

Toma de decisiones en la gestión integral del riesgo por sequía en Cuba

Integrated Risk Management for Decision-Making Due to Droughts in Cuba

MSc. Nélide Varela-Ledesma^{1*}

Dra. C. Hilda de las Mercedes Oquendo-Ferrer²

Dr. C. Pedro Lázaro Romero-Suárez³

Dra. C. Libys Martha Zúñiga Igarza⁴

¹Delegación provincial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Camagüey, Cuba

²Universidad de Camagüey *Ignacio Agramonte Loynaz*, Camagüey, Cuba

³Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, La Habana, Cuba

⁴Universidad de Holguín *Oscar Lucero Moya*, Holguín, Cuba

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: nelida.varela@reduc.edu.cu

RESUMEN

Se detectaron novedosas y adecuadas prácticas aplicables al sistema cubano para la vigilancia y alerta temprana de la sequía, con el objetivo de lograr mayor y más efectiva integración de todos los sectores para la toma oportuna de decisiones, desde la etapa

de prevención hasta la manifestación del fenómeno por déficit severo de precipitaciones. Se enfatizó en la gestión integral de riesgos, con el fin de fortalecer la capacidad de respuesta ante este tipo de amenazas. Se realizó un análisis crítico de la literatura para identificar aspectos teórico-prácticos pertinentes dentro de la dinámica nacional. Como resultado se presenta un diseño conceptual basado en el estándar internacional para la gestión de riesgos que incorpora el empleo de la informática mediante el uso de técnicas inteligentes que facilitan la interpretación de la información, como soporte a la eficaz toma de decisiones en un entorno de clima cambiante.

Palabras clave: toma de decisiones; gestión de riesgo; sequía.

ABSTRACT

Novel and convenient practices, which can be applied to the Cuban system of surveillance and early warning due to droughts, were identified. The objective was to achieve greater and more efficient integration of every sector for timely decision-making, from prevention to occurrence of droughts caused by severe rainfall shortage. Emphasis was placed on integrated risk management, so that the capacity to respond to such threats could be strengthened. A critical review of the literature was made to identify the appropriate theoretical and practical issues in the national scenario. This study resulted in a conceptual design based on international standards for risk management, which include smart software techniques that enable interpretation of information as an effective platform to make decisions in changing environmental contexts.

Key words: decision-making; risk management; drought.

Aceptado: 18/10/2018

Introducción

La toma de decisiones es un proceso mediante el cual se elige una opción entre varias disponibles para resolver determinada situación en conflicto. Autores como Campos, Suárez y Ojeda (2013), Rodríguez, Pedraja y Araneda (2013), Canedo, Bentura, Vasquez y Gutiérrez (2017) y Rodríguez y Pinto (2018), se refieren al tema desde distintas aristas pero siempre considerándolo un recurso estratégico en el avance de las organizaciones; es decir, una toma de decisiones confiable y acertada con fines competitivos en el ámbito de la información gerencial; en limitados casos se profundiza hacia otras esferas como organizaciones productivas para un desarrollo local.

Los escenarios que demandan especial atención cuando se trata del sustento económico social con vínculo directo a la preservación de la vida humana desde la intención inclusiva, no se abordan en la literatura con el mismo enfoque; se llega a ese determinado contexto desde la articulación ineludible con el término riesgo. De cualquier modo, una realidad para estos tiempos es que la toma de decisiones tiene que ser más racional porque se maneja una información complementada por el conocimiento, reflexión respaldada por Díaz (2005).

A propósito de riesgos, el comportamiento climático a escala global ha experimentado notables alteraciones en los últimos decenios, lo que ha traído consigo conductas extremas identificadas con episodios de severa sequía cada vez más prolongados y frecuentes; a este suceso se le considera como uno de los mayores desastres de

origen natural, con secuelas dramáticas en numerosos países (Cutié, Lapinel, González, Perdigón, Fonseca y González, 2013). Se conoce que la sequía no se percibe por parte de la sociedad de la misma forma que un evento hidrometeorológico como los huracanes, por esa razón hay que preparar a los actores en función de reducir vulnerabilidades y prevenir riesgos a causa de amenazas de esta envergadura.

La sequía, como acontecimiento anómalo dentro de la variabilidad natural del clima, requiere de gestión por los riesgos que se derivan de los déficits de precipitaciones; y más aún cuando la conducta espacio-temporal se prolonga, lo que puede ocasionar impactos significativos en todos los perfiles del bienestar humano; entonces deviene imperativo que la gestión de tales riesgos se realice de manera integral, con la incorporación de instrumentos que faciliten la toma de decisiones certeras y operativas.

El término riesgo, independientemente del ámbito donde se emplee, implica la probabilidad de que un hecho se produzca y afecte la integridad o el desarrollo de un determinado objeto o fenómeno social (Galarza y Almuiñas, 2015). Cuando se trata de peligros de origen natural, mientras más alta sea la vulnerabilidad ante los elementos, menor será la probabilidad de lograr la capacidad de adaptación o de respuesta y recuperación ante condiciones adversas, por ello el papel de los decisores es primordial a fin de adquirir mayor calidad de expertos en la gestión de los riesgos.

La ISO 31000:2009 adecuada a las Normas Cubanas en el 2015 (Oficina Nacional de Normalización (ONN), 2015) define a la gestión del riesgo como aquellas actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo al riesgo. Sanahuja (1999), Lavell y Argüello (2003), Cardona (2003), Narváez, Lavell y Pérez (2009), Quintero, Carvajal y Vega (2012) y Melo (2015), indican conceptos básicos de la gestión de riesgos relacionados con la previsión, el control y la reducción del riesgo:

actuales y posibles; sugeridos por algunos como componentes esenciales del progreso territorial y ambiental; en principio, estos enfoques coadyuvan al logro de la integralidad en el proceso de gestión de riesgos.

El denominador común sobre el que descansa el pensamiento teórico-práctico expresado como situación problemática en este trabajo es sin dudas la necesidad de que la toma de decisiones sea tan certera que permita la gestión integral del riesgo por intensa sequía. El artículo tiene como objetivo identificar, acorde a la revisión bibliográfica, las bases teóricas precedentes a un diseño metodológico que permita fortalecer la capacidad de respuesta ante períodos de severa sequía.

Desarrollo

La escasez de precipitación causa tantos problemas por ser el agua un recurso vital y agotable, de ahí que resulte tan importante ser consciente de la necesidad de cuidarla, no solo ante una persistente sequía, sino siempre; su uso debe basarse en la gestión integrada por su valor sociocultural, económico y ambiental (Toledo, 2011). La imprevisibilidad de esta anomalía climática impone un reto sumamente importante a los gestores del agua en particular, y para la sociedad en general.

La gestión de los datos primarios con el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) garantiza la integridad y fiabilidad de cuestiones a decidir, así, pueden proponerse políticas y programas verticales y sectoriales desde una visión territorial.

En su informe técnico principal del Programa para América Latina y el Caribe, Cardona Hurtado, Duque, Moreno, Chardon, Velásquez, *et al.* (2005) advirtieron que la mayoría de los índices y métodos de evaluación existentes no expresan el riesgo en un lenguaje asequible para los diversos tomadores de decisiones. Dicha publicación es de sustancial trascendencia para superar barreras que limitan la gestión sistémica del riesgo por parte de los directivos; justificado por el hecho de que el equipo de investigadores dirigido por Cardona, con vasta experiencia profesional en la temática gestión de riesgos (apreciado en la literatura consultada), recomienda varias técnicas basadas en subindicadores no medibles, tales como: la regresión lineal múltiple, de componentes principales y de factores, de frontera eficiente, opinión de expertos (asignación presupuestal de pesos), distancia a objetivos, opinión pública y proceso analítico jerárquico (PAJ).

En el proceso de evaluación y seguimiento del riesgo se tienen en cuenta tanto los aspectos tangibles como los intangibles, consideración reafirmada por Moreno en 2002, quien con anterioridad ya se refería a la teoría del pesar (Moreno y Escobar, 2000) para demostrar la utilidad de una constante independiente de la alternativa considerada como prioridad ideal total en el problema concreto que se está resolviendo, permitiendo relacionar varios enfoques multicriterio.

Desde entonces la línea de investigación continuó. En algunos casos el dato en sí es lo más importante; en otros, el peso se le da a la información. Finalmente, la mayoría de los estudiosos coinciden en que, de todas, el PAJ es una técnica multicriterial de las más usadas para la toma de decisiones con atributos múltiples (Saaty, 2008). Por ejemplo, Herrera, Guevara, Castillo. y Zambrano en el 2016 diseñaron un modelo para el análisis multidimensional de la resiliencia en zonas propensas a riesgos suscitados

por la naturaleza aplicando la lógica difusa en busca de disminuir los niveles de incertidumbre, al vincular la toma de decisiones con la gestión adaptativa dentro de la gestión de desastres mediante la obtención de indicadores, para lo cual identificaron variables y criterios de expertos en áreas afectadas por un fenómeno natural.

Como se ha expresado, con la difusión de las TIC se conduce a un cambio cualitativo al integrar datos para conseguir información coherente y adecuada. (Macau, 2004), por ejemplo, plantea que con el desarrollo tecnológico cada vez es mayor el ámbito de lo que la empresa puede hacer antes de que sus directivos puedan canalizar las posibilidades.

En opinión de Mena (2007), Barredo (1996), citado por Moreno (2002), Mejía y Ruíz (2012) y Tarifa, Martínez y Chalabe (2013), resulta muy beneficioso integrar las TIC a los sistemas de información para robustecer los datos en manos de científicos, empresarios y quienes toman decisiones ante el manejo de riesgo desde la perspectiva del peligro de origen natural, teniendo en cuenta el comportamiento histórico o lo que ocurre en tiempo real. Recientemente aparece en la literatura la generalización del uso del PAJ utilizando aplicaciones informáticas en los procesos decisorios (Menéndez y González, 2017).

Desde cualquier perspectiva permanecerá en el algoritmo lo analizado por Rodríguez y Pinto (2018), quienes plantean que las etapas para la toma de decisiones son:

1. Identificación del problema
2. Generación de alternativas de decisión
3. Selección de la decisión
4. Implementación de la decisión

En Cuba existe el interés gubernamental de superar los inconvenientes en el proceso de toma de decisiones en cuanto a gestión de riesgos se refiere; máxime cuando se trate de riesgos por causa de origen natural, tecnológico, epidemiológico. En el marco de la Directiva 01 (Consejo de Defensa Nacional (CDN), 2005), en los primeros meses del 2015, el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (DC), el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) y el Instituto Nacional de Meteorología (INSMET), instituyeron, en una primera versión, un documento que describe el procedimiento operativo integral para los decisores acerca del funcionamiento del Sistema de Alerta Temprana (SAT) de sequía intensa.

(Fonseca, 2013) considera que a pesar de los esfuerzos, se recaba una mayor y más efectiva integración de todos los sectores, además de la necesidad de la toma oportuna de decisiones, respaldadas en los resultados de estudios culminados en el país.

En opinión de los autores, se socializa un texto que está sujeto a la interpretación de procederes por parte de los actores implicados, que en caso de omisión u otro motivo pudiera afectarse la toma de las más certeras decisiones, en consonancia con la problemática descrita.

Para ganar en claridad se considera conveniente representar gráficamente (Fig. 1) las acciones que deben llevarse a cabo por los organismos, entidades y otras organizaciones y sistemas de la sociedad y el Estado, en dependencia de la severidad del evento.



Fig. 1. Esquema general del Sistema de Alerta Temprana

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

EMNDC: Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil

FAR: Fuerzas Armadas Revolucionarias

MININT: Ministerio del Interior

MINSAP: Ministerio de Salud Pública

MINAG: Ministerio de la Agricultura

INRH: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos

CGRR: Centro de Gestión para la Reducción de Riesgos

INSMET: Instituto Nacional de Meteorología

CITMA: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

La intensión investigativa tiene en perspectiva filtrar en dicho diagrama (destacado en otro color) determinadas técnicas incluidas en un sistema de información que soporte computacionalmente la oportuna y eficaz toma de decisiones; además, la aplicación práctica contribuirá a robustecer la prevención en función de reducir el riesgo de desastre, siempre que se aprovechen las bondades que ofrece la tecnología informática.

En el proceso de diseño se identifican dos módulos independientes y conexos a su vez: uno para manejar la información destinada a los ejecutivos y el otro para la ayuda a la toma de decisiones. La filosofía que sustenta cada uno de estos subsistemas conceptualmente tiene sus particularidades desde el punto de vista de la utilización de la técnica de análisis inteligente. El sistema de soporte a la decisión expone la consulta, valoración y evaluación de la disponibilidad del recurso agua a escala local.

De acuerdo al objetivo formulado para este estudio, el uso de la técnica del paradigma del análisis multicriterio discreto, desde su variante PAJ, le proporciona a los decisores, en base a dos criterios determinantes, cuál es la mejor opción para abastecer algún embalse deprimido (Fig. 2).

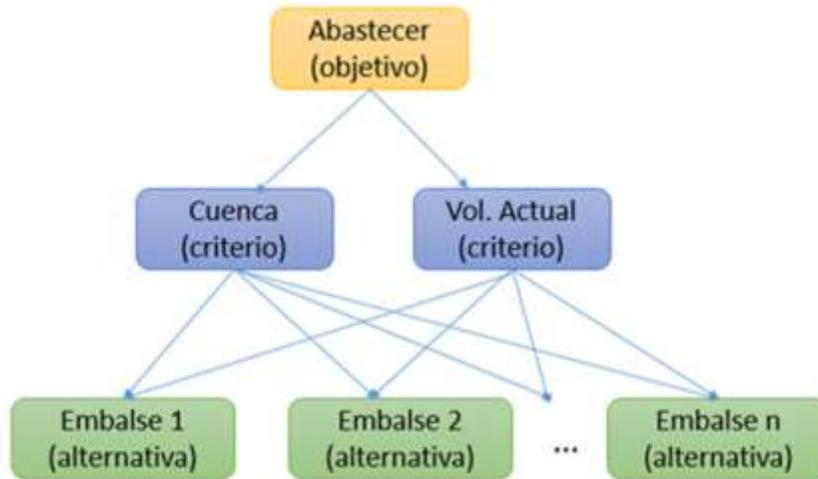


Fig. 2. Jerarquía de decisión con el empleo del método PAJ

Fuente: elaboración propia

El segundo módulo es un sistema de información para ejecutivos que posibilita la evaluación y planeamiento adecuado, al permitir la asignación y distribución de los recursos en tiempo y la gestión exitosa de los riesgos por parte de los decisores y con esto evitar la ocurrencia de un desastre.

El descubrimiento de conocimiento en bases de datos (KDD por sus siglas en inglés) es el proceso no trivial de extracción de información e identificación en los datos de patrones válidos, potencialmente útiles. Uno de los pasos que forman el proceso KDD es la minería de datos, a través de la cual se descubre conocimiento en forma de asociaciones, cambios, anomalías y estructuras de grandes cantidades de datos almacenados en bases de datos u otros repositorios de información (Oviedo, Oviedo y Vélez, 2015).

Las técnicas de la minería de datos provienen de la inteligencia artificial y de la estadística. Para esta investigación la utilidad radica en su empleo para fines

predictivos; para ello se aplica el test no paramétrico de Friedman (Tabla 1) a fin de evaluar qué algoritmo inteligente se empleará.

Tabla 1. Resultados de la aplicación del test no paramétrico de Friedman

Algoritmo	Ranking
IBK	4
<i>Linear regression</i>	2
MLP	5
<i>Decision table</i>	3
M5P	1

Para la comparación se tuvo en cuenta el IBK (KNN), que clasifica en cada instancia encontrada la clase más frecuente a la que pertenezcan sus K-vecinos más cercanos; la regresión lineal, para intentar construir una función matemática que calcule el valor a predecir; el modelo predictivo de clasificación basado en la red neuronal Perceptrón Multicapa (MLP por sus siglas en ingles), compuesto por una capa de entrada, una de salida y una o más capas ocultas, a fin de aprender la asociación que existe entre un conjunto de patrones de entrada y sus salidas correspondientes; *Decision Table*, matriz que indica condiciones y acciones, es decir, reglas de decisión para establecer un procedimiento a seguir; y por último el M5P: árbol de regresión, que consiste en una estructura de un árbol de decisión con funciones de regresión logística en las hojas, las decisiones de enrutado en nodos se toman a partir de valores de los atributos y cada hoja tiene asociada una clase que permite calcular el valor estimado de la instancia mediante una regresión lineal. Finalmente, la hipótesis nula de que no hay diferencias significativas fue rechazada.

Entonces, se procede a realizar comparaciones post hoc entre dos muestras relacionadas mediante la prueba no paramétrica de rangos con signo, Wilcoxon, con corrección del método Holm para contrarrestar el problema de las comparaciones

múltiples. El algoritmo escogido como control es el M5P. Como se puede apreciar en la Tabla 2, tanto M5P como *Linear Regression* y *Decision Table* pudieron utilizarse en la clasificación, por lo que se tuvo en cuenta el criterio de expertos en el tema: implementar el algoritmo de regresión lineal.

Tabla 2. Comparación de post hoc con Holm

i	Algoritmo	$z=(R0-Ri)/SE$	p	Holm
4	MLP	3,577 709	0,000 347	0,012 5
3	IBK	2,683 282	0,007 29	0,0166 67
2	Decision table	1,788 854	0,073 638	0,025
1	Linear regression	0,894 427	0,371 093	0,05

Llegado a este punto, en la Fig. 3 se conforma el concepto de gestión integral de riesgos ante intensa sequía sobre la base de los presupuestos detectados en la revisión bibliográfica. Como rasgo substancial se incluyen los principios básicos a cumplir en la gestión de riesgos, avalados por el estándar ISO 31000, pero fortaleciendo la toma de decisiones desde la aplicación del análisis informático inteligente en el contexto del Sistema de Alerta Temprana por intensa sequía.

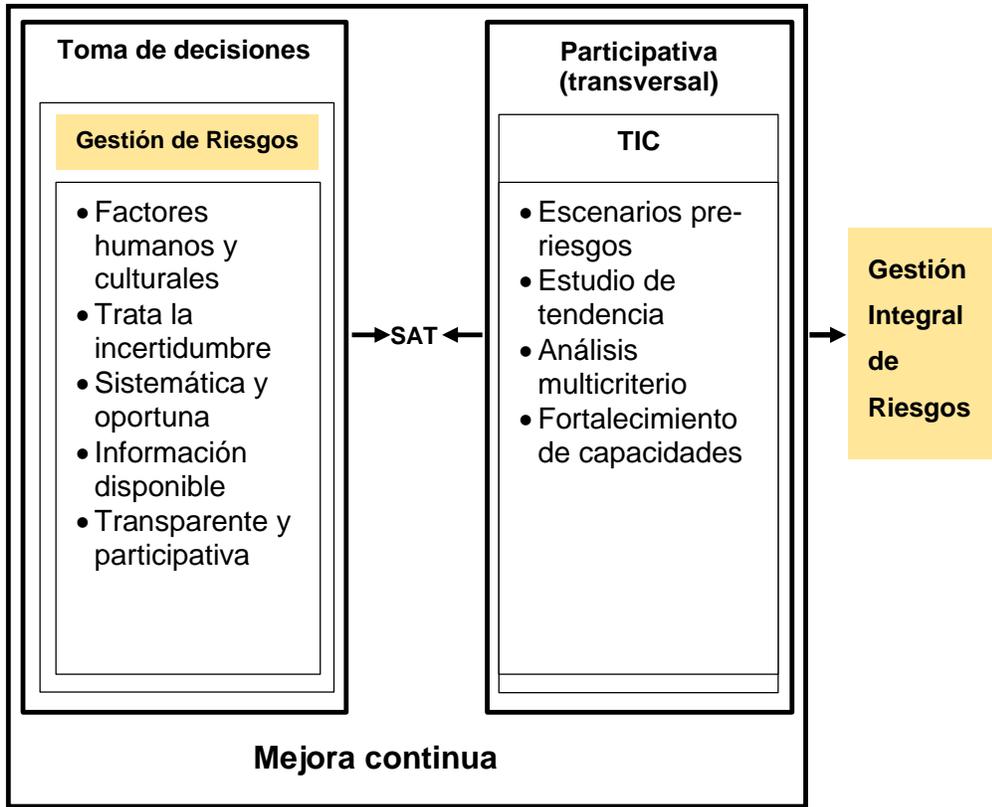


Fig. 3. Definición conceptual de gestión integral del riesgo

Fuente: elaboración propia

En efecto, la peculiaridad de este concepto reconoce que la propia definición de gestión de riesgos forma parte del proceso de toma de decisiones, que se fortalece cuando los SAT integran los principios de la gestión con la participación transversal de los actores científicos, políticos, la comunidad, involucrados en la identificación, planificación, control y monitoreo de procedimientos claves, que adviertan desafíos futuros y/o reduzcan los posibles impactos de un suceso en particular, con la complicidad del desarrollo tecnológico.

El enfoque integral de la gestión va más allá de las amenazas, sistemas de alerta temprana y de respuesta. Se insiste en el examen de causas, tendencias, fomento de intervenciones holistas y participativas, con una mirada estratégica (predictiva).

De modo general, al incluir conceptualmente en los SAT los enfoques sistémico, estratégico y participativo, en este trabajo se puntualiza que la gestión integral del riesgo debe proyectarse como un proceso que tenga en cuenta estos ingredientes para encauzar el diagnóstico-planificación y monitoreo-alerta, mediante el empleo de la informatización que facilite la resolución del complejo problema de la toma de decisiones, sobre todo para aquellos peligros originados por la naturaleza, como la sequía.

Conclusiones

Se evidencia las garantías que el desarrollo tecnológico aporta a la gestión de riesgos ante amenazas de origen natural; por lo que, se propone el diseño de una plataforma informática que suple limitaciones del actual procedimiento de alerta temprana por intensa sequía en Cuba, al disponer de información actualizada, con un conocimiento tácito de alternativas posibles a considerar, tanto para el presente como para el futuro, a fin de proceder ante las diversas opciones por nivel de prioridad para la reducción de vulnerabilidades y/o adaptación al cambio climático.

Se concibe la conceptualización de la gestión integral de riesgos a partir del estándar internacional, incorporando técnicas de análisis inteligente y otros componentes que

posibilitan eficiencia y eficacia en la interpretación de la información durante el proceso de toma de decisiones.

Referencias

CAMPOS, M., SUÁREZ, J. y OJEDA, R. (2013). Modelo de gestión estratégica para la toma de decisiones en entidades agropecuarias. [en línea]. *Pastos y Forrajes*, 36(1) s.p. Recuperado el 19 de septiembre de 2017, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000100007

CANEDO, X. A., BENTURA, G., VASQUEZ, J. B. y GUTIÉRREZ, J. A. (2017). Importancia de los sistemas informáticos en la toma de decisiones del marketing de las empresas afiliadas a la CAINCO Chuquisaca. [en línea]. *Investigación y Negocios*, 10(16), s.p. Recuperado el 23 de mayo de 2018, de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2521-7372017000200004&script=sci_arttext

CARDONA, O. D. (2003). *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la Gestión*. [en línea]. Recuperado el 15 de septiembre de 2017, de <http://www.desenredando.org/public/articulos/2003/rmhcvr/>

CARDONA, O. D., HURTADO, J. E., DUQUE, G., MORENO, A., CHARDON, A. C., VELÁSQUEZ, L. S. et al. (2005). *Sistema de indicadores para la gestión del riesgo de desastre. Programa para América Latina y el Caribe: Informe técnico principal*. Universidad Nacional de Colombia-Manizales, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), Banco

Interamericano de Desarrollo. [en línea]. Recuperado el 11 de noviembre de 2015, de <http://idea.unalmzl.edu.co>

CONSEJO DE DEFENSA NACIONAL, REPÚBLICA DE CUBA (CDN). (2005). *Directiva No. 1. Para la planificación, organización y preparación del país para las situaciones de desastres*. [en línea]. Recuperado el 16 de septiembre de 2016, de http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/.../directiva_vp_cdn_sobre_desastres.ultima_version.pdf

CUTIÉ, V., LAPINEL, B., GONZÁLEZ, N., PERDIGÓN, J., FONSECA, C. y GONZÁLEZ, I. (2013). *La sequía en Cuba, un texto de referencia*. La Habana: AMA.

DÍAZ, D. (2005). Toma de decisiones: el imperativo diario de la vida en la organización moderna. [en línea]. *ACIMED*, 13(3), s.p. Recuperado el 31 de marzo de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352005000300010

FONSECA, C. M. (2013). *Las condiciones de sequía y estrategias de gestión en Cuba*. [en línea] Recuperado el 16 de septiembre de 2016, de http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/571/mod_page/content/88/Cuba_2_2.pdf

GALARZA, J. y ALMUIÑAS, J. L. (2015). La gestión de los riesgos de planificación estratégica en las instituciones de educación superior. [en línea]. *Rev. Cubana Edu. Superior*, 34(2), s.p. Recuperado el 23 de mayo de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142015000200005

HERRERA, G., GUEVARA, F., CASTILLO, S. y ZAMBRANO, D. (2016). Proceso analítico jerárquico difuso en la selección de variables para la evaluación de la resiliencia en zonas afectadas por desastres. [en línea]. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 5(16), 45-66. Recuperado el 15 de septiembre de 2017, de <http://www.redalyc.org/pdf/2150/215048805005.pdf>

- LAVELL, A. y ARGÜELLO, M. (2003). *Gestión de riesgo: un enfoque prospectivo*. [en línea]. Recuperado el 6 de septiembre de 2017, de https://www.researchgate.net/profile/Allan_Lavell/publication/265873827_Gestion_de_riesgo_un_enfoque_prospectivo/links/555b162308ae6943a87823b4.pdf
- MACAU, R. (2004). TIC: ¿Para qué? (Funciones de las tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones). [en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1(1), 1-12. Recuperado el 19 de septiembre de 2017, de <http://www.raco.cat/index.php/RUSC/article/download/28809/28643>
- MEJÍA, L. E. y RUIZ, J. A. (2012). Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para la toma de decisiones. Caso CONAGUA estado de México. [en línea]. *Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Informática*, 1(1), 30-47. Recuperado el 23 de septiembre de 2016, de <https://recai.uaemex.mx/article/download/8973/7628/>
- MELO, J. C. (2015). *La gestión de riesgos en la organización*. Cuba: Editorial Academia.
- MENA, N. (2007). Las tecnologías de información y comunicación en el seguimiento y evaluación de los desastres naturales. Estudio de un caso: La plataforma informática de la red UTEEDA para la gestión de la información sobre desastres. [en línea]. *Acimed*, 16(1), s.p. Recuperado el 23 de septiembre de 2016, de http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16_1_07/aci04707.htm
- MENÉNDEZ, J. R. y GONZÁLEZ, L. (2017). Análisis de proyectos de desarrollo de aplicaciones informáticas aplicando el Proceso Analítico Jerárquico. [en línea]. *Avances*, 19(3), 270-280. Recuperado el 1 de febrero de 2018, de <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/278>

MORENO, J. M. y ESCOBAR, M. T. (2000). El pesar en el proceso analítico jerárquico 1. [en línea]. *Estudios de Economía Aplicada*, 14(1), 95-115. Recuperado el 15 de septiembre de 2017, de <http://www.redalyc.org/pdf/301/30114105.pdf>

Moreno, J. M. (2002). *El proceso analítico jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones en toma de decisiones con criterios múltiples* (1ª ed.) [en línea]. España: ASEPUMA Asociación Española de Profesores Universitarios de Matemáticas para la Economía y la Empresa. Recuperado el 14 de abril de 2015, de https://www.researchgate.net/profile/Jose_Maria_Moreno-Jimenez/publication/264855456_EL_PROCESO_ANALITICO_JERARQUICO_AHP_FUNDAMENTOS_METODOLOGIA_Y_APLICACIONES/links/5436925e0cf2dc341db35f98/EL-PROCESO-ANALITICO-JERARQUICO-AHP-FUNDAMENTOS-METODOLOGIA-Y-APLICACIONES.pdf?origin=publication_detail

NARVÁEZ, L., LAVELL, A. y PÉREZ, G. (2009). *La gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos*. [en línea]. Recuperado el 22 de septiembre de 2017, de http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/44111/2259/1/procesos_ok.pdf

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ONN). (2015). *NC-ISO 31000:2015. Gestión del riesgo — Principios y directrices (ISO 31000: 2009, IDT)*. Recuperado el 23 de mayo de 2018, de <https://www.nc.cubaindustria.cu>

OVIEDO, E. A., OVIEDO, A. I. y VÉLEZ, G. L. (2015). Minería de datos: aportes y tendencias en el servicio de salud de ciudades inteligentes. *Revista politécnica*, 11(20), 111-120.

QUINTERO, M., CARVAJAL, Y. y ALDUNCE, P. (2012). Adaptación a la variabilidad y el cambio climático: intersecciones con la gestión del riesgo. [en línea]. *Luna Azul*, (34),

257-271. Recuperado el 4 de febrero de 2014, de <http://www.redalyc.org/html/3217/321727348015>

RODRÍGUEZ, Y. y PINTO, M. (2018). Modelo de uso de información para la toma de decisiones estratégicas en organizaciones de información. *Transinformação*, 30(1), 51-64. [en línea]. Recuperado el 23 de mayo de 2018, de <http://www.scielo.br/pdf/tinf/v30n1/2318-0889-tinf-30-1-0051.pdf>

RODRÍGUEZ, E., PEDRAJA, L. y ARANEDA, C. (2013). El proceso de toma de decisiones y la eficacia organizativa en empresas privadas del norte de Chile. [en línea]. *Ingeniare. Rev. chil. ing.*, 21(3), s.p. Recuperado el 19 de septiembre de 2017, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000300003

SAATY, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. [en línea]. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98. Recuperado el 14 de diciembre de 2014, de <http://www.inderscience.com/offer.php?id=17590>

SANAHUJA, H. E. (1999). El daño y la evaluación del riesgo en América Central: Una propuesta metodológica tomando como caso de estudio a Costa Rica. [en línea]. Recuperado el 22 de marzo 2018, de <http://www.desenredando.org/public/libros/1999/haris/EvaluacionRiesgoAmerica-central-1.0.1.pdf>

TARIFA, E. E., MARTÍNEZ, S. L. y CHALABE, S. A. (2013). *Desarrollo de sistemas de apoyo para la toma de decisiones en procesos productivos*. [en línea]. En XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Recuperado el 14 de abril de 2015, de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27509/Documento_completo.pdf

TOLEDO, A. (2011). *La gestión integrada de los recursos hídricos: un reto para el Perú*. [en línea]. Recuperado el 14 de diciembre de 2014, de

[http://www.ana.gob.pe/media/353327/7-la gesti3n integrada de los recursos h3dricos.
ing. adolfo toledo.pdf](http://www.ana.gob.pe/media/353327/7-la_gesti3n_integrada_de_los_recursos_hidr3cos_ing._adolfo_toledo.pdf)