

Accesibilidad geográfica para las unidades de servicio de salud en la Zona Metropolitana de Chihuahua

Jorge Luis Valdés Atencio
Instituto Politécnico Nacional – ESIME Zacatenco
jvaldesa2500@alumno.ipn.mx
orcid.org/0000-0003-3456-4296

Resumen— Los servicios de salud son considerados derechos de la población que deben ser garantizados por las autoridades territoriales. En ese sentido, es importante encontrar herramientas que permitan medir la calidad del servicio, identificando así las brechas existentes en el espacio geográfico para así formular las estrategias pertinentes. A través de este estudio, se tiene como objeto analizar la accesibilidad en los servicios de salud para la población de los municipios de la Zona Metropolitana de Chihuahua (ZMCH). La metodología aplicada se basa en el uso de dos indicadores de accesibilidad, basados en la proximidad y la medición de la capacidad en las unidades de salud y las unidades territoriales. Entre los resultados arrojados se clasifica la zona de estudio en 5 grados de accesibilidad (Muy baja, Baja, Media, Alta y muy alta) tanto para las unidades territoriales como para las unidades médicas de servicio y se representa a través de mapas temáticos. Dentro de las conclusiones se resalta que las poblaciones menos favorecidas, de acuerdo con los índices calculados, deben realizar mayores desplazamientos para poder acceder a los servicios de salud en la zona de estudio.

Palabras Clave — Accesibilidad geográfica, Servicios de salud, Zona Metropolitana de Chihuahua.

I. Abstract- Health services are considered rights of the population that must be guaranteed by the territorial authorities. In this sense, it is important to find tools to measure the quality of the service, thus identifying the existing gaps in the geographic space to formulate the pertinent strategies. The purpose of this study is to analyze the accessibility of health services for the population of the municipalities of the Metropolitan Zone of Chihuahua (ZMCH). The methodology applied is based on the use of two accessibility indicators, based on proximity and the measurement of capacity in health units and territorial units. Among the results obtained, the study area is classified into 5 degrees of accessibility (very low, low, medium, high and very high) for both the territorial units and the medical service units and is represented by means of thematic maps. Among the conclusions, it is highlighted that the least favored populations, according to the calculated indexes, must make greater trips to access health services in the study area.

II. INTRODUCCIÓN

En la sociedad moderna, el acceso a los servicios públicos orientados a la prevención, al cuidado, a la reparación de la salud son considerados derechos de la población que se deben garantizar por la entidad territorial correspondiente, respondiendo a los criterios de justicia espacial y equidad territorial, según las necesidades de esta [1].

Lo anterior, considerando los avances en materia de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se ha hecho muy recurrente el uso de modelos de localización e indicadores de accesibilidad geográfica para evaluar la eficiencia y cobertura espacial de los sistemas de salud [2].

Algunos autores han desarrollado estudios con enfoque en accesibilidad geográfica, analizando la distribución espacial de los servicios de salud pública con respecto a la localización de la demanda [1, 2, 3, 4], diseñando indicadores de accesibilidad en unidades de servicios de salud en diversos tipos de población [5, 6, 7], evaluando las discrepancias de indicadores de accesibilidad en salud en zonas urbanas [8], definiendo la expansión de equipamientos de salud [9], entre otros.

Es de resaltar que la accesibilidad presenta diferentes definiciones, dependiendo del problema estudiado [10]. Rodrigue [11] la define como una medida de capacidad de un lugar para alcanzar o ser alcanzado por diferentes localizaciones; Batty [12] como una medida de oportunidad de un lugar, con el costo de desarrollar esa oportunidad. Por su parte, Garrocho y Campos [5] la definen como el potencial de interacción entre la población objetivo que vive en cada unidad de análisis geográfica y las unidades de servicio disponibles en la ciudad, enfocadas principalmente en la evaluación de los servicios de salud.

De acuerdo con Unger-Saldaña *et al.* [13], la evaluación de los sistemas de salud en México es una tarea compleja, debido a los cambios políticos y reformas estructurales del país. Se resalta la necesidad de mejorar y extender el acceso efectivo a los servicios de salud a la población, logrando un mejor desempeño en la cobertura del sistema. Ya que la mayor parte de los servicios públicos de salud son insuficientes para garantizar la atención de la población, apoyándose así en la oferta privada [14].

En ese sentido, es un reto para el sistema fortalecer los servicios de salud pública en las zonas más marginadas del país [15]. Lo que hace necesaria la utilización de herramientas como los sistemas de información geográfica y generación de índices espaciales que permitan un mejor seguimiento de la cobertura del sistema de salud, para su posterior evaluación [5, 10, 16].

Para el caso de Chihuahua, esta presenta buenos indicadores globales en materia de cobertura de salud, en comparación con otros municipios de México, reduciendo la carencia de servicios de salud de 29.6 % a 11.3 % entre los periodos 2008 y 2018 en el estado [17]. Sin embargo, de acuerdo con la Secretaría de Salud de Chihuahua [18], aún se consideran las siguientes problemáticas del sistema de salud: (1) la insuficiente cobertura de acceso a los servicios médicos, (2) el bajo rendimiento de la capacidad instalada, (3) la limitada atención médica y hospitalaria, (4) la carencia de indicadores de rendimiento, esquemas de evaluación, control y seguimiento al desempeño institucional, (5) la atención insuficiente en zonas de alta y muy alta marginación, mejorar la calidad en el servicio prestado, entre otros.

Considerando lo anterior, el presente estudio tuvo como objeto analizar la accesibilidad en los servicios de salud para la población de los municipios de la Zona Metropolitana de Chihuahua (ZMCH), identificando la localización y distribución de las infraestructuras de salud existentes y su población potencial mediante indicadores de accesibilidad geográfica, generando así insumos para la toma de decisiones y la focalización de políticas para el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

III. METODOLOGÍA/DESARROLLO

A. Área de estudio

La delimitación espacial del presente estudio se presentó en la Zona Metropolitana de Chihuahua (Figura 1), la cual se encuentra constituida por los municipios de Aldama, Aquiles de Serdán y Chihuahua [19].

Estos municipios suman una población de 971.339 habitantes, que representan un 26.0% de la población del estado de Chihuahua (3.741.869 habitantes), distribuida en un 85% en la zona urbana y el 15% en la zona rural [20].

Cabe destacar que, como unidad geográfica de análisis espacial, se consideraron las AGEB urbanas, las cuales son las áreas geográficas que se encuentran dentro de las localidades de la ZMCH, incluyendo las cabeceras municipales. La ZMCH cuenta con 739 AGEB que se distribuyen en 42 para el municipio de Aldama, 14 para el municipio de Aquiles de Serdán y 683 para el municipio de Chihuahua, que cuenta con la capital del Estado de Chihuahua.

B. Insumos, ecuaciones y aplicaciones

Para el desarrollo del estudio, se contó con insumos cartográficos del Marco Geoestadístico de México [20], a través de la selección de las áreas geoestadísticas básicas (AGEB) de la Zona Metropolitana de Chihuahua, así como insumos estadísticos del censo nacional de población y vivienda 2020 del INEGI y el Sistema de Información de Salud del Gobierno de México, a través de la Base de Datos del Catálogo de Clave Única de Establecimientos de Salud-CLUES en el año

2022, el cual permitió encontrar la ubicación de la infraestructura de los servicios públicos de salud existentes en la Zona Metropolitana de Chihuahua-ZMCH (municipios de Aldama, Aquiles de Serdán y Chihuahua).

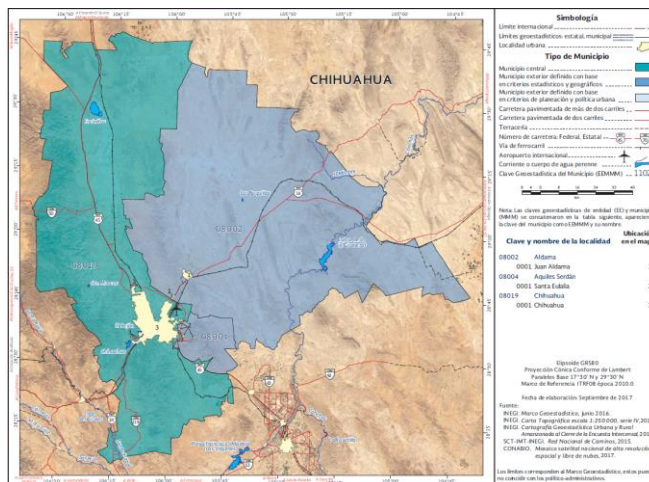


Figura 1.- Ubicación de la Zona Metropolitana de Chihuahua. Fuente. SEDATU, INEGI y CONAPO (2015).

Con el fin de determinar el cálculo del grado de accesibilidad geográfica de los servicios de salud y las áreas de segregación (AGEB), se tuvo en cuenta la metodología aplicada de Garrocho y Campos [5], definida en las siguientes fases:

- Definición de la escala de análisis (AGEB).
- Recolección de insumos y normalización de bases de datos.
- Filtro de las Unidades de Salud Abiertas, cálculo de la oferta de servicio o nivel de atención y georreferenciación de las unidades médicas.
- Usuarios (población afiliada al seguro popular de salud)
- Cálculo de centroides geográficos de las AGEB.
- Cálculo de las distancias a través de la matriz de distancias euclidianas entre los centroides de las AGEB y las unidades de servicio de la ZMCH y cálculo de la fricción espacial y costos de transporte.
- Cálculo y análisis de la accesibilidad geográfica.

Aplicando la misma metodología, se realizaron cálculos de un indicador de accesibilidad enfocado en la oferta (1) y otro enfocado en la demanda (2). Para ello se aplicaron las siguientes ecuaciones:

$$I_j = \sum_i \left(\frac{S_j}{O_{tot}} \right) * C_{ij}^{-b} \quad (1)$$

$$I_i = \sum_j \left(\frac{S_j}{O_{tot}} \right) * C_{ij}^{-b} \quad (2)$$

En donde,

I_j = Índice de accesibilidad para las unidades de servicios de salud.

I_i = Índice de accesibilidad para el grupo de población objetivo (población localizada a través de los centroides de las AGEB).

S_j = Nivel de atención de los servicios disponibles. En este caso se utiliza la productividad de diseño de las unidades médicas (número de consultas que puede otorgar cada unidad de salud y que de acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Social - SEDESOL es de 28 consultas por turno), multiplicada por el número de turnos de la unidad y el total de consultorios de la unidad médica.

O_{tot} = Demanda total en la zona de estudio ubicada en las AGEB.

C_{ij}^{-b} = Costo de transporte. Este ejercicio utiliza la distancia euclidiana (lineal) entre las unidades de salud y los centroides de cada subzona en la que se divide la zona de estudio (AGEB), donde $-b$ representa la fricción de distancia (obtenido de la calibración a partir de datos de la conducta espacial de los usuarios; para este ejercicio se supone que este valor es 1).

Por último, se utilizaron diversas herramientas informáticas para la depuración de los datos y el cálculo de indicadores como Excel, además de otras aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica como QGIS versión 2.8, para el cálculo de los centroides de las AGEB, la determinación de distancias euclidianas (Matriz OD) y la generación de mapas temáticos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

De acuerdo con los cálculos del indicador de accesibilidad de las AGEB (calidad urbana), el índice evidencia las distancias recorridas por la población de una AGEB hacia todas las unidades médicas de la ZMCH, presentando los siguientes grados (**Figura 2**):

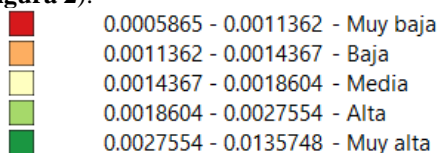


Figura 2. Grados de accesibilidad de las AGEB.

Por su parte, los índices de accesibilidad geográfica de las unidades de servicio en salud (oferta o desempeño urbano) presentaron los siguientes intervalos (**Figura 3**):

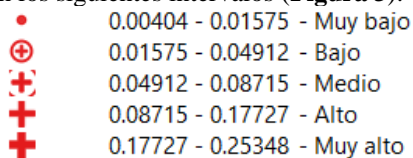


Figura 3. Grados de accesibilidad de las unidades médicas de la ZMCH.

En la **Figura 4**, se observa que las zonas (AGEB's) que tienen mejor accesibilidad (grado muy alto y alto) se encuentran

ubicadas al centro de la ZMCH, beneficiando a una población de 484,063 habitantes. Por su parte, las zonas que menor calidad urbana presentaron con respecto a la accesibilidad (grados muy bajo y bajo) se encuentran en la periferia de la ZMCH, afectando a una población de 286.984 personas, ya sea por la poca o falta de unidades existentes en la zona o también debido a que en estas áreas se presentan las mayores distancias de desplazamiento para la población hacia las unidades de servicios consideradas.

Adicionalmente, las unidades médicas que presentaron mejor desempeño urbano (oferta) se distribuyeron en la zona central (5 unidades) y al noroccidente (1 unidad) de la ZMCH en el municipio de Chihuahua. Cabe destacar que el municipio de Aldama presentó 1 centro de servicio y Aquiles de Serdán no cuenta con unidades médicas, por lo que la población debe desplazarse a Chihuahua para acceder a los mismos.

Considerando la normativa de SEDESOL [21], las unidades médicas pueden atender por consultorio 500 familias (2000 personas en promedio). En ese sentido, las unidades existentes pueden beneficiar a una población máxima de 826.000 personas. Sin embargo, considerando el área de influencia de las unidades médicas (azul), esta alcanza una población beneficiaria de 594,612, lo que equivale al 61% de la población en la ZMCH.

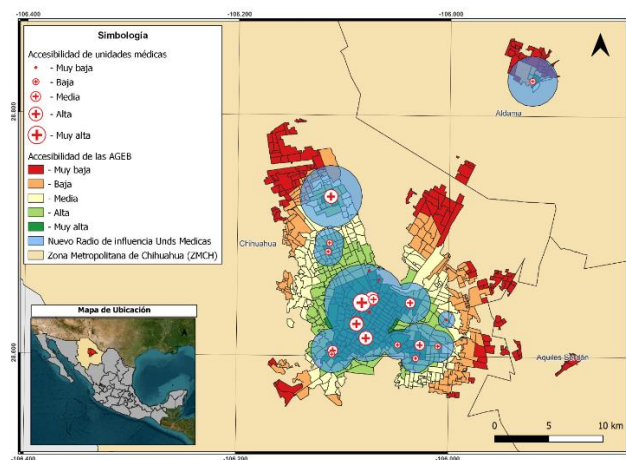


Figura 4. Área de influencia de las unidades médicas de la ZMCH mediante software QGIS.

Finalmente, los análisis indican que las poblaciones menos favorecidas de acuerdo con el índice de calidad urbana deben realizar mayores desplazamientos para poder acceder a los servicios de salud, los cuales se encuentran en la zona central de las ZMCH. Haciendo necesario considerar estrategias que van desde la mejora de la capacidad de las unidades existentes, el mejoramiento de los servicios de transporte de población para una mejor movilidad o la construcción de nuevas unidades para la expansión del servicio en las áreas más distantes.

Los servicios de salud prestados a la población son uno de los criterios importantes para abordar las disparidades territoriales [22]. Por eso el presente estudio se centró en la aplicación de un indicador que permitiera analizar la cobertura geográfica de los mismos.

Los resultados arrojados a través de la medición de accesibilidad geográfica muestran la importancia del uso de este tipo de indicadores para la estimación de desigualdades, enfocados en los servicios de salud, al igual que otros estudios realizados previamente [1, 2, 3, 4, 7, 9]; identificando así áreas de mejora para el diseño de políticas públicas. Así mismo, se coincidió con Garrocho y Campos [5] en que estas áreas de mejora se ubican principalmente en la periferia de las zonas metropolitanas en estudios urbanos.

Es necesario considerar que los métodos para el cálculo de la accesibilidad pueden variar en sus parámetros [10], unidades espaciales de referencia, métodos de agregación de la población y tipos de distancia a considerar en la medición [8]. Por ejemplo, para este trabajo se aplicaron estimaciones de impedancias de viaje a través de la distancia euclidiana (línea recta) entre los centros de servicio en salud y los centroides de las unidades de desagregación territorial (AGEB); sin embargo, en otros trabajos resaltan diversos tipos de distancias como Manhattan [8] y la distancia estimada de la red de transporte [22, 23], lo que implica el uso de otros insumos para la medición del indicador y la existencia de variaciones en los índices resultado y su interpretación [8]. Pese a esto, el uso de este tipo de técnicas permite tener aproximaciones importantes en la medición de la desigualdad en los servicios de salud y, por ende, proponer estrategias para reducir las brechas territoriales [5].

Por último, se recomienda, para futuros estudios en la zona, proyectar escenarios a través de modelos de localización óptima con el fin de maximizar la demanda de servicios a través de la construcción o incremento de la capacidad de las unidades médicas, identificando adicionalmente el nivel socioeconómico de la población en el área de influencia atendida. Lo que permitirá evaluar criterios de justicia territorial en la zona.

V. CONCLUSIONES

La Zona Metropolitana de Chihuahua presenta buenos indicadores en materia de accesibilidad de servicios de salud en comparación con otros entes territoriales del país (con un indicador de carencia de servicios a la salud bajo y un grado de accesibilidad por AGEB bajo en comparación con otras zonas metropolitanas); sin embargo, lo anterior no quiere decir que se descuiden las acciones necesarias para seguir mejorando en materia de servicios de salud, que genere a su vez un mejor nivel de la calidad de vida.

Los resultados cartográficos avalan algunas estrategias para el mejoramiento de la capacidad de los servicios de salud en la Zona Metropolitana de Chihuahua, teniendo en cuenta que en los municipios de Aldama y Aquiles de Serdán existen niveles

reducidos de accesibilidad a servicios de salud, centralizando la mayor parte de los servicios en el municipio de Chihuahua, que es donde se presenta la mayor parte de la población.

Adicionalmente, el estudio abordado deja ver la importancia de la accesibilidad para el análisis de los efectos de la planificación urbana en la prestación de servicios de salud en la población y permite identificar y proponer características de diseño e implementación de planes de desarrollo urbano que permitan anticipar y proyectar las acciones de atención médica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido apoyado por el programa de postgrado en Ingeniería de Sistemas de ESIME Zacatenco por abrir espacios para el intercambio de conocimiento. Un reconocimiento especial al Dr. Juan Campos Alanís de la Universidad Autónoma del Estado de México por sus conocimientos aportados en análisis geográfico.

REFERENCIAS

- [1] Baxendale C., Buzai G., Cañada M. R. *et al.* Localización óptima de centros de salud basados en la necesidad social, mediante el modelo de cobertura máxima, en Moreno, A., Buzai G., Fuenzalida M. (Eds.), *Sistemas de Información Geográfica: Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales*. Editorial Ra-Ma, pp 327-342, 2018.
- [2] Fuensalida M., Gómez M., De Luz-Medel C., *et al.* Sistemas de Información geográfica y localización óptima de instalaciones y equipamientos. Editorial Ra-Ma, pp 281-300, 2012.
- [3] Moreno A., Buzai G., Fuensalida M (Eds.). *Sistemas de Información Geográfica: Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales*. Bogotá: Ra-Ma editorial; Ediciones de la U, 2018
- [4] Buzai G. y Montes E. Accesibilidad espacial: Demanda potencial en los hospitales públicos de los municipios de la cuenca del río Luján. En *Estadística Espacial: Fundamentos y aplicación con sistemas de información geográfica*. Impresiones Buenos Aires, pp.169- 191, 2018.
- [5] Garrocho C. y Campos J. Un indicador de accesibilidad a unidades de servicios clave para ciudades mexicanas: fundamentos, diseño y aplicación. *Economía, Sociedad y Territorio*, Vol. VI, No. 22, pp 1-60, 2006. <https://doi.org/10.22136/est002006262>
- [6] Chen W, Cheng L, Chen X. *et al.* Measuring accessibility to health care services for older bus passengers: A finer spatial resolution. *Journal of Transport Geography*, Vol 93, No. 103068, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103068>
- [7] Wigley A.S., Tejedor-Garavito N., Alegana V. *et al.* Measuring the availability and geographical accessibility of maternal health services across sub-Saharan Africa. *BMC Medicine*, Vol. 18, No. 237, pp 1–10, 2020. <https://doi.org/10.1186/s12916-020-01707-6>
- [8] Apparicio P., Abdelmajid M., Riva M. *et al.* Comparing alternative approaches to measuring the geographical accessibility of urban health services: Distance types and aggregation-error issues. *International Journal of Health Geographics*, Vol. 7, No. 7, pp 1–14, 2008. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-7-7>
- [9] Ramírez M. Sitios óptimos destinados a la expansión de los equipamientos de atención primaria de la salud en el área metropolitana de la gran resistencia del chaco (Argentina). En Bosque J. y Moreno A. (Eds.), *Sistemas de Información geográfica y localización óptima de instalaciones y equipamientos*. Editorial Ra-Ma, pp 229-249, 2012.
- [10] López-Escolano C, Pueyo-Campos Á. Medidas básicas de accesibilidad territorial. Enfoques, evolución y utilidades. *Bitácora Urbano Territorial*, Vol. 29, No. 3, pp 49–57, 2019. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v29n3.68085>
- [11] Rodrigue J. P. *The geography of transport systems*. 6th Edition, New York: Routledge, 2024. <https://doi.org/10.4324/9781003343196>

- [12] Batty M. Accessibility: In search of a unified theory. *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol 36, No. 2, pp 191–4, 2009. <https://doi.org/10.1068/b3602ed>
- [13] Unger-Saldaña K., Lajous M. and Reich M. R. Improving health system performance in Mexico. *Lancet (London, England)*, Vol. 402, No. 10403, pp 674–676. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01454-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01454-X)
- [14] González Block M.A., Reyes Morales H., Hurtado L.C. *et al.* Mexico: Health System Review. *Health Systems in Transition* Vol.22, No. 2, pp 1-222. <http://europepmc.org/abstract/MED/33527902>
- [15] Gómez Dantés O., Sesma S., Becerril V. Sistema de salud de México. *Salud Pública de México*, Vol. 53, pp 220-232, 2011. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5043>
- [16] Salado, M. Localización de los equipamientos colectivos, accesibilidad y bienestar social. En Bosque J. y Moreno A. (Eds.), *Sistemas de Información geográfica y localización óptima de instalaciones y equipamientos*. Editorial Ra-Ma, pp 41-72, 2012.
- [17] CONEVAL. Informe de pobreza y evaluación 2020: Chihuahua. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2020. https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Paginas/Informes_Pobreza_Evaluacion_2020.aspx
- [18] Secretaría de Salud de Chihuahua. Programa sectorial de salud del Estado de Chihuahua 2022-2027, 2022. <https://chihuahua.gob.mx/>
- [19] SEDATU, CONAPO, INEGI. Delimitación de las zonas metropolitanas México 2015. México, 2015. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/344506/1_Preliminares_hasta_V_correcciones_11_de_julio.pdf
- [20] INEGI. Censo Nacional de población y vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- [21] SEDESOL. Sistema normativo de equipamiento urbano en salud y asistencia social. Secretaría de Desarrollo Social de México, 1999.
- [22] Naciones Unidas. Objetivo de desarrollo sostenible 2030: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades, 2025. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>
- [23] Amézquita-López J., Valdés-Atencio J., and Angulo-García D. Understanding Traffic Congestion via Network Analysis, Agent Modeling, and the Trajectory of Urban Expansion: A Coastal City Case. *Infrastructures*, Vol. 6, No. 6, pp 85, 2021. <https://doi.org/10.3390/infrastructures6060085>
- [24] Valdés-Atencio J. Accesibilidad espacial de la infraestructura vial en la Zona Metropolitana de Toluca. Tesis de Maestría, Estado de México, Universidad Autónoma del Estado de México, 2024. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/141582>.