



Efectividad de la estrategia NEWS2–ERR sobre desenlaces clínicos graves en una institución de alta complejidad, Medellín, Colombia, 2023–2025

Isabel Cristina Muriel Parra

Estudiante Cohorte 1

Trabajo de investigación para optar al título de Magíster en Epidemiología

Tutor

Valentín Arboleda Isaza

Enfermero, Magíster en Epidemiología

Departamento de Salud Pública y Epidemiología

Facultad de ciencias de la salud

Pontificia Universidad Javeriana

Cali, Colombia

2026

RESUMEN

Introducción: La detección tardía del deterioro clínico en pacientes hospitalizados representa una causa relevante de mortalidad evitable. Hasta el 80 % de los paros cardiorrespiratorios (PCR) están precedidos por signos fisiológicos identificables horas antes del evento. En respuesta, se han implementado sistemas como la escala National Early Warning Score (NEWS2) y Equipos de Respuesta Rápida (ERR), estrategias estructuradas para la detección temprana del deterioro clínico y la respuesta inmediata. La Organización Mundial de la Salud reconoce que estos sistemas integrados reducen eventos adversos graves; sin embargo, en Colombia persiste una brecha entre el marco normativo y la implementación efectiva de estas estrategias en instituciones hospitalarias.

Justificación: Aunque la seguridad del paciente es un eje prioritario en sistemas de salud internacionales, Colombia presenta una brecha importante de conocimiento sobre la efectividad real de NEWS2 y ERR en contextos locales. La mayor parte de la evidencia disponible corresponde a reportes institucionales o literatura gris, limitando la toma de decisiones basada en evidencia científica robusta. Una evaluación sistemática de estas estrategias en una institución de alta complejidad contribuirá a fortalecer la seguridad del paciente y la optimización de procesos asistenciales en contextos similares del país.

Objetivo: Evaluar el efecto de la implementación institucional de la estrategia NEWS2–ERR sobre las tasas de incidencia de la mortalidad hospitalaria (excluyendo limitación del esfuerzo terapéutico), paro cardiorrespiratorio intrahospitalario e ingreso no planificado a unidad de cuidados intensivos en pacientes adultos hospitalizados en una institución de alta complejidad de Medellín, Colombia, comparando periodos pre (enero 2023–marzo 2024) y post-intervención (octubre 2024–diciembre 2025).

Método: Diseño cuasi-experimental antes-después con control histórico, enmarcado en el modelo de calidad de Donabedian (estructura–proceso–resultado), basado en análisis de 17.476 egresos hospitalarios (7.883 pre-intervención; 9.593 post-intervención). Se calcularon tasas de incidencia por cada 1.000 egresos y se estimaron razones de tasas de incidencia (IRR) ajustadas mediante modelos de Poisson y binomial negativa, controlando por edad, sexo y comorbilidades.

Resultados: Se observaron reducciones consistentes en los tres desenlaces: paro cardiorrespiratorio (PCR) de 29,94 a 13,34 por 1.000 egresos (Razón de tasas de incidencia (IRR) 0,48; intervalo de confianza (IC) 95 %: 0,23–1,02; reducción del 52 %); mortalidad de 28,92 a 16,99 por 1.000 egresos (IRR 0,88; IC 95 %: 0,38–2,06; reducción del 12 %); ingreso no planificado a Unidad de cuidado intensivo (UCI) de 135,35 a 87,67 por 1.000 egresos (IRR 0,67; IC 95 %: 0,31–1,44; reducción del 33 %). El sistema NEWS2–ERR operó con alta fidelidad entre NEWS2 ≥ 7 y activación; mediana de tiempo de respuesta 5 minutos (Rango intercuartílico (RIQ) 3–7); 99,2 % cumplió estándar ≤ 10 minutos; ausencia de diferencias por sexo ($p=0,91$).

Conclusiones: La implementación institucional de NEWS2–ERR se asoció con reducciones clínicamente relevantes en la incidencia de eventos adversos graves. La dirección uniforme de los efectos, la solidez de indicadores de proceso y la

coherencia con evidencia internacional respaldan la efectividad de la estrategia. Estos hallazgos aportan evidencia localizada para la toma de decisiones en instituciones colombianas de similar complejidad. Se recomienda replicación en contextos públicos, privados y de diferentes niveles de complejidad para consolidar este enfoque como estándar de seguridad del paciente en el país.

Palabras clave: Deterioro clínico, National Early Warning Score (NEWS2), Equipos de Respuesta Rápida (ERR), Seguridad del Paciente, Eventos Adversos Graves (EAG), Paro Cardiorrespiratorio Intrahospitalario, Mortalidad Hospitalaria, Epidemiología.

CONTENIDO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	8
2. ESTADO DEL ARTE	10
2.1 Seguridad del Paciente y el impacto de los Eventos Adversos (EA).....	11
2.2 Uso de la Escala NEWS2 para la predicción temprana de deterioro clínico del paciente	11
2.3 Equipos de Respuesta Rápida (ERR) y su Impacto Global	12
2.4 Panorama Regional y Nacional (América Latina y Colombia).....	13
3. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	14
3.1 Marco teórico.....	14
3.1.1 Modelo de Donabedian (estructura, proceso y resultado)	14
3.2 Referente conceptual	16
3.2.1 Concepto de seguridad del paciente (SP)	17
3.2.2 Definición de deterioro clínico	19
3.2.3 Definición de Paro Cardiorrespiratorio (PCR) Intrahospitalario.....	20
3.2.4 Definición Mortalidad Hospitalaria calculada excluyendo pacientes con Limitación del Esfuerzo Terapéutico (LET)	20
3.2.5 Equipos de respuesta rápida (ERR)	21
3.2.6 Escala de puntuación de alerta temprana – NEWS	26
3.2.7 Definición de eficacia, efectividad y eficiencia.....	26
3.2.8 Eventos adversos (EA) y su clasificación	29
4. HIPOTESIS	31
4.1 Hipótesis estadísticas	31
Hipótesis específicas/individuales.....	31
5. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS	32
5.1 Objetivo general	32
5.2 Objetivos específicos.....	32
6. METODOLOGÍA.....	32
6.1 Tipo y diseño de estudio.....	32
6.2 Justificación del diseño	33
6.3 Retos del Diseño y Estrategias de Mitigación.....	34
6.4 Área de Estudio y Contexto de la Intervención	36
6.4.1 Ubicación Geográfica y Características Demográficas	36

6.4.2	Justificación del Área de Estudio.....	37
6.4.3	Población y Muestra.....	38
6.5	Muestra y Muestreo.....	39
6.5.1	Tipo de Muestreo.....	39
6.5.2	Justificación del Censo.....	39
6.6	Diagrama de Flujo de la Selección de Participantes del estudio.....	40
6.7	Tabla de variables.....	41
6.8	Diagrama de variables.....	43
6.9	Técnicas de recolección de información.....	43
6.9.1	Fuentes y técnicas de recolección de la información.....	43
6.9.2	Instrumento de recolección de información.....	44
6.9.3	Prueba piloto.....	44
6.10	Recursos Disponibles y Limitaciones Logísticas.....	45
6.10.1	Recursos Disponibles:.....	45
6.10.2	Limitaciones Logísticas:.....	46
6.10.3	Procesamiento de los datos y control de calidad.....	47
6.11	Técnicas del procesamiento y análisis de los datos según los objetivos específicos.....	48
7.	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	52
7.1	Clasificación y Principios Éticos.....	52
7.2	Selección justa y muestra.....	53
7.3	Confidencialidad y Manejo de Datos.....	53
7.4	Riesgos y beneficios.....	55
7.5	Evaluación Institucional e Integridad Científica.....	55
8.	RESULTADOS.....	56
9.	DISCUSIÓN.....	70
10.	CONCLUSIONES.....	73
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Síntesis de los ERR de acuerdo con el modelo Donabedian	16
Tabla 2. Adaptación del equipo: modelo dual inicial y avanzado en la institución prestadora de servicio de salud, Medellín Colombia	24
Tabla 3. Actividades para la activación de los Equipos de Respuesta Rápida (ERR)	24
Tabla 4. Retos metodológicos del diseño Antes y Después y estrategias de mitigación epidemiológica.....	35
Tabla 5. Definición operacional de las variables del estudio	42
Tabla 6. Características sociodemográficas y clínicas de la población según periodo de estudio	61
Tabla 7. Incidencia de eventos adversos graves por cada 1.000 egresos hospitalarios según periodo de estudio.....	62
Tabla 8. Razones de tasas de incidencia (IRR) ajustadas del efecto de la estrategia NEWS2–ERR sobre eventos adversos graves.	66
Tabla 9. Distribución de los pacientes del periodo post-intervención según categoría de riesgo NEWS2.	67
Tabla 10. Indicadores de desempeño operativo del sistema NEWS2–ERR en el periodo post-intervención.	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo estructurado de la selección de los participantes del estudio.....	41
Figura 2. Diagrama estructurado de las variables del estudio	43
Figura 3. Diagrama de Caja y Bigotes (Boxplot). Distribución de la edad según periodo de estudio	57
Figura 4. Diagrama de Caja y Bigotes (Boxplot). Distribución de la edad por sexo según periodo de estudio.	58
Figura 5. Gráfico de barras, Prevalencia de comorbilidades cónicas según periodo de estudio	59
Figura 6. Gráfico de barras, Prevalencia de comorbilidades específicas según periodo de estudio.....	60
Figura 7. Tasa mensual de mortalidad hospitalaria según periodo de estudio	63
Figura 8. Tasa mensual de paro cardiorrespiratorio intrahospitalario según periodo de estudio	63
Figura 9. Tasa mensual de ingreso no planificado a UCI según periodo del estudio	64
Figura 10. Distribución del tiempo de respuesta ERR periodo Post-intervención	68
Figura 11. Tiempo de respuesta del ERR según sexo periodo Post-intervención.....	70

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La seguridad del paciente (SP) se consolidó como un eje prioritario en los sistemas de salud a nivel mundial, debido al impacto significativo de los eventos adversos asociados a la atención hospitalaria sobre la morbilidad y los costos en salud. La Organización Mundial de la Salud (OMS) definió la SP como la reducción del riesgo de daño innecesario asociado a la atención sanitaria hasta el nivel más bajo razonablemente posible, reconociendo que los eventos adversos (EA) prevenibles continuaron representando una causa relevante de muerte y discapacidad a nivel global (1).

Los eventos de seguridad se clasificaron en diversas categorías según su gravedad, naturaleza y origen. Se incluyeron las condiciones inseguras, los cuasi eventos y los incidentes, los cuales pudieron llegar al paciente sin generar daño. En la categoría de eventos adversos (EA), estos produjeron distintos grados de afectación de acuerdo con sus implicaciones para el paciente y su familia. En este sentido, los eventos se clasificaron como leves, moderados o graves, así como prevenibles o no prevenibles, según su potencial de evitabilidad (2).

Desde una perspectiva internacional, múltiples investigaciones demostraron que desenlaces clínicos críticos intrahospitalarios, como el paro cardiorrespiratorio inesperado, el ingreso no planificado a unidades de cuidados intensivos (UCI) y la muerte hospitalaria, estuvieron precedidos por signos de deterioro clínico progresivo que no fueron reconocidos oportunamente. Hillman et al. describieron que hasta el 80% de los pacientes que presentaron un paro cardiorrespiratorio (PCR) evidenciaron alteraciones fisiológicas horas antes del evento, lo que puso de manifiesto fallas sistemáticas en la vigilancia clínica y en la respuesta temprana (3).

En respuesta a esta problemática, se desarrollaron e implementaron sistemas de alerta temprana y equipos de respuesta rápida (ERR) como estrategias estructuradas orientadas a la detección anticipada del deterioro clínico y a la intervención oportuna, sustentadas tanto en herramientas predictivas como en prácticas de trabajo en equipo y habilidades no técnicas. En este contexto, la escala National Early Warning Score (NEWS), desarrollada por el Royal College of Physicians del Reino Unido en 2012 y actualizada a NEWS2 en 2017, surgió con el objetivo de estandarizar la evaluación del riesgo clínico mediante parámetros fisiológicos simples, reproducibles y fácilmente interpretables por el personal de salud (4). Estudios multicéntricos confirmaron que NEWS2 presentó una alta sensibilidad para predecir desenlaces críticos, como el ingreso no planificado a UCI o la muerte dentro de las primeras 24 horas (5); Sin embargo, otros autores destacaron que la efectividad de estos sistemas de respuesta también dependió de factores humanos, tales como la comunicación efectiva, la coordinación del equipo y la capacidad de liderazgo entre los profesionales de salud, los cuales constituyeron componentes clave para mejorar los resultados en la atención de emergencias médicas y la SP(6,7).

La evidencia internacional respaldó que la implementación combinada de sistemas de alerta temprana y ERR se asoció con mejoras relevantes en los desenlaces clínicos de los pacientes hospitalizados. Un metaanálisis realizado por Maharaj et al. demostró una reducción significativa en la incidencia de PCR intrahospitalarios fuera de la UCI, así como una disminución de la mortalidad hospitalaria global tras

la implementación de estos sistemas(5). De manera concordante, la revisión sistemática de Winters et al. evidenció una reducción en los ingresos no planificados a UCI y en la ocurrencia de eventos críticos, lo que sugirió que la identificación e intervención temprana del deterioro clínico pudo prevenir la progresión hacia estados de mayor gravedad(8). No obstante, diversos autores advirtieron que la magnitud de estos beneficios dependió en gran medida de factores contextuales, como la adherencia a los protocolos institucionales, la capacitación continua del personal de salud y la claridad en los criterios de activación del ERR, los cuales influyeron directamente en la oportunidad y la efectividad de la respuesta clínica (7,9).

En el ámbito regional, particularmente en América Latina, la evidencia disponible fue más limitada y presentó resultados heterogéneos. Un scoping review realizado en hospitales latinoamericanos identificó que la efectividad de los ERR no fue uniforme y estuvo fuertemente condicionada por la estandarización de los protocolos y la disponibilidad de personal especializado, como intensivistas o médicos de urgencias (10). Este hallazgo explicó por qué experiencias como la reportada en Chile mostraron una reducción significativa de la mortalidad hospitalaria y del paro cardiorrespiratorio, tras la implementación de un modelo de ERR estructurado y con criterios de activación claramente definidos (11). Sin embargo, estos resultados no pudieron generalizarse sin considerar las particularidades organizacionales, estructurales y epidemiológicas propias de cada país.

En Colombia, la seguridad del paciente ha estado regulada por un marco normativo que ha exigido la vigilancia y gestión de los EA en las instituciones de salud (12). No obstante, ha persistido una brecha importante de conocimiento, asociada a la limitada disponibilidad de estudios analíticos publicados que hayan evaluado de manera rigurosa el impacto de los ERR y de la escala NEWS2 sobre desenlaces clínicos graves en pacientes hospitalizados. La mayor parte de la evidencia disponible ha correspondido a reportes institucionales o literatura gris, lo cual ha limitado la toma de decisiones basada en evidencia científica sólida.

En el contexto local de Medellín, las instituciones de alta complejidad avanzaron en la implementación de equipos de ERR y sistemas de alerta temprana como NEWS2. Datos institucionales, como los reportados por el Hospital Universitario San Vicente Fundación, indicaron que más del 70% de las intervenciones del ERR lograron resolver el evento clínico en el servicio de hospitalización, evitando el escalamiento a unidades de mayor complejidad (13). Sin embargo, como señalaron Echavarría et al., la persistencia de barreras en la activación, como la subestimación del deterioro clínico, la falta de herramientas estandarizadas y la ambigüedad en los criterios de activación, limitó la efectividad real de estos sistemas e incrementó la probabilidad de desenlaces clínicos adversos como la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET), el paro cardiorrespiratorio y el ingreso no planificado a UCI (14).

Asimismo, las guías del European Resuscitation Council enfatizaron que la prevención de eventos críticos intrahospitalarios dependió de la existencia de sistemas eficaces de detección temprana y respuesta rápida, integrados a una cultura institucional de SP(15). En esta misma línea, Reader et al. destacaron que las fallas en la comunicación y la capacitación insuficiente del personal continuaron

siendo factores determinantes en la ocurrencia de errores evitables en la atención hospitalaria(16).

En este escenario, se justificó la necesidad de evaluar de manera sistemática el impacto de la implementación de la escala NEWS2 y la activación de los ERR en pacientes adultos hospitalizados en una institución de alta complejidad en Medellín. La realización de este estudio permitió cuantificar su efectividad en la detección temprana del deterioro clínico y en la reducción de la mortalidad hospitalaria calculada excluyendo los casos con limitación del esfuerzo terapéutico (LET), el PCR y el ingreso no planificado a UCI. De este modo, se aportó evidencia local robusta que contribuyó al fortalecimiento de la SP y a la optimización de los procesos asistenciales en contextos similares del país.

Aunque los eventos adversos graves (EAG) suelen evaluarse como un desenlace compuesto, en este estudio se analizaron exclusivamente como desenlaces individuales: mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET), paro cardiorrespiratorio intrahospitalario e ingreso no planificado a UCI.

Por lo tanto, se planteó la necesidad de investigar el impacto de los ERR en la mejora continua de la seguridad del paciente en pacientes hospitalizados en una institución de salud de alta complejidad en Medellín, Colombia.

En este contexto, el presente estudio buscó responder la siguiente pregunta de investigación: **¿Cuál fue la efectividad de la implementación de la escala NEWS2 y la activación de los ERR en la reducción de la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET), el PCR intrahospitalario inesperado y el ingreso no planificado a UCI en pacientes adultos hospitalizados en una institución de salud de alta complejidad en Medellín, Colombia, al comparar la incidencia de estos desenlaces entre el periodo pre-intervención (enero de 2023 – marzo de 2024) y el periodo post-intervención (octubre de 2024 – diciembre de 2025)?**

2. ESTADO DEL ARTE

La información fue recopilada mediante una revisión exhaustiva de la literatura, basada en búsquedas estructuradas en repositorios académicos indexados de alto impacto, entre ellos PubMed, SciELO, ScienceDirect y la Biblioteca Cochrane. Este proceso se complementó con búsquedas dirigidas de literatura gris, que incluyeron informes técnicos, guías de práctica clínica y documentos institucionales relevantes. Se priorizaron revisiones sistemáticas, metaanálisis y estudios primarios publicados entre 2020 y 2025 que evaluaron la efectividad de los sistemas de respuesta rápida (ERR) y de los sistemas de alerta temprana, en particular el puntaje NEWS2, sobre desenlaces clínicos relevantes, así como en la ocurrencia de eventos adversos graves (EAG), tales como el paro cardiorrespiratorio (PCR) intrahospitalario, la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET) y el ingreso no planificado a la UCI.

Las estrategias de búsqueda incorporaron combinaciones de palabras clave y términos controlados (MeSH y DeCS), entre ellos clinical deterioration, early warning score, NEWS2, rapid response team, medical emergency team, patient safety, in-

hospital cardiac arrest, hospital mortality y unplanned ICU admission. Se incluyeron estudios publicados en inglés, portugués y español, con el fin de integrar evidencia internacional y regional pertinente. De este modo, se garantizó una síntesis actualizada, contextualizada y metodológicamente robusta sobre el impacto de estas estrategias en la SP en los servicios de hospitalización.

Con base en la evidencia identificada, la detección temprana del deterioro clínico y la prevención de EAG, constituyeron uno de los pilares fundamentales de la seguridad del paciente en los servicios de hospitalización. En las últimas dos décadas, la evidencia científica demostró de manera consistente que una proporción significativa de desenlaces críticos intrahospitalarios, como el PCR, la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET) y el ingreso no planificado a la UCI, estuvo precedida por alteraciones fisiológicas identificables varias horas antes del evento. Este hallazgo impulsó el desarrollo e implementación de sistemas estructurados de vigilancia clínica y de respuesta temprana, orientados a reconocer oportunamente el deterioro del paciente y a activar intervenciones clínicas pertinentes (17–19).

2.1 Seguridad del Paciente y el impacto de los Eventos Adversos (EA)

La OMS reconoció que los EA asociados a la atención en salud representaron una de las principales causas de daño evitable a nivel mundial, con repercusiones clínicas, económicas y sociales significativas (20). Estudios clásicos, como el de Brennan et al. y, posteriormente, el informe To Err is Human del Institute of Medicine, evidenciaron que una proporción considerable de estos eventos fue prevenible mediante intervenciones sistémicas orientadas a mejorar la detección y la respuesta frente al deterioro clínico (21,22).

Desde una perspectiva epidemiológica, la literatura demostró que entre el 70% y el 80% de los PCR intrahospitalarios en salas de hospitalización estuvieron precedidos por signos de inestabilidad fisiológica en las horas previas al evento, lo que evidenció fallas en los procesos de vigilancia clínica y en el rescate oportuno (23). En este contexto, Hillman et al., en un estudio multicéntrico australiano, crearon el concepto de “fracaso en el rescate”, describiendo cómo la ausencia de reconocimiento temprano del deterioro se asoció directamente con un aumento de la mortalidad hospitalaria (24).

De manera complementaria, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) estimó que los EA prevenibles incrementaron de manera sustancial los costos de hospitalización y prolongaron la estancia hospitalaria, lo que reforzó la relevancia de implementar estrategias costo-efectivas orientadas a la prevención primaria del daño (25).

2.2 Uso de la Escala NEWS2 para la predicción temprana de deterioro clínico del paciente

En respuesta a esta problemática, se desarrollaron los sistemas de alerta temprana (Early Warning Scores, EWS), entre los cuales la National Early Warning Score (NEWS) y su actualización NEWS2 se consolidaron como los

más ampliamente validados y utilizados a nivel internacional (26). Desarrollada por el Royal College of Physicians en 2012 y actualizada en 2017, la NEWS2 estandarizó la evaluación del riesgo clínico mediante seis parámetros fisiológicos objetivos, lo que permitió una identificación temprana y reproducible del deterioro clínico (27)

Múltiples estudios evaluaron su desempeño predictivo. Smith et al., en una cohorte multicéntrica del Reino Unido, demostraron que NEWS presentó una alta sensibilidad para predecir la muerte intrahospitalaria y la admisión no planificada a UCI dentro de las primeras 24 horas (28). Posteriormente, Pimentel et al. confirmaron que NEWS2 mejoró la discriminación del riesgo en pacientes con insuficiencia respiratoria crónica y alteraciones del estado mental, en comparación con la versión original (28,29).

No obstante, la literatura también advirtió que la efectividad de NEWS2 no dependió exclusivamente de su validez predictiva, sino de su adecuada integración en los procesos asistenciales. En este sentido, Subbe et al. y Gerry et al. señalaron que la adherencia al protocolo de escalamiento clínico constituyó un determinante crítico del impacto real de la herramienta, y que una puntuación elevada sin una respuesta clínica oportuna perdió su valor preventivo (30,31). En consecuencia, se enfatizó la necesidad de articular estos sistemas de alerta con mecanismos estructurados de respuesta, como los ERR.

2.3 Equipos de Respuesta Rápida (ERR) y su Impacto Global

Los ERR surgieron inicialmente en Australia en la década de 1990 como una estrategia orientada a intervenir oportunamente ante el deterioro clínico identificado en salas de hospitalización (7). Su objetivo principal fue reducir la progresión hacia eventos adversos graves mediante la evaluación y estabilización temprana por parte de personal entrenado en cuidados críticos.

La evidencia internacional respaldó su efectividad. Un metaanálisis realizado por Maharaj et al., que incluyó más de dos millones de pacientes, demostró una reducción significativa en la incidencia de PCR intrahospitalario fuera de la UCI, así como en la mortalidad hospitalaria, tras la implementación de sistemas de respuesta rápida (5). De manera concordante, Winters et al. reportaron una disminución en los ingresos no planificados a UCI y en la ocurrencia de eventos críticos, particularmente en instituciones con alta adherencia a los criterios de activación (8).

No obstante, los resultados no fueron uniformes. Estudios como el de Chan et al. evidenciaron una variabilidad considerable en el impacto de los ERR, atribuible a diferencias en la composición del equipo, la capacitación del personal, la cultura de seguridad institucional y la claridad de los protocolos (32). En este mismo sentido, Reader et al. destacaron que las fallas en la comunicación interprofesional y la resistencia a la activación continuaron siendo barreras relevantes para maximizar la efectividad de estos sistemas (33).

2.4 Panorama Regional y Nacional (América Latina y Colombia)

En América Latina y otros países de ingresos medios y bajos, la evidencia sobre la implementación y el impacto de los ERR y los sistemas de alerta temprana fue más reciente y limitada en comparación con la disponible en países de ingresos altos. Una revisión de alcance realizada por Bianchini et al. identificó que, si bien los ERR han sido ampliamente investigados en contextos de altos ingresos, en países de ingresos bajos y medianos incluyendo varios de América Latina la literatura fue escasa, heterogénea y con diseños metodológicos variables, lo que dificultó la formulación de conclusiones sólidas sobre su efectividad real en estos contextos (34).

No obstante, se documentaron experiencias institucionales en la región que sugirieron beneficios potenciales. Tal fue el caso de la implementación de ERR en hospitales terciarios latinoamericanos, donde se observó una reducción en EA como el PCR y la mortalidad hospitalaria, particularmente cuando se estructuraron protocolos claros de activación y respuesta (35).

En el contexto colombiano, la SP se encontró regulada por un marco normativo orientado a promover la identificación, el reporte y la gestión de los EA (36) . Sin embargo, persistió una brecha importante en la literatura científica indexada que evaluara de manera analítica la efectividad de los ERR y del uso sistemático de NEWS2 sobre desenlaces clínicos graves. La mayor parte de la evidencia disponible correspondió a estudios aislados, revisiones descriptivas o investigaciones con diseños observacionales y muestras institucionales, lo que limitó la generalización de los resultados y la toma de decisiones basadas en evidencia científica robusta (37).

En este sentido, aunque algunos estudios reportaron estimaciones puntuales sobre la incidencia de EA y la cultura de seguridad en instituciones específicas, continuó siendo limitada la disponibilidad de análisis epidemiológicos amplios y de estudios multicéntricos que sustentaran conclusiones de alcance nacional (37).

Finalmente, en el contexto local de Medellín, las instituciones de alta complejidad avanzaron en la implementación de ERR y sistemas de alerta temprana. Informes institucionales, como los del Hospital Universitario San Vicente Fundación, indicaron que una proporción elevada de las intervenciones del ERR logró resolver el evento clínico en salas de hospitalización, evitando el ingreso a UCI (13). No obstante, documentos técnicos del sistema de salud colombiano identificaron barreras persistentes para la efectividad de estas estrategias, entre las que se incluyeron la subestimación del deterioro clínico, la activación tardía de los mecanismos de respuesta y las debilidades en la comunicación entre los equipos asistenciales. Estas limitaciones reforzaron la necesidad de realizar evaluaciones rigurosas y contextualizadas sobre el impacto real de los ERR en el país (12).

3. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1 Marco teórico

La presente investigación se sustentó en el modelo de calidad de la atención en salud propuesto por Avedis Donabedian, el cual constituyó uno de los marcos conceptuales más ampliamente utilizados para la evaluación de intervenciones en salud y de la SP. Este modelo planteó que la calidad de la atención no fue un fenómeno aislado, sino el resultado de la interacción dinámica entre tres dimensiones interrelacionadas: la estructura, los procesos y los resultados del sistema de atención en salud (38).

Desde esta perspectiva, la SP se entendió como un resultado emergente de sistemas organizacionales adecuadamente estructurados, procesos clínicos estandarizados y oportunos, y desenlaces clínicos favorables, particularmente en lo relacionado con la prevención de EA evitables (38,39). En este sentido, la calidad de la atención y la SP se articularon como componentes interdependientes dentro del mismo marco conceptual.

En coherencia con este enfoque, la implementación de los ERR se concibió como una intervención compleja que actuó simultáneamente sobre las dimensiones estructural y de proceso del sistema de atención. En el componente estructural, el ERR involucró la conformación del equipo, la disponibilidad de recursos humanos capacitados y la definición de protocolos institucionales; mientras que, en el componente de proceso, implicó la aplicación sistemática de herramientas para la detección temprana del deterioro clínico, así como la respuesta oportuna ante la identificación del riesgo (39). Como resultado, esta estrategia buscó mejorar la calidad de la atención, lo que se tradujo en la reducción de EA prevenibles y en el fortalecimiento de la SP.

3.1.1 Modelo de Donabedian (estructura, proceso y resultado)

La presente investigación se basó en el modelo de calidad de la atención en salud propuesto por Avedis Donabedian, el cual planteó que la evaluación de la calidad podía realizarse a través de tres categorías interdependientes: estructura, proceso y resultado (38,40). Donabedian estableció que la estructura condicionó los procesos de atención y que estos, a su vez, determinaron los resultados clínicos, configurando una relación causal que permitió analizar de manera sistemática la efectividad de las intervenciones en salud (38).

Dimensiones del modelo analizadas en el proyecto

- a. Estructura:** Se refirió a las características relativamente estables del entorno en el cual se prestó la atención en salud, incluyendo los recursos físicos y humanos, así como los componentes organizacionales necesarios para el desarrollo de la atención clínica, tales como protocolos, guías de práctica clínica y sistemas de información (38,40).

En el contexto del presente estudio, la estructura comprendió la disponibilidad de personal entrenado en el diligenciamiento e interpretación de la escala NEWS2, la existencia de un protocolo institucional de activación del ERR (por ejemplo, $NEWS \geq 7$) y la infraestructura tecnológica requerida para el registro y la comunicación de alertas clínicas.

Si bien la estructura no constituyó el eje principal del análisis, se reconoció como un requisito habilitante fundamental para el adecuado funcionamiento del sistema de alerta temprana y del ERR.

- b. Proceso:** Se describieron las actividades que se realizaron durante la atención en salud y se constituyó en uno de los componentes centrales del análisis en la presente investigación (38). En este estudio, el proceso incluyó la aplicación sistemática de la escala NEWS2, la correcta interpretación de sus puntajes y la activación efectiva y oportuna del ERR una vez se cumplieron los criterios establecidos.

Dentro de esta dimensión, la oportunidad de la respuesta clínica se constituyó como un indicador clave de calidad, dado que evaluó la eficiencia con la que se ejecutaron las actividades de detección y respuesta frente al deterioro del paciente. La literatura demostró que una intervención temprana marcó la diferencia entre la recuperación clínica y la progresión hacia los desenlaces clínicos graves, como el PCR, la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET) y el ingreso no planificado a UCI (7,39).

- c. Resultado:** Se refirió a los cambios o efectos producidos por la atención en la salud y el bienestar de los pacientes (38,40). En el presente estudio, esta dimensión constituyó el segundo eje principal del análisis y se evaluó a través de indicadores de efectividad clínica directamente relacionados con la SP.

Los resultados analizados incluyeron la incidencia de los desenlaces primarios individuales, tales como:

- PCR.
- Ingreso no programado a UCI.
- Mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET).

Estos indicadores permitieron evaluar de manera objetiva si la intervención del ERR, articulada con el uso de la escala NEWS2, generó un impacto positivo en los desenlaces clínicos. En este sentido, la reducción de PCR o de ingresos no planificados a UCI sugirió un fortalecimiento de los procesos de detección y respuesta temprana, mientras que el

análisis de la mortalidad hospitalaria contribuyó a identificar la proporción de desenlaces potencialmente evitables.

Tabla 1. Síntesis de los ERR de acuerdo con el modelo Donabedian

Dimensión	Definición según Donabedian	Aplicación en la investigación
Estructura	Recursos físicos, humanos, organizativos y tecnológicos disponibles para prestar atención de salud (38,41).	Existencia de protocolos institucionales para uso de NEWS2 y activación del ERR. (27,28). Capacitación del personal asistencial en detección temprana del deterioro clínico y respuesta rápida (33). Dotación de monitores de signos vitales y acceso al sistema de registro clínico electrónico (42). Disponibilidad operativa del ERR las 24 horas, los 7 días de la semana (7).
Proceso	Acciones efectivas y oportunas que se realizan durante la atención (38,41).	Aplicación correcta y periódica de la escala NEWS2 como herramienta de tamizaje clínico (27,29). Registro sistemático y completo de signos vitales en la historia clínica (23). Activación del ERR de acuerdo con los puntos de corte definidos por NEWS2(=>7) (27,31). Tiempo transcurrido entre la identificación del deterioro clínico y la respuesta efectiva del ERR (30).
Resultado	Efectos de la atención sobre la salud del paciente y la seguridad (38,41).	Reducción de eventos críticos prevenibles, tales como PCR intrahospitalaria, ingreso no programado a UCI y mortalidad hospitalaria excluyendo LET (5,32). Mejora en la detección temprana del deterioro clínico (24).

Fuente: Elaboración propia con base en Donabedian y literatura científica internacional.

3.2 Referente conceptual

El deterioro clínico en pacientes hospitalizados representó una de las principales causas de mortalidad hospitalaria y un factor determinante en el ingreso a UCI. En el contexto de este estudio, este deterioro se entendió como cualquier desviación de los parámetros fisiológicos normales como los signos vitales y el nivel de conciencia que sugirió inestabilidad o el inicio de una condición crítica, la cual pudo culminar en desenlaces adversos, como el PCR o la necesidad de

escalamiento del nivel de atención (43,44). La presencia de deterioro clínico se relacionó estrechamente con la ocurrencia de EA de alta severidad (45). En este sentido, la detección temprana de los signos de deterioro permitió la implementación de intervenciones clínicas oportunas y basadas en la evidencia, lo que favoreció la evolución del paciente, redujo la incidencia de complicaciones y fortaleció la seguridad del paciente durante la atención clínica (24,46).

En respuesta a esta necesidad, se desarrollaron herramientas estandarizadas para la monitorización del paciente, entre las cuales destacaron la National Early Warning Score (NEWS) y su versión actualizada, NEWS2. Ambas fueron desarrolladas por el Royal College of Physicians del Reino Unido con el propósito de sistematizar la evaluación de signos vitales y generar alertas ante alteraciones fisiológicas (27). La escala NEWS se consolidó como una de las herramientas de alerta temprana más utilizadas a nivel global, mientras que NEWS2 fue implementada para mejorar la sensibilidad en poblaciones específicas, como pacientes con insuficiencia respiratoria crónica o alteraciones del estado mental (47).

De manera complementaria, los ERR se configuraron como una estrategia proactiva orientada a identificar y tratar a pacientes en riesgo de deterioro fisiológico agudo en los servicios de hospitalización (48). En este sentido, la integración de herramientas de detección temprana, como NEWS2, con sistemas organizados de respuesta clínica, como los ERR, permitió fortalecer los procesos de vigilancia y atención oportuna del paciente hospitalizado.

En coherencia con lo anterior, el presente marco teórico exploró los fundamentos conceptuales y la evidencia epidemiológica que respaldaron la implementación de la escala NEWS2 y de los ERR como estrategias clave para fortalecer la seguridad del paciente en adultos hospitalizados.

La investigación se desarrolló en una institución de salud de alta complejidad en la ciudad de Medellín, Colombia, y tuvo como objetivo evaluar la efectividad de la implementación de la escala NEWS2 y de los ERR en la detección temprana del deterioro clínico y en la reducción de la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET), el PCR y el ingreso no planificado a UCI en pacientes adultos. Para ello, se comparó la incidencia de estos desenlaces antes y después de la implementación de estas estrategias.

Finalmente, para abordar esta problemática desde una perspectiva integral, el estudio se enmarcó en el modelo de calidad de la atención propuesto por Avedis Donabedian, el cual consideró la salud como un proceso dinámico y permitió analizar la relación entre estructura, proceso y resultado en la evaluación de la calidad asistencial(38).

3.2.1 Concepto de seguridad del paciente (SP)

La SP constituye un pilar fundamental dentro de la atención en salud. Según el Ministerio de Salud y Protección Social, este concepto hizo referencia al conjunto de estructuras, procesos, herramientas y métodos sustentados en evidencia científica, orientados a reducir al máximo la

probabilidad de ocurrencia de EA durante la atención médica o a mitigar su impacto en caso de presentarse (2,49).

Desde una perspectiva global, la OMS definió la SP como el proceso orientado a disminuir hasta el nivel más bajo posible el riesgo de daño evitable asociado a la atención en salud (20). En coherencia con estas definiciones, la prevención del daño se reconoció como un principio inherente a la práctica médica desde el juramento hipocrático. Sin embargo, la SP como disciplina estructurada y como movimiento global se consolidó de manera relativamente reciente, a partir de hitos clave desarrollados durante finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI (1).

Estos enfoques se centraron en el análisis sistémico del error, alejándose de modelos basados en la culpa individual e incorporando principios de gestión del riesgo y factores humanos. Entre los principales hitos que impulsaron esta transformación se identificaron los siguientes:

- El informe *To Err is Human: Building a Safer Health System*, publicado en el año 2000 por el Institute of Medicine, constituyó un punto de inflexión al visibilizar la magnitud del daño asociado a los errores médicos. Este documento estimó que entre 44.000 y 98.000 muertes potencialmente evitables ocurrieron anualmente en hospitales de Estados Unidos como consecuencia de fallas en la atención en salud, lo que impulsó un cambio de paradigma hacia el reconocimiento del error como un fenómeno sistémico y no exclusivamente individual, dando origen a múltiples iniciativas globales orientadas a la mejora de la calidad y la seguridad (50).
- En este contexto, la seguridad del paciente incorporó el enfoque sistémico propuesto por James Reason, quien planteó la teoría del “queso suizo”. Este modelo sostuvo que los EAG resultaron de la alineación de múltiples fallas latentes en el sistema, más que de una única acción individual incorrecta (51). Este enfoque resultó fundamental para el diseño de estrategias como los ERR, orientadas a fortalecer las barreras de seguridad.
- Movimiento Global de la OMS: A partir de 2004, la OMS lanzó programas como la Alianza Mundial para la SP, enfocándose en desafíos globales como las infecciones nosocomiales y la seguridad quirúrgica (e.g., *Safe Surgery Saves Lives*). Estos movimientos promovieron la estandarización de procesos y la cultura de seguridad (52).

En Colombia, la SP experimentó una evolución progresiva, pasando de iniciativas fragmentadas a consolidarse como un eje estructural del Sistema Obligatorio de Garantía de la Calidad de la Atención en Salud (SOGCS). Este enfoque tuvo como propósito prevenir y reducir la ocurrencia de EA, garantizando una atención más segura, efectiva y confiable (12). La política nacional de SP se sustentó en un marco normativo, técnico y organizacional orientado a la gestión del riesgo y a la promoción de prácticas seguras en todos los niveles de atención.

En este contexto, la política de SP, establecida oficialmente en 2008 y liderada por el Ministerio de Salud y Protección Social, definió lineamientos técnicos para la implementación de estrategias institucionales en el país. Este proceso se articuló con otros actores del sistema de salud, como el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) y las entidades territoriales, responsables de la vigilancia y supervisión de las prácticas de seguridad. Estas acciones se desarrollaron a partir de un enfoque proactivo basado en cuatro componentes: cultura de seguridad, procesos asistenciales seguros, sistemas de reporte y monitoreo de EA, y participación del paciente(53).

En el ámbito internacional, organismos como la Joint Commission International (JCI) incluyeron dentro de sus metas internacionales de SP la implementación de sistemas de detección y respuesta temprana para pacientes en riesgo de deterioro clínico (54). En concordancia, la OMS promovió estas estrategias como intervenciones costo-efectivas para mejorar la calidad asistencial (4).

En el contexto institucional, las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS) en Colombia implementaron políticas de SP alineadas con la normatividad nacional y respaldadas por la alta dirección. Estas políticas promovieron una cultura de seguridad justa y no punitiva, la gestión de riesgos y el manejo adecuado de los EA. En este marco, se establecieron comités de SP responsables de coordinar, supervisar y evaluar las estrategias implementadas, en concordancia con las Metas Internacionales de Seguridad del Paciente (MIPS), promovidas por la OMS y la JCI (4,55).

Entre estas metas se incluyeron la identificación correcta de los pacientes, el fortalecimiento de la comunicación efectiva, la seguridad en el manejo de medicamentos de alto riesgo, la seguridad en los procedimientos quirúrgicos, la reducción de Infecciones Asociadas a la Atención en Salud (IAAS), la prevención de caídas y la prevención de úlceras por presión (55). En conjunto, estas estrategias contribuyeron a la reducción de daños prevenibles y al fortalecimiento de la calidad de la atención en salud.

Finalmente, la calidad en la atención en salud incorporó atributos esenciales como la accesibilidad, la oportunidad, la pertinencia, la continuidad del cuidado y la humanización en el trato al paciente y su familia, los cuales se articularon de manera directa con los principios de la seguridad del paciente (55).

3.2.2 Definición de deterioro clínico

En el ámbito de la epidemiología hospitalaria y la SP, el deterioro clínico se define como la alteración progresiva, no reconocida o inadecuadamente gestionada, de la homeostasis fisiológica en pacientes hospitalizados, la cual actúa como un precursor directo de EAG (56,57).

Esta condición se manifiesta a través de variaciones sostenidas o agudas en los parámetros fisiológicos basales, tales como la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca, la presión arterial y el nivel de conciencia (56).

Desde una perspectiva de calidad asistencial, el deterioro clínico que no fue detectado ni abordado oportunamente se conceptualizó como una “falla en el rescate”. Este concepto se constituyó como una métrica epidemiológica clave, al vincular directamente las deficiencias en los procesos de vigilancia clínica y en la capacidad de respuesta del sistema de salud con la morbilidad y mortalidad prevenible (58).

3.2.3 Definición de Paro Cardiorrespiratorio (PCR) Intrahospitalario

El PCR se define como el cese súbito y no traumático de la actividad mecánica cardíaca efectiva y de la respiración en un paciente dentro del entorno hospitalario, el cual se manifiesta clínicamente por la pérdida de la conciencia, la ausencia de pulso palpable y la presencia de apnea o respiraciones agónicas(59,60).

Desde el punto de vista fisiopatológico, el PCR se caracteriza por la incapacidad del corazón para generar un gasto cardíaco suficiente que mantuviera la perfusión cerebral y de los órganos vitales (60,61) En este sentido, el PCR se constituyó como un EA de extrema gravedad, asociado a una alta mortalidad y a importantes secuelas en los pacientes sobrevivientes.(59,62).

3.2.4 Definición Mortalidad Hospitalaria calculada excluyendo pacientes con Limitación del Esfuerzo Terapéutico (LET)

En el ámbito de la epidemiología hospitalaria y la SP, la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET) se considera un indicador de resultado ajustado por riesgo, utilizado para evaluar la calidad y la seguridad de la atención durante la hospitalización. Este indicador cuantifica la proporción de pacientes que fallecieron en el hospital, excluyendo de manera deliberada aquellos casos en los que, previo al fallecimiento, se tomó una decisión clínica y ética documentada de no iniciar, limitar o retirar medidas de soporte vital, debido a la futilidad terapéutica, la irreversibilidad del daño o la presencia de enfermedad terminal avanzada (63,64).

La exclusión de estos casos permitió una interpretación más precisa del indicador, al evitar atribuir a fallas en la atención desenlaces que correspondieron a la evolución natural de la enfermedad o a decisiones éticamente justificadas, centradas en el respeto por la dignidad del paciente y en la no prolongación innecesaria del sufrimiento (65,66). En este sentido, diversos autores señalaron que la inclusión de muertes asociadas a LET en los análisis de mortalidad hospitalaria condujo a una sobreestimación del riesgo asistencial y a interpretaciones sesgadas

sobre la calidad de los procesos clínicos, especialmente en instituciones de alta complejidad con alta carga de enfermedad crónica avanzada (64,67).

En coherencia con los desenlaces previamente descritos, la exclusión de las muertes por LET permitió centrar el análisis en aquellas muertes potencialmente evitables o en aquellas que ocurrieron a pesar del máximo esfuerzo terapéutico. De esta manera, este indicador se constituyó como una medida relevante para evaluar la efectividad de los procesos clínicos, así como el desempeño de estrategias de detección temprana, como la escala NEWS2, y de respuesta oportuna, como los ERR, en el fortalecimiento de la SP(68).

3.2.5 Equipos de respuesta rápida (ERR)

Fundamento y composición del ERR

Los ERR, también conocidos como Equipos de Emergencia Médica (Medical Emergency Teams, MET), se consolidaron en la década de 1990 en Australia como una estrategia orientada a disminuir la mortalidad asociada al deterioro clínico no reconocido (4,24). Su creación se fundamentó en la evidencia que demostró que la intervención temprana por parte de un equipo especializado pudo revertir la descompensación fisiológica y prevenir la ocurrencia de EAG, como el PCR (24). En este sentido, los ERR se configuraron como una respuesta estructurada frente a la denominada “falla en el rescate”, descrita en apartados previos.

Desde una perspectiva teórica, el modelo de funcionamiento de los ERR se diseñó para movilizar personal con experiencia en cuidados críticos en un tiempo inferior a 10 minutos, con el fin de garantizar una atención oportuna ante signos de deterioro clínico. Su conformación se orientó a la evaluación rápida, la estabilización inicial del paciente y la toma de decisiones clínicas inmediatas sobre el nivel de atención requerido (4,24).

De acuerdo con la literatura internacional, la estructura y funcionamiento de los ERR se caracterizaron por los siguientes componentes:

- **Composición del equipo:** Los ERR cuentan con una conformación multidisciplinaria claramente definida, orientada a asegurar una intervención eficaz ante el deterioro clínico agudo. De manera consistente, se describe la participación de al menos un médico con experiencia en cuidados críticos o medicina de urgencias, una enfermera entrenada en cuidados intensivos o emergencias y, en muchos casos, un terapeuta respiratorio, dada la alta frecuencia de compromiso respiratorio en los pacientes activados (7,69).
- **Recursos Críticos:** Desde el punto de vista estructural, la efectividad del ERR depende del acceso inmediato a recursos

críticos, tales como equipos de reanimación cardiopulmonar, dispositivos para manejo avanzado de la vía aérea y medicamentos vasoactivos, lo cual permite la estabilización inicial del paciente en el área de hospitalización sin demoras evitables (57).

- **Función Principal (Proceso):** la función principal del ERR es identificar y tratar oportunamente el deterioro fisiológico agudo, interrumpiendo la progresión hacia eventos catastróficos como el PCR, y definir de manera oportuna la disposición clínica final, que con frecuencia implica el traslado a una UCI (5,8) En este contexto, la comunicación efectiva con el médico tratante y el equipo asistencial de la unidad constituye un componente esencial del proceso, ya que facilita la continuidad del cuidado, la toma de decisiones compartida y la reducción de errores derivados de fallas en la coordinación interprofesional (33).

Aplicación Institucional en Medellín: El Modelo NEWS2-ERR

En la institución de salud de alta complejidad ubicada en la ciudad de Medellín, donde se desarrolló la presente investigación, el ERR se concibió como una estrategia institucional de intervención temprana orientada a la identificación y el manejo oportuno del deterioro clínico agudo en pacientes hospitalizados. Su implementación se articuló con el uso sistemático de la escala NEWS2 como herramienta estandarizada para la detección del riesgo clínico, en concordancia con un enfoque preventivo alineado con los principios de la SP y la reducción de EAG.

La aplicación del modelo NEWS2-ERR operó mediante un sistema dual, el cual adaptó el modelo teórico internacional a las capacidades operativas, los recursos humanos disponibles y la estructura organizacional local, permitiendo una respuesta escalonada y proporcional a la severidad del cuadro clínico del paciente.

a. Intervención implementada (proceso institucional)

La activación del sistema se desencadenó a partir de la identificación de signos de deterioro clínico, resultados paraclínicos críticos o, de manera prioritaria, mediante la obtención de un puntaje elevado en la escala NEWS2, de acuerdo con los umbrales definidos en el protocolo institucional. Una vez se cumplieron los criterios de activación, se generó un código institucional de respuesta que movilizó de forma inmediata al ERR correspondiente.

En el sitio de atención, el equipo realizó una valoración clínica integral, inició medidas de estabilización acordes con la condición del paciente y coordinó un abordaje multidisciplinario, garantizando la continuidad del cuidado y la toma de decisiones oportunas. Estas acciones se orientaron a prevenir la progresión hacia eventos críticos, como la mortalidad, el PCR o el ingreso no

planificado a la UCI, en coherencia con los desenlaces definidos en el presente estudio.

b. Adaptación del equipo: modelo dual inicial y avanzado

Si bien el modelo teórico internacional de los ERR planteó la existencia de un único equipo especializado encargado de intervenir ante el deterioro clínico del paciente hospitalizado, en la institución donde se desarrolló esta investigación se implementó un sistema dual de respuesta, como una adaptación organizacional orientada a optimizar los tiempos de atención y el uso de los recursos disponibles.

Este sistema se estructuró en dos niveles secuenciales y complementarios de intervención: un ERR inicial o primer respondiente y un ERR avanzado. El ERR inicial estuvo conformado por el personal asistencial directamente responsable del paciente y tuvo como función principal brindar una respuesta inmediata ante la detección del deterioro clínico, realizando la valoración inicial e iniciando medidas básicas de soporte vital mientras se activó el segundo nivel.

Posteriormente, el ERR avanzado, integrado por profesionales con formación especializada en medicina crítica o urgencias, asumió la estabilización avanzada del paciente y la toma de decisiones clínicas definitivas, incluyendo la indicación de traslado a la UCI cuando fue necesario.

Esta organización escalonada permitió optimizar el tiempo de respuesta, reducir retrasos en la intervención y asegurar que el nivel de atención fuera proporcional a la gravedad del evento clínico. De este modo, el modelo mantuvo coherencia con los principios internacionales de los sistemas de respuesta rápida y se ajustó a las condiciones operativas del contexto institucional. En la tabla 2 se describieron de manera detallada la estructura, composición y funcionamiento de estos equipos.

Tabla 2. Adaptación del equipo: modelo dual inicial y avanzado en la institución prestadora de servicio de salud, Medellín Colombia

Tipo de Equipo	Composición (Estructura)	Función (Proceso)
ERR Inicial (Primer Respondiente)	Médico general de hospitalización / Enfermera profesional asignada al paciente / Auxiliar de enfermería asignada al paciente.	Respuesta inmediata ante la detección del deterioro clínico. Su objetivo es realizar la valoración inicial, iniciar medidas de soporte vital básico, asegurar la monitorización del paciente y preparar el escenario clínico para la intervención del equipo avanzado, con el fin de ganar tiempo crítico.
ERR Avanzado	Médico especialista en medicina crítica/médico especialista en urgencias / Médico general de hospitalización / Enfermera profesional asignada al paciente / Auxiliar de enfermería asignada al paciente.	Estabilización avanzada y toma de decisiones clínicas. Proporciona soporte vital avanzado (manejo de vía aérea, administración de medicación, intervenciones invasivas), establece el diagnóstico sindrómico inicial y define la disposición final del paciente, incluyendo el traslado inmediato a la UCI cuando está indicado.

Fuente: Elaboración propia, basada en el modelo internacional de ERR y en la adaptación operacional institucional para una IPS de alta complejidad en Medellín (5,7,8,24,27,57).

A continuación, se presenta la tabla descriptiva del proceso institucional para la activación de los ERR en una institución prestadora de servicios de salud de alta complejidad ubicada en Medellín, Colombia. Este esquema operativo se encuentra formalizado en el Instructivo institucional del ERR con código en el sistema documental interno (IN-TR-49) y define de manera secuencial las actividades, responsabilidades y tiempos meta asociados a la detección temprana del deterioro clínico y a la movilización oportuna de los equipos de respuesta, con el fin de prevenir EAG y garantizar una atención segura y efectiva.

Tabla 3. Actividades para la activación de los Equipos de Respuesta Rápida (ERR)

N	Actividad	Descripción	Responsable	Tiempo meta
1	Detección de criterios de activación	Identificación de signos de deterioro clínico, tales como: - Puntaje NEWS2 ≥ 7 - Estridor laríngeo - Obstrucción de la vía aérea - Cambio agudo del estado de conciencia (respuesta solo a estímulos verbales o dolorosos, o paciente inconsciente) - Habla entrecortada - Uso de músculos accesorios - Diuresis < 50 cc en 4 horas	Auxiliar de enfermería, enfermera profesional, médico general, médico tratante	Inmediato

N	Actividad	Descripción	Responsable	Tiempo meta
		Signos de dificultad respiratoria		
2	Aviso al profesional de enfermería del servicio	Notificación inmediata a la enfermera profesional de turno, quien debe evaluar, monitorizar al paciente y activar el ERR en el menor tiempo posible.	Auxiliar de enfermería, médico general, médico tratante.	< 1 minuto
3	Activación del equipo de respuesta rápida			
3.1	ERR inicial (primer respondiente)	Verificación de criterios de activación y contacto inmediato con el médico de hospitalización.	Enfermera profesional de hospitalización/ Auxiliar de enfermería	≤ 10 minutos (llegada del médico inicial)
3.2	ERR avanzado	Verificación de la necesidad de activar el equipo extendido y llamada al número institucional, anunciando: "Equipo de Respuesta Rápida en el piso XX, habitación XX", repitiendo el mensaje según protocolo.	Médico de hospitalización.	≤ 5 minutos (llegada del equipo completo)
4	Atención y estabilización del paciente	Evaluación clínica sistemática del paciente, revisión de la historia clínica, definición de necesidades diagnósticas y/o terapéuticas y determinación del posible escalonamiento a una unidad de mayor complejidad.	ERR inicial y avanzado.	Inmediato tras la llegada
5	Registro clínico	Diligenciamiento en la historia clínica institucional de la nota de evolución médica y del registro específico del ERR.	Médico / Intensivista/ médico especialista en urgencias.	Al finalizar la atención

Fuente: Elaboración propia a partir del Instructivo del ERR de la IPS (IN-TR-49) "Documento institucional interno de circulación restringida", Medellín, Colombia, y de la literatura científica sobre sistemas de respuesta rápida (70).

La estrategia de los ERR implementada en la institución fue objeto de evaluación continua mediante indicadores de adherencia a los protocolos, oportunidad de respuesta y efectividad clínica. Este proceso permitió monitorear su desempeño, identificar oportunidades de mejora y fortalecer los procesos de SP, en coherencia con los enfoques de calidad asistencial descritos previamente.

3.2.6 Escala de puntuación de alerta temprana – NEWS

La escala National Early Warning Score (NEWS) fue desarrollada en 2012 por el Royal College of Physicians con objetivo de unificar criterios para detección temprana del deterioro clínico (27). Antes de su implementación, existieron múltiples sistemas locales de alerta con variaciones significativas, lo que dificultó estandarización (47). En 2017 fue actualizada a NEWS2 para mejorar sensibilidad en poblaciones específicas, particularmente con insuficiencia respiratoria crónica o alteraciones mentales. NEWS2 presenta capacidad discriminatoria superior al original para predecir admisión no planificada a UCI o muerte dentro de 24 horas (27,29,47).

Con base en estos parámetros, el sistema clasificó pacientes en tres categorías: bajo (0-4 puntos) con vigilancia de rutina; moderado (5-6 puntos) requiriendo valoración médica e intervención del ERR; y alto (≥ 7 puntos) indicando deterioro severo y activación inmediata del ERR (27).

La escala NEWS2 evalúa mediante seis parámetros con rango total 0-20 puntos: (i) frecuencia respiratoria (0-3 puntos; normal 12-20 rpm); (ii) saturación oxígeno (0-3 puntos; $>95\%$ sin EPOC); (iii) presión arterial sistólica (0-3 puntos; 110-219 milímetros de mercurio (mmHg)); (iv) frecuencia cardíaca (0-3 puntos; 51-90 latidos por minuto (lpm)); (v) temperatura (0-2 puntos; $36.1-38^{\circ}\text{C}$); y (vi) nivel de conciencia mediante escala AVPU [Alert, Voice, Pain, Unresponsive] (0-3 puntos) (27,29,71)

En coherencia con los apartados previos, la implementación de NEWS2 se integró como el componente de detección temprana dentro del modelo de respuesta clínica, complementando la intervención de los ERR y contribuyendo a la prevención de EAG individuales, como el PCR el ingreso no planificado a UCI y la mortalidad hospitalaria.

3.2.7 Definición de eficacia, efectividad y eficiencia

Avedis Donabedian, médico y epidemiólogo pionero en el estudio de la calidad en salud, desarrolló un marco conceptual ampliamente aceptado para evaluar la atención sanitaria, basado en tres dimensiones interrelacionadas: estructura, proceso y resultado. Este modelo constituye el fundamento teórico para el análisis de la calidad de las intervenciones en salud y para la interpretación de conceptos clave como la eficacia, la efectividad y la eficiencia (41).

En el presente proyecto, el análisis se centró en las dimensiones de proceso y resultado, evaluando cómo la implementación del sistema NEWS2–ERR se tradujo en mejoras en los desenlaces clínicos. La dimensión estructural se consideró como un elemento condicionante relacionado con la disponibilidad de recursos humanos, los protocolos y la organización institucional, aunque no constituyó el foco principal de medición.

- a. **Eficacia** se refiere al grado en que una intervención logra los resultados esperados cuando se aplica en condiciones controladas o ideales, es decir, bajo circunstancias que permiten evaluar su potencial intrínseco sin la influencia de variables contextuales propias de la práctica clínica cotidiana (40). En este sentido, una acción, tecnología o estrategia es eficaz si, en el mejor de los escenarios posibles, produce el efecto para el cual fue diseñada.

Por ejemplo, la escala NEWS2 demostró alta eficacia en estudios controlados o en contextos con protocolos estrictamente aplicados; sin embargo, su impacto dependió de las condiciones en las cuales se implementó en la práctica real. En este marco, la literatura internacional evidenció que tanto NEWS2 como los ERR lograron mejorar la detección temprana del deterioro fisiológico, reducir la mortalidad hospitalaria y disminuir la ocurrencia de EAG, como el PCR intrahospitalaria (5,27,28,47).

Desde el modelo de Donabedian, la eficacia se asoció principalmente con la dimensión de resultado evaluada en condiciones ideales, reflejando el potencial teórico de la intervención.

- b. **Efectividad** evalúa el grado en que una intervención logra sus objetivos cuando se aplica en las condiciones reales de la práctica clínica, considerando las limitaciones propias del entorno asistencial, como la disponibilidad de recursos, la capacitación del personal, la adherencia a los protocolos y la cultura organizacional (24,40). Este concepto permite determinar si una intervención eficaz en la teoría o en estudios controlados mantiene su impacto positivo en el contexto cotidiano del sistema de salud.

Objetivos y Mecanismo de la Estrategia (NEWS2 y ERR)

En este contexto, una herramienta validada como la escala NEWS2, aunque demostró eficacia para detectar el deterioro fisiológico, persiguió en la práctica clínica objetivos concretos relacionados con el proceso asistencial, tales como:

- **Estandarizar la detección:** La escala permitió estandarizar la identificación oportuna del deterioro clínico, transformando el juicio clínico subjetivo en un umbral objetivo (por ejemplo, $NEWS2 \geq 7$), lo que facilitó la activación inmediata y coordinada del ERR (27).
- **Mejorar los resultados clínicos:** al reducir el intervalo de tiempo entre la identificación del deterioro y la intervención clínica avanzada. La activación temprana del ERR permite iniciar medidas de soporte vital, como el manejo de la vía aérea, la administración de fármacos o la reanimación, horas antes de un evento crítico, lo que se traduce en una reducción de las tasas de PCR y de la mortalidad hospitalaria (27,57).

- **Influencia de factores organizacionales:** La efectividad de la estrategia NEWS2–ERR está condicionada por factores del contexto institucional, tales como la capacitación del talento humano, la adherencia al protocolo de activación y la cultura de SP. En este sentido, las fallas en alguno de estos componentes limitan la utilidad de la herramienta y favorecen activaciones tardías o inexistentes, lo que compromete los desenlaces clínicos (24).

Efectividad en el Contexto del Estudio

En el presente estudio, la efectividad se definió como la capacidad de la implementación del sistema NEWS2 y de los ERR para mejorar los resultados en salud en pacientes hospitalizados. Esta se evaluó mediante la comparación entre el periodo posterior a su implementación (octubre de 2024 a diciembre de 2025) y el periodo previo.

Para ello, se realizó un análisis temporal pre y post-intervención, basado en indicadores de resultado, tales como la incidencia de PCR, el ingreso no planificado a UCI y la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET). De este modo, la efectividad se vinculó directamente con las dimensiones de proceso y resultado del modelo de Donabedian, permitiendo valorar el impacto real de la estrategia en el contexto institucional.

- c. **Eficiencia** representa una dimensión esencial en la evaluación de la calidad de los servicios de salud, al integrar aspectos clínicos, organizacionales y económicos. Se refiere a la capacidad de alcanzar los resultados previstos mediante el uso óptimo de los recursos disponibles, manteniendo un equilibrio racional entre los costos asumidos y los beneficios obtenidos (40,41).

Desde esta perspectiva, una intervención se considera eficiente si logra mejorar de manera significativa los resultados clínicos sin generar un uso excesivo de recursos, o si contribuye a reducir costos asociados a eventos prevenibles, como estancias prolongadas en UCI o tratamientos de rescate de alto costo (8,38). En el marco del modelo de Donabedian, la eficiencia puede interpretarse como el resultado de la adecuada interacción entre estructura, proceso y resultado.

En contextos como el sistema de salud colombiano, caracterizado por restricciones presupuestales y alta demanda asistencial, la evaluación de la eficiencia adquirió especial relevancia para garantizar la sostenibilidad y la escalabilidad de intervenciones como los sistemas de alerta temprana y los ERR. En este sentido, la implementación de estrategias como NEWS2–ERR permitió optimizar el uso de los recursos disponibles al

prevenir EAG y reducir la necesidad de intervenciones de alta complejidad.

3.2.8 Eventos adversos (EA) y su clasificación

La manifestación de los peligros asociados a la asistencia en salud se conoce como EA, lo que lo convierte en un pilar para la SP. Un EA se entiende como el daño involuntario que sufre una persona a causa de la intervención sanitaria, siendo una consecuencia ajena al curso natural de su condición médica o patología subyacente (20,53)

Los EA se clasifican típicamente según su prevención y su gravedad o tipo de daño.

Clasificación por Prevención de los EA

Esta es la clasificación que distingue entre el daño evitable y el inevitable (20,53,72).

EA Prevenible: se entiende como un resultado indeseado y no intencionado que podría haberse evitado si se hubieran aplicado de manera adecuada los estándares de atención y prácticas asistenciales vigentes en ese momento. Este tipo de situación refleja la presencia de errores o fallas en el sistema de atención, cuya corrección oportuna habría evitado el daño al paciente (20,53,72).

EA No Prevenible: se define como un resultado indeseado que ocurre aun cuando la atención en salud se ha proporcionado conforme a los estándares de calidad establecidos y dentro de los límites del conocimiento médico vigente (20,53,72).

Clasificación por Gravedad de los EA

Los EA en la atención en salud pueden clasificarse de acuerdo con la gravedad del daño ocasionado al paciente, considerando tanto el impacto clínico como el tipo de intervención requerida para su manejo. Esta clasificación permite estandarizar la evaluación de la SP y priorizar estrategias de mejora de la calidad asistencial, tal como ha sido propuesto por organismos internacionales y agencias reguladoras en SP (20,53,72).

Diversas escalas reconocidas valoran el resultado clínico del daño, distinguiendo los eventos según su severidad en leves, moderados, graves y eventos centinela (20,53). A continuación, se describen estas categorías:

Evento Adverso Leve: Corresponde a un evento que ocasiona un daño mínimo o transitorio, completamente reversible, sin repercusiones clínicas significativas a largo plazo. Generalmente requiere únicamente observación adicional, monitoreo incrementado o una intervención mínima para resolver el daño. Un ejemplo típico

es una caída del paciente sin lesión aparente ni necesidad de tratamiento específico (20,53,72).

Evento Adverso Moderado: Se define como aquel que produce un daño clínicamente significativo, pero no permanente. Este tipo de evento requiere una intervención terapéutica adicional, puede prolongar la estancia hospitalaria o generar una discapacidad temporal. Un ejemplo es una infección urinaria asociada al uso de catéter vesical que requiere tratamiento antibiótico y seguimiento clínico (20,53,72).

Evento Adverso Grave (EAG) o Severo: Corresponde a aquellos EA que ocasionan daño permanente, discapacidad, compromiso vital inmediato o muerte del paciente, y representan el mayor impacto negativo sobre los desenlaces clínicos y la calidad de la atención en salud. Estos eventos suelen estar asociados a fallas en el reconocimiento oportuno del deterioro clínico, en los procesos asistenciales o en los sistemas de vigilancia y respuesta institucional (20,53).

Un ejemplo representativo de EAG es el de un paciente hospitalizado en una sala de hospitalización general que presenta signos de deterioro clínico progresivo no identificados o no tratados de manera oportuna, evolucionando a un PCR intrahospitalaria. Este evento conlleva la necesidad de maniobras avanzadas de reanimación, un ingreso no planificado a la UCI y, en muchos casos, puede culminar en muerte intrahospitalaria o en secuelas neurológicas permanentes. Este tipo de desenlace es ampliamente reconocido como un indicador crítico de fallas en los procesos de atención y en la SP (20,53,72).

En este contexto, la presente tesis se enfocó específicamente en el análisis de desenlaces críticos, considerando como desenlaces principales la muerte intrahospitalaria, el ingreso no planificado a la UCI y el PCR intrahospitalaria, dado su alto impacto clínico, epidemiológico y su relevancia como marcadores de calidad asistencial y efectividad de los sistemas de respuesta clínica temprana (20,53,72).

Evento Centinela: Es un subtipo de EAG caracterizado por resultar en muerte, daño físico o psicológico grave y permanente, o por requerir una intervención inmediata para preservar la vida. Estos eventos son considerados inaceptables dentro de los sistemas de salud, ya que idealmente nunca deberían ocurrir. Ejemplos incluyen cirugía en el paciente o sitio equivocado, administración de un tratamiento letal por error o muerte inesperada asociada a la atención. La ocurrencia de un evento centinela exige una investigación inmediata y exhaustiva mediante análisis de causa raíz, con el fin de identificar fallas sistémicas y prevenir su recurrencia (20,53,72,73).

4. HIPOTESIS

4.1 Hipótesis estadísticas

Hipótesis general

- **Hipótesis Alternativa (H_{aG}):** La implementación institucional de la estrategia NEWS2–ERR se asoció con una reducción en las tasas de incidencia de la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo LET), el paro cardiorrespiratorio intrahospitalario y el ingreso no planificado a la UCI en pacientes adultos hospitalizados, al comparar el periodo post-intervención (octubre de 2024 a diciembre de 2025) con el periodo pre-intervención (enero de 2023 a marzo de 2024), evidenciada por una razón de tasas de incidencia (IRR) menor a 1 (<1).
- **Hipótesis Nula (H_{0G}):** La implementación institucional de la estrategia NEWS2–ERR no se asoció con cambios en las tasas de incidencia de la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo LET), el paro cardiorrespiratorio intrahospitalario y el ingreso no planificado a la UCI entre el periodo pre-intervención y el periodo post-intervención, evidenciada por una razón de tasas de incidencia (IRR) mayor o igual a 1 (≥ 1).

Hipótesis específicas/individuales

Mortalidad

- **Hipótesis Alternativa (H_{a1}):** La implementación de la estrategia NEWS2–ERR se asoció con una reducción en la tasa de mortalidad hospitalaria ((calculada excluyendo los casos con LET) en pacientes adultos hospitalizados en el periodo post-intervención, en comparación con el periodo pre-intervención, evidenciada por una IRR menor a 1 (<1).
- **Hipótesis Nula (H_{01}):** La implementación de la estrategia NEWS2–ERR no se asoció con cambios en la tasa de mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET) entre el periodo pre y post-intervención, evidenciada por una IRR mayor o igual a 1 (≥ 1).

PCR

- **Hipótesis Alternativa (H_{a2}):** La implementación de la estrategia NEWS2–ERR se asoció con una reducción en la tasa de PCR intrahospitalario en pacientes adultos hospitalizados en el periodo post-intervención, en comparación con el periodo pre-intervención, evidenciada por una IRR menor a 1 (<1).
- **Hipótesis Nula (H_{02}):** La implementación de la estrategia NEWS2–ERR no se asoció con cambios en la tasa de PCR intrahospitalario entre el periodo pre y postintervención, evidenciada por una IRR mayor o igual a 1 (≥ 1).

Ingreso no planificado a UCI

- **Hipótesis Alternativa (H_{a3}):** La implementación de la estrategia NEWS2–ERR se asoció con una reducción en la tasa de ingreso no

planificado a UCI en pacientes adultos hospitalizados en el periodo post-intervención, en comparación con el periodo pre-intervención, evidenciada por una IRR menor a 1 (<1).

- **Hipótesis Nula (H_{03}):** La implementación de la estrategia NEWS2–ERR no se asoció con cambios en la tasa de ingreso no planificado a UCI entre el periodo pre y postintervención, evidenciada por una IRR mayor o igual a 1 (≥ 1).

5. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS

5.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la implementación institucional de la estrategia NEWS2–ERR sobre las tasas de incidencia de la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET), el paro cardiorrespiratorio intrahospitalario y el ingreso no planificado a la unidad de cuidados intensivos, en pacientes adultos hospitalizados en una institución de alta complejidad de Medellín, Colombia, mediante la comparación de tasas pre y post-intervención

5.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las variables sociodemográficas y clínicas de los pacientes adultos hospitalizados en los periodos pre-intervención y post-intervención.
- Estimar y comparar las tasas de incidencia de la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET), el paro cardiorrespiratorio intrahospitalario y el ingreso no planificado a UCI entre los periodos pre-intervención y post-intervención, expresadas por cada 1.000 egresos hospitalarios.
- Analizar el efecto independiente de la implementación de la estrategia NEWS2–ERR sobre las tasas de incidencia de mortalidad hospitalaria, paro cardiorrespiratorio e ingreso no planificado a UCI.
- Evaluar el desempeño y la adherencia en el uso de la escala NEWS2 y la activación de los Equipos de Respuesta Rápida como variables de proceso en la detección temprana del deterioro clínico durante el periodo post-intervención.

6. METODOLOGÍA

6.1 Tipo y diseño de estudio

El presente estudio correspondió a una investigación cuantitativa, analítica y longitudinal, orientada a evaluar la efectividad de una intervención institucional en salud: la implementación de la escala NEWS2 y del Programa de ERR en pacientes adultos hospitalizados.

Mediante este enfoque longitudinal, se estimaron y compararon las tasas de incidencia de mortalidad hospitalaria (excluyendo LET), PCR intrahospitalario e ingreso no planificado a UCI, considerados como desenlaces primarios individuales, entre los períodos pre-intervención y post-intervención asociados a la implementación del sistema NEWS2–ERR. A diferencia de estudios centrados en riesgo individual, este análisis consideró la intervención como una estrategia de nivel institucional, por lo que la comparación de tasas se ajustó por volumen de egresos hospitalarios. Esta característica longitudinal permitió establecer una relación temporal clara entre la intervención y los desenlaces clínicos, así como examinar los cambios en estas tasas a través del tiempo, en contraste con diseños transversales que captan información en un único momento(74–76).

El diseño metodológico adoptado fue cuasi-experimental de tipo antes–después (pre–post-intervención) con control histórico. Se consideró cuasi-experimental debido a que no existió asignación aleatoria de los pacientes a grupos de intervención y comparación. La intervención se implementó de manera institucional en el periodo post-intervención, mientras que el grupo de comparación correspondió a la población atendida en el mismo escenario hospitalario durante el periodo pre-intervención, lo que constituyó un control histórico (74,75). Este diseño permitió evaluar el efecto agregado de la intervención sobre los desenlaces clínicos, manteniendo relativamente constantes las condiciones estructurales y organizacionales de la institución.

Desde la perspectiva de la evaluación de efectividad, el estudio se centró en estimar el cambio en las tasas de incidencia de la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET), el PCR intrahospitalario y el ingreso no planificado a la UCI, posteriores a la implementación del sistema NEWS2–ERR, en comparación con las observadas en el periodo previo.

Esta estrategia de análisis facilitó la cuantificación del efecto global de la intervención sobre indicadores críticos de seguridad del paciente, evitando interpretaciones sesgadas asociadas a variables de severidad clínica individual, como el puntaje NEWS2 o la activación del ERR.

Diseño Pre–Post (Antes y Después)

- Periodo pre-intervención (control histórico): enero de 2023 – marzo de 2024 (sin implementación de la escala NEWS2 ni activación formal de los ERR).
- Periodo de implementación: abril de 2024 – septiembre de 2024 (fase de transición, capacitación y ajuste del programa; excluida del análisis).
- Periodo post-intervención (exposición): octubre de 2024 – diciembre de 2025 (con implementación activa de la escala NEWS2 y los ERR).

6.2 Justificación del diseño

La elección de un diseño cuasi-experimental con control histórico (pre–post) se fundamentó en la naturaleza de la intervención y en el objetivo de evaluar su impacto organizacional sobre la SP. En primer lugar, la implementación de la

escala NEWS2 y la activación de los ERR constituyeron una intervención institucional de mejora de la calidad y de la SP, ampliamente recomendada por la evidencia internacional. Por esta razón, no resultó éticamente aceptable ni logísticamente viable asignar aleatoriamente a los pacientes a un grupo sin acceso a esta estrategia, ni retrasar su implementación con fines experimentales (76,77).

En segundo lugar, este diseño utilizó a la institución como su propio control a lo largo del tiempo, lo que permitió comparar las tasas de incidencia de la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET), el PCR intrahospitalario y el ingreso no planificado a la UCI entre el periodo pre y post. De este modo, se evaluó el efecto agregado de los cambios introducidos en los procesos asistenciales y en la organización de la atención derivados de la implementación del sistema NEWS2–ERR sobre los desenlaces clínicos de interés (76).

Adicionalmente, este enfoque permitió interpretar la intervención como una estrategia de carácter institucional y no como una exposición individual del paciente, lo que evitó sesgos asociados a la severidad clínica, como la confusión por indicación. En este sentido, el análisis se centró en la comparación de tasas a nivel poblacional, más que en asociaciones individuales entre variables clínicas y desenlaces.

Finalmente, la estrategia analítica se definió de acuerdo con la naturaleza longitudinal y agregada de los datos disponibles. A partir de información organizada de manera consistente en el tiempo, como los eventos mensuales y el número de egresos hospitalarios, se aplicaron modelos de regresión de Poisson con ajuste por periodo e inclusión de un término offset, con el fin de estimar razones de tasas de incidencia (IRR) ajustadas (Ver sesión de plan de análisis). Este enfoque permitió controlar las variaciones en el volumen de atención, considerar posibles tendencias temporales y aislar el efecto de la intervención de otros factores de confusión, fortaleciendo así la validez interna del estudio.

Aunque este diseño presentó limitaciones inherentes a los estudios observacionales, como la ausencia de aleatorización, permitió una evaluación robusta y pragmática del efecto de la intervención en condiciones reales de la práctica clínica, lo que resultó coherente con el enfoque de efectividad definido en el presente estudio (75,78).

6.3 Retos del Diseño y Estrategias de Mitigación

El diseño cuasi-experimental de tipo antes–después fue susceptible a sesgos derivados de cambios temporales no relacionados directamente con la intervención. El principal desafío metodológico consistió en garantizar que los cambios observados en los desenlaces fueran atribuibles a la implementación institucional del sistema NEWS2 articulado con los ERR, y no a factores externos concurrentes o a variaciones en la práctica clínica a lo largo del tiempo.

En este contexto, el análisis se orientó a la comparación de tasas de incidencia entre los periodos pre-intervención y post-intervención, con el fin de evaluar el efecto de la intervención a nivel poblacional y reducir posibles sesgos derivados de la interpretación de variables individuales. Este enfoque permitió mitigar sesgos asociados a la severidad clínica, como la confusión por indicación, especialmente en variables de proceso como el puntaje NEWS2 y la activación del ERR, las cuales no se consideraron como exposiciones principales en el análisis.

En la Tabla 4 se resumieron los principales retos del diseño, los sesgos potenciales asociados y las estrategias epidemiológicas implementadas para su mitigación, en coherencia con el diseño cuasi-experimental adoptado y las recomendaciones metodológicas para estudios observacionales.

Tabla 4. Retos metodológicos del diseño Antes y Después y estrategias de mitigación epidemiológica.

Reto del diseño	Descripción del sesgo	Estrategia de mitigación epidemiológica
Sesgo histórico (tendencias seculares)	Se presentaron cambios en la práctica clínica, en la disponibilidad de recursos o en las políticas institucionales que ocurrieron de manera simultánea a la implementación del ERR y que pudieron haber influido en los desenlaces evaluados.	El análisis multivariado fue ajustado por variables temporales. En aquellos casos en los que se dispuso de información con suficiente nivel de desagregación temporal, se empleó un modelo de series de tiempo interrumpidas (Interrupted Time Series, ITS) para estimar las tendencias de los desenlaces antes y después de la intervención, permitiendo diferenciar el efecto atribuible a la implementación del NEWS2 y del Equipo de Respuesta Rápida (ERR) de las tendencias temporales preexistentes (77).
Sesgo de detección o documentación	La capacitación del personal durante el periodo post-intervención pudo haber mejorado la documentación de signos vitales y del deterioro clínico.	1) Se utilizaron desenlaces graves, como PCR intrahospitalaria y la mortalidad hospitalaria, excluyendo LET) por tratarse de desenlaces menos sensibles a variaciones en la calidad del registro clínico. 2) Se realizó el monitoreo de la adherencia a la activación del ERR como indicador de calidad del proceso de detección durante el periodo post-intervención.

Reto del diseño	Descripción del sesgo	Estrategia de mitigación epidemiológica
Confusión por indicación o severidad	Diferencias en el riesgo basal, severidad clínica o carga de comorbilidades entre los pacientes incluidos en los periodos pre y post-intervención.	Se realizó la comparación de las características basales entre ambos periodos de estudio. Posteriormente, se efectuó un ajuste multivariado mediante modelos de regresión de Poisson o binomial negativa para la estimación de razones de tasas de incidencia (IRR), incorporando variables de severidad clínica y comorbilidades relevantes (79).
Sesgo de maduración (cambios organizacionales internos)	Se presentaron mejoras progresivas en la organización, capacitación del personal y funcionamiento del sistema durante el periodo post-intervención, que pudieron influir en los desenlaces independientemente de la intervención en sí.	Se utilizó análisis temporal por periodos agregados y modelos de regresión ajustados, lo que permitió considerar la evolución progresiva del sistema. Adicionalmente, el uso de tasas mensuales permitió evaluar tendencias en el tiempo.
Sesgo de selección	Se pudieron presentar diferencias en el perfil clínico o en la complejidad de los pacientes entre los periodos pre y postintervención.	Se realizó un censo de los registros que cumplieron los criterios de elegibilidad. Se compararon las características basales entre los periodos y, posteriormente, se efectuó un análisis multivariado mediante regresión de Poisson, ajustado por variables sociodemográficas y clínicas (79).

Fuente: Elaboración propia con base en principios de epidemiología clínica y evaluación de intervenciones en servicios de salud (77,79–83).

6.4 Área de Estudio y Contexto de la Intervención

6.4.1 Ubicación Geográfica y Características Demográficas

La investigación se llevó a cabo en una institución de salud privada de alta complejidad (niveles III y IV) en Medellín, Colombia. Esta institución brinda cobertura a pacientes del área metropolitana y de subregiones del departamento de Antioquia que requieren atención médica especializada. Por su naturaleza de alta complejidad, el centro asistencial se caracteriza por la disponibilidad permanente de

subespecialidades médico-quirúrgicas, unidades de cuidados intensivos y tecnología diagnóstica avanzada, garantizando un abordaje terapéutico integral y de soporte vital para pacientes con patologías de alta severidad (78).

La alta demanda asistencial de este centro se alinea con la realidad sociodemográfica de su área de influencia. Al respecto, según proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la población de Medellín se estimó en 2.518.480 habitantes en 2023, 2.524.747 en 2024 y 2.528.343 en 2025. Este entorno demográfico se caracteriza por una predominancia femenina (52,8%) y un envejecimiento poblacional progresivo, con una proporción de adultos mayores de entre el 17,1% y el 17,6%; dicha estructura incrementa la demanda de servicios de salud de alta complejidad y justifica la amplia cobertura territorial de la institución (84).

En correspondencia con estas variables del entorno, el comportamiento del flujo de pacientes y la productividad hospitalaria durante el periodo de observación evidenciaron fluctuaciones significativas. En este lapso, la institución de salud registró variaciones en su volumen de demanda, con 13.171 egresos hospitalarios en la fase pre-intervención (enero de 2023 a marzo de 2024; promedio de 1,4 egresos diarios) y 12.594 egresos en la fase post-intervención (octubre de 2024 a diciembre de 2025; promedio de 2,3 egresos diarios) (85,86)

6.4.2 Justificación del Área de Estudio

La selección de esta institución privada y de alta complejidad se justificó por tres motivos clave, que aseguraron la validez externa y la pertinencia de la investigación:

- **Volumen de Pacientes y Eventos:** El alto volumen de egresos hospitalarios anuales en una institución de nivel III/IV permitió contar con un tamaño censal robusto para cuantificar la incidencia de PCR inesperada, ingreso no planificado a UCI y mortalidad hospitalaria, (calculada excluyendo los casos con LET) proporcionando la información estadística necesaria para las comparaciones pre–post (87).
- **Contexto de Seguridad del Paciente:** Al ser una institución de alta complejidad, el manejo del deterioro clínico presentó mayores desafíos debido a la complejidad de las patologías. Fue un escenario ideal para evaluar la efectividad de los ERR, diseñados precisamente para estos entornos, y asegurar que los resultados fueran relevantes para otras instituciones similares en el contexto colombiano
- **Factibilidad de la Intervención:** La institución había formalizado su compromiso con la implementación de la intervención (NEWS2 y ERR) y disponía de la infraestructura de registros electrónicos necesaria para la recolección de datos en los periodos Pre y Post.

6.4.3 Población y Muestra

Población de Estudio: Estuvo conformada por el universo de egresos hospitalarios correspondientes a pacientes adultos (≥ 18 años) atendidos en el servicio de hospitalización de una institución de salud de alta complejidad ubicada en la ciudad de Medellín. La identificación de los sujetos de estudio y la obtención de la información se realizaron mediante la revisión retrospectiva de historias clínicas y de los registros institucionales disponibles en los sistemas de información hospitalaria.

La población fue analizada en tres periodos claramente definidos en relación con la implementación de la estrategia NEWS2 y la activación del ERR:

- a. **Periodo pre-intervención (control histórico):** enero de 2023 a marzo de 2024 (15 meses).
- b. **Periodo de implementación:** abril de 2024 a septiembre de 2024 (6 meses), el cual será excluido del análisis con el fin de evitar sesgos asociados a la fase de transición y capacitación del personal.
- c. **Periodo post-intervención (exposición):** octubre de 2024 a diciembre de 2025 (15 meses).

6.4.4 Criterios de Selección: La aplicación de los criterios de selección tuvo como objetivo definir una población de estudio homogénea, con características clínicas y asistenciales comparables, que permitiera evaluar de manera válida el efecto de la implementación del sistema NEWS2 y la activación del ERR en salas de hospitalización. Estos criterios buscaron reducir la variabilidad clínica no atribuible a la intervención y limitar el riesgo de sesgo de selección, asegurando que los sujetos incluidos cumplieran condiciones similares de elegibilidad a lo largo de los periodos pre y post-intervención.

6.4.4.1 Criterios de Inclusión

Se incluyeron en el estudio todos los egresos hospitalarios que cumplieron con los siguientes criterios:

- 1) Pacientes adultos (≥ 18 años) al momento del ingreso hospitalario.
- 2) Pacientes que permanecieron hospitalizados en el servicio de hospitalización durante un periodo mínimo de 24 horas.
- 3) Egresos hospitalarios documentados (pacientes egresados vivos o fallecidos) ocurridos durante los periodos analíticos definidos del estudio, correspondientes al periodo pre-intervención (enero de 2023 a marzo de 2024) y al periodo post-intervención (octubre de 2024 a diciembre de 2025).

Se excluyeron los egresos correspondientes al periodo de transición de la intervención (abril a septiembre de 2024), con el fin de evitar sesgos asociados al proceso de implementación, capacitación del personal y ajuste operativo del sistema NEWS2–ERR.

6.4.4.2 Criterios de Exclusión

Se excluyó los egresos que presentaron las siguientes condiciones:

- 1) Pacientes que permanecieron de manera exclusiva en áreas de cuidados críticos o especializados durante toda su estancia hospitalaria, tales como unidades de cuidado intensivo (UCI), unidades de cuidados especiales (UCE), salas de observación de urgencias o quirófanos, dado que no estuvieron expuestos al sistema de detección y respuesta implementado en salas de hospitalización.
- 2) Pacientes con orden de limitación del esfuerzo terapéutico (LET) o de no reanimación, debidamente documentada en la historia clínica al momento del ingreso o dentro de las primeras 24 horas de hospitalización. Estos casos se excluyeron de la cohorte total, dado que no fueron susceptibles de presentar algunos de los desenlaces primarios del estudio, particularmente el paro cardiorrespiratorio, lo que podría sesgar la estimación de las tasas de eventos adversos graves.
- 3) Egresos correspondientes a pacientes con registros clínicos incompletos que impidieron la recolección de variables de ajuste fundamentales, tales como edad, sexo o medidas de severidad o comorbilidad al ingreso, necesarias para el análisis multivariado.

6.5 Muestra y Muestreo

6.5.1 Tipo de Muestreo

Se utilizó un censo, que incluyó la totalidad de los egresos hospitalarios elegibles de pacientes adultos atendidos en el servicio de hospitalización de la institución durante los periodos de pre-intervención y post-intervención definidos en el estudio. La identificación de los egresos se realizó mediante la revisión retrospectiva de historias clínicas electrónicas y de registros administrativos institucionales, aplicando de manera uniforme los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. Este procedimiento garantizó la consistencia en la selección de la población de estudio a lo largo de ambos periodos analizados. El uso del censo resultó adecuado para el diseño observacional con enfoque institucional, dado que la población de interés correspondió a un universo finito, accesible y claramente definido. Asimismo, esta estrategia permitió minimizar los sesgos asociados a la selección muestral y maximizar la representatividad de los egresos hospitalarios incluidos, lo cual fortaleció la validez interna del estudio (40,76).

6.5.2 Justificación del Censo

La elección del censo se fundamentó en la naturaleza del diseño cuasi-experimental con control histórico, cuyo propósito central fue comparar

las tasas de desenlaces clínicos antes y después de la implementación de la intervención a nivel institucional. En este tipo de diseños, la inclusión de la totalidad de los egresos elegibles permitió evaluar el efecto de la intervención en condiciones reales de la práctica clínica, en concordancia con el enfoque de efectividad adoptado en el presente estudio (40,76,88).

Al incorporar todos los egresos hospitalarios que cumplieron con los criterios de selección, se redujo el error aleatorio y se minimizó el sesgo de selección derivado de decisiones arbitrarias en el muestreo. Este enfoque exhaustivo en la inclusión de datos fue clave para fortalecer la validez interna del análisis, un aspecto crítico en este estudio observacional retrospectivo basado en historias clínicas y registros administrativos. (40,89).

Adicionalmente, el censo favoreció la comparabilidad entre los periodos de pre y post-intervención, un aspecto crítico para la evaluación de la efectividad de estrategias como la implementación de NEWS2 y ERR. Este enfoque resultó, además, operativamente factible, al utilizar información ya disponible en los sistemas institucionales de registro clínico, y fue consistente con las recomendaciones metodológicas para el análisis de intervenciones a nivel de los servicios de salud (88)

6.6 Diagrama de Flujo de la Selección de Participantes del estudio

Figura 1. Flujo estructurado de la selección de los participantes del estudio



Fuente: Elaboración propia, con base en la literatura científica (81), con apoyo de herramientas de inteligencia artificial (ChatGPT, OpenAI, 2026).

6.7 Tabla de variables

La selección y definición de las variables del presente estudio se fundamentó en los principios de la seguridad del paciente, la detección temprana del deterioro clínico y la evaluación de intervenciones complejas en los servicios de salud, bajo el modelo de estructura–proceso–resultado propuesto por Donabedian. (38,41).

Tabla 5. Definición operacional de las variables del estudio

 Variable	 Definición operacional	 Tipo de variable	 Nivel de medición	 Valores posibles / Codificación	 Fuente / Método de recolección
1 IDENTIFICACIÓN Y TIEMPO					
 nhc	Identificador único del paciente asignado por la institución. Se utilizará únicamente para la extracción de información y posteriormente será anonimizado.	Cualitativa nominal	Nominal	Código numérico asignado por la institución	HCE
 Fecha de ingreso	Fecha de ingreso hospitalario. Variable utilizada para ordenar cronológicamente los registros.	Cuantitativa continua	Intervalo	Formato DATE: DD-MM-AAAA (ejemplo: 2026-04-23)	HCE
 Periodo de implementación	Clasificación del paciente según el periodo de atención respecto a la implementación institucional del sistema NEWS2 con activación del Equipo de Respuesta Rápida (ERR). Variable independiente del estudio.	Cualitativa dicotómica	Nominal	0 = Pre-intervención (antes de la implementación) 1 = Post-intervención (después de la implementación)	Registro institucional / HCE
2 EVENTOS CLÍNICOS Y RESULTADOS					
 PCR intrahospitalario	Ocurrencia de un paro cardiorrespiratorio (PCR) durante la hospitalización, excluyendo pacientes con orden de no reanimación o LET (Limitación del Esfuerzo Terapéutico) documentada en la HC (Historia Clínica).	Cualitativa dicotómica	Nominal	Si = 1 / No = 0	Registro de PCR en HCE
 Ingreso no planificado a UCI	Traslado no programado desde hospitalización a UCI por deterioro clínico agudo.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Si = 1 / No = 0	HCE Orden de traslado a UCI
 Mortalidad hospitalaria	Fallecimiento ocurrido durante la hospitalización, excluyendo pacientes con limitación del esfuerzo terapéutico (LET) documentada.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Si = 1 / No = 0	Registro de egreso en HCE
3 INTERVENCIÓN Y RESPUESTA RÁPIDA (ERR)					
 Puntaje máximo NEWS2	Valor máximo de NEWS2 registrado durante la hospitalización.	Cuantitativa discreta	Intervalo (o razón*)	0–20 puntos	HCE Registro Escala de enfermería
 Activación del ERR	Activación documentada del Equipo de Respuesta Rápida.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Si = 1 / No = 0	Registro de activación ERR en HCE
 Tiempo de respuesta del ERR	Minutos transcurridos entre la activación del ERR y la llegada del equipo.	Cuantitativa continua	Razón	Minutos	Registro de nota de activación ERR
4 CARACTERÍSTICAS DEL PACIENTE					
 Edad	Años cumplidos al momento del ingreso hospitalario.	Cuantitativa continua	Razón	≥ 18 años	HCE
 Edad por quinquenios	Agrupación de la edad del paciente en rangos de cinco años.	Cualitativa politémica	Ordinal	18–24, 25–29, 30–34, 35–39, 40–44, 45–49, 50–54, 55–59, 60–64, 65–69, 70–74, 75–79, 80–84, ≥ 85 años	HCE
 Sexo biológico	Género biológico del paciente.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Masculino = 1 / Femenino = 0	HCE
5 DIAGNÓSTICO					
 Diagnóstico CIE-10	Diagnóstico principal de ingreso hospitalario según la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10).	Cualitativa politémica	Nominal	Códigos CIE-10	Registro de egreso en HCE
 Diagnóstico agrupado por capítulos CIE-10	Categorización de la causa principal de hospitalización agrupada por los capítulos de la CIE-10.	Cualitativa politémica	Nominal	Capítulos CIE-10 (I, II, III, ..., XXI)	Registro de egreso en HCE
6 COMORBILIDADES CRÓNICAS RELEVANTES AL INGRESO					
 Presencia de comorbilidades	Existencia de al menos una enfermedad crónica al ingreso.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Si = 1 / No = 0	HCE
 Hipertensión arterial	Diagnóstico previo documentado.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Si = 1 / No = 0	HCE
 Diabetes melitus	Diagnóstico previo documentado.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Si = 1 / No = 0	HCE
 Enfermedad cardiovascular	Diagnóstico previo documentado.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Si = 1 / No = 0	HCE
 Enfermedad pulmonar crónica (EPOC)	Diagnóstico previo documentado.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Si = 1 / No = 0	HCE

Fuente: Elaboración propia, con base en el modelo de Donabedian (5,8,27,29,38,40,41,72,90), con apoyo de herramientas de inteligencia artificial (ChatGPT, OpenAI, 2026).

6.8 Diagrama de variables

Figura 2. Diagrama estructurado de las variables del estudio



Fuente: Elaboración propia, con base en el modelo de Donabedian, con apoyo de herramientas de inteligencia artificial (ChatGPT, OpenAI, 2026).

6.9 Técnicas de recolección de información

6.9.1 Fuentes y técnicas de recolección de la información

La información utilizada para el desarrollo de la presente investigación se obtuvo a partir de una fuente secundaria, correspondiente a los registros clínicos electrónicos de una institución de salud de alta complejidad de la ciudad de Medellín. La institución identificó los registros elegibles de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el protocolo del estudio y realizó la extracción secundaria de las variables de interés a partir de la historia clínica electrónica, los registros de egreso hospitalario, los registros de PCR y mortalidad, y los registros de activación del ERR, correspondientes a los egresos ocurridos entre enero de 2023 y diciembre de 2025. Con esta información se consolidó una base de datos institucional con las variables sociodemográficas, clínicas, de proceso y de desenlace definidas para la investigación, la cual fue entregada a la investigadora principal en formato Microsoft Excel.

Previamente a su entrega, la base de datos fue anonimizada mediante la eliminación de identificadores directos e indirectos, en cumplimiento de los principios de confidencialidad, privacidad y protección de datos personales. Asimismo, la investigadora principal suscribió un acuerdo de confidencialidad para garantizar el uso exclusivo de la información con fines académicos y de investigación.

Una vez recibida la base de datos, la investigadora principal realizó un proceso de revisión y depuración de la información, que incluyó la verificación de la consistencia, la completitud, los rangos válidos y la coherencia lógica entre las variables, con el fin de garantizar la calidad de los datos para el análisis estadístico.

La obtención de la información contó con la aprobación previa del Comité de Ética para la Investigación del Grupo Quirónsalud y, posteriormente, del Comité de Ética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Pontificia Universidad Javeriana, de conformidad con la normatividad institucional y nacional vigente. La extracción y entrega de la base de datos se realizaron únicamente después de obtener los respectivos avales éticos.

6.9.2 Instrumento de recolección de información

En la presente investigación no se empleó un instrumento de recolección de información elaborado o aplicado por la investigadora principal, dado que el estudio utilizó una fuente secundaria de información. La institución de salud suministró una base de datos anonimizada en formato Microsoft Excel, previamente construida mediante la extracción de las variables de interés a partir de los registros clínicos electrónicos institucionales, la cual constituyó el insumo para el proceso de depuración y análisis de la información.

6.9.3 Prueba piloto

Se realizó una prueba piloto con el objetivo de evaluar la factibilidad del proceso de recolección de la información, la calidad de los datos y la adecuación de las variables definidas para el cumplimiento de los objetivos del estudio. La prueba piloto incluyó aproximadamente el 10 % de los registros contenidos en la base de datos total de pacientes hospitalizados durante el periodo de estudio, comprendido entre enero de 2023 y diciembre de 2025.

Para esta prueba se seleccionó aleatoriamente un subconjunto de registros que cumplieran los criterios de inclusión y exclusión, correspondientes a los periodos pre-intervención y post-intervención. Se verificó la disponibilidad, completitud y consistencia de la información, así como la correspondencia de las variables con los requerimientos del análisis estadístico.

Como resultado de la prueba piloto, se identificaron registros con información incompleta y variables con datos ausentes, lo que hizo necesario realizar ajustes en la base de datos mediante la complementación y validación de la información por parte de la institución de salud facilitadora. Estos ajustes se orientaron a garantizar la integridad de las variables necesarias para el análisis de los desenlaces y su posterior modelación mediante regresión de Poisson (Ver sesión de plan de análisis).

De manera específica, durante esta fase se evaluaron:

- la disponibilidad y completitud de las variables de interés;
- la consistencia y coherencia de la información registrada;
- la correcta identificación y clasificación de los desenlaces del estudio; y
- la viabilidad del plan de análisis, en concordancia con el enfoque basado en tasas de incidencia.

Los registros incluidos en la prueba piloto se mantuvieron dentro del análisis final, dado que los ajustes realizados correspondieron a procesos de depuración y validación de datos, sin implicar modificaciones estructurales en las variables.

6.10 Recursos Disponibles y Limitaciones Logísticas

6.10.1 Recursos Disponibles:

- **Recursos estructurales:** La institución contó con un sistema de HCE que permitió el registro sistemático y la trazabilidad de los signos vitales, notas de evolución, órdenes médicas, traslados intrahospitalarios y registros de egreso. Este sistema facilitó la recolección de información retrospectiva correspondiente al periodo pre-intervención, así como la recolección concurrente de los datos del periodo post-intervención, garantizando la disponibilidad y continuidad de la información clínica necesaria para el estudio.

- **Recursos humanos:** La institución dispuso de equipos médicos y de enfermería capacitados, incluyendo médicos intensivistas con cobertura permanente (24/7) y personal de enfermería entrenado, quienes conformaron el ERR. La disponibilidad y capacitación de este recurso humano permitió asegurar la implementación estandarizada de la intervención, así como la fidelidad en la aplicación de los protocolos institucionales durante el periodo post-intervención.
- **Recursos de información y bases de datos clínicas:** Se contó con bases de datos institucionales independientes y estandarizadas para el registro de eventos de PCR, así como para los ingresos y egresos de la UCI. Estas bases de datos, integradas a la HCE, permitieron la identificación y medición confiable de los desenlaces primarios del estudio, incluyendo el PCR inesperada, el ingreso no planificado a UCI y la mortalidad hospitalaria (excluyendo LET).

6.10.2 Limitaciones Logísticas:

Integridad del registro de la escala NEWS2 durante el periodo post-intervención: La principal limitación logística del estudio se relacionó con la variabilidad en la adherencia del personal de enfermería al registro completo y oportuno de la escala NEWS2 en la HCE durante el periodo post-intervención. Dado que esta escala se consideró una variable de proceso y no una variable de exposición principal, su registro incompleto no afectó la estimación del efecto global de la intervención, pero sí limitó la evaluación del grado de implementación y del desempeño del sistema NEWS2–ERR.

Estrategia de mitigación: Con el fin de reducir esta limitación, se implementó un sistema de auditoría clínica concurrente de los registros de la HCE durante el periodo post-intervención, orientado a monitorear la adherencia al registro de NEWS2 y a retroalimentar oportunamente a los servicios involucrados. Esta estrategia permitió, además, cuantificar la adherencia como una variable de proceso, fortaleciendo la interpretación de los resultados del estudio.

Adicionalmente, se evidenció que la activación de los ERR no siempre se registró en el formato institucional estandarizado dispuesto para este fin, sino que en múltiples casos se documentó en notas de evolución clínica. Esta situación dificultó la identificación sistemática, la trazabilidad y el análisis homogéneo de esta variable, afectando su uso como indicador de proceso.

Estrategia de mitigación:

Con el fin de reducir el impacto de esta limitación, se implementó un sistema de auditoría clínica concurrente de los registros en la HCE durante el periodo post-intervención. Esta estrategia se orientó a monitorear la adherencia al registro de la escala NEWS2 y a fortalecer la

calidad del dato mediante procesos de retroalimentación dirigidos a los servicios asistenciales involucrados.

Asimismo, este proceso permitió cuantificar la adherencia al registro como un indicador de proceso, lo cual contribuyó a complementar la interpretación de los resultados del estudio, sin interferir en el análisis principal basado en la estimación de tasas de incidencia y razones de tasas (IRR) a nivel poblacional.

6.10.3 Procesamiento de los datos y control de calidad

Validación y depuración de la información:

Se realizó un proceso sistemático de validación y depuración de la base de datos previo al análisis estadístico. Para las variables numéricas, se verificó la validez de los rangos, identificando valores fuera de los límites clínicos o lógicos esperados, como edades incompatibles con la población de estudio o puntajes de la escala NEWS2 fuera de su rango teórico.

Adicionalmente, se evaluó la consistencia interna de todas las variables, entendida como la coherencia lógica entre variables relacionadas y a lo largo del tiempo. Este proceso incluyó la verificación de la concordancia entre fechas de ingreso y egreso, la consistencia entre los desenlaces registrados y el estado final del paciente, así como la correspondencia entre la activación del ERR y el registro del tiempo de respuesta. En este sentido, las variables de proceso asociadas al sistema NEWS2–ERR fueron revisadas con fines de control de calidad del dato, sin considerarse como variables de exposición en el análisis principal.

Manejo de valores faltantes:

Se evaluó la magnitud y el patrón de los datos faltantes para cada variable, con el fin de determinar si la ausencia de información era compatible con un mecanismo de datos faltantes completamente al azar o faltantes al azar (MCAR/MAR) (91,92). No se identificaron valores faltantes relevantes en las variables incluidas en el análisis principal, por lo que no fue necesario aplicar métodos de imputación ni técnicas específicas para el manejo de datos incompletos.

Tratamiento de variables continuas:

Las variables cuantitativas, como la edad y el puntaje NEWS2, se mantuvieron en su forma continua para los análisis multivariados, con el objetivo de preservar la variabilidad y evitar la pérdida de información. Sin embargo, para fines descriptivos e interpretativos, estas variables fueron categorizadas utilizando puntos de corte clínicamente relevantes o de uso habitual, sin que esta categorización sustituyera el análisis principal basado en variables continuas.

En coherencia con el enfoque analítico del estudio, el puntaje NEWS2 no se incluyó en el modelo comparativo principal, dado que su disponibilidad se limitó al periodo post-intervención y su inclusión podría introducir

sesgos asociados a la severidad clínica. Por esta razón, su uso se restringió al análisis descriptivo y de proceso.

6.11 Técnicas del procesamiento y análisis de los datos según los objetivos específicos

El procesamiento y análisis de los datos se realizó con el software estadístico R (versión 4.x), seleccionado por su capacidad para el manejo de grandes bases de datos institucionales, la implementación de modelos de regresión para conteos y la generación de visualizaciones de tendencias temporales. La estrategia analítica se estructuró en coherencia con los cuatro objetivos específicos del estudio, adoptando un enfoque progresivo que abarcó desde la caracterización descriptiva de la población hasta la estimación de razones de tasas de incidencia ajustadas mediante modelos de regresión. La unidad de análisis principal fue el egreso hospitalario mensual, lo que permitió modelar tasas en lugar de conteos absolutos y controlar las variaciones en el volumen de atención mediante el uso de términos offset. A continuación, se presentan las técnicas y pruebas estadísticas empleadas por objetivo específico.

Objetivo específico 1: Caracterización sociodemográfica y clínica

El primer objetivo específico se orientó a describir y comparar las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes en los periodos pre y post-intervención. Para ello se emplearon dos tipos de técnicas: estadística descriptiva y pruebas de contraste de hipótesis.

Estadística descriptiva

Las variables cuantitativas principalmente la edad se resumieron mediante medidas de tendencia central (media aritmética y mediana) y medidas de dispersión (desviación estándar y (RIQ) rango intercuartílico). Dado que la distribución de la edad no siguió una curva normal, la mediana y el RIQ se privilegiaron como medidas principales, en coherencia con recomendaciones de la literatura que establecen que cuando la distribución de frecuencias no es exactamente simétrica, la mediana constituye la mejor medida de tendencia central (93). Esta elección se fundamenta en que la mediana no es afectada por valores extremos y permite descripciones más fidedignas de los datos, mientras que el RIQ constituye una medida de dispersión robusta que depende de los valores centrales sin asumir normalidad en la distribución (93,94). Las variables categóricas sexo, comorbilidades específicas y diagnóstico de ingreso según capítulos de la Clasificación Internacional de Enfermedades, décima revisión (CIE-10) se describieron mediante frecuencias absolutas y proporciones relativas expresadas en porcentaje. La literatura epidemiológica establece que la presentación conjunta de frecuencias absolutas y relativas es fundamental, puesto que una cifra relativa surge de la comparación de dos o más cifras absolutas, facilitando comparabilidad entre poblaciones de distinto tamaño (95). Los resultados se presentaron en tablas de contingencia y gráficos de barras comparativos por periodo, herramientas ampliamente utilizadas en epidemiología para analizar la relación entre variables categóricas e identificar patrones de distribución entre periodos (96).

Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney

Para la comparación de la distribución de la edad entre los periodos pre y post-intervención se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon-Mann-Whitney, también denominada prueba U de Mann-Whitney. Esta prueba se seleccionó porque no asume normalidad en la distribución de los datos, lo que resulta apropiado para variables cuantitativas con distribución asimétrica como la edad en poblaciones hospitalarias adultas (93). La prueba contrasta la hipótesis nula de que las distribuciones de dos grupos independientes son equivalentes frente a la hipótesis alternativa de que difieren (76). El estadístico resultante (W) y el valor p bilateral se reportaron para la comparación global entre periodos y para cada uno de los estratos por sexo (mujeres y hombres). Se utilizó un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ para todas las pruebas (76).

Prueba chi-cuadrado y prueba de proporciones

Las variables categóricas dicotómicas y politómicas se compararon entre periodos mediante la prueba chi-cuadrado de independencia (χ^2), que evalúa si existe asociación estadísticamente significativa entre la distribución de una variable categórica y el periodo de estudio. Para la comparación de proporciones de comorbilidades se aplicó adicionalmente la prueba de proporciones de dos muestras, que permitió calcular el intervalo de confianza del 95 % para la diferencia entre proporciones. Los supuestos de la prueba chi-cuadrado frecuencias esperadas ≥ 5 en al menos 80 % de las celdas e independencia de observaciones fueron verificados previamente. Ambas pruebas asumieron la hipótesis nula de igualdad de distribuciones o proporciones entre periodos, con rechazo al nivel $\alpha = 0,05$ (76).

Objetivo específico 2: Estimación y comparación de las tasas de incidencia

El segundo objetivo específico se centró en estimar las tasas de incidencia de los tres desenlaces primarios PCR intrahospitalario, mortalidad hospitalaria (excluyendo LET) e ingreso no planificado a UCI y en comparar su magnitud entre periodos.

Cálculo de tasas de incidencia y reducción absoluta

Las tasas de incidencia se calcularon como el cociente entre el número de eventos observados en cada periodo y el número total de egresos hospitalarios del mismo periodo, expresadas por cada 1.000 egresos. Este denominador fue seleccionado porque los egresos hospitalarios constituyen la unidad de tiempo-persona más apropiada para los desenlaces evaluados en un estudio institucional de este tipo, dado que cada egreso representa una oportunidad de exposición al riesgo de sufrir un evento adverso grave durante la hospitalización (40). Se calcularon intervalos de confianza del 95 % para las tasas de incidencia, aplicando métodos exactos de Poisson cuando fue apropiado, de acuerdo con estándares epidemiológicos (40,76). La reducción absoluta de la tasa se calculó como la diferencia aritmética entre la tasa del periodo pre-intervención y la del periodo post-intervención para cada desenlace (76).

Análisis de tendencia temporal mensual

Con el fin de examinar el comportamiento temporal de las tasas más allá de la comparación global entre periodos, se realizó un análisis de tendencia temporal mediante la representación gráfica de las tasas mensuales de cada desenlace a lo largo del tiempo de estudio. Este análisis permitió identificar patrones de variabilidad mensual, tendencias preexistentes a la intervención, estacionalidad y el comportamiento de las tasas durante el periodo post-intervención. Las figuras de

tasas mensuales se construyeron con el paquete ggplot2 de R, utilizando rectas de tendencia suavizadas para facilitar la interpretación visual de los cambios temporales.

Objetivo específico 3: Efecto de la intervención — modelos de regresión para conteos

El tercer objetivo específico constituye el núcleo analítico del estudio: la estimación del efecto de la implementación de la estrategia NEWS2–ERR sobre las tasas de incidencia de los desenlaces primarios, expresado mediante razones de tasas de incidencia (IRR) ajustadas. Para ello se emplearon modelos de regresión para conteos con datos longitudinales agregados a nivel mensual, en coherencia con la naturaleza institucional de la intervención evaluada.

Evaluación de sobredispersión

Previo a la especificación del modelo final, se evaluó la presencia de sobredispersión en cada desenlace mediante el cálculo de la razón entre la devianza residual y los grados de libertad del modelo de Poisson (97). La sobredispersión ocurre cuando la varianza observada de los conteos supera a su media, violando el supuesto fundamental del modelo de Poisson y produciendo subestimación de los errores estándar e intervalos de confianza estrechos (97,98). El criterio de decisión adoptado fue: razón devianza/GL < 1,5 modelo de Poisson adecuado; razón $\geq 1,5$ modelo de regresión binomial negativa, de acuerdo con estándares metodológicos para modelado de datos de conteo (98). Los resultados fueron: PCR intrahospitalario (razón: 1,22 Poisson), ingreso no planificado a UCI (razón: 4,74 binomial negativa) y mortalidad hospitalaria (razón: 1,52 binomial negativa).

Modelo de regresión de Poisson con offset

El modelo de regresión de Poisson es el modelo estándar para el análisis de datos de conteo cuando la variable respuesta sigue una distribución de Poisson, es decir, cuando la media y la varianza de los conteos son aproximadamente iguales (97). En el presente estudio, este modelo se aplicó al PCR intrahospitalario, que cumplió el supuesto de equidispersión. El modelo estimó el logaritmo natural de la tasa esperada de eventos como una función lineal de las covariables incluidas, incorporando el logaritmo del número de egresos mensuales como término offset, lo que permitió modelar la tasa de incidencia (eventos/egresos) en lugar del conteo absoluto de eventos (97,98).

La especificación del modelo fue la siguiente:

$$\log(E[Y_t]) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Periodo} + \beta_2 \cdot \text{Edad_promt} + \beta_3 \cdot \text{PropHombrest} + \beta_4 \cdot \text{PropComorbilidades } t + \log(\text{Egresost})$$

Donde: Y_t es el número de eventos en el mes t ; Periodo es la variable dicotómica principal (0 = pre-intervención, 1 = post-intervención); Edad_promt es la edad promedio mensual de los pacientes egresados; PropHombrest es la proporción mensual de pacientes masculinos; PropComorbilidades t es la proporción mensual de pacientes con al menos una comorbilidad crónica; y $\log(\text{Egresost})$ es el offset que convierte el modelo de conteos a un modelo de tasas (97). El coeficiente exponenciado de la variable Periodo (e^{β_1}) corresponde a la razón de tasas de incidencia ajustada (IRR), que cuantifica el cambio proporcional en la tasa del desenlace en el periodo post-intervención respecto al pre-intervención, controlando las covariables de ajuste (97,98).

Modelo de regresión binomial negativa con offset

El modelo de regresión binomial negativa es una extensión del modelo de Poisson que incorpora un parámetro adicional de dispersión (θ), lo que le permite modelar datos de conteo con sobredispersión, es decir, cuando la varianza observada supera a la media (97). En el presente estudio, este modelo se aplicó a la mortalidad hospitalaria y al ingreso no planificado a UCI, que exhibieron sobredispersión significativa (razones devianza/GL de 1,52 y 4,74, respectivamente). Al estimar correctamente la variabilidad extra-Poisson, el modelo binomial negativo produjo errores estándar e intervalos de confianza más amplios y realistas que el modelo de Poisson, evitando la falsa precisión que hubiera resultado de aplicar este último a datos sobredispersos (97,98). La especificación del modelo binomial negativo fue análoga a la del modelo de Poisson, con la misma estructura de covariables y el mismo término offset. La interpretación del IRR ajustado (e^{β_1}) es idéntica: representa el cambio proporcional en la tasa de incidencia del desenlace en el periodo post-intervención respecto al pre-intervención, ajustado por edad promedio mensual, proporción de hombres y proporción de pacientes con comorbilidades (98). El modelo fue implementado mediante la función `glm.nb()` del paquete MASS de R (99).

Criterios de reporte e interpretación: El análisis se centró en la estimación de medidas de asociación ajustadas y sus intervalos de confianza del 95 %, más que en la significancia estadística aislada. En el contexto de razones de tasas de incidencia (IRR), el valor nulo corresponde a 1,0, lo que indica ausencia de efecto; por ello, los IRR con IC 95 % que excluyen el valor 1,0 se interpretaron como estadísticamente significativos al nivel $\alpha = 0,05$ (76). No obstante, la relevancia clínica de los efectos observados se evaluó independientemente de la significancia estadística, considerando la magnitud del IRR, la dirección consistente del efecto y el contexto epidemiológico de cada desenlace (76,77). Esta aproximación resulta particularmente pertinente para desenlaces de baja frecuencia como el PCR, donde la potencia estadística puede ser insuficiente para detectar reducciones clínicamente relevantes dentro de la ventana temporal disponible (77).

Objetivo específico 4: Variables de proceso - desempeño operativo del sistema NEWS2-ERR

El cuarto objetivo específico evaluó el desempeño operativo del sistema NEWS2-ERR durante el periodo post-intervención a través del análisis de variables de proceso. Las técnicas empleadas fueron de naturaleza descriptiva e inferencial.

Estadística descriptiva del puntaje NEWS2 y el tiempo de respuesta

El puntaje NEWS2 se analizó mediante su distribución de frecuencias por categorías de riesgo definidas por el Royal College of Physicians: bajo (0–4 puntos), moderado (5–6 puntos) y alto (≥ 7 puntos, criterio formal de activación del ERR) (27). Se calcularon la media, la mediana y la desviación estándar del puntaje global para la totalidad de los egresos del periodo post-intervención (93). El tiempo de respuesta del ERR definido como el tiempo en minutos entre la activación y la llegada del equipo al paciente se describió mediante la mediana, el RIQ y los valores mínimo y máximo, junto con la proporción de activaciones que cumplieron los estándares institucionales de ≤ 5 minutos (ERR avanzado) y ≤ 10 minutos (primer respondiente) (57).

Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney para el tiempo de respuesta por sexo

Con el fin de evaluar si existían diferencias en el tiempo de respuesta del ERR según el sexo del paciente como indicador de equidad en el acceso a la intervención, se aplicó la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney bilateral, comparando la distribución del tiempo de respuesta entre los grupos de mujeres (n = 657 activaciones) y hombres (n = 471 activaciones) (76). La elección de esta prueba no paramétrica se justificó por la distribución asimétrica del tiempo de respuesta, evidenciada por la diferencia entre la media (4,96 min) y la mediana (5 min), indicador de sesgo a la derecha que viola el supuesto de normalidad requerido para pruebas paramétricas (93).

Análisis de concordancia NEWS2 ≥ 7 y activación del ERR

La fidelidad del protocolo de activación se evaluó mediante tablas de frecuencia cruzada que relacionaron la categoría de riesgo NEWS2 (< 7 vs. ≥ 7) con la ocurrencia de activación del ERR (sí/no) para la totalidad de los egresos del periodo post-intervención. Este análisis permitió cuantificar la proporción de pacientes con NEWS2 ≥ 7 que recibieron activación del ERR indicador directo de adherencia al protocolo y la proporción de activaciones en pacientes con NEWS2 < 7, atribuibles a otros criterios clínicos de activación contemplados en el instructivo institucional (IN-TR-49). El resultado de este análisis constituyó un indicador clave para la interpretación de los desenlaces clínicos, en coherencia con el modelo de Donabedian que vincula la calidad del proceso con los resultados obtenidos.

7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente estudio se realizó a partir de fuentes de datos secundarias, utilizando información retrospectiva proveniente de historias clínicas de pacientes de una institución de salud de alta complejidad en la ciudad de Medellín. Toda la información se obtuvo exclusivamente de estos registros institucionales.

En ningún momento se estableció contacto directo con los sujetos de investigación, ni se realizaron intervenciones o procedimientos adicionales como parte del estudio.

7.1 Clasificación y Principios Éticos

El estudio fue clasificado sin riesgo según lo definido en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia (100), Título II, Capítulo I, Artículo 11, aplicable a investigaciones que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos. En consecuencia, no se identificaron riesgos potenciales para los participantes.

El estudio se adhirió a los principios éticos universales que rigen la investigación en seres humanos, garantizando su cumplimiento (101–103):

- **Beneficencia:** La investigación buscó generar conocimiento científico orientado a mejorar la calidad de la atención hospitalaria y fortalecer la seguridad del paciente, en coherencia con los objetivos del estudio.
- **No Maleficencia:** Al tratarse de un estudio con fuente de datos secundaria, se garantizó la ausencia de contacto e intervención directa con los sujetos de investigación, lo que minimizó cualquier riesgo potencial asociado a la participación en el estudio.

- **Justicia:** Los resultados obtenidos se socializaron y se pusieron a disposición de la comunidad científica y de la institución participante, con el propósito de contribuir de manera equitativa al fortalecimiento de los procesos asistenciales y de seguridad del paciente.
- **Respeto por las Personas y su Autonomía:** Este principio se garantizó mediante la protección estricta de la privacidad y la confidencialidad de la información de los pacientes. Dada la naturaleza retrospectiva del estudio y el uso de datos secundarios anonimizados, no se requirió la obtención de consentimiento informado directo.

Declaración de Helsinki

El presente trabajo de investigación se adhirió estrictamente a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) (102), en su versión más reciente, para la investigación médica en seres humanos. Se acataron rigurosamente las disposiciones relativas a la protección de la privacidad y la confidencialidad de la información personal y los datos sensibles, aplicables a la investigación con material y datos previamente recolectados.

7.2 Selección justa y muestra

Dada la naturaleza cuasi-experimental retrospectiva del estudio, basada en la revisión de registros clínicos, la selección justa se centró en la inclusión imparcial de los egresos hospitalarios elegibles:

- **Población objeto de estudio:** Correspondió a pacientes adultos (≥ 18 años) hospitalizados en una institución de salud de alta complejidad en la ciudad de Medellín.
- **Selección justa y oportunidad Igualitaria:** Se incluyeron los registros clínicos de todos los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión durante los periodos definidos, correspondientes al periodo pre-intervención (enero de 2023 a marzo de 2024) y al periodo post-intervención (octubre de 2024 a diciembre de 2025). De esta manera, se garantizó que la elegibilidad se basó exclusivamente en los objetivos del estudio y no en criterios discriminatorios.
- **Adecuación de la muestra:** El tamaño de la muestra correspondió al total de egresos hospitalarios durante los periodos definidos. La inclusión completa de la población permitió eliminar el riesgo de sesgo por muestreo y aseguró la representatividad de los resultados a nivel institucional, en coherencia con el objetivo de evaluar el efecto de la intervención a nivel poblacional. Adicionalmente, se consideró la inclusión de variables sociodemográficas, como edad y sexo, en el análisis estadístico, con el fin de controlar posibles factores de confusión y garantizar una interpretación más precisa de los resultados.

7.3 Confidencialidad y Manejo de Datos

En ningún momento del estudio los sujetos de investigación recibieron incentivos o pagos por su participación, ni asumieron costo alguno durante el proceso investigativo.

La información obtenida, que incluyó datos confidenciales provenientes de las historias clínicas utilizadas para la construcción de la base de datos, se resguardó mediante sistemas de seguridad electrónica en equipos de cómputo protegidos con claves de acceso, conocidas únicamente por la investigadora principal. Asimismo, el acceso a las HCE se mantuvo estrictamente regulado por la institución de salud participante y su área de informática. La base de datos no fue almacenada en plataformas de acceso público, como servicios de almacenamiento en la nube o repositorios abiertos.

Adicionalmente, se garantizó la no comercialización de la información por parte de la investigadora ni de la institución de salud participante. Todos los datos recolectados se utilizaron exclusivamente con fines académicos y científicos, sin ningún tipo de propósito lucrativo.

Respeto y consentimiento informado

Cumplimiento del Principio del Respeto: El principio de respeto se garantizó mediante la priorización de la dignidad y la privacidad de los pacientes cuyos datos fueron objeto de análisis.

Actividades: Se realizó una capacitación al equipo investigador sobre el manejo ético de la información y la protección de datos sensibles. Asimismo, se mantuvo una comunicación permanente con la institución responsable de la información, con el fin de asegurar el cumplimiento de las políticas institucionales de confidencialidad y gestión de datos.

Consentimiento Informado (CI)

Uso de CI: No se utilizó consentimiento informado directo con los pacientes, dado que la investigación tuvo un diseño retrospectivo y se basó en el análisis de datos secundarios previamente recolectados en el contexto de la atención clínica.

Proceso: Se solicitó al Comité de Ética en Investigación tanto de la Institución de salud a través del comité de ética del grupo Quironsalud, como al comité de ética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Pontificia Universidad Javeriana, una dispensa del Consentimiento Informado. Esta dispensa se justifica porque:

- 1) La investigación fue clasificada como de riesgo mínimo (o sin riesgo).
- 2) Los datos fueron anonimizados o seudonimizados por personal de la institución (no por el equipo investigador) antes de su análisis, garantizando la protección de la identidad.

Manejo de Datos (Veracidad, Privacidad, Hábeas Data):

- **Veracidad:** La información extraída de las historias clínicas fue doblemente verificada por el equipo investigador para asegurar su exactitud.

- **Privacidad y Confidencialidad:** Se implementó un estricto protocolo de protección de datos personales (Hábeas Data) conforme a la Ley 1581 de 2012 (104). Los datos de identificación (nombres, cédulas, etc.) nunca fueron entregados al equipo investigador, el cual manejó únicamente códigos de paciente y variables clínicas. La base de datos final se almacenó en archivos encriptados con acceso restringido.
- **Protección de la información:** La base de datos final se almacenó en archivos encriptados, con acceso restringido únicamente a la investigadora principal, garantizando la seguridad y confidencialidad de la información durante todo el proceso investigativo.

7.4 Riesgos y beneficios

Riesgos Identificados: El principal riesgo se identificó como de naturaleza moral y legal, asociado a una posible ruptura de la confidencialidad o filtración de información, debido al manejo de datos sensibles en salud. No se identificaron riesgos físicos ni psicológicos para los sujetos de estudio, dado que no existió contacto directo ni intervención alguna sobre los pacientes.

Clasificación del Riesgo (Resolución 8430/1993): De acuerdo con lo establecido en la Resolución 8430 de 1993, la investigación se clasificó como sin riesgo (Título II, Capítulo I, Artículo 11), dado que se basó exclusivamente en el uso de técnicas de investigación documental, mediante la revisión de registros clínicos previamente existentes, sin que se realizaran intervenciones o modificaciones sobre las variables biológicas, psicológicas o sociales de los sujetos (90).

Medidas de anonimización: La principal medida de protección de la información correspondió a la anonimización o seudonimización de los datos realizada por la institución de salud antes de su entrega al equipo investigador. Adicionalmente, el acceso a la base de datos estuvo restringido mediante credenciales de seguridad, disponibles únicamente para la investigadora principal, garantizando así la protección y confidencialidad de la información durante todo el proceso investigativo.

Beneficios Directos e Indirectos: No se identificaron beneficios directos para los sujetos de estudio. Sin embargo, los beneficios derivados de la investigación fueron de carácter académico y científico, orientados a generar evidencia que contribuyera a la toma de decisiones, al fortalecimiento de los procesos de atención y al análisis del pronóstico en pacientes hospitalizados en el contexto institucional y nacional. Estos beneficios se materializaron principalmente a través de la divulgación de los resultados en escenarios académicos y científicos.

7.5 Evaluación Institucional e Integridad Científica

Instancias Institucionales de Evaluación:

- 1) Se contó con la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Pontificia Universidad Javeriana, Cali, así como del Comité de Ética del

- grupo Quironsalud Colombia, los cuales aprobaron la metodología y la dispensa del consentimiento informado.
- 2) El Comité de la Maestría en Epidemiología evaluó la viabilidad y el rigor científico del estudio.

Integridad Científica (Buenas Prácticas):

Declaración de Conflictos de Interés: El equipo investigador, incluyendo a la estudiante Isabel Cristina Muriel Parra y al tutor Valentín Arboleda Isaza, se declaró libre de conflictos de interés. Ninguno de sus integrantes perteneció a la industria farmacéutica ni al sector de dispositivos biomédicos, ni recibió beneficios económicos o en especie relacionados con el desarrollo del presente trabajo investigativo. Asimismo, se reiteró que el único interés correspondió al ámbito académico y científico, así como al cumplimiento de los requisitos de grado de la Maestría en Epidemiología de la Pontificia Universidad Javeriana.

Autorías: Se respetaron estrictamente los criterios de autoría basados en la contribución sustancial (diseño, análisis, interpretación y redacción final), siguiendo las normas del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICMJE) (93)

Comunicación de Resultados: Los resultados del estudio se comunicaron de manera transparente, veraz e íntegra, sin manipulación de los datos. Asimismo, se reconocieron de forma explícita las fuentes de financiación, cuando aplicó, y la institución en la cual se desarrolló la investigación, garantizando la correcta atribución y la transparencia en la divulgación científica.

8. RESULTADOS

En el presente capítulo se exponen los resultados del análisis estadístico de la base de datos institucional, desarrollado mediante el software R en coherencia con el plan de análisis establecido en el protocolo de investigación. Los hallazgos se presentan siguiendo el orden de los cuatro objetivos específicos y articulando las hipótesis estadísticas planteadas en cada caso, los resultados de las pruebas de contraste, las figuras y tablas.

El estudio incluyó un total de 17.476 egresos hospitalarios de pacientes adultos: 7.883 (45,1%) correspondientes al período pre-intervención (enero 2023–marzo 2024) y 9.593 (54,9%) al período post-intervención (octubre 2024–diciembre 2025). A continuación, se presentan los resultados de la caracterización de variables sociodemográficas y clínicas, en coherencia con el plan de análisis establecido en la metodología.

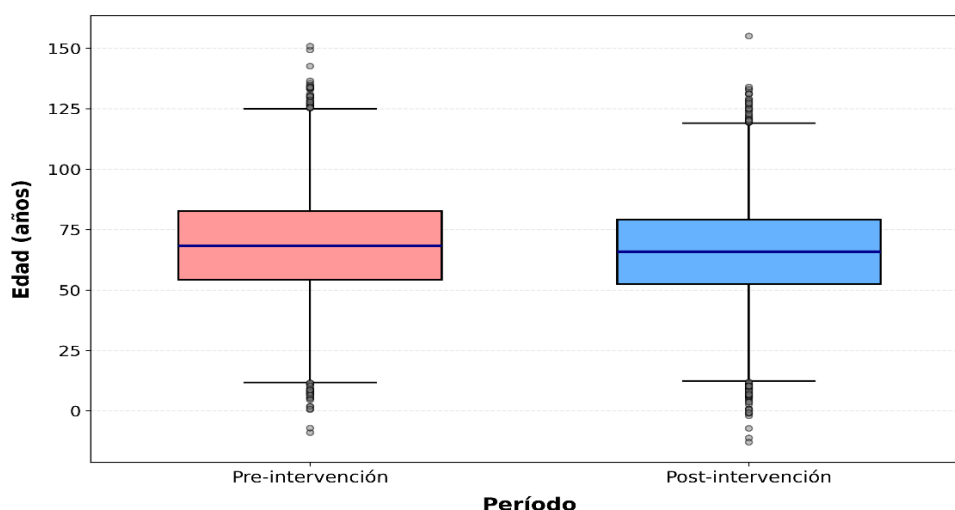
Distribución de la edad

La población global presentó una edad media de 63,3 años (desviación estándar [DE]: 20,4) y una mediana de 67 años (rango intercuartílico [RIQ]: 47–79), reflejando una predominancia de adultos mayores.

Al comparar ambos períodos, la mediana de edad fue de 69 años (RIQ: 48–82) en el período pre-intervención y 66 años (RIQ: 47–77) en el post-intervención. La

prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney confirmó que esta diferencia fue estadísticamente significativa ($W = 40.818.648$; $p < 0,001$). Desde la perspectiva clínica, la diferencia en las medianas fue de tres años, observándose una mayor concentración de pacientes de edades avanzadas en el período pre-intervención, particularmente en el rango intercuartílico superior (Figura 3).

Figura 3. Diagrama de Caja y Bigotes (Boxplot). Distribución de la edad según periodo de estudio



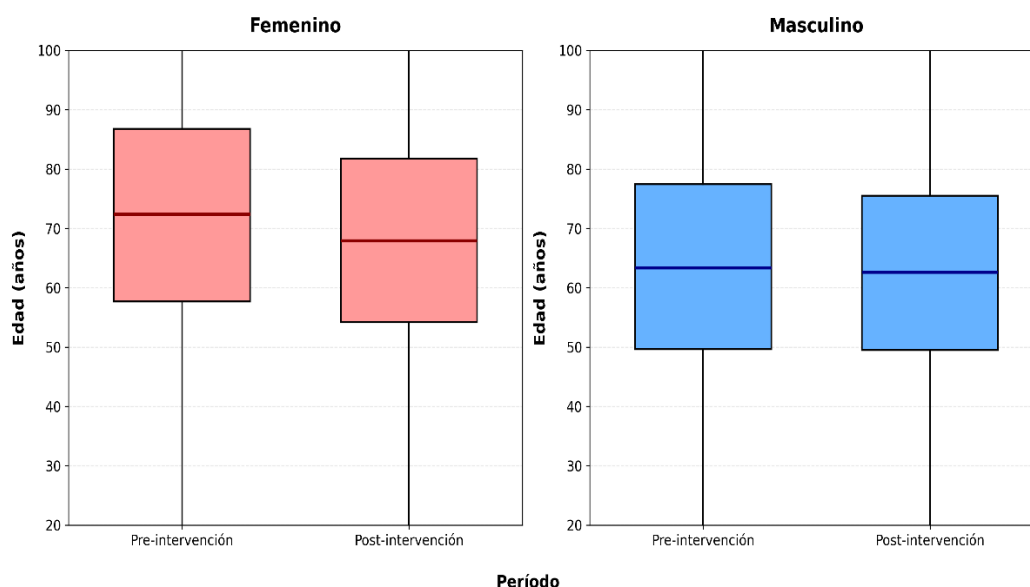
Fuente: Elaboración propia a partir de los registros clínicos electrónicos de la institución. Pre-intervención (enero 2023-marzo 2024) y post-intervención (octubre 2024-diciembre 2025)

Análisis estratificado de la edad por sexo

El análisis estratificado por sexo reveló que las mujeres presentaron medianas de edad consistentemente superiores a las de los hombres en ambos períodos. En el período pre-intervención, las mujeres tenían una mediana de 72 años (RIQ: 56–84) frente a 64 años (RIQ: 42–78) en los hombres; en el período post-intervención, las medianas fueron de 68 años (RIQ: 51–79) para mujeres y 62 años (RIQ: 43–75) para hombres.

Las pruebas de Wilcoxon-Mann-Whitney confirmaron diferencias estadísticamente significativas en ambos estratos (mujeres: $W = 12.015.622$, $p < 0,001$; hombres: $W = 8.596.276$, $p < 0,001$). La magnitud de la disminución entre períodos fue superior en el grupo femenino (–4 años) comparada con el grupo masculino (–2 años) (Figura 4).

Figura 4. Diagrama de Caja y Bigotes (Boxplot). Distribución de la edad por sexo según periodo de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de los registros clínicos electrónicos de la institución. Pre-intervención (enero 2023-marzo 2024) y post-intervención (octubre 2024-diciembre 2025)

Distribución por sexo

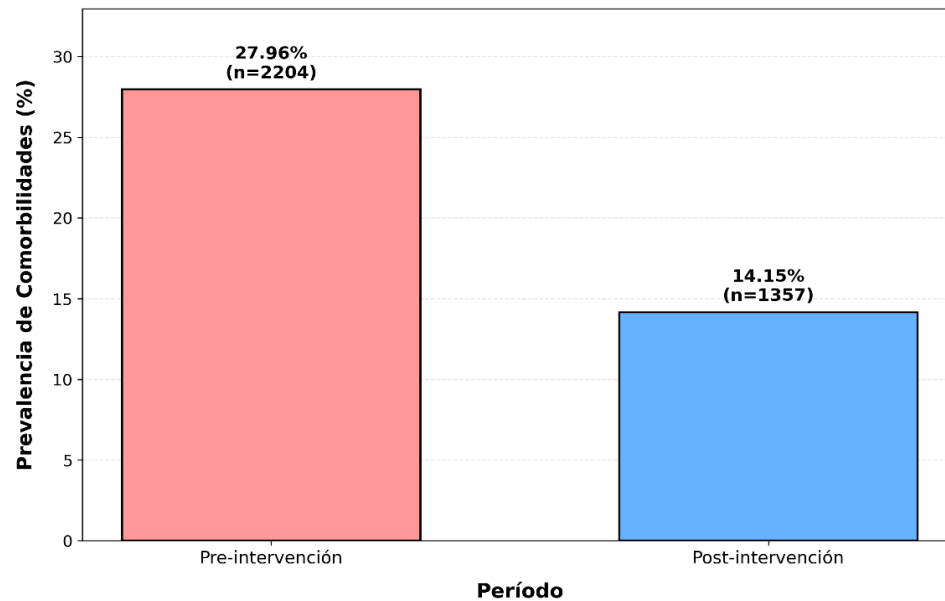
La distribución por sexo no presentó diferencias estadísticamente significativas entre periodos ($p = 0,080$), con predominio femenino en ambos (pre-intervención: 52,7%; post-intervención: 54,1%), indicando que los grupos fueron comparables en su composición por sexo.

Comorbilidades

La prevalencia global de al menos una comorbilidad crónica fue significativamente mayor en el período pre-intervención (27,96%; $n = 2.204$) comparada con el período post-intervención (14,15%; $n = 1.357$). Esta reducción de 13,81 puntos porcentuales fue estadísticamente significativa según la prueba chi-cuadrado de independencia ($\chi^2 = 508,03$; $p < 0,001$), con un intervalo de confianza del 95 % para la diferencia de proporciones de $-0,1504$ a $-0,1259$.

No obstante, esta reducción debe interpretarse considerando el cambio simultáneo en el perfil diagnóstico de la población entre periodos, caracterizado por menor proporción de enfermedades cardiovasculares en el post-intervención, lo que puede haber contribuido parcialmente a la menor prevalencia de comorbilidades (Figura 5).

Figura 5. Gráfico de barras, Prevalencia de comorbilidades cónicas según periodo de estudio

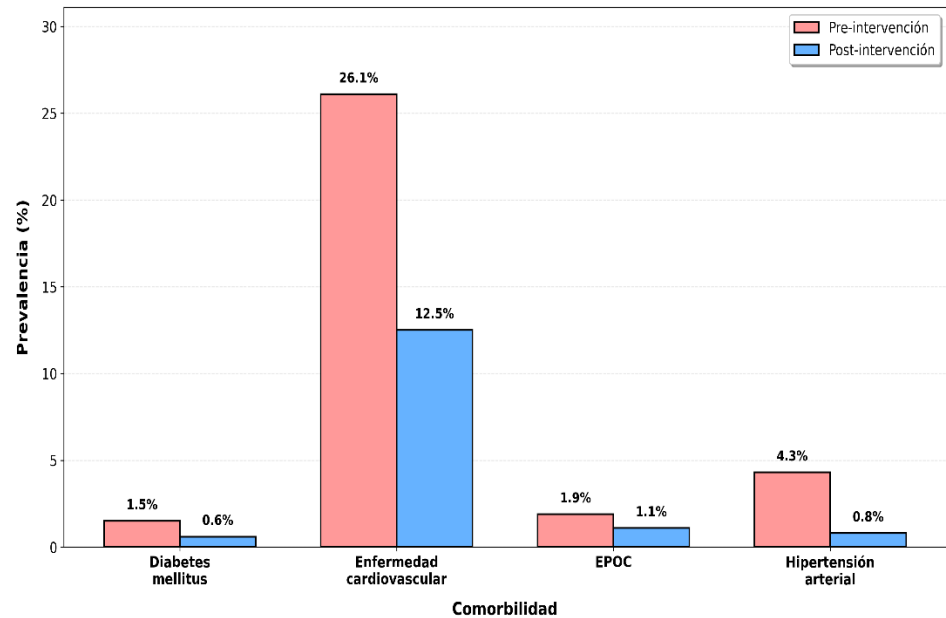


Fuente: Elaboración propia a partir de los registros clínicos electrónicos de la institución. Pre-intervención (enero 2023-marzo 2024) y post-intervención (octubre 2024-diciembre 2025)

Análisis de Comorbilidades Específicas

El análisis por comorbilidad específica mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) en todas las condiciones evaluadas. La enfermedad cardiovascular fue la comorbilidad más prevalente en ambos periodos, pasando de 26,1% en pre-intervención a 12,5% en post-intervención (reducción de 13,6 puntos porcentuales). La hipertensión arterial disminuyó de 4,3% a 0,8% (reducción de 3,5 puntos porcentuales), mientras que tanto la diabetes mellitus como la EPOC mostraron cambios menores: diabetes mellitus de 1,5% a 0,6% (reducción de 0,9 puntos porcentuales) y EPOC de 1,9% a 1,1% (reducción de 0,8 puntos porcentuales) (Figura 6).

Figura 6. Gráfico de barras, Prevalencia de comorbilidades específicas según periodo de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de los registros clínicos electrónicos de la institución. Pre-intervención (enero 2023-marzo 2024) y post-intervención (octubre 2024-diciembre 2025)

Distribución diagnóstica según CIE-10

La distribución de los diagnósticos de ingreso clasificados por capítulos de la Clasificación Internacional de Enfermedades, décima revisión (CIE-10), mostró diferencias estadísticamente significativas entre periodos ($p < 0,001$). En el periodo pre-intervención predominaron los traumatismos y causas externas (30,9%) y las enfermedades del aparato circulatorio (20,7%). En contraste, en el periodo post-intervención se observó un cambio marcado en el perfil clínico, con predominio de las enfermedades del sistema musculoesquelético (25,3%), que aumentaron desde el 8,9% registrado en la pre-intervención, mientras que los grupos anteriores disminuyeron. Este cambio en el case-mix diagnóstico —entendido como la composición y distribución de características clínicas y de severidad de la población de pacientes (63)— fue considerado en el ajuste multivariado de los modelos de los objetivos específicos 2 y 3.

En cumplimiento del primer objetivo específico, se presentan los resultados en coherencia con el plan de análisis establecido en la metodología. Un resumen consolidado de estas características se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Características sociodemográficas y clínicas de la población según periodo de estudio

Variable	Total (n=17.476)	Pre- intervención (n=7.883)	Post- intervención (n=9.593)	Valor p
Edad (años)				
Media (DE)	63,3 (20,4)	64,6 (20,9)	62,2 (19,8)	<0,001
Mediana (RIQ)	67 (47–79)	69 (48–82)	66 (47–77)	—
Sexo, n (%)				0,080
Femenino	9.344 (53,5%)	4.157 (52,7%)	5.187 (54,1%)	—
Masculino	8.132 (46,5%)	3.726 (47,3%)	4.406 (45,9%)	—
Comorbilidades, n (%)				
Hipertensión arterial	408 (2,3%)	336 (4,3%)	72 (0,8%)	<0,001
Diabetes mellitus	174 (1,0%)	116 (1,5%)	58 (0,6%)	<0,001
EPOC	248 (1,4%)	146 (1,9%)	102 (1,1%)	<0,001
Diagnóstico CIE-10, n (%)				<0,001
Sistema musculoesquelético (CIE-M)	3.125 (17,9%)	698 (8,9%)	2.427 (25,3%)	
Traumatismos y causas externas (CIE-S/T)	4.475 (25,6%)	2.432 (30,9%)	2.043 (21,3%)	
Sistema circulatorio (CIE-I)	2.793 (16,0%)	1.628 (20,7%)	1.165 (12,1%)	

DE = desviación estándar; RIQ = rango intercuartílico; HTA = hipertensión arterial; DM = diabetes mellitus; EPOC = enfermedad pulmonar obstructiva crónica; CIE-10 = Clasificación Internacional de Enfermedades, 10.^a revisión. Valores p calculados con prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney para edad y chi-cuadrado para variables categóricas. Fuente: elaboración propia a partir de análisis en R

En este contexto, y dando continuidad al análisis, se abordó el segundo objetivo específico del estudio, orientado a estimar y comparar las tasas de incidencia de la mortalidad hospitalaria (calculada excluyendo los casos con LET), el PCR intrahospitalario y el ingreso no planificado a la UCI, expresadas por cada 1.000 egresos hospitalarios, entre los periodos pre-intervención y postintervención. El análisis se realizó a nivel global por periodo y a nivel mensual, con visualización de tendencias temporales.

Durante el periodo pre-intervención, la tasa de mortalidad hospitalaria fue de 28,92 por 1.000 egresos (228 eventos en 7.883 egresos). En el periodo post-intervención, esta tasa se redujo a 16,99 por 1.000 egresos (163 eventos en 9.593 egresos), lo que representa una reducción de 11,93 por 1.000 egresos.

La tasa de PCR intrahospitalario pasó de 29,94 a 13,34 por 1.000 egresos (236 vs. 128 eventos), con una reducción de 16,60 por 1.000 egresos, siendo la mayor reducción proporcional entre los tres desenlaces.

El ingreso no planificado a UCI fue el desenlace más frecuente en ambos periodos, con una tasa de 135,35 por 1.000 egresos en pre-intervención (1.067 eventos) y de 87,67 por 1.000 egresos en post-intervención (841 eventos), con la mayor reducción absoluta observada (-47,68 por 1.000 egresos). El análisis conjunto muestra reducciones en los tres desenlaces, más marcadas en el PCR y en el ingreso no planificado a UCI (Tabla 7).

Tabla 7. Incidencia de eventos adversos graves por cada 1.000 egresos hospitalarios según periodo de estudio.

Desenlace	Egresos pre/pos	Eventos pre/pos (n)	Tasa pre (/1.000)	Tasa pos (/1.000)	Reducción absoluta IC95%
Mortalidad hospitalaria (excl. LET)	7.883 / 9.593	228 / 163	28,92	16,99	-11,93
PCR intrahospitalario	7.883 / 9.593	236 / 128	29,94	13,34	-16,60
Ingreso no planificado a UCI	7.883 / 9.593	1.067 / 841	135,35	87,67	-47,68

LET = limitación del esfuerzo terapéutico; UCI = unidad de cuidados intensivos;

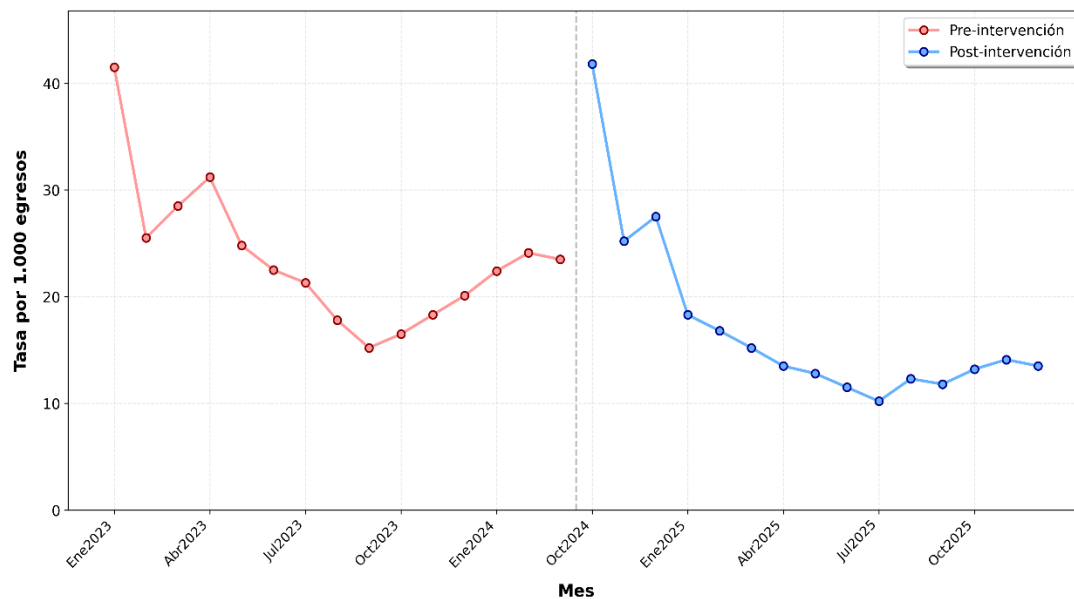
PCR = paro cardiorrespiratorio.

Fuente: elaboración propia, a partir del análisis en R.

Evolución temporal de las tasas mensuales

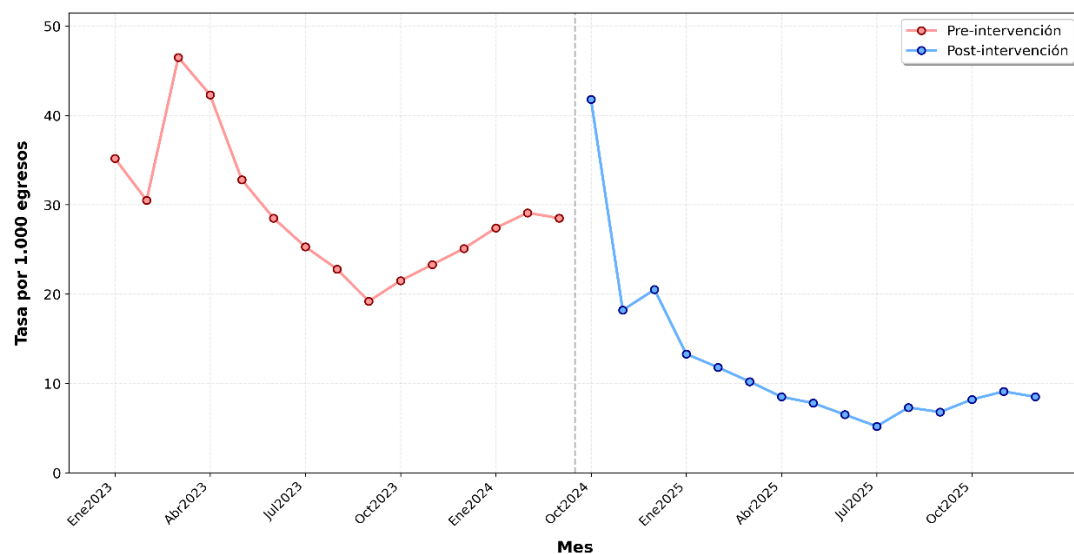
El análisis de las tasas mensuales permitió examinar el comportamiento temporal de los tres desenlaces. En el periodo pre-intervención, las tasas mostraron variabilidad: la mortalidad osciló entre 13,70 y 41,59 por 1.000 egresos, el PCR entre 17,82 y 46,46, y el ingreso a UCI entre 87,33 y 164,36. En el periodo post-intervención, las tres tasas presentaron valores inferiores y con menor dispersión. Estos patrones se observan en las Figuras 7, 8 y 9.

Figura 7. Tasa mensual de mortalidad hospitalaria según periodo de estudio



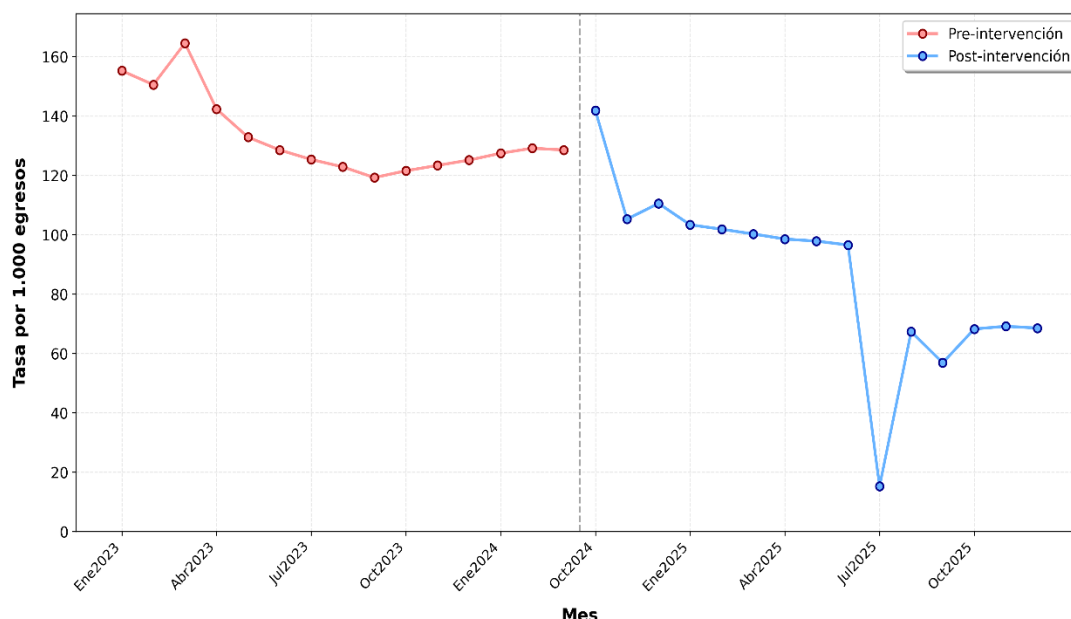
Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos institucional de pacientes egresados. Período pre-intervención (enero 2023-marzo 2024) y período post-intervención (octubre 2024-diciembre 2025). Se muestran tasas mensuales por cada 1.000 egresos hospitalarios.

Figura 8. Tasa mensual de paro cardiorrespiratorio intrahospitalario según periodo de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos institucional de pacientes egresados. Período pre-intervención (enero 2023-marzo 2024) y período post-intervención (octubre 2024-diciembre 2025). Se muestran tasas mensuales de paro cardiorrespiratorio intrahospitalario por cada 1.000 egresos hospitalarios.

Figura 9. Tasa mensual de ingreso no planificado a UCI según periodo del estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos institucional de pacientes egresados. Período pre-intervención (enero 2023-marzo 2024) y período post-intervención (octubre 2024-diciembre 2025). Se muestran tasas mensuales de ingreso no planificado a UCI por cada 1.000 egresos hospitalarios.

En continuidad con los análisis descriptivos y comparativos previamente realizados, se desarrolló el abordaje del tercer objetivo específico, orientado a evaluar el efecto de la implementación institucional de la estrategia NEWS2-ERR. Se estimaron razones de tasas de incidencia (IRR) ajustadas mediante modelos de regresión para conteos con datos agregados a nivel mensual. Los modelos se ajustaron por edad promedio mensual, proporción mensual de pacientes del sexo masculino y proporción mensual de pacientes con comorbilidades, permitiendo controlar posibles diferencias basales entre períodos.

Evaluación de Sobredispersión

Previo a la especificación del modelo final, se evaluó la presencia de sobredispersión en cada desenlace mediante el cálculo de la razón entre la devianza residual y los grados de libertad. La sobredispersión ocurre cuando la varianza observada de los conteos supera a su media, comprometiendo la precisión de las estimaciones de error estándar e intervalos de confianza (97).

El criterio de decisión adoptado fue: razón devianza/GL < 1,5 indicaba compatibilidad con el modelo de Poisson; razón $\geq 1,5$ justificaba el uso de modelo de regresión binomial negativa (98). Los resultados fueron: PCR intrahospitalario (razón: 1,22, Poisson), ingreso no planificado a UCI (razón: 4,74, binomial negativa) y mortalidad hospitalaria (razón: 1,52, binomial negativa).

Modelo de Regresión de Poisson con Offset

El modelo de Poisson fue aplicado al PCR intrahospitalario, que cumplió el supuesto de equidispersión (razón: 1,22). El modelo estimó el logaritmo natural de la tasa

esperada de eventos como una función lineal de las covariables, incorporando el logaritmo del número mensual de egresos como término offset (97). Esto permitió modelar tasas de incidencia en lugar de conteos absolutos de eventos.

La especificación del modelo fue: $\log(E[Y_t]) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Periodo} + \beta_2 \cdot \text{Edad_promt} + \beta_3 \cdot \text{PropHombrest} + \beta_4 \cdot \text{PropComorbilidades_t} + \log(\text{Egresos_t})$, donde Periodo es la variable principal (0 = pre-intervención, 1 = post-intervención) y $\log(\text{Egresos_t})$ es el offset (97,98). El coeficiente exponenciado de la variable Periodo (e^{β_1}) corresponde a la razón de tasas de incidencia ajustada (IRR), cuantificando el cambio proporcional en la tasa del desenlace en el período post-intervención respecto al pre-intervención.

Modelo de Regresión Binomial Negativa con Offset

El modelo de regresión binomial negativa fue aplicado a mortalidad hospitalaria e ingreso no planificado a UCI, que exhibieron sobredispersión significativa (razones devianza/GL de 1,52 y 4,74, respectivamente). Este modelo incorpora un parámetro adicional de dispersión, permitiendo estimaciones más precisas de errores estándar e intervalos de confianza cuando la variabilidad es superior a la esperada bajo el modelo de Poisson (97,98).

La especificación fue análoga a la del modelo de Poisson, con la misma estructura de covariables y término offset. La interpretación del IRR ajustado (e^{β_1}) es equivalente: representa el cambio proporcional en la tasa de incidencia del desenlace en el período post-intervención respecto al pre-intervención, controlado por edad promedio mensual, proporción de pacientes del sexo masculino y prevalencia de comorbilidades (98). El modelo fue implementado mediante la función `glm.nb()` del paquete MASS de R (99).

Criterios de Reporte e Interpretación

El análisis priorizó medidas de asociación ajustadas (IRR) con sus intervalos de confianza del 95 %, enfatizando magnitud clínica sobre significancia estadística (76). Los IRR con IC 95 % que excluyen el valor 1,0 fueron considerados estadísticamente significativos ($\alpha = 0,05$). La relevancia clínica se evaluó independientemente de significancia, considerando magnitud del efecto y contexto epidemiológico, especialmente relevante para desenlaces de frecuencia estadística limitada (76,98).

Razones de Tasas de Incidencia Ajustadas

Los resultados de los tres modelos se presentan en la Tabla 9. Para el PCR intrahospitalario, la IRR fue 0,48 (IC 95 %: 0,23–1,02; $p = 0,056$), indicando reducción del 52 %. Aunque no alcanzó significancia convencional, el valor p cercano al umbral y el intervalo compatible con reducción clínicamente relevante sugieren efecto de importancia práctica.

Para ingreso a UCI, la IRR fue 0,67 (IC 95 %: 0,31–1,44; $p = 0,297$), indicando reducción del 33 % pero sin significancia estadística (intervalo incluye 1,0), reflejando variabilidad mensual y limitaciones de potencia.

Para mortalidad hospitalaria, la IRR fue 0,88 (IC 95 %: 0,38–2,06; $p = 0,768$), indicando reducción del 12 % sin significancia estadística, limitada por variabilidad mensual considerable (Tabla 8).

Los análisis ajustados evidencian tendencia general hacia reducción de los tres desenlaces tras NEWS2–ERR. La consistencia en dirección de efectos (reducciones del 52 %, 33 % y 12 %, respectivamente) sugiere impacto de la intervención, aún con limitaciones de potencia estadística (98).

Tabla 8. Razones de tasas de incidencia (IRR) ajustadas del efecto de la estrategia NEWS2–ERR sobre eventos adversos graves.

Desenlace	Modelo utilizado	IRR ^a	IC 95%	Valor p	Reducción (%)
PCR intrahospitalario	Poisson (ratio dispersión: 1,22)	0,48	0,23 – 1,02	0,056	52%
Ingreso no planificado a UCI	Binomial negativa (ratio dispersión: 4,74)	0,67	0,31 – 1,44	0,297	33%
Mortalidad hospitalaria (excl. LET)	Binomial negativa (ratio dispersión: 1,52)	0,88	0,38 – 2,06	0,768	12%

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos institucional de pacientes egresados. Período pre-intervención (enero 2023-marzo 2024) y período post-intervención (octubre 2024-diciembre 2025).

Nota Metodológica

Variables como puntaje NEWS2 y activación del equipo no fueron incluidas como exposición (disponibles solo en post-intervención, generarían sesgo de confusión por indicación). Se analizaron en Objetivo 4 según marco de Donabedian que vincula estructura, proceso y resultados (38,76).

El cuarto objetivo específico evaluó las variables de proceso asociadas a la implementación del sistema NEWS2–ERR durante el periodo posintervención, con el fin de contextualizar los resultados de los objetivos anteriores e interpretar el nivel de fidelidad de la intervención. Las variables analizadas fueron: el puntaje NEWS2, el tiempo de respuesta del ERR, la concordancia entre NEWS2 alto y activación del ERR, y la comparación del tiempo de respuesta según sexo del paciente.

Distribución del puntaje NEWS2

En el período post-intervención se registraron puntajes NEWS2 para la totalidad de los 9.593 egresos incluidos. El puntaje presentó una media de 4,45 puntos (desviación estándar: 2,01) y una mediana de 4 puntos (RIQ: 3–6), reflejando predominio de pacientes en rangos de riesgo bajo a moderado. Según clasificación del Royal College of Physicians (27): 54,3 % de los pacientes se ubicó en riesgo bajo (NEWS2 0–4), 34,2 % en riesgo moderado (NEWS2 5–6) y 11,4 % en riesgo alto (NEWS2 $\geq$ 7), correspondiente a 1.098 pacientes que cumplieran criterio formal de activación del ERR (tabla 9).

Tabla 9. Distribución de los pacientes del periodo post-intervención según categoría de riesgo NEWS2.

Categoría NEWS2	n	%
Bajo riesgo (0–4 puntos)	5.211	54,3%
Riesgo moderado (5–6 puntos)	3.284	34,2%
Riesgo alto (≥ 7 puntos) — criterio activación ERR	1.098	11,4%
Total	9.593	100%

Categorías según Royal College of Physicians: bajo 0–4 puntos, moderado 5–6 puntos, alto ≥ 7 puntos.

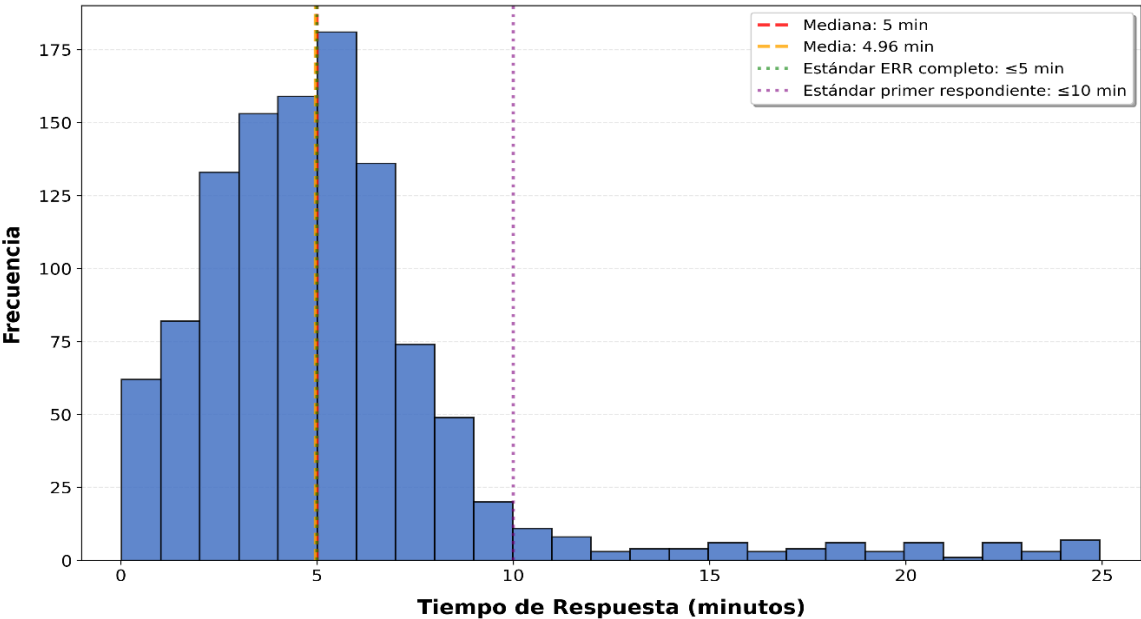
Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos institucional de pacientes egresados. Período pre-intervención (enero 2023-marzo 2024) y período post-intervención (octubre 2024-diciembre 2025).

Tiempo de respuesta del ERR

Se registraron un total de 1.128 activaciones del equipo de respuesta rápida con tiempo de respuesta documentado. El tiempo promedio fue de 4,96 minutos (desviación estándar: 2,38 minutos), con mediana de 5 minutos (rango intercuartílico: 3–7 minutos) y valores comprendidos entre 0 y 25 minutos. La distribución presentó asimetría positiva con concentración de valores en rangos bajos (Figura 10).

En relación con el cumplimiento de los estándares del protocolo institucional, el 59,5 % de las activaciones tuvo un tiempo de respuesta ≤ 5 minutos (umbral para equipo de respuesta rápida completo), y el 99,2 % cumplió el umbral de ≤ 10 minutos establecido para la llegada del médico inicial. Estos indicadores evidencian alto desempeño operativo del sistema, con oportunidad de mejora en el estándar de 5 minutos para el equipo completo (93).

Figura 10. Distribución del tiempo de respuesta ERR periodo Post-intervención



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos institucional. Período post-intervención (octubre 2024-diciembre 2025). Se muestra la distribución de 1.128 activaciones del equipo de respuesta rápida con tiempo de respuesta documentado. Las líneas punteadas indican: mediana (roja), media (naranja), y estándares institucionales (verde: ≤5 minutos para equipo completo; púrpura: ≤10 minutos para primer respondiente).

Según se evidencia en la Tabla 10, el 99,2 % de las activaciones cumplió el umbral de ≤ 10 minutos para la llegada del primer respondiente, demostrando operacionalización del sistema de activación. El 59,5 % de las activaciones llegó dentro de ≤ 5 minutos, umbral del equipo completo (ERR avanzado), identificando oportunidad de mejora en aproximadamente 40 % de las activaciones (Tabla 10)

Tabla 10. Indicadores de desempeño operativo del sistema NEWS2–ERR en el periodo post-intervención.

Indicador de desempeño	Valor observado	Estándar protocolo
Total, activaciones ERR con tiempo documentado	1.128	—
Tiempo de respuesta – media (DE)	4,96 min (DE: 2,38)	—
Tiempo de respuesta – mediana (RIQ)	5 min (3–7)	≤ 5 min (ERR avanzado)
Cumplimiento tiempo ≤ 5 minutos (%)	59,5%	≤ 5 min (ERR avanzado)

Cumplimiento tiempo ≤ 10 minutos (%)	99,2%	≤ 10 min (primer respondiente)
Tiempo mínimo / máximo	0 / 25 min	—
Cumplimiento ERR en pacientes con NEWS2 ≥ 7	100% (n = 1.098)	100%
Activaciones en NEWS2 < 7 (otros criterios clínicos)	30 (0,4%)	—
Proporción pacientes con activación ERR (total post-intervención)	11,76%	—

ERR: equipo de respuesta rápida; DE: desviación estándar; RIQ: rango intercuartílico; NEWS2: National Early Warning Score 2. El umbral de 5 minutos corresponde al estándar institucional para la llegada del equipo completo (ERR avanzado); el de 10 minutos para el primer respondiente.

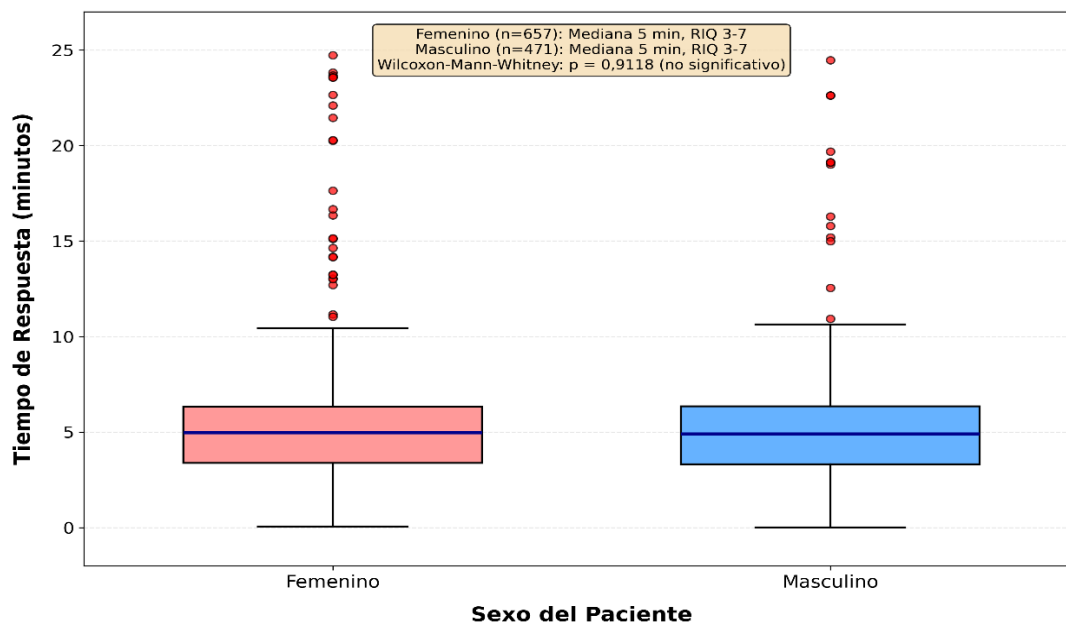
Fuente: Elaboración propia, a partir de la base de datos institucional. Período post-intervención (octubre 2024-diciembre 2025).

Equidad en el Tiempo de Respuesta según Sexo

El análisis estratificado del tiempo de respuesta según sexo del paciente mostró resultados comparables. En mujeres (n = 657 activaciones): media 4,97 minutos, mediana 5 minutos (RIQ: 3–7), con 50,7 % ≤ 5 minutos y 98,9 % ≤ 10 minutos. En hombres (n = 471 activaciones): media 4,95 minutos, mediana 5 minutos (RIQ: 3–7), con 50,7 % ≤ 5 minutos y 99,2 % ≤ 10 minutos.

La prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre sexos (W = 155.320; p = 0,9118), indicando que la oportunidad de respuesta del equipo de respuesta rápida fue homogénea independientemente del sexo del paciente, sin evidencia de inequidad en el acceso a la intervención (Figura 11) (76,93).

Figura 11. Tiempo de respuesta del ERR según sexo periodo Post-intervención



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos institucional. Período post-intervención (octubre 2024-diciembre 2025). Se comparan tiempos de respuesta del equipo de respuesta rápida entre pacientes femeninos (n=657) y masculinos (n=471). La caja central representa el rango intercuartílico (RIQ), la línea dentro es la mediana, y los puntos rojos son outliers. Prueba Wilcoxon-Mann-Whitney $p=0,9118$ (sin diferencias significativas).

Adherencia al Protocolo: Concordancia entre NEWS2 alto y activación del ERR

La adherencia al protocolo de activación fue evaluada mediante análisis de concordancia entre categoría de riesgo NEWS2 y ocurrencia de activación del ERR. Como se documenta en la Tabla 10, se observó cumplimiento: la totalidad de los 1.098 pacientes con NEWS2 ≥ 7 recibió activación formal del equipo de respuesta rápida. Paralelamente, se registraron 30 activaciones (0,4 %) en pacientes con NEWS2 < 7 , todas ellas atribuibles a criterios clínicos alternos contemplados en el instructivo institucional (criterios de activación por clínica del paciente, solicitud médica, o cambio clínico agudo).

9. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio mostraron que la implementación institucional de la estrategia NEWS2–ERR se asoció con reducciones consistentes en las tasas de incidencia de los tres eventos adversos graves evaluados en pacientes adultos hospitalizados en una institución de alta complejidad de Medellín, Colombia, durante el periodo 2023–2025. Aunque las reducciones observadas no alcanzaron significancia estadística en todos los desenlaces, la dirección uniforme de los efectos, la solidez de los indicadores de proceso y la coherencia con la evidencia internacional respaldan la pertinencia clínica y epidemiológica de la intervención.

Hallazgos principales

Paro cardiorrespiratorio intrahospitalario. La tasa de PCR se redujo de 29,94 a 13,34 por 1.000 egresos entre los periodos pre y post-intervención, con un IRR ajustado de 0,48 (IC 95 %: 0,23–1,02; $p = 0,056$), se observó una reducción clínicamente

relevante, con significancia estadística limítrofe del 52 %. Este constituye el hallazgo más robusto del estudio. Su fundamento radica en la evidencia de que hasta el 80 % de los PCR intrahospitalarios están precedidos por signos fisiológicos identificables horas antes del evento, lo que Hillman et al. (3,24) denominaron falla en el rescate. La escala NEWS2, al validar estos cambios mediante parámetros reproducibles y vincularlos a una respuesta protocolizada, interrumpe la progresión del deterioro antes de que culmine en un evento catastrófico (27). La totalidad de los 1.098 pacientes con NEWS2 ≥ 7 recibió activación del ERR, lo que confirma que el mecanismo de rescate operó sin brechas. Este resultado es coherente con el metaanálisis de Maharaj et al. (5), que documentó una reducción significativa en la incidencia de PCR fuera de la UCI tras la implementación de sistemas de respuesta rápida, con mayor beneficio en instituciones con alta adherencia a los criterios de activación.

Mortalidad hospitalaria (excluyendo LET). La tasa de mortalidad se redujo de 28,92 a 16,99 por 1.000 egresos (IRR ajustado: 0,88; IC 95 %: 0,38–2,06; $p = 0,768$), con una reducción de 11,93 muertes por 1.000 egresos. Aunque el resultado no alcanzó significancia estadística, esta reducción tiene implicaciones poblacionales relevantes proyectadas sobre el volumen de egresos de la institución. La complejidad causal de la mortalidad en instituciones de alta complejidad, junto con el cambio en el case-mix entre periodos menor prevalencia de comorbilidades crónicas (27,96 % vs. 14,15 %; $p < 0,001$) y menor proporción de enfermedades circulatorias (20,7 % vs. 12,1 %), explican parcialmente la magnitud moderada del efecto ajustado, hallazgo consistente con lo señalado por Winters et al. (8) y Chan et al. (32). La exclusión de los casos con LET del indicador de mortalidad es metodológicamente pertinente: Sprung et al. (64) demostraron que su inclusión sobreestima el riesgo asistencial y sesga la interpretación de la calidad clínica, especialmente en instituciones con alta carga de enfermedad crónica avanzada.

Ingreso no planificado a UCI. Este desenlace registró la mayor reducción absoluta (–47,68 por 1.000 egresos), con tasas de 135,35 y 87,67 por 1.000 egresos en los periodos pre y post-intervención respectivamente (IRR ajustado: 0,67; IC 95 %: 0,31–1,44; $p = 0,297$). La sobredispersión marcada identificada (razón devianza/GL = 4,74) atribuible a la elevada variabilidad mensual y al cambio en el perfil diagnóstico justificó el uso del modelo binomial negativo y explica los amplios intervalos de confianza. Winters et al. (8) y Jones et al. (7) señalaron que la reducción del escalamiento a UCI es especialmente sensible a la composición del case-mix y a la capacidad del ERR para estabilizar al paciente en el servicio de hospitalización, lo que es coherente con el modelo dual implementado en la institución.

Indicadores de proceso. La concordancia del 100 % entre NEWS2 ≥ 7 y la activación del ERR, la mediana de tiempo de respuesta de 5 minutos (RIQ: 3–7), el cumplimiento del 99,2 % para el umbral de 10 minutos del primer respondiente y la ausencia de diferencias en la respuesta según el sexo del paciente ($p = 0,9118$) sugiere alta fidelidad de implementación en los registros evaluados. Estos resultados contrastan con las barreras identificadas por Elguea Echavarría et al. (14) en hospitales mexicanos, donde la subestimación del deterioro y la ambigüedad en los criterios de activación limitaron la efectividad del sistema. Desde el modelo de Donabedian (38,41), la solidez del proceso constituye la condición necesaria para que la intervención produzca los cambios observados en los resultados.

Fortalezas y limitaciones

Entre las principales fortalezas del estudio se destaca el diseño cuasi-experimental con control histórico, que permitió evaluar el efecto de la intervención en condiciones reales de práctica clínica, con la institución como su propio control temporal. La selección del modelo estadístico con base en la evaluación de sobredispersión Poisson para el PCR y binomial negativa para los demás desenlaces garantizó la adecuación del análisis a la distribución observada de los datos. El volumen de egresos analizado ($n = 17.476$) aportó robustez al análisis, y la evaluación simultánea de indicadores de proceso y resultado, orientada por el marco de Donabedian, permitió verificar la fidelidad de la implementación y contextualizar los resultados clínicos, dimensión analítica infrecuente en estudios de ERR en América Latina.

En cuanto a las limitaciones, la ausencia de aleatorización es inherente al contexto de evaluación: no resulta éticamente viable asignar pacientes a grupos sin acceso a una intervención de mejora de la seguridad respaldada por la evidencia (77). La extensión temporal de los periodos evaluados (15 meses cada uno) limitó la potencia estadística para detectar diferencias significativas en desenlaces de baja frecuencia. El cambio en el case-mix diagnóstico entre periodos con menor proporción de enfermedades circulatorias y mayor proporción de patología musculoesquelética en el post-intervención constituye la principal fuente de confusión residual, que el ajuste multivariado controló parcialmente pero no eliminó por completo (75,76). La ausencia de variables de ajuste adicionales como el índice de comorbilidad de Charlson o escalas de gravedad al ingreso y la naturaleza unicéntrica del estudio limitan la generalización de los hallazgos a otros contextos hospitalarios colombianos, lo que refuerza la necesidad de replicación en múltiples instituciones.

Implicaciones en salud pública

Los hallazgos del presente estudio tienen implicaciones directas para la salud pública hospitalaria en Colombia. En primer lugar, aportan evidencia local y contextualizada sobre la efectividad de una estrategia de detección y respuesta temprana en un sistema de salud de ingresos medios, contribuyendo a subsanar la brecha identificada por Bianchini et al. (34), quienes señalaron que la investigación sobre ERR en países de América Latina es escasa, heterogénea y con limitaciones metodológicas que dificultan la generación de recomendaciones generalizables. En este sentido, el presente trabajo proporciona un referente empírico para la toma de decisiones basada en evidencia en instituciones prestadoras de servicios de salud de alta complejidad en el país.

En segundo lugar, la reducción observada en las tasas de PCR, mortalidad e ingreso no planificado a UCI tiene repercusiones económicas y sociales significativas. La OMS (20) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (25) han documentado que los eventos adversos graves prevenibles incrementan sustancialmente los costos de hospitalización, prolongan las estancias y generan discapacidad permanente en los pacientes sobrevivientes. La prevención de estos eventos mediante estrategias de bajo costo relativo como la implementación sistematizada de NEWS2 y la activación de ERR representa una intervención costo-efectiva con alto potencial de impacto poblacional, especialmente en contextos con restricciones presupuestales como el sistema de salud colombiano.

En tercer lugar, el estudio evidencia que la implementación exitosa de estas estrategias no depende únicamente de la disponibilidad de la herramienta, sino de su integración efectiva en los procesos asistenciales mediante protocolos claros, capacitación del personal y cultura de seguridad institucional. Fuentes-Bermúdez et al. (37) identificaron una elevada variabilidad regional en la incidencia de eventos adversos en Colombia, lo que sugiere que instituciones con menor desarrollo de estos sistemas aún tienen un amplio margen de mejora. La política nacional de seguridad del paciente, establecida por el Ministerio de Salud desde 2008 (12), proporciona el marco normativo para la implementación de estas estrategias; sin embargo, la brecha entre el marco regulatorio y la práctica institucional efectiva persiste en múltiples contextos del país.

Finalmente, los resultados refuerzan la recomendación de las guías del European Resuscitation Council (15) y de la Joint Commission International (54) de adoptar sistemas estandarizados de detección del deterioro clínico como componente central de las metas de seguridad del paciente en instituciones hospitalarias. La equidad en el tiempo de respuesta observada en el presente estudio sin diferencias por sexo del paciente indica que, cuando los protocolos están bien diseñados e implementados, es posible garantizar un acceso equitativo a las intervenciones de rescate, un principio fundamental de los sistemas de salud orientados a la calidad y la seguridad. La replicación de este modelo en instituciones de diferente nivel de complejidad, carácter público o privado y condiciones organizacionales diversas constituye la agenda de investigación prioritaria para consolidar la evidencia sobre la efectividad del sistema NEWS2–ERR en el contexto colombiano.

10. CONCLUSIONES

La implementación institucional de la estrategia NEWS2–ERR en una institución de salud de alta complejidad de Medellín, Colombia, se asoció con reducciones consistentes en las tasas de incidencia de los tres desenlaces graves evaluados durante el periodo 2023–2025. La dirección uniforme de los efectos en estos desenlaces, sustentada por indicadores de proceso que evidencian una implementación fiel y equitativa, permite concluir que la estrategia operó con la fidelidad necesaria para producir los cambios clínicos observados, en coherencia con la hipótesis alternativa del estudio y con el cuerpo de evidencia internacional sobre sistemas de alerta temprana y equipos de respuesta rápida.

Fundamentación en la seguridad del paciente y prevención de eventos adversos graves

Este estudio confirmó que la seguridad del paciente en contextos hospitalarios de alta complejidad depende fundamentalmente de sistemas estructurados que integren detección temprana del deterioro clínico con respuesta inmediata y protocolizada. La literatura internacional, particularmente los trabajos de Hillman y colaboradores sobre la ocurrencia de signos fisiológicos premonitorios en eventos críticos (3,23), respalda que la intervención temprana es la piedra angular para prevenir la progresión hacia estados de irrecuperabilidad clínica. La implementación de NEWS2 como herramienta de estratificación de riesgo y los ERR como mecanismo de acción permitieron materializar este principio en la práctica asistencial, demostrando que no es suficiente disponer de protocolos teóricos: su

operacionalización efectiva en los procesos hospitalarios es lo que genera impacto real sobre la morbilidad (5,8).

Validación del modelo de Donabedian en contexto de intervenciones complejas

El marco teórico de Donabedian (estructura, proceso y resultado) no es solamente descriptivo sino predictivo: las mejoras sostenidas en resultados clínicos requieren la existencia simultánea de estructuras adecuadas y procesos rigurosos. En este estudio, la evaluación paralela de indicadores de proceso (concordancia del protocolo, tiempos de respuesta, equidad de acceso) junto con desenlaces clínicos evidenció esta interdependencia. La fidelidad de implementación no fue un efecto secundario: fue la condición necesaria para que cambios en tasas de mortalidad, paro cardiorrespiratorio e ingreso a UCI fueran atribuibles a la intervención y no a factores de confusión. Esta validación metodológica contribuye a robustecer el enfoque de Donabedian para la evaluación de reformas en servicios de salud, particularmente en contextos donde la brecha entre intención normativa y práctica cotidiana es considerable (38,57).

Contribución a la evidencia de efectividad en América Latina

Bianchini y colegas identificaron que la investigación sobre sistemas de respuesta rápida en países de ingresos medios y bajos es escasa, heterogénea y con limitaciones metodológicas que dificultan conclusiones generalizables (34). El presente trabajo ocupó ese vacío mediante un diseño que, aunque cuasi-experimental, incorporó estrategias robustas de control de confusores (modelado estadístico con covariables contextuales, análisis de tendencias temporales) y evaluó simultáneamente la fidelidad de implementación. Aportó, además, evidencia sobre desempeño en un contexto específicamente latinoamericano donde confluyen restricciones presupuestales, carga de enfermedad heterogénea y capacidades de infraestructura limitadas pero crecientes. Esta evidencia localizada es esencial para que las recomendaciones de organismos internacionales como la OMS y la Joint Commission International sean traducibles a realidades institucionales concretas en la región (20,54).

Identificación de la brecha entre norma y práctica en seguridad del paciente en Colombia

Colombia cuenta desde 2008 con un marco normativo nacional de seguridad del paciente (Política de Seguridad del Paciente del Ministerio de Salud) que establece la obligatoriedad de implementar sistemas de detección y gestión de eventos adversos. Sin embargo, como señalaron Fuentes Bermúdez y colegas, existe una variabilidad geográfica y organizacional considerable en la adopción de estas recomendaciones, lo que sugiere que la normatividad no se traduce automáticamente en práctica institucional (37). Este estudio demostró que cuando existe liderazgo institucional, inversión sostenida en capacitación y claridad en los criterios operativos, es posible cerrar esa brecha. La ausencia de diferencias en tiempos de respuesta según sexo del paciente evidenció que el sistema, cuando funciona bien, es equitativo. Esto tiene implicaciones directas para el avance de las Metas Internacionales de Seguridad del Paciente promovidas por la Joint Commission International en instituciones colombianas (2).

Reconocimiento de limitaciones

Un aporte metodológico importante de este trabajo fue la transparencia respecto a las limitaciones inherentes a los diseños cuasi-experimentales. La ausencia de aleatorización no es una debilidad aceptada sino una realidad ética inevitable cuando se evalúan intervenciones de mejora de la calidad ya implementadas. Como señala la literatura sobre evaluación de reformas en servicios de salud, la potencia estadística en desenlaces de baja frecuencia como PCR en salas de hospitalización es limitada incluso con muestras grandes (80). El cambio en el case-mix diagnóstico entre periodos, aunque controlado estadísticamente, permanece como fuente residual de sesgo de confusión. Estas limitaciones no invalidan los hallazgos, sino que definen con precisión el alcance de las conclusiones causales que pueden extraerse. En este sentido, el estudio generó evidencia de efectividad (¿funciona en condiciones reales?) en lugar de eficacia (¿funciona bajo condiciones ideales?), un nivel de evidencia crítico, pero frecuentemente utilizado en la investigación clínica latinoamericana (75).

Implicaciones para formulación de políticas de seguridad y calidad

La OMS y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) documentaron que eventos adversos graves prevenibles generan costos incrementales sustanciales en hospitalización y discapacidad permanente (4,25). En sistemas de salud con restricciones presupuestales como el colombiano, la prevención mediante protocolización de procesos que requiere capacitación inicial, pero operan con recursos asistenciales existentes, constituye una estrategia costo-efectiva de alto rendimiento. Los formuladores de política deben reconocer que implementación exitosa de NEWS2 y ERR no es un lujo de instituciones de referencia sino una inversión defensiva esencial en el continuo de calidad. La escalabilidad a instituciones de menor complejidad, sistemas públicos y redes integradas constituye el siguiente paso en la consolidación de la seguridad del paciente como pilar del sistema de salud colombiano (18).

Para investigaciones futuras

Se recomienda la replicación de este tipo de evaluaciones en instituciones de diferente nivel de complejidad, carácter público o privado y condiciones organizacionales diversas, con el fin de consolidar la evidencia sobre la efectividad del sistema NEWS2–ERR en el contexto colombiano. Asimismo, se sugiere incorporar estudios multicéntricos con diseños que permitan control más riguroso de variables de confusión, incluyendo índices de comorbilidad estandarizados (Charlson, APACHE) y escalas de severidad al ingreso. La incorporación de análisis de series de tiempo interrumpidas fortalecería la inferencia causal. Paralelamente, es necesario investigar los determinantes organizacionales y culturales de la adherencia al protocolo en instituciones con desempeño subóptimo: ¿cuáles son las barreras específicas que limitan la implementación en contextos con menor capacidad de recursos? Finalmente, se requiere consolidar indicadores estandarizados de proceso y resultado en los sistemas de información hospitalaria nacionales, habilitando comparabilidad entre instituciones y permitiendo vigilancia de seguridad del paciente a nivel de política pública (77).

Síntesis

En síntesis, la estrategia NEWS2–ERR demostró ser una intervención pertinente, implementable y con un perfil de efectividad favorable en el contexto de una institución colombiana de alta complejidad. Su consolidación como práctica

institucional estándar, su expansión a otros niveles del sistema de salud y su evaluación continua mediante indicadores de proceso y resultado constituyen pasos necesarios para avanzar hacia una atención hospitalaria más segura, efectiva y equitativa en el país.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Robinson Rodríguez-Herrera D, Losardo RJ, Dr C, Rodríguez-Herrera R. Historia de la seguridad del paciente. Hitos principales, desde los albores de la civilización hasta los primeros retos globales y el estudio IBEAS History of patient's Safety. From the dawn of civilization to the WHO Global Patient Safety Challenges a.... Rev Asoc Med Argent [Internet]. 2018 [cited 2026 Jan 9];131:25. Available from: https://www.ama-med.org.ar/uploads_archivos/1499/Rev-4-2018-Pag-25-30-Herrera.pdf
2. Herramientas para promover la estrategia de la seguridad del paciente en el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención en Salud [Internet]. [cited 2026 Jan 9]. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PSA/herramientas-seguridad-paciente.pdf>
3. Hillman KM, Bristow PJ, Chey T, Daffurn K, Jacques T, Norman SL, et al. Antecedents to hospital deaths. Intern Med J. 2001 Jan 1;31(6):343–8. doi:10.1046/J.1445-5994.2001.00077.X;WGROU:STRING:PUBLICATION PubMed PMID: 11529588.
4. Panagioti M, Khan K, Keers RN, Abuzour A, Phipps D, Kontopantelis E, et al. Prevalence, severity, and nature of preventable patient harm across medical care settings: systematic review and meta-analysis. BMJ. 2019 Jul 17;366. doi:10.1136/BMJ.L4185 PubMed PMID: 31315828.
5. Maharaj R, Raffaele I, Wendon J. Rapid response systems: a systematic review and meta-analysis. Critical Care 2015 19:1. 2015 Dec 1;19(1):254-. doi:10.1186/S13054-015-0973-Y PubMed PMID: 26070457.
6. Johnston M, Arora S, King D, Stroman L, Darzi A. Escalation of care and failure to rescue: A multicenter, multiprofessional qualitative study. Surgery (United States). 2014 Jun 1;155(6):989–94. doi:10.1016/j.surg.2014.01.016 PubMed PMID: 24768480.
7. Jones DA, DeVita MA, Bellomo R. Rapid-Response Teams. New England Journal of Medicine. 2011 Jul 14;365(2):139–46. doi:10.1056/NEJMRA0910926
8. Winters BD, Weaver SJ, Pfoh ER, Yang T, Cuong J, Dy SM. Rapid-Response Systems as a Patient Safety Strategy. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-158-5-201303051-00009>. 2013 Mar 5;158(5 PART 2):417–25. doi:10.7326/0003-4819-158-5-201303051-00009 PubMed PMID: 23460099.
9. Alam N, Hobbelink EL, van Tienhoven AJ, van de Ven PM, Jansma EP, Nanayakkara PWB. The impact of the use of the Early Warning Score (EWS) on patient outcomes: A systematic review. Resuscitation. 2014 May 1;85(5):587–94. doi:10.1016/j.resuscitation.2014.01.013 PubMed PMID: 24467882.
10. Early warning systems and rapid response systems for the prevention of patient deterioration on acute adult hospital wards - McGaughey, J - 2021 | Cochrane Library [Internet]. [cited 2026 Jan 9]. Available from: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD005529.pub3/full>

11. lara bárbara, José Valdés M, saaVedra ralMundo, Vargas J, cHuecas J, oPazo crlstHoFer, et al. Paro cardiorrespiratorio extrahospitalario. Realidad de un hospital terciario chileno Out of hospital cardiac arrest events at an urban Hospital in Chile. COMUNICACIÓN BREVE Rev Med Chile. 2017;145:1308–11.
12. Lineamientos para la implementación de la Política de Seguridad del Paciente [Internet]. [cited 2026 Jan 9]. Available from: https://www.minsalud.gov.co/normatividad_nuevo/resoluci%C3%B2n%200112%20de%202012%20-%20documentos%20de%20apoyo%202.pdf
13. Camilo Giraldo Gonzáles J, San Vicente Fundación H, Simón Lopera Maya M, Antiqueña de Infectología Daniela Murillo Velásquez F, Las Américas Auna C, Lorena Valencia Ortiz N. Análisis de la efectividad de la implementación de equipos de respuesta rápida en el Hospital Universitario San Vicente Fundación/Medellín durante el periodo de junio a diciembre del año 2022. [Internet]. Universidad CES; 2023 [cited 2026 Jan 9]. Available from: <https://hdl.handle.net/10946/7604>
14. Elguea Echavarría PA, Prado Bush OA, Barradas Ambriz J, Elguea Echavarría PA, Prado Bush OA, Barradas Ambriz J. Implementación de una escala de gravedad para la activación del equipo de respuesta rápida: NEWS 2. Medicina crítica (Colegio Mexicano de Medicina Crítica) [Internet]. 2019 [cited 2026 Jan 9];33(2):98–103. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-89092019000200098&lng=es&nrm=iso&tlng=es
15. Olasveengen TM, Semeraro F, Ristagno G, Castren M, Handley A, Kuzovlev A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. Resuscitation. 2021 Apr 1;161:98–114. doi:10.1016/j.resuscitation.2021.02.009 PubMed PMID: 33773835.
16. Reader TW, Gillespie A, Roberts J. Patient complaints in healthcare systems: a systematic review and coding taxonomy. BMJ Qual Saf. 2014 Aug 1;23(8):678–89. doi:10.1136/BMJQS-2013-002437 PubMed PMID: 24876289.
17. Patient safety [Internet]. [cited 2026 Jan 10]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/patient-safety>
18. Bates DW, Singh H. Two Decades Since To Err Is Human: An Assessment Of Progress And Emerging Priorities In Patient Safety. Health Aff (Millwood). 2018 Nov 1;37(11):1736–43. doi:10.1377/HLTHAFF.2018.0738 PubMed PMID: 30395508.
19. Vincent C, Amalberti R. Safer Healthcare: Strategies for the Real World [Internet]. Safer Healthcare: Strategies for the Real World. 2016 Jan 1;1–157. doi:10.1007/978-3-319-25559-0 PubMed PMID: 29465922.
20. World Health Organization. Patient safety: making health care safer [Internet]. World Health Organization; 2017 [cited 2026 Jan 10]. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/255507>
21. Brennan TA, Leape LL, Laird NM, Hebert L, Localio AR, Lawthers AG, et al. Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients. Results of the

- Harvard Medical Practice Study I. *N Engl J Med*. 1991 Feb 7;324(6):370–6. doi:10.1056/NEJM199102073240604 PubMed PMID: 1987460.
22. LT K, JM C, MS D. To Err is Human: Building a Safer Health System [Internet]. 2000 Mar 1. doi:10.17226/9728 PubMed PMID: 25077248.
 23. Buist MD, Jarmolowski E, Burton PR, Bernard SA, Waxman BP, Anderson J. Recognising clinical instability in hospital patients before cardiac arrest or unplanned admission to intensive care. A pilot study in a tertiary-care hospital. *Med J Aust*. 1999 Jul 5;171(1):22–5. doi:10.5694/J.1326-5377.1999.TB123492.X PubMed PMID: 10451667.
 24. Hillman K. Introduction of the medical emergency team (MET) system: A cluster-randomised controlled trial. *Lancet*. 2005 Jun 18;365(9477):2091–7. doi:10.1016/S0140-6736(05)66733-5 PubMed PMID: 15964445.
 25. Slawomirski L, Auraaen A, Klazinga NS. The economics of patient safety: Strengthening a value-based approach to reducing patient harm at national level. *OECD Health Working Papers*. 2017;(96). doi:10.1787/5a9858cd-en
 26. Subbe CP, Kruger M, Rutherford P, Gemmel L. Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions. *QJM*. 2001;94(10):521–6. doi:10.1093/QJMED/94.10.521 PubMed PMID: 11588210.
 27. Indd N. National Early Warning Score (NEWS) 2 Standardising the assessment of acute-illness severity in the NHS [Internet]. 2017 [cited 2026 Jan 9]. Available from: www.rcplondon.ac.uk
 28. Smith GB, Prytherch DR, Meredith P, Schmidt PE, Featherstone PI. The ability of the National Early Warning Score (NEWS) to discriminate patients at risk of early cardiac arrest, unanticipated intensive care unit admission, and death. *Resuscitation*. 2013 Apr;84(4):465–70. doi:10.1016/j.resuscitation.2012.12.016 PubMed PMID: 23295778.
 29. Pimentel MAF, Redfern OC, Gerry S, Collins GS, Malycha J, Prytherch D, et al. A comparison of the ability of the National Early Warning Score and the National Early Warning Score 2 to identify patients at risk of in-hospital mortality: A multi-centre database study. *Resuscitation*. 2019 Jan 1;134:147–56. doi:10.1016/j.resuscitation.2018.09.026 PubMed PMID: 30287355.
 30. Subbe CP, Duller B, Bellomo R. Effect of an automated notification system for deteriorating ward patients on clinical outcomes. *Crit Care*. 2017 Mar 14;21(1). doi:10.1186/S13054-017-1635-Z PubMed PMID: 28288655.
 31. Gerry S, Bonnici T, Birks J, Kirtley S, Virdee PS, Watkinson PJ, et al. Early warning scores for detecting deterioration in adult hospital patients: systematic review and critical appraisal of methodology. *BMJ*. 2020 May 20;369(3). doi:10.1136/BMJ.M1501 PubMed PMID: 32434791.
 32. Chan PS, Jain R, Nallmothu BK, Berg RA, Sasson C. Rapid Response Teams: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Intern Med*. 2010 Jan 1;170(1):18–26. doi:10.1001/ARCHINTERNMED.2009.424 PubMed PMID: 20065195.

33. Reader TW, Flin R, Cuthbertson BH. Communication skills and error in the intensive care unit. *Curr Opin Crit Care*. 2007 Dec;13(6):732–6. doi:10.1097/MCC.0B013E3282F1BB0E PubMed PMID: 17975399.
34. Bianchini L, de Araújo LMA, Jones D, Besen BAMP. Rapid Response Teams in low and middle-income countries: a scoping review. *Critical care science*. 2025;37. doi:10.62675/2965-2774.20250155 PubMed PMID: 41172507.
35. Niño-Serna LF, Tamayo-Múnera C, Niño-Serna LF, Tamayo-Múnera C. Rapid response team led by pediatricians: Experience at a Latin American Tertiary Care Hospital. *Andes pediátrica*. 2024 Jul 1;95(4):364–72. doi:10.32641/ANDESPEDIATR.V95I4.5033 PubMed PMID: 39760592.
36. Ministerio de la protección social de Colombia. II. LOS PRINCIPIOS ORIENTADORES DE LA POLÍTICA [Internet]. [cited 2026 Jan 10]. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PSA/herramientas-seguridad-paciente.pdf>
37. Fuentes-Bermúdez GP, Bustos-Marroquín AM, Cruz-Roa V, Hernández-Bocanegra PV, Mosquera-García MJ, Perea-Benítez SM, et al. EVENTOS ADVERSOS ASOCIADOS A LA ATENCIÓN HOSPITALARIA EN COLOMBIA: UN ANÁLISIS GEOGRÁFICO. *Ciencia y Enfermería*. 2025 Jul 21;31:1–11. doi:10.29393/CE31-16AAPR80016
38. Donabedian A. Evaluating the quality of medical care. *Milbank Quarterly*. 2005 Dec 1;83(4):691–729. doi:10.1111/J.1468-0009.2005.00397.X;WGROU:STRING:PUBLICATION PubMed PMID: 16279964.
39. DeVita MA, Bellomo R, Hillman K, Kellum J, Rotondi A, Teres D, et al. Findings of the First Consensus Conference on Medical Emergency Teams. *Crit Care Med*. 2006;34(9):2463–78. doi:10.1097/01.CCM.0000235743.38172.6E PubMed PMID: 16878033.
40. Gordis Epidemiología - Sexta Edición | Piero Sebastian | uDocz [Internet]. [cited 2026 Jan 10]. Available from: <https://www.udocz.com/apuntes/54232/gordis-epidemiologia-sexta-edicion>
41. Donabedian A. The quality of care. How can it be assessed? *JAMA*. 1988 Sep 23;260(12):1743–8. doi:10.1001/JAMA.260.12.1743 PubMed PMID: 3045356.
42. Subbe CP, Kruger M, Rutherford P, Gemmel L. Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions. *QJM: An International Journal of Medicine*. 2001 Oct 1;94(10):521–6. doi:10.1093/QJMED/94.10.521 PubMed PMID: 11588210.
43. Andersen LW, Kim WY, Chase M, Berg KM, Mortensen SJ, Moskowitz A, et al. The prevalence and significance of abnormal vital signs prior to in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2016 Jan 1;98:112–7. doi:10.1016/j.resuscitation.2015.08.016 PubMed PMID: 26362486.
44. Smith MEB, Chiovaro JC, O'Neil M, Kansagara D, Quiñones AR, Freeman M, et al. Early warning system scores for clinical deterioration in hospitalized patients: a

systematic review. *Ann Am Thorac Soc*. 2014 Nov 1;11(9):1454–65.
doi:10.1513/ANNALSATS.201403-102OC PubMed PMID: 25296111.

45. Taenzer AH, Pyke JB, McGrath SP. A review of current and emerging approaches to address failure-to-rescue. *Anesthesiology*. 2011;115(2):421–31.
doi:10.1097/ALN.0B013E318219D633 PubMed PMID: 21587063.
46. Solomon RS, Corwin GS, Barclay DC, Quddusi SF, Dannenberg MD. Effectiveness of rapid response teams on rates of in-hospital cardiopulmonary arrest and mortality: A systematic review and meta-analysis. *J Hosp Med*. 2016 Jun 1;11(6):438–45. doi:10.1002/JHM.2554 PubMed PMID: 26828644.
47. Mahran GSK, Mehany MM, Tolba AA. The Role of National Early Warning Score in Detecting and Decreasing Cardiorespiratory Arrest amongst Patients with Acute Coronary Syndrome. *American Journal of Nursing Research*, Vol 8, 2020, Pages 406-411. 2020 Apr 27;8(3):406–11. doi:10.12691/AJNR-8-3-11
48. Organization WH. Patient safety: making health care safer [Internet]. World Health Organization; 2017 [cited 2026 Jul 12]. Available from:
<https://iris.who.int/handle/10665/255507>
49. Del Paciente La Atención Segura SY. Versión 2.0 [Internet]. [cited 2026 Jan 11]. Available from:
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/lists/bibliotecadigital/ride/de/ca/guia-buenas-practicas-seguridad-paciente.pdf>
50. Havens DH, Boroughs L. “To err is human”: A report from the Institute of Medicine. *J Pediatr Health Care*. 2000 Mar 1;14(2):77–80. doi:10.1067/mph.2000.105383 PubMed PMID: 10736144.
51. Reason J. Human error: models and management. *BMJ*. 2000 Mar 18;320(7237):768–70. doi:10.1136/BMJ.320.7237.768 PubMed PMID: 10720363.
52. Ceriani Cernadas José M. La OMS y su iniciativa “Alianza Mundial para la Seguridad del Paciente” [Internet]. 1930 [cited 2026 Jul 12]. Available from:
https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752009000500001
53. *guia-buenas-practicas-seguridad-paciente2010*.
54. International Patient Safety Goals | Joint Commission International [Internet]. [cited 2026 Jan 11]. Available from:
<https://www.jointcommission.org/en/standards/international-patient-safety-goals>
55. Metas Internacionales de Seguridad del Paciente | Clínica Imbanaco [Internet]. [cited 2026 Jan 11]. Available from: https://www.imbanaco.com/es_CO/seguridad-del-paciente/metas-internacionales-de-seguridad-del-paciente
56. Arriola E, Cristóbal M, Pardo C, Freire Pérez A, López R, José M, et al. DOCUMENTO DE CONSENSO PARTICIPANTES: COORDINACIÓN: DOCUMENTO DE CONSENSO [Internet]. [cited 2026 Jan 11]. Available from:
<https://www.segg.es/media/descargas/Consenso%20deteriorocognitivoleve.pdf>

57. DeVita MA, Bellomo R, Hillman K, Kellum J, Rotondi A, Teres D, et al. Findings of the First Consensus Conference on Medical Emergency Teams. *Crit Care Med*. 2006;34(9):2463–78. doi:10.1097/01.CCM.0000235743.38172.6E PubMed PMID: 16878033.
58. Pérez JAC, Echavarría PC, Suárez GC, Calidonio CL, Zapata PS. Falla de rescate en pacientes de cirugía cardíaca. *Revista Chilena de Anestesia*. 2023 Mar 16;52(Número 2):201–7. doi:10.25237/REVCHILANESTV5227121513
59. Berg KM, Soar J, Andersen LW, Bottiger BW, Cacciola S, Callaway CW, et al. Adult Advanced Life Support: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation*. 2020 Oct 20;142(16_suppl_1):S92–139. doi:10.1161/CIR.0000000000000893 PubMed PMID: 33084390.
60. Braunwald. Tratado de cardiología - 12th Edition | Elsevier Shop [Internet]. [cited 2026 Jan 11]. Available from: <https://shop.elsevier.com/books/braunwald-tratado-de-cardiologia/mann/978-84-1382-416-1>
61. admin. Fisiopatología del paro cardiorrespiratorio. Fisiología de la reanimación cardiopulmonar. *Revista Chilena de Anestesia*. 2016 Nov 4. doi:10.25237/2751
62. Andersen LW, Holmberg MJ, Berg KM, Donnino MW, Granfeldt A. In-Hospital Cardiac Arrest: A Review. *JAMA*. 2019 Mar 26;321(12):1200. doi:10.1001/JAMA.2019.1696 PubMed PMID: 30912843.
63. Risk Adjustment for Measuring Health Care Outcomes, Fourth Edition | American College of Healthcare Executives [Internet]. [cited 2026 Jan 11]. Available from: <https://www.ache.org/learning-center/publications/books/2205>
64. Sprung CL, Cohen SL, Sjøkvist P, Baras M, Bulow HH, Hovilehto S, et al. End-of-life practices in European intensive care units: the Ethicus Study. *JAMA*. 2003 Aug 13;290(6):790–7. doi:10.1001/JAMA.290.6.790 PubMed PMID: 12915432.
65. Downar J, Delaney JW, Hawryluck L, Kenny L. Guidelines for the withdrawal of life-sustaining measures. *Intensive Care Med*. 2016 Jun 1;42(6):1003–17. doi:10.1007/S00134-016-4330-7 PubMed PMID: 27059793.
66. Truog RD, Campbell ML, Curtis JR, Haas CE, Luce JM, Rubenfeld GD, et al. Recommendations for end-of-life care in the intensive care unit: a consensus statement by the American College [corrected] of Critical Care Medicine. *Crit Care Med*. 2008;36(3):953–63. doi:10.1097/CCM.0B013E3181659096 PubMed PMID: 18431285.
67. Knaus WA, Harrell FE, Lynn J, Goldman L, Phillips RS, Connors AF, et al. The SUPPORT prognostic model. Objective estimates of survival for seriously ill hospitalized adults. Study to understand prognoses and preferences for outcomes and risks of treatments. *Ann Intern Med*. 1995 Feb 1;122(3):191–203. doi:10.7326/0003-4819-122-3-199502010-00007 PubMed PMID: 7810938.

68. García Martín M. La mortalidad hospitalaria como indicador de calidad asistencial [Internet]. 1994 [cited 2026 Jan 11]. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=121103&info=resumen&idioma=SPA>
69. Liaw SY, Wong LF, Lim EYP, Ang SBL, Mujumdar S, Ho JTY, et al. Effectiveness of a Web-based simulation in improving nurses' workplace practice with deteriorating ward patients: A pre- and postintervention study. *J Med Internet Res*. 2016 Feb 1;18(2):e5294. doi:10.2196/jmir.5294 PubMed PMID: 26895723.
70. Wu Y, Wang J, Luo F, Li D, Ran X, Ren X, et al. Construct and clinical verification of a nurse-led rapid response systems and activation criteria. *BMC Nursing* 2022 21:1. 2022 Nov 14;21(1):311-. doi:10.1186/S12912-022-01087-7
71. Romanelli D, Farrell MW. AVPU Scale. *StatPearls*. 2023 Apr 3. PubMed PMID: 30860702.
72. Flórez F, López L, Bernal C. Prevalencia de eventos adversos y sus manifestaciones en profesionales de la salud como segundas víctimas. *Biomédica*. 2022 Mar 1;42(1):184–95. doi:10.7705/BIOMEDICA.6169 PubMed PMID: 35471180.
73. Sentinel Event Policy and Procedures | Joint Commission [Internet]. [cited 2026 Jan 12]. Available from: <https://www.jointcommission.org/en-us/knowledge-library/support-center/standards-interpretation/sentinel-event-policy-and-procedures>
74. Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference. [Internet]. [cited 2026 Jan 13]. Available from: <https://psycnet.apa.org/record/2002-17373-000>
75. Harris AD, McGregor JC, Perencevich EN, Furuno JP, Zhu J, Peterson DE, et al. The Use and Interpretation of Quasi-Experimental Studies in Medical Informatics. *J Am Med Inform Assoc*. 2006 Jan;13(1):16. doi:10.1197/JAMIA.M1749 PubMed PMID: 16221933.
76. Rothman KJ, Greenland S, Associate TLL. *Modern Epidemiology*, 3rd Edition. *Hastings Cent Rep*. 2014;44 Suppl 2:insidebackcover. PubMed PMID: 24634080.
77. Bernal JL, Cummins S, Gasparrini A. Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: a tutorial. *Int J Epidemiol*. 2017 Feb 1;46(1):348–55. doi:10.1093/IJE/DYW098 PubMed PMID: 27283160.
78. Comercial J de I de NV. *La Salud Pública en Colombia 2025* [Internet]. *Financiera de Desarrollo Territorial S.A. - FINDETER*; 2025 [cited 2026 Jul 13]. Available from: <https://bibliotecadigital.findeter.metabiblioteca.com/handle/001/10133>
79. Cameron AColin, Trivedi PK. *Regression analysis of count data* [Internet]. 1998 [cited 2026 Jul 17];411. Available from: https://books.google.com.co/books?id=SKUXe_PjtRMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false
80. Lilford RJ, Chilton PJ, Hemming K, Girling AJ, Taylor CA, Barach P. Evaluating policy and service interventions: framework to guide selection and interpretation of

study end points. *BMJ*. 2010 Oct 2;341(7775):715–20. doi:10.1136/BMJ.C4413
PubMed PMID: 20802000.

81. Elm E von, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *BMJ : British Medical Journal*. 2007 Oct 20;335(7624):806. doi:10.1136/BMJ.39335.541782.AD PubMed PMID: 17947786.
82. Shadish WR., Cook TD., Campbell DT. Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference. Wadsworth/Cengage Learning; 2002. 623 p.
83. Rothman KJ., Greenland Sander, Lash TL. Modern epidemiology. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2008. 758 p.
84. DANE C. DANE - Proyecciones de población [Internet]. [cited 2026 Jul 13]. Available from: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
85. Ministerio de las TIC C. Egresos Hospitalarios Por Procedencia | Datos Abiertos Colombia [Internet]. [cited 2026 Jul 13]. Available from: https://www.datos.gov.co/Salud-y-Protecci-n-Social/Egresos-Hospitalarios-Por-Procedencia/ayzu-s3vx/about_data
86. De Medellín A. Análisis Situacional de Salud [Internet]. [cited 2026 Jul 13]. Available from: https://dssa.gov.co/asis/documentos2024/asis2024/VALLE_DE_ABURRA/Medell%C3%ADn%202024.pdf
87. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, et al. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Second Edition [Internet]. 2019 [cited 2026 Jan 14]. Available from: <http://www.wiley.com/go/permissions>.
88. Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady DG, Newman TB. Designing Clinical Research. 2013.
89. Grimes DA, Schulz KF. Bias and causal associations in observational research. *Lancet*. 2002 Jan 19;359(9302):248–52. doi:10.1016/S0140-6736(02)07451-2 PubMed PMID: 11812579.
90. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud décima revisión [Internet]. 1992 [cited 2026 Jul 17]. Available from: <https://ais.paho.org/classifications/chapters/pdf/volume1.pdf>
91. Rubin DB. Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys. Wiley; 1987. doi:10.1002/9780470316696
92. Little R, Rubin D. Statistical Analysis with Missing Data, Third Edition. Wiley; 2019. doi:10.1002/9781119482260

93. S. JD. MEDIDAS DE POSICIÓN CENTRAL Y DE DISPERSIÓN. Revista Chilena de Anestesia. 2015 Dec 7;43(Número 2). doi:10.25237/REVCHILANESTV43N02.07
94. Salinero JG, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=2482509>. Análisis de datos en los estudios epidemiológicos I. NURE investigación: Revista Científica de enfermería, ISSN-e 1697-218X, N° 16, 2005 [Internet]. 2005 [cited 2026 Jul 18];(16):8. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7801618&info=resumen&idioma=SPA>
95. José J, García G. Uso de algunos indicadores en epidemiología. Primera parte. Revista Mexicana de Pediatría. 2000;67(1):38–41.
96. Casal RF, Roca-Pardiñas J, Bouzas JC, Oviedo De La Fuente M. Introducción al Análisis de Datos con R [Internet]. [cited 2026 Jul 18]. Available from: https://rubenfcasal.github.io/intror/Intro_Analisis_Datos_R.pdf
97. Hilbe JM. Negative binomial regression, second edition. Negative Binomial Regression, Second Edition. 2011 Jan 1;1–553. doi:10.1017/CBO9780511973420
98. Long JScott, Freese Jeremy. Regression models for categorical dependent variables using Stata [Internet]. Stata Press; 2014 [cited 2026 Jul 18]. 589 p. Available from: <https://www.stata-press.com/books/preview/long3-preview.pdf>
99. Zuur AF, Ieno EN, Walker N, Saveliev AA, Smith GM. Mixed effects models and extensions in ecology with R [Internet]. 2009;Statistics for Biology and Health. doi:10.1007/978-0-387-87458-6
100. Resolución número 8430 de 1993 - Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud [Internet]. [cited 2026 Jan 16]. Available from: <https://invima.gov.co/biblioteca/resolucion-8430-de-1993pdf>
101. The Belmont Report | HHS.gov [Internet]. [cited 2026 Jan 16]. Available from: <https://www.hhs.gov/ohrp/regulations-and-policy/belmont-report/index.html>
102. World Medical Association. WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Participants – WMA – The World Medical Association [Internet]. [cited 2026 Jan 16]. Available from: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki/>
103. CIOMS WORKING GROUPS. International Ethical Guidelines for Health-related Research Involving Humans Prepared by the Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOMS) in collaboration with the World Health Organization (WHO) [Internet]. 2016 [cited 2026 Jan 16]. Available from: www.cioms.ch,
104. Congreso de Colombia. Ley 1581 de 2012 - Gestor Normativo - Función Pública [Internet]. [cited 2026 Jan 16]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>