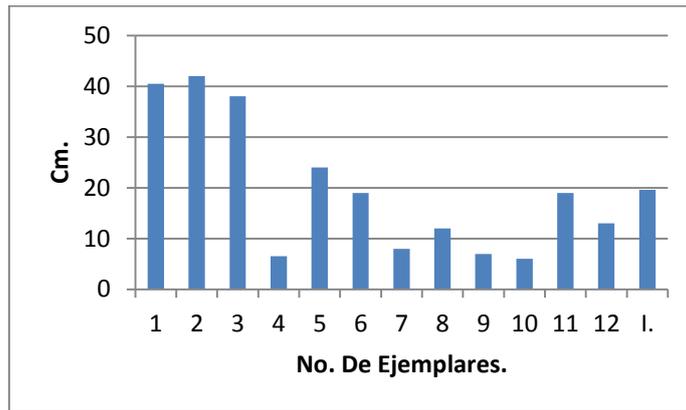


Elaboración propia 2017

Árbol de hasta 15 m de alto, con tronco recto, corteza gris muy agrietada. Copa columnar estrecha y follaje permanente. Hojas alargadas, de 15 cm, son blancas en el envés. Flores verdes diminutas unisexuales agrupadas en racimos femeninos y masculinos alargados de hasta 6.5 cm de largo. Las flores femeninas y las masculinas se producen en el mismo árbol. Polinizado por el viento. Fruto es una cápsula pardo amarillenta o rojiza de 6 mm de largo. Semillas muy pequeñas, oscuras, claviformes envueltas en una masa de fibras algodonosas.

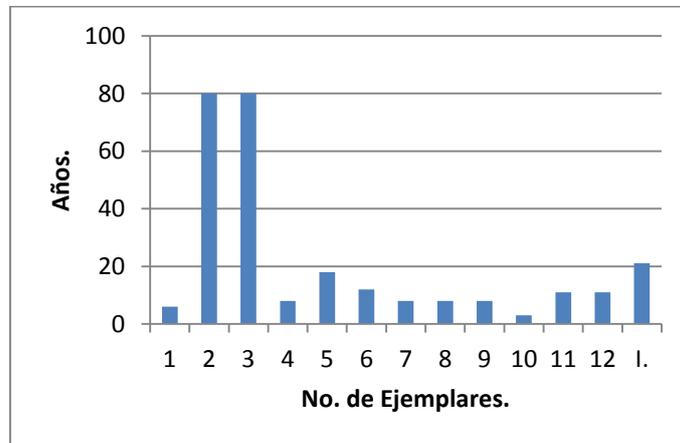
Distribución: Originario de América, desde el suroeste de Estados Unidos hasta Guatemala.

Gráfica 16. Diámetros Sauce



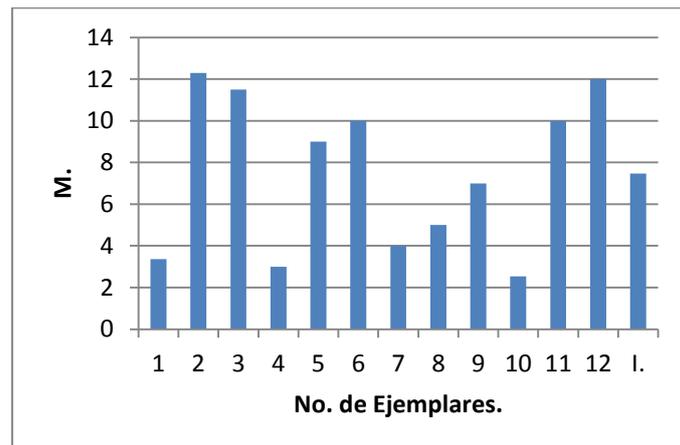
Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 17. Edades Sauce



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 18. Alturas Sauce



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Es la segunda especie más encontrada de los arboles muestreados, la cual puede crecer a inmediaciones del río, como se pudo observar en el áreas 6 y 5, dado que es propia de riberas, pero se debe de mencionar que teniendo el segundo lugar no tiene la misma capacidad de resiliencia que el aliso, lo cual se

deba a que es más sensible a las perturbaciones ya que las áreas donde se encontró en mayor número poseen un nivel de conservación , como lo fue en una sección del área 5 a la cual el acceso no es fácil y una sección del área 6 parcialmente conservada con cobertura vegetal, lo cual indica que no tiene resiliencia óptima. Las gráficas muestran que se tienen ejemplares tanto antiguos como jóvenes, lo cual demuestra que se han podido mantenerse de generación en generación, al igual que mantener por sí mismos como se observó en el área 4 con ejemplares de 80 años, se puede observar que hay árboles menores a 20 años pero mayores a 5 años lo que demuestra que han podido establecerse y estar en etapa de desarrollo lo cual puede ser constatado por las altura y diámetros presentados.

Pino colorado *Pinus oocarpa Schiede*

Árbol que alcanza alturas de 45 m y DAP de hasta 1 m, con fuste recto y cilíndrico, Copa irregular, ramas finas y relativamente ralas, las inferiores horizontales, las superiores más ascendentes. Corteza de color rojizo a grisáceo, fuertemente fisurada, se exfolia en bandas largas e irregulares, escamosas. Hojas en forma de aguja, en grupos de 5 (ocasionalmente 3 o 4), de 14-25 cm de largo, erguidas, gruesas y ásperas, con bordes finamente aserrados

Ecología: Se ha encontrado a altitudes desde 200 hasta 2500 msnm, pero alcanza su mejor desarrollo de 600 a 1800 msnm. En su ambiente natural las temperaturas son de 13 a 23°C y las precipitaciones de 650-2000 mm, con una época seca de 5-6 meses.

Distribución: Nativo de México y Centroamérica. ((ITTO), 2018).

Tabla 23 Arboles Pino

Diámetro	Edad	Especie	Área Basimétrica	Altura
3	2	Pino	11	1.86

Elaboración propia datos De Campo 2017

El pino que fue inventariado es producto de reforestación, el cual como se ve en la tabla anterior tiene poco tiempo de vida, al no ser producto de regeneración natural, aunándose al hecho de haberse inventariado solo un espécimen demuestra que no puede ser considerado como una especie del todo propia de ribera.

Chilca *Barkleyanthus salicifolius*.

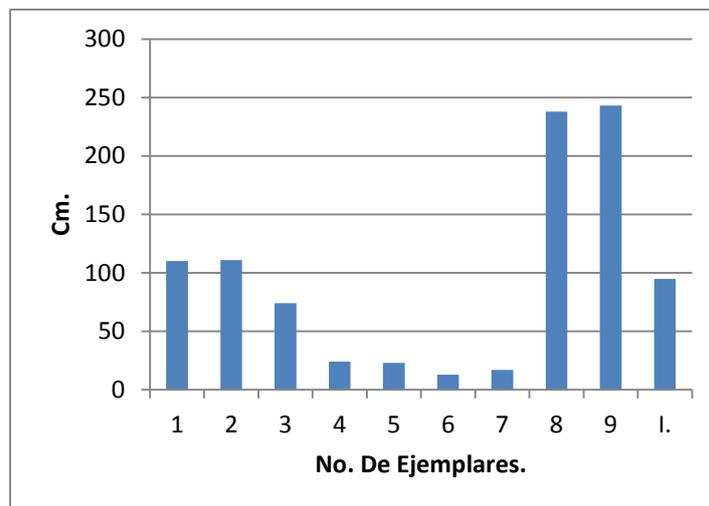
Solamente se midió 1 espécimen de esta especie en forma de árbol la cual debido al ambiente presente tomó esta forma dado que este espécimen por lo general es un arbusto, de este espécimen solamente se midió su área basimétrica ya que no fue tomada dentro de los arboles representativos teniendo un área basimétrica de 6 cm.

Arbustos
Álamo *Populus alba*.



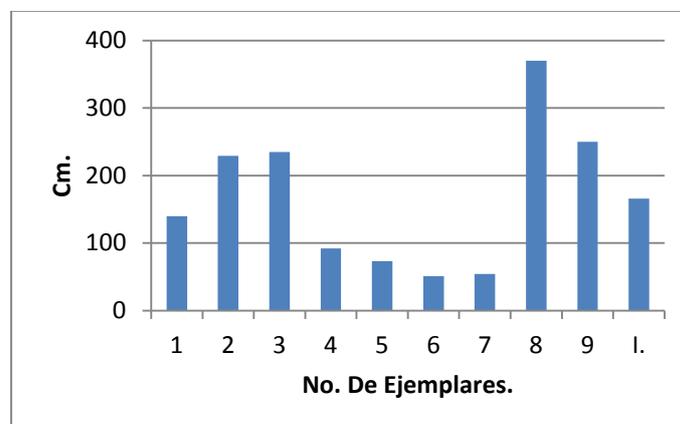
Elaboración propia 2017

Gráfica 19. Diámetros Álamo



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 20. Alturas Álamo



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

El álamo se presenta también en forma de arbusto, de esta manera impide el desarrollo de otras especies; como se ve en las gráficas la mayoría de individuos es mayor al metro de altura y cuentan con un promedio general mayor a 1.5 M, en tanto que en diámetro no presenta mayores dimensiones ya que no supera el metro de promedio general, los ejemplares muestreados se encontraron en las mismas áreas donde se muestrearon los árboles, lo cual demuestra la capacidad de esta especie para poblar una área y afectar el crecimiento de otras, ya que además de poblar con árboles, los arbustos de esta especie ofrecen competencia a otras especies jóvenes, que al igual que el árbol aporta hojas al suelo las cuales al no ser propias alteran el ecotono.

Arrayan *beccharis vaccinoides*.

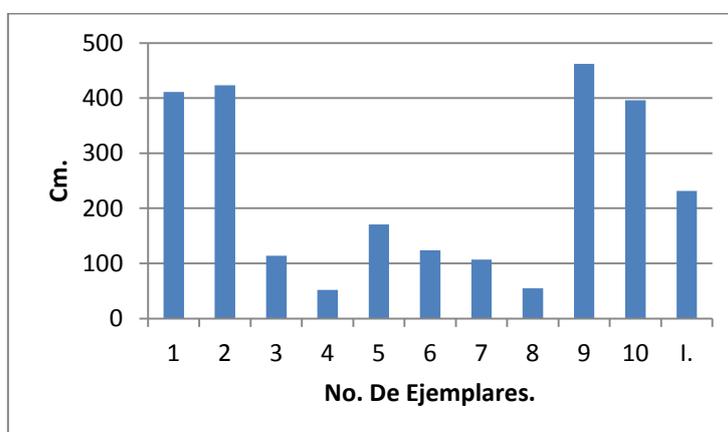


Elaboración propia 2018

Arbusto de hasta 3 m de altura muy ramoso. Las hojas alternas, son alargadas y puntiagudas. Las flores son amarillas y están agrupadas en cabezuelas. (Nash, et al. 1976, p. 147)

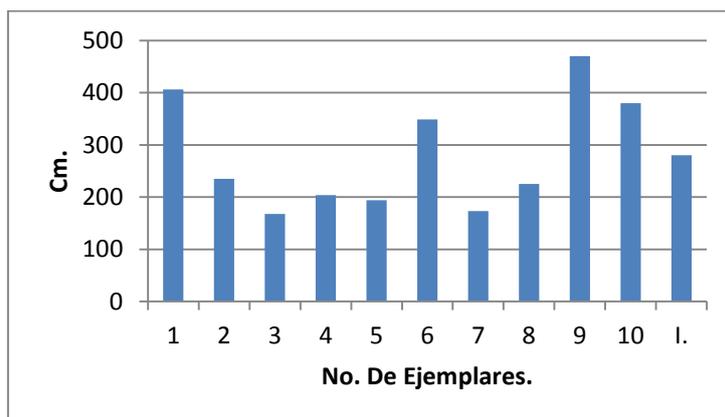
Ecología: Creciendo en lugares húmedos en sotobosque de bosque secundario (ORTIZ, 2012)

Gráfica 21. Diámetros arrayan



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 22. Alturas arrayan



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Como se puede observar la mayoría de individuos muestreados superan los 2 metros de altura, lo cual indica que es una especie que se encuentra en buen estado ya que puede tener tres metros de altura según la teoría; se ha podido mantener frente a las presiones que enfrenta la ribera lo que también corrobora el muestreo, ya que se encontró en la mayoría de áreas de estudio siendo estas 2,3,4,5,6 y 9, demostrando que ha podido establecerse en varias áreas y desarrollarse, logrando alcanzar diámetros mayores a los 4 metros, como se observa en las gráficas. Pero la resiliencia mostrada no es del todo efectiva, ya que fue muestreada en áreas donde no se presentaba perturbación fuerte, y tenían conservación.

Chilca *Barkleyanthus salicifolius*.



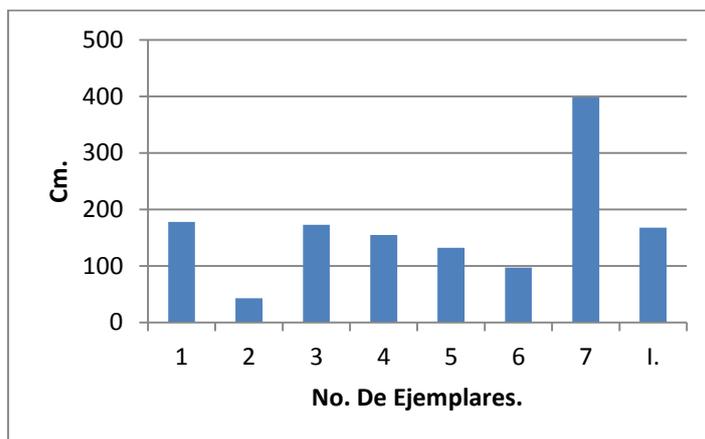
Fuente: Elaboración propia 2017

Arbusto erecto de hasta 2.5 m de alto. Las hojas son lineares, agudas (3-13 cm largo por 0.3 a 1 cm ancho). Flores amarillas y pequeñas (1 cm) olorosas, dispuestas en capítulos y éstas a su vez están agrupados en muchas panículas. Fruto seco e indehisciente, contiene una sola semilla, se le conoce como aquenio. (Nash & Williams, 1976)

Ecología: Creciendo en lugares soleados, durante el verano, frecuente y abundante, a orillas del camino, en cultivos de café, en bosques comunitarios y orillas de ríos. (ORTIZ, 2012)

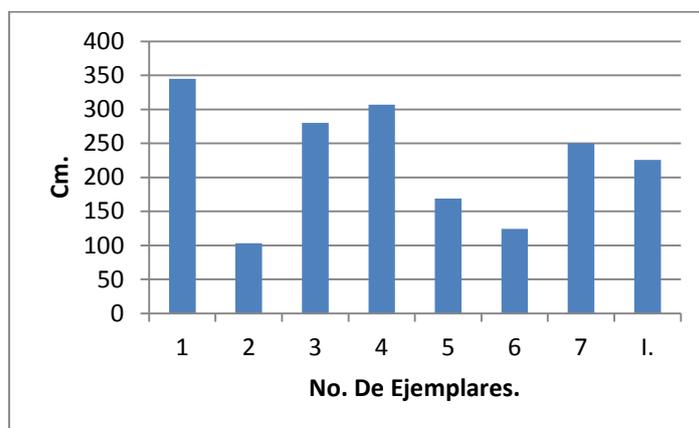
Distribución: Desde el sur de Arizona hasta El Salvador y Honduras (Rzedowski & Rzedowski, 2001)

Gráfica 23. Diámetros Chilca



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 24. Alturas Chilca



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Este arbusto fue inventariado en las áreas del 1 al 5, siendo una especie de segunda banda de vegetación la cual se encontró con un buen desarrollo ya que su promedio de altura es superior a 2 M, en tanto que demuestra no desarrollarse mucho en diámetros; se puede ver que presenta poca resiliencia ya que no se observó de manera abundante debido al número que fue contabilizado y solo se limita a la parte superior de curso de agua, lo cual se debe a que no se puede desarrollar cerca del manto freático, limitándose a lugares lejanos, lo que hace que sus semillas no puedan ser llevadas por el agua a otras áreas, las alturas que muestran las gráfica, demuestran que se ha podido mantener y desarrollarse.

Baccharis salicifolia.



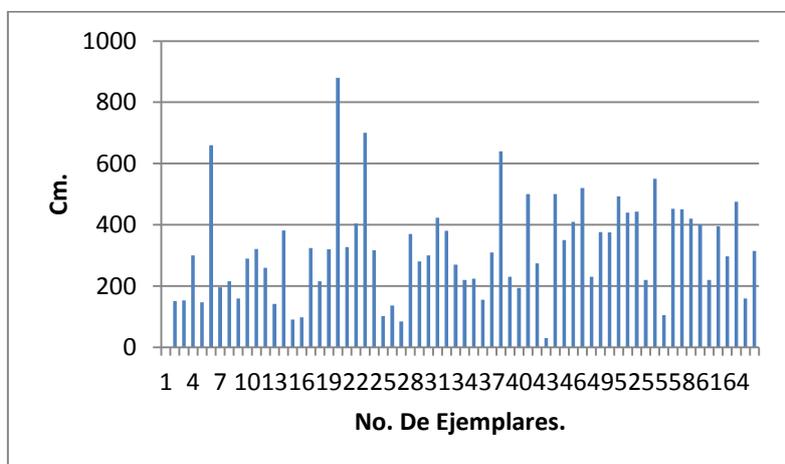
Fuente: Elaboración propia 2017

Arbusto erecto, algunas veces postrado, formando matorrales densos.

Ecología: Márgenes de arroyos y ríos, orillas de caminos y parcelas, bosques abiertos.

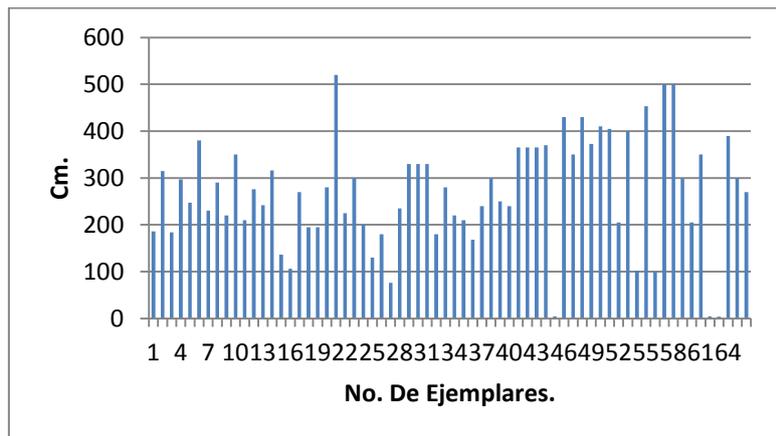
Distribución: Se distribuye del suroeste de E.U.A. hasta Sudamérica. . (Vibrans, 2017)

Gráfica 25. Diámetros Baccharis salicifolia



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 26. Alturas Baccharis



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Esta especie fue el arbusto que más fue encontrado a lo largo de curso principal siendo el total muestreado de 65 individuos lo que demuestra que tiene alta capacidad de resiliencia como lo indica la descripción, la que establece que puede desarrollarse desde el norte hasta el sur del continente, lo cual se pudo demostrar que se encuentra en todas las áreas de estudio formando extensiones considerables, lo que hace que contribuya a la cobertura vegetal a excepción de las áreas 8 y 10, lo que indica que puede adaptarse y resistir presiones como el pastoreo, lo cual también se debe a que se desarrolla en las inmediaciones del agua, siendo vegetación de primera banda, lo que hace que sea flexible para resistir avenidas. Se debe de agregar que también logra desarrollarse hasta el punto de ser maderable lo que hace que sea dañado para uso de leña lo cual, se debe al desarrollo que presenta como se ve en las gráficas, con alturas promedio que superan 2m y un diámetro promedio mayor a 3m. La abundancia de esta especie evidencia recuperación del sistema de ribera, ya que donde se observó fue un indicador de sucesión ecológica.

Sauce *Salix bonplandiana*



Elaboración propia 2017

Se encontraron dos arbustos de sauce los cuales presentan las siguientes dimensiones.

Tabla 24. Arbustos de Sauce

Cantidad	Diámetro cm	Especie	Altura M
1	900	sauce	11
2	176	sauce	2.1
Promedio	538	Sauce	7.6

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Se debe de destacar que estos sauces han tomado esta forma debido a los facturares en los que se encuentran como lo es proximidad al rio lo que los ha llevado a tomar la forma de arbusto.

Aliso *Alnus acuminata*

Se mido un arbusto de aliso el cual posee las siguientes dimensiones.

Tabla 25. Arbustos de Aliso

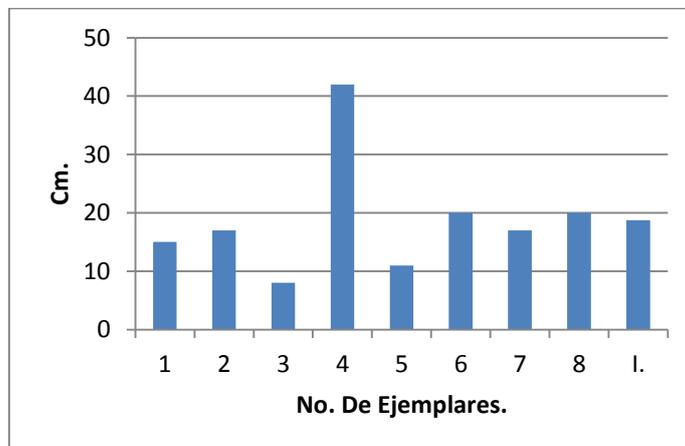
Cantidad	Diámetro cm	Especie	Altura M.
1	6	Aliso	5.34

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Se encontró un aliso que tomo la forma de arbusto lo cual se pueda deber al ambiente y/o características genéticas, que lo hace una variación, dado que este especie por lo general toma la forma de árbol, como se observa en la tabla este posee un desarrollo que puede ser tomado como aceptable debido al diámetro y altura que presenta.

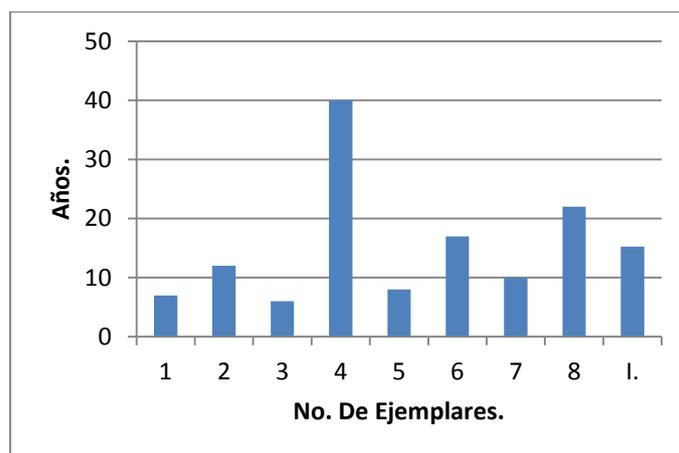
B cuenca de curruchique
Arboles
Buddleja cordata

Gráfica 27. Diámetros *Buddleja*



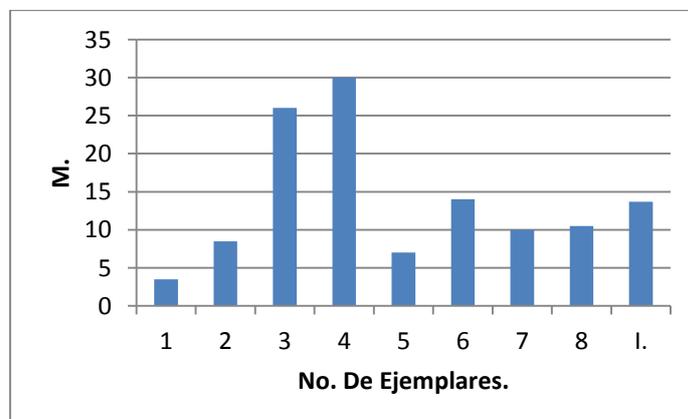
Fuente: *Elaboración Propia Datos De Campo 2017*

Gráfica 28. Edades *Buddleja*



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 29. Alturas *Buddleja*

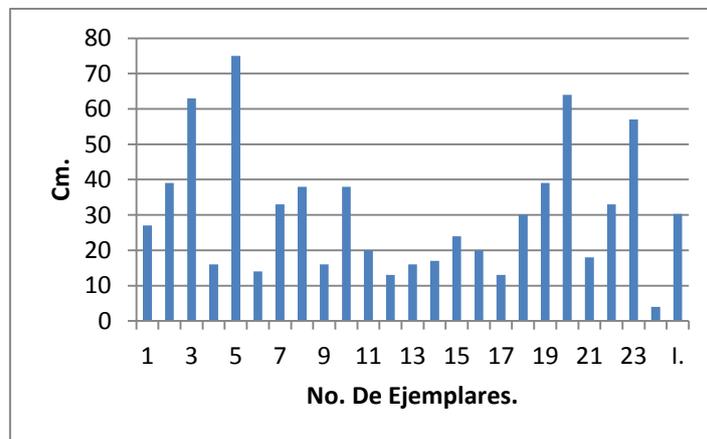


Elaboración Propia Datos De Campo 2017

En base a las gráficas se puede determinar qué. A diferencia del curso principal esta especie se encuentra más desarrollada tanto en altura, diámetro y edad. lo cual se debe a que el curso se encuentra encajonado lo que hace que tenga un menor contacto con el agua y pueda desarrollarse de mejor forma, esto se demuestra al muestrearse el mismo número de ejemplares por curso. Como se ve en la gráficas, la mayoría cuenta con una edad menor a 15 años lo que indica que aún están en desarrollo, encontrándose casi en todas las áreas que tenían vegetación de árboles considerable, a excepción de las áreas 2,3, y 4, encontrándose la mayoría de ejemplares medidos en las áreas 5 y 6 cm un promedio de altura mayor a 10 metros, dado que se muestreo el mismo número con respecto del curso principal, teniendo en cuenta las dimensiones de cursos, se determina que esta especie tiene mayor presencia y resiliencia en este curso.

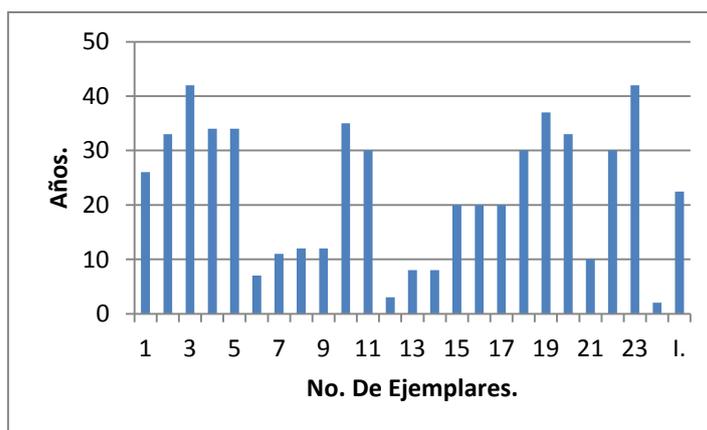
Cerezo *Prunus serotina*

Gráfica 30. Diámetros Cerezo



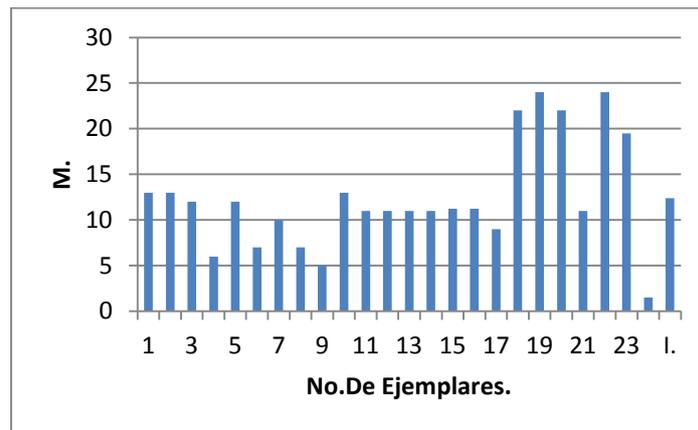
Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 31. Edades Cerezo



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 32. Alturas Cerezo



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Esta especie, como se mencionó anteriormente, no es propia de ribera pero puede desarrollarse dentro de esta; se encuentra en mayor número que en el curso principal, que se puede deber a que este curso cuenta con mayor presión agrícola, también se debe a que hay menor contacto con el río el cual se da solo durante las avenidas, favoreciéndose su desarrollo. Como se ve en las gráficas sus promedios de diámetros y alturas son superiores a las que presenta en el curso principal, ya que si bien puede desarrollarse cerca del curso de agua se desarrolla mejor a distanciada del contacto directo; debe resaltarse la diferencia de un promedio de menor edad con respecto a las edades encontradas en el curso principal, no superando la mitad de especímenes muestreados los 20 años siendo 9 de estos inferiores a 15 años, encontrándose también especímenes de 42 años lo cual indica una resiliencia a través del tiempo y de generación en generación, demostrando una capacidad para resistir las presiones a las que son sometidas y a la vez tener capacidad de reproducirse, garantizando así una resiliencia completa al igual que en el curso principal. El que se encuentre mucho esta especie es evidencia de falta de especies propias del ecotono.

Arbustos

Arrayan *beccharis vaccinoides*

Tabla 26. Arbustos arrayan

Diámetro	Especie	altura
270	arrijan	4

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Se contabilizo solo un ejemplar de esta especie lo cual es un indicador de la poca adaptación de este arbusto a las condiciones que presenta este curso de agua como lo es poco espacio para desarrollarse, mayor presión agrícola y avenidas que inundan zona de vegetación.

Buddleja cordata



Elaboración propia 2018

Tabla 27. Arbustos *Buddleja cordata*

No.	Diámetro	Especie	altura
1	260	budleya	3.1
2	140	budleya	2.6
Promedio	200	budleya	2.85

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Se muestrearon dos individuos lo cual demuestra que este curso posee características que limitan la supervivencia de esta especie, siendo además de las avenidas, la presión agrícola, pastoreo, y la presencia riberas colgadas, que dan poco espacio para el desarrollo de especies resistentes a avenidas.

Cerezo Prunus serotina

Tabla 28. Arbusto Cerezo

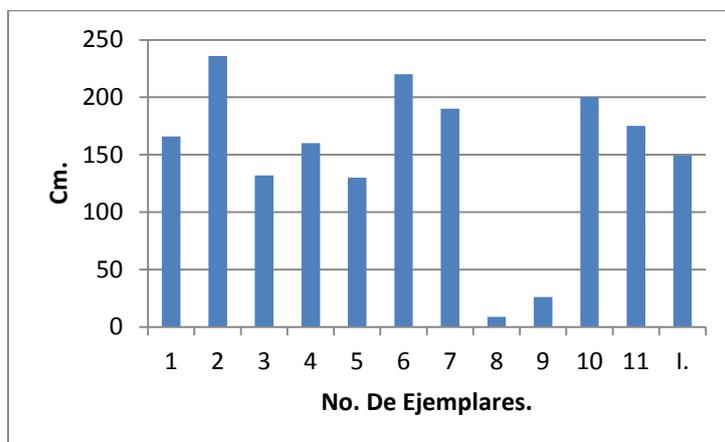
Diámetro	Especie	altura
370	cerezo	0.95

Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Se muestro un arbusto de cerezo, lo que confirma la resiliencia que posee dicha especie en este curso, el cual tomó esta forma debido a las características presentadas por el entorno donde crece, siendo la ramificación una forma de soportar las corrientes de agua.

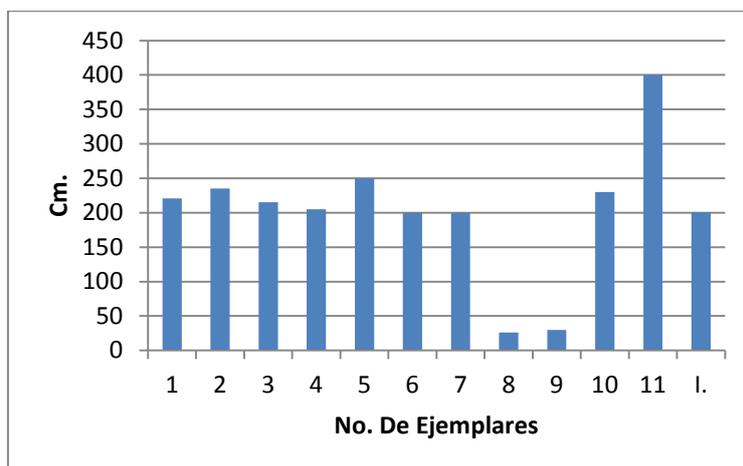
Chilca *Barkleyanthus salicifolius*.

Gráfica 33. Diámetros Chilca



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 34. Alturas Chilca

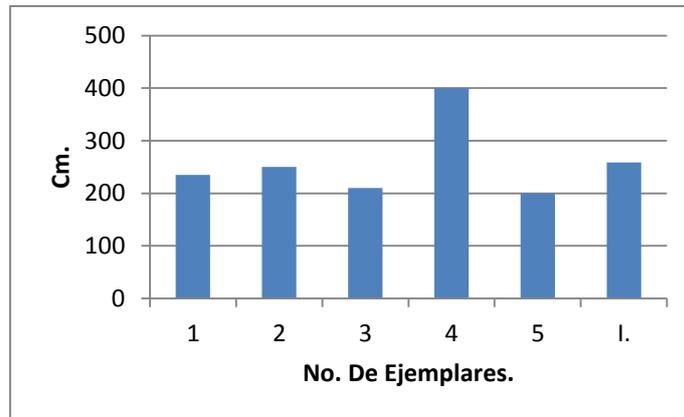


Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Este arbusto fue el que más se presentó, pero debe de mencionarse que no se encuentra en las áreas muestreadas cercanas al curso principal como las 7 y 8, en cambio se muestreo en las áreas 1 y 3, siendo el área 1 una de las más degradadas, pese a que es la especie que fue mayormente muestreada su número es poco, lo que confirma que las riberas de este curso han sido degradadas, limitando el crecimiento vegetal, sin embargo, como se observa en las gráficas cuentan con un buen desarrollo, siendo el que presenta mayor resiliencia.

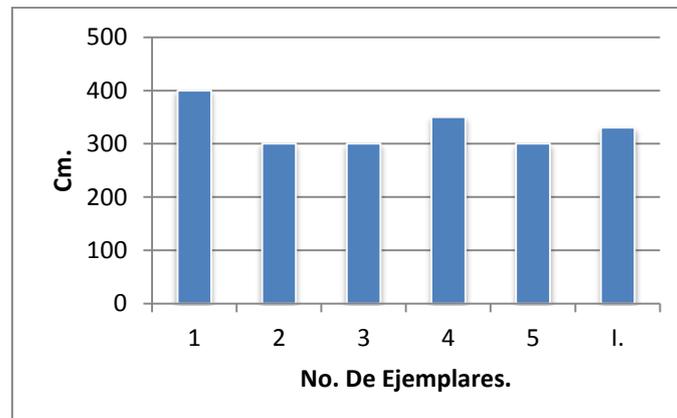
Baccharis salicifolia.

Gráfica 35. Diámetros *Baccharis*



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Gráfica 36. Alturas *Baccharis*



Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Solamente fue muestreada en área 8, la que colinda con el curso principal, por lo que se puede establecer que si bien son vegetación de este curso provienen de la vegetación del curso principal, siendo el ejemplar con más individuos muestreados después de la chilca. Como se puede ver en la graficas cuenta con un buen desarrollo, lo que indica que si bien presenta muy buena resiliencia en el curso principal, no, lo hace en este curso debido a encajonamiento que se muestra, sumando a esto poca cantidad de agua durante la mayor parte del tiempo y una mayor contaminación, lo cual indica que es una especie con resiliencia en condiciones sin degradación extrema como lo son las riberas colgadas y modificación del lecho.

4.4.3. Estructura de la vegetación a Nivel general por curso de agua

Tabla 29. Inventario forestal Rio principal Arboles

Rodales	Parcelas	Área Basimétrica (cm.)	Diámetros (cm.) (Prom)	Edad Años (Prom)	Especie	Alturas (M) (Prom)
1	2	973.4020933	26.5	7.55	5	13.671
2	3	56.77522792	14.9	14.45833333	2,3	6.288333333
3	2	277.5077465	25.6	41.1	1,2,8	5.286
4	3	317.8473779	28.0555556	45.9166667	1,2,3	10.55
5	4	320.5637462	11.425	8.5	1,2,3,5,6,7	5.1545
6	2	432.661072	13.65	15.9	1,2,3,6	4.59
7	3	367.6669112	19.08333333	26.48333333	1	9.183333333
8	1	318.8958333	16.33333333	17.33333333	1	10.6666667
9	2	284.3429588	33.375	27.2	2,3,4	11.925
10	2	437.3093093	22.73333333	21.7	1,4,6	7.64
Promedios /Totales	24	378.6972276	21.1655556	22.6141667	1,2,3,4,5,6,7,8	8.495483336

Código de Especies	
1	Sauce
2	Aliso
3	Budleja
4	Cerezo
5	Álamo
6	Ciprés
7	Pino
8	Chilca
9	Otros

Fuente: Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 30. Inventario forestal Rio principal Arbusto

Rodal	parcelas	Diámetro (cm)	Especie	Altura (cm)
1	2	65.54	1,2,8	140.3
2	3	237.3333333	1,2,3	263.2
3	2	184.8	1,2,3	208
4	1	185	1,3	264
5	4	338.1375	1,2,3,7,8	287.8
6	2	311	1,3	289.8
7	2	303.4	1,6	249.96
8	4	398.75	1,3	312.4
9	1	483	4	190
10	1	331.5	1	174.825
Promedios/Totales	22	283.84	1,2,3,4,6,7,8,9	238.02

Código de Especies	
1	becharis
2	Chilca
3	Arraijan
4	Budleja
5	Cerezo
6	Aliso
7	Sauce
8	Álamo
9	Otros

Fuente: Elaboración Propia Datos De Campo 2017

La vegetación de riberas se encuentra bajo presiones, especialmente de origen antrópico, siendo: pastoreo, el cual hace que las plántulas en crecimiento sean aplastadas por ganado hecho que sucede frecuentemente, reduciendo así la regeneración de especies arbóreas, lo cual posiblemente ha llevado a que actualmente no se cuenten con todas las que hubieron en el pasado; a esto se debe de sumar la contaminación por desechos sólidos y aguas residuales, las cuales agregan agentes externos al suelo el cual pierde sus características naturales, de igual manera los desechos sólidos ocupan áreas de suelo, lo que impide el crecimiento de vegetación; zonas de extracción de arena en las cuales se impide y limita la revegetación, especies exógenas y malas reforestaciones, las cuales introducen especies ajenas al ecotono, lo que repercute en que sean competencia para las especies propias, limitando e impidiendo el crecimiento de

estas, así mismo, las hojas que estos aportan al suelo y agua cambian el aporte de nutrimentos lo que a su vez afecta a quienes dependen de ellos; extracción de vegetación la cual se observó principalmente en arbustos leñosos.

Bajo las presiones antes mencionadas se desarrolla la vegetación que fue encontrada, mostrando resiliencia a estas como se muestra en los promedios de altura, diámetro y edad de la tabla de inventario de árboles, contando con un desarrollo aceptable, mostrando diferentes niveles de resiliencia, la que se ve condicionada por las situaciones que se presentan, pudiéndose observar que las especies que tienen mayor capacidad de desarrollarse cerca al río tienen mayor sobrevivencia y las que, pese a no tener una gran resistencia al agua, han podido establecerse como lo es la especie budleja, que se reproduce por medio de semillas pequeñas y aladas.

Se puede corroborar como especies exóticas se desarrollan de una buena manera impidiendo el desarrollo de la autóctonas como se ve en el rodal 1 el cual solo posee álamo que presenta buen desarrollo, en tanto que para los arbustos poseen un desarrollo aceptable como se observa en la tabla de inventario, para estos cabe mencionar que en el área de estudio 9 se encontraron más arbustos que árboles, en tanto que en el área 6 una de las parcelas solamente se encontró arbustos en el área 2 donde se contabilizó solo un árbol en una parcela siendo el resto de vegetación arbustos.

A nivel general se cuenta con un buen porcentaje de vegetación arbustiva que es un indicador de sucesión ecológica y que demuestra que existe un proceso de recuperación del actual ecotono, ya que por medio de ortofotos de 2006 se constató que no se contaba con la vegetación que se cuenta actualmente, pero a la vez puede demostrar que las presiones que se dan solo permiten llegar a la fase arbustiva y muy difícilmente pasar a la siguiente fase o bien pueda darse el caso de una: "Primera etapa de degradación: La apertura de claros en el bosque conlleva la rápida colonización por sauces y arbustos heliófilos de la orla espinosa al desaparecer la sombra intensa" (Ministerio de amb y medio rural y marino Esp, Confederación hidrográfica del Segura, & Programa agua, 2008), a su vez ha de mencionarse que esta vegetación es producto de la pérdida del caudal del río, ya que se desarrolla en un área que corresponde al cauce del río lo que se constató con ortofotos de 2006 y 1991, lo que hace que sea ecológicamente malo.

En cuanto a diversidad, como se ve en los inventarios, se muestrearon 8 especies de árboles siendo 5 netamente propios y 8 especies de arbustos siendo 6 de ellos propios lo cual indica que se cuenta con diversidad biológica al ser más de 2 especies, sin embargo al no tener registros de especies de años anteriores, no se pudo establecer si el número muestreado actualmente, corresponde una alta o baja diversidad.

Tabla 31. Inventario forestal Rio Curruchique Arboles

Rodal	Parcelas	Área Basimétrica (cm.)	Diámetro (cm) (Prom)	Edad Años (Prom)	Especie	Altura (M) (Prom)
1	1	2283.11688	44	33.66666667	4	11.2
2	1	821.818182	23.2	9.8	3,4	6.5
3	2	521.559091	19.9	18.4	4	10.95
4	2	1528.00673	28.2	22.3	3,4	18.85
5	1	919.402985	24.5	19	3,4	10.375
Totales /Promedios	7	1214.78077	27.96	20.63333333	3,4	11.575

Código de Especies	
1	Sauce
2	Aliso
3	Budleja
4	Cerezo
5	Álamo
6	Ciprés
7	Pino
8	Chilca
9	Otros

Fuente: Elaboración Propia Datos De Campo 2017

Tabla 32. Inventario forestal Rio Curruchique Arbustos

Rodales	Parcelas	Diámetro	Especie	Altura
1	1	164.8	2	2.252
2	1	111.25	2	1.14
3	1	193.75	2,4	3
4	1	280	3,5	2.78333333
5	1	259	1	3.3
Totales/Promedios	5	201.76	1,2,3,4,5	2.49506667

Código de Especies	
1	Becharis
2	Chilca
3	Arraijan
4	Budleja
5	Cerezo
6	Aliso
7	Sauce
8	Alamo
9	Otros

Fuente: Elaboración Propia Datos De Campo 2017

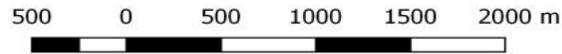
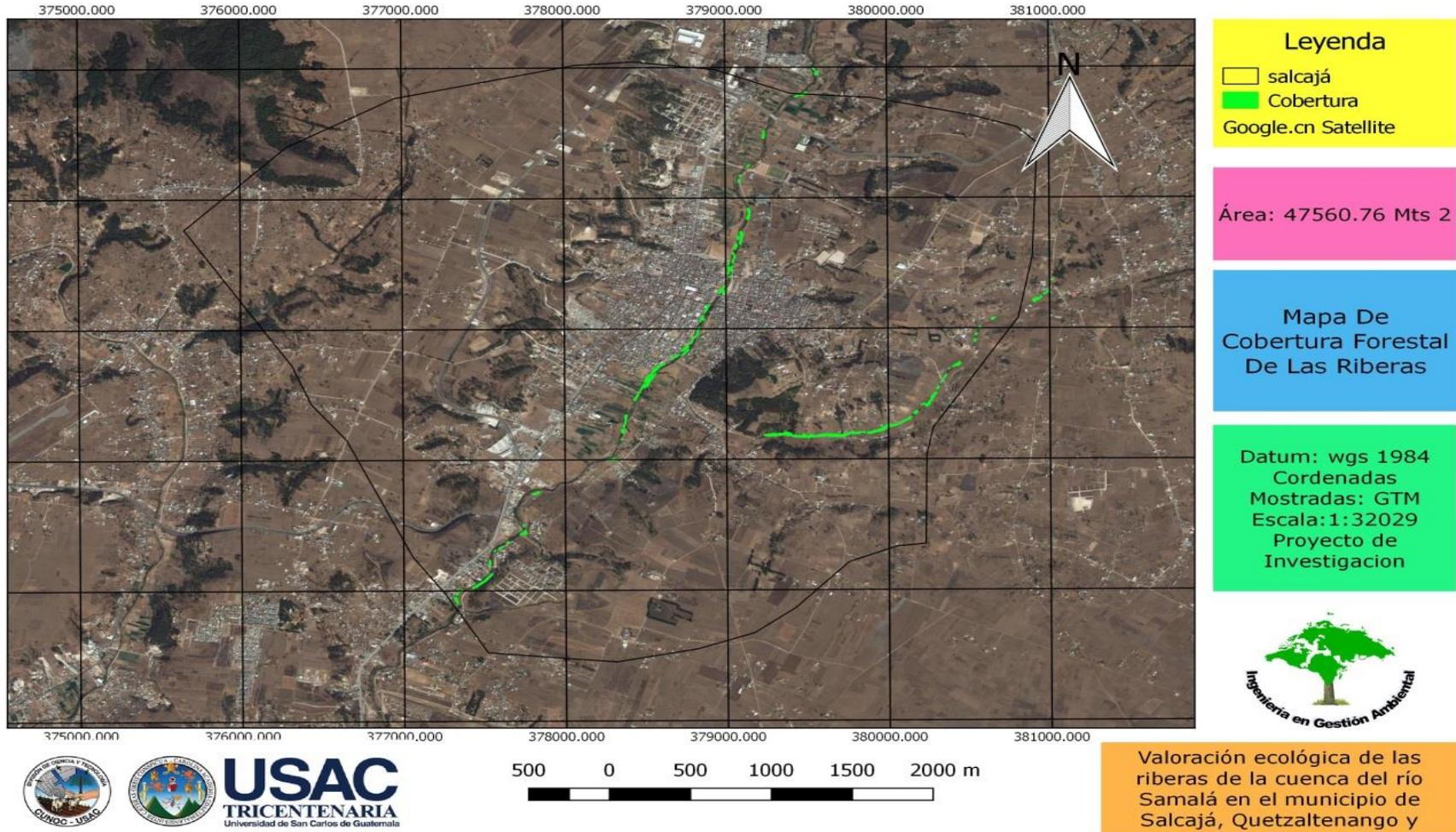
Para el caso de este curso se puede ver que en este hay una menor vegetación así como diversidad, de esta, en comparación del curso principal, solamente se muestrearon dos especies de árboles y 5 de arbustos. Ha de mencionarse que no se muestrearon especies exógenas, así mismo no se observaron reforestaciones. En las 8 áreas de estudio solo se observaron 5 con vegetación suficiente para ser objeto de muestreo, lo cual se debe a las presiones a las que se ven sometidas las riberas de este curso como son pastoreo, modificación del lecho del río, lo que derivó en que se aumentara el nivel de riberas colgadas que se presentan, que al combinarse con la poca cantidad de agua que circula por el curso impiden que se tenga una zona correcta para el crecimiento de vegetación, siendo otro factor que al producirse avenidas estas inundan de una manera no natural a la vegetación que pueda crecer dando como resultado poca vegetación, presentándose una “Tercera etapa de degradación: Si persiste la acción del hombre y el ganado pastorea y abona el suelo intensamente, aparece finalmente un prado de grama y tréboles. Este paso entre el juncal y el prado es dinámico, fluctuando la dominancia de uno u otro según la intensidad del pastoreo.” (Ministerio de amb y medio rural y marino Esp, Confederación hidrográfica del Segura, & Programa agua, 2008).

Todo esto deriva en que la vegetación muestreada sea la que presenta adaptación (resiliencia) a estas condiciones desarrollándose en la cima de las orillas inmediatas, con especies de menor requerimiento hídrico, como se ve en el inventario, siendo para los arboles las especies Cerezo y budleja las únicas muestreadas, de las cuales solamente puede tomarse budleja como propia, las cuales como se ve en el inventario de árboles poseen un desarrollo aceptable debido a las condiciones que se mencionaron antes, en tanto que para arbustos la gran mayoría fueron chilca, el arbusto bachares solo se encontró en la zona en la que se unen ambos cursos de agua, por lo que puede ser tomado como vegetación que proviene del curso principal. Como puede observar en el inventario de arbustos, los últimos mencionados cuentan con un buen desarrollo, superando los 2 metros en altura y diámetro de promedio.

4.4.4. Cobertura forestal de las Riberas

Por medio del uso de sistemas de información geográfica se estimó la cobertura de bosque ribereño en las cual se incluyó algunas zonas de arbustos dicha cobertura se puede observar en el siguiente mapa.

Mapa 3. Cobertura forestal ribereña.



Elaboración propia 2018

Se puede observar que no se tiene una continuidad total, en todas las riberas lo que evidencia que no se cuenta con una cobertura ideal. Se pueden observar que se tienen zonas en las cuales no hay suficiente vegetación lo que repercute no solo en la zona de riberas, sino en todo el municipio dado que este tiene poca cobertura forestal

4.6. Usos de suelos de las riberas

Para determinar este apartado fue necesario determinar la extensión que una vez tuvieron las riberas, y no solamente la que tienen actualmente, producto de intervención, por lo que se usó teoría fundamentada para determinar la extensión que tuvieron, la cual después de ser analizada se determinó una extensión de 100 M. de ribera para el curso principal y 50 M. para la microcuenca obteniéndose los siguientes resultados.

Para obtener el resultado se basó en siguiente formato el cual ayudo a dictaminar el resultado.

Tabla 33.Formato guía para obtener resultado.

		Nivel de calidad		
		Muy bueno	Bueno	Inferior a bueno
% Usos	Natural	≥85	≥60	<60
	Agrícola	≤15	≤40*	>40*
	Urbano	0	5	>5

Fuente: l'Aigua, 2006

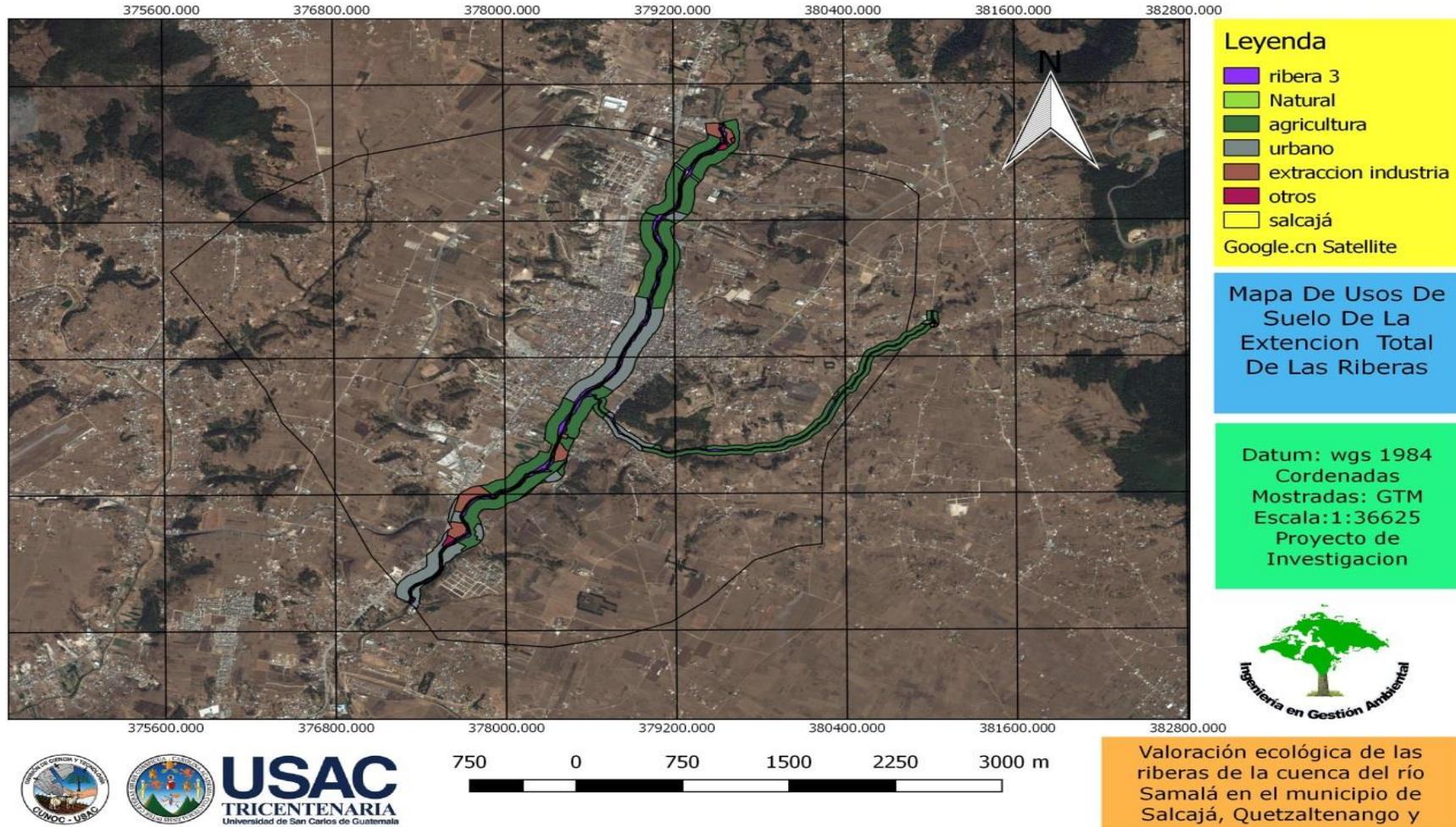
Tabla 34. Datos obtenidos usos de ribera

% de Usos	Usos	M2	%
	Natural	124719.8	10.02
	Urbano	324536	26.07
	Agrícola	712521	57.25
	Extracción/Industrial	74327	6
	Otros	8325	0.66
	Total	1244428.8	100

Elaboración Propia 2018

Como se puede observar el mayor porcentaje corresponde a uso agrícola superando el 50 %, en tanto que el porcentaje de riberas actuales que no se ven sometidas a extracción de arena solamente llegan al 10% constituyéndose en el porcentaje de uso natural. Por lo que en base a la tabla 32. Se dictamina como malo, lo cual indica que es imposible tener una completa restauración de este ecotono, sin embargo, dado que la el mayor porcentaje es agricultura, que no es un daño permanente, bajo un correcto uso territorial y apegándose a medidas se puede restaurar parte de las riberas, la distribución se puede apreciar en el siguiente mapa.

Mapa 4. Usos de riberas.



Elaboración propia 2018

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones

- En base al método QBR se determinó que a nivel general de cuenca se tiene un mal nivel de conservación del bosque de ribera, lo cual se debe al contacto con el ser humano y las actividades que han sido realizadas por parte de este a través del tiempo, lo que deriva en que se tenga poca cobertura forestal, poca continuidad de la cobertura a lo largo de las riberas, el bajo nivel de conservación también puede ser constatado por la presencia de pasto, el cual es un mal indicador de conservación.
- Mediante la aplicación del método (IHG), se determinó que el sistema fluvial de las riberas estudiadas, pese a que tiene impactos degradantes como lo son aguas servidas, extracción de agua de pozos cercanos al río para agricultura y extracción de áridos, estos pueden ser catalogados como impactos no del todo contundentes, debido a que no poseen el nivel suficiente para alterar gravemente al sistema, como es el caso de desvíos de ríos o embalses, los cuales generan cambio significativos en el caudal del río.
- La valoración llevada a cabo por los métodos QBR e IHG, concluye que el estado actual de las riberas no es ideal, pese a que ambos tienen enfoques diferentes, por lo que el método QBR presenta resultados menos favorables, lo cual se debe a su orientación a la vegetación arbustiva la cual es uno de los componentes de ribera más degradados, en tanto que el método IHG presenta resultados menos negativos, dado que toma en cuenta otros componentes como el sistema fluvial y cauce, los cuales no presentan el nivel de degradación que posee la vegetación

5.1 Recomendaciones

- Que la Municipalidad tome en cuenta el área de riberas en el plan de ordenamiento territorial con el fin de buscar la protección, preservación y recuperación de las mismas, así como crear una política y reglamento que rijan las actividades que se dan dentro de las riberas.
- Realizar más estudios en las riberas, geomorfológicos, hídricos, de vegetación, suelos y otros, así como la creación de mapas de inundaciones, con el fin de establecer el límite de riberas. De igual modo hacer investigación longitudinal con el fin establecer que tipos cambios se han dado.
- Que se impulse la valoración de riberas en todos los municipios que forman parte de la cuenca con el fin de impulsar acciones de recuperación de la vegetación de riberas en toda la cuenca, para que los cambios realizados permitan recuperar el corredor ecológico que constituyen las riberas.
- Realizar planes de manejo de la vegetación ripiaría con el fin buscar la protección, preservación y establecimiento de esta, por parte de la Municipalidad, en conjunto con entidades nacionales e internacionales de índole ambiental, para de tener un área boscosa para el Municipio.
- Que se hagan investigaciones y pruebas sobre los diferentes índices de valoración con el fin de poder elaborar un índice acorde a las riberas del país, para lo cual se debe consultar a expertos en temas forestales, geomorfológicos e hídricos con el fin de tener un instrumento que permita una valoración holística e integral.

6. PROPUESTA DE RESTAURACIÓN.

6.1 Presentación de la propuesta

Como se puede constatar en los resultados de la presente investigación las riberas de la cuenca del río Samála del municipio de Salcája, se encuentran en un gran estado de degradación, el cual puede empeorar si no se toman acciones para recuperarla, lo cual implicaría la pérdida de biodiversidad zonas de recarga hídrica y una masa forestal que funge como una zona de mitigación de la contaminación atmosférica generada en el municipio. Por lo cual con los antes mencionado y los beneficios que representan siendo proveer de recurso hídrico para la producción de alimentos, se hace de urgencia la creación de una propuesta de restauración ecológica para las riberas que busque la recuperación de estas a su estado anterior a las situaciones y acciones que provocaron su degradación, en la medida de lo posible en áreas que sea factible y en otras la recuperación de sus funciones principales.

Dada las características y perturbaciones que presentan actualmente las riberas de la cuenca como lo es especialmente la urbanización, agricultura pastoreo, desechos sólidos, extracción de áridos, reforestaciones y comunidades de especies exógenas, no se puede ejecutar una restauración en su mayor nivel como se puede observar en la figura no.3, en todo el municipio, en cambio se ejecutara en los niveles que sea factible. Los cuales estarán en función de los niveles de degradación que se presenten en las diferentes zonas del municipio, como se pudo constatar durante la valoración de las mismas. Dado que la temática de restauración de riberas es nueva en el país en la presente propuesta no se pueden proponer del todo acciones concretas y específicas a ejecutarse dado que el entorno actual no favorece esta debido a factores como: falta de inclusión de protección de riberas en el plan de ordenamiento territorial y falta de conciencia de la población.

Junto con lo antes mencionado debe agregarse que los ejemplos de restauraciones de riberas que se tienen han sido llevados a cabo en otros países, en los cuales para la realización de estas se tiene más estudios como los es caracterización hidromorfológica, marcos legales que favorecen y técnicas como bioingeniería que favorecen estas actuaciones. En la presente propuesta se presentan directrices, lineamientos y acciones que se ajustan a la realidad y entornos que se presentan dentro del municipio de Salcája por lo que dichas acciones propuestas buscan además de una restauración, encaminar hacia la propiciación de un entorno social, político que favorezca la realización de estas actuaciones, al mismo tiempo también busca convertirse en un ejemplo a seguir por los demás municipios del país que cuenten con riberas con el fin de propiciar la restauración de riberas a nivel general en el país.

6.2. Objetivos

Objetivo General

- Impulsar la restauración de las riberas de la cuenca del río Samála.

Objetivo específicos

- Establecer lineamientos que busquen la restauración de las riberas.
- Establecer acciones concreta para el manejo de la vegetación de ribera.

Bases para la restauración ecológica de las riberas de la cuenca del río Samalá del municipio de Salcajá

6.3. Lineamiento de restauración de riberas

Recuperación del régimen hídrico

Para recuperar las riberas uno de los factores de suma importancia es la recuperación del caudal del río para lo cual se deben de tomar acciones como lo son:

- 1) Evitar en la medida de lo posible la extracción de agua para cultivos.
- 2) Evitar agregar aguas servidas.
- 3) Implementar plantas de tratamiento en puntos estratégicos.
- 4) Promover el reusó de aguas tratadas para la actividad agrícola o industrial.
- 5) Legislar para evitar que la agricultura e industria extraiga y viertan agua al caudal del río, de esta manera se evitara la alteración de caudales,
- 6) Implementar acciones legislativas para que las empresas y entidades que fabriquen productos y presten servicios con uso de agua tengan sus propios sistema de tratamiento,
- 7) No permitir el desvío del río y apropiación de este por parte de personas o entidades.

Inclusión en el plan de ordenamiento territorial

Un aspecto importante en la recuperación de riberas es tener el espacio propio de estas, el cual hay zonas donde está ocupado por propiedad privada para lo cual la municipalidad y/o gobierno deberán de:

- 1) Llegar a un acuerdo con los propietarios de terrenos adyacentes para que estos bien puedan vender o destinar parte de su terrenos para un uso natural.
- 2) Que este acuerdo incluya recibir un pago a cambio de dicha acciones o bien ser exonerados de servicios municipales.
- 3) No permitir que se construyan viviendas y se realicen actividades que produzcan daño a inmediaciones de la zona de ribera.
- 4) Asignar un zona específica del municipio o de las riberas para ser destinada al pastoreo, en caso de darse en riberas debe de establecerse zonas las cuales después de cierto periodo de actividad, se deba de

trasladar a la siguiente zona con el fin de permitir la recuperación de la vegetación de la zona y el establecimiento de arbustos y árboles.

- 5) Para la extracción de arena debe de asignarse la actividad extractiva a un área la cual después de cierto periodo de actividad deba de trasladarse, a la siguiente zona de extracción con el fin de permitir la recuperación de la sección de ribera, evitando una modificación drástica para después volver a dicha área y permitir que la anterior no se modifique drásticamente, esta acción también permitirá que la zonas en descanso puedan reabastecerse de áridos.
- 6) Establecer una zona de límite de dominio público hidráulico.

Regulación de las actividades llevadas a cabo dentro de riberas

Se debe de establecer normas que regulen las principales actividades que se llevan a cabo dentro de riberas, como lo son el pastoreo y la extracción de áridos, y extracción de madera.

- 1) Se deben realizar mesas y foros con autoridades municipales COCODES y personas que tengan terrenos inmediatos a la zona de ribera con el fin establecer diálogos y puntos de vista para crear una legislación y política que regule el uso y manejo de riberas.
- 2) Con el fin de que la población está dispuesta a apoyar la iniciativa y se reduzcan los problemas, se establecerá un plan de concientización con el apoyo de la municipalidad y otras entidades nacionales como internacionales, haciéndoles entender que el ceder parte de sus propiedades evitara daños durante la generación de avenidas.
- 3) Se debe de establecer tener un espacio verde en las inmediaciones del río en el casco urbano el cual sería de gran ayuda para el municipio, para lo cual se hará necesario la concientización a todos niveles.
- 4) Se debe de establecer cuotas y permisos para la extracción de material vegetal y otros recursos de las riberas, así como establecer la cantidad de recurso permitido a extraer.
- 5) Se deben de establecer permios cuotas y cantidades de extracción de áridos con forme a lo que establezca el MARN y MEM.
- 6) Se debe establecer un monitoreo y evaluación de las riberas cada 6 meses con el fin de evitar su degradación y mantener su estado.
- 7) No se debe de permitir la caza y agresión a la fauna en la zona de riberas.
- 8) No se debe de permitir el pastoreo en riberas, salvo si se establece una o más zonas de estas para realizarlo.
- 9) Se debe de implantar sanciones a las personas y/o entidades que no cumplan con los requerimientos anteriormente establecidos, así como personas que arrojen desechos sólidos.
- 10) Debe de asignarse un grupo de personas o establecerse una entidad encargada de velar por la protección de riberas.

6.4 Lineamiento Manejo de la Vegetación

Se debe establecer tanto acciones como normas para un buen manejo de la vegetación, las cuales busquen tener biodiversidad vegetal, siendo también hábitat para fauna, por lo cual se presentan a continuación las siguientes acciones a ejecutarse.

1) Establecer la viabilidad de intervención

Ha de analizarse si los cursos de agua y la especies actuales tienen la suficiente capacidad de proveer de semillas y propagarse por sí mismas en caso de ser así ha de proveerse las condiciones necesarias para que las especies vegetales puedan establecerse, con acciones del tipo restrictivas y preventivas, en caso contrario ha de analizarse en que zonas serán reforestadas con especies propias de ribera.

2) Mantenimiento de una franja de vegetación adyacente a los cursos de agua

Se evitara la remoción de esta franja, por el contrario se buscara propiciar la expansión de esta área como una zona de conservación, para lo cual se prohibirán acciones como pastoreo en esta zona, implementación de medidas para la extracción de áridos con el fin de producir el mínimo de daños a esta zona, para esto se recurrirá a la regeneración natural en caso de que esta sea escasa o nula se recurrirá a la reforestación con especies acordes a la zona.

3) Reforestaciones

En la zonas donde se determine que se tenga que hacer intervención se reforestara en bandas de vegetación con uso de especies propias de ribera, para lo cual en la primer banda que tiene contacto directo con el curso de agua deben sembrarse arbustos como becharis salicifolia, junto con árboles de aliso y sauce, en tanto que para la segunda franja la cual depende del nivel freático se establecerá arboles como aliso, budleja y aliso y los arbustos arraijan y chilca, para la zona de adyacencia de ribera ha de sembrarse arboles como roble ciprés y pino, garantizando así un correcto ecotono y zona de transición entre este y la zona adyacente.

4) Establecimiento de agroforesteria

En los terrenos ocupados por actividades agrícolas debe de mantenerse intacta la primera banda de vegetación, en tanto que para la segunda banda, en base al tamaño que posea podrá realizarse agroforesteria. Ha de mencionarse que en la zona donde se produzca agroforesteria, debe evitarse el uso de productos químicos dañinos, en caso de hacer uso de estos se usaran en la menor medida posible.

5) Manejo de especies invasoras

Debe de establecerse la lista de especies exógenas que se tienen dentro de las riberas para después establecer acciones a ejecutarse como lo son eliminación

directa, eliminación gradual o reducción y manejo de la especie, la cual se aplicaría en caso de ser difícil la eliminación y en base al coste beneficio.

- **Caso del álamo:** Se procederá a la corta de trozas, mas no la extracción total de los individuos, dado que al hacer esto se dejaría desprotegido el suelo quedando propenso a ser lixiviado por el rio. Por lo cual después de ser cortado se establecerá vegetación autóctona junto con esta especie. No se permitirá el desarrollo de álamo por lo que se harán cortas a sus rebrotes y desbroces a sus arbustos, al momento de establecerse debidamente la vegetación autóctona se procederá a la extracción total del álamo.
- **Reforestaciones con especies exóticas y foráneas:** Se establecerá un control de reforestaciones dentro de la riberas las cuales se harán solo en caso de ser necesarias, en las cuales no se permitirá la siembra de especies típicas de reforestación como lo es pino y ciprés, ya que si bien pueden adaptarse al ecotono no son propias del mismo, en caso de darse una reforestación de este tipo se procederá a eliminar las plántulas.

6) Pastoreo y extracción de áridos

- **Pastoreo:** En caso de que se de pastoreo este ha de realizarse de una manera controlada evitando que se de en el área adyacencia al curso de agua, para lo cual se debe de hacer uso de cercos de protección.
- **Extracción de áridos** Para el caso de la extracción de áridos esta actividad se ejecutara en zonas puntuales donde solo se eliminara la vegetación que sea necesaria donde se haga la extracción y transcurran los vehículos, permitiendo así que las interacciones ecológicas de esta zona se puedan seguir dando.

7) Establecimiento de un vivero ripario

Con el fin de contar con material vegetal para cuando sea necesario se establecerá un vivero o se destinara parte del vivero que actualmente provee de material vegetal a la municipalidad, para la producción de arbustos y árboles de ribera, el cual además de proveer para el municipio podrá proveer para otros municipios que ejecuten restauración de riberas.

8) Monitoreo de la vegetación.

Se ejecutaran monitoreos en las riberas cada 6 meses con el fin de garantizar la preservación de estas en los cuales se ejecutaran muestreos de vegetación y se tomara datos de las características que se presenten como lo son presencia de especies exógenas daños y agentes patógenos en la vegetación, pastoreo y extracción de arena en lugares no permitidos, botaderos de desechos sólidos, con la finalidad de erradicar estos y mantener la vegetación en un estado óptimo.

9) Creación de acuerdos con entidades naciones e internacionales

Para garantizar la preservación y protección de la vegetación y el río, se hace necesario hacer nexos y alianzas con ONGS, entidades ambientales y de conservación tanto locales, regionales, nacionales e internacionales, por lo que estas se realizaran con el fin de recibir apoyo técnico, científico, logístico y económico, para lo cual se presentara el plan de trabajo y acciones ejecutadas dentro de las riberas como lo es la recuperación de estas con la finalidad de recibir apoyo para mantener un corredor ecológico a lo largo de la cuenca del municipio el cual pueda ser declarado como área de protección dado que se convierte en una zona de refugio tanto para fauna y flora autóctona de la región.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- (CSIC/FECYT)., A. (6 de octubre de 2017). *Arbolapp*. Recuperado el 6 de octubre de 2017, de Arbolapp: <http://www.arbolapp.es/especies/ficha/populus-alba/>
- (ITTO), i. t. (5 de mayo de 2018). *international tropical timber organization (ITTO)*. Recuperado el 5 de mayo de 2018, de international tropical timber organization (ITTO): <http://www.tropicaltimber.info/es/specie/pino-ocote-pinus-ocarpa/>
- Aprende más acerca del agua*. (21 de Abril de 2016). Recuperado el 21 de Abril de 2016, de Aprende más acerca del agua: <http://comunidadplanetaazul.com/agua/aprende-mas-acerca-del-agua/llanura-aluvial/>
- Ciencia Geográfica*. (11 de Octubre de 2016). Recuperado el 11 de Octubre de 2016, de Ciencia Geográfica: <http://cienciageografica.carpetapedagogica.com/2008/03/los-rios.html#>
- Definición MX*. (22 de Abril de 2016). Recuperado el 22 de Abril de 2016, de Definición MX: <http://definicion.mx/valoracion/>
- DefiniciónABC*. (22 de Abril de 2016). Recuperado el 22 de Abril de 2016, de DefiniciónABC: <http://www.definicionabc.com/general/alteracion.php>
- Eduteka*. (22 de Abril de 2016). Recuperado el 22 de Abril de 2016, de Eduteka: <http://www.eduteka.org/proyectos.php/2/3547>
- <http://victoria-acurio.blogspot.com/>. (21 de Abril de 2016). Recuperado el 21 de Abril de 2016, de <http://victoria-acurio.blogspot.com/>: <http://victoria-acurio.blogspot.com/>
- La Guía 2000*. (22 de Abril de 2016). Recuperado el 22 de Abril de 2016, de La Guía 2000: <http://geografia.laguia2000.com/general/meandro#ixzz46XwU9WI8>
- La guía de Geografía*. (22 de Abril de 2016). Recuperado el 22 de Abril de 2016, de La guía de Geografía: <http://geografia.laguia2000.com/general/meandro#ixzz46XwU9WI8>
- Que es la geomorfología*. (21 de Abril de 2016). Recuperado el 21 de Abril de 2016, de Que es la geomorfología: <http://victoria-acurio.blogspot.com>
- Revista Ambienta*. (22 de Abril de 2016). Recuperado el 22 de Abril de 2016, de Revista Ambienta: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Riberas.htm>
- Revista ARQHYS.com*. (11 de Octubre de 2016). Obtenido de Revista ARQHYS.com.
- Alcaldía de mistrato, & Instituto de investigaciones del pacifico. (2010). *aloración ecológica, socioeconómica y ambiental de ecosistemas acuáticos en el municipio de mistrató, Risaralda*. Risalda.

- Almeida, e. a. (2008). *Áreas de ribera sostenibles una guía para su gestión*. Gráficos Vimar.
- ARQHYS.com, E. a. (11 de Octubre de 2016). *Revista ARQHYS.com*. Recuperado el 11 de Octubre de 2016, de Revista ARQHYS.com:
<http://www.arqhys.com/construccion/llanuras-aluviales.html>
- Arreola, S. (2008). *Memorias Historicas de Salcajá*.
- Arreola, S. (Miercoles de Octubre de 2016). Recopilacion informacion Rio/Ribera. (A. Roblero, Entrevistador)
- Asamblea Nacional constituyente. (1985). *Constitucion politica de la republica de Guatemala*. Guatemala.
- Baker , J. R., Ffolliott , P. F., DeBano , L. F., & Neary,, D. G. (2004). *Riparian Areas of the Southwestern United States: Hydrology, Ecology, and Management*. Lewis Publishers,.
- Ballarin, D., & rodríguez , I. (2013). *Hidromorfología fluvial algunos apuntes aplicados a la restauracion de rios en la cuenca del duero*. Valladolid: Confederación Hidrográfica del Duero Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Bunn , S. E., Davies , P. M., & Mosisch , T. D. (1999). Ecosystem measures of riverhealth and their response to riparian and catchment degradation. *Freshwater Biology*. En S. E. Bunn, P. M. Davies, & T. D. Mosisch, *Ecosystem measures of riverhealth and their response to riparian and catchment degradation*. *Freshwater Biology* (págs. 333-345).
- Casa de la cultura de la villa de san luis Salcajá. (1988). Anteproyecto de reforestacion integral en los departamentos de Quetzaltenango y Totonicapan. Elaborado por la seccion de saneamiento ambeintal del distrito de salud de Salcajá, área de salud de Quetzalatenango 15 de abril de 1988. *Horizontes*, 5.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (. C. (6 de octubre de 2017). *vecinos verdes*. Recuperado el 6 de octubre de 2017, de vecinos verdes:
<http://www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/cienciaCiudadana/urbanos/ficha.php?item=Populus%20alba>
- CONAP, C. (2011). *política nacional de diversidad biológica*. Guatemala.
- Confederación Hidrográfica del Ebro, M. (2013). *Metodología para el establecimiento el estado ecológico según la directiva marco del agua protocolos de muestreo y análisis para indicadores hidromorfológicos*.
- Congreso de la República de Guatemala. (1996). *Ley Forestal*. Guatemala.
- Cortes, R. M. (2004). Requalificação de cursos de água Instituto da Água. En R. M. Cortes, *Requalificação de cursos de água Instituto da Água* (pág. 128). Lisboa.
- De Grood, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. J. (2002). . A Typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions. Goods and

- services. *Ecological Economics*. En R. S. De Groot, M. A. Wilson, & R. J. Boumans, *A Typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions. Goods and services. Ecological Economics* (págs. 393-408).
- Díaz, S. A. (11 de Octubre de 2016). *Eduteka*. Recuperado el 11 de Octubre de 2016, de Eduteka: <http://eduteka.icesi.edu.co/proyectos.php/2/3547>
- E, H. (1866). *morfología general de los organismos. principales características generales de las formas en la ciencia orgánica, fundada por la mecánica reformada de la teoría de Charles Darwin de la descendencia*. Berlin.
- Elosegi , A., & Sabater , S. (2009). *Conceptos y técnicas de ecología fluvial*. Fundación BBVA. Bilbao: Rubes Editorial.
- Espasa-Calpe:, D. d. (11 de Octubre de 2016). *WordReference.com: Diccionarios de Español, Ingles, Francés ..* Recuperado el Octubre de 2016, de WordReference.com: Diccionarios de Español, Ingles, Francés ...: <http://www.wordreference.com/definicion/alteracion>
- F, S. (1974). *Diccionario de ecología* . Quito: Abya Yala.
- Fernando, M. (24 de Abril de 2016). *Revista Ambient@*. Recuperado el 2016 de Abril de 2016, de Revista Ambient@: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/>
- fisrwg. (1998). Stream corridor restoration: principles, processes, and practices. . En fisrwg, *Stream corridor restoration: principles, processes, and practices*. (pág. 96). Federal Interagency.
- Goografía, U. C.-i. (22 de Abril de 2016). *Geomorfología dinámica y climática*. Recuperado el 22 de Abril de 2016, de Geomorfología dinámica y climática: http://www7.uc.cl/sw_educ/geografia/geomorfologia/html/3.html
- Goetz, S. (2006). Remote Sensing of Riparian Buffers: Past Progress and Future Prospects. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, 133-143.
- González, M., García, D., Lara, F., & Garilleti, R. (2010). *Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la directiva marco del agua*.
- Goodwin , C. N. (1999). Fluvial classification: Neanderthal necessity or needless normalcy En: Wildland Hydrology. En C. N. Goodwin, *Fluvial classification: Neanderthal necessity or needless normalcy En: Wildland Hydrology* (págs. 229-236). American Water Resources Association,.
- Gregory , S. V., & Boyer , K. L. (2003). *The Ecology and Management*.
- Gregory , S. V., Swanson , F. J., McKee , W. A., & Cummins , W. C. (1991). An ecosystem perspective of riparian zones. *Bioscience*. En S. V. Gregory, F. J. Swanson, W. A. McKee, & W. C. Cummins, *An ecosystem perspective of riparian zones. Bioscience* (págs. 540-551).

- H, E. (s.f.). *Vegetation ecology of central Europe*. Cambridge: University Press. Cambridge, U.K.
- Ibero,, C., Álvarez, , C., Blanco, , J. C., Criada, , J., Sánchez, , A., & Viada, , C. (1996). *Ríos de vida. El estado de conservación de las riberas fluviales en España*. . Sociedad Española de Ornitología, SEO/Birdlife.
- Innis. , A., Naiman , R. J., & Elliott , S. R. (2000). Indicators and assessment methods for measuring the ecological integrity of semi-aquatic terrestrial environments. *Hydrobiologia*. En A. Innis., R. J. Naiman, & S. R. Elliott, *Indicators and assessment methods for measuring the ecological integrity of semi-aquatic terrestrial environments. Hydrobiologia* (págs. 111-131).
- l'Aigua, A. C. (2006). *Protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos*. Barcino Solucions Gràfiques.
- Lara , F., García , D., Gonzales , M., & Garilleti , R. (2006). *Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la directiva marco del agua*.
- Lawler , D. M., Thorne , C. R., & Hooke , J. M. (1997). *Bank erosion and instability*. En: *Thorne CR, Hey RD, Newson MD*.
- Lowrance, R., Leonard, R., & Sheridan, J. (1985). Managing riparian ecosystems to control nonpoint pollution. *Journal of Soil and Water Conservation*. En R. Lowrance, R. Leonard, & J. Sheridan, *Managing riparian ecosystems to control nonpoint pollution. Journal of Soil and Water Conservation* (págs. 87-91.).
- MACHLIS, G. (1993). Áreas protegidas en un mundo cambiante: Los aspectos científicos. En Parques y progreso. UICN, BID. IV Congreso mundial de parques y áreas protegidas. En G. MACHLIS, *Áreas protegidas en un mundo cambiante: Los aspectos científicos. En Parques y progreso. UICN, BID. IV Congreso mundial de parques y áreas protegidas* (págs. 37-53.). Caracas.
- Magdaleno, F. (s.f.). *Principios y técnicas de restauración fluvial Área de Ingeniería Ambiental CEDEX (Ministerio de Fomento)*.
- Magdaleno, , F., & Martínez, R. (2013). Evaluating the quality of riparian forest vegetation: the RFV index. *Forest Systems*. En ,. F. Magdaleno, & R. Martínez, *Evaluating the quality of riparian forest vegetation: the RFV index. Forest Systems*.
- Magdaleno, F. (2005). Caudales ecológicos: conceptos, métodos e interpretaciones Monografía CEDEX. Ministerio de Fomento. En F. Magdaleno, *Caudales ecológicos: conceptos, métodos e interpretaciones Monografía CEDEX. Ministerio de Fomento*. (pág. 194).
- Magdaleno, F. (22 de Abril de 2016). *Rvista ambient@*. Recuperado el 22 de Abril de 2016, de Rvista ambient@:
<http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Riberas.htm>

- Magdaleno, F., Martínez, R., & ROCH, V. (2010). Índice RFV para la valoración del estado del bosque de ribera. En F. Magdaleno, R. Martínez, & V. ROCH, *Índice RFV para la valoración del estado del bosque de ribera*. (págs. 85-96).
- Malanson, G. P. (1993). *Riparian Landscapes*. Cambridge University Press.
- Malard, F., Uehlinger, U., Zah, R., & Tockner, K. (2006). Flood-pulse and riverscape dynamics in a braided glacial river. *Ecology*. En F. Malard, U. Uehlinger, R. Zah, & K. Tockner, *Flood-pulse and riverscape dynamics in a braided glacial river*. *Ecology* (págs. 704-716).
- Mas, f., & C. M. (s.f.). *Principios y técnicas de restauración fluvial*.
- Mexicana., B. D. (12 de octubre de 2017). *Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana*. Recuperado el 12 de octubre de 2017, de Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana.: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Baccharis%20vaccinioides&id=7711>
- Middleton, B. (1999). *Wetland Restoration: Flood Pulsing and Disturbance*. John Wiley & Sons.
- Ministerio de amb y medio rural y marino esp, Confederacion hidrografica del Segura, & Programa Agua. (2008). *Restauracion de ribera manual para la restauracion de riberas en la cuenca del río Segura*. san Vicente de raspeig (alicante): Gráficas Díaz S.L.
- Ministerio de agricultura, a. y., & C. h. (2013). *Metodología para el establecimiento el estado ecológico según la directiva marco del agua protocolos de muestreo y análisis para indicadores hidromorfológicos*.
- Ministerio de amb y medio rural y marino Esp, Confederacion hidrográfica del Segura, & Programa agua. (2008). *Restauración de ribera manual para la restauración de riberas en la cuenca del río Segura*. san Vicente de raspeig (alicante): Gráficas Díaz, S. L.
- Ministerio de ambi y medio rural y marino de Esp, Confederacion hidrografica del Segura, & Programa agua. (2008). *Restauracion de ribera manual para la restauracion de riberas en la cuenca del río Segura*. san Vicente de raspeig (Alicante): Gráficas Díaz. S.L.
- mistrató, I. d. (2010). *Valoración ecológica, socioeconómica y ambiental de ecosistemas acuáticos en el municipio de mistrató risaralda*.
- Munné, A., Solà, A., & Prat, N. (1998). QBR: Un índice rápido. En A. Munné, A. Solà, & N. Prat, *QBR: Un índice rápido* (págs. 20-37).
- Naiman, R. J., Décamps, H., & McClain, M. E. (2005). *Riparia: Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities*. San Diego.: Elsevier/Academic Press.

- Naiman, R. J., & Decámps, H. (1997). The Ecology of interfaces: Riparian zones Annual Review of Ecology and Systematics. En R. J. Naiman, & H. Decámps, *The Ecology of interfaces: Riparian zones Annual Review of Ecology and Systematics* (págs. 621-658).
- Nash, D. L., & Williams, L. O. (1976). Flora of Guatemala. En e. a. Nash, *Flora of Guatemala* (pág. 418).
- O, V. (s.f.). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*.
- Ollero, A., Ballarín, D., Ballarín, D., Díaz, B., Mora, D., Sánchez, F., y otros. (2007). Un índice hidrogeomorfológico (IHG) para la evaluación del estado ecológico de sistemas fluviales. En A. Ollero, D. Ballarín, D. Ballarín, B. Díaz, D. Mora, F. Sánchez, y otros, *Un índice hidrogeomorfológico (IHG) para la evaluación del estado ecológico de sistemas fluviales* (págs. 113-141.).
- ORTIZ, F. M. (2012). *ESTUDIO ETNOBOTANICO MEDICINAL EN 11 MUNICIPIOS DE LA RESERVA DE USOS MULTIPLES CUENCA DEL LAGO DE ATITLAN, SOLOLA*. Guatemala.
- Poff, N. L. (1997). The natural flow regime: A paradigm for conservation and restoration of river ecosystems. BioScience. En N. L. Poff, *The natural flow regime: A paradigm for conservation and restoration of river ecosystems*. BioScience (págs. 769-784).
- PREVDA, P. R. (2008). *Diagnóstico de la cuenca alta del río Samalá*.
- RICOVER Rest ecológica en ríos del sudoeste eur. (2012). *Restauración y gestión ecológica fluvial un manual de buenas prácticas de gestión de ríos y riberas*.
- Roché, J., Rosado, J., Vlamis-Gardikas, C., Stamatis, Z., Sousa, J., Naiman, C., y otros. (2008). *Áreas de ribera sostenibles una guía para su gestión*. Gràfiques Vimar.
- Rzedowski, G. C., & Rzedowski, J. (2001). *Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Sánchez-Mata, D., & De la Fuente, V. (1986). *Las riberas de agua dulce*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Sarmiento, F. (1974). *Diccionario de ecología*. Quito.
- Soloj, E. (6 de Octubre de 2016). Recopilacion informacion Rio/Riberas. (A. Roblero, Entrevistador)
- Sousa, E., Rodrigues, M., & Teiga, P. M. (2009). *Reabilitação do corredor ecológico do rio Uíma (Santa Maria da Feira). 1º Seminário sobre Gestão de Bacias Hidrográficas As Regiões Hidrográficas do Norte e as Perspetivas Futuras de Gestão*. Porto.
- Sterling, A. (1996). *Los sotos, refugio de vida silvestre*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

- TEIGA, P. M. (2003). *Reabilitação de ribeiras em zonas edificadas. Tese de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. Oporto.*
- Teiga, P. M. (2011). *Avaliação e mitigação de impactes em reabilitação de rios e ribeiras em zonas edificadas. Uma abordagem participativa. Tese de Doutoramento. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto.*
- Thorne, C. R., & Hey, R. D. (1997). *Applied geomorphology for river engineering and management.* Chichester.: John Wiley and Sons Ltd.
- Tockner, K., Bunn, S. E., Quinn, G., Naimann, R., Stanford, J. A., & Gordon, C. (2005). *Floodplains: Critically threatened ecosystem. En: Polunin NC. Cambridge: The state of the world's ecosystems. Cambridge University press.*
- Tockner, K., Bunn, S. E., Quinn, G., Naimann, R., Stanford, J. A., & Gordon, C. (2005). *Floodplains: Critically threatened ecosystem. En: Polunin NC. Cambridge: Cambridge University press.*
- Universidad nacional de Colombia, facultad de ciencias departamento de biología grup, & Autores Varios. (2007). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino .*
- Universidad Rafael Landívar facultad de ciencias ambientales y agrícolas instituto de agricultura, r. n. (2002). *La restauración ecológica: conceptos y aplicaciones.* Guatemala.
- vannote, R. L., minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. (1980). *the river continuum concept.* En R. L. vannote, G. W. minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell, & C. E. Cushing.
- Vibrans, H. (12 de octubre de 2017). *Malezas de México.* Recuperado el 12 de octubre de 2017, de Malezas de México:
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/baccharis-salicifolia/fichas/ficha.htm>
- Wenger, E., Zinke, A., & Gutzweiler, K. (1990). *Present situation of the European floodplain forests.* En E. Wenger, A. Zinke, & K. Gutzweiler, *Present situation of the European floodplain forests.* (págs. 5-12).
- World Vision. (2004). *Manual de manejo de cuencas.* San Salvador.

8. ANEXOS.

9.1 Instrumentos.



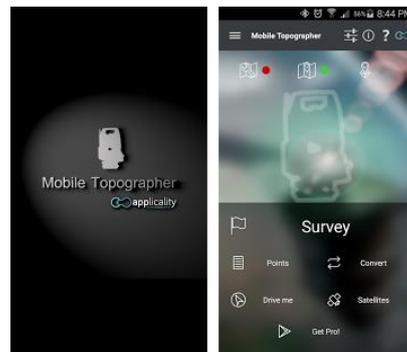
Clinómetro



Cinta diametrica



Metro



Aplicación mobi ltoporgrapher



Software gis



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Inventario Arboles

Rodal: _____ **Zona de estudio:** _____

Parcela	Árbol	Altura	Especie	Edad	Dap (cm)	Área Basal	Observaciones
Total							

Código de Especies	
1	Sauce
2	Aliso
3	Budleja
4	Cerezo
5	Alamo
6	Ciprés
7	Pino
8	Chilca
9	Otros

Inventario Arbustos

Rodal: _____ **Zona de estudio:** _____

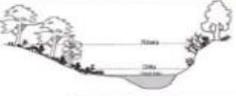
Parcela	Árbusto	Altura	Especie	Diámetro	Observaciones
Total					

Código de Especies	
1	Sauce
2	Aliso
3	Budleja
4	Cerezo
5	Alamo
6	Ciprés
7	Pino
8	Chilca
9	Otros

Índice QBR

Índice QBR (ríos efímeros) – Hoja de campo B 1 / 2

Esta calificación debe ser realizada en toda la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera propiamente dichas), zonas inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las riadas.
 Los canales se miden sobre el área que presenta una potencialidad de soportar una masa vegetal en la ribera. No se contemplan las zonas con sustrato duro donde no puede crecer una masa vegetal permanente.
 El índice no es aplicable a las zonas más altas de las cuencas donde no existe, de forma natural, vegetación arbórea. En ríos no efímeros, utilizar la hoja de campo A.



Punto de muestreo: _____
 Fecha: _____ Hora: _____
 Operador/a: _____

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25.

Grado de cobertura de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	Descripción
1a 25	> 50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
1b 10	30-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
1c 5	10-30 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
1d 0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
1f	+10 conectividad total entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente
1f	+5 conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente superior al 50%
1f	-5 conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente entre el 25 y 50%
1f	-10 conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente inferior al 25%

Estructura de la cobertura (se considera solamente la zona de ribera con cubierta vegetal) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación (depende del grado de cubierta de la zona de ribera)

Puntuación	Descripción
2a 25 1b 10 1c 5 1d 0	cobertura de árboles* superior al 75 %
2b 10 5 0 0	cobertura de árboles* entre el 50 y 75 % o cobertura de árboles* entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan al 25 %
2c 5 0 0 0	cobertura de árboles* inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
2d 0 0 0 0	sin árboles*
2f	+10 si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
2f	+5 si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %
2f	+5 si los árboles tienen un sotobosque arbolesivo
2f	-5 si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque > 50 %
2f	-5 si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
2f	-10 si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque < 50 %

Calidad de la cobertura (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera*) Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	Descripción	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
3a 25	número de especies de árboles* autóctonos > 1	> 2	> 3	> 3
3b 10	número de especies de árboles* autóctonos 1	2	3	
3c 5	número de especies de árboles* autóctonos -	1	1-2	
3d 0	sin árboles* autóctonos			
3f	+10 si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo			
3f	+5 si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y el 75% de la longitud del tramo			
3f	+5 si las distintas especies se disponen en bandas paralelas al río			
3f	+5 si el número de especies de arbustos autóctonos es: > 2 > 3 > 4			
3f	-5 si existen estructuras construidas por el hombre			
3f	-5 si hay alguna especie perenne alóctona*** aislada			
3f	-10 si existen especies perennes alóctonas*** formando comunidades			
3f	-10 si hay verticilos de basuras			

Grado de naturalidad del canal fluvial Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	Descripción
4a 25	el canal del río no ha sido modificado
4b 10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
4c 5	alguna de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
4d 0	río canalizado en la totalidad del tramo
-4	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
-4	si existe alguna presa u otra infraestructura transversal al lecho del río

Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)

Hojas de campo y de laboratorio

Índice QBR (ríos efímeros) – Hoja de campo B 2 / 2

* Se consideran los árboles con porte arbustivo y también los arbustos con porte arbóreo (altura superior a 1,5 m)
 ** Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (apartado 3, calidad de la cobertura)
 Sumar el tipo de desnivel de la derecha y de la izquierda de la orilla, y sumar o restar según los otros dos apartados.

Tipo de desnivel de la zona riparia

Descripción	Puntuación	
	Izquierda	Derecha
Vertical/concavo (pendiente > 75°), con una altura no superable por las máximas avenidas	6	6
Igual pero con un pequeño talud u orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)	5	5
Pendiente entre el 45 y 75°, escalonada o no. La pendiente se contabiliza con el ángulo entre la horizontal y la recta entre el cauce y el último punto de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$	3	3
Pendiente entre el 20 y 45°, escalonada o no. $\Sigma a < \Sigma b$	2	2
Pendiente < 20°, ribera uniforme y llana.	1	1

Existencia de una isla o islas en el medio del lecho del río

Descripción	Puntuación
Anchura conjunta "a" > 5 m.	-2
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.	-1

Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente

Porcentaje	Puntuación
> 80 %	No se pueda medir
60 - 80 %	+6
30 - 60 %	+4
20 - 30 %	+2

Puntuación total

Tipo geomorfológico según la puntuación

Puntuación	Tipo	Descripción
> 8	Tipo 1	Riberas cerradas, normalmente de cabezera, con baja potencialidad de un bosque de ribera extenso
entre 5 y 8	Tipo 2	Riberas con una potencialidad intermedia de soportar una zona vegetada, tramos medios de los ríos
< 5	Tipo 3	Riberas extensas, con elevada potencialidad de tener un bosque extenso, tramos bajos de los ríos

***** Especies frecuentes y consideradas alóctonas**

<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Cortaderia selloana</i>	<i>Phytolacca americana</i>	<i>Salix babingtonii</i>
<i>Acacia</i> sp.	<i>Helianthus tuberosus</i>	<i>Phytolacca americana</i>	<i>Ulmus pumila</i>
<i>Acer negundo</i>	<i>Lonicera japonica</i>	<i>Pistacia x hispanica</i>	
<i>Arundo donax</i>	<i>Nicotiana</i> sp.	<i>Populus deltoides</i>	Frutales
<i>Buddleja davidi</i>	<i>Parthenocissus</i> sp.	<i>Robinia pseudoacacia</i>	

Protocolo para la valoración de la calidad HIDromorfológica de los Ríos

Índice IHG

ÍNDICE PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA DE SISTEMAS FLUVIALES (IHG)

Sistema fluvial: Masa de agua: Fecha:

CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA

Naturalidad del régimen de caudal

Tanto la cantidad de caudal circulante por el sector como su distribución temporal y sus procesos estacionales responden a la dinámica natural, por lo que el sistema fluvial cumple perfectamente su función de transporte hidrológico	10
Agua arriba o en el propio sector funcional hay actuaciones humanas (vertederos, derivaciones, vertidos, desviaciones, rebajas, trasvases, urbanización de cuenca, inondos, repoblaciones, etc.) que modifican la cantidad de caudal circulante y/o su distribución temporal	-10
si hay alteraciones muy importantes de caudal, de manera que se invierte el régimen estacional natural, o bien circula de forma permanente un caudal ambiental estéril	-8
si hay alteraciones marcadas en la cantidad de caudal circulante, al menos durante algunos periodos, lo cual conlleva inversiones en el régimen estacional de caudales	-6
si hay variaciones en la cantidad de caudal circulante pero las modificaciones del régimen estacional son poco marcadas	-4
si hay algunas variaciones en la cantidad de caudal circulante pero se mantiene bien caracterizado el régimen estacional de caudal	-4
si hay modificaciones leves de la cantidad de caudal circulante	-2

Disponibilidad y movilidad de sedimentos

El caudal existe legal a sector funcional sin retención alguna de origen antrópico y el sistema fluvial ejerce en cortapisas la función de movilización y transporte de esos sedimentos	10
Hay presa con capacidad de retener sedimentos en la cuenca vertiente y en los sectores superiores del sistema fluvial	-5
si más de un 75% de la cuenca vertiente hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-4
si entre un 50% y un 75% de la cuenca vertiente hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-3
si entre un 25% y un 50% de la cuenca vertiente hasta el sector cuenta con retención de sedimentos	-2
si hay presas que retienen sedimentos, aunque afectan a menos de un 25% de la cuenca vertiente hasta el sector	-2
En el sector hay síntomas o indicios de dificultades en la movilidad de los sedimentos (antrópicas, embalses, alteraciones de la potencia específica, crecimiento de ciertas especies vegetales, ...) y pueden atribuirse a factores antrópicos	-2
Las vertientes del valle y los pequeños afluentes que desembocan en el sector cuentan con alteraciones antrópicas que afectan a la movilidad de sedimentos, o bien su conexión con el valle, la lamara de inundación o el propio lecho fluvial no es continua	-1
alteraciones y/o desconexiones muy importantes	-3
alteraciones y/o desconexiones significativas	-2
alteraciones y/o desconexiones leves	-1

Funcionalidad de la llanura de inundación

La llanura de inundación puede ejercer sin restricción antrópica sus funciones de disipación de energía en crecida, laminación de caudales-punta por desbordamiento y decantación de sedimentos	10
La llanura de inundación cuenta con defensas longitudinales que restringen las funciones naturales de laminación, decantación y disipación de energía	-5
si predominan defensas directamente adosadas al cauce menor	-4
si están separadas del cauce pero restringen más del 50% de la anchura de la llanura de inundación	-3
si solo hay defensas locales que restringen menos del 50% de la anchura de la llanura de inundación	-2
La llanura de inundación tiene obstáculos (defensas, vías de comunicación elevadas, vertidos, acequias, ...) generalmente transversales, que alteran los procesos hidrogeomorfológicos de desbordamiento e inundación y los flujos de crecida	-2
si hay abundantes obstáculos	-1
si hay obstáculos puntuales	-1
La llanura de inundación presenta usos del suelo que reducen su funcionalidad natural o bien ha quedado colgada por dragados o canalización del cauce	-3
si los terrenos sobreexplotados o impermeabilizados superan el 50% de su superficie	-2
si los terrenos sobreexplotados o impermeabilizados constituyen entre el 15% y el 50% de su superficie	-1
si hay terrenos sobreexplotados o impermeabilizados aunque no alcanzan el 15% de su superficie	-1

VALORACIÓN DE LA CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA

CALIDAD DEL CAUCE

Naturalidad del trazado y de la morfología en planta

El trazado del cauce se mantiene natural, inalterado, y la morfología en planta presenta los caracteres y dimensiones acordes con las características de la cuenca y del valle, así como con el funcionamiento natural del sistema	10
Se han registrado cambios de trazado artificiales y modificaciones antrópicas directas de la morfología en planta del cauce	-10
si afectan a más del 50% de la longitud del sector	-8
si afectan a una longitud entre el 30% y el 50%	-7
si afectan a una longitud entre el 10% y el 25%	-6
si afectan a menos del 10% de la longitud del sector	-5
si no habiendo cambios drásticos (desvíos, cortes, relleno de cauces abandonados, simplificación de brazos, ...)	-6
si se registran cambios menores (retirar de márgenes, pequeñas rectificaciones, ...)	-5
si, no habiendo cambios recientes drásticos o menores, si hay cambios antiguos que el sistema fluvial ha reemplazado parcialmente	-4
En el sector se observan cambios retrospectivos y progresivos en la morfología en planta derivados de actividades humanas en la cuenca o del efecto de infraestructuras	-2
notables	-3
leves	-1

Continuidad y naturalidad del lecho y de los procesos longitudinales y verticales

El cauce es natural y continuo y sus procesos hidromorfológicos longitudinales y verticales son funcionales, naturales y acordes con las características de la cuenca y del valle, del sustrato, de la pendiente y del funcionamiento hidrológico	10
En el sector funcional hay infraestructuras transversales al cauce que rompen la continuidad del mismo	-10
si embalsan más del 50% de la longitud del sector	-6
si embalsan del 25 al 50% de la longitud del sector	-4
si embalsan menos del 25% de la longitud del sector	-3
si hay al menos una presa de más de 10 m de altura y sin bypass para sedimentos	-4
si hay varios açudes o al menos una presa de más de 10 m con bypass para sedimentos	-3
si hay un açud	-2
Hay puentes, vados u otros obstáculos menores que alteran la continuidad longitudinal del cauce	-1
más de 1 por cada km de cauce	-2
menos de 1 por cada km de cauce	-1
La topografía del fondo del lecho, la sucesión de resacas y remansos, la granulometría-morfometría de los materiales o la vegetación acuática o pionera del lecho muestran síntomas de haber sido alterados por dragados, extracciones, açudes o limpias	-2
en más del 25% de la longitud del sector	-3
en un ámbito de entre el 5 y el 25% de la longitud del sector	-2
de forma puntual	-1

Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral

El cauce es natural y tiene capacidad de movilizarse lateralmente sin cortapisas, ya que sus márgenes naturales presentan una morfología acorde con los procesos hidrogeomorfológicos de erosión y sedimentación	10
El cauce ha sufrido una canalización total o hay defensas de margen no continuas o infraestructuras (edificios, vías de comunicación, acequias, ...) adosadas a las márgenes	-10
en más del 75% de la longitud del sector	-6
entre un 50% y un 75% de la longitud del sector	-5
entre un 25% y un 50% de la longitud del sector	-4
entre un 10 y un 25% de la longitud del sector	-3
entre un 5 y un 10% de la longitud del sector	-2
en menos de un 5% de la longitud del sector	-1
Las márgenes del cauce presentan elementos no naturales, escolleras o intervenciones que modifican su morfología natural	-2
notables	-3
leves	-1
En el sector se observan síntomas de que la dinámica lateral está limitada o no hay un buen equilibrio entre márgenes de erosión y de sedimentación, pudiendo ser efecto de actuaciones en sectores funcionales aguas arriba	-2
notables	-3
leves	-1

VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL CAUCE

CALIDAD DE LAS RIBERAS

Continuidad longitudinal

El corredor ribereño es continuo a lo largo de todo el sector funcional y en ambas márgenes del cauce mayor siempre que el marco geomorfológico del valle lo permita	10
La continuidad longitudinal de las riberas naturales puede estar interrumpida bien por usos del suelo permanentes (urbanización, naveas, granjas, graneros, edificios, carreteras, puentes, defensas, açudes, ...) o bien por superficies con usos del suelo no permanentes (chopales, cultivos, zonas labradas, caminos)	-10
si las riberas están totalmente eliminadas	-10
si las discontinuidades superan entre el 65% y el 75% de la longitud total de las riberas	-9
si las discontinuidades superan entre el 55% y el 65% de la longitud total de las riberas	-8
si las discontinuidades superan entre el 45% y el 55% de la longitud total de las riberas	-7
si las discontinuidades superan entre el 35% y el 45% de la longitud total de las riberas	-6
si las discontinuidades superan entre el 25% y el 35% de la longitud total de las riberas	-5
si las discontinuidades superan entre el 15% y el 25% de la longitud total de las riberas	-4
si las discontinuidades superan menos del 15%	-3
si más del 70% y un 70% de las discontinuidades son permanentes	-8
entre un 30% y un 70% de las discontinuidades son permanentes	-7
si menos del 30% de las discontinuidades son permanentes	-6

Anchura del corredor ribereño

Las riberas naturales supervivientes conservan toda su anchura potencial, de manera que cumplen perfectamente su papel en el sistema hidrogeomorfológico	10
La anchura de la ribera superviviente ha sido reducida por ocupación antrópica	-10
si la anchura media del corredor ribereño actual es inferior al 40% de la potencial	-8
si la anchura media del corredor ribereño actual se encuentra entre el 40% y el 50% de la anchura potencial	-6
si la anchura media del corredor ribereño actual se encuentra entre el 50% y el 80% de la anchura potencial	-4
si la anchura media del corredor ribereño actual es superior al 80% de la potencial	-2
si la Continuidad longitudinal ha resultado 0 (ribera totalmente eliminada)	-10
si la Continuidad longitudinal ha resultado 1	-2
si la Continuidad longitudinal ha resultado 2 o 3	-1
si al aplicar estos puntos el resultado final es negativo, valor 0	0

Estructura, naturalidad y conectividad transversal

En las riberas supervivientes se conserva la estructura natural (otras, estratos, hábitats), la naturalidad de las especies y toda la complejidad y diversidad transversal, no existiendo ningún obstáculo antrópico interno que separe o desconecte los distintos hábitats o ambientes que conforman el corredor	10
Hay presiones antrópicas en las riberas (pastores, desbroces, talas, incendios, explotación del acuífero, recogida de madera muerta, relleno de brazos abandonados, barreras, uso recreativo, ...) que alteran su estructura, o bien la ribera se ha materializado por desconexión con el cauce (cauces con inondos)	-10
si las alteraciones son importantes	-4
si las alteraciones son leves	-3
si se extienden más del 50% de la superficie de la ribera actual	-2
si se extienden entre el 25% y el 50% de la superficie de la ribera actual	-1
si se extienden menos del 25% de la superficie de la ribera actual	-1
La naturalidad de la vegetación ribereña ha sido alterada por invasiones o repoblaciones	-2
si las alteraciones son leves	-1
En el sector hay infraestructuras lineales, generalmente longitudinales o diagonales, (carreteras, defensas, ...) que alteran la conectividad transversal del corredor	-2
si se distribuyen por todo el sector y la suma de sus longitudes supera el 100% de la longitud de las riberas	-4
si la suma de sus longitudes da un valor entre el 100% y el 150% de la longitud de las riberas	-3
si la suma de sus longitudes da un valor entre el 50% y el 100% de la longitud de las riberas	-2
si la suma de sus longitudes es inferior al 50% de la de las riberas	-1
si la Continuidad longitudinal ha resultado 0 (ribera totalmente eliminada)	-10
si la Continuidad longitudinal ha resultado 1	-2
si la Continuidad longitudinal ha resultado 2 o 3	-1
si al aplicar estos puntos el resultado final es negativo, valor 0	0

VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS RIBERAS

VALOR FINAL: CALIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA

8.1. Imágenes Perturbaciones de Ribera



Extracción de madera (elaboración propia 2017)



Desechos sólidos (elaboración propia 2017)



Aguas Residuales (elaboración propia 2017)



Extracción de arena (elaboración propia 2017)



Desviación de Rio (elaboración propia 2017)



Especies Exóticas (elaboración propia 2017)



Modificación de lecho (elaboración propia 2017) Pastoreo (elaboración propia 2017)



Agricultura (elaboración propia 2017)

Urbanización (elaboración propia 2017)



Construcción de barreas (elaboración propia 2017) Apropiación (elaboración propia 2017)

8.2. Cronograma.

Cronograma valoración ecológica de las riberas de la cuenca del ríos Samalá del municipio de Salcajá																												
MES	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct				
SEMANAS	2	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	2	2	4	4	4	4	3	1	4	3	1	4	4	4	4	4	4
Actividades																												
Recopilación y análisis de teoría fundamentada y recorridos iniciales																												
validación de la metodología a usar y determinación de zonas a trabajar																												
ejecución de inventario forestal, metodología escogida y observación,																												
Obtención de imágenes satelitales																												
Procesamiento de información y datos obtenidos y Análisis SIG.																												
Formulación de propuesta, correcciones finales y presentación informe preliminar																												
Correcciones finales y presentación del informe final																												

8.3. Presupuesto

Tabla 35. Presupuesto

Instrumentos/personal	Cantidad	Precio u Q	Total Q
Cinta diamétrica	1	100.00	100.00
Clinómetro	1	400.00	400.00
Software SIG	1	0.00	0.00
Metro	1	25.00	25.00
Aplicación android mapa coordenadas	1	0.00	0.00
Investigador	1	3000.00	3000.00
Estudiantes	12	500.00	6000.00
Total		9525.00	

9. ÍNDICE FIGURAS.

FIGURA 1: ZONA DE RIBERAS FUENTE: RICOVER REST ECOLÓGICA EN RÍOS DEL SUDOESTE EUR, 2012.....	6
FIGURA 2 BOSQUE DE RIBERA FUENTE: ELOSEGI & SABATER, 2009.....	10
FIGURA 3 PUNTUACIÓN ÍNDICE QBR FUENTE: (MINISTERIO DE AGRICULTURA & CONFEDERACION, 2013.....	16
FIGURA 4 PUNTUACIÓN ÍNDICE IHG FUENTE: (MINISTERIO DE AGRICULTURA & CONFEDERACION, 2013.....	18
FIGURA 5. NIVELES DE RESTAURACIÓN FUENTE: MINISTERIO DE AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO ESPAÑA ET AL 2008	20
FIGURA 6 ESQUEMA DE PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA GENERAL DE REHABILITACIÓN FLUVIAL:	23

10. ÍNDICE TABLAS.

TABLA 1 ÍNDICE QBR.	25
TABLA 2. ÍNDICE IHG.....	26
TABLA 3. RESUMEN QBR.....	41
TABLA 4. RESUMEN QBR CURRUCHIQUE.....	45
TABLA 5. ÁREA 1 IHG CURSO PRINCIPAL.....	46
TABLA 6. ÁREA 2 IHG CURSO PRINCIPAL.....	47
TABLA 7. ÁREA 4 IHG CURSO PRINCIPAL.....	48
TABLA 8. ÁREA 5 IHG CURSO PRINCIPAL.....	49
TABLA 9. ÁREA 6 IHG CURSO PRINCIPAL.....	50
TABLA 10. ÁREA 7 IHG CURSO PRINCIPAL.....	51
TABLA 11. ÁREA 8 IHG CURSO PRINCIPAL.....	52
TABLA 12. ÁREA 9 IHG CURSO PRINCIPAL.....	54
TABLA 13. ÁREA 10 IHG CURSO PRINCIPAL.....	55
TABLA 14. ÁREA 11 IHG CURSO PRINCIPAL.....	56
TABLA 15. ÁREA 1 IHG CURRUCHIQUE.....	57
TABLA 16. ÁREA 2 IHG CURRUCHIQUE.....	58
TABLA 17. ÁREA 3 IHG CURRUCHIQUE.....	59
TABLA 18. ÁREA 4 IHG CURRUCHIQUE.....	60
TABLA 19. ÁREA 5 IHG CURRUCHIQUE.....	61
TABLA 20. ÁREA 6 IHG CURRUCHIQUE.....	62
TABLA 21. ÁREA 7 IHG CURRUCHIQUE.....	62
TABLA 22. ÁREA 8 IHG CURRUCHIQUE.....	63
TABLA 23 ARBOLES PINO.....	78
TABLA 24. ARBUSTOS DE SAUCE.....	85
TABLA 25. ARBUSTOS DE ALISO.....	85
TABLA 26. ARBUSTOS ARRAYAN.....	88
TABLA 27. ARBUSTOS <i>BUDDLEJA CORDATA</i>	89
TABLA 28. ARBUSTO CEREZO.....	89
TABLA 29. INVENTARIO FORESTAL RIO PRINCIPAL ARBOLES.....	92
TABLA 30. INVENTARIO FORESTAL RIO PRINCIPAL ARBUSTO.....	93
TABLA 31. INVENTARIO FORESTAL RIO CURRUCHIQUE ARBOLES.....	95
TABLA 32. INVENTARIO FORESTAL RIO CURRUCHIQUE ARBUSTOS.....	96
TABLA 33. FORMATO GUÍA PARA OBTENER RESULTADO.....	99
TABLA 34. DATOS OBTENIDOS USOS DE RIBERA.....	99
TABLA 35. PRESUPUESTO.....	124

11. ÍNDICE GRÁFICAS.

GRÁFICA 1. DIÁMETROS ÁLAMO	67
GRÁFICA 2. EDADES ÁLAMO	67
GRÁFICA 3. ALTURAS ÁLAMO	67
GRÁFICA 4. DIÁMETROS ALISO	69
GRÁFICA 5. EDADES ALISO	69
GRÁFICA 6. ALTURAS ALISO	69
GRÁFICA 7. DIÁMETROS BUDDLEJA	71
GRÁFICA 8. EDADES BUDDLEJA	71
GRÁFICA 9. ALTURAS BUDDLEJA	71
GRÁFICA 10. DIÁMETROS CEREZO	73
GRÁFICA 11. EDADES CEREZO	73
GRÁFICA 12. ALTURAS CEREZO	73
GRÁFICA 13. DIÁMETROS CIPRÉS	75
GRÁFICA 14. EDADES CIPRÉS	75
GRÁFICA 15. ALTURAS CIPRÉS	75
GRÁFICA 16. DIÁMETROS SAUCE	77
GRÁFICA 17. EDADES SAUCE	77
GRÁFICA 18. ALTURAS SAUCE	77
GRÁFICA 19. DIÁMETROS ÁLAMO	79
GRÁFICA 20. ALTURAS ÁLAMO	79
GRÁFICA 21. DIÁMETROS ARRAYAN	80
GRÁFICA 22. ALTURAS ARRAYAN	81
GRÁFICA 23. DIÁMETROS CHILCA	82
GRÁFICA 24. ALTURAS CHILCA	82
GRÁFICA 25. DIÁMETROS BACCHARIS SALICIFOLIA	83
GRÁFICA 26. ALTURAS BACCHARIS	84
GRÁFICA 27. DIÁMETROS <i>BUDDLEJA</i>	86
GRÁFICA 28. EDADES <i>BUDDLEJA</i>	86
GRÁFICA 29. ALTURAS <i>BUDDLEJA</i>	86
GRÁFICA 30. DIÁMETROS CEREZO	87
GRÁFICA 31. EDADES CEREZO	87
GRÁFICA 32. ALTURAS CEREZO	88
GRÁFICA 33. DIÁMETROS CHILCA	90
GRÁFICA 34. ALTURAS CHILCA	90
GRÁFICA 35. DIÁMETROS <i>BACCHARIS</i>	91
GRÁFICA 36. ALTURAS <i>BACCHARIS</i>	91

12. ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1. RIBERAS DE LA CUENCA DEL RÍO SAMALÁ DEL MUNICIPIO DE SALCAJÁ. QUETZALTENANGO.....	33
MAPA 2. UBICACIÓN ÁREAS DE ESTUDIO.....	35
MAPA 3. COBERTURA FORESTAL RIBEREÑA.	98
MAPA 4. USOS DE RIBERAS.	100