



UNIVERSIDAD
**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**CARACTERIZACIÓN DE EVENTOS DE TORMENTA
PLUVIOMÉTRICAS DE UTILIDAD PARA EL DISEÑO
HIDRÁULICO EN EL PERÚ**

**Tesis para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil**

NATALI VANESSA QUIJADA DIAZ
(0000-0002-1903-6164)

Asesor:

Mg. Paula Rojas Julián
(0000-0003-3649-7728)

Dr. Waldo Lavado Casimiro
(0000-0002-0051-0743)

Lima - Perú
2020

JURADO DE LA SUSTENTACIÓN ORAL

.....
Presidente

.....
Jurado 1

.....
Jurado 2

Entregado el:

Aprobado por:

.....
Graduando

.....
Asesor de Tesis

UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA

FACULTAD DE INGENIERIA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Natali Vanessa Quijada Diaz, identificada con DNI N.º 73595175. Bachiller del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi tesis titulada: “Caracterización de los eventos de tormenta pluviométrica de utilidad para el diseño hidráulico en el Perú”.

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima, 09 de Julio del 2020.

.....

Natali Vanessa Quijada Diaz

DNI N.º 73595175

EPÍGRAFE

Yo sostengo una doctrina, a la que no debo mucho
ciertamente, pero le debo lo poco que he tenido, a
saber, que con un talento ordinario y una extraordinaria
perseverancia, todo puede lograrse.

Buxton

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	XIII
ABSTRAC	XV
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Formulación del problema	5
1.3 Hipótesis	5
1.4 Objetivos.....	6
1.5 Justificación del problema	7
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	8
2.1. Generalidades.....	8
2.2. Hidrología	8
2.2.1 Ciclo hidrológico.....	8
2.3. Precipitación	9
2.4. Medición de la precipitación.....	10
2.4.1 Estaciones meteorológica Automática.....	11
2.5. Determinación de la tormenta de diseño.....	14
2.5.1 Eventos de tormentas pluviométricas.....	14
2.2. Curvas Huff.....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1 Descripción del área de estudio	19
3.1.2 Área de Estudio.....	19
3.2 Instrumentos de investigación.....	21
3.2.1 Información de datos observados.....	21

3.2.2 Programas.....	22
3.2.3 Variables.....	23
3.3 Esquema metodológico.....	25
3.3.1 Análisis exploratorio de datos.....	26
3.3.2 Identificación de eventos de TP.....	29
3.3.3 Construcción de la Curva Masa de TP.....	32
3.3.4 Cálculo de la probabilidad de ocurrencia.....	34
3.3.5 Construcción de las Curvas Huff.....	36
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
4.1 Resultados del análisis exploratorio de datos	38
4.1.1 Disponibilidad de datos.....	38
4.2 Resultados de Identificación de eventos de tormenta.....	41
4.2.1 Estacionalidad de los eventos de TP.....	41
4.2.2 Duración de eventos de TP.....	43
4.2.3 Precipitación acumulada e Intensidad promedio de los eventos de TP.....	44
4.2.4 Variabilidad del ciclo diurno de los eventos de TP en el Perú.....	45
4.2.5 Clasificación de eventos de TP.....	47
4.3 Desarrollo regionales de curvas Huff	50
V. CONCLUSIONES.....	55
VI. RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de sensores de acuerdo con el tipo de estación automática	13
Tabla 2. Cantidad de estaciones por entidad.....	22
Tabla 3. Definición de la variable dependiente.....	23
Tabla 4. Definición de la variable independiente.....	23
Tabla 5. Operacionalización de las variables.....	24
Tabla 6. Cantidad de estaciones automáticas por región	40
Tabla 7. Coeficientes adimensionales de las curvas Huff.....	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo Hidrológico.....	9
Figura 2. Componentes básicos de las estaciones automáticas.....	12
Figura 3. Separación de tormentas mediante el tiempo mínimo inter-eventos.....	15
Figura 4. Curvas Hhuff para desarrolladas en Coshocton, Ohio.	17
Figura 5. Zona de estudio. Mapa del Perú a diferentes escalas de elevación con sus respectivas regiones de precipitación máxima.	20
Figura 7. Esquema metodológico para la investigación. Elaboración propia.....	25
Figura 8. Registros de precipitación horaria de 4 estaciones.....	27
Figura 9. Proceso de eliminación valores atípicos.....	28
Figura 10. Valores típicos de data repetitiva presentada en la estación Mollepata en Cusco.....	29
Figura 11. Esquema del criterio de selección de eventos de TP.....	30
Figura 12. Promedio mensual de la distribución de los eventos de TP en el Perú.	31
Figura 13. Esquema de evento de TP.....	31
Figura 14. Ejemplo de agrupación de eventos de TP.....	32
Figura 15. Curva Masa de TP identificadas en la estación Acjanaco Gore en Cusco.	33
Figura 16. Curva masa de TP adimensionalizada y estandarizada para la Estación Acjanaco Gore en Cusco.....	34
Figura 17. Curva masas de TP adimensionales,	35
Figura 18. Puntos de la Intersecciones de las curvas masas de TP en cada línea vertical.	36
Figura 19. Curvas Huff para probabilidades de excedencia del 10%, 50% y 90%.	37
Figura 20. Regiones de precipitación máxima (Túpac, 2017) con estaciones por entidad.....	39
Figura 21. Regiones de precipitación máxima (Túpac, 2017) con los registros de los eventos de TP en el Perú.....	42
Figura 22. Duraciones de los eventos de TP a nivel nacional.	43
Figura 23. Regiones de precipitación máxima (Túpac, 2017) con la intensidad de precipitación.....	44
Figura 24. Regiones de precipitación máxima (Túpac, 2017) y el ciclo diurno de precipitación.....	46
Figura 25. Clasificación de los eventos de TP por cuartil.....	47
Figura 26. Clasificación de eventos de TP por región de precipitación máxima de 24 horas.....	48
Figura 27. Curvas Huff para varios niveles de probabilidad para la región AL1.....	52

Figura 28. Hietogramas adimensionales para el 50% de nivel probabilidad para la región AL1. 53

INDICE DE ANEXOS

Anexo I.....	62
Anexo II.....	63
Anexo III.....	63
Anexo IV.....	64
Anexo V.....	64
Anexo VI.....	65
Anexo VII.....	65
Anexo VIII.....	66
Anexo IX.....	66
Anexo X.....	67
Anexo XI.....	67
Anexo XII.....	68
Anexo XIII.....	68
Anexo XIV.....	69
Anexo XV.....	69
Anexo XVI.....	70
Anexo XVII.....	70
Anexo XVIII.....	71
Anexo XIX.....	71
Anexo XX.....	72
Anexo XXI.....	72
Anexo XXII.....	73
Anexo XXIII.....	73
Anexo XXIV.....	74
Anexo XXV.....	74
Anexo XXVI.....	75
Anexo XXVII.....	75

GLOSARIO DE ABREVIACIONES

ANA	Autoridad Nacional del Agua
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
iMHEA	Iniciativa Regional de Monitoreo Hidrológico de Ecosistemas Andinos
TP	Tormenta pluviométrica

DEDICATORIA

A Dios, por darme vida, salud y sabiduría a lo largo de mis estudios;

y A mi madre y padre, por el esfuerzo que dedicaron en mí,

sin su instrucción en mi vida no habría llegado a este nivel,

por el apoyo brindado, Gracias.

AGRADECIMIENTOS

Esta página de la presente tesis es para dar mérito al gran aporte que varias personas e institución han hecho en la presente investigación. Por ello, es para mí especial utilizar este espacio para ser justa y consecuente con ellos, expresándoles mis agradecimientos.

Al PhD. Waldo Lavado Casimiro, director del área de Investigación de Hidrología del SENAMHI, por aceptarme realizar este trabajo de investigación bajo su dirección. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido clave para la presente investigación, no solo en el desarrollo de esta investigación, sino también en mi formación profesional. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis. ¡Muchas gracias Doctor!

Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) del Perú, por la oportunidad brindada para iniciar mi formación profesional y por la información brindada para la ejecución de la presente Tesis.

A la Dirección de Hidrología del SENAMHI por el apoyo. En especial al grupo humano que conforma la Subdirección de Estudios e Investigaciones Hidrológicas: Mg. Fiorella, Mg. Adrián, Mg. Cristhian, Mg. Harold, Ing. Flavio, Mg. José, Mg. Evelin, Mg. Kevin, Ing. Sofia, Ing. Carlos, Ing. Cesar y Dr. Wilson. Quienes fueron mis compañeros de trabajo, siempre generosos que compartieron sus conocimientos y experiencias de tipo profesional y personal que fueron de gran valor. Sus enseñanzas han enriquecido la presente investigación y, además, ha significado el surgimiento de una sólida amistad.

A mi asesora Mg. Paula Rojas y profesor Mg. Miguel Ángel Astorayme, por sus sugerencias y apoyo. Sus siempre atentas y rápidas respuestas a las diferentes inquietudes durante el desarrollo de esta tesis han permitido poder culminar de manera exitosa.

¡Gracias!

RESUMEN

Este trabajo presenta por primera vez la investigación de los eventos de *tormenta pluviométrica (TP)* a nivel nacional denominada “Caracterización de eventos de TP en el Perú”, las cuales han sido analizadas empleando un total de 286 estaciones automáticas con resolución temporal horaria de la red pluviométrica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Iniciativa Regional de Monitoreo Hidrológico de Ecosistemas Andinos (iMHEA) y Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Un evento de TP es entendida en este trabajo como evento de lluvia consecutivo de 3 horas a más, separado de las lluvias anteriores y posteriores por 1 hora a más y además de registro por hora superior a los 0.1mm por hora. En este estudio se han investigado información estadística relevante para conocer y entender el comportamiento de los eventos de TP a nivel nacional a escala de cada una de las estaciones, considerando la: estacionalidad, duración, total de lluvia, intensidad y el ciclo diurno de los eventos de TP. Además, para entender el perfil de tormenta (curva masa) se determinó el tipo de evento de TP basado en cuartiles y el patrón temporal del evento de TP a través de la metodología de las “Curvas Huff” considerando las regiones de precipitaciones máximas en 24 horas previamente determinadas por el SENAMHI.

Dentro del periodo de datos, 37 792 eventos de TP de la red de estaciones automáticas a nivel nacional con duraciones totales de 3 a 24 horas calificaron para el estudio. Los resultados mostraron que el 77% tuvieron duraciones ente 4 y 8 horas, 17% duraron de 9 a 12 horas y el 6% tuvieron duraciones superiores a 12 horas. Mientras que el total de lluvia y la intensidad de los eventos TP estuvieron en el rango de (0.7 – 46mm y 0.2 –7.2mm/hr, respectivamente), siendo las regiones de la selva las que presentan valores más altos. Con relación al ciclo diurno los resultados indican que los eventos de TP en las regiones de los Pacifico y los Andes, predominantemente ocurren entre las 12 y 18 horas de la tarde, mientras para las regiones de la Selva entre las 0 6 horas de la mañana, respectivamente.

De la misma manera, se ha analizado el tipo de evento de TP de acuerdo a si el mayor porcentaje de lluvia total ocurría en el primer, segundo, tercer o cuarto cuartil del periodo de evento de TP.

Se encontró que el tipo de eventos de TP perteneciente al segundo cuartil fue el más predominante para las regiones de precipitación máxima de 24 horas del SENAMHI. Adicionalmente, se obtuvieron los perfiles de tormenta “Curvas Huff para 27 regiones de precipitación máxima de 24 horas del SENAMHI, apropiadas como herramienta para la desagregación de lluvias máximas de 24 horas para la estimación de tormentas de diseño con fines de diseño hidráulico e hidrológico a nivel nacional.

Palabras claves: Curvas Huff, Análisis de la precipitación, Tormenta de diseño, Diseño hidráulico e hidrológico

ABSTRAC

This work presents for the first time the investigation of pluviometric storm events (TP) at the national level called "Characterization of TP events in Peru", which have been analyzed using a total of 286 automatic stations with hourly time resolution of the pluviometric network of the National Meteorological and Hydrological Service (SENAMHI), Regional Initiative for Hydrological Monitoring of Andean Ecosystems (iMHEA) and National Water Authority (ANA).

A TP event is understood in this work as a consecutive rain event of 3 hours or more, separated from the previous and subsequent rains by 1 hour to more and in addition to an hourly record greater than 0.1mm per hour. In this study, relevant statistical information has been investigated to know and understand the behavior of TP events nationwide at the level of each of the stations, considering the: seasonality, duration, total rainfall, intensity and the daytime cycle of the TP events. Furthermore, to understand the storm profile (mass curve), the type of event of TP based on quartiles and the temporal pattern of the event of TP were determined through the methodology of the "Huff Curves" considering the regions of maximum rainfall in 24 hours previously determined by SENAMHI.

Within the data period, 37,792 TP events from the network of automatic stations nationwide with total durations of 3 to 24 hours qualified for the study. The results showed that 77% had durations between 4 and 8 hours, 17% lasted from 9 to 12 hours and 6% had durations greater than 12 hours. While the total rainfall and the intensity of the TP events were in the range of (0.7 - 46mm and 0.2 - 7.2mm / hr, respectively), with the jungle regions presenting the highest values. Regarding the diurnal cycle, the results indicate that TP events in the Pacific and Andes regions, predominantly occur between 12 and 18 o'clock in the afternoon, while for the Selva regions between 06 o'clock in the morning, respectively.

In the same way, the type of TP event was analyzed according to whether the highest percentage of total rain occurred in the first, second, third or fourth quartile of the TP event period. It was found that the type of TP events belonging to the second quartile was the most predominant for the 24-hour maximum rainfall regions of SENAMHI. Additionally, storm profiles “Huff Curves for 27 regions of maximum 24-hour rainfall from SENAMHI were obtained, appropriate as a tool for disaggregation of maximum 24-hour rainfall for the estimation of design storms for the purposes of hydraulic and hydrological design at Nacional level.

Keywords: Huff curves, Analysis of precipitation, Storm design, Hydraulic and hydrological design.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo científico, la nueva instrumentación y los avances tecnológicos en el campo de la hidrología urbana, ha hecho que se produzcan cambios significativos en el enfoque tradicional, involucrando la variabilidad espacio-temporal de las tormentas en temas de diseño (Figueroa, 2016). Por ello, “las escalas temporales de precipitación de menor escala son las más relevantes para estimar tormentas de diseño para proyectos de sistemas de drenaje de carreteras, estudios de erosión, estimación de arrastres y socavación” (Dölling & Varas, 2006), así como “para procesos de la superficie terrestre, como la infiltración y escorrentía” (Yin, 2016). Sin embargo, en nuestro país, los datos de precipitación más ampliamente disponibles son datos de precipitación diaria. En este contexto, existe un vacío acerca de las características de un TP a escalas subdiarias lo que origina a que difícilmente pueda elaborarse tormentas de diseño.

En el mundo se han desarrollado trabajos importantes para caracterizar la distribución temporal de la lluvia en un área. Un primer trabajo corresponde a Huff (1967) quien introdujo el estudio de la distribución temporal de TP a través de una familia de curvas adimensionales normalizadas denominadas “Curvas Huff”. Se encontró, que las distribuciones de tiempo podrían representarse mejor al relacionar el porcentaje de lluvia total de la TP con el porcentaje del tiempo total de TP para las TP agrupadas de acuerdo con el cuartil (categorías de 25% de duración de TP) en que la ocurrió la intensidad máxima. Estas curvas sirvieron como enfoque para desglosar temporalmente precipitación de 24 horas para construir hietogramas de tormenta de diseño para aplicaciones hidrológicas e hidráulicas en Illinois.

Las curvas Huff han sido utilizadas por varios autores en su investigación. Al respecto Terranova & Iaquina (2011) presentaron una nueva metodología para el análisis de eventos a través de la combinación de las curvas Huff y el método BSC (código de forma binaria), con el

fin de determinar en qué trimestre de la duración del evento se produce la intensidad máxima de precipitación. El método de BSC asume 16 formas posibles de perfiles de lluvia estandarizados (SRP). Cada dígito toma un valor de 0 o 1, dependiendo de si el SRP está debajo o sobre el uniforme perfil de lluvia estandarizado (USRP), respectivamente. Basado en un análisis de datos para Calabria, Terranova & Iaquina (2011) encontraron que el tipo BSC 1111 representa un evento de precipitación donde la mayor parte de la precipitación cae en la primera parte de la duración de la precipitación, tipo BSC 0000 es el evento donde la mayor parte de la precipitación cae en la segunda parte de la duración de la precipitación.

Al determinar las diferencias en la distribución temporal de la precipitación dentro de un evento de precipitación con respecto a la duración del evento, Pan, Wang, Liu, Huang, & Wang (2017) propusieron una metodología para mejorar las curvas Huff. La metodología consistía en describir por separadas las extremidades ascendentes y descendentes de la TP. Y para determinar su performance simuló el volumen de inundación a partir del modelo SWMM (Storm Water Managment Model) usando sus propuestas curvas Huff mejoradas, las curvas Huff, las curvas de Chicago y el diagrama triangular. Demostró que las curvas Huff mejoradas y las curvas Huff se acercan mejor a los resultados de escorrentía observada, demostrando tener un gran potencial en la gestión de aguas pluviales para diseño de sistemas de drenaje.

Por otro lado, si hablamos de investigaciones en el Perú encontramos el “Estudio de la Hidrología del Perú” elaborado en el marco del convenio de cooperación entre el instituto Italo Latinoamericano – IILA – el Servicio de Meteorología e Hidrología -SENAMHI PERU – y la Universidad Nacional de Ingeniería – UNI. En el cual con información pluviométrica de precipitaciones máximas en 24 horas de al menos 10 años de registros hasta el año 1983, se desarrollaron una subdivisión del territorio peruano en zonas pluviométricas para la construcción

de curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF). Sin embargo, este estudio no tomo en cuenta los fenómenos extremos de los últimos 37 años ya que no ha sido actualizado desde 1983. Además, que en la actualidad mucha de las estaciones utilizados para ese estudio ya no opera, otras se han cambiado de lugar y otras se han sido implementadas recientemente en diversas regiones. (IILA, 1983).

Teniendo en cuenta la mayor disponibilidad de información de precipitación máxima en 24 horas, Tupac (2017) trabajó en la obtención de funciones de distribución y la regionalización de las precipitaciones máximas. Para lo cual, realizó un análisis regional de frecuencias (ARF) de la precipitación máxima anual en 24 horas de 383 estaciones pluviométricas distribuidas a nivel nacional para aplicar el método SKATER para generar “macro-regiones” en base a índices de precipitación extrema. Sus resultados permitieron dar origen a 28 regiones homogéneas de precipitación máxima de 24 horas del Perú. Sin embargo, si hablamos de estudios acerca del entendimiento de las características de los eventos de TP en nuestro país, no encontramos registros, esto debido principalmente a que antes no se contaba con registros de precipitación a escalas subdiarias.

Para ello, la presente tesis presenta por primera vez la investigación de los eventos de TP a nivel nacional denominada “Caracterización de eventos de TP en el Perú” con el objetivo entender las características de los eventos de TP para el territorio peruano, a fin de desagregar la precipitación máxima de 24 horas para construir tormentas de diseño para aplicaciones en muchos campos, como la hidrología urbana, el diseño de infraestructuras y los estudios de evaluación de riesgos, entre otros campos.

1.1 Planteamiento del problema

En el Perú, los registros de precipitación de mayor disponibilidad son por lo general a escala temporal diaria, esto debido a que los datos con largo período de registro provienen de estaciones de tipo convencional. Sin embargo, durante los últimos años, se han generado datos horarios que provienen sobre todo de estaciones automáticas siendo estos registros de corto período. En este contexto, existe un vacío acerca de las características de una tormenta pluviométrica a escalas subdiarias (TP) para el territorio peruano.

Este vacío, ha permitido que en la actualidad no se tenga estudios del entendimiento de las características de las TP, conllevando a que en el diseño de obras de infraestructura hidráulicas se formulen cálculos hidrológicos de tormentas de diseño basadas exclusivamente en curvas IDF, a través de coeficientes de duración para determinar la intensidad de la precipitación pluvial máxima y del hietograma del método de los bloques alternos. Sin embargo, estas tormentas de diseño empleadas para desagregar precipitación máxima en 24 horas en primer lugar no consideran datos de precipitación a escala subdiaria y en segundo lugar han sido criticadas en cuanto a su planteamiento (Balbastre Soldevila, 2018) ya que no se parecen a las tormentas observadas (Watt & Marsalek, 2013).

Como consecuencia, estas tormentas empíricas pueden ser deficientes en casos en los que obtener un patrón temporal muy alejado de la realidad climática de la zona puede derivar en un diseño inadecuado y se podría estar estimando valores con dimensionamientos inadecuados, lo que provoca muchas veces gastos excesivos, mal funcionamiento de la obra o el colapso de esta ante la presencia de eventos extremos.

1.2 Formulación del problema

Con respecto a lo mencionado líneas arriba podemos formular el siguiente problema:

Problema General

- ¿Es posible conocer la variabilidad espacio temporal y el perfil de los eventos de TP en el territorio peruano a partir de información de escala subdiaria que sirva como herramienta para optimizar el diseño hidráulico?

Problemas específicos

- ¿Es posible conocer la variabilidad espacio temporal de los eventos de TP en el territorio peruano a partir de información de escala subdiaria que sirva para optimizar el diseño hidráulico?
- ¿Es posible desagregar información de precipitación máxima de 24 horas para obtener tormenta de diseño de los eventos de TP?

1.3 Hipótesis

Hipótesis principal

La caracterización de los eventos de TP en el territorio peruano permitirá conocer la variabilidad espacio temporal y el perfil de tormenta de diseño de los eventos de TP, esto contribuirá a los futuros diseños de drenaje pluviales, así como en soluciones hidráulicas.

Hipótesis específicas

- Las características estadísticas de los eventos de TP nos ayudará a conocer la variabilidad espacio temporal de una TP del territorio peruano.

- El perfil de tormenta de diseño servirá como una herramienta para la desagregación de precipitaciones máximas de 24 horas para diseño de tormenta de uso en el diseño de infraestructura hidráulica.

1.4 Objetivos

En base a las problemáticas anteriormente mencionadas, la tesis tiene como:

Objetivo General

- Caracterizar los eventos de TP a nivel nacional a fin de aportar una herramienta en el diseño de infraestructura hidráulica.

Objetivos específicos

- Obtener características estadísticas de los eventos de TP del territorio peruano a fin de aportar el conocimiento de la variabilidad espacio temporal de los eventos de TP en el territorio peruano de utilidad para el diseño de infraestructura hidráulica.
- Obtener el perfil de los eventos de TP para desagregar precipitaciones máximas en 24 horas de utilidad para tormentas de diseño de utilidad para el diseño de infraestructura hidráulica.

1.5 Justificación del problema

La importancia de la investigación se basa en los siguientes criterios:

Relevancia Social: El estudio de la caracterización de los eventos de TP del territorio peruano permitirá obtener características estadísticas y perfil de TP para que se desagreguen valores de precipitaciones máximas en 24 horas, que servirán para los futuros diseños de drenaje pluviales, así mismo en soluciones hidráulicas que sean necesarias para mejorar la calidad de vida de la población. Además, servirá a instituciones como el Servicios Nacional de Meteorología e Hidrología para ser incorporado dentro del estudio de la hidrología del Perú.

Relevancia Técnica: El estudio de la caracterización de los eventos de TP en el territorio peruano, proveerá una de las herramientas fundamentales para todo profesional en la planificación y desarrollo de proyectos de infraestructura hidráulica, estudios hidrológicos entre otros.

Relevancia Económica: Con la información de los eventos de TP dados de este estudio, el profesional podrá generar tormentas de diseño adecuadas a comportamiento de las tormentas en el territorio peruano para el dimensionamiento apropiado de infraestructuras hidráulicas, que resulte en una obra funcional, confiable y económica; siempre teniendo en cuenta las incertidumbres de estos.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Generalidades

En el Perú, las características geográficas, hidrológicas, geológicas y geotécnicas que aún no están totalmente investigados, han hecho que exista problemas complejos en materia a drenaje superficial y subterráneo aplicado en la ingeniería hidráulica, por lo que el planteamiento de las soluciones respectivas estará afectado por niveles de incertidumbre y riesgos inherentes a cada proyecto (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014).

2.2. Hidrología

La hidrología es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Según Chow (1998), es la ciencia que engloba todas las ciencias hídricas ya que se cubre todas las fases del agua en la tierra, por lo que la definió como el estudio del ciclo hidrológico.

2.2.1 Ciclo hidrológico

Se denomina ciclo hidrológico al conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza., es decir, como un medio para describir cuatro fases básicas de interés para el hidrólogo (Linsley, Kholer, & Paulhus, 1986). El movimiento del agua en el ciclo hidrológico no tiene principio ni fin y es irregular tanto temporal como espacial, una muestra de ello son los periodos de sequias y de inundaciones (Villon, 2004). El ciclo hidrológico, según Chow (1998) está conformado principalmente por los siguientes componentes (Figura 1), a saber: precipitación, evapotranspiración, infiltración y percolación; y escorrentía.

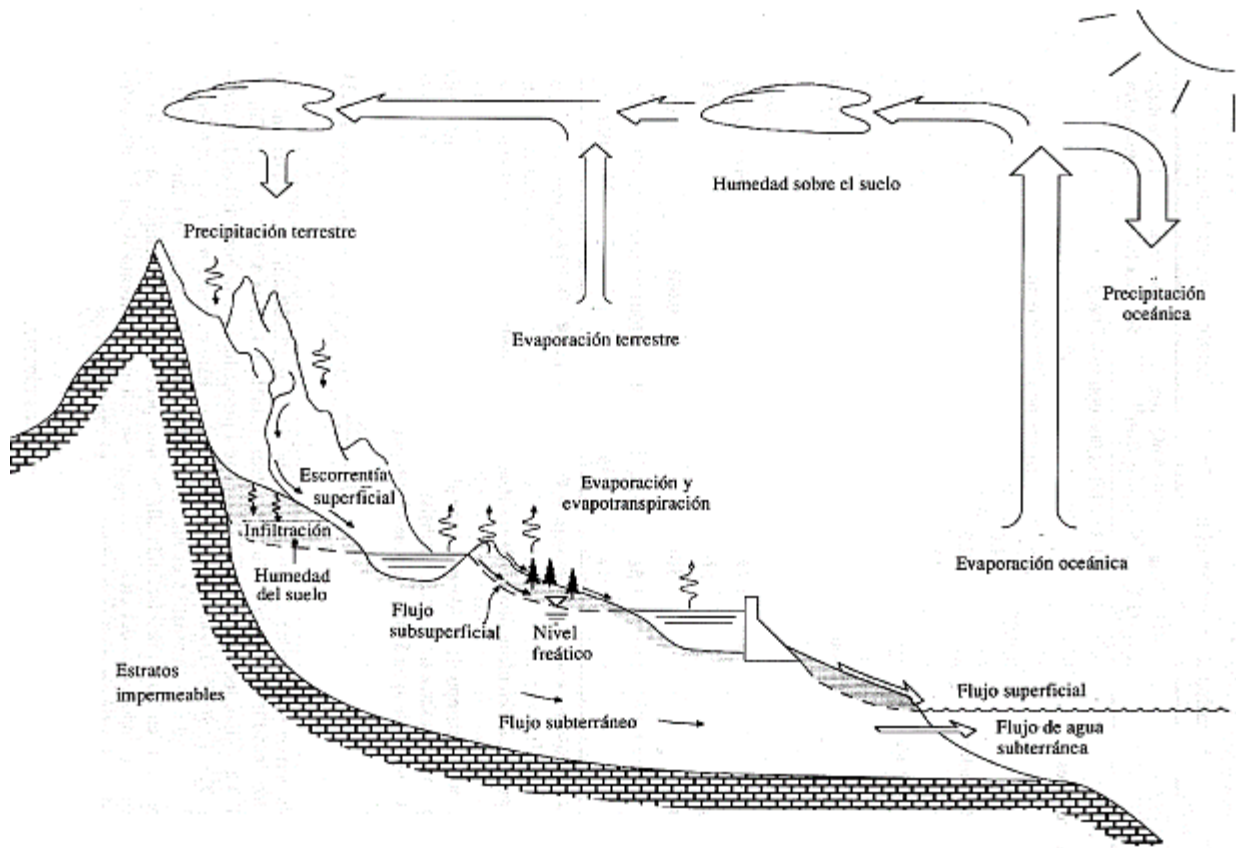


Figura 1. Ciclo Hidrológico. Modificado de (Chow, 1998)

2.3. Precipitación

La precipitación en cualquiera de sus formas es el principal aporte de agua dulce a la superficie terrestre y se considera desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica como la variable hidrometeorológica más importante; ya que constituye la principal entrada de agua en una cuenca (Sierra, 2019).

El agua precipitada se dispersa de diversas maneras, la mayor parte es retenida temporalmente por el suelo y regresa eventualmente a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas, la otra porción viaja sobre la superficie del suelo hasta alcanzar los canales de las corrientes y finalmente, la porción restante penetra más profundamente en el suelo para hacer parte del

suministro de agua subterránea de donde emerge en manantiales o se desliza hacia ríos, bajo la influencia de la gravedad para formar la escorrentía superficial. Para finalmente fluir hacia el mar o evaporar en la atmósfera a medida que el ciclo hidrológico continúa (Chow, 1998).

2.4. Medición de la precipitación

La medición y análisis de la precipitación desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica constituye la variable hidrometeorológica más importante; ya que constituye generalmente la única entrada de agua a una cuenca. Además, de que constituye el punto de partida de los estudios concernientes al uso y control del agua; ya sea para cuantificar los recursos hídricos, prevenir avenidas, diseñar obras públicas o acometer estudios de erosión (Sierra, 2019).

El ente rector de las actividades hidrometeorológicas y por ende encargado de las mediciones de precipitación en el Perú es el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). En el SENAMHI se ha centralizado la atención de la gran mayoría de estaciones instaladas en el territorio patrio, sin embargo, hay todavía algunas estaciones bajo control de otras instituciones, tales como: Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN), Instituto Geográfico Nacional (IGN), Dirección General de Aguas, Suelos e Irrigaciones, Autoridad Nacional del Agua (ANA), Consorcio para el desarrollo sostenible de la Ecorregión Andina (iMHEA), e instituciones a fines.

La precipitación puede obtenerse de diversas fuentes, siendo la más común y fiable las de medición directa por medio de estaciones meteorológicas situadas en el terreno (pluviómetros). Los pluviómetros son instrumentos con el cual podemos medir manualmente la cantidad de precipitación (a las siete en punto de la mañana) que ha caído en las últimas 24 horas. Sumado

esto, en los recientes años se ha incorporado las estaciones meteorológicas automáticas. Las estaciones meteorológicas automáticas son equipos de adquisición de datos, en el que los instrumentos efectúan, almacenan y transmiten las observaciones de forma automática, sin la necesidad de la presencia de personal.

Otras fuentes de información son las mediciones satelitales. No obstante, estas fuentes de información deben ser utilizados con cautela ya que el valor de la precipitación es obtenido mediante la estimación a partir de productos satelitales como: CHIRPS, CMORPH,3B42, CoSch, HYDRO, entre otros; y estos generalmente presentan sesgos.

2.4.1 Estaciones meteorológica Automática

Las estaciones meteorológicas automáticas surgieron con la necesidad de obtener información de precipitación en mejor resolución y en ubicaciones con dificultad de acceso. La Organización Mundial Meteorológica las define como "las estaciones en las cuales las observaciones son realizadas y transmitidas automáticamente". En otras palabras, una estación automática es una versión autónoma automatizada de la estación meteorológica convencional, preparada para ahorrar trabajo de personal, además de ser útil para hacer mediciones a escala temporal más fina en todo tipo de áreas incluso en las más inhóspitas.



Figura 2. Estación meteorológica automática del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú –
Puente Callantama en la provincia de Huaral en el departamento de Lima.

Las estaciones meteorológicas automáticas tienen la siguiente configuración básica, a saber: un datalogger, sensores ambientales, panel solar, una Antena yagi y un transmisor de radio UHF (Figura 2). Para el monitoreo se controlan 4 tipos de estaciones meteorológicas automáticas: Estación Meteorológica Automática (EMA), Estación Hidrológica Automática (EHA), Estación

Hidrometeorológica Automática (EHMA) y Estación Agrometeorológica Automática (EAMA). La diferencia entre una y otra es de acuerdo con la distribución de sensores que poseen cada uno de ellos (Tabla 1).

Tabla 1.

Distribución de sensores de acuerdo con el tipo de estación automática

N	SENSOR	EAMA	EMA	EHA	EHMA
1	Temperatura y Humedad de aire	X	X		X
2	Dirección y velocidad de viento	X	X		X
3	Precipitación	X	X	X	X
4	Radiación solar /UV	X	X		
5	Presión Atmosférica	X	X		
6	Humedad de Hoja	X			
7	Humedad de suelo				
8	Nivel de Agua/Calidad			X	X

Fuente: Poster (Autor: Jorge Chira) ¹

De la Figura 2 y Tabla 1, podemos ver que las estaciones automáticas guardan información de diferentes variables meteorológicas importantes, siendo la variable de precipitación a escala horaria importante para la presente tesis.

2.5. Determinación de la tormenta de diseño

Debido a que en el país se tiene limitaciones en la disponibilidad de datos ya sean hidrométricos como pluviométricos, generalmente se utilizan métodos indirectos para la estimación del caudal de diseño (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). Por ello uno de los primeros pasos en el diseño de infraestructura hidráulica para dimensionamiento de distintos tipos de obras es la determinación del evento de lluvia o evento de TP a usar.

Una tormenta de diseño puede definirse como un patrón de precipitación, su aplicación va desde el uso de valores puntuales de precipitación en el método racional para determinar caudales picos en alcantarillas de aguas de lluvias y alcantarillas de carreteras, hasta el uso del hietograma tormentas como entrada para conformar un sistema hidrológico (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014). Los caudales resultantes a través de este se calculan a través de métodos semiempíricos o modelos de transformación de lluvia-caudal, con las cuales una tormenta de proyecto seleccionada es transformada en un caudal máximo o en un hidrograma de proyecto (Paoli, Cacik, & Morresi, 2001).

Por otro lado, es importante mencionar que para determinar la tormenta de diseño se recomienda contar con información de un pluviógrafo o estación meteorológica automática, ya que estos equipos proveen información instantánea.

2.5.1 Eventos de tormentas pluviométricas

Para definir un evento de tormenta denominada en esta tesis como “evento de tormenta pluviométrica -TP”, parte primordial es la identificación de los eventos individuales de TP de la serie de tiempo de precipitación horaria. Para ello, comúnmente se emplea la definición de un

tiempo mínimo inter-evento (Figura 3), el cual es entendido como el intervalo mínimo sin lluvia presente entre dos eventos de TP (Figuroa , 2016).

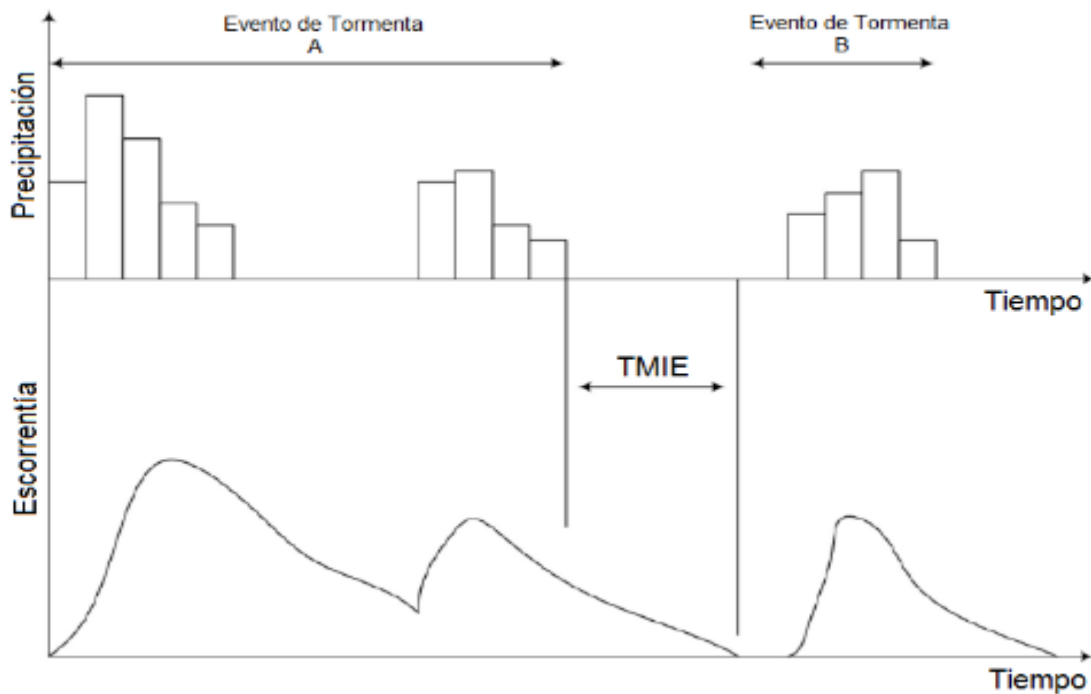


Figura 3. Separación de tormentas mediante el tiempo mínimo inter-eventos.

Fuente: Figuroa ,2016

En la presente tesis se adoptó como valor de inter-evento de 1 hora, ya que este valor proporciona un equilibrio entre los eventos de TP consecutivos para que sean suficientemente independientes. Además, se tomó el criterio: (a) duración total de la TP de 3 horas o más, (b) Valor mínimo de precipitación en una hora de 0.2mm y (c) selección de eventos de TP durante la estación lluviosa.

2.2. Curvas Huff

Basado en datos de 49 estaciones meteorológicas de precipitación distribuidas en un área de aproximadamente 400 millas cuadradas en el estado de Illinois - Estados Unidos, Huff (1967)

construyo una serie de curvas que describen la distribución temporal de los eventos de tormenta haciendo uso de hietogramas adimensionales.

Huff (1967) primero excluyó los eventos de tormenta independientes del periodo del récord de precipitación, para luego clasificados por grupos de cuartiles en el cual se produce la máxima intensidad. Como evento de tormenta independiente, tomó el criterio de tomar un periodo de inter-eventos de 6 horas y además que el evento haya tenido una duración de al menos 3 horas a más. La definición de un evento de tormenta se muestra en la Figura 3. Una condición adicional para un evento de tormenta independiente fue también la cantidad total de precipitación, que tuvo que exceder los 12.7 milímetros. Con tal definición, excluyó 261 eventos de precipitación independientes.

Huff (1990) clasifico sus eventos de precipitación en 4 cuartiles. Los cuartiles se definen como categorías de 25% de duración, que van desde el cuartil I hasta el cuartil IV, es decir, en el primer cuartil hubo eventos donde la mayor precipitación ocurría entre el 0 y 25% de la duración, en el segundo entre el 25 y 50%, el tercer entre el 50 y 75% y en el cuarto cuartil entre 75y 100%, respectivamente. Huff eligió la división en cuartiles debido a que notó que independientemente de la duración de la tormenta y la lluvia media , había una parte importante de la lluvia total de la tormenta que ocurría en una pequeña parte del tiempo total de la tormenta. Además, los efectos de la clasificación de los cuartiles, también mostró una tendencia de eventos de larga duración para el cuarto cuartil, mientras eventos de corta duración para el primer y segundo cuartil (Huff, 1967).

Las curvas Huff representan además la probabilidad de ocurrencia para cada clasificación de cuartiles, a través de isólineas desarrolladas en incrementos que van desde el 10% hasta el 90%.

(Azli & Rao, 2010). Por lo tanto, hay un total de 9 curvas en cada cuartil que hacen un total de 36 curvas para cada estación. La curva del percentil del 90% , representa el máximo porcentaje de las precipitaciones acumuladas de todos los eventos de tormenta que ocurrió, es decir, que todas las precipitaciones acumuladas de los eventos de tormenta están debajo de dicha curva (Bonta, 2004). En base a lo mencionado, la más importante pregunta es cuando decidimos cual de las 36 curvas a usar, para ello Huff (1990), sugirió que la mediana curva es la más representativa; y que las curvas del 10% y 90% podrían ser usadas para estimar escorrentía en los más extremos tipos de distribuciones (Figura 4). Además, sugiere que el cuartil donde que ocurre más frecuentemente para un área espacial dada debería ser usado para el diseño.

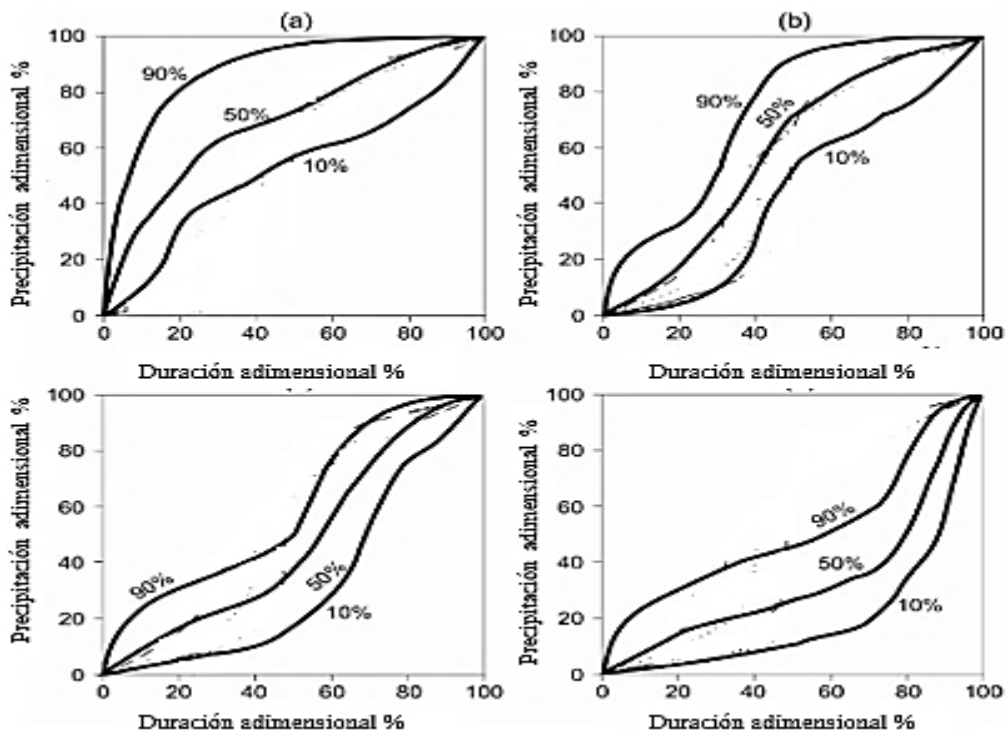


Figura 4. Curvas Huff para los 4 grupos de cuartiles de clasificación desarrolladas en Coshocton, Ohio. La intensidad más grande de precipitación en a) Primer cuartil, b) Segundo cuartil, c) Tercer cuartil, d) Cuarto cuartil. Adaptado de (Azli & Rao, 2010).

Las Curvas Huff son una representación resumida probabilística en términos de tiempos transcurridos adimensionales en un evento de tormenta y los correspondientes eventos de tormenta acumuladas adimensionales (Bonta, 2004)(James V. Bonta, 2004)(James V. Bonta, 2004). Son útiles principalmente porque se basan en registros de precipitación reales y debido a que no tienen dimensiones, podemos comparar eventos de diferentes duraciones y precipitaciones totales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio comprende todo el territorio peruano, considerando los aspectos de localización, a saber: la ubicación geográfica, la superficie y los límites; y el aspecto físico más importante como el clima.

3.1.2 Área de Estudio

El Perú se encuentra en la zona intertropical de Sudamérica comprendida entre la línea del Ecuador y el trópico de Capricornio. Limita al norte con Ecuador y Colombia, al este con Brasil, al sureste con Bolivia, al sur con Chile y a oeste con el océano Pacífico (Figura 5). Se ubica en la región centro-occidental de América del Sur, es un país Sudamericano, Litoral, Andino, Altiplánico, Amazónico y Antártico. Geográficamente, se extiende desde aproximadamente 0° hasta 18°30' latitud sur y 81°10' hasta 68°40' longitud oeste.

Comprende un área aproximada de 1 285 216 km^2 , incluyendo el territorio de las Islas del Mar Pacífico Peruano y la parte peruana del Lago Titicaca y sus islas. Además, tiene soberanía y jurisdicción sobre una franja de 200 millas (370 km^2 del Mar Pacífico Peruano).

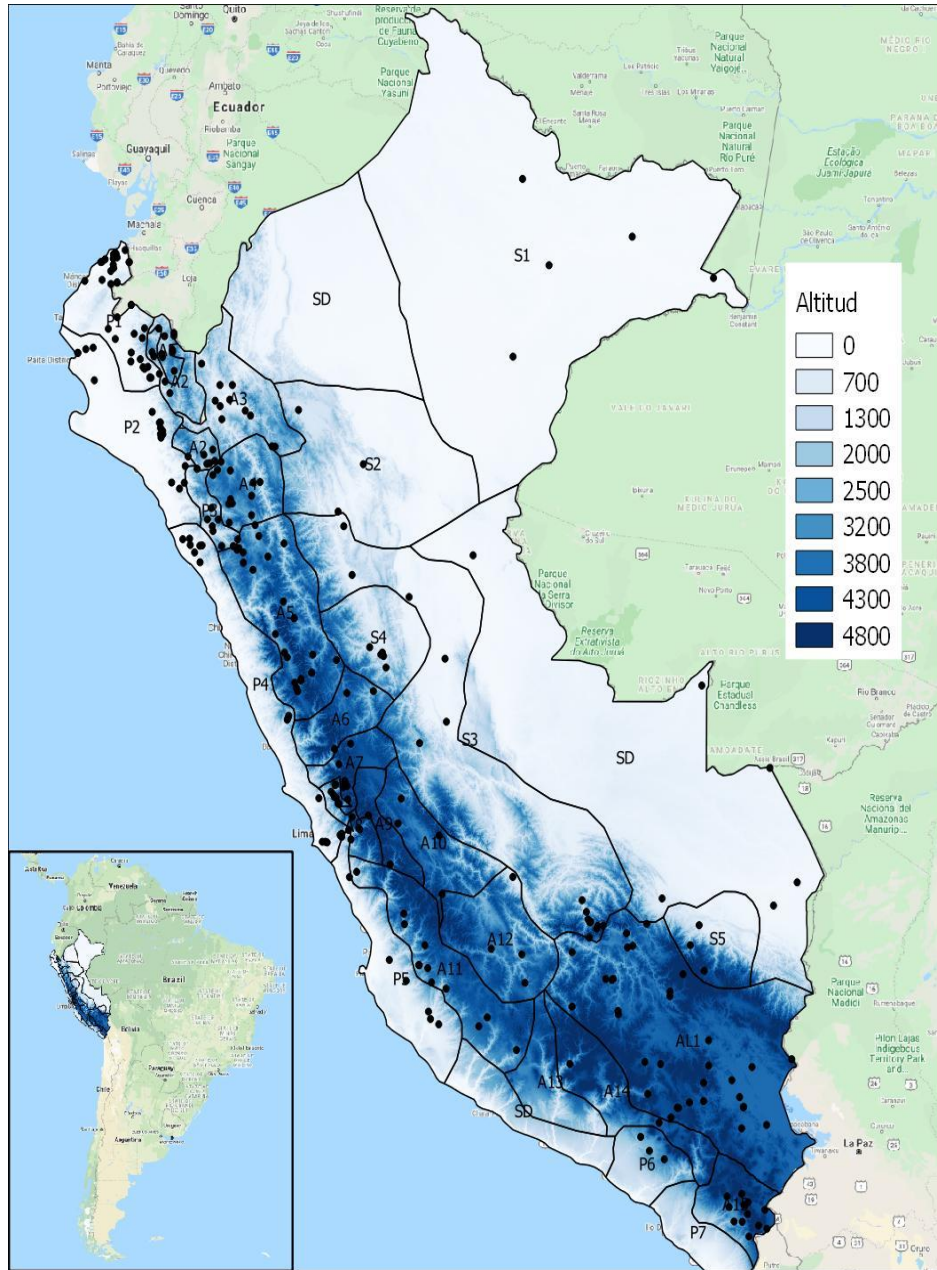


Figura 5. Zona de estudio. Mapa del Perú a diferentes escalas de elevación con sus respectivas regiones de precipitación máxima (Tupac, 2017). Los puntos negros muestran las estaciones automáticas, la barra de colores indica la altitud en msnm. Elaboración propia.

En cuanto al clima, el territorio peruano posee casi todas las variantes climatológicas que se presentan en el mundo debido a la influencia de dos factores: la cordillera de los Andes y corrientes marinas de Humboldt y del Niño; como consecuencia la diversidad climática va desde

un clima costero árido y cálido, pasando por climas de los valles interandinos de tipo templado, frígido y polar, hasta el tipo cálido y lluviosos de la selva.

El periodo lluvioso en nuestro país se desarrolla en el mes de setiembre y culmina en abril del siguiente año. Sin embargo, las máximas intensidades de precipitación se presentan durante los meses de verano (diciembre – marzo) (CENEPRED, 2016).

La Figura 5, describe el mapa de regiones de precipitación máxima de 24 horas, propuesta por Tupac (2017) para el SENAMHI a diferentes escalas de elevación. Las regiones de precipitación máxima de 24 horas son utilizadas para el análisis regional de las Curvas Huff, a saber: Regiones de la Costa (P1 a P7), Regiones de los Andes (A1 a A15), Región altiplánica y parte de la Sierra Sur (AL1); y Subregiones de la Selva (S1 A S5).

3.2 Instrumentos de investigación

Para el desarrollo de la presente investigación, ha de emplearse las siguientes informaciones:

3.2.1 Información de datos observados

En este estudio, se utilizaron estaciones meteorológicas automáticas distribuidas a nivel nacional (Figura 5), los registros comprenden de datos de precipitación horaria proporcionadas por Servicio Nacional de Meteorología del Perú (SENAMHI), Autoridad Nacional del Agua (ANA), iniciativa Regional de Monitoreo Hidrológico de Ecosistemas Andinos (iMHEA), Universidad de Apalaches y Southern Peru Copper Corporation.

En la Tabla 2, se muestra el número de estaciones proporcionadas por cada entidad, así como los años de registro correspondiente. Además, como requisito fundamental para seleccionar una

estación meteorológica automática es que contenga 4 años de registro completos continuos. Para ello se extrajo los eventos de TP para cada año y para cada estación automática.

Tabla 2.

Número de estaciones consideradas por entidad

ENTIDAD	SERIE	N.º
SENAMHI	2013-2019	203
ANA	2016-2019	72
iMHEA	2010-2017	9
SHOUTERN PERU	2009-2018	1
UNIVERSIDAD DE APALACHES	2015-2019	1
	TOTAL	286

3.2.2 Programas

Los programas utilizados en la ejecución de la metodología fueron los siguientes:

. **Microsoft Excel**, la información de las estaciones automáticas fueron entregadas en hojas de cálculo con la extensión “.csv” y se usó la extensión por defecto “.xls” de Excel para hacer cálculos estadísticos para la interpretación correcta de los datos y sus resultados.

. **R (lenguaje de programación interpretado)**, en el contexto de esta tesis para el análisis exploratorio y todo el procedimiento de construcción e interpretación de las curvas Huff se han codificado en el programa R.

. **QGIS**, para la visualización de los datos, análisis e interpretación de los resultados en mapas se ha utilizado el software de uso libre QGIS.

3.2.3 Variables

En la Tabla 3, se presentará la definición conceptual y operacional de las variables, tanto dependientes como independientes.

Variable dependiente

Tabla 3.

Definición de la variable dependiente

	Variable	Definición conceptual	Definición operacional
Dependiente	Diseño hidráulico	Está basado en los procesos y criterios para el dimensionamiento de las infraestructuras hidráulicas.	Incorporar el resultado de esta investigación en los procesos y criterios para la determinación del caudal de diseño.

Variable independiente

Tabla 4.

Definición de la variable independiente

	Variable	Definición conceptual	Definición operacional
Independiente	Eventos de tormenta pluviométrica (TP)	Es el estudio de las características de los eventos de TP en el Perú, a partir de información de precipitación a escala horaria	Comprende la caracterización estadística y el patrón temporal de los eventos de TP en el territorio peruano

Operacionalización de las variables

En la Tabla 5, se describirá la operacionalización de las variables.

Tabla 5.

Operacionalización de las variables

Variable dependiente	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores
Diseño hidráulico	Eventos de TP	Estadísticas de los eventos de TP	Estacionalidad
			Clasificación
			Duración
			Hora de inicio
		Perfil y patrón temporal de las TP	Hora pico
			Precipitación e Intensidad
			Perfil de tormenta
			Hietograma de tormenta

Nota: Elaboración propia

3.3 Esquema metodológico

La metodología utilizada en el estudio se esquematiza en la Figura 7, los mismos se resumen en 6 procesos lógicos

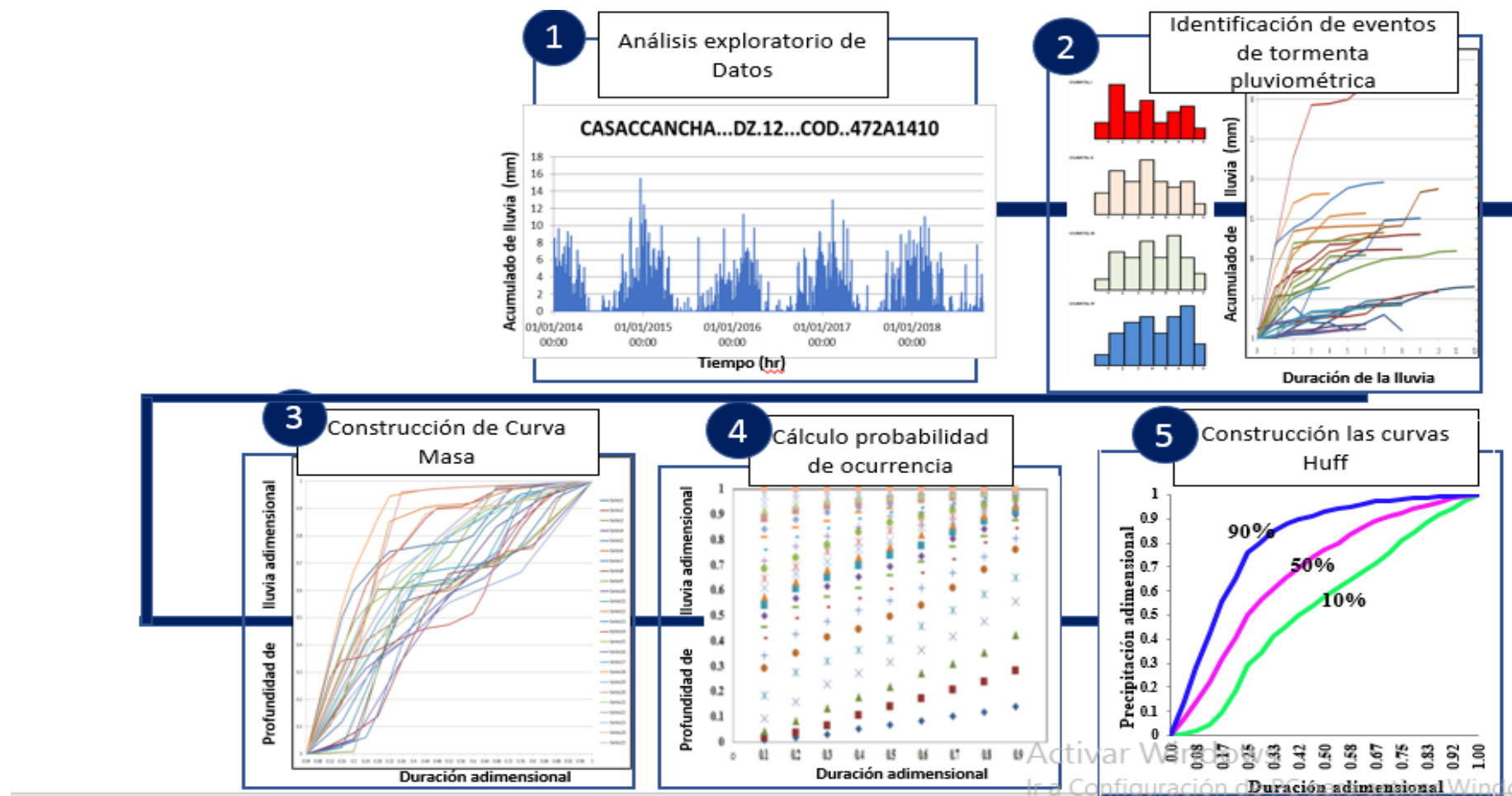


Figura 6. Esquema metodológico para la investigación. Elaboración propia.

3.3.1 Análisis exploratorio de datos

El control de calidad de los datos de precipitación pluvial es esencial para garantizar un producto de alta calidad (Lewis et al., 2018). Por ello, antes de la construcción de las curvas Huff el récord de precipitación y los eventos de TP fue chequeada para asegurar su precisión, consistencia y errores. Tomando como referencia a Azli & Rao (2010), dentro del análisis exploratorio se identificaron problemas que incluyen:

- **Estaciones con datos faltantes**, que ocurren comúnmente cuando la estación deja de funcionar y deja de registrar los datos de lluvia. Se encontró importantes vacíos de información que van desde valores puntuales en algunos días hasta varios años sin registro. Por lo cual se tomó en consideración que las estaciones tengan registrados como mínimo 4 años de registro completo para ser considerada dentro de nuestra base de datos para la presente investigación. En la Figura 8, se representa el proceso de selección de estaciones, las enmarcadas en rojo corresponde a estaciones que no cumplen con el requisito y las estaciones enmarcadas en celeste corresponde a las seleccionadas para nuestra base de datos para la presente investigación.

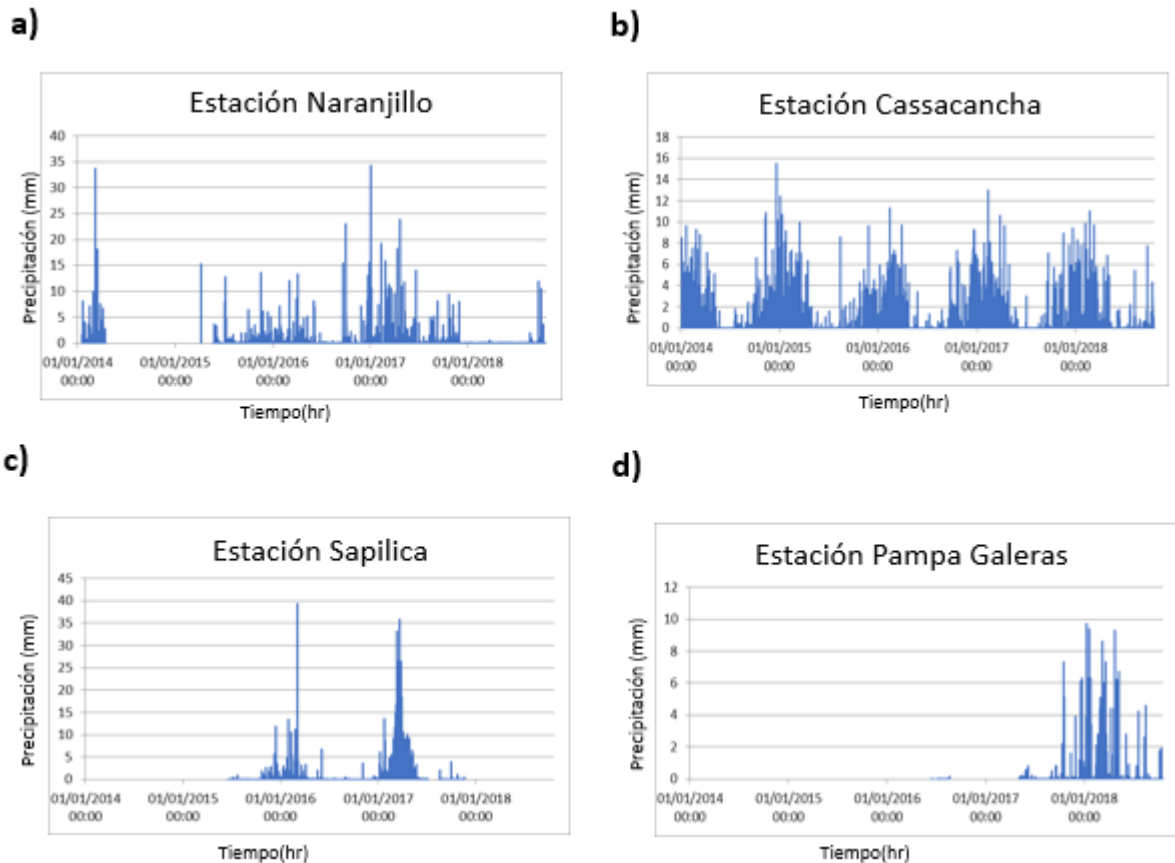


Figura 7. Registros de precipitación horaria de 4 estaciones: a) y b) corresponden a las estaciones que cumplen con el criterio mínimo de 4 años de registro. En comparación b) y c) representan estaciones que no cumplen el criterio. Elaboración propia.

-Estaciones con valores atípicos, que ocurren cuando la lluvia registrada es mucho mayor que la profundidad de lluvia normalmente medida. Se encontró dentro de la serie de algunas estaciones con valores atípicos, por lo que se tuvo que evaluar si dicho registro guarda relación a sus registros anteriores como posteriores y también con el registro de estaciones vecinas, en caso este difería mucho se consideró como valor faltante. Tal es el caso de San Juan de Lurigancho que marco un valor de 69.4 mm en una hora. Sin embargo, este no guarda relación a registros de fechas previas y posteriores en donde el máximo registro corresponde a un valor 1.4 mm por

hora y en estaciones aledañas donde el valor de precipitación no supera los 12 mm por hora (Figura 9).

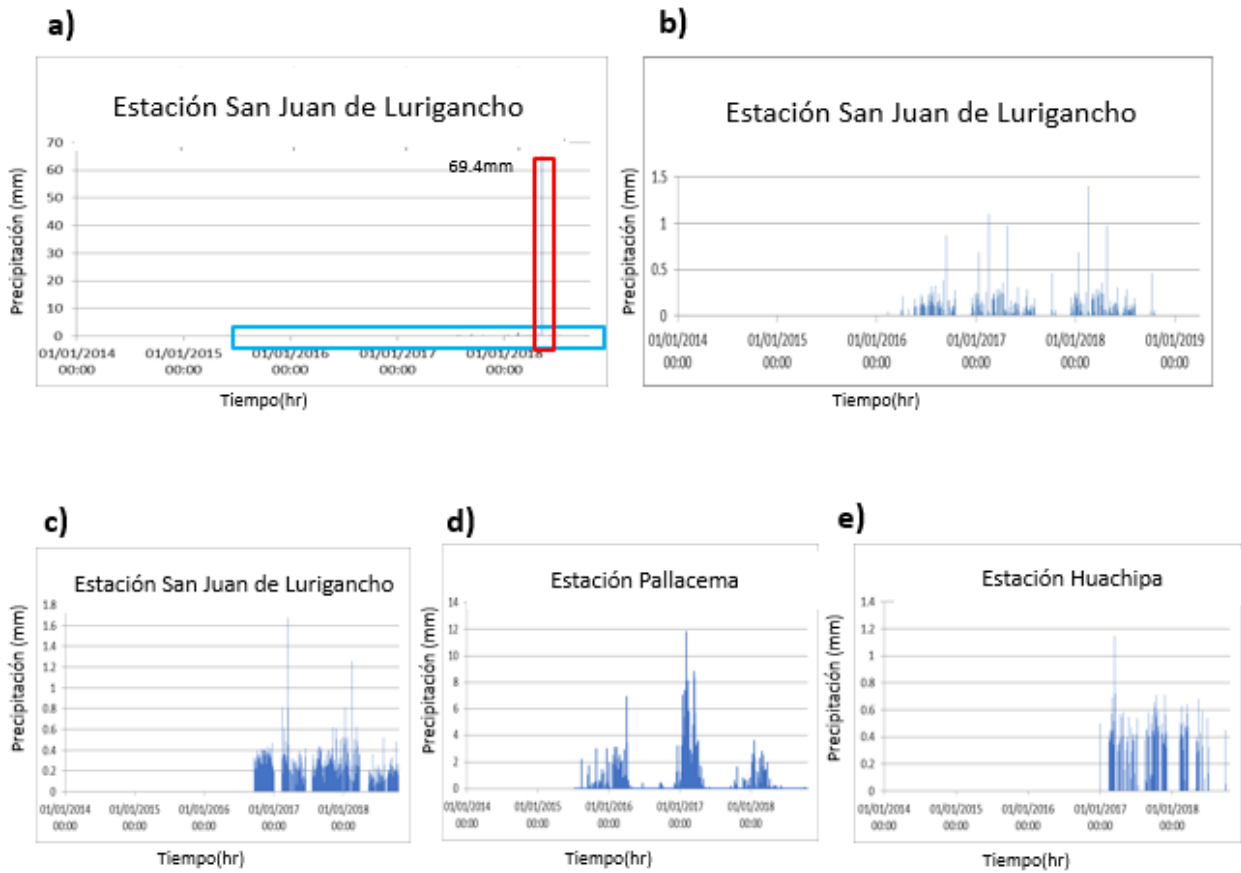


Figura 8. Proceso de eliminación valores atípicos. La figura a) Representa el registro de precipitación horaria de la estación San Juan de Lurigancho (SJL), b) Representa a) después de la eliminación del valor atípico, mientras c), d) y e) representan las estaciones aledañas a la estación SJL para ser comparadas. Elaboración propia.

-Estaciones con datos repetitivos, que ocurren cuando las estaciones registraban el mismo valor de lluvia durante un largo periodo de tiempo. Se encontró que los valores típicos de error eran los registros menores a 0.1 mm en las estaciones automáticas, en donde el sensor repetía el mismo valor por largas horas, tal es el caso de la estación en Mollepata en Cusco que registro 48

horas el mismo valor (Figura 10), para evitar problemas típicos como el mencionado, se consideró el umbral de 0.2 mm para todas las estaciones.

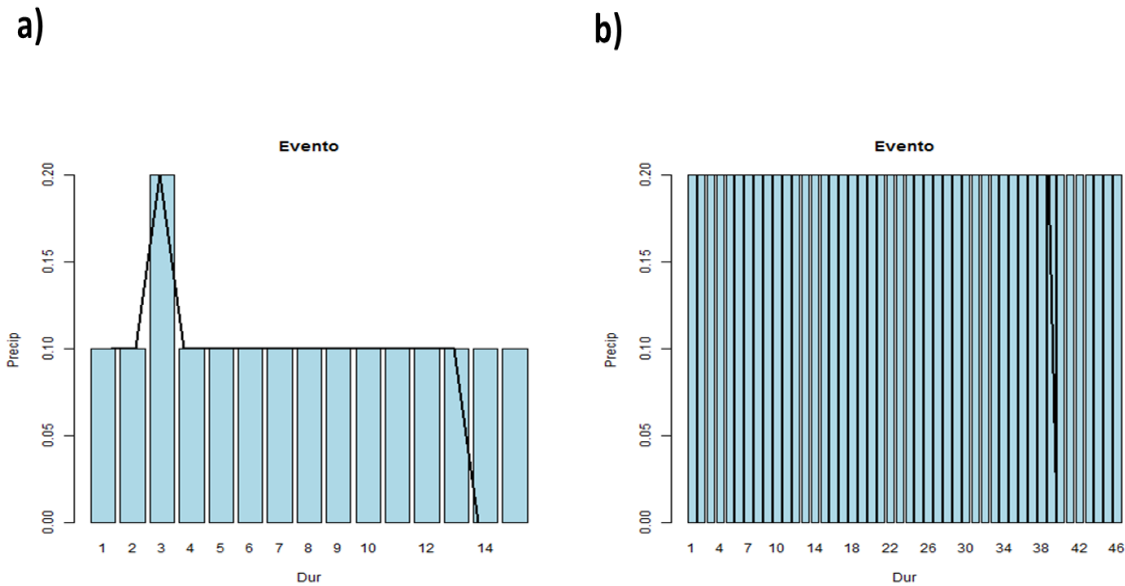


Figura 9. a) y b) representan los valores típicos de data repetitiva presentada en la estación Mollepata en Cusco. Elaboración propia.

3.3.2 Identificación de eventos de TP

Parte primordial de la caracterización de los eventos de TP es la identificación de los eventos de TP individuales de la serie de tiempo de precipitación disponibles. Para ello, los eventos de TP fueron identificadas basadas en el siguiente criterio: (a) Valor de inter-evento de 1 hora, (b) Duración total del evento de tormenta de 3 horas o más y (c) Valor mínimo de precipitación por hora de 0.2mm (es decir, valores inferiores a 0.2mm se trataron como valores cero).

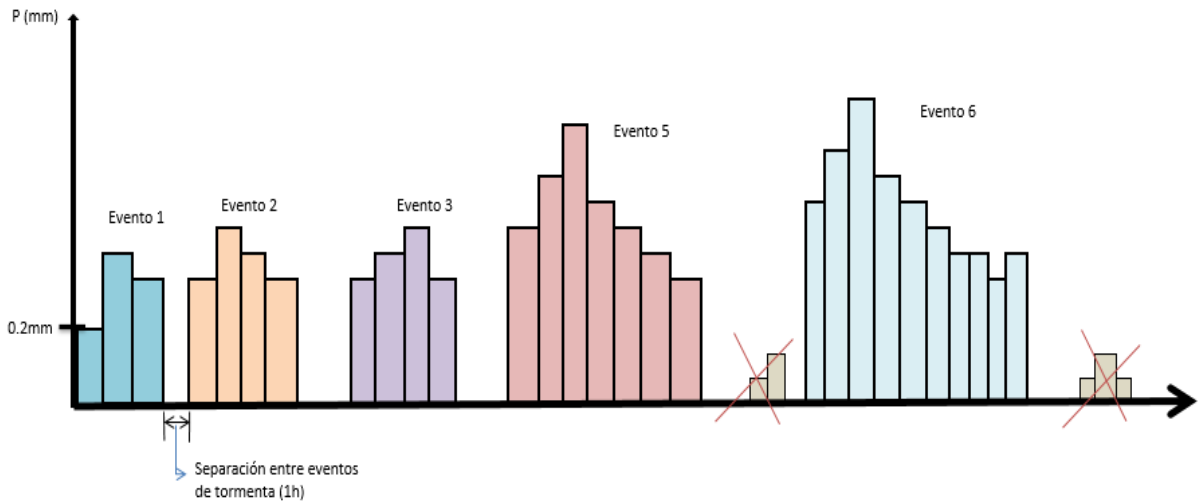


Figura 10. Esquema del criterio de selección de eventos de TP. Elaboración propia.

Seguido, para capturar los eventos de TP más intensos del territorio peruano, se consideró los eventos de TP ocurridos durante la temporada lluviosa (es decir, eventos de TP ocurridos en los meses de setiembre a abril para el Perú). La Figura 12, muestra el promedio mensual de la distribución de los eventos de TP, es decir, representa el porcentaje de eventos ocurridos en los meses de enero a diciembre para el periodo 2014 - 2019, lo tachado en rojo corresponde a los eventos de TP ocurridos en los meses no tomados en cuenta.

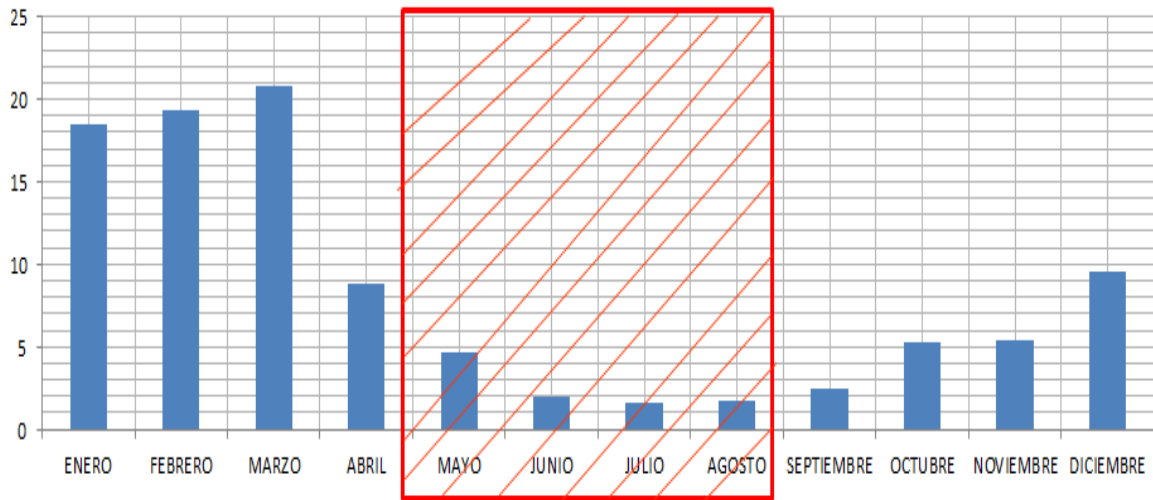


Figura 11. Promedio mensual de la distribución de los eventos de TP en el Perú para el periodo 2014 – 2019. El eje de las ordenas representan el porcentaje de eventos ocurridos en los meses del año (abscisas). Elaboración propia.

Identificado los eventos de TP se aprovechó para determinar la información estadística de los eventos de TP que incluyen: duración, hora de inicio, hora pico, precipitación e intensidad promedio (Figura 13).

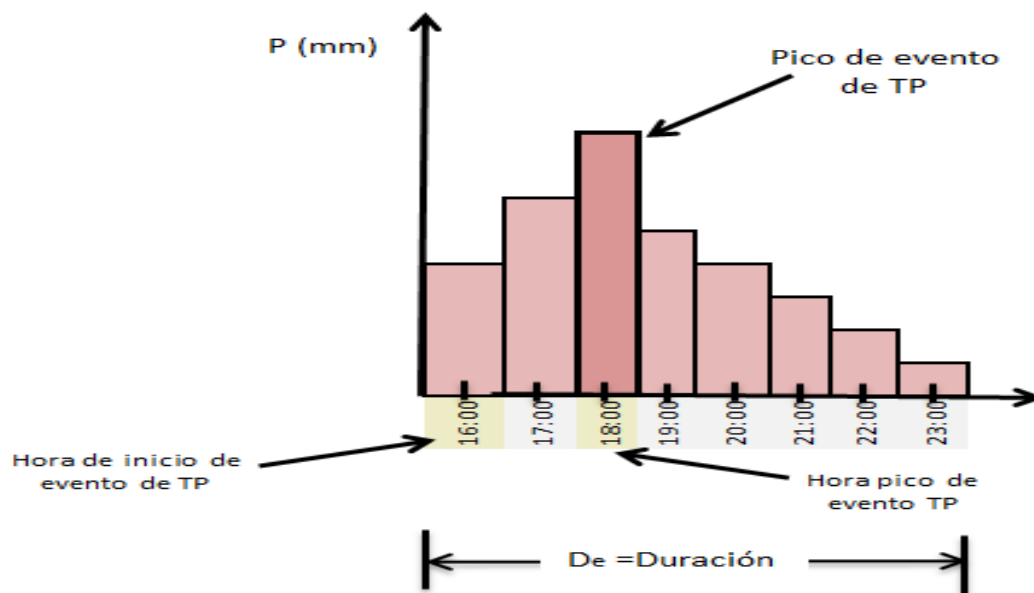


Figura 12. Esquema de evento de TP. Elaboración propia.

Posteriormente, para determinar el tipo de eventos de TP que ocurren, los eventos de TP fueron clasificados en cuartiles I, II, III, o IV acorde al cuartil en que se produce la concentración máxima de precipitación dentro de la TP. Un ejemplo de esta clasificación es presentado en la Figura 14, en el que como se observa, en el primer cuartil hubo eventos donde la mayor precipitación ocurría entre el 0 y 25% de la duración, en el segundo entre el 25 y 50%, el tercer entre el 50 y 75% y en el cuarto cuartil entre 75y 100%, respectivamente para una duración de evento de TP de 8 horas.

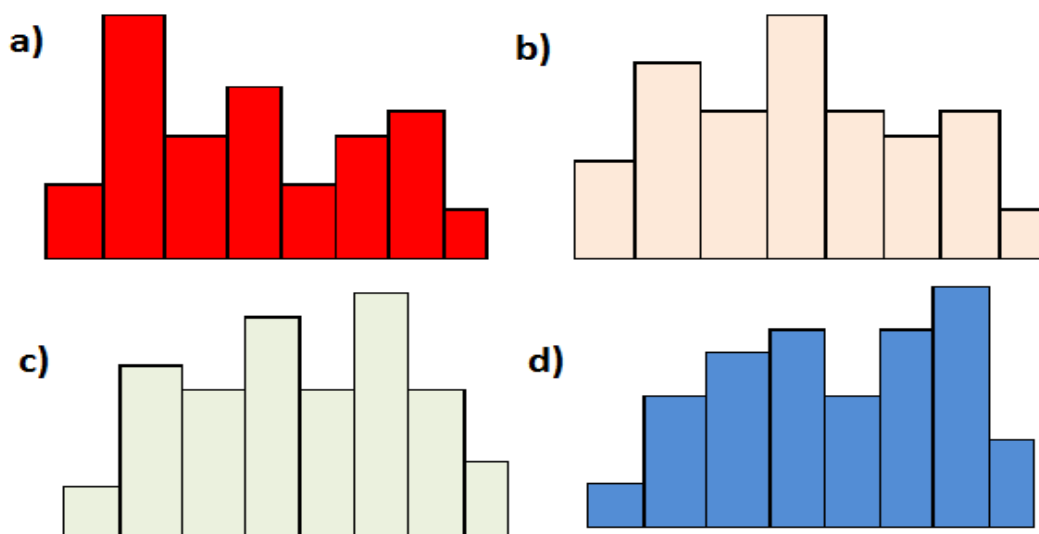


Figura 13. Ejemplo de agrupación de eventos de TP. El pico de eventos de TP ocurre: a) Primer cuartil, b) Segundo cuartil, c) Tercer cuartil; y d) Cuarto cuartil. Elaboración propia.

3.3.3 Construcción de la Curva Masa de TP

Para la construcción de la curva masa los eventos de TP fueron acumulados para duración del evento de TP. Sin embargo, debido a que los eventos de TP tienen distintas duraciones (Figura 15), la metodología indica que para comparar su evolución temporal hay que adimensionalizar y estandarizar las variables de tiempo y precipitación acumulada.

De esta forma se consideran que la duración total de cada evento de TP es del 100% y la cantidad de precipitación también es del 100%, por lo que, realizando este procedimiento con todos los eventos de TP seleccionadas la duración y la cantidad de precipitación varía entre 0 y el 100% como se muestra en la Figura 16.

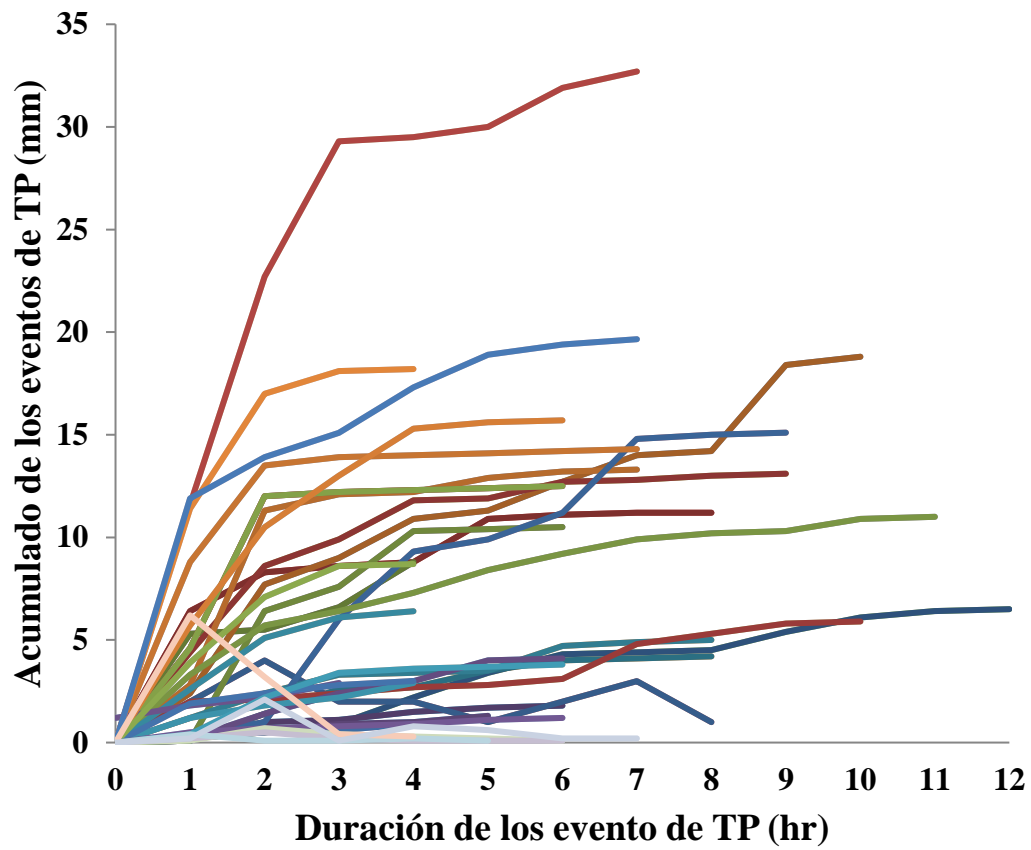


Figura 14. Curva Masa de TP identificadas en la estación Acjanaco Gore en Cusco. Elaboración propia.

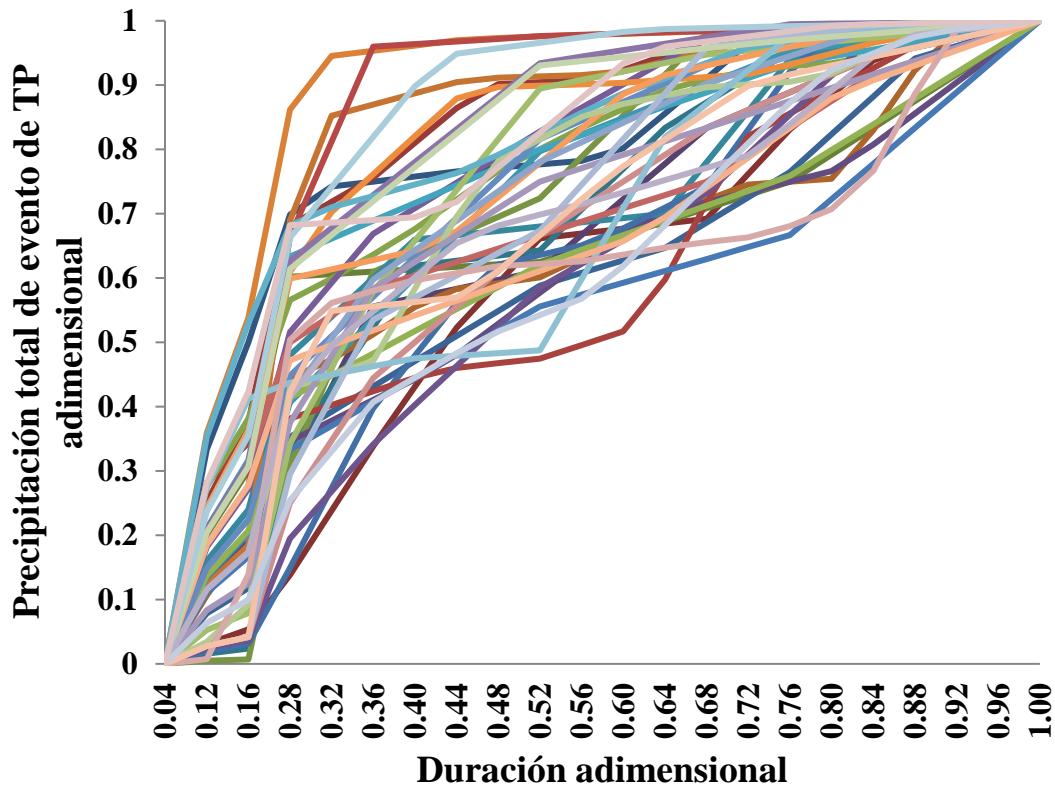


Figura 15. Curva masa de TP adimensionalizada y estandarizada, obtenida de la Figura 14 para la Estación Acjanaco Gore en Cusco. Elaboración propia.

3.3.4 Cálculo de la probabilidad de ocurrencia

El cálculo de la probabilidad de ocurrencia consistió en la asignación de una tercera dimensión (probabilidad) a las Curvas Masa de TP construidas anteriormente.

$$Prob = 100 * \frac{i}{n + 1} \quad (1)$$

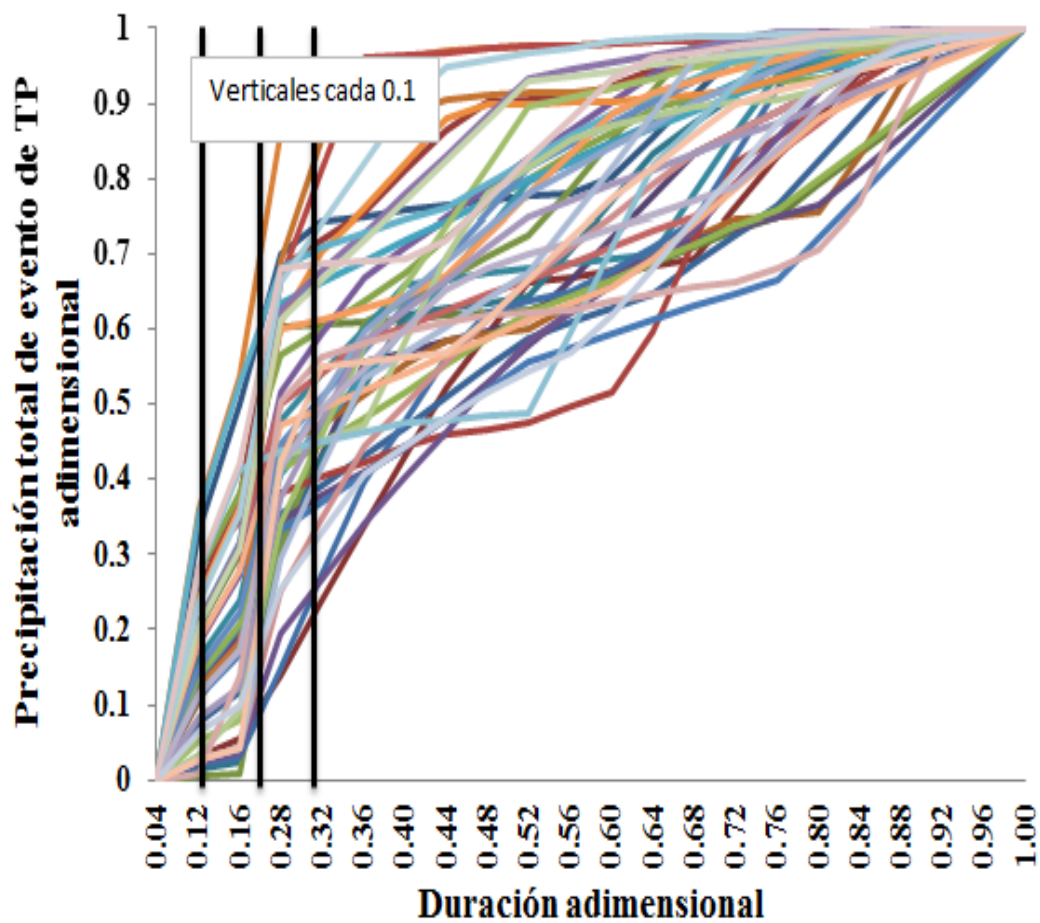


Figura 16. Curva masas de TP adimensionales, la intersección de cada curva de masa es interpolada con la línea vertical en cada intervalo. **Elaboración propia.**

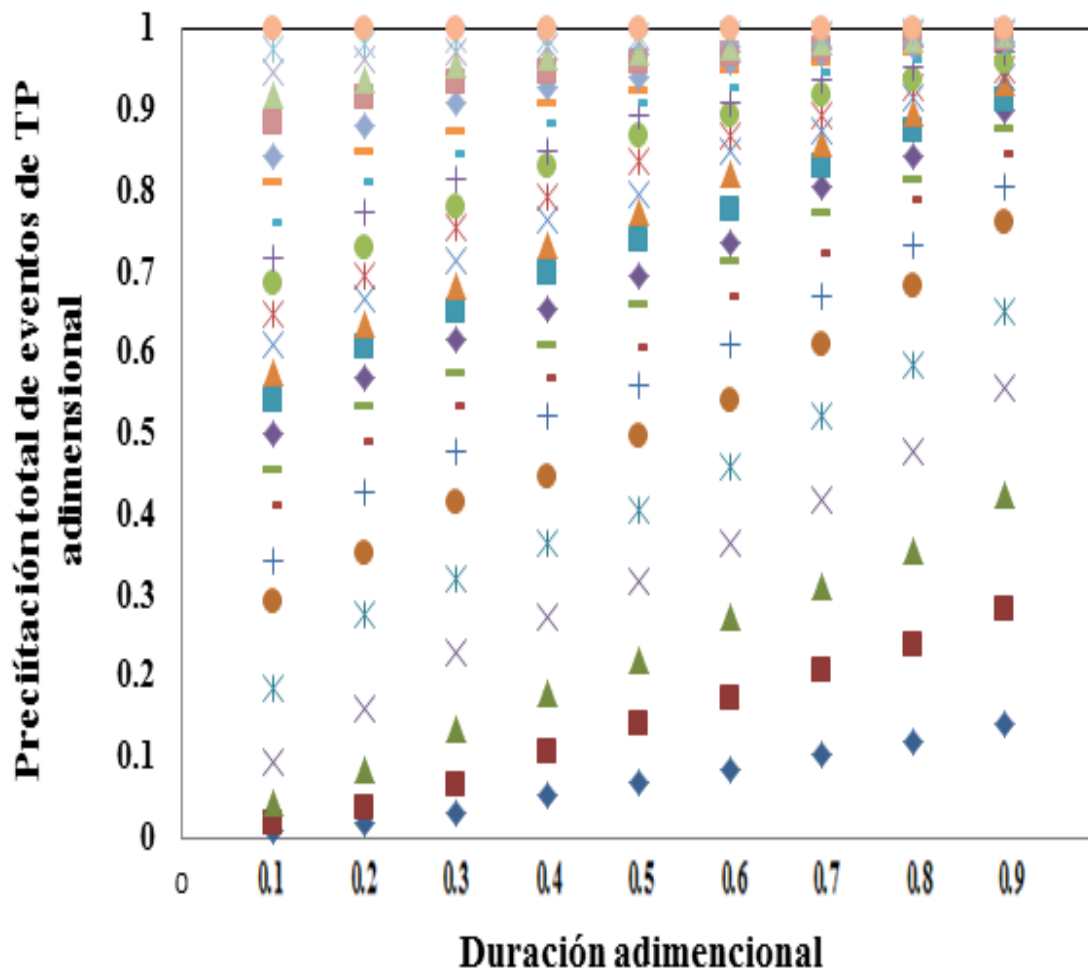


Figura 17. Puntos de la Intersecciones de las curvas masas de TP en cada línea vertical (interpoladas en intervalos de 0.1). Elaboración propia.

3.3.5 Construcción de las Curvas Huff

A partir de los puntos interpolados en la Figura 18. Las correspondientes a probabilidades son conectadas por isólinas para el 10%, 50% y 90% (Figura 19). De esta forma las isólinas de probabilidad previamente trazadas comprenden un conjunto de curvas denominadas “CURVAS HUFF” (Figura 19).

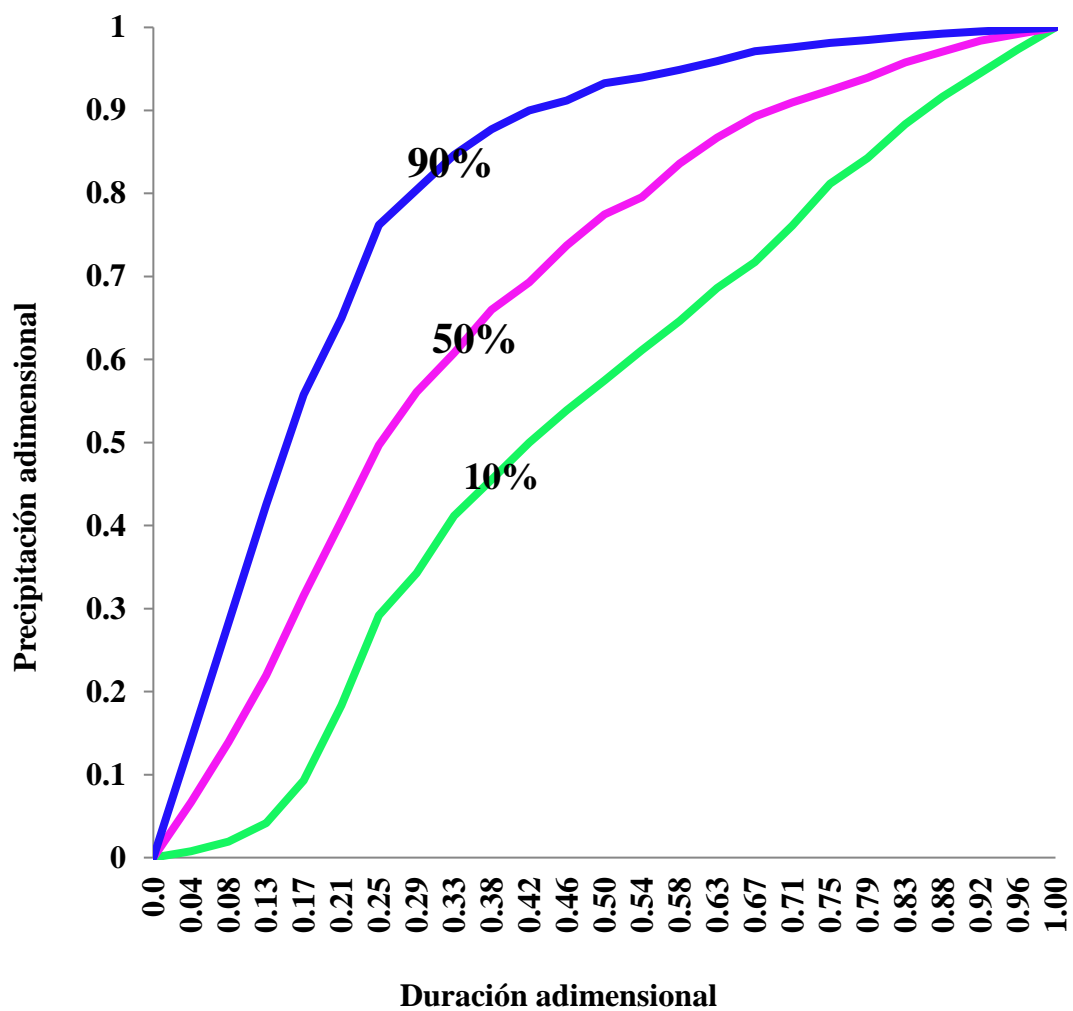


Figura 18. Curvas Huff para probabilidades de excedencia del 10%, 50% y 90%. Elaboración propia.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan y discuten los resultados de las diferentes actividades realizadas mediando el empleo de la metodología descrita en el Capítulo III.

Se analizan los patrones espaciales y temporales de las características de los eventos de TP. En su componente temporal, se describe el comportamiento de la precipitación en los eventos de TP a escala horaria. Las características analizadas fueron: su clasificación (de acuerdo con el cuartil duración en el cual el pico del evento de TP ocurrió), la estacionalidad de los eventos de TP, la precipitación acumulada e intensidad promedio, la duración del evento, así como la hora de inicio y hora pico de la TP. Además, a partir de la metodología propuesta por Huff (1967) se han resumido probabilísticamente las curvas adimensionales de masa registradas para cada clasificación de evento de TP, definiendo de esta forma curvas de diseño para las regiones de precipitación máxima de 24 horas del Perú (Figura 5).

4.1 Resultados del análisis exploratorio de datos

La primera fase de la presente tesis consistió en el análisis exploratorio de la información pluviométrica con la que se cuenta para el desarrollo de esta investigación.

4.1.1 Disponibilidad de datos

La distribución de las estaciones automáticas está a cargo del SENAMHI, iMHEA, ANA, Universidad de Apalaches y Souther Peru (Mina Toquepala) , cada una de ellas posee un conjunto de estaciones automáticas que están representadas en la Figura 19. De las estaciones automáticas: el 71% corresponden al SENAMHI, 25% al ANA, 4% al iMHEA y tan solo el 1% equivalente a dos Universidad de Apalaches y Souther Peru Toquepala (Figura 23).

En total se escogieron 286 estaciones automáticas a nivel nacional, estas están distribuidas en las 28 regiones de precipitación máxima del Perú, las cuales se muestran en la Figura 20.

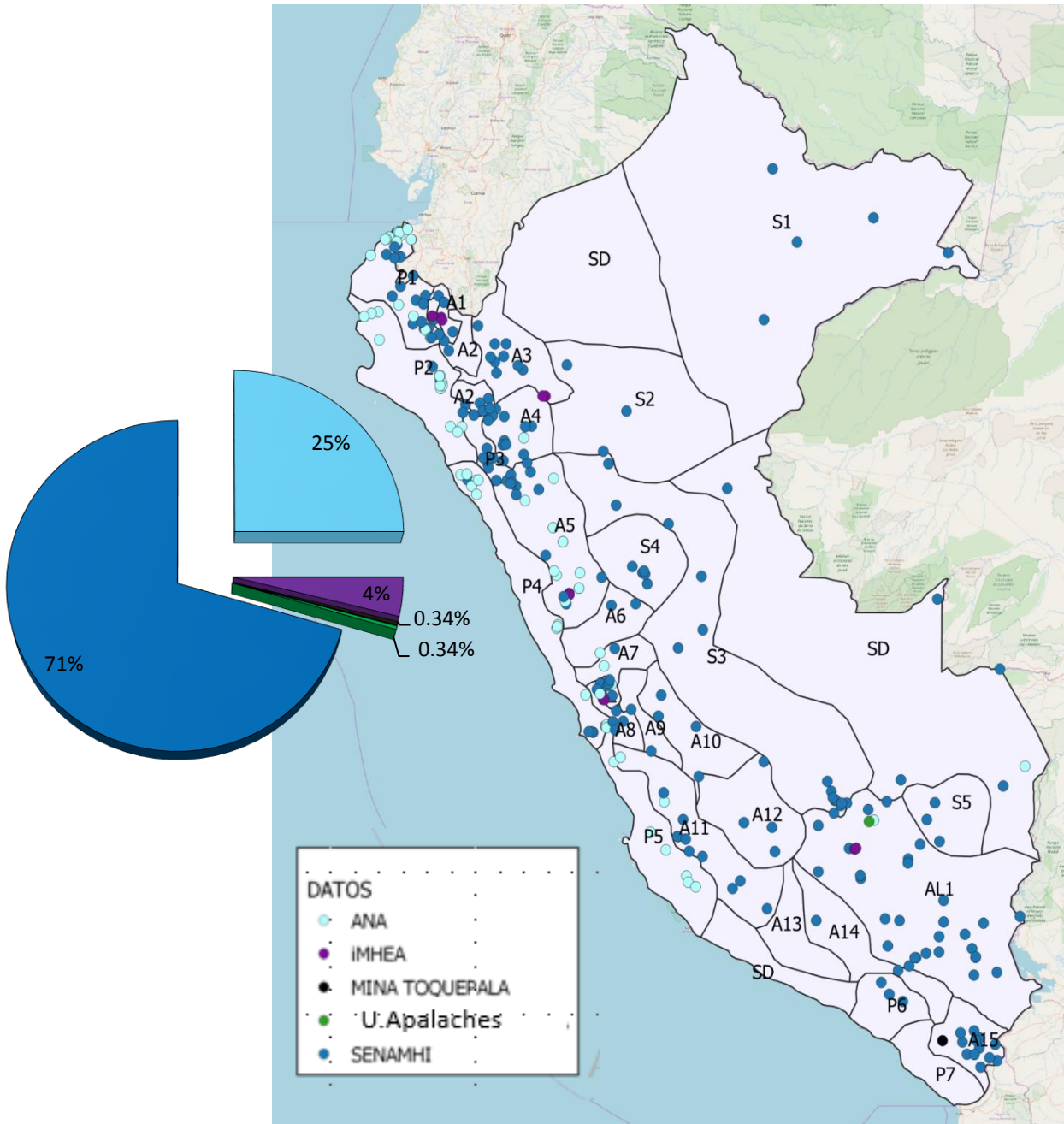


Figura 19. Regiones de precipitación máxima (Túpac, 2017), los puntos representan por color el aporte estaciones por entidad. Elaboración propia.

Tabla 6.

Cantidad de estaciones automáticas por región de precipitación máxima de 24 horas del Perú.

REGIÓN	ESTACIONES	EVENTOS DE TP
A1	2	379
A10	3	560
A11	12	1261
A12	5	1160
A14	2	257
A15	13	1394
A2	11	2401
A3	11	1947
A4	12	1947
A5	24	3847
A6	3	224
A7	7	1144
A8	12	1936
A13	0	0
A9	1	304
AL1	33	6313
P1	39	2631
P2	18	400
P3	10	1803
P4	20	353
P5	7	201
P6	3	216
P7	0	0
S1	5	660
S2	3	390
S3	16	3184
S4	5	1128
S5	3	676
SD	6	738
TOTAL	286	37454

Según la Figura 20 y la Tabla 6, se tienen que la región con mayor cantidad de estaciones son las regiones de la costa P1, P4 y P2, la región altiplánica AL1 y la región de la costa A5. En general las regiones de la costa y los Andes tienen considerables estaciones aptas para el estudio, mientras que la selva a pesar de poseer más del 50% del territorio peruano es la que menos número de estaciones posee por lo que se infiere que los resultados finales puedan no ser lo más adecuados en la región amazónica por la poca densidad de estaciones disponibles.

4.2 Resultados de Identificación de eventos de tormenta

4.2.1 Estacionalidad de los eventos de TP

En total, alrededor de 37 792 eventos de TP fueron identificadas en 286 estaciones a nivel nacional. El número de eventos de TP para una región de precipitación máxima osciló entre 201 a 6313. La Figura 20 muestra espacialmente la cantidad de registros de los eventos de TP para cada una de las estaciones automáticas para el periodo (2014 – 2019).

Por otro lado, a fin de diferenciar en que regiones es donde llueve más de acuerdo con la cantidad de registros de los eventos de TP en el periodo lluvioso (setiembre a abril). Se encontró que el mayor registro de eventos de TP pertenece a las regiones de los Andes y la Selva con 62% respectivamente, mientras que en el Pacífico solo hubo registros menores al 8% respecto al total de registros las cuales se muestran en la Figura 20 21.

Estas diferencias en porcentaje de registros potencialmente pueden explicar las diferencias regionales del comportamiento de los eventos de TP del territorio peruano, donde la Selva se caracteriza por mayor registro de eventos por su clima húmedo y tropical con altas precipitaciones y los Andes con varios registros debido a las variaciones de temperatura en el mismo día. A diferencia del Pacífico con menos número de registros, que puede ser explicado

por ser un área por un lado donde hay sol todo el año (costa central) y temperatura templada sin precipitaciones.

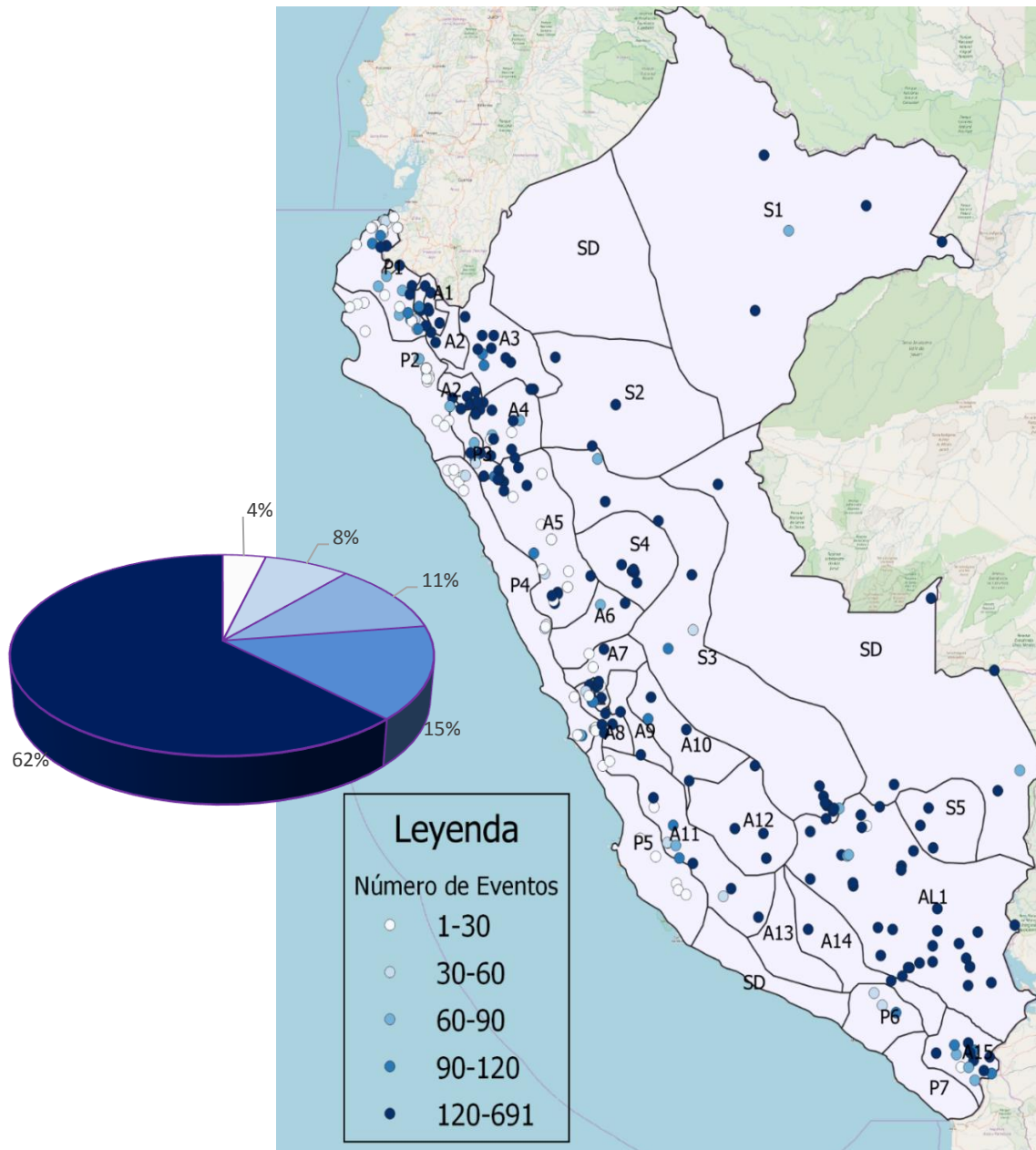


Figura 20. Regiones de precipitación máxima (Túpac, 2017), los puntos representan los registros de los eventos de TP en el Perú. Elaboración propia.

4.2.2 Duración de eventos de TP

Tras el análisis de la estacionalidad de los eventos de TP, se identificó que más del 70% de estaciones en el territorio peruano registró eventos de TP con duraciones superiores a las 12 horas como lo muestra la (Figura 22.a). Sin embargo, luego de un análisis de todos los registros a nivel nacional (37 492 eventos de TP), se encontró que el 77% de los eventos de TP tiene entre 4 y 8 horas de duración, seguidas de un 17% con una duración entre 8 – 12 horas y solo el 6% superó las 12 horas de duración (Figura 22. b).

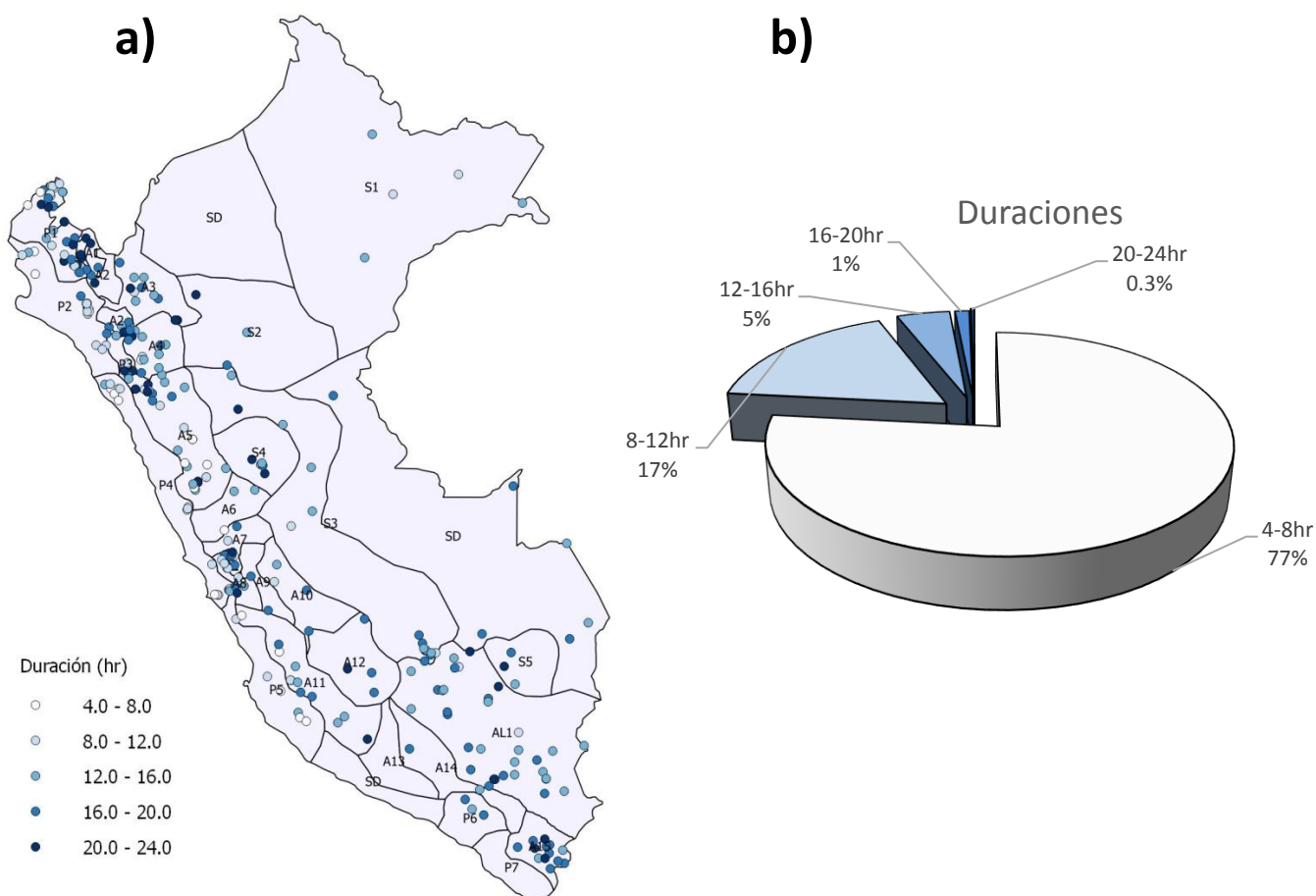


Figura 21. La grafica de torta representa el porcentaje de las duraciones de todos los eventos de TP a nivel nacional, mientras los puntos en el mapa de Regiones de precipitación máxima (Túpac, 2017), representan el máximo de duración alcanzado por cada estación automática. Elaboración propia.

4.2.3 Precipitación acumulada e Intensidad promedio de los eventos de TP

Con respecto a la precipitación acumulada e intensidad promedio de los eventos de TP, las mismas se distribuyen siguiendo un gradiente creciente desde las regiones del pacifico, Andes y Selva respectivamente (Figura 23). En la Figura 23, se observa que la precipitación acumulada de los eventos de TP en promedio va desde 0.7 a 48mm, mientras la intensidad en promedio va desde 0.2 a 7.2 mm/hr. De la figura anterior (Figura 22), se observa que se presentan mayores duraciones en las regiones de los Andes. Sin embargo, del análisis de la precipitación acumulada e intensidad promedio, se encontró que si bien es cierto los Andes han alcanzado mayores duraciones, las regiones de la Selva presentan mayor precipitación acumulada con menores duraciones, como consecuencia mayor intensidad por milímetro por hora.

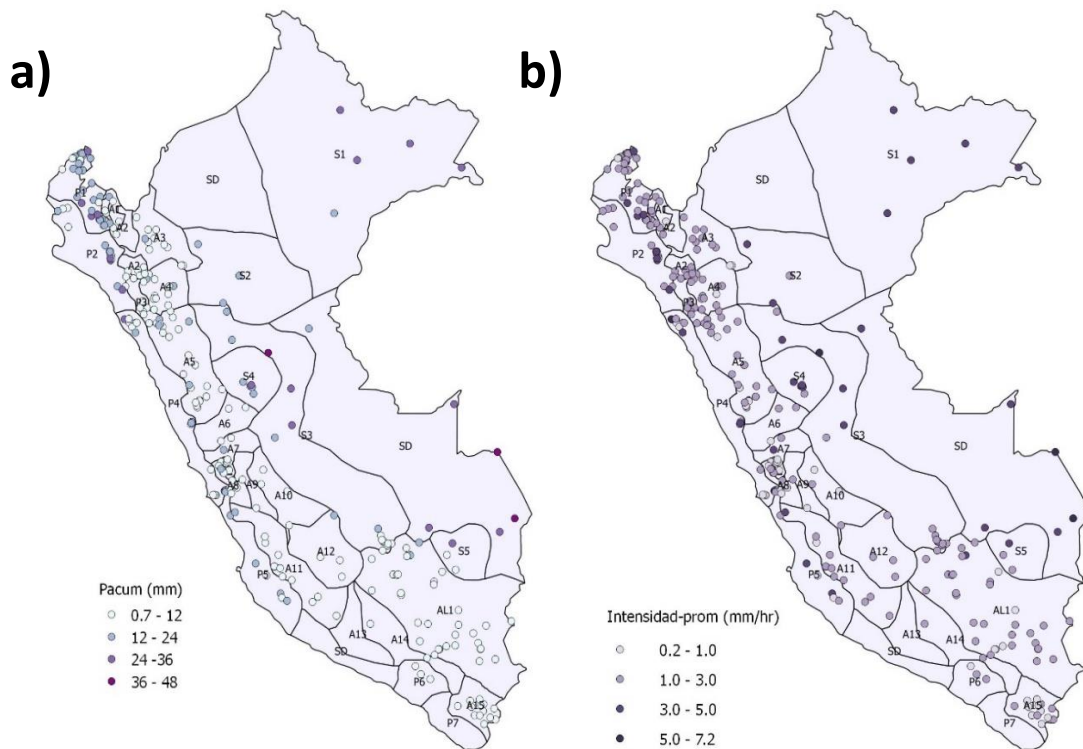


Figura 22. Regiones de precipitación máxima (Túpac, 2017). La gráfica representa (a) Precipitación promedio y (b) Intensidad promedio de los eventos de TP por estación. **Elaboración propia.**

4.2.4 Variabilidad del ciclo diurno de los eventos de TP en el Perú

Horas de inicio y hora pico de los eventos de TP.

Con relación a la variabilidad del ciclo diurno de la precipitación de los eventos de TP, la Figura 234. a, presenta en el mapa la mayor frecuencia de inicio de los eventos de TP por estación a nivel nacional. Se encontró que el inicio de eventos de TP predominantes en las regiones del Pacífico y los Andes son entre las 12 y 18 horas de la tarde, rango en el cual se concentra el 51% del total de incidencias en el ciclo diurno respectivamente.

En la región del Altiplano se observa que hay predominio en el rango de inicio entre las 12 y 23 horas de la tarde, en comparación a las regiones de la Selva donde se observa claramente que las horas predominantes de inicio de evento de TP son entre las 0 y 6 horas de la mañana, rango en el cual se concentra el 21% del total de incidencias en el ciclo diurno. Sin embargo, la mayor concentración de precipitación o también llamado pico de eventos de TP, no está claramente diferenciado entre las regiones del Pacífico, Andes y Selva, la cual no permite afirmar un comportamiento por región como se observa en la (Figura 234.b).

En cuando a lo encontrado con respecto a la hora de inicio de los eventos de TP, resultados semejantes se han encontrado en estudios como el realizado por Villalobos, Martinez-castro, Kumar, Silva, & Fashe (2019) y SENAMHI (2016), quienes determinaron con información del producto satelital PR-TRMM las relaciones de las tormentas en los Andes Centrales en donde se afirmó que las precipitaciones tienen ocurrencia máxima en las horas de la tarde, y mientras que en las regiones de la de transición amazónica las ocurrencias máximas se desplazan en la madrugada, entre otros.

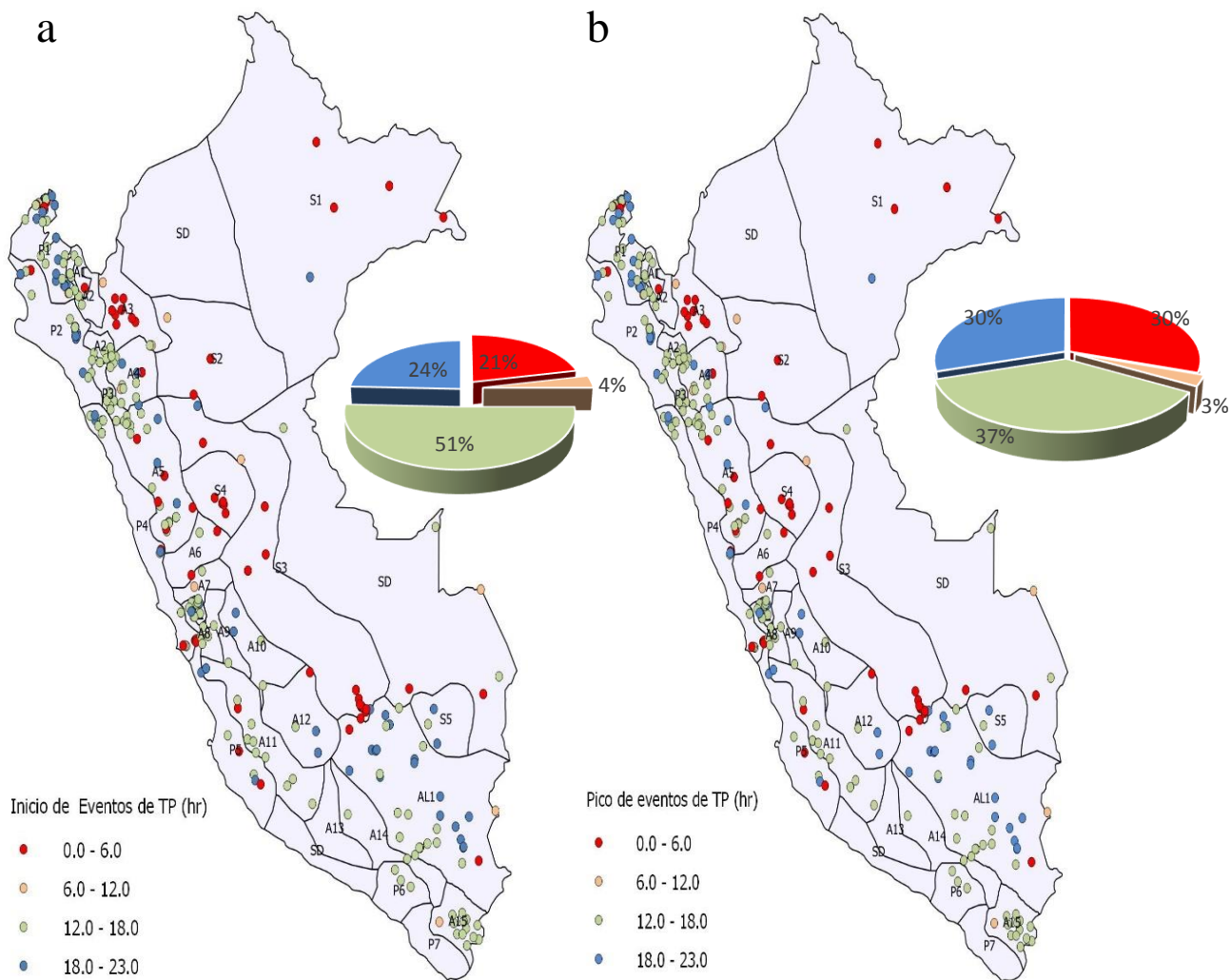


Figura 23. Regiones de precipitación máxima (Túpac, 2017), los puntos en colores representan el Ciclo Diurno de los inicios de eventos de TP por estación a nivel nacional. Elaboración propia.

4.2.5 Clasificación de eventos de TP

Del total de 37 792 eventos de TP, se encontró que los eventos de TP más frecuentes son del Cuartil II (41%), seguido del Cuartil I (32%), Cuartil III (23%) y Cuartil IV (4%) respectivamente (Figura 25). Y con respecto a las regiones de precipitación máxima de 24 horas del SENAMHI. La Figura 26, representa el número de eventos de TP registrados para cada región de precipitación máxima para cada clasificación de evento de TP. Del análisis, se encontró que el segundo cuartil es el más predominante para las regiones del Pacifico, Andes y Selva, pero un caso particular son las regiones SD y S1, en donde se tiene predominante dos cuartiles (primer y segundo cuartil).

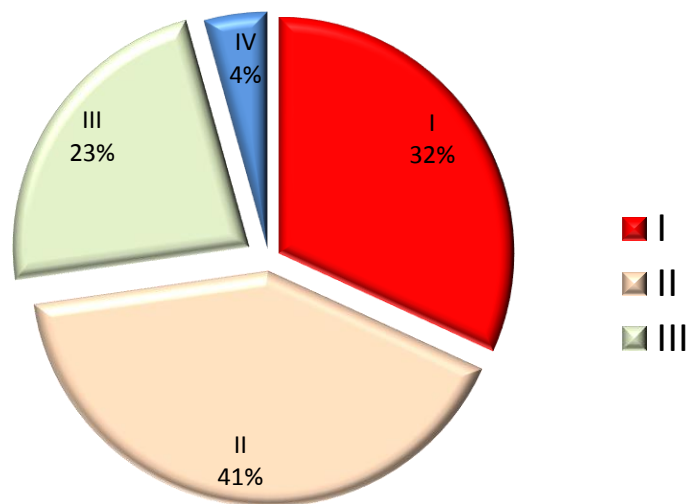


Figura 24. Porcentaje de distribución de los eventos de TP de acuerdo a su clasificación por cuartil.

Elaboración propia.

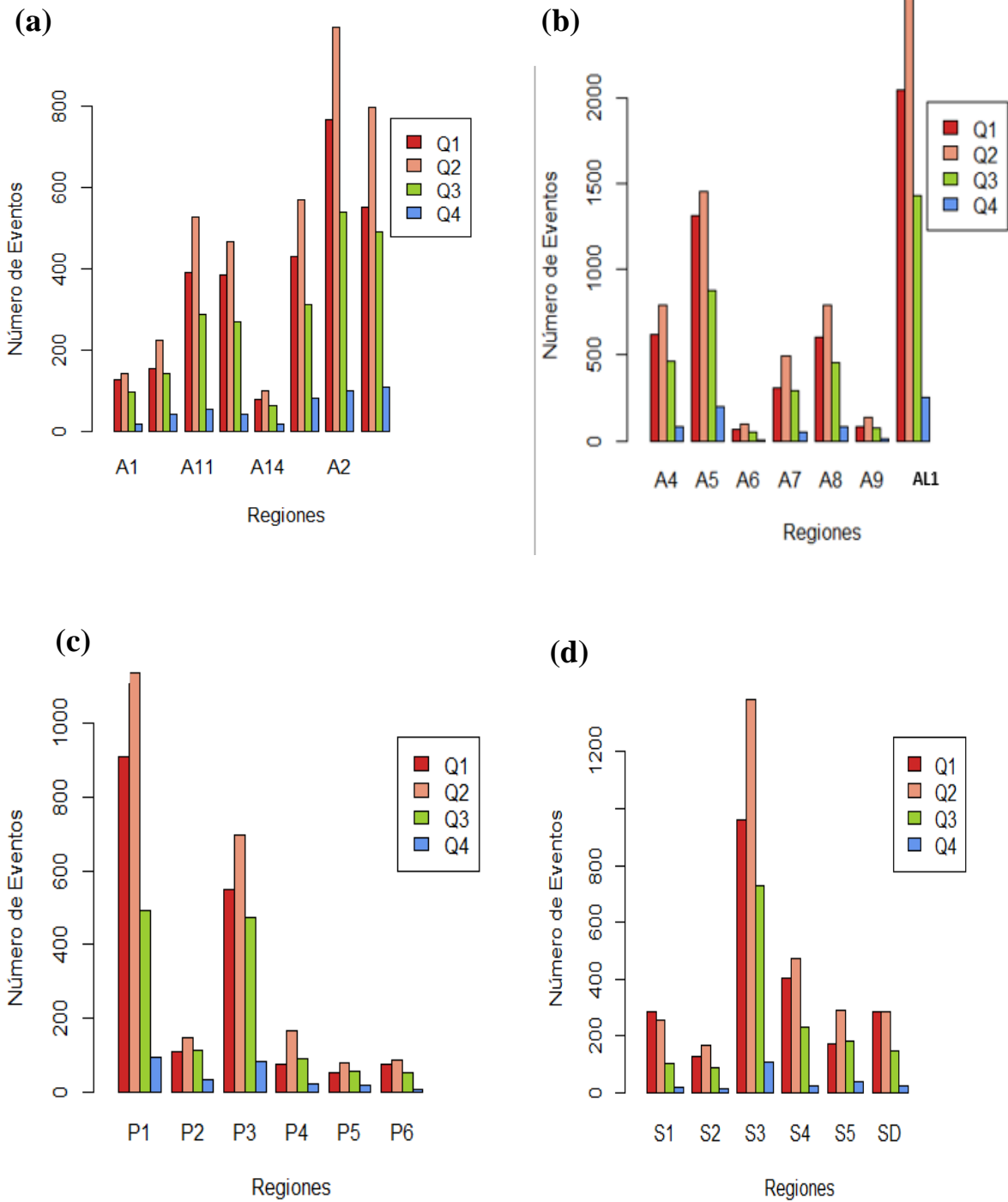


Figura 25. Los gráficos de barras (a) y (b) Regiones de los Andes, (c) Regiones del pacifico y (d) Regiones de la Selva representan el número de eventos de TP para cada clasificación de eventos de TP , a saber , cuartil I (Q1), cuartil II (Q2), cuartil III (Q3) y cuartil IV (Q4) para cada región de precipitación máxima de 24 horas del Perú.. Elaboración propia.

La información de la clasificación de los eventos de TP nos permite entender la distribución temporal de lluvia dentro del evento de TP . Esta es una información importante, ya que además de la cantidad de precipitación, los ingenieros involucrados en el diseño de instalaciones de agua y drenaje también necesitan datos confiables sobre qué parte del evento de precipitación es el pico o la intensidad máxima de precipitación. Esto es especialmente importante cuando se diseñan instalaciones en una parte individual de un curso de agua que tienen una cierta capacidad de flujo.

Esto puede ser explicado por (Jackson, 2015) de la siguiente forma, por ejemplo, si hay una mayor intensidad de precipitación al comienzo del evento de precipitación y si el flujo fue pequeño antes de eso, es probable que toda el agua permanezca en el lecho del río. Sin embargo, si hay una mayor intensidad de precipitación al final de un evento de precipitación más largo, debido al flujo ya grande, solo aumenta. Esto, por supuesto, puede provocar inundaciones.

Es similar con pendientes inestables, donde el drenaje proporciona estabilidad adicional. Si hay una mayor intensidad de precipitación al final del evento de precipitación, debido a la humectación previa del suelo, casi toda el agua caída se drenará como escorrentía superficial y si los drenajes no están diseñados para tal evento podría generar el estancamiento del agua en el suelo y el consiguiente deslizamiento (Caloiero, Pasqua, & Petrucci, 2014).

4.3 Desarrollo regionales de curvas Huff

A partir de la metodología propuesta por Huff (1967) se han sintetizado probabilísticamente las curvas adimensionales de masa registradas para crear los perfiles de los eventos de TP (Curvas Huff) para las cuatro clasificaciones de cuartiles y para diferentes probabilidades de ocurrencia de los eventos de TP (Figura 27) de cada región de precipitación máxima de 24 horas del SENAMHI. Es importante mencionar, que de las 29 regiones de precipitación máxima (Figura 5), se determinaron las Curvas Huff solo para 27 regiones debido a la disponibilidad de información para estas regiones, entre ellas está incluida la región SD (Región que no fue definida por Tupac (2017)).

Las curvas Huff ofrecen una valiosa información de la distribución temporal de los eventos de TP del Perú. Las aplicaciones de las curvas Huff son dos principalmente. En primer lugar, se tiene la desagregación de la precipitación máxima de 24 horas y la determinación de la intensidad pluvial máxima para cada una de las regiones de precipitación máxima de 24 horas del SENAMHI, esto a partir de los coeficientes de duración de que nos ofrece las curvas Huff (Tabla 7). En segundo lugar, se encuentra la aplicación para tormentas de diseño a partir del perfil de tormenta de las curvas Huff (Figura 27). El perfil de tormenta (Figura 27), nos permite determinar el hietograma de tormenta que se visualiza en la Figura 28, este de utilidad para determinar el hidrograma del caudal para el dimensionamiento de infraestructura hidráulica.

Tabla 7.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90%. Del evento de TP para la región AL1

REGION L1													
Duración	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV			
	(%)	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.009	0.067	0.129	0.005	0.02	0.052	0.004	0.017	0.048	0.006	0.02	0.05	0.05
0.083	0.019	0.134	0.256	0.009	0.041	0.104	0.008	0.034	0.095	0.011	0.041	0.101	0.101
0.125	0.043	0.208	0.381	0.015	0.062	0.157	0.013	0.054	0.143	0.018	0.062	0.153	0.153
0.167	0.092	0.287	0.494	0.023	0.088	0.208	0.018	0.074	0.188	0.025	0.084	0.202	0.202
0.208	0.184	0.368	0.584	0.038	0.119	0.262	0.027	0.096	0.232	0.033	0.11	0.251	0.251
0.25	0.276	0.444	0.667	0.056	0.171	0.325	0.036	0.121	0.268	0.042	0.143	0.295	0.295
0.292	0.354	0.506	0.711	0.12	0.238	0.408	0.06	0.156	0.304	0.064	0.175	0.336	0.336
0.333	0.403	0.567	0.76	0.173	0.313	0.5	0.078	0.192	0.341	0.08	0.204	0.364	0.364
0.375	0.448	0.613	0.792	0.223	0.396	0.595	0.1	0.235	0.375	0.094	0.247	0.393	0.393
0.417	0.485	0.659	0.828	0.293	0.477	0.684	0.12	0.278	0.417	0.113	0.277	0.417	0.417
0.458	0.522	0.702	0.86	0.375	0.558	0.756	0.146	0.318	0.458	0.121	0.309	0.443	0.443
0.5	0.553	0.742	0.889	0.458	0.634	0.83	0.169	0.359	0.5	0.129	0.34	0.479	0.479
0.542	0.594	0.774	0.907	0.536	0.691	0.856	0.241	0.428	0.566	0.169	0.37	0.511	0.511
0.583	0.633	0.807	0.924	0.599	0.75	0.891	0.315	0.498	0.637	0.195	0.402	0.537	0.537
0.625	0.669	0.836	0.94	0.66	0.796	0.917	0.385	0.578	0.714	0.23	0.43	0.563	0.563
0.667	0.707	0.868	0.953	0.708	0.838	0.935	0.467	0.667	0.797	0.26	0.472	0.595	0.595
0.708	0.75	0.894	0.963	0.753	0.878	0.95	0.569	0.748	0.871	0.282	0.514	0.628	0.628
0.75	0.786	0.918	0.975	0.795	0.915	0.973	0.66	0.826	0.952	0.328	0.548	0.667	0.667
0.792	0.829	0.94	0.981	0.833	0.94	0.981	0.743	0.883	0.963	0.41	0.621	0.732	0.732
0.833	0.867	0.958	0.987	0.867	0.958	0.987	0.808	0.925	0.978	0.527	0.69	0.795	0.795
0.875	0.902	0.972	0.992	0.903	0.971	0.991	0.86	0.948	0.986	0.642	0.765	0.892	0.892
0.917	0.938	0.983	0.995	0.936	0.981	0.994	0.907	0.966	0.991	0.762	0.846	0.952	0.952
0.958	0.969	0.992	0.997	0.968	0.991	0.997	0.954	0.983	0.996	0.881	0.923	0.981	0.981
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

La Figura 27 muestra un ejemplo de curva Huff construida para la región AL1 al sur del país; ahí se observa que los 4 gráficos corresponden a cada clasificación de los eventos de TP y las tres líneas continuas de cada gráfico representan el nivel de probabilidad para el 10%, 50% y 90% de probabilidad. De esta manera estas curvas Huff representan la característica del patrón temporal de los eventos de TP de esta zona.

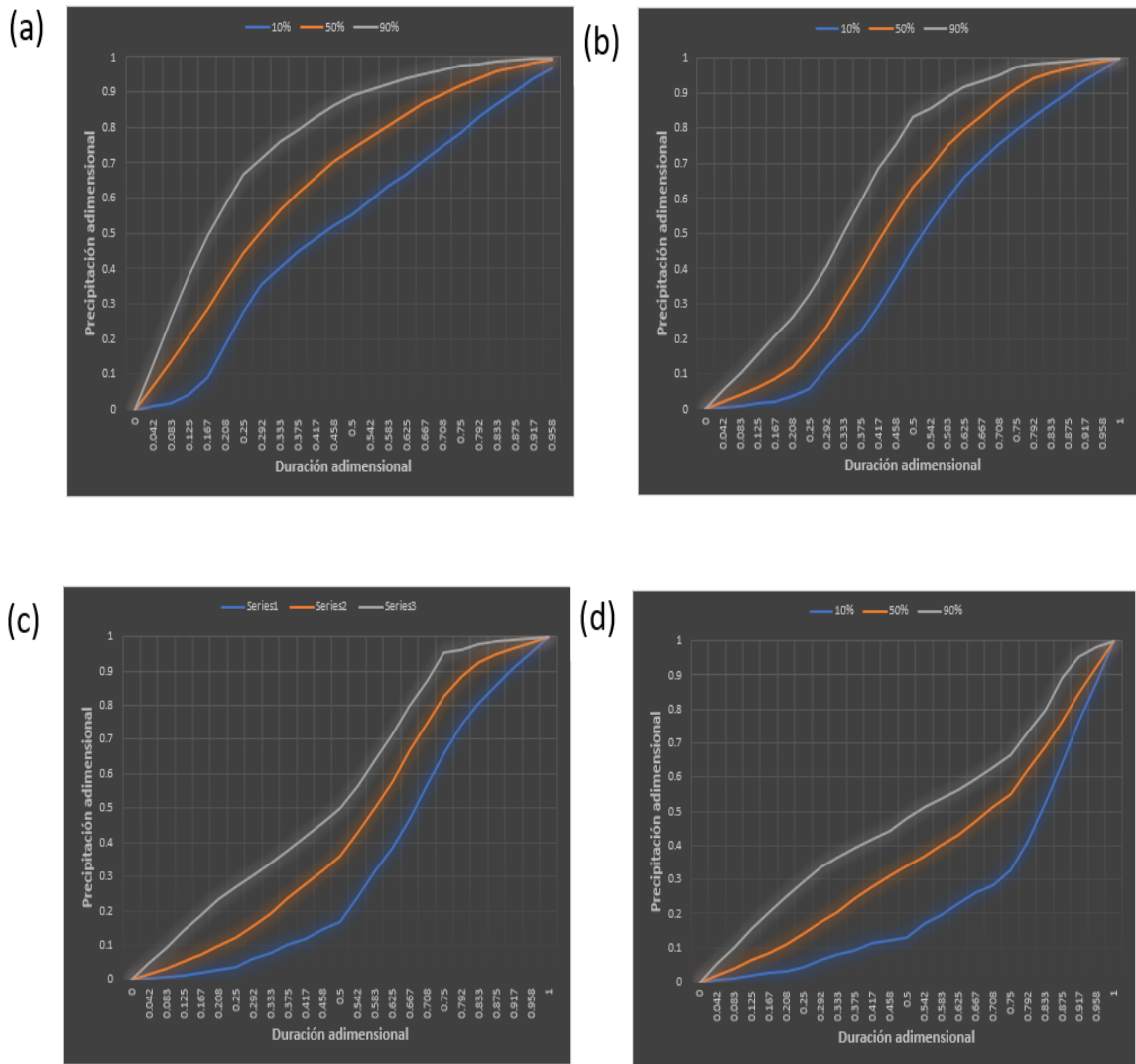


Figura 26. Curvas Huff para varios niveles de probabilidad para la región AL1 para las 4 clasificaciones.

Elaboración propia.

La Figura 28 representa los hietogramas de tormenta a partir de las curvas Huff de nivel de probabilidad del 50% (Figura 26), estas explican el comportamiento del pico de eventos de TP para cada clasificación. Asimismo, cabe resaltar que los resultados para las demás regiones son presentados en los anexos.

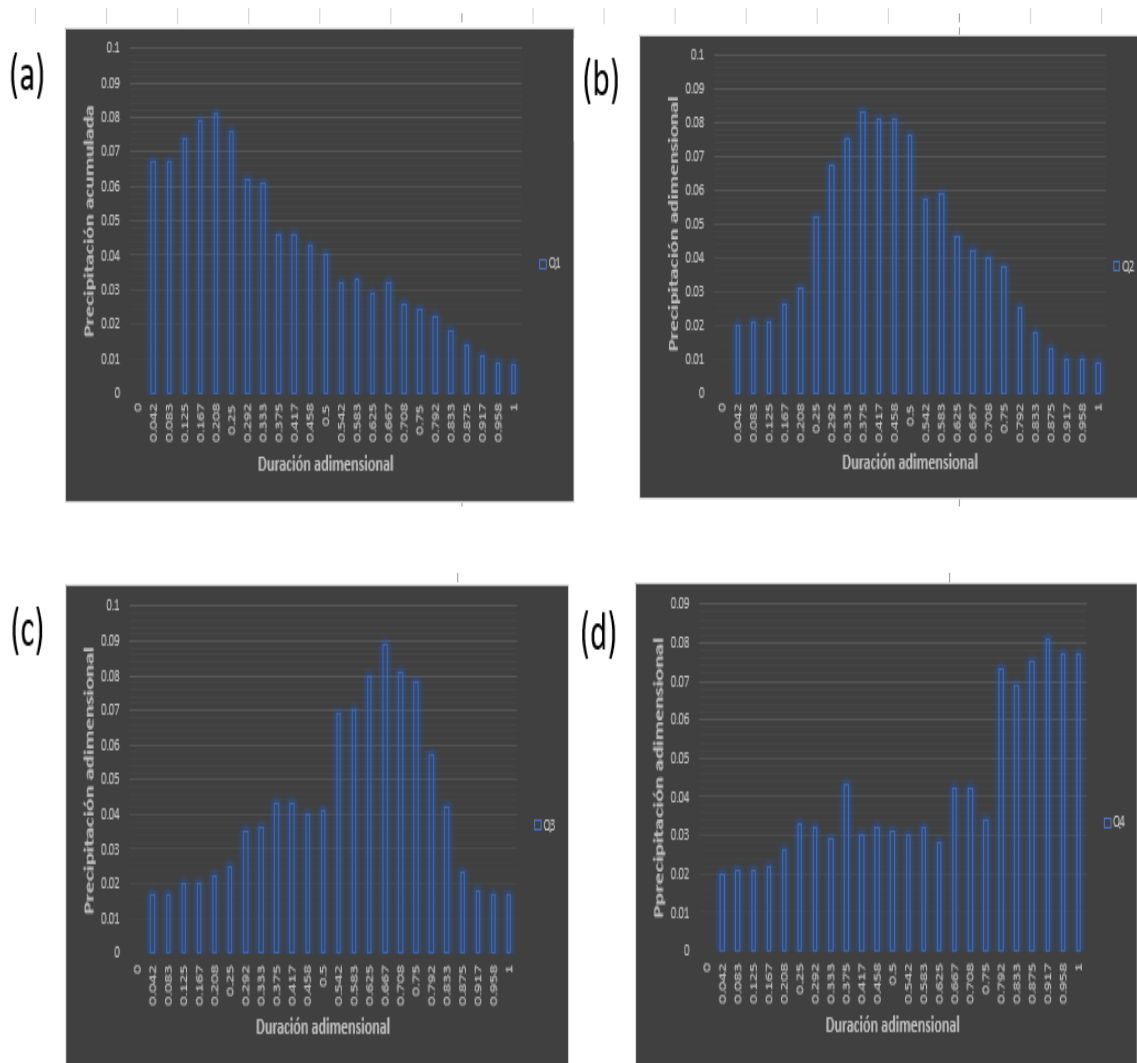


Figura 27. Hietogramas adimensionales para el 50% de nivel probabilidad para la región AL1 para las clasificaciones. **Elaboración propia.**

Las curvas Huff determinadas para cada región representan la amplia variación de las distribuciones de eventos de TP observadas para cada región de precipitación máxima. Sin embargo, las curvas de probabilidad del 50% son usualmente empleadas como tormenta de diseño en estudios de hidrología y en proyectos de drenaje urbano para obtener una distribución temporal de la precipitación. Además, se sugiere que la clasificación de evento de TP más frecuente para cada región debería ser usado para diseño (Bonta (2014), Back, (2011)). En

consecuencia, para el área de estudio, se recomienda el empleo de las curvas para la clasificación de evento de TP más frecuente para cada región de acuerdo con la Figura 27 y consecuentemente la curva del 50% de probabilidad. Por ejemplo, para la región AL1 la mayoría de los eventos de TP identificadas son eventos que pertenecen al segundo cuartil, por ello la Curva Huff del segundo cuartil es utilizada y la curva del 50% de probabilidad es la que correspondería para uso como diseño de tormenta para esta región ((Huff, 1967); (Huff, 1990) ; (Azli & Rao, 2010) y (Bonta, 2004)).

V. CONCLUSIONES

La presente tesis presenta la primera investigación de los eventos de tormenta pluviométrica (TP) a nivel nacional denominada “Caracterización de eventos de TP en el Perú para fines de diseño hidráulico”. Para los fines, se ha recurrido a información pluviométrica de estaciones automáticas para el periodo de tiempo comprendido entre los años 2014-2019 registrada en la red del SENAMHI, iMHEA, ANA, Universidad de Apalaches y Southern Peru. Estos registros, después de haber sido sometidos a diferentes pruebas de control de calidad de información, mostraron que en la mayoría de las estaciones los datos resultan ser de buena calidad, además de ser consistentes y homogéneos. Esta información, al ser de resolución horaria, permitió hacer el análisis detallado las características de los eventos individuales de TP , así como determinar el perfil de tormenta a través de las curvas Huf para las regiones de precipitación máxima.

Por un lado, para el primer objetivo , se caracterizó el comportamiento de los eventos de TP en el territorio peruano. Para ello, se utilizó el valor de inter-evento de 1 hora para separar individualmente un evento de TP de otro. Se evidenció que los mayores registros de los eventos de TP corresponden a las regiones de los Andes y la Selva. En cuanto a las duraciones, se encontró que en general los eventos tienen duraciones entre 4 y 8 horas, sin embargo, la mayoría de las estaciones ha tenido eventos de TP que duraron más de 12 horas como se muestra en la Figura 22, sobre todo para las regiones de los Andes.

Los eventos de TP registrados en el territorio peruano tienen precipitaciones e intensidades que van desde 0.7 a 46mm y 0.2 a 7.2mm/hr, respectivamente. Siendo las regiones de la Selva las que presentan mayor precipitación e intensidad. Los resultados indican que en las regiones de

los Andes y el Pacífico las duraciones de los eventos son largas, pero la precipitación acumulada e intensidad es menor comparados con la de las regiones de la Selva, en donde se presenta eventos de TP con duraciones cortas, pero como precipitaciones mayores por ende intensidades mayores.

Con relación a la variabilidad del ciclo diario de los eventos de TP, se encontró que los eventos de TP con mayor frecuencia para las regiones del Pacífico y los Andes tienden a ocurrir entre las 12 y 18pm, mientras para la región del Altiplánico entre las 18 – 23pm y para las regiones de la Selva entre 0 y 6am, rangos en el cual se concentra las mayores incidencias de los eventos de TP como lo muestra la Figura 25. Esto servirá de utilidad como una herramienta de información histórica de la probabilidad de ocurrencia de un evento de TP para monitoreo y sistema de alerta en cuencas.

Entendiendo que la distribución temporal de la lluvia dentro de un evento de tormenta influye en la respuesta de captación del caudal, se clasificó de los eventos de TP como cuartil I, II, III y IV de acuerdo con el pico donde ocurría la mayor concentración de la precipitación. Se encontró que a nivel nacional los más predominantes tipos de evento de TP son las que pertenecen al cuartil II (41%), seguidos por los cuartiles I (32%), III (23%) y IV (4%). Y en cuanto, el comportamiento a nivel región de precipitación máxima de 24 horas, se confirmó la predominancia del tipo de evento de TP del segundo cuartil para cada región. Estas diferentes distribuciones permitirán evaluar las diferentes distribuciones temporales de la tormenta para evaluar distribuciones inconvenientes que puedan producir inundaciones.

Por otro lado, para cumplir el segundo objetivo, se determinaron las curvas Huff para cada región de precipitación máxima. Para el empleo de las curvas Huff se sugiere el empleo el cuartil

con mayor frecuencia para cada región dada de acuerdo con la Figura 23. y consecuentemente la curva del 50% de probabilidad. Pero, las otras curvas les pueden permitir a los usuarios determinar las relaciones de esorrentía para varios tipos de distribuciones que ocurren para las 4 clasificaciones de los eventos de TP. Además, las Curvas del 10% y 90% de probabilidad pueden ser usadas para estimar la esorrentía en los más extremos tipo de distribuciones (Huff, 1990; Azli y Rao, 2010; Bonta, 2004; Back, 2011; Pan et al., 2017).

Las curvas Huff son utilidad como herramienta para optimizar el diseño de infraestructura hidráulica a través de su uso práctico para desagregar los totales de precipitación y de uso para determinar tormentas de diseño para generar caudales de diseño.

VI. RECOMENDACIONES

Concluido el presente trabajo de investigación en esta sección se dan algunas recomendaciones para generar nuevas líneas de investigación para futuras investigaciones y desarrollo de estudios a fines. Estas son detalladas a continuación:

Se recomienda para realizar un análisis más prolijo, mejorar la densidad de estaciones automáticas a nivel nacional, sobre todo para las regiones de la Selva que a pesar de poseer más del 50% del territorio peruano es la que menos número de estaciones posee y por lo que se infiere que los resultados finales puedan no ser lo más adecuados en la región amazónica por la poca densidad de estaciones disponibles.

Por otro lado, es recomendable ampliar el presente estudio validando la información generada “Curvas Huff” a partir de una modelación matemática, ya que es de importancia verificar la sensibilidad de los diferentes patrones de distribución espacial para cada clasificación y probabilidad definidos por las Curvas Huff en diferentes modelos hidráulicos e hidrológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Azli, M., & Rao, A. R. (2010). Development of Huff curves for Peninsular Malaysia. *Journal of Hydrology*, 388(1–2), 77–84. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.04.030>
2. Back, Á. J. (2011). Distribuição temporal de chuvas intensas de urussanga, estado de santa catarina, Brasil. *Acta Scientiarum - Agronomy*, 33(4), 583–588. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i4.6664>
3. Balbastre Soldevila, R. (2018). Análisis comparativo de metodologías de cálculo de tormentas de diseño para su aplicación en hidrología urbana. (*Tesis de maestría*). Universitat Politècnica de València UPV, España.
4. Bonta, James V. (2004). Development and utility of Huff curves for disaggregating precipitation amounts. *Applied Engineering in Agriculture*, 20(5), 641–653.
5. Bonta, J V. (2004a). D u h c d p a, 20(5), 641–654.
6. Bonta, J V. (2004b). Development and utility of huff curves for disaggregating precipitation amounts, 20(5), 641–654.
7. CENEPRED. (2016). *Escenario de riesgos ante la temporada de lluvias 2015 – 2016*.
8. Caloiero, Pasqua, & Petrucci. (2014). Damaging Hydrogeological Events: A Procedure for the Assessment of Severity Levels and an Application to Calabria (Southern Italy).
9. Chow, V. t. (1998). *Hidrología Apicada*.
10. Dölling, R., & Varas, E. (2006). Tormentas de Diseño usando Redes Neuronales Artificiales, 1–26.
11. Figueroa, C. (2016). *Caracterización del campo de precipitación sobre la microcuenca*

urbana del campus Universidad Nacional de Colombia - sede Bogotá.

12. Huff. (1990). Time Distributions of Heavy Rainstorms in Illinois Time Distributions of Heavy Rainstorms in Illinois.
13. Huff, F. . (1967). Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms, 3(4), 1007–1019.
14. IILA. (1983). Estudio de la hidrología del Perú. Volúmenes 1, 2 y 3. Realizado por el SENAMHI-IILA y la UNI. Coordinador general: Carlos Viparelli. Napoli, Italia. 1983.
15. Jackson. (2015). Obtenido de <https://geographyas.info/rivers/flooding/>
16. Lewis, E., Quinn, N., Blenkinsop, S., Fowler, H. J., Freer, J., Tanguy, M., ... Woods, R. (2018). A rule based quality control method for hourly rainfall data and a 1 km resolution gridded hourly rainfall dataset for Great Britain: CEH-GEAR1hr. *Journal of Hydrology*, 564, 930–943. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.07.034>
17. Linsley, Kholer, & Paulhus. (1986). *Hidrología para Ingenieros*.
18. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de Hidrología Hidráulica y Drenaje*.
19. Pan, C., Wang, X., Liu, L., Huang, H., & Wang, D. (2017). Improvement to the Huff Curve for Design Storms and Urban Flooding Simulations in Guangzhou , China, 1–18. <https://doi.org/10.3390/w9060411>
20. Paoli, C., Cacik, P., & Morresi, M. (2001). Consistencia en la determinación de crecidas de diseño por transformación lluvia-caudal y análisis de frecuencia (estudio de un caso).
21. Sierra, J. D. (2019). *Predicción, desagregación y cambio climático en la precipitación para aplicaciones hidrológicas*.
22. Terranova, O. G., & Iaquinta, P. (2011). Temporal properties of rainfall events in Calabria

(southern Italy), 751–757. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-751-2011>

23. Tupac, R. (2017). Regionalización de las precipitaciones máximas en el Perú. (*Tesis de Mestría*). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
24. Valdivia, J. (1977). *Meteorología General*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <http://meteorologia.pucp.edu.pe/estacion/aaresena.html>
25. Villon. (2004). *Hidrología*. Instituto tecnológico de Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
26. Villalobos, E. E., Martínez-castro, D., Kumar, S., Silva, Y., & Fashe, O. (2019). Estudio de tormentas convectivas sobre los Andes Centrales del Perú usando los radares PR-TRMM y KuPR-GPM, (March).
27. Watt, E., & Marsalek, J. (2013). Critical review of the evolution of the design storm event concept, *113*(November 2012), 105–113.
28. Yin, S. (2016). Intra-Storm Temporal Patterns of Rainfall in China Using Huff Curves
Intra-Storm Temporal Patterns of Rainfall in China Using Huff Curves.
<https://doi.org/10.13031/trans.59.11010>.

ANEXOS

A continuación, se presenta los coeficientes de duración adimensionales de las Curvas Huff para cada una de las regiones de precipitación máxima de 24 horas del Perú, calculados en la presente tesis.

Anexo I

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A1

REGION A1												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.009	0.068	0.141	0.004	0.024	0.052	0.002	0.014	0.045	0.004	0.013	0.033
0.083	0.026	0.137	0.281	0.01	0.048	0.103	0.004	0.029	0.091	0.007	0.028	0.065
0.125	0.045	0.208	0.419	0.017	0.071	0.158	0.007	0.05	0.137	0.011	0.042	0.103
0.167	0.081	0.299	0.507	0.024	0.098	0.211	0.009	0.07	0.207	0.029	0.068	0.13
0.208	0.171	0.381	0.618	0.038	0.137	0.266	0.013	0.091	0.236	0.044	0.087	0.166
0.25	0.26	0.445	0.685	0.054	0.179	0.331	0.015	0.12	0.282	0.069	0.133	0.203
0.292	0.337	0.505	0.741	0.106	0.25	0.408	0.036	0.151	0.316	0.093	0.16	0.247
0.333	0.405	0.569	0.764	0.125	0.333	0.49	0.053	0.182	0.344	0.108	0.192	0.268
0.375	0.443	0.605	0.811	0.189	0.431	0.586	0.076	0.218	0.365	0.147	0.212	0.29
0.417	0.481	0.652	0.861	0.283	0.517	0.705	0.095	0.261	0.405	0.165	0.239	0.338
0.458	0.519	0.676	0.88	0.386	0.601	0.796	0.119	0.299	0.454	0.182	0.28	0.369
0.5	0.556	0.722	0.902	0.475	0.667	0.864	0.132	0.336	0.479	0.2	0.313	0.39
0.542	0.588	0.757	0.909	0.569	0.707	0.893	0.194	0.4	0.539	0.226	0.36	0.434
0.583	0.628	0.793	0.925	0.627	0.768	0.907	0.269	0.476	0.61	0.243	0.397	0.454
0.625	0.66	0.825	0.941	0.676	0.808	0.923	0.33	0.555	0.691	0.266	0.427	0.494
0.667	0.691	0.86	0.96	0.723	0.843	0.933	0.418	0.649	0.781	0.295	0.451	0.531
0.708	0.741	0.889	0.969	0.76	0.879	0.954	0.522	0.741	0.884	0.317	0.481	0.579
0.75	0.762	0.917	0.977	0.8	0.912	0.975	0.607	0.837	0.957	0.338	0.502	0.649
0.792	0.817	0.935	0.984	0.835	0.941	0.982	0.705	0.903	0.968	0.403	0.572	0.709
0.833	0.866	0.955	0.99	0.872	0.962	0.989	0.789	0.942	0.986	0.52	0.689	0.805
0.875	0.908	0.97	0.994	0.91	0.973	0.993	0.842	0.964	0.992	0.65	0.789	0.958
0.917	0.942	0.984	0.996	0.94	0.982	0.996	0.9	0.976	0.995	0.767	0.859	0.983
0.958	0.971	0.992	0.998	0.97	0.992	0.998	0.95	0.988	0.997	0.883	0.93	0.992
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo II.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A2

REGION A2												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.007	0.064	0.136	0.004	0.019	0.05	0.004	0.015	0.045	0.004	0.021	0.046
0.083	0.017	0.13	0.267	0.009	0.037	0.099	0.008	0.031	0.091	0.01	0.042	0.093
0.125	0.036	0.204	0.395	0.014	0.058	0.149	0.013	0.049	0.137	0.015	0.065	0.139
0.167	0.09	0.28	0.522	0.023	0.083	0.197	0.018	0.069	0.182	0.023	0.095	0.186
0.208	0.172	0.365	0.606	0.037	0.114	0.252	0.027	0.099	0.226	0.028	0.119	0.239
0.25	0.267	0.441	0.676	0.058	0.16	0.313	0.038	0.127	0.265	0.034	0.152	0.293
0.292	0.341	0.507	0.73	0.106	0.227	0.393	0.063	0.161	0.307	0.053	0.192	0.318
0.333	0.391	0.569	0.774	0.144	0.305	0.481	0.08	0.195	0.342	0.073	0.222	0.353
0.375	0.438	0.616	0.809	0.202	0.392	0.605	0.097	0.235	0.375	0.085	0.25	0.389
0.417	0.476	0.665	0.843	0.265	0.48	0.701	0.115	0.275	0.406	0.104	0.296	0.422
0.458	0.512	0.701	0.869	0.354	0.562	0.781	0.147	0.314	0.45	0.117	0.329	0.459
0.5	0.548	0.735	0.898	0.452	0.645	0.852	0.173	0.352	0.495	0.137	0.366	0.5
0.542	0.587	0.77	0.916	0.53	0.701	0.879	0.236	0.414	0.55	0.152	0.396	0.508
0.583	0.619	0.799	0.929	0.596	0.766	0.914	0.288	0.48	0.626	0.19	0.435	0.537
0.625	0.668	0.832	0.944	0.647	0.812	0.94	0.352	0.566	0.724	0.241	0.464	0.584
0.667	0.708	0.863	0.957	0.7	0.849	0.953	0.439	0.656	0.816	0.276	0.488	0.614
0.708	0.75	0.889	0.967	0.748	0.885	0.964	0.551	0.744	0.887	0.307	0.526	0.657
0.75	0.792	0.917	0.978	0.8	0.917	0.977	0.65	0.833	0.953	0.338	0.571	0.688
0.792	0.837	0.937	0.983	0.833	0.939	0.984	0.75	0.888	0.966	0.448	0.634	0.73
0.833	0.882	0.956	0.988	0.875	0.957	0.989	0.839	0.929	0.984	0.579	0.725	0.796
0.875	0.917	0.971	0.993	0.907	0.97	0.993	0.887	0.956	0.99	0.689	0.795	0.923
0.917	0.947	0.983	0.996	0.94	0.981	0.996	0.926	0.974	0.994	0.792	0.864	0.973
0.958	0.973	0.992	0.998	0.97	0.991	0.998	0.963	0.987	0.997	0.897	0.932	0.988
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo III.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A3

REGION A3												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.011	0.07	0.127	0.005	0.022	0.052	0.005	0.019	0.047	0.007	0.024	0.046
0.083	0.024	0.141	0.254	0.011	0.043	0.104	0.01	0.038	0.095	0.015	0.048	0.092
0.125	0.05	0.215	0.375	0.017	0.066	0.156	0.016	0.059	0.142	0.025	0.071	0.138
0.167	0.094	0.296	0.495	0.025	0.093	0.208	0.021	0.081	0.191	0.035	0.095	0.184
0.208	0.183	0.373	0.591	0.038	0.123	0.26	0.03	0.104	0.229	0.049	0.121	0.225
0.25	0.277	0.441	0.674	0.056	0.176	0.323	0.036	0.125	0.268	0.063	0.158	0.259
0.292	0.348	0.5	0.726	0.122	0.244	0.407	0.063	0.162	0.304	0.083	0.194	0.293
0.333	0.402	0.558	0.763	0.164	0.316	0.493	0.087	0.197	0.333	0.102	0.222	0.333
0.375	0.433	0.602	0.804	0.221	0.403	0.595	0.106	0.234	0.364	0.114	0.254	0.378
0.417	0.47	0.645	0.835	0.277	0.489	0.686	0.125	0.271	0.403	0.134	0.282	0.422
0.458	0.504	0.685	0.859	0.368	0.569	0.764	0.141	0.305	0.442	0.155	0.331	0.455
0.5	0.542	0.727	0.889	0.459	0.642	0.849	0.158	0.338	0.489	0.177	0.374	0.5
0.542	0.578	0.76	0.898	0.528	0.694	0.873	0.24	0.411	0.544	0.209	0.416	0.53
0.583	0.618	0.789	0.917	0.595	0.747	0.902	0.317	0.485	0.615	0.238	0.456	0.57
0.625	0.655	0.819	0.934	0.645	0.793	0.924	0.4	0.566	0.697	0.268	0.483	0.606
0.667	0.69	0.851	0.948	0.694	0.832	0.941	0.491	0.66	0.784	0.299	0.517	0.623
0.708	0.726	0.879	0.958	0.735	0.867	0.957	0.58	0.742	0.872	0.327	0.542	0.65
0.75	0.766	0.904	0.971	0.773	0.903	0.976	0.667	0.824	0.955	0.357	0.583	0.682
0.792	0.805	0.93	0.98	0.815	0.928	0.981	0.762	0.881	0.964	0.451	0.635	0.741
0.833	0.847	0.949	0.987	0.857	0.946	0.987	0.818	0.923	0.979	0.541	0.698	0.805
0.875	0.889	0.965	0.991	0.896	0.964	0.991	0.864	0.948	0.985	0.643	0.781	0.905
0.917	0.926	0.978	0.994	0.931	0.977	0.994	0.91	0.965	0.99	0.762	0.851	0.969
0.958	0.964	0.989	0.997	0.965	0.988	0.997	0.955	0.983	0.995	0.881	0.927	0.985
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo IV.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A4

REGION A4												
Duración	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
(%)	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.008	0.073	0.139	0.004	0.019	0.052	0.004	0.017	0.05	0.004	0.019	0.043
0.083	0.016	0.147	0.277	0.009	0.038	0.105	0.008	0.034	0.1	0.009	0.039	0.086
0.125	0.036	0.223	0.405	0.015	0.059	0.158	0.012	0.053	0.15	0.015	0.058	0.125
0.167	0.083	0.304	0.536	0.023	0.087	0.206	0.017	0.071	0.203	0.027	0.082	0.167
0.208	0.197	0.382	0.637	0.036	0.119	0.258	0.025	0.095	0.239	0.035	0.108	0.227
0.25	0.297	0.465	0.707	0.051	0.167	0.321	0.031	0.12	0.269	0.053	0.132	0.273
0.292	0.363	0.535	0.746	0.108	0.235	0.413	0.055	0.15	0.309	0.079	0.16	0.305
0.333	0.415	0.588	0.797	0.147	0.32	0.524	0.07	0.185	0.344	0.1	0.201	0.333
0.375	0.449	0.634	0.821	0.192	0.407	0.632	0.094	0.226	0.389	0.119	0.241	0.357
0.417	0.477	0.679	0.858	0.264	0.496	0.725	0.116	0.26	0.421	0.142	0.278	0.381
0.458	0.513	0.716	0.883	0.356	0.577	0.793	0.143	0.296	0.455	0.171	0.308	0.418
0.5	0.552	0.75	0.912	0.442	0.653	0.881	0.161	0.333	0.492	0.184	0.333	0.452
0.542	0.593	0.782	0.923	0.524	0.71	0.9	0.233	0.397	0.555	0.205	0.366	0.482
0.583	0.625	0.808	0.94	0.589	0.765	0.922	0.309	0.477	0.622	0.253	0.395	0.518
0.625	0.664	0.838	0.953	0.643	0.812	0.94	0.385	0.558	0.707	0.297	0.426	0.54
0.667	0.711	0.872	0.963	0.69	0.85	0.952	0.461	0.653	0.797	0.311	0.46	0.574
0.708	0.75	0.9	0.97	0.733	0.884	0.963	0.554	0.742	0.875	0.348	0.499	0.616
0.75	0.793	0.924	0.981	0.779	0.917	0.981	0.666	0.83	0.951	0.367	0.538	0.65
0.792	0.833	0.945	0.986	0.823	0.938	0.986	0.75	0.894	0.966	0.457	0.609	0.714
0.833	0.866	0.963	0.991	0.861	0.955	0.99	0.818	0.933	0.984	0.565	0.686	0.802
0.875	0.908	0.976	0.994	0.897	0.969	0.993	0.868	0.955	0.989	0.674	0.763	0.922
0.917	0.94	0.985	0.996	0.933	0.981	0.996	0.913	0.97	0.993	0.783	0.844	0.971
0.958	0.97	0.992	0.998	0.966	0.99	0.998	0.958	0.985	0.997	0.891	0.922	0.987
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo V.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A5

REGION A5												
Duración	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
(%)	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.009	0.069	0.133	0.005	0.021	0.055	0.004	0.018	0.049	0.006	0.019	0.048
0.083	0.02	0.14	0.267	0.009	0.042	0.11	0.008	0.037	0.098	0.012	0.037	0.095
0.125	0.044	0.216	0.398	0.015	0.064	0.165	0.012	0.056	0.147	0.018	0.056	0.143
0.167	0.097	0.301	0.515	0.022	0.092	0.219	0.019	0.077	0.195	0.028	0.08	0.19
0.208	0.187	0.383	0.61	0.036	0.125	0.276	0.029	0.104	0.238	0.036	0.104	0.239
0.25	0.285	0.458	0.684	0.054	0.174	0.332	0.04	0.133	0.28	0.044	0.135	0.282
0.292	0.356	0.524	0.741	0.118	0.245	0.407	0.063	0.171	0.321	0.063	0.167	0.31
0.333	0.41	0.586	0.784	0.167	0.325	0.506	0.081	0.203	0.36	0.083	0.2	0.334
0.375	0.45	0.628	0.815	0.221	0.401	0.605	0.108	0.239	0.391	0.1	0.24	0.369
0.417	0.485	0.672	0.847	0.285	0.481	0.694	0.128	0.278	0.43	0.116	0.265	0.409
0.458	0.52	0.711	0.871	0.367	0.563	0.773	0.153	0.315	0.471	0.139	0.303	0.435
0.5	0.555	0.75	0.898	0.448	0.641	0.842	0.176	0.353	0.511	0.15	0.337	0.472
0.542	0.596	0.78	0.914	0.524	0.697	0.872	0.257	0.417	0.565	0.184	0.379	0.506
0.583	0.634	0.813	0.93	0.593	0.756	0.904	0.325	0.49	0.635	0.213	0.418	0.542
0.625	0.673	0.843	0.943	0.647	0.802	0.927	0.401	0.574	0.716	0.258	0.45	0.569
0.667	0.716	0.868	0.956	0.695	0.84	0.943	0.476	0.667	0.804	0.3	0.492	0.604
0.708	0.755	0.895	0.966	0.741	0.877	0.957	0.559	0.753	0.877	0.344	0.533	0.635
0.75	0.794	0.921	0.976	0.783	0.909	0.974	0.65	0.833	0.949	0.368	0.575	0.672
0.792	0.835	0.941	0.981	0.827	0.936	0.981	0.735	0.885	0.964	0.469	0.634	0.723
0.833	0.871	0.958	0.987	0.867	0.955	0.987	0.804	0.926	0.979	0.567	0.703	0.796
0.875	0.906	0.972	0.992	0.9	0.968	0.991	0.859	0.95	0.987	0.675	0.784	0.905
0.917	0.939	0.983	0.995	0.935	0.979	0.994	0.907	0.968	0.992	0.778	0.857	0.96
0.958	0.97	0.992	0.997	0.967	0.99	0.997	0.954	0.984	0.996	0.889	0.929	0.983
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo VI.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A6

REGION A6												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.009	0.06	0.122	0.005	0.023	0.052	0.004	0.013	0.031	0.003	0.006	0.013
0.083	0.018	0.12	0.244	0.009	0.047	0.105	0.007	0.026	0.064	0.007	0.011	0.027
0.125	0.054	0.181	0.366	0.014	0.071	0.157	0.011	0.044	0.1	0.022	0.043	0.045
0.167	0.11	0.272	0.463	0.022	0.103	0.211	0.016	0.059	0.135	0.028	0.051	0.092
0.208	0.19	0.349	0.551	0.045	0.14	0.262	0.025	0.078	0.175	0.034	0.056	0.137
0.25	0.294	0.416	0.625	0.07	0.19	0.314	0.036	0.125	0.217	0.039	0.062	0.168
0.292	0.366	0.46	0.69	0.134	0.261	0.399	0.064	0.155	0.253	0.058	0.077	0.202
0.333	0.406	0.519	0.743	0.178	0.333	0.492	0.088	0.195	0.298	0.077	0.092	0.223
0.375	0.462	0.576	0.789	0.235	0.403	0.603	0.112	0.238	0.35	0.096	0.108	0.24
0.417	0.495	0.633	0.828	0.278	0.499	0.694	0.136	0.283	0.389	0.125	0.174	0.272
0.458	0.538	0.69	0.857	0.385	0.581	0.753	0.175	0.328	0.422	0.154	0.241	0.312
0.5	0.572	0.735	0.89	0.472	0.638	0.819	0.198	0.373	0.479	0.184	0.308	0.351
0.542	0.601	0.773	0.906	0.567	0.708	0.869	0.277	0.419	0.552	0.243	0.344	0.405
0.583	0.635	0.806	0.919	0.618	0.76	0.897	0.343	0.492	0.627	0.302	0.379	0.46
0.625	0.675	0.84	0.935	0.677	0.804	0.927	0.419	0.575	0.728	0.361	0.415	0.493
0.667	0.709	0.87	0.949	0.716	0.844	0.94	0.492	0.667	0.815	0.42	0.451	0.512
0.708	0.76	0.899	0.957	0.765	0.876	0.957	0.575	0.763	0.871	0.479	0.487	0.537
0.75	0.805	0.925	0.971	0.815	0.917	0.983	0.68	0.84	0.94	0.527	0.542	0.591
0.792	0.848	0.95	0.98	0.855	0.941	0.987	0.766	0.895	0.956	0.624	0.646	0.654
0.833	0.894	0.965	0.989	0.885	0.96	0.99	0.85	0.94	0.971	0.707	0.754	0.766
0.875	0.92	0.977	0.992	0.914	0.975	0.993	0.905	0.961	0.982	0.79	0.863	0.887
0.917	0.951	0.986	0.995	0.943	0.984	0.996	0.937	0.974	0.991	0.864	0.928	0.938
0.958	0.975	0.993	0.998	0.971	0.992	0.998	0.968	0.987	0.995	0.932	0.964	0.969
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo VII.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A7

REGION A7												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.01	0.066	0.121	0.005	0.02	0.053	0.005	0.019	0.048	0.008	0.018	0.052
0.083	0.021	0.132	0.242	0.01	0.04	0.107	0.01	0.037	0.095	0.016	0.035	0.103
0.125	0.039	0.206	0.357	0.017	0.061	0.16	0.016	0.058	0.144	0.024	0.053	0.155
0.167	0.09	0.278	0.473	0.027	0.083	0.209	0.022	0.078	0.193	0.032	0.081	0.206
0.208	0.185	0.361	0.569	0.041	0.118	0.258	0.033	0.108	0.234	0.041	0.112	0.244
0.25	0.278	0.439	0.634	0.063	0.167	0.316	0.044	0.139	0.274	0.049	0.137	0.276
0.292	0.364	0.506	0.681	0.103	0.233	0.386	0.065	0.174	0.309	0.072	0.171	0.318
0.333	0.414	0.56	0.731	0.139	0.3	0.486	0.083	0.209	0.34	0.097	0.202	0.336
0.375	0.446	0.604	0.764	0.2	0.382	0.577	0.101	0.25	0.372	0.114	0.23	0.362
0.417	0.479	0.645	0.803	0.259	0.467	0.677	0.118	0.289	0.402	0.136	0.263	0.382
0.458	0.521	0.679	0.852	0.353	0.546	0.743	0.152	0.321	0.439	0.157	0.286	0.414
0.5	0.542	0.726	0.886	0.444	0.62	0.824	0.185	0.347	0.487	0.174	0.311	0.459
0.542	0.583	0.756	0.901	0.525	0.681	0.853	0.256	0.412	0.558	0.202	0.336	0.481
0.583	0.617	0.785	0.914	0.598	0.745	0.889	0.333	0.475	0.627	0.227	0.367	0.508
0.625	0.662	0.819	0.928	0.651	0.792	0.913	0.397	0.555	0.71	0.266	0.399	0.546
0.667	0.697	0.851	0.944	0.696	0.833	0.931	0.467	0.641	0.793	0.28	0.447	0.583
0.708	0.732	0.878	0.952	0.739	0.873	0.949	0.554	0.728	0.868	0.296	0.491	0.618
0.75	0.776	0.909	0.967	0.785	0.913	0.972	0.647	0.812	0.941	0.309	0.536	0.658
0.792	0.822	0.933	0.977	0.826	0.94	0.979	0.733	0.877	0.959	0.424	0.607	0.722
0.833	0.858	0.954	0.985	0.87	0.958	0.987	0.8	0.925	0.979	0.539	0.685	0.8
0.875	0.899	0.969	0.99	0.904	0.971	0.99	0.857	0.951	0.986	0.65	0.768	0.881
0.917	0.935	0.981	0.993	0.936	0.98	0.994	0.906	0.969	0.991	0.767	0.845	0.929
0.958	0.969	0.991	0.997	0.968	0.99	0.997	0.953	0.984	0.996	0.885	0.923	0.98
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo VIII.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A8.

REGION A8												
Duración	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
(%)	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.008	0.062	0.12	0.005	0.021	0.055	0.005	0.016	0.046	0.006	0.018	0.049
0.083	0.017	0.125	0.24	0.01	0.042	0.11	0.009	0.033	0.091	0.012	0.035	0.098
0.125	0.031	0.19	0.359	0.015	0.063	0.164	0.014	0.05	0.136	0.018	0.05	0.14
0.167	0.068	0.261	0.476	0.022	0.092	0.211	0.019	0.072	0.182	0.025	0.075	0.189
0.208	0.162	0.339	0.57	0.038	0.125	0.265	0.029	0.098	0.224	0.036	0.105	0.238
0.25	0.258	0.424	0.646	0.057	0.174	0.332	0.038	0.128	0.264	0.044	0.136	0.29
0.292	0.342	0.488	0.693	0.112	0.243	0.404	0.062	0.158	0.303	0.071	0.156	0.316
0.333	0.405	0.545	0.755	0.161	0.32	0.5	0.082	0.19	0.333	0.097	0.195	0.353
0.375	0.44	0.591	0.784	0.218	0.4	0.596	0.105	0.229	0.374	0.115	0.231	0.377
0.417	0.475	0.631	0.823	0.296	0.485	0.676	0.13	0.263	0.411	0.132	0.261	0.402
0.458	0.515	0.67	0.852	0.368	0.558	0.751	0.157	0.306	0.445	0.149	0.294	0.426
0.5	0.542	0.707	0.888	0.454	0.634	0.827	0.182	0.346	0.484	0.163	0.324	0.456
0.542	0.575	0.742	0.898	0.528	0.693	0.852	0.246	0.412	0.545	0.208	0.357	0.483
0.583	0.614	0.779	0.913	0.586	0.747	0.889	0.315	0.484	0.615	0.24	0.385	0.514
0.625	0.654	0.81	0.925	0.644	0.794	0.914	0.382	0.561	0.702	0.279	0.426	0.538
0.667	0.698	0.844	0.944	0.691	0.833	0.931	0.461	0.652	0.791	0.305	0.464	0.573
0.708	0.742	0.876	0.955	0.74	0.872	0.948	0.565	0.739	0.872	0.315	0.499	0.605
0.75	0.786	0.905	0.968	0.783	0.906	0.968	0.655	0.818	0.943	0.333	0.541	0.645
0.792	0.827	0.931	0.976	0.827	0.931	0.977	0.735	0.881	0.958	0.444	0.615	0.702
0.833	0.866	0.952	0.985	0.867	0.948	0.985	0.809	0.922	0.979	0.551	0.692	0.777
0.875	0.901	0.967	0.99	0.9	0.965	0.99	0.859	0.953	0.985	0.663	0.77	0.867
0.917	0.937	0.979	0.994	0.933	0.978	0.993	0.908	0.97	0.991	0.772	0.847	0.926
0.958	0.969	0.99	0.997	0.967	0.989	0.997	0.954	0.985	0.996	0.886	0.923	0.963
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo IX.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A9

REGION A9												
Duración	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
(%)	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.01	0.066	0.135	0.006	0.017	0.053	0.004	0.016	0.055	0.006	0.02	0.041
0.083	0.019	0.137	0.273	0.012	0.033	0.105	0.009	0.032	0.109	0.012	0.039	0.082
0.125	0.029	0.206	0.404	0.02	0.05	0.156	0.015	0.048	0.166	0.018	0.059	0.122
0.167	0.084	0.292	0.506	0.028	0.077	0.208	0.02	0.067	0.222	0.024	0.078	0.138
0.208	0.165	0.355	0.586	0.043	0.1	0.256	0.03	0.093	0.265	0.03	0.098	0.155
0.25	0.257	0.438	0.678	0.053	0.154	0.32	0.041	0.125	0.286	0.036	0.115	0.177
0.292	0.339	0.5	0.709	0.115	0.23	0.397	0.066	0.156	0.305	0.053	0.122	0.238
0.333	0.377	0.564	0.746	0.13	0.317	0.48	0.089	0.204	0.353	0.067	0.139	0.298
0.375	0.427	0.597	0.767	0.202	0.4	0.574	0.104	0.252	0.408	0.079	0.156	0.362
0.417	0.464	0.653	0.808	0.267	0.498	0.678	0.127	0.301	0.45	0.088	0.174	0.407
0.458	0.512	0.689	0.856	0.369	0.587	0.737	0.154	0.345	0.47	0.097	0.204	0.457
0.5	0.564	0.728	0.884	0.463	0.662	0.84	0.167	0.386	0.51	0.106	0.235	0.492
0.542	0.593	0.771	0.908	0.569	0.712	0.859	0.292	0.441	0.56	0.149	0.278	0.519
0.583	0.644	0.803	0.918	0.607	0.76	0.889	0.331	0.519	0.635	0.188	0.333	0.557
0.625	0.684	0.83	0.939	0.663	0.8	0.915	0.393	0.6	0.713	0.224	0.364	0.605
0.667	0.714	0.864	0.946	0.716	0.843	0.928	0.479	0.679	0.812	0.256	0.424	0.624
0.708	0.746	0.894	0.954	0.767	0.884	0.948	0.612	0.77	0.88	0.283	0.479	0.636
0.75	0.811	0.919	0.968	0.802	0.921	0.973	0.694	0.856	0.944	0.32	0.5	0.67
0.792	0.862	0.945	0.973	0.851	0.943	0.979	0.796	0.899	0.96	0.406	0.583	0.741
0.833	0.9	0.962	0.982	0.885	0.956	0.984	0.842	0.944	0.978	0.517	0.667	0.821
0.875	0.935	0.974	0.987	0.916	0.972	0.989	0.883	0.962	0.984	0.638	0.717	0.891
0.917	0.957	0.984	0.992	0.944	0.981	0.993	0.922	0.975	0.992	0.759	0.812	0.935
0.958	0.979	0.992	0.996	0.972	0.991	0.997	0.961	0.988	0.996	0.879	0.906	0.968
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo X.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A10

REGION A10												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.015	0.063	0.109	0.009	0.023	0.049	0.007	0.019	0.042	0.008	0.022	0.047
0.083	0.031	0.126	0.217	0.017	0.046	0.098	0.014	0.037	0.083	0.021	0.043	0.093
0.125	0.054	0.189	0.325	0.026	0.069	0.147	0.021	0.057	0.125	0.033	0.071	0.13
0.167	0.109	0.252	0.43	0.036	0.095	0.195	0.029	0.076	0.167	0.044	0.095	0.164
0.208	0.193	0.315	0.536	0.058	0.129	0.246	0.039	0.101	0.21	0.055	0.114	0.219
0.25	0.285	0.391	0.62	0.077	0.181	0.302	0.051	0.125	0.25	0.067	0.143	0.279
0.292	0.348	0.452	0.652	0.133	0.253	0.374	0.071	0.166	0.279	0.097	0.175	0.306
0.333	0.391	0.503	0.709	0.18	0.333	0.474	0.087	0.191	0.315	0.124	0.209	0.35
0.375	0.425	0.552	0.746	0.236	0.409	0.567	0.109	0.233	0.353	0.138	0.248	0.399
0.417	0.461	0.593	0.784	0.293	0.484	0.641	0.133	0.269	0.397	0.156	0.282	0.427
0.458	0.486	0.638	0.817	0.356	0.558	0.727	0.173	0.298	0.44	0.171	0.323	0.449
0.5	0.521	0.683	0.85	0.438	0.627	0.805	0.198	0.332	0.48	0.184	0.352	0.458
0.542	0.559	0.715	0.869	0.51	0.676	0.833	0.251	0.404	0.54	0.203	0.387	0.468
0.583	0.612	0.764	0.894	0.563	0.726	0.856	0.318	0.48	0.601	0.239	0.411	0.501
0.625	0.643	0.795	0.919	0.613	0.771	0.882	0.389	0.554	0.677	0.276	0.43	0.539
0.667	0.675	0.828	0.937	0.667	0.807	0.907	0.473	0.638	0.757	0.305	0.462	0.572
0.708	0.712	0.863	0.949	0.708	0.843	0.929	0.557	0.713	0.839	0.329	0.503	0.616
0.75	0.756	0.892	0.961	0.75	0.882	0.958	0.642	0.795	0.918	0.386	0.545	0.653
0.792	0.803	0.917	0.971	0.792	0.91	0.97	0.721	0.845	0.942	0.488	0.592	0.711
0.833	0.834	0.936	0.982	0.833	0.933	0.979	0.777	0.889	0.966	0.581	0.666	0.806
0.875	0.876	0.953	0.987	0.875	0.953	0.985	0.833	0.917	0.976	0.686	0.751	0.927
0.917	0.918	0.969	0.992	0.917	0.97	0.99	0.888	0.945	0.984	0.791	0.836	0.961
0.958	0.959	0.984	0.996	0.958	0.985	0.995	0.944	0.972	0.992	0.895	0.918	0.981
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XI.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A11

REGION A11												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.01	0.062	0.12	0.005	0.021	0.052	0.005	0.016	0.047	0.006	0.012	0.033
0.083	0.021	0.126	0.238	0.011	0.042	0.104	0.01	0.031	0.095	0.012	0.024	0.066
0.125	0.04	0.192	0.345	0.017	0.062	0.155	0.016	0.048	0.14	0.018	0.042	0.099
0.167	0.085	0.272	0.454	0.026	0.09	0.204	0.022	0.067	0.185	0.024	0.064	0.138
0.208	0.176	0.35	0.544	0.038	0.122	0.259	0.031	0.094	0.224	0.032	0.083	0.18
0.25	0.261	0.422	0.645	0.055	0.167	0.319	0.042	0.117	0.262	0.041	0.1	0.223
0.292	0.322	0.474	0.705	0.112	0.243	0.403	0.062	0.156	0.303	0.054	0.134	0.273
0.333	0.375	0.524	0.759	0.147	0.32	0.503	0.076	0.188	0.335	0.073	0.169	0.321
0.375	0.417	0.583	0.796	0.206	0.4	0.6	0.097	0.221	0.369	0.094	0.2	0.368
0.417	0.456	0.625	0.827	0.27	0.477	0.689	0.115	0.26	0.412	0.114	0.237	0.403
0.458	0.486	0.667	0.854	0.362	0.551	0.763	0.144	0.3	0.455	0.135	0.264	0.427
0.5	0.518	0.71	0.881	0.441	0.627	0.84	0.173	0.342	0.5	0.149	0.288	0.455
0.542	0.556	0.75	0.897	0.517	0.688	0.863	0.237	0.406	0.555	0.173	0.333	0.477
0.583	0.604	0.78	0.917	0.585	0.742	0.893	0.301	0.476	0.621	0.201	0.38	0.499
0.625	0.643	0.813	0.927	0.637	0.789	0.919	0.383	0.559	0.7	0.226	0.41	0.533
0.667	0.681	0.844	0.944	0.684	0.828	0.934	0.466	0.65	0.787	0.247	0.474	0.577
0.708	0.724	0.871	0.954	0.726	0.864	0.952	0.55	0.738	0.859	0.28	0.507	0.6
0.75	0.759	0.9	0.969	0.773	0.899	0.968	0.64	0.818	0.938	0.331	0.543	0.63
0.792	0.812	0.925	0.977	0.821	0.925	0.978	0.742	0.875	0.955	0.401	0.613	0.689
0.833	0.853	0.948	0.985	0.857	0.946	0.984	0.802	0.917	0.973	0.511	0.69	0.767
0.875	0.892	0.964	0.989	0.9	0.963	0.989	0.851	0.946	0.983	0.631	0.767	0.888
0.917	0.931	0.977	0.993	0.933	0.976	0.993	0.901	0.964	0.99	0.754	0.846	0.952
0.958	0.964	0.989	0.997	0.967	0.988	0.997	0.949	0.982	0.995	0.877	0.923	0.976
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XII.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A12.

REGION A12												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.007	0.075	0.14	0.004	0.021	0.056	0.005	0.017	0.044	0.004	0.017	0.045
0.083	0.018	0.15	0.272	0.008	0.043	0.112	0.009	0.033	0.089	0.008	0.034	0.091
0.125	0.042	0.226	0.405	0.012	0.066	0.167	0.014	0.05	0.133	0.012	0.051	0.135
0.167	0.091	0.305	0.51	0.02	0.091	0.22	0.019	0.069	0.179	0.017	0.068	0.17
0.208	0.184	0.377	0.611	0.036	0.124	0.278	0.03	0.093	0.222	0.029	0.085	0.196
0.25	0.277	0.455	0.681	0.055	0.17	0.339	0.038	0.118	0.267	0.034	0.107	0.222
0.292	0.359	0.52	0.717	0.121	0.24	0.427	0.07	0.158	0.305	0.056	0.152	0.241
0.333	0.407	0.58	0.77	0.186	0.324	0.52	0.095	0.192	0.345	0.059	0.175	0.261
0.375	0.448	0.627	0.803	0.245	0.417	0.625	0.114	0.231	0.389	0.06	0.2	0.303
0.417	0.483	0.67	0.842	0.304	0.51	0.713	0.137	0.278	0.435	0.089	0.229	0.338
0.458	0.521	0.715	0.875	0.388	0.585	0.797	0.156	0.315	0.475	0.11	0.248	0.376
0.5	0.55	0.75	0.909	0.469	0.667	0.866	0.182	0.355	0.509	0.125	0.286	0.455
0.542	0.587	0.785	0.921	0.541	0.728	0.889	0.265	0.426	0.572	0.129	0.33	0.47
0.583	0.618	0.812	0.935	0.601	0.787	0.919	0.339	0.5	0.656	0.156	0.356	0.485
0.625	0.667	0.842	0.948	0.652	0.828	0.936	0.43	0.583	0.734	0.163	0.382	0.5
0.667	0.709	0.875	0.961	0.704	0.86	0.948	0.481	0.667	0.812	0.17	0.407	0.524
0.708	0.74	0.899	0.969	0.748	0.894	0.962	0.588	0.761	0.887	0.186	0.426	0.569
0.75	0.781	0.924	0.979	0.792	0.923	0.979	0.67	0.839	0.954	0.192	0.486	0.611
0.792	0.829	0.948	0.986	0.842	0.947	0.985	0.759	0.883	0.962	0.32	0.537	0.681
0.833	0.873	0.968	0.991	0.881	0.961	0.99	0.817	0.933	0.979	0.456	0.613	0.746
0.875	0.916	0.979	0.994	0.912	0.974	0.993	0.872	0.952	0.985	0.592	0.708	0.867
0.917	0.944	0.987	0.996	0.941	0.983	0.996	0.915	0.968	0.99	0.728	0.807	0.911
0.958	0.972	0.994	0.998	0.971	0.991	0.998	0.957	0.984	0.995	0.864	0.903	0.965
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XIII.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A14.

REGION A14												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.006	0.06	0.142	0.006	0.023	0.055	0.005	0.015	0.039	0.008	0.018	0.055
0.083	0.014	0.121	0.284	0.011	0.045	0.109	0.01	0.029	0.078	0.017	0.035	0.111
0.125	0.025	0.205	0.426	0.017	0.068	0.163	0.017	0.046	0.12	0.025	0.056	0.166
0.167	0.093	0.279	0.554	0.023	0.09	0.213	0.024	0.065	0.16	0.044	0.092	0.221
0.208	0.168	0.379	0.63	0.034	0.128	0.262	0.031	0.092	0.206	0.058	0.127	0.273
0.25	0.261	0.455	0.663	0.055	0.182	0.321	0.039	0.128	0.239	0.075	0.156	0.305
0.292	0.357	0.524	0.722	0.102	0.249	0.401	0.068	0.158	0.275	0.104	0.199	0.32
0.333	0.407	0.577	0.756	0.154	0.306	0.485	0.082	0.182	0.307	0.126	0.249	0.352
0.375	0.449	0.613	0.789	0.187	0.387	0.576	0.107	0.225	0.348	0.148	0.296	0.37
0.417	0.486	0.647	0.823	0.292	0.48	0.667	0.121	0.272	0.394	0.171	0.329	0.394
0.458	0.531	0.698	0.854	0.39	0.576	0.751	0.137	0.311	0.451	0.219	0.349	0.418
0.5	0.555	0.744	0.887	0.475	0.66	0.836	0.147	0.343	0.5	0.279	0.372	0.45
0.542	0.574	0.776	0.906	0.55	0.709	0.854	0.245	0.41	0.559	0.332	0.412	0.473
0.583	0.594	0.81	0.919	0.615	0.77	0.903	0.339	0.5	0.624	0.377	0.436	0.495
0.625	0.648	0.837	0.933	0.667	0.811	0.92	0.396	0.582	0.73	0.399	0.469	0.535
0.667	0.681	0.867	0.949	0.715	0.855	0.933	0.476	0.667	0.823	0.424	0.497	0.582
0.708	0.733	0.893	0.961	0.757	0.886	0.951	0.559	0.769	0.891	0.448	0.511	0.629
0.75	0.778	0.919	0.975	0.8	0.923	0.966	0.643	0.843	0.951	0.469	0.559	0.677
0.792	0.822	0.936	0.984	0.835	0.947	0.977	0.725	0.895	0.964	0.508	0.626	0.718
0.833	0.849	0.957	0.988	0.867	0.961	0.989	0.801	0.93	0.98	0.533	0.71	0.771
0.875	0.906	0.97	0.992	0.9	0.973	0.991	0.854	0.951	0.986	0.65	0.775	0.903
0.917	0.942	0.983	0.995	0.933	0.982	0.994	0.903	0.97	0.991	0.767	0.85	0.953
0.958	0.971	0.992	0.997	0.967	0.991	0.997	0.951	0.985	0.995	0.883	0.925	0.983
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XIV.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región A15

REGION A15												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.008	0.063	0.115	0.005	0.021	0.052	0.005	0.019	0.047	0.005	0.018	0.046
0.083	0.019	0.128	0.23	0.011	0.042	0.104	0.009	0.037	0.094	0.011	0.037	0.093
0.125	0.043	0.2	0.345	0.017	0.065	0.158	0.015	0.057	0.136	0.016	0.056	0.139
0.167	0.105	0.278	0.458	0.025	0.09	0.208	0.021	0.079	0.174	0.027	0.083	0.196
0.208	0.185	0.36	0.554	0.042	0.12	0.259	0.031	0.104	0.216	0.033	0.116	0.25
0.25	0.271	0.429	0.634	0.059	0.167	0.315	0.043	0.13	0.263	0.041	0.141	0.294
0.292	0.352	0.492	0.686	0.115	0.246	0.403	0.068	0.167	0.296	0.063	0.17	0.324
0.333	0.405	0.545	0.733	0.168	0.32	0.497	0.091	0.206	0.339	0.083	0.194	0.378
0.375	0.442	0.594	0.768	0.229	0.409	0.596	0.117	0.244	0.375	0.103	0.235	0.41
0.417	0.483	0.639	0.802	0.283	0.496	0.688	0.139	0.282	0.42	0.12	0.264	0.442
0.458	0.519	0.682	0.835	0.375	0.568	0.757	0.167	0.328	0.461	0.137	0.287	0.47
0.5	0.55	0.722	0.868	0.465	0.652	0.842	0.192	0.375	0.5	0.152	0.318	0.5
0.542	0.582	0.756	0.889	0.535	0.704	0.865	0.258	0.43	0.566	0.188	0.356	0.521
0.583	0.623	0.792	0.916	0.594	0.758	0.896	0.323	0.5	0.644	0.222	0.393	0.553
0.625	0.655	0.823	0.929	0.656	0.804	0.919	0.399	0.583	0.718	0.25	0.419	0.573
0.667	0.698	0.85	0.944	0.702	0.84	0.935	0.472	0.663	0.805	0.278	0.455	0.611
0.708	0.732	0.877	0.955	0.751	0.876	0.951	0.569	0.733	0.881	0.307	0.492	0.647
0.75	0.778	0.906	0.969	0.791	0.91	0.97	0.663	0.824	0.951	0.333	0.52	0.667
0.792	0.821	0.93	0.976	0.831	0.936	0.978	0.739	0.879	0.96	0.419	0.607	0.712
0.833	0.858	0.951	0.983	0.869	0.954	0.986	0.802	0.92	0.978	0.509	0.678	0.786
0.875	0.896	0.969	0.989	0.902	0.968	0.991	0.856	0.944	0.985	0.615	0.759	0.907
0.917	0.932	0.98	0.993	0.935	0.979	0.994	0.907	0.965	0.991	0.744	0.84	0.938
0.958	0.967	0.99	0.997	0.968	0.99	0.997	0.954	0.982	0.995	0.872	0.92	0.975
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XV.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región ALI

REGION LI												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.009	0.067	0.129	0.005	0.02	0.052	0.004	0.017	0.048	0.006	0.02	0.05
0.083	0.019	0.134	0.256	0.009	0.041	0.104	0.008	0.034	0.095	0.011	0.041	0.101
0.125	0.043	0.208	0.381	0.015	0.062	0.157	0.013	0.054	0.143	0.018	0.062	0.153
0.167	0.092	0.287	0.494	0.023	0.088	0.208	0.018	0.074	0.188	0.025	0.084	0.202
0.208	0.184	0.368	0.584	0.038	0.119	0.262	0.027	0.096	0.232	0.033	0.11	0.251
0.25	0.276	0.444	0.667	0.056	0.171	0.325	0.036	0.121	0.268	0.042	0.143	0.295
0.292	0.354	0.506	0.711	0.12	0.238	0.408	0.06	0.156	0.304	0.064	0.175	0.336
0.333	0.403	0.567	0.76	0.173	0.313	0.5	0.078	0.192	0.341	0.08	0.204	0.364
0.375	0.448	0.613	0.792	0.223	0.396	0.595	0.1	0.235	0.375	0.094	0.247	0.393
0.417	0.485	0.659	0.828	0.293	0.477	0.684	0.12	0.278	0.417	0.113	0.277	0.417
0.458	0.522	0.702	0.86	0.375	0.558	0.756	0.146	0.318	0.458	0.121	0.309	0.443
0.5	0.553	0.742	0.889	0.458	0.634	0.83	0.169	0.359	0.5	0.129	0.34	0.479
0.542	0.594	0.774	0.907	0.536	0.691	0.856	0.241	0.428	0.566	0.169	0.37	0.511
0.583	0.633	0.807	0.924	0.599	0.75	0.891	0.315	0.498	0.637	0.195	0.402	0.537
0.625	0.669	0.836	0.94	0.66	0.796	0.917	0.385	0.578	0.714	0.23	0.43	0.563
0.667	0.707	0.868	0.953	0.708	0.838	0.935	0.467	0.667	0.797	0.26	0.472	0.595
0.708	0.75	0.894	0.963	0.753	0.878	0.95	0.569	0.748	0.871	0.282	0.514	0.628
0.75	0.786	0.918	0.975	0.795	0.915	0.973	0.66	0.826	0.952	0.328	0.548	0.667
0.792	0.829	0.94	0.981	0.833	0.94	0.981	0.743	0.883	0.963	0.41	0.621	0.732
0.833	0.867	0.958	0.987	0.867	0.958	0.987	0.808	0.925	0.978	0.527	0.69	0.795
0.875	0.902	0.972	0.992	0.903	0.971	0.991	0.86	0.948	0.986	0.642	0.765	0.892
0.917	0.938	0.983	0.995	0.936	0.981	0.994	0.907	0.966	0.991	0.762	0.846	0.952
0.958	0.969	0.992	0.997	0.968	0.991	0.997	0.954	0.983	0.996	0.881	0.923	0.981
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XVI.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región P1

REGION P1												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.005	0.062	0.14	0.003	0.018	0.053	0.003	0.015	0.042	0.003	0.019	0.051
0.083	0.011	0.128	0.279	0.006	0.036	0.107	0.006	0.03	0.083	0.007	0.037	0.104
0.125	0.033	0.203	0.425	0.01	0.057	0.159	0.01	0.047	0.125	0.01	0.056	0.167
0.167	0.074	0.289	0.546	0.02	0.086	0.211	0.014	0.067	0.178	0.014	0.08	0.221
0.208	0.168	0.375	0.66	0.031	0.12	0.267	0.022	0.092	0.221	0.018	0.106	0.275
0.25	0.276	0.46	0.744	0.049	0.179	0.333	0.031	0.122	0.266	0.023	0.133	0.306
0.292	0.368	0.535	0.78	0.103	0.241	0.421	0.052	0.156	0.306	0.036	0.157	0.328
0.333	0.428	0.611	0.832	0.144	0.317	0.523	0.066	0.198	0.347	0.046	0.187	0.381
0.375	0.47	0.661	0.861	0.187	0.403	0.635	0.091	0.233	0.385	0.059	0.213	0.41
0.417	0.508	0.709	0.887	0.256	0.493	0.733	0.113	0.271	0.428	0.071	0.242	0.445
0.458	0.549	0.753	0.912	0.351	0.579	0.809	0.141	0.316	0.465	0.09	0.262	0.465
0.5	0.583	0.792	0.934	0.449	0.666	0.88	0.164	0.36	0.507	0.1	0.296	0.511
0.542	0.625	0.822	0.946	0.537	0.725	0.903	0.245	0.427	0.565	0.118	0.33	0.532
0.583	0.667	0.85	0.957	0.615	0.783	0.928	0.307	0.497	0.636	0.143	0.369	0.565
0.625	0.706	0.877	0.967	0.675	0.828	0.95	0.395	0.577	0.726	0.164	0.408	0.589
0.667	0.754	0.9	0.976	0.728	0.868	0.963	0.482	0.667	0.82	0.19	0.458	0.615
0.708	0.794	0.92	0.981	0.773	0.901	0.973	0.574	0.763	0.891	0.242	0.506	0.631
0.75	0.833	0.942	0.986	0.815	0.931	0.985	0.681	0.841	0.96	0.3	0.545	0.652
0.792	0.867	0.958	0.99	0.851	0.954	0.989	0.761	0.896	0.974	0.417	0.616	0.705
0.833	0.898	0.972	0.994	0.889	0.967	0.993	0.822	0.942	0.986	0.537	0.69	0.789
0.875	0.926	0.981	0.996	0.917	0.978	0.995	0.871	0.964	0.991	0.65	0.764	0.897
0.917	0.952	0.989	0.998	0.944	0.986	0.997	0.914	0.978	0.995	0.767	0.846	0.956
0.958	0.977	0.995	0.999	0.972	0.993	0.999	0.958	0.989	0.997	0.884	0.924	0.992
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XVII.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región P2

REGION P2												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.01	0.068	0.118	0.003	0.018	0.054	0.003	0.015	0.043	0.003	0.011	0.033
0.083	0.022	0.136	0.235	0.007	0.035	0.108	0.007	0.03	0.086	0.007	0.023	0.065
0.125	0.07	0.209	0.353	0.011	0.059	0.162	0.01	0.045	0.128	0.011	0.034	0.098
0.167	0.111	0.286	0.468	0.016	0.085	0.217	0.017	0.063	0.162	0.014	0.049	0.124
0.208	0.214	0.38	0.566	0.031	0.119	0.272	0.028	0.083	0.21	0.02	0.074	0.167
0.25	0.299	0.455	0.664	0.058	0.18	0.337	0.043	0.114	0.245	0.024	0.098	0.2
0.292	0.375	0.516	0.738	0.106	0.243	0.433	0.067	0.154	0.278	0.059	0.134	0.232
0.333	0.438	0.564	0.791	0.145	0.333	0.54	0.079	0.189	0.312	0.074	0.162	0.269
0.375	0.477	0.608	0.828	0.211	0.416	0.632	0.091	0.234	0.363	0.085	0.201	0.309
0.417	0.509	0.661	0.859	0.259	0.502	0.71	0.109	0.276	0.414	0.095	0.225	0.354
0.458	0.534	0.697	0.895	0.35	0.578	0.81	0.132	0.323	0.46	0.111	0.26	0.403
0.5	0.57	0.737	0.91	0.427	0.667	0.875	0.153	0.367	0.512	0.129	0.296	0.435
0.542	0.603	0.764	0.926	0.502	0.712	0.892	0.226	0.437	0.577	0.181	0.329	0.452
0.583	0.637	0.805	0.944	0.588	0.762	0.916	0.289	0.5	0.65	0.231	0.373	0.477
0.625	0.674	0.833	0.96	0.662	0.797	0.938	0.362	0.589	0.733	0.261	0.422	0.5
0.667	0.717	0.867	0.967	0.719	0.844	0.953	0.473	0.683	0.816	0.284	0.464	0.543
0.708	0.753	0.896	0.972	0.75	0.879	0.962	0.576	0.776	0.899	0.302	0.509	0.593
0.75	0.789	0.921	0.978	0.771	0.913	0.982	0.656	0.862	0.973	0.365	0.542	0.651
0.792	0.831	0.94	0.986	0.827	0.944	0.987	0.756	0.917	0.979	0.457	0.613	0.721
0.833	0.868	0.958	0.99	0.851	0.962	0.99	0.807	0.944	0.988	0.563	0.678	0.811
0.875	0.901	0.97	0.993	0.888	0.973	0.993	0.871	0.967	0.992	0.672	0.768	0.901
0.917	0.934	0.981	0.996	0.925	0.983	0.996	0.917	0.979	0.995	0.781	0.845	0.954
0.958	0.967	0.991	0.998	0.963	0.992	0.998	0.958	0.99	0.998	0.891	0.923	0.977
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XVIII.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región P3

REGION P3												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.007	0.063	0.136	0.004	0.017	0.051	0.004	0.015	0.044	0.003	0.009	0.039
0.083	0.015	0.127	0.271	0.007	0.035	0.103	0.008	0.03	0.088	0.006	0.019	0.077
0.125	0.036	0.196	0.405	0.012	0.055	0.152	0.013	0.045	0.132	0.011	0.032	0.116
0.167	0.074	0.271	0.525	0.019	0.078	0.2	0.019	0.063	0.176	0.017	0.055	0.155
0.208	0.168	0.351	0.626	0.035	0.108	0.25	0.026	0.088	0.219	0.024	0.077	0.199
0.25	0.259	0.432	0.693	0.049	0.153	0.308	0.034	0.114	0.264	0.031	0.102	0.256
0.292	0.342	0.507	0.749	0.106	0.223	0.38	0.058	0.145	0.302	0.039	0.138	0.277
0.333	0.392	0.575	0.795	0.146	0.302	0.472	0.073	0.178	0.333	0.047	0.167	0.292
0.375	0.431	0.617	0.827	0.208	0.388	0.575	0.09	0.218	0.371	0.059	0.196	0.335
0.417	0.475	0.665	0.848	0.261	0.474	0.674	0.107	0.256	0.408	0.084	0.222	0.372
0.458	0.513	0.704	0.869	0.351	0.551	0.761	0.137	0.296	0.439	0.112	0.253	0.42
0.5	0.541	0.733	0.902	0.439	0.633	0.825	0.16	0.333	0.484	0.121	0.286	0.467
0.542	0.585	0.772	0.913	0.521	0.694	0.857	0.227	0.4	0.541	0.164	0.306	0.478
0.583	0.613	0.806	0.931	0.593	0.753	0.894	0.292	0.474	0.617	0.188	0.354	0.504
0.625	0.652	0.838	0.944	0.647	0.796	0.917	0.358	0.548	0.712	0.216	0.4	0.539
0.667	0.695	0.869	0.958	0.692	0.834	0.938	0.424	0.642	0.809	0.242	0.433	0.573
0.708	0.741	0.894	0.966	0.74	0.875	0.954	0.535	0.731	0.876	0.291	0.48	0.605
0.75	0.783	0.917	0.978	0.781	0.911	0.975	0.647	0.819	0.952	0.318	0.515	0.64
0.792	0.83	0.938	0.983	0.82	0.939	0.981	0.739	0.882	0.966	0.412	0.583	0.687
0.833	0.863	0.96	0.989	0.858	0.956	0.988	0.813	0.927	0.984	0.513	0.667	0.761
0.875	0.9	0.974	0.993	0.891	0.971	0.993	0.864	0.953	0.989	0.635	0.75	0.852
0.917	0.933	0.985	0.996	0.931	0.982	0.996	0.91	0.97	0.993	0.757	0.833	0.902
0.958	0.967	0.992	0.998	0.965	0.991	0.998	0.955	0.985	0.997	0.878	0.917	0.951
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XIX.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región P4

REGION P4												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.025	0.06	0.099	0.008	0.033	0.052	0.009	0.025	0.044	0.007	0.033	0.05
0.083	0.05	0.119	0.198	0.017	0.066	0.105	0.017	0.05	0.087	0.013	0.066	0.099
0.125	0.077	0.18	0.297	0.029	0.099	0.157	0.026	0.075	0.131	0.02	0.098	0.149
0.167	0.113	0.242	0.399	0.046	0.133	0.209	0.035	0.1	0.177	0.026	0.131	0.192
0.208	0.227	0.306	0.502	0.07	0.175	0.258	0.056	0.128	0.224	0.033	0.163	0.239
0.25	0.293	0.374	0.585	0.092	0.217	0.317	0.067	0.171	0.262	0.04	0.196	0.286
0.292	0.334	0.436	0.632	0.162	0.269	0.39	0.1	0.214	0.295	0.043	0.224	0.311
0.333	0.366	0.49	0.707	0.23	0.333	0.484	0.133	0.246	0.34	0.047	0.251	0.341
0.375	0.41	0.537	0.763	0.28	0.397	0.566	0.167	0.287	0.385	0.051	0.278	0.374
0.417	0.453	0.585	0.799	0.331	0.464	0.662	0.173	0.333	0.43	0.057	0.307	0.407
0.458	0.5	0.62	0.845	0.4	0.533	0.727	0.214	0.366	0.477	0.094	0.348	0.442
0.5	0.534	0.662	0.856	0.473	0.598	0.805	0.25	0.408	0.524	0.132	0.385	0.474
0.542	0.572	0.691	0.872	0.531	0.635	0.827	0.318	0.486	0.575	0.176	0.406	0.511
0.583	0.606	0.721	0.89	0.587	0.678	0.852	0.38	0.543	0.648	0.22	0.421	0.547
0.625	0.646	0.759	0.903	0.633	0.72	0.876	0.452	0.623	0.722	0.28	0.449	0.583
0.667	0.685	0.8	0.922	0.674	0.763	0.903	0.569	0.69	0.799	0.35	0.487	0.619
0.708	0.739	0.835	0.949	0.719	0.803	0.923	0.649	0.763	0.879	0.421	0.542	0.655
0.75	0.784	0.869	0.965	0.759	0.843	0.948	0.711	0.833	0.952	0.479	0.581	0.693
0.792	0.819	0.894	0.973	0.804	0.876	0.96	0.778	0.869	0.969	0.521	0.651	0.745
0.833	0.862	0.919	0.981	0.843	0.904	0.973	0.823	0.905	0.981	0.61	0.721	0.796
0.875	0.896	0.94	0.986	0.883	0.929	0.982	0.868	0.929	0.986	0.706	0.791	0.847
0.917	0.931	0.96	0.991	0.922	0.953	0.988	0.912	0.952	0.991	0.804	0.86	0.905
0.958	0.965	0.98	0.995	0.961	0.976	0.994	0.956	0.976	0.995	0.902	0.93	0.952
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XX.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región P5

REGION P5												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.009	0.061	0.104	0.005	0.02	0.049	0.003	0.012	0.044	0.005	0.012	0.045
0.083	0.018	0.122	0.209	0.011	0.04	0.097	0.007	0.023	0.087	0.01	0.024	0.089
0.125	0.035	0.187	0.313	0.016	0.062	0.146	0.01	0.035	0.118	0.016	0.036	0.134
0.167	0.094	0.25	0.418	0.024	0.083	0.194	0.015	0.052	0.174	0.027	0.048	0.178
0.208	0.182	0.312	0.53	0.037	0.123	0.239	0.026	0.077	0.218	0.034	0.06	0.207
0.25	0.281	0.375	0.614	0.047	0.167	0.304	0.032	0.103	0.263	0.045	0.077	0.228
0.292	0.346	0.455	0.651	0.101	0.231	0.367	0.042	0.135	0.302	0.076	0.113	0.24
0.333	0.384	0.516	0.676	0.129	0.312	0.471	0.05	0.173	0.333	0.105	0.154	0.274
0.375	0.435	0.557	0.713	0.161	0.401	0.565	0.06	0.223	0.348	0.135	0.196	0.316
0.417	0.463	0.583	0.75	0.218	0.467	0.657	0.087	0.253	0.375	0.164	0.232	0.345
0.458	0.5	0.616	0.778	0.312	0.55	0.742	0.111	0.3	0.415	0.182	0.269	0.364
0.5	0.538	0.659	0.816	0.41	0.633	0.815	0.128	0.337	0.456	0.196	0.3	0.382
0.542	0.577	0.691	0.846	0.503	0.681	0.849	0.219	0.408	0.512	0.226	0.337	0.411
0.583	0.615	0.743	0.882	0.569	0.75	0.87	0.289	0.48	0.597	0.238	0.362	0.447
0.625	0.654	0.8	0.901	0.619	0.779	0.915	0.367	0.578	0.687	0.268	0.413	0.486
0.667	0.706	0.827	0.929	0.668	0.806	0.933	0.481	0.675	0.787	0.295	0.45	0.526
0.708	0.752	0.861	0.933	0.71	0.837	0.953	0.582	0.766	0.871	0.331	0.504	0.583
0.75	0.8	0.889	0.95	0.766	0.882	0.971	0.692	0.836	0.951	0.374	0.536	0.634
0.792	0.833	0.924	0.964	0.805	0.912	0.976	0.767	0.892	0.967	0.455	0.64	0.702
0.833	0.872	0.947	0.977	0.852	0.942	0.983	0.854	0.934	0.977	0.557	0.727	0.787
0.875	0.904	0.97	0.988	0.893	0.964	0.99	0.9	0.966	0.985	0.668	0.795	0.91
0.917	0.943	0.982	0.992	0.929	0.978	0.994	0.933	0.977	0.991	0.779	0.864	0.953
0.958	0.972	0.991	0.996	0.964	0.989	0.997	0.967	0.989	0.996	0.889	0.932	0.977
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XXI.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región P6

REGION P6												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.005	0.061	0.133	0.003	0.015	0.054	0.004	0.015	0.057	0.01	0.017	0.02
0.083	0.01	0.121	0.266	0.007	0.03	0.108	0.009	0.029	0.115	0.019	0.035	0.04
0.125	0.019	0.182	0.406	0.012	0.045	0.159	0.013	0.047	0.172	0.029	0.052	0.06
0.167	0.074	0.254	0.533	0.016	0.075	0.217	0.018	0.063	0.226	0.039	0.069	0.08
0.208	0.175	0.34	0.645	0.027	0.099	0.271	0.024	0.098	0.266	0.048	0.087	0.102
0.25	0.277	0.45	0.717	0.034	0.163	0.329	0.029	0.117	0.324	0.058	0.104	0.132
0.292	0.352	0.513	0.763	0.1	0.222	0.412	0.063	0.14	0.368	0.074	0.136	0.171
0.333	0.403	0.593	0.818	0.131	0.324	0.516	0.086	0.175	0.395	0.084	0.182	0.211
0.375	0.446	0.648	0.839	0.213	0.399	0.629	0.107	0.226	0.421	0.095	0.227	0.25
0.417	0.48	0.704	0.858	0.303	0.466	0.716	0.119	0.257	0.442	0.113	0.273	0.294
0.458	0.519	0.75	0.888	0.375	0.558	0.81	0.131	0.293	0.475	0.145	0.318	0.345
0.5	0.55	0.786	0.916	0.456	0.641	0.91	0.143	0.35	0.5	0.176	0.364	0.395
0.542	0.569	0.804	0.935	0.534	0.706	0.918	0.235	0.419	0.591	0.237	0.396	0.441
0.583	0.605	0.822	0.946	0.613	0.769	0.928	0.349	0.489	0.666	0.286	0.417	0.503
0.625	0.648	0.85	0.955	0.654	0.818	0.946	0.4	0.569	0.737	0.335	0.438	0.538
0.667	0.699	0.877	0.964	0.695	0.859	0.957	0.481	0.665	0.809	0.384	0.458	0.557
0.708	0.745	0.909	0.973	0.74	0.887	0.966	0.56	0.761	0.885	0.433	0.479	0.575
0.75	0.794	0.931	0.984	0.778	0.92	0.979	0.655	0.858	0.959	0.473	0.5	0.593
0.792	0.846	0.944	0.987	0.82	0.941	0.983	0.752	0.899	0.971	0.559	0.583	0.613
0.833	0.875	0.965	0.991	0.873	0.958	0.989	0.87	0.934	0.984	0.643	0.667	0.685
0.875	0.926	0.977	0.994	0.915	0.97	0.992	0.904	0.958	0.988	0.732	0.75	0.764
0.917	0.957	0.985	0.997	0.943	0.981	0.995	0.936	0.974	0.992	0.821	0.833	0.842
0.958	0.98	0.993	0.998	0.972	0.99	0.997	0.968	0.987	0.996	0.911	0.917	0.921
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XXII.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región S1

REGION S1												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.011	0.084	0.151	0.003	0.019	0.054	0.003	0.016	0.045	0.017	0.033	0.051
0.083	0.025	0.168	0.302	0.006	0.038	0.108	0.007	0.032	0.09	0.034	0.067	0.102
0.125	0.044	0.256	0.448	0.01	0.058	0.165	0.01	0.049	0.134	0.051	0.1	0.153
0.167	0.077	0.353	0.586	0.015	0.082	0.219	0.016	0.065	0.179	0.068	0.134	0.2
0.208	0.206	0.449	0.704	0.028	0.117	0.276	0.021	0.086	0.22	0.085	0.171	0.247
0.25	0.325	0.524	0.783	0.039	0.163	0.333	0.025	0.111	0.263	0.102	0.192	0.288
0.292	0.399	0.584	0.813	0.114	0.24	0.434	0.043	0.146	0.3	0.129	0.219	0.315
0.333	0.464	0.655	0.836	0.164	0.328	0.546	0.058	0.172	0.343	0.16	0.235	0.341
0.375	0.5	0.695	0.866	0.219	0.425	0.645	0.087	0.214	0.37	0.175	0.248	0.384
0.417	0.534	0.736	0.886	0.289	0.524	0.738	0.107	0.259	0.42	0.198	0.263	0.429
0.458	0.575	0.767	0.908	0.382	0.622	0.803	0.119	0.296	0.458	0.239	0.3	0.47
0.5	0.617	0.808	0.932	0.47	0.694	0.886	0.133	0.327	0.498	0.256	0.348	0.512
0.542	0.653	0.832	0.941	0.556	0.749	0.9	0.23	0.411	0.572	0.302	0.401	0.521
0.583	0.7	0.862	0.952	0.623	0.798	0.918	0.338	0.486	0.636	0.332	0.448	0.527
0.625	0.741	0.886	0.961	0.688	0.833	0.938	0.434	0.575	0.712	0.362	0.466	0.546
0.667	0.772	0.909	0.971	0.736	0.865	0.95	0.515	0.667	0.811	0.403	0.494	0.581
0.708	0.813	0.929	0.978	0.779	0.894	0.963	0.611	0.774	0.865	0.444	0.519	0.635
0.75	0.85	0.95	0.985	0.826	0.926	0.978	0.693	0.855	0.963	0.459	0.554	0.671
0.792	0.891	0.962	0.988	0.864	0.948	0.983	0.757	0.9	0.97	0.481	0.62	0.729
0.833	0.92	0.974	0.992	0.896	0.963	0.989	0.815	0.935	0.98	0.569	0.694	0.794
0.875	0.943	0.982	0.994	0.922	0.973	0.992	0.865	0.958	0.986	0.677	0.771	0.856
0.917	0.963	0.988	0.996	0.948	0.982	0.995	0.91	0.972	0.991	0.785	0.847	0.904
0.958	0.981	0.994	0.998	0.974	0.991	0.997	0.955	0.986	0.996	0.892	0.924	0.952
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XXIII.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región S2

REGION S2												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.009	0.076	0.147	0.003	0.02	0.055	0.004	0.021	0.048	0.005	0.008	0.041
0.083	0.02	0.152	0.294	0.007	0.039	0.109	0.009	0.042	0.095	0.01	0.016	0.083
0.125	0.031	0.243	0.431	0.012	0.058	0.162	0.015	0.062	0.143	0.014	0.024	0.124
0.167	0.083	0.33	0.57	0.019	0.079	0.215	0.023	0.083	0.19	0.019	0.032	0.159
0.208	0.19	0.413	0.668	0.031	0.114	0.264	0.031	0.109	0.23	0.024	0.044	0.199
0.25	0.286	0.487	0.761	0.043	0.158	0.319	0.042	0.139	0.267	0.029	0.066	0.238
0.292	0.366	0.548	0.795	0.089	0.235	0.41	0.063	0.171	0.304	0.039	0.1	0.246
0.333	0.429	0.628	0.83	0.115	0.333	0.528	0.09	0.211	0.333	0.06	0.126	0.261
0.375	0.463	0.667	0.859	0.178	0.423	0.613	0.115	0.245	0.386	0.068	0.151	0.302
0.417	0.5	0.708	0.877	0.219	0.514	0.709	0.136	0.278	0.417	0.078	0.175	0.33
0.458	0.545	0.741	0.902	0.299	0.599	0.78	0.16	0.314	0.457	0.086	0.2	0.35
0.5	0.583	0.773	0.928	0.429	0.667	0.869	0.182	0.358	0.487	0.095	0.225	0.371
0.542	0.635	0.797	0.937	0.51	0.73	0.892	0.271	0.433	0.566	0.133	0.282	0.412
0.583	0.678	0.822	0.946	0.576	0.769	0.911	0.344	0.5	0.647	0.172	0.324	0.455
0.625	0.712	0.851	0.961	0.641	0.812	0.934	0.4	0.589	0.725	0.21	0.372	0.499
0.667	0.745	0.879	0.97	0.695	0.85	0.95	0.506	0.673	0.817	0.248	0.436	0.558
0.708	0.789	0.897	0.975	0.744	0.887	0.965	0.602	0.75	0.888	0.287	0.499	0.613
0.75	0.826	0.928	0.986	0.787	0.92	0.979	0.691	0.842	0.958	0.325	0.551	0.649
0.792	0.857	0.948	0.988	0.834	0.94	0.987	0.77	0.899	0.968	0.438	0.623	0.708
0.833	0.891	0.969	0.993	0.871	0.957	0.991	0.84	0.926	0.977	0.55	0.701	0.766
0.875	0.921	0.978	0.996	0.899	0.969	0.994	0.882	0.95	0.987	0.663	0.776	0.881
0.917	0.947	0.986	0.998	0.931	0.979	0.996	0.921	0.968	0.993	0.775	0.85	0.967
0.958	0.974	0.993	0.999	0.966	0.99	0.998	0.961	0.984	0.997	0.888	0.925	0.984
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XXIV.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región S3.

REGION S3												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.012	0.069	0.13	0.005	0.02	0.051	0.005	0.015	0.047	0.006	0.015	0.046
0.083	0.025	0.138	0.259	0.009	0.039	0.102	0.009	0.03	0.094	0.013	0.031	0.092
0.125	0.047	0.212	0.385	0.015	0.06	0.153	0.015	0.048	0.143	0.019	0.046	0.137
0.167	0.099	0.296	0.495	0.025	0.083	0.201	0.021	0.066	0.189	0.026	0.073	0.18
0.208	0.191	0.379	0.6	0.038	0.114	0.252	0.031	0.091	0.227	0.036	0.092	0.223
0.25	0.281	0.455	0.68	0.053	0.167	0.312	0.041	0.115	0.267	0.046	0.111	0.267
0.292	0.354	0.523	0.73	0.111	0.236	0.397	0.06	0.148	0.302	0.072	0.131	0.299
0.333	0.415	0.583	0.776	0.157	0.316	0.496	0.078	0.185	0.338	0.087	0.159	0.318
0.375	0.458	0.63	0.811	0.208	0.399	0.595	0.099	0.218	0.377	0.109	0.188	0.356
0.417	0.497	0.672	0.846	0.277	0.479	0.683	0.116	0.26	0.411	0.128	0.228	0.391
0.458	0.528	0.714	0.872	0.364	0.566	0.773	0.14	0.302	0.45	0.141	0.262	0.422
0.5	0.562	0.75	0.906	0.449	0.648	0.853	0.167	0.338	0.485	0.154	0.286	0.456
0.542	0.601	0.775	0.922	0.53	0.703	0.877	0.24	0.409	0.55	0.184	0.333	0.487
0.583	0.641	0.812	0.935	0.597	0.762	0.91	0.319	0.486	0.629	0.203	0.368	0.518
0.625	0.677	0.843	0.947	0.654	0.807	0.929	0.405	0.564	0.716	0.229	0.406	0.548
0.667	0.719	0.87	0.959	0.702	0.846	0.946	0.473	0.667	0.806	0.273	0.45	0.582
0.708	0.761	0.898	0.969	0.754	0.884	0.958	0.57	0.744	0.871	0.292	0.484	0.616
0.75	0.797	0.923	0.977	0.8	0.917	0.975	0.662	0.826	0.942	0.333	0.538	0.655
0.792	0.838	0.942	0.983	0.837	0.94	0.981	0.739	0.886	0.956	0.413	0.587	0.72
0.833	0.88	0.959	0.989	0.873	0.957	0.987	0.8	0.926	0.976	0.53	0.667	0.802
0.875	0.914	0.972	0.993	0.909	0.97	0.992	0.856	0.948	0.985	0.648	0.763	0.907
0.917	0.944	0.982	0.996	0.94	0.981	0.995	0.903	0.967	0.99	0.765	0.846	0.969
0.958	0.972	0.991	0.998	0.97	0.99	0.997	0.951	0.983	0.995	0.883	0.923	0.987
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XXV.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región S4.

REGION S4												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.004	0.062	0.136	0.002	0.015	0.051	0.002	0.012	0.049	0.005	0.017	0.04
0.083	0.01	0.126	0.273	0.004	0.029	0.101	0.004	0.024	0.1	0.009	0.034	0.08
0.125	0.02	0.208	0.408	0.007	0.05	0.152	0.008	0.038	0.15	0.014	0.053	0.123
0.167	0.067	0.296	0.527	0.012	0.074	0.203	0.011	0.054	0.204	0.02	0.067	0.179
0.208	0.175	0.377	0.623	0.024	0.106	0.26	0.02	0.077	0.243	0.025	0.083	0.215
0.25	0.282	0.474	0.689	0.034	0.156	0.327	0.024	0.1	0.279	0.03	0.103	0.25
0.292	0.365	0.556	0.746	0.094	0.227	0.421	0.049	0.133	0.326	0.059	0.132	0.278
0.333	0.441	0.621	0.819	0.134	0.313	0.535	0.063	0.18	0.363	0.076	0.161	0.306
0.375	0.487	0.662	0.854	0.187	0.411	0.648	0.083	0.226	0.404	0.088	0.2	0.338
0.417	0.52	0.702	0.88	0.26	0.509	0.74	0.101	0.263	0.438	0.099	0.233	0.368
0.458	0.556	0.749	0.907	0.356	0.593	0.806	0.118	0.305	0.47	0.11	0.254	0.406
0.5	0.594	0.789	0.933	0.458	0.674	0.872	0.134	0.345	0.511	0.126	0.275	0.467
0.542	0.631	0.823	0.941	0.544	0.744	0.893	0.207	0.419	0.567	0.175	0.308	0.512
0.583	0.669	0.853	0.954	0.616	0.813	0.925	0.27	0.486	0.645	0.203	0.371	0.527
0.625	0.71	0.875	0.964	0.688	0.85	0.951	0.356	0.575	0.741	0.233	0.427	0.536
0.667	0.75	0.905	0.97	0.733	0.88	0.964	0.454	0.677	0.827	0.291	0.439	0.575
0.708	0.782	0.927	0.978	0.791	0.912	0.975	0.566	0.767	0.896	0.314	0.476	0.636
0.75	0.824	0.947	0.987	0.84	0.938	0.986	0.666	0.855	0.971	0.339	0.517	0.685
0.792	0.862	0.962	0.991	0.871	0.959	0.99	0.766	0.907	0.978	0.397	0.607	0.721
0.833	0.904	0.975	0.995	0.902	0.973	0.994	0.852	0.952	0.988	0.477	0.727	0.799
0.875	0.933	0.984	0.997	0.927	0.983	0.996	0.896	0.97	0.993	0.608	0.795	0.924
0.917	0.96	0.991	0.998	0.952	0.99	0.998	0.931	0.981	0.996	0.749	0.864	0.966
0.958	0.98	0.996	0.999	0.976	0.995	0.999	0.966	0.991	0.998	0.874	0.933	0.983
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XXVI.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región S5

REGION S5												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.006	0.064	0.116	0.004	0.018	0.055	0.004	0.014	0.041	0.002	0.015	0.034
0.083	0.012	0.129	0.232	0.009	0.035	0.108	0.007	0.027	0.081	0.005	0.029	0.069
0.125	0.036	0.198	0.353	0.015	0.056	0.159	0.012	0.042	0.119	0.009	0.045	0.11
0.167	0.09	0.273	0.455	0.022	0.083	0.206	0.017	0.059	0.153	0.012	0.061	0.152
0.208	0.18	0.344	0.543	0.039	0.116	0.245	0.025	0.078	0.194	0.015	0.078	0.191
0.25	0.269	0.414	0.629	0.053	0.166	0.31	0.033	0.111	0.229	0.023	0.094	0.231
0.292	0.347	0.482	0.698	0.107	0.227	0.409	0.056	0.143	0.269	0.056	0.141	0.272
0.333	0.401	0.551	0.753	0.159	0.305	0.491	0.068	0.176	0.305	0.068	0.175	0.32
0.375	0.459	0.607	0.779	0.218	0.381	0.606	0.087	0.211	0.35	0.096	0.206	0.39
0.417	0.499	0.65	0.814	0.287	0.47	0.691	0.104	0.252	0.392	0.107	0.25	0.43
0.458	0.528	0.684	0.846	0.353	0.55	0.772	0.127	0.294	0.43	0.117	0.286	0.468
0.5	0.562	0.718	0.88	0.45	0.628	0.846	0.142	0.334	0.48	0.127	0.339	0.506
0.542	0.611	0.755	0.897	0.537	0.699	0.871	0.201	0.397	0.56	0.179	0.36	0.527
0.583	0.658	0.79	0.919	0.596	0.768	0.908	0.278	0.483	0.641	0.218	0.384	0.549
0.625	0.693	0.819	0.93	0.657	0.817	0.929	0.356	0.571	0.742	0.239	0.429	0.563
0.667	0.727	0.86	0.942	0.711	0.852	0.943	0.437	0.661	0.818	0.275	0.464	0.576
0.708	0.766	0.891	0.96	0.758	0.886	0.956	0.54	0.76	0.882	0.325	0.523	0.595
0.75	0.8	0.922	0.977	0.811	0.916	0.974	0.623	0.837	0.957	0.375	0.552	0.624
0.792	0.835	0.947	0.981	0.849	0.94	0.981	0.712	0.893	0.967	0.426	0.621	0.715
0.833	0.875	0.962	0.987	0.887	0.959	0.987	0.796	0.927	0.981	0.52	0.697	0.799
0.875	0.914	0.974	0.991	0.915	0.971	0.991	0.851	0.954	0.987	0.64	0.769	0.9
0.917	0.944	0.985	0.995	0.943	0.981	0.994	0.897	0.971	0.993	0.76	0.846	0.974
0.958	0.972	0.992	0.997	0.972	0.991	0.997	0.948	0.986	0.996	0.88	0.923	0.987
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo XXVII.

Coefficientes de duración adimensionales de las curvas Huff para cada clasificación y para las probabilidades de ocurrencia de 10%, 50% y 90% para la región SD.

REGION SD												
Duración (%)	Cuartil I			Cuartil II			Cuartil III			Cuartil IV		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%	10%	50%	90%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.042	0.009	0.078	0.152	0.002	0.016	0.059	0.003	0.015	0.053	0.003	0.019	0.041
0.083	0.021	0.159	0.304	0.005	0.033	0.117	0.006	0.032	0.107	0.007	0.038	0.082
0.125	0.047	0.247	0.452	0.009	0.051	0.176	0.01	0.049	0.164	0.01	0.056	0.123
0.167	0.106	0.337	0.604	0.013	0.074	0.232	0.014	0.069	0.213	0.013	0.075	0.163
0.208	0.218	0.433	0.715	0.026	0.105	0.288	0.023	0.091	0.257	0.021	0.094	0.204
0.25	0.314	0.52	0.792	0.034	0.157	0.344	0.03	0.114	0.3	0.025	0.129	0.245
0.292	0.378	0.589	0.822	0.079	0.235	0.437	0.044	0.146	0.335	0.053	0.153	0.295
0.333	0.436	0.667	0.857	0.103	0.325	0.572	0.06	0.179	0.357	0.079	0.177	0.329
0.375	0.483	0.703	0.874	0.159	0.41	0.683	0.075	0.229	0.393	0.088	0.228	0.388
0.417	0.517	0.751	0.893	0.239	0.5	0.77	0.088	0.265	0.426	0.108	0.259	0.434
0.458	0.554	0.796	0.916	0.357	0.595	0.838	0.105	0.311	0.46	0.123	0.289	0.481
0.5	0.586	0.831	0.948	0.461	0.682	0.915	0.128	0.346	0.5	0.137	0.326	0.504
0.542	0.621	0.854	0.959	0.548	0.745	0.932	0.19	0.409	0.572	0.158	0.346	0.55
0.583	0.657	0.877	0.967	0.617	0.812	0.953	0.263	0.497	0.656	0.162	0.364	0.58
0.625	0.685	0.892	0.973	0.688	0.852	0.967	0.36	0.583	0.741	0.184	0.4	0.599
0.667	0.727	0.912	0.979	0.75	0.885	0.974	0.442	0.689	0.826	0.213	0.435	0.62
0.708	0.776	0.933	0.983	0.789	0.917	0.981	0.548	0.793	0.9	0.227	0.476	0.641
0.75	0.82	0.951	0.988	0.833	0.946	0.989	0.674	0.879	0.969	0.238	0.525	0.66
0.792	0.874	0.967	0.992	0.862	0.964	0.992	0.778	0.922	0.979	0.354	0.592	0.721
0.833	0.909	0.978	0.995	0.898	0.977	0.995	0.838	0.956	0.987	0.47	0.669	0.777
0.875	0.935	0.986	0.997	0.924	0.984	0.997	0.878	0.97	0.992	0.588	0.752	0.908
0.917	0.963	0.992	0.998	0.95	0.99	0.998	0.928	0.981	0.996	0.725	0.834	0.967
0.958	0.982	0.996	0.999	0.975	0.995	0.999	0.964	0.991	0.998	0.863	0.917	0.984
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1