



PERÚ

Ministerio
del AmbienteGRUPO IMPULSOR DE
ACCIÓN CLIMÁTICA
DE LA ACADEMIA

Policy Brief

Uso Innovador de Atrapanieblas para Mitigar el Estrés Hídrico y Promover la Agricultura Sostenible

Autor

Stevin Manuel Becerra Regalado¹
Daymaris Yesenia Quispe Banda²
Gladys Sandi Licapa Redolfo³
Wilmer González Vásquez⁴

^{1,2,3}Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Carrera de Ingeniería Ambiental.

⁴Universidad Nacional Autónoma de Chota, Cajamarca, Perú.
Carrera de Forestal y Ambiental.

Correo: n00230618@upn.pe

Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar la implementación de un sistema de atrapanieblas para mitigar la escasez hídrica, de acuerdo a las normativas establecidas, para el cual se instaló un atrapanieblas utilizando malla Raschel de polietileno, diseñado para captar agua de neblinas y nieblas predominantes en las zonas rurales. El estudio se realizó en el centro poblado el Verde, provincia de Chota, Cajamarca, Perú. El sistema demostró una eficiencia destacada durante la estación lluviosa, capturando 140.15 litros en 16 días, con producciones diarias de 5.3 a 16.4 litros en 3.75m². Asimismo, en la estación seca, se recolectaron 73.7 litros, con producciones diarias de 1.8 a 7.9 litros en 3.75m². Los análisis de agua atmosférica captada muestran que los parámetros fisicoquímicos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para el uso de aguas (categoría 1 y 3) poblacional y recreacional; riego de vegetales y bebida de animales. Así mismo, se calcularon las proyecciones para sistemas de atrapanieblas a grandes escalas con fines productivos resultando eficiente, con una producción diaria de 23360.00 L/día en época de lluvia y 12266.67L/día en época de estiaje en un área de 10 mil metros cuadrados. Finalmente se concluye que esta

tecnología (atrapaniebla) se constituye como una herramienta prometedora para mitigar la escasez hídrica en regiones de la costa, sierra y selva.

1. Descripción del problema

La escasez de agua es un problema ambiental crítico que afecta a nivel mundial. Aunque el 75% de la superficie terrestre está cubierta por agua, solo el 2.5% corresponde a agua dulce y de esta, apenas el 0.6% es accesible para uso humano (Ibarra Ariza, 2018). En el caso del Perú, la situación resulta alarmante: cerca del 10% de la población carece de acceso a agua potable y el 23% no cuenta con servicios de alcantarillado, siendo las áreas rurales las más afectadas (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2023).

El cambio climático ha reducido aproximadamente el 51% de los glaciares en la cordillera de los Andes, afectando profundamente a regiones como Cajamarca; asimismo, las provincias de Cutervo, Chota, San Marcos, Celendín y Cajabamba enfrentan a sequías significativas (Red de Comunicación Regional [RCR], 2023). Las principales causas de esta problemática incluyen la reducción de cobertura vegetal en cabeceras de cuenca por sobrepastoreo, tala indiscriminada y actividad minera, factores que contribuyen al cambio climático y agravan la disminución de recursos hídricos (Luis Chacón, 2020). Estas dinámicas afectan directamente a Cajamarca, donde se han reportado sequías significativas y pérdidas de hasta el 51% de los glaciares en los últimos 50 años (RCR, 2023a; Chacón, 2020).

En el Centro Poblado El Verde, Cajamarca en la figura 1, la crisis hídrica es evidente. Aproximadamente el 30% de la población depende del agua de lluvia como fuente principal, lo que los hace altamente vulnerables a la variabilidad climática, especialmente en épocas de estiaje. Solo un 10% accede a fuentes más seguras como manantiales o canales cercanos, el 15% agua embotellada del C.P. o traída de zonas rurales. Solo un 45% tiene de los habitantes dispone de agua potable para su uso diario. La limitada disponibilidad hídrica restringe el desarrollo de cultivos y biohuertos familiares, generando deficiencias en la dieta básica y en la seguridad alimentaria. A ello se suman altos índices de desnutrición y anemia en niños menores de 5 años en zonas rurales, aumento de la migración rural - urbana y estancamiento del desarrollo económico local.

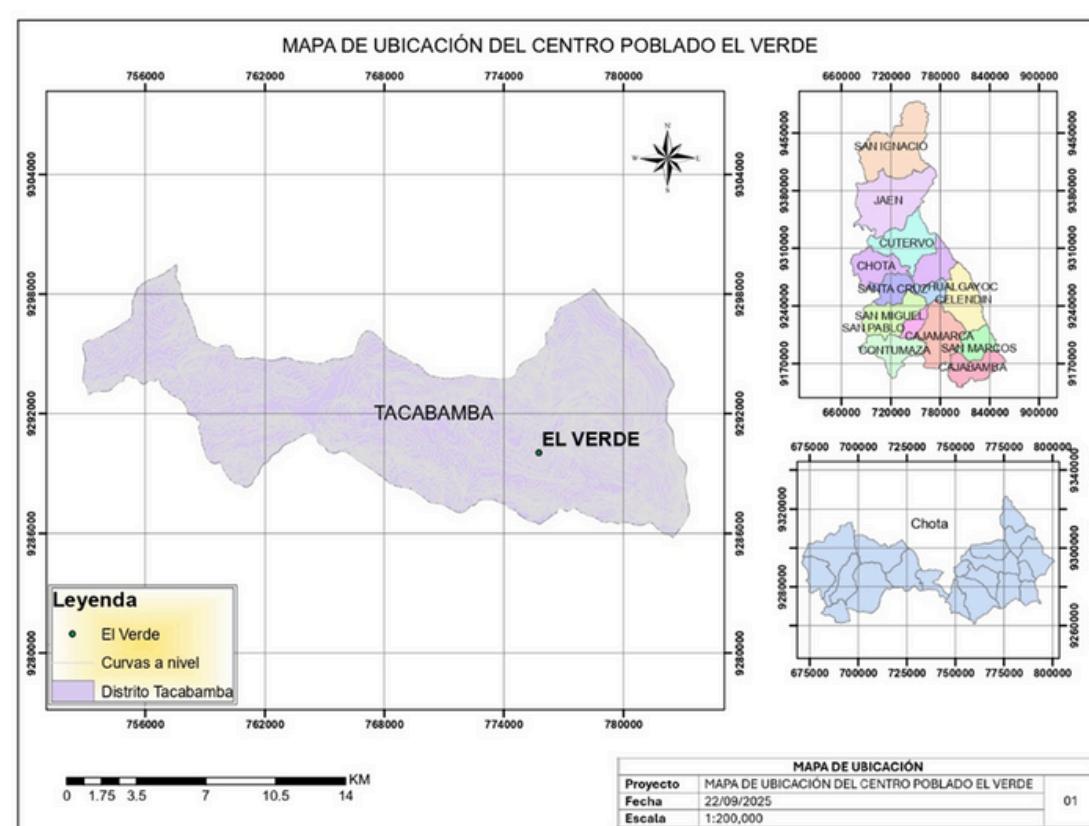


Figura 1. Mapa de ubicación del centro poblado El Verde

Las políticas actuales, centradas en inversiones en infraestructura hídrica por parte de entidades públicas y privadas como las desarrolladas por la empresa minera Yanacocha han buscado mitigar el déficit. Sin embargo, estas medidas no han resuelto la problemática de manera integral, ya que la dependencia de fuentes hídricas tradicionales y la vulnerabilidad frente al cambio climático siguen dejando expuestas a las comunidades rurales (RCR, 2023b). Esto evidencia la necesidad de explorar soluciones innovadoras y complementarias, como la implementación de sistemas de atrapanieblas, que contribuyan a mejorar la disponibilidad de agua y la resiliencia comunitaria.

2. Hallazgos

La investigación propone y sustenta el uso de atrapanieblas como una solución eficaz al problema de la escasez hídrica en el Centro Poblado El Verde. La evidencia recabada demuestra la funcionalidad y eficiencia de esta tecnología:

- Funcionamiento y evidencia:** El sistema de atrapanieblas, utilizando malla Raschel de polietileno de 3.75 m², demostró una destacada eficiencia en la captación de agua de neblinas y nieblas. Según se observa en la figura 2 durante 16 días de monitoreo en la estación lluviosa (enero-febrero) se recolectaron 140.15 litros de agua, con volúmenes diarios que oscilaron entre 5.3 y 16.4 litros. En la estación seca (julio), se recolectaron 73.7 litros en el mismo período, con producciones diarias de 1.8 a 7.9 litros. Estos resultados confirman que la solución funciona a la escala propuesta para complementar las fuentes de agua existentes.



Figura 2. Análisis comparativo de tecnología de captación en épocas de lluvia y escasez hídrica

- Calidad del agua:** Los resultados presentados en la Tabla 1 evidencian que el agua captada a través de los atrapanieblas cumple con los estándares de calidad de agua (ECA) para categoría 1 y 3 (D.S. N° 004-2017-MINAM), correspondiente a uso poblacional y recreacional, así como para riego de cultivos y bebida de animales. Dichos hallazgos no solo certifican la seguridad e idoneidad del agua para estas aplicaciones, sino que también descartan cualquier posible riesgo para la salud humana y el equilibrio ecosistémico, posicionando esta tecnología como una alternativa fiable y sostenible en el aprovechamiento de recursos hídricos en zonas con limitada disponibilidad de agua.

Tabla 1. Comparación fisicoquímica del agua de atrapanieblas frente a los ECA – Categoría 3

Parámetros	A1: Poblacional y Recreacional	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	Agua atmosférica captada
	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aqua para riego no restringido (c)	Aqua para riego restringido	
Cianuro libre	**	0.1 mg/L	0.1 mg/L	**
Cloruro	250 mg/L	500 mg/L	**	0.0650 mg/L
Color	15 color verdadero Escala Pt/Co	100 color verdadero Escala Pt/Co	100 color verdadero Escala Pt/Co	6,38 Pt/Co
Conductividad	1500 (μ S/cm)	2500 (μ S/cm)	5000 (μ S/cm)	58,8 μ S/cm
DBO	3 mg/L	15 mg/L	15 mg/L	0,013mg/L
Fluoruros	1,5 mg/L	1 mg/L	**	0,0380 mg/L
Nitratos	50 mg/L	100 mg/L	100 mg/L	0,0640 mg/L
Nitritos	3 mg/L	10 mg/L	10 mg/L	0,0500 mg/L
Amoniaco	1,5 mg/L	1,5 mg/L	1,5 mg/L	0,02 mg/L
Oxígeno Disuelto	\geq 6 mg/L	\geq 4 mg/L	\geq 5 mg/L	4,41 mg/L
pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4	6,27
Sólido Disuelto Total	1000 mg/L			27,6 mg/L
Sulfato	250 mg/L	1000 mg/L	1000 mg/L	0,0700 mg/L
Temperatura	Δ 3 °C	Δ 3 °C	Δ 3 °C	17°C
Turbiedad	5 UNT			4,21 UNT
Dureza	500 mg/L			1,04 mg/L

- Aprovechamiento para la agricultura sostenible:** La tecnología de atrapanieblas ha sido integrada exitosamente en sistemas de riego para la agricultura local. En el Centro Poblado El Verde, el agua atmosférica recolectada se utilizó para el riego de cultivos de papa, demostrando una solución innovadora y sostenible para la producción agrícola en regiones con escasez de agua (León Menacho, 2022). Este enfoque, que involucra a la comunidad local, busca asegurar la aceptación y participación activa, y se complementa con un sistema de almacenamiento y un método de irrigación eficaz, como el riego por goteo, para minimizar el desperdicio de agua y asegurar su entrega directa a las raíces de las plantas (Figura 3).



Figura 3. Aprovechamiento de recursos hídricos no convencionales en la siembra de papa

3. Opciones de Acción

El estudio demuestra una alternativa sostenible para la cosecha de agua destinada al consumo humano, enmarcada en la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección y Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales. Además, plantea la viabilidad de su implementación en sistemas de producción a pequeña escala, orientados a poblaciones rurales. En este sentido, y con base en los resultados obtenidos, se proyecta la posibilidad de ampliar el uso de atrapanieblas y neblinas a mayores escalas.

En la tabla 2 se aprecia la proyección del volumen de agua diaria que se podría cosechar de acuerdo al área de la malla, comparado con los resultados obtenidos en la presente investigación; donde se observa que a mayor área del sistema se capta mayor volumen de agua, es así que en 150 m² se obtendría una producción de 350.40L/día y 184.00L/día en épocas de lluvia y estiaje respectivamente. Considerando la cantidad de agua que se requiere para el consumo humano, un atrapanieblas de estas dimensiones sostendría las necesidades de una familia de 3 personas durante todo el año.

Por otra parte, en zonas que la disponibilidad de agua es eficiente para el consumo humano, pero no para riego de vegetales y bebida de animales, también se sustenta como una alternativa para suplir estas necesidades productivas a pequeña y mediana escala.

Tabla 2. Proyecciones de volúmenes diarios de cosecha de agua destinados al consumo humano y producción a pequeña escala

Estación	Resultados 3.75 m ²	Proyección 10 m ²	Proyección 50 m ²	Proyección 100 m ²	Proyección 150 m ²
Lluvia L/día	8.76	23.36	116.80	233.60	350.40
Estiaje L/día	4.60	12.27	61.33	122.67	184.00

La tabla 3 se aprecia la proyección del volumen de agua mensual que se podría cosechar de acuerdo al área de la malla. Volúmenes de agua que fácilmente podrían ser aprovechadas en actividades económicas a mediana escala y a través de su recolección mediante cochas.

Tabla 3. Proyecciones de volúmenes diarios de cosecha de agua destinados al consumo humano y producción a mediana escala.

Estación	Proyección 1000 m ²	Proyección 5000 m ²	Proyección 10000 m ²
Lluvia L/día	2336.00	11680.00	23360.00
Estiaje L/día	1226.67	6133.33	12266.67

Así mismo, se recomienda promover la instalación de sistemas de atrapanieblas en comunidades rurales vulnerables, bajo la coordinación con los gobiernos locales, MVCS (PNSR), SERFOR; garantizando capacitación en operación y mantenimiento para asegurar su sostenibilidad.

En segundo lugar, se propone desarrollar proyectos que integren los atrapanieblas con sistemas de almacenamiento y riego tecnificado, como el riego por goteo. El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) serán los encargados de diseñar estas soluciones integradas, que permitirán maximizar la eficiencia del uso del agua y aumentar la productividad agrícola en zonas con disponibilidad hídrica limitada.

Finalmente, se debe fomentar la participación activa de la comunidad en todas las etapas del proyecto. ONGs, universidades y juntas de usuarios deben facilitar procesos participativos que incluyan talleres de sensibilización, formación de comités locales y mecanismos de gestión comunitaria del recurso hídrico. Esta participación garantizará la sostenibilidad social de la tecnología y fortalecerá la apropiación local del sistema.

4. Referencias bibliográficas

- Badii, M. H. J. C. M. R. A. W. & P. V. (2007). Diseños experimentales e investigación científica . <https://revistainnovaciones.uanl.mx/index.php/revin/article/view/190/176>
- Barra Ariza, N. C. V. A. A. T. (2018). El Acceso al Agua Potable como Derecho Humano en el Sistema Interamericano de Derechos Humanos. <https://hdl.handle.net/10901/11480>
- Carmen Noemy Dávila Chamba. (2018). Infraestructura de captación y riego tecnificado con agua proveniente de niebla para la reforestación en la agrupación familiar Los Jardines de Santa Rosa, 2018. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24269>
- Cereceda, P., S. R. S., & O. P. (1997). . The potential for harvesting water from fog in Chile.
- Climate-Smart Agriculture Guide. (2022). Fog collection and irrigation: Opportunities for climate resilience and agricultural sustainability. <https://www.climate-smartagriculture.org>

- Dante Cieza-León, L. C.-L. L. V.-R. (2020). Eficiencia de captación de agua con tres tipos de malla atrapanieblas en zonas rurales altoandinas de la sierra norte del Perú. <https://www.redalyc.org/journal/707/70767026008/>
- Fidias G. Arias. (2006). El proyecto de investigación [Universidad de los Andes Venezuela]. http://www.ula.ve/ciencias-juridicas-politicas/images/NuevaWeb/Material_Didactico/ProfeYubeira/Fidias-G.-Arias-El-Proyecto-de-Investigacion-5ta.-Edicin-.pdf
- Gladys Patricia Guevara Alban, A. E. V. A. N. E. C. M. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Gladys Patricia Guevara Alban, A. E. V. A. N. E. C. M. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Guillermo Campos y Covarrubias, N. E. L. M. (2012). La Observación, Un Método Para El Estudio De La Realidad. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/rticulo?codigo=3979972>
- Héctor Felipe Cortés Rojas, E. C. R. (2022, December 29). Prototipo funcional IOT para determinar la viabilidad de instalación del modelo atrapanieblas tipo chileno en el municipio de Chiquinquirá Boyacá. Ciencialatina. <https://ciencialatina.org/index.php/ciencialata/article/view/4161/6362>
- Hidalgo Quinga, d. l. (2016). Captación de agua por medio de la técnica de atrapanieblas en las comunidades campesinas de galte, cantón guamote, provincia de chimborazo, <https://repositorioe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0f1bf9c7-87b6-4050-accf-4ec20157018d/content>
- Hildebrandt, A. (2021). Recolección de Agua de Niebla: Avances en la Gestión de Recursos Hídricos en Regiones Áridas y Semiáridas.
- Lopez Nuñez, V. T. (2022). Tecnologías de captación de agua de niebla para el desarrollo sostenible en la loma de Tacahuay, Tacna, 2021 [Universidad Continental]. <https://repository.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11103>
- Luis Chacón. (2020, July 7). Cambio climático: Perú perdió el 51% de sus glaciares en los últimos 50 años. <https://www.actualidadambiental.pe/cambio-climatico-peru-perdio-el-51-de-sus-glaciares-en-los-ultimos-50-anos/>
- María Vidal Ledo, J. O. D. R. B. C. (2015). Revisiones sistemáticas Systematic reviews. <http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v29n1/ems191>
- Luis Chacón. (2020, July 7). Cambio climático: Perú perdió el 51% de sus glaciares en los últimos 50 años. <https://www.actualidadambiental.pe/cambio-climatico-peru-perdio-el-51-de-sus-glaciares-en-los-ultimos-50-anos/>
- Mario Tamayo y Tamayo. (1994). El proceso de la investigación científica. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso_de_la_investigaci_n_cient_fica_Mario_Tamayo.pdf
- Miñam Peña, M. M. (2017). "Estudio para la obtención y aprovechamiento de agua para uso agrícola, por medio de captadores de neblina en los bosques húmedos y páramos andinos de la comunidad campesina de samanga del distrito de ayabaca, provincia de ayabaca - region piura" https://repositorio.uap.edu.pe/jspui/bitstream/20.500.12990/6015/5/Tesis_estudio_obtenci%C3%B3n_aprovechamiento%20agua_agr%C3%ADcola_captadores%20neblina_bosques%20h%C3%BAmedos_Distrito%20Ayabaca.pdf
- Natalie, C. C. E. G. S. R. N. T. D. L. F. M. E. D. F. (2013). El papel de la interceptación de niebla en el equilibrio hídrico del bosque nublado tropical montano del valle de Kosñipata, Departamento de Cusco. Pontificia Universidad Católica Del Perú. <https://cris.pucp.edu.pe/en/projects/el-rol-de-la-interceptaci%C3%B3n-de-niebla-en-el-balance-h%C3%A1drico-del-b>
- Navigating Impact. (2022). Innovations in sustainable water management: The potential of fog nets. Retrieved from. <https://www.navigatingimpact.org/>
- Pérez Cateriano, L. V. (2019). Captación de agua de niebla y análisis de la calidad para consumo humano en el asentamiento humano Leandra Ortega, Pachacutec - Ventanilla, 2016 [Universidad Científica del Sur]. <https://hdl.handle.net/20.500.12805/710>
- RCR. (2023a, July 5). Marañón: Cutervo, chota, Cajamarca, San Marcos, Celendín y Cajabamba son zonas afectadas por sequías. <https://www.rcrperu.com/aaa-maranon-cutervo-chota-cajamarca-san-marcos-celendin-y-cajabamba-son-zonas-afectadas-por-sequias/>
- RCR. (2023b, July 20). Cajamarca es una de las zonas más afectadas por el cambio climático y la sequía. [https://www.rcrperu.com/cajamarca-es-una-de-las-zonas-mas-afectadas-por-el-cambio-climatico-y-lasequia/#:~:text=En%20VivoAJAMARCA%20ES%20UNA%20DE%20LAS%20ZONAS%20M%C3%81S%20AFECTADAS,CAMBIO%20CLIM%C3%81TICO%20Y%20LA%20SEQU%C3%81DA&text=RCR%2C%202020%20de%20julio%20de,cambio%20clim%C3%A1tico%20y%20la%20sequ%C3%81da.](https://www.rcrperu.com/cajamarca-es-una-de-las-zonas-mas-afectadas-por-el-cambio-climatico-y-lasequia/#:~:text=En%20VivoAJAMARCA%20ES%20UNA%20DE%20LAS%20ZONAS%20M%C3%81S%20AFECTADAS,CAMBIO%20CLIM%C3%81TICO%20Y%20LA%20SEQU%C3%81DA&text=RCR%2C%202020%20de%20julio%20de,cambio%20clim%C3%A1tico%20y%20la%20sequ%C3%ADa.)
- Robert S. Schemenauer y Pilar Cereceda. (1994). A proposed standard fog collector for use in high-elevation regions. Journal of Applied Meteorology and Climatology, . [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1994\)033<1313:APSFC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1994)033<1313:APSFC>2.0.CO;2)
- Robert S. Schemenauer y Pilar Cereceda. (2001). The use of fog for domestic water supply in Chile. International Journal of Water Resources Development, <https://www.jstor.org/stable/26186424>
- Roberto Hernández Sampieri, C. F. C. M. del P. B. L. (2003). Metodología de la investigación. Sexta edición. https://uniclanet.unicla.edu.mx/assets/contenidos/254857_DOC_2023-03-01_18:46:18.pdf
- Rodolfo Jofre-Meléndez, J. C.-P. V. L. B. (2015). Calidad del agua de la niebla captada artificialmente en la microcuenca del río Pixquiac, Veracruz, México: resultados preliminares. Scielo. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2015000200122
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2023, June 22). El 10 % la población peruana no tiene agua potable y 23 % no accede al alcantarillado. Gob.Pe. <https://www.gob.pe/institucion/sunass/noticias/781301-el-10-la-poblacion-peruana-no-tiene-agua-potable-y-23-no-accede-al-alcantarillado/>
- Vladimir Alfonso León Menacho. (2022, June 24). Atrapanieblas: propuesta de solución en el Día mundial del ambiente. <https://www.uch.edu.pe/uch-noticias/p/atrapanieblas-propuesta-de-solucion-en-el-dia-mundial-del-ambiente>
- Xianyou Pan, Y. C. X. P. Md. K. U. (2021). El efecto de la innovación en tecnologías de producción más limpia de la política de regulación ambiental: evidencia de China. Esmerald Insight. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/meq-10-2020-0227/full/html>