

Determinación de caudales máximos aplicando el modelo HEC-HMS en la cuenca del río Mala

[Modelo de Proyecto de Tesina para optar el Grado de Bachiller]

Carlos Valuis Flores*
Marcelo Rojas Cairampoma**

*Pre Graduando en Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Seminario Tesis I. 2020-I.

**Profesor Visitante en la Universidad Nacional Agraria La Molina. marcelorojas@lamolina.edu.pe

| | | |
|---|--|---|
|  | <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA Departamento Académico de Recursos hídricos Seminario de Tesis I Julio 2020 SILABO</p> |  |
| <p>Resumen. “Gestionar el pensamiento complejo en la competencia y calidad de la investigación formativa y científica en la génesis de los conocimientos, mediante el método Gestión holística de los conocimientos científicos (GEHOCOCI) plasmada en la correcta Redacción científica y confrontada en protocolos <i>ad hoc</i>, para calificar: Estructura, Argumento, Sustento bibliográfico, Lenguaje científico e Identidad (EASLI) y, Estructura, Argumento, Lenguaje científico e Identidad (EALI); como medios para la formulación y elaboración de un Proyecto de Tesis de Grado personal, sustentable y defendida en el ámbito del aprendizaje invertido de la asignatura, mediante la activa coevaluación y coparticipación en el aprendizaje, sincrónica y asincrónica, concerniente al campo de la Ingeniería Agrícola; sistematizándolo y contextualizándolo en la ecología del episteme multidisciplinario de las características geográficas, económicas y socioculturales del Perú”.</p> | | |
| <p>Agradecimiento: Al Aula de Seminario de Tesis 2020-I (Modalidad virtual) de la UNALM; por el desarrollo compartido del Proyecto, en el contexto del aprendizaje invertido del pensamiento y la gestión de los conocimientos científicos. Así como también al Profesor Adscrito Vicente Rojas Rojas, por el aporte estadístico.</p> | | |

I. Resumen

Luego de haber analizado e investigado los problemas existentes en el Perú, país con un alto riesgo por inundación, se llega al presente proyecto, en el que se evaluará la cuenca del río Mala, cuenca cuyas áreas de cultivos han sido afectadas constantemente por inundaciones debido a acontecimientos extraordinarios como el fenómeno El Niño, esto se debe a que no se calcula de forma correcta los caudales máximos, en consecuencia no se plantean defensas ribereñas que protejan eficientemente estas áreas de cultivo. Para esto se realizará un modelamiento hidrológico mediante el modelo HEC-HMS para

determinar caudales máximos, utilizando información pluviométrica y un modelo de elevación digital, estos resultados se utilizarán como insumo para que en un futuro proyecto se realice un modelamiento hidráulico, de esta forma se podrá hallar las posibles áreas inundadas, finalmente se podrán plantear soluciones ante esta problemática. El presente proyecto se llevará a cabo en el 2021 y el costo total es de 3 193 soles.

Palabras claves: Universidad | Tesina | Ingeniería Agrícola | Caudales | Modelamiento hidrológico | Cuenca | Perú.

II. Problema de investigación

El Perú es un país afectado por la corriente de El Niño. Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2014), El Niño provoca anomalías en el comportamiento de temperatura y lluvias, esto genera caudales máximos, caudales no calculados correctamente al momento de diseñar estructuras hidráulicas. El Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN, 2017) afirma que, en el 2017 los puentes destruidos fueron 449 a lo largo del Perú y se perdieron 39,705 Has. de cultivo. Asimismo, las plantas de tratamiento colapsaron lo que generó un desabastecimiento de agua potable.

La cuenca del río Mala ha sido afectada por distintos fenómenos climatológicos a lo largo del tiempo, siendo el más preocupante y más agresivo el fenómeno de El Niño del año 2017. El Instituto Nacional de Defensa Civil (2017) afirma que, en 2017 ocurrió una rotura de la defensa ribereña del río Mala, produciéndose inundaciones en las zonas de San José del Monte y Santa Rosa del Huarangal.

Según el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2017), la inundación ocurrida en el año 2017 afectó tierras de cultivo, viviendas en ambos márgenes del río lo que generó un impacto negativo en la economía de los pobladores.

Cabe mencionar que, en enero del 2018, ocurrió un desborde del río Mala por su margen izquierda, afectando 15 hectáreas de cultivo de manzana y a más de 180 agricultores. Esto se debe a que las autoridades no tomaron las medidas respectivas para evitar estas desgracias. Según Jimmy Valladares (2018), este suceso se dio debido a la falta de reforzamiento de los muros de contención.

Una alternativa para evitar tanto inundaciones como daños a las estructuras hidráulicas es realizar un estudio hidrológico. Mediante el modelo Hec-Hms se podrá calcular los caudales máximos, según Diskin (1970) un modelo es un sistema simplificado que se utiliza para representar sistemas de la vida real y pueden ser sustitutos de los sistemas reales para ciertos propósitos.

Formulación del Problema: ¿En qué medida incide el modelo matemático Hec-Hms en la estimación de caudales máximos?

III. Objetivo

2.1. Objetivo General:

Determinar mediante el modelo HEC-HMS, los caudales máximos para diferentes tiempos de retorno del río Mala, en el año 2021. Basado en la matriz formulada en Rojas, 2020a, pag 51.

2.2. Objetivos Específicos:

- 1) Identificar los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Mala.
- 2) Realizar el tratamiento de información de la información de precipitación máxima 24 horas.
- 3) Analizar las frecuencias de ocurrencia de las precipitaciones máximas 24 horas.
- 4) Calcular el caudal de diseño para distintos periodos de retorno.
- 5) Determinar los hidrogramas de diseño para distintos periodos de retorno.

IV. Matriz de consistencia:

Basado en el modelo multivariado: Problema, Objetivos, Variables y Operacionalización de variables (Rojas, 2020b, pag 53).

| Matriz de consistencia | | | | | | |
|--|--|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|--|---|
| Problema | Objetivos | Variables | Operacionalización de Variables | | | |
| | | | Indicador | Instrumento | Escala | Fuente |
| ¿En qué medida incide el modelo matemático Hec-Hms en la estimación de caudales máximos? | O.G: Determinar mediante el modelo HEC-HMS, los caudales máximos para diferentes tiempos de retorno del río Mala, en el año 2021. | Caudales máximos | Tormen- tas | Software HEC-HMS | m ³ /s Cuantía de caudal | Precipita- ciones |
| | O.E1: Identificar los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Mala. | Parámetros geomorfológicos | Topogra- fía | Software HEC-Geo HMS | msn m | Modelo de Elevación Digital (DEM) |

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------------|--|----------------------|----------------------------|------------------------|
| | O.E2: Realizar el tratamiento de información de la información de precipitación máxima 24 horas. | Precipitación máxima 24 horas | Nivel de precipitación | Software Arc Map | mm | Estación meteorológica |
| | O.E3: Analizar las frecuencias de ocurrencia de las precipitaciones máximas 24 horas. | Modelo de distribución | Prueba de bondad por el método de Kolmogorov | Software HIDROGNOMON | Aceptado o No Aceptado | Estación meteorológica |
| | O.E4: Calcular el caudal de diseño para distintos periodos de retorno. | Caudal de diseño | Tormentas | Software HIDROGNOMON | mm Diario, mensual o anual | Estación meteorológica |
| | O.E5: Determinar los hidrogramas de diseño para distintos periodos de retorno. | Hidrograma de diseño | Tiempo de precipitación | Software Excel | mm/h | Registro de tormentas |

V. Justificación

Basado en la estructura de Rojas, 2020c, pag 48.

En la cuenca del río Mala, la agricultura y la ganadería son el pilar de la economía de los pobladores, donde la producción de cultivos está compuesta por el cultivo de maíz de grano, vid, camote, plátano, entre otros. Asimismo, en la cabecera del valle, se cría ganado ovino, equino, porcino y caprino, mientras que, en la parte baja de la cuenca se dedican a la crianza de ganado vacuno. (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2015)

Ante la incertidumbre de conocer los caudales máximos que podrían generar una inundación, el presente estudio se enfocará en realizar un análisis hidrológico para poder obtener estos caudales, con el uso del modelo matemático HEC-HMS, de esta forma se puede plantear en un futuro un análisis hidráulico para determinar las áreas inundadas en un evento extraordinario de precipitación. A partir de estos estudios podrá plantear medidas preventivas para que no vuelvan a ocurrir estas pérdidas materiales y humanas que ocurrieron en el año 2017.

Cabe resaltar que, el presente estudio tiene relación con el sexto principio de aquellos que rigen la Inversión Responsable en la Agricultura [IAR/FAO: Sexto principio: “Conservar y ordenar de forma sostenible los recursos naturales, aumentar la resiliencia y reducir el riesgo de catástrofes” (<http://www.fao.org/3/a-au866s.pdf>)]. Dado que, se hallará caudales máximos de diseño cuya finalidad es la de evitar posibles catástrofes.

Es necesario aclarar que, las zonas de cultivo de la cuenca, se encuentran ubicados a orillas del río Mala siendo este un problema debido a que cada año ocurren desbordes por crecidas de río. A partir de los caudales máximos se podrá preparar un mapa de inundación, en consecuencia, se podrá preparar a la población, de esta forma se podrá evitar tanto pérdidas materiales como pérdidas económicas.

VI. Revisión de literatura

5.1. Antecedentes o Intertextualidad de la investigación

5.1.1. Investigaciones internacionales

En la Maylanco, Bolivia, Angulo et al. (2018), realizó la modelación hidrológica de dicha cuenca con el software HEC-HMS. Se realizó una recopilación de datos de precipitación entre los años 1980 y 2016, luego se validaron estos datos, se diseñaron mapas temáticos, tanto del tipo de suelo como del uso del mismo. Los tiempos de retorno establecidos fueron de 2, 25, 50, 75 y 100 años, con estos años se ejecutó el modelo para obtener caudales máximos. Asimismo, se realizó una calibración, es decir se comparó los resultados obtenidos del modelo con los resultados registrados en campo y se obtuvo una diferencia del 9 % lo cual es aceptable. Finalmente, se obtuvieron caudales de diseño mediante el modelamiento hidrológico para tiempos de retorno específicos.

En la cuenca del río Chapingo, México, Montiel et al. (2019), realizó una evaluación del escurrimiento superficial de los modelos de Curva Numérica (SCS-CN) y Green-Ampt (GA) con el objetivo de evaluar el grado de ajuste entre ambos modelos, los cuales producen hidrogramas de escurrimiento directo en cuencas no aforadas, estos modelos se realizaron en el software HEC-HMS. Asimismo, estos modelos necesitan una calibración, sin embargo, no se calibraron con el propósito de identificar el potencial de los modelos como herramienta de apoyo para estimar el escurrimiento superficial en cuencas no aforadas. A partir de esta investigación, se concluyó que, el modelo SCS-CN resultó más preciso que el modelo GA con respecto a la estimación del volumen escurrido, mientras que, el modelo de GA fue más preciso en la estimación del gasto pico.

En la microcuenca del río Chaquilcay, Ecuador, Duque et al. (2019), realizó un modelamiento hidrológico de dicha cuenca mediante el software HEC-HMS. Se utilizaron curvas de intensidad, duración y frecuencia (IDF) con la finalidad de obtener hietogramas de diseño. Además, se utilizaron distintos programa para obtener los parámetros

geomorfológicos de dicha cuenca. Se establecieron tiempos de retorno de tal forma que se halle caudales máximos mediante el software HEC-HMS. Cabe mencionar que, se ajustaron los valores hallados en la primera modelación, mediante la curva número, de tal forma que, se obtuvieron valores más aproximados a los caudales obtenidos mediante el análisis de frecuencia a tiempos de retornos iguales.

5.1.2. Investigaciones nacionales

Chagua (2018), estudió las posibles inundaciones en el distrito de Calango, se utilizó como insumos principales el modelo de elevación digital (DEM) y los datos precipitación pluvial de estaciones meteorológicas, estos datos fueron analizados y corregidos para realizar una modelación hidrológica mediante el modelo matemático HEC-HMS. Además, se generó un mayor alcance de inundación utilizando el valor más conservador de la curva número, de esta forma se obtiene un mapa de inundaciones mejor detallado y más conservador. Asimismo, se utilizó el método de Temez para la obtención del tiempo de concentración, este método se ajusta mejor a la cuenca de estudio, dadas las características de la cuenca, estas no fueron muy exactas debido a que no se realizó un estudio topográfico. Sin embargo, este estudio cumplió con su finalidad, la cual fue crear un mapa de inundación para prevenir pérdidas económicas, pérdidas de áreas de cultivo y pérdidas humanas.

En la localidad de Borogueña, Tacna, Parillo (2014), realizó un modelamiento hidrológico con la finalidad de hallar caudales máximos de diseño, el insumo principal fue las precipitaciones máximas en 24 horas y el software utilizado fue el HEC-HMS. A partir, de estos caudales, se plantea el diseño estructuras de protección, este estudio es necesario debido a la presencia de cantos rodados, los cuales generan una erosión en el lugar de estudio. Además, se obtuvieron caudales de diseño correspondiente a cada quebrada en estudio, y se planteó construir plantones forestales y diques de control. Asimismo, se recomienda realizar un estudio de suelos para una mayor exactitud.

5.1.3. Investigaciones Locales

En la Universidad Nacional Agraria La Molina, Pasapera (2019), estudió la influencia del caudal en la calidad del agua en la parte baja del río Lurín. Para realizar este estudio se necesitó información hidrológica, sin embargo, ante la ausencia de dicha información, se utilizó el programa HEC-HMS. Se utilizó el modelo de precipitación-escorrentía de dicho programa, y generó los caudales de avenida para los periodos de retorno de 100, 200 y 500 años, se realizó una calibración de HEC-HMS y luego se analizó la información de calidad del agua en la parte baja del río Lurín con el ECA del agua (categorías 1 y 3). Finalmente, los resultados obtenidos indican que, en las tres últimas estaciones de monitoreo se obtuvo una relación negativa entre el caudal y los parámetros de conductividad eléctrica, potencia de hidrógeno, demanda bioquímica y sólidos totales, la presencia de un mayor caudal disminuye la concentración de estos en un 69 %.

Cardich (2017), determinó las áreas inundadas mediante una modelación hidrológica, con el software HEC-HMS, para obtener caudales de máximas avenidas para ciertos tiempos de retorno. A partir de estos datos se realizó una modelación hidráulica, utilizando el software HEC-RAS, en el tramo más vulnerable de la cuenca del río Lurín. Se utilizó información cartográfica e información pluviométrica para determinar los caudales máximos. Estos caudales fueron utilizados para la modelación hidráulica, esta modelación se realizó con información topográfica obtenida de un levantamiento elaborado en época de estiaje. A partir de los caudales máximos hallados se realizó la simulación con HEC-RAS 2D en flujo no estacionario. Finalmente, el resultado de la modelación hidráulica obtenida fue que, las áreas inundadas fueron 149, 174 y 189 ha, para 100, 200 y 500 años, respectivamente.

5.1.4. Análisis y síntesis de los antecedentes

En los trabajos de investigación mencionados anteriormente, utilizaron el modelo matemático HEC-HMS para poder hallar caudales máximos o caudales de diseño a distintos periodos de retorno, este modelo tuvo

que ser calibrado con el parámetro Curva Número (CN), en donde este parámetro depende del tipo de uso de suelo, en consecuencia en todos los lugares que se va a realizar una modelación hidrológica se debe realizar su previa calibración. Asimismo, a partir de estos datos se puede realizar una modelación hidráulica y obtener las áreas inundadas, y un análisis de vulnerabilidad en ciertos elementos estructurales.

VII. Hipótesis

6.1. Hipótesis General

El modelo matemático HEC-HMS predice de forma correcta los caudales máximos del río Mala.

VIII. Material y Método

7.1. Ubicación del área de estudio

La presente investigación se realizará el año 2021, en la cuenca del río Mala, Perú, la cual limita por el norte con las cuencas del río Rímac, Lurín y Chilca, por el oeste con el Océano Pacífico, por el sur con las cuencas del río Cañete y Omas.

Geolocalización:

- Coordenadas Geográficas

| | Mínimo | Máximo |
|-----------------------|-------------|-------------|
| Longitud Oeste | 76° 33' 59" | 76° 5' 14" |
| Latitud Sur | 12° 22' 37" | 12° 48' 19" |

- Coordenadas UTM Zona 18

| | Mínimo | Máximo |
|-----------------------|-----------|-----------|
| Metros Este | 329 988 | 381 919 |
| Metros Norte | 8 583 908 | 8 631 477 |
| Altitud (msnm) | 0 | 4600 |

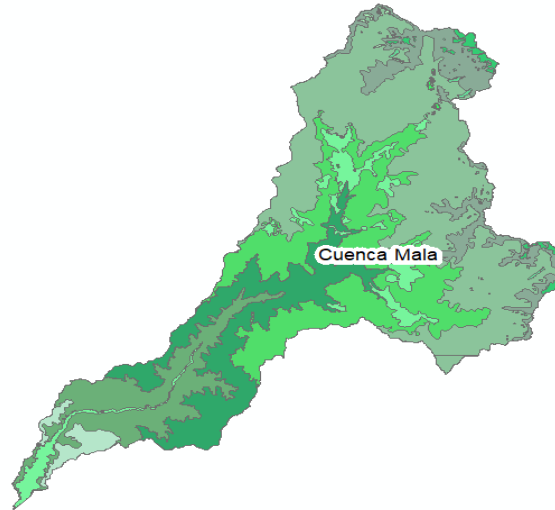


Fig 1. Cuenca del río Mala

7.2. Materiales

7.2.1. Información espacial

Las fuentes principales de información espacial serán:

- Modelo de Elevación Digital del catálogo de imágenes del Instituto Nacional de Investigación Espacial de Brasil.
- Mapa de cobertura del sistema de información geográfica del Ministerio del Ambiente (MINAM).

7.2.2. Información pluviométrica

La información pluviométrica será obtenida a partir de la base de datos PISCO administrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Asimismo, se recolectará información pluviométrica mensual de estaciones que pertenecen a la cuenca del río Lurín y las que no pertenecen a esta cuenca.

7.2.3. Curva Número (CN)

Este parámetro se utilizará para la calibración del modelo hidrológico, el mapa de Curva Número se obtendrá del Geoportal de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) con la finalidad de garantizar resultados confiables.

7.2.4. Herramientas computacionales

Las principales herramientas computacionales serán:

- ArcGis 10.5
- HEC-HMS
- Microsoft Office
- Hydrognomom

7.3. Método

7.3.1. Tipo de investigación:

La investigación es de Tipo analítica longitudinal retrospectiva – prospectiva; de acuerdo a la clasificación de Rojas, 2015.

7.3.2. Diseño procedimental

Basado en el arreglo multifactorial de las variables de investigación (Rojas, 2020c, pag 65)

| Título: Determinación de caudales máximos aplicando el modelo HEC-HMS en la cuenca del río Mala | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|
| Diseño procedimental y factorial 5 x 1 | | | | | |
| Variable X / M | O.G: Determinar mediante el modelo HEC-HMS, los caudales máximos para diferentes tiempos de retorno del río Mala, en el año 2021. | | | | |
| | OE1: Identificar los parámetros geomorfológicos de la cuenca del río Lurín. | OE2: Realizar el tratamiento de información de la información de precipitación máxima 24 horas para la cuenca del río Mala. | OE3: Analizar las frecuencias de ocurrencia de las precipitaciones máximas 24 horas. | OE4: Calcular el caudal de diseño para distintos periodos de retorno. | OE5: Determinar los hidrogramas de diseño para distintos periodos de retorno. |
| Modelo de Elevación Digital | Software Arcmap | Precipitación máxima de 24 horas | | | |
| | | Análisis de consistencia | Prueba de bondad de Kolmogorov | Software Hydrognomon | Software HEC-HMS |
| | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 |

Una prueba de bondad de ajuste de un modelo estadístico, es una prueba en la cual H_0 es que el modelo es verdadero y H_1 no lo es. De esta forma asumiendo que las observaciones son independientes y siguen una distribución común (por sus siglas en ingles) F . La hipótesis nula es $H_0: F_0 \equiv F$ y la hipótesis alternativa es $H_1: F_0 \neq F$.

Para el caso de intensidad homogénea, cualquier función espacial puede ser usada, incluyendo datos observados y funciones construidas artificialmente. Diferentes elecciones de Z cambian la sensibilidad de los diferentes tipos de partida de las hipótesis nulas. La covariable Z es evaluada en cada punto de los datos $z_i = Z(x_i)$ y la función de distribución acumulada $F(z)$ de estos valores es calculada.

La discrepancia entre $F(z)$ y $F_0(z)$ es entonces medida usando la estadística Kolmogorov – Smirnov. (Porras, 2017).

IX. Cronograma y presupuesto de gastos del proyecto de tesis

| Actividad | Temporario en semanas | | | | | | | | | | | Presupuesto (S/.) |
|--|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------------------|
| | 1ra | 2da | 3ra | 4ta | 5ta | 6ta | 7ma | 8va | 9na | 10ma | 11va | |
| 1 Tema de investigación | | | | | | | | | | | | 220 |
| 1.1 Búsqueda del tema de interés | | | | | | | | | | | | 80 |
| 1.2 Elección del tema de investigación | | | | | | | | | | | | 80 |
| 1.3 Formulación del título | | | | | | | | | | | | 60 |
| 2 Planteamiento del problema | | | | | | | | | | | | 280 |
| 2.1 Identificación del problema | | | | | | | | | | | | 80 |
| 2.2 Caracterización del problema | | | | | | | | | | | | 100 |
| 2.3 Formulación del problema | | | | | | | | | | | | 100 |
| 3 Revisión bibliográfica | | | | | | | | | | | | 200 |
| 4 Operatividad teórica | | | | | | | | | | | | 350 |
| 4.1 Objetivo general y específicos | | | | | | | | | | | | 100 |
| 4.2 Matriz de consistencia | | | | | | | | | | | | 250 |
| 5 Justificación y Marco teórico | | | | | | | | | | | | 230 |
| 5.1 Validez externa del estudio | | | | | | | | | | | | 80 |
| 5.2 Antecedentes de la investigación | | | | | | | | | | | | 150 |
| 6 Metodología | | | | | | | | | | | | 250 |
| 6.1 Material | | | | | | | | | | | | 100 |
| 6.2 Métodos | | | | | | | | | | | | 150 |
| 7 Cronograma y presupuesto | | | | | | | | | | | | 100 |
| 8 Sustentación | | | | | | | | | | | | 150 |
| Total de gastos | | | | | | | | | | | | 1680 |

IX. Presupuesto de la ejecución del proyecto

| Descripción | | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (S/.) | Precio Parcial (S/.) | Subtotal (S/.) |
|-----------------------------|-----------------------------|--------|----------|-----------------------|----------------------|----------------|
| 1 | Insumos | | | | | 70 |
| 1.1 | Información pluviométrica | Unidad | 1 | 70 | 70 | |
| 1.2 | Modelo de Elevación Digital | Unidad | 1 | 0 | 0 | |
| 2 | Software - Hardware | | | | | 3000 |
| 2.1 | Laptop | Unidad | 1 | 3000 | 3000 | |
| 2.2 | Qgis | Unidad | 1 | 0 | 0 | |
| 2.3 | HEC-HMS | Unidad | 1 | 0 | 0 | |
| 2.4 | Hydrognomon | Unidad | 1 | 0 | 0 | |
| 3 | Otros | | | | | 123 |
| 3.1 | Memoria USB | Unidad | 1 | 98 | 98 | |
| 3.2 | Papel bond | Millar | 1 | 15 | 15 | |
| 3.3 | Libreta de apuntes | Unidad | 1 | 10 | 10 | |
| Total financiamiento | | | | | | 3193 |

X. Bibliografía

Angulo, M y Saavedra, O. (2018). Modelación hidrológica de la cuenca maylanco utilizando hec-hms. Centro de Investigación en ingeniería Civil y Ambiental (CIICA). Maylanco, Bolivia. (p. 56 - 67)

Aparicio Mijares, F. (1992). Fundamentos d hidrolología de superficie. Editorial Limusa S.A.

Autoridad Nacional del Agua. (2015). Evaluación de Recursos Hídricos en las cuencas Mala, Omas y Chilca.

Cardich, K. (2017). Modelación de máximas avenidas en la cuenca del río Lurín utilizando modelos hidrológico hidrológico e hidráulico. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria la Molina.

Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. (2020). Manual de referencia técnica de HEC-HMS: Clasificación del modelo.

<https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmstrm/primer-on-models/model-classification>

Chagua, J. (2018). Estudio de inundación de la zona correspondiente al distrito de Calango, provincia de Cañete, departamento de Lima, Mediante el uso de los

- modelos matemáticos HEC-HMS y HEC-RAS. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chereque, W. (2003). Hidrología para estudiantes de ingeniería civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. (p. 159-183).
- Duque, P.; Patiño, D.; López, Xavier. (2019). Evaluación del Sistema de Modelamiento Hidrológico HEC-HMS para la Simulación Hidrológica de una Microcuenca Andina Tropical. Centro de Investigación en Biotecnología Ambiental (INBIAM). Ecuador.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2017). Evaluación geológica de las zonas afectadas por el niño costero 2017 en las regiones Lima-Ica.
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2017). Boletín estadístico virtual de la gestión reactiva
<https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201708091706381.pdf>
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2017). Compendio estadístico del INDECI 2017.
<https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201802271714541.pdf>
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2017). Estado Situacional de la Emergencia.
http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/emergencias/Evaluacion/Reporte/rpt_eme_situacion_emergencia.asp?EmergCode=00083818&expand=1
- Montiel, R.; Prado, J.; Vázquez, M.; Ibáñez, L; Pascual, F. (2019). Evaluación del escurrimiento superficial de los modelos de Curva Numérica y Green-Ampt en la cuenca río Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. México, México.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). Principio para la inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios.
<http://www.fao.org/3/a-au866s.pdf>
- Palomino, Y. (2015). Los recursos hídricos de la cuenca del río Lurín.
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/0F8D539D66CD95C60525805200754373/\\$FILE/83_INFTEM150_2014_2015_ASI_DIDP_CR_recurso_hidricos.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/0F8D539D66CD95C60525805200754373/$FILE/83_INFTEM150_2014_2015_ASI_DIDP_CR_recurso_hidricos.pdf)

Parillo, Y. (2014). Modelamiento hidrológico usando HEC-HMS para proyectar defensas contra avenidas en la localidad de Borogueña-Tacna. (Tesis de grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman de Tacna.

Pasapera, L. (2019). Influencia del caudal en la calidad del agua en la parte baja del río Lurín. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria la Molina.

Porras C, J. 2017. Pruebas No Paramétricas Usando R. Edit. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, 300 p.

Rojas, C.M. (2020a). Gestión holística de la Redacción científica. https://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/gestion_de_la_redaccion_cientifica_2020_pdf.pdf.

Rojas, C.M. (2020b). Gestión holística de la Redacción científica. https://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/gestion_de_la_redaccion_cientifica_2020_pdf.pdf

Rojas, C.M. (2020c). Gestión holística de la Redacción científica. https://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/gestion_de_la_redaccion_cientifica_2020_pdf.pdf

Rojas, C.M. (2015). Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. Rev. Elect. vet. 16(01). <https://www.redalyc.org/pdf/636/63638739004.pdf>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2014). El fenómeno EL NIÑO en el Perú. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/07/Dossier-El-Ni%C3%B1o-Final_web.pdf

Anexo

Declaración ética Anti plagio

3.0%

PlagScan by Original Resultados del Análisis de los plagios del 2020-10-16 09:06 UTC
verificar 2.docx

Fecha: 2020-10-16 09:04 UTC

* Todas las fuentes 3 | Fuentes de internet 3

- [0] tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/7732/1/TFGRuiz_Sancho_Luis_Antonio.pdf
1.0% 4 resultados
- [1] www.researchgate.net/publication/338419303_Evaluacion_del_Sistema_de_Modelamiento_Hidrologico_HEC-HMS_para_la_Simulacion
1.5% 3 resultados
- [2] www.fao.org/family-farming/detail/en/c/326712/
0.7% 2 resultados

6 páginas, 1908 palabras

Nivel del plagio: 3.0% seleccionado / 3.0% en total

8 resultados de 3 fuentes, de ellos 3 fuentes son en línea.

Configuración

Directiva de data: *Comparar con fuentes de internet, Comparar con documentos propios*

Sensibilidad: *Media*

Bibliografía: *Considerar Texto*

Detección de citas: *Reducir PlagLevel*

Lista blanca: --