



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

ESCUELA GESTION AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

ESTUDIO DEL CAMBIO GLOBAL EN LOS REGÍMENES HÍDRICOS DE LOS RÍOS GUAYAS, ESMERALDAS, NAPO, SANTIAGO (PACÍFICO), JUBONES Y MIRA

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE LICENCIADO EN
GESTION AMBIENTAL

AUTOR

ASESOR

PhD. JON MOLINERO

ESMERALDAS, FEBRERO 2022

TRIBUNAL DE GRADUACION

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCE-SE previo a la obtención del título de LICENCIADA EN GESTION AMBIENTAL.

Msc. Karla Fernanda Solis Charcopa

Presidente Tribunal de Graduación

Lector 1

PhD. Pedro Jiménez Prado

Lector 2

Mgt. Rubén Vinueza Cherrez

Coordinadora de la Carrera de Gestion Ambiental

Mgt. Karla Solis Charcopa

Director de Tesis

PhD. Jon Molinero Ortiz

Esmeraldas 22 de febrero del 2022

AUTORÍA

Yo, Joselyn Brigitte Dos Santos Duque, con número de identidad 0802641886, declaro que la presente investigación enmarcada en el trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación de exclusiva responsabilidad legal y académica de la autora y de la PUCE-Esmeraldas.

Joselyn Brigitte Dos Santos Duque

C.I. 0802641886

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida, salud y bendiciones para terminar esta nueva etapa en mi vida profesional.

Como no agradecer a mi madre Nancy Duque porque a pesar de cualquier circunstancia ha tenido la fuerza suficiente para apoyarme en todo y además ha estado presente en cada una de mis batallas brindándome su amor, consejos y guiarme a pesar de la distancia.

A mi hermana Joana por ser esa motivación y fortaleza necesaria que necesito para seguir adelante con mis objetivos.

A mi padre de corazón Antonio por haber brindado su apoyo y consejos y sobre todo por haber llenado de alguna u otra forma ese vacío que me permitió seguir adelante.

A mis abuelos Josefa y Carlos que fueron mi motor y mis ganas de cumplir con cada una de mis metas, gracias por sus consentimientos y abrazos únicos que cubren toda mi alma.

A toda mi familia que estuvo dándome el apoyo y el amor que necesite en los momentos que extrañaba a mis padres y hermana ya que se encuentran lejos.

A la paciencia de mi novio Adrián por haber estado durante todo este proceso y brindarme su amor y apoyo incondicional.

A mis compañeros que estuvieron de una u otra forma ayudándome cuando algo no entendía en toda la carrera universitaria y sobre todo a las personas que puedo llamar amigos por haber estado en esos momentos difíciles y me supieron sacar una sonrisa, en especial a Ana, Dayanna, Diana, Paula, Jorge Guerra, Diego, Joseph y Jorge Chilan.

A mi mejor Amiga Luisa, Amix y a mis amigas del colegio por haber estado siempre al pendiente de mí para animarme a seguir adelante.

Gracias infinitas a mi asesor PhD. Jon Molinero por haberme brindado su ayuda durante todo el desarrollo de este proyecto, haber tenido la paciencia suficiente y también por sus consejos en cuanto a mi vida profesional, también a mis lectores y profesores, en especial a Mgt. Rubén Vinuesa, PhD. Pedro Jiménez y PhD. Jorge Velazco por sus consejos, apoyo y conocimiento durante toda la carrera profesional.

DEDICATORIA

Como no dedicar con amor y gratitud este trabajo a mis padres, hermana, abuelos, familia y novio por haber sido parte, estar pendiente y darme los mejores consejos durante todo este proceso.

Dedico de manera especial esta tesis a mi madre, Nancy Duque Barcia, siendo la persona que me ha permitido llevar a cabo esta nueva etapa en mi vida profesional, haciendo lo imposible para permitirme cumplir cada uno de mis objetivos, ha tenido la mayor paciencia del mundo y ha sido mi motivación fundamental durante toda mi vida; también a mi abuelo Carlos Duque Carvajal ya que ha sido la persona que me acompaña y me transmitió lo importante que es cumplir con nuestras metas para no depender de nadie y a mi hermanita Joana que es una de las personas importantes para seguir creciendo en mi vida personal y profesional.

índice	
TRIBUNAL DE GRADUACION	2
AUTORÍA	3
AGRADECIMIENTOS	4
DEDICATORIA	5
RESUMEN	11
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Presentación del tema	13
1.2. Planteamiento del problema	14
1.3. Justificación	16
1.4. Objetivos	16
1.4.1. Objetivo General	16
1.4.2. Objetivos Específicos	17
2. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	17
2.1. Bases teóricas y científicas	17
2.2. Antecedentes	18
2.3. Marco Legal	21
2.3.1. Constitución De La República Del Ecuador	21
2.3.2. Convenios internacionales	21
2.3.3. Código Orgánico Ambiental	22
2.3.4. Ley Orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua	22
2.3.5. Decretos y reglamentos	23
2.3.6. Acuerdo y resoluciones ministeriales	23
3. CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	23
3.1. Área de estudio	23
3.2. Recolección de datos	24
3.3. Índice RI	26
3.3.1. Índice de clasificación del régimen fluvial: punto de régimen fluvial mensual (MRRP) y Descarga mensual escalada (DME)	26
3.3.2. Impacto Fluvial	29
3.4. Análisis de datos	31

4.	CAPÍTULO III: RESULTADOS	32
4.1.	Adaptación del Índice RI en ríos tropicales	32
4.2.	Aplicación del Índice RI en ríos tropicales.....	33
4.2.1.	Datos de referencia de la estación DJ SADE	33
4.2.2.	Datos del año 1974 de la estación DJ SADE	35
4.2.3.	Comparación entre los datos del año 1974 y los datos de la década (74-83) en la estación SADE	38
4.3.	Factores del Índice RI.....	39
4.3.1.	MIF.....	39
4.3.2.	VIF	44
4.3.3.	TIF	48
4.3.4.	RI	52
4.3.6.	Comparaciones con el test Tukey.....	58
5.	CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN.....	59
6.	CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN.....	62
7.	CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES.....	63
8.	ANEXOS	70
9.	BIBLIOGRAFÍA	64

ABREVIATURAS

RI: Índice de Impacto de un río

DME: Descarga mensual escalada

MRRP: Punto de régimen fluvial mensual

MIF: Factor de impacto de la cantidad de caudal

VIF: Factor de variabilidad del caudal intra-anual

TIF: Factor de Impacto de temporalidad anual

GRDC: Centro Mundial de Datos de Escorrentía

INHAMI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

ÍNDICE DE GRÁFICOS E ILUSTRACIONES

Figura 1 Funciones de punto de régimen fluvial mensual (MRRP). (a) modelo 1. (b) modelo 2	28
Figura 2 Hidrograma anual para un río uniforme regulado, un río seco y un río tetra-estacional basado en el concepto de río unitario.	28
Figura 3 Función de punto del régimen fluvial mensual para ríos tropicales (MRRP)	32
Figura 4 Funciones de referencia de la estación DJ. SADE (1974-2003). a) Caudal (magnitud) vs Meses del año. b) Caudal (DME) vs Meses del año. c) Caudal (DME acumulado) vs Meses del año.....	35
Figura 5 Funciones de la estación DJ. SADE (1974). a) Caudal (magnitud) vs Meses del año. b) Caudal (DME) vs Meses del año. c) Caudal (DME acumulado) vs Meses del año.	37
Figura 6 Funciones de la estación DJ. SADE (Década 1974-1983). A) Caudal (magnitud) vs Meses del año. b) Caudal (DME) vs Meses del año. c) Caudal (DME acumulado) vs Meses del año.....	39
Figura 7 Gráfica del factor de impacto de la cantidad de caudal (MIF) en la Amazonía	40
Figura 8 Gráficas del factor de impacto de la cantidad de caudal (MIF) en el Pacífico	41
Figura 9 Gráficas del factor de impacto de la cantidad de caudal (MIF) en el Pacífico agrupadas por similitud	42

Figura 10 Gráfica del promedio de factor de impacto de la cantidad de caudal (MIF) de todas las estaciones (Amazonía y Pacífico).....	43
Figura 11 Gráfica del promedio de factor de impacto de la cantidad de caudal (MIF) de todas las estaciones por década (Amazonía y Pacífico).....	43
Figura 12 Gráfica del factor de impacto de variabilidad del caudal intra-anual (VIF) en la Amazonía	44
Figura 13 Gráficas del factor de impacto de variabilidad del caudal intra-anual (VIF) en el Pacífico.....	45
Figura 14 Gráficas del factor de impacto de variabilidad del caudal intra-anual (VIF) en el Pacífico agrupadas por similitud.....	46
Figura 15 Gráfica del promedio de factor de impacto de variabilidad del caudal intra-anual (VIF) de todas las estaciones (Amazonía y Pacífico)	47
Figura 16 Gráfica del promedio de factor de impacto de variabilidad del caudal intra-anual (VIF) de todas las estaciones por década (Amazonía y Pacífico)	47
Figura 17 Gráfica del factor de impacto de temporalidad anual (TIF) en la Amazonía	48
Figura 18 Gráficas del factor de impacto de temporalidad anual (TIF) en el Pacífico	49
Figura 19 Gráficas del factor de impacto de temporalidad anual (TIF) en el Pacífico agrupadas por similitud	50
Figura 20 Gráfica del promedio de factor de impacto de temporalidad anual (TIF) de todas las estaciones (Amazonía y Pacífico).....	51
Figura 21 Gráfica del promedio de factor de impacto de temporalidad anual (TIF) de todas las estaciones por década (Amazonía y Pacífico).....	52
Figura 22 Gráfica del índice del régimen hídrico (RI) en la Amazonía	53
Figura 23 Gráfica del índice del régimen hídrico (RI) en el Pacífico.....	53
Figura 24 Gráfica del índice del régimen hídrico (RI) en el Pacífico agrupadas por similitud	54
Figura 25 Gráfica del promedio del índice de régimen hídrico (RI) de todas las estaciones (Amazonía y Pacífico).....	56
Figura 26 Gráfica del promedio del índice de régimen hídrico (RI) de todas las estaciones por década (Amazonía y Pacífico)	57

<i>Ilustración 1 Mapa de ríos del Ecuador</i>	<i>24</i>
---	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Cuencas de estudio incluyendo las cinco cuencas hidrográficas de mayor superficie de Ecuador.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 2 Variación y límite de los impactos del régimen fluvial.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3 Puntos correspondientes a la función MRRP adaptada.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4 Datos mensuales de referencia de la estación DJ. SADE</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 5 Resumen de los datos mensuales de referencia de la estación DJ. SADE</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 6 Datos mensuales del año 1974 de la estación DJ. SADE</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 7 Resumen de los datos mensuales del año 1974 de la estación DJ. SADE</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 8 Resultados obtenidos del año 1974 de la estación DJ. SADE.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 9 Factores y tipo de impacto de 6 cuencas hidrográficas del Ecuador. MIF, VIF, TIF = factores de impacto de magnitud, variabilidad y factores de impacto temporal, RI = impacto del río.</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 10 Resultados de análisis de covarianza (Tiempo x Región x Estación) de los valores del índice RI y los índices parciales (E1, Lita; E2, Sade; E3, Vincas; E4, Lechugal; E5, La Capilla; E6, Pilaton; E7, Quevedo; E8, Francisco; E9, Sayausi) ..</i>	<i>58</i>

RESUMEN

El cambio global ha impactado de forma significativa en distintos ecosistemas del mundo entero, producto de distintas afectaciones como lo son el crecimiento demográfico, la intervención antrópica y los distintos fenómenos naturales, es así, como esto con el tiempo ha ido generando alteraciones y perjudicando a uno de los ecosistemas más importantes que es el agua dulce.

Por tal motivo, el presente estudio tiene como principal objetivo, analizar los efectos del cambio global en los regímenes hídricos de los ríos Guayas, Napo, Jubones, Esmeraldas, Santiago Cayapas y Mira. Para la elaboración de este estudio se hizo uso del Índice de clasificación del régimen fluvial (RI), mediante los datos de valores mensuales de caudales medios del año 1974 al 2004 de distintas estaciones de dichos ríos, es decir, Sayausi, Sade, Vinces, Lechugal, Francisco, La Capilla, Lita, Pilaton y Quevedo, el cual permitió medir el tipo de impacto generados en los ríos estudiados y estos datos fueron obtenidos en la página web Centro Mundial de Datos de Escorrentía. Obteniendo como resultado que desde el año 1974 al 2004 el régimen hídrico de los ríos tropicales ha tenido impactos bajos, es decir, que en dicho periodo estos ríos tropicales no tuvieron grandes cambios debido al poco uso que se le daba en ese entonces.

Palabras clave: Régimen hídrico; alteraciones; ríos tropicales; estaciones; impacto; actividades antrópicas; factores del índice RI.

ABSTRACT

Global change has notably impacted different ecosystems all around the world, a consequence of different effects such as demographic growth, anthropic intervention, and various natural phenomena, in that way, over time it has generated alterations and has damaged one of the most important ecosystems, freshwater ecosystem.

It is why, the main objective of this study is to analyze the effects of global change on water regimes of rivers as Guayas, Napo, Jubones, Esmeraldas, Santiago Cayapas and Mira. To make this study, River regime classification Index (RI), through the data of monthly values of average flows from 1974 to 2004 of different stations of these rivers, that is, Sayausi, Sade, Vinces, Lechugal, Francisco, La Capilla, Lita, Pilaton and Quevedo, which allowed to measure the type of impact generated in the rivers studied and these data were obtained on the World Runoff Data Center website. Getting as a result Obtaining as a result that from 1974 to 2004 water regime of tropical rivers has had low impacts, given as a result that in that period, tropical rivers didn't have big changes in their water regime since it wasn't used. Moreover.

Key words: Water regime, alterations, tropical rivers, stations, impact, anthropic activities; RI index factors.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación del tema

A nivel global el régimen hidrológico se ha visto afectado por diversos cambios en los últimos años, provocando así la alteración de varios ríos entre estos los ríos tropicales, en donde habitan una gran diversidad de especies nativas, las cuales producto de cambios en los caudales naturales han tenido que evolucionar y adaptarse a estos nuevos regímenes hidrológicos (1).

Por lo que, el régimen hidrológico hace referencia a todo lo relacionado con “los cambios de descarga en el tiempo y el uso del agua subterránea y la escorrentía del flujo”, es un sistema muy complejo ya que en este se desarrolla las “lluvias, evaporación, infiltración del suelo y percolación profunda” (1). Es así como el régimen hidrológico de un caudal natural según Poff, LeRoy et al. (2), varía en función de escalas de tiempo en horas, días, estaciones y años, los cuales se miden a través de la comparación de sus cinco componentes; es decir, la magnitud, frecuencia, tiempo, duración y tasa de cambio hidrológico.

Entre las principales características del régimen hídrico están la geología, el clima, la topografía, los tipos de suelo y la vegetación lo cual varía entre cada cuenca; sin embargo, al existir cambios en estas el régimen hidrológico se vería afectado (1,3). Por lo tanto, es importante que exista buenas condiciones en los regímenes hídricos ya que estas permiten a su vez el buen desarrollo de los organismos que viven de este ecosistema fluvial.

Por otra parte, es importante mencionar que los ríos contienen una gran cantidad de agua dulce que es de gran importancia para diversas poblaciones, este también es esencial para el desarrollo de la humanidad y un elemento necesario para el manejo de cuencas (4). Los ríos son sistemas irremplazables, son los encargados de cumplir con las funciones metabólicas de la biosfera, permiten el sustento de diversos ecosistemas acuáticos y comunidades biológicas (5), son una fuente de desagüe y conectores de otros sistemas y en ellos según Ramos (6) contienen una cuarta parte de la biodiversidad de vertebrados del mundo.

En cuanto a los ríos tropicales, son sistemas fluviales que contribuyen con los distintos servicios ecosistémicos y recursos hídricos del mundo debido a su alta proporción de escorrentías y cuentan con un alto nivel de precipitaciones, esto debido a su ubicación

y movimiento latitudinal. Por lo que, en estos existe una alta heterogeneidad ambiental (7) y por sus altas temporadas lluviosas tienden a inundarse obteniendo así una elevada productividad biológica (8).

Los ríos tropicales son considerados los más importantes del planeta, se encuentran presentes en distintos continentes; es decir, en América, África, Asia y Oceanía, los cuales cumplen una función muy importante en estos. En el continente americano estos se extienden desde Venezuela hasta Bolivia siendo la cabecera de alguno de los ecosistemas fluviales más grandes del mundo como Magdalena, el Orinoco y el Amazonas (9).

En Ecuador el régimen hídrico de ríos tropicales ha sido poco abordado, por lo que es importante destacar el estudio de desarrollo de un índice general de régimen fluvial (RRI) para el caudal intraanual por Haghghi et al. (5) y la perspectiva global de los ríos montanos tropicales por Encalada et al. (9). Por otro lado, es importante mencionar que en Ecuador el agua es uno de los recursos naturales más escasos, el 70% de la energía eléctrica del país es de origen hidráulico (10). Sin embargo, debido a distintos factores a nivel global y regional han surgido una variedad de cambios en el régimen hidrológico de estos ríos producto de diversas actividades antrópicas y naturales (9).

1.2. Planteamiento del problema

Al transcurso de los años el régimen hídrico de los ríos tropicales se ha visto deteriorado debido a la explotación constante que existe, generando así una pérdida de diversidad biológica, agotamiento de las aguas subterráneas, disminución de la calidad y cantidad de agua disponible en los ríos. Por otra parte, existe también una aumentación de inundaciones debido a la alteración de las corrientes y las épocas de lluvias (2). Además, los ríos tropicales se encuentran en áreas donde el suelo es propenso a deslizamiento de tierra, erosiones e inundaciones, debido al alto promedio de precipitaciones en esta zona (10).

En los ríos tropicales habitan una gran cantidad de especies de flora y fauna endémicas, las cuales se ven afectadas debido a que al tener un cambio en el régimen hidrológico, según Haghghi et al. (5), esto causa variaciones en el ciclo de vida de insectos, alimentación de flores y/o también en la eclosión de los huevos, entre otras consecuencias, producto de actividades antropogénicas como la implementación de

desarrollo de energía hidroeléctrica, la contaminación, la urbanización, la extracción de agua superficial y subterránea para el consumo humano, el cambio climático, la deforestación y la pérdida de biodiversidad (1,9). Además, estas especies son importantes bioindicadores y contribuyen con la restauración de los regímenes hídricos (3).

Los distintos proyectos desarrollados en base a las hidroeléctricas una de las mayores afectaciones a nivel global en estos últimos años, esto se debe a que las presas están ubicadas principalmente en los ríos tropicales, generando así una gran cantidad de sedimentos y alteran los procesos naturales del régimen hídrico de este sistema fluvial (11).

Otro de los factores también perjudicial en los regímenes hidrológicos de ríos tropicales es la urbanización ya que se encuentra en áreas donde existe un suelo rico en nutrientes y por ello se generan diversas actividades agrícolas, las cuales generan un alto consumo humano y riego de las plantaciones. Según Capps et al. (12), en estas áreas tropicales los países con bajos ingresos no cuentan con un adecuado tratamiento de aguas residuales; por lo tanto, genera un impacto negativo en la calidad del agua. Por otro lado, la deforestación y la minería también aumentan la cantidad de sedimentos y metales pesados alterando así el flujo hídrico. Sin embargo, uno de los mayores problemas en los regímenes hídricos es el cambio climático, el cual afecta la temperatura y causa distintas alteraciones como lluvias torrenciales y sequías en algunos continentes (13,14). Es importante también mencionar que el cambio climático provoca pues un aumento en las temperaturas medias y cambios en la distribución de las precipitaciones afectando directamente los recursos hídricos (15).

Por lo cual, a raíz de los factores ante mencionados se han generado una serie de cambio en los regímenes hídricos de ríos tropicales a largo plazo, como la alteración del balance de escurrimientos y sedimentos, cambios en las funciones y procesos fluviales, aumento de temperatura y nutrientes y por último una disminución de biodiversidad de flora y fauna, producto de la pérdida de hábitat generando así una disminución en el rendimiento de las especies (3,13).

1.3. Justificación

El estudio sobre los regímenes hídricos de ríos tropicales es muy necesario ya que permite conocer los impactos que se generan en este, a nivel global producto de diversas alteraciones antes mencionadas. Los ríos tropicales son el hábitat de varias especies de flora y fauna y son el sustento para diversas actividades humanas. Estos ecosistemas fluviales son esencial para el mundo debido a su alta diversidad biológica, procesos ecológicos claves y fuente para distintas comunidades. Al no contar con un buen uso de los ríos, el régimen hidrológico se vería afectado debido a la disminución de “la calidad del agua, el transporte, la conectividad longitudinal y lateral y las interacciones bióticas” (1). Siendo, importante el régimen hidrológico de un río ya que este determina la variabilidad de flujo de dicho ecosistema.

Los regímenes hidrológicos de agua dulce cuentan con un alto porcentaje de biodiversidad de la tierra, pero son considerados como uno de los más afectados por las diversas actividades, generando así grandes consecuencias debido a que son susceptibles a las transformaciones (6).

El presente trabajo es novedoso ya que a nivel global existe poca información sobre los impactos en el régimen hídrico de ríos tropicales. Por consiguiente, muchas veces se desconoce sobre la funcionalidad sistemática que tienen y aportan, así la presente investigación busca estudiar el cambio global en los regímenes hídricos de los ríos tropicales del Ecuador, debido a que, a transcurrir los años estos se han ido modificando producto de diversos agentes y eventos; por lo que, es importante el desarrollo de una metodología sobre el índice RI (River Impact Index), ya que cuenta con una característica novedosa e importante, permite cuantificar el hidrograma intra-anual de los ríos con un solo índice a diferencia de otros estudios (5). Siendo, importante la realización de este estudio para la evaluación de los impactos que contribuye en la investigación de futuros estudios.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar los efectos del cambio global en los regímenes hídricos de los ríos Guayas, Napo, Pastaza, Esmeraldas, Santiago (Amazonía), Santiago (Pacífico), Cayapas y Portoviejo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Adaptar la metodología del índice RI (River Impact Index) en ríos tropicales.
- Aplicar el índice RI a los ríos Guayas, Napo, Pastaza, Esmeraldas, Santiago (Amazonía), Santiago (Pacífico), Cayapas y Portoviejo para determinar los cambios en su régimen hídrico.

2. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas y científicas

Los recursos hídricos son esenciales para el ser humano, la flora y fauna de la Tierra, este se encuentra en aguas superficiales, subterráneas y océanos. El agua dulce cuenta con un 2,5% de agua en la Tierra, la cual está presente en glaciares, en la superficie y en agua subterráneas. Es importante entender el ciclo del agua ya que esto permite a su vez conocer sobre el proceso que lleva el agua desde el aire hasta la Tierra, es decir, por precipitación y regresa vuelta a la atmósfera por evaporación. Por otra parte, la precipitación es esencial para los recursos hídricos ya que esta permite la renovación de estos y dan a conocer las condiciones climáticas y su biodiversidad local (16). Al contar con cambios en la precipitación se tendrían modificaciones en las condiciones del agua y por lo tanto las temperaturas, las cuales alterarían la evaporación y evapotranspiración afectando la cantidad y característica de las escorrentías (17). La precipitación es más abundante en los trópicos, esto se debe a los factores que contribuyen con las altas precipitaciones anuales en los trópicos, incluyen la alta capacidad de retención de humedad del aire caliente y la elevación constante de aire húmedo (18).

Estos recursos hídricos cuentan con una cuenca dividida en tres partes; es decir la cuenca de recepción que es la parte elevada que se encarga de recoger el agua, seguido del canal de desagüe por donde corre el agua y por último el cono de deyección el cual está en el área de desembocadura, donde se concentran los sedimentos. Por otra parte, las cuencas contienen un caudal absoluto es decir la proporción de agua que lleva el río hacia un lugar y el caudal relativo que hace referencia a la interacción entre el caudal absoluto y la superficie de la cuenca (19).

Entre los recursos hídricos según sus características están los ríos tropicales estos se encuentran en áreas donde el clima es mayor a 18°C (20) y están principalmente en el trópico de cáncer y de capricornio. Estos ríos contienen la mayor diversidad

tanto en flora como en fauna del mundo, debido a sus condiciones geográficas, climáticas y latitudinales en los Andes (21). Según Donato R et al. (21), en un área de 383000 km² existe una alta biodiversidad con más de 40000 especies de plantas.

Los ríos tropicales se dividen en ríos de embalse y ríos de bancos de arena según su régimen de inundación (22), y su régimen hídrico es de tipo fluvial, el cual hace referencia a las modificaciones del caudal de un río por diversos factores como sus condiciones climáticas, físicas y factores antrópicos (23). En el régimen hídrico de los ríos se encuentran cinco componentes principales:

- Magnitud,
- Frecuencia,
- Tiempo,
- Duración,
- Tasa de cambio hidrológico.

Los ríos tropicales son de gran importancia según su régimen hídrico ya que de este depende una gran cantidad de organismos, debido a sus altas cantidades de sedimentos, nutriente y carbono que arrastran hasta las zonas alta de los Andes, permiten el crecimiento y desarrollo de varias especies de plantas, bosques y humedales. Por otro lado, también contiene una gran diversidad de peces que son el sustento de varias comunidades que viven de la pesca en estos sectores amazónicos (24).

2.2. Antecedentes

Hace algunos años los recursos hídricos eran considerados por el ser humano como inagotables, pero producto del crecimiento demográfico y de urbanización, el desarrollo económico y el incremento de la demanda de este recurso han ido demostrando que no es así. Por lo que, a consecuencia de esto los regímenes hídricos se han ido modificando y disminuyendo, por tanto, es entonces importante conocer los distintos impactos que se dan en los regímenes hídricos de ríos tropicales (25).

En base al régimen hídrico de ríos existen algunos estudios internacionales y nacionales que se han realizado para determinar e identificar las alteraciones hidrológicas. Es así que en una investigación realizada por Yang (26), fueron

establecidos algunos estándares de flujo ambiental por medio de la legislatura de Texas y se utilizó el software Indicators of Hydrologic Alteration (IHA) para recopilar los datos del Centro de Ingeniería Hidroeléctrica con el fin de analizar y cuantificar las condiciones de flujo de 13 estaciones de medición en la cuenca del río Trinity y 20 estaciones de medición en las cuencas del río Brazos. Obteniendo como resultado diferencias y similitudes en dichas alteraciones con las diferentes características establecidas en cada una de las cuencas.

Por otra parte, en una investigación (27) que tiene como objetivo de evaluar la alteración hidrológica que se observó en base a la construcción de presas para así simular dicha alteración producto del cambio climático, esto se llevó a cabo mediante un análisis del régimen de caudal natural en un tiempo de 15 años antes de la construcción de la presa, utilizando el método de Indicadores de Alteración Hidrológica (IHA), que consistió en la medida de variabilidad de un determinado rango. Dando como resultado una disminución en la variabilidad del caudal por la construcción de presas, es importante un manejo adecuado en las cuencas hidrográficas para mantener el régimen hídrico de ríos y evitar afectaciones en el ecosistema.

En cuanto a estudios sobre los cambios en el régimen de los ríos tropicales de la Amazonia, es importante mencionar que el régimen hídrico cuenta con distintas características entre estas el clima y su geología. Por lo que, en este estudio tiene como finalidad analizar la variabilidad de los extremos regionales en cuencas de la Amazonia, para la realización de este estudio se ocuparon 18 subcuencas y se realizaron pruebas estadísticas para poder detectar tendencias y rupturas en las series temporales, dando como resultado que en el periodo de 1974 al 2004, en los ríos andinos de la región sur y noroeste hubo una disminución de escorrentías en las durante el periodo de caudal mínimo y un incremento de escorrentía durante los caudales altos respectivamente, y esto se debe a la variabilidad regional de las lluvias y la circulación atmosférica (28) .

Sim embargo, es importante mencionar que existe una serie de estudios para la clasificación de los ríos y el uso de la tierra, al igual que los impactos del cambio climático en los ríos de los cuales se desarrollan distintos métodos que evalúan las condiciones locales como el clima. Por ello, en este trabajo con un método distinto a

los estudios anteriores, el cual busca implementar un índice general adimensional para estudiar los impactos de los cambios hidrológicos en los regímenes fluviales, por medio de dos métodos sobre los conceptos de río unitario y punto de régimen fluvial mensual (MRRP) que fue en primer instancia desarrollado y después el índice de régimen fluvial (RRI) definido como la suma de los MRRP. RRI sirve para la obtención de la medida del régimen de caudal intra-anual de los ríos que van desde completamente uniforme ($RRI=0$) hasta efímero o seco ($RRI=1200$), con el fin de estudiar el río Nilo y sus afluentes, se obtuvo como resultado que el río Nilo es sensible al clima y a los aumentos de lluvia donde se ve afectado el caudal ya que este disminuye, por otro lado, existe también una alta tasa de impactos en los lagos, humedales y presas. Por lo que, el RRI es un método muy útil para clasificar los ríos y estudiar sus impactos por cambios en el clima, el caudal natural y la regulación de estos (5).

Otro estudio similar al anterior, el cual tiene como fin de analizar los impactos de la construcción de las presas en los regímenes de caudal de los ríos y desarrollo de un nuevo método para la evaluación de los efectos que hay en el caudal del río, se utilizaron tres características principales del régimen fluvial; es decir magnitud, momento y alteración intra-anual, por medio de dicha metodología (RI). Por lo que, puede ser utilizada para medir el caudal de ríos tropicales y así evaluar los impactos como la evaluación de los efectos del cambio climático o cambios en el uso de la tierra en los regímenes de caudal de los ríos en base a las características del régimen hídrico (29).

En Ecuador existen pocos estudios sobre el régimen hídrico de ríos tropicales, sin embargo, en una investigación sobre la “Tipología de Ríos en el Ecuador: Análisis del régimen del caudal” realizado por Flores R et al. (2019) (30), el cual tiene como objetivo establecer una clasificación de ríos en el Ecuador para relacionarla con procesos ecológicos claves en base a hidrogramas multianuales que permiten el análisis del régimen de caudal, mediante el método de clasificación inductiva por medio de datos en el INHAMI de sectores hidrológicos de la Costa y Amazonia y también se utilizó el IHA para 73 indicadores de alteración hidrológica y caudal ecológico. Dando como resultado que los ríos de la Costa presentan altas estacionalidades y fuertes crecidas en enero, febrero y marzo mientras que en la

Amazonia esta tiene estacionalidades menores y crecidas significativas durante todo el año.

También, es importante mencionar un estudio sobre la vulnerabilidad de los ríos al cambio climático. Por lo que, en un estudio realizado en el río Paute de Ecuador, siendo uno de los más importantes del país está siendo afectada por el cambio climático, por ello la importancia de usar herramientas que evalúen el comportamiento de la cuenca respecto al cambio del valor del caudal a través de una descripción geográfica, identificación y caracterización del clima actual y futuro por medio de variables meteorológicas: precipitación y temperatura, dando como resultado un aumento de escorrentía en el caudal del río producto de los cambios climáticos y de las centrales hidroeléctricas (31).

2.3. Marco Legal

2.3.1. Constitución De La República Del Ecuador

En el marco legal a nivel nacional como máxima ley se encuentra la Constitución De La Republica del Ecuador en la cual se establece distintas normas con respecto al cuidado de sus patrimonios naturales y culturales, dándole importancia a los recursos hídricos del País. Por lo que, en su artículo 15 donde se promueve al uso de tecnologías limpias y energías alternativas que no contaminen o cuenten con bajos impactos en los distintos recursos naturales. Siendo, según el artículo 318 el agua importante para la naturaleza y el consumo humano es esencial la preservación de este recurso. Por otra parte, en el artículo 411 el Estado busca que exista un buen manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos mediante la conservación y recuperación de estos y por lo tanto analizar las distintas actividades que se lleven en este para evitar cualquier afectación en los ecosistemas, siendo de suma importancia para la sustentabilidad de las poblaciones (32).

2.3.2. Convenios internacionales

En Ecuador existen algunos convenios internacionales que han sido ratificados, concerniente a la preservación de los recursos hídricos está la CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN, tiene como objetivo "luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África", lo cual

consiste en aplicar medidas estratégicas para la rehabilitación, conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos entre estos el recurso hídrico (33).

La CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, también es importante mencionarla en esta investigación ya que el cambio climático es uno de los factores que alteran al régimen hídrico de los ríos tropicales (34), esta convención tiene como objetivo es “lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático” (35).

2.3.3. Código Orgánico Ambiental

En cuanto al Código Orgánico Ambiental, este es la máxima ley en cuanto a cuestiones ambientales del país, el cual tiene como objetivo “o establecer el marco legal e institucional para la planificación, articulación, coordinación y monitoreo de las políticas públicas orientadas a diseñar, gestionar y ejecutar a nivel local, regional y nacional, acciones de adaptación y mitigación del cambio climático de manera transversal, oportuna, eficaz, participativa, coordinada y articulada con los instrumentos internacionales ratificados por el Estado y al principio de la responsabilidad común pero diferenciada”. Por lo tanto, mediante las normativas establecidas en este según el artículo 5, la población tiene derecho a vivir en un ambiente sano y equilibrado, siendo importante la conservación, preservación y recuperación de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. En cuanto al artículo 197 se determina la importancia de prevenir las afectaciones en las zonas de alta pendiente y cuerpos hídricos. (36)

2.3.4. Ley Orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua

La ley orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua en su primer artículo establece que los recursos hídricos hacen parte del patrimonio natural del Estado, el cual se encargara de su sostenibilidad en conjunto con el Gobierno Central y Autónomos Descentralizados. Esta ley tiene como objetivo en el artículo 3 “garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas

fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el Sumak Kawsay o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución” (37)

2.3.5. Decretos y reglamentos

En los decretos y reglamentos para los recursos hídricos se encuentra:

El Decreto N° 650, Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, donde se dispone a los recursos hídricos como parte del patrimonio natural del Estado, en el cual esta estará a cargo de las competencias en conjunto con los distintos gobiernos (38).

Por otra parte, el decreto N°3516, texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente (TULSMA), en el cual se establecen varias normativas para la preservación de los patrimonios naturales entre estos los recursos hídricos, donde en su artículo 54, la prohibición de botar cualquier tipo de residuo en los recursos hídricos. En su artículo 6, menciona la obligación de hacer uso de tecnologías limpias y amigables con el ambiente para la conservación de recursos en general (39).

2.3.6. Acuerdo y resoluciones ministeriales

El Acuerdo Ministerial Nro. 2020-0363, se establecen los términos para el uso y aprovechamiento del agua dispuesto por la secretaria del agua, con la finalidad de preservar y conservar los recursos hídricos del País (40)

Resolución Nro. DIR-ARCA-002-2016 el directorio de la agencia de regulación y control del agua, la cual tiene como objetivo “establecer las medidas de control de actividades que alteran la cantidad y/o calidad de las aguas superficiales y/o subterráneas, localizadas en el dominio hídrico público a nivel nacional, las sanciones y/o multas correspondientes y las acciones para su remediación, en caso de afectación de las mismas y así contribuir a la sustentabilidad del dominio hídrico público (41).

3. CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

Los ríos tropicales se encuentran en áreas de clima cálido que oscila entre los 22°C a 26°C y están ubicados entre el trópico del cáncer y capricornio, es decir, que se encuentran los ríos tropicales en África, Asia y América Latina. Debido a su ubicación, a sus condiciones geográficas, climáticas y latitudinales en los Andes estos contienen

la mayor diversidad tanto en flora como en fauna del mundo (21). Según Donato R et al. (21), en un área de 383000 km² existe una alta biodiversidad con más de 40000 especies de plantas. Por otra parte, estos están cercanos a la zona ecuatorial, por lo que, cada año hay dos estaciones húmedas y dos estaciones secas (18).

El siguiente estudio se llevó a cabo en cuencas hidrográficas de ríos tropicales de Ecuador, entre los cuales están el Río Guayas, Río Napo, Río Esmeraldas, Río Santiago-Cayapas, Río Jubones y Río Mira con una superficie de 40 000 km², 59 581,79 km², 21 664 km², 6555,09 km², 4 054 km² y 5598 km² respectivamente.

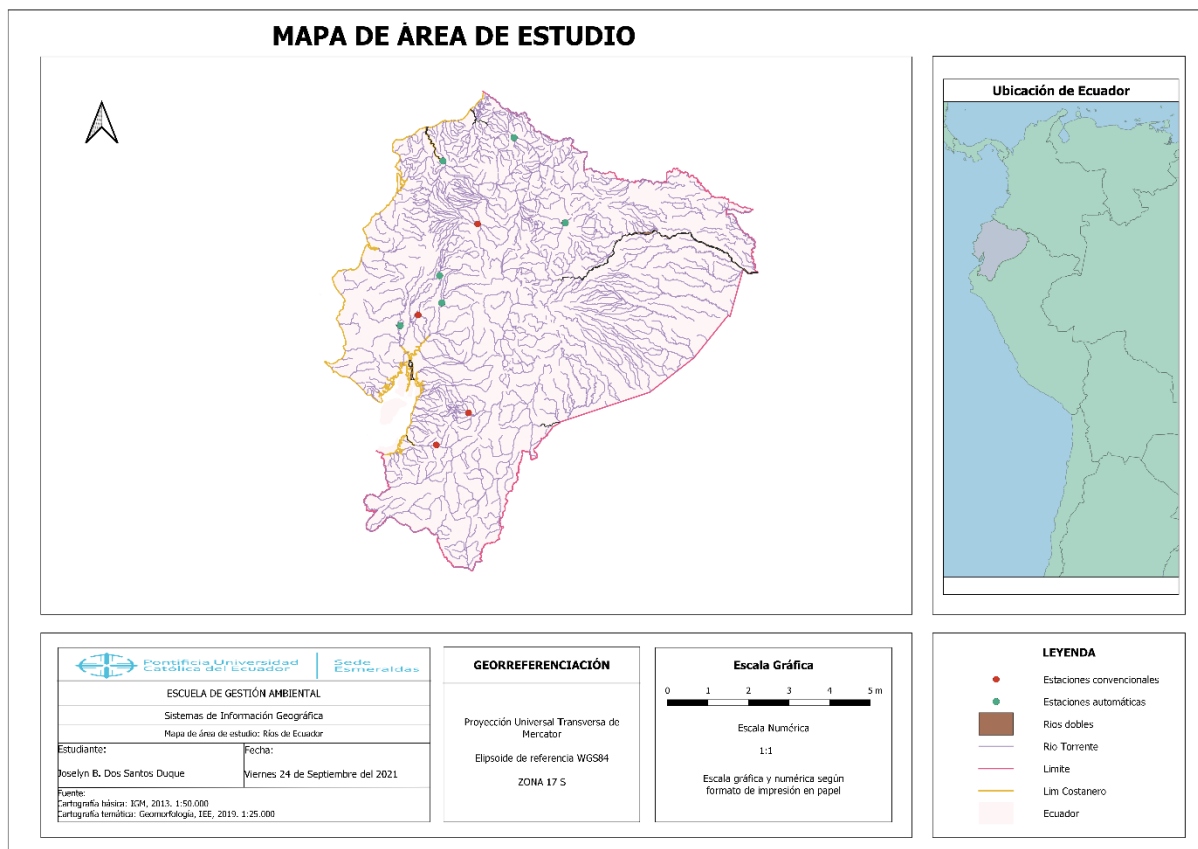


Ilustración 1 Mapa de ríos del Ecuador

Fuente: Elaboración propia

3.2. Recolección de datos

Desde la página web de Global Runoff Data Centre (GRDC) fueron descargados los datos sobre la medición de los caudales mediante los códigos de las estaciones de las seis cuencas hidrográficas del Ecuador para el análisis de estos (Tabla 1) (42), de los cuales se obtuvieron datos de 31 años, es decir, del 1974 al 2004. Por otra parte, también se realizó levantamiento de información bibliográfica.

Tabla 1 Cuencas de estudio incluyendo las cinco cuencas hidrográficas de mayor superficie de Ecuador

Cuencas hidrográficas	Superficie [km ²]	Estaciones	
		Nombre	Código
Río Santiago-Cayapas	6555,09	MATADERO D.J. SAYAUS	H896
Río Jubones	4 054	JUBONES D.J. SN. FRA	H529
Río Esmeraldas	21 664,00	ESMERALDAS D.J SADE	H168
		TOACHI A.J. PILATON	H161
Río Napo	59 581,8	QUIJOS D.J. OYACACHI	H719
Río Guayas	40 000	DAULE EN LA CAPILLA	H365
		ZAPOTAL EN LECHUGAL	H346
		VINCES EN VINCES	H348
		QUEVEDO EN QUEVEDO	H347
Río Mira	5598	MIRA EN LITA	H011

Fuente: Elaboración propia datos obtenidos del INAMHI (43)

3.3. Índice RI

3.3.1. Índice de clasificación del régimen fluvial: punto de régimen fluvial mensual (MRRP) y Descarga mensual escalada (DME)

La DME según Haghghi y Torabi (5) representa las variaciones temporales del caudal del río mediante el hidrograma de la Figura 1 se puede apreciar 3 funciones con distintas características la primera con un valor de 8,33 DME para todos los meses, el segundo con un valor de 100 DME solo para un mes, el tercero presenta valores del 10% (seco), 20% (semiseco), 30% (semihúmedo) y 40% (húmedo) considerando que cada porcentaje representa los valores de cada trimestre del año, representando a un río regularmente uniforme, río seco y la simulación de un río virtual de 4 estaciones, respectivamente.

En cuanto a la función MRRP según Haghghi, Ali Torabi et al (5), consiste en clasificar al régimen fluvial según una función la cual produce un valor entre 0 y 100, esta función permite dar a conocer la desviación de un río, donde 0 representa el punto mínimo de un río regulado uniforme (menor desviación) y 100 el máximo punto de un río regulado uniforme denominado río seco (mayor desviación).

En la Figura 2a se puede evidenciar dos rectas que forman la función, una con pendiente negativa y otra con pendiente positiva, la primera recta inicia en el punto B (0;100) y termina en el punto A (8,33;0); mientras que la ascendente inicia en el punto A (8,33;0) y termina en el punto C (100;100), representando el modelo simple de la función MRRP tanto para ríos uniformemente regulados y ríos secos.

A continuación, se presenta las ecuaciones que describen las dos rectas antes mencionados de la función MRRP correspondiente al modelo 1:

Para $DME \leq 8,33$:

$$MRRP = -12 \cdot DME + 100 \quad (3.1)$$

Para $DME > 8,33$:

$$MRRP = 1,1 \cdot DME - 9,1 \quad (3.2)$$

La función MRRP permite a través de los puntos A, B y C (Figura 2a) ajustar modelos simples e implementarla en nuevos tipos de ríos. En la figura 2b, se observa el modelo 2 de la función MRRP, esta vez se puede evidenciar que esta tiene un nuevo punto con respecto a la función MRRP del modelo 1, este nuevo punto hace referencia al río de cuatro estaciones, donde el valor de 13,33 DME proviene del 40% dividido para los tres meses que dura la temporada húmeda con un valor de MRRP = 60, representando una variación del modelo 1 que considera a los ríos de cuatro estaciones.

A continuación, se presenta las ecuaciones que describen las rectas que conforman la función MRRP del modelo 2:

Para $0 \leq DME \leq 8,33$:

$$MRRP = -12 \cdot DME + 100 \quad (3.3)$$

Para $8,33 < DME \leq 13,33$:

$$MRRP = +12 \cdot DME - 100 \quad (3.4)$$

Para $13,33 < DME \leq 100$:

$$MRRP = 0,46 \cdot DME + 53,85 \quad (3.5)$$

En el caso de los ríos tropicales este cuenta con dos estaciones, es decir, 6 meses de caudales elevados y 6 meses de caudales bajos, por lo que se adecuó un nuevo modelo que permita realizar un análisis más sensible a las variaciones del RI.

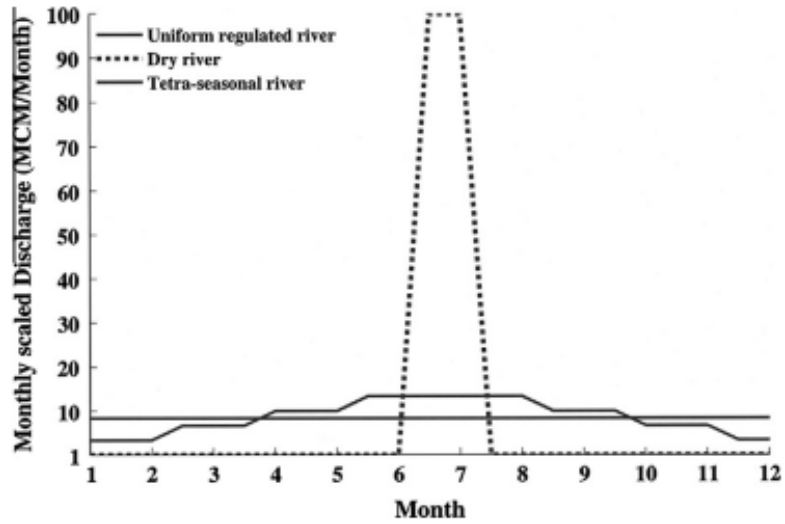


Figura 2 Hidrograma anual para un río uniforme regulado, un río seco y un río tetra-estacional basado en el concepto de río unitario.

Fuente: Development of a general river regime index (RRI) for intra-annual flow variation based on the unit river concept and flow variation end-points, Haghghi y Torabi (5)

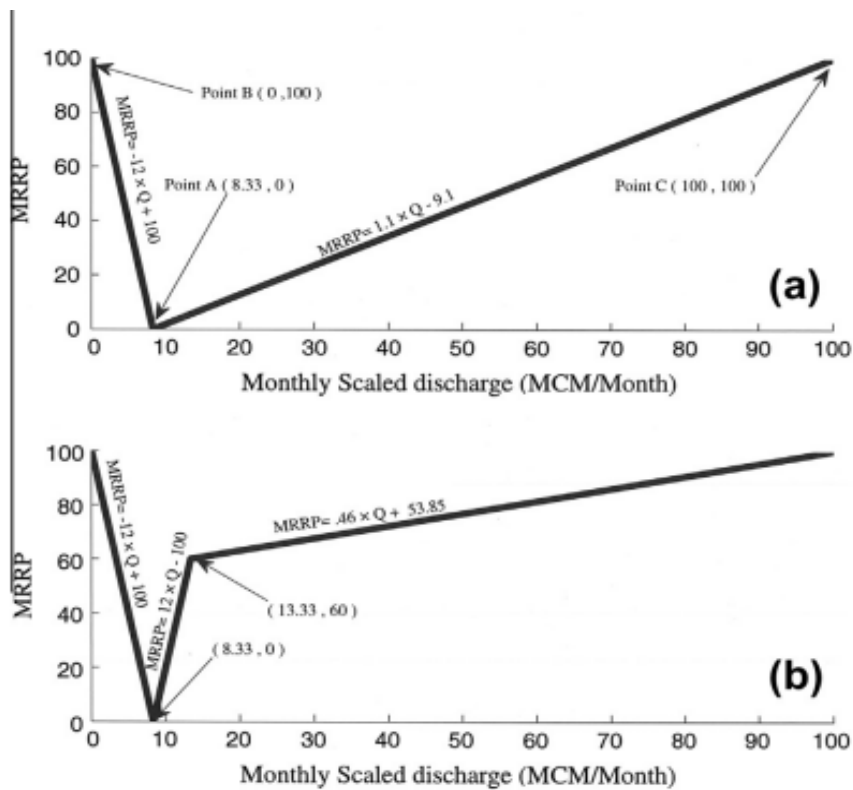


Figura 1 Funciones de punto de régimen fluvial mensual (MRRP). (a) modelo 1. (b) modelo 2

Fuente: Development of a general river regime index (RRI) for intra-annual flow variation based on the unit river concept and flow variation end-points, Haghghi, Ali Torabi et al (5)

3.3.2. Impacto Fluvial

En cuanto al índice RI en el cual toma en cuenta 3 características del régimen fluvial, las cuales son magnitud, variabilidad y tiempo, y para el cálculo de este es necesario tomar en cuenta los factores de impacto que están directamente relacionado con las características anteriores MIF, VIF y TIF.

3.3.2.1. Factor de impacto de la cantidad de caudal (MIF)

Para el cálculo de este factor se requiere conocer los valores de los flujos de los caudales anuales, Según Haghghi, Ali Torabi et al. (29), para evaluar el impacto de los ríos se necesita medir el flujo anual actual respecto a un flujo de referencia anual (en el tiempo).

Para la realización de la formula del Factor de impacto de la cantidad de caudal se tomó en cuenta dos variables el valor de la afectación actual del caudal y la afectación del valor del caudal de referencia después del impacto.

$$MIF = \frac{AF_{post}}{AF_{pre}} \quad (3.6)$$

AF_{post} = Caudal anual total después de la intervención o afectación

AF_{pre} = Caudal anual total de referencia antes de la intervención

3.3.2.2. Factor de impacto de variabilidad del caudal intra-anual (VIF)

En cuanto, al siguiente factor indica el cambio del caudal a lo largo del año, siendo importante conocer el índice del régimen fluvial de los ríos de estudio.

En el caso del Factor de impacto de variabilidad del caudal intra-anual se necesita primero calcular el índice IRR (ecuación 3.7) según Haghghi, Ali Torabi et al. (5), la cual consiste en determinar el porcentaje de desviación del régimen fluvial de ríos, una vez encontrado dicho porcentaje se procede a calcular el VIF como se describe en la ecuación 3.8.

$$IRR = \frac{RRI_{PRE} - RRI_{POST}}{RRI_{PRE}} \cdot 100 \quad (3.7)$$

IRR = porcentaje de desviación del régimen fluvial de ríos

RRI_{PRE} = Índice de régimen fluvial de ríos antes de la afectación

RRI_{POST} = Índice de régimen fluvial de ríos después de la afectación

$$VIF = \frac{50 - 0,5 \cdot I_{RR}}{100} \quad (3.8)$$

3.3.2.3. Factor de impacto de temporalidad anual (TIF)

El siguiente factor determina cambios en la temporalidad. Para la realización de este factor es primero necesario realizar un promedio mediante la ecuación 3.9 del factor de temporalidad anual (TF) el cual se basa en determinar el valor promedio entre la descarga mensual máxima, mínima y el 50% dando como resultado valores entre 0 y 182,5. Es así como una vez realizada se procede a realizar la ecuación 3.10 el factor de impacto de temporalidad anual (TIF), tomando valores cercanos a 0 cuando TF tiende a 182,5 y valores cercanos a 0,5 cuando TF tiende a 0.

$$TF = \frac{DMT_{MAX} + DMT_{MIN} + DMT_{MEDIAN}}{3} \quad (3.9)$$

DMT_{MAX} = Mes donde se produce la descarga máxima del caudal

DMT_{MIN} = Mes donde se produce la descarga mínima del caudal

DMT_{MEDIAN} = Mes donde existe un 50% de la descarga del caudal del río

Y luego se procede a realizar el cálculo del TIF:

$$TIF = \frac{(50 - 0,274 \cdot TF)}{100} \quad (3.10)$$

3.3.2.4. Índice del Régimen Hídrico

Por lo que, una vez calculado los siguientes factores según Haghghi, Ali Torabi et al. (29) se calcula el RI donde,

$$RI = MIF \cdot (TIF + VIF) \quad (3.11)$$

Por otra parte, en cuanto a la variación del río se tomó en cuenta valores entre 1 y 0 donde, 1 representa el régimen de un río natural sin alteraciones mientras que 0 el régimen hídrico de un río alterado por diversas perturbaciones. En la siguiente tabla se puede observar el tipo de impacto que se le establece al RI dependiendo de su valor de perturbación.

Tabla 2 Variación y límite de los impactos del régimen fluvial

Rango del RI	Tipo de impacto
$0 \leq RI < 0.2$	<i>Impacto drástico</i>
$0.2 \leq RI < 0.4$	<i>Impacto grave</i>
$0.4 \leq RI < 0.6$	<i>Impacto moderado</i>
$0.6 \leq RI < 0.8$	<i>Inicio del Impacto</i>
$0.8 \leq RI < 1$	<i>Bajo impacto</i>

Fuente: Development of a new index to assess river regime impacts after dam construction, Haghghi, Ali Torabi et al (29)

3.4. Análisis de datos

Una vez recopilada la información encontrada en la página web GRDC sobre los valores mensuales de caudales medios de las estaciones (Tabla 1) de las cuencas hidrográficas del Ecuador, los datos se establecieron en una base de datos de Excel donde, los valores cuantitativos fueron tratados por año y década, desde el año 1974 hasta el año 2004. Una vez establecidos estos valores se procedió a realizar cada uno de los cálculos necesarios para la obtención de los resultados.

Luego se procedió a comparar los datos de MIF, VIF, TIF y RI mediante un análisis de la covarianza de tres factores (Tiempo x Región x Estación). El factor Región consta de 2 niveles: Amazonía y Pacífico; y el factor Estación consta de 9 niveles: E1 Lita, E2 Sade, E3 Vinces, E4 Lechugal, E5 La Capilla, E6 Pilaton, E7 Quevedo, E8 Francisco, E9 Sayausi, después del análisis de la varianza se realizaron comparaciones con el test de Tukey que consiste en una prueba estadística utilizada con ANOVA con el fin de realizar experimentos en los cuales se pueden realizar varias comparaciones y por último (44), el análisis estadísticos se realizó con R.

4. CAPÍTULO III: RESULTADOS

4.1. Adaptación del Índice RI en ríos tropicales

En la Figura 3, se puede observar el nuevo modelo de la función MRRP adaptada a los ríos tropicales del Ecuador, donde, se evidencia que esta tiene dos nuevos puntos (B y D) (Tabla 3) con respecto a la función MRRP del modelo 1 (Figura 2a), estos nuevos puntos hacen referencia a los ríos tropicales, donde el punto B cuenta con un valor de 3,33 DME; que proviene del 20% dividido para los seis meses que dura la temporada seca, y en el punto D con un valor de 13,33 DME, que proviene del 80% dividido para los seis meses que dura la temporada húmeda, y estos dos puntos tienen un valor de MRRP = 50, siendo este valor una puntuación aproximada del índice que corresponde a los ríos tropicales (6 meses de caudales elevados y 6 meses caudales bajos), dando como resultado una variación del modelo 1 que considera a los ríos tropicales.

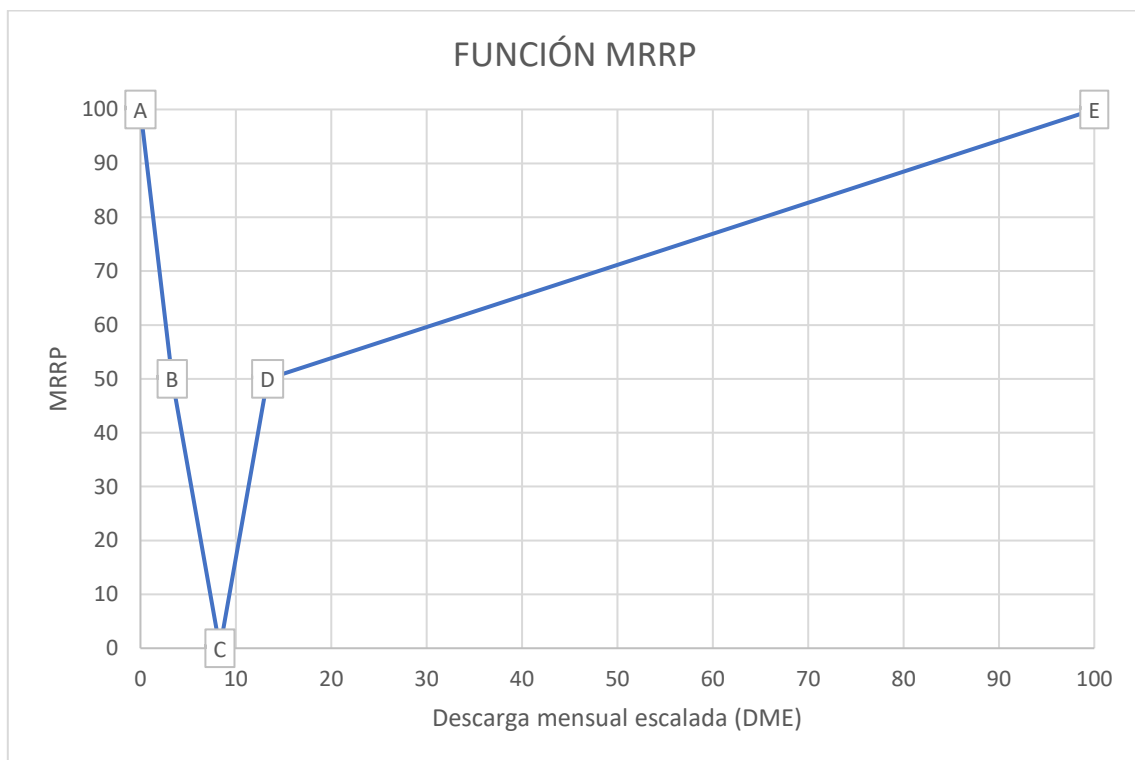


Figura 3 Función de punto del régimen fluvial mensual para ríos tropicales (MRRP)

Tabla 3 Puntos correspondientes a la función MRRP adaptada

Punto	DME	MRRP
A	0	100
B	3.33	50
C	8.33	0
D	13.33	50
E	100	100

A continuación, se presenta las ecuaciones que describen las rectas que conforman la función MRRP adaptada a los ríos tropicales:

Para $0 \leq DME \leq 3,33$:

$$MRRP = -15 \cdot DME + 100 \quad (6)$$

Para $3,33 < DME \leq 8,33$:

$$MRRP = -10 \cdot DME + 83,33 \quad (7)$$

Para $8,33 < DME \leq 13,33$:

$$MRRP = +10 \cdot DME - 83,33 \quad (8)$$

Para $13,33 < DME \leq 100$:

$$MRRP = 0,58 \cdot DME + 42 \quad (9)$$

4.2. Aplicación del Índice RI en ríos tropicales

4.2.1. Datos de referencia de la estación DJ SADE

Tabla 4 Datos mensuales de referencia de la estación DJ. SADE

Mes	Caudal	DME	DME ACUM	MRRP
ENE	1069	9.52	9.52	11.84
FEB	1627	14.48	24.00	50.66
MAR	1768	15.74	39.74	51.39
ABR	1759	15.66	55.40	51.34
MAY	1314	11.70	67.10	33.66
JUN	885	7.88	74.98	4.50
JUL	595	5.30	80.28	30.35
AGO	400	3.56	83.85	47.70
SEP	405	3.61	87.45	47.24

OCT	421	3.75	91.20	45.84
NOV	408	3.63	94.84	47.00
DIC	580	5.16	100.00	31.69

Tabla 5 Resumen de los datos mensuales de referencia de la estación DJ. SADE

	Valor	Unidad
Caudal anual	11230.68	m ³ /s
RRRI	453.23	
Caudal min	400.15	m ³ /s
Mes c min	243.33	días
Caudal max	1767.62	m ³ /s
Mes c max	91.25	días
Mes 50%	101.74	días

En la Tabla 4, se presentan los datos de la estación DJ. SADE que serán tomados como referencia, los cuales son resultados del promedio de los meses del año, de los datos que fueron proporcionados por el INAHMI. Donde, se presenta en la primera columna los meses del año, la segunda los promedios de la cantidad caudal, en la tercera la descarga mensual escalada (DME), en la cuarta columna la descarga mensual acumulada, y la quinta presenta los de MRRP, estos valores se pueden evidenciar en los gráficos a, b, c de la Figura 4.

En la Tabla 5 se presenta un resumen de los datos más relevantes de la Tabla 4, donde se tiene el total del caudal anual, es la suma de la cantidad de caudal de todos los meses con un valor de 11230.68 m³/s; el RRI, es la suma del MRRP de todos los meses con un valor de 453.23; caudal mínimo, presenta un valor de 400.15 m³/s que corresponde al mes de agosto, y esto se puede observar en los gráficos de la Figura 4a y 4b; mes caudal mínimo, corresponde al día 243 aproximadamente del año, el cual hace referencia a un día del mes de agosto, comprobando que tanto el día como el mes de caudal mínimo son fechas donde se da la época de verano por lo tanto si corresponde con los resultados expuestos; caudal máximo, da un valor de 1767.62 m³/s haciendo referencia según la Figura 4a y 4b al mes de marzo; mes caudal máximo, corresponde al día 91 aproximadamente del año, siendo un día del mes de abril, corroborando que el mes de abril es un mes de época de invierno por lo tanto el caudal es más elevado; mes 50%, corresponde al día 102 que hace referencia a un día de abril (12) el cual presenta un día aproximado donde ya ha pasado el 50% del caudal total del año y se lo puede observar en la Figura 4c.

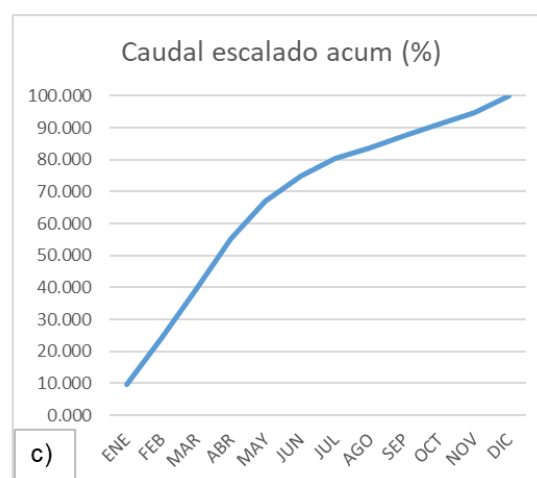
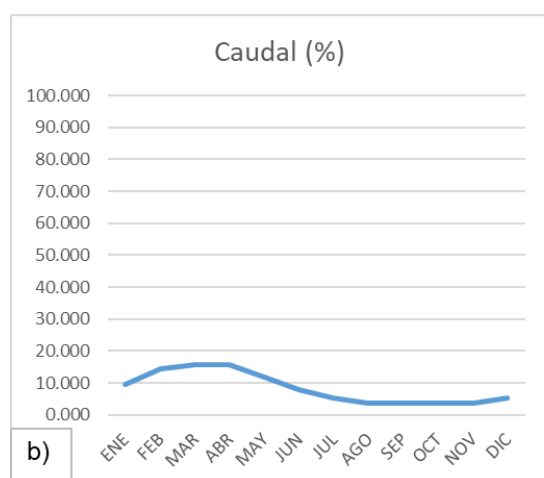
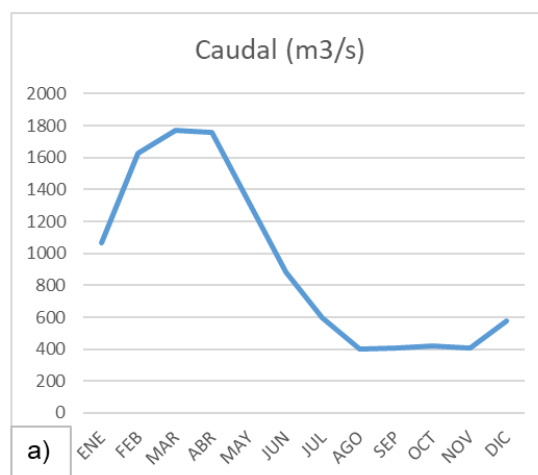


Figura 4 Funciones de referencia de la estación DJ. SADE (1974-2003). a) Caudal (magnitud) vs Meses del año. b) Caudal (DME) vs Meses del año. c) Caudal (DME acumulado) vs Meses del año.

4.2.2. Datos del año 1974 de la estación DJ SADE

Tabla 6 Datos mensuales del año 1974 de la estación DJ. SADE

Valor	Mes	Caudal	CME	MRRR	CUM CME
1	ENE	720.93	7.586	7.47	7.586
2	FEB	1623.64	17.086	52.16	24.672
3	MAR	1493.75	15.719	51.38	40.391
4	ABR	1259.48	13.254	49.20	53.645
5	MAY	1135.13	11.945	36.12	65.590
6	JUN	566.74	5.964	23.69	71.554
7	JUL	371.86	3.913	44.20	75.467
8	AGO	241.49	2.541	61.88	78.008
9	SEP	297.12	3.127	53.10	81.135

10	OCT	535.24	5.632	27.01	86.767
11	NOV	474.07	4.989	33.45	91.756
12	DIC	783.46	8.244	0.89	100.000

Tabla 7 Resumen de los datos mensuales del año 1974 de la estación DJ. SADE

	Valor	Unidad
Caudal anual	9502.91	m ³ /s
RRRI	440.56	
Caudal min	241.49	m ³ /s
Mes c min	243.333333	días
Caudal max	1623.64	m ³ /s
Mes c max	60.83	días
Mes 50%	99.61	días

En la Tabla 6 se presentan los datos de la estación DJ. SADE de un año específico, que corresponden al año 1974. En la Tabla 7, de forma análoga a la Tabla 5 se presentan los datos más relevantes, se puede apreciar la totalidad del caudal anual de dicho año que es de 9502.91 m³/s y el RRI es de 440.56. Por otra parte, podemos ver que el caudal mínimo que es de 241.49 m³/s y el mes del caudal mínimo hace referencia al día 243 que corresponden a un día del mes de agosto según la tabla 6, en cuanto al caudal máximo es de 1623.64 m³/s y el mes del caudal máximo se da en el día 60 que corresponden al mes de febrero y marzo, respectivamente, y por último el mes donde se da el 50% del caudal es el día 99 que corresponde a un día del mes de abril como se lo puede observar en la Tabla 6. Siendo, estos valores comprobados ya que en los valores mínimo se da en un mes de verano (seco) y en los valores máximos se da en meses de invierno (húmedo).

En la Figura 5 se puede apreciar dos funciones, la función azul corresponde al año con el que se está trabajando, es decir, el actual (1974) y la función naranja representa la referencia (la misma presentada en la Figura 4a). En el gráfico "a" se puede observar que entre las dos funciones existe una similitud en cuanto a la forma, sin embargo, en la función azul se ve que en los meses de febrero a mayo ha existido una disminución significativa de caudal con respecto a los años de referencia a causa de la sequía en el caudal de dicho año, pero a partir de mayo a agosto la disminución se vuelve mínima y en el mes de octubre la función azul va en aumento a diferencia de la función naranja producto de fuertes lluvias que inician en estos meses. En la gráfica b se puede evidenciar una variación mínima en cuanto a los porcentajes de

caudal de dicha estación en el año 1974. En cuanto a la gráfica c existe una variación del porcentaje acumulado ya que como se puede ver desde el mes de mayo a noviembre ha habido un aumento (función azul) en la estación con respecto a la referencia (función naranja).

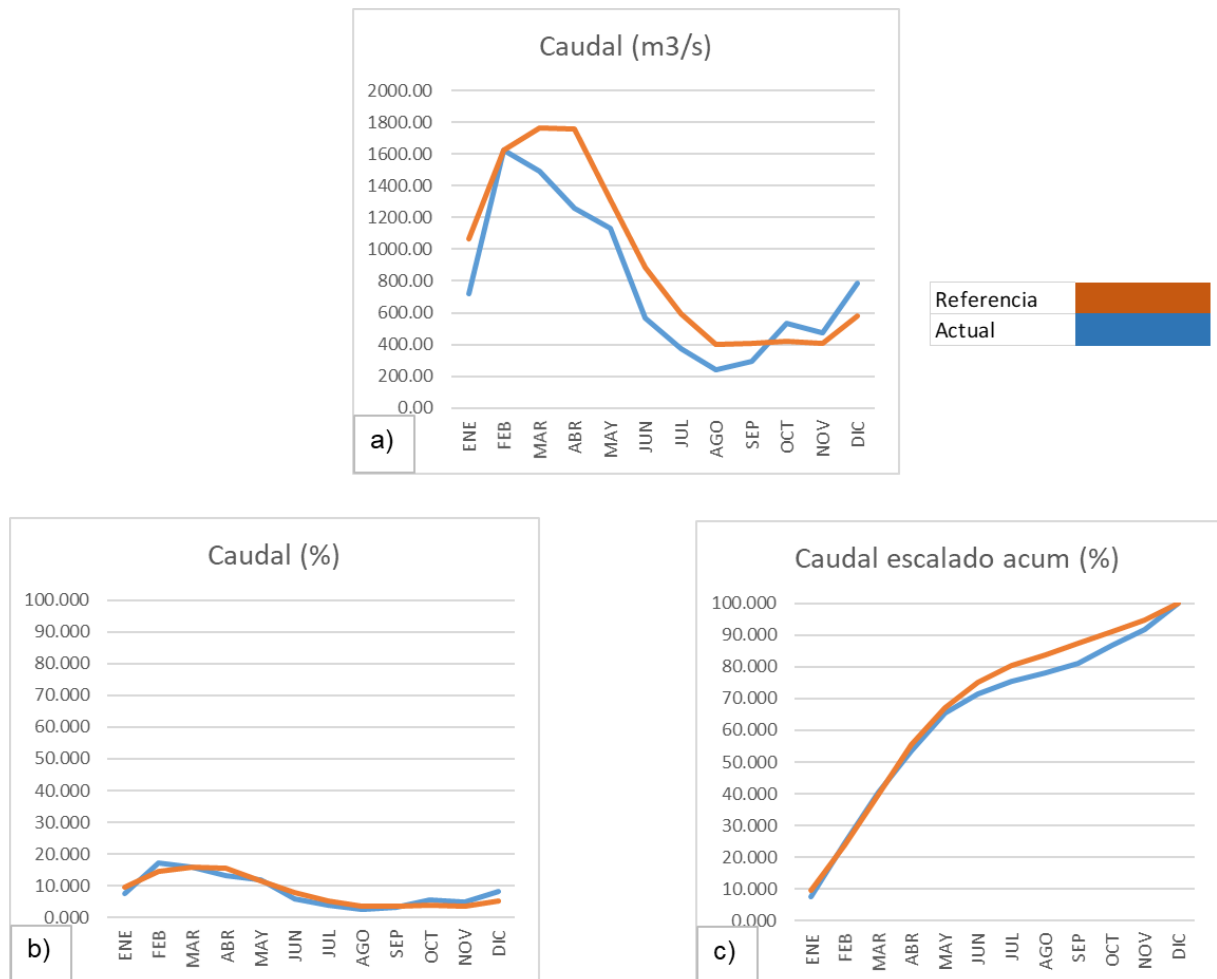


Figura 5 Funciones de la estación DJ. SADE (1974). a) Caudal (magnitud) vs Meses del año. b) Caudal (DME) vs Meses del año. c) Caudal (DME acumulado) vs Meses del año.

Tabla 8 Resultados obtenidos del año 1974 de la estación DJ. SADE

	MIF	MIF*	IRR	VIF	DTmax	DTmin	DTmed	TF	TIF	RI	RI*
1974	0.85	0.85	2.80	0.49	-30.42	0.00	-2.13	10.85	0.47	0.81	0.81

En la Tabla 8 se presentan los valores de los factores de la estación SADE correspondientes al año 1974, estos datos fueron conseguidos a partir de los datos de la Tabla 6, como se puede observar se han calculados los valores de MIF, VIF,

TIF (sombreado azul) y RI (sombreado verde), además de presentar los otros parámetros que son necesarios para calcular los factores como lo son el IRR, DT_{máx}, DT_{mín}, DT_{med} y TF. Los valores MIF* y RI* (sombreado amarillo) son valores modificados a diferencia de los originales MIF y RI, estos detectan tanto disminuciones como aumento del caudal, por otro lado, los originales solo detectan disminución en el caudal, es por ello que para los resultados donde se presentará al RI se tomarán en cuenta los valores de RI* debido a que durante el proceso de análisis de datos se pudo observar que ha habido años en que el caudal disminuye con respecto al caudal de referencia pero también han existido años donde el caudal ha aumentado con respecto al caudal de referencia.

Partiendo de este mismo análisis se realiza el mismo proceso para cada año, es decir, desde el año 1974 hasta el año 2004, entonces van a existir 30 datos con los cuales se van a construir las gráficas que pertenecen a cada uno de los factores del índice RI. Se debe recalcar o hacer énfasis en que este proceso se lo repetirá a cada una de las estaciones que pertenecen al área de estudio (Ver anexos 1,2,3).

4.2.3. Comparación entre los datos del año 1974 y los datos de la década (74-83) en la estación SADE

En la Figura 6 se presentan las mismas gráficas que en la Figura 5, a diferencia que esta corresponde a los valores de caudales promediados de la década de 1974-1983, como se puede observar las gráficas las funciones azules de cada gráfico de la Figura 6a se podría afirmar que son casi iguales con respecto a la referencia, excepto en la gráfica de la Figura 6a donde se puede observar un caudal ligeramente mayor desde febrero a mayo de la función azul con respecto a la referencia.

Por otro lado, si las funciones azules de estos gráficos (Figura 6) se comparan con las mismas de los gráficos de la Figura 5 respectivamente, es evidente que los valores para un año específico se observa una variación más sensible con respecto a la referencia a diferencia de los valores observados en los gráficos de la Figura 6, ya que como se mencionó antes estos son casi iguales a las funciones de referencia para cada caso. Por tanto, el análisis de los datos para un año específico tiene mayor sensibilidad que el análisis de datos por década.

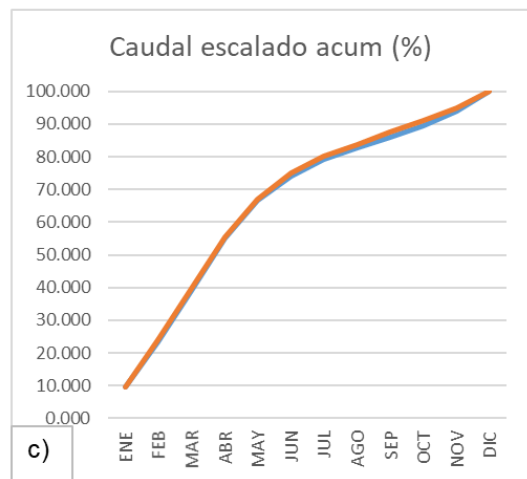
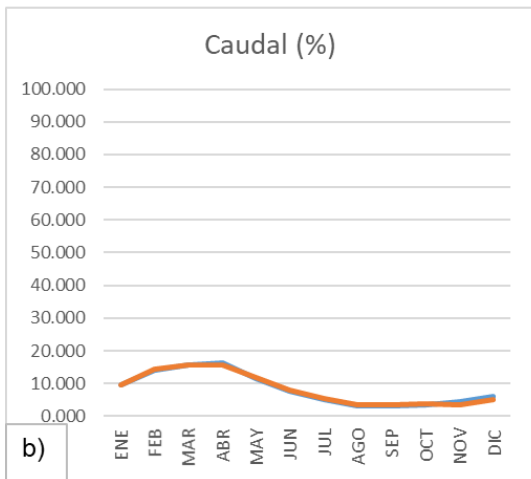
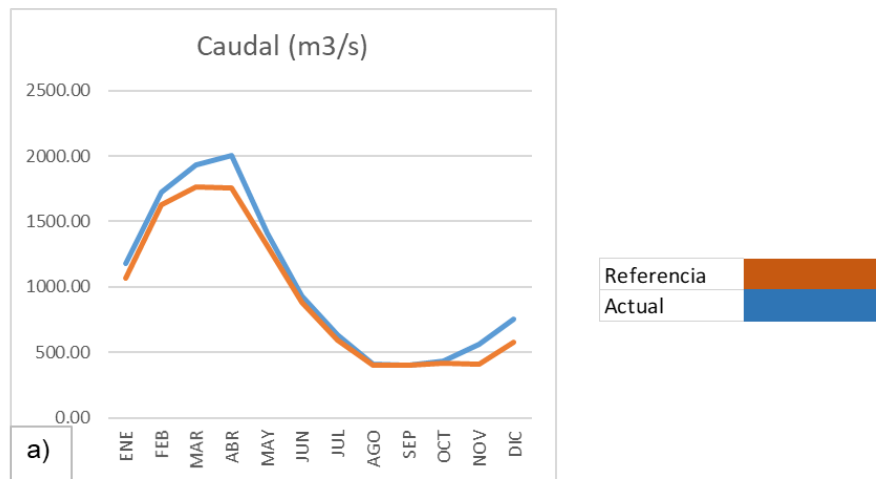


Figura 6 Funciones de la estación DJ. SADE (Década 1974-1983). A) Caudal (magnitud) vs Meses del año. b) Caudal (DME) vs Meses del año. c) Caudal (DME acumulado) vs Meses del año.

4.3. Factores del Índice RI

A continuación, se presentan las gráficas de cada uno de los factores del índice RI, para las gráficas de cada factor se ha decidido presentar por separado los resultados de las estaciones que pertenecen al Pacífico y la estación que pertenece a la Amazonía. Además, las gráficas serán presentadas todas por igual desde el año 1974 hasta el año 2004.

4.3.1. MIF

La Figura 7 muestra como ha variado el MIF en la estación Oyacachi a lo largo de los años, desde el año de comienzo del análisis (1974) hasta 1990 se evidencia como ha existido un aumento en el caudal, donde los tres valores más altos se dieron en los

años 1976, 1978 y 1987 con un MIF de 1.34, 1.39 y 1.20 respectivamente. Por otro lado, a partir del año 1994 hasta el 2004 se puede observar que el caudal se comporta de una forma más estable a pesar de que ha ido disminuyendo de forma relativamente pequeña.

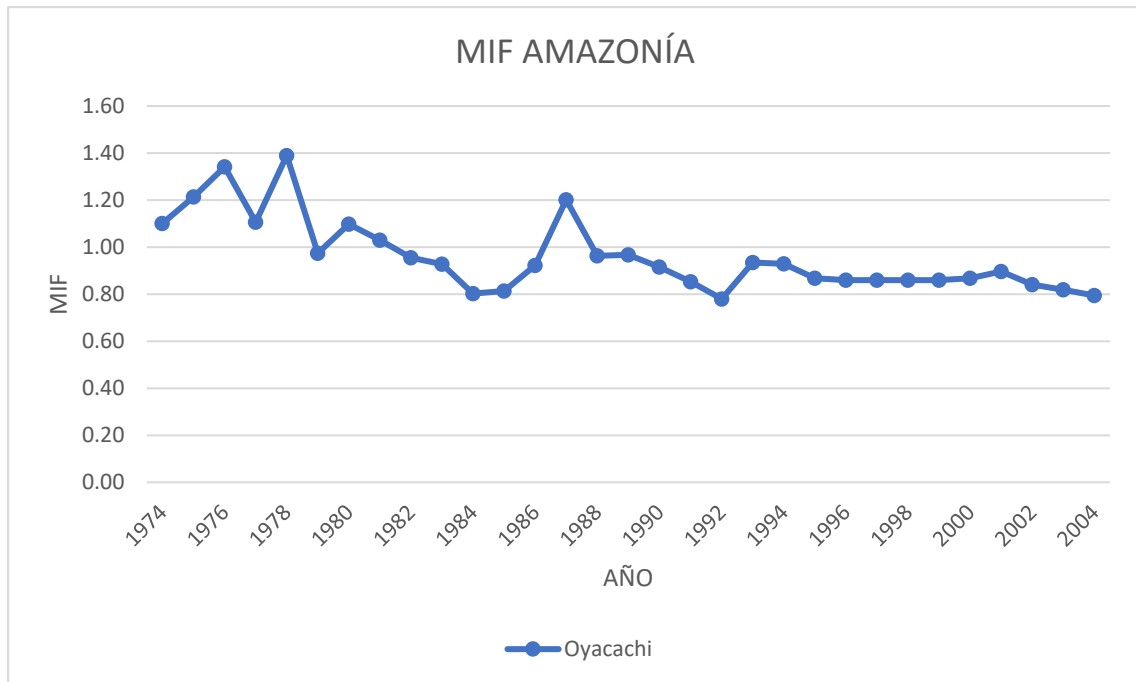


Figura 7 Gráfica del factor de impacto de la cantidad de caudal (MIF) en la Amazonía

En la Figura 8 se presenta las gráficas de los MIF de cada una de las estaciones pertenecientes a las cuencas que desembocan en el Pacífico, como se puede observar el MIF en cada de una de estas son similares, sin embargo, algunos valores en algunas estaciones son un tanto diferentes es por esto por lo que en la Figura 9 se pude evidenciar que se las ha agrupado según similitud.

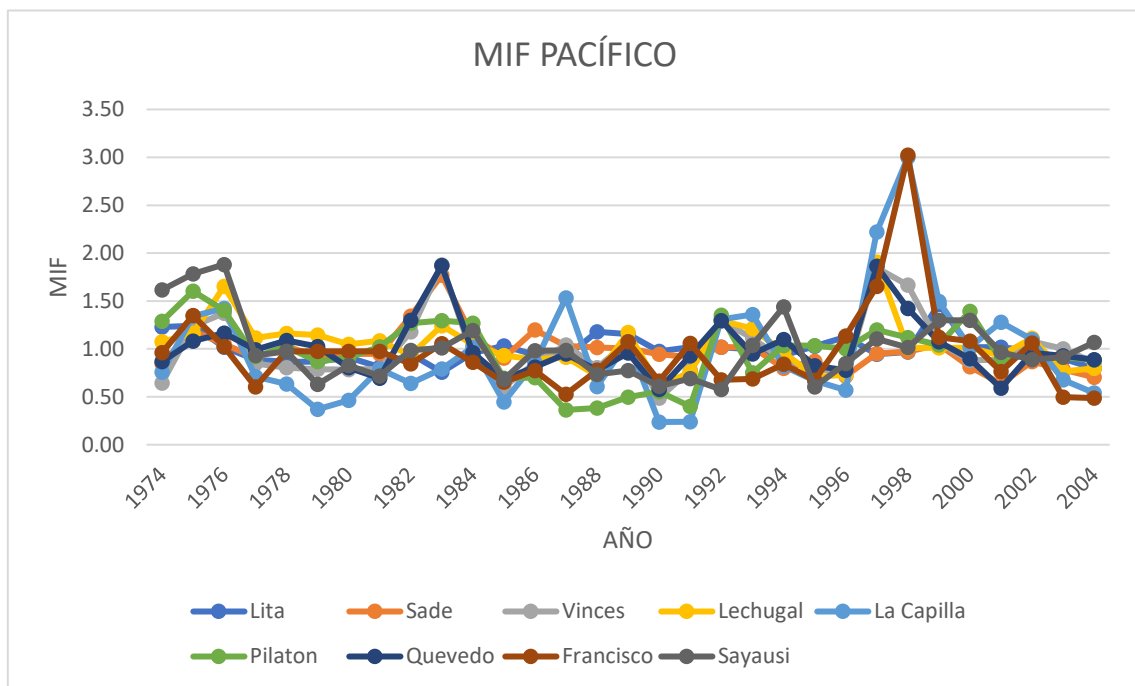


Figura 8 Gráficas del factor de impacto de la cantidad de caudal (MIF) en el Pacífico

La Figura 9a muestra los valores de MIF correspondientes a los ríos Mira (Lita), Esmeraldas (Pilaton) y Santiago de Cayapas (Sayausi), estas gráficas fueron agrupadas ya que se observa que son muy similares tanto en la forma como en los valores que toman a lo largo de los años. En los primeros años el MIF en ambas estaciones nos muestra como ha existido un aumento de caudal de casi el doble con respecto a la referencia que después va disminuyendo hasta tomar valores cercanos a la unidad.

La Figura 9b de manera similar a la Figura 9a muestra los valores de MIF correspondientes a los ríos Esmeraldas (Sade) y Guayas (Vinces, Lechugal y Quevedo), siendo estas agrupadas por su similitud tanto en forma como en valores. A diferencia de la figura anterior en esta se evidencia más picos de MIF de casi el doble con respecto a la referencia como es el caso de los años 1973, 1983 y 1997.

En la Figura 9c muestra las gráficas de MIF de los ríos Guayas (La Capilla) y Jubones (San Francisco), a lo largo de los años el MIF varía aumentando y disminuyendo con valores cercanos a la unidad, lo más relevante de este gráfico es que en el año de 1997 en ambas estaciones el caudal aumentó 3 veces con respecto a la referencia.

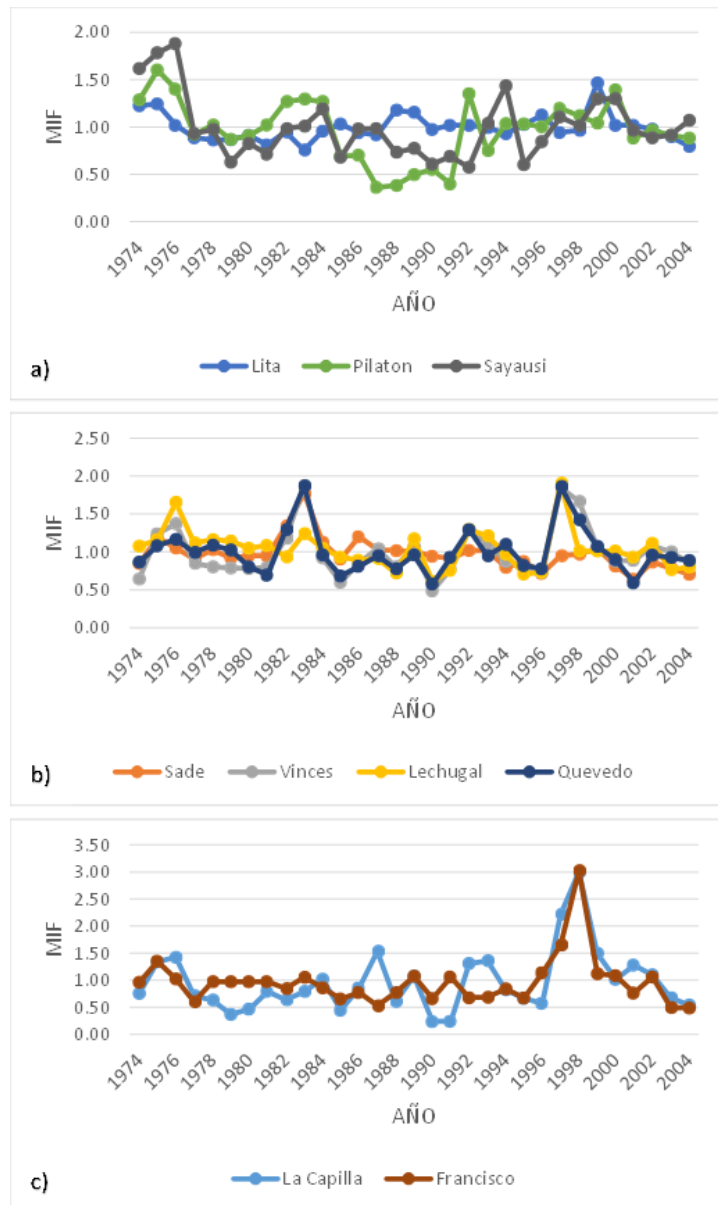


Figura 9 Gráficas del factor de impacto de la cantidad de caudal (MIF) en el Pacífico agrupadas por similitud

En las Figura 10 y 11 se presenta el promedio del MIF de todas las estaciones tanto la de Amazonía como las del Pacífico. Como se puede observar los valores promedio que toma el MIF (ver Figura 10) van variando a lo largo de los años, esto se traduce en que ha habido tanto aumentos como reducciones en los caudales de dichas estaciones, esto se puede ver de forma un poco más clara en la Figura 11 donde estos promedios han sido agrupados por décadas en un gráfico de barras. Donde los valores promedio de MIF tienen mayor cantidad de caudal en la década de 1974-1983 esto debido a una mayor cantidad de flujo durante esta década en comparación a los otros periodos donde existió menos cantidad de caudal sin embargo es mínima la

diferencia, por lo que, se puede ver que las distintas cuencas hidrográficas desde el año 1974 al 2004 ha contado con un caudal sin impactos significativos.

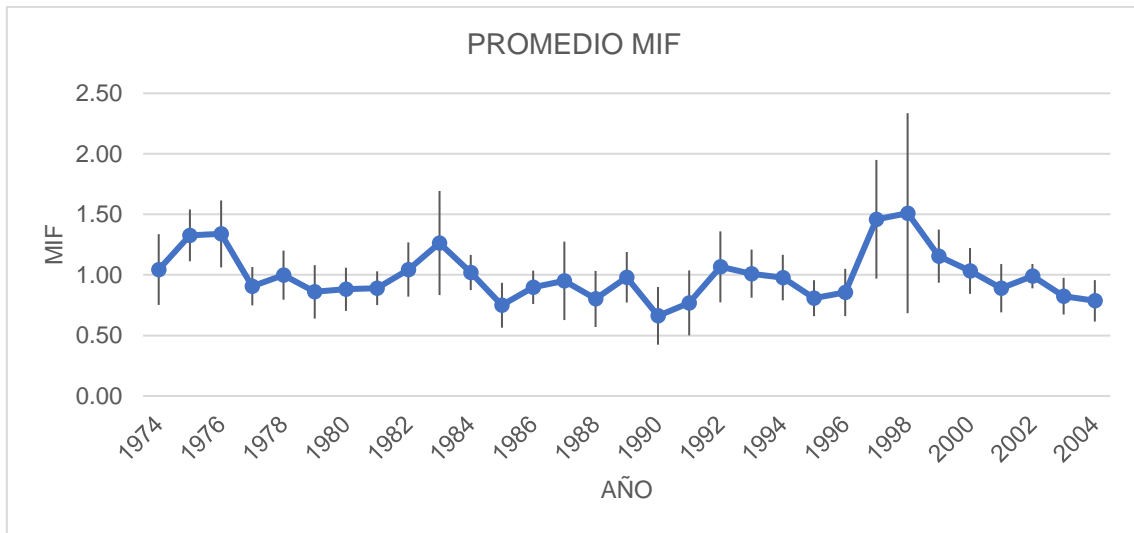


Figura 10 Gráfica del promedio de factor de impacto de la cantidad de caudal (MIF) de todas las estaciones (Amazonía y Pacífico)

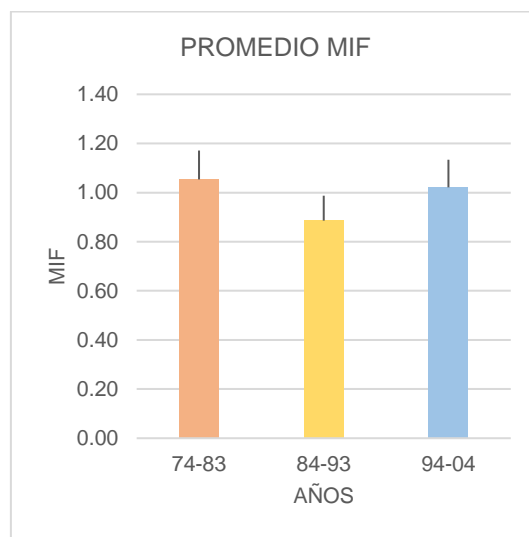


Figura 11 Gráfica del promedio de factor de impacto de la cantidad de caudal (MIF) de todas las estaciones por década (Amazonía y Pacífico)

4.3.2. VIF

A continuación, se presentan los resultados de la variabilidad del caudal en las estaciones de estudio, donde si el VIF toma valores cercanos a 0.5 quiere decir que el caudal intra-anual no ha variado tanto y si el VIF toma valores cercanos a 0 quiere decir que ha existido una gran variación del caudal intra-anual.

La Figura 12 muestra los valores de variabilidad del caudal intra-anual del rio Napo (Oyacachi) que pertenece a la Amazonía, donde se puede observar que en la mayoría de los años de estudio los valores de VIF muestran que existen unas variaciones relativamente pequeñas del caudal, por otro lado, existen años donde esta variación es más notoria tal como es el caso del año 1985, 1991 y 2004 donde los valores del VIF nos muestran como estos años ha existido una gran variabilidad del caudal.

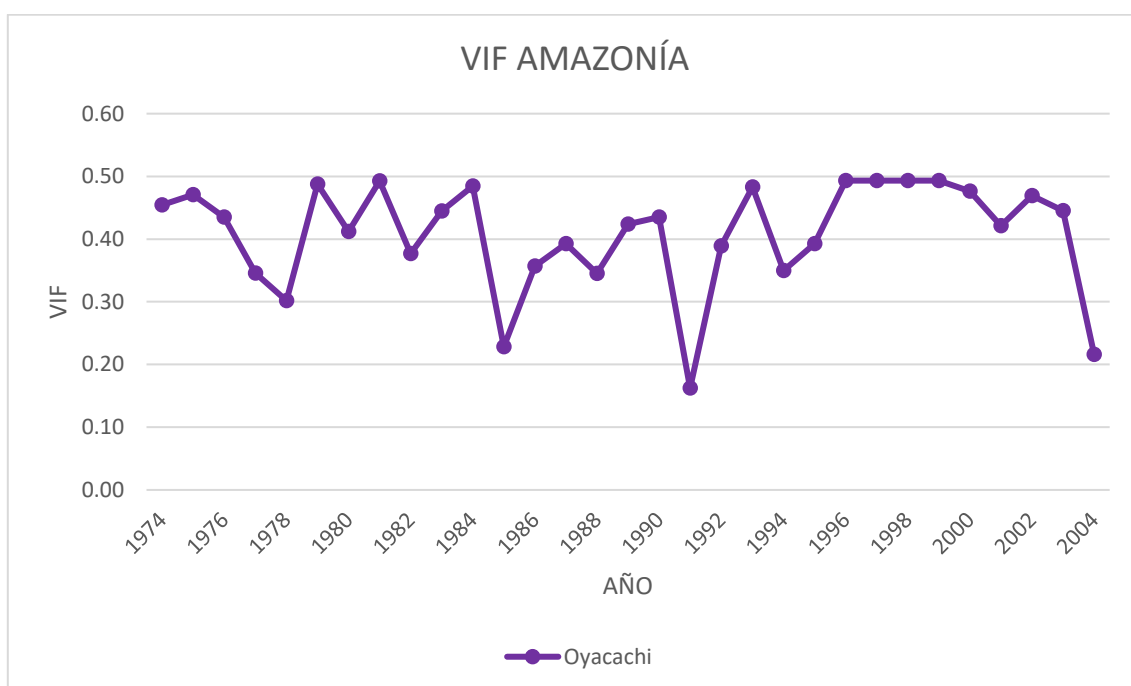


Figura 12 Gráfica del factor de impacto de variabilidad del caudal intra-anual (VIF) en la Amazonía

Los valores de VIF de las estaciones correspondientes al Pacífico se encuentran en la Figura 13, en donde la mayoría presenta una variación del caudal, pero esta no es tan grande debido a que todos los valores de VIF son relativamente cercanos a 0.5, aunque también hay excepciones las cuales se presentan en la Figura 14 donde se han agrupado las gráficas de VIF con valores análogos.

Los valores de VIF correspondiente a los ríos Esmeraldas (Sade) y Guayas (Vinces, Lechugal) se presentan en la Figura 14a, en este gráfico se puede corroborar lo antes mencionado de que la variación del caudal en esta estación es mínima dado que poseen valores muy cercanos al 0.5, por otro lado, las gráficas de VIF de Vinces y Lechugal poseen mayor similitud con respecto a los valores de la estación Sade. Los valores que presentan mayor variabilidad del caudal se dan en el año de 1978 para las estaciones de Vince y Lechugal; también en el año de 1996 y 1997 para las estaciones Sade y Lechugal, y Vinces respectivamente.

Los valores de VIF correspondiente a los ríos Guayas (La Capilla, Quevedo) y Jubones (San Francisco) de la Figura 14b, también presenta valores que se acercan a 0.5 lo cual indica que no ha habido una gran variación del caudal intra-anual, por otra parte, los años donde hay mayor variación existen valores más pequeños con respecto a los valores de la Figura 14a, siendo la estación San Francisco la que cuenta con mayor variación del caudal con respecto a las otras dos estaciones. Además, se puede observar que los valores de VIF para la estación La Capilla muestran una gran variabilidad del caudal entre los años de 1974 a 1988.

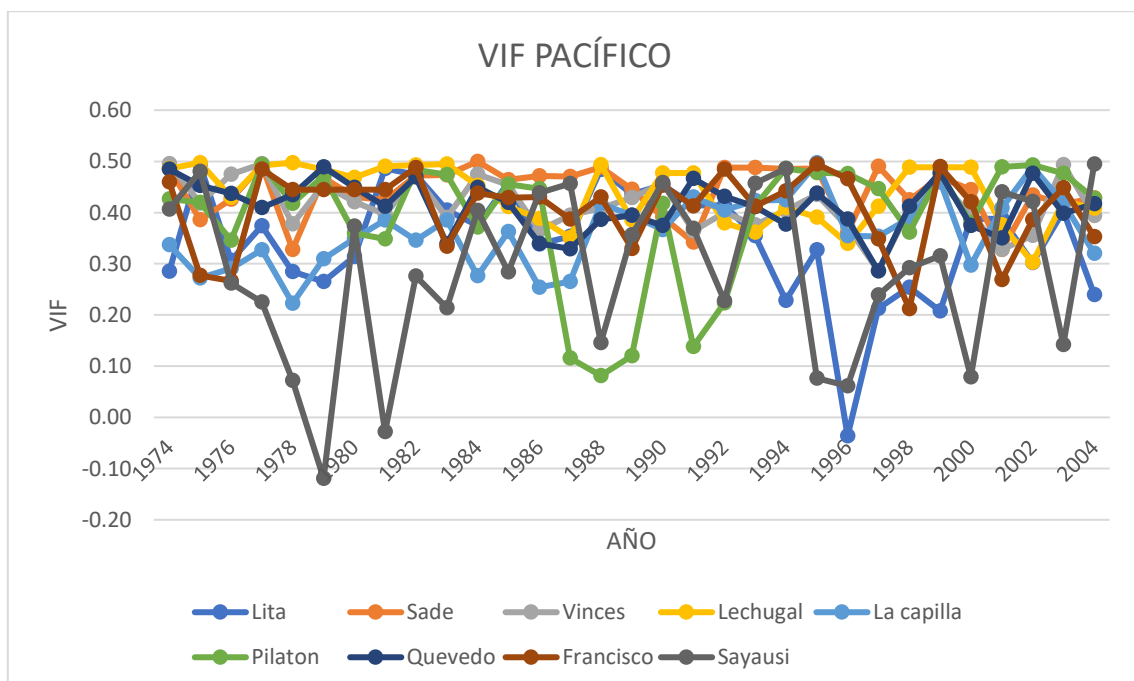


Figura 13 Gráficas del factor de impacto de variabilidad del caudal intra-anual (VIF) en el Pacífico

La estación Sayausi cuenta los valores de mayor variabilidad de caudal con respecto a todas las estaciones que pertenecen al Pacífico (ver Figura 13), por otra parte, si se

observa la Figura 14c se presentan los valores de VIF de los ríos de Mira (Lita), Esmeraldas (Pilatón) y Santiago Cayapas (Sayausi), estas gráficas fueron agrupadas debido a que son las que presentan mayor variabilidad del caudal intra-anual del grupo de estudio.

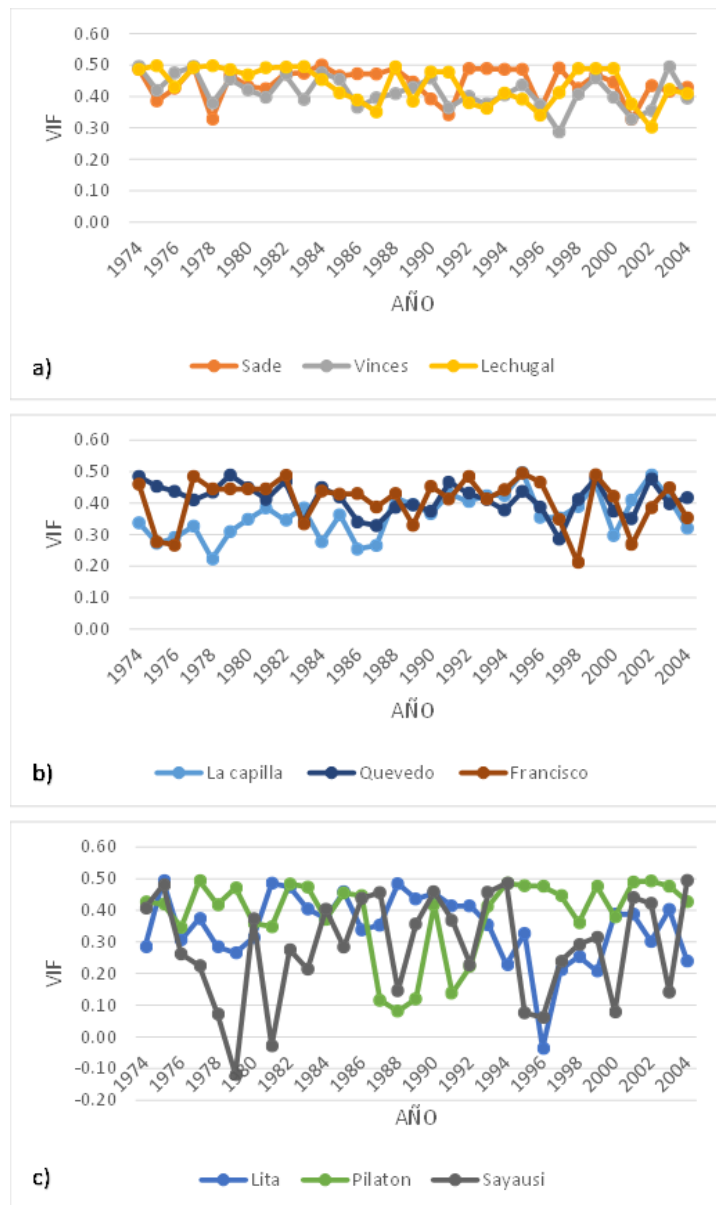


Figura 14 Gráficas del factor de impacto de variabilidad del caudal intra-anual (VIF) en el Pacífico agrupadas por similitud

Los valores promediados del VIF de todas las estaciones de estudio son presentadas en un solo gráfico en la Figura 15 y Figura 16, debido a que son valores promediados en la Figura 15 se observan que existen valores entre 0.5 y 0.3 lo cual indica que en la mayoría de las estaciones ha existido una pequeña variación del caudal intra-anual.

En cuanto al promedio de VIF por década mostradas en el gráfico de la Figura 16 se puede observar que la década en la cual hubo mayor variación del caudal en la mayoría de las estaciones de estudio fue en la de los años 1984-1993, por otra parte, en las otras dos décadas las variaciones fueron similares y tuvieron menos variación en el caudal.

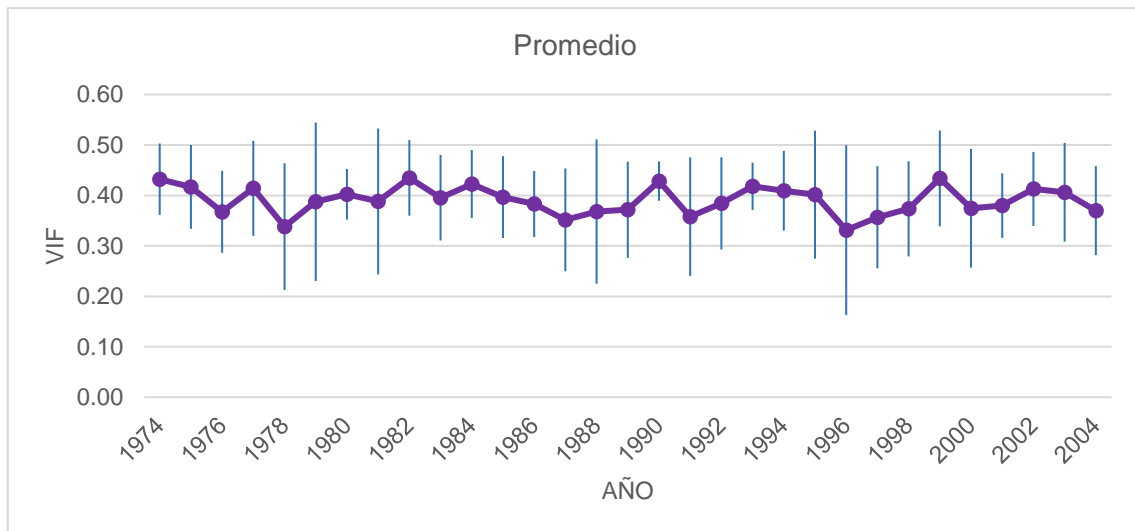


Figura 15 Gráfica del promedio de factor de impacto de variabilidad del caudal intra-anual (VIF) de todas las estaciones (Amazonía y Pacífico)

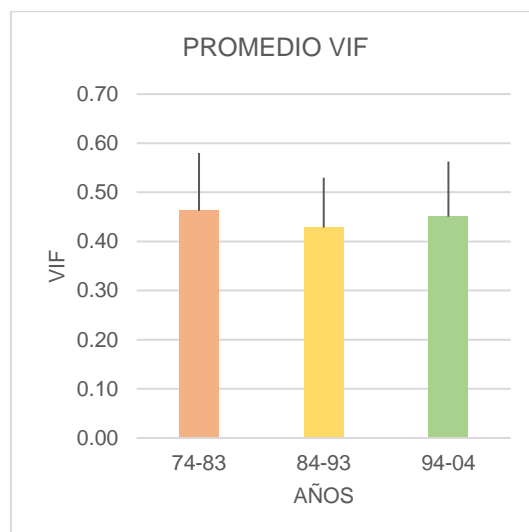


Figura 16 Gráfica del promedio de factor de impacto de variabilidad del caudal intra-anual (VIF) de todas las estaciones por década (Amazonía y Pacífico)

4.3.3. TIF

En las figuras siguientes presentadas más adelante muestran el factor TIF el cual si toma valores cercanos a 0.5 quiere decir que no existe variación en la estacionalidad, por otra parte, si los valores se acercan a 0 quiere decir que existe una variación en la estacionalidad, a lo largo de los años de análisis.

La Figura 17 presenta el TIF del rio Napo (Oyacachi), en la cual a partir del año 1994 al 2000 se puede observar que, si bien el TIF ha cambiado un poco, pero se mantuvo constante con un valor aproximado de 0.37. En los otros años se puede observar como la temporalidad se mantiene irregular, se evidencia que cada dos años la temporalidad del caudal cambia en esta estación. El año donde hubo una temporalidad relativamente invariable dada en el año 1978 con un valor de 0.5, en el caso del año donde hubo el mayor cambio en la temporalidad se dio en el año de 1987 con valor de 0.32.

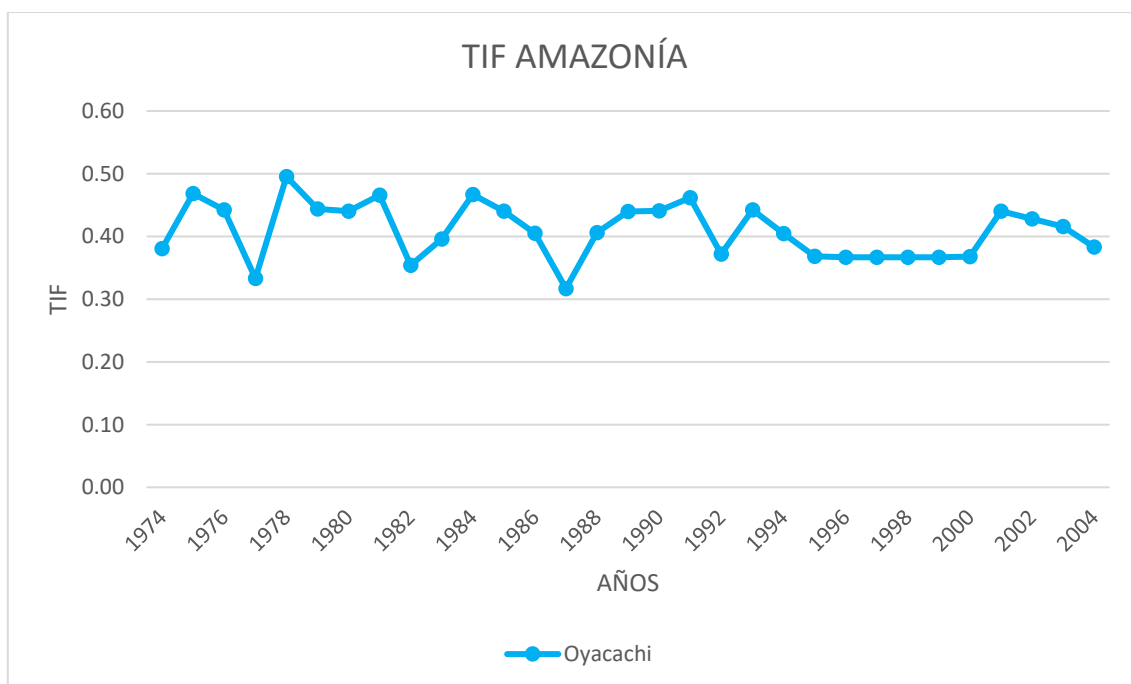


Figura 17 Gráfica del factor de impacto de temporalidad anual (TIF) en la Amazonía

En la Figura 18 se evidencia que algunas gráficas son muy similares como lo es el caso de los valores de los ríos Guayas (Quevedo, Lechugal, La Capilla y Vinces), Esmeraldas (Pilatón, Sade), Santiago Cayapas (Sayausi), y Jubones (San Francisco) en el año de 1982, a pesar de que los cambios coinciden en este año los valores de

estos difieren, también se puede observar como la temporalidad de la estación de Lita es invariante en este mismo año. En el año de 1997 ocurre algo similar a lo mencionado anteriormente donde esta vez los ríos Mira (Lita), Guayas (Vinces, Lechugal, Quevedo y La Capilla) y Esmeraldas (Pilatón) poseen formas similares con distintos valores en la temporalidad, por otro lado, el valor de TIF de la estación San Francisco es la que tiene menos cambios en la temporalidad en este mismo año.

Las gráficas de TIF de los ríos Esmeraldas (Sade) y Guayas (Vinces y Lechugal), donde el cambio en la temporalidad más evidente es en la estación Sade en el año 1986 con un valor de 0.21, también en el año 1998 se evidencia cambios en la temporalidad del caudal en las estaciones Vinces y Lechugal con valores cercanos a 0.2. En el resto de los años si bien han existido cambios en los períodos o estacionalidad de las estaciones no son de gran impacto con respecto a los cambios en las estaciones en los años antes mencionados (ver Figura 19a).

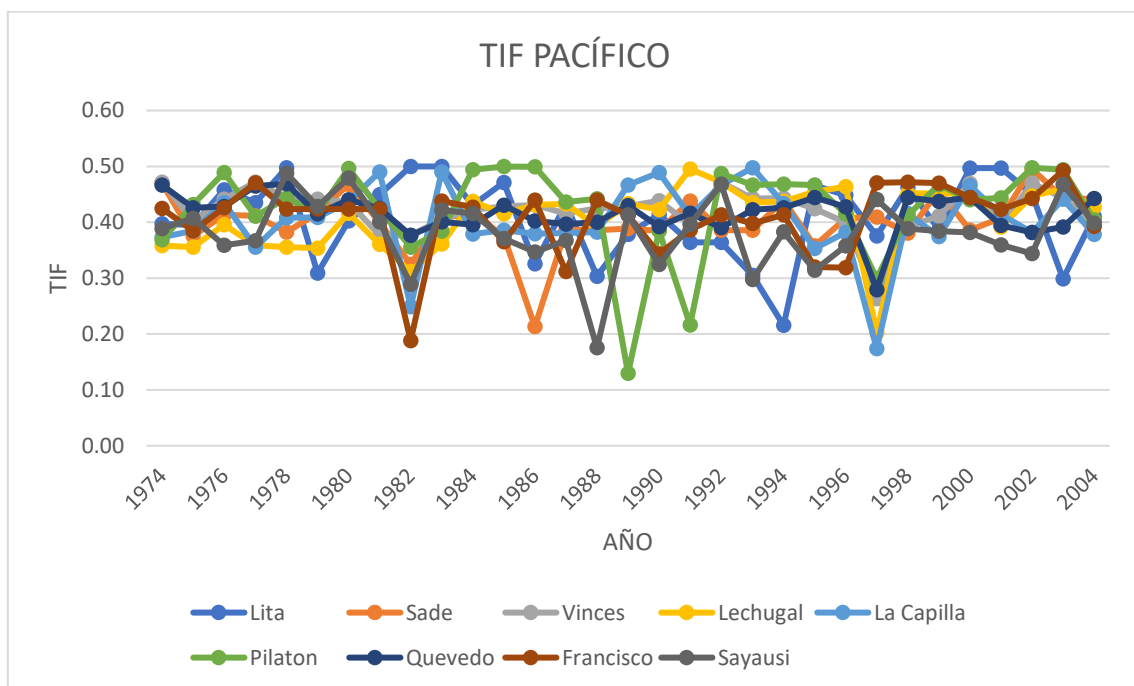


Figura 18 Gráficas del factor de impacto de temporalidad anual (TIF) en el Pacífico

En la Figura 19b se pueden observar que los años donde hubo mayor cambio en la temporalidad fue en el año de 1982 en los ríos Jubones (San Francisco) y Guayas (Quevedo), y en el año de 1997 el río Guayas (La Capilla y Quevedo). Con respecto a los valores de TIF de los otros años si bien se observan que hay cambios en las

estaciones estos son bajos. Por otra parte, la estación Quevedo presenta los valores de TIF más estables con respecto a las otras dos.

Los valores de TIF más variados de las estaciones pertenecientes al Pacífico se los presenta en la Figura 19c, donde la estación Lita presenta su mayor variación de temporalidad en el de 1994 con un valor de 0.22, seguida de la estación Sayausi que presentó su mayor variación en el año de 1988 con valor de 0.18.

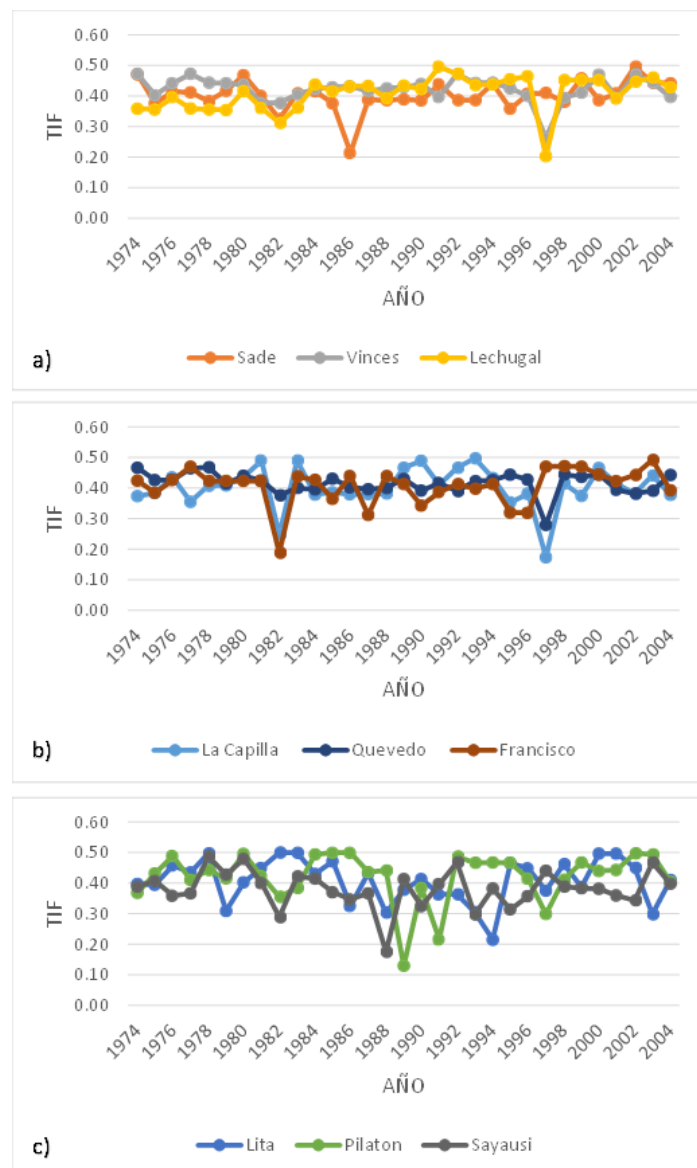


Figura 19 Gráficas del factor de impacto de temporalidad anual (TIF) en el Pacífico agrupadas por similitud

Por último, la estación Pilatón con valor de 0.13 en el año de 1990, siendo esta última la estación con mayor variación de todo el grupo del Pacífico. Por tanto, se tiene que

entre los años de 1988 a 1994 fue donde hubo mayor variación del caudal en las tres estaciones observadas.

El promedio de TIF de todas las estaciones de estudio en el año de 1982 y 1997 fueron donde se presentaron mayor cambio de temporalidad del caudal a nivel de todo del grupo de estudio, en el resto de los años el TIF promedio presenta una variación en la temporalidad baja debido a que se encuentran con valores que oscilan alrededor de 0.4, esto se lo puede evidenciar en la Figura 20.

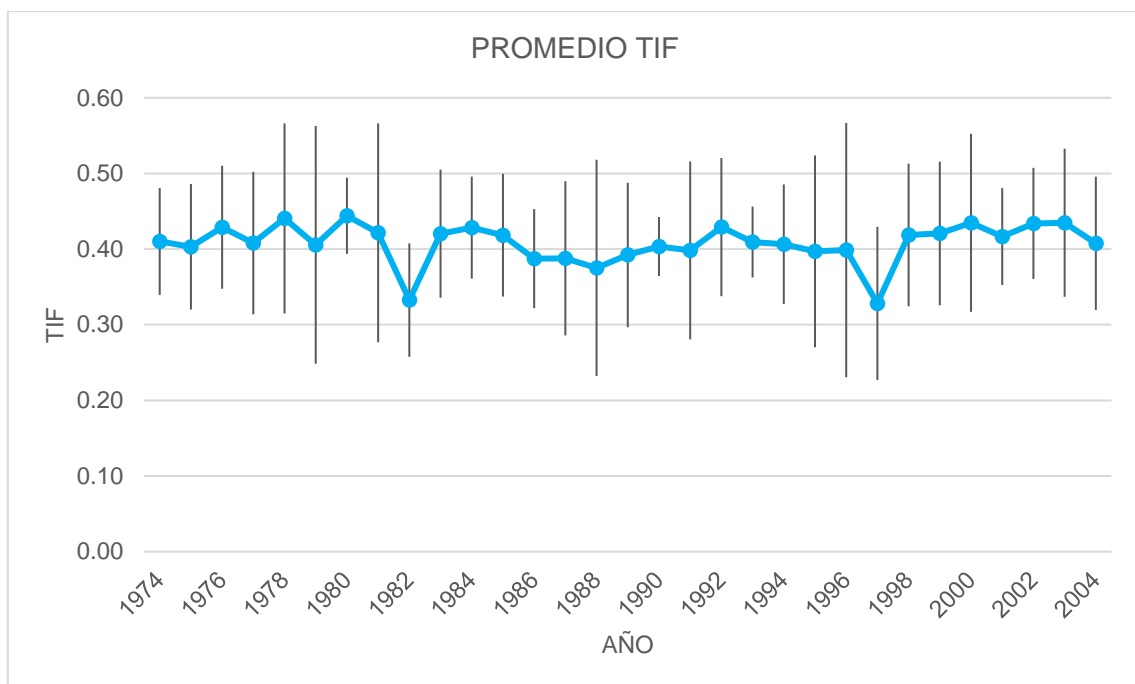


Figura 20 Gráfica del promedio de factor de impacto de temporalidad anual (TIF) de todas las estaciones (Amazonía y Pacífico)

El promedio de TIF por década de las estaciones de estudio se observa que en las tres décadas aparentemente no ha habido cambios grandes en lo que respecta a la temporalidad, donde lo más destacable es que a nivel general la década con mayor cambio de períodos fue la de 1984-1993, y la que menos cambio de temporalidad tuvo fue la de 1974-1983, esto se lo puede observar en la Figura 21.

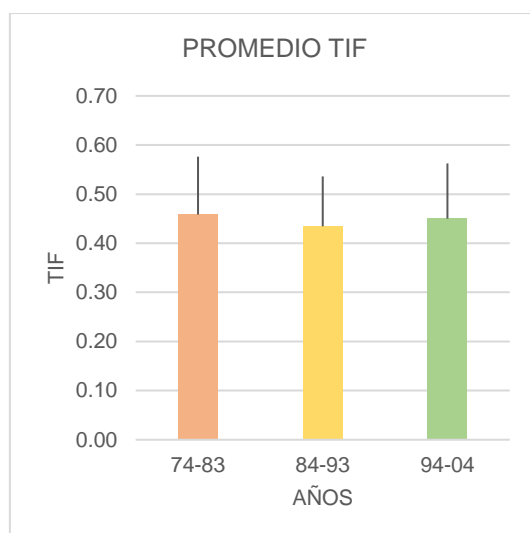


Figura 21 Gráfica del promedio de factor de impacto de temporalidad anual (TIF) de todas las estaciones por década (Amazonía y Pacífico)

4.3.4. RI

En esta sección se presenta los resultados correspondientes a los impactos de régimen fluvial para las estaciones de estudio, donde para referirse al tipo de impacto que han sufrido cada una de las cuencas hidrográficas de estudio se va a tomar como referencia los tipos de impactos presentados en la Tabla 2.

Según los datos de impacto de régimen fluvial del río Napo (Oyacachi) presentados en la Figura 22 en los años 1979, 1981, 1989 y 1993 se observan valores de RI que indican que hubo un bajo impacto en el régimen fluvial de la cuenca hidrográfica del Río Napo, por otro lado, un impacto moderado en el régimen fluvial de esta existió en los años de 1978, 1985, 1987, 1991 y 2004, siendo el 2004 el año con el menor valor de RI. En el resto de los años que no se mencionaron se puede ver que existe un inicio en el impacto del régimen fluvial con valores de RI comprendidos entre 0.8 y 0.6.

Los valores de régimen fluvial de las estaciones que pertenecen al Pacífico presentan mayor impacto en sus cuencas con respecto a la cuenca de la Amazonía, estos se presentan en la Figura 23, se puede evidenciar que todas en algún momento sufrieron de impactos bajos hasta drásticos en su régimen fluvial. Estas gráficas se pueden apreciar de forma clara en la Figura 24 donde se han agrupado los RI de las estaciones con valores similares.

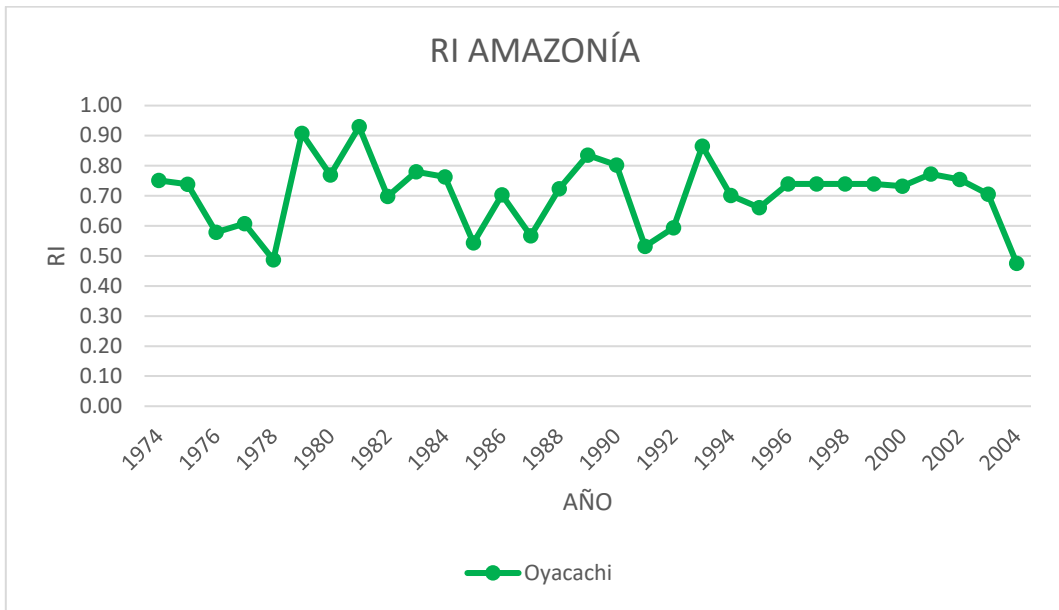


Figura 22 Gráfica del índice del régimen hídrico (RI) en la Amazonía

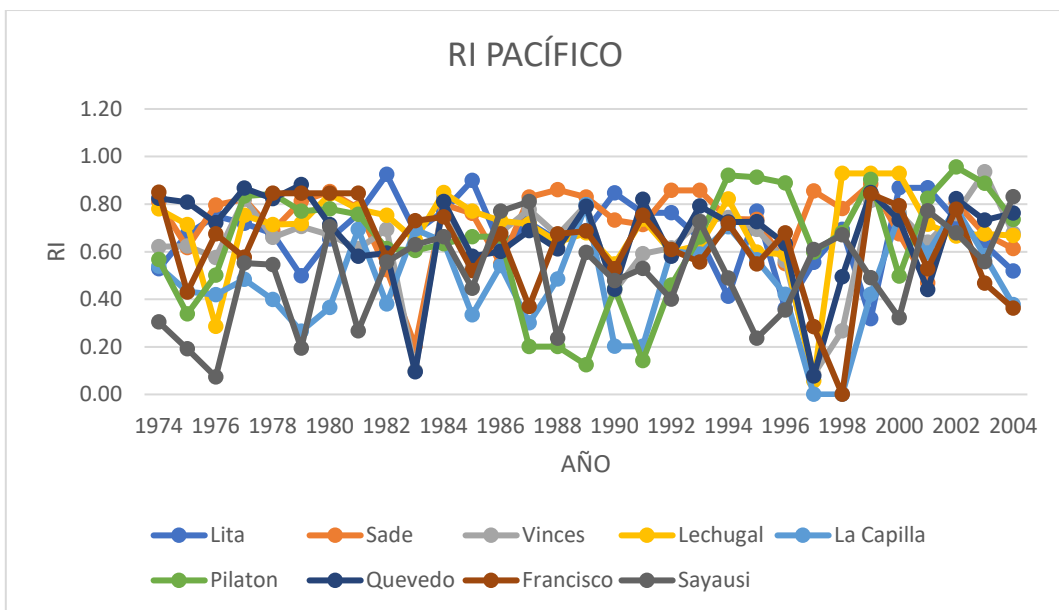


Figura 23 Gráfica del índice del régimen hídrico (RI) en el Pacífico

En la Figura 24a se puede observar los valores de RI de los ríos Esmeraldas (Sade) y Guayas (Vinces y Lechugal) donde a lo largo de los años ha existido impacto en el régimen fluvial en sus respectivas cuencas, variando en el tipo de impacto sufrido entre inicio de impacto e impacto moderado. En el año 1983 en la estación Sade de la cuenca del Río Esmeraldas tuvo lugar el mayor impacto de tipo drástico; los valores de la cuenca del río Guayas de la estación Lechugal presentan un impacto grave y un impacto drástico ocurrido en los años de 1976 y 1997, respectivamente; por último,

los años donde se presentaron los impactos más grandes en la cuenca de la estación Vinces perteneciente al Río Guayas fue en los 1983 y 1997 al igual que la estación Lechugal.

Las estaciones La Capilla, Quevedo y San Francisco con sus valores de RI son presentadas en la Figura 24b, donde se evidencia que los impactos en los regímenes fluviales ocurridos en las distintas cuencas de estas estaciones varían entre inicio de impacto a impacto graves. La cuenca de la estación San Francisco y la cuenca de la estación

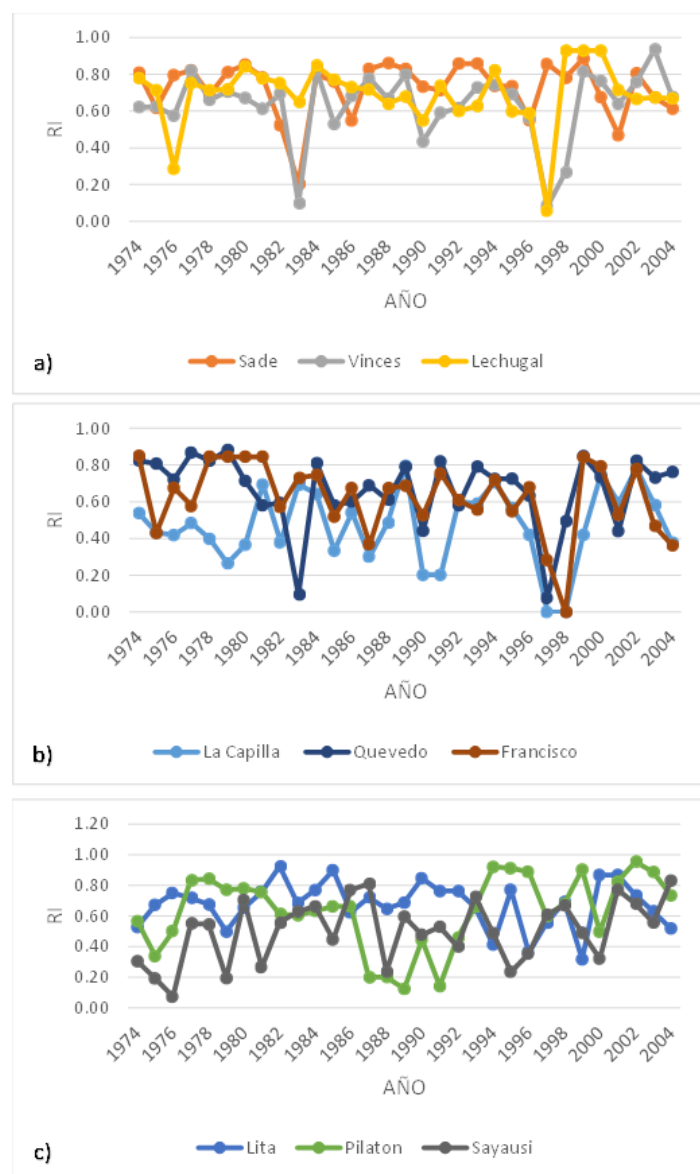


Figura 24 Gráfica del índice del régimen hídrico (RI) en el Pacífico agrupadas por similitud

La Capilla presentaron impactos drásticos en los años 1998 y 1997, respectivamente con valores de RI de 0, siendo estos los valores más bajos de RI de todas las estaciones. La cuenca de la estación Quevedo también sufrió impactos drásticos en los años de 1983 y 1997.

La Figura 24c muestra las gráficas de RI correspondientes al río Mira (Lita), Esmeraldas (Pilatón) y Santiago de Cayapas (Sayausi), siendo estos los ríos con mayor impacto con respecto a las otras estaciones del Pacífico, donde se observa que los impactos ocurridos en los regímenes fluviales en las cuencas de estas estaciones a lo largo de los años son del tipo moderado. El mayor impacto en la cuenca del río Santiago de Cayapas (Sayausi) ocurrió en el año de 1976 con un valor de RI de 0.07 seguido del año 1979 con valor de 0.19; los valores de RI de la estación Pilatón donde se observan impactos drásticos son en los años de 1987, 1988, 1989 y 1991; por otro lado, en el año de 1999 la cuenca del río Mira (Lita) sufrió un impacto grave en su régimen fluvial.

Al presentar los resultados del promedio de todos los valores de RI de las estaciones se tiene la Figura 25 donde se evidencia que por lo general a lo largo de los años las cuencas de las estaciones de estudio han sufrido impactos que han ido variando entre inicio de impacto a impacto moderado o viceversa, existiendo excepciones tales el

valor promedio RI de 0.39 ocurrido en el año de 1997 indicando que existió un impacto grave en los regímenes fluviales de la mayoría de las cuencas de estudio.

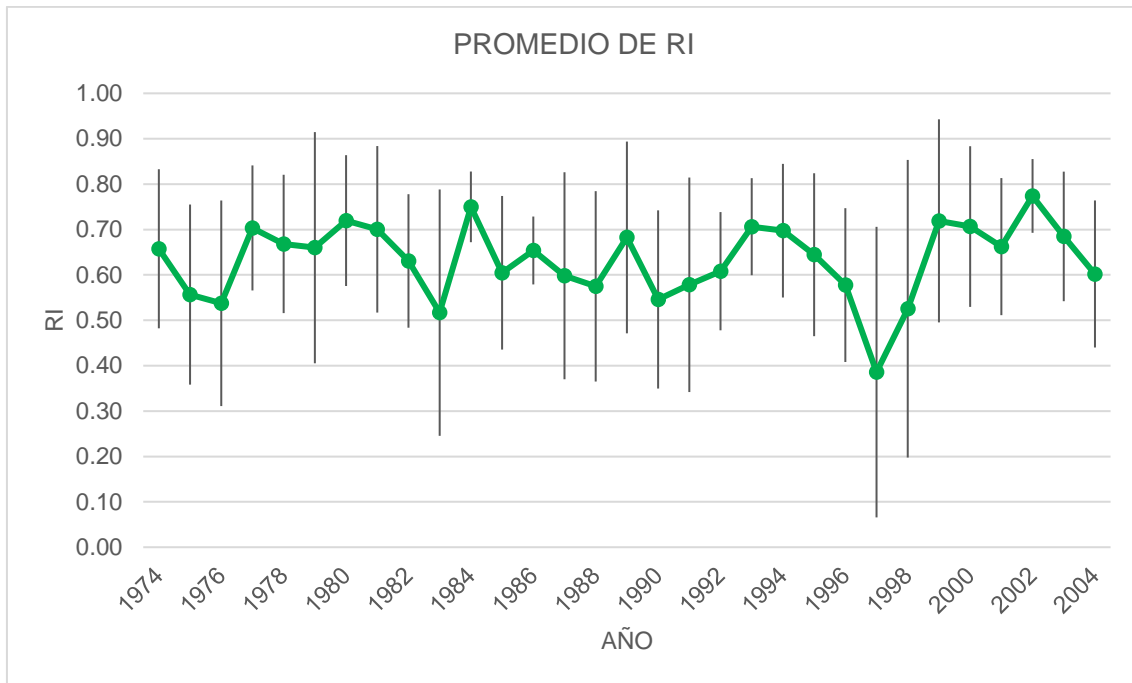


Figura 25 Gráfica del promedio del índice de régimen hídrico (RI) de todas las estaciones (Amazonía y Pacífico)

El promedio de RI se presenta en la Figura 26 pero por década, donde se evidencia que en la década del 1994-2004 que en la mayoría de las cuencas de estudio el impacto en sus regímenes fluviales ha sido bajo con valor de 0.83, la década del 1974-1983 también posee un valor similar de 0.82, por otro lado, en la década de 1984-1993 se nota que durante estos años fue donde hubo mayor impacto en el régimen fluvial de las cuencas.

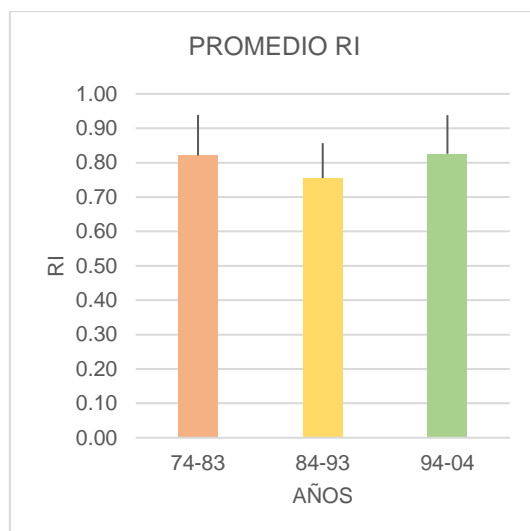


Figura 26 Gráfica del promedio del índice de régimen hídrico (RI) de todas las estaciones por década (Amazonía y Pacífico)

La tabla 9, representa el tipo de impacto según su Índice RI, por lo que, se puede observar que en su mayoría las estaciones tienen un impacto bajo e inicio del impacto en lo que respecta este periodo que va desde el año 1974 hasta el año 2004.

Tabla 9 Factores y tipo de impacto de 6 cuencas hidrográficas del Ecuador. MIF, VIF, TIF = factores de impacto de magnitud, variabilidad y factores de impacto temporal, RI = impacto del río.

CUENCAS HIDROGRAFICAS	ESTACIONES	Factores de Impacto				TIPO DE IMPACTO
		MIF	VIF	TIF	RI	
Río Napo	Oyacachi	0.96	0.41	0.41	0.78	Inicio
Río Mira	Lita	1.04	0.35	0.41	0.79	Inicio
Río Esmeraldas	Sade	0.98	0.44	0.40	0.82	Bajo
Río Guayas	Vinces	1.00	0.41	0.42	0.84	Bajo
Río Guayas	Lechugal	1.04	0.44	0.41	0.88	Bajo
Río Guayas	La Capilla	0.97	0.36	0.40	0.74	Inicio
Río Esmeraldas	Pilatón	0.97	0.39	0.42	0.78	Inicio
Río Guayas	Quevedo	1.00	0.41	0.42	0.83	Bajo
Río Jubones	Francisco	0.96	0.41	0.41	0.78	Inicio
Río Santiago-Cayapas	Sayausi	1.00	0.29	0.38	0.67	Inicio

4.3.6. Comparaciones con el test Tukey

En la tabla 10, se puede apreciar que en el Índice RI en el factor Región existe una comparación, es decir, que la región del pacifico cuenta con un Índice menor a diferencia de la región de la amazonia que a pesar de contar solo con una estación cuenta con un mayor promedio en su Índice RI, no a lo largo del tiempo pero si en la media Amazonia 0,71 en comparación al pacifico de 0,63. Por otra parte, en el factor Estación, en lo que corresponde a la región del pacifico se ven tres grupos entre los cuales están en el grupo 1: La Capilla y Sayausi, en el grupo 2: Sayausi, Francisco, Pilaton y Vinces y en el grupo 3: Quevedo, Lita, Lechugal y Sade; las cuales representan estaciones con bajo, medio y alto promedio en su Índice RI respectivamente. En lo que respecta al VIF se observa que en el factor Estación de la región del pacifico también existe una comparación entre las estaciones las cuales se dividen en tres grupos al igual que en el Índice RI, Grupo 1: Sayausi, Lita, La Capilla y Pilaton, Grupo 2: La Capilla, Pilaton, Quevedo, Francisco y Vinces, Grupo 3: Sade y Lechugal.

Tabla 10 Resultados de análisis de covarianza (Tiempo x Región x Estación) de los valores del índice RI y los índices parciales (E1, Lita; E2, Sade; E3, Vinces; E4, Lechugal; E5, La Capilla; E6, Pilaton; E7, Quevedo; E8, Francisco; E9, Sayausi)

	Factores	F	P	Comparaciones
RI	Tiempo	F _{1,290} = 0.05	n. s.	
	Región	F _{1,290} = 5.63	p < 0.05	PAC < AMA
	Estación	F _{8,290} = 6.59	p < 0.001	AMA: --- PAC: E5 ^a E9 ^{ab} E8 ^{bc} E6 ^{bc} E3 ^{bc} E7 ^c E1 ^c E4 ^c E2 ^c
	Tiempo x Región	F _{1,290} = 0.05	n. s.	
	Tiempo x Estación	F _{8,290} = 0.05	n. s.	
VIF	Tiempo	F _{1,290} = 0.63	n. s.	
	Región	F _{1,290} = 1.27	n. s.	
	Estación	F _{8,290} = 9.64	p < 0.001	AMA: --- PAC: E9 ^a E1 ^a E5 ^{ab} E6 ^{abc} E7 ^{bc} E8 ^{bc} E3 ^{bc} E2 ^c E4 ^c
	Tiempo x Región	F _{1,290} = 0.22	n. s.	
	Tiempo x Estación	F _{8,290} = 1.94	n. s.	
MIF	Tiempo	F _{1,290} = 1.02	n. s.	
	Región	F _{1,290} = 0.33	n. s.	
	Estación	F _{8,290} = 0.25	n. s.	
	Tiempo x Región	F _{1,290} = 2.61	n. s.	
	Tiempo x Estación	F _{8,290} = 1.58	n. s.	
TIF	Tiempo	F _{1,290} = 0.00	n. s.	
	Región	F _{1,290} = 0.04	n. s.	
	Estación	F _{8,290} = 1.29	n. s.	
	Tiempo x Región	F _{1,290} = 1.32	n. s.	
	Tiempo x Estación	F _{8,290} = 1.04	n. s.	

5. CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

Los sistemas dulceacuícolas son de gran importancia para los seres vivos y sin embargo son uno de los más afectados por el ser humano y los efectos naturales (45). En la época del 1974 al 2004 hubo algunos fenómenos naturales como es el caso del fenómeno del niño donde, esto generó varias inundaciones en la costa del Ecuador ocasionando varias pérdidas e impactos significativos en dichos ríos (46).

Es así como, según los resultados los ríos Jubones (Francisco), Esmeraldas (Pilatón y Sade), Guayas (La Capilla) y Napo (Oyacachi) han tenido disminuciones mínimas en la magnitud del caudal debido a que estos son utilizados en mayor cantidad para el uso humano en las diferentes comunidades y también producto del impacto climático generado por los aumentos de temperatura, en un estudio elaborado en el 2014 por Mittal, Neha et al. (27), sus resultados arrojan similitudes ya que establecen disminuciones en el caudal generados por el cambio climático y las represas.

En cuanto a los ríos Guayas (Lechugal, Vinces y Quevedo), Mira (Lita) y Santiago Cayapas (Sayausi) se ve un aumento en el caudal producto de los deshielos y el fenómeno del niño que se daban en mayor cantidad y periodicidad respectivamente en ese periodo de 1974 al 2004 (15) y el cambio climático, siendo estos resultados similares a los realizados por Andrea Pozo en el año 2018 (31), donde indica que existe un incremento en los caudales de las subcuencas del río Paute producto de las centrales hidroeléctricas que se encuentran alrededor y también por el cambio climático causado en algunos casos por un aumento del aporte de agua de deshielo lo que genera que sean vulnerables y se enfrenten a los impactos del cambio climático.

Estos ríos en su mayoría han demostrado según los resultados tener un caudal estacional, al tener estas estaciones en su RRI valores cercanos a 600 nos indican que son ríos de régimen tropical. No obstante, el río Napo (Oyacachi) al ser una fuente de agua natural que es utilizada como acueducto del Distrito Metropolitano de Quito y 48 comunidades campesinas, las cuales se dedican a actividades ganaderas y agropecuarias (47), en los resultados se pudo evidenciar que esta estación amazónica cuenta con una menor estacionalidad con respecto a las demás estaciones, producto del uso hídrico. El estudio de Flores R et al. del año 2019 (30) también encontró resultados similares donde enuncia que los ríos del pacífico tienen

estacionalidades mayores estacionalidades con respecto a la amazonia donde existe una menor estacionalidad, como es el caso también del río Napo (Oyacachi).

Por otro lado, en estas épocas había varias precipitaciones estacionales debido al fenómeno del niño, lo cual generó cambios estacionales en los ríos sobre todo en las provincias de la costa y en los ríos Napo y Pastaza de la amazonia, como fue el caso en la época de 1982 al 1983, en el 1987, 1992 y del 1997 al 1998 donde, en los periodos de 1982 al 1983 y de 1992 al 1997 fueron los más significativos ya que las precipitaciones fueron más intensas, causando mayores afectaciones (46).

Por lo tanto, las estaciones del estudio durante estos años (1994-2004), los resultados dan valores de RI menores a 0,9 lo que representa impactos no significativos, los cuales fueron entre impactos iniciales e impactos bajos. La estación de menor impacto es Sayausi perteneciente al río Santiago de Cayapas y la estación que cuenta con un mayor valor de impacto con respecto a las demás, es la estación Vinces que pertenece al río Guayas, es decir, que el río Guayas es el que cuenta con un mayor impacto en ese periodo debido a las distintas variaciones climáticas, como lo menciona Espinoza, Jhan et al. en el 2009 (28), que en dichos años estos impactos se relacionan más a variaciones de temperaturas que a actividades antropogénicas o represas y por eso son impactos menos significativos que en la actualidad.

Por otra parte, la Amazonia ha presentado valores más altos en su RI con respecto al Pacífico, debido a que en la Amazonia la deforestación se da en mayor escala con respecto a la región Pacífica, es importante mencionar que en la población que habita en las regiones tropicales son más propensas a deforestar ya que estos convierten los bosques en sistemas agropecuarios, debido a la pobreza extrema que se vive en estos sectores (48).

Estas estaciones han tenido una gran variabilidad en cuanto a los resultados de los factores del índice y por lo tanto también en el resultado final del índice. Los ríos con mayor variaciones en su MIF, VIF y TIF son Santiago de Cayapas (Sayausi), Mira (Lita) y Esmeraldas (Pilaton), es decir que tienen ciertos periodos muy altos y otros muy bajos de caudal producto de las distintas alteraciones. Por lo que, se puede determinar según los resultados que los diferentes ríos de estudio son sensibles a las variaciones climáticas y los aumentos de precipitaciones que se daban en aquella

época. Siendo, muy importante realizar los estudios adecuados para reducir aquellos impactos que se generan en los ríos tropicales del Ecuador.

Cabe mencionar que el INAMHI cuenta con importantes datos para la elaboración de este estudio, sin embargo, estos recogen fondos públicos y por lo tanto no se encuentran disponibles libremente para todos los investigadores, si se hubiese contado con mayores datos se podría haber detectado cambios significativos en el régimen de los ríos, puesto que la década de 2010-2020 ha sido un periodo de continuos récords climáticos.

6. CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN

Las 10 estaciones de las cuencas del Ecuador estudiadas tuvieron inicios de impactos e impactos bajos ya que en dichos años las alteraciones eran mínimas con respecto a la actualidad. Ciertas estaciones contaron con un mínimo aumento en el caudal debido al cambio climático y al uso hídrico.

Concerniente a la estacionalidad, el río Napo (Oyacachi) presentó una menor estacionalidad con respecto a las demás estacionalidades, lo que significa que la estación Oyacachi es menos estacional que las demás estaciones.

Por otra parte, en cuanto a las dos regiones estudiadas, a pesar de solo contar con una estación de la región Amazónica, se pudo evidenciar que esta cuenta con un valor mayor de 0,71 en su Índice RI con respecto a la región Pacífica que tiene un valor de 0,63, es decir que, el río de la Amazonia cuenta con un impacto menor al de los ríos del Pacífico.

El RI fue aplicado con ciertas modificaciones para poder estudiar en este caso ríos tropicales, permitiendo determinar el nivel de impacto que se da en la cuenca de un río de régimen tropical para establecer un análisis sobre el régimen del caudal. Por otra parte, este índice demostró una adopción favorable a las condiciones del área de estudio, obteniendo resultados fiables en dicho periodo en ecosistemas tropicales.

7. CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Para la elaboración del Índice RI, es mejor trabajar con datos anuales y no por década pues no se observa tanta variación en el régimen hídrico de los ríos tropicales del Ecuador.
- Es indispensable tener datos sobre las estaciones de los distintos ríos de la región Amazónica para poder obtener una mejor comparación entre las dos regiones (Pacífico y Amazonia).
- Se debe contar, para futuros estudios con mayores datos anuales que permitan conocer más sobre las variaciones que existen en los caudales de las estaciones y así poder analizar mejor los niveles de impactos que tienen los diferentes ríos del Ecuador.
- Además, es importante que estos valores sean accesibles de forma gratuita por el INHAMI para poder realizar futuras investigaciones.

8. BIBLIOGRAFÍA

- 1 Olarte , Barrios , Caputo , Fierro P. Criterios para la evaluación de estresores y parámetros en la . estimación del estado ecológico de ríos en Suramérica. [Online].; 2020 [cited 2020 diciembre 09]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/342707375_Criterios_para_la_evaluacion_de_estresores_y_parametros_en_la_estimacion_del_estado_ecologico_de_rios_en_Suramerica.
- 2 Poff , Allan , Bain , Karr J. The Natural Flow Regime. [Online].; 1997 [cited 2020 diciembre 09]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/247932778_The_Natural_Flow_Regime_A_Paradigm_for_River_Conservation_and_Restoration.
- 3 Sabater S, Donato JC, Giorgi A, Elosegí A. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. [Online].; 2009 . [cited 2020 noviembre. Available from: https://www.fbbva.es/microsites/ecologia_fluvial/pdf/cap_02.pdf.
- 4 Guevara Cardona G, Reinoso Flórez , García , Franco LM, García LJ, Yara , et al. Aportes para el . análisis de ecosistemas fluviales: una visión desde ambientes ribereños. [Online].; 2008 [cited 2020 diciembre 05. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3994242>.
- 5 Haghghi , Kløve. Development of a general river regime index (RRI) for intra-annual flow variation . based on the unit river concept and flow variation end-points. [Online].; 2013 [cited 2020 diciembre 09. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169413006288?via%3Dihub>.
- 6 Ramos Merchante. EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE MEDIOS FLUVIALES A TRAVÉS DEL . USO DE BIOINDICADORES EN CUENCAS MEDITERRÁNEAS Y TROPICALES. [Online].; 2017 [cited 2020 diciembre 05. Available from: http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/15558/Evaluacion_del_estado_ecologico.pdf?sequence=6.
- 7 Villamarín , Prat , Rieradevall. Caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos . altoandinos tropicales de Ecuador y Perú. [Online]. [cited 2014 noviembre. Available from: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2014000500012&lang=es.
- 8 Montoya V, Castillo MM, Sánchez L. LA IMPORTANCIA DE LAS INUNDACIONES PERIÓDICAS PARA . EL FUNCIONAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS INUNDABLES DE GRANDES RÍOS TROPICALES: ESTUDIOS EN LA CUENCA DEL ORINOCO. [Online].; 2011 [cited 2020 diciembre 5. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33921507006.pdf>.
- 9 Encalada , Flecker , LeRoy Poff , Suárez , Herrera-R G, Ríos-Touma , et al. A global perspective on . tropical montane rivers. [Online].; 2019 [cited 2020 noviembre. Available from: <https://science.sciencemag.org/content/365/6458/1124/tab-pdf>.

1 Global Water Partnership. Agua para el siglo XXI para América del Sur. [Online].; s.f. [cited 2020 0 diciembre 12. Available from:

. <https://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/6/23346/InEc00100.23346.pdf>.

1 Anderson , Jenkins , Heilpern , Maldonado-Ocampo , Carvajal-Vallejos , Encalada C, et al.

1 Fragmentation of Andes-to-Amazon connectivity by. [Online].; 20118 [cited 2020 noviembre.

. Available from: <https://advances.sciencemag.org/content/advances/4/1/eaao1642.full.pdf>.

1 Capps , Bentsen C, Ramírez. Poverty, urbanization, and environmental degradation. [Online].; 2 2015 [cited 2020 noviembre. Available from:

. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/684945>.

1 Poff. Beyond the natural flow regime? Broadening the hydro-ecological foundation to meet 3 environmental flows challenges in a non-stationary world. [Online].; 2017 [cited 2020 diciembre . 09. Available from:

https://www.researchgate.net/publication/320719196_Beyond_the_natural_flow_regime_Broadening_the_hydro-ecological_foundation_to_meet_environmental_flows_challenges_in_a_non-stationary_world.

1 Bedoya M, Conteras C, Ruiz F. ALTERACIONES DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO Y DE LA OFERTA 4 HÍDRICA POR VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. [Online].; 2010 [cited 2020 diciembre 13. . Available from: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021888/CAP7.pdf>.

1 Llerena Vargas G. INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CAUDAL DEL RIO PUYO Y SUS 5 EFECTOS EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA EN ECUADOR. [Online].; . 2009 [cited 2021 diciembre 16. Available from:

<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/92/1/T.AMB.B.UEA.%203004>.

1 GreenFacts. Facts on Health and the Environment. [Online].; 2020 [cited 2020 diciembre 26.

6 Available from: <https://www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/l-2/2-disponibilidad.htm#1>.

.

1 Iglesias , Estrela , Gallart. IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS. [Online].; s.f. [cited 2020 diciembre 7 26. Available from: [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/07_recursos_hidricos_2_tcm30-178498.pdf)

[vulnerabilidad-y-adaptacion/07_recursos_hidricos_2_tcm30-178498.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/07_recursos_hidricos_2_tcm30-178498.pdf).

1 Dudgeon D. Tropicql Stream Ecology; 2008.

8

.

1 Junta de Andalucía. Las características de los ríos. [Online].; s.f. [cited 2020 diciembre 26.

9 Available from: <http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/07072011/3c/es->

[an_2011070713_9100548/ODE-e318b0ac-67b1-3aa6-a5a1-26cdd2886095/1_las_caractersticas_de_los_ros.html](http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/07072011/3c/es-an_2011070713_9100548/ODE-e318b0ac-67b1-3aa6-a5a1-26cdd2886095/1_las_caractersticas_de_los_ros.html).

2 Máxima Uriarte. Clima Tropical. [Online].; 2020 [cited 2020 diciembre 26. Available from:

0 <https://www.caracteristicas.co/clima-tropical/>.

.

- 2 Donato Rondón. ECOLOGÍA DE UN RÍO DE MONTAÑA DE LOS ANDES COLOMBIANOS (RÍO TOTA, 1 BOYACÁ). [Online].; 2008 [cited 2020 diciembre 26. Available from: . [http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas Libros/Biologia/Ecologia de un Rio de Montana de los Andes Colombianos/Rio Tota-1_4 de agosto 2008 .pdf](http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas_Libros/Biologia/Ecologia_de_un_Rio_de_Montana_de_los_Andes_Colombianos/Rio_Tota-1_4_de_agosto_2008.pdf).
- 2 FAO. ECOLOGIA DE LAS PESQUERIAS FLUVIALES. [Online].; 2020 [cited 2020 diciembre 26. 2 Available from: <http://www.fao.org/3/x6853s/X6853S02.htm>.
- .
- 2 Valdivieslo A. Régimen fluvial de un río. [Online].; 2020 [cited 2020 diciembre 26. Available from: 3 <https://www.iagua.es/respuestas/regimen-fluvial-rio>.
- .
- 2 Encalada AC. Los ríos son ecosistemas no solo recursos hidricos. [Online].; 2019 [cited 2020 4 diciembre 26. Available from: <https://dialoguemos.ec/2019/09/los-rios-son-ecosistemas-no-solo-recursos-hidricos/#:~:text=Muchas%20ciudades%20tropicales%20alrededor%20del,productividad%20de%20las%20lanuras%20aluviales>.
- 2 BELLO CHIRINOS. CUANTIFICACIÓN DE LA ALTERACIÓN HIDROLÓGICA EN LA CUENCA DEL RÍO 5 VILCANOTA PARA EL PERIODO 1965-2016. [Online].; 2019 [cited 2020 diciembre 21. Available . from: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3999/bello-chirinos-cinthy-elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- 2 Yang M. APPLICATION OF INDICATORS OF HYDROLOGIC ALTERATION TO ECOLOGICAL 6 HYDROLOGY IN TRINITY AND BRAZOS RIVER BASINS. [Online].; 2016 [cited 2020 diciembre 16. . Available from: <https://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/161269/YANG-THESIS-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- 2 Mittal , Mishra , Singh R, Gajanan Bhawe , van der Valk M. Flow regime alteration due to 7 anthropogenic and climatic changes in the Kangsabati River, India. [Online].; 2014 [cited 2020 . diciembre 21. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2014.06.002>.
- 2 ESPINOZA VILLAR , LAVADO , ORDOÑEZ J, FRAIZY P, LOUP GUYOT , RONCHAIL J, et al. Evolución 8 regional de los caudales en el conjunto de la cuenca del Amazonas para el período 1974-2004 y su . relación con factores climáticos. [Online].; 2009 [cited 2021 Diciembre 16. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Jean-Loup-Guyot/publication/236835013_Evolucion_regional_de_los_caudales_en_el_conjunto_de_la_cuenca_del_Amazonas_para_el_periodo_1974-2004_y_su_relacion_con_factores_climaticos/links/00b495194627382e9c000000/Evolucion.
- 2 Haghghi AT, Marttila H, Kløve B. Development of a new index to assess river regime impacts after 9 dam construction. [Online].; 2014 [cited 2020 diciembre 9. Available from: . <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818114001842?via%3Dihub>.
- 3 Flores Rendón. Tipología de Ríos en el Ecuador. [Online].; 2019 [cited 2020 diciembre 22. 0 Available from: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8312/1/142932.pdf>.
- .

- 3 Pozo Estívariz A. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA CUENCA DEL RÍO
1 PAUTE (ECUADOR). [Online].; 2018 [cited 2021 diciembre 10. Available from:
. [https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/15794/ANDREA%20POZO%20TFG,%20AN%C3%81LISIS%20DE%20LA%20VULNERABILIDAD%20AL%20CAMBIO%20CLIM%C3%81TICO%20DE%20LA%20CUENCA%20DEL%20R%C3%8DO%20PAUTE%20\(ECUADOR\).pdf?sequence=1](https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/15794/ANDREA%20POZO%20TFG,%20AN%C3%81LISIS%20DE%20LA%20VULNERABILIDAD%20AL%20CAMBIO%20CLIM%C3%81TICO%20DE%20LA%20CUENCA%20DEL%20R%C3%8DO%20PAUTE%20(ECUADOR).pdf?sequence=1).
- 3 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR
2 2008. [Online].; 2008 [cited 2020 diciembre 22. Available from:
. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716.pdf>.
- 3 MITECO. CONVENCION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN.
3 [Online].; 2020 [cited 2020 diciembre 26. Available from:
. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/legislacion/legislacion-y-convenios/convenios-internacionales/convencion_desertificacion.aspx.
- 3 REPÚBLICA DEL ECUADOR. PRIMERA CONTRIBUCIÓN DETERMINADA A NIVEL NACIONAL PARA EL
4 ACUERDO DE PARÍS BAJO LA CONVENCION MARCO DE NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO
. CLIMÁTICO. [Online].; 2019 [cited 2020 diciembre 26. Available from:
<https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Ecuador%20First/Primera%20NDC%20Ecuador.pdf>.
- 3 CEPAL. Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. [Online].; 1994
5 [cited 2020 diciembre 26. Available from:
. <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/convencion-marco-naciones-unidas-cambio-climatico#:~:text=El%20objetivo%20del%20Convenio%20es,peiligrosas%20en%20el%20sistema%20clim%C3%A1tico>.
- 3 CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE. CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE. [Online].; 2017 [cited
6 2020 diciembre 22. Available from: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf.
- 3 REPÚBLICA DEL ECUADOR. LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO
7 DEL AGUA. [Online].; 2014 [cited 2020 diciembre 26. Available from:
. <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>.
- 3 ECOLEX. Decreto Nº 650 - Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y
8 Aprovechamiento del Agua. [Online].; 2015 [cited 2020 diciembre 26. Available from:
. <https://www.ecolex.org/es/details/legislation/decreto-no-650-reglamento-de-la-ley-organica-de-recursos-hidricos-usos-y-aprovechamiento-del-agua-lex-faoc165981/>.
- 3 TULSMA. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE. [Online].; 2017
9 [cited 2020 diciembre 26. Available from: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>.
- 4 Secretaria del agua del Ecuador. Acuerdo Ministerial Nro 2020-0363. [Online].; 2020 [cited 2020
0 diciembre 26. Available from: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/03/Acuerdo-Ministerial-Senagua.pdf>.

- 4 Directorio de la Agencia de Regulación y Control del Agua. EL DIRECTORIO DE LA AGENCIA DE
1 REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA. [Online].; 2016 [cited 2020 diciembre 26. Available from:
. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu165982.pdf>.
- 4 Google Books. Principales Cuencas Hidrográficas del Ecuador. [Online].; s.f. [cited 2021 febrero 7.
2 Available from:
. <https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Ffranzpc.files.wordpress.com%2F2011%2F10%2Fprincipales-cuencas-del-ecuador.pdf>.
- 4 INAMHI. Mapa de ubicación de la red actual de estaciones hidrometeorológicas por cuencas
3 hidrográficas del Ecuador. [Online].; 2009 [cited 2021 febrero 7. Available from:
. http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/MapasBiblioteca/12%20mapa%20ecuadorEstaciones%20meteorologicashidrologicasA0.pdf.
- 4 Scientific European Federation. PRUEBAS POST HOC. [Online].; s.f [cited 2021 octubre 21.
4 Available from: <https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/wp-content/uploads/2019/01/PRUEBAS-POST-HOC.pdf>.
- 4 ARTURO CHANALUISA. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE INDICADORES
5 BIOLÓGICOS Y FISICOQUÍMICOS DEL ESTERO “EL TIGRE” UBICADO EN LA PARROQUIA TACHINA,
. CANTÓN ESMERALDAS. [Online].; 2021 [cited 2021 diciembre 10. Available from:
<https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2590/1/ARTURO%20CHANALUISA%20JOSSSELYN%20JULISSA.pdf>.
- 4 DEMORAES. CARTOGRAFÍA DE LAS AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL POR CANTÓN EN EL
6 ECUADOR. [Online].; 2001 [cited 2022 enero 04. Available from:
. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers16-03/010065702.pdf.
- 4 FONAG. Conservación del agua y tecnificación de la producción en Oyacachi y Papallacta.
7 [Online].; 2006 [cited 2021 Diciembre 16. Available from:
. http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/1.pdf.
- 4 Montaña. Nuevo estudio: en los últimos 26 años Ecuador ha perdido más de 2 millones de
8 hectáreas de bosque. [Online].; 2021 [cited 2021 Diciembre 16. Available from:
. <https://es.mongabay.com/2021/03/nuevo-estudio-en-los-ultimos-26-anos-ecuador-ha-perdido-mas-de-2-millones-de-hectareas-de-bosque/>.
- 4 Barboza , Corroto , Salas , Gamarra , Ballarín , Ollero. Hidrogeomorfología en áreas tropicales:
9 Aplicación del Índice Hidrogeomorfológico (IHG) en el río Utcubamba (Perú). [Online]. [cited 2017
. junio. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162017000100006&lang=es.
- 5 Benjumea Hoyos , Bedoya Castaño , Álvarez Alzate. EVOLUCIÓN EN LA CARGA DE NUTRIENTES DE
0 RÍOS DE MONTAÑA QUE FLUYEN A UN EMBALSE, CUENCA MEDIA DEL RÍO MAGDALENA.
. [Online].; 2014 [cited 2020 noviembre. Available from:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372014000200007&lang=es.

5 Balmaseda Espinosa , García Hidalgo. Calidad de las aguas de la cuenca del río Naranjo, municipio 1 Majibacoa, provincia Las Tunas para el riego. [Online].; 2013 [cited 2020 noviembre. Available . from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000400011&lang=es.

5 Barboza E, Corroto , Salas , Gamarra , Ballarín , Ollero. HIDROGEOMORFOLOGÍA EN ÁREAS 2 TROPICALES: APLICACIÓN DEL ÍNDICE HIDROGEOMORFOLÓGICO (IHG) EN EL RÍO UTCUBAMBA . (PERÚ). [Online].; 2017 [cited 2020 diciembre 21. Available from: https://zagan.unizar.es/record/63086/files/texto_completo.pdf.

9. ANEXOS

ANEXO 1: FACTORES DEL ÍNDICE RI POR AÑO

MIF											
AÑO	Amazonía	Pacífico									Promedio Total
	Oyacachi	Lita	Sade	Vinces	Lechugal	La Capilla	Pilaton	Quevedo	Francisco	Sayausi	
1974	1.10	1.287	0.85	0.64	1.08	0.76	1.29	0.87	0.96	1.62	1.04
1975	1.21	1.304	1.19	1.24	1.16	1.34	1.60	1.08	1.35	1.78	1.33
1976	1.34	1.069	1.05	1.37	1.65	1.42	1.40	1.17	1.02	1.88	1.34
1977	1.11	0.931	0.91	0.85	1.12	0.71	0.92	0.99	0.60	0.93	0.91
1978	1.39	0.906	1.03	0.80	1.16	0.63	1.02	1.09	0.97	0.97	1.00
1979	0.97	0.909	0.92	0.79	1.14	0.37	0.87	1.03	0.97	0.63	0.86
1980	1.10	0.956	0.91	0.78	1.05	0.46	0.91	0.80	0.97	0.83	0.88
1981	1.03	0.851	0.95	0.79	1.09	0.79	1.02	0.69	0.97	0.72	0.89
1982	0.96	0.995	1.34	1.18	0.94	0.64	1.27	1.30	0.85	0.98	1.04
1983	0.93	0.794	1.77	1.88	1.24	0.79	1.30	1.87	1.05	1.01	1.26
1984	0.80	1.003	1.13	0.92	1.05	1.02	1.27	0.96	0.86	1.19	1.02
1985	0.81	1.083	0.91	0.60	0.93	0.45	0.69	0.68	0.65	0.68	0.75
1986	0.92	0.985	1.20	0.85	0.89	0.86	0.70	0.81	0.78	0.98	0.90
1987	1.20	0.963	1.03	1.04	0.91	1.53	0.36	0.95	0.53	0.98	0.95
1988	0.96	1.235	1.02	0.80	0.72	0.61	0.38	0.78	0.78	0.73	0.80
1989	0.97	1.211	1.01	1.07	1.17	1.08	0.50	0.96	1.07	0.77	0.98
1990	0.92	1.023	0.94	0.49	0.61	0.24	0.55	0.58	0.66	0.61	0.66
1991	0.85	1.068	0.91	0.78	0.76	0.24	0.40	0.93	1.06	0.69	0.77
1992	0.78	1.068	1.02	1.29	1.30	1.31	1.35	1.29	0.68	0.58	1.07
1993	0.93	1.043	1.02	1.11	1.21	1.36	0.75	0.95	0.69	1.04	1.01
1994	0.93	0.975	0.80	0.88	0.97	0.82	1.03	1.10	0.84	1.44	0.98
1995	0.87	1.029	0.87	0.81	0.71	0.67	1.03	0.82	0.67	0.60	0.81
1996	0.86	1.180	0.72	0.73	0.73	0.57	1.00	0.78	1.14	0.85	0.85
1997	0.86	0.989	0.95	1.85	1.91	2.22	1.20	1.86	1.65	1.11	1.46
1998	0.86	1.014	0.97	1.67	1.01	3.00	1.12	1.42	3.02	1.02	1.51
1999	0.86	1.538	1.04	1.06	1.01	1.50	1.04	1.07	1.12	1.30	1.15
2000	0.87	1.069	0.81	0.88	1.01	1.02	1.39	0.90	1.08	1.30	1.03
2001	0.90	1.069	0.64	0.89	0.93	1.28	0.88	0.59	0.76	0.96	0.89
2002	0.84	1.024	0.87	1.08	1.11	1.10	0.96	0.96	1.06	0.89	0.99
2003	0.82	0.942	0.78	1.00	0.77	0.68	0.91	0.93	0.50	0.92	0.82
2004	0.79	0.836	0.71	0.86	0.80	0.54	0.88	0.89	0.49	1.07	0.79

VIF											
AÑO	Amazonía	Pacífico									Promedio Total
	Oyacachi	Lita	Sade	Vinces	Lechugal	La Capilla	Pilaton	Quevedo	Francisco	Sayausi	
1974	0.45	0.29	0.49	0.50	0.49	0.34	0.43	0.48	0.46	0.41	0.43
1975	0.47	0.49	0.39	0.42	0.50	0.27	0.42	0.45	0.28	0.48	0.42
1976	0.43	0.31	0.43	0.47	0.43	0.29	0.35	0.44	0.27	0.26	0.37
1977	0.35	0.37	0.49	0.50	0.49	0.33	0.49	0.41	0.48	0.23	0.41
1978	0.30	0.28	0.33	0.38	0.50	0.22	0.42	0.43	0.44	0.07	0.34
1979	0.49	0.27	0.47	0.45	0.48	0.31	0.47	0.49	0.44	0.00	0.39
1980	0.41	0.31	0.38	0.42	0.47	0.35	0.36	0.45	0.44	0.37	0.40
1981	0.49	0.49	0.42	0.40	0.49	0.39	0.35	0.41	0.44	0.00	0.39
1982	0.38	0.47	0.47	0.47	0.49	0.35	0.48	0.47	0.49	0.28	0.43
1983	0.44	0.40	0.47	0.39	0.49	0.39	0.47	0.34	0.33	0.21	0.40
1984	0.48	0.37	0.50	0.47	0.45	0.28	0.37	0.45	0.44	0.40	0.42
1985	0.23	0.46	0.46	0.45	0.41	0.36	0.46	0.42	0.43	0.28	0.40
1986	0.36	0.34	0.47	0.37	0.39	0.25	0.45	0.34	0.43	0.44	0.38
1987	0.39	0.35	0.47	0.39	0.35	0.27	0.12	0.33	0.39	0.46	0.35
1988	0.34	0.48	0.49	0.41	0.49	0.42	0.08	0.39	0.43	0.15	0.37
1989	0.42	0.44	0.45	0.43	0.39	0.39	0.12	0.39	0.33	0.36	0.37
1990	0.43	0.45	0.39	0.46	0.48	0.37	0.42	0.37	0.45	0.46	0.43
1991	0.16	0.41	0.34	0.36	0.48	0.43	0.14	0.47	0.41	0.37	0.36
1992	0.39	0.41	0.49	0.40	0.38	0.40	0.22	0.43	0.48	0.23	0.38
1993	0.48	0.35	0.49	0.38	0.36	0.42	0.41	0.41	0.41	0.46	0.42
1994	0.35	0.23	0.49	0.40	0.41	0.42	0.49	0.38	0.44	0.49	0.41
1995	0.39	0.33	0.49	0.44	0.39	0.50	0.48	0.44	0.49	0.08	0.40
1996	0.49	0.00	0.36	0.37	0.34	0.35	0.48	0.39	0.47	0.06	0.33
1997	0.49	0.21	0.49	0.29	0.41	0.35	0.45	0.29	0.35	0.24	0.36
1998	0.49	0.25	0.42	0.41	0.49	0.39	0.36	0.41	0.21	0.29	0.37
1999	0.49	0.21	0.47	0.46	0.49	0.46	0.48	0.48	0.49	0.32	0.43
2000	0.48	0.39	0.44	0.40	0.49	0.30	0.38	0.37	0.42	0.08	0.37
2001	0.42	0.39	0.33	0.33	0.38	0.41	0.49	0.35	0.27	0.44	0.38
2002	0.47	0.30	0.43	0.36	0.30	0.49	0.49	0.48	0.39	0.42	0.41
2003	0.45	0.40	0.42	0.49	0.42	0.42	0.48	0.40	0.45	0.14	0.41
2004	0.22	0.24	0.43	0.39	0.41	0.32	0.43	0.42	0.35	0.49	0.37

TIF											
AÑO	Amazonía	Pacífico									Promedio Total
	Oyacachi	Lita	Sade	Vinces	Lechugal	La Capilla	Pilaton	Quevedo	Francisco	Sayausi	
1974	0.38	0.40	0.47	0.47	0.36	0.37	0.37	0.47	0.42	0.39	0.41
1975	0.47	0.40	0.38	0.40	0.36	0.38	0.43	0.43	0.38	0.41	0.40
1976	0.44	0.46	0.41	0.44	0.40	0.44	0.49	0.43	0.43	0.36	0.43
1977	0.33	0.44	0.41	0.47	0.36	0.36	0.41	0.46	0.47	0.37	0.41
1978	0.50	0.50	0.38	0.44	0.36	0.41	0.44	0.47	0.42	0.49	0.44

1979	0.44	0.31	0.42	0.44	0.35	0.41	0.42	0.42	0.42	0.43	0.41
1980	0.44	0.40	0.47	0.44	0.42	0.44	0.50	0.44	0.42	0.48	0.44
1981	0.47	0.45	0.40	0.38	0.36	0.49	0.42	0.42	0.42	0.40	0.42
1982	0.35	0.50	0.32	0.38	0.31	0.25	0.36	0.38	0.19	0.29	0.33
1983	0.40	0.50	0.41	0.40	0.36	0.49	0.38	0.40	0.44	0.42	0.42
1984	0.47	0.43	0.42	0.42	0.44	0.38	0.49	0.40	0.43	0.42	0.43
1985	0.44	0.47	0.38	0.43	0.42	0.39	0.50	0.43	0.37	0.37	0.42
1986	0.41	0.33	0.21	0.43	0.43	0.38	0.50	0.40	0.44	0.35	0.39
1987	0.32	0.43	0.39	0.42	0.43	0.38	0.44	0.40	0.31	0.37	0.39
1988	0.41	0.30	0.39	0.42	0.39	0.38	0.44	0.40	0.44	0.18	0.38
1989	0.44	0.38	0.39	0.43	0.43	0.47	0.13	0.43	0.41	0.41	0.39
1990	0.44	0.41	0.38	0.44	0.42	0.49	0.38	0.39	0.34	0.32	0.40
1991	0.46	0.36	0.44	0.40	0.50	0.41	0.22	0.42	0.39	0.40	0.40
1992	0.37	0.36	0.39	0.47	0.47	0.47	0.49	0.39	0.41	0.47	0.43
1993	0.44	0.31	0.39	0.44	0.44	0.50	0.47	0.42	0.40	0.30	0.41
1994	0.40	0.22	0.44	0.44	0.44	0.43	0.47	0.43	0.41	0.38	0.41
1995	0.37	0.47	0.36	0.42	0.45	0.35	0.47	0.44	0.32	0.31	0.40
1996	0.37	0.45	0.41	0.40	0.46	0.38	0.42	0.43	0.32	0.36	0.40
1997	0.37	0.38	0.41	0.26	0.20	0.17	0.30	0.28	0.47	0.44	0.33
1998	0.37	0.46	0.38	0.39	0.45	0.42	0.41	0.44	0.47	0.39	0.42
1999	0.37	0.39	0.46	0.41	0.45	0.37	0.47	0.44	0.47	0.38	0.42
2000	0.37	0.50	0.39	0.47	0.45	0.47	0.44	0.44	0.44	0.38	0.43
2001	0.44	0.50	0.41	0.39	0.39	0.41	0.44	0.39	0.42	0.36	0.42
2002	0.43	0.45	0.50	0.47	0.45	0.38	0.50	0.38	0.44	0.34	0.43
2003	0.42	0.30	0.44	0.44	0.46	0.44	0.49	0.39	0.49	0.47	0.43
2004	0.38	0.41	0.44	0.40	0.43	0.38	0.40	0.44	0.39	0.40	0.41

RI											
AÑO	Amazonía	Pacífico									Promedio Total
	Oyacachi	Lita	Sade	Vinces	Lechugal	La Capilla	Pilaton	Quevedo	Francisco	Sayausi	
1974	0.75	0.53	0.81	0.62	0.78	0.54	0.57	0.82	0.85	0.31	0.66
1975	0.74	0.67	0.62	0.62	0.71	0.43	0.34	0.81	0.43	0.19	0.56
1976	0.58	0.75	0.80	0.57	0.29	0.42	0.50	0.72	0.68	0.07	0.54
1977	0.61	0.72	0.82	0.82	0.75	0.48	0.83	0.87	0.58	0.55	0.70
1978	0.49	0.68	0.69	0.66	0.71	0.40	0.84	0.82	0.85	0.55	0.67
1979	0.91	0.50	0.81	0.71	0.72	0.27	0.77	0.88	0.85	0.19	0.66
1980	0.77	0.65	0.77	0.67	0.84	0.37	0.78	0.71	0.85	0.70	0.71
1981	0.93	0.76	0.78	0.61	0.78	0.69	0.76	0.58	0.85	0.27	0.70
1982	0.70	0.92	0.52	0.69	0.75	0.38	0.61	0.59	0.57	0.56	0.63
1983	0.78	0.68	0.20	0.10	0.65	0.69	0.60	0.10	0.73	0.63	0.52
1984	0.76	0.77	0.80	0.82	0.85	0.64	0.63	0.81	0.75	0.66	0.75
1985	0.54	0.90	0.76	0.53	0.77	0.33	0.66	0.58	0.52	0.45	0.60
1986	0.70	0.62	0.55	0.68	0.73	0.54	0.66	0.60	0.67	0.77	0.65
1987	0.57	0.72	0.83	0.78	0.72	0.30	0.20	0.69	0.37	0.81	0.60

1988	0.72	0.65	0.86	0.67	0.64	0.49	0.20	0.61	0.67	0.24	0.57
1989	0.83	0.69	0.83	0.80	0.68	0.80	0.12	0.79	0.69	0.60	0.68
1990	0.80	0.85	0.73	0.43	0.55	0.20	0.45	0.44	0.53	0.48	0.55
1991	0.53	0.76	0.71	0.59	0.74	0.20	0.14	0.82	0.75	0.53	0.58
1992	0.59	0.76	0.86	0.62	0.60	0.60	0.46	0.58	0.61	0.40	0.61
1993	0.87	0.66	0.86	0.73	0.63	0.59	0.66	0.79	0.56	0.73	0.71
1994	0.70	0.41	0.74	0.74	0.82	0.70	0.92	0.72	0.72	0.49	0.70
1995	0.66	0.77	0.74	0.69	0.60	0.57	0.91	0.73	0.55	0.24	0.64
1996	0.74	0.36	0.55	0.56	0.59	0.42	0.89	0.63	0.68	0.35	0.58
1997	0.74	0.56	0.86	0.08	0.06	0.00	0.60	0.08	0.28	0.61	0.39
1998	0.74	0.69	0.78	0.27	0.93	0.00	0.68	0.49	0.00	0.67	0.53
1999	0.74	0.32	0.89	0.81	0.93	0.42	0.90	0.85	0.84	0.49	0.72
2000	0.73	0.87	0.68	0.76	0.93	0.75	0.50	0.73	0.79	0.32	0.71
2001	0.77	0.87	0.47	0.64	0.71	0.59	0.82	0.44	0.53	0.77	0.66
2002	0.75	0.74	0.81	0.76	0.67	0.78	0.96	0.82	0.78	0.68	0.77
2003	0.71	0.63	0.67	0.94	0.67	0.58	0.89	0.73	0.47	0.56	0.68
2004	0.48	0.52	0.61	0.68	0.67	0.38	0.73	0.76	0.36	0.83	0.60

ANEXO 3: FACTORES DEL ÍNDICE RI POR DÉCADA

MIF											
Décadas	Oyacachi	Lita	Sade	Vinces	Lechugal	La Capilla	Pilaton	Quevedo	Francisco	Sayausi	Promedio Total
1974-1983	1.13	0.95	1.10	1.03	1.16	0.79	1.16	1.09	0.97	1.14	1.05
1984-1993	0.92	1.02	1.02	0.90	0.96	0.87	0.70	0.89	0.78	0.83	0.89
1994-2004	0.86	1.01	0.83	1.06	1.00	1.22	1.04	1.03	1.12	1.04	1.02

VIF											
Décadas	Oyacachi	Lita	Sade	Vinces	Lechugal	La Capilla	Pilaton	Quevedo	Francisco	Sayausi	Promedio Total
1974-1983	0.49	0.48	0.49	0.47	0.50	0.39	0.46	0.43	0.44	0.48	0.46
1984-1993	0.43	0.41	0.49	0.42	0.42	0.39	0.45	0.40	0.43	0.43	0.43
1994-2004	0.49	0.39	0.47	0.46	0.48	0.37	0.48	0.48	0.49	0.40	0.45

TIF											
Décadas	Oyacachi	Lita	Sade	Vinces	Lechugal	La Capilla	Pilaton	Quevedo	Francisco	Sayausi	Promedio Total
1974-1983	0.50	0.50	0.44	0.50	0.36	0.49	0.47	0.47	0.42	0.44	0.46
1984-1993	0.44	0.36	0.39	0.42	0.46	0.43	0.50	0.40	0.44	0.50	0.43
1994-2004	0.37	0.50	0.44	0.41	0.45	0.49	0.47	0.44	0.47	0.47	0.45

RI											
Décadas	Oyacachi	Lita	Sade	Vinces	Lechugal	La Capilla	Pilaton	Quevedo	Francisco	Sayausi	Promedio Total
1974-1983	0.86	0.93	0.84	0.93	0.71	0.69	0.78	0.82	0.85	0.79	0.82

1984-1993	0.80	0.76	0.86	0.76	0.84	0.72	0.66	0.71	0.67	0.76	0.76
1994-2004	0.74	0.88	0.76	0.81	0.93	0.67	0.90	0.89	0.84	0.83	0.83