



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

Modelamiento de la ocurrencia de valores extremos de precipitación aplicando Autómatas Celulares

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE	RECURSOS HIDRICOS	CIENCIAS NATURALES

3. Duración del proyecto (meses)

12

4. Tipo de proyecto

<u>Individual</u>	☒
<u>Multidisciplinario</u>	☐
<u>Director de tesis pregrado</u>	☐

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	FLORES BARRIGA MIGUEL ANGEL
Escuela Profesional	INGENIERIA AGRÍCOLA
Celular	951920981
Correo Electrónico	maflob3@gmail.com

- I. Título (El proyecto de tesis debe llevar un título que exprese en forma sintética su contenido, haciendo referencia en lo posible, al resultado final que se pretende lograr. Máx. palabras 25)

Modelamiento de la ocurrencia de valores extremos de precipitación aplicando Autómatas Celulares

- II. Resumen del Proyecto de Tesis (Debe ser suficientemente informativo, presentando -igual que un trabajo científico- una descripción de los principales puntos que se abordarán, objetivos, metodología y resultados que se esperan)

La presencia del Calentamiento Global y el Cambio Climático y sus principales efectos e impactos en la agricultura mundial. A su vez su directa relación con los cambios en los patrones climáticos reflejado en fenómenos como la sequía y heladas. El término sequía describe una amplia gama de situaciones cuyo factor común es la presencia de agua en cantidades menores a lo "normal", debe tenerse presente que la sequía, como tal, es uno más de los múltiples componentes climáticos naturales, que se presenta o puede hacerlo en cualquier



tiempo y lugar, llevando consigo la alteración de las condiciones habituales medias. Una de las consecuencias más evidentes y potencialmente desastrosas de la sequía es el déficit de agua, un factor totalmente artificial, antropogénico, producto y efecto de las actividades humanas

El objetivo de este estudio es comprobar la utilidad de la técnica de Autómatas Celulares (A.C.) para describir la ocurrencia de extremos de precipitación. Las series temporales de precipitación presentan algunos grados de periodicidad o fluctuaciones debidas a variabilidad climática natural. Una vez filtradas estas componentes mediante técnicas espectrales, aplicamos el modelo propuesto de A.C. a la serie residual con el fin de caracterizar las rachas secas y húmedas. Este método va a simular dos estados para excesos de precipitación, el estado 0 se corresponde con precipitaciones inferiores al percentil 75, mientras que el estado 1 para las superiores al percentil 75. De forma análoga procedemos para caracterizar rachas de precipitación escasa, consideraremos estado 0 para precipitaciones superiores o igual al percentil 25 y estado 1 para precipitaciones inferiores a dicho percentil. Establecer el grado de porcentaje de error aceptable de los modelos basados en Autómatas Celulares.

III. Palabras claves (Keywords) (Colocadas en orden de importancia. Máx. palabras: cinco)

Autómata celular, precipitación, variabilidad climática.

IV. Justificación del proyecto (Describa el problema y su relevancia como objeto de investigación. Es importante una clara definición y delimitación del problema que abordará la investigación, ya que temas cuya definición es difusa o amplísima son difíciles de evaluar y desarrollar)

El Calentamiento Global y Cambio Climático y sus principales efectos e impactos en la agricultura mundial. A su vez su directa relación con los cambios en los patrones climáticos reflejado en fenómenos como la sequía y heladas. El fenómeno del cambio climático es un tema que se viene estudiando por décadas debido a los evidentes cambios en los patrones climáticos producto del calentamiento global y efecto invernadero. Según los últimos estudios realizados a nivel nacional, se prevé que hacia 2050 no sólo viviremos en un mundo más caluroso, menos lluvioso, más propenso a tormentas y con más días nublados. Junto con esto, una serie de paisajes se modificarán debido a la menor disponibilidad de agua y el avance de las zonas áridas, trasladando cultivos desde la zona central hacia el sur y disminuyendo la cobertura de nuestros bosques (Y. Zhang et al., 2019).

El término sequía describe una amplia gama de situaciones cuyo factor común es la presencia de agua en cantidades menores a lo "normal", debe tenerse presente que la sequía, como tal, es uno más de los múltiples componentes climáticos naturales, que se presenta o puede hacerlo en cualquier tiempo y lugar, llevando consigo la alteración de las condiciones habituales medias. Una de las consecuencias más evidentes y potencialmente desastrosas de la sequía es el déficit de agua, un factor totalmente artificial, antropogénico, producto y efecto de las actividades humanas (Gutiérrez, Ochoa, & Velasco, 2005).

Las observaciones de precipitación muestran una gran variabilidad, con periodos de sequía y de inundaciones que conllevan consecuencias muy perjudiciales para la agricultura. Numerosos trabajos tratan de modelar y predecir el



comportamiento de la precipitación con resultados no satisfactorios para la ocurrencia de los extremos pluviométricos. Por otra parte, la distribución frecuencial de los datos de precipitación nos indica que además de cambiar los valores medios se está produciendo un cambio de variabilidad relacionan estos cambios con la intensificación de los gases de efecto invernadero.

En este trabajo analizamos la ocurrencia de valores extremos de la precipitación mediante la técnica estadística de Automatas Celulares (CA). Las series de precipitación contienen variaciones estacionales e interanuales cuyo origen está en la propia naturaleza del clima y que debemos filtrar previamente a la aplicación del método CA, las fluctuaciones cuasi-periódicas pueden considerarse como componentes conservativas del clima. Las series residuales deben incluir los extremos climáticos cuyas causas pudieran ser los forzamientos climáticos internos y se pueden asociar con componentes disipativas del clima. Por consiguiente, el estudio que se realizará podrá contribuir a evitar los efectos causados por la ocurrencia de los valores extremos pluviométricos en la cuenca en estudio y de ser posible comparar y dar soluciones a los problemas de las demás cuencas del altiplano.

V. Antecedentes del proyecto (Incluya el estado actual del conocimiento en el ámbito nacional e internacional. La revisión bibliográfica debe incluir en lo posible artículos científicos actuales, para evidenciar el conocimiento existente y el aporte de la Tesis propuesta. Esto es importante para el futuro artículo que resultará como producto de este trabajo)

El fenómeno del Niño de 1982 – 1983, tuvo grandes impactos en la costa peruana, pero contrariamente en la región del altiplano que se produjo la sequía más prolongada que afectó severamente la producción agrícola.

En el caso de la sierra sur, la sequía tuvo doble efecto, una baja productividad de cultivos de la región y la pérdida compleja de los cultivos y ganado por falta de agua. En los años 1982-1983 el fenómeno de la sequía impactó con mayor severidad ocasionando grandes pérdidas económicas

En 1989 – 1990 se produjeron sequías y heladas con fuertes impactos para la producción agropecuaria de la región. En los últimos cincuenta años los periodos de sequías han sido más críticos y más seguidos, citamos algunos: en 1955 – 1957, como también en 1964 – 1967, se produjeron sequías en el altiplano que tuvo como causa una zona de baja de presión al Noreste del lago Titicaca.

Se han hecho algunos estudios de sequía, en algunas de las microcuencas. El análisis que se hizo fue con metodologías analíticas. Con generación de series sintéticas a partir de las series históricas o con modelos marcovianos.

También se han hecho estudios de balance hidrológico a nivel superficial con distintas metodologías los cuales concluyen con un déficit de agua a nivel superficial, esto a partir de informaciones hidrométricas como la serie histórica de caudales. Se han hecho también investigaciones y cuantificación de las pérdidas económicas por el PELT y ONER (sobre pérdida de pastos naturales).

En la actualidad en nuestro país nunca se utilizó la técnica de la inteligencia artificial (autómatas celulares) para describir valores extremos de la precipitación a diferencia de otros países. Aplicando este modelo podremos caracterizar la ocurrencia de valores extremos de la precipitación, lo cual será de gran interés por su aplicación en planificaciones agrícolas.

VI. Hipótesis del trabajo (Es el aporte proyectado de la investigación en la solución del problema)

- Los valores extremos de precipitación aplicando Autómatas Celulares mejorara la planificación del uso óptimo del recurso hídrico de la cuenca del río Ramis.
- La generación de modelos basados en Autómatas Celulares conseguirá un eficiente análisis de la ocurrencia de valores extremos de precipitación en la cuenca del río Ramis.
- El ajuste y validación de los modelos basados en Autómatas Celulares validara la descripción de la ocurrencia de eventos extremos de precipitación en la cuenca del río Ramis.

VII. Objetivo general

Generar modelos basados en Autómatas Celulares (inteligencia Artificial) para describir la ocurrencia de sequías (eventos extremos de precipitación).

VIII. Objetivos específicos

- Realizar el ajuste y validación de modelos basados en Autómatas Celulares para describir la ocurrencia de eventos extremos de precipitación.
- Establecer el grado de porcentaje de error aceptable de los modelos basados en Autómatas Celulares.

IX. Metodología de investigación (Describir el(los) método(s) científico(s) que se empleará(n) para alcanzar los objetivos específicos, en forma coherente a la hipótesis de la investigación. Sustentar, con base bibliográfica, la pertinencia del(los) método(s) en términos de la representatividad de la muestra y de los resultados que se esperan alcanzar. Incluir los análisis estadísticos a utilizar)

Para poder trabajar con los datos de Precipitaciones medias mensuales de las estaciones que contempla la cuenca del río Ramis, se llegara a realizar los siguientes pasos.

- Recopilación y recolección de datos pluviométricos de las estaciones meteorológicas de la cuenca del río Ramis.
- Análisis de consistencia de los datos pluviométricos.
- Completación de datos y extensión de los mismos aplicando regresiones múltiples.
- Normalización de los datos pluviométricos ya tratados.

Las series de precipitación contienen variaciones estacionales e interanuales cuyo origen está en la propia naturaleza del clima, por lo que procederemos a filtrar las variaciones de las series temporales, con el uso del análisis espectral, para nuestro estudio aplicaremos la transformada rápida de Fourier. La creación de espectros de las series temporales se llevará a cabo con la ayuda del software MATLAB.

La modelización de la ocurrencia de valores extremos de la precipitación, se llevarán a cabo con la aplicación de los autómatas celulares, en nuestro caso llegaremos a usar los autómatas unidimensionales, dichos autómatas serán generados en el software MATLAB. Para las series temporales de la cuenca del río Ramis.

X. Referencias (Listar las citas bibliográficas con el estilo adecuado a su especialidad)

1. Bascopé, A. (2013). Estudio: "Cambio Climático Impacto en la Agricultura Heladas y Sequías" encargado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) del Ministerio de Agricultura.
2. Caviedes-Voullième, D., Fernández-Pato, J., & Hinz, C. (2018). Cellular Automata and Finite Volume solvers converge for 2D shallow flow modelling for hydrological modelling. *Journal of Hydrology*, 563(May), 411–417. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.06.021>
3. Consorcio INTECSA-CNR-AIC Progetti por encargo de la Comunidad Europea. (1993). Diagnóstico de daños por eventos extremos. 209.
4. García, O., Rodríguez, G., Encinas, A., Martín, A., & Rodríguez, C. (2004). Aplicación de autómatas celulares para la descripción de extremos de la precipitación. *El Clima Entre El Mar y La Montaña*, 4(2004), 473–482.
5. Ghosh, P., Mukhopadhyay, A., Chanda, A., Mondal, P., Akhand, A., Mukherjee, S., ... Hazra, S. (2017). Application of Cellular automata and Markov-chain model in geospatial environmental modeling- A review. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 5(April 2016), 64–77. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2017.01.005>
6. Gutiérrez, C., Ochoa, L., & Velasco, I. (2005). Sequía, un problema de perspectiva y gestión. *Región y Sociedad*, 17(34), 35–71.
7. Haile, G. G., & Tang, Q. (2019). Earth-Science Reviews Droughts in East Africa : Causes , impacts and resilience. *Earth-Science Reviews*, 193(April), 146–161. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.04.015>
8. Li, Y., Chen, M., Dou, Z., Zheng, X., Cheng, Y., & Mebarki, A. (2019). A review of cellular automata models for crowd evacuation. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 526, 120752. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.03.117>
9. Solaun, K. (2019). Climate change impacts on renewable energy generation . A review of quantitative projections. 116. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109415>
10. Tase, N. (1976). Area-Deficit-Intensity Characteristics of Droughts. *Colo State Univ (Fort Collins) Hydrol Pap*, (87).
11. Zhang, X., Chen, N., Sheng, H., Ip, C., Yang, L., Chen, Y., ... Niyogi, D. (2019). Science of the Total Environment Urban drought challenge to 2030 sustainable development goals. *Science of the Total Environment*, 693, 133536. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.342>
12. Zhang, Y., Liang, J., Zeng, G., Tang, W., Lu, Y., Luo, Y., ... Huang, W. (2019). ur I P re. *Science of the Total Environment*, 135979. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135979>

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto (Señalar el posible uso de los resultados y la contribución de los mismos)

Aplicabilidad de los modelos basados en Autómatas Celulares.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Según Velasco (2005), frente aspectos tecnológicos se saben que son para mitigar los daños ocasionados por las sequías hidrológicas. Con frecuencia la presencia de las sequías se deben a una gestión, uso y manejo de agua. Por esto, las consecuencias de los fenómenos no son desastres naturales, sino desastres inducidos por factores antropogénicos, entre ellos las deficiencias de información.

ii. Impactos económicos

Las sequías hidrológicas se caracterizan en términos de intensidad, magnitud y duración. Por otro lado, el impacto económico está asociado a déficit en la producción: agrícola, potable, minero, etc. En tal sentido, las sequías hidrológicas causadas por cambios climáticos intensifican las consecuencias ante presiones económicas, sociales y ambientales.

iii. Impactos sociales

El Perú viene siendo afectado por fenómenos hidro climáticos principalmente las sequías. Así mismo causaron una gran pérdida de cultivos, mortalidad de ganados, afectando a los pequeños productores del medio rural y causando grandes impactos sociales más que todo en la zona sur del Perú como es el Altiplano

iv. Impactos ambientales

Según López (2014), se tiene que estudiar a la sequía hidrológica y la aridez con métodos que ayuden a la gestión de recursos naturales. Este riesgo puede ser minimizado con políticas ambientales y económicas frente a realidades climáticas y ambientales. Entonces no importante que tan bueno sea un modelo hidrológico, siempre se tendrá un grado de incertidumbre en los pronósticos climáticos.

XIII. Recursos necesarios (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)

Los materiales a tener encuentran en el proyecto de investigación son los siguientes:

- Estudios realizados por otras instituciones.
- Adquisición de textos e información bibliográfica de publicaciones científicas referidas al tema de investigación.
- Información hidrológica y meteorológica de la zona en estudio.
- Computadora LAPTOP CORE i9.
- Software (MATLAB versión 2023)
- Impresora HP.
- Otros.

XIV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

Río Ramis (PERÚ)

XV. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.00 RECOLECCION DE INFORMACION																								
2.00 REVISION BIBLIOGRAFICA																								
3.00 TRATAMIENTO DE DATOS HIDROLOGICOS																								
4.00 FILTRACION DE VARIACIONES																								
5.00 MODELIZACION DE LAS SERIES																								
6.00 PRESENTACION DE BORRADOR																								
7.00 CORRECCIONES																								
8.00 SUSTENTACION																								



XVI. Presupuesto

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C.U.	PARCIAL	TOTAL
01.00.00	MATERIALES					14,635.00
01.01.00	UTILES DE ESCRITORIO	GLB	1.00	1,500.00	1500	
01.02.00	CD-R 12x700MB/80MIN	UND	10.00	1.50	15	
01.03.00	DVD-R 4.7GBSP/120MIN	UND	10.00	2.00	20	
01.04.00	ADQUISICION DE TEXTOS E INFORMACION	GLB	1.00	3,000.00	3,000.00	
01.05.00	ADQUISICION DE SOFTWARE	GLB	1.00	10,000.00	10,000.00	
01.06.00	MEMORIA USB MARCA KINGSTON 4GB	UND	1.00	100.00	100	
02.00.00	EQUIPOS					6,000.00
02.01.00	COMPUTADORA LAPTOP HP PAVILION	GLB	1.00	5,000.00	5,000.00	
02.02.00	IMPRESORA	GLB	1.00	1,000.00	1,000.00	
03.00.00	SERVICIOS					9,080.00
03.01.00	FOTOCOPIAS, ANILLADO, ESCANEADO, OTROS	GLB	6.00	1,000.00	6,000.00	
03.02.00	TRANSPORTE	MES	6.00	500.00	3,000.00	
03.03.00	REVELADO DE FOTOGRAFIAS	UND	100.00	0.80	80.00	
04.00.00	VIATICOS					24,000.00
04.01.00	RESPONSABLE DE LA INVESTIGACION	MES	6.00	3,000.00	18,000.00	
04.02.00	ASISTENTE	MES	6.00	1,000.00	6,000.00	
					SUBTOTAL	53,715.00
GASTOS IMPREVISTOS(10% SUBTOTAL)						5,371.50
					TOTAL S/ .	59,086.50