



Universidad
Norbert Wiener

ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA DE GESTIÓN EN SALUD

Tesis

Implementación de historias clínicas electrónicas y la eficiencia operativa en consultorios odontológicos: simulación con Bizagi Modeler, Lima, 2025

Para optar el Grado Académico de
Maestro de Gestión en Salud

Presentado por:

Autor: Noriega Palomino, Daniel Carlos

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0836-8585>

Asesora: Mg. Pretell Aguilar, Rosa María

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9286-4225>

Lima – Perú

2026

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01

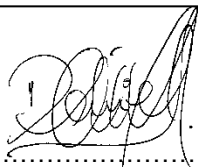
FECHA: 08/11/2022

Yo, Daniel Carlos Noriega Palomino Egresado(a) de la Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que la tesis "Implementación de historias clínicas electrónicas y la eficiencia operativa en consultorios odontológicos: simulación con Bizagi Modeler, Lima, 2025" Asesorado por el docente: Mg. Rosa María Pretell Aguilar Con DNI 18150131 Con ORCID 0000-0001-9286-4225 tiene un índice de similitud de (7) (Siete)% con código oid:14912:572355448, verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.

En caso se supere el porcentaje de similitud máximo establecido (mayor a 20%), tanto general como por fuente primaria, afirmo que dicho excedente corresponde al marco metodológico del documento. Procedo a detallar y justificar del mismo:



.....
 Firma de autor 1
 Daniel Carlos Noriega Palomino
 DNI: ...72204306.....



.....
 Firma
 ROSA MARIA PRETELL AGUILAR
 DNI:18150131.....

Lima, 28 de marzo de 2026

DEDICATORIA

El presente estudio está dedicado a mis padres Estefanía y Daniel, porque siempre han estado conmigo motivándome a expandir mi visión y conquistar mis sueños.

A mi esposa Maricella, por su innegable amor, paciencia y comprensión durante estos años juntos.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Universidad Norbert Wiener por enseñarme con ética y valores los cursos para culminar con éxito la maestría.

A mi asesora Mg. Pretell Aguilar, Rosa María por guiarme paso a paso en el desarrollo del presente estudio de investigación.

ÍNDICE

Resumen.....	xiii
Abstract	xiv
Introducción	xv
Capitulo I: El problema.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación de investigación	4
1.4.1. Teórica.....	4
1.4.2. Metodológica.....	5
1.4.2. Práctica	5
1.5. Limitaciones.....	6
Capítulo 2: Marco teórico	7
2.1. Antecedentes	7
2.1.1. Antecedentes nacionales	7
2.1.2. Antecedentes internacionales	9

2.2. Bases teóricas.....	11
2.2.1. Historia clínica electrónica.....	11
2.2.1.1. Definiciones.....	11
2.2.1.2. Conceptos	13
2.2.1.3. Teorías	14
2.2.2. Eficiencia operativa.....	15
2.2.2.1. Definiciones.....	15
2.2.2.2. Teorías	17
2.2.2.3. Dimensiones	1919
2.3. Formulación de hipótesis	20
2.3.1. Hipótesis general.....	20
2.3.2. Hipótesis específica.....	20
Capítulo 3: Metodología	21
3.1. Método de la investigación	21
3.2. Enfoque de la investigación	211
3.3. Tipo de investigación.....	21
3.4. Diseño de la investigación	22
3.5. Población, muestra y muestreo	23
3.5.1 Criterios de inclusión.....	25
3.5.2 Criterios de exclusión.....	25
3.6. Variable y operacionalización.....	26

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.7.1. Técnica	27
3.7.2. Descripción de instrumentos	27
3.7.3. Validación	28
3.7.4. Confiabilidad.....	29
3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos	30
3.9. Aspectos éticos.....	33
Capítulo 4: Resultados	35
4.1. Análisis descriptivo de resultados	35
4.2. Descriptivos de apoyo	39
4.2.1 Modelo “AS IS” (antes de la implementación del Sistema).....	42
4.2.2 Modelo “TO BE” (antes de la implementación del Sistema)	58
4.2.2.1 Nivel 1: Validación modelo TO BE.....	59
4.2.2.2 Nivel 2: Análisis del tiempo TO BE	62
4.2.2.3 Nivel 3: Recursos TO BE.....	66
4.2.2.4 Nivel 4: Calendario TO BE.....	68
4.2.3 Análisis y optimización del Modelo.....	72
4.3. Discusión de resultados.....	80
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones	84
5.1 Conclusiones	84
5.2 Recomendaciones.....	84

Referencias.....	86
Anexos	99
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	99
Anexo 2: Instrumentos.....	100
Anexo 3: Consentimiento informado.....	107
Anexo 4: Parámetros de simulación y configuración de compuertas (AS-IS y TO-BE).....	110
Anexo 5: Matriz de costos por actividad y por recurso (TDABC).....	111
Anexo 6: Hojas de cronometraje y tiempos observados (AS-IS)	116
Anexo 7: Resultados de simulación – Tiempo (AS-IS vs. TO-BE)	118
Anexo 8: Resultados de simulación – Costos (AS-IS vs. TO-BE).....	118
Anexo 9: Derivación de las interfaces físicas del Sistema HCE a partir del modelo TO-BE	119
Anexo 10: Informe de similitud de Turnitin.....	128
Anexo 11: Constancia de aprobación y carta del Comité de Ética	129
Anexo 12: Autorizaciones institucionales	130
Anexo 13: Confiabilidad del check list.....	132
Anexo 14: Confiabilidad de la medición de tiempos (time–motion).....	134
Anexo 15: Confiabilidad de la medición de tiempos (time–motion).....	136
Anexo 16: Validación de 5 expertos.....	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización.....	26
Tabla 2 Comparación de eficiencia operativa (AS-IS vs. TO-BE).....	36
Tabla 3 Análisis de hipótesis específica 1	37
Tabla 4 Análisis de hipótesis específica 2	39
Tabla 5 Elementos BPMN del proceso de atención de pacientes (AS-IS)	43
Tabla 6 Métricas de tiempo por elemento del proceso AS-IS	47
Tabla 7 Utilización y estructura de costos por recurso en el escenario AS-IS	53
Tabla 8 Utilización sobre calendario y costos por recurso en el escenario AS-IS	56
Tabla 9 Elementos BPMN del proceso de atención (TO-BE con HCE)	59
Tabla 10 Métricas de tiempo por elemento del proceso (TO-BE con HCE).....	62
Tabla 11 Utilización y estructura de costos por recurso en el escenario TO-BE (HCE).....	66
Tabla 12 Utilización sobre calendario y costos por recurso en el escenario TO-BE.....	68
Tabla A4.1 Configuración de compuertas y probabilidades usadas en Bizagi.....	110
Tabla A5.1 Recursos humanos — tarifas por hora (y por minuto).....	111
Tabla A5.2 Recursos tecnológicos — depreciación y tasa por hora.....	111
Tabla A5.3 Costos fijos mensuales (overhead) — mensual, por hora y por minuto	112
Tabla A5.4 Costos variables de materiales por ciclo	112
Tabla A5.5 Asignación de costos por actividad (min estándar × costo-min)	393
Tabla A6.1 Estadísticos de tiempo por actividad observada (minutos).... ¡Error! Marcador no definido. 6	
Tabla A7.1 Indicadores de tiempo del proceso por escenario	398
Tabla A8.1 Indicadores de costo por escenario	¡Error! Marcador no definido. 8

Tabla A13.1 Análisis de confiabilidad mediante Índice de Concordancia de Validez	132
Tabla A13.2 Resultados del ICV del instrumento 1.....	133
Tabla A15 Análisis de confiabilidad del costeo TDABC.....	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Modelo AS-IS (línea base)	42
Figura 2 Diagrama BPMN del proceso AS-IS (vista general).....	¡Error! Marcador no definido.6
Figura 3 Mapa BPMN AS-IS con métricas de tiempo por tarea	52
Figura 4 Tramo administrativo del proceso AS-IS (vista parcial).....	55
Figura 5 Mapa del proceso AS-IS con configuración de turnos, bloques y pausas.....	57
Figura 6 Modelo “TO BE” (modelo propuesto)	¡Error! Marcador no definido.8
Figura 7 Diagrama BPMN del proceso de atención (TO-BE con HCE).....	61
Figura 8 Mapa BPMN del proceso de atención (TO-BE con HCE).....	¡Error! Marcador no definido.5
Figura 9 Tramo administrativo y núcleo clínico del proceso TO-BE.....	¡Error! Marcador no definido.8
Figura 10 Tramo clínico del proceso TO-BE (HCE).....	71
Figura 11 Tramo administrativo (admisión y programación).....	72
Figura 12 Tramo administrativo (AS-IS): identificación de “actividad obsoleta” en admisión y registro	73
Figura 13 Tramo administrativo (TO-BE): eliminación de “actividad obsoleta” y centralización de agenda en el HCE	74
Figura 14 Tramo administrativo (AS-IS): gestión de historia clínica física y “tarjeta de control” — colas, búsqueda y traslado de documentos	75

Figura 15 Tramo clínico (TO-BE): atención con HCE (paso al sillón, lectura/recuperación y entrevista).....	76
Figura 16 Tramo clínico de diagnóstico: comparación AS-IS vs TO-BE	77
Figura 17 Plan de tratamiento y presupuesto: comparación AS-IS vs TO-BE.....	¡Error!
Marcador no definido.8	
Figura 18 Cierre de atención y pago: comparación AS-IS vs TO-BE.....	¡Error! Marcador no definido.9
Figura A9.1 Interfaz propuesta	119

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la implementación de la historia clínica electrónica (HCE) sobre la eficiencia operativa —tiempo de ciclo por paciente y costo por ciclo— en consultorios odontológicos. Este estudio empleó un método cuantitativo y aplicado, bajo un diseño de modelado y simulación descriptivo-comparativo. Se levantó el flujo de procesos actual (AS-IS) y se diseñó el escenario propuesto (TO-BE) mediante el estándar BPMN en el software Bizagi Modeler, parametrizando rutas, tiempos y costos mediante el modelo TDABC. La simulación se configuró con un horizonte de 150 instancias (iteraciones) para ambos escenarios, arrojando resultados contundentes: el tiempo promedio de ciclo se redujo de 104.24 a 71.51 min (−31.40%), indicando también menor variabilidad al descender el máximo de 155.60 a 97.00 min. Asimismo, el costo total cayó de S/ 8,201.60 a S/ 5,665.58 (−30.92%), impulsado por un ahorro del 35.91% en costos tiempo-dependientes (RR.HH.). La mejora se explica por la sustitución de tareas manuales (búsqueda de HC física, emisión manual) por operaciones digitales automatizadas. Se concluye que la HCE, integrada a un rediseño de procesos, optimiza sustantivamente la eficiencia operativa en los modelos

evaluados. Estos hallazgos constituyen una validación mediante análisis de escenarios que orienta el ajuste de calendarios y roles para capturar la capacidad liberada.

Palabras claves: “Historia clínica electrónica”, “BPMN”, “simulación de procesos”, “odontología”, “TDABC”.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of Implementing Electronic Health Records (EHR) on operational efficiency—cycle time per patient and cost per cycle—in dental clinics. This study employed a quantitative and applied method, under a descriptive-comparative modeling and simulation design. The current process flow (AS-IS) was mapped, and the proposed scenario (TO-BE) was designed using the BPMN standard in Bizagi Modeler software, parameterizing routes, times, and costs through the TDABC model. The simulation was configured with a horizon of 150 instances (iterations) for both scenarios, yielding compelling results: the average cycle time was reduced from 104.24 to 71.51 min (−31.40%), also indicating lower variability as the maximum decreased from 155.60 to 97.00 min. Likewise, the total cost fell from S/ 8,201.60 to S/ 5,665.58 (−30.92%), driven by a 35.91% saving in time-dependent costs (HR). The improvement is explained by the replacement of manual tasks (physical record retrieval, manual issuance) with automated digital operations. It is concluded that EHR, integrated into a process redesign, substantially optimizes operational efficiency in the evaluated models. These findings constitute a validation through scenario analysis that guides the adjustment of schedules and roles to capture the released capacity.

Keywords: “Electronic health record”, “BPMN”, “process simulation”, “dentistry”, “TDABC”.

Introducción

La eficiencia operativa en servicios odontológicos incide en la oportunidad de atención, la calidad percibida y la sostenibilidad del servicio. La historia clínica electrónica (HCE) puede reducir tiempos improductivos, costos y errores, siempre que se integre a un rediseño del proceso asistencial. Esta investigación evalúa, en consultorios de Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga, el efecto de implementar la HCE sobre el tiempo de ciclo por paciente y el costo por ciclo, mediante modelado BPMN y simulación (AS-IS vs. TO-BE) parametrizados por niveles.

El Capítulo I plantea el problema, objetivos, justificación y delimitación. El Capítulo II desarrolla antecedentes, bases teóricas y las hipótesis. El Capítulo III describe el enfoque cuantitativo, el diseño de modelado y simulación descriptivo-comparativo, la población/escenario, técnicas e instrumentos (incluido TDABC), procedimientos de validación y aspectos éticos. El Capítulo IV presenta resultados por niveles (flujo, tiempos, recursos/costos y calendarios) y su discusión frente a la literatura. El Capítulo V expone conclusiones y recomendaciones para implementar la HCE, ajustar calendarios y roles, y establecer un seguimiento con indicadores operativos.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial, la implementación de historias clínicas electrónicas (HCE) presenta importantes desigualdades y un desarrollo fragmentado. En 45 países en desarrollo, solo el 59 % de los sistemas permiten el acceso del personal de salud a las HCE, el 65.6 % integran datos clínicos de forma parcial y apenas el 10.2 % posibilitan el intercambio de información entre establecimientos, lo que incrementa errores, duplicidad de procedimientos y diagnósticos tardíos (1). Incluso en países miembros de la OCDE, solo 15 de 27 han logrado consolidar un sistema nacional de HCE, y únicamente 11 reportan una cobertura completa entre sus proveedores. Japón y Corea del Sur, por ejemplo, presentan niveles de implementación del 45 % y 85 %, respectivamente, lo que evidencia una adopción aún incompleta que limita la continuidad del cuidado y la eficiencia operativa en sistemas de salud avanzados (2).

En América Latina y el Caribe, los avances en digitalización del sector salud mediante HCE también muestran una tendencia desigual. Si bien 16 de 21 países (76 %) cuentan con normativas específicas, en 2015 solo 10 de ellos (47 %) disponían de registros nacionales electrónicos, y aunque esa cifra aumentó al 76 % en 2023, persisten importantes limitaciones de infraestructura y capacitación que impiden su implementación efectiva. Además, solo 9 países (42.8 %) regulan adecuadamente la confidencialidad de estos registros, lo que debilita la confianza de los usuarios en el sistema digital (3). Un estudio realizado en 1 877 establecimientos de salud en nueve países mostró que, aunque el 82 % utilizaba tecnologías de información y comunicación (TIC) en salud materna, solo el 27.4 % empleaba HCE para acceder a datos clínicos. Un 39 % de las instituciones comenzó a incorporar estas herramientas recién después de la pandemia, reflejando una digitalización más reactiva que planificada. Además, las zonas rurales siguen rezagadas por la falta de conectividad, lo que perpetúa inequidades en el acceso y la calidad del cuidado (4).

En el Perú, la digitalización de las historias clínicas también avanza de forma fragmentada. A fines de 2021, menos del 40 % de los establecimientos del primer nivel de atención en Lima contaban con HCE, y en regiones como Cajamarca y Loreto esta cifra no superaba el 10 %. A pesar de contar con normativa desde 2013, el progreso ha sido lento, ubicando al país entre los más rezagados de la región en cuanto a salud digital. Esta situación afecta la eficiencia operativa, ya que la persistencia del formato físico expone a los pacientes a riesgos por pérdida de información, duplicidad de registros y demoras innecesarias. Aunque EsSalud ha logrado digitalizar más de 10 millones de historias clínicas, el sistema aún carece de un alcance nacional uniforme (5). A ello se suma que muchos establecimientos deben destinar entre 1 000 y 2 000 m² para almacenar archivos físicos, lo que incrementa costos y riesgo de extravío. La coexistencia de plataformas inconexas —ESSI, HISMINSA y XHIS5— obliga a recrear expedientes clínicos cada vez que el paciente cambia de institución, lo que multiplica la carga administrativa y debilita la trazabilidad clínica en tiempo real (6).

En los consultorios odontológicos, donde se desarrollará el presente estudio, también se ha identificado la ausencia de un sistema automatizado de historias clínicas. Esta situación genera diversos efectos negativos, como la pérdida o deterioro de información relevante, duplicación de procedimientos, dificultad para realizar un seguimiento continuo de los tratamientos y mayor vulnerabilidad ante errores administrativos. Todo ello impacta directamente en los procesos operativos y en la calidad del servicio, afectando tanto al personal como a los pacientes, quienes enfrentan demoras, falta de coordinación y una atención fragmentada.

La persistencia del uso de historias clínicas en papel en los consultorios odontológicos se explica por barreras comunes que dificultan la adopción de sistemas digitales. Una revisión scoping de 90 estudios internacionales identificó que el 48.9 % de los trabajos señalaban la falta de capacitación y soporte como el principal obstáculo, el 44.4 % mencionaban deficiencias

en la comunicación interprofesional, y el 45.6% advertían que los costos iniciales y de mantenimiento eran inasumibles para establecimientos pequeños, lo que les obliga a postergar la digitalización (7). Estas condiciones provocan registros incompletos, demoras en el acceso a la información y una mayor carga administrativa, lo que afecta directamente la eficiencia operativa y eleva el riesgo de errores en la atención odontológica. Esta problemática fue seleccionada por su impacto directo en los procesos internos del consultorio, ya que abordar sus causas permitirá mejorar la trazabilidad de datos, reducir fallos administrativos y fortalecer la continuidad del cuidado (8).

En ese mismo sentido, se ha demostrado que el uso de registros físicos representa una barrera crítica para el funcionamiento operativo en los servicios de salud. La documentación manual dificulta la transmisión oportuna de datos, retrasa la toma de decisiones clínicas y genera duplicidad de procesos. Esta problemática se origina en la falta de inversión en infraestructura tecnológica, ausencia de normativas claras, escasa capacitación y dificultades de interoperabilidad. Como consecuencia, los servicios de salud enfrentan mayores costos, baja productividad y limitaciones en la capacidad de respuesta, afectando directamente la sostenibilidad del sistema (9). Además, la fragmentación de la información y la imposibilidad de integrarla de forma automática entre servicios impiden la mejora continua de los procesos asistenciales y administrativos, restringiendo el uso eficiente de los recursos disponibles (10).

Por todo lo anterior, el presente proyecto se orienta como investigación tecnológica aplicada para cuantificar, en un entorno odontológico real, el impacto de la automatización de HCE sobre la eficiencia operativa —tiempos de proceso y costos por atención—. Para ello, se compararán los escenarios “antes” y “después” de la implementación mediante el modelado de procesos AS-IS y TO-BE con Bizagi Modeler y la simulación de procesos con 150 iteraciones, a fin de estimar de forma objetiva y replicable la magnitud potencial de las mejoras y apoyar decisiones de gestión en los consultorios odontológicos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿La implementación de un sistema de HCE odontológica mejora la eficiencia operativa en los consultorios odontológicos, Lima 2025?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿En cuánto reduce el tiempo promedio de atención por paciente, con simulación asistida, el modelo TO BE con HCE respecto al modelo AS IS sin HCE?
- ¿En cuánto reduce el costo operativo total, con simulación asistida, el modelo TO BE con HCE respecto al modelo AS IS sin HCE?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar si la implementación de historias clínicas electrónicas HCE mejora la eficiencia operativa en los consultorios odontológicos.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar en cuánto se reduce el tiempo promedio de atención por paciente que, mediante simulación asistida, con el modelo TO BE con Sistema de HCE, respecto al modelo AS IS sin Sistema de HCE.
- Identificar en cuánto se reduce Costo operativo total, mediante simulación asistida, con el modelo TO BE con Sistema de HCE, respecto al modelo AS IS sin Sistema de HCE.

1.4. Justificación de investigación

1.4.1. Teórica

La investigación se sustentó en dos marcos complementarios. **El enfoque de Business Process Modeling & Simulation (BPMS)** sostiene que los flujos asistenciales pueden optimizarse cuando se representan formalmente y se comparan en escenarios “antes” y “después”, permitiendo cuantificar con métricas objetivas el tiempo de ciclo y el costo unitario

por proceso. Los principios de **Lean Healthcare** plantean que la eficiencia operativa se alcanza al eliminar desperdicios y optimizar flujos de trabajo; esta lógica orienta la medición de tiempos y costos al introducir un sistema digital que reduce pasos innecesarios y errores administrativos. La combinación de ambos marcos conecta la adopción tecnológica con la mejora tangible de los procesos internos en el consultorio odontológico.

1.4.2. Metodológica

Se realizó un estudio cuantitativo y aplicado, con un diseño de modelado y simulación descriptivo-comparativo. La fase inicial consistió en un levantamiento de datos observacionales de campo, cuya población estuvo conformada por 34 actores clave (personal asistencial y administrativo), permitiendo parametrizar los tiempos y reglas de negocio del proceso real. Posteriormente, se elaboraron los diagramas AS-IS (flujo manual) y TO-BE (flujo digital con HCE) bajo el estándar BPMN en Bizagi Modeler. Para el análisis de resultados, se configuró una simulación con un horizonte de ejecución de 150 instancias (iteraciones) por cada escenario; esto permitió estabilizar los resultados estadísticos y comparar, mediante un análisis de escenarios, el impacto de la HCE sobre el tiempo promedio de ciclo por paciente y el costo operativo por ciclo.

1.4.2. Práctica

Se aportó evidencia de que la digitalización acorta esperas, reduce gastos y mejora la seguridad de datos. En la práctica, esto implica atenciones más rápidas y menor riesgo de pérdida de información para los pacientes; familiares y cuidadores mejor informados sobre la evolución de tratamientos; y profesionales (odontólogos, personal asistencial y administrativo) con menor carga administrativa y mayor satisfacción laboral. Para la gestión sanitaria, los hallazgos brindaron un modelo replicable de adopción tecnológica que oriente decisiones de inversión, protocolos de capacitación y estrategias de escalado en otros consultorios y unidades asistenciales.

1.5. Limitaciones

Se presentaron dificultades moderadas: (i) heterogeneidad y cambios de agenda entre sedes que exigieron unificar definiciones operativas y limitar la observación a turnos hábiles típicos; (ii) registros físicos incompletos/ilegibles en historia clínica o “tarjeta de control”, por lo que se excluyeron 3 casos; (iii) un evento atípico (contingencia de turno) que alteró el flujo regular y se excluyó (n=1); estas limitaciones fueron tratadas antes de parametrizar la simulación y no comprometen la direccionalidad de los resultados AS-IS vs. TO-BE.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Calzado y Ynga (11) en Lima, en el año 2022, realizaron un estudio con el objetivo “desarrollar un sistema web que mejore la gestión de historias clínicas en el consultorio odontológico especializada “Marilyn López”. Estudio cuantitativo, diseño pre-experimental con pre- y post-prueba, población de 735 registros y muestra emparejada de 130 y 136 historias. Se emplearon como instrumento: ficha de observación y procesamiento en SPSS. Se encontró que los tiempos para aperturar historias se redujeron 25,37 %, la calidad documental aumentó 30,57 % y los reportes oportunos de pérdidas mejoraron 58 %. Concluyeron que la digitalización incrementa eficiencia, seguridad y calidad del servicio clínico mejorando así la eficiencia operativa.

Quispe et al. (12) en Lima, en el año 2020, realizaron un estudio con el objetivo de “determinar el efecto de un sistema web en la gestión de historias clínicas del Consultorio Dental Roque”. El estudio fue de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo y diseño preexperimental con un solo grupo. La población estuvo compuesta por 177 pacientes, y se utilizaron fichas cronometradas y listas de verificación para evaluar el tiempo de atención y la duplicidad de registros. Tras la intervención, se observó una disminución del 57,24 % en el tiempo promedio de registro, así como una reducción significativa de historias clínicas duplicadas, de 93,3 % a solo 6,7 %. Se concluyó que la automatización del proceso contribuyó notablemente a mejorar la calidad del servicio, reduciendo errores y tiempos administrativos.

Wong y Montalván (13) en Iquitos en el 2022, realizaron un estudio con el objetivo de “evaluar la influencia de una aplicación web en la gestión de historias clínicas del Velasco Dental Center”. Investigación cuantitativa, de tipo aplicada, con diseño no experimental y corte transversal. La muestra estuvo constituida por 35 historias clínicas, y se aplicaron cuestionarios

tipo Likert validados y mediciones directas de tiempos operativos. Los resultados mostraron una reducción del 40 % en los tiempos de registro, así como un aumento en la satisfacción del personal hasta alcanzar el 96 %. Se concluyó que la implementación de la aplicación permitió mejorar la eficiencia en la atención y fortalecer la aceptación del sistema por parte de los usuarios.

Corilla (14) en Abancay, en el año 2022, realizaron un estudio con el objetivo de “desarrollar un sistema web para mejorar la gestión de historias clínicas en la clínica Odontostetic”. Estudio aplicado con diseño preexperimental. La población estuvo compuesta por 80 historias clínicas y se trabajó con una muestra de 60. Se utilizaron fichas de observación cronometradas y encuestas de percepción. Luego de la implementación, se evidenció una disminución del 54 % en el tiempo de búsqueda de historias clínicas y una reducción del 47 % en errores de transcripción. Se concluyó que el sistema web permitió una gestión más eficiente, segura y confiable de la información clínica.

Jiménez y Montalvo (15) en Lima, en el año 2024, realizaron una investigación con el objetivo de “implementar un sistema web con arquitectura multiservicio para la gestión de historias clínicas en el consultorio SANNADENT S.A.C.”. Investigación cuantitativa, de tipo explicativa, con diseño preexperimental. La muestra estuvo conformada por 14 consultas seleccionadas mediante muestreo probabilístico. Se emplearon fichas de observación para medir accesibilidad, seguridad y eficiencia del sistema antes y después de su implementación. Los resultados demostraron mejoras significativas en los tres indicadores evaluados. Se concluyó que el sistema multiservicio favorece la escalabilidad tecnológica y potencia la calidad del servicio en contextos odontológicos.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Alanazi (16) en Arabia Saudita, en el año 2024, desarrolló un estudio con el objetivo de “evaluar el efecto de la implementación de la historia clínica electrónica (HCE) en el tiempo de dispensación de medicamentos en la farmacia hospitalaria”. Se utilizó un diseño cuasiexperimental pre y post intervención, con una muestra de 5 110 transacciones cronometradas distribuidas en siete servicios clínicos. Como instrumento se empleó una ficha de tiempo de atención. Los resultados revelaron una reducción significativa del 25,8 % en el tiempo medio de dispensación (de 90,9 a 67,5 minutos; $p < 0,001$), con mejoras que oscilaron entre 16 % y 49 % según el área. Se concluyó que la automatización mediante HCE contribuye a mejorar la eficiencia operativa de los servicios farmacéuticos hospitalarios.

Berger et al. (17) en Austria en el año 2024, llevaron a cabo un estudio observacional antes–después para “analizar la eficiencia del flujo de trabajo y los requisitos de personal en las rondas quirúrgicas al pasar de registros en papel a registros electrónicos de pacientes”. Se emplearon dos observadores independientes que midieron cinco aspectos críticos (tiempo por paciente, número de profesionales por ronda, precisión de la documentación, tiempo de recuperación de información y usabilidad) en 120 rondas antes y después de la implementación del EPR. Los hallazgos mostraron una reducción del 22 % en el tiempo promedio de documentación por paciente (de 8,5 a 6,6 min; $p = 0,01$), una disminución del 10 % en el personal requerido por ronda y un aumento significativo en la satisfacción de los usuarios con la interfaz ($p < 0,05$). Se concluyó que el uso de registros electrónicos mejora la eficiencia operativa en entornos clínicos complejos.

Lindsay y Lytle (18) en Estados Unidos en el año 2022, realizaron una intervención con el objetivo de “rediseñar el flujo de documentación de enfermería en la HCE con el fin de reducir la carga de trabajo y mejorar la eficiencia en el uso del sistema”. El estudio se enmarcó

en una estrategia de mejora continua con diseño pre-post, utilizando como instrumentos grabaciones de tareas clínicas y análisis de marcas de tiempo. Los hallazgos reportaron una disminución del 18,5 % en el tiempo total dedicado a la documentación en HCE, ahorros promedio de entre 1,5 y 6,5 minutos por evaluación de pacientes, y una reducción del 88 % al 97 % en el número de clics requeridos. Se concluyó que la mejora de la usabilidad del sistema electrónico contribuye significativamente a la eficiencia operativa del personal de salud.

Modi et al. (19) en Estados Unidos, en el año 2024, desarrollaron un estudio con el objetivo de “analizar la relación entre el nivel de adopción de la historia clínica electrónica y los márgenes operativos hospitalarios en centros de salud estadounidenses”. La investigación fue de tipo cuantitativo con enfoque longitudinal, utilizando un modelo de efectos fijos sobre una base de datos de 5 768 observaciones hospitalarias correspondientes al periodo 2018-2021. Se emplearon registros financieros y clínicos institucionales. Los resultados mostraron que un mayor nivel de adopción de la HCE se asoció a un incremento del 5,38 % en los márgenes operativos cuando se redujeron simultáneamente las tasas de readmisión. Se concluyó que la automatización puede mejorar la eficiencia económica institucional, siempre que esté acompañada de mejores resultados clínicos.

Chouchene et al. (20) en Túnez, en el año 2024, llevaron a cabo un estudio con el objetivo de “evaluar el impacto de un registro electrónico de enfermería sobre indicadores de calidad, seguridad y eficiencia en un hospital universitario”. Se aplicó un diseño cuasiexperimental con mediciones en tres momentos (línea base, un mes y seis meses después de la intervención), utilizando una muestra de registros clínicos de hospitalización y 17 indicadores estandarizados. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en la trazabilidad de signos vitales ($p < 0,001$) y en el control de infusiones ($p = 0,027$), además de una mayor accesibilidad a la información clínica y mayor seguridad en la documentación. Se

concluyó que la implementación de HCE fortalece la eficiencia operativa al mejorar el acceso y la confiabilidad de los datos clínicos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Historia clínica electrónica

2.2.1.1. Definiciones

La automatización de la historia clínica electrónica (HCE) convierte el expediente en papel, en una plataforma digital estandarizada, interoperable y centrada en procesos, capaz de articular información, personas y tecnología para asegurar continuidad asistencial, trazabilidad clínica y seguridad del paciente (21). Su núcleo es un repositorio único donde confluyen antecedentes, medicación, imágenes diagnósticas y resultados de laboratorio; el acceso casi instantáneo a esa “fuente de verdad” acelera la respuesta en urgencias y evita la duplicación de pruebas, dedicando recursos a intervenciones realmente necesarias (22).

La HCE va más allá de almacenar datos: integra alertas automáticas sobre alergias, interacciones y fármacos de alto riesgo; cada intervención se registra con sello temporal, usuario responsable y motivo clínico, de modo que el seguimiento es continuo, auditable y susceptible de retroalimentación inmediata. Este circuito cierra brechas de comunicación, reduce los errores de prescripción y consolida una cultura de seguridad compartida entre profesionales y pacientes (23).

La calidad del registro también se refuerza. Campos obligatorios, menús desplegables y validaciones automáticas obligan a consignar información completa, clara y legible, mientras que los formatos estructurados preservan la confidencialidad y el valor legal del documento. El resultado es un expediente robusto que facilita auditorías internas, comités de revisión de casos y ciclos sistemáticos de mejora asistencial y administrativa (24).

En el plano organizacional, la HCE sustituye circuitos manuales por flujos digitales guiados que agilizan tareas rutinarias, liberan tiempo del personal para acciones estratégicas y

mejoran los márgenes operativos. Las instituciones que la implantan superan a las que continúan en papel en eficiencia, rentabilidad y percepción de calidad, reforzando su sostenibilidad financiera y competitividad a largo plazo (25). En el consultorio dental estas ventajas se amplifican: agendas electrónicas coordinan la ocupación del sillón, los módulos de facturación reducen rechazos y los sistemas de inventario evitan quiebres de stock; la aplicación de enfoques Lean permite identificar y eliminar cuellos de botella, elevando la productividad y reduciendo costes sin sacrificar la experiencia del paciente (26).

No obstante, la adopción de la HCE no es homogénea. Factores internos como tamaño del establecimiento, número de profesionales y tipo de práctica pesan más que la ubicación geográfica: clínicas grandes y de práctica general implementan antes, mientras que centros pequeños o altamente especializados requieren acompañamiento técnico y financiación para sortear barreras de inversión inicial y resistencia al cambio (27).

Las percepciones del equipo de salud resultan decisivas. La evidencia muestra que la utilidad percibida —ahorro de tiempo, disminución de errores y acceso inmediato a la información— es el motor primordial de uso; la capacitación aislada o una actitud favorable, sin apoyo constante, no garantizan adopción efectiva. Persisten inquietudes sobre confidencialidad, consentimiento y fiabilidad tecnológica; la gestión del cambio debe afrontar estos temores mediante protocolos claros de seguridad, soporte permanente y demostraciones rápidas de beneficio (28).

En este contexto, la alfabetización digital actúa como catalizador. Cuando el personal domina habilidades informáticas básicas y dispone de tutorías prácticas, percibe la HCE como un aliado que facilita la explicación de tratamientos, optimiza flujos y fomenta la colaboración interdisciplinaria. Por el contrario, la falta de programas de formación estructurada amplía la brecha entre intención y uso cotidiano, sobre todo entre profesionales con menor exposición tecnológica. Los planes de implantación deben incluir capacitación continua, mentoría entre

colegas y estímulos económicos que conviertan la competencia digital en utilización sostenida (29).

La convergencia con la teleodontología multiplica el impacto de la HCE. Modalidades sincrónicas, asincrónicas, de monitorización remota y m salud se integran al expediente para ofrecer triaje virtual, seguimiento posoperatorio y educación sanitaria a distancia. Al reservar la visita presencial para los procedimientos indispensables, estos esquemas híbridos descongestionan agendas, reducen desplazamientos y acercan especialistas a zonas remotas, reforzando la equidad y la eficiencia operativa sin comprometer la calidad asistencial (30).

Para que una implementación se considere válida, el sistema debe cumplir con requisitos funcionales mínimos que garanticen la interoperabilidad y la seguridad del paciente. Según marcos de referencia como el estándar HL7 o el marco CODE-EHR, el cumplimiento funcional se mide verificando la presencia de módulos críticos como: admisión digital, registro clínico estructurado, prescripción electrónica y facturación integrada. En este estudio, la variable independiente se operacionaliza verificando que el modelo simulado (escenario TO-BE) incorpore estas capacidades técnicas frente al proceso manual (49).

2.2.1.2. Conceptos

La historia clínica electrónica automatizada puede definirse como un sistema digital que permite recopilar, almacenar, compartir y gestionar la información clínica del paciente de manera estructurada, segura y accesible. En el ámbito odontológico, esta herramienta adquiere un valor estratégico al integrarse con los sistemas médicos, permitiendo una atención coordinada y centrada en el paciente. Se describe la historia clínica electrónica como una plataforma que automatiza los procesos clínicos mediante módulos funcionales que incluyen flujos de trabajo, soporte para la toma de decisiones, trazabilidad del tratamiento y gestión de datos interprofesional. En un estudio sobre la implementación del sistema axiUm en un centro odontológico académico, se evidenció que la automatización del registro clínico no solo mejoró

la eficiencia en la atención, sino también la calidad de los datos y la seguridad de la información, al facilitar el acceso oportuno, la estandarización de procedimientos y la interoperabilidad con otros sistemas médicos (31).

La automatización de las historias clínicas electrónicas también puede ser entendida como la integración de sistemas informáticos que permiten el registro, control y recuperación de la información clínica de manera continua, oportuna y segura. Desde un enfoque aplicado al contexto hospitalario peruano se señala que el uso de plataformas como el sistema de gestión hospitalaria Hosix ha permitido automatizar procesos clínicos y administrativos, optimizando la atención al usuario mediante un acceso más ágil a la información y una reducción de los tiempos de espera. Además, destaca que la automatización no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fortalece la calidad del servicio, al minimizar los errores por transcripción, mejorar la trazabilidad de los datos y garantizar la integridad de la información en tiempo real (32).

2.2.1.3. Teorías

Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM) – Davis

El Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM), propuesto por Davis en 1989, plantea que la adopción de una tecnología depende principalmente de dos percepciones clave del usuario: la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida. Es decir, una tecnología será aceptada y utilizada si el usuario considera que le será útil en su trabajo y si percibe que es fácil de manejar. Esta teoría se aplica al análisis de la implementación de tecnologías digitales en el entorno odontológico, donde se identifica que dos variables fueron determinantes para que los profesionales de la salud adoptaran sistemas de historia clínica electrónica. Así, el TAM permite explicar por qué la automatización clínica es más exitosa cuando el sistema mejora los resultados asistenciales y no representa una carga técnica o cognitiva adicional para el personal (33).

La Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología (UTAUT)

Este modelo planteado por Venkatesh, amplía al TAM incorporando la influencia social, las condiciones facilitadoras y la expectativa de rendimiento. Aplicada a la automatización de HCE, la UTAUT explica cómo la existencia de infraestructura adecuada, políticas de seguridad robustas y apoyo institucional refuerzan la percepción de utilidad y, por ende, la adopción sostenida. De este modo, sustenta la dimensión seguridad y confidencialidad de la variable independiente, al demostrar que la aceptación tecnológica aumenta cuando los usuarios confían en la protección de la información y cuentan con soporte técnico (34).

2.2.2. Eficiencia operativa

2.2.2.1. Definiciones

La eficiencia operativa en salud se entiende hoy como la capacidad de entregar servicios seguros y oportunos con el menor uso posible de tiempo, recursos y costos. En ese marco, la transformación digital de los sistemas sanitarios se ha convertido en un factor estratégico: los países que apuestan por e health amplían el acceso, agilizan diagnósticos y reducen gastos administrativos; sin embargo, las asimetrías en infraestructura, la protección de datos y la brecha tecnológica limitan esos beneficios en entornos menos digitalizados (35).

Un conjunto robusto de estudios sobre historias clínicas electrónicas (HCE) confirma la relación entre digitalización y productividad: en una revisión de 23 investigaciones, el 70 % reportó ganancias de eficiencia, el 56 % reducciones de costos y el 78 % mejoras de calidad. La conclusión es clara: pasar del papel al registro electrónico optimiza la asignación de recursos y acorta estancias hospitalarias, posicionando a la HCE como respuesta a las presiones económicas y de calidad que hoy enfrentan las organizaciones de salud (36).

A nivel operativo, la disponibilidad en tiempo real de la HCE permite a los profesionales consultar datos clínicos, activar sistemas de apoyo a la decisión y completar trámites sin papeleo redundante; además, la facturación se vuelve más precisa, el ciclo de

ingresos se acorta y se generan ahorros sostenibles en procesos internos, reforzando la eficiencia global (37). Las instituciones que migraron íntegramente de historias físicas a registros digitales documentaron mejoras en el acceso a la información, flujos de trabajo más ágiles, reducción de errores de documentación y contención de costos, reflejadas en menores tiempos de atención, mejor control de inventarios y uso óptimo de los recursos (38).

Para cuantificar estas mejoras se propone evaluar la calidad del dato mediante siete dimensiones: completitud, corrección, concordancia, actualidad, plausibilidad, conformidad y sesgo. Indicadores como el porcentaje de campos requeridos llenos, la tasa de errores de registro, la demora en actualizar información o la adherencia a formatos interoperables permiten detectar cuellos de botella y reprocesos, convirtiendo la calidad del registro en un espejo preciso de cuánto tiempo, personal y tecnología se emplean para brindar atención eficaz (39).

El lado humano aporta matices valiosos. Entrevistas cualitativas revelan percepciones ambivalentes: las enfermeras destacan que la HCE agiliza tareas, mientras algunos facultativos la ven «consumidora de tiempo». Pese a ello, todos coinciden en que la accesibilidad de los datos previene errores y mejora la seguridad. Las brechas identificadas—falta de capacitación e interoperabilidad deficiente—indican que la eficiencia solo se materializa cuando la herramienta se integra plenamente en el flujo de trabajo (40).

Existen, además, beneficios colaterales que refuerzan la eficiencia operativa. Los análisis de costo beneficio muestran que los ahorros generados por la disminución de tiempo en registro, la reducción de personal de archivo y el aumento de ingresos por facturación superan ampliamente los gastos de implantación y mantenimiento. Estos resultados derivan de la reasignación de la fuerza laboral, la simplificación de procesos y la documentación más exacta. No obstante, la sostenibilidad depende de la calidad y completitud de los datos y de

evaluaciones tempranas de usabilidad que involucren a los usuarios finales, elementos que reducen la carga cognitiva y mantienen fluido el trabajo clínico (41).

Cuando la digitalización se implementa dentro de un marco de Gestión de la Calidad Total, los beneficios se consolidan. Con capacitación continua y soporte adecuado, más del 96 % del personal declara mayor confianza, menos tiempo destinado a documentación y menos errores clínicos. A su vez, la satisfacción del usuario se correlaciona positivamente con adopción, efectividad y uso del sistema; a medida que el entrenamiento y el soporte crecen, aumentan la productividad y la calidad del servicio, creando un ciclo virtuoso que fortalece la sostenibilidad financiera e institucional (42).

Pese a estos avances, persisten vacíos de investigación y barreras que frenan el potencial de la HCE. Las revisiones de la última década señalan tres obstáculos constantes: limitaciones de recursos (financiamiento, licencias, equipos), formación insuficiente y baja alfabetización tecnológica en parte del personal. A ello se suman problemas sistémicos: interoperabilidad deficiente, desconfianza en la seguridad de los datos, usabilidad pobre y sobrecarga de alertas, factores que aumentan la carga de trabajo, fragmentan los flujos y generan fatiga profesional. La falta de definiciones uniformes de «HCE» y la escasa descripción contextual dificultan la comparación entre estudios y la transferencia de buenas prácticas. Por ello, se requiere investigación longitudinal que emplee métricas homogéneas y se enfoque en entornos de recursos limitados, para cerrar de forma efectiva estas brechas operativas y maximizar la eficiencia que la HCE promete aportar (43).

2.2.2.2. Teorías

Teoría de Lean Healthcare – Womack & Jones

El marco Lean Healthcare, derivado de los principios de Womack y Jones, sostiene que la eficiencia surge al identificar y eliminar todo desperdicio —sobretiempos, inventarios inadecuados, esperas y reprocesos— para que el flujo de valor avance sin interrupciones. Al

aplicarse a procesos quirúrgicos de alto costo, este enfoque demuestra un impacto tangible: en el Hospital Universitario Vall d'Hebron, cuatro años de proyectos Lean en el bloque quirúrgico generaron ahorros operativos superiores a 8,5 millones € anuales, gracias a la reducción de tiempos de cambio, la mejora del flujo de pacientes y la reorganización logística. Estos resultados confirman que, al alinear indicadores como tiempo de proceso y costos directos con la filosofía de mejora continua, Lean convierte la eficiencia operativa en un logro mensurable y sostenible (44).

Teoría de la Transformación Digital – Westerman

Desde la perspectiva estratégica, la Teoría de la Transformación Digital planteada por Westerman explica que la digitalización integral de procesos —automatización, datos en tiempo real y rediseño de flujos— impulsa simultáneamente calidad y reducción de costes. Una revisión sistemática de 2023 concluye que controlar grandes volúmenes de datos clínicos mediante tecnologías digitales mejora la productividad del personal, eleva la eficiencia operativa de las unidades y reduce los costos de los servicios; destaca, además, que estas mejoras solo se consolidan cuando existe infraestructura y capacitación adecuada (45).

Business Process Model and Notation

El Business Process Model and Notation (BPMN) ofrece un marco estandarizado y gráfico para representar flujos de trabajo clínico-administrativos, facilitando la identificación de cuellos de botella, la medición precisa de tiempos de ejecución y la evaluación de costos en cada tarea. Al utilizar BPMN en entornos de salud, es posible modelar escenarios “AS-IS” y “TO-BE” de manera coherente, garantizando que los cambios en la secuencia de actividades se reflejen automáticamente en las métricas de desempeño. Así, BPMN no solo mejora la comprensibilidad y la comunicación entre los actores, sino que también sirve como base para la simulación de procesos que cuantifica el impacto operativo de la digitalización de las historias clínicas electrónicas (46).

En esta investigación, BPMN, implementado a través de Bizagi Modeler, permite traducir los principios de TAM/UTAUT y Lean Healthcare en diagramas AS-IS y TO-BE que luego se simulan para extraer métricas objetivas de tiempo y costo.

2.2.2.3. Dimensiones

Grado de Digitalización

Esta dimensión se define como el nivel de madurez en la adopción tecnológica, transitando desde procesos fragmentados en papel hacia el uso de datos estructurados y codificados. Según el marco de referencia, la digitalización no implica simplemente escanear documentos (formato PDF), sino implementar una arquitectura de datos que permita la trazabilidad, la interoperabilidad y el acceso inmediato a la información clínica, requisitos indispensables para reducir los tiempos administrativos y mejorar la seguridad del paciente (49).

Cumplimiento Funcional

Refiere a la capacidad operativa del sistema para ejecutar tareas clínicas esenciales bajo estándares de calidad. Se establecen que una implementación válida debe garantizar funcionalidades mínimas que aseguren la integridad de los datos y el soporte a la decisión clínica. En este estudio, el cumplimiento se operacionaliza mediante la verificación de módulos críticos (admisión, prescripción, facturación y agenda) que transforman el flujo de trabajo manual en un proceso automatizado y medible (49).

Tiempo de atención y administración

El tiempo de atención cubre todo el intervalo desde que el paciente solicita servicio hasta que concluye su evaluación y tratamiento; reducir esperas a cualquier nivel de urgencia es crucial, porque los retrasos impactan la seguridad y la percepción de calidad del sistema. Los tiempos administrativos corresponden a las tareas no clínicas (seguros, citas, formularios) que, si no se gestionan, añaden costos y entorpecen la productividad; la automatización

mediante sistemas electrónicos disminuye esa carga, evita duplicidades y mejora la trazabilidad organizacional (50).

Costos operativos

Los costos operativos en el ámbito sanitario se refieren a los gastos recurrentes necesarios para el funcionamiento diario de una institución de salud, incluyendo recursos humanos, insumos médicos, servicios básicos, tecnología, mantenimiento y procesos administrativos. La gestión adecuada de la información en salud —particularmente a través de sistemas digitales— puede contribuir significativamente a mejorar el rendimiento de costos operativos al reducir redundancias, automatizar flujos de trabajo y permitir una asignación más eficiente de los recursos. Asimismo, el uso de herramientas de análisis basadas en datos permite identificar áreas de sobre costo, optimizar la toma de decisiones y mejorar la sostenibilidad financiera de las organizaciones, sin comprometer la calidad de la atención (51).

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Hi: La implementación de un sistema de HCE odontológica causa una mejora significativa en la eficiencia operativa de Consultorios odontológicos.

Ho: La implementación de un sistema de HCE odontológica no mejora significativamente la eficiencia operativa en los Consultorios odontológicos.

2.3.2. Hipótesis específica

Hi: La implementación de un Sistema HCE, causa una reducción significativa en el tiempo promedio de atención por paciente, mediante simulación del modelo TO BE respecto al modelo AS IS.

Ho: La implementación de un Sistema HCE, no causa una reducción significativa en el tiempo promedio de atención por paciente, mediante simulación del modelo TO BE respecto al modelo AS IS.

Hi: La implementación de un Sistema HCE, causa una reducción significativa en el costo operativo total, mediante simulación del modelo TO BE respecto al modelo AS IS.

Ho: La implementación de un Sistema HCE, no causa una reducción significativa en el costo operativo total, mediante simulación del modelo TO BE respecto al modelo AS IS.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

El método fue hipotético-deductivo, pues se partió de premisas teóricas sobre el impacto de la digitalización en la eficiencia operativa. Mediante el modelado y la simulación de procesos, se derivaron consecuencias observables (tiempo de ciclo y costo por ciclo) que fueron contrastadas a través de un análisis comparativo de escenarios (AS-IS vs. TO-BE). Este enfoque permitió validar las hipótesis de investigación con base en la magnitud del efecto y la consistencia de la evidencia generada por el modelo computacional, en lugar de un contraste inferencial tradicional (52).

3.2. Enfoque de la investigación

Se empleó un enfoque cuantitativo, aplicado y tecnológico. Este enfoque se orientó al análisis de datos numéricos obtenidos en dos fases: primero, mediante la observación de campo para la parametrización (tiempos de microtarefas, calendarios y recursos); y segundo, a través de las métricas de salida de la simulación (mínimo, máximo, promedio y costos). Esto permitió medir objetivamente las variaciones entre escenarios y estimar la magnitud de la mejora con métricas estandarizadas en minutos y soles por atención (53).

3.3. Tipo de investigación

El estudio fue de tipo aplicado, al buscar resolver un problema operativo específico —ineficiencias temporales y económicas en la atención odontológica— mediante el rediseño del flujo asistencial y la implementación de la HCE modelada (54). Es prospectivo, porque evalúa

el desempeño de un escenario futuro (TO-BE) construido a partir de la optimización del proceso vigente (55).

Metodológicamente, se define como un estudio de modelado y simulación, donde la recolección de parámetros iniciales fue de carácter observacional y transversal, ya que se registraron tiempos y reglas de negocio en campo sin alterar las conductas asistenciales durante la toma de datos (56). La "intervención" no se realizó sobre sujetos reales, sino que ocurrió exclusivamente a nivel del modelo computacional (simulación de procesos). Operativamente, la parametrización empírica sirvió de base para ejecutar una comparación de escenarios entre dos estados del mismo proceso: el flujo manual (AS-IS) y el flujo digital (TO-BE) (57).

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue de modelado y simulación descriptivo-comparativo, fundamentado en el estándar BPMN y simulación de procesos de negocio (BPSim). El estudio se estructuró mediante la comparación de dos escenarios: el AS-IS, que representa el flujo manual con tiempos y reglas de negocio observados en campo, y el TO-BE, que integra la HCE y principios de rediseño de procesos. La validez interna del diseño se aseguró mediante el control de variables de entorno, manteniendo idénticas condiciones de llegada de pacientes, disponibilidad de recursos y calendarios de atención en ambos modelos, alterando únicamente las tareas y enrutamientos afectados por la digitalización. La unidad de análisis fue la atención odontológica modelada en los consultorios de Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga. La variable independiente se definió como el nivel de digitalización del proceso (Escenario AS-IS vs. Escenario TO-BE) y las variables dependientes fueron el tiempo de ciclo por paciente (minutos) y el costo por ciclo (Soles), calculados bajo la metodología TDABC. Los resultados se analizaron mediante un Análisis de Escenarios, expresando las mejoras como diferencias absolutas y relativas (Δ y $\Delta\%$). Este enfoque permite una validación técnica del impacto operativo, proporcionando evidencia suficiente para la toma de decisiones estratégicas

y la planificación de la implementación en campo sin recurrir a inferencia estadística sobre datos sintéticos.

Esquema del diseño (Campbell & Stanley):

G: O₁(AS-IS) — X(modelado + HCE en TO-BE) — O₂(TO-BE)

Donde:

O = medición de eficiencia (tiempo de ciclo, costo por ciclo);

X = intervención al nivel del proceso (digitalización y rediseño del flujo);

G = mismo grupo/proceso en las cuatro sedes, comparado en dos estados bajo simulación.

3.5. Población, muestra y muestreo

La población de referencia estuvo conformada por 34 personas que laboran en los consultorios odontológicos Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga, incluido odontólogos, personal asistencial y administrativo que participa en el proceso (admisión, asistencia clínica y cierre/ facturación) para fines de validación del flujo y parametrización del modelo.

a. Unidad de Análisis: La unidad de análisis fue el proceso de atención a pacientes, el cual se modeló en sus versiones AS IS y TO BE a partir de entrevistas realizadas a los actores involucrados, que constituyeron nuestra fuente de información.

b. Muestra y estrategia de muestreo: Se trabajó con dos capas complementarias:

Capa observacional (parametrización del AS-IS):

Muestra: subconjunto intencional de atenciones y de actores del proceso en las cuatro sedes, utilizado para medir tiempos de microtarefas, documentar reglas de negocio

(compuertas/enrutamientos) y levantar calendarios de recursos (odontólogo, asistente, sillón y Rx).

Muestreo: no probabilístico por criterios (juicio del investigador), priorizando jornadas hábiles y turnos regulares del trimestre seleccionado, hasta alcanzar estabilidad de los parámetros operativos (tiempos por actividad, disponibilidad y secuencias).

Capa de simulación (comparación AS-IS vs. TO-BE):

Muestra simulada: Se fijó un horizonte de 150 instancias (iteraciones) por escenario. Para la variabilidad de los tiempos, se cargaron en el software distribuciones de probabilidad (triangulares) derivadas de los datos de campo, junto con tasas de llegada y calendarios reales.

Muestreo: no aplica selección de individuos; la “muestra” corresponde al conjunto de casos simulados bajo supuestos homogéneos entre escenarios para permitir la comparación, lo que constituye un **Análisis de Escenarios**.

Nota: Se definió un horizonte de 150 iteraciones totales por escenario (AS-IS y TO-BE), entendido como instancias completas del proceso en Bizagi. Los cuatro consultorios fueron modelados como recursos en paralelo (capacidad conjunta), de modo que las llegadas se asignan automáticamente por disponibilidad y los resultados se reportan de forma agregada para el sistema; en consecuencia, se analizaron 150 instancias de proceso. Este tamaño de corrida **no representa una muestra de pacientes** humanos, sino un horizonte de ejecución suficiente para alcanzar la estabilidad del estado estacionario del modelo, permitiendo observar diferencias de desempeño estadísticamente consistentes entre escenarios. Este tamaño representa un periodo operativo típico y, según corridas piloto, estabiliza los indicadores de tiempo y costo, permitiendo observar con claridad las diferencias de desempeño entre escenarios.

Criterios de inclusión

- Atenciones ambulatorias de consulta odontológica que siguen el flujo estándar modelado (admisión/programación → validaciones administrativas → núcleo clínico → cierre/ facturación).
- Casos atendidos en Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga durante el trimestre de referencia.
- Turnos regulares (mañana/tarde) en días hábiles con operación normal.
- Odontólogos, asistentes y personal administrativo adscritos a las sedes y con conocimiento del proceso (participación en entrevistas/validación de flujo).
- Tarifas institucionales vigentes, dotación y calendarios oficiales de los recursos incluidos en el modelo.

Criterios de exclusión

- Registros incompletos o inconsistentes en tiempos/calendarios/costos requeridos para la parametrización (n = 3).
- Contingencias extraordinarias de turno (caída de sistema que alteró el flujo regular) (n = 1).
- Atenciones fuera del flujo ambulatorio estándar (actos exclusivamente administrativos) (n = 2).

.

3.6. Variable y operacionalización

Tabla 1

Matriz de operacionalización

Variab les	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (niveles o rangos)
Implem entació n de HCE	Uso de un sistema digital interoperable que permite registrar, almacenar y recuperar información odontológica de forma oportuna, segura y de calidad (59).	Verificación del estado del proceso (Manual vs. Digital) y constatación de funcionalidades clínicas en el software.	Grado de Digitalización	Estado del modelo de procesos (0 = AS-IS; 1 = TO-BE).	Nominal	0 = Manual 1 = Digital
			Cumplimiento Funcional	% de funcionalidades críticas presentes (según Checklist basado en CODE-EHR)	Ordinal	0-50%: Bajo 51-80%: Medio 81-100%: Alto
Eficien cia operati va	Capacidad de los procesos para minimizar tiempos y costos sin comprometer la calidad del servicio (59).	Desempeño del proceso en tiempo y costo por atención	Tiempo de ciclo	Tiempo promedio de ciclo (min)	Razón	• Tiempo: valor numérico en minutos • Costo: valor numérico en S/.
			Costo operativo	Costo promedio por ciclo (S/.)		

Nota. Elaboración propia.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica

Se empleó simulación discreta de eventos como técnica principal de análisis, entendida como un experimento computacional que reproduce el comportamiento del proceso bajo condiciones controladas y permite validar preliminarmente las hipótesis sobre eficiencia (53). Para ello se construyeron dos escenarios del proceso de atención odontológica en notación BPMN: el AS-IS (flujo manual previo a la HCE) y el TO-BE (flujo rediseñado con HCE), parametrizados con tiempos observados por microtarea, probabilidades de enrutamiento, disponibilidad de recursos y calendarios operativos.

La simulación se ejecutó en Bizagi Modeler (módulo BPSim), configurando idénticas condiciones de llegada, reglas de cola (FIFO) y turnos para ambos escenarios; de este modo, cualquier diferencia en desempeño se atribuye a los cambios del rediseño (sustitución de búsqueda/creación de HC física por recuperación/lectura en HCE, programación/registro digital de citas y facturación integrada), resguardando la validez interna de la comparación (60). Las variables de salida fueron el tiempo de ciclo por atención y el costo por ciclo (estimado con TDABC), además de métricas de utilización de recursos; se fijó un horizonte de n iteraciones por escenario y se extrajeron mínimos, máximos, promedios y totales, reportando la comparación AS-IS vs. TO-BE como diferencia absoluta y relativa (Δ y $\Delta\%$).

Esta estrategia no manipula pacientes ni interviene sobre la práctica clínica; constituye una validación preliminar basada en simulación, suficiente para la toma de decisiones operativas y la planificación del piloto en campo bajo supuestos comparables entre escenarios (60).

3.7.2. Descripción de instrumentos

A) Instrumento de Checklist de funcionalidades del sistema HCE (basado en el CODE-EHR Best-Practice Framework)

Lista estructurada de 20 ítems binarios (sí=1/no=0) que verifica la presencia de funcionalidades críticas del sistema de historia clínica electrónica: registro clínico estructurado, alertas, firma digital, integración con facturación, respaldo, trazabilidad y cumplimiento normativo; el puntaje total forma un índice de cumplimiento y perfiles por dominio (61).

B) Instrumento Observación estructurada tipo time-motion con la IHI Waste Identification Tool

Formato de observación minuto a minuto por microtarea (admisión, programación, preclínico, clínico, posclínico) con marcas de inicio/fin, responsable y codificación de desperdicios (esperas, movimientos, reprocesos, sobreprocesos) para mapear fricción del flujo asistencial y sus causas operativas (63).

C) Instrumento Matriz de costos operativos – Time-Driven Activity-Based Costing (TDABC)

Plantilla que vincula cada actividad con su ecuación de tiempo y la tasa de costo por minuto por recurso, generando costo por actividad y costo por ciclo para los escenarios AS-IS y TO-BE a partir de los tiempos observados/simulados, con supuestos transparentes de capacidad práctica y reglas de imputación (64).

3.7.3. Validación

Variable independiente: Implementación de HCE (0=AS-IS; 1=TO-BE)

La validez de contenido del checklist se sustentó en el marco CODE-EHR para uso de registros clínicos estructurados, garantizando trazabilidad y estandarización semántica (61). Adicionalmente, el instrumento fue sometido a juicio de 5 expertos, obteniendo un Índice de Concordancia de Validez (ICV) de 0.93, lo que confirma la pertinencia y claridad de los ítems (ver Anexo 16) (61).

Variable dependiente: Eficiencia (dimensión Tiempo de ciclo)

La validez de constructo se aseguró mediante protocolo time–motion con definiciones operacionales por microtarea, entrenamiento previo y reglas de registro consistentes con la literatura de medición del trabajo clínico (63). La validez externa/criterio se reforzó con la coherencia de los cambios observados respecto a mejoras esperables en gestión del flujo de pacientes tras intervenciones de estandarización y coordinación operativa (62).

Variable dependiente: Eficiencia (dimensión Costo por ciclo)

La validez de contenido y de reporte del costeo se basó en lineamientos actuales de TDABC en salud: construcción de ecuaciones de tiempo, estimación de tasas por minuto y explicitación de drivers y supuestos, con recomendaciones de transparencia y reproducibilidad metodológica (64). La verificación del modelado de costos se apoyó en criterios de evaluación y buenas prácticas de reporte para estudios TDABC recientes (65).

3.7.4. Confiabilidad

Checklist HCE (CODE-EHR)

Se realizó doble auditoría independiente en una muestra piloto para estimar la concordancia mediante juicio de expertos (ICV) y acuerdo global; al tratarse de un índice formativo binario, no procede alfa de Cronbach, ver anexo 13 (61).

Medición de tiempos (time–motion)

Se implementó prueba piloto, calibración de observadores y doble registro en una submuestra para estimar kappa/ICC y reducir sesgos de observación; el protocolo sigue estándares empíricos de estudios de distribución del tiempo en unidades clínicas, ver anexo 14 (63).

Costeo TDABC

La confiabilidad se abordó mediante triangulación con registros administrativos (planillas, servicios, materiales) y los recursos empleados (64). La evaluación del reporte y

consistencia del modelo de costos se contrastó con criterios actuales de alcance y calidad de estudios TDABC, ver anexo 15 (65).

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

Procedimiento de recolección de datos

Objetivo. Obtener, con trazabilidad y control de calidad, los parámetros empíricos necesarios para modelar el proceso AS-IS, construir el TO-BE con HCE y alimentar la simulación y el costeo (tiempos, rutas, recursos, calendarios y costos).

Ámbito. Cuatro sedes (Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga) durante un trimestre operativo representativo; unidad de análisis: episodio de atención odontológica.

1) Preparación y autorizaciones.

Autorizaciones de los consultorios dentales (Anexo 12), y archivo maestro de consentimientos para colaboradores observados (admisión, asistente, odontólogo). Se definen plantillas: checklist HCE (CODE-EHR), ficha time-motion, registro de calendarios y matriz TDABC.

2) Capacitación y piloto.

Entrenamiento breve de 2 observadores (dos odontólogos) en definiciones operacionales (inicio/fin de microtarefas, reglas de redondeo y manejo de eventos atípicos) y prueba piloto en una sede para ajustar el protocolo y reducir sesgo de observación; se verificó concordancia interobservador antes del levantamiento definitivo.

3) Levantamiento del flujo AS-IS.

a) Walkthrough y entrevistas con actores clave para mapear el flujo clínico-administrativo y artefactos documentales; elaboración del diagrama BPMN con tareas, compuertas, eventos y reglas de negocio.

b) Observación time–motion por microtarea (admisión, preclínico, clínico, posclínico): registro en minutos con precisión 0.1, responsable, lugar y observaciones; se cubren turnos hábiles y variabilidad típica.

c) Calendarios de recursos: turnos, bloques, pausas y capacidad práctica (odontólogo, asistente, sillón dental, equipo de Rx).

d) Costeo base (TDABC): recopilación de tasas por minuto de RR.HH. y costos fijos (alquiler, servicios, mantenimiento, seguros, materiales) y definición preliminar de ecuaciones de tiempo por actividad.

4) Validación de contenido y datos.

Revisión del checklist HCE por panel clínico–operativo/TI (CVI por ítem y global) para asegurar cobertura funcional y trazabilidad de campos estructurados. Contraste de coherencia del BPMN con los actores; depuración de outliers y discrepancias en la base time–motion.

5) Construcción del escenario TO-BE.

Rediseño del flujo con HCE (registro estructurado, recuperación/lectura de datos, programación/registro digital de citas, facturación integrada) y eliminación de redundancias y retrabajos; actualización de ecuaciones de tiempo y reglas de enrutamiento asociadas a la digitalización.

6) Parametrización de la simulación.

Carga en Bizagi/BPSim de: tasas de llegada, duraciones (constantes/distribuciones) por microtarea, probabilidades de enrutamiento, capacidades y calendarios de recursos y política de cola (FIFO); fijación del horizonte de 150 iteraciones por escenario bajo condiciones equivalentes en AS-IS y TO-BE.

7) Recolección de salidas.

Ejecución de ambos escenarios y exportación de indicadores: tiempo de ciclo (mínimo, máximo, promedio, total), utilización de recursos, métricas de calendario y costo por ciclo/actividad calculada con TDABC a partir de las ecuaciones de tiempo y tasas por minuto.

8) Control de calidad y resguardo.

Doble registro muestral ($\approx 10\%$) para estimar acuerdo interobservador en la etapa time-motion y resolver discrepancias; verificación de consistencia entre tiempos observados y simulados en AS-IS; bitácora de cambios del modelo. Los datos se anonimizan y almacenan en repositorios con acceso restringido.

Procesamiento estadístico y análisis de datos

El análisis siguió un enfoque cuantitativo. Primero, se codificaron y depuraron los tiempos observados del escenario AS-IS (minutos, precisión 0.1). Segundo, se documentaron y parametrizaron calendarios, recursos, tasas de llegada, distribuciones de servicio y ruteos. Tercero, se ejecutaron las simulaciones de ambos escenarios (AS-IS y TO-BE) con un horizonte de $n=150$ iteraciones totales por escenario (instancias completas del proceso; consultorios modelados en paralelo; no son 150 por consultorio), obteniendo tiempo de ciclo por atención (mínimo, máximo, promedio y total), utilización de recursos y costos por ciclo/actividad mediante TDABC. Cuarto, los datos se limpiaron en Microsoft Excel y se analizaron en IBM SPSS v26 con tablas y gráficos (tendencias, diagramas de caja y dispersión). Quinto, se calcularon estadísticos descriptivos (media, mediana, desviación estándar y percentiles) y se reportó la comparación AS-IS vs TO-BE como diferencia absoluta ($\Delta = \text{TO-BE} - \text{AS-IS}$) y relativa ($\Delta\% = \Delta / \text{AS-IS} \times 100$), no se ejecutaron pruebas inferenciales; las decisiones sustantivas se sustentaron en la magnitud del efecto, su consistencia multivariada (tiempo y costo) y su plausibilidad causal en el rediseño del proceso.

Nota metodológica. En lo que respecta al tratamiento de los datos, la presente investigación desplaza el enfoque de la inferencia estadística clásica hacia un Análisis de Escenarios Descriptivo-Comparativo. Esta decisión metodológica se fundamenta en la naturaleza técnica del modelado de procesos, donde el tamaño de la muestra simulada (N=150 iteraciones) no constituye una variable aleatoria sujeta a errores de muestreo biológico, sino un horizonte de estabilización algorítmica definido por el investigador.

La aplicación de pruebas de hipótesis y valores p sobre datos sintéticos resulta metodológicamente espuria, dado que cualquier diferencia mínima, por irrelevante que sea operativamente, alcanzaría una significancia estadística artificial debido al control arbitrario sobre el volumen de corridas del software. En su lugar, el rigor del análisis se traslada hacia la magnitud del impacto funcional y la comparación de estados estables (73). En la ingeniería de procesos basada en simulación, la validez del modelo no se fundamenta en el rechazo de una hipótesis nula de “cero diferencias”, sino en la cuantificación de la magnitud del impacto (Δ) entre el escenario base (AS-IS) y el propuesto. El análisis de escenarios constituye el enfoque estándar para comparar configuraciones alternativas de un sistema, poniendo énfasis en la estimación precisa de medidas de desempeño en estado estable y en la relevancia práctica (74). Dado que el estudio compara dos estructuras de flujo distintas (manual vs. digital), el análisis se centra en indicadores de desempeño operativos (tiempos de ciclo y costos basados en TDABC), complementados con la validación funcional del modelo mediante estándares de historia clínica electrónica como CODE-EHR. Este enfoque se alinea con lo planteado, al destacar la necesidad de modelos de simulación de procesos más transparentes, trazables y comparables para evitar enfoques de “caja negra” en datos sintéticos (75).

3.9. Aspectos éticos

El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener; constancia en Anexo 11. Se obtuvo consentimiento informado por

escrito de los participantes observados; formato en Anexo 3. Se contó con autorización institucional de las clínicas dentales para el levantamiento de información operativa; carta en Anexo 12. El estudio es de riesgo mínimo (observación no participante y simulación), se adhirió a la Declaración de Helsinki y a la Ley N° 29733 de protección de datos personales: los registros se codificaron/desidentificaron, acceso restringido al equipo investigador, y almacenamiento seguro con eliminación programada al término del proyecto.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo de resultados

El estudio se validó por simulación (AS-IS vs. TO-BE, N=150 iteraciones por escenario) bajo condiciones equivalentes de llegadas, colas, recursos y calendarios. No se realizó contraste inferencial (p-valores). En su lugar, se adoptó un criterio de decisión operacional predefinido: se acepta la hipótesis si el TO-BE muestra mejora concurrente en los indicadores de eficiencia del objetivo correspondiente (reducción del tiempo y/o del costo, según el caso).

4.1.1 Hipótesis general

- Hi: La implementación de un sistema de HCE odontológica causa una mejora significativa en la eficiencia operativa de consultorios odontológicos.
- Ho: La implementación de un sistema de HCE odontológica no mejora significativamente la eficiencia operativa en los consultorios odontológicos.

Nivel de significancia: No aplica (validación por simulación, sin prueba inferencial).

Estadístico de prueba: Δ Tiempo de ciclo (min y %) y Δ Costo total (S/ y %).

Toma de decisión: Rechazar H0 / Aceptar H1 si ambos (tiempo y costo) disminuyen en TO-BE vs. AS-IS.

Decisión: Dado que el tiempo de ciclo y el costo total disminuyen de forma concurrente con magnitudes sustantivas ($\approx -31\%$ tiempo; $\approx -31\%$ costo), se rechaza H0 y se acepta H1 (validación por simulación): la HCE mejora la eficiencia operativa.

Tabla 2*Comparación de eficiencia operativa (AS-IS vs. TO-BE)*

Indicador	AS-IS	TO-BE	Δ (TO-BE – AS-IS)	$\Delta\%$
Tiempo de ciclo promedio (min)	104.24	71.51	-32.73	-31.40%
Tiempo de ciclo mínimo (min)	6.73	1.00	-5.73	-85.1%
Tiempo de ciclo máximo (min)	155.60	97.00	-58.60	-37.7%
Tiempo total (min, N=150)	15,635.43	10,726.50	-4,908.93	-31.4%
Costo total (S/)	8,201.60	5,665.58	-2,536.02	-30.92%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 2 y con base en la hipótesis general sobre el efecto de la HCE en la eficiencia operativa y considerando como criterio de decisión sustantiva una reducción simultánea ($\Delta\% < 0$) del tiempo de ciclo y del costo total bajo condiciones equivalentes de simulación (N=150 iteraciones por escenario), la comparación AS-IS vs. TO-BE evidenció una contracción consistente del desempeño: el tiempo promedio se redujo en -32.73 min (-31.40%), mientras que el costo total descendió -S/ 2,536.02 (-30.92%), con caídas adicionales en los extremos del ciclo (mínimo 6.73→1.00; máximo 155.60→97.00). La magnitud del efecto, su coherencia multivariada (tiempo y costo) y la plausibilidad causal del rediseño (sustitución de microtarefas administrativas por operaciones digitales) permiten rechazar la H_0 y aceptar preliminarmente la H_i como validación por simulación.

4.1.2 Hipótesis específica 1

- Hi: La implementación de un Sistema HCE causa una reducción significativa en el tiempo promedio de atención por paciente, mediante simulación del modelo TO-BE respecto al modelo AS-IS.
- Ho: La implementación de un Sistema HCE no causa una reducción significativa en el tiempo promedio de atención por paciente, mediante simulación del modelo TO-BE respecto al modelo AS-IS.

Nivel de significancia: No aplica.

Estadístico de prueba (criterio): Δ del tiempo de ciclo promedio y comportamiento de mínimo/máximo (variabilidad).

Toma de decisión: Rechazar $H0_1$ si el tiempo promedio disminuye (y se acompaña de menor dispersión operacional).

Decisión: Se observa una caída del 31.40% en el tiempo promedio y compresión de extremos (menor variabilidad). Se rechaza $H0_1$ y se acepta $H1_1$.

Tabla 3

Análisis de hipótesis específica 1

Métrica de tiempo	AS-IS	TO-BE	Δ	$\Delta\%$
Promedio (min)	104.24	71.51	-32.73	-31.40%
Mínimo (min)	6.73	1.00	-5.73	-85.1%
Máximo (min)	155.60	97.00	-58.60	-37.7%

Nota. el costo total se contrae -30.92% , impulsado por la caída de costos de RR.HH. (-35.91%) tras sustituir microtarefas administrativas por operaciones digitales breves.

Según la tabla 3 y con base en la hipótesis específica que postula una reducción del tiempo promedio de atención por paciente tras implementar la HCE y fijando como criterio de decisión una disminución del promedio y de la dispersión bajo supuestos equivalentes de llegada, colas y calendarios, el contraste AS-IS vs. TO-BE mostró una caída del promedio de 104.24 a 71.51 min (-31.40%), junto con descensos en los extremos (mínimo 6.73 \rightarrow 1.00; máximo 155.60 \rightarrow 97.00). Esta combinación de acortamiento del ciclo y menor variabilidad indica colas más breves en los tramos administrativos y un flujo más estable hacia el sillón dental; en consecuencia, se rechaza la H_0 y se acepta preliminarmente la H_1 .

4.1.3 Hipótesis específica 2

- H_1 : La implementación de un Sistema HCE causa una reducción significativa en el costo operativo total, mediante simulación del modelo TO-BE respecto al modelo AS-IS.
- H_0 : La implementación de un Sistema HCE no causa una reducción significativa en el costo operativo total, mediante simulación del modelo TO-BE respecto al modelo AS-IS.

Nivel de significancia: No aplica.

Estadístico de prueba (criterio): Δ del costo total (y desagregado RR.HH. vs. fijos, TDABC).

Lectura del “error”: Coherencia con tasas por minuto y ecuaciones de tiempo

Toma de decisión: Rechazar H_0 si el costo total disminuye (con caída consistente en componentes).

Decisión: El costo total cae 30.92% , liderado por RR.HH. (-35.91%). Se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Tabla 4*Análisis de hipótesis específica 2*

Componente de costo	AS-IS (S)**	TO-BE (S)**	Δ (S)**	Δ%
Tiempo-dependientes (RR.HH.)	4,845.60	3,105.58	-1,740.02	-35.91%
Fijos	3,356.00	2,560.00	-796.00	-23.72%
Total	8,201.60	5,665.58	-2,536.02	-30.92%

Nota. el costo total se contrae -30.92%, impulsado por la caída de costos de RR.HH. (-35.91%) tras sustituir microtarefas administrativas por operaciones digitales breves.

Según la tabla 4 y con base en la hipótesis específica que plantea una reducción del costo operativo total y adoptando como criterio de decisión una disminución del costo total y sus componentes (tiempo-dependientes y fijos) en el escenario TO-BE, los resultados TDABC evidenciaron una caída de S/ 8,201.60 a S/ 5,665.58 (-30.92%), explicada principalmente por la contracción de costos de RR.HH. (-35.91%) y, en menor medida, de costos fijos (-23.72%). La consistencia del ahorro en ambos componentes, atribuible a la sustitución de tareas manuales por operaciones digitales más breves y estandarizadas, sustenta rechazar la H_0 y aceptar preliminarmente la H_1 como evidencia por simulación.

4.2. Descriptivos de apoyo

La técnica que se usó para demostrar las hipótesis propuestas en esta investigación es la “simulación de procesos”. La simulación de procesos es una técnica experimental que consiste en la construcción de escenarios de procesos con variables controladas, que en este caso han

sido el tiempo y el costo de las actividades realizadas en el consultorio odontológico. Para asegurar que los resultados sean válidos se han construido dos modelos: el modelo “AS IS” que representa gráficamente, bajo la notación estándar BPMN, el proceso de atención de pacientes tal y cual se realizaba antes de la implementación del Sistema informático. Asimismo, se ha construido en modelo “TO BE” que es el modelo bajo la notación BPMN que representa el modelo del proceso mejorado después de la implementación del Sistema Informático.

El software utilizado para el modelo “AS IS” y el modelo “TO BE” es Bizagi Modeler. Este software ofrece una herramienta de “simulación” para evaluar el desempeño de un modelo, con diferentes configuraciones y durante largos períodos de tiempo, para reducir las probabilidades de incumplir los requerimientos de negocio, eliminar cuellos de botella, evitar sub o sobreutilización de los recursos y optimizar el rendimiento del sistema.

Bizagi Modeler permite simular sus procesos de negocio bajo el estándar BPSim (Business Process Simulation) para apoyar el proceso de toma de decisiones e impulsar el mejoramiento continuo de los mismos.

Para empezar a utilizar la simulación en Bizagi Modeler se debe contar con un modelo de proceso completo, de lo contrario, no podrá ser simulado. Para un completo análisis de simulación se deben seguir cuatro niveles:

Nivel 1 – Validación del proceso

Nivel 2 – Análisis de tiempo

Nivel 3 –Análisis de recursos

Nivel 4 - Análisis de calendarios

Cada nivel incorpora información adicional, más compleja que la anterior, proporcionando un análisis coherente de sus procesos. Los niveles no son restrictivos, puede comenzar en cualquiera de ellos si posee la información requerida. Por defecto, el modo de simulación se abrirá en nivel uno la primera vez.

4.2.1.1 AS IS Nivel 1: Descripción y validación del flujo

Según el gráfico 1, el proceso actual en Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga se levantó mediante observación directa y walkthroughs con el personal. El flujo inicia en programación/admisión (cita presencial/telefónica), continúa con verificación y/o búsqueda de historia clínica física, registro inicial, atención clínica (anamnesis, examen, ayudas diagnósticas), y culmina con presupuesto, facturación y cierre. Se confirmaron actores (administrativo, asistente y odontólogo), documentos utilizados y reglas de enrutamiento; se identificaron cuellos de botella en admisión/registro por búsqueda y traslado de HC y en inicio de atención clínica por latencias de tránsito documental.

Tabla 5.

Elementos BPMN del proceso de atención de pacientes (AS-IS): tipo e instancias

completadas (n=150)

NOMBRE	TIPO	INSTANCIAS COMPLETADAS
PROCESO DE ATENCIÓN DE PACIENTES	Proceso	150
¿Agenda libre?	Compuerta	70
¿Paciente nuevo?	Compuerta	129
Atender e informar telf.	Tarea	6
Atender e informar virtual	Tarea	51
Atender e informar personalmente	Tarea	18
¿Confirma atención?	Compuerta	57
Compuerta de decisión	Compuerta	129
Compuerta de decisión	Compuerta	129
Cancelar proceso	Evento de Fin	5
Consultar agenda	Tarea	70
Esperar turno de atención	Tarea	54

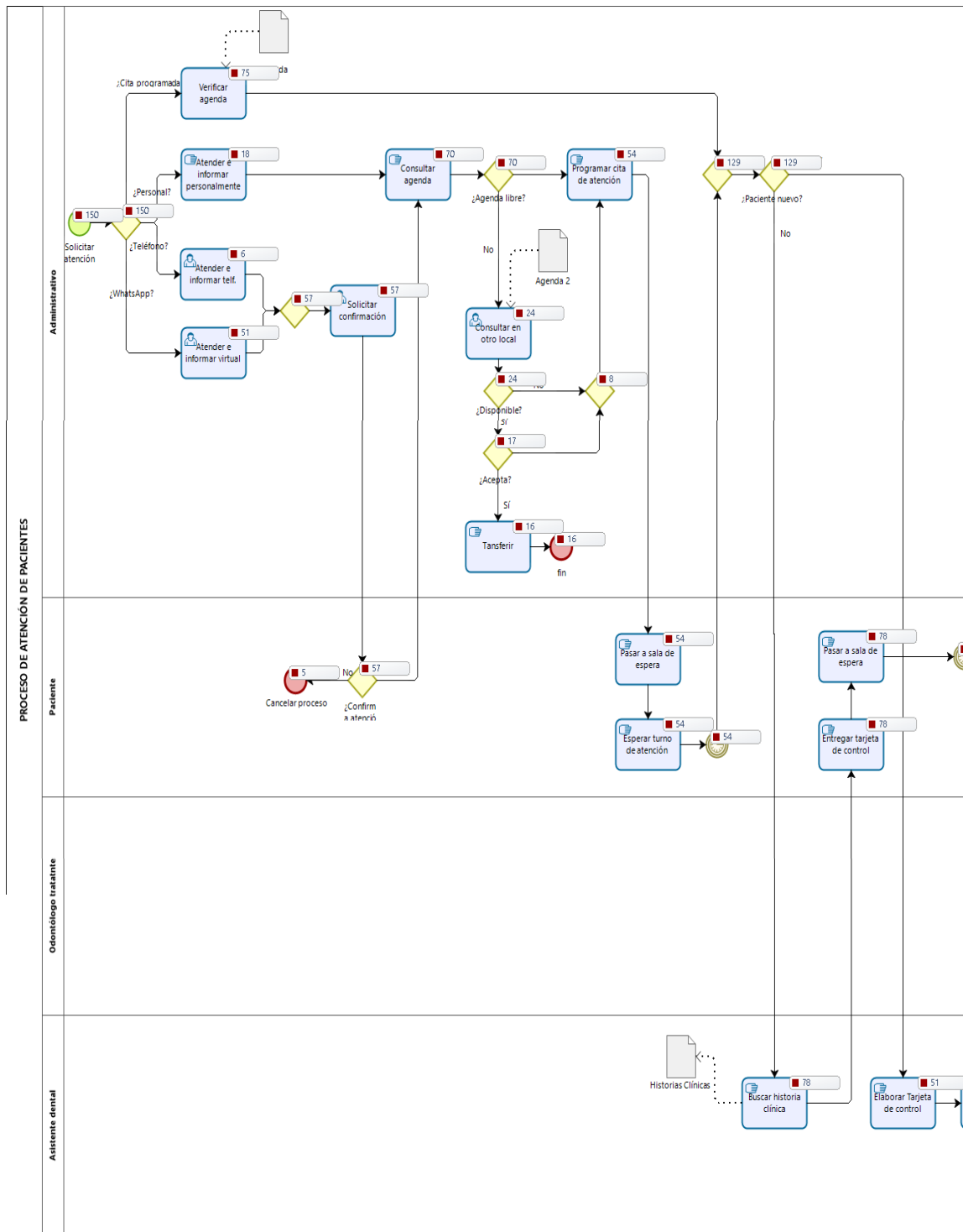
Buscar historia clínica	Tarea	78
Entrevistar paciente	Tarea	129
¿Consentimiento informado?	Compuerta	129
¿Acepta?	Compuerta	123
¿Requiere tratamiento inmediato?	Compuerta	102
¿Requiere continuar tratamiento?	Compuerta	79
Pagar servicio	Tarea	102
Compuerta de decisión	Compuerta	102
Registra transacción	Tarea	102
Emitir comprobante de pago	Tarea	102
Cancelar proceso	Evento de Fin	27
Fin	Evento de Fin	102
Solicitar confirmación	Tarea	57
Pasar a sala de espera	Tarea	54
Consultar en otro local	Tarea	24
¿Disponible?	Compuerta	24
Transferir	Tarea	16
Fin	Evento de Fin	16
Compuerta de decisión	Compuerta	57
Verificar agenda	Tarea	75
¿Acepta?	Compuerta	17
Compuerta de decisión	Compuerta	8
Programar cita de atención	Tarea	54
Enviar Tarjeta de control e Historia clínica	Tarea	129
Recibe Historia y tarjeta de control	Tarea	129
Elaborar Tarjeta de control	Tarea	51
Crear Historia clínica	Tarea	51
Pasar a sala de espera	Tarea	78
Entregar tarjeta de control	Tarea	78
Pasar al sillón dental	Tarea	129

Diagnóstico definitivo	Tarea	129
Realizar radiografías intra y/o extraorales	Tarea	129
Elaborar presupuesto	Tarea	123
Explicar Plan de tratamiento	Tarea	129
Acordar forma de pago	Tarea	123
Paciente se retira	Tarea	102
Programar nueva cita	Tarea	64
Solicitar atención	Evento de inicio	150
Compuerta de decisión	Compuerta	150
Espera / Temporizador	Evento intermedio	54
Espera / Temporizador	Evento intermedio	78
Examen Clínico general	Tarea	129
Plan de tratamiento	Tarea	129
Tratamiento	Tarea	79

Fuente: Salidas de Bizagi Modeler – Simulación AS-IS (Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga), 2025.

Figura 2.

Diagrama BPMN del proceso AS-IS en consultorios odontológicos (vista general)



Fuente: Elaboración propia con Bizagi Modeler a partir de observación de campo, 2025.

En la **Tabla 5** se resumen los elementos ejecutados del proceso AS-IS. Destacan las tareas clínicas de mayor frecuencia (*Entrevistar paciente, Examen clínico general, Plan de tratamiento, Pasar al sillón dental*; 129 instancias cada una) y las actividades administrativas previas (*Buscar historia clínica, 78; Crear historia clínica, 51*), que anticipan un cuello de botella documental. La **Figura 2** presenta la vista general del diagrama BPMN validado, donde se aprecian los enrutamientos principales desde *Solicitar atención* hasta *Facturación y cierre*.

4.2.1.2 Nivel 2: Análisis del tiempo (AS-IS)

Tabla 6. Métricas de tiempo por elemento del proceso AS-IS ($n=150$ iteraciones)

NOMBRE	TIPO	INSTANCIAS COMPLETADAS	INSTANCIAS INICIADAS	TIEMPO MÍNIMO (M)	TIEMPO MÁXIMO (M)	TIEMPO PROMEDIO (M)	TIEMPO TOTAL (M)
PROCESO DE ATENCIÓN DE PACIENTES	Proceso	150	150	6.73333	33	104.2362	15635.4
¿Agenda libre?	Compuerta	70	70	3333333	155.6	2222222	3333333
¿Paciente nuevo?	Compuerta	129	129			2	33
Atender e informar telf.	Tarea	6	6	2.41666	66	2.416666	14.5
Atender e informar virtual	Tarea	51	51	4.69999	99	4.7	239.7
Atender e informar personalmente	Tarea	18	18	4.73333	32	4.733333	85.2
¿Confirma atención?	Compuerta	57	57	3333333	3	3333333	
Compuerta de decisión	Compuerta	129	129				
Compuerta de decisión	Compuerta	129	129				

Cancelar proceso	Evento de Fin	5					
			70	2.683333	2.683333	2.683333	187.833
Consultar agenda	Tarea	70	33333333	33333333	33333333	33333333	33333333
			33	4	3	33	
Esperar turno de atención	Tarea	54	2.333333	2.333333	2.333333		
			54	33333333	33333333	33333333	
			33	4	3	126	
Buscar historia clínica	Tarea	78		4.650000	0000000		
			78	4.65	1	4.65	362.7
Entrevistar paciente	Tarea	129		9.199999		9.200000	
			129	99999999		0000000	
			99	9.2	2	1186.8	
¿Consentimiento informado?	Compue rta	129	129				
¿Acepta?	Compue rta	123	123				
¿Requiere tratamiento inmediato?	Compue rta	102	102				
¿Requiere continuar tratamiento?	Compue rta	79	79				
Pagar servicio	Tarea	102		3.799999	3.800000	3.800000	387.600
			102	99999999	0000000	0000000	0000000
			98	1	1	01	
Compuerta de decisión	Compue rta	102	102				
Registra transacción	Tarea	102		2.466666	2.466666	2.466666	
			102	66666666	66666666	66666666	
			64	7	6	251.6	
Emitir comprobante de pago	Tarea	102		3.733333	3.733333	3.733333	
			102	33333333	33333333	33333333	
			32	5	3	380.8	
Cancelar proceso	Evento de Fin	27					
Fin	Evento de Fin	102					

Solicitar confirmación	Tarea	57	57	2.03333 3333333 33	2.033333 3333333 3	2.033333 3333333 3	115.9
Pasar a sala de espera	Tarea	54	54	1.13333 3333333 33	1.133333 3333333 4	1.133333 3333333 3	61.2000 0000000 01
Consultar en otro local	Tarea	24	24	4.4	4.40000 0000000 1	4.4	105.6
¿Disponible?	Compuerta	24	24				
Transferir	Tarea	16	16	2.56666 6666666 66	2.566666 6666666 8	2.566666 6666666 7	41.0666 6666666 67
fin	Evento de Fin	16					
Compuerta de decisión	Compuerta	57	57				
Verificar agenda	Tarea	75	75	2.68333 3333333 33	2.683333 3333333 4	2.683333 3333333 4	201.25
¿Acepta?	Compuerta	17	17				
Compuerta de decisión	Compuerta	8	8				
Programar cita de atención	Tarea	54	54	2.41666 6666666 66	2.416666 6666666 7	2.416666 6666666 7	130.5
Enviar Tarjeta de control e Historia clínica	Tarea	129	129	1.59999 9999999 99	1.59999 9999999 1.6	1.59999 9999999 1.6	206.4
Recibe Historia y tarjeta de control	Tarea	129	129	1.59999 9999999 99	1.59999 9999999 1.6	1.59999 9999999 1.6	206.4
Elaborar Tarjeta de control	Tarea	51	51	3.78333 3333333 33	3.783333 3333333 4	3.783333 3333333 3	192.95

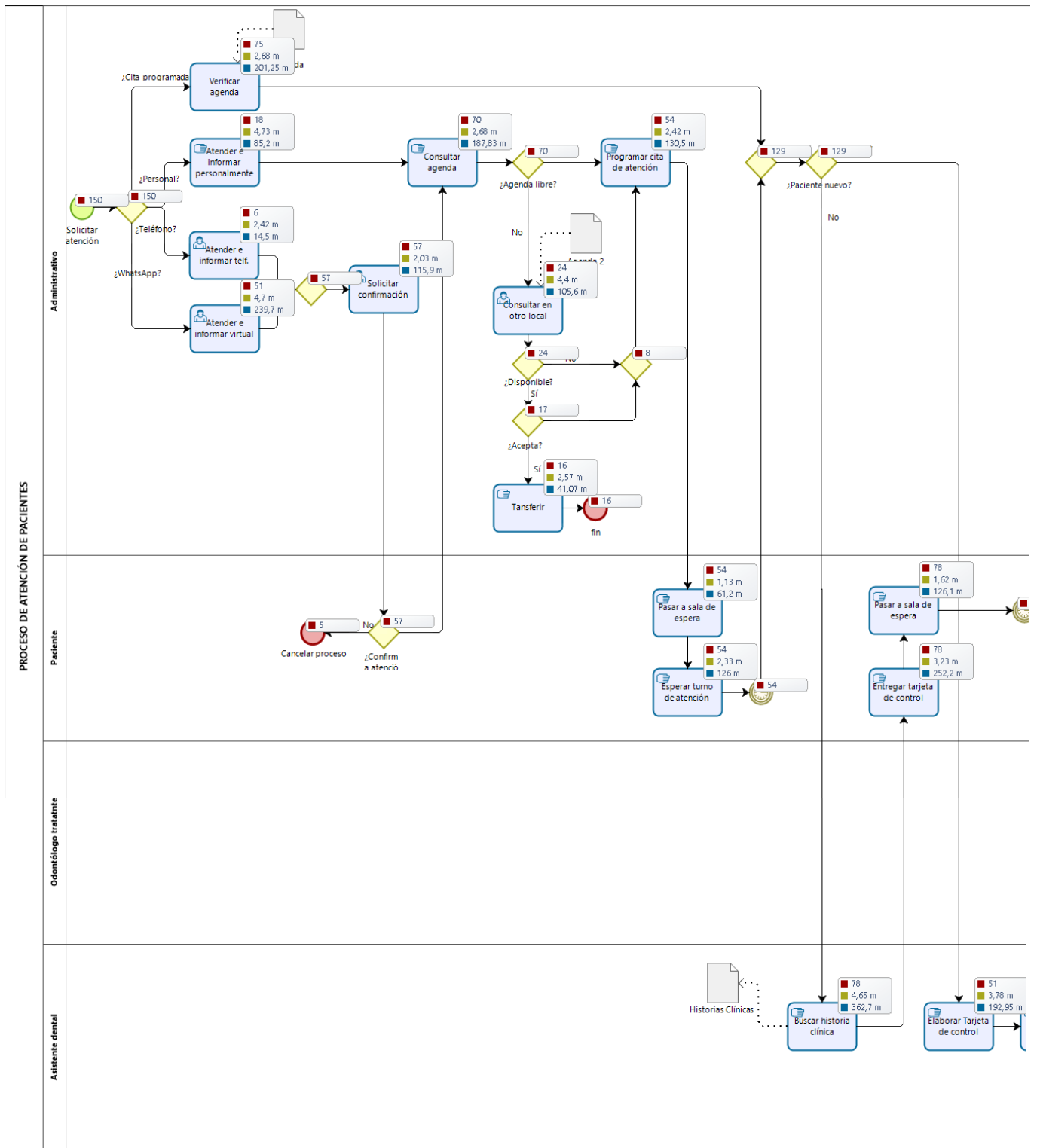
				4.34999				
			51	99999999				
Crear Historia clínica	Tarea	51		99	4.35	4.35	221.85	
					1.61666	1.616666	1.616666	
			78	6666666	6666666	6666666		
Pasar a sala de espera	Tarea	78		66	7	7	126.1	
					3.23333	3.233333	3.233333	
			78	3333333	3333333	3333333		
Entregar tarjeta de control	Tarea	78		32	3	3	252.2	
Pasar al sillón dental	Tarea	129	129	1.5	1.5	1.5	193.5	
					4.96666	4.966666	4.966666	640.700
Diagnóstico definitivo	Tarea	129	129	6666666	6666666	6666666	0000000	
				65	7	8	02	
					6.24999	6.250000		
			129	9999999	0000000			
Realizar exámenes auxiliares	Tarea	129		99	1	6.25	806.25	
					6.46666	6.466666	6.466666	795.400
			123	6666666	6666666	6666666	0000000	
Elaborar presupuesto	Tarea	123		65	7	8	02	
					10.9166	10.91666	10.91666	
			129	6666666	6666666	6666666		
Explicar Plan de tratamiento	Tarea	129		67	7	7	1408.25	
					3.93333	3.933333	3.933333	
			123	3333333	3333333	3333333		
Acordar forma de pago	Tarea	123		32	4	4	483.8	
					0.61666	0.616666	0.616666	62.9000
			102	6666666	6666666	6666666	0000000	
Paciente se retira	Tarea	102		66	74	73	07	
					3.26666	3.266666	3.266666	209.066
			64	6666666	6666666	6666666	6666666	
Programar nueva cita	Tarea	64		65	8	8	67	
Solicitar atención	Evento de inicio	150						
Compuerta de decisión	Compuerta	150	150					
Espera / Temporizador	Evento intermedio	54	54					

Espera / Temporizador	Evento intermedio	78	78				
Examen Clínico general	Tarea	129	129	10.15	10.15	10.15	1309.35
				4.466666	4.466666	4.466666	576.200
Plan de tratamiento	Tarea	129	129	66666666	66666666	66666666	0000000
				65	7	8	02
				51.46666	51.46666	51.46666	4065.86
Tratamiento	Tarea	79	79	66666666	66666666	66666666	66666666
				66	7	7	67

Fuente: Bizagi Modeler – Simulación AS-IS (Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga), 2025.

Según la Tabla 6, el tiempo de ciclo promedio del AS-IS fue 104.24 min (mín. 6.73, máx. 155.60). Entre las tareas clínicas recurrentes destacan Explicar plan de tratamiento (10.92 min, $\approx 10.5\%$ del ciclo medio), Examen clínico general (10.15 min, $\approx 9.7\%$) y Entrevistar paciente (9.20 min, $\approx 8.8\%$). Las micro-tareas administrativas previas (Buscar historia clínica, 4.65 min; Crear historia clínica, 4.35 min) suman $\approx 8.6\%$ del ciclo, anticipando un cuello de botella documental. Cuando aplica, Tratamiento es la actividad de mayor duración media (51.47 min, $n=79$) y el mayor tiempo total acumulado (4065.87 min). Se confirma que el tiempo estándar para la actividad de Tratamiento es de 51.47 minutos, valor derivado directamente de la media observada en campo ($n=34$) y utilizado consistentemente en todos los niveles de simulación y cálculos de costo unitario.

Figura 3. Mapa BPMN AS-IS con métricas de tiempo por tarea (n = 150 iteraciones)



Fuente: Elaboración propia a partir del Bizagi.

Como se aprecia en la Figura 3, los mayores tiempos promedio se concentran en el núcleo clínico (entrevista, examen y explicación del plan), mientras que en el tramo administrativo destacan buscar/crear historia clínica, coherente con lo observado en la Tabla 5.

4.2.1.3 Nivel 3: Recursos

Tabla 7. Utilización y estructura de costos por recurso en el escenario AS-IS (n = 150 iteraciones)

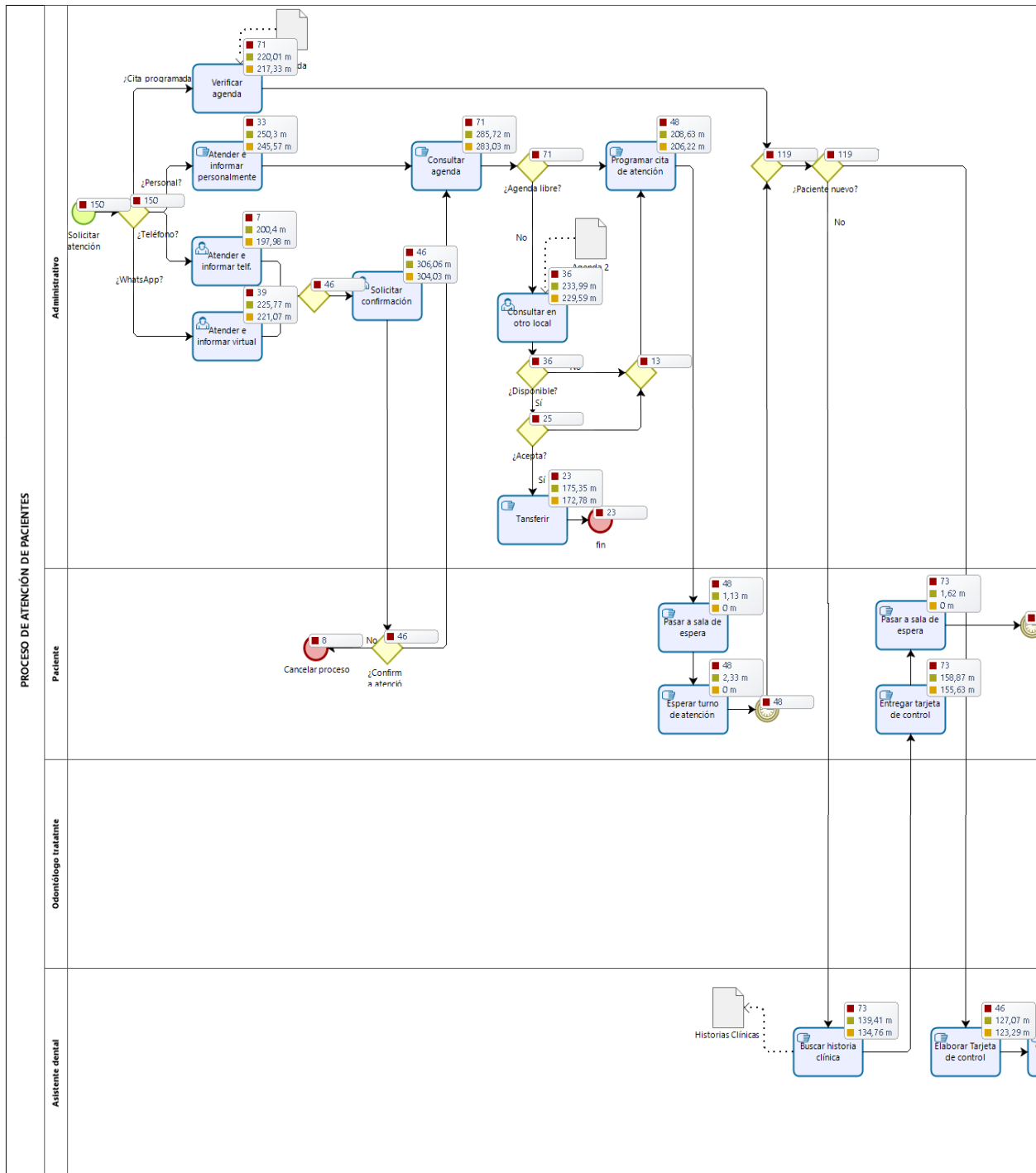
RECURSO	USO	COSTO FIJO TOTAL	COSTO UNITARIO TOTAL	COSTO TOTAL
Odontólogo	55.49%	0	S/ 3,617.88	S/ 3,617.88
Paciente	0.20%	0	S/ -	S/ -
Administrativo	27.11%	0	S/ 196.43	S/ 196.43
Asistente dental	71.17%	0	S/ 1,031.29	S/ 1,031.29
Sillón dental	49.90%	186	S/ -	S/ 186.00
Equipo Rayos X	94.46%	186	S/ -	S/ 186.00
Instrumental dental	85.90%	67	S/ -	S/ 67.00
Equipos complementarios	28.63%	67	S/ -	S/ 67.00
Alquiler	6.29%	1200	S/ -	S/ 1,200.00
Servicios	6.29%	300	S/ -	S/ 300.00
Publicidad	6.29%	150	S/ -	S/ 150.00

Mantenimiento	6.29%	150	S/ -	S/ 150.00
Seguros	6.29%	150	S/ -	S/ 150.00
Material Odontológico	6.29%	900	S/ -	S/ 900.00
TOTAL:		S/ 3,356.00	S/ 4,845.60	S/ 8,201.60

Fuente: Matriz TDABC y parámetros de recursos – AS-IS (Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga), 2025.

De acuerdo con la Tabla 7 el costo total del proceso AS-IS asciende a S/ 8,201.60, compuesto por S/ 4,845.60 (59.1%) de costos tiempo-dependientes (RR.HH.) y S/ 3,356.00 (40.9%) de costos fijos/activos. El mayor impulsor de costo es el Odontólogo (S/ 3,617.88; 44.1% del total), seguido del Asistente dental (S/ 1,031.29; 12.6%) y del Alquiler (S/ 1,200.00; 14.6%). Aunque el Equipo de Rayos X presenta alta utilización (94.46%), su peso en el costo total es bajo (S/ 186.00; 2.3%) por tratarse de un componente fijo ya distribuido; en contraste, la carga administrativa directa es menor en costo (Administrativo S/ 196.43; 2.4%), pero su presencia en tareas previas (búsqueda/creación de HC) retarda el inicio clínico, impactando la utilización del Sillón dental (49.90%) y del Odontólogo (55.49%). Esta estructura sugiere que cualquier reducción de tiempos administrativos y de retrasos documentales mejorará simultáneamente la utilización clínica y el costo unitario.

Figura 4. Tramo administrativo del proceso AS-IS (vista parcial): tareas de “Buscar historia clínica” y “Elaborar tarjeta de control” con métricas de tiempo



Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler a partir de la simulación AS-IS (Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga), 2025.

Como se aprecia en la Figura 4, el cuello de botella previo al acto clínico se ubica en las tareas administrativas de búsqueda/gestión de la historia clínica y elaboración de la tarjeta de

control. Este hallazgo es consistente con la Tabla 7, donde dichas microtarefas acumulan tiempos relevantes y explican parte de la variabilidad del ciclo observada en el AS-IS.

4.2.1.4 Nivel 4: Calendarios

Tabla 8. *Utilización sobre calendario y costos por recurso en el escenario AS-IS*

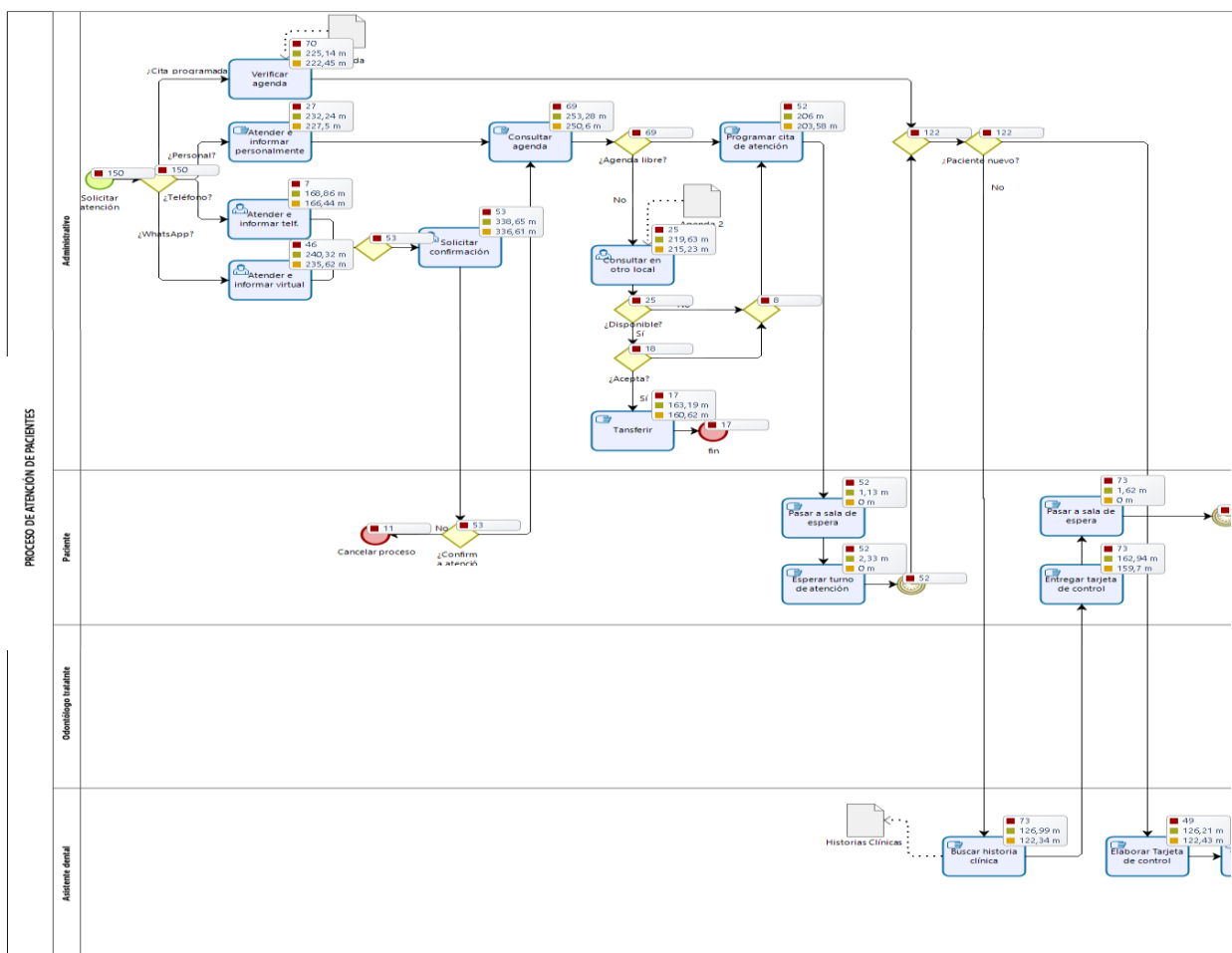
RECURSO	USO	COSTO FIJO TOTAL	COSTO UNITARIO TOTAL	COSTO TOTAL
Odontólogo	12.61 %	0	3820.075	3820.075
Paciente	0.05 %	0	0	0
Administrativo	5.92 %	0	213.1305556	213.1305556
Asistente dental	15.98 %	0	1094.629167	1094.629167
Sillón dental	10.72 %	194	0	194
Equipo Rayos X	20.34 %	194	0	194
Instrumental dental	18.58 %	72	0	72
Equipos complementarios	6.19 %	72	0	72
Alquiler	1.27 %	1200	0	1200
Servicios	1.27 %	300	0	300
Publicidad	1.27 %	150	0	150
Mantenimiento	1.27 %	150	0	150
Seguros	1.27 %	150	0	150
Material Odontológico	1.27 %	900	0	900

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 8 muestra la utilización sobre calendario de los recursos en el AS-IS: el odontólogo trabaja efectivamente el 12.61% del tiempo programado, el asistente el 15.98% y

el sillón el 10.72%; en contraste, el equipo de RX alcanza 20.34%. Esta baja ocupación clínica es coherente con los tiempos administrativos previos (búsqueda/creación de historia clínica, traslado de documentos), que prolongan el inicio de la atención y generan tiempos ociosos en los recursos críticos. En costos, persiste el predominio de los RR.HH. clínicos (odontólogo y asistente), mientras que los costos fijos (alquiler, materiales, servicios) mantienen un peso estable. Estos patrones de subutilización explican por qué mejoras en el tramo administrativo tendrían impacto directo en la eficiencia y el costo unitario del proceso.

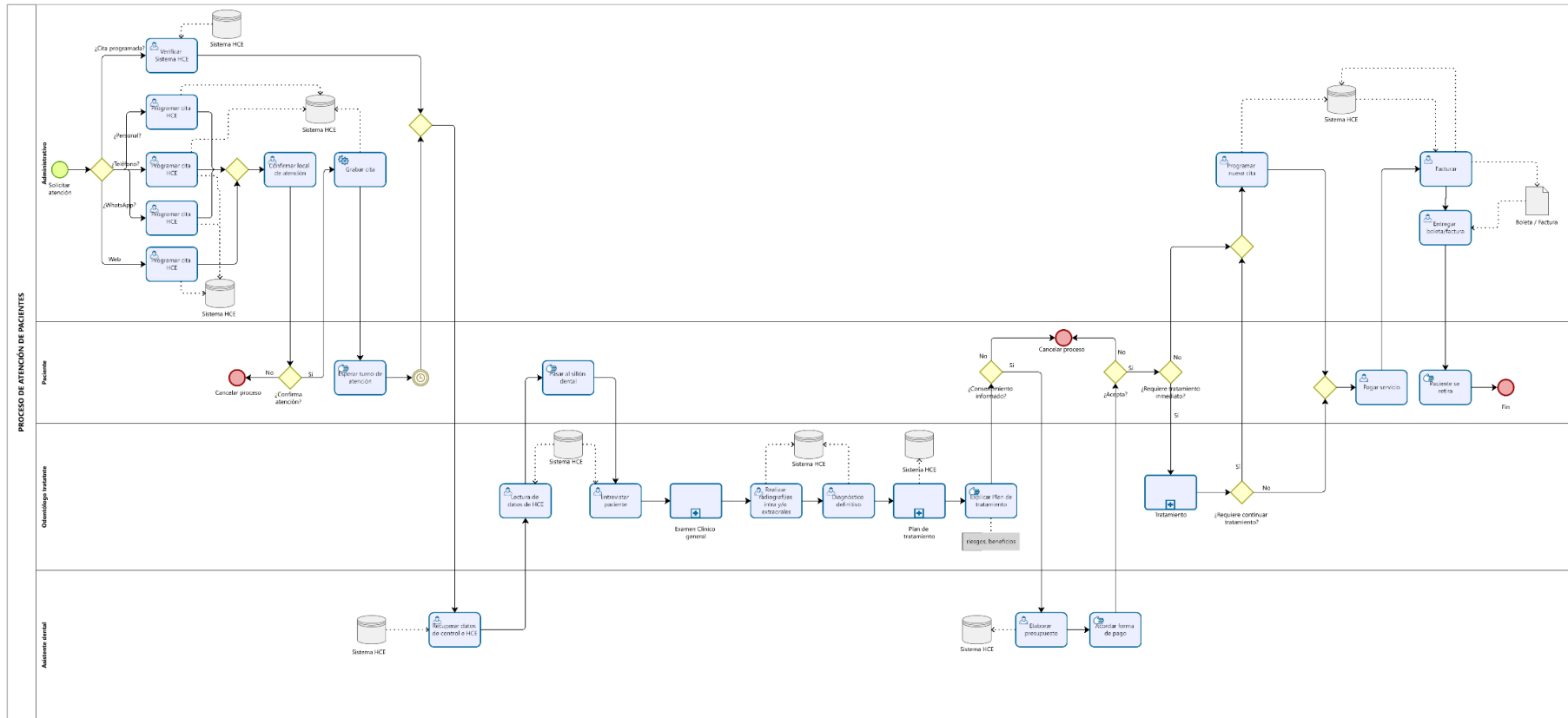
Figura 5. Mapa del proceso AS-IS con configuración de turnos, bloques y pausas



Fuente: Elaboración propia con Bizagi Modeler/BPSim, Nivel 4 – Calendarios (Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga), 2025.

Como se aprecia en la Figura 5, la configuración de calendarios y llegadas del AS-IS explica la subutilización clínica observada, especialmente antes del inicio del acto odontológico.

4.2.2 Figura 6: Modelo “TO BE” (modelo propuesto para la implementación del Sistema)



4.2.2.1 Nivel 1: Validación modelo TO BE

Tabla 9. Elementos BPMN del proceso de atención (TO-BE con HCE): tipo e instancias completadas ($n = 150$)

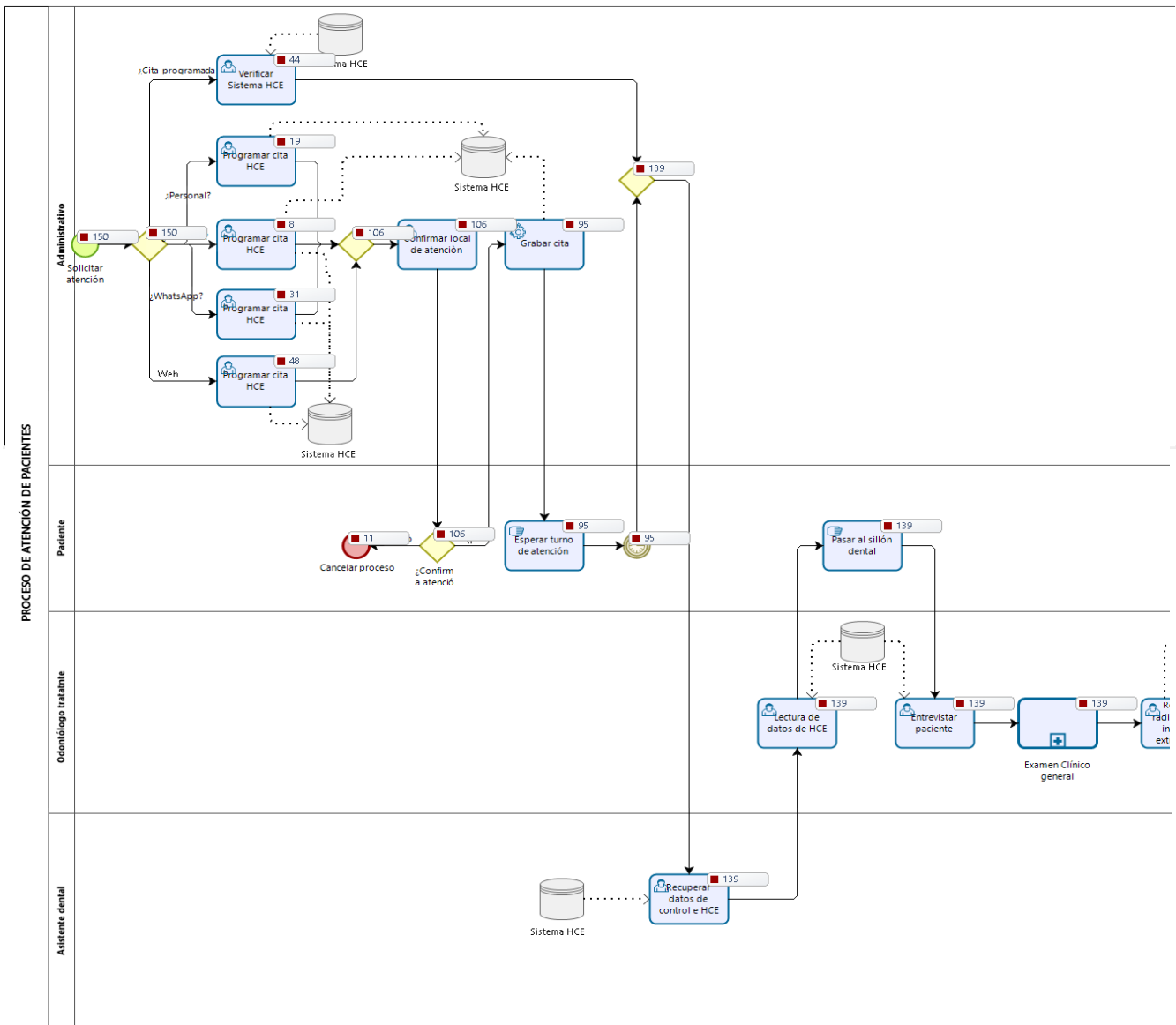
Nombre	Tipo	Instancias completadas
PROCESO DE ATENCIÓN DE PACIENTES	Proceso	150
Programar cita HCE	Tarea	8
¿Confirma atención?	Compuerta	106
Compuerta de decisión	Compuerta	139
Cancelar proceso	Evento de Fin	11
Esperar turno de atención	Tarea	95
Entrevistar paciente	Tarea	139
¿Consentimiento informado?	Compuerta	139
¿Acepta?	Compuerta	135
¿Requiere tratamiento inmediato?	Compuerta	114
¿Requiere continuar tratamiento?	Compuerta	93
Programar cita HCE	Tarea	31
Pagar servicio	Tarea	114
Compuerta de decisión	Compuerta	114
Facturar	Tarea	114
Cancelar proceso	Evento de Fin	25
Fin	Evento de Fin	114
Confirmar local de atención	Tarea	106
Pasar al sillón dental	Tarea	139
Realizar radiografías	Tarea	139
Explicar Plan de tratamiento	Tarea	139
Acordar forma de pago	Tarea	135
Paciente se retira	Tarea	114
Solicitar atención	Evento de inicio	150
Compuerta de decisión	Compuerta	150

Verificar Sistema HCE	Tarea	44
Programar cita HCE	Tarea	19
Compuerta de decisión	Compuerta	106
Programar cita HCE	Tarea	48
Grabar cita	Tarea	95
Recuperar datos de control e HCE	Tarea	139
Lectura de datos de HCE	Tarea	139
Diagnóstico definitivo	Tarea	139
Elaborar presupuesto	Tarea	135
Programar nueva cita	Tarea	76
Compuerta de decisión	Compuerta	76
Entregar boleta/factura	Tarea	114
Espera / Temporizador	Evento intermedio	95
Examen Clínico general	Tarea	139
Plan de tratamiento	Tarea	139
Tratamiento	Tarea	93

Fuente: Elaboración propia con Bizagi Modeler/BPSim – Simulación TO-BE (HCE) en Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga, 2025.

Según la Tabla 9, en el TO-BE las tareas clínicas recurrentes (*Entrevistar paciente, Examen clínico general, Plan de tratamiento, Pasar al sillón dental*) mantienen 139 ejecuciones, mientras que el tramo administrativo se reconfigura alrededor de *Verificar sistema HCE, Recuperar/Lectura de datos de HCE* y *Grabar cita*, sustituyendo *búsqueda/creación de HC física*. Esto anticipa una menor fricción documental respecto al AS-IS y prepara el análisis de tiempos y costos del escenario digital.

Figura 7. Diagrama BPMN del proceso de atención (TO-BE con HCE) – vista general



Fuente: Elaboración propia con Bizagi Modeler/BPSim a partir de la reingeniería del proceso (Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga), 2025.

Como se observa en la Figura 7, el TO-BE reconfigura el tramo administrativo alrededor del sistema HCE (verificación, recuperación y lectura de datos), sustituyendo la búsqueda/creación de HC física y simplificando el enrutamiento previo al sillón.

4.2.2.2 Nivel 2: Análisis del tiempo TO BE

Tabla 10. Métricas de tiempo por elemento del proceso (TO-BE con HCE): mínimo, máximo, promedio y total (min) ($n = 150$ iteraciones)

Nombre	Tipo	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo (m)	Tiempo máximo (m)	Tiempo promedio (m)	Tiempo total (m)
PROCESO DE ATENCIÓN DE PACIENTES	Proceso	150	150	1	97	71.51	10726.5
Programar cita HCE	Tarea	8	8	2	2	2	16
Programar cita HCE	Tarea	31	31	2	2	2	62
¿Confirma atención?	Compuerta	106	106				
Compuerta de decisión	Compuerta	139	139				
Cancelar proceso	Evento de Fin	11					
Esperar turno de atención	Tarea	95	95	2	2	2	190
Entrevistar paciente	Tarea	139	139	5	5	5	695
¿Consentimiento informado?	Compuerta	139	139				
¿Acepta?	Compuerta	135	135				
¿Requiere tratamiento inmediato?	Compuerta	114	114				
¿Requiere continuar tratamiento?	Compuerta	93	93				
Pagar servicio	Tarea	114	114	2	2	2	228
Compuerta de decisión	Compuerta	114	114				
Facturar	Tarea	114	114	2	2	2	228
Cancelar proceso	Evento de Fin	25					
Fin	Evento de Fin	114					
Confirmar local de atención	Tarea	106	106	1	1	1	106
Pasar al sillón dental	Tarea	139	139	1	1	1	139
Realizar radiografías	Tarea	139	139	5	5	5	695

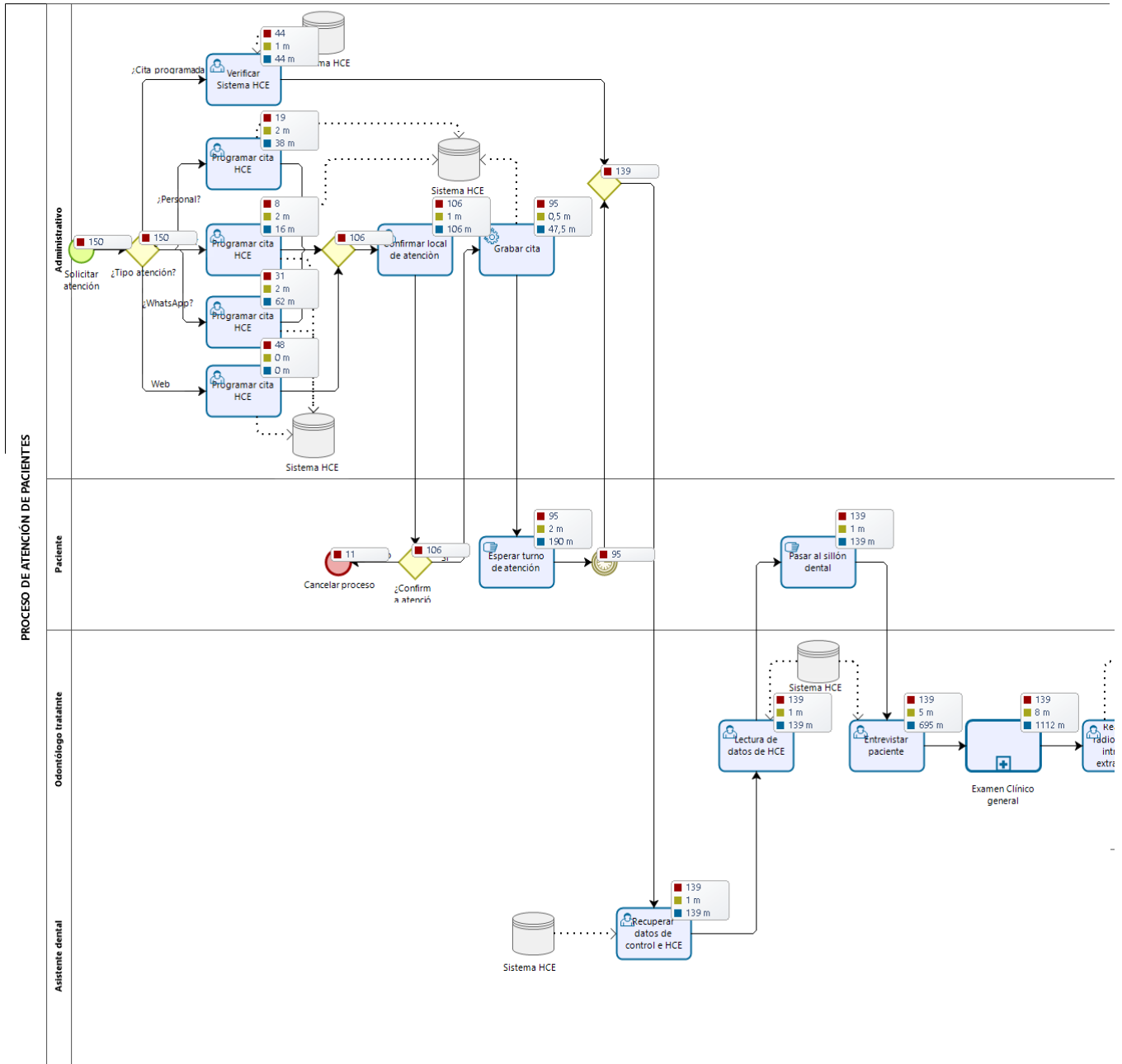
Explicar Plan de tratamiento	Tarea	139	139	5	5	5	695
Acordar forma de pago	Tarea	135	135	3	3	3	405
Paciente se retira	Tarea	114	114	0	0	0	0
Solicitar atención	Evento de inicio	150					
¿Tipo atención?	Compuerta	150	150				
Verificar Sistema HCE	Tarea	44	44	1	1	1	44
Programar cita HCE	Tarea	19	19	2	2	2	38
Compuerta de decisión	Compuerta	106	106				
Programar cita HCE	Tarea	48	48	0	0	0	0
Grabar cita	Tarea	95	95	0.5	0.5	0.5	47.5
Recuperar datos de control e HCE	Tarea	139	139	1	1	1	139
Lectura de datos de HCE	Tarea	139	139	1	1	1	139
Diagnóstico definitivo	Tarea	139	139	3	3	3	417
Elaborar presupuesto	Tarea	135	135	2	2	2	270
Programar nueva cita	Tarea	76	76	1	1	1	76
Compuerta de decisión	Compuerta	76	76				
Entregar boleta/factura	Tarea	114	114	0.5	0.5	0.5	57
Espera / Temporizador	Evento intermedio	95	95				
Examen Clínico general	Tarea	139	139	8	8	8	1112
Plan de tratamiento	Tarea	139	139	2	2	2	278
Tratamiento	Tarea	93	93	50	50	50	4650

Fuente: Elaboración propia con Bizagi Modeler/BPSim – Simulación TO-BE (HCE) en Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga, 2025.

Según la Tabla 10, el tiempo de ciclo promedio TO-BE es 71.51 min, frente a 104.24 min del AS-IS, lo que representa una reducción de -32.73 min (-31.40%) en la duración media por atención. El tramo administrativo se comprime: *Grabar cita* (0.5 min), *Confirmar local* (1 min), *Lectura/Recuperar datos HCE* (1 min c/u) y *Facturar/Entregar comprobante* (2 y 0.5

min), reemplazando *buscar/crear historia física*. El núcleo clínico mantiene duraciones realistas (*Entrevistar* 5 min, *Examen* 8 min, *Plan* 2–5 min), mientras que *Tratamiento* conserva 50 min cuando aplica (n=93). Estos resultados anticipan menor fricción documental y menor variabilidad del ciclo en el escenario digital.

Figura 8. Mapa BPMN del proceso de atención (TO-BE con HCE) con métricas de tiempo por tarea (min-prom-máx) e instancias (n = 150)



Fuente: Elaboración propia con Bizagi Modeler/BPSim a partir del escenario TO-BE

(Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga), 2025.

En la Figura 8 se observa la compresión del tramo administrativo en el TO-BE (p. ej., *Grabar cita* 0.5 min; *Lectura/Recuperar datos de HCE* 1 min), coherente con la reducción del tiempo de ciclo promedio reportada en la Tabla 6.

4.2.2.3 Nivel 3: Recursos TO BE

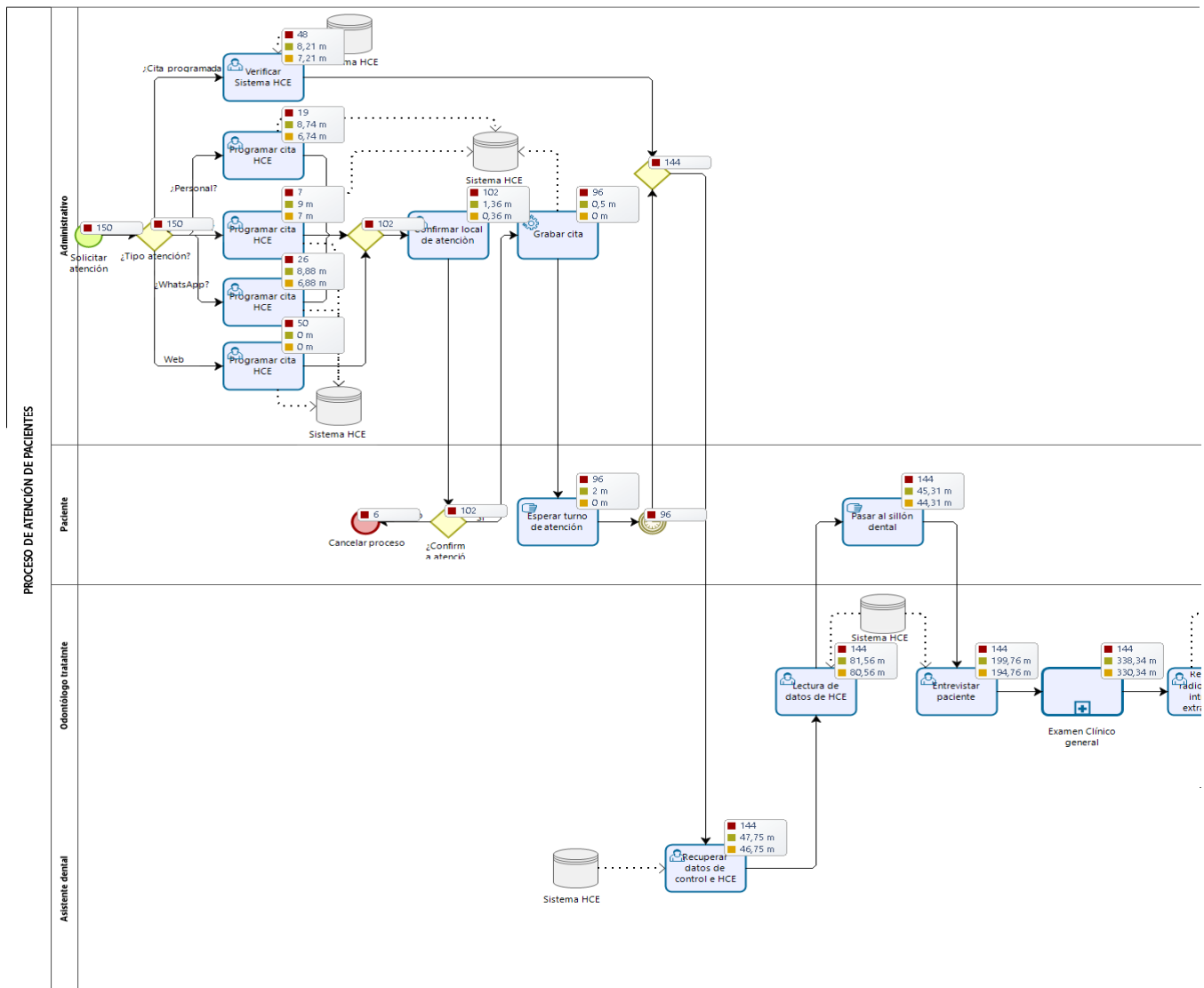
Tabla 11. Utilización y estructura de costos por recurso en el escenario TO-BE (HCE) ($n = 150$ iteraciones)

RECURSO	USO	COSTO FIJO TOTAL	COSTO UNITARIO TOTAL	COSTO TOTAL
Odontólogo	73.83%	0.00	2379.00	2379.00
Paciente	0.31%	0.00	0.00	0.00
Administrativo	9.32%	0.00	100.08	100.08
Asistente dental	58.33%	0.00	626.50	626.50
Sillón dental	45.02%	237.00	0.00	237.00
Equipo Rayos X	83.33%	237.00	0.00	237.00
Instrumental dental	72.15%	93.00	0.00	93.00
Equipos complementarios	24.05%	93.00	0.00	93.00
Alquiler	2.36%	800.00	0.00	800.00
Servicios	2.36%	200.00	0.00	200.00
Publicidad	2.36%	100.00	0.00	100.00
Mantenimiento	2.36%	100.00	0.00	100.00
Seguros	2.36%	100.00	0.00	100.00
Material Odontológico	2.36%	600.00	0.00	600.00
Total		S/ 2,560.00	S/ 3,105.58	S/ 5,665.58

Fuente: Elaboración propia con Bizagi (BPSim) – Simulación TO-BE (HCE) en Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga, 2025.

Según la tabla 11, en el TO-BE, el costo total del proceso es S/ 5,665.58, con S/ 3,105.58 (54.8%) de costos tiempo-dependientes (RR.HH.) y S/ 2,560.00 (45.2%) de costos fijos/activos. Frente al AS-IS (S/ 8,201.60), esto supone una reducción absoluta de S/ 2,536.02 (-30.92%). Los RR.HH. descienden de S/ 4,845.60 a S/ 3,105.58 (-35.91%), con mayor caída en Administrativo (de S/ 196.43 a S/ 100.08) y Asistente (de S/ 1,031.29 a S/ 626.50). Los fijos bajan de S/ 3,356.00 a S/ 2,560.00 (-23.72%), principalmente por optimización de alquiler/materiales en el periodo simulado. En utilización, aumentan Odontólogo (55.49%→73.83%) y Asistente (71.17%→58.33% en proceso; con mayor tiempo efectivo clínico y menor fricción administrativa), mientras el sillón muestra 45.02% de uso del proceso, consistente con el ingreso más fluido al acto clínico. Estos resultados confirman que digitalizar registro/recuperación en HCE traslada minutos desde tareas administrativas a tiempo clínico útil, reduciendo el costo unitario y mejorando la productividad.

Figura 9. Tramo administrativo y núcleo clínico del proceso TO-BE (HCE): mapa BPMN con métricas de tiempo por tarea (min–prom–máx) e instancias (n = 150)



4.2.2.4 Nivel 4: Calendario TO BE

Tabla 12. Utilización sobre calendario y costos por recurso en el escenario TO-BE (HCE) – Nivel 4 (n = 150 iteraciones)

Recurso	Uso	Costo fijo total	Costo unitario total	Costo total
Odontólogo	10.57%	0	2124.25	2124.25
Paciente	0.05%	0	0	0
Administrativo	1.43%	0	95.58333333	95.58333333

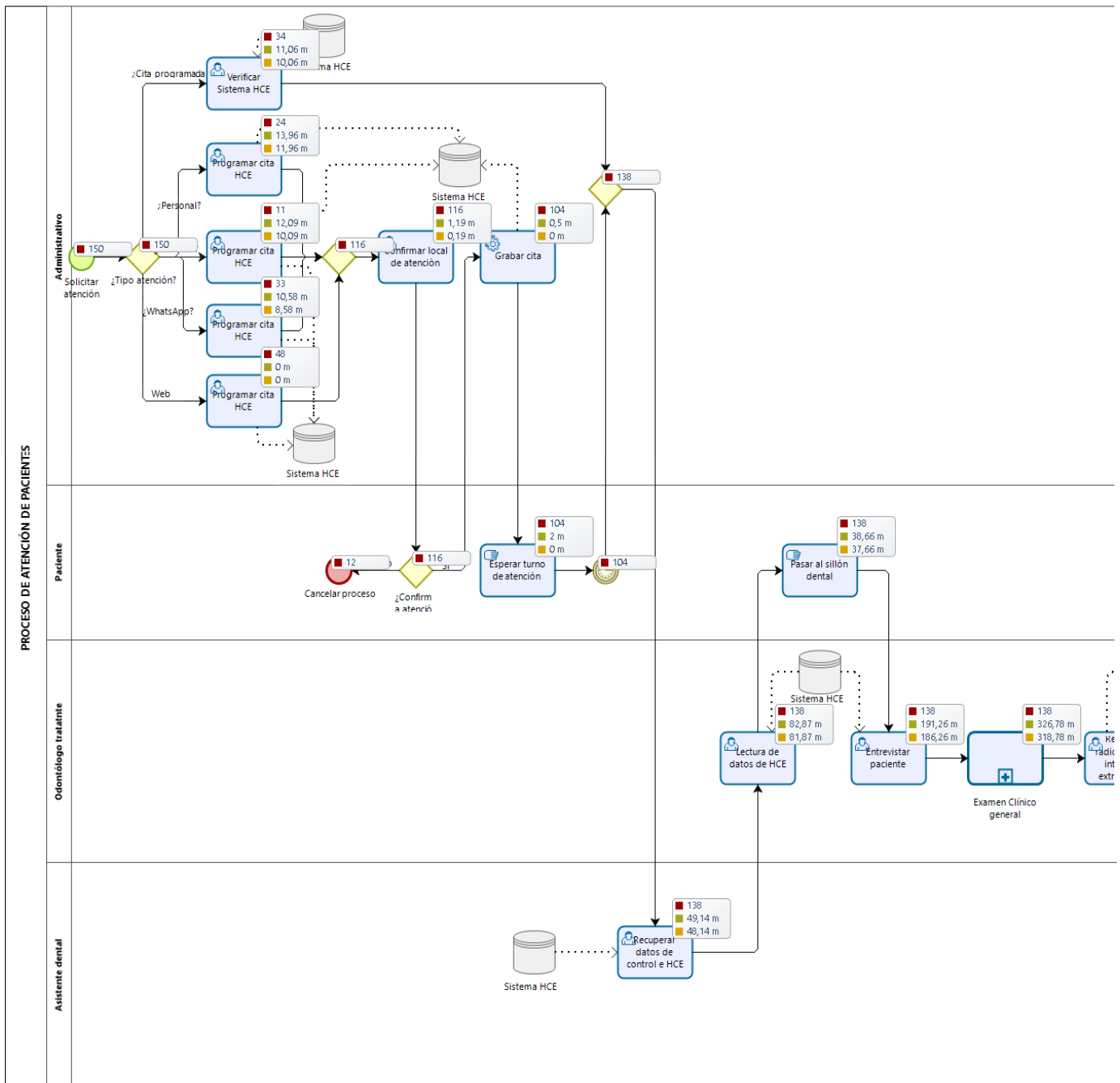
Asistente dental	8.20%	0	549.3333333	549.3333333
Sillón dental	5.73%	215	0	215
Equipo Rayos X	10.51%	215	0	215
Instrumental dental	8.91%	77	0	77
Equipos complementarios	2.97%	77	0	77
Alquiler	0.39%	816	0	816
Servicios	0.39%	204	0	204
Publicidad	0.39%	102	0	102
Mantenimiento	0.39%	102	0	102
Seguros	0.39%	102	0	102
Material Odontológico	0.39%	612	0	612

Fuente: Elaboración propia con salidas de simulación TO-BE (HCE), Nivel 4 – Calendarios.

Según la tabla 12, en el TO-BE (Nivel 4—calendarios) se observa un costo total de S/ 5,291.17, compuesto por S/ 2,769.17 (52.3%) de costos tiempo-dependientes de RR.HH. y S/ 2,522.00 (47.7%) de costos fijos/activos. La utilización sobre calendario de los recursos clínicos es baja: odontólogo 10.57%, asistente 8.20% y sillón 5.73% (RX 10.51%), lo que sugiere que la digitalización comprimió el tiempo de ciclo y liberó capacidad que aún no se aprovecha plenamente bajo la oferta horaria vigente. En términos de estructura, el peso de RR.HH. se concentra en el odontólogo (S/ 2,124.25) y el asistente (S/ 549.33), mientras que la carga administrativa directa se reduce (administrativo S/ 95.58), coherente con la sustitución de búsqueda/registro manual por verificación, lectura y recuperación de HCE. Los fijos más relevantes siguen siendo alquiler (S/ 816) y material odontológico (S/ 612). En conjunto, el TO-BE no solo abarata el proceso, sino que desocupa franjas del calendario clínico; para capturar completamente ese beneficio conviene recalibrar turnos y bloques de citación (p. ej., compactar ventanas, abrir cupos en picos de demanda o aumentar throughput) de modo que la capacidad liberada se traduzca en mayor utilización y productividad. La

diferencia de S/ 374.41 entre el Nivel 3 (Recursos) y el Nivel 4 (Calendarios) se debe a que la simulación de Nivel 4 incorpora las restricciones de horarios reales. Al ser el proceso digital más eficiente, se genera un ahorro adicional al detectar tiempos ociosos que el modelo de recursos fijos no contabiliza, demostrando que la capacidad liberada reduce el costo operativo real proyectado bajo el calendario vigente

Figura 10. Tramo clínico del proceso TO-BE (HCE): mapa BPMN con métricas de tiempo por tarea (min–prom–máx) e instancias (n = 150)



Fuente: Elaboración propia con Bizagi Modeler/BPSim (escenario TO-BE) en Mунident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga, 2025.

La Figura 10 muestra el tramo clínico en TO-BE: el acceso a datos de la HCE (1 min) y el paso al sillón (≈ 1 min) reducen la fricción previa al acto clínico.

Las tareas clínicas centrales (entrevista y examen) mantienen duraciones realistas y estables.

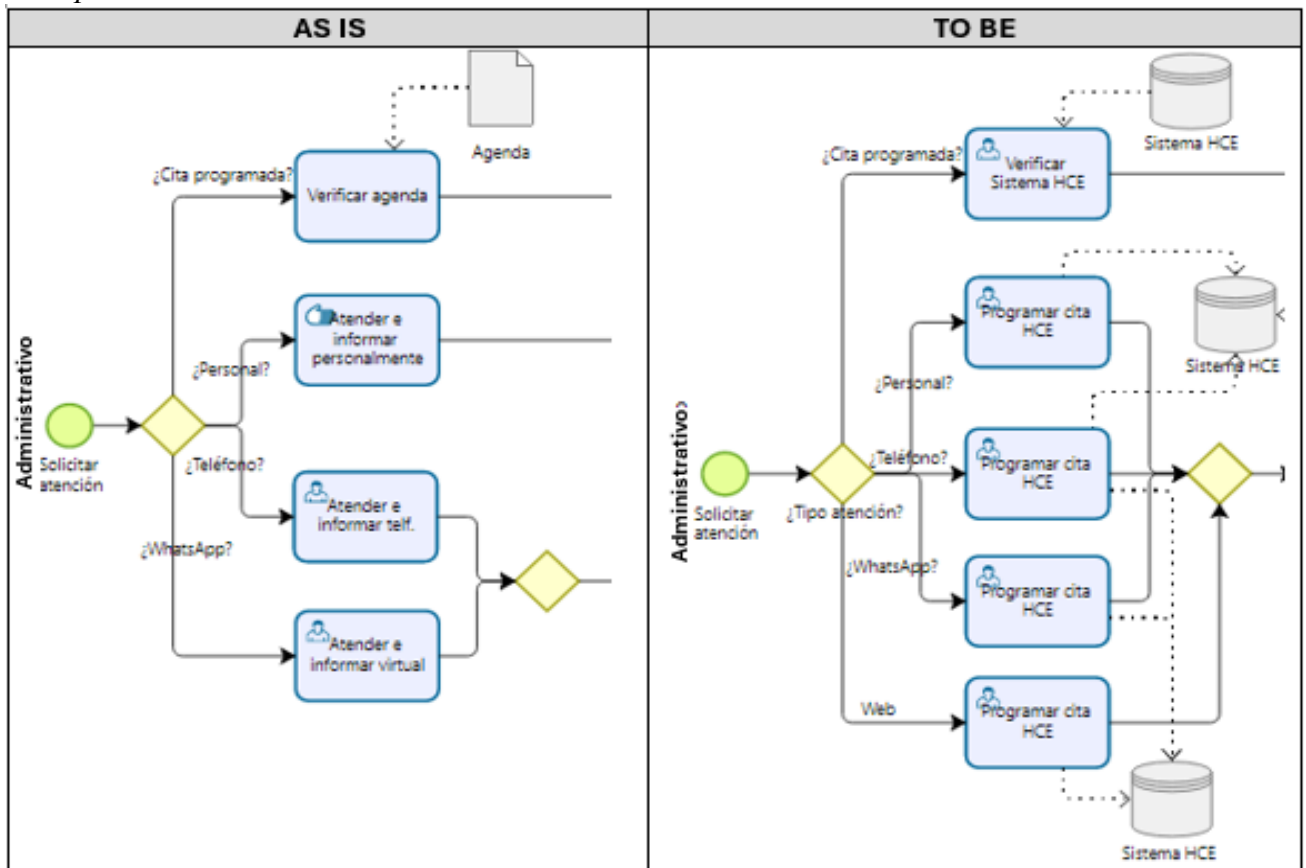
Este encadenamiento más fluido explica la reducción del tiempo de ciclo y la mayor capacidad disponible por turno.

4.2.3 Análisis y optimización del Modelo

4.2.3.1 Mejora N° 1:

Conforme a lo indicado por Freund en el año 2014, la técnica de mejora “**Agregar**”, aunque es una actividad que aumenta el costo de los recursos, en nuestro caso mejora notablemente la calidad del servicio y con esto el grado de satisfacción de cliente (66). Además, la presencia de medio automatizado como el Sistema de HCE permite optimizar las tareas de lectura y grabación o registro.

Figura 11. Tramo administrativo del proceso de atención (admisión y programación): comparación AS-IS vs TO-BE con HCE

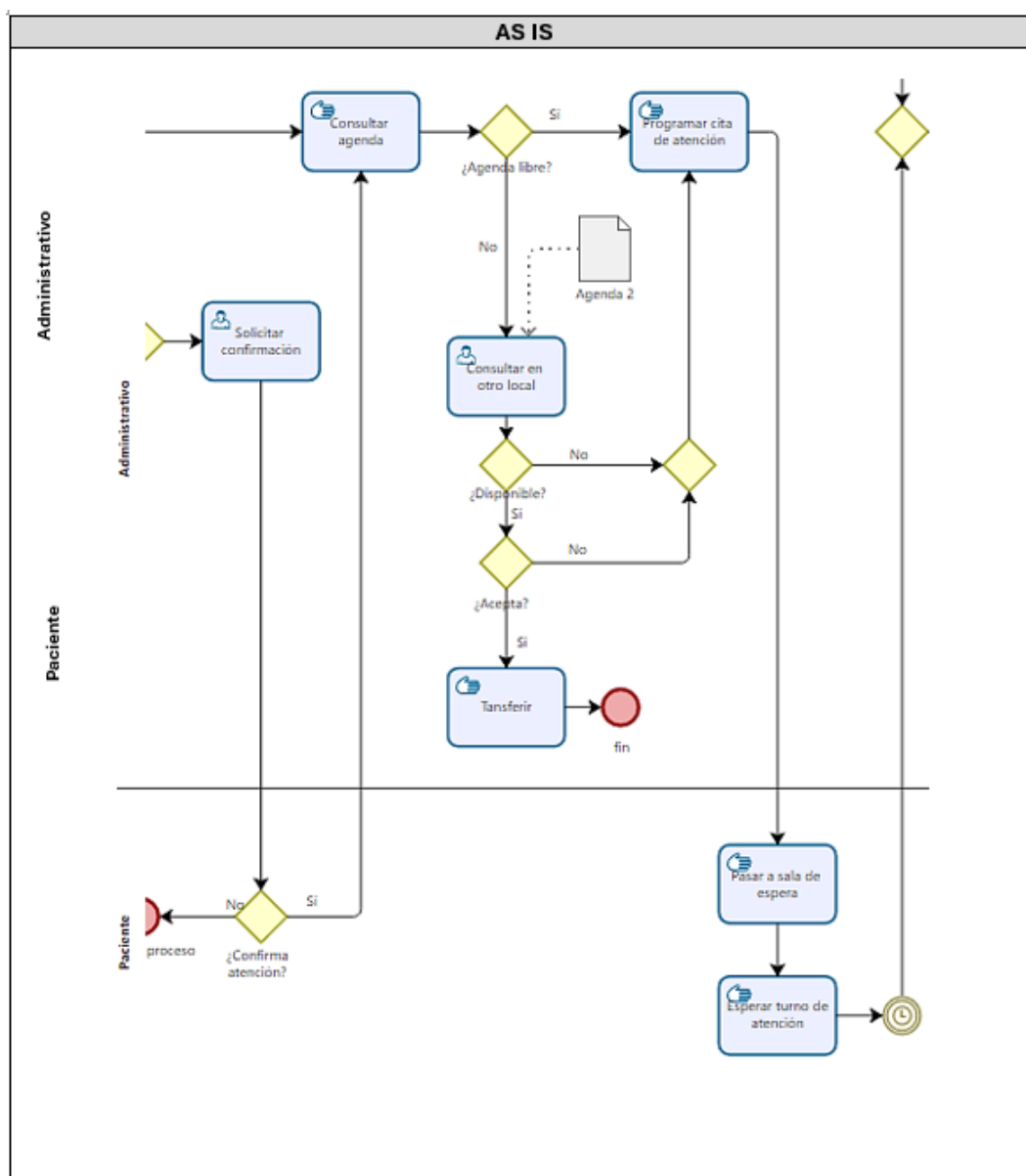


Fuente: Elaboración propia a partir de simulaciones en Bizagi Modeler (BPSim).

Según la figura 11, la implementación de un Sistema de HCE, agrega un nuevo canal de atención a los clientes llamado “Web”, que es la posibilidad que brinda el sistema de programar la cita de atención *on line*. Este canal se agrega a la atención por “cita programada”, “teléfono”, la atención vía “WhatsApp” y la atención en forma “Personal”

4.2.3.2 Mejora N° 2:

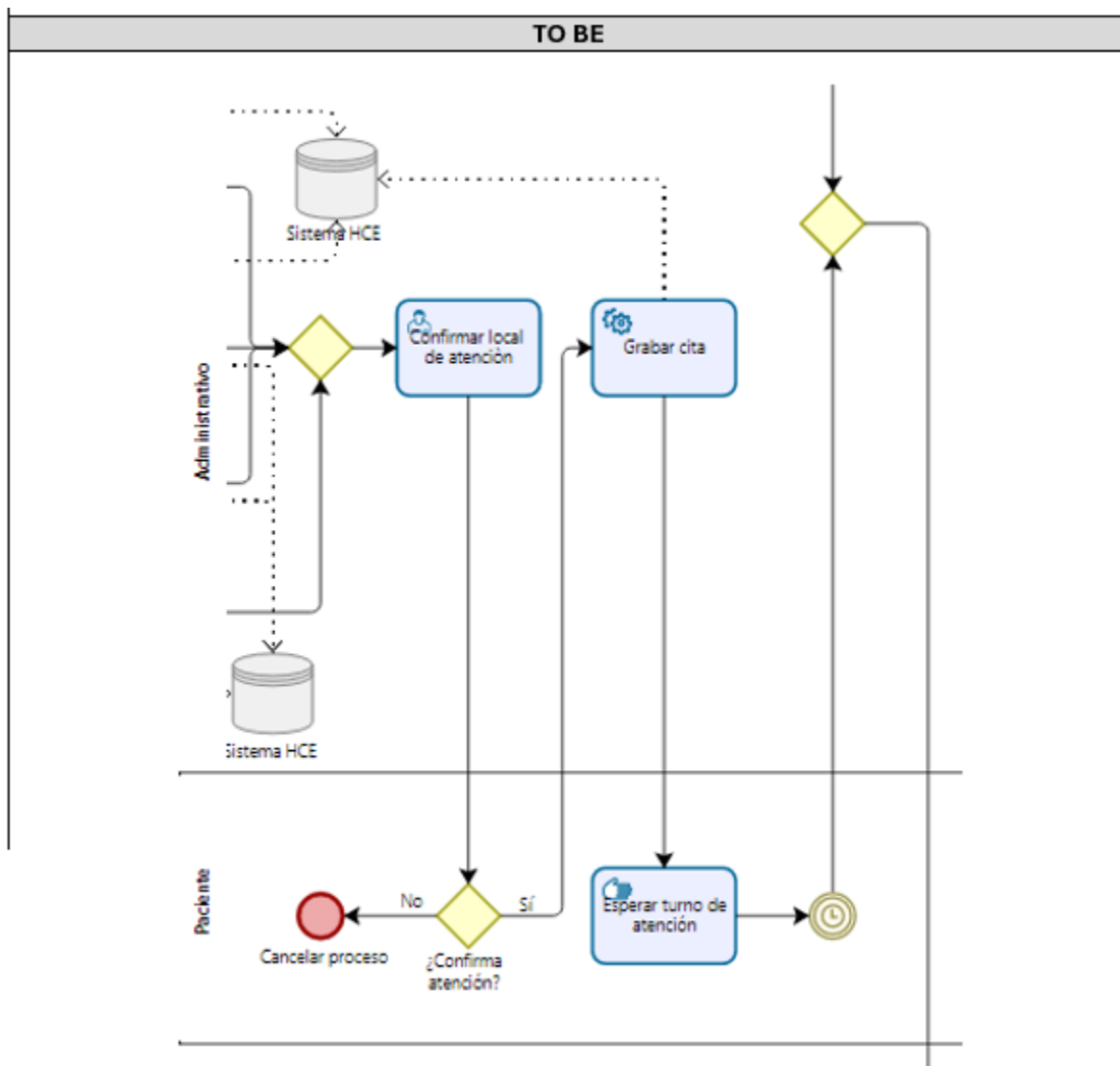
Figura 12. Tramo administrativo del proceso (AS-IS): identificación de “actividad obsoleta” en admisión y registro



Fuente: Elaboración propia a partir de simulaciones en Bizagi Modeler (BPSim).

Según cita, Freund, la técnica de mejora “Actividad obsoleta”, muestra cómo se acorta el ciclo si podemos desistir de una o varias actividades en el proceso (66). Para revisar si encontramos actividades obsoletas tenemos que preguntar en las reuniones de análisis: ¿Qué pasaría si desistimos de esta actividad?

Figura 13. Tramo administrativo del proceso (TO-BE): eliminación de “actividad obsoleta” y centralización de agenda en el HCE

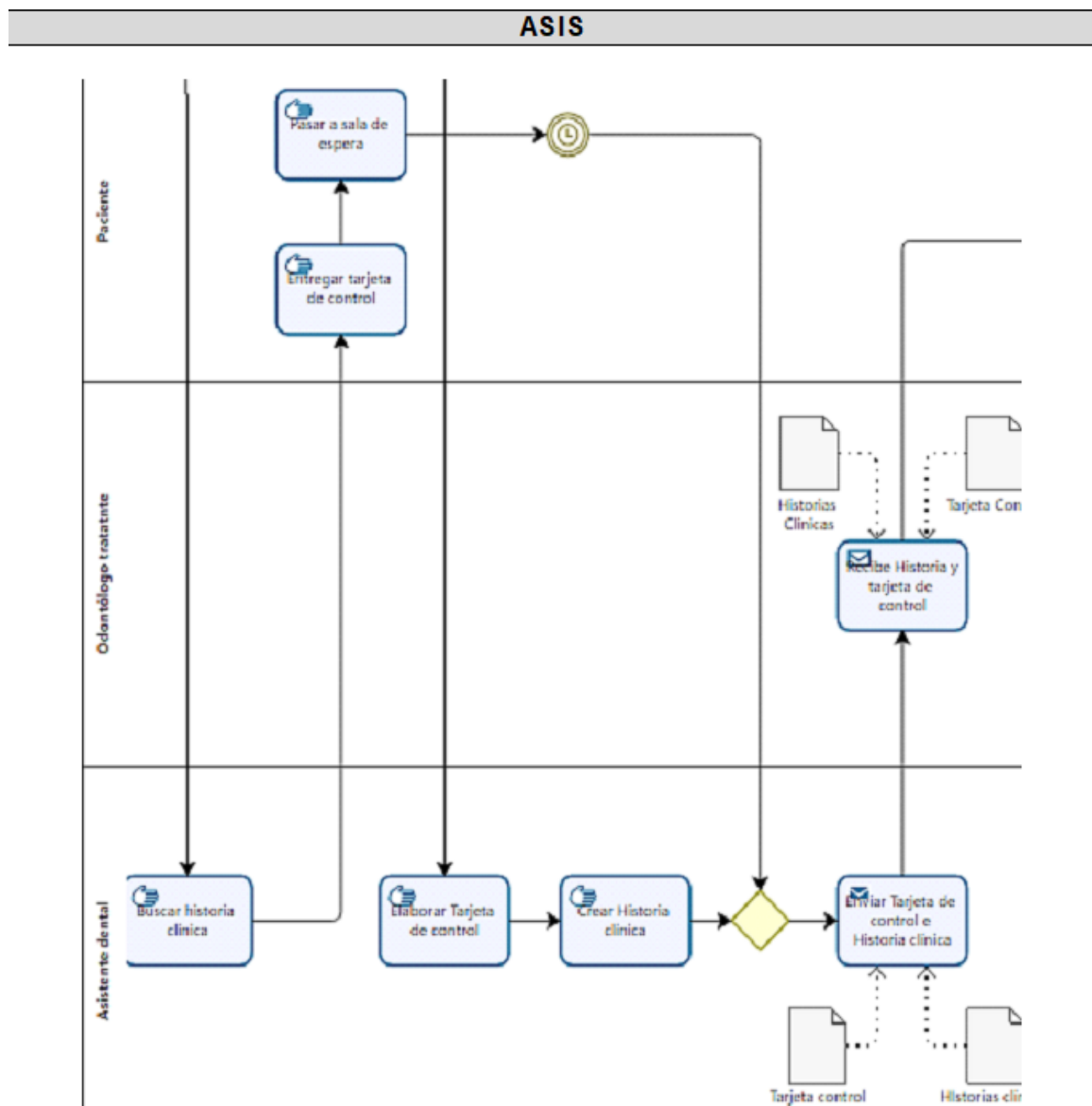


Fuente: Elaboración propia a partir de simulaciones en Bizagi Modeler (BPSim).

Según la figura 12 y 13, la consulta en Agendas descentralizadas de cada local plantea redundancia en las operaciones o tareas para programar la cita de atención. Un Sistema de HCE usa un sólo contenedor de datos o base de datos para mostrar la disponibilidad de atención, con lo cual quedan obsoletas y eliminadas las tareas: Consultar agenda, Consultar en otro local, Transferir, Entregar turno. Con estas eliminaciones se ha simplificado y acelerado el proceso sustancialmente.

4.2.3.3 Mejora N° 3:

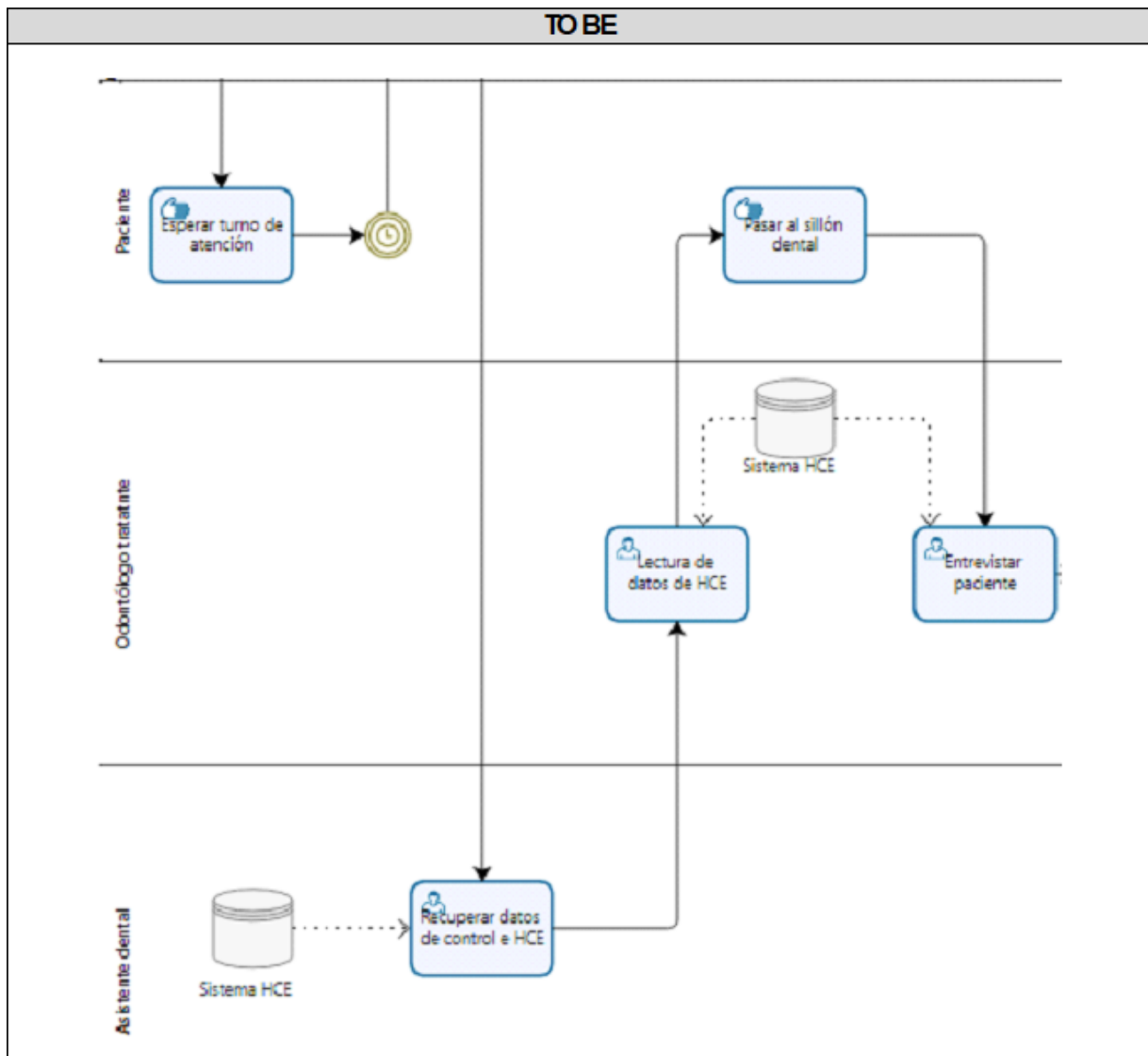
Figura 14. Tramo administrativo (AS-IS): gestión de historia clínica física y “tarjeta de control” — colas, búsqueda y traslado de documentos



Fuente: Elaboración propia a partir de simulaciones en Bizagi Modeler (BPSim).

La referencia que hace Freund, a la técnica de mejora “**Acelerar**”, podemos dotar de mayores recursos la actividad, con lo que logramos agilizar el tiempo de ejecución de esta actividad (66). Este caso representa el típico «cuello de botella», cuando un usuario tiene mucho volumen de trabajo y otras tareas tienen que esperar a la finalización de ésta.

Figura 15. Tramo clínico del proceso (TO-BE): atención con HCE — pasar al sillón, lectura/recuperación de datos y entrevista clínica



Fuente: Elaboración propia a partir de simulaciones en Bizagi Modeler (BPSim).

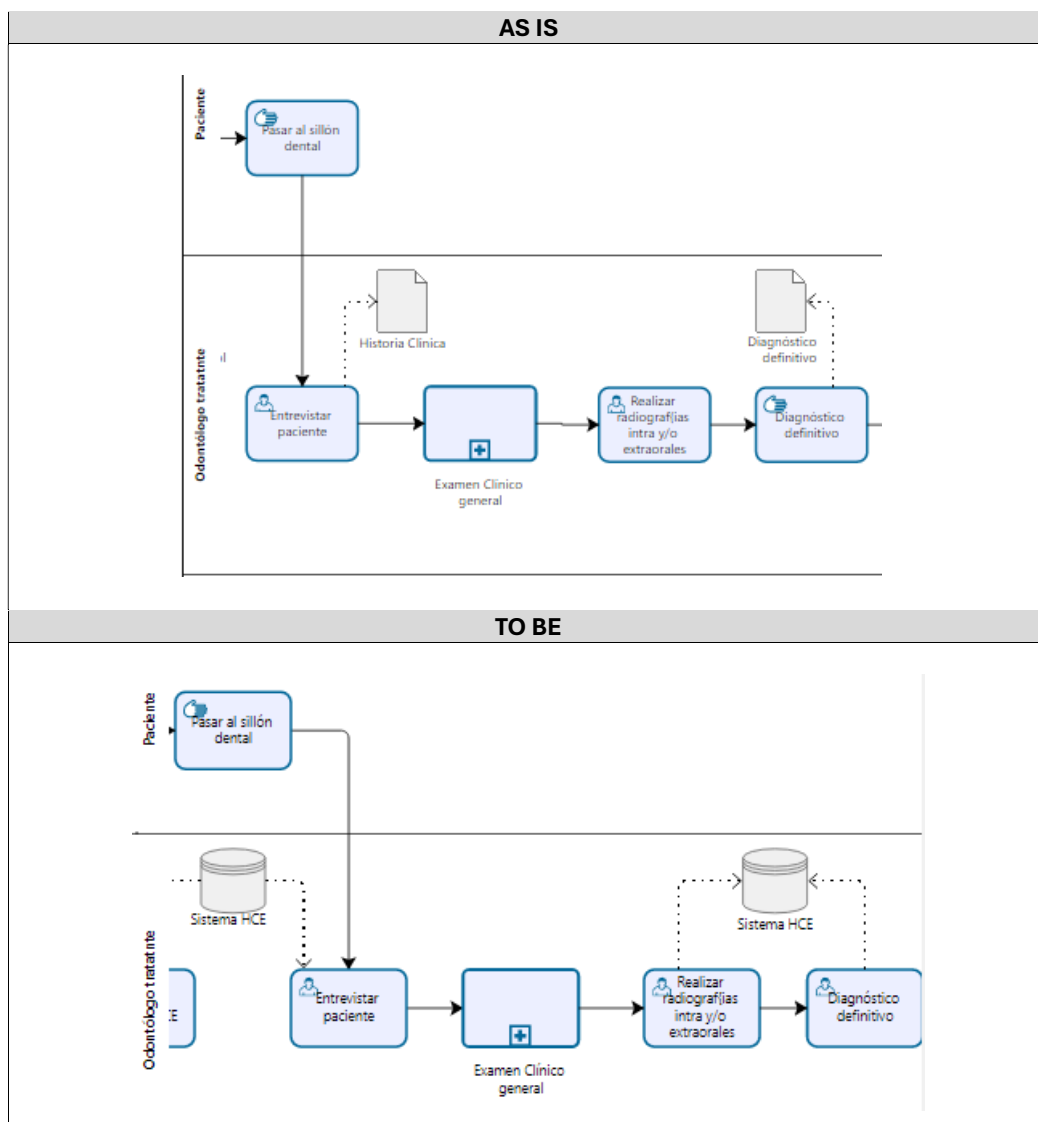
Según la figura 14 y 15, la aceleración en este tercer caso se da cuando el Asistente dental realiza la recuperación “automática” de la Historia Clínica y los datos de control (modelo TO BE) y no tiene que esperar el procesamiento y entrega “manual” del personal administrativo, de los documentos mencionados (modelo AS IS). De esta forma, el Odontólogo tratante sólo

debe hacer la lectura de la HCE y proceder a entrevistar al paciente. También quedan simplificadas las tareas de Crear Historia clínica, Entregar tarjeta de control, su envío y su recepción.

4.2.3.4 Mejora N° 4:

En su obra BPMN 2.0, Freund, menciona la técnica de mejora “**Acelerar**”, la cual permite acelerar el tiempo de ejecución de las tareas (66). Tal aceleración se logra, no sólo mejorando los métodos de trabajo, sino también mediante la incorporación de tecnología en el proceso.

Figura 16. Tramo clínico del proceso de diagnóstico: comparación AS-IS vs TO-BE con soporte de HCE



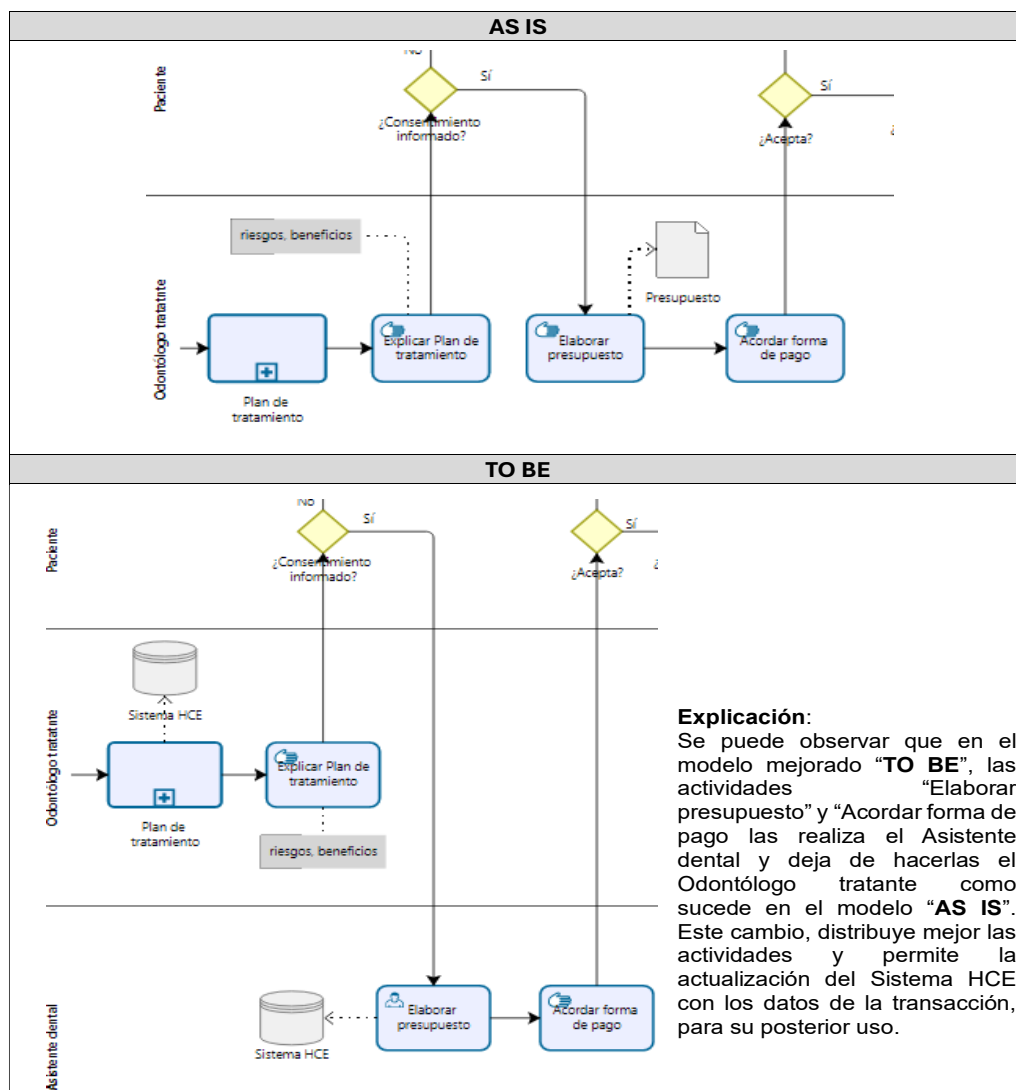
Fuente: Elaboración propia a partir del modelo y simulaciones en Bizagi Modeler (BPSim).

Según la figura 16, la implementación del Sistema HCE da soporte de lectura al Odontólogo tratante durante la actividad de la “entrevista al paciente” y automatiza la actualización de la Base de datos con los resultados de las radiografías y el diagnóstico definitivo, así como de cualquier otra transacción, con la consecuente aceleración de las tareas que lo conforman.

4.2.3.5 Mejora N° 5:

El estudio de Bleicher, muestra la posibilidad de reestructurar los procesos, denominado “Optimizar el orden” (67). Por ej.: revisar si las actividades se pueden iniciar antes o después, con lo cual el tiempo de ciclo del proceso podría reducirse.

Figura 17. Plan de tratamiento y presupuesto: comparación AS-IS vs TO-BE con soporte de HCE



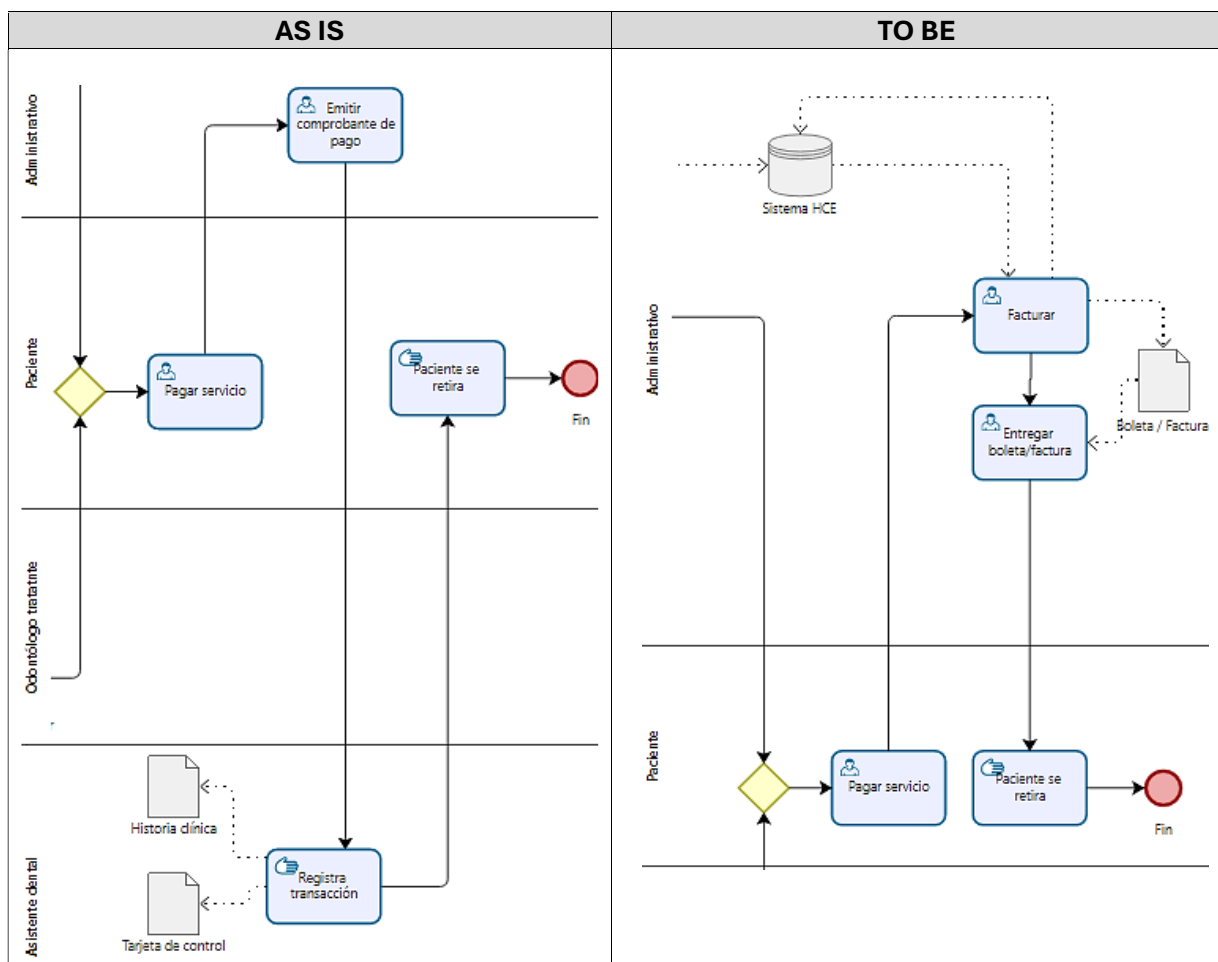
Fuente: Elaboración propia a partir del modelo y simulaciones en Bizagi Modeler (BPSim).

Según la figura 17, se puede observar que en el modelo mejorado "TO BE", las actividades "Elaborar presupuesto" y "Acordar forma de pago" las realiza el asistente dental y deja de hacerlas el Odontólogo tratante como sucede en el modelo "AS IS". Este cambio, distribuye mejor las actividades y permite la actualización del Sistema HCE con los datos de la transacción, para su posterior uso.

4.2.3.6 Mejora N° 6:

El estudio de Bleicher, muestra la posibilidad de reestructurar los procesos, denominado "Unir" (67). La unión de actividades reduce el número de tareas a realizar con lo cual es posible ahorrar tiempo y esfuerzo durante el proceso.

Figura 18. Cierre de atención y pago: comparación AS-IS vs TO-BE con HCE



Fuente: Elaboración propia a partir del modelo y simulaciones en Bizagi Modeler (BPSim).

Según la figura 18, la implementación de un Sistema de HCE, permite “unir” las actividades “Emitir comprobante de pago” y “Registrar transacción” del modelo “AS IS” en una sola tarea llamada “Facturar” del modelo “TO BE” con lo cual la emisión de la “boleta/factura” y la actualización de los datos de la transacción se realiza automáticamente en la base de datos.

4.3. Discusión de resultados

En relación con el objetivo general —determinar si la implementación de HCE mejora la eficiencia operativa en consultorios odontológicos—, los resultados de la comparación AS-IS vs. TO-BE evidenciaron una mejora sustantiva y consistente: el tiempo promedio de ciclo descendió de 104.24 a 71.51 minutos ($\Delta = -32.73$ min; -31.40%); esta mejora en la eficiencia operativa se atribuye directamente al alto grado de digitalización del nuevo proceso y al cumplimiento funcional de estándares (CODE-EHR) como la interoperabilidad y el registro estructurado, lo que eliminó los tiempos muertos administrativos detectados en el escenario AS-IS; y el costo total por ciclo de S/ 8,201.60 a S/ 5,665.58 ($\Delta = -S/ 2,536.02$; -30.92%), con reducción concomitante de los extremos del ciclo (mínimo 6.73→1.00 min; máximo 155.60→97.00 min) y de los costos tiempo-dependientes (RR.HH.) (-35.91%) frente a una caída menor en costos fijos (-23.72%). Dado que ambos escenarios se simularon bajo supuestos equivalentes de llegadas, colas y calendarios, la plausibilidad causal apunta al rediseño del tramo administrativo: búsqueda/creación de HC física, verificación/consulta de agenda, registro y facturación manual fueron sustituidos por operaciones digitales breves (recuperar/leer HCE ≈ 1 min; grabar cita ≈ 0.5 min; facturar/entregar 2.0/0.5 min). En términos de validación por simulación (Ruta A), estos hallazgos responden afirmativamente al objetivo general y respaldan la aceptación preliminar de la hipótesis de mejora.

Este patrón es consistente con revisiones de HCE que documentan recortes de tiempos, menor reproceso y menos errores tras la digitalización; además, advierten barreras iniciales

(aprendizaje, interoperabilidad) que tienden a disminuir cuando se estandarizan procesos y roles (68).

Esta conclusión es congruente con los antecedentes nacionales. Calzado e Ynga reportaron reducciones de 25.37% en los tiempos de apertura de historias, junto con mejoras de calidad documental y trazabilidad (11), efectos que explican la contracción de nuestro tramo preclínico; Quispe et al. informaron descensos del 57.24% en tiempo de registro y una fuerte reducción de duplicados (12), reforzando el mecanismo por el cual menos retrabajo administrativo se traduce en colas más cortas antes del sillón. Wong y Montalván hallaron acortamientos cercanos al 40% en tiempos de registro y alta satisfacción del personal (13), coherentes con nuestros mínimos y máximos más compactos; Corilla mostró disminuciones marcadas en tiempo de búsqueda y errores de transcripción tras un sistema web (14), foco que en nuestro TO-BE se manifiesta como lectura de HCE en 1 min y grabación de cita en 0.5 min. Finalmente, Jiménez y Montalvo subrayaron que arquitecturas escalables y módulos integrados sustentan la eficiencia y la seguridad del dato (15), condición de base para que el beneficio operativo sea persistente.

Los antecedentes internacionales reportan magnitudes de efecto del mismo orden. Alanazi mostró disminuciones de 16–49% según servicio y un –25.8% global en tiempos de dispensación tras HCE (16); Berger et al. evidenciaron –22% en tiempo de documentación por paciente y –10% en personal por ronda, con mayor usabilidad (17); Lindsay y Lytle cuantificaron –18.5% en tiempo total de documentación y reducciones de 88–97% en clics (18). Estos patrones de microergonomía (menos pasos/clics/pantallas) coinciden con nuestro mecanismo principal: re-coreografiar el tramo administrativo reduce minutos no clínicos por atención. En el ámbito de canales remotos y gestión previa a la visita, un estudio reporta que la teleodontología mejora el acceso y la costo-efectividad sin deterioro de la calidad diagnóstica, reduciendo tiempos improductivos (69); otra síntesis amplia señala beneficios en

continuidad, menor tasa de cancelaciones y mayor satisfacción del usuario cuando la atención remota se integra a flujos digitalizados, fortaleciendo la eficiencia del sistema (70).

En la dimensión económica, Modi et al. asociaron mayor adopción de HCE con mejores márgenes cuando coexisten mejoras clínicas/operativas (19), coherente con nuestro -30.92% en costo por ciclo; Chouchene et al. añadieron que la HCE eleva trazabilidad y seguridad, reduciendo reprocesos invisibles que estabilizan los tiempos de proceso (20).

En respuesta al objetivo específico 1, el estudio identificó una reducción del 31.40% en el tiempo promedio de ciclo ($104.24 \rightarrow 71.51$ min; $\Delta = -32.73$ min), acompañada de menor variabilidad (mínimo $6.73 \rightarrow 1.00$; máximo $155.60 \rightarrow 97.00$), lo cual implica colas más breves y predecibles en los puntos de espera. La causa inmediata es la sustitución de microtarefas manuales por operaciones digitales estandarizadas, que eliminan búsquedas, dobles digitaciones y transferencias; este mecanismo es consistente con la evidencia local sobre reducción de tiempos de apertura/búsqueda (11) y con la internacional que documenta menos tiempo de documentación y menos acciones de interfaz tras HCE (16). Así, se responde el objetivo específico 1 con una cuantificación precisa de la caída temporal y una explicación mecanística alineada con los antecedentes.

En respuesta al objetivo específico 2, se identificó una reducción del 30.92% en el costo total (S/ 8,201.60 \rightarrow S/ 5,665.58), impulsada por costos RR.HH. (-35.91%) y complementada por una baja en costos fijos (-23.72%). Bajo TDABC, la contracción de duraciones estándar por actividad y la eliminación de retrabajos disminuyen el costo por minuto consumido en tareas no clínicas; este vínculo tiempo \rightarrow costo concuerda con revisiones y evaluaciones que recomiendan transparencia de supuestos y drivers de capacidad para garantizar reproducibilidad (59) y con evidencia reciente que muestra que combinar minería/mapeo de procesos con TDABC acelera la modelización, expone variaciones y mejora la precisión del costeo por actividad (71). Aunque varios antecedentes nacionales se centran en tiempos/errores

(11–15), nuestros resultados amplían la evidencia al cuantificar el impacto económico; a su vez, guardan coherencia con estudios internacionales que asocian HCE y mejoras de productividad/márgenes cuando la digitalización se integra a cambios operativos (20).

Integración crítica y alcances

Tres elementos refuerzan la solidez de la interpretación: (i) la mejora es multidimensional (tiempo, costo y variabilidad) y sus componentes son coherentes entre sí; (ii) el mecanismo causal —desburocratizar y estandarizar el tramo administrativo— aparece reiteradamente en antecedentes nacionales e internacionales (11–20); (iii) la calidad/trazabilidad del dato que habilita la HCE reduce errores y reprocesos, estabilizando el desempeño y sosteniendo la mejora en el tiempo (20). La principal diferencia metodológica frente a parte de la literatura es que nuestra evidencia proviene de validación por simulación; no obstante, la dirección y el orden de magnitud son comparables a estudios pre–post in situ. Para la adopción plena de la HCE odontológica deben considerarse barreras organizacionales y técnicas —gobernanza de datos, usabilidad, capacitación e infraestructura— así como facilitadores de implementación, tal como señalan estudios recientes sobre historias clínicas dentales, lo que explica parte de la heterogeneidad entre entornos (72). Esto sugiere una alta probabilidad de replicabilidad si se implementan tres acciones operativas: recalibrar calendarios para capturar la capacidad liberada, consolidar módulos críticos (agenda, registro estructurado, facturación) y monitorear indicadores (tiempo al sillón, costo por ciclo, utilización y calidad del registro) durante el escalado.

Se responde el objetivo general demostrando —con evidencia convergente y mecanismo claro— que la HCE mejora la eficiencia operativa en los consultorios evaluados; se responde el objetivo específico 1 cuantificando una reducción del 31.40% del tiempo de ciclo y la disminución de su variabilidad; y se responde el objetivo específico 2 cuantificando una reducción del 30.92% del costo total, dominada por menores costos de RR.HH. Estas

estimaciones son consistentes con los antecedentes nacionales e internacionales y amplían el panorama al integrar, además, el impacto económico bajo TDABC.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Primero: Con base en la comparación AS-IS vs. TO-BE con 150 iteraciones por escenario y parámetros observados/validados, se rechaza H_0 y se acepta H_1 : la HCE mejora la eficiencia operativa al disminuir simultáneamente el tiempo promedio de ciclo en 31.40% (104.24→71.51 min) y el costo total en 30.92% (S/ 8,201.60→S/ 5,665.58).

Segundo: De acuerdo con el criterio definido, se rechaza H_{01} y se acepta H_{11} : el tiempo promedio por atención se reduce en 32.73 min (104.24→71.51) y disminuye la variabilidad (mín. 6.73→1.00; máx. 155.60→97.00), atribuible al reemplazo de microtarefas manuales por operaciones digitales estandarizadas (recuperar/leer HCE \approx 1 min; grabar cita \approx 0.5 min).

Tercero: Con el criterio predefinido, se rechaza H_{02} y se acepta H_{12} : el costo operativo total disminuye 30.92%, explicado principalmente por RR.HH. (-35.91%) y, en menor medida, por costos fijos (\approx -23.7%), consistente con el rediseño TO-BE y el uso de TDABC.

5.2 Recomendaciones

Primero: A la Dirección y jefaturas de sede: implementar un piloto controlado del flujo TO-BE con HCE durante 4–6 semanas, con tablero mínimo (tiempo de ciclo, costo por ciclo TDABC, utilización de RR.HH. y % de registros completos en HCE), sustentado en la reducción observada de 31.40% en tiempo y 30.92% en costo; meta inicial: mantener \geq 25% de mejora en ambos indicadores respecto del AS-IS.

Segundo: A Jefatura de Odontología y admisión/agenda: recalibrar calendarios y citación para capturar la capacidad liberada (bloques compactos, coordinación odontólogo-asistente, reglas de contingencia y eliminación de microtarefas duplicadas), priorizando agenda única integrada al HCE; meta: reducir en $\geq 20\%$ el tiempo de espera al sillón y aumentar la utilización efectiva del sillón frente al pre-piloto.

Tercero: A Administración y control de gestión: optimizar la estructura de costos mediante estandarización de datos (plantillas/checklists CODE-EHR), auditoría mensual de calidad de registro, actualización trimestral de tasas TDABC y integración HCE-agenda-facturación para evitar reprocesos; metas: sostener $\geq 25-30\%$ de reducción del costo total, lograr cero retrabajos de registro/factura y $\geq 95\%$ de historias clínicas completas.

REFERENCIAS

1. Lambarth A, Wainwright D, Saha T, Banks M, Minty I, Abeywickrama P, et al. Electronic medicine management systems in developing countries: a landscape review. *Br J Clin Pharmacol* [Internet]. 2025;91(7):2080–2089. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40592719/>
2. Slawomirski L, Lindner L, de Bienassis K, Haywood P, Cravo Oliveira Hashiguchi T, Steentjes M, et al. Progress on implementing and using electronic health record systems: developments in OECD countries as of 2021. *OECD Health Working Papers No. 160* [Internet]. Paris: OECD Publishing; 21 sep 2023. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: https://www.oecd.org/en/publications/progress-on-implementing-and-using-electronic-health-record-systems_4f4ce846-en.html
3. Alegre V, Álvarez M, Bianchini A, Buedo P, Campi N, Cristina M, et al. Salud digital en América Latina: legislación actual y aspectos éticos. *Rev Panam Salud Publica* [Internet]. 2024;48:e40. [Consultado 15 julio 2025]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/59521>
4. Capasso A, Camara M, Salazar M, et al. Digital health and the promise of equity in maternity care: a mixed methods multi country assessment in Latin America and the Caribbean. *PLoS One* [Internet]. 2024;19(2):e0298902. doi:10.1371/journal.pone.0298902. [Consultado 15 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38412170/>
5. Redacción RPP. Historias clínicas electrónicas: avances y retos en su implementación. *RPP Noticias* [Internet]. 9 feb 2022. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://rpp.pe/peru/actualidad/historias-clinicas-electronicas-avances-y-retos-en-su-implementacion-noticia-1385649>

6. Berastain H, Pérez C, Medina C. Historia clínica digital única universal en el Perú: del caos al ordenamiento en información médica. *Rev Scientific* [Internet]. 2022;7(24):78–95. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9539881.pdf>
7. Finnegan H, Mountford N. 25 years of electronic health record implementation processes: scoping review. *J Med Internet Res* [Internet]. 2025;27:e60077. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en:
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11914847/>
8. Chouchene-Douma M, Ben-Rejeb M, Zardoub N, Braham A, Chouchene H, Bouallegue O, et al. Impact of implementing electronic nursing records on quality and safety indicators in care. *Libyan J Med* [Internet]. 2024;19(1):2421625. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39570988/>
9. Fennelly O, Cunningham C, Grogan L, Cronin H, O’Shea C, Roche M, et al. Successfully implementing a national electronic health record: a rapid umbrella review. *Int J Med Inform* [Internet]. 2020;144:104281. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33017724/>
10. Negro-Calduch E, Azzopardi-Muscat N, Krishnamurthy R, Novillo-Ortiz D. Technological progress in electronic health record system optimization: systematic review of systematic literature reviews. *Int J Med Inform* [Internet]. 2021;152:104507. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34049051/>
11. Calzado J, Ynga L. Sistema web para mejorar la gestión de historias clínicas en un consultorio odontológico “Odontología Especializada Marilyn López”. [Tesis para optar el título de licenciado en odontología]. Lima, Perú: Universidad Privada del Norte; 2023. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/33126>

12. Quispe M, Ramirez J. Aplicación móvil para el proceso de administración y gestión de las historias clínicas electrónicas odontológicas en el Consultorio Dental Roque. [Tesis para optar el título de licenciado en odontología]. Lima, Perú: Universidad César Vallejo; 2020. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54447>
13. Montalván N, Wong J. Implementación de una aplicación web para mejorar la gestión de la información de las historias clínicas del Centro Odontológico Velasco E.I.R.L., Iquitos – 2022. [Tesis]. Iquitos, Perú: Universidad Científica del Perú; 2022. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/items/b3ac7215-5b8b-47ef-9e0d-c60ed7c8dca8>
14. Corilla J. Desarrollo de un sistema web para mejorar la gestión de historias clínicas en el consultorio dental Odontostetic, Abancay – Perú 2021. [Tesis]. Abancay, Perú: Universidad Tecnológica de los Andes; 2022. Disponible en:
<https://repositorio.utea.edu.pe/items/aa931d09-042a-4b72-96ad-8524deae589b/full>
15. Jiménez C, Montalvo E. Sistema web con multiservicio en la gestión de historias clínicas en el consultorio dental SANNADENT S.A.C., Lima 2024. [Tesis]. Lima, Perú: Universidad Tecnológica del Perú; 2024. Disponible en:
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/10980>
16. Alanazi T. How has the implementation of the electronic health records (EHRs) affected the medication dispensing time in the inpatient pharmacy department at Buraydah Central Hospital, Kingdom of Saudi Arabia? A quasi-experimental study. *J Health Med Inform* [Internet]. 2024;15(1). [Consultado 21 julio 2025]. Disponible en:
<https://www.hilarispublisher.com/open-access/how-has-the-implementation-of-the-electronic-health-records-ehrs-affected-the-medication-dispensing-time-in-the-inpatient-102195.html>

17. Berger M, Petritsch J, Hecker A, Pustak S, Michelitsch B, Banfi C, et al. Paper-and-Pencil vs. Electronic Patient Records: Analyzing Time Efficiency, Personnel Requirements, and Usability Impacts on Healthcare Administration. *J Clin Med* [Internet]. 2024;13(20):6214. [Consultado 2 agosto 2025]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0383/13/20/6214>
18. Lindsay M, Lytle K. Implementing best practices to redesign workflow and optimize nursing documentation in the electronic health record. *Appl Clin Inform* [Internet]. 2022;13:—. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35668677/>
19. Modi S, Feldman S, Berner E, Schooley B, Johnston A. Value of electronic health records measured using financial and clinical outcomes: quantitative study. *JMIR Med Inform* [Internet]. 2024;12:e52524. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38265848/>
20. Chouchene-Douma M, Ben-Rejeb M, Zardoub N, Braham A, Chouchene H, Bouallegue O, et al. Impact of implementing electronic nursing records on quality and safety indicators in care. *Libyan J Med* [Internet]. 2024;19(1):2421625. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39570988/>
21. Cruz-Gil M. Digitalización de historias clínicas: análisis de un proyecto en un contexto real en el Servicio Extremeño de Salud en España. *Rev Cubana Inf Cienc Salud* [Internet]. 2020;31(3):e1484. [Consultado 15 julio 2025]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-21132020000300011
22. Adeniyi A, Olayinka S, Adewuyi E, et al. The impact of electronic health records on patient care and outcomes: A comprehensive review. *World J Adv Res Rev* [Internet]. 2024;21(2):1446–1455. [Consultado 15 julio 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/378548846>

23. Añel-Rodríguez R, Sanz-García A, Blanco-Fernández R, et al. Historia clínica y receta electrónica: riesgos y beneficios detectados desde su implantación. *Aten Primaria* [Internet]. 2021;53:102220. [Consultado 15 julio 2025]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8721342/>
24. Hernández-Espino R, Mercado-Marrufo C. La calidad de registro de las historias clínicas odontológicas de un centro de salud de la ciudad de Ica, Perú. *Rev Estomatol Herediana* [Internet]. 2023;33(3):199–206. [Consultado 15 julio 2025]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-43552023000300199
25. Lee C, Kim Y, Choi J, Porter E. Does electronic health record systems implementation impact hospital efficiency, profitability, and quality? *J Appl Bus Econ* [Internet]. 2022;24(2):251–262. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/360790296>
26. Ulloa-Gomez A, Urgiles-López D, Freire-Narváez J, Bravo-Calderón M. Eficiencia operativa en clínicas dentales: revisión de la literatura. *Recima21 Rev Cient Multidiscip* [Internet]. 2024;5(7):e575528. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/382613613>
27. Chauhan Z, Samarah M, Unertl K, Jones M. Adoption of electronic dental records: examining the influence of practice characteristics on adoption in one state. *Appl Clin Inform* [Internet]. 2018;9(3):635–645. [Consultado 15 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30112742/>
28. Samad A, et al. Factors that influence the use of teledentistry among dental practitioners during the COVID-19 pandemic. *J Int Soc Prev Community Dent* [Internet]. 2023;13(1):34–41. [Consultado 15 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36739377/>

29. Hemani S, Sanaullah A, Hassan A, Javed A, Jahan A, Altamash S, et al. Evaluation of knowledge and perception of dentists regarding E-health system. *Altamash J Dent Med* [Internet]. 2022;1(2):57–61. [Consultado 15 julio 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/367052544>
30. Maqsood A, et al. The teledentistry, impact, current trends, and application in dentistry: a global study. *Biomed Res Int* [Internet]. 2021;2021:5437237. [Consultado 15 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34845437/>
31. Dolce M, Jason S, Ramos C, Dasilva J, Parker J. The adaptation and implementation of a medical–dental electronic health record in an academic dental center. *ACI Open* [Internet]. 2019;3:e37–e43. [Consultado 15 julio 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/372160168>
32. Peralta-Castro A, Capuñay-Davila P, Mori-Ugarte C, Cieza-Mostacero S. Uso del Sistema de Gestión Hospitalaria Hosix y el Proceso Administrativo: Un Estudio de Caso en una Clínica de Trujillo – Perú. *RISTI* [Internet]. 2024;Extra 73:16–31. [Consultado 15 julio 2025]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9833148>
33. Kassim A, Alotaibi K. Factors that influence the adoption of digital dental technologies and dental informatics in dental practice. *Int J Online Biomed Eng* [Internet]. 2023;19(15):103–126. [Consultado 15 julio 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/374949575>
34. Marcojos F, Faller E. Enhancing knowledge, medication adherence and technology acceptance of HeartIn® mobile app among geriatric hypertensive patients: a quasi-experimental study. *Int J Res Publ Rev* [Internet]. 2025;6(7):2447–2457. [Consultado 21 julio 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/393902190>

35. Bocean C, Vărzaru A. Health status in the era of digital transformation and sustainable economic development. *BMC Health Serv Res* [Internet]. 2025;25:343. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en:
<https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-025-12498-y>
36. Uslu A, Stausberg J. Value of the electronic medical record for hospital care: update from the literature. *J Med Internet Res* [Internet]. 2021;23(12):e26323. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34941544/>
37. Stephen M, Jay D, Oyeniyi J. The impact of electronic health records on healthcare delivery transformation and economic benefits [Internet]. 2024. [Consultado 21 julio 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/377407747>
38. Ng'andu D, Haabazoka L. A study of the effect of health records digitalization on healthcare facility operational efficiency. *Open J Bus Manag* [Internet]. 2024;12(2):1135–1157. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en:
<https://www.researchgate.net/publication/379357524>
39. Gurupur V, Vu G, Mayya V, King C. The need for standards in evaluating the quality of electronic health records and dental records: a narrative review. *Big Data Cogn Comput* [Internet]. 2024;8(12):168. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en:
<https://www.mdpi.com/2504-2289/8/12/168>
40. Upadhyay S, Hu H. A qualitative analysis of the impact of electronic health records (EHR) on healthcare quality and safety: clinicians' lived experiences. *Health Serv Insights* [Internet]. 2022;15:11786329211070722. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35273449/>
41. Gopidasan B, Amanullah S, Adebowale A. Electronic medical records – a review of cost effectiveness, efficiency, quality of care, and usability. *J Psychiatry Spectr*

- [Internet]. 2022;1(2):76–79. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en:
<https://www.researchgate.net/publication/362734869>
42. Mahgoub W, Ahmed N. The impact of Total Quality Management (TQM) on efficiency of health services in Hamad Medical Corporation – Qatar. *Can J Nurs Inform* [Internet]. 2020;15(3). [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en:
<https://cjni.net/journal/?p=8109>
43. Tsai C, Eghdam A, Davoody N, Wright G, Flowerday S, Koch S, et al. Effects of electronic health record implementation and barriers to adoption and use: a scoping review and qualitative analysis of the content. *Life (Basel)* [Internet]. 2020;10(12):327. doi:10.3390/life10120327. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33291615/>
44. Sales-Coll M, De Castro R, Ochoa-de-Echagüen A, Martínez-Ibáñez V. Economic impact of lean healthcare implementation on the surgical process. *Healthcare (Basel)* [Internet]. 2024;12(5):512. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38470622/>
45. Stoumpos A, Kitsios F, Talias M. Digital transformation in healthcare: technology acceptance and its applications. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2023;20(4):3407. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en:
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9963556/>
46. Kassim S, Gartner J, Labbé L, Landa P, Paquet C, Bergeron F, et al. Benefits and limitations of business process model notation in modelling patient healthcare trajectory: a scoping review protocol. *BMJ Open* [Internet]. 2022;12(5):e060357. [Consultado 2 agosto 2025]. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35636803/>

47. Iglesias N, Juarez J, Campos M. Business Process Model and Notation and openEHR Task Planning for Clinical Pathway Standards in Infections: Critical Analysis. *J Med Internet Res* [Internet]. 2022;24(9):e29927. [Consultado 2 agosto 2025]. Disponible en: <https://www.jmir.org/2022/9/e29927/>
48. Luciano B. The use of BPMN to characterize processes: importance of Business Process Modeling in the health area [dissertation]. Castelo Branco (PT): Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior de Gestão de Idanha-a-Nova; 2022.
49. Kotecha D, Asselbergs FW, Achenbach S, Anker SD, Atar D, Baigent C, et al. CODE-EHR best practice framework for the use of structured electronic healthcare records in clinical research. *BMJ* [Internet]. 2022;378:e069048. doi:10.1136/bmj-2021-069048. [Consultado 2 agosto 2025]. Disponible en: <https://www.bmj.com/content/378/bmj-2021-069048>
50. Kyle M, Frakt A. Patient administrative burden in the US health care system. *Health Serv Res* [Internet]. 2021;56(5):755–765. [Consultado 16 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34498259/>
51. Malhan A, Sadeghi-R K, Pavur R, Pelton L. Healthcare information management and operational cost performance: empirical evidence. *Eur J Health Econ*. 2024 Aug;25(6):963–977. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37950806/>
52. Popper K. *The Logic of Scientific Discovery*. 2nd ed. London: Routledge; 2002 [Internet]. [Consultado 21 octubre 2025]. Disponible en: <https://www.routledge.com/The-Logic-of-Scientific-Discovery/Popper-Popper/p/book/9780415278447>
53. Hernández-Sampieri R, Mendoza-Torres C. *Metodología de la investigación*. 7a ed. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana; 2018 [Internet]. [Consultado 21 octubre 2025]. Disponible en: <https://bellasartes.upn.edu.co/wp->

- content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2018.pdf
54. Kerlinger F, Lee H. Foundations of Behavioral Research. 4th ed. Fort Worth (TX): Harcourt College Publishers; 2000 [Internet]. [Consultado 21 octubre 2025].
Disponible en:
https://openlibrary.org/books/OL53085M/Foundations_of_behavioral_research
 55. Hulley S, Cummings S, Browner W, Grady D, Newman T. Designing Clinical Research. 4th ed. Philadelphia (PA): Lippincott Williams & Wilkins; 2013 [Internet]. [Consultado 21 octubre 2025]. Disponible en: <https://shop.lww.com/Designing-Clinical-Research/p/9781975174408>
 56. Szklo M, Nieto F. Epidemiology: Beyond the Basics. 4th ed. Burlington (MA): Jones & Bartlett Learning; 2019 [Internet]. [Consultado 21 octubre 2025]. Disponible en: <https://www.jblearning.com/catalog/productdetails/9781284116595>
 57. Rothman K, Greenland S, Lash T. Modern Epidemiology. 4th ed. Philadelphia (PA): Wolters Kluwer; 2021 [Internet]. [Consultado 21 octubre 2025]. Disponible en: <https://shop.lww.com/Modern-Epidemiology/p/9781451193282>
 58. Campbell D, Stanley J. Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research. Chicago (IL): Rand McNally; 1963 [Internet]. [Consultado 21 octubre 2025].
Disponible en: <https://www.jameslindlibrary.org/campbell-dt-stanley-jc-1963/>
 59. Organización Mundial de la Salud. Global Strategy on Digital Health 2020-2025. Ginebra: OMS; 2022 [Internet]. [Consultado 9 noviembre 2023]. Disponible en: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/344249/9789240020924_eng.pdf
 60. Campbell D, Stanley J. Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research. Chicago (IL): Rand McNally; 1963. [Consultado 21 octubre 2025]. Disponible en: <https://www.jameslindlibrary.org/campbell-dt-stanley-jc-1963/>

61. Kotecha D, Asselbergs F, Achenbach S, Anker S, Atar D, Baigent C, et al. CODE-EHR best-practice framework for the use of structured electronic health-care records in clinical research. *Lancet Digit Health* [Internet]. 2022;4(10):e757–e764. [Consultado 2 agosto 2025]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(22\)00151-0](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(22)00151-0)
62. Al Harbi S, Aljohani B, Elmasry L, Baldovino F, Raviz K, Altowairqi L, et al. Streamlining patient flow and enhancing operational efficiency through case management implementation. *BMJ Open Qual* [Internet]. 2024;13(1):e002484. [Consultado 2 agosto 2025]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10910643/>
63. Michel O, Garcia-Manjon A, Pasquier J, Ortoleva-Bucher C. How do nurses spend their time? A time and motion analysis of nursing activities in an internal medicine unit. *J Adv Nurs* [Internet]. 2021;77(11):4459–4470. [Consultado 2 agosto 2025]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8518809/>
64. Shakya S, Bohingamu Mudiyansele S, Robinson S, Randall S, Gao L, et al. Time-Driven Activity-Based Costing and Its Use in Health Economic Analysis: A Systematic Literature Review. *Appl Health Econ Health Policy* [Internet]. 2025;—. [Consultado 2 agosto 2025]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40258-025-00988-3>
65. Schneider N, Roos E, Marcolino M, Caldana F, do Nascimento F, Decker S, et al. Evaluation of reporting in time-driven activity-based costing studies on cardiovascular diseases: a scoping review. *J Comp Eff Res* [Internet]. 2025;14(4):e240013. [Consultado 2 agosto 2025]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11963363/>
66. Freund J, Rücker B. BPMN: manual de referencia y guía práctica. 5ª ed. Lima: Dr. Bernhard Hitpass; 2014

67. Bleicher K. Das Konzept Integriertes Management: Visionen – Missionen – Programme. 6^a ed. Frankfurt am Main: Campus Verlag; 2011.
68. Tsai CH, Eghdam A, Davoody N, Wright G, Flowerday S, Koch S. Effects of electronic health record implementation and barriers to adoption and use: a scoping review and qualitative analysis of the content. *Life (Basel)* [Internet]. 2020;10(12):327. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7761950/>
69. Scheerman JFM, Qari AH, Varenne B, Bijwaard H, Swinckels L, Giraudeau N, et al. A systematic umbrella review of the effects of teledentistry on costs and oral-health outcomes. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2024;21(4):407. doi: 10.3390/ijerph21040407. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38673320/>
70. Al-Buhaisi D, Karami S, Gomaa N. The role of teledentistry in improving oral health outcomes and access to dental care: an umbrella review. *J Oral Rehabil* [Internet]. 2024 Nov;51(11):2375-2389. doi: 10.1111/joor.13836. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39138933/>
71. Iachecen F, Dallagassa MR, Portela Santos EA, Carvalho DR, Ioshii S. Is it possible to automate the discovery of process maps for the time-driven activity-based costing method? A systematic review. *BMC Health Serv Res* [Internet]. 2023 Dec 13;23(1):1408. doi: 10.1186/s12913-023-10411-z. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38093275/>
72. Farajollahi B, Sheikhtaheri A, Ahmadi M. Barriers and facilitators for the implementation of electronic dental record systems: perspectives from a developing country. *Int J Med Inform* [Internet]. 2024 Dec;192:105622. doi:

- 10.1016/j.ijmedinf.2024.105622. [Consultado 29 julio 2025]. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39244920/>
73. Banks J, Carson JS, Nelson BL, Nicol DM. Discrete-Event System Simulation. 5ta ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson; 2010 [Internet]. [Consultado 5 enero 2026].
Disponible en:
https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781292037264_A24620807/preview-9781292037264_A24620807.pdf
74. Law AM. Simulation Modeling and Analysis. 5ta ed. New York: McGraw-Hill Education; 2015 [Internet]. [Consultado 5 enero 2026]. Disponible en:
<https://studylib.net/doc/27765707/simulation-modeling-and-analysis-averill-m.-law-edisi-5-2014>
75. Li Y, Zhang H, Dong L, Liu B, Ma J. Constructing a Hybrid Software Process Simulation Model in Practice: An Exemplar from Industry. ICSSP '20: Proceedings of the International Conference on Software and System Process [Internet]. 2020 [Consultado 5 enero 2026]. p. 135–144. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/346774300_Constructing_a_Hybrid_Software_Process_Simulation_Model_in_Practice_An_Exemplar_from_Industry

ANEXO

Anexo 1: Matriz de consistencia

Título: Implementación de historias clínicas electrónicas y la eficiencia operativa en consultorios odontológicos: simulación con Bizagi Modeler, Lima, 2025

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño metodológico
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general		
<p>–¿La implementación de un sistema de HCE odontológica mejora la eficiencia operativa en los consultorios odontológicos, Lima 2025?</p>	<p>–Determinar si la implementación de historias clínicas electrónicas HCE mejora la eficiencia operativa en los consultorios odontológicos.</p>	<p>– Hi: La implementación de un sistema de HCE odontológica causa una mejora significativa en la eficiencia operativa de Consultorios odontológicos.</p> <p>– Ho: La implementación de un sistema de HCE odontológica no mejora significativamente la eficiencia operativa en los Consultorios odontológicos.</p>	<p>Variable 1 Implementación del sistema HCE</p> <p>Dimensiones: -Grado de Digitalización</p>	<p>– Tipo de investigación: Aplicado tecnológica.</p> <p>– Método: hipotético – deductivo</p> <p>– Enfoque: Cuantitativo</p> <p>– Diseño: De modelado y simulación descriptivo-comparativo.</p>
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica	Cumplimiento o Funcional	
<p>–¿En cuánto reduce el tiempo promedio de atención por paciente, con simulación asistida, el modelo TO BE con HCE respecto al modelo AS IS sin HCE?</p> <p>–¿En cuánto reduce el costo operativo total, con simulación asistida, el modelo TO BE con HCE respecto al modelo AS IS sin HCE?</p>	<p>–Identificar en cuánto se reduce el tiempo promedio de atención por paciente que, mediante simulación asistida, con el modelo TO BE con Sistema de HCE, respecto al modelo AS IS sin Sistema de HCE.</p> <p>–Identificar en cuánto se reduce Costo operativo total, mediante simulación asistida, con el modelo TO BE con Sistema de HCE, respecto al modelo AS IS sin Sistema de HCE.</p>	<p>–La implementación de un Sistema HCE, causa una reducción significativa en el tiempo promedio de atención por paciente, mediante simulación del modelo TO BE respecto al modelo AS IS.</p> <p>–La implementación de un Sistema HCE, causa una reducción significativa en el costo operativo total, mediante simulación del modelo TO BE respecto al modelo AS IS.</p>	<p>Variable 2 Eficiencia operativa.</p> <p>Dimensiones: –Tiempo de ciclo –Costo operativo</p>	<p>– Población: Atenciones ambulatorias en consultorios odontológicos (Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga) en un trimestre operativo.</p> <p>– Muestra (simulación): 150 iteraciones por escenario (AS-IS y TO-BE).</p> <p>– Muestreo (parametrización): No probabilístico por criterios (time-motion, calendarios, recursos).</p>

Nota. Elaboración propia.

Anexo 2: Instrumentos

Instrumento 1: Lista De Verificación – Funcionalidades Clave de un Sistema HCE

Propósito: Levantar, de manera objetiva, la presencia y el nivel de implementación de funcionalidades críticas de la HCE odontológica que impactan la eficiencia operativa (tiempos, reprocesos y costos) en las sedes evaluadas.

Fecha de evaluación:			
Evaluador:			
Sistema evaluado:			
Ite m	Funcionalidad	¿Presente? (Sí/No)	Comentari os
1	Registro clínico digital completo del paciente		
2	Historial odontológico con imágenes		
3	Agenda electrónica de citas		
4	Alertas de alergias y condiciones médicas		
5	Registro de tratamientos realizados		
6	Firma digital del odontólogo		
7	Integración con sistema de facturación		
8	Acceso remoto Seguro		
9	Control de inventario de insumos		
10	Registro de consentimiento informado		
11	Generación automática de reports		
12	Interfaz amigable para el usuario		

13	Validación de campos obligatorios		
14	Registro de evolución clínica		
15	Módulo de seguimiento post-tratamiento		
16	Control de tiempos por consulta		
17	Acceso por niveles de usuario		
18	Backup automático de datos		
19	Cumplimiento de normativas de protección de datos		
20	Soporte técnico y actualizaciones		

Procedimiento paso a paso:

1. Completar cabecera: fecha, evaluador, sede/sistema evaluado.
2. Para cada ítem de la tabla, ingresar al HCE y verificar en vivo la función indicada.
3. Marcar “Sí” si la función existe y está operativa en el flujo regular; marcar “No” si no existe o no está disponible para el usuario final.
4. Registrar en Comentarios: evidencia objetiva (menú/ruta de acceso, módulo, ejemplo de pantalla o reporte), restricciones (p. ej., solo en caja, solo en turno X) y observaciones (p. ej., “en piloto”, “configuración pendiente”).
5. En caso la función no aplique a la sede, escribir “N/A” y justificar en comentarios.
6. Al finalizar, firmar/validar con el testigo.

Criterios de registro (breve).

Sí = presente y usable por el rol correspondiente en el día a día.

No = ausente o no accesible.

N/A = no aplica por diseño/alcance de la sede.

Salida esperada. Tabla completa con % de funcionalidades presentes y lista de brechas priorizadas.

Instrumento 2: Observación Estructurada – IHI Waste Identification Tool

Este instrumento permite registrar actividades minuto a minuto en el proceso odontológico, clasificando cada una según el tipo de desperdicio identificado por el Institute for Healthcare Improvement (IHI).

Responsables. 1 observador entrenado (cronómetro precisión 0.1 min)

Fecha:							
Observador:							
Área observada:							
Proceso observado:							
Hora/Minuto			Actividad observada	Personal involucrado	Duración (min)	Tipo de desperdicio (IHI)	Observaciones
hh	mm	ss					

Tipo de desperdicio (IHI)

1	Espera	5	Transporte innecesario
2	Movimiento innecesario	6	Defectos / errores
3	Procesamiento innecesario	7	Sobreproducción
4	Inventario excesivo	8	Talento desaprovechado

Hora/Minuto					Observaciones
-------------	--	--	--	--	---------------

hh	mm	ss	Actividad observada	Personal involucrado	Duración (min)	Tipo de desperdicio (IHI)	

Tipo de desperdicio (IHI)

1	Espera	5	Transporte innecesario
2	Movimiento innecesario	6	Defectos / errores
3	Procesamiento innecesario	7	Sobreproducción
4	Inventario excesivo	8	Talento desaprovechado

Procedimiento paso a paso:

1. Completar cabecera: fecha, observador, área, proceso.
2. Por cada evento observado, llenar una fila con:
 - a. Hora/minuto de inicio y duración (min).
 - b. Actividad (verbo + objeto: “buscar historia física”, “esperar sillón”).
 - c. Personal involucrado (adm., asistente, odontólogo, paciente).
 - d. Tipo de desperdicio (IHI):
 - i. Según tabla 1, 2,3, 8.
 - e. Observaciones (causa, lugar, evidencia).
3. Cerrar cada bloque de observación con totales por tipo de desperdicio y observaciones de contexto (picos de demanda, fallas de sistema).
4. Control de calidad: si hay interrupciones o ambigüedad, repetir la medición; ante eventos atípicos mayores, marcar y excluir del cálculo principal.

Criterios de registro. Actividades clínicas/administrativas se registran cuando generan tiempo sin valor (p. ej., esperar HC, trasladar papeles, reescribir datos).

Salida esperada. Tabla de observaciones con minutos por tipo de desperdicio y notas para calibrar la simulación (tiempos, ruteos y calendarios).

Instrumento 3: Matriz De Costos – Time-Driven Activity-Based Costing (TDABC)

Este formato permite estimar el costo por actividad, combinando el tiempo requerido con el costo por minuto de cada recurso humano o técnico.

Fecha:					
Proceso:					
Responsable:					
Actividad	Duración Estimada (min)	Recurso Responsable	Costo/Minuto del Recurso	Costo Total Estimado	Observaciones

Tasa de Costo por minuto y por recurso

Odontólogo	S/. /min		
Asistente dental	S/. /min		

Software HCE	S/. /min		
Infraestructura	S/. /min		
Total del proceso:	S/.		

Procedimiento paso a paso

1. Completa la cabecera (fecha, proceso, responsable).
2. Lista las actividades del proceso (según el BPMN).
3. Para cada actividad, escribe la Duración estimada (min) (de observación o de la simulación).
4. Identifica el Recurso responsable (odontólogo, asistente, adm., etc.).
5. Calcula y consigna el Costo/minuto del recurso.
6. Calcula el Costo total estimado de esa actividad: $Duración \times Costo/min$.
 - a. Si una actividad usa más de un recurso, añade una fila por recurso y luego suma como subtotal de actividad.
7. En Observaciones, anota supuestos, excepciones o evidencia.
8. Completa el bloque derecho: Software HCE (S/ por atención) y Infraestructura (S/ por atención).
9. Registra el Total del proceso: suma de todos los costos de actividades + HCE + Infraestructura.
10. Revisa consistencia (dos decimales, unidades en min, subtotales claros) y firma.

Fórmulas:

- Capacidad práctica (min/mes) = horas efectivas/mes \times 60 \times factor de disponibilidad.
- Costo/min RR.HH. = costo mensual total del recurso / capacidad práctica (min).
- Costo de actividad = duración (min) \times costo/min del recurso responsable.
- HCE por atención = costo mensual HCE / n de atenciones del periodo
- Infraestructura por atención = (alquiler + servicios + otros) / n de atenciones del periodo
- Costo total del proceso = Σ costos de actividades + HCE/atención + Infraestructura/atención.
- Costo unitario = Total del proceso / n de atenciones del periodo

Anexo 3: Consentimiento informado

Título de proyecto de investigación : Implementación de historias clínicas electrónicas (HCE) y eficiencia operativa en consultorios odontológicos, Lima 2025.
Investigador : Daniel Noriega Palomino
Institución(es) : Universidad Privada Norbert Wiener (UPNW)

I. INFORMACIÓN

Propósito del estudio: Evaluar si la HCE mejora la eficiencia operativa (tiempo de ciclo y costo por ciclo) mediante observación time-motion y simulación de procesos.

Duración del estudio (meses): 1–2 sesiones por persona (15–30 min c/u) dentro del horario habitual.

Nº esperado de participantes: 34 colaboradores entre odontólogos, administrativos y asistenciales.

Criterios de Inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión

- Atenciones ambulatorias de consulta odontológica que siguen el flujo estándar modelado (admisión/programación → validaciones administrativas → núcleo clínico → cierre/ facturación).
- Casos atendidos en Munident, San Marcos 1, San Marcos 2 y Dental Zúñiga durante el trimestre de referencia.
- Turnos regulares (mañana/tarde) en días hábiles con operación normal.
- Odontólogos, asistentes y personal administrativo adscritos a las sedes y con conocimiento del proceso (participación en entrevistas/validación de flujo).
- Tarifas institucionales vigentes, dotación y calendarios oficiales de los recursos incluidos en el modelo.

Procedimientos del estudio: Se observarán y cronometrarán actividades de atención (admisión, registro, lectura de HCE, facturación, apoyo clínico), sin registrar datos de pacientes. Pueden revisarse registros operativos anonimizados (p.ej., logs de agenda/facturación). Se podrán tomar capturas de pantalla anonimizadas solo para evidencia técnica.

Los resultados se le entregarán a usted en forma individual y se almacenarán respetando la confidencialidad y su anonimato.

Riesgos:

Mínimos (observación no intrusiva).

Beneficios:

Contribuir a identificar cuellos de botella y oportunidades de mejora del flujo de atención y del uso de la HCE.

Costos e incentivos: Usted *no* pagará ningún costo monetario por su participación en la presente investigación. Así mismo, no recibirá ningún incentivo económico ni medicamentos a cambio de su participación.

Confidencialidad: Su identidad se codificará (ID interno). No se recogerán datos personales de pacientes. La información se almacenará en repositorios protegidos y solo el equipo investigador tendrá acceso. Los resultados se reportarán de forma agregada.

Derechos del paciente: La participación en este estudio es completamente voluntaria. Los pacientes pueden decidir no participar o retirarse en cualquier momento, sin que esto afecte sus derechos, beneficios o acceso a la atención médica. Garantizamos que no habrá ningún tipo de penalización o repercusión en la atención que reciben.

Preguntas/Contacto: Puede comunicarse con el investigador principal: Daniel Noriega Palomino.

Así mismo puede comunicarse con el Comité de Ética que validó el presente estudio, Contacto del Comité de Ética: Dra. Yenny M. Bellido Fuentes, Presidenta del Comité de Ética de la Universidad Norbert Wiener, para la investigación de la Universidad Norbert Wiener,

Email: comité.etica@uwiener.edu.pe

II. DECLARACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

He leído la información precedente y mis dudas fueron resueltas. Autorizo la observación y cronometraje de mis actividades laborales, así como el uso de registros operativos anonimizados, con fines de investigación académica, manteniendo mi confidencialidad. Recibiré una copia firmada de este consentimiento.

_____ (Firma) _____

Nombre del apoderado:

Nombre **participante:**

DNI:

Fecha: (/ /)

_____ (Firma) _____

Nombre de la

Investigador: Daniel Noriega

DNI:

Fecha: (/ /)

_____ (Firma) _____

Nombre testigo o representante legal:

DNI:

Fecha: (/ /)

***Nota:** La firma del testigo o representante legal es obligatoria solo cuando el participante tiene alguna discapacidad que le impida firmar o imprimir su huella, o en el caso de no saber leer y escribir.*

Anexo 4: Parámetros de simulación y configuración de compuertas (AS-IS y TO-BE)

Tabla A4.1. Configuración de compuertas y probabilidades usadas en Bizagi

AS IS

CONFIGURACIÓN DE COMPUERTAS		
COMPUERTA	Sí	No
Cita programada	50%	50%
Personal	15%	85%
¿Teléfono?	5%	95%
¿WhatsApp?	30%	70%
¿Agenda libre?	60%	40%
¿Paciente nuevo?	40%	60%
¿Disponible?	60%	40%
¿Acepta?	90%	10%
¿Confirma atención?	90%	10%
¿Consentimiento informado?	95%	5%
¿Acepta?	80%	20%
¿Requiere tratamiento inmediato?	80%	20%
¿Requiere continuar tratamiento?	60%	40%

TO BE

CONFIGURACIÓN DE COMPUERTAS		
COMPUERTA	Sí	No
Cita programada	30%	50%
Personal	15%	85%
¿Teléfono?	5%	95%
¿WhatsApp?	20%	70%
¿Web?	30%	40%
¿Confirma atención?	90%	10%
¿Consentimiento informado?	95%	5%
¿Acepta?	80%	20%
¿Requiere tratamiento inmediato?	80%	20%
¿Requiere continuar tratamiento?	60%	40%

Leyenda: Probabilidades asignadas a cada rama de decisión en ambos escenarios; se usaron para reproducir el enrutamiento del flujo.

Fuente: Elaboración propia a partir de Bizagi.

Notas: Las probabilidades por compuerta suman 100 %; horizonte simulado y nº de corridas indicados en el Anexo 7.

Anexo 5: Matriz de costos por actividad y por recurso (TDABC)

Tabla A5.1. Recursos humanos — tarifas por hora (y por minuto)

Recurso	Mensual	Diario	Hora	Minuto
Odontólogo 1	3,500.00	116.67	14.58	0.2430
Odontólogo 2	3,500.00	116.67	14.58	0.2430
Asistente dental 1	1,200.00	40.00	5.00	0.0833
Asistente dental 2	1,200.00	40.00	5.00	0.0833
Administrativo 1	1,200.00	40.00	5.00	0.0833
Administrativo 2	1,200.00	40.00	5.00	0.0833
Contadora	100.00	3.33	0.42	0.0069

Tabla A5. 2. Recursos tecnológicos — depreciación y tasa por hora

Recurso tecnológico	Valor actual	Residual	Vida (años)	Deprec. anual	Mensual	Diario	Hora
Sillón 1	4,000.00	500.00	3	1,166.67	97.22	3.24	0.41
Sillón 2	4,000.00	500.00	3	1,166.67	97.22	3.24	0.41
Equipo de Rayos X	8,000.00	1,500.00	4	1,625.00	135.42	4.51	0.56
Compresor	1,200.00	300.00	3	300.00	25.00	0.83	0.10
Instrumental dental	5,000.00	500.00	3	1,500.00	125.00	4.17	0.52
Esterilizadora	900.00	200.00	3	233.33	19.44	0.65	0.08
Ultrasonido	500.00	100.00	2	200.00	16.67	0.56	0.07

Recurso tecnológico	Valor actual	Residual	Vida (años)	Deprec. anual	Mensual	Diario	Hora
Totales	23,600.00	3,600.00	21	6,191.67	515.97	17.20	2.15

Tabla A5.3. Costos fijos mensuales (overhead) — mensual, por hora y por minuto

Ítem	Mensual	Hora	Minuto	Segundo
Alquiler del local	1,200.00	5.0000	0.08333	0.00139
Agua	50.00	0.2083	0.00347	0.00006
Luz	150.00	0.6250	0.01042	0.00017
Internet	80.00	0.3333	0.00556	0.00009
Pagos municipales	37.00	0.1542	0.00257	0.00004
Publicidad fija (hosting/campañas)	50.00	0.2083	0.00347	0.00006
Mantenimiento preventivo de equipos	200.00	0.8333	0.01389	0.00023
Licencias de software de gestión/HCE	0.00	0.0000	0.00000	0.00000
Seguros (local, equipos, RC)	200.00	0.8333	0.01389	0.00023
TOTAL COSTOS (1)	1,967.00	—	—	—

Tabla A5.4. Costos variables de materiales por ciclo

Rubro (materiales/insumos)	Mensual
Guantes, mascarillas, gasas, agujas	300.00
Anestésicos locales	200.00

Rubro (materiales/insumos)	Mensual
Resinas, cementos, alginatos	200.00
Materiales de ortodoncia	200.00
Costos laboratorio externo (prótesis, etc.)	0.00
Radiografías subcontratadas	0.00
Consumo eléctrico adicional (autoclave, RX, AA)	0.00
TOTAL COSTOS (2)	900.00

Resumen (overhead + materiales): (1)+(2) = 2,867.00 mensuales → 11.95/hora → 0.1992 ≈ 0.20/minuto.

Tabla A5.5. Asignación de costos por actividad (min estándar × costo-min blended = S/ 0.20/min)

Actividad	Min estándar	Costo por actividad
Registrar cita en el sistema (telefónica)	3.32	0.66
Registrar cita en el sistema (WhatsApp)	5.97	1.19
Registrar cita en el sistema (presencial)	6.35	1.26
Confirmación	3.09	0.61
Consultar agenda	3.44	0.68
Entregar turno de atención	1.29	0.26
Pasar a sala de espera (adm.)	1.21	0.24
Programar cita en el día (si hay disponibilidad)	3.27	0.65

Actividad	Min estándar	Costo por actividad
Programar cita en otra fecha (si no hay)	3.74	0.74
Verificar disponibilidad en otro local	5.24	1.04
Si ya está en tratamiento: entregar tarjeta de control y esperar	3.50	0.70
Transferir paciente	3.62	0.72
Enviar cita	1.62	0.32
Recibir cita	1.45	0.29
Pasar a sala de espera (odontología)	2.09	0.41
Esperar	3.33	0.66
Buscar historia clínica	5.85	1.16
Entregar tarjeta de control (asistente)	2.12	0.42
Tomar datos de control (si es nuevo)	4.52	0.90
Crear historia clínica (asistente)	4.65	0.93
Enviar HC a odontólogo tratante	1.64	0.33
Odontólogo recibe HC	1.70	0.34
Entrevistar paciente	11.34	2.26
Invitar al paciente al sillón	1.54	0.31
Pasar al sillón	1.27	0.25
Entrevista detallada (antecedentes)	9.15	1.82

Actividad	Min estándar	Costo por actividad
Examen clínico general y específico	14.71	2.93
Radiografías intra y/o extraorales	8.24	1.64
Hallazgos clínicos y radiográficos	6.55	1.30
Diagnóstico definitivo	5.76	1.15
Plan de tratamiento	5.24	1.04
Explicar plan (riesgos y beneficios)	12.59	2.51
Consentimiento informado	3.68	0.73
Elaborar presupuesto detallado	7.91	1.58
Acordar forma de pago	4.38	0.87
No acepta: concluye el proceso	1.00	0.20
Tratamiento inmediato	51.47	10.25
Programar nueva cita (si requiere tratamiento adicional)	4.03	0.80
Paciente paga servicio (asistente)	5.12	1.02
Actualizar HC y tarjeta de control con el pago	2.47	0.49
Emitir comprobante de pago	4.53	0.90
Paciente se retira (fin del proceso)	0.62	0.12

Nota. El “costo por actividad” refleja el costo operativo base por minuto (S/ 0.20) prorrateado; los honorarios de personal y la depreciación de equipos se reportan en las Tablas A5.1–A5.3 para su inclusión en el costo total por ciclo del modelo de simulación.

Anexo 6: Hojas de cronometraje y tiempos observados (AS-IS)

Tabla A6.1. Estadísticos de tiempo por actividad observada (minutos)

N°	Actividad	Media (min)	DE (min)	Mín (min)	Máx (min)	n (observaciones)
1	Atender e informar telf.	2.411765	0.608906	2	4	34
2	Atender e informar personalmente	4.705882	2.096598	2	8	34
4	Atender e informar personalmente	4.735294	1.238494	2	8	34
5	Confirmación	2.030303	0.728219	1	4	33
6	Consultar agenda	2.676471	1.870352	1	10	34
7	Entregar turno de atención	1.176471	0.392953	1	2	17
8	Pasar a sala de espera	1.125	0.337832	1	2	24
9	Si hay libre, programar cita en el día Si no hay se programa cita en otra	2.424242	0.50189	2	3	33
10	fecha	3.041667	1.041703	1	5	24
11	Verificar disponibilidad en otro local Si el paciente ya está en tratamiento entrega su tarjeta de control y espera	4.4	1.5	2	8	25
12	en la sala	3.230769	1.727604	1	7	26
13	Transferir paciente	2.571429	0.87014	2	4	21
14	Enviar cita	1.566667	0.504007	1	2	30
15	Recibir cita	1.275862	0.560392	0.5	2	29
16	Pasar a sala de espera	1.617647	0.49327	1	2	34
17	Esperar	2.333333	0.866025	1	3	9
18	Buscar Historia clínica	4.647059	1.432995	2	8	34
19	Entregar tarjeta de control (Asistenta) Si es nuevo, tomar datos de control	1.970588	0.999554	1	4	34
20	(Asistenta)	3.787879	1.317136	2	8	33
21	Crear Historia clínica (Asistenta) Enviar Historia clínica a Odontólogo	4.352941	1.368085	2	8	34
22	tratante	1.606061	0.609272	1	3	33
23	Odontólogo recibe HC	1.606061	0.78817	1	3	33
24	Entrevistar paciente	9.206897	2.623783	5	15	29
25	Invitar al paciente al sillón dental	1.5	0.509175	1	2	28
26	Pasar al sillón	1.125	0.375771	0.5	2	28
27	Entrevista detallada (Enfermedades sistémicas, alergias, medicamentos actuales) Examen Clínico general y específico (tejidos duros, dientes y tejidos blandos tales)	7.382353	3.626625	2	15	34
28		10.14706	5.565763	0	25	34
29	Radiografías	6.242424	2.487849	2	20.6	
30	Hallazgos clínicos y radiográficos	5.242424	3.122802	2	15	33
31	Diagnóstico definitivo	4.970588	2.022379	2	10	34

	Plan de tratamiento (fases: Profilaxis, restauraciones, tratamiento de					
32	conductos, cirugías)	4.470588	1.397732	3	8	34
33	Explicar Plan de tratamiento (riesgos y beneficios)	10.91176	5.350546	3	20	34
34	Consentimiento informado	3.088235	2.404133	1	10	34
35	Elaborar presupuesto detallado	6.470588	2.721801	2	12	34
36	Acordar forma de pago	3.941176	1.857681	2	8	34
37	El paciente no acepta, concluye el proceso	1	0.246183	0	2	34
38	Si el paciente acepta y requiere tratamiento inmediato, realizar tratamiento	51.47059	11.96772	35	90	34
39	Si requiere tratamiento adicional, programar nueva cita	3.264706	1.262725	2	5	34
40	Paciente paga servicio a la Asistente dental	3.794118	1.754292	2	8	34
41	Se actualiza la Historia clínica y la tarjeta de control con el monto pactado y el dinero pagado	2	0.603023	1	3	34
42	Emitir comprobante de pago	3.735294	1.562997	2	7	34
43	El paciente se retira, concluyendo el proceso	0.617647	0.49327	0	1	34

Anexo 7: Resultados de simulación – Tiempo (AS-IS vs. TO-BE)

Tabla A7.1. Indicadores de tiempo del proceso por escenario

RESULTADOS	AS IS (Sin el Sistema)	TO BE (Con el Sistema)	Reducción de tiempo
Tiempo promedio:	1h 44m 14s	1h 11m 30s	31.40%
Tiempo mínimo:	6m 44s	1m	85.15%
Tiempo máximo:	2h 35m 36s	1h 37m 00s	37.66%
Tiempo total:	10d 20h 35m 26s	7d 10h 46m 30s	31.40%

Leyenda: Mín, máx, promedio y total; variación absoluta y %

Nota: La reducción del 31.40% es matemáticamente exacta sobre la base de minutos totales: (15,635.43 min AS-IS - 10,726.50 min TO-BE) / 15,635.43 min. Las cifras expresadas en días y horas en esta tabla están redondeadas para facilitar la lectura, pero el cálculo de eficiencia se realizó sobre los valores absolutos de la simulación

Anexo 8: Resultados de simulación – Costos (AS-IS vs. TO-BE)

Tabla A8.1. Indicadores de costo por escenario

RESULTADOS	AS IS (Sin el Sistema)	TO BE (Con el Sistema)	Reducción de Costos
Costo Total	S/ 8,201.60	S/ 5,665.58	30.92%
Costo Unitario total	S/ 4,845.60	S/ 3,105.58	35.91%
Costo fijo total	S/ 3,356.00	S/ 2,560.00	23.72%

Leyenda: Costo unitario total, costos fijos y costo total; variación absoluta y %


Anexo 9: Derivación de las Interfaces físicas del Sistema HCE a partir del modelo TO BE

Figura A9.1. Interfaz propuesta

ACCESO AL SISTEMA



Solicitar atención



Sistema HCE "ELUDENT"


Inicia sesión

Correo electrónico:

Contraseña:

Iniciar sesión

Si no estás registrado
[Crea una cuenta aquí...](#)

Registro de pacientes

Nombres:

Apellidos:

Altura (mts.):

Peso (Kg):

Género:

Edad:



Dirección:

Distrito:

Teléfono:

Correo electrónico:

Limpiar registro
Grabar registro

Búsqueda de pacientes

Apellidos: **Buscar**


Apellido paterno	Apellido materno	Nombres	DNI	N° HCE	Fech.Ing.
Pérez	Aguilar	Ana María	06420577	2015	21/01/2024
Pérez	Castro	Roberto Luis	06212874	1562	14/06/2022
Pérez	Escudero	Liliana Betty	07358496	1820	10/08/2023
Pérez	Gómez	Juan Alberto	06548754	2175	15/03/2025
Pérez	Ortega	Tomás Norberto	07245792	2512	18/04/2025
Pérez	Urbina	Kevin Luciano	06541875	1245	11/12/2022

Recuperar HCE

Panel de control

Paciente nuevo







Sistema HCE "ELUDENT"

Mantenimiento de Usuarios

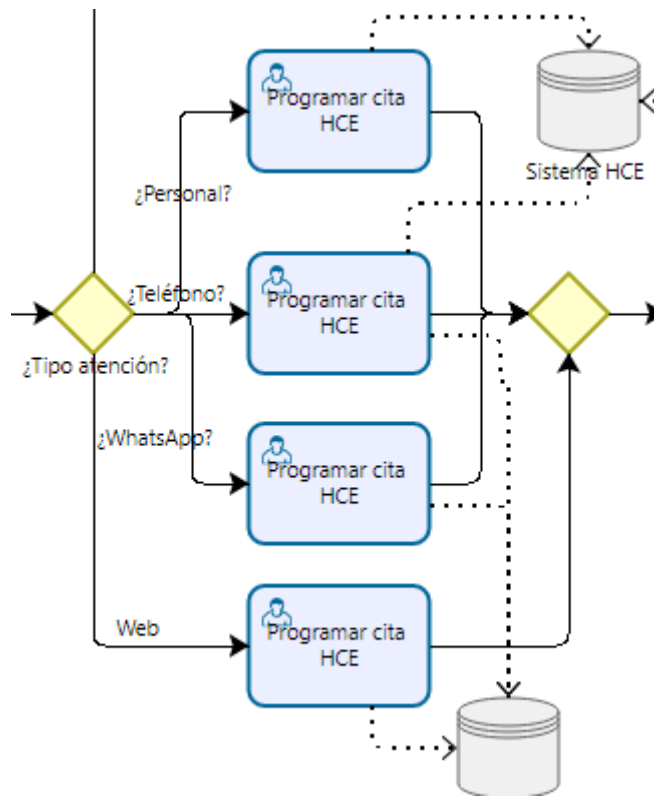
Sistema HCE "ELUDENT"



Apellido paterno:	Apellido materno:	Nombre(s):	Foto:
<input type="text" value="Noriega"/>	<input type="text" value="Palomino"/>	<input type="text" value="Daniel Carlos"/>	
Cargo:	Local:	Horario:	
<input type="text" value="Odontólogo"/> <input type="text" value="Asistente"/> <input type="text" value="Administrativo"/> <input type="text" value="Recepcionista"/>	<input type="text" value="Sede 1"/> <input type="text" value="Sede 2"/> <input type="text" value="Sede 3"/>	<input type="text" value="Turno 1"/> <input type="text" value="Turno 2"/> <input type="text" value="Turno 3"/>	<input type="button" value="Cambiar"/>

Dirección:	Distrito:	Teléfono:
<input type="text" value="Calle Wassily Kandisky Mz F Lote 22"/>	<input type="text" value="Carabayllo"/>	<input type="text" value="984385627"/>
Correo electrónico:	URL:	COP:
<input type="text" value="dcp1234@outlook.com"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="49292"/>

PROGRAMACIÓN DE CITA



Paciente: **Juan Pérez Gómez**

Doctor:

Fecha:

Octubre de 2025

DO	LU	MA	MI	JU	VI	SA
28	29	30	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8

MOTIVO DE LA CITA:

Programación de cita Odontológica

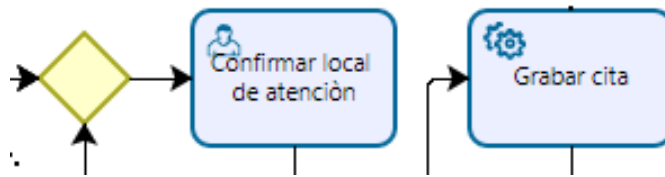
(Haga click en la casilla del horario en que desea ser atendido)

	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
10:00	No disponibl	No disponibl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No disponibl
11:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No disponibl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No disponibl
12:00	<input type="checkbox"/>	No disponibl	<input type="checkbox"/>	No disponibl	<input type="checkbox"/>	No disponibl
13:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16:00	<input type="checkbox"/>	No disponibl	No disponibl	<input type="checkbox"/>	No disponibl	<input type="checkbox"/>
17:00	No disponibl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18:00	No disponibl	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No disponibl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No disponibl	<input type="checkbox"/>	No disponibl	<input type="checkbox"/>
21:00	<input type="checkbox"/>	No disponibl	<input type="checkbox"/>	No disponibl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Esta página dice

¿Desea solicitar su cita para el 21/10/2025 a las 18:00 horas

CONFIRMACIÓN DE CITAS



REGISTRO DE NUEVA CITA WEB

Se acaba de registrar una nueva cita ON LINE. Solicite Confirmación.

OK



Sistema HCE "ELUIDENT"

Confirmación de cita Odontológica

(Haga click en la casilla del horario que desea confirmar)



Sistema HCE "ELUIDENT"

					Solicitado vía:				
Paciente:	Fecha:	Hora:	Doctor:	Motivo:					CONFIRMAC
Miranda Torres Giovanna Vanessa	22-Oct-2025	11:00 hrs	Medina Maricela	Extracción de muela	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confirmada
Morales Rivera Robert Gonzalo	25-Oct-2025	10:00 hrs	Noriega Daniel	Dolor de la muela del juicio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Confirmada
Ortega Gonzales Ernesto Rubèn	25-Oct-2025	12:00 hrs	Medina Maricela	Inflamación de las encías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confirmada
Huerta Flores Ana Maria	23-Oct-2025	21:00 hrs	Medina Maricela	Profilaxis blanqueamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confirmada
Pérez Gómez Juan Alberto	21-Ago-2025	18:00 hrs	Noriega Daniel	Endodoncia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No confirmada
Laredo Juliàn Gracia Damaris	21-Ago-2025	22:00 hrs	Noriega Daniel	Revisión anual	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No confirmada

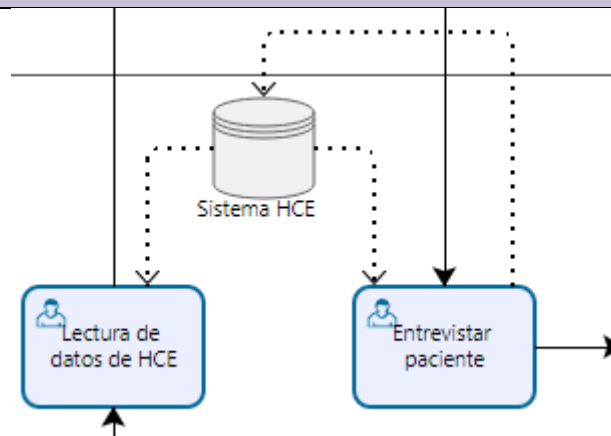
Esta página dice

¿Desea grabar la confirmación de la cita de PEREZ GOMEZ JUAN ALBERTO para el día 21-Oct-2025 a horas 18:00 ?

Aceptar
Cancelar

Grabar confirmación
Anular confirmación

HISTORIA CLÍNICAS ELECTRÓNICAS



HISTORIA CLÍNICA ODONTOLÓGICA

Nº HC: Fecha: Hora:

Grabar cambios

Cancelar



ANAMNESIS

MOTIVOS / ENF

EXAMEN / DIAG

TRATAMIENTO

ODONTOGRAMA

EVOLUCIÓN

Nombre del paciente: Fecha nacimiento: Edad: Género:

País de nacimiento: Dpto./estado: Distrito: Región:

Dirección: Distrito: Ocupación:

Altura (mts.): Peso (Kg): Viajes en el último año:

Teléfono: Correo electrónico:

En caso de emergencia comunicarse a:

HISTORIA CLÍNICA ODONTOLÓGICA



Sistema HCE "EL"

N° HC: Fecha: Hora:

Grabar cambios

Cancelar

ANAMNESIS

MOTIVOS / ENF

EXAMEN / DIAG

TRATAMIENTO

ODONTOGRAMA

EVOLUCIÓN

Motivo de la consulta:

Enfermedad actual:

Tiempo de enfermedad:

Signos y síntomas principales:

Relato cronológico:

Funciones biológicas:

Antecedentes familiares:

Antecedentes personales:

HISTORIA CLÍNICA ODONTOLÓGICA



Sistema HCE "EL"

N° HC: Fecha: Hora:

Grabar cambios

Cancelar

ANAMNESIS

MOTIVOS / ENF

EXAMEN / DIAG

TRATAMIENTO

ODONTOGRAMA

EVOLUCIÓN

Examen Clínico:

Signos vitales:

P.A.:

Pulso:

Temperatura:

F.C.:

F.Resp.:

Examen clínico general:

Examen clínico odontoestomatológico:

Diagnóstico (CIE 10):

Diagnóstico presuntivo:

Diagnóstico definitivo:

HISTORIA CLÍNICA ODONTOLÓGICA

N° HC: Fecha: Hora:

Grabar cambios

Cancelar



Sistema HCE "EL

ANAMNESIS

MOTIVOS / ENF

EXAMEN / DIAG

TRATAMIENTO

ODONTOGRAMA

EVOLUCIÓN

Dental chart showing upper and lower dental arches with numbered teeth (18-28, 55-65, 85-75, 48-38) and corresponding boxes for clinical notes.

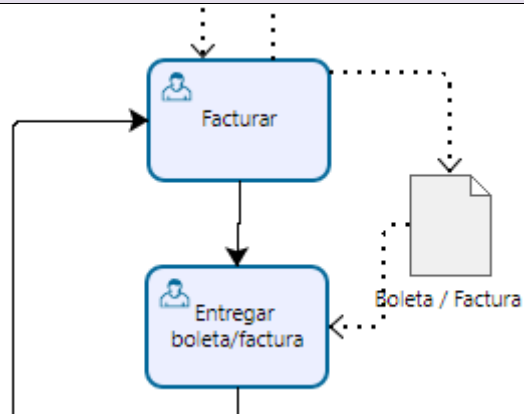
Especificaciones:


Empty box for specifications.

Observaciones:

Empty box for observations.

FACTURACIÓN





CONSULTORIO DENTAL ELEUDENT

Av. José Carlos Mariátegui Lot. 2
zona "E", Av. 15 de Julio Lot. 52
zona "B" 2do piso, Av. 15 de Julio

Cliente: Juan Alberto Pérez Gómez

Dirección de facturación: Jr. Francisco Lazo 1962 F

Fecha: 23/10/2025

N° de factura: 011-00254

Condiciones de pago: COD

N° orden de compra: Opcional

Vendedor: Opcional

Dirección de envío: Jr. Francisco Lazo 1962 F

Cant. ▼	Cód. ▼	Descripción ▼	Precio uni... ▼	Impuesto ▼	Total
1	Opcional ▼	Profilaxis	S/100.00	IGV ▼	S/100.00
1	Opcional ▼	Endodoncia	S/1,000.00	IGV ▼	S/1,100.00
1	Opcional ▼	Descripción	S/0.00	[Ninguno] ▼	S/0.00

Agregar item
Eliminar item

Grabar
Imprimir

Subtotal: S/1,100.00

IGV: S/198.00

Total: S/1,298.00



CONSULTORIO DENTAL ELEUDENT S.A.C.
 Av. José Carlos Mariátegui Lot. 2 zona "E", Av. 15 de Julio Lot. 52 zona "B" 2do piso, Av. 15 de Julio Lot. 14-2 Zona "A" 2do Piso- Huaycán - Ate.

Fecha: 2025-10-23
 N° de factura: 11

Facturar a
 Juan Alberto Pérez Gómez
 Jr. Francisco Lazo 1962 F

Cant.	Descripción	Precio unitario	Total
1	Profilaxis	S/100.00	S/100.00
1	Endodoncia	S/1,000.00	S/1,000.00

Subtotal S/1,100.00
 IGV S/198.00
Total S/1,298.00
Saldo S/1,298.00

Anexo 11: Constancia de aprobación y Carta de comité de ética



COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Lima, 14 de agosto del 2025.

Autor Responsable:
Daniel Carlos Noriega Palomino

Exp. N°: 2014-2025

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética e Integridad Científica de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEIC-UPNW) evaluó y **APROBÓ** el siguiente proyecto de investigación:

Proyecto Titulado: "Implementación de historias clínicas y la eficiencia operativa en consultorios odontológicos: Simulación con Bizagi Modeler, Lima, 2025" Versión Nro. 1, con fecha 11/08/2025.

El cual tiene como Autor(es) a:
Daniel Carlos Noriega Palomino

La **APROBACIÓN** comprende el cumplimiento de las buenas prácticas éticas, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo de investigación y la confidencialidad de los datos, entre otros.

El investigador deberá considerar los siguientes puntos detallados a continuación:

- La vigencia de la aprobación es 24 meses a partir de la emisión de este documento.
- Toda enmienda deberá presentarse al CIEIC-UPNW; el proyecto no podrá ejecutarse sin su aprobación previa.
- La constancia de aprobación por el CIEIC no garantiza la aceptación por parte de las instituciones donde pretende ejecutar el trabajo de investigación.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,



Mg. Angélica Karina Muiña Corderón
Presidente
Comité Institucional de Ética e Integridad Científica
Universidad Privada Norbert Wiener

Avanida Arequipa 440
Universidad Privada Norbert Wiener
Teléfono: 706-5555 anexo 3286-3287 Cel. 939513820
Correo: comita.etica@unwiansa.edu.pe

Anexo 12: Autorizaciones



EL AGUSTINO, 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2025

ASUNTO: Autorización para recolección de datos

Por medio de la presente, yo, **Mg. CD. Sandro Zúñiga Espinoza**, en calidad de Gerente General de la Clínica Dental "Zúñiga", otorgo la autorización correspondiente al **CD. Daniel Carlos Noriega Palomino**, estudiante de la Maestría en Gestión en Salud, para llevar a cabo la recolección de datos necesaria en el marco de su proyecto de investigación titulado: "Implementación de historias clínicas y la eficiencia operativa en consultorios odontológicos: Simulación con Bizagi Modeler, Lima, 2025."

La autorización comprende la observación y aplicación de encuestas, así como la revisión de los procesos clínico-administrativos, de acuerdo con la muestra previamente establecida por el investigador.

Agradecemos a la Universidad Privada Norbert Wiener y al asesor de tesis, Mg. Rosa María Pretell Aguilar, por su acompañamiento en este proceso académico y de mejora en la gestión en salud.

Sin otro particular, quedo de usted.

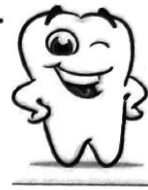
Atentamente,


Mg. CD. Sandro Zúñiga
GERENTE GENERAL



CONSULTORIO DENTAL ELEUDENT S.A.C.

Av. José Carlos Mariátegui Lt. 2 Zona "E", Av. 15 de Julio
Lt. 52 Zona "B" 2do piso, Av. 15 de Julio Lt. 14-2 Zona "A"-
2do Piso- Huaycán - Ate.

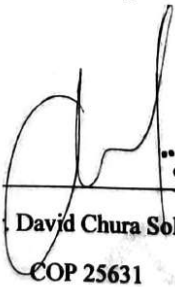


CONSTANCIA

Quien suscribe, en calidad de representante del Consultorio Déntal Eleudent S.A.C., identificado bajo el número de R.U.C. 20601081131.

Hace constar mediante la presente que el CD. Daniel Noriega Palomino, identificado con el DNI N° 72204306, estudiante de posgrado de la Universidad Norbert Wiener; ha cumplido con entregar la carta de autorización para recabar datos para su tesis de maestría, por lo cual se le concede dicho permiso en los 3 consultorios dentales de los cuales soy propietario.

Constancia que se expide, para los fines que el interesado estime convenientes.


D. David Chura Solis
COP 25631

David Chura Solis
DENTISTA
COP. 25631

CIRUJANO DENTISTA

Lima, 01 de Octubre de 2025

Anexo 13: Confiabilidad del checklist

Tabla A13.1. Análisis de confiabilidad mediante Índice de Concordancia de Validez (ICV)

Item / Experto	Actividad	1	2	3	4	5
1	Registro clínico digital completo del paciente	e	e	x	e	e
2	Historial odontológico con imágenes	e	e	e	e	e
3	Agenda electrónica de citas	e	e	e	e	x
4	Alertas de alergias y condiciones médicas	e	e	e	e	e
5	Registro de tratamientos realizados	e	e	e	e	e
6	Firma digital del odontólogo	e	e	e	e	e
7	Integración con sistema de facturación	e	e	e	e	e
8	Acceso remoto seguro	e	e	e	e	e
9	Control de inventario de insumos	e	x	e	e	e
10	Registro de consentimiento informado	e	e	e	e	x
11	Generación automática de reportes	e	e	e	e	e
12	Interfaz amigable para el usuario	x	e	e	e	e
13	Validación de campos obligatorios	e	e	e	e	e
14	Registro de evolución clínica	e	e	e	e	e
15	Módulo de seguimiento post-tratamiento	e	e	e	e	e
16	Control de tiempos por consulta	e	e	x	e	e
17	Acceso por niveles de usuario	e	e	e	e	e
18	Backup automático de datos	e	e	e	e	x
19	Cumplimiento de normativas de protección de datos	e	e	e	e	e
20	Soporte técnico y actualizaciones	e	e	e	e	e

Fuente: Elaboración propia

Se utilizó una matriz de 20 actividades evaluadas por 5 expertos. Cada experto marcó cada ítem como: “e”: pertinente o aprobado y “x”: no pertinente o desaprobado

Tabla A13.2. Resultados del ICV del instrumento 1

Ítem	Actividad	"e"	"x"	ICV	Validez
1	Registro clínico digital completo del paciente	4	1	0.80	Aceptado
2	Historial odontológico con imágenes	5	0	1.00	Aceptado
3	Agenda electrónica de citas	4	1	0.80	Aceptado
4	Alertas de alergias y condiciones médicas	5	0	1.00	Aceptado
5	Registro de tratamientos realizados	5	0	1.00	Aceptado
6	Firma digital del odontólogo	5	0	1.00	Aceptado
7	Integración con sistema de facturación	5	0	1.00	Aceptado
8	Acceso remoto seguro	5	0	1.00	Aceptado
9	Control de inventario de insumos	4	1	0.80	Aceptado
10	Registro de consentimiento informado	4	1	0.80	Aceptado
11	Generación automática de reportes	5	0	1.00	Aceptado
12	Interfaz amigable para el usuario	4	1	0.80	Aceptado
13	Validación de campos obligatorios	5	0	1.00	Aceptado
14	Registro de evolución clínica	5	0	1.00	Aceptado
15	Módulo de seguimiento post-tratamiento	5	0	1.00	Aceptado
16	Control de tiempos por consulta	4	1	0.80	Aceptado
17	Acceso por niveles de usuario	5	0	1.00	Aceptado
18	Backup automático de datos	4	1	0.80	Aceptado
19	Cumplimiento de normativas de protección de datos	5	0	1.00	Aceptado
20	Soporte técnico y actualizaciones	5	0	1.00	Aceptado

Fuente: Elaboración propia

$$\frac{\sum ICV_{item}}{20} = \frac{13 \times 1.00 + 7 \times 0.80}{20} = 0.93$$

Todos los ítems alcanzaron el umbral de aceptación ($ICV \geq 0.80$). El ICV global fue de 0.93, lo que indica muy alta concordancia entre expertos. El contenido propuesto para el sistema HCE odontológico tiene validez de contenido excelente, y puede ser utilizado con confianza en el diseño e implementación del sistema.

Anexo 14: Confiabilidad de la medición de tiempos (time–motion)

Ficha técnica.

Unidad de análisis: 42 procesos odontológicos.

Observadores: 34.

Matriz de datos: 34 × 42 (cada celda = tiempo en minutos).

Propósito: evaluar el acuerdo interobservador y la dispersión relativa de los tiempos para sustentar simulación, análisis de eficiencia y decisiones operativas.

- Coeficiente de correlación intraclase (ICC)

El ICC(2,k) evalúa la confiabilidad entre observadores que miden los mismos ítems. Se basa en un modelo de ANOVA de dos vías.

Fórmula simplificada:

$$ICC = \frac{MS_B - MS_W}{MS_B + (k - 1)MS_W}$$

Donde:

MSB: media de cuadrados entre sujetos (procesos)

MSW: media de cuadrados dentro de sujetos (entre observadores)

k: número de observadores

Cálculo:

Se realiza un ANOVA de dos vías sin repetición para obtener MSB y MSW.

Resultado estimado: ICC ≈ 0.98

Modelo aplicado: ICC(2,k), adecuado para mediciones completas por todos los observadores.

Valor estimado: ICC ≈ 0.98

Interpretación: Excelente acuerdo interobservador. Los observadores coinciden fuertemente en sus mediciones, lo que valida la confiabilidad del conjunto.

- Coeficiente de variación (CV)

El CV mide la dispersión relativa de los tiempos por ítem:

$$CV = \frac{\text{Desviación estándar}}{\text{Media}} \times 100$$

Ejemplo de cálculo para un ítem (proceso):

Supongamos que para el ítem 1:

- Media = 5.0
- Desviación estándar = 0.6

Entonces:

$$CV = \frac{0.6}{5.0} \times 100 = 12\%$$

Rango observado: CV entre 5% y 35%

Procesos con CV < 10%: alta precisión (ej. procesos 2, 6, 12)

Procesos con CV > 20%: dispersión elevada (ej. procesos 21, 25, 27, 39)

La mayoría de los procesos presentan precisión aceptable. Los procesos con alta variabilidad deben ser revisados o estandarizados.

- CV < 10% → alta precisión
- $10\% \leq CV < 20\%$ → aceptable
- CV ≥ 20% → revisar posibles inconsistencias

Anexo 15: Confiabilidad de la medición de tiempos (time–motion)

El presente anexo resume la verificación de la confiabilidad del costeo por actividad bajo el enfoque TDABC aplicado a procesos odontológicos digitalizados. Se trabajó con dos insumos: una tabla de costos unitarios por minuto para cada tipo de recurso y una matriz de tiempos totales por actividad con los costos resultantes. El costo se obtiene determinísticamente multiplicando el tiempo total de la actividad por el costo/minuto del recurso; como se trata de una medición única por actividad, la confiabilidad se aborda como coherencia interna del modelo: consistencia lógica tiempo→costo, proporcionalidad entre recursos semejantes y estabilidad ante pequeñas variaciones de tiempo.

Tabla A15. Análisis de confiabilidad del costeo TDABC

Actividad	Total minutos	Total, Costo de la actividad	Recurso
Verificar agenda	3.323529412	S/ 0.66	Administrativo
Atender e informar virtual	5.970588235	S/ 1.19	Administrativo
Atender e informar personalmente	6.352941176	S/ 1.26	Administrativo
Confirmación	3.090909091	S/ 0.61	Administrativo
Consultar agenda	3.441176471	S/ 0.68	Administrativo
Entregar turno de atención	1.294117647	S/ 0.26	Administrativo
Pasar a sala de espera	1.208333333	S/ 0.24	Paciente
Si hay libre, programar cita en el día	3.272727273	S/ 0.65	Administrativo
Si no hay se programa cita en otra fecha	3.739130435	S/ 0.74	Administrativo
Verificar disponibilidad en otro local	5.24	S/ 1.04	Administrativo
Si el paciente ya está en tratamiento entrega su tarjeta de control y espera en la sala	3.5	S/ 0.70	Paciente
Transferir paciente	3.619047619	S/ 0.72	Administrativo
Enviar cita	1.620689655	S/ 0.32	Administrativo
Recibir cita	1.448275862	S/ 0.29	Paciente
Pasar a sala de espera	2.088235294	S/ 0.41	Paciente
Esperar	3.333333333	S/ 0.66	Paciente
Buscar Historia clínica	5.852941176	S/ 1.16	Asistente dental

Entregar tarjeta de control (Asistente)	2.117647059	S/ 0.42	Paciente
Si es nuevo, tomar datos de control (Asistente)	4.515151515	S/ 0.90	Asistente dental
Crear Historia clínica (Asistente)	4.647058824	S/ 0.93	Asistente dental
Enviar Historia clínica a Odontólogo tratante	1.636363636	S/ 0.33	Asistente dental
Odontólogo recibe HC	1.696969697	S/ 0.34	Odontólogo
Entrevistar paciente	11.34482759	S/ 2.26	Odontólogo
Invitar al paciente al sillón dental	1.535714286	S/ 0.31	Administrativo
Pasar al sillón	1.267857143	S/ 0.25	Paciente
Entrevista detallada (Enfermedades sistémicas, alergias, medicamentos actuales)	9.147058824	S/ 1.82	Odontólogo
Examen Clínico general y específico (tejidos duros, dientes y tejidos blandos)	14.70588235	S/ 2.93	Odontólogo
Radiografías intra y extraorales	8.242424242	S/ 1.64	Odontólogo
Hallazgos clínicos y radiográficos	6.545454545	S/ 1.30	Odontólogo
Diagnóstico definitivo	5.764705882	S/ 1.15	Odontólogo
Plan de tratamiento (fases: Profilaxis, restauraciones, tratamiento de conductos, cirugías)	5.235294118	S/ 1.04	Odontólogo
Explicar Plan de tratamiento (riesgos y beneficios)	12.58823529	S/ 2.51	Odontólogo
Consentimiento informado	3.676470588	S/ 0.73	Paciente
Elaborar presupuesto detallado	7.911764706	S/ 1.58	Odontólogo
Acordar forma de pago	4.382352941	S/ 0.87	Odontólogo
El paciente no acepta, concluye el proceso	1	S/ 0.20	Paciente
Si el paciente acepta y requiere tratamiento inmediato, realizar tratamiento	51.47058824	S/ 10.25	Odontólogo
Si requiere tratamiento adicional, programar nueva cita	4.029411765	S/ 0.80	Administrativo
Paciente paga servicio a la Asistente dental	5.117647059	S/ 1.02	Paciente

Se actualiza la Historia clínica y la tarjeta de control con el monto pactado y el dinero pagado	2.470588235	S/ 0.49	Asistente dental
Emitir comprobante de pago	4.529411765	S/ 0.90	Administrativo
El paciente se retira, concluyendo el proceso	0.617647059	S/ 0.12	Paciente

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran una relación prácticamente perfecta entre el tiempo registrado y el costo calculado, lo que evidencia la correcta aplicación del TDABC sin desviaciones. Además, se observó homogeneidad de los costos unitarios dentro de cada categoría de recurso: en administrativos $\approx 0,0833$ por minuto y en odontólogos $\approx 0,2431$ por minuto, con comportamiento consistente también en asistentes dentales. Cambios pequeños en el tiempo (± 1 minuto) producen variaciones proporcionales en el costo, lo que confirma un sistema estable para el análisis operacional.

En conjunto, el costeo TDABC presenta alta confiabilidad interna sustentada por la coherencia entre tiempos y costos, la proporcionalidad y la homogeneidad por tipo de recurso. Dado que los costos derivan de reglas determinísticas aplicadas sobre mediciones operativas y no de una escala psicométrica, no corresponde emplear alfa de Cronbach; la evidencia de confiabilidad proviene de la consistencia interna del propio modelo. Esta solidez respalda el uso de los costos en la simulación, la comparación AS-IS/TO-BE y la toma de decisiones de eficiencia.

Anexo 16. Validación de 5 expertos

DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³	
	Si	No	Si	No	Si	No
Variable 3: Eficiencia operativa – Indicadores de costo (TDABC)						
1 Costo de RR.HH. por ciclo (S/): Σ tiempo actividad \times costo/min de RR.HH. (pre y post).	X		X			
2 Costo fijo por ciclo (S/): alquiler + servicios + otros fijos / N pacientes (pre y post).	X		X			
3 Costo total por ciclo (S/): costo RR.HH. + costo fijo (pre y post).	X		X			

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador (Dr) Mg.: *Flores Bravo Jorge Luis*

DNI: *06053898*

Especialidad del validador: *CONTADOR - ECONOMISTA*

DR. CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN

4 de Agosto del 2025

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

[Firma]
Firma del Experto Informante

VARIABLE 3: Costos							
DIMENSIÓN 1: Costos de materiales e insumos médicos		Si	No	Si	No	Si	No
6	Reducción de material de oficina e insumos médicos antes y después de la implementación del sistema HCE	X		X		X	
DIMENSIÓN 2: Costos de personal administrativo		Si	No	Si	No	Si	No
7	Número de empleados adicionales necesarios para las tareas administrativas antes y después de la automatización.	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg. *Sandro César Zúñiga Espinoza*

DNI: *47217415*

Especialidad del validador: *Magister en Administración de Servicios de Salud Cirujano dentista*

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

4 de Agosto del 2025

[Firma]
Firma del Experto Informante

	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³	
		Si	No	Si	No	Si	No
	Variable 3: Eficiencia operativa – Indicadores de costo (TDABC)						
1	Costo de RR.HH. por ciclo (S/): Σ tiempo actividad \times costo/min de RR.HH. (pre y post).	X		X		X	
2	Costo fijo por ciclo (S/): alquiler + servicios + otros fijos / N pacientes (pre y post).	X		X		X	
3	Costo total por ciclo (S/): costo RR.HH. + costo fijo (pre y post).	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Joselyn Saby Ostos Huente

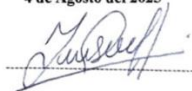
DNI: 72225519

Especialidad del validador: CIRUJANA DENTISTA
MG-EN GESTIÓN PÚBLICA

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

4 de Agosto del 2025



	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³	
		Si	No	Si	No	Si	No
	Variable 3: Eficiencia operativa – Indicadores de costo (TDABC)						
1	Costo de RR.HH. por ciclo (S/): Σ tiempo actividad \times costo/min de RR.HH. (pre y post).	X		X		X	
2	Costo fijo prorrateado por ciclo (S/): alquiler + servicios + otros fijos / N pacientes (pre y post).	X		X		X	
3	Costo total por ciclo (S/): costo RR.HH. + costo fijo (pre y post).	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Dr./Mg. PEDRESCHI, COLANTES NAN GABRIEL

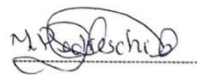
DNI: 02.8988.99

Especialidad del validador: INGENIERO ZOOTECNISTA
MG. INVESTIGACION Y DOCENCIA UNIVERSITARIA

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

4 de Agosto del 2025



Firma del Experto Informante

	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³	
		Si	No	Si	No	Si	No
	Variable 3: Eficiencia operativa – Indicadores de costo (TDABC)						
1	Costo de RR.HH. por ciclo (S/): Σ tiempo actividad \times costo/min de RR.HH. (pre y post).	X		X		X	
2	Costo fijo prorrateado por ciclo (S/): alquiler + servicios + otros fijos / N pacientes (pre y post).	X		X		X	
3	Costo total por ciclo (S/): costo RR.HH. + costo fijo (pre y post).	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Dr./Mg. VICTOR MORENO PRIETO

DNI: 6361002

Especialidad del validador: CIRUJANO - DENTISTA
MAGISTER EN DOCENCIA E INVESTIGACION EN ESTOMATOLOGIA

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

4 de Agosto del 2025


Mg. Dr. VICTOR MORENO PRIETO
C.O.P. 43356
Firma del Experto Informante




7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 6% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	2%
2	Internet	help.bizagi.com	1%
3	Internet	repositoriobibliotecas.uv.cl	<1%
4	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1%
5	Publicación	Santiago Álamo, Elinamar. "Intención de uso continuo de aplicaciones de entrega...	<1%
6	Trabajos entregados	Universidad Cesar Vallejo on 2017-12-09	<1%
7	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2026-03-10	<1%
8	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2024-07-31	<1%
9	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%
10	Internet	www.coursehero.com	<1%
11	Internet	xdoc.mx	<1%