Prototype of a regional dashboard for maternal and child indicators for public health in Honduras

Arnoldo Zelaya[1]; Claudia Caceres[2]; Yenny Velasquez[3]
[1,3]Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras, *arnoldo.zelaya@unah.edu.hn, yenny.velasquez@unah.edu.hn*
[2]Hospital General San Felipe, Honduras, *claudiamcaceresz@gmail.com*

Abstract– ***Weak operational use of health data limits the capacity of public health systems to translate maternal and child indicators into timely territorial decisions. This paper presents the design of a regional dashboard for maternal and child health monitoring and a territorial use case in Honduras. At its current proof-of-concept stage, the artifact comprises an indicator dictionary, a reproducible prioritization index implemented in Python, and a high-fidelity interface mockup; the data-quality panel and the decision log are functional specifications. The illustrative use case applies publicly available ENDESA/MICS 2019 estimates for the 18 departments: four or more antenatal care visits, skilled birth attendance, and postnatal checks for mothers and newborns within two days; under-five mortality is displayed as a contextual outcome and is not scored. Gracias a Dios and Olancho ranked first and second under all eight weighting and normalization scenarios and remained among the two highest-priority departments in at least 98% of 10,000 Monte Carlo simulations combining random weights and sampling error, whereas the order of intermediate departments was uncertain. The contribution is a transparent and replicable decision-support design whose potential usefulness for planning, accountability and resource allocation will be tested with regional managers through the proposed pilot protocol.***

Keywords-- ***Maternal and child health; public health dashboard; health information systems; decision-making, Honduras.***

Prototipo de cuadro de mando regional para indicadores materno-infantiles en la salud pública de Honduras

Arnoldo Zelaya[1]; Claudia Caceres[2]; Yenny Velasquez[3]
[1,3]Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras, *arnoldo.zelaya@unah.edu.hn, yenny.velasquez@unah.edu.hn*
[2]Hospital General San Felipe, Honduras, *claudiamcaceresz@gmail.com*

Resumen– ***El débil uso operativo de los datos sanitarios reduce la capacidad de los sistemas públicos para convertir indicadores materno-infantiles en decisiones territoriales oportunas. Este artículo presenta el diseño de un cuadro de mando (dashboard) regional para vigilancia y gestión materno-infantil, acompañado de un caso de uso territorial en Honduras. En su estado actual de prueba de concepto, el artefacto comprende un diccionario de indicadores, un índice de prioridad territorial calculado de forma reproducible en Python y una maqueta de interfaz de alta fidelidad; el panel de calidad de datos y la bitácora de decisiones se presentan como especificaciones funcionales. El caso de uso ilustrativo aplica estimaciones públicas de la ENDESA/MICS 2019 para los 18 departamentos: cuatro o más controles prenatales, atención del parto por personal calificado y control posnatal de la madre y del recién nacido dentro de dos días; la mortalidad en menores de cinco años se muestra como desenlace de contexto y no se incorpora al índice. Gracias a Dios y Olancho ocuparon las dos primeras posiciones en los ocho escenarios de ponderación y normalización, y se mantuvieron entre los dos departamentos de mayor prioridad en al menos 98 % de 10 000 simulaciones de Monte Carlo que combinaron pesos aleatorios y error muestral; el orden de los departamentos intermedios resultó incierto. La contribución es un diseño transparente y replicable de apoyo a la decisión, cuya utilidad potencial para la planificación, la rendición de cuentas y la asignación de recursos deberá verificarse con gestores regionales mediante el protocolo de pilotaje propuesto.***

Palabras clave-- Dashboard, salud materno-infantil, sistemas de información sanitaria, toma de decisiones, Honduras.

I. Introducción

La disponibilidad de datos no garantiza, por sí sola, mejores decisiones en salud pública. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha señalado que los sistemas de información sanitaria siguen mostrando brechas relevantes de madurez, capacidad analítica y uso institucional, aun cuando muchos países han incrementado la producción de datos rutinarios y estadísticos [1]. En paralelo, la transformación digital debe entenderse como un medio para fortalecer sistemas de salud y no como sustituto de sus funciones organizacionales básicas [2]. Desde la perspectiva regional, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha promovido el enfoque de sistemas de información para la salud como un componente de gobernanza, calidad de datos, interoperabilidad y toma de decisiones [3].

En la práctica, una de las debilidades persistentes consiste en que los datos sanitarios se producen para reportar, pero no siempre se convierten en acciones territoriales [1], [4]. Los indicadores materno-infantiles son particularmente sensibles a esta brecha porque sintetizan continuidad de atención, acceso geográfico, oportunidad de referencia, calidad clínica y protección social [4], [5]. Una región sanitaria puede disponer de estadísticas nacionales, encuestas poblacionales, reportes rutinarios y tabulados históricos; sin embargo, si estos insumos no se integran en una lectura operativa, el gestor local difícilmente identifica qué territorio requiere intervención, qué componente de la cascada de atención está fallando, quién debe responder y cómo se verificará la mejora [4]-[6].

Honduras constituye un contexto pertinente para desarrollar esta propuesta. La Encuesta Nacional de Demografía y Salud / Encuesta de Indicadores Múltiples por Conglomerados 2019 (ENDESA/MICS 2019) fue diseñada para generar estimaciones nacionales, urbano-rurales, regionales y departamentales, con indicadores relevantes para políticas, programas y seguimiento de metas nacionales e internacionales [7]. La ficha de microdatos de MICS enfatiza, además, que la información sobre salud materna, salud infantil, mortalidad y características sociodemográficas resulta fundamental para identificar desigualdades y orientar decisiones [8]. El reto no es solo disponer de esta información, sino convertirla en un producto digital que facilite lectura, priorización, seguimiento y responsabilidad institucional.

Este trabajo propone un tablero de control o cuadro de mando (dashboard) regional de indicadores materno-infantiles orientado a gestores de salud pública. El producto científico esperado se materializa en dos componentes: primero, un prototipo en fase de prueba de concepto, que combina una arquitectura de datos y un modelo de indicadores especificados, un índice de priorización implementado y una maqueta de la interfaz; segundo, un caso de uso territorial basado en indicadores departamentales de Honduras.

El objetivo general es diseñar un artefacto de apoyo a la decisión que reduzca la distancia entre la producción estadística y la acción operativa en salud pública. Los

objetivos específicos son: definir un modelo mínimo de indicadores materno-infantiles; construir una lógica de priorización territorial; diseñar los módulos principales del tablero; e ilustrar su utilidad potencial mediante un caso territorial reproducible con datos públicos de los 18 departamentos.

II. Marco conceptual y propuestas de valor

A. *Del dato sanitario a la decisión operativa*

Un tablero sanitario no debe reducirse a una colección de gráficos [9], [10]. En sentido operativo, es una interfaz de gobernanza que traduce datos en decisiones periódicas, asigna responsabilidades y permite verificar si la acción ejecutada modifica una brecha priorizada [9]-[11]. La guía de la OMS para el análisis y uso de datos de establecimientos en programas maternos, neonatales, infantiles y adolescentes destaca la necesidad de articular catálogos de indicadores, análisis, visualización y uso gerencial de información para fortalecer decisiones programáticas [12]. En el nivel de plataforma, DHIS2 documenta el uso de tableros para combinar mapas, gráficos, tablas, reportes y recursos en una visión de alto nivel orientada a la toma de decisiones [13]. Desde esta perspectiva, el tablero propuesto funciona como un mecanismo de lectura integrada de la cascada materno-infantil: atención prenatal, parto seguro, control posnatal y supervivencia infantil.

La literatura sobre sistemas rutinarios también advierte que la utilidad de un tablero depende de la calidad de los datos [14], [15]. La experiencia de DHIS2 en Nigeria mostró que los datos de establecimientos pueden ofrecer información frecuente y desagregada, pero requieren intervenciones coordinadas para corregir problemas de completitud, subregistro e inconsistencia [16]. Un estudio reciente en Nepal observó completitud elevada en varios indicadores materno-infantiles, aunque persistieron debilidades de consistencia, por lo que recomendó comités de revisión, validación y auditoría de calidad de datos [17]. En consecuencia, el tablero propuesto incorpora un panel de calidad como prerrequisito para interpretar resultados programáticos.

B. *Enfoque tecnológico y de negocio público*

Desde el punto de vista tecnológico, el prototipo se concibe como una solución modular que puede implementarse sobre herramientas abiertas o ampliamente disponibles. DHIS2 permite capturar, gestionar, visualizar y analizar datos mediante tablas, mapas, gráficos y tableros, y se ha consolidado como un bien público digital configurable para sistemas de salud [13]. No obstante, el diseño propuesto no depende exclusivamente de una plataforma, puede integrarse con DHIS2, repositorios SQL, hojas validadas, sistemas estadísticos nacionales o herramientas de inteligencia de negocios como Metabase, Superset o Power BI, siempre que exista un diccionario común de indicadores y un ciclo de revisión institucional.

La propuesta de valor se expresa en términos de gestión pública. Para una región sanitaria, los tableros ofrecen reducción del tiempo necesario para identificar brechas, priorización explícita de territorios, trazabilidad de decisiones, mejor comunicación con autoridades centrales y mayor capacidad de rendición de cuentas. Para una institución financiadora o cooperante, el tablero permite focalizar intervenciones, documentar avances y comparar territorios bajo reglas transparentes. Para un eventual emprendimiento tecnológico-social, el producto puede estructurarse como servicio de configuración, capacitación, mantenimiento analítico y acompañamiento de gestión, evitando vender únicamente software y concentrándose en convertir datos en decisiones verificables.

En términos de innovación y escalamiento, el modelo de implementación se organiza en torno a usuarios, valor, fases, costos, capacidades y adopción. Los usuarios primarios son los equipos de gestión de las 20 regiones sanitarias del país, 18 departamentales y 2 metropolitanas, en particular jefaturas regionales, epidemiólogos y responsables de estadística; los usuarios secundarios son el nivel central de la Secretaría de Salud y los cooperantes. La propuesta de valor consiste en acortar el tiempo entre la publicación de un dato y una decisión documentada, y en hacer explícitos los criterios con que se priorizan territorios. La implementación se plantea en tres fases: pilotaje en dos o tres regiones con datos de encuesta, integración con datos rutinarios de DHIS2 u otros sistemas nacionales y extensión progresiva al resto de regiones. Dado que el cálculo se apoya en software abierto, el costo de licencias es nulo; los costos se concentran en talento humano, con un analista de datos y un desarrollador a tiempo parcial durante la configuración, en la capacitación de usuarios, el alojamiento institucional y el mantenimiento anual del diccionario de indicadores. Las capacidades requeridas incluyen manejo básico de bases de datos, estadística descriptiva, gobernanza de datos y facilitación de reuniones de análisis. La estrategia de adopción descansa en tres condiciones: patrocinio formal de la autoridad sanitaria, integración del tablero en las reuniones periódicas de análisis de la red de servicios, en lugar de crear un proceso paralelo, y transferencia metodológica a analistas regionales para evitar dependencia de proveedores externos [2], [3].

C. *Consideraciones éticas y de gobernanza*

El prototipo demostrativo utiliza exclusivamente datos agregados y públicos, sin información individual identificable. En una implementación con datos rutinarios sensibles sería indispensable aplicar control de acceso por rol, anonimización o seudonimización cuando corresponda, registro de auditoría, políticas de retención, evaluación de riesgo de reidentificación y reglas explícitas para uso secundario de datos. La gobernanza debe incluir un comité técnico que apruebe indicadores, metas, umbrales, visualizaciones y responsabilidades. La bitácora de decisiones debe conservar qué alerta se revisó, qué evidencia la sustentó, quién tomó la decisión y cuándo se evaluará su cumplimiento.

III. Materiales y métodos

A. Diseño del artefacto

El estudio se planteó como una investigación aplicada de diseño de artefacto tecnológico. El proceso comprendió cinco fases que inician con la identificación del problema operativo, selección de indicadores trazadores, diseño del modelo de datos, construcción de lógica de priorización y ilustración mediante un caso territorial. El producto no pretende estimar efectos causales ni sustituir sistemas oficiales de vigilancia; su propósito es mostrar cómo un tablero regional puede organizar datos disponibles para mejorar planificación, seguimiento y decisiones de asignación de recursos. En cuanto a su nivel de desarrollo, el artefacto se encuentra en fase de prueba de concepto. Se implementaron el diccionario de indicadores (Tabla I), las reglas de normalización y ponderación, y el cálculo reproducible del índice y de su análisis de sensibilidad en Python 3, con las bibliotecas pandas y NumPy; el código y los datos se entregan como material suplementario. La interfaz del tablero es una maqueta de alta fidelidad que especifica disposición, módulos y flujos de lectura, pero no corresponde a una aplicación desplegada ni conectada a fuentes en línea. El panel de calidad de datos, la bitácora de decisiones y la integración con DHIS2 se presentan como especificaciones funcionales.

B. Fuente de datos y unidad territorial

Para el caso de uso se emplearon indicadores públicos de ENDESA/MICS 2019. La unidad de análisis fue el departamento, porque la encuesta reporta estimaciones para los 18 departamentos de Honduras [7]. Se seleccionaron cuatro trazadores de cobertura, con igual período de referencia, por su relevancia programática y su lectura integrada de la continuidad de atención: porcentaje de mujeres con cuatro o más controles prenatales (APN4+); porcentaje de partos atendidos por personal calificado (PC); porcentaje de madres con control posnatal dentro de los dos días posteriores al parto (CPP-M); y porcentaje de recién nacidos con control posnatal en el mismo plazo (CPP-RN). Los cuatro se refieren a mujeres de 15 a 49 años con un nacido vivo en los dos años previos a la encuesta y proceden de las tablas TM.5.1 y TM.8.1 a TM.8.9 del informe, en las secciones 6.4, 6.6 y 6.8, pp. 178-239 [7]. Como desenlace de contexto se consideró la mortalidad en menores de cinco años por 1000 nacidos vivos (M5), tomada del capítulo 5, pp. 131-138 [7]. Se seleccionaron cuatro trazadores por su relevancia programática y su lectura integrada de la continuidad de atención: porcentaje de mujeres con cuatro o más controles prenatales; porcentaje de nacimientos atendidos por personal calificado; porcentaje de díadas madre-recién nacido con control posnatal dentro de los dos días posteriores al parto; y mortalidad en menores de cinco años por 1000 nacidos vivos. En el informe, las estimaciones departamentales de mortalidad infantil y de menores de cinco años se presentan para el decenio previo a la encuesta con el objetivo de aumentar precisión estadística [7].

C. Modelo de priorización territorial

El índice de prioridad territorial se construyó como una medida compuesta de brecha relativa [18], [19]. Para cada indicador de cobertura i y departamento d, donde un valor mayor representa mejor desempeño, se calculó una brecha normalizada respecto al rango observado entre los 18 departamentos [18], [19], según la Fórmula (1); el índice final se obtuvo como suma ponderada de las brechas, según la Fórmula (2):

$$b_i(d) = [\max_j x_i(j) - x_i(d)]/[\max_j x_i(j) - \min_j xi(_j)] \quad (1)$$

$$IPT(d) = 100[w_{APN4}b_{APN4}(d) + w_{PC}b_{PC}(d) + w_{CPPM}b_{CPPM}(d) + w_{CPPRN}b_{CPPRN}(d)] \quad (2)$$

donde $x_i(d)$ es la cobertura observada del indicador i en el departamento d; $b_i(d)$ toma valor 0 en el departamento con mejor cobertura y 1 en el de menor cobertura; e IPT(d) varía entre 0 y 100. Las ponderaciones principales asignan igual peso a las tres etapas de la cascada materno-neonatal, es decir, atención prenatal, parto y posparto temprano ($w_{APN4} = w_{PC} = 1/3$), y distribuyen el peso de la etapa posnatal entre madre y recién nacido ($w_{CPPM} = w_{CPPRN} = 1/6$). Esta elección sigue la recomendación de emplear pesos iguales cuando no existe evidencia empírica ni consenso normativo que justifique otra estructura [18], y evita que la etapa posnatal, medida con dos indicadores, reciba doble peso. La mortalidad en menores de cinco años se excluyó del índice porque sus estimaciones departamentales se refieren al decenio 2009-2019, mientras que las coberturas corresponden a los dos años previos a la encuesta; combinar ambos períodos en una sola puntuación confundiría brechas actuales con desenlaces acumulados. Por ello, M5 se presenta en el tablero como desenlace de contexto junto al índice. En una implementación institucional, las ponderaciones deberán ser editables y aprobadas por un comité técnico, dado que su selección puede modificar la clasificación final [18], [19]. El índice no debe interpretarse como riesgo individual ni como medida causal, sino como herramienta de triaje territorial para orientar discusión gerencial [19], [20]. Los indicadores considerados se encuentran en la Tabla I.

D. Análisis de sensibilidad e incertidumbre

La robustez del índice se evaluó mediante tres procedimientos complementarios. Primero, se compararon ocho escenarios deterministas: la ponderación principal; pesos iguales por indicador (0.25 cada uno); énfasis en parto calificado (0.25, 0.40, 0.175 y 0.175); énfasis en continuidad posnatal (0.20, 0.20, 0.30 y 0.30); normalización por brecha absoluta frente a la cobertura universal, $b_i(d) = [100 - x_i(d)] / 100$; y la exclusión sucesiva de APN4+, del parto calificado y del componente posnatal, con renormalización de los pesos restantes. La concordancia de cada escenario con la clasificación principal se midió con el coeficiente de

Spearman. Segundo, se efectuaron 10 000 simulaciones de Monte Carlo con pesos extraídos de una distribución de Dirichlet(1, 1, 1, 1), que explora de manera uniforme las combinaciones posibles de pesos [18]. Tercero, se incorporó la incertidumbre muestral mediante 10 000 simulaciones en las que cada cobertura se perturbó con un error normal de desviación estándar de 2.5 puntos porcentuales, truncado en 100 %; este valor corresponde al error típico esperado para una proporción cercana a 88 % estimada con unas 250 mujeres por departamento y un efecto de diseño de 1.5. Un último conjunto de 10 000 simulaciones combinó ambas fuentes de variación. Para cada departamento se informan los percentiles 5 y 95 de su posición y del IPT, así como la probabilidad de ubicarse entre los dos o tres primeros lugares. Con base en estos intervalos se definieron tres grupos, en lugar de un orden estricto: prioridad inmediata, cuando el intervalo de posiciones queda contenido en los dos primeros lugares; seguimiento focalizado, cuando el intervalo incluye la tercera posición; y monitoreo rutinario, en los demás casos.

E. Reproducibilidad y tratamiento de valores faltantes

Los 18 departamentos contaron con estimaciones para los cuatro indicadores, por lo que no fue necesario imputar valores. Para implementaciones con datos incompletos se definió el siguiente procedimiento: el valor faltante no se imputa, el indicador se excluye del cálculo para ese territorio, los pesos restantes se renormalizan para sumar uno y el panel de calidad identifica el índice como parcial. Las estimaciones que el informe presenta entre paréntesis, por basarse en pocos casos, se muestran con advertencia y no se utilizan para clasificar sin revisión del comité técnico. El conjunto completo de datos, el IPT y los intervalos de incertidumbre de los 18 departamentos se presentan en la Tabla II y Tabla III; el código en Python, el archivo de datos y las salidas de cálculo, con semilla aleatoria fija, se entregan como material suplementario para permitir la replicación exacta de todos los resultados.

F. Protocolo de validación con usuarios

La validación del artefacto se plantea como un piloto de métodos mixtos, previo a cualquier afirmación de efectividad. Participarán entre 12 y 15 usuarios de al menos tres regiones sanitarias, entre jefaturas regionales, epidemiólogos, responsables de estadística y coordinadores de programas materno-infantiles, número suficiente para identificar la mayoría de los problemas de usabilidad y obtener puntuaciones estables en la escala SUS [21]. Cada participante resolverá, con la maqueta y los datos del caso de uso, cinco tareas estandarizadas: identificar los departamentos de prioridad inmediata; explicar qué indicador origina la alerta en un territorio; interpretar el intervalo de incertidumbre de un departamento intermedio; verificar la fuente y el período de un indicador; y registrar una decisión con responsable y fecha de verificación. En usabilidad se medirán la tasa de éxito por tarea, el tiempo de ejecución, los errores y la puntuación SUS, con un umbral de aceptación de 68 puntos [21]. En aceptabilidad se aplicarán las siete dimensiones del marco teórico de aceptabilidad [22], con escala de Likert de cinco puntos. En utilidad decisional se evaluarán la concordancia entre los territorios priorizados por los participantes y los grupos del índice, el cambio en la confianza declarada para decidir y la proporción de decisiones registradas con criterio explícito. Se complementará con entrevistas semiestructuradas breves y análisis temático, y el protocolo se someterá a un comité de ética antes de su ejecución.

TABLA I
MODELO MÍNIMO DE INDICADORES DEL TABLERO

Dimensión	Indicador trazador	Lectura operativa	Acción sugerida
Continuidad prenatal	Mujeres con cuatro o más controles prenatales	Mide contacto mínimo sostenido con el sistema antes del parto.	Identificar municipios con baja captación o abandono prenatal.
Parto seguro	Nacimientos atendidos por personal calificado	Aproxima acceso a atención obstétrica segura y referencia.	Revisar red de traslado, disponibilidad de personal y barreras geográficas.
Posparto temprano	Control posnatal de la madre y del recién nacido dentro de dos días (dos indicadores)	Evalúa oportunidad de seguimiento después del parto.	Programar visitas comunitarias y seguimiento de altas obstétricas.
Supervivencia infantil	Mortalidad en menores de cinco años por 1000 nacidos vivos (desenlace de contexto; no se incluye en el índice)	Sintetiza desenlaces acumulados de salud infantil.	Priorizar análisis de causas, nutrición, inmunización y acceso.
Calidad de datos	Completitud, consistencia y oportunidad	Indica confiabilidad para tomar decisiones.	Ejecutar validación, auditoría y retroalimentación al establecimiento.

IV. DISEÑO DEL TABLERO

La arquitectura funcional del tablero se organiza en cinco capas, como se resume en la Fig. 1. La primera capa recibe fuentes estadísticas y rutinarias. En el caso ilustrativo, la fuente principal es ENDESA/MICS; en una implementación institucional se agregarían registros de establecimientos, nacimientos, control prenatal, inmunización, referencia obstétrica y mortalidad. La segunda capa evalúa calidad de datos mediante reglas de completitud, valores extremos, consistencia temporal y concordancia entre numeradores y denominadores. La tercera capa define el modelo semántico: territorio, periodo, fuente, indicador, desagregación y meta. La cuarta capa produce visualizaciones, semáforos, brechas e

índice de prioridad. La quinta capa convierte hallazgos en acciones mediante alertas, responsables, fechas de revisión y bitácora de seguimiento.



Fig. 1 Arquitectura funcional del tablero regional de indicadores materno-infantiles.

El diseño visual se organiza en seis módulos. El primero es una tarjeta ejecutiva con cuatro indicadores nacionales o regionales y su variación respecto a la medición anterior. El segundo es un mapa o panel territorial que permite ordenar departamentos, municipios o redes de servicios según brecha. El tercero es una cascada de atención que muestra pérdida de continuidad desde atención prenatal hasta control posnatal. El cuarto resume desenlaces infantiles, con énfasis en mortalidad de menores de cinco años y, cuando existan datos, mortalidad neonatal, bajo peso al nacer, desnutrición e inmunización. El quinto presenta reglas de calidad de datos. El sexto registra decisiones, responsables y estado de ejecución.

El prototipo debe operar bajo tres principios: i) parsimonia: un tablero regional no debe iniciar con decenas de indicadores, sino con un conjunto trazador que sea interpretable y accionable; ii) trazabilidad: cada valor debe conservar fuente, fecha, denominador, método de cálculo y restricciones de interpretación; iii) gobernanza: todo semáforo debe estar vinculado a una regla aprobada, y toda alerta de prioridad debe generar una discusión documentada, no una conclusión automática. La Fig. 2 presenta la maqueta de la interfaz, elaborada con los datos del caso de uso.

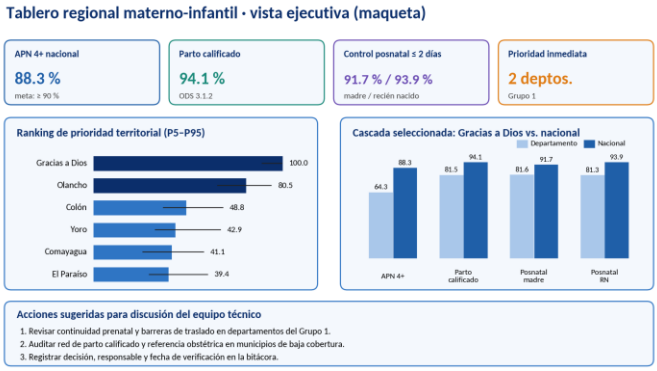


Fig. 2 Maqueta de alta fidelidad de la interfaz del tablero para gestores regionales de salud materno-infantil; no corresponde a una aplicación desplegada.

V. Caso de Uso Ilustrativo: Honduras

El caso de uso es un escenario ilustrativo de los beneficios esperados en una reunión mensual de análisis regional; no describe una sesión real con usuarios. El equipo técnico abre el tablero, revisa primero el panel de calidad, luego examina los trazadores nacionales y finalmente ordena los departamentos por el índice de prioridad. En la ENDESA/MICS 2019, el 88.3 % de mujeres reportó cuatro o más controles prenatales, el 94.1 % de nacimientos fue atendido por personal calificado y el 91.7 % de las madres y el 93.9 % de los recién nacidos recibieron control posnatal dentro de dos días.. La mortalidad en menores de cinco años fue de 21 por 1000 nacidos vivos para el quinquenio 2014-2019, mientras que las estimaciones departamentales se reportaron para el decenio 2009-2019 [7].

La priorización revela dos patrones relevantes. El primero es una brecha territorial extrema en Gracias a Dios: 64.3 % de cuatro o más controles prenatales, 81.5 % de parto atendido por personal calificado, 81.6 % y 81.3 % de control posnatal de la madre y del recién nacido dentro de dos días, respectivamente, y mortalidad de menores de cinco años de 41 por 1000 nacidos vivos. El segundo es una brecha operacional en Olancho: 74.1 % de cuatro o más controles prenatales, 82.9 % de parto calificado, y 84.0 % y 84.8 % de control posnatal de la madre y del recién nacido, aunque con mortalidad inferior a la de Gracias a Dios. La lectura integrada evita que una sola cifra nacional o una cobertura promedio oculte territorios que requieren intervención diferenciada. Lo aquí descrito se resume en la Tabla II; los datos completos de los 18 departamentos, con sus intervalos de incertidumbre, se presentan en la Tabla III.

El análisis de sensibilidad confirmó la estabilidad de los extremos de la clasificación y la incertidumbre de las posiciones intermedias. Gracias a Dios y Olancho ocuparon el primer y el segundo lugar en los ocho escenarios deterministas, y se mantuvieron entre los dos primeros lugares en 99.9 % y 98.2 % de las simulaciones combinadas, respectivamente. La concordancia de los escenarios con la clasificación principal fue alta, con coeficientes de Spearman entre 0.957 y 0.998; los valores más bajos correspondieron a la exclusión de APN4+ o del parto calificado. En cambio, Colón, Yoro, Comayagua y El Paraíso alternaron entre la tercera y la sexta posición según el escenario, y sus intervalos de posición bajo incertidumbre combinada se extendieron desde la tercera hasta la sexta, séptima, undécima y novena posición, respectivamente; ninguno superó 45 % de probabilidad de ubicarse entre los tres primeros. Estos resultados justifican presentar a estos cuatro departamentos como un grupo de seguimiento focalizado y no como un orden estricto (Fig. 3).

TABLA II
DEPARTAMENTOS PRIORIZADOS EN EL CASO DE USO TERRITORIAL

Dep.	APN 4+ (%)	PC (%)	CPP-M/RN (%)	M5	IPT [pos.]	Recomendación operativa inicial
Gracias a Dios	64.3	81.5	81.6/81.3	41	100.0 [1-2]	Plan intensivo de continuidad prenatal, traslado obstétrico y control posnatal comunitario.
Olancho	74.1	82.9	84.0/84.8	25	80.5 [1-2]	Auditoría territorial de acceso a parto calificado y seguimiento posparto temprano.
Colón	83.9	88.6	87.8/91.0	29	48.8 [3-6]	Revisión de red de referencia, captación prenatal y consistencia de datos rutinarios.
Yoro	84.3	92.7	85.9/91.1	22	42.9 [3-7]	Búsqueda activa de gestantes con abandono prenatal y control posnatal incompleto.
Comayagua	84.2	88.4	93.2 / 92.8	28	41.1 [3-11]	Análisis municipal de parto seguro y fortalecimiento de vigilancia infantil.
El Paraíso	87.6	90.5	89.9/90.7	22	39.4 [3-9]	Mejorar continuidad posnatal y monitorear brechas rurales.

Nota: Dep. = departamento; APN4+ = cuatro o más controles prenatales; PC = parto calificado; CPP-M/RN = control posnatal de la madre / del recién nacido dentro de dos días; M5 = mortalidad en menores de cinco años por 1000 nacidos vivos, decenio 2009-2019, como desenlace de contexto no incluido en el índice; IPT = índice de prioridad territorial; entre corchetes, percentiles 5 y 95 de la posición bajo incertidumbre combinada. Fuente: [7].

En una reunión territorial, el tablero podría orientar tres decisiones. Primero, considerar a Gracias a Dios como prioridad inmediata por la convergencia de baja continuidad prenatal, menor cobertura de parto calificado, menor seguimiento posnatal y mayor mortalidad de menores de cinco años. Segundo, incluir a Olancho en el mismo grupo, con énfasis en las brechas de acceso en la cascada de atención, aunque su desenlace infantil agregado sea menos extremo. Tercero, programar análisis municipal en Colón, Yoro, Comayagua y El Paraíso, cuyas brechas no son máximas en un solo indicador, pero se acumulan en el índice, y cuyo orden relativo no puede establecerse con precisión. La Fig. 3 muestra el índice y sus intervalos de incertidumbre para los 18 departamentos.

El beneficio esperado del caso no radica en reemplazar el juicio epidemiológico, sino en ordenar la conversación. El tablero mostraría qué territorio merece discusión prioritaria, qué indicador explica la alerta, qué dato debe validarse y qué acción inicial es razonable. Esta estructura podría reducir la dependencia de reportes extensos, reuniones basadas en percepciones o decisiones reactivas. Además, permitiría que la autoridad sanitaria compare departamentos con reglas explícitas y documente por qué se asignan recursos, brigadas, supervisiones o cooperación técnica a un territorio determinado.

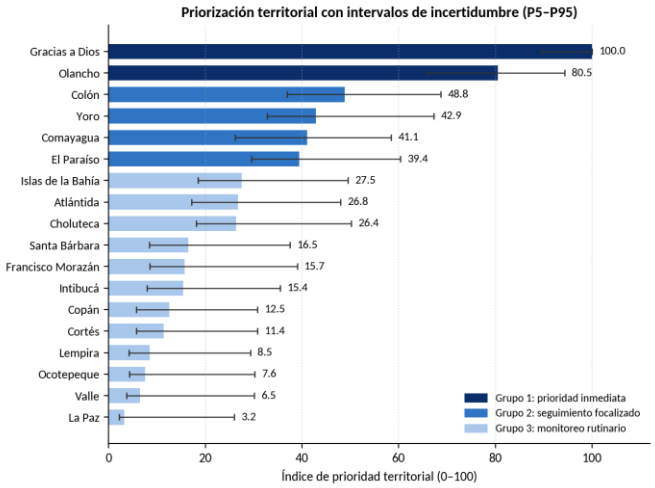


Fig. 3 Índice de prioridad territorial de los 18 departamentos, calculado con trazadores de cobertura de ENDESA/MICS 2019; las barras de error indican los percentiles 5 y 95 bajo incertidumbre combinada de pesos y error muestral.

TABLA III
DATOS DE COBERTURA, ÍNDICE DE PRIORIDAD TERRITORIAL E INCERTIDUMBRE PARA LOS 18 DEPARTAMENTOS

Departamento	APN 4+	PC	CPP-M	CPP-RN	IPT [P5–P95]	Posición [P5–P95]; grupo
Gracias a Dios	64.3	81.5	81.6	81.3	100.0 [89.6–100.0]	1 [1–2]; G1
Olancho	74.1	82.9	84.0	84.8	80.5 [65.9–94.3]	2 [1–2]; G1
Colón	83.9	88.6	87.8	91.0	48.8 [36.9–68.7]	3 [3–6]; G2
Yoro	84.3	92.7	85.9	91.1	42.9 [32.8–67.3]	4 [3–7]; G2
Comayagua	84.2	88.4	93.2	92.8	41.1 [26.2–58.4]	5 [3–11]; G2
El Paraíso	87.6	90.5	89.9	90.7	39.4 [29.5–60.4]	6 [3–9]; G2
Islas de la Bahía	88.7	94.1	90.0	94.6	27.5 [18.5–49.5]	7 [5–13]; G3
Atlántida	89.9	93.1	91.0	94.7	26.8 [17.2–48.0]	8 [5–14]; G3
Choluteca	89.8	94.8	90.2	93.1	26.4 [18.1–50.2]	9 [5–13]; G3
Santa Bárbara	86.0	98.6	93.1	96.9	16.5 [8.4–37.5]	10 [7–17]; G3
Francisco Morazán	92.4	96.4	91.6	96.4	15.7 [8.5–39.0]	11 [7–17]; G3
Intibucá	93.0	95.0	95.1	94.9	15.4 [7.9–35.5]	12 [8–17]; G3
Copán	89.8	97.1	97.0	95.4	12.5 [5.7–30.8]	13 [9–18]; G3
Cortés	91.6	97.2	94.8	96.6	11.4 [5.7–30.8]	14 [9–18]; G3
Lempira	93.1	97.9	94.9	96.5	8.5 [4.2–29.3]	15 [10–18]; G3

Ocotepeque	90.5	100.0	97.1	94.3	7.6 [4.3–30.2]	16 [9–18]; G3
Valle	94.9	98.8	93.7	96.3	6.5 [3.7–30.1]	17 [10–18]; G3
La Paz	94.7	99.7	95.8	95.9	3.2 [2.2–26.0]	18 [11–18]; G3

Nota: coberturas en porcentaje, ENDESA/MICS 2019, tablas TM.5.1 y TM.8.1 a TM.8.9 [7]. IPT calculado con las Fórmulas (1) y (2) y la ponderación principal; intervalos: percentiles 5 y 95 en 10 000 simulaciones con pesos de Dirichlet(1, 1, 1, 1) y error muestral de 2.5 puntos porcentuales. G1 = prioridad inmediata; G2 = seguimiento focalizado; G3 = monitoreo rutinario.

VI. Discusión

El prototipo responde al problema del débil uso operativo de datos sanitarios mediante una solución de bajo acoplamiento tecnológico y alto valor gerencial. Su contribución no consiste en producir un nuevo indicador epidemiológico, sino en convertir indicadores existentes en una herramienta de decisión. En salud pública, este cambio es sustantivo: un indicador aislado describe una condición; un tablero gobernado define una rutina institucional para revisar, explicar y actuar sobre esa condición.

Desde el punto de vista tecnológico, la propuesta es técnicamente factible se apoya en principios ampliamente adoptados: diccionario de datos, visualización territorial, control de calidad, interoperabilidad y seguridad por roles. Su implementación podría iniciar con datos agregados públicos y evolucionar hacia integración con sistemas rutinarios. La ruta mínima consistiría en un repositorio relacional, un módulo de extracción y transformación, un catálogo de indicadores, visualizaciones web y un registro de acciones. En una etapa avanzada, la plataforma podría conectarse con DHIS2 u otros sistemas nacionales para actualizar datos por establecimiento, municipio, red de servicios y periodo.

Desde la perspectiva de sostenibilidad, el tablero debe financiarse como capacidad institucional, no como adquisición aislada. Los costos relevantes incluyen curaduría de datos, parametrización de indicadores, capacitación de usuarios, soporte técnico, sesiones de revisión y mejora continua. Un modelo de negocio público-privado o académico podría ofrecer implementación inicial, transferencia metodológica y acompañamiento, con énfasis en apropiación local. Para evitar dependencia tecnológica, se recomienda usar estándares abiertos, documentación completa, componentes reutilizables y capacitación a analistas regionales.

El caso ilustrativo de Honduras sugiere que los promedios nacionales pueden ser insuficientes para decisiones territoriales. Aunque varias coberturas nacionales son altas, algunos departamentos concentran brechas simultáneas. Gracias a Dios aparece como territorio crítico en todos los trazadores seleccionados, lo que sugiere que la intervención no debería limitarse a una acción puntual, sino a un paquete integrado de continuidad prenatal, parto seguro, control posnatal y análisis de mortalidad infantil. Olancho, por su parte, requiere una interpretación centrada en acceso y continuidad de servicios. Estas conclusiones son coherentes con una lectura de salud pública territorial: el tablero no diagnostica causas finales, pero orienta dónde profundizar y qué preguntas formular.

El enfoque de tablero regional también presenta desafíos de implementación que deben abordarse. Primero, requiere un compromiso sostenido de gobernanza, dado que la utilidad de la herramienta depende de su uso rutinario en reuniones técnicas, actualización periódica de datos y seguimiento documentado de decisiones. Esto implica designar responsables, asignar tiempo protegido y rendir cuentas por las acciones priorizadas. Segundo, la calidad de los datos subyacentes es un requisito crítico. Incorporar un panel de calidad es un primer paso, pero debe complementarse con auditorías de registro, validación de inconsistencias, retroalimentación a establecimientos y fortalecimiento de competencias locales de gestión de datos. Tercero, la brecha digital territorial puede limitar el alcance en zonas remotas, por lo que se recomienda una estrategia diferenciada que combine el tablero en línea con informes impresos, mensajes de texto y acompañamiento presencial focalizado.

Desde la perspectiva de equidad en salud, el tablero ofrece una oportunidad para visibilizar desigualdades territoriales y orientar asignación compensatoria de recursos. No obstante, este potencial solo se realizará si las métricas seleccionadas son confiables, oportunas y accionables. Además de indicadores de cobertura y resultados, se recomienda incorporar trazadores de desigualdad por quintil de riqueza, etnicidad y educación materna. Un tablero ciego a las desigualdades corre el riesgo de enmascarar brechas críticas dentro de los promedios territoriales. Al respecto, la guía de la OMS para análisis y uso de datos de establecimientos en programas materno-infantiles enfatiza la necesidad de estratificar indicadores por equidad y analizar barreras específicas que enfrentan las poblaciones más rezagadas [12].

La solución evaluada no incorpora inteligencia artificial: su lógica de priorización es determinista, explícita y auditable, lo que resulta deseable en una primera fase de adopción institucional. La inteligencia artificial se plantea solo como línea de desarrollo futuro, condicionada a disponer de datos rutinarios suficientes y de calidad verificada. En esa fase podrían explorarse métodos de aprendizaje automático para detectar valores atípicos y registros inconsistentes [15], técnicas de agrupamiento para identificar municipios con perfiles similares, modelos de proyección de tendencias y minería de procesos para analizar la secuencia de atención y referencia [23]. Cualquier componente de este tipo debería someterse a validación, evaluación de sesgos y supervisión humana antes de incidir en decisiones de asignación de recursos.

Finalmente, es esencial considerar el tablero como un instrumento dinámico que debe adaptarse a necesidades

cambiantes y lecciones aprendidas. Para ello, se sugiere un proceso periódico de evaluación y refinamiento que involucre a gestores regionales, equipos locales, expertos temáticos y representantes comunitarios. Este enfoque participativo no solo mejorará la herramienta, sino que fortalecerá capacidades, compromiso y apropiación. Además, fomentará el intercambio de buenas prácticas entre territorios. En el mediano plazo, el objetivo no es solo implementar una tecnología, sino cultivar una cultura organizacional de uso de evidencia, rendición de cuentas y mejora continua en la toma de decisiones de salud pública [18]-[20].

El uso de tableros también implica riesgos. El primero es la falsa precisión, ya que un índice compuesto puede ocultar incertidumbre, error de medición o sesgos de fuente. Por ello, el tablero debe mostrar denominadores, intervalos de confianza cuando estén disponibles, fecha de medición y advertencias metodológicas. En este trabajo, ese riesgo se abordó mediante el análisis de sensibilidad y la clasificación por grupos de incertidumbre, que evita presentar posiciones exactas donde los intervalos se superponen El segundo riesgo es la automatización acrítica de decisiones: una alerta no debe reemplazar el análisis contextual de equipos locales. El tercero es la obsolescencia de datos; las encuestas son indispensables para comparabilidad y desigualdad, pero no sustituyen datos rutinarios oportunos. El cuarto es la inequidad digital, donde los departamentos con menor conectividad o capacidad analítica podrían beneficiarse menos si no se acompaña con formación y soporte. Este aspecto es resultado del fenómeno conocido como brecha digital [24]-[26].

VII. Limitaciones

Este trabajo tiene varias limitaciones. El caso de uso emplea datos secundarios agregados de ENDESA/MICS 2019, por lo que no representa monitoreo en tiempo real. Las estimaciones departamentales de mortalidad en menores de cinco años corresponden al decenio previo a la encuesta y deben interpretarse con cautela. Además, la encuesta es anterior a la pandemia de COVID-19, por lo que las brechas actuales podrían diferir de las observadas.

Adicionalmente, el índice utiliza ponderaciones normativas; aunque el análisis de sensibilidad mostró que la clasificación de los extremos es robusta, en una implementación real deberían validarse con autoridades sanitarias, especialistas materno-infantiles, estadísticos y representantes territoriales. La incertidumbre muestral se aproximó con un error típico común de 2.5 puntos porcentuales, porque no se dispuso de los errores estándar departamentales; su sustitución por los valores del apéndice de errores muestrales del informe podría ampliar los intervalos en departamentos con submuestras pequeñas, como Gracias a Dios o Islas de la Bahía. El artefacto no ha sido evaluado todavía con usuarios finales; por ello, sus beneficios se presentan como utilidad potencial hasta la ejecución del protocolo de pilotaje descrito en la Sección III. Por otro lado, la propuesta no incorpora datos individuales, por lo que no permite seguimiento nominal de gestantes, recién nacidos o niños en riesgo.

Otra limitación es que el prototipo actual no incorpora una evaluación económica. Antes de escalar la implementación, sería valioso estimar costos de desarrollo, infraestructura, talento humano, actividades de gobernanza y soporte técnico. Esta proyección permitiría a las autoridades sanitarias tomar decisiones informadas sobre inversión, sostenibilidad y eventuales retornos en eficiencia. Además, un análisis de costo-efectividad podría comparar el tablero con otras intervenciones orientadas a mejorar procesos de decisión. Incorporar esta perspectiva de evaluación económica fortalecerá el caso de inversión y la factibilidad de ampliación a largo plazo

VIII. Conclusiones

El tablero regional propuesto constituye un artefacto tecnológico y organizacional para reducir la brecha entre producción de datos sanitarios y toma de decisiones en salud pública. Su diseño integra indicadores materno-infantiles, calidad de datos, visualización territorial, índice de prioridad y bitácora de acciones. El caso de uso ilustrativo con datos de Honduras sugiere que una lectura integrada podría identificar territorios con brechas simultáneas y orientar decisiones diferenciadas, especialmente en departamentos como Gracias a Dios y Olancho, cuya prioridad se mantuvo estable en todos los escenarios de sensibilidad.

La principal implicación para la innovación no reside únicamente en digitalizar indicadores, sino en crear un sistema operativo de decisión territorial. El siguiente paso será implementar un piloto con usuarios regionales, integrar datos rutinarios actualizables, validar reglas de priorización, medir aceptabilidad y evaluar si el tablero reduce el tiempo entre detección de una brecha y ejecución de una intervención. Con una gobernanza adecuada, este tipo de herramienta puede escalar hacia otros indicadores prioritarios de salud pública, como inmunización, nutrición, enfermedades transmisibles, salud sexual y reproductiva, y respuesta comunitaria.

Más allá del contexto específico de Honduras, el dashboard regional de indicadores materno-infantiles tiene el potencial de convertirse en un modelo replicable para otros países y contextos que enfrentan desafíos similares en la traducción de datos en acciones de salud pública. Al alinear información, visualización y decisión en una herramienta centrada en el usuario final, este enfoque aborda una brecha crítica en muchos sistemas de salud, como ser la distancia entre la evidencia estadística y la práctica cotidiana de gestión.

Futuras investigaciones podrían evaluar la efectividad del tablero en diferentes entornos, identificar factores facilitadores y barreras, y documentar lecciones aprendidas para informar

adaptaciones locales. En última instancia, el objetivo es mejorar indicadores, junto con la transformación la cultura organizacional hacia una toma de decisiones más transparente, participativa y basada en evidencia.

En un contexto global que exige a los sistemas de salud mayor resiliencia, capacidad de respuesta y rendición de cuentas, herramientas como el tablero regional pueden contribuir a fortalecer la gobernanza, la equidad y el impacto de las intervenciones materno-infantiles, acercándonos así al objetivo compartido de no dejar a nadie atrás en el camino hacia la salud y el bienestar universales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo recibido del Instituto de Investigación en Ciencias Médicas y Derecho a la Salud (ICIMEDES) de la Facultad de Ciencias Médicas (FCM) y la Dirección de Investigaciones Científicas, Humanísticas y Tecnológicas (DICIHT) todas ellas de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH).

REFERENCIAS

[1] World Health Organization, *SCORE for Health Data Technical Package: Global Report on Health Data Systems and Capacity, 2020*. Geneva, Switzerland: WHO, 2021. [Online]. Available: https://www.who.int/publications/i/item/9789240018709. Accessed: May 10, 2026.

[2] World Health Organization, *WHO Guideline: Recommendations on Digital Interventions for Health System Strengthening*. Geneva, Switzerland: WHO, 2019. [Online]. Available: https://www.who.int/publications/i/item/9789241550505. Accessed: May 10, 2026.

[3] Pan American Health Organization, *Information Systems for Health Digital Transformation Toolkit*. Washington, DC, USA: PAHO, 2024. [Online]. Available: https://www.paho.org/en/is4h-digital-transformation-toolkit. Accessed: May 10, 2026.

[4] T. Nutley and H. W. Reynolds, "Improving the use of health data for health system strengthening", Glob. Health Action, vol. 6, Art. no. 20001, Feb. 2013, doi: 10.3402/gha.v6i0.20001.

[5] A. Hancioglu and F. Arnold, "Measuring coverage in MNCH: Tracking progress in health for women and children using DHS and MICS household surveys", *PLoS Med.*, vol. 10, no. 5, Art. no. e1001391, May 2013, doi: 10.1371/journal.pmed.1001391.

[6] T. Boerma et al., "Countdown to 2030: Tracking progress towards universal coverage for reproductive, maternal, newborn, and child health", Lancet, vol. 391, no. 10129, pp. 1538–1548, Apr. 2018, doi: 10.1016/S0140-6736(18)30104-1.

[7] Instituto Nacional de Estadística de Honduras, Secretaría de Salud de Honduras, and UNICEF, *Encuesta Nacional de Demografía y Salud / Encuesta de Indicadores Múltiples por Conglomerados: ENDESA/MICS 2019*. Tegucigalpa, Honduras: INE, 2021. [Online]. Available: https://temp.ine.gob.hn/wp-content/uploads/2025/02/Informe-ENDESA-MICS-2019-1.pdf. Accessed: May 10, 2026.

[8] World Bank Microdata Library, "Honduras — Multiple Indicator Cluster Survey 2019", *World Bank Microdata Library*, Feb. 3, 2022. [Online]. Available: https://microdata.worldbank.org/index.php/catalog/4285. Accessed: May 10, 2026.

[9] A. S. Schulze, F. B. Brand, J. G. Geppert, and G.-F. Böl, "Digital dashboards visualizing public health data: A systematic review", *Front. Public Health*, vol. 11, Art. no. 999958, May 2023, doi: 10.3389/fpubh.2023.999958.

[10] I. Yanovitzky, G. Stahlman, J. Quow, M. Ackerman, Y. Perry, and M. Kim, "National public health dashboards: Protocol for a scoping review", *JMIR Res. Protoc.*, vol. 13, Art. no. e52843, May 2024, doi: 10.2196/52843.

[11] S. Etamesor, C. Ottih, I. N. Salihu, and A. I. Okpani, "Data for decision making: Using a dashboard to strengthen routine immunisation in Nigeria", *BMJ Glob. Health*, vol. 3, no. 5, Art. no. e000807, Oct. 2018, doi: 10.1136/bmjgh-2018-000807

[12] World Health Organization, *Analysis and Use of Health Facility Data: Guidance for Maternal, Newborn, Child and Adolescent Health Programme Managers*. Geneva, Switzerland: WHO, 2023. [Online]. Available: https://www.who.int/publications/i/item/9789240080331. Accessed: May 10, 2026.

[13] HISP Centre, University of Oslo, "Dashboards", *DHIS2 Documentation*, 2026. [Online]. Available: https://docs.dhis2.org/en/use/user-guides/dhis-core-version-master/analysing-data/dashboards.html. Accessed: May 10, 2026.

[14] A. Aqil, T. Lippeveld, and D. Hozumi, "PRISM framework: A paradigm shift for designing, strengthening and evaluating routine health information systems", *Health Policy Plan.*, vol. 24, no. 3, pp. 217–228, May 2009, doi: 10.1093/heapol/czp010.

[15] World Health Organization, Data Quality Review: A Toolkit for Facility Data Quality Assessment. Module 1: Framework and Metrics. Geneva, Switzerland: WHO, 2017, ISBN: 978-92-4-151272-5.

[16] A. A. Bhattacharya, N. Umar, A. Audu, H. Felix, E. Allen, J. R. M. Schellenberg, and T. Marchant, "Quality of routine facility data for monitoring priority maternal and newborn indicators in DHIS2: A case study from Gombe State, Nigeria", *PLOS ONE*, vol. 14, no. 1, Art. no. e0211265, Jan. 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0211265.

[17] K. Sanjel, S. L. Sharma, S. Gurung, M. B. Oli, S. Singh, and T. P. Pokhrel, "Quality of routine health facility data for monitoring maternal, newborn and child health indicators: A desk review of DHIS2 data in Lumbini Province, Nepal", *PLOS ONE*, vol. 19, no. 4, Art. no. e0298101, Apr. 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0298101.

[18] OECD and European Commission Joint Research Centre, *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. Paris, France: OECD Publishing, 2008, doi: 10.1787/9789264043466-en.

[19] M. Nardo, M. Saisana, A. Saltelli, S. Tarantola, A. Hoffmann, and E. Giovannini, *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*, OECD Statistics Working Papers, no. 2005/3. Paris, France: OECD Publishing, 2005, doi: 10.1787/533411815016

[20] World Health Organization, *Handbook on Health Inequality Monitoring: With a Special Focus on Low- and Middle-Income Countries*. Geneva, Switzerland: WHO, 2013

[21] J. Brooke, "SUS: A quick and dirty usability scale", in Usability Evaluation in Industry, P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, and I. L. McClelland, Eds. London, U.K.: Taylor & Francis, 1996, pp. 189–194.

[22] M. Sekhon, M. Cartwright, and J. J. Francis, "Acceptability of healthcare interventions: An overview of reviews and development of a theoretical framework", BMC Health Serv. Res., vol. 17, Art. no. 88, 2017, doi: 10.1186/s12913-017-2031-8.

[23] E. Rojas, J. Munoz-Gama, M. Sepúlveda, and D. Capurro, "Process mining in healthcare: A literature review", *J. Biomed. Inform.*, vol. 61, pp. 224–236, Jun. 2016, doi: 10.1016/j.jbi.2016.04.007.

[24] OECD, *Understanding the Digital Divide*, OECD Digital Economy Papers, no. 49. Paris, France: OECD Publishing, 2001, doi: 10.1787/236405667766.

[25] P. Norris, *Digital Divide: Civic Engagement, Information Poverty, and the Internet Worldwide*. Cambridge, U.K.: Cambridge Univ. Press, 2001.

[26] J. A. G. M. van Dijk, *The Deepening Divide: Inequality in the Information Society*. Thousand Oaks, CA, USA: SAGE Publications, 2005.