



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE  
ESCUELA DE INGENIERIA

# **EVALUACIÓN DE VÍAS CLÍNICAS A TRAVÉS DE SIMULACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA DISMINUIR ESPERA DE PACIENTES**

**JOSÉ DIEGO QUEZADA GARCÍA**

Tesis para optar al grado de  
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Profesor Supervisor:  
**PEDRO GAZMURI SCHLEYER**

Santiago de Chile, (Enero, 2018)

© 2017, José Quezada



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE  
ESCUELA DE INGENIERIA

# **EVALUACIÓN DE VÍAS CLÍNICAS A TRAVÉS DE SIMULACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA DISMINUIR ESPERA DE PACIENTES**

**JOSÉ DIEGO QUEZADA GARCÍA**

Tesis presentada a la Comisión integrada por los profesores:

**PEDRO GAZMURI SHLEYER**

**ALVARO LORCA GALVEZ**

**FELIPE BAESLER ABUFARDE**

**NESTOR GUILLERMO ESCALONA BURGOS**

Para completar las exigencias del grado de  
Magíster en Ciencias de la Ingeniería  
Santiago de Chile, (Enero, 2018)

*Para quienes me apoyaron en mi camino de formación académica y profesional, particularmente en el desarrollo de esta tesis. Agradecimientos particulares a mi familia, amigos y quienes estuvieron más cerca en este proceso.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis familiares, amigos y particularmente, quienes me acompañaron, apoyaron y comprendieron durante este proceso; por su incondicional apoyo y paciencia en una etapa de alta carga de trabajo; por creer en mí y mantener el ánimo alto.

Particular agradecimiento a mi profesor guía de la tesis, Pedro Gazmuri, por la formación entregada, consejo y dirección en el desarrollo de esta tesis y Magíster.

Adicionalmente, quiero agradecer a la Clínica Alemana por entregarme el respaldo para la realización de esta investigación. Agradecimientos especiales a: Constanza Prieto, Subgerente de Procesos, quien creyó en mí al momento de ingresar a la clínica. Mauricio Muñoz, Jefe de Logística, quien me apoyó en la etapa final de este trabajo. Todo el equipo de Procesos, en particular a quienes me guiaron académicamente y ayudaron a seguir adelante. Agradecimientos a Dra. Pamela Chávez y Dr. Cristóbal Carvajal por su guía en el ámbito médico respecto a las vías clínicas y su apoyo en la difusión e implementación de esta metodología a la clínica.

Agradezco especialmente a Constanza V., quién me apoyó continua e incondicionalmente.

Finalmente, a todos quienes no haya mencionado y aportaron un granito de arena o más en esta etapa.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE .....	iii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
RESUMEN EJECUTIVO .....	x
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Definición y origen de vías clínicas .....	5
2.2 Impacto generado por las vías clínicas.....	6
2.3 Estimación de impactos generados por vías clínicas .....	7
3 ENFOQUE PRINCIPAL: METODOLOGÍA .....	10
3.1 Levantamiento de vías clínicas .....	11
3.2 Trabajo con el equipo clínico .....	14
3.3 Finalidad de vías clínicas en el estudio.....	20
4 SIMULACIÓN DE PROCESO ATENCIONAL Y VÍAS CLÍNICAS .....	22
4.1 Objetivos de simulación del proceso atencional y vías clínicas .....	22
4.2 Construcción del modelo atencional.....	24
4.2 Resultados y validación del modelo atencional.....	28
4.3 Limitaciones del modelo de vías clínicas .....	36
4.4 Validación del modelo de vías clínicas .....	40
4.5 Resultados obtenidos por los modelos de simulación de vías clínicas .....	42
4.6 Estimación de mejoras de eficiencia conjunta de vías clínicas .....	45
5 MODELO DE SIMULACIÓN DE LA CLÍNICA .....	58
5.1 Objetivos del estudio .....	58
5.2 Limitaciones del modelo.....	59

5.3	Procesos modelados .....	61
5.3.1	Llegada .....	62
5.3.2	Estadía .....	62
5.3.3	Traslados .....	63
5.3.4	Alta y liberación de camas .....	65
5.4	Variables de input .....	66
5.4.1	Limpieza de datos trabajados .....	66
5.4.2	Llegada .....	68
5.4.3	Estadía .....	68
5.4.4	Traslados y altas .....	69
5.5	Escenarios a evaluar .....	69
6	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	72
6.1	Número de réplicas y validación .....	72
6.2	Resultados de escenarios .....	77
7	CONCLUSIONES .....	84
8	BIBLIOGRAFÍA .....	88
9	ANEXOS .....	95
	Anexo 1: Vía clínica de bronquiolitis .....	95
	Anexo 2: Vía clínica de ataque cerebrovascular .....	99
	Anexo 3: Vía clínica cirugía de válvula cardíaca .....	102
	Anexo 4: Vía clínica cirugía de cadera .....	105
	Anexo 5: Disminución de LOS .....	110

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Proceso de elaboración de vías clínicas, parte 1. Fuente: (Menajovsky, 2015) .....	19
Ilustración 2: Proceso de elaboración de vías clínicas, parte 2. Fuente: (Menajovsky, 2015) .....	19
Ilustración 3: Histograma de tiempos de estadía para pacientes con ataque cerebrovascular, según modelo y datos. Fuente: elaboración propia. ....	30
Ilustración 4: Histograma de tiempos de estadía para pacientes sometidos a cirugía de cadera, según modelo y datos. Fuente: elaboración propia.....	30
Ilustración 5: Histograma de tiempos de estadía para pacientes sometidos a cirugía de válvula cardíaca, según modelo y datos. Fuente: elaboración propia. ....	31
Ilustración 6: Histograma de tiempos de estadía para pacientes con bronquiolitis, según modelo y datos. Fuente: elaboración propia .....	32
Ilustración 7: Ancho del intervalo promedio del error, para LOS del modelo atencional Accidente Cerebro Vascular. Fuente: elaboración propia.....	34
Ilustración 8: Ancho del intervalo promedio del error, para LOS del modelo atencional Bronquiolitis. Fuente: elaboración propia.....	34
Ilustración 9: Ancho del intervalo promedio del error, para LOS del modelo atencional Cirugía de válvula cardíaca. Fuente: elaboración propia .....	35
Ilustración 10: Ancho del intervalo promedio del error, para LOS del modelo atencional Cirugía de cadera. Fuente: elaboración propia.....	35
Ilustración 11: Intervalos de confianza, 95%, para cada modelo atencional. Fuente: elaboración propia. ....	36
Ilustración 12 : Diferencia entre un proceso atencional y su respectiva vía clínica. Descarte de actividades y acotación del tiempo de ciertas actividades. Fuente: elaboración propia.....	41
Ilustración 13: Curva de aprendizaje para la disminución del LOS promedio. Disminución de LOS promedio, en días, según el tiempo transcurrido desde la implementación de la vía. Fuente: elaboración propia.....	47

Ilustración 14: Porcentaje de la disminución de LOS alcanzada, de acuerdo con el tiempo transcurrido desde la implementación de la vía. Fuente: elaboración propia. ....	49
Ilustración 15: Gráfico de reducción del LOS para cada vía clínica modelada según el tiempo transcurrido desde la implementación. Fuente: elaboración propia.....	51
Ilustración 16: Gráfico de reducción porcentual del LOS para cada vía clínica modelada y el promedio de reducción, según el tiempo transcurrido desde la implementación. Fuente: elaboración propia.....	52
Ilustración 17: Modelo general. Fuente: elaboración propia. ....	61
Ilustración 18 . Modelo del proceso de hospitalización. Fuente: elaboración propia. ....	63
Ilustración 19 : Proceso de traslado. Fuente: elaboración propia.....	64
Ilustración 20 : Proceso de alta. Fuente: elaboración propia. ....	65
Ilustración 21: Ocupación según día de la semana, comparación datos históricos y modelados. Fuente: elaboración propia.....	72
Ilustración 22: Ocupación según mes, comparación datos históricos y modelados. Fuente: elaboración propia. ....	73
Ilustración 23: Ancho del intervalo promedio del error, para ocupación promedio según mes. Fuente: elaboración propia. ....	74
Ilustración 24: Ancho del intervalo promedio del error, para ocupación promedio según día de la semana. Fuente: elaboración propia. ....	75
Ilustración 25: Intervalos de confianza, 95%, de la ocupación por mes. Fuente: elaboración propia.....	76
Ilustración 26: Intervalos de confianza, 95%, de la ocupación por día de la semana. Fuente: elaboración propia. ....	76
Ilustración 27 : Disminución de la ocupación respecto al escenario base, para cada año simulado, escenario 1. Fuente: elaboración propia. ....	79
Ilustración 28: Disminución de la ocupación respecto al escenario base, para cada año simulado, escenario 2. Fuente: elaboración propia. ....	79
Ilustración 29: Disminución de la ocupación respecto al escenario base, para el escenario 3. Fuente: elaboración propia.....	80

Ilustración 30: Vía clínica Bronquiolitis, ingreso y primera atención. Fuente: elaboración propia.....	96
Ilustración 31: Vía clínica Bronquiolitis, alta u hospitalización. Fuente: elaboración propia. ....	97
Ilustración 32: Vía clínica Bronquiolitis, hospitalización UCI/UTI. Fuente: elaboración propia.....	97
Ilustración 33: Vía clínica Bronquiolitis, hospitalización HMQ y alta. Fuente: elaboración propia.....	98
Ilustración 34: Vía clínica ACV, ingreso a la vía, Fuente: elaboración propia. ....	99
Ilustración 35: Vía clínica ACV, hospitalización, Fuente: elaboración propia.....	100
Ilustración 36: Vía clínica ACV, proceso de alta, Fuente: elaboración propia. ....	101
Ilustración 37: Vía clínica ACV, seguimiento, Fuente: elaboración propia. ....	102
Ilustración 38: Vía clínica Cirugía de válvula cardiaca, Ámbito pre quirúrgico. Fuente: elaboración propia. ....	103
Ilustración 39: Vía clínica Cirugía de válvula cardiaca, hospitalización. Fuente: elaboración propia.....	104
Ilustración 40: Vía clínica Cirugía de válvula cardiaca, seguimiento. Fuente: elaboración propia.....	105
Ilustración 41: Vía clínica Cirugía de cadera, Ingreso desde urgencia. Fuente: elaboración propia.....	106
Ilustración 42: Vía clínica Cirugía de cadera, ámbito pre quirúrgico. Fuente: elaboración propia.....	107
Ilustración 43: Vía clínica Cirugía de cadera, post operatorio. Fuente: elaboración propia. ....	108
Ilustración 44: Vía clínica Cirugía de cadera, alta y seguimiento. Fuente: elaboración propia. ....	109

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de variables propais del paciente consideradas por modelo atencional. Fuente:elaboración propia.....	26
Tabla 2 . Número de pacientes por enfermedad, entre marzo de 2014 y febrero 2015. Fuente:elaboración propia.....	27
Tabla 3. Comparación de la media y desviación estándar del LOS para el modelo de flujo atencional común. Fuente: Elaboración propia.....	29
Tabla 4: Promedio y desviación estándar del LOS según tipo de atención, Fuente: elaboración propia.....	43
Tabla 5 : Reducción porcentual del LOS y capacidad de implementación de vías clínicas, Fuente: Elaboración propia.....	44
Tabla 6: Resumen de reducción porcentual de promedio del LOS y capacidad de implementación de vías clínicas, Fuente: elaboración propia.....	44
Tabla 7: LOS promedio de estadía dentro del período previo y luego de implementada la vía de cirugía de cadera, Fuente: (Lau, Fang, & Leung, 2013) .....	46
Tabla 8 LOS promedio de estadía dentro del período previo y luego de implementada la vía de cirugía de cáncer mamario, Fuente: (van Dam, y otros, 2013) .....	46
Tabla 9: Variaciones del LOS según tiempo transcurrido de la implementación de la vía. Fuente: elaboración propia.....	48
Tabla 10. Porcentaje de cumplimiento de la vía según tiempo desde la implementación. Fuente: elaboración propia.....	50
Tabla 11: LOS promedio para el modelo atencional actual y la simulación de vías clínicas a distintos periodos desde la implementación. Fuente: elaboración propia.....	50
Tabla 12: Vías clínicas revisadas, disminución de LOS. Fuente: elaboración propia.....	54
Tabla 13: Impacto de las vías clínicas en reducción de días camas por vía. Fuente: elaboración propia.....	56
Tabla 14 : Composición de escenarios a evaluar según vías. Fuente elaboración propia....	71
Tabla 15. Ocupación de cada escenario. Fuente: elaboración propia.....	77
Tabla 16: Tiempo de espera por escenario. Fuente: elaboración propia.....	78
Tabla 17. Días camas liberados por vías clínicas. Fuente: elaboración propia.....	81

Tabla 18: Tabla de disminución de LOS para estudios revisados. Fuente: varios, ver pie de página .....110

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La creciente demanda del mercado de la salud sumado a la incapacidad del sistema público por cubrir la demanda de forma satisfactoria ha generado un aumento particular de la demanda en el sistema privado. Para recibir este aumento de pacientes se requiere de una capacidad adicional, debido a la baja holgura existente respecto a los recursos. Adicionalmente, existe incertidumbre respecto al futuro de las isapres, y con esto, el funcionamiento del sistema privado de salud. Dado el riesgo asociado, las entidades privadas prefieren absorber esta demanda sin inversiones de infraestructura, por lo que se requiere utilizar de forma más eficiente los recursos.

Por medio de una revisión bibliográfica se muestra el impacto que genera la implementación de vías clínicas respecto a la reducción del tiempo de estadía de los pacientes, así utilizando de forma más eficiente los recursos para la atención.

En primer lugar, se plantea una metodología para levantar procesos clínicos a través de un equipo multidisciplinario. A partir de los procesos clínicos, se desarrollan vías clínicas, estandarizando y restringiendo procesos según estándares internacionales y fundamentos clínicos. Este proceso de levantamiento es validado a través de la simulación del proceso atencional modelado como el desarrollo de una serie de posibles actividades con distintas probabilidades de ocurrencia, tiempos de procesos y de espera de acuerdo con variables propias del paciente. Los resultados del modelo de simulación se comparan con los tiempos totales de estadía de los pacientes para cada modelo atencional con los datos históricos, cumpliendo estos con los estándares de validación a un intervalo de confianza del 95%. Validada la metodología, se considera la simulación de las vías clínicas construidas a partir de esta misma, con el fin de comparar la disminución del LOS que pudiese alcanzar la clínica respecto a otros estudios revisados.

Siendo este resultado positivo y, de similares magnitudes a la experiencia internacional, se revisa una serie de estudios para conocer el impacto que tienen estos en la reducción de los tiempos de estadía y su influencia en la clínica según el número de pacientes que pudiese pertenecer a la vía. Así, se simula el impacto de la implementación de una serie de vías clínicas, particularmente en la ocupación de la clínica, considerando los ingresos, traslados entre unidades, estadías y altas de los pacientes de la clínica. Se consideran 232 camas,

clasificadas en 15 grupos distintos según comportamiento de altas y traslados de los pacientes, para simular un horizonte de un año, para distintas vías clínicas implementadas, con distinto grado de adaptación.

En los escenarios propuestos se observa una reducción considerable de la ocupación, de 78,3% a 71,7% al tercer año de estudio en el caso del escenario con implementación de 23 vías. Esto se traduce en una disminución de la espera de 3,9 a 2,8 horas, dada por la disponibilidad mayor de camas. La aplicación de 45 vías sólo logra una reducción adicional de ocupación de 2%, siendo la ocupación simulada del 69,7%. Esto deja entrever el aporte significativo de las primeras vías consideradas, siendo las de mayor impacto. Por el contrario, las últimas vías implementadas generar una diferencia mucho menor, concluyendo que hay incrementos marginales decrecientes en el aporte de la reducción de LOS con la implementación de vías clínicas.

Finalmente, se concluye que la implementación de vías clínicas se debe realizar de acuerdo con algún indicador operacional, eligiendo aquellas de mayor impacto, considerando el porcentaje de pacientes y la capacidad de reducción de la vía. Adicionalmente, la implementación de vías, pasado cierto punto, tiene un bajo impacto en la operación debido a su poca influencia por tener bajo porcentaje de pacientes en la vía o ser vías que generen pocos cambios en el indicador.

## **1 INTRODUCCIÓN**

Los temas relacionados a la salud, específicamente con los servicios de salud tales como clínicas y hospitales, han sido de suma importancia tanto a nivel nacional como mundial en las últimas décadas. Es de conocimiento común la falta de organización en los sistemas de salud, en establecimientos privados y públicos, aunque con una clara gravedad en estos últimos. Largas esperas para atención, congestión, descontento de los pacientes, mala calidad en el servicio, entre otros, son los problemas más comunes en los servicios de salud.

Respecto del ámbito hospitalario revisado en este estudio, la gestión se ha vuelto más compleja debido a la alta variabilidad en los tiempos de estadía de los pacientes, sin existir control de estadía y estandarización de atención según el diagnóstico de los pacientes (Palacio, Alexandraki, House, & Mooradian, 2009).

Uno de los posibles recursos a utilizar con el fin de estandarizar la atención y mejorar los tiempos de recuperación y de espera de los pacientes son las vías clínicas (Schrijvers, van Hoorn, & Huiskes, 2012). Una vía clínica es una herramienta organizacional multidisciplinaria que permite secuenciar de forma óptima la atención del paciente para obtener un diagnóstico o realizar un procedimiento, en la cual se consideran todas las actividades que los profesionales de la salud realizan en la atención al paciente durante la estadía hospitalaria (García, Díez, Chamorro, Navas, & Franco, 2010). Esta herramienta permite la formalización del flujo que debiese cumplir el paciente, generando estandarización del cuidado, mejorando la calidad de atención y disminuyendo la variabilidad en los tiempos de estadía (Panella, Marchisio, & Di Stanislao, 2003). Esta mejora en la calidad de atención y variabilidad en tiempos de estadía se explica por la reducción en la variación de la atención, guiándose en flujos complejos, establecidos y estudiados por los mismos médicos, basados en experiencia e investigación (Lemmens, van Zelm, Borel Rinkes, van Hillegersberg, & Kerckamp, 2009).

Hasta el día de hoy, existen varios casos de implementaciones exitosas de vías clínicas en diversos países, pero sin mayores estudios previos y análisis sobre sus potencialidades. Por esta razón, se considera relevante estudiar el impacto previo de implementación de

varias vías clínicas, seleccionando una clínica privada para trabajar. Esta proporcionó los datos y modelo de funcionamiento para trabajar sobre las vías clínicas, además de la disponibilidad del *staff* clínico para el desarrollo de vías. En esta clínica ya se había llevado a cabo un estudio sobre la potencialidad del modelo hospitalista, prediciendo mejoras considerables en los tiempos de espera de pacientes (Norambuena, 2015). Este modelo propone médicos que tiene como labor única el cuidado del paciente, reduciendo los tiempos de estadía (Manjarrez, 2012). Wong (What do clinical pathways mean to you?, 2015) explica que las vías clínicas son el aporte más significativo del modelo hospitalista, por lo que se espera que las vías clínicas también puedan generar mejoras significativas respecto de los tiempos de estadía y utilización de camas.

Este estudio se realiza en 3 etapas. En la primera, se levantan los procesos actuales sobre los que se construirán las vías clínicas y se simulan, para validar que el levantamiento y modelamiento en tiempos discretos es adecuada para el proceso levantado y datos disponibles. En la segunda etapa, se diseñan las vías clínicas y se simulan, para estimar la diferencia en los tiempos de estadía que se puede conseguir. Por último, se simula la clínica de forma global, disminuyendo los tiempos de atención de los pacientes que pertenecen a las vías clínicas, simulando diferentes escenarios en donde se implementan más o menos vías clínicas.

En la primera etapa, a través del trabajo de un equipo multidisciplinario integrado por ingenieros, médicos y otros profesionales de la salud se levantan y diagraman 7 procesos atencionales. El modelo de atención actual de pacientes es simulado, con el fin de validar el proceso de levantamiento y construcción del modelo. Para esto se comparan los tiempos de estadías históricos respecto a los obtenidos con el modelo de simulación, el cual utiliza como input las distribuciones de probabilidades de los tiempos que toma cada actividad dentro de la atención del paciente y las diversas probabilidades de la evolución, exámenes o procedimientos a realizar.

En la etapa siguiente, estos procesos se discuten e intervienen con el fin de construir vías clínicas para las mismas enfermedades que tratan estos procesos atencionales. Así, se busca la estandarización de la atención de pacientes, con el fin de reducir el *LOS* (*Length of Stay*). Tomando en cuenta que los resultados obtenidos por los modelos de simulación

de procesos atencionales se ajustan a los datos históricos de la estadía total del paciente, se valida no sólo el modelo de simulación, sino además la metodología de levantamiento del proceso atencional. Esta metodología de levantamiento es la base de la construcción de las vías clínicas, ya que protocolarizan los procesos y definen flujos de control. Considerando válido el proceso de levantamiento del proceso atencional, y con esto la base del posterior desarrollo de vías clínicas, el estudio profundiza en la simulación de las vías clínicas desarrolladas, para estimar su impacto en los tiempos de espera de estadía. Se simulan 4 vías clínicas desarrolladas para comparar la reducción de *LOS* conseguidas con éstas respecto a la reducción que consiguen otros estudios a nivel mundial revisados. Con los resultados obtenidos de estas simulaciones, se calcula el coeficiente entre la reducción porcentual de *LOS* planteada por el modelo de simulación de las vías clínicas y otros estudios que implementaron vías clínicas. El coeficiente obtenido es en promedio 0.9 para las 4 vías clínicas. En otras palabras, las vías clínicas desarrolladas tienen una eficiencia en la reducción del tiempo de estadía de un 90% respecto a la reducción que consiguen otras implementaciones a lo largo del mundo. Este valor se extrapola para cualquier otra vía clínica que se pudiese desarrollar. Por ejemplo, si otra clínica declara una reducción de un 10% del *LOS*, entonces se estima que el establecimiento estudiado alcanzaría una reducción del *LOS* de un 9%.

En la última etapa, ya estimada la capacidad de implementación de vías clínicas para el establecimiento de salud estudiado, se revisa una serie de estudios que comparan el *LOS* previa y posterior implementación de vías clínicas. Las reducciones del *LOS* estudiadas se ajustan por el factor calculado anteriormente para incorporarlas en un modelo de simulación global de la clínica, con las camas de recurso principal. El fin último es evaluar el impacto de la implementación de vías clínicas en la ocupación de las camas y los tiempos de espera por cama, al momento de ingresar.

A través de este estudio y cada una de sus etapas se busca responder tres interrogantes. La primera, si es que es posible desarrollar e implementar una metodología para el levantamiento de procesos atencionales, con el propósito de trabajar sobre ellos y llevarlos a vías clínicas. En segundo lugar, si es que las vías clínicas se pueden simular con eventos discretos, arrojando resultados válidos para la predicción de la reducción del *LOS*. Por

último, si es que a través de la implementación de vías clínicas es posible descongestionar la clínica, disminuyendo la ocupación de las camas y con esto la espera de pacientes que deben ser hospitalizados en momentos de alta ocupación.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En la presente sección se revisa la definición y origen de vías clínicas, explicando su importancia como pilar de estandarización (Piturro, *Children's Hospitalist*, 2006). Además, se presentan los resultados de implementación de las vías clínicas en diversas instituciones de salud a nivel mundial.

### 2.1 Definición y origen de vías clínicas

Las vías clínicas son la estandarización de procesos de atención clínica a través del ordenamiento de actividades y establecimiento de criterios, con el fin de mejorar el cuidado del paciente, haciéndolo más eficiente y de mejor calidad (Wong, 2015). Según Piturro, para generar mejoras y establecer vías clínicas que disminuyan la estadía y mejoren los resultados médicos, se requiere un acabado conocimiento de los procesos atencionales (Piturro, *Hospitalists Make It Look Easy*, 2002). Más aún, la autora explica que el trasfondo del modelo hospitalista es la dedicación completa de los médicos al cuidado de pacientes hospitalizados, con el fin de plasmar este conocimiento en diversas herramientas (Piturro, *Hospitalists on Top*, 2008), una de estas, las vías clínicas.

El desarrollo de la metodología de vías clínicas nace del método de la ruta crítica, con el fin de reducir el LOS de los pacientes, agilizando las actividades que pudiesen retrasar el proceso atencional completo (Demuelemeester, Sermeus, Beleïn, & Cardoen, 2007). El método de la ruta crítica es un algoritmo para determinar la secuencia de actividades de un proyecto que contiene la mayor duración entre elementos terminales para determinar la ruta que completa el proyecto en el menor plazo (Kelley, 1961). Por ejemplo, identifica entre los posibles exámenes a realizar que tienen el mismo fin, que toman distintos tiempos, se debiese realizar el que en la suma del tiempo de duración del examen y el análisis de los resultados tenga un menor tiempo total. Este concepto es llevado al ámbito clínico, incorporando calidad de atención dentro de las variables a analizar, documentando las posibles actividades del proceso atencional (Demuelemeester, Sermeus, Beleïn, & Cardoen, 2007).

El origen de esta herramienta se da en mediados de los años 80 en el New England Medical Center, donde se comenzaron a aplicar los modelos de rutas críticas para realizar manuales para manejar casos de pacientes complejos por la presión que generaban los seguros médicos para la rápida recuperación de pacientes con tratamientos costosos (Vanhaecht K. , 2012). En 1991, la consultora de procesos clínicos *VNA First* en conjunto con *Center for Case Management Inc* desarrollaron una herramienta para describir y construir vías clínicas (Kinsman, Rotter, James, Snow, & Willis, 2010). Esta herramienta se masificó en Estados Unidos debido a la fácil asociación con los grupos relacionados por diagnósticos (GRD), instaurados por ley en esos años, herramienta que asociaba productos o servicios a distintos diagnósticos, utilizada para el cobro con los seguros asociados a las instituciones de salud (Vanhaecht, De Witte, Depreitere, & Sermeus, 2006). Así, la documentación de los procesos atencionales *to be* se documentaron en diversas clínicas a lo largo de Estados Unidos, luego en el mundo a través de la divulgación por conferencias, compartiendo prácticas y estándares.

La documentación de modelos conceptuales de vías clínicas puede traer grandes beneficios en términos de visualización y estandarización de procesos (Yarbrough, Kukhareva, Spivak, Hopkins, & Kawamoto, 2015). La homogenización de estos procesos atencionales permite alinear en un modelo definido a diferentes actores del proceso atencional. Médicos y personal clínico que tratan al paciente pueden ser alineados de acuerdo con lo estipulado por la vía. Por ejemplo, Ajami y Ketabi (2007) plantean la importancia de comunicar el proceso de alta al *staff* que participa de esta actividad, con el fin de mantener una alta coordinación del proceso y evitar demoras.

## **2.2 Impacto generado por las vías clínicas**

La experiencia en diversos hospitales alrededor del mundo muestra que, gracias a la estandarización de la atención, la implementación de vías clínicas conlleva a la disminución del promedio y varianza del LOS (Panella, Marchisio, & Di Stanislao, 2003). En otras palabras, para pacientes de una misma enfermedad, los tiempos de estadía son menos variables debido a que se estandariza el proceso de atención, recibiendo todos los pacientes una atención bajo el mismo estándar establecido. De acuerdo con la revisión de

Seehusen (2010), 11 de 15 estudios consiguieron reducción del LOS a través de la implementación de vías clínicas. A pesar de que las vías clínicas definen el proceso estandarizado, diversos factores pueden generar que el paciente deje de seguir la vía. Es trabajo de quienes participan de las actividades de la vía estar informados del procedimiento estándar y devolver al paciente al tratamiento estandarizado en caso de haber discrepancias (Novichkova, Ross, & Stepanenko, 2007).

A modo general, la estandarización de los tratamientos genera una mejora en diversos aspectos, estudiándose estos en el 34% de los artículos de un conjunto de 200, considerando efectos clínicos, financieros y de procesos (Van Herck, Vanhaecht, & Sermeus, 2004).

### **2.3 Estimación de impactos generados por vías clínicas**

Considerando que una vía clínica es la definición de las actividades a cumplir para el cuidado del paciente, es posible analizar varias vías clínicas para estimar su capacidad individual de reducir la variabilidad de los tiempos de estadía a través de la estandarización (Ozcan, Tãnfani, & Testi, 2011). Por otro lado, el estudio de una vía previo a la implementación a través de la simulación permite evaluar el desempeño que ésta pueda tener utilizando el modelo diseñado y escenarios *to-be* (Yang, Guo, Bradley, Cox, Dickinson, & Kitney, 2012). Considerando ambos puntos, se puede evaluar el impacto de la implementación de vías clínicas en el rendimiento de la clínica a través de la simulación. Pueden ser evaluados tiempos de estadías de pacientes, costos, utilización de recursos, mortalidad, entre otros (Maliapen & Dangerfield, 2010).

Carden y Demeulemeester (Evaluating the capacity of clinical pathways through discrete event simulation, 2008) evalúan el impacto de las vías clínicas reduciéndolas a un modelo de sólo dos actividades: cirugías y consultas. Comienza con la llegada del paciente, pudiendo éste tener numerosas cirugías y consultas, para ser dado de alta posteriormente. Así, para cada vía clínica, sólo se modifica la probabilidad de ocurrencia de estos eventos, junto a la cantidad y orden. El modelo de estos autores considera 15 vías clínicas, 10 doctores, 5 pabellones y 5 camas. A pesar de que el estudio revisa la modelación y sus inputs, no se valida con la comparación de datos históricos y output. Cardoen y

Demeulemeester (2008) explican que el modelo de simulación es principalmente teórico, y pretende representar el concepto de las vías clínicas y su potencial aporte, no la realidad de un hospital o su desempeño exacto respecto a la utilización del recurso doctor y pabellón según los parámetros de cada vía clínica.

Una herramienta utilizada son matemáticas y procesos estocásticos con la cual se modela una vía clínica genérica de infarto, con el fin de estimar la disminución del uso de recurso y tiempo total de estadía (Yang, Han, Bradley, Cox, Dickinson, & Kitney, 2012). También se utilizan modelos de simulación por eventos discretos para modelar una vía clínica quirúrgica (cirugía tiroidea) con el fin de identificar recursos y actividades críticas (Ozcan, Tànfani, & Testi, 2011).

No se encontraron otros estudios que integraran la simulación de vías clínicas con la implementación global de vías en una clínica, sólo evaluaciones de implementaciones en particular. A pesar de esto, existen estudios que buscan la automatización de ciertos pasos del desarrollo de una vía clínica, desde el levantamiento de procesos, diagramas, descripción de tiempos o agrupación de datos pacientes según diagnóstico y complicaciones (Eshuis, Groenewegen, ten Pas, Rutten, Stettina, & Verlinden, 2010).

Una de las propuestas es la automatización del levantamiento de tiempos, flujos entre los estados del paciente y las diferentes actividades a través de los registros clínicos electrónicos, traducidos a diagramas (Schlieter & Esswein, 2010). Con el fin de considerar mayor flexibilidad dentro de la vía, se utilizan métodos de *data mining* para encontrar dependencias temporales entre las diversas actividades y estados clínicos de un paciente con el fin de desarrollar una vía de ataques cerebrovasculares (Lin, Chou, Pan, & Chen, 2001). Existe además *softwares* desarrollados para el levantamiento y construcción de vías clínicas como SEMPETH, el cual recoge datos de los sistemas digitales de la clínica y a través de una estructura de datos diagrama las atenciones de pacientes de similares características y diagrama las vías a partir de los pacientes que tuvieron la menor estadía y mejores resultados, según se indique (Alexandrou, Xenikoudakis, & Mentzas, 2009). Uno de los desarrollos derivados del *data mining* es el *process mining*, el cual busca no sólo a construcción de vías clínicas, si no que la adaptación de las existentes según existan variaciones por la complejidad de pacientes

(Fernández-Llatas, Meneu, Benedí, & Traver, 2010). Básicamente conecta indicadores temporales de bases de datos con los distintos procesos que toman pacientes con características en común. Por ejemplo, si luego de un registro de temperatura de un tipo de pacientes, algunos pacientes se le administra un medicamento y a otros no, relaciona el registro de temperatura y su valor con la administración del medicamento.

### 3 ENFOQUE PRINCIPAL: METODOLOGÍA

El enfoque principal de este estudio es evaluar el impacto de las vías clínicas en el funcionamiento del establecimiento hospitalario, con especial énfasis en el recurso cama. Para esto, es necesario estimar las mejoras respecto a los tiempos de estadía (*Length of Stay*, LOS) de aquellos pacientes que pertenecen a una vía clínica. A través de la simulación por eventos discretos, se busca estimar el LOS para pacientes de una vía clínica en particular. Comparando el LOS de pacientes para la vía clínica simulada respecto a la atención general de la misma enfermedad, se espera obtener una disminución del tiempo de estadía. Manteniendo la demanda de la clínica fija, la disminución del LOS para varias vías clínicas llevaría a una disminución en la ocupación de cama, lo que conlleva a la disminución del tiempo de espera por camas de pacientes.

Para comprender el trasfondo de este estudio y la importancia del desarrollo de vías clínicas para disminuir los tiempos de espera de pacientes, es importante entender de qué se trata esta herramienta. Una vía clínica es la descripción de prácticas secuenciales, que, de forma probable, resultan en el mejor beneficio para un paciente con un diagnóstico en particular (Mosby's Medical Dictionary, 8th edition, 2009). De forma más específica, es un mapa de procesos para un diagnóstico específico, construido para ser entendido por diversas disciplinas y profesionales, con el fin último de guiar el cuidado del paciente mejorando la comunicación entre profesionales, estandarizando el cuidado, reduciendo el tiempo de estadía y aumentando la satisfacción del paciente (Medical Dictionary for the Health Professions and Nursing, 2012). Considerando su origen en Procedimientos Normalizados de Trabajos como herramienta de gestión de calidad industrial, buscan mejorar la eficiencia del uso de recursos y finalizar el trabajo en un tiempo determinado (Soria-Aledo, y otros, 2005), es en otras palabras, estandarizar los tiempos de atención (Alexandrou, Skitsas, & Mentzas, 2011).

Para llegar a estimar la reducción del LOS que genera la estandarización de tiempos de atención por las vías clínicas, se divide el modelo en 3 partes: levantamiento y simulación de modelo atencional actual, desarrollo y simulación de vías clínicas para estimar el nuevo LOS y, por último, estimar la capacidad de implementación de vías clínicas del

establecimiento estudiado y el impacto en la ocupación al implementar un conjunto de vías clínicas.

Sobre estas tres etapas, hay tres puntos relevantes a explicar para entender la metodología de trabajo: el levantamiento de las vías clínicas, el trabajo realizado con el equipo clínico y el fin último de las vías clínicas en el estudio, que relaciona las 3 partes del estudio.

### **3.1 Levantamiento de vías clínicas**

En este estudio se consideran 4 vías de las 7 levantadas en una primera etapa por la clínica: bronquiolitis, ataque cerebrovascular, cirugía de válvula cardíaca, cirugía de cadera, cáncer de mama, obesidad y nódulo tiroideo. El primer criterio para establecer las primeras vías a diagramar fue en relación con el equipo clínico. Este debía estar conformado, con experiencia trabajando en conjunto para mejoras atencionales. Considerando distintas patologías que tuviese un equipo clínico conformado, se consideraron las 7 con mayor impacto en su implementación a criterio del Directorio de Vías Clínicas, conformado por el médico coordinador de atención integral, sub directores médicos, médico jefe de calidad, gerente comercial y gerente de convenios y servicios ambulatorios. Se consideraron tiempos extendidos de estadía, alta variabilidad en los tratamientos y enfermedades con complicaciones importantes dentro del criterio para definir estas 7 vías a construir. Las discrepancias en ciertos puntos del tratamiento y diferentes criterios de los médicos y *staff* clínico incentivaron la necesidad de estandarizar los procedimientos. Respecto de las 7 patologías a ser levantadas como vías clínicas, se escogen 4 (bronquiolitis, ataque cerebrovascular, cirugía de válvula y cirugía de cadera), considerando sólo aquellas que su foco es la atención del paciente hospitalizado, por lo que pudiese haber una reducción considerable en los días de estadía. Las otras 3 vías se dejan fuera del alcance ya que su foco está en la detección de la patología o el seguimiento post-alta de hospitalización, de acuerdo con el criterio del Directorio de Vías Clínicas.

Para el levantamiento y modelación de vías clínicas se utilizó una adaptación del lenguaje de modelación de procesos BPMN (Business Process Model and Notation). Este lenguaje es una notación gráfica estandarizada que permite modelar un proceso de negocio a través del flujo de trabajo o *workflow* (Nussell, ter Hofstede, van der Aalst, & Muylar, 2006). El

objetivo de este idioma de modelación es entregar una notación comprensible por todos los involucrados en el negocio, considerando ejecutores y analistas del proceso, hasta gerentes o administradores (Braun, Schlieter, Burwitz, & Esswein, 2014).

El lenguaje de BPMN está compuesto por objetos correspondientes a eventos, actividades, compuertas de flujo y conexiones, las cuales se describen a continuación de acuerdo con la Object Management Group (2006).

Los eventos describen algo que sucede, no realizado por los agentes, que sucede por causas externas. Está representado por un círculo y puede ser inicial, intermedio o final, dando inicio, pausa o fin al proceso. Por ejemplo, la llegada de un paciente o fallecimiento de éste.

Las actividades pueden ser tareas o subprocesos, ambos representados por un rectángulo. Las tareas representan acciones unitarias del negocio, las cuales no se pueden dividir a menos que se detallen en un procedimiento. Los subprocesos agrupan en un nivel de detalle más superficial un conjunto de tareas autocontenidas, que no se cruzan con tareas del resto del flujo. Una tarea podría ser una consulta o examen, mientras que un subproceso la atención dentro de un área de hospitalización, que contiene exámenes a la habitación, atención de la enfermera y curaciones.

Las compuertas se representan por un diamante y determinan rutas de acción que se bifurcan en caminos paralelos, excluyentes o se unen. Por ejemplo, la decisión de realizar una acción u otra según cierto criterio, o seguir dos cursos de acción en paralelo.

Todos estos objetos están concatenados a través de conexiones, determinados por flechas en dirección a la lógica secuencial de las actividades. La línea continua significa una secuencia de actividades, mientras que la punteada representa flujo de información o mensajes.

Todos estos objetos están agrupados de forma secuencial dentro de ámbitos: piscina y carriles. Las piscinas corresponden a una empresa, área o ámbito, parcialmente aislada de otras piscinas, las cuales interactúan solo a través de comunicación representadas por las flechas punteadas (flujo de mensajes). Dentro de las piscinas hay carriles, correspondientes a participantes del flujo que se encuentran dentro del área, ámbito o empresa, quienes realizan actividades coordinadas y secuenciadas entre ellos.

Adicionalmente existen artefactos, aportando información adicional al diagrama. Estos son objetos de datos, grupos y anotaciones. Los objetos de datos se representan gráficamente por una hoja con una punta doblada y denota la información requerida para una actividad o producto de ésta, según esté anotado a la izquierda o derecha respectivamente. Los grupos se denotan con un rectángulo de línea punteada, que delimitan un conjunto de actividades. Su fin no va más allá de ordenar visualmente y ayudar a la comprensión, sin afectar al flujo. Por último, las anotaciones son descripciones adicionales de cualquiera de los objetos anteriormente mencionados.

El conjunto de estos objetos, su secuenciamiento y correcta descripción permiten a los *shareholders* del proceso comprender como interactúan sus actividades con el resto de las del proceso, concientizando sobre los tiempos y secuenciamiento.

Dado que el equipo clínico no es experto en lenguajes de diagramación ni notaciones de flujos, se simplifica el lenguaje con el fin de que sea comprensible, imitando a otros autores, quienes simplifican el uso de compuertas de flujo, objetos de datos y carriles (Zerbato, Oliboni, Combi, Campos, & Juarez, 2015) o tipifican las actividades en exámenes, intervenciones o consultas (Braun, Schlieter, Burwitz, & Esswein, 2014).

En primer lugar, se flexibiliza el uso de compuertas incluyentes, utilizándolas sólo en casos de confluir 3 o más actividades, o para hacer una anotación respecto a cómo confluyen estas. Adicionalmente, se descarta el uso de objetos de datos, ya que no es de interés la información producto de una actividad o requerida para ésta, siendo entendida en sí misma por la descripción de la actividad.

Para conseguir un lenguaje unificado para los distintos equipos clínicos, comprensibles por todos sus estatutos y que mostrara en detalle el flujo del proceso para analizar y describir, se trabajó en conjunto en la definición de este. El médico coordinador de atención integral, médico jefe del departamento de calidad, representantes de enfermería y kinesiología evaluaron distintas propuestas de lenguaje de modelación de procesos clínicos, basadas en BPMN y diagramas de flujo UML. Estas propuestas fueron realizadas por la sub gerencia de procesos de la clínica, con más de 10 años de experiencia en modelación y mejora continua de procesos asistenciales.

Las propuestas de lenguaje se explicitaban a través de diagramas de diversos procesos atencionales distintos, de distinta complejidad, conocidos de forma común por los estamentos. Para estos flujos, se diagramaban diferentes niveles de detalles, con el fin de acordar cuál era el nivel de detalle requerido. Al mostrar cómo se leían flujos de baja, mediana y alta complejidad en los diferentes lenguajes, se facilitaba la elección del lenguaje, escogiendo aquel de menor complejidad que fuese capaz de mostrar hasta el proceso más completo con detalle y sin ser de difícil lectura.

Una vez definidas las vías clínicas a modelar y el lenguaje a utilizar, se procedió a establecer un método de trabajo con los equipos clínicos. El resultado del proceso del desarrollo de vías clínicas se ejemplifica en los anexos 1, 2, 3 y 4, donde se muestran los diagramas del flujo que fueron publicados para el libre acceso del *satff* clínico de la institución, además de la descripción de las actividades de la vía.

### **3.2 Trabajo con el equipo clínico**

El equipo clínico con el que se trabajó cada una de las vías clínicas está comprendido por integrantes y representantes de cada estamento que participa de la vía. En caso de la vía clínica de bronquiolitis, se compone por el médico jefe de urgencia pediátrica, médico jefe de hospitalización pediátrica, médico jefe de cuidados intensivos e intermedios pediátricos, coordinador kinesiólogo del área respiratoria pediátrica, enfermera jefe de pediatría y enfermera jefe de cuidados intensivos e intermedios pediátricos. En la vía clínica de ataque cerebrovascular, participa el jefe de neurología, enfermero jefe técnico de la unidad de cuidados intensivos, kinesiólogo encargado de rehabilitación motora de la unidad de cuidados intensivos, jefe de fonoaudiología y jefe de residencia de la unidad de cuidados intensivos. En el caso de la vía clínica de cirugía de válvula cardíaca, se trabajó con la enfermera jefe de la unidad cardiológica intensiva, jefe de cardiología, jefe de cirugía cardiovascular, jefe de pabellón cardiológico, jefe de residencia de la unidad cardiológica y kinesiólogo a cargo del área de cardiología. Por último, para la cirugía de cadera, se trabajó con el jefe de traumatología, representante del área de cirugía de cadera y rodilla, jefe de geriatría y atención integral, y la enfermera jefe del área de traumatología.

Transversal a los distintos equipos, en todas las vías trabajó el equipo de apoyo. Este se conformó por dos ingenieros de procesos, médico jefe de calidad, médico jefe de coordinación de atención integral y un médico jefe de área de la ficha clínica. El equipo de apoyo aportó consenso, estructuración y la diagramación en cada reunión, mientras que los equipos clínicos fueron quienes definieron los flujos y su narrativa, a pesar de que llevar esta narrativa a un diagrama lo hizo el equipo de apoyo.

Este equipo se debía reunir inicialmente con el responsable de cada vía, definido por el directorio de vías, para definir el foco de ésta. En ella, el equipo de apoyo con el responsable de la vía debía consensuar el alcance contenido en la vía clínica. Este depende del foco que se quiere dar a la vía, por ejemplo, de la atención hospitalaria, detección de ciertos casos graves, diagnóstico o seguimiento. Además, se debía definir los pacientes que ésta contendría, pudiendo discriminar por gravedad, grupo etario o complicaciones del tratamiento.

Al definir el foco y los pacientes en conjunto, se construía la cohorte de pacientes, describiéndose según el alcance definidos con los datos relevantes para el foco de la vía. Por ejemplo, bronquiolitis considera pacientes menores al año ingresados desde urgencia, con menos de 3 cuadros respiratorios, sin paro asociado, lo que define grupo etario y alcance según ámbito (urgencia y hospitalización, sin seguimiento) además de una característica adicional, primer o segundo ingreso por cuadro respiratorio. Luego de esta reunión, le seguirían cuatro reuniones siendo las tres primeras reuniones semanales y la última un mes después de la tercera

Una vez definido el grupo de pacientes y el foco del estudio de estos, se realizaba la primera reunión entre el equipo clínico y el equipo de apoyo. En ésta se diagramaba la atención que los pacientes reciben dentro de la clínica, con los posibles tratamientos que reciben. Sobre ese flujo de atención se destacaba el camino que un paciente seguiría de acuerdo con una vía obtenida de la literatura, revisada por el directorio de vías clínicas.

Este diagrama es realizado en conjunto con el equipo de la vía clínica, compuesto por representantes de cada estamento clínico participante. Con esta comparación se busca dimensionar la brecha entre la vía y la atención actual, con el fin de determinar los esfuerzos requeridos para alcanzarla y los puntos críticos en los cuales se debe hacer

hincapié. Por ejemplo, para la atención del paciente de cirugía de cadera, se requieren exámenes de orina, sangre y electrocardiograma. Previo a la vía clínica, esos eran tomados una vez hospitalizado el paciente. Según los resultados de estos exámenes se decide cierto tratamiento farmacológico previo a la cirugía, que se debe realizar con al menos 24 horas de anticipación. Al ser realizado el examen una vez hospitalizado el paciente, se debía prolongar la hospitalización pre quirúrgica, considerando el tiempo de los exámenes análisis, indicación del tratamiento y tiempo para que este hiciera efecto. Dado que se conoce previo a la hospitalización, si el paciente será operado, se pueden realizar estos exámenes en urgencia e indicar el tratamiento lo antes posible, disminuyendo así el tiempo de hospitalización pre operatoria.

Al delimitar el flujo atencional común con las reglas de la vía clínica se establecen los límites de la acción y las etapas o razones por las que estos pudiesen suceder. Ya identificada la cohorte de pacientes y el foco de la vía, comparando el flujo atencional con una vía deseable se pueden realizar adaptaciones a la vía revisada en la literatura para adaptarse a la realidad de la clínica, como restringir el flujo común de los pacientes para regirse por ciertos estándares. Al converger el flujo de la vía de la literatura adaptado a la clínica con la limitación del proceso atencional actual, se obtiene un consenso para la vía, con el equilibrio entre lo ideal y lo posible en la realidad de recursos y variabilidad.

Sobre el esqueleto de la vía clínica diagramada, se deben identificar los criterios de alta y traslado, además del ingreso a la vía o salida de ésta, según el alcance definido. Por ejemplo, en la vía clínica de bronquiolitis, se definió que la cohorte de pacientes sería menor a un año y con menos de tres ingresos por motivos respiratorios, por lo que aun que no cumpliera estas características, nunca se consideraría en la vía. Así también, un paciente que requiriese cirugía escapa del alcance de la vía y no puede ser evaluada según esta, ya que se define dentro del alcance a pacientes no quirúrgicos. El conjunto de estas actividades genera en una primera reunión un primer borrador de la vía clínica. Con este borrador, los jefes de cada estamento en el equipo clínico deben gestionar con sus áreas los criterios de ingreso o salida a la vía, además de los ingresos hospitalizados, traslados, altas y requisitos para ciertos exámenes o procedimientos. Básicamente, ajustar parámetros de puntos de control de flujo del diagrama.

Una vez ajustados estos parámetros, en una segunda reunión de ambos equipos se revisaba la vía anterior con los comentarios de cada estamento. Así se confirmaban los puntos críticos y se les daba la relevancia correspondiente. Al conocer los puntos críticos, que pudiesen decidir hechos importantes en la atención, o qué mayor conflicto pudiesen tener respecto a decisiones por bajo consenso, se definían indicadores que monitorearían la vía al ponerse en marcha. Estos indicadores definirían si se cumple el flujo de atención de acuerdo con lo establecido. Por ejemplo, para la vía clínica de bronquiolitis, era común que se realizara kinesioterapia respiratoria (KTR), siendo, a veces, no estrictamente necesaria y, extendiendo la estadía del paciente. Basados en estudios (Roqué, Giné-Garriga, Granados, Perrotta, & Vilaró, 2016), se llega al consenso de minimizar el KTR, quitándola como opción para pacientes leves. Así se define un indicador para el porcentaje de pacientes leves con KTR indicadas.

Adicionalmente se establecían metodologías para mitigar posibles problemas en los puntos críticos. En otras palabras, el curso de acción al momento de percibir un indicador fuera del rango indicado. Respecto al mismo ejemplo anterior, si para una semana en particular, el porcentaje de pacientes leves con KTR indicado era mayor a 0 (es decir, a algún paciente leve se le indicó KTR), se revisaban las condiciones del paciente con el fin de determinar si había una clasificación errónea (el paciente era medio o grave) para recordar la importancia del uso de una escala estandarizada para la gravedad. En caso de ser leve y no haber error en la indicación de la gravedad, se insistía en el acuerdo a no utilizar KTR en pacientes leves ya que estudios demostraban que no ayudaban a la mejoría de estos.

Por último, se revisaba que las transferencias, es decir la salida de un proceso y la entrada a otro fuese acorde a la realidad. De otra forma, una validación del flujo global a través de la verificación de la entrada y salida de cada una de las actividades que componían el proceso.

Con toda esta información, el equipo de apoyo corregía y mejoraba el borrador actual, ajustado su formato inicial al del BPMN modificado para el entendimiento global, mientras que el equipo clínico gestionaba el cambio de funcionamiento hacia el establecido por la vía.

En una tercera reunión entre el equipo clínico y el equipo de apoyo se revisaba el formato final, haciendo modificaciones principalmente de formato o visualización del diagrama. La tarea principal de esta tercera reunión era el desarrollo del plan piloto. Este debía ser controlable, en un ambiente con alta posibilidad de éxito, donde participaran idealmente los miembros del equipo clínico que desarrolló la vía. Con este plan, se establecía un piloto durante un mes, el cual era monitoreado semanalmente, entregando información de los indicadores a los responsables de cada estamento que conforma el equipo clínico.

Una vez terminado el piloto, se reunían una última vez el equipo clínico y el equipo de apoyo para realizar ajustes a la vía clínica, de ser necesario, corrigiendo principalmente ciertos criterios de traslado o realización de exámenes o procedimientos. Una vez ajustada y terminada la vía clínica, ésta era publicada en un sitio web de la intranet del establecimiento de salud, de fácil y rápido acceso para todos los miembros del equipo de salud, en la cual no solo se mostraba el diagrama de la vía, si no que cada actividad tenía un *link* hacia la descripción de su protocolo.

En conjunto con lo anterior, se realizaba la comparación y presentación de los indicadores de forma mensual al equipo clínico, con el fin de generar gestión respecto a los recursos involucrados en la vía y generar el cambio cultural atencional necesario para estandarizar el proceso atencional.

La descripción gráfica del proceso de levantamiento, en un lenguaje BPMN similar al utilizado en las vías clínicas, se muestra en la ilustración 1 y 2.

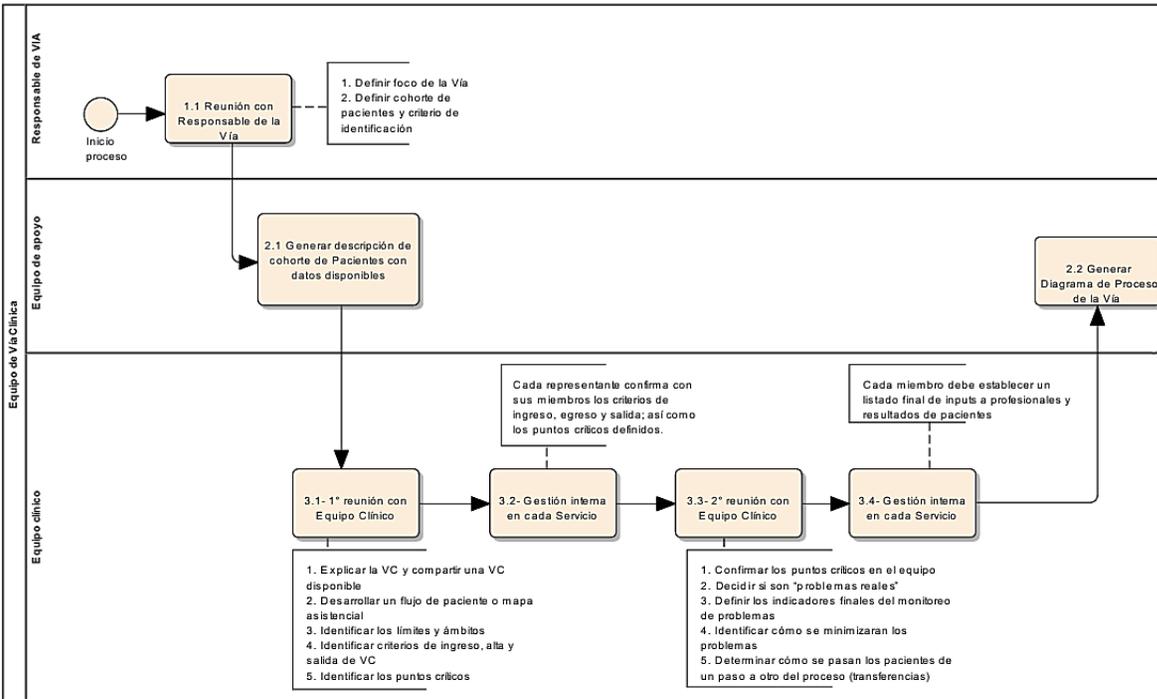


Ilustración 1: Proceso de elaboración de vías clínicas, parte 1. Fuente: (Menajovsky, 2015)

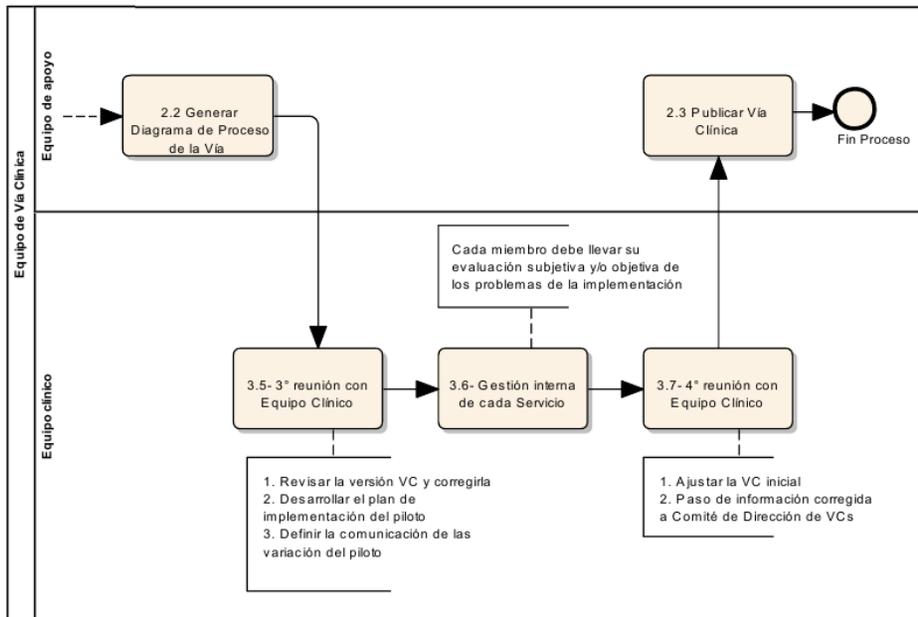


Ilustración 2: Proceso de elaboración de vías clínicas, parte 2. Fuente: (Menajovsky, 2015)

### 3.3 Finalidad de vías clínicas en el estudio

El fin último de este estudio es el estimar la reducción de la ocupación de la clínica y los tiempos de espera en el ingreso de paciente hospitalizados al implementar un conjunto de vías clínicas. Para estimar la reducción de tiempos de estadía del paciente que puede conseguir la implementación de una vía clínica, sin tener que simularla, es necesario conocer la capacidad que pudiese tener la clínica estudiada para esta implementación. Dado que las vías clínicas se relacionan con los protocolos de atención según las capacidades del establecimiento de salud que las implementa y sus procedimientos, es importante estimar que porcentaje de la reducción de LOS que consiguen otros estudios es posible conseguir en la clínica estudiada.

Este porcentaje se define como coeficiente de implementación, y se calcula como el cociente entre la disminución porcentual del tiempo de estadía estimado través de la simulación y la disminución porcentual que consiguen otros estudios revisados. Los detalles de cómo se obtiene este y los resultados se revisan en detalle en la sección 4.5. En otras palabras, se comparan los resultados en la reducción del LOS entre los modelos de simulación de las vías clínicas con los de la implementación de una vía equivalente en otras clínicas a nivel mundial, a través de una revisión de bibliografía. La diferencia entre la reducción del LOS alcanzada por otras clínicas y la obtenida por el modelo de simulación de la vía desarrollada, ambos respecto al tiempo de estadía previo a la implementación, ilustra la capacidad del establecimiento de salud para trabajar con vías clínicas, definida en un coeficiente de implementación.

Como fue explicando previamente, el fin de las vías clínicas es estandarizar la atención del paciente y con esto disminuir los tiempos de estadía. Para desarrollar las vías clínicas es necesario en primer lugar describir y diagramar el proceso atencional actual, con el fin de conocer el punto de partida sobre el cuál se debe estandarizar el proceso.

El fin de simular el proceso atencional es el de validar esta metodología de levantamiento, y así darle validez al mismo proceso de la vía clínica. A pesar de no poder validar la modelación de la vía, ya que es un modelo *to be* sin data para comparar su simulación, se

puede validar todo el método de levantamiento y procesamiento de datos de éste, lo que da por entendido un modelo correcto.

La diferencia entre una vía clínica y un proceso atencional común es la variabilidad y protocolización de las actividades, ya que en la vía clínica limito las posibilidades de tratamiento sólo a las más adecuadas, con mejores resultados potenciales. A pesar de que en ambas la decisión del tratamiento o exámenes a tomar es tomada por el médico, la vía clínica entrega una guía sobre las actividades a seguir de acuerdo con los resultados obtenidos en evaluaciones, por ejemplo, que hacer según el resultado de un examen. Dado que existen diversos criterios y preferencias para tratamientos alternativos en la medicina, el fin de las vías es guiar estos, estandarizando la atención dentro del establecimiento de salud, recibiendo el mismo tratamiento según resultados, sin importar el médico tratante o el *staff* de apoyo. Teniendo en cuenta que la vía clínica es un proceso estandarizado, no considera ciertas actividades que existen en el proceso de atención que pudiesen estar fuera del estándar de la clínica. Así, el fin es poder validar los modelos de las vías y su simulación, considerando esta limitante.

A modo de ejemplo como se genera la disminución del tiempo de estadía, en cierta enfermedad se pueden lograr disminuciones de tiempo por dos efectos: disminuir la cantidad de actividades y el tiempo de aquellas que se mantienen. Para el primer caso, se suprimen exámenes que no aportan información adicional para la toma de decisiones, añadiendo tiempo al tratamiento son suprimidos para algunas vías clínicas. En el segundo caso, por ejemplo, se definen actividades según estándares que acotan el tiempo de tratamiento de acuerdo con estudios que prueban que tiempos adicionales no aportan mejoría a los pacientes.

## **4 SIMULACIÓN DE PROCESO ATENCIONAL Y VÍAS CLÍNICAS**

Dado que la vía clínica es la descripción de un proceso estandarizado, el diagrama de esta pasa a ser la base para el modelo conceptual de simulación. Tanto el proceso atencional levantado como la vía clínica construida pueden ser llevados a un modelo de simulación, realizado en el software Arena, considerando como base del modelo conceptual el flujo descrito para el paciente.

### **4.1 Objetivos de simulación del proceso atencional y vías clínicas**

Al describir el flujo de atención actual en el diagrama sobre el cual se discute y construye la vía clínica, se realiza un modelo conceptual utilizable para la simulación. El fin del modelo de atención actual es validar el proceso de levantamiento y construcción de la simulación, es decir, que a través de esta metodología se puede modelar y simular de forma correcta un proceso atencional. Esto aplica tanto para un proceso atencional común como para una vía clínica, ya que su diferencia a nivel de modelación radica sólo en la acotación de actividades probables y los tiempos de realización. De cierta forma, una vía clínica es un subconjunto de actividades de un proceso atencional, clínicamente validadas y agrupadas en una secuencia protocolar.

Para simular el proceso atencional común se utilizan datos históricos correspondientes a un año para los tiempos de las actividades individuales del proceso y tiempos de espera de estos, además de las características de pacientes, como gravedad y complicaciones. Si al simular el proceso atencional obtengo como output tiempos de estadía estadísticamente iguales a los tiempos de estadía histórico, entonces puedo dar como válido el modelo de simulación, y con esto, a metodología completa de levantamiento.

Si se considera que el proceso para levantar el proceso atencional es equivalente al de generar la vía clínica, y que las vías clínicas son la protocolización de procesos atencionales, entonces utilizando el mismo set de datos de input, el modelo de simulación sería igualmente válido.

Con un modelo de simulación válido para las vías clínicas, se puede establecer el tiempo de estadía para pacientes del proceso atencional modificado, con una vía de construcción

propia de la clínica. En otras palabras, estimo de forma confiable los tiempos de estadía de una vía clínica construida e implementada en el establecimiento de salud.

Ya que existen estudios de la implementación de vías clínicas en varios hospitales alrededor del mundo que comparan el LOS del paciente bajo el modelo atencional común y su vía clínica construida, puedo comparar el desempeño de la clínica en el desarrollo de vías con respecto a estos. Comparando la disminución porcentual del LOS para una vía clínica revisada en un estudio y la disminución porcentual estimada de acuerdo con el modelo de simulación, entonces se obtiene un factor de capacidad de implementación de vías clínicas. Entonces, la capacidad de implementación surge del promedio las 4 vías clínicas simuladas, dado por el cociente entre la reducción porcentual de la clínica estimada por la simulación y la obtenida por otros establecimientos de salud, mostrados en estudios. Este cociente se utilizaría como factor multiplicativo respecto a la reducción de LOS obtenidas en otros estudios de vías no simuladas, con el fin de estimar la reducción porcentual del tiempo de estadía que se podría conseguir desarrollando la misma vía. Así se puede simular la clínica de forma global, considerando una cantidad mayor de vías clínicas sin necesidad de modelar todas, si no que revisando su implementación a través de bibliografía en otras clínicas.

Para efectos comparativos, la simulación de la vía permite un escenario *to-be* de la implementación y el funcionamiento, por ejemplo, el 100% de los pacientes atendidos cumplen con el flujo y procedimientos establecidos por la vía. Considerando el tiempo de difusión, adaptación y aprendizaje, el rendimiento de la vía clínica respecto a calidad de atención y tiempos de estadía mejora gradualmente en el tiempo (Sihoe, 2016). En particular, para este estudio se considerará el tiempo de estadía obtenido por la simulación de las vías con distintos grados de implementación dependiendo del tiempo transcurrido desde la implementación, para uno, dos y tres años transcurrida la implementación. Para esto se asume que luego de tres años todos los pacientes se tratarían por el flujo de la vía, comparando estos resultados con aquellos revisados en otros estudios. El detalle del porcentaje de pacientes que cumplen la vía clínica; la reducción del tiempo de estadía y el grado de implementación según los años transcurridos, será revisado en la sección que trata sobre la estimación de mejoras en eficiencia.

## 4.2 Construcción del modelo atencional

Para simular el flujo atencional común del paciente, este se construye desde la base del diagrama desarrollado en conjunto con el *staff* clínico previo la vía clínica, el cual representa la forma de atención actual.

Se consideran supuestos adicionales a los de la construcción del modelo atencional con el fin de establecer el marco de la simulación y declarar ciertas reglas de negocio. De la misma forma que funciona la clínica, la simulación considera atención continua las 24 horas de los 365 días del año. Considerando que el recurso simulado es la cama, no se toman en cuenta los diferentes turnos de enfermería, ya que siempre hay enfermeras disponibles para efectos de procesos. Teniendo en cuenta que la clínica puede cerrar habitaciones o grupos de habitaciones por remodelaciones o reparaciones, no se considera este evento dentro de la simulación, es decir la única razón por lo que una cama no pudiese estar disponible es por el uso de un paciente o el aseo posterior.

Otro supuesto importante relacionado con el flujo del paciente es que la persona siempre sigue el flujo modelado y no sale nunca del proceso. En otras palabras, el agravamiento de la enfermedad se da sólo dentro de las variables consideradas en el levantamiento y no otras posibles. Por ejemplo, no se estima el posible paro cardíaco de un paciente en el modelo atencional de cirugía de cadera. Esto se justifica porque al momento de hacer un paro, el paciente ya no pertenece a un modelo atencional de cirugía de cadera, si no que de paro, no correspondiendo su modelamiento en el primero. Para desestimar este efecto, se dejan fuera del análisis histórico de datos los agravamientos que dejen al paciente fuera de flujo atencional común. Respecto a los recursos, se consideran siempre disponibles, sólo modelando los tiempos aleatorios de duración. Para modelar la espera generada por la no disponibilidad de un recurso, se considera un tiempo de espera dentro del tiempo total de proceso, diferenciando entre períodos de alta, baja y mediana ocupación, según la hora del día, día de la semana y mes, para los recursos más relevantes. Teniendo en cuenta que las vías clínicas no consideran nuevos recursos, si no, sólo cambios en los procesos no existen cambios en la duración de la espera por la incorporación de recursos nuevos.

Para recursos de menor relevancia, con tiempos de procesos despreciables respecto a la estadía total, se consideraron tiempos determinísticos.

Considerados estos supuestos, se requieren una serie de datos recogidos de pacientes para establecer las variables de input y modelar la estadía del paciente para cada proceso atencional. Como variables de input de estos modelos se consideran la duración de actividades, características de ingreso y flujo del paciente, representadas en probabilidades de ocurrencia de sucesos. Dado que el proceso modelado es la atención del paciente, no se requiere input sobre la tasa de llegada, ya que cada iteración comienza con la llegada del paciente y termina con su alta. Se busca modelar la duración del procedimiento completo, según cada actividad, su duración probable y probabilidad de ocurrencia, sin considerando la demanda fija, por lo que los tiempos de espera no variarían debido a esto. Para estimar la duración de cada actividad se consideran distribuciones de probabilidad, con tiempos promedios de duración de acuerdo con la ocupación de la clínica, según día de la semana, hora o mes. Adicionalmente, el tiempo de duración de la actividad se puede ver influido por características del paciente, como gravedad o comorbilidad, simuladas como sucesos con cierta probabilidad de ocurrencia definidas al ingreso. Se consideran tanto el tiempo que toman estas actividades como el tiempo de espera para estos recursos, modelando el tiempo total del proceso. Otras variables aleatorias relevantes son las de sucesos de ciertas actividades (por ejemplo, resultados de exámenes) y las probabilidades de que se tome un camino u otro en el flujo de control diagramado en BPMN. Estos tiempos y condiciones de salud se modelan como variables aleatorias, con su distribución obtenida según los datos históricos mencionados. En la tabla 1 se muestran el número de variables consideradas de la data histórica según enfermedad. Estas están relacionadas según el número de actividades que deben realizarse en la atención del paciente, además de las condiciones o resultados de exámenes que se consideran.

Tabla 1. Número de variables propias del paciente consideradas por modelo atencional.

Fuente:elaboración propia.

<b>Enfermedad / modelo atencional</b>	<b>Número de variables</b>
Ataque cerebro vascular	27 variables
Bronquiolitis	22 variables
Cirugía de válvula cardiaca	21 variables
Cirugía de cadera	44 variables

Por ejemplo, un examen puede tener una duración aleatoria, considerando su ejecución y el análisis de resultados. Siendo el resultado del examen aleatorio, según este se realizaría dos o más tratamientos distintos, tomando cada uno tiempos aleatorios. A su vez, luego de estos tratamientos pudiesen realizarse más exámenes o tratamientos, considerándose más variables aleatorias. Así, se explica la cantidad de variables que considera cada modelo atencional.

El proceso de levantamiento de este modelo se explica en el capítulo 3 y se detalla su construcción y modelamiento para cada proceso atencional en los anexos 1 al 4, haciendo referencia a las vías clínicas correspondientes a cada proceso atencional levantado.

Con el fin de describir las variables de input, se recogen los datos históricos para las distintas actividades de cada modelo, características del paciente y actividades realizadas, considerando datos entre marzo del 2014 y febrero del 2015 (inclusive). Considerando que cada proceso atencional tiene su propia demanda, es importante revisar la cantidad de datos disponibles. Los datos disponibles dependen del número de pacientes atendidos para cada enfermedad, en el periodo estudiado. En la tabla 2 se muestra la cantidad de pacientes para cada modelo atencional, es decir los registros a considerar. La cantidad de pacientes varía más de un 500% entre enfermedades, ya que hay enfermedades mucho más comunes que otras.

Tabla 2 . Número de pacientes por enfermedad, entre marzo de 2014 y febrero 2015.

Fuente:elaboración propia.

<b>Enfermedad / modelo atencional</b>	<b>Número de pacientes considerados</b>
Ataque cerebro vascular	309 pacientes
Bronquiolitis	592 pacientes
Cirugía de válvula cardiaca	42 pacientes
Cirugía de cadera	112 pacientes

La cantidad de pacientes da cuenta de lo común de la enfermedad, lo que hace que tenga impacto la disminución de los tiempos de estadía. Por ejemplo, si logro disminuir en un día la estadía de los pacientes con ataque cerebro vascular, entonces liberaría una cama durante casi todo un año. Por otro lado, una enfermedad común tiene alta cantidad de pacientes, lo que entrega suficiente data para analizar y generar modelos detallados, además de validar los resultados comparando la estadía simulada con la histórica. Adicional al número de pacientes, el tiempo de estadía de una enfermedad influye en el impacto que puede tener el implementar una vía clínica. Disminuir en un 20% la estadía de un proceso atencional que toma en promedio 10 días y otro que tomo 5 días, genera un ahorro del doble para un proceso que otro, 2 días en comparación con 1. La comparación entre enfermedades de larga estadía, alto volumen de pacientes y alta disminución porcentual de días cama será revisando en el apartado 4.5.

Dado el detalle del levantamiento y la validación con representantes expertos de cada entidad involucrada en la vía (médicos de distintas especialidades, enfermeras y kinesiólogos según correspondiese a esta vía), se considera el diagrama levantado como un modelo conceptual válido para la simulación. Más aún, la validación del modelo de simulación indica un correcto y completo proceso de levantamiento y modelamiento de procesos de atención clínica. De forma adicional, se debe determinar una variable de output del modelo con la que se validará la simulación. Dado que se busca analizar la disminución del LOS, se comparan los datos históricos de la estadía de pacientes contra

la estadía total simulada para validar el modelo. Una equivalencia entre los datos simulados e históricos evidencia un proceso de levantamiento completo, correcto y detallado.

#### **4.2 Resultados y validación del modelo atencional**

Los resultados más relevantes a revisar para la validación del modelo son la media y varianza del tiempo de estadía del paciente. El tiempo de estadía del paciente representa la realización o no realización de una serie de actividades en un tiempo determinado, con diversas ramificaciones y resultados. El tiempo de atención como resultado de la suma de todos estos tiempos significa la correcta modelación de actividades como tiempos aleatorios y posibles ramas del proceso.

Ya que una vía clínica se describe como el ordenamiento de actividades y criterios, un subconjunto de actividades del modelo atencional definido de cierta forma se considera como una vía clínica. Por lo tanto, validando el modelo atencional como el total de procesos, se puede validar un subconjunto de estos procesos al mismo tiempo, descrito como la vía clínica.

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos para la media y desviación del tiempo de estadía de cada modelo atencional, comparados con los datos históricos.

Vía clínica	$\overline{\text{LOS}}$ (días)		$\sigma$ (días)	
	Simulado	Real	Simulado	Real
Bronquiolitis	3,42	3,35	2,31	2,48
Ataque cerebrovascular	7,39	7,38	2,49	2,28
Cirugía válvula cardiaca	15,55	15,48	6,86	6,88
Cirugía de cadera	6,82	6,84	2,61	3,42

Tabla 3. Comparación de la media y desviación estándar del LOS para el modelo de flujo atencional común. Fuente: Elaboración propia.

Comparando la media del tiempo de estadía por cada proceso, se observan diferencias porcentuales entre lo simulado e histórico de menos del 2%. Respecto a la varianza, la brecha es mayor, 5,4% en promedio. Esto se explica porque al simular, se debe restringir la duración de ciertos tiempos dentro de una variable aleatoria, lo que no sucede en la realidad. A pesar de que las diferencias son menores, para asegurar que el resultado de la simulación sea válido, se debe comportar de la misma forma que los tiempos de estadía de pacientes, teniendo la misma forma de la distribución. Por esto se comparan los histogramas de estadía del modelo y los datos, para cada proceso atencional.

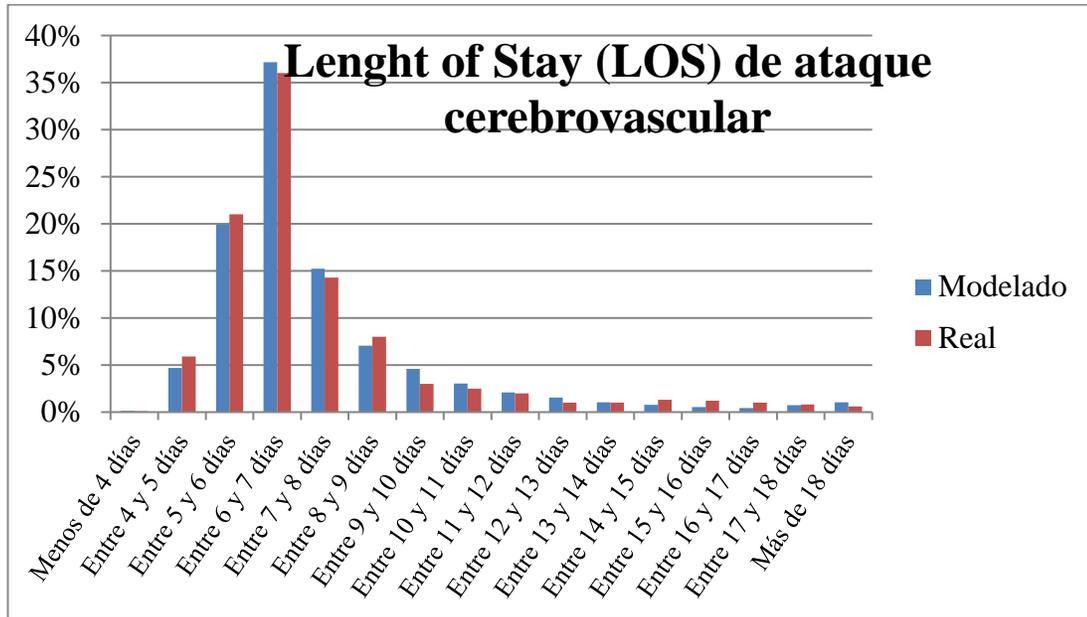


Ilustración 3: Histograma de tiempos de estadía para pacientes con ataque cerebrovascular, según modelo y datos. Fuente: elaboración propia.

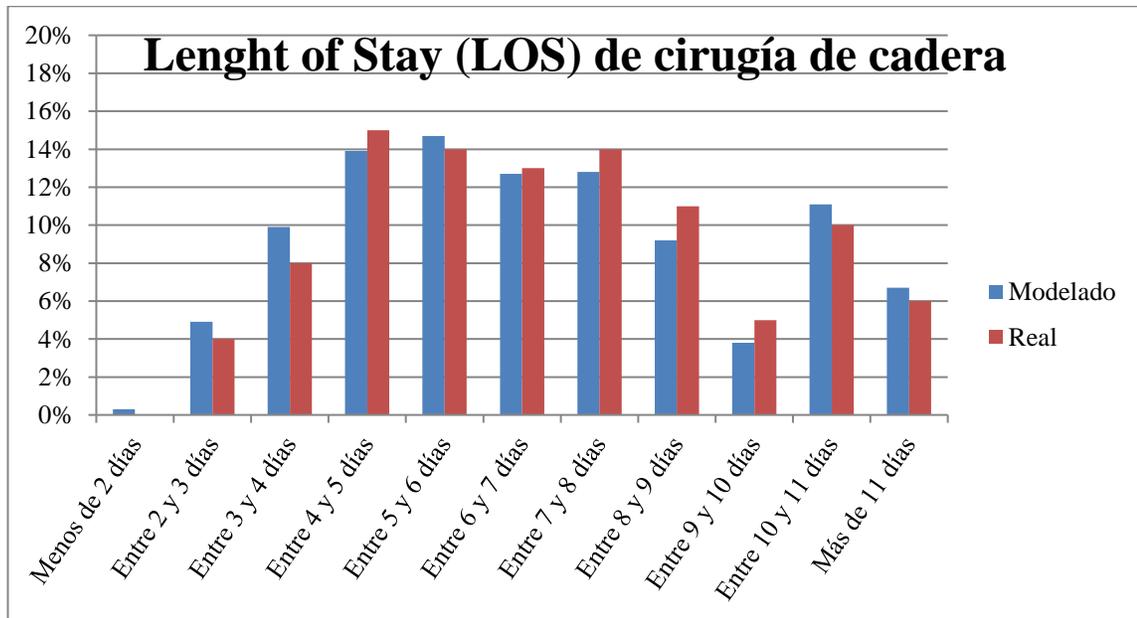


Ilustración 4: Histograma de tiempos de estadía para pacientes sometidos a cirugía de cadera, según modelo y datos. Fuente: elaboración propia.

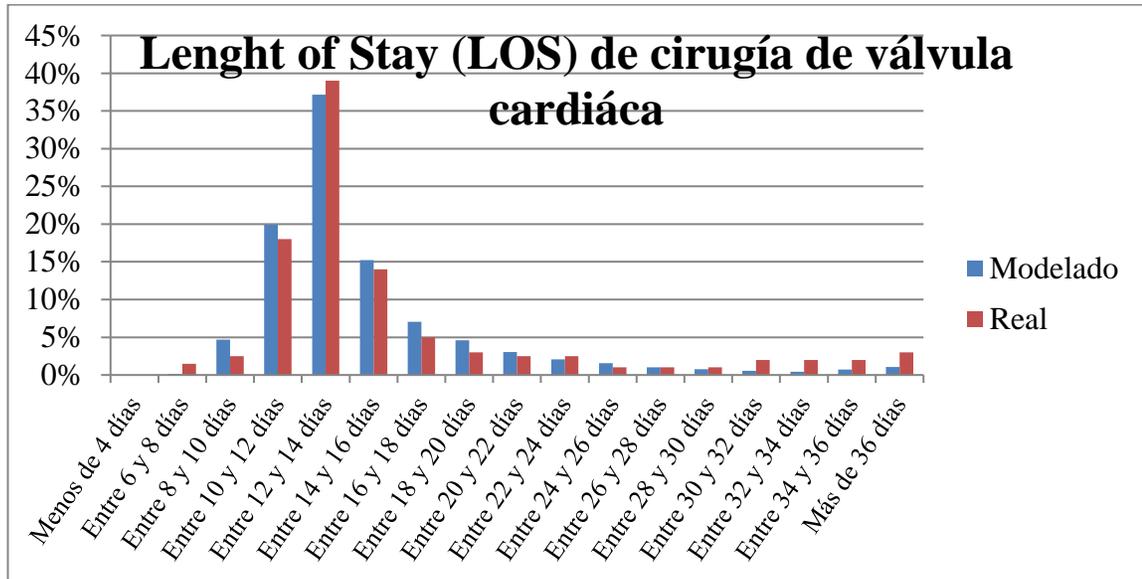


Ilustración 5: Histograma de tiempos de estadía para pacientes sometidos a cirugía de válvula cardíaca, según modelo y datos. Fuente: elaboración propia.

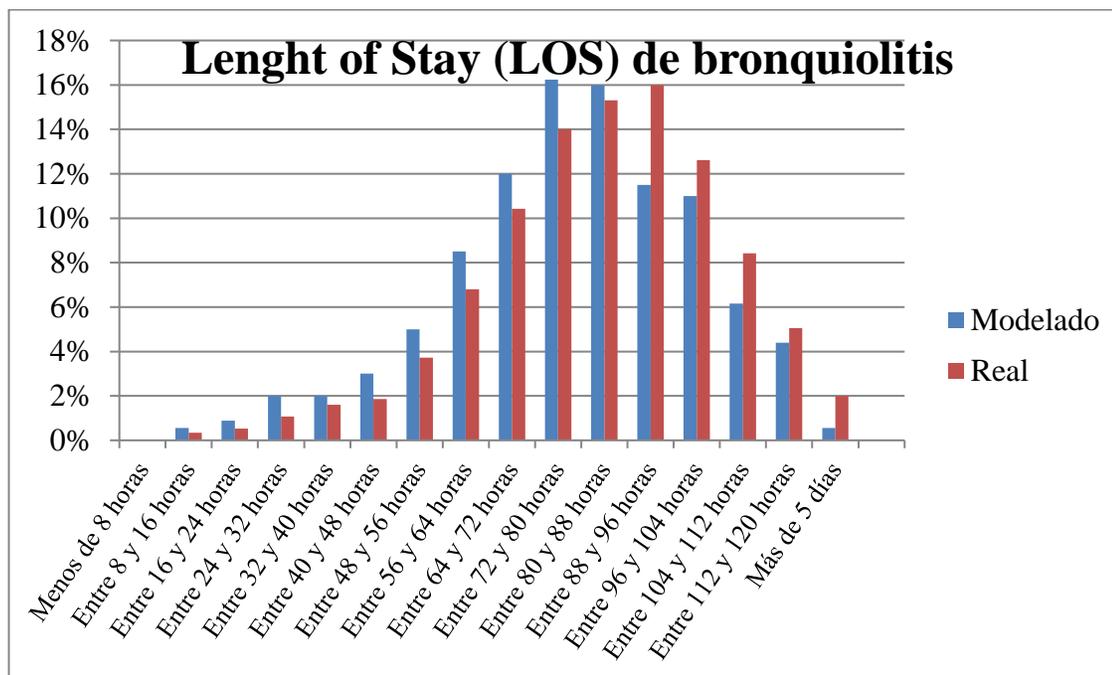


Ilustración 6: Histograma de tiempos de estadía para pacientes con bronquiolitís, según modelo y datos. Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los gráficos revisados, considerando la similitud entre la modelación y los datos históricos, se concluye que los cuatro procesos atencionales simulados obtienen una distribución de los tiempos de estadía similar a la de los pacientes hospitalizados en la clínica. La última vía, de bronquiolitís, presenta mayores diferencias, ya que gran parte de los pacientes permanecen hospitalizados entre 72 y 104 horas, en donde se concentra la mayor diferencia entre el promedio en los rangos simulados e históricos. Esto se explica principalmente porque siendo un proceso atencional con un tiempo de estadía promedio bajo, parte de este es realizado en urgencia, donde el paciente logra recuperarse en parte, disminuyendo el tiempo de hospitalización restante. Dado que en épocas de alta demanda puede existir tiempos de espera elevados para camas pediátricas, los tiempos de hospitalización se ven disminuidos en ciertos casos por la mejoría relativa del paciente mientras se encuentra en urgencia, y en otros, no se ven afectados ya que administrativamente, se hospitaliza el paciente en urgencia para llevar ciertas estadísticas y facilitar la información a enfermeras y médicos. Esto genera las diferencias, ya que el

modelo de simulación no consideró este tiempo como hospitalizado, mientras que los datos históricos sí lo hacen en algunos casos. Ya que no se puede distinguir qué pacientes tuvieron o no esta admisión temprana administrativa, es imposible corregir este error, siendo parte de un error de estimación.

Adicional a la comparación de los histogramas para los tiempos de estadía, para realizar la validación de forma adecuada se requiere determinar el número de réplicas para el cuál los resultados entregados por el modelo de simulación son confiables. Considerando el tiempo de estadía de los pacientes como output relevante para validar modelo, los errores de la simulación con respecto a la muestra deben tender a estabilizarse a medida que aumentan las réplicas consideradas. Para esto se utilizó un proceso iterativo en base a los errores de estimación de la estadía, comparando los datos históricos con los resultados de la simulación. Este proceso trata de que los errores de la simulación se encuentren lo más cercanos a cero. Considerando el error como  $\bar{Z}(n) = X_{1j} - X_{2j}$ , con  $X_{1j}$  valores del tiempo de estadía promedio de la réplica  $j$  y  $X_{2j}$  valores de tiempo de estadía promedio históricos, idénticos para todas las réplicas. Este valor debiese tender a 0 a partir de cierto número de réplicas. Para esto, se utiliza la siguiente ecuación de intervalo de confianza t-student:

Ecuación 1: Intervalo de confianza t-student, Fuente: Ang & Tang, 2007.

$$\bar{Z}(n) \pm t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(\bar{Z}(n))/n}$$

Con esta metodología se realizaron 100 iteraciones y se graficó el tamaño del intervalo de confianza según iteraciones, para un 95% de confianza en cada uno de los modelos atencionales.

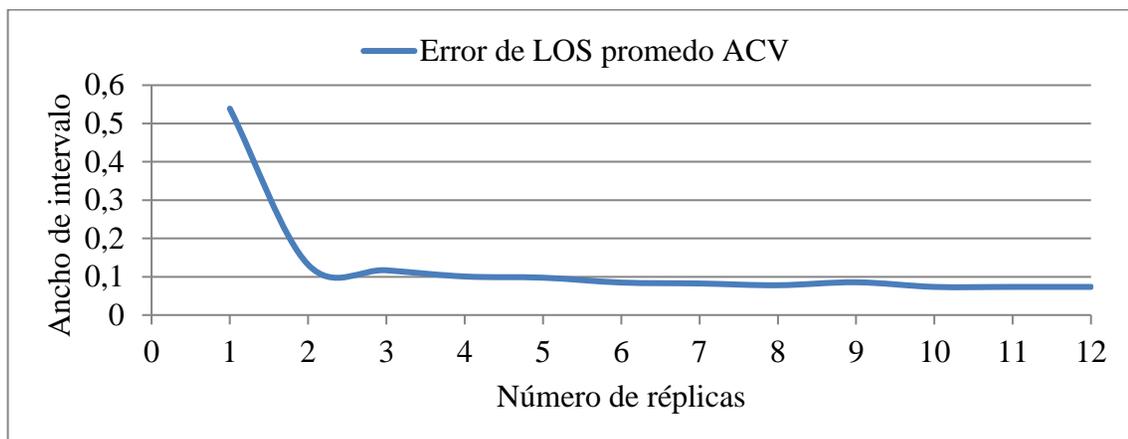


Ilustración 7: Ancho del intervalo promedio del error, para LOS del modelo atencional Accidente Cerebro Vascular. Fuente: elaboración propia

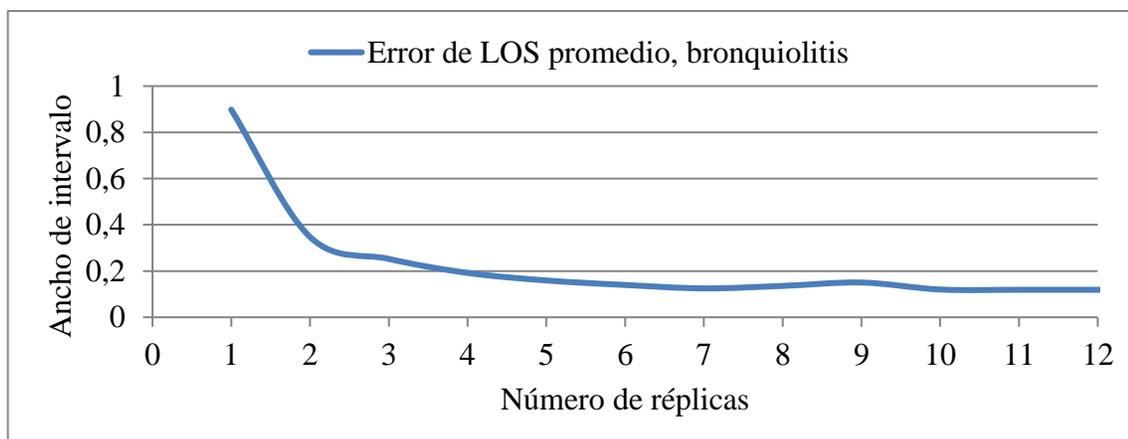


Ilustración 8: Ancho del intervalo promedio del error, para LOS del modelo atencional Bronquiolitis. Fuente: elaboración propia

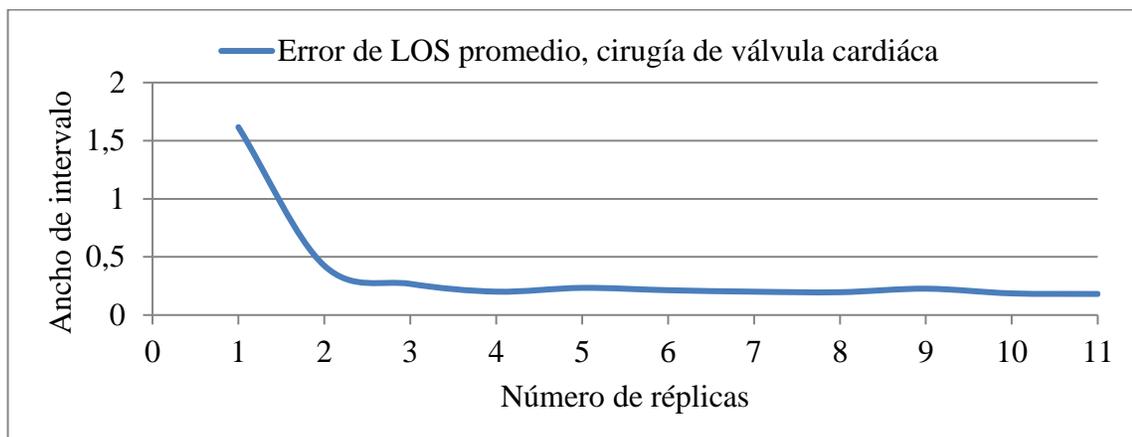


Ilustración 9: Ancho del intervalo promedio del error, para LOS del modelo atencional Cirugía de válvula cardíaca. Fuente: elaboración propia

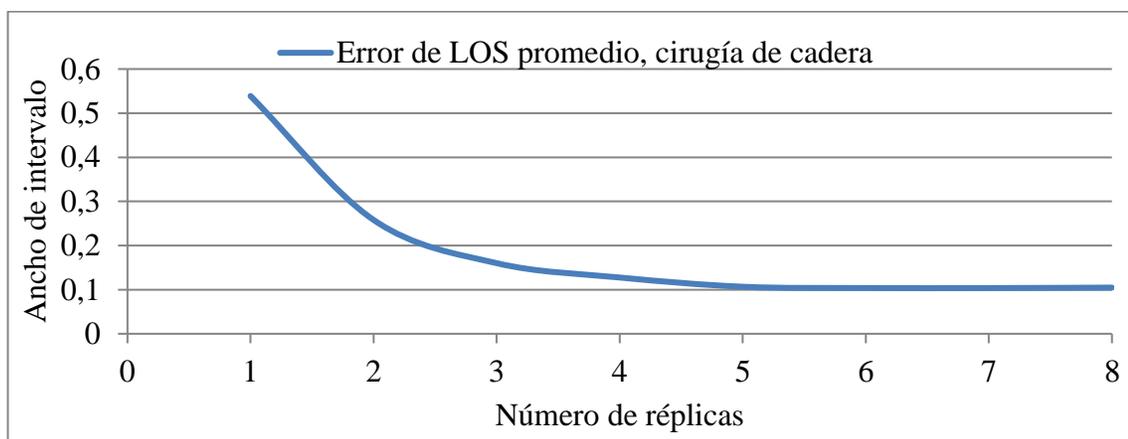


Ilustración 10: Ancho del intervalo promedio del error, para LOS del modelo atencional Cirugía de cadera. Fuente: elaboración propia

Considerando la estabilización del error a partir de la réplica 11, 12, 11 y 7 para los modelos atencionales de bronquiolitis, ataque cerebrovascular, cirugía de válvula y cirugía de cadera respectivamente, se construyen los intervalos de confianza a través de test t.

De forma matemática, si los intervalos de confianza incorporan al cero dentro de este, el modelo se considera consistente.

Al realizar esta metodología de validación y con el resultado de las réplicas simuladas para cada modelo se obtienen los siguientes intervalos de confianza para el tiempo de estadía promedio de pacientes.

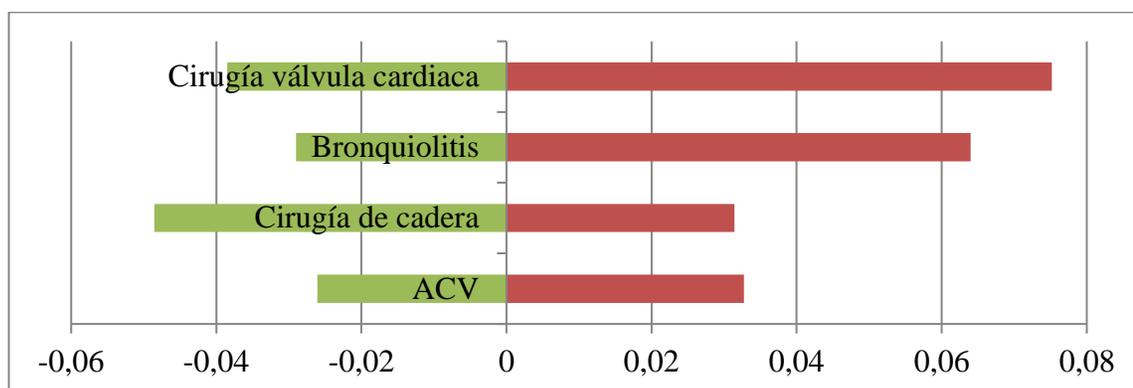


Ilustración 11: Intervalos de confianza, 95%, para cada modelo atencional. Fuente: elaboración propia.

Así, se considera como validado el modelo de simulación para procesos atencionales, pudiendo ampliar, por la definición descrita al principio de este extracto, la validación al modelo de vías clínicas.

### 4.3 Limitaciones del modelo de vías clínicas

El levantamiento inicial de vías comprendió 7 vías clínicas distintas, propuestas por un equipo médico. Para 6 de las 7 vías clínicas propuestas existen datos disponibles para comparar el LOS de pacientes previo a la implementación de la vía. Cabe destacar que no todas las vías clínicas tienen su foco en la estadía del paciente hospitalizado, ya que varias se refieren más que nada al seguimiento post-alta o consideraciones de exámenes previos al ingreso. Considerando esto, son sólo 4 las vías de interés modeladas, como se explicó en el capítulo 3, de metodología.

La validación de los modelos de simulación debe ser realizada a través de su levantamiento, y no resultados, ya que no hay datos disponibles para comparar. Siendo una vía clínica la estandarización de la atención para cierta enfermedad o procedimiento, previo a la implementación de ésta no existe un flujo definido para el paciente.

Considerando esto, no es posible realizar la validación del modelo de simulación de la vía comparando resultados numéricos hasta que la vía clínica está implementada y existan datos sobre los tiempos de estadía de los pacientes atendidos por vías clínicas. Por esto, para la validación se comparan los outputs resultantes del modelo realizado para el proceso atencional contra los datos históricos de estadía del paciente.

Esta comparación se realiza, como se mencionó en el apartado anterior, porque siendo la vía clínica una serie de actividades coordinadas que pertenecen al modelo atencional, la validación de este implica la validación de cualquier modelo que sea parte de este. En otras palabras, una vía clínica es un subconjunto de actividades pertenecientes al modelo atencional, las cuales son coordinadas a través de una guía o consenso, basándose en ciertos estándares para cada actividad y el conjunto coordinado de estas.

De esta forma, el modelo de simulación se valida en su levantamiento y desarrollo, considerando un flujo similar al del paciente, pero distintas probabilidades de ocurrencia de eventos y tiempos de procesos. Se consideran las vías clínicas con un escenario *to be* del mismo modelo de simulación de los procesos atencionales, con diferencias probabilidades de ocurrencias y tiempos de procesos para algunas actividades.

Para simular cada vía se consideran los mismos datos que para el modelo atencional, entre marzo del 2014 y febrero del 2015 (inclusive). Dado que cada vía clínica tiene su propia tasa de llegada, correspondiente a la de su enfermedad, el número de pacientes de los cuales se considera data es distinto en cada modelo, de acuerdo con la tabla 2, de la sección anterior.

Para construir el modelo de simulación se consideran una serie de actividades, de duración independiente de su temporalidad, es decir, hora, día de la semana o mes. No así la espera, la cual se separa entre 4 rangos horarios distintos, cada uno con distribución propia para el tiempo de espera. Las decisiones en los controles de flujo se toman de acuerdo con las reglas establecidas en las vías clínicas, siendo la variable requerida para esta decisión una variable aleatoria con distribución obtenida de los datos históricos mencionados.

Uno de los supuestos de simulación importantes es el de la no modelación de recursos. Dada la cantidad reducida de vías clínicas modeladas, no fue posible modelar el establecimiento hospitalario en su totalidad como interacciones de vías clínicas

particulares. Más aún, no se consideraron interacciones entre vías, tanto en uso de recursos como posibles cambios de una vía a otra.

La modelación de varias vías clínicas o modelos atencionales simultáneos requiere de un esfuerzo mayor debido a la cantidad de variables distintas que pudiesen influir en el uso del recurso según sea la enfermedad. Por ejemplo, una sala de radiografía puede ser utilizada por un paciente de bronquiolitis para radiográfica torácicas, como un paciente de cirugía de cadera, así como por pacientes traumatológicos de urgencia u hospitalizados. Para cada una de estas enfermedades, hay diferentes criterios que lo llevan a utilizar la radiografía, como nivel de dolor y movilidad en pacientes traumatológicos o nivel de obstrucción y saturación en pacientes respiratorios. El conjunto de estas variables y su distinta influencia hace inmanejable el nivel de datos para el foco de este estudio, ya que complejizan un modelo que tiene como fin la evaluación de una vía en particular, existiendo un modelo diferente, a explicar más adelante, que las evalúa en conjunto. La simulación de vías clínicas tiene por fin estimar la disminución de tiempo de estadía del paciente con respecto al tiempo que hubiese tomando en el modelo atencional común, por lo que no considera otras vías clínicas en simulación, ya que la incorporación de más de una vía se realiza en otro modelo distinto, no se requiere incorporar la interacción en estos modelos.

Esta falta en el detalle de simulación es un supuesto conservador; el desempeño sería mayor o igual al calculado. Este supuesto se realiza ya que, al momento de modelar una vía, se utiliza el criterio *ceteris paribus*. En otras palabras, se estima como que el resto de la clínica no sufre modificaciones. Para modelar interacciones, se requieren modelar los diversos recursos. Para que estos tengan la misma utilización que la realidad, se debiese modelar la demanda de estos por el resto de los pacientes de la clínica, complejizando el modelo. En otras palabras, para evaluar cada vía clínica se consideró al resto de la clínica como no intervenida con vías, es decir, no se evaluó sinergia entre cada modelo, pero sí la incorporación conjunta de vías clínicas en un modelo global.

Dado que el estudio busca evaluar la disminución del tiempo de estadía para cada vía, comparándola con la conseguida por otros estudios, hace que la simulación conjunta escape del foco de este estudio. A través de la comparación de los tiempos de estadía

simulados con de los tiempos de estadía que se consiguen con el modelo atencional actual, se calcula la disminución del LOS que consiguen las vías. La disminución porcentual del LOS obtenida por la clínica, comparada con la obtenida por otros estudios, da cuenta nivel de implementación de vías clínicas. El nivel de implementación permite modelar en conjunto la implementación de varias vías, sin necesidad de desarrollar en detalle el modelo simulación de cada la vía clínica, revisando las disminuciones del LOS observadas en estudios. El tiempo de desarrollo de vías clínicas es un proceso continuo, que toma varios años, por lo que se modelará la evolución, sumando vías en distintos escenarios luego de incorporadas las primeras.

A nivel mundial, existen clínicas que han desarrollado hasta 100 vías clínicas, en el caso del Children's Hospital of Philadelphia (Children's Hospital of Philadelphia, 2016) en más de 10 años (Lavelle, 2015). El Seattle Children's Hospital tiene menos de la mitad, 48 vías (Seattle Children's Foundation, 2016). El estado de Queensland en Australia cuenta con 36 vías clínicas desarrolladas (The State of Queensland (Queensland Health), 2014) mientras que un conjunto de hospitales en Suiza cuentan con 56 vías (Bjurling-Sjöberg, Jansson, Wadensten, Engström, & Pöder, 2014). A pesar de que los establecimientos de salud no detallan que porcentaje de sus pacientes, un estudio del 2004 estima que dentro de 23 países estudiados, el país con mayor porcentaje de enfermedades con vías clínicas desarrollada es Inglaterra, con un 44% de las enfermedades con una vía clínica establecida, con 8 años de desarrollo al momento de la encuesta (Hindle, Dowdeswell, & Yasbeck, 2005). Aunque el mismo estudio explica que no tiene seguridad sobre la veracidad de estos datos, sí asegura una cobertura promedio del 22% de las enfermedades a través de vías clínicas, en los países estudiados.

A pesar de que no se incorporan tecnologías como las revisadas en la bibliografía dentro del desarrollo de vías clínicas, además del rescate de indicadores, se realiza un modelo de simulación global de la clínica, con grupos de vías clínicas implementadas en conjunto. Respecto a este estudio, no se encontraron evidencias de investigaciones similares, ni otros que involucren simulación o estimación de mejoras por la implementación de vías clínicas. Las reducciones de LOS obtenidos de diferentes implementaciones de vías clínicas se consideran en un modelo de simulación global de la clínica, enfocado en el uso

de camas. Este busca estimar la reducción de espera por camas en la hospitalización, asociadas a la ocupación de la clínica. De esta manera, se estima el funcionamiento conjunto de vías clínicas en un segundo modelo de simulación, independiente de los de vías clínicas. El tiempo de estadía de pacientes de la vía clínica es el output de los primeros modelos y a la vez un input en el modelo global de la clínica, a través de la reducción del LOS de paciente de vía clínica implementada.

#### **4.4 Validación del modelo de vías clínicas**

Las vías clínicas son por definición, la estandarización de procesos atencionales a través del ordenamiento de actividades. Por esta razón, una vía clínica de un proceso atencional en particular se puede construir como un subconjunto de actividades estandarizadas que pertenecen al proceso atencional, con tiempos de ejecución con duraciones máximas establecidas. Aquellas actividades fuera del estándar que se realizan en el proceso atencional dejarían de realizarse implementándose la vía clínica, por lo que no estarían dentro del modelo. Este concepto de vía se explica de forma breve en la ilustración 12.

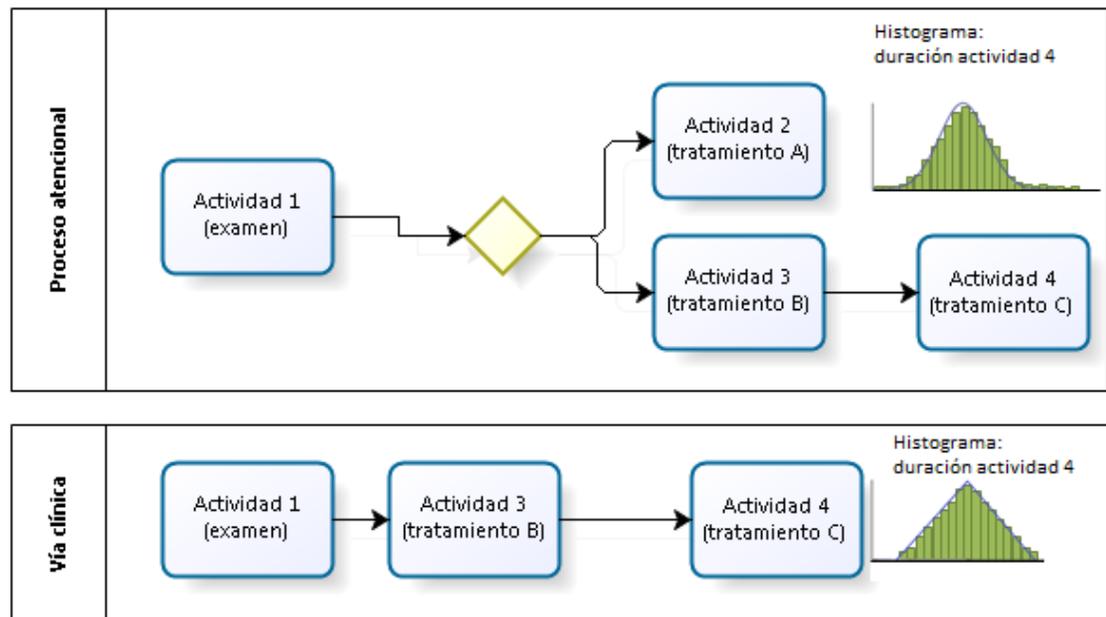


Ilustración 12 : Diferencia entre un proceso atencional y su respectiva vía clínica. Descarte de actividades y acotación del tiempo de ciertas actividades. Fuente: elaboración propia.

Como se ilustra en la figura, la vía clínica restringe la realización de ciertas actividades que considera no óptimas para el tratamiento, y modifica otras, ajustando los tiempos de realización según estándares.

Considerando la vía clínica, a nivel de modelación, como una modificación al proceso atencional, entonces la validación del modelo de vía clínica está contenida en la del proceso atencional. Si el tiempo de estadía se ajusta para el modelo atencional, entonces un subconjunto de este también debiese ajustar los tiempos de estadía de forma correcta. Más aún, si ciertos tiempos de procesos son delimitados por cotas superiores y/o inferiores, entonces disminuye la variabilidad del proceso global y mejor sería el ajuste del modelo de simulación por las vías clínicas.

De otra forma, se puede considerar la vía clínica como un escenario alternativo del proceso atencional, por lo que la validación que corresponde sería la ya realizada al modelo de simulación del proceso atencional a través de los tiempos de estadía. Siendo un escenario alternativo, un planteamiento futuro, no existen pacientes en la clínica que hayan pasado

por este proceso, por lo que no existen datos para validar el escenario alternativo en particular de la vía clínica.

Considerando los modelos descritos en los anexos 1,2, 3 y 4, en conjunto con los supuestos de simulación, se simula cada vía clínica con un horizonte de un año. Con el ajuste adecuado para los modelos de simulación de procesos atencionales descritos en la sección 4.2, los modelos de simulación serían igual de validos al seguir la misma rigurosidad en su levantamiento y construcción. Adicionalmente se rescata la formalidad y profesionalismo del proceso de levantamiento, el cual requirió de ingenieros de procesos, especializados en levantamiento de procesos clínicos, además de un equipo clínico que trabaja y lidera constantemente en el proceso atencional.

#### **4.5 Resultados obtenidos por los modelos de simulación de vías clínicas**

El fin de la simulación de las vías clínicas es establecer que capacidad tiene la clínica estudiada para implementar vías clínicas. Dado que los pacientes, profesionales de la salud, recursos y otros parámetros médicos pueden ser diferentes entre una clínica y otra en distintos lugares del mundo, es importante definir con que éxito el establecimiento estudiado puede implementar vías clínicas. Dado que los resultados en la disminución del tiempo de estadía pueden ser absolutamente distintos a los declarados en los estudios revisados al establecer vías clínicas, se debe simular en la clínica y comparar con estudios. En primer lugar, para estimar las mejoras de eficiencia de las vías clínicas, se estableció un criterio para la capacidad de implementación de vías de la clínica. Se comparó en base a las reducciones de LOS alcanzadas por estudios en otros hospitales y lo alcanzado en la simulación para la clínica estudiada. En la tabla 4 se muestra el promedio y desviación estándar ( $\sigma$ ) del LOS para los pacientes pertenecientes a la vía, previo y posterior a implementación completa para las vías modeladas en la clínica.

Tabla 4: Promedio y desviación estándar del LOS según tipo de atención, Fuente: elaboración propia.

Vía clínica	Modelo atencional común histórico (días)		Atención por vía clínica simulada (días)	
	$\overline{LOS}$	$\sigma$	$\overline{LOS}$	$\sigma$
Bronquiolitis	3,42	2,31	1,81	1,18
Ataque cerebrovascular	7,39	2,49	6,39	2,21
Cirugía válvula cardiaca	15,55	6,86	11,64	4,89
Cirugía de cadera	6,82	2,61	6,11	1,28

Analizando las reducciones porcentuales del LOS promedios de acuerdo con la ecuación 2, se estima la capacidad de implementación de las vías clínicas comparándolas con las reducciones alcanzadas de acuerdo a otros estudios.

$$\text{Disminución porcentual } \overline{LOS} = \frac{\overline{LOS}_{\text{atención común}} - \overline{LOS}_{\text{vía clínica}}}{\overline{LOS}_{\text{atención común}}}$$

Ecuación 2 : Disminución porcentual del LOS promedio, Fuente: elaboración propia

En la tabla 5 se muestra la reducción porcentual alcanzada por la clínica y la reducción alcanzada por otros estudios, junto con la capacidad de implementación calculada de acuerdo con la ecuación 3.

Tabla 5 : Reducción porcentual del LOS y capacidad de implementación de vías clínicas, Fuente: Elaboración propia.

Vía clínica	Reducción porcentual clínica		Reducción porcentual estudios		Capacidad de implementación	Capacidad de estandarización
	LOS	$\sigma$	LOS	$\sigma$		
Bronquiolitis	45%	49%	26%	0%	1,7	No aplica
Cirugía de cadera	12%	49%	50%	Sin info.	0,2	Sin info.
Operación de válvula cardiaca	23%	29%	34%	Sin info.	0,9	Sin info.
Ataque cerebrovascular	10%	15%	16%	Sin info.	0,6	Sin info.

Ecuación 3: Capacidad de implementación, Fuente: elaboración propia

$$\text{Capacidad de implementación} = \frac{\text{Disminución porcentual } \overline{\text{LOS}} \text{ clínica estudiada}}{\text{Disminución porcentual } \overline{\text{LOS}} \text{ estudio revisado}}$$

Así, la tabla 6 resume los porcentajes de la reducción de LOS promedio para cada una de las vías, además de la capacidad de implementación a considerar en vías no modeladas.

Tabla 6: Resumen de reducción porcentual de promedio del LOS y capacidad de implementación de vías clínicas, Fuente: elaboración propia.

Vía clínica	Reducción porcentual del $\overline{\text{LOS}}$	Capacidad de implementación
Bronquiolitis	45%	1,7
Cirugía de cadera	12%	0,2
Operación de válvula cardiaca	23%	0,9
Ataque vascular	10%	0,6
<i>Nuevas vías a considerar</i>	Según estudio y cap. de implementación promedio	0,9

De este análisis se considera una capacidad de implementación promedio de 0,9 para la implementación completa de la vía. Es decir, si una vía clínica revisada en un estudio genera un 50% de reducción en el LOS promedio, entonces la implementación en la clínica estudiada generaría una reducción en un 45% del LOS promedio.

Determinado este factor, es importante considerar cómo influyen varias vías clínicas en conjunto y su evolución temporal.

#### **4.6 Estimación de mejoras de eficiencia conjunta de vías clínicas**

Como se describió en la sección anterior, para estimar la reducción porcentual que conseguiría la clínica estudiada, se estableció un factor multiplicador a la reducción porcentual del LOS que consiguen estudios diversos al implementar vías clínicas.

La simulación de las 4 vías clínicas desarrolladas busca establecer la capacidad de desarrollo e implementación de vías clínicas a lo largo de tiempo. Dado que la vía clínica es una modificación al proceso atencional existente, se debe generar una gestión del cambio, la cual genera que a medida que pase el tiempo se adopte de forma más completa la vía y en mayor cantidad de pacientes.

Varios estudios revisan la evolución de las vías clínicas, comparando el LOS promedio de los pacientes entre un año y otro luego de implementada la vía. Las reducciones del LOS posteriores al primer año de implementación son menores, ya que el LOS alcanza estándares cercanos al ideal establecido al poco tiempo, y luego tiene mejoras menores. Como se observa en las tablas 7 y 8, el LOS disminuye considerablemente en el primer año de implementado, mientras que luego del tercer año la disminución del LOS promedio es insignificante.

Tabla 7: LOS promedio de estadía dentro del período previo y luego de implementada la vía de cirugía de cadera, Fuente: (Lau, Fang, & Leung, 2013)

Año	2006	2007	2008	2009	2010
LOS (días)	12,9	8,3	7,4	6,9	6,5

Tabla 8 LOS promedio de estadía dentro del período previo y luego de implementada la vía de cirugía de cáncer mamario, Fuente: (van Dam, y otros, 2013)

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
LOS (días)	7,2	5,1	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	4,1	4

La progresión en la disminución la explican los autores por dos razones principales, la adhesión de pacientes y mejora del proceso, los cuales progresan con el tiempo. Para esto se requiere reforzar el correcto uso de la vía clínica y revisar el cumplimiento, además de la atingencia de ciertos procesos. En un principio, pocos miembros del staff conocen la vía o la manejan de forma adecuada, por lo que son pocos los pacientes que se rigen totalmente según la vía. En algunas actividades, por olvido o desconocimiento, el profesional de la salud que atiende al paciente puede ejecutar de forma distinta a lo estipulado por la vía, pudiendo alargar esto el tiempo de estadía con respecto a lo que hubiese sido siguiendo el protocolo estricto de la vía. Generando indicadores, se revisan qué profesionales realizaron actividades fuera del estándar y se refuerza este, con el fin de aumentar la cantidad de pacientes tratados de acuerdo con la vía. Adicionalmente, el proceso de la vía se revisa, pudiendo modificar ciertas actividades o criterios, según investigaciones recientes o revisiones de las establecidas originalmente.

La diferencia entre el LOS promedio de un período y el LOS promedio previo a la implementación, para cada período, corresponde a una curva de aprendizaje, así como otros indicadores derivados de la implementación de una vía clínica (Sihoe, 2016). Estos

resultados son mostrados en conjunto en la ilustración 13, con las curvas de aprendizaje para el LOS de la tabla 7 y 8. Se aprecian incrementos decrecientes en la disminución de días de estadía, llegando después del tercer año de implementado a un estado estacionario.

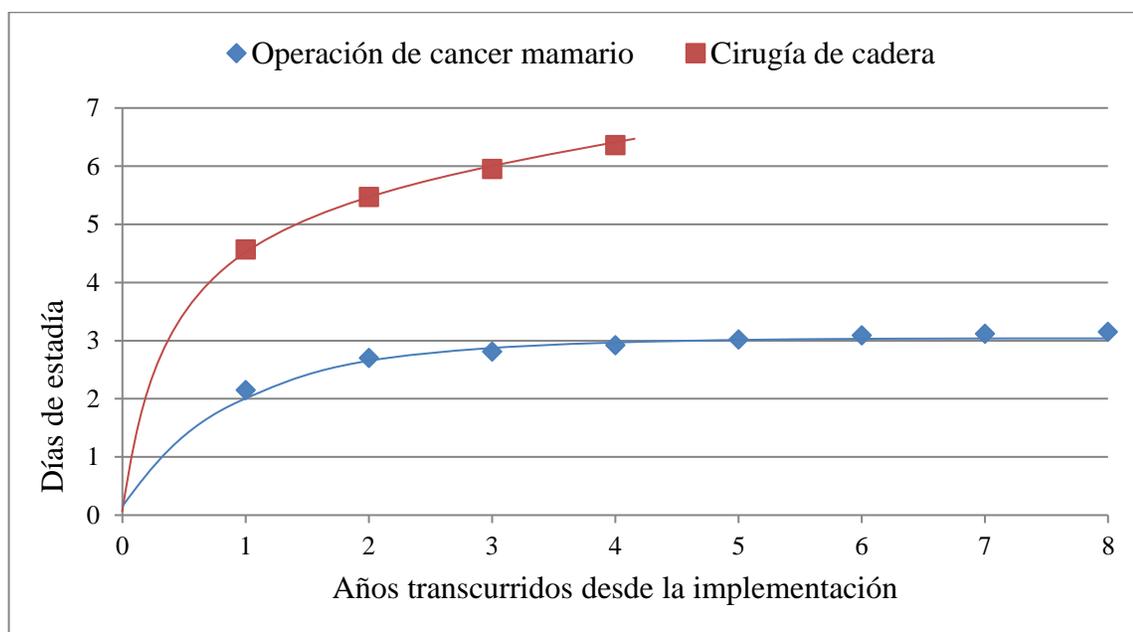


Ilustración 13: Curva de aprendizaje para la disminución del LOS promedio. Disminución de LOS promedio, en días, según el tiempo transcurrido desde la implementación de la vía. Fuente: elaboración propia.

Considerando el progreso de la vía clínica como el porcentaje de disminución conseguido respecto a la disminución total, se construye la tabla 9, considerando la ecuación 4, tal que cada año que transcurre logra un porcentaje de la disminución total a conseguir.

$$\% \text{ disminución } \overline{LOS}, \text{ adicional en cada año}_t = \frac{\overline{LOS}_t - \overline{LOS}_{t-1}}{\max(\overline{LOS}_t - \overline{LOS}_0, \forall t)}$$

Ecuación 4: cálculo del porcentaje de disminución del  $\overline{LOS}$ . Fuente: elaboración propia.

Tabla 9: Variaciones del  $\overline{LOS}$  según tiempo transcurrido de la implementación de la vía.

Fuente: elaboración propia.

		Tiempo desde la implementación, años							
Indicador	Vía clínica	1	2	3	4	5	6	7	8
$\overline{LOS}_t - \overline{LOS}_0$ (días)	Op. cáncer mamario	4,6	5,5	6	6,4	-	-	-	-
	Cirugía de cadera	2,2	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,1	3,2
% disminución $\overline{LOS}$ respecto del total	Op. cáncer mamario	72%	86%	94%	100%	-	-	-	-
	Cirugía de cadera	68%	86%	89%	93%	96%	98%	99%	100%
% disminución $\overline{LOS}$ , adicional en cada año	Op. cáncer mamario	72%	14%	8%	6%	-	-	-	-
	Cirugía de cadera	68%	17%	3%	3%	3%	2%	1%	1%

Así, a partir de la tabla 9, se observa en la ilustración 14, una curva de aprendizaje normalizada respecto del porcentaje de reducción del LOS alcanzado cada año desde la implementación.

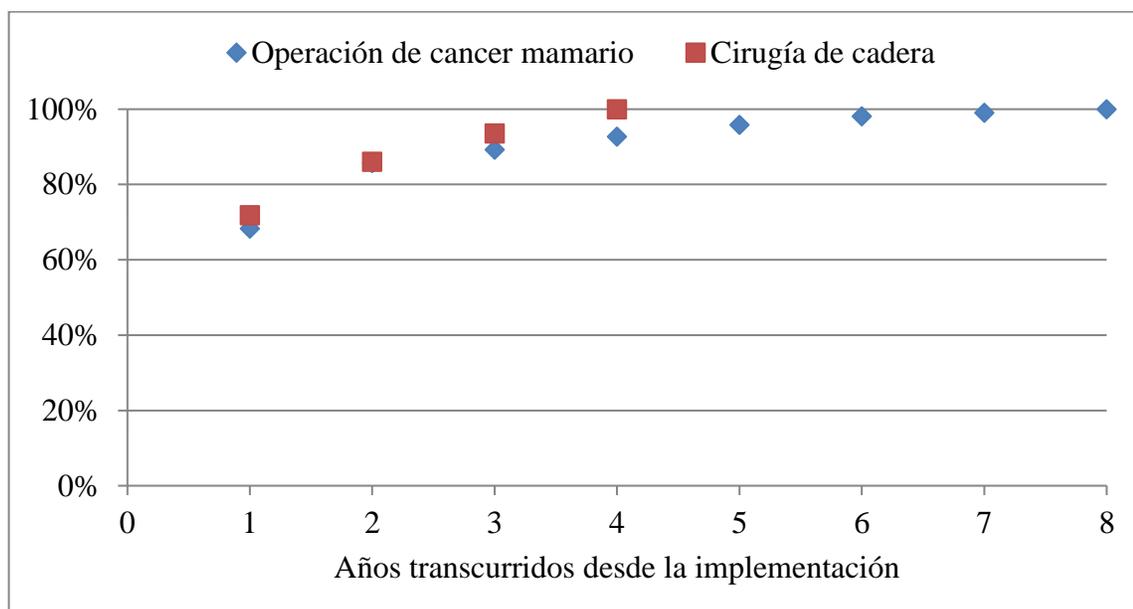


Ilustración 14: Porcentaje de la disminución de LOS alcanzada, de acuerdo con el tiempo transcurrido desde la implementación de la vía. Fuente: elaboración propia.

Como se presenta en la tabla 9, el porcentaje de disminución considerado en cada año luego de implementada la vía se aprecia como un aumento en la disminución del LOS promedio con rendimientos decrecientes. Es decir, el primer año se genera la mayor disminución, pero el segundo respecto al primero es mucho menor.

El resumen de los porcentajes de la reducción del LOS promedio de cada año luego de implementada, respecto a la alcanzada con la vía absolutamente estabilizada e implementada, se presentan en la tabla 10. Este porcentaje de la disminución alcanzada se define como porcentaje de cumplimiento de la vía, y se condice con el sentido de que, entre más se cumpla la vía, más es la reducción de LOS alcanzada. Así, para cada año sucedido de la implementación, un porcentaje determinado consideraría el flujo de la vía, mientras que el restante seguiría el flujo original del proceso atencional, con ciertas tendencias hacia la vía.

Tabla 10. Porcentaje de cumplimiento de la vía según tiempo desde la implementación.  
Fuente: elaboración propia.

	Primer año	Segundo año	Tercer año
Porcentaje de cumplimiento de la vía	70%	85%	90%

Así, estableciendo estos porcentajes de cumplimiento de las vías, los resultados obtenidos por cada una de las vías se muestran en la tabla 11. Para cada una de las vías se calcula la evolución de la disminución del LOS, llegando hasta un 100% en el quinto año, utilizando suavizamiento exponencial, con el porcentaje de cumplimiento en los 3 primeros según la tabla 10.

Vía clínica	$\overline{\text{LOS}}$ en días según el tiempo desde la implementación de la vía clínica				$\overline{\text{LOS}}$ para el cumplimiento absoluto de la vía clínica
	Atención común (actual)	1 año	2 años	3 años	
Bronquiolitis	3,42	2,22	1,96	1,87	1,81
Ataque cerebrovascular	7,39	6,69	6,54	6,49	6,39
Cirugía válvula cardiaca	15,55	12,79	12,22	12,03	11,64
Cirugía de cadera	6,82	6,31	6,30	6,16	6,11

Tabla 11: LOS promedio para el modelo atencional actual y la simulación de vías clínicas a distintos periodos desde la implementación. Fuente: elaboración propia.

En la ilustración 15 se grafica la curva de aprendizaje para las vías simuladas, considerando la información de la tabla 11.

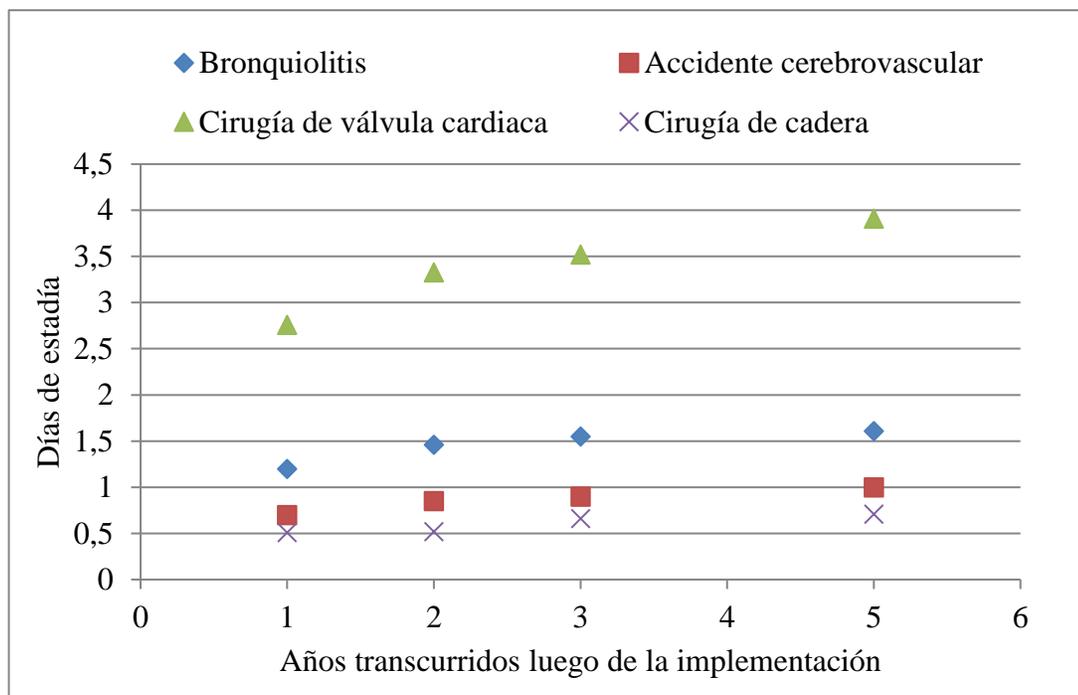


Ilustración 15: Gráfico de reducción del LOS para cada vía clínica modelada según el tiempo transcurrido desde la implementación. Fuente: elaboración propia.

Considerando que el LOS promedio para la vía de cirugía de válvula cardíaca es 4,5 veces mayor que el de la vía de bronquiolitis, corresponde evaluar la reducción porcentual, con el fin de establecer un promedio de reducción general. En la ilustración 16 se muestran las curvas de aprendizaje para la reducción porcentual del LOS de cada vía y la reducción promedio.

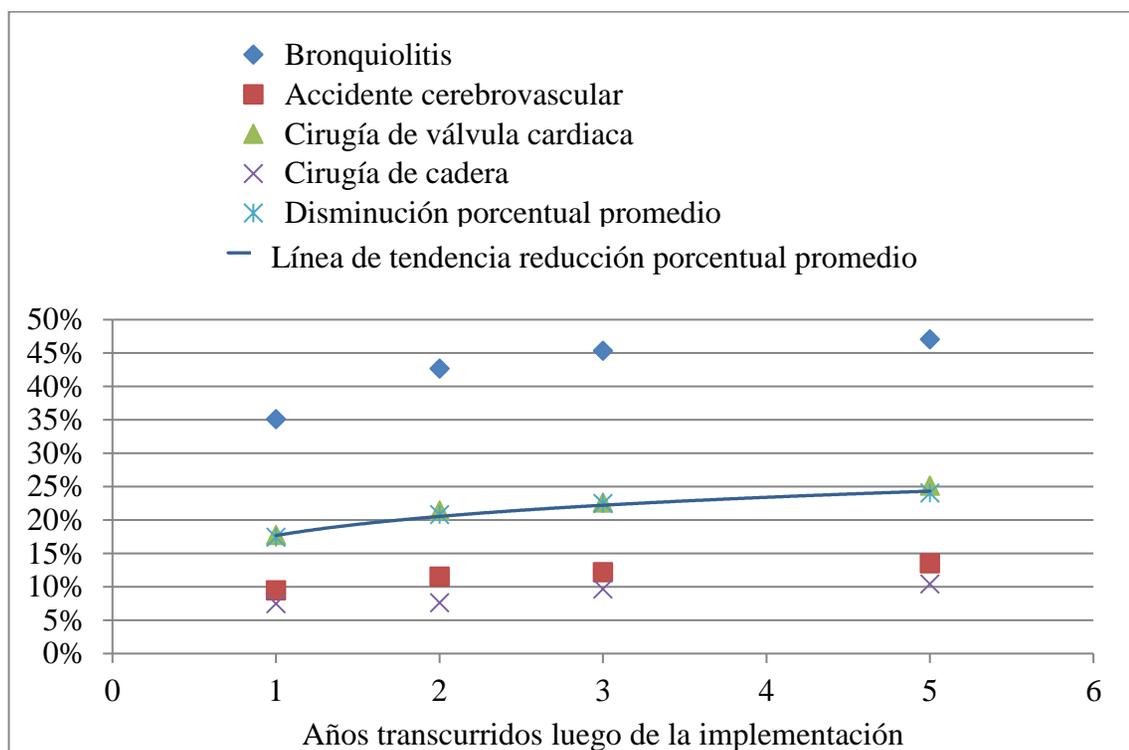


Ilustración 16: Gráfico de reducción porcentual del LOS para cada vía clínica modelada y el promedio de reducción, según el tiempo transcurrido desde la implementación. Fuente: elaboración propia.

Esta estimación de cumplimiento de las vías condice los resultados obtenidos en la reducción del LOS obtenidos por distintos estudios. Debido a los tiempos de adaptación del personal clínico, difusión de vías y aclimatación, la reducción del LOS menor al comienzo de la implementación, para aumentar considerablemente luego de un tiempo.

Para establecer las mejoras en las posibles vías a implementar, se consideran una cierta cantidad de vías clínicas a implementar por año, considerando la implementación de aquellas de mayor impacto en la clínica en primer lugar. Es importante considerar no sólo el porcentaje de cumplimiento, si no que la capacidad de implementación definida para la clínica al momento de estimar las mejoras en la reducción del LOS.

La evaluación del impacto considera la reducción del LOS conseguida por otras clínicas y la cantidad de pacientes atendidos en la clínica estudiada correspondiente a esa vía. El impacto se calcula según la ecuación 5.

Ecuación 5: estimación del impacto de la vía en la reducción del LOS. Fuente: elaboración propia.

$$impacto_{vía} = reducción \overline{LOS}_{vía} \cdot n^{\circ} \text{ pacientes anuales}_{vía}$$

Es así, relevante considerar la reducción de LOS alcanzada por diversos estudios. Esta revisión se resume en la tabla 12, considerado 32 estudios distintos de 27 vías clínicas, destacando aquellas utilizadas para la comparación de las simulaciones de las vías clínicas desarrolladas respecto a estudios.

Tabla 12: Vías clínicas revisadas, disminución de LOS. Fuente: elaboración propia.

Vía clínica	LOS, en días	
	Atención común	Vía clínica
ACV	7,5	6,3
<i>Bronquiolitis</i>	2,3	1,7
Bypass coronario	8,9	8,1
Bypass infra inguinal	10,3	9,1
Cáncer de mama general	7	4,1
Cirugía mama conservadora	4	2,5
Falla cardíaca crónica	10,9	8
Fibrilación arterial	2,1	0,3
Hernia inguinal	3,3	1,6
Isquemia al miocardio	2,28	0,64
Mastectomía	9	7
Neumonía	7,4	5,7
Paro cardíaco	7,3	5,25
<i>Operación de válvula cardíaca</i>	16	10,5
<i>Cirugía de cadera</i>	12,7	6,4
Prótesis total de cadera	13	12,8
Dolor torácico	1,9	1,8
Fractura de fémur	32,5	21
General cadera y rodilla	8,6	7,1
Asma pediátrica	2,2	1,7
Resección transuretral de la próstata	14,7	12,7
Fractura cuello del fémur	8	6,6
Respiratorio genérico	6,1	5,9
Gastrectomía	24,9	18,3
Artroplastia de rodilla	15,3	11,3
Reemplazo total de rodilla	6,7	5,3

En la tabla 12 se aprecian vías con nombres similares o que refieren a la misma enfermedad. Por ejemplo, “general cadera y rodilla” tendría pacientes que también pertenecen a “artroplastia de rodilla” y “cirugía de cadera”. Dado que algunas vías comparten pacientes, considerar la implementación de cada una de estas con su propio porcentaje de pacientes pertenecientes sobredimensionaría la reducción del LOS. Para evitar este efecto sólo la vía con mayor reducción de LOS considerará los pacientes que puedan compartir vía. De esta forma, vías que generan menor reducción de estadía tendrán sólo pacientes que pertenecen a esa vía y no a pudiese pertenecer a otra de mayor reducción de LOS. En la tabla 13 se muestran el porcentaje de pacientes por vía respecto al total de ingresos, reducción de LOS promedio e impacto, dejando fuera aquellas vías que repiten pacientes y no son un aporte adicional a la disminución de LOS. Esta tabla ya considera los pacientes que sólo pertenecen a las vías con baja reducción.

Tabla 13: Impacto de las vías clínicas en reducción de días camas por vía. Fuente:  
elaboración propia

Vía clínica	Reducción $\overline{LOS}$ en días	Porcentaje pacientes anuales	Reducción de días camas asociado (impacto)
ACV	1,2	1,9%	480
Bronquiolitis	0,6	1,5%	190
Cirugía de cadera	6,3	0,72%	956
Operación de válvula cardíaca	5,5	0,2%	266
Fractura de fémur	11,5	1,7%	4167
Neumonía	1,7	3,6%	1304
Gastrectomía	6,7	0,9%	1299
Artroplastia de rodilla	4	1,3%	1070
General cadera y rodilla	1,5	2,3%	730
Isquemia al miocardio	1,6	2,1%	698
Resección transuretral de la próstata	2	0,9%	388
Hernia inguinal	1,7	0,9%	329
Fibrilación arterial	1,8	0,7%	262
Respiratorio genérico	0,2	5,8%	242
Cáncer de mama general	2,9	0,4%	238
Paro cardíaco	2	0,5%	194
Bypass infra inguinal	1,2	0,6%	147
Falla cardíaca crónica	2,9	0,2%	141
Reemplazo total de rodilla	1,4	0,5%	136
Asma pediátrica	0,5	0,8%	85

Al observar la tabla 13, se aprecia que ninguna vía contiene más del 6% de los pacientes de la clínica estudiada. Considerando esto, vías con alta reducción de LOS pueden tener bajo impacto debido a los pocos pacientes que pertenecen a esa vía. Más aún, la vía con mayor impacto corresponde a la vía de fractura de fémur, que contempla sólo el 1,7% de los pacientes de la clínica. Por el contrario, la vía genérica de enfermedades respiratorias tiene un impacto bajo, de reducción de sólo 242 días cama, ya que, a pesar de ser un alto porcentaje de pacientes, la reducción de LOS es un muy baja.

Dado que existe una curva de aprendizaje como se muestra en la ilustración 13, se consideran diferentes reducciones de tiempo según el tiempo transcurrido de implementación. La disminución del LOS promedio para pacientes pertenecientes a una vía clínica  $i$ , en los años posterior a la implementación,  $t$ , se calcula según la ecuación 6.

Ecuación 6: reducción del porcentaje de LOS según el tiempo desde la implementación

$$\text{Reducción \% } \overline{LOS} VC_i = 0,9 \cdot \text{Reducción \% } LOS VC_i \text{ estudio} \cdot \text{implementación}_t$$

Donde implementación en  $t$  es 70%, 85% y 90% para 1, 2 y 3 años transcurridos. La ponderación por 0,9 corresponde a la capacidad de implementación de la clínica.

## 5 MODELO DE SIMULACIÓN DE LA CLÍNICA

### 5.1 Objetivos del estudio

La clínica estudiada, hasta hoy, ha respondido al crecimiento de la demanda hospitalaria a través del aumento de su capacidad, incrementando el número de camas disponibles para los distintos bloques de unidades o complejidades a través de ampliaciones y remodelaciones. No ha existido un estudio de utilización de camas por bloques, por lo que las ampliaciones están basadas en presupuestos previamente definidos.

Por esta razón es relevante gestionar de manera más eficiente las camas, satisfaciendo mayor demanda con los recursos actuales. Para esto, se busca conseguir la disminución de los tiempos de hospitalización a través de la implementación de vías clínicas.

Norambuena (2015) concluye en su estudio, que la implementación del modelo hospitalista en la clínica, conseguiría una disminución del 78,44% de tiempos de espera de pacientes programados (1,67 a 0,36 horas) y un 87,72% (10,02 a 1,23 horas) para los no programados, asumiendo una disminución del largo de estadías en un 12,35%. A diferencia del estudio previo de Norambuena, en este análisis, se evaluó a qué nivel de disminución de tiempos de estadía se puede llegar implementando la estandarización a través de vías clínicas. Para esto no sólo se simulan distintas opciones de implementación de vías clínicas, si no que se revisa la metodología de desarrollo de éstas.

Debido a que el recurso escaso dentro de la clínica estudiada son las camas, se realiza un modelo con éstas como principal recurso, en las cuales los pacientes son hospitalizados un tiempo aleatorio según su complejidad. Dado que se busca estimar la disminución de la ocupación de camas a través de la implementación de vías clínicas, disminuyendo el LOS de los pacientes, se considera si el paciente es atendido por una enfermedad en la cual está implementada o no una vía clínica. Así, los pacientes hospitalizados transitan por camas de distintas complejidades según su evolución, hasta ser dados de alta o fallecer (considerado como un mismo evento para efectos de la simulación). Analizando que el recurso a modelar es la cama y el uso de esta, es de vital importancia poner el foco en el tiempo de estadía, ya que directamente a menor LOS sería menor la ocupación considerando que la tasa de ingreso constante entre los distintos modelos, sin variar según

la ocupación. Por esto, es importante estudiar la incorporación de vías clínicas con el fin de disminuir el LOS y con esto la ocupación de camas y el tiempo de espera de los pacientes.

La disminución de tiempos de estadía a través de la incorporación de vías clínicas está compuesta por tres factores principales, cada uno de estos independientes.

El primer factor corresponde a la disminución de los tiempos de estadía de la atención más fluida del paciente debido a la implementación de vías clínicas, al estandarizar el proceso de atención y alinear a los distintos agentes que intervienen en el cuidado y tratamiento del paciente. Esto se logra a través de la comunicación de la atención estándar a todos los actores.

El segundo factor tiene como base la mejora de los procesos atencionales, basados en estudios y mejores prácticas, teniendo el paciente una recuperación más rápida. A esto se suma la eliminación de actividades que no tienen efectividad comprobada.

El tercer factor se refiere a los tiempos de procesos de alta médica, alta administrativa y traslados son menores gracias a la implementación de vías clínicas, por la estandarización de atención y conocimiento de las partes involucradas de su papel, disminuyendo las esperas.

El objetivo del estudio es evaluar el impacto de las vías clínicas en la disminución del tiempo de estadía de los pacientes. Además, teniendo en cuenta la disminución del LOS, evaluar el impacto en la espera de pacientes entrantes y ocupación de la clínica.

## **5.2 Limitaciones del modelo**

Cómo se indica en la sección anterior, el objetivo es evaluar la disminución en la ocupación de la clínica y los tiempos de espera para admisión a través de la implementación de vías clínicas. De este modo, las limitaciones del modelo radican principalmente en la evolución del paciente y la interacción con distintos recursos. A pesar de que para la implementación particular de una vía clínica se puede modelar cada actividad y recurso requerido para ésta, se considerará como un tiempo aleatorio de distribución conocida. Ya que se pretende estudiar la interacción de toda la clínica, la modelación de todas las vías clínicas posibles escapa de la realidad de este estudio, como

se comentó en el apartado 4.3. Para utilizar las 7 vías clínicas en detalle, sería necesario analizar los recursos y su utilización por el resto de la clínica, fenómeno que no es posible aislar. Debido al *scope* del modelo, es atingente considerar las estadías como tiempo aleatorio y realizar, como un estudio paralelo, la simulación de cada vía clínica por sí misma a través de un modelo distinto, con sus propias limitaciones y definiciones. Para evaluar la disminución en la estadía para cada vía clínica, se calcula la distribución estadística del tiempo de permanencia de los pacientes. Así, también se calcula la distribución general de la clínica, al no considerar cada grupo de vías clínicas que sería implementado en cada escenario a evaluar.

Adicionalmente se debe tener en cuenta que hay recursos suficientes de doctores y enfermeras para el número de camas, ya que ellos son estimados por la clínica, según el número de camas, definidos por estándares nacionales e internacionales. Por tanto, mientras tenga una cama disponible, siempre tendré enfermeras y doctores para atender a este paciente. Otros recursos como rayos X y pabellones no son considerados dentro de la simulación ya que, en la clínica a modelar, su tiempo ocioso es mucho mayor al de las camas y no son un recurso crítico. Teniendo en cuenta que el estudio busca disminuir el uso de camas, no debiesen pasar a ser estos recursos críticos y la integración de estos correspondería a un estudio con diferente foco, como la influencia de las vías clínicas en los tiempos de pabellón o en la realización de exámenes.

El estudio de simulación considera en primer lugar, el recurso cama como constante a lo largo del tiempo, sin reparaciones o remodelaciones de habitaciones. La ocupación de una cama corresponde a la estadía del paciente en una unidad de complejidad dada. Este tiempo corresponde a una variable modelada también a través de una distribución de probabilidades, propia de cada unidad, que se puede ver afectada por las vías clínicas. En cada escenario a evaluar, la distribución de probabilidades para los tiempos de estadía es calculada de acuerdo con las vías a incorporar, dejando fuera del cálculo a las enfermedades a ser tratadas a través de vías clínicas, ya que tienen su propia distribución de probabilidades.

Respecto a esto, una vez ingresado el paciente, no se modelan cambios de vía clínica o comorbilidades en particular, si no que un tiempo de estadía, calculado desde la

distribución de probabilidades general o de la vía, estimada desde datos históricos, considerando las complicaciones u otras variables de forma intrínseca.

### 5.3 Procesos modelados

Los procesos considerados dentro de la simulación y modelados en este estudio son aquellos que generan ocupación de camas y son gatillados por la hospitalización de un paciente. Estos son el ingreso, traslado y alta, junto con el proceso posterior al alta de un paciente, en el cual se prepara la pieza para el siguiente paciente con el aseo y acondicionamiento de la pieza. No serán considerados procesos que involucren al paciente si es que este no influye en la ocupación de la pieza, es decir, pabellones, tratamientos y exámenes no serán modelados. Tampoco se considerarán eventos externos a la estadía de pacientes que utilicen el recurso cama, tales como mantenciones o remodelaciones. De forma general, el proceso se aprecia en la ilustración 17.

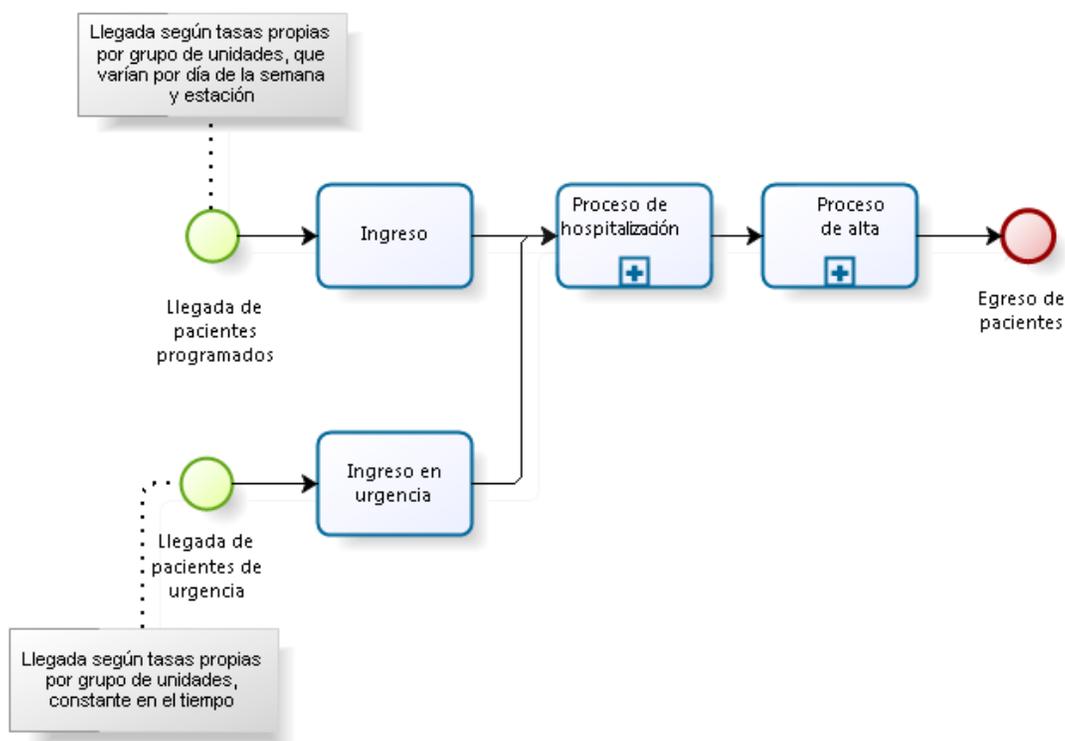


Ilustración 17: Modelo general. Fuente: elaboración propia.

### **5.3.1 Llegada**

La llegada de pacientes se inicia con el ingreso desde el servicio de Urgencias, con demanda variable y aleatoria, además de la hospitalización a través de la admisión. Esta última es agendada previamente por la necesidad de una intervención quirúrgica o de observación hospitalizada derivada de una consulta médica, pudiendo variar el tiempo entre el agendamiento y la hospitalización según sea el caso. A pesar de que existen campañas que consiguen un aumento de demanda de hospitalización por ciertos motivos (ej.: descuento en el mes de la cirugía plástica), esta cantidad de hospitalizaciones son menores comparadas a la demanda total, por lo que, para efectos del modelo, la demanda se considerará como una variable aleatoria, con distribuciones según el día y mes.

Para efectos de la simulación, el proceso de admisión corresponderá a un tiempo que obedece a una variable aleatoria. Posterior a la presentación del paciente en admisión, puede haber espera de una cama disponible. El tiempo de espera es el resultado de la ocupación. Se genera mientras el paciente espere a que exista una cama disponible en el tipo de unidad a la cual ingresará.

Para modelar la llegada de pacientes, se consideró el número de pacientes que llegan al día como una variable aleatoria con distribución según el tipo de unidad. Luego, la llegada de pacientes se distribuyó durante el día, según los porcentajes que ingresan en cada hora, distintos por tipo de unidad. Este porcentaje varía según día de la semana, pero es igual para cada mes.

Para el ingreso de pacientes desde el servicio de Urgencia, se considera tasa por cada grupo de unidades al cual ingresa, constante a lo largo del tiempo.

### **5.3.2 Estadía**

Una vez ingresado el paciente, estará hospitalizado en la pieza y podrán realizarse intervenciones quirúrgicas en pabellones, exámenes o consultas médicas. Para efectos del modelo, el paciente simplemente utilizará un tiempo aleatorio la pieza tal como se explica en la ilustración 18. Este se definió como una variable aleatoria, con una distribución propia del tipo de unidad en la cual se encuentra hospitalizado. Una vez terminado este

tiempo, el paciente puede ser dado de alta o trasladado. La probabilidad de ser trasladado o dado de alta depende del número de traslados previos y de la unidad en la que se encuentra. No hay correlación entre el tiempo de estadía y si es dado de alta o trasladado, tampoco entre la unidad a ser trasladado y el tiempo de estadía. En caso de ser dado de alta, se debe realizar el proceso de alta previo a liberar la pieza, proceso explicado con detalle más adelante. Al ser trasladado, comenzará de nuevo su proceso de hospitalización, en una nueva unidad correspondiente a otro grupo.

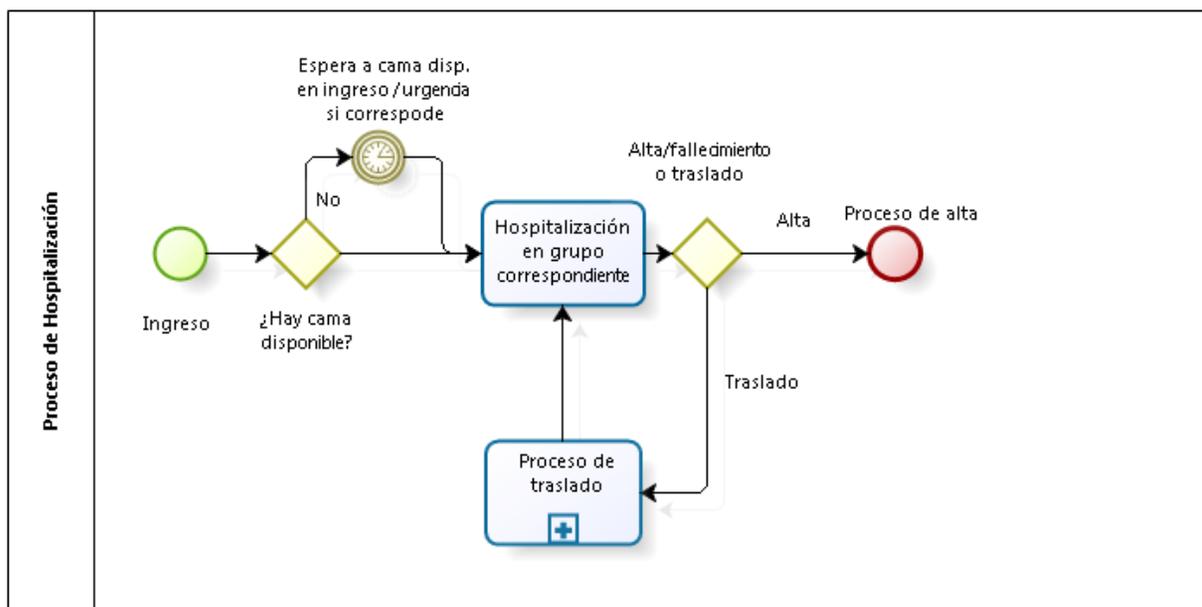


Ilustración 18 . Modelo del proceso de hospitalización. Fuente: elaboración propia.

### 5.3.3 Traslados

El proceso de traslado se observa en la ilustración 19. Una vez terminado el tiempo de estadía, si el paciente es trasladado, debe esperar la indicación médica, es decir, que éste lo visite e indique la unidad de destino. El paciente debe ser preparado para el traslado y luego esperar para el proceso administrativo. Este es realizado existiendo una cama disponible en la unidad de destino, de lo contrario se debe esperar hasta la disponibilidad de la cama. Una vez realizado, se solicita al estafeta para el traslado físico. Una vez

realizado el traslado del paciente, es ingresado al mismo tiempo a la unidad, comenzando una nueva estadía. En paralelo, se debe realizar el aseo a la habitación para que quede nuevamente disponible.

El paciente tiene pérdida de memoria respecto a la duración, es decir, el tiempo de estadía en la unidad previa no determina la estadía en la segunda. No así en la probabilidad de alta o traslado y las unidades a la cual puede ser trasladado, ya que esta probabilidad depende de la unidad en que esté y la unidad previa, además del número de traslados previos.

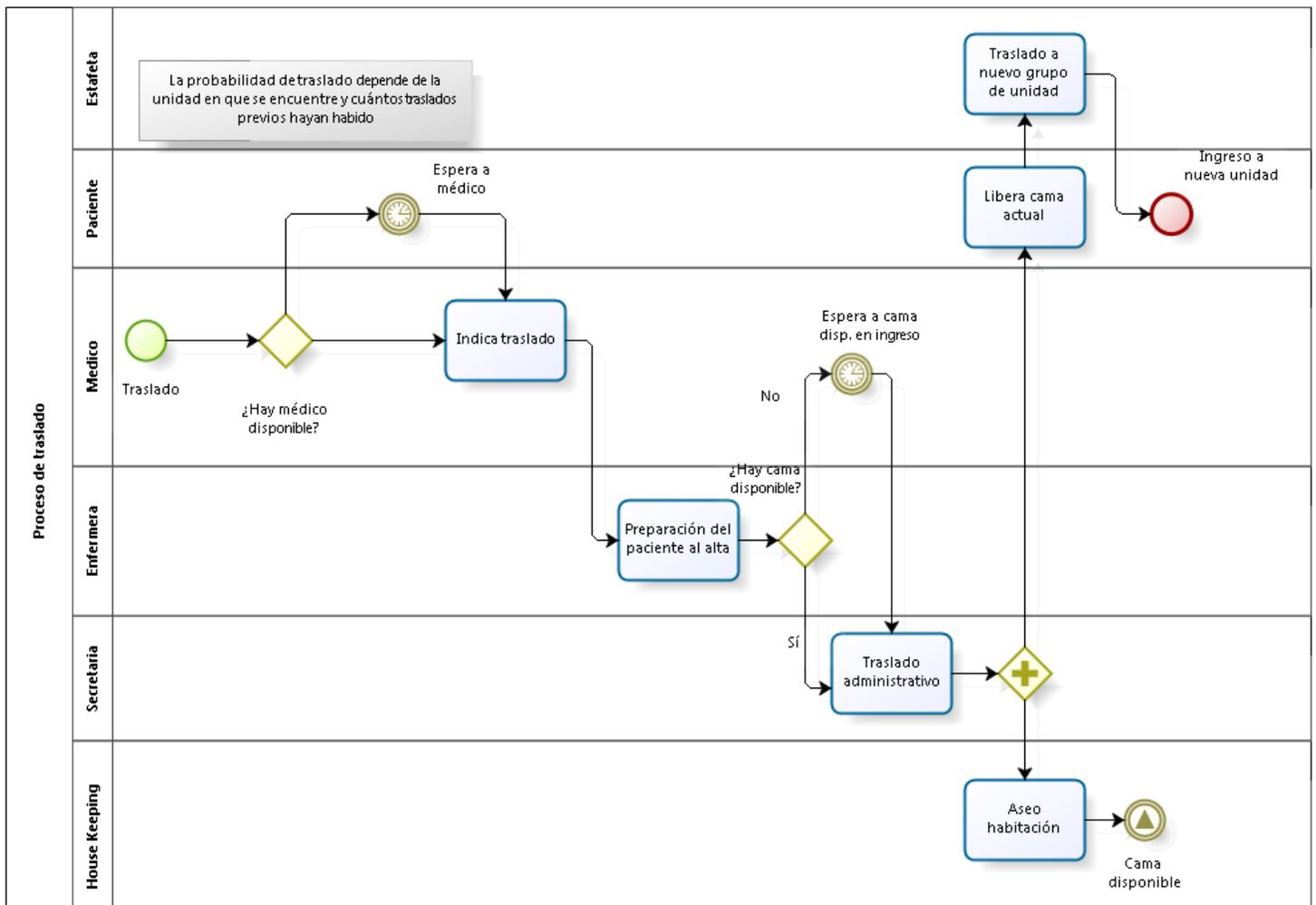


Ilustración 19 : Proceso de traslado. Fuente: elaboración propia.

### 5.3.4 Alta y liberación de camas

Una vez existiendo las condiciones médicas, el paciente puede ser dado de alta. El funcionamiento actual de la clínica cuenta con dos hitos, alta clínica y administrativa. La primera, alta clínica, es la última visita del médico al paciente, en la cual se dan las últimas instrucciones sobre el cuidado fuera de la clínica, indicaciones post- operatoria y tratamiento a seguir. Posterior al alta clínica, el paciente aún puede necesitar la administración de un medicamento, limpieza quirúrgica o indicaciones de enfermería, además de preparar sus efectos personales para abandonar la clínica. Paralelo a esto, la secretaria de la unidad debe realizar las actividades de alta administrativa, preparando documentos e ingresando información en los sistemas de la clínica. Una vez finalizado ambos procesos, el paciente firma estos documentos y se puede retirar. Todo este proceso se aprecia en la ilustración 20.

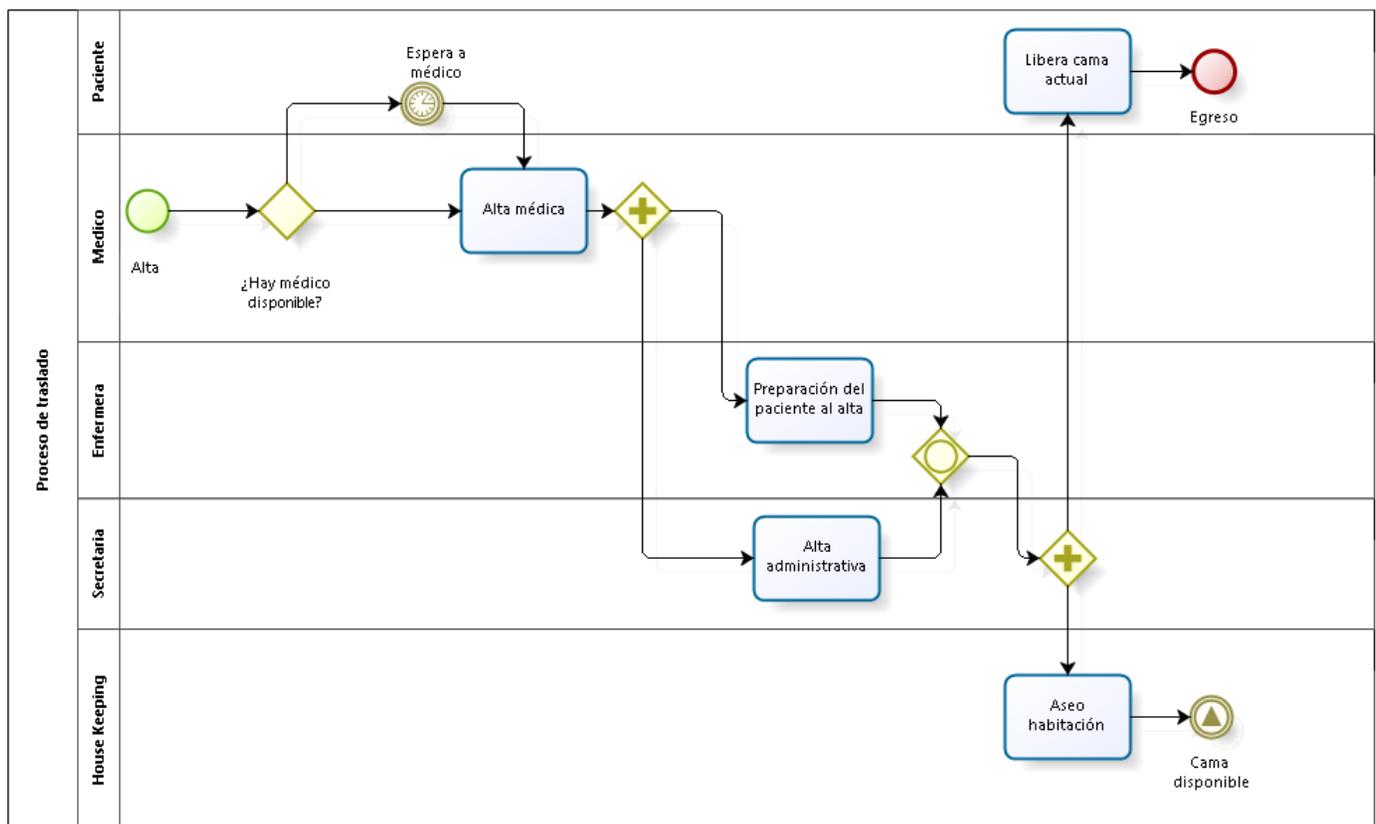


Ilustración 20 : Proceso de alta. Fuente: elaboración propia.

## **5.4 Variables de input**

### **5.4.1 Limpieza de datos trabajados**

Los datos con los que se obtuvieron las variables de input del modelo debieron ser trabajados para eliminar diversos sesgos. Los datos entregados para trabajar están compuestos de las bases de movimientos de pacientes, es decir, los ingresos, altas y traslados indicando la fecha del movimiento, el origen y el destino, además de un identificador para la hospitalización.

Estos datos consideran todas las hospitalizaciones y movimientos de pacientes entre marzo del 2014 y febrero del 2015 (inclusive). Así, de esta manera se puede obtener la tasa de llegada de pacientes, estadía, probabilidades de traslado/alta y derivadas de estas medidas según hora, día de la semana o mes. A pesar de estar completa la base, fue necesario limpiar los datos considerando aquellos generados por errores humanos o definiciones de sistema. Esta diferencia fue notada en el levantamiento en terreno del proceso, identificables por dos razones; los traslados inexistentes y tiempos de estadía muy bajos. Los errores humanos en la digitación junto con traslados y altas virtuales fueron levantados dentro del proceso y corregidos para que los datos de la base coincidieran con la realidad respecto de la definición de traslados y estadías.

Se denomina traslado virtual al realizado a una unidad fantasma, es decir, una unidad que no cuenta con una cama. En estos casos, se procesa el traslado sólo por razones administrativas. Dicho de otra forma, ciertos traslados de pacientes en la base de datos son administrativos, por ejemplo, un traslado a banco de sangre. Estos pueden ser realizados principalmente por dos razones.

En primer lugar, se da el alta médica (no de sistemas), para mantener una cuenta hospitalaria abierta mientras el paciente está en su domicilio, pero debe ir periódicamente a realizarse tratamientos ambulatorios que no requieren habitación. Esos casos fueron identificados por la combinación de unidad de estadía y siguiente movimiento de alta. El tratamiento para estos casos fue suprimir esta estadía, asignando el alta al momento en que está indicado el traslado a esta unidad fantasma, equivalente al alta médica. El segundo caso se realiza para que mientras está hospitalizado el paciente, sea éste

trasladado a cierta unidad para realizarse algún procedimiento, sin dejar su pieza disponible y volviendo posterior al tratamiento, a ésta. Estos casos se identificaron por estadías en unidades fantasmas, sin alta posterior a esta estadía. El dato fue corregido asignando el tiempo de estadía en esta unidad virtual a la unidad previa a la fantasma. No hubo ninguna discrepancia entre la unidad previa a la estadía virtual y posterior a ésta, así no se generaron discrepancias sobre el tratamiento de estos datos.

Tanto como para ingresos como para traslados, el usuario que realiza la actividad en el sistema puede digitar de forma errónea la cama o unidad de destino. Estos datos fueron identificados por una estadía inferior a 4 horas, sin tomar en consideración hospitalizaciones ambulatorias (estadía en una única unidad). De esta manera, los errores por traslado recibieron el mismo tratamiento que el segundo caso de las unidades fantasmas, asignando el tiempo de estadía a la unidad previa. Para el caso de los errores con un ingreso previo al dato con errores, se asumió el ingreso directo en la unidad posterior a la del ingreso en el momento que fue realizado en ingreso en la unidad con el dato erróneo, asignando este tiempo de estadía en la hospitalización en la siguiente unidad.

#### **5.4.3 Agrupación de unidades**

Se agruparon las unidades de hospitalización en zonas, para simplificar la simulación y obtener datos más robustos. Se propusieron tres agrupaciones distintas y se calcularon las distribuciones de probabilidades del largo de estadía para cada una de las unidades. Las distribuciones de probabilidades de los tiempos de estadía para la propuesta escogida de las unidades agrupadas no tenían errores mayores de  $R^2$  al 0.006. Además, se consideraron las probabilidades de alta y traslado para cada unidad. La agrupación de unidades en zona tenía diferencias menores al 0.02 para la probabilidad de traslado de unidades de la misma zona a otra zona cualquiera. Así, se agruparon las unidades en 15 zonas, siendo esto resultado de subdivisiones de los bloques de unidades que utiliza actualmente la clínica

### 5.4.2 Llegada

Para modelar la llegada de los pacientes se utilizaron los datos de las admisiones con el dato de fecha y hora, además a la unidad a la cual fue admitido. Para cada zona o grupo de unidades, se calculó el número de llegadas diarias según el mes y día de la semana. Dado que estas diferían una de otras según el día de la semana y mes siendo distinto un lunes de noviembre a un lunes de enero, o un martes de septiembre a un jueves de septiembre, se consideraron estas dos variables al momento de estimar las llegadas. Se calculó mínimo, máximo, promedio y moda por zona para cada día de la semana y mes. Con estos datos se estimó una diferencia no mayor al 10% entre la moda y promedio de llegadas diarias según mes y día de la semana para cada zona. De este modo se estimó que el número de llegadas diarias corresponde a una distribución triangular, con el promedio como moda, propio de cada zona, día de la semana y mes del año. Para distribuir las llegadas diarias dentro del día, en primer lugar, se revisaron las llegadas por hora. Estas correspondían a un proceso de Poisson, pero la tasa era altamente variable según hora. Así se consideró un proceso de Poisson no homogéneo con tasa correspondiente a las llegadas en cierta hora, como un porcentaje de las llegadas diarias según mes y día de la semana. Este porcentaje es constante entre meses, pero variable según la zona de hospitalización y el día de la semana.

### 5.4.3 Estadía

Para cada zona o grupo de unidades, se calculó la distribución de probabilidades para la cantidad de días de hospitalización en la unidad de ingreso a través de la herramienta Input Analyzer, del software Arena. Una vez ingresado el paciente, se le asigna una estadía según esta variable aleatoria. Al terminar este tiempo, el paciente puede ser trasladado o dado de alta. Se consideró la misma lógica de la clínica, utilizando zonas del mismo bloque como alternativa para hospitalizar un paciente en caso de estar una zona llena y tener esperas para desocupar una cama mayor a 20 minutos.

Se estimó y comparó el tiempo de estadía para traslados e ingresos, llegando a la conclusión que tienen las mismas distribuciones para condiciones equivalentes (día de la

semana, mes y zona). Por esto, el proceso se renueva y pierde memoria respecto al largo de estadía, así utilizando un único input, sin importar si la estadía se origina de un traslado o ingreso.

#### **5.4.4 Traslados y altas**

Una vez terminado el tiempo de estadía del paciente en la unidad de ingreso, éste es dado de alta o trasladado. Según la unidad de estadía, se calculó la probabilidad de ser dado de alta o trasladado a algún tipo de unidad una vez terminada estadía. Se calculó la probabilidad de traslados y altas considerando si correspondía a la primera, segunda o tercera unidad de estadía, concluyendo que esta es dependiente. Por ejemplo, la probabilidad de ser dado de alta de una zona Intermedia no es la misma si ingresé directamente a esta zona o si fui trasladado desde una zona intensiva a ésta.

Los tiempos del proceso de traslado y alta son modelados en primer lugar como la espera al recurso, secretaria en caso de alta administrativa, doctor en caso de alta médica y estafeta en caso de traslado. Para el traslado además es necesario considerar la disponibilidad de la pieza de destino, considerando la misma lógica que al ingreso, pudiendo cambiar la zona de destino mientras pertenezca al mismo bloque.

#### **5.5 Escenarios a evaluar**

En primer lugar, es importante mencionar el punto de comparación para los diversos escenarios. Todos los escenarios comparten las mismas variables de input, es decir para todos existe misma demanda aleatoria y camas disponibles. Entre un escenario y otro cambian las vías clínicas implementadas, es decir, para cierto grupo de pacientes, se reduce el tiempo de estadía en cierto porcentaje, de acuerdo con la disminución de LOS generada por la implementación de vías clínicas y el tiempo transcurrido desde su puesta en marcha.

Para evaluar los escenarios, se analiza como variable de output los tiempos de espera de los pacientes al ingresar a la clínica y la ocupación de las camas. Ambos indicadores se extraen para cada escenario, utilizándose como medida comparativa. Se espera que a

medida que se implementan más vías clínicas, siendo mayor el número de pacientes que ven su LOS reducido, entonces la ocupación disminuya y con estos los tiempos de espera. Considerando la disminución en el LOS generada por las vías clínicas, se evalúan diferentes etapas de implementación de vías clínicas. Como escenario base, se define la situación actual de la clínica, modelando la estadía sin vías clínicas, con el fin de tener una base de comparación. El escenario base tiene además la facultad de generar datos para validar el modelo, comparando los tiempos de espera en el ingreso y la ocupación de la clínica entre el modelo y los datos recogidos.

El primer escenario por evaluar es la proyección de la clínica con el plan actual, con implementación de 7 vías clínicas, de las cuales sólo 4 reducen el LOS en el primer año. Al segundo año se implementan 8 vías, y al tercero 8 más. Las primeras vías por implementar son las 7 ya definidas (sólo 4 de ellas con impacto en el LOS), seguidas por aquellas de mayor impacto en la disminución de estadía. Para efectos del modelo, estas 4 vías clínicas no aportan con porcentaje de pacientes, es decir, la probabilidad de suceso es 0, generando el mismo efecto que no reducir el LOS.

El segundo escenario que se evalúa corresponde a la implementación acelerada de vías. Esto corresponde a la implementación de 15 vías el primer año (7 existentes y 8 adicionales), 15 el segundo año y 15 el tercero.

Por último, un tercer escenario se modela de forma referencial, apuntado a un futuro con 100 vías clínicas implementadas, con una disminución potencial del LOS alcanza a su 100%, y alcanzada la madurez de implementación. El valor referencial de 100 días clínicas se propone considerando que otros hospitales tienen definidas alrededor de estas vías clínicas, como se revisó anteriormente.

El orden de implementación de las vías es en impacto de reducción de LOS decreciente, según la tabla 13, considerando en primer lugar las 4 vías clínicas ya desarrolladas por el establecimiento de salud.

Considerando 3 vías clínicas en la primera implementación que no generan reducción de LOS y 20 vías clínicas con una reducción de LOS estimada a partir de la capacidad de implementación de la clínica y estudios revisados, sólo hay 23 vías para las que se conoce su impacto, a través de estimación de implementación su aporte en reducción de LOS y

pacientes admitidos. Es importante mencionar que a partir de la vía clínica número 23, se debe estimar de forma aproximada la disminución de LOS que genera cada vía.

Dado que no se conocen estudios para 100 vías distintas, se plantea una disminución en el promedio del LOS del 24%, considerando la media entre la reducción promedio alcanzada por los modelos de la clínica del 22% y reducción promedio por parte de estudios revidados de 26%. Respecto a la cantidad de pacientes que estaría admitida en cada una de estas vías genéricas, con una reducción porcentual de LOS estimada, se determina que para el escenario 2, de vías aceleradas, los pacientes desde la vía 24 a la 45, tienen la misma cantidad porcentaje de ingresos respecto al total que el promedio de las 23 vías anteriores, es decir un 1.4%. De otra forma, la probabilidad de que un paciente que ingrese a la clínica pertenezca a una vía en particular entre la vía 24 y 45, es de 1,4%. Para el escenario entre, entre las vías 46 y 100, se determina una probabilidad de que el paciente pertenezca a esta igual a la mínima entre las vías revisadas, es decir, de 0,2%. Este es un supuesto conservador, considerando que entre más vías considero, más difícil es encontrar una vía con una alta cantidades de pacientes. El porcentaje de pacientes atendidos dentro de una vía clínica, por cada escenario y año transcurrido, se resumen en la tabla 14.

Tabla 14 : Composición de escenarios a evaluar según vías. Fuente elaboración propia

	<b>Escenario 1: vías actuales</b>	<b>Escenario 2: vías aceleradas</b>	<b>Escenario 3: vías extendidas</b>
Vías a implementar	23	45	100
Porcentaje de pacientes con vía clínica	21,9%	30%	40%

## 6 RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 6.1 Número de réplicas y validación

En primer lugar, es importante revisar el ajuste de las variables de output que entrega el escenario base respecto de los datos históricos. Dado que la clínica tiene por naturaleza estacionalidades, y el comportamiento de un mes es distinto respecto a otro, las variables de output se analizan por mes. Para validar, se compara la ocupación de las camas de la clínica, recurso crítico modelado. Adicionalmente, ya que la ocupación es variable también según el día de la semana, este es incorporado en el análisis, validando esta variable tanto en su distribución semanal como mensual.

En la ilustración 21 e ilustración 22 se observa la similitud de la ocupación modelada promedio según día de la semana y mes, con la obtenida de datos históricos.

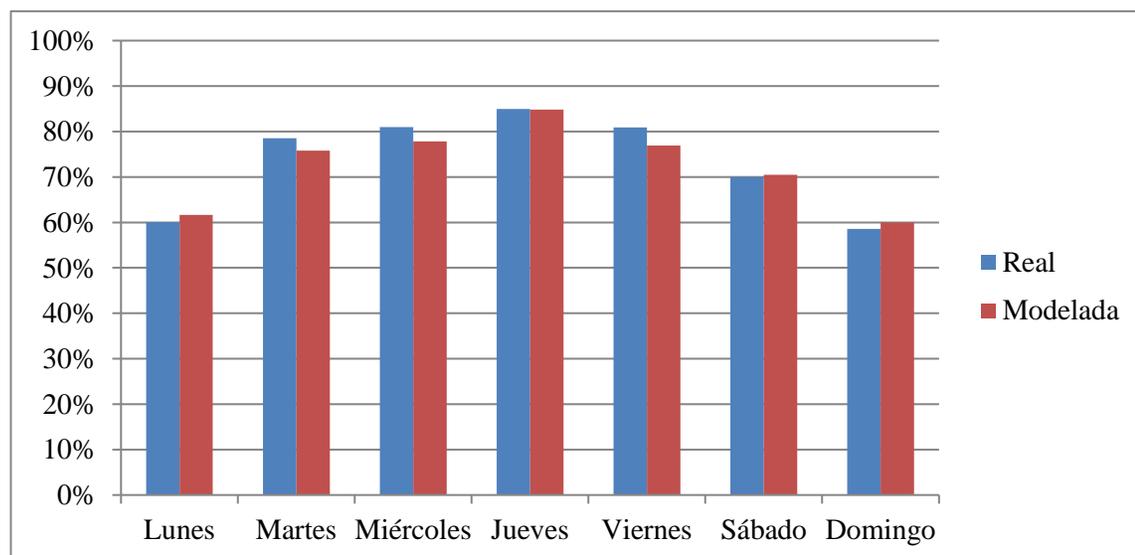


Ilustración 21: Ocupación según día de la semana, comparación datos históricos y modelados. Fuente: elaboración propia.

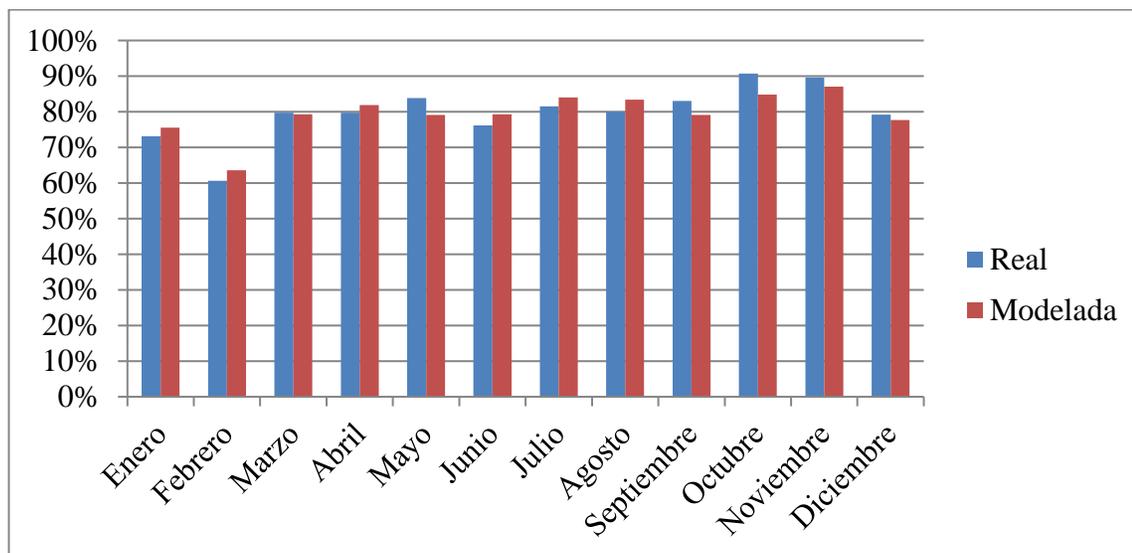


Ilustración 22: Ocupación según mes, comparación datos históricos y modelados.

Fuente: elaboración propia.

De forma adicional, se debe determinar el número de réplicas para el cuál los resultados entregados por el modelo de simulación son confiables. Para esto se considera la misma metodología utilizada en lo modelo de simulación de modelos atencionales, esperando que  $\bar{Z}(n)$ , extraído de la ecuación 1 tienda a 0 y se establezca luego de cierta cantidad de réplicas.

Para comparar, se calculan los tamaños de los intervalos para la ocupación según día de la semana y mes, con el fin de que el modelo sea capaz de imitar la estacionalidad de períodos de corto y mediano plazo. Con esta metodología se realizaron 100 iteraciones y se graficó el tamaño del intervalo de confianza según iteraciones, para un 95% de confianza.

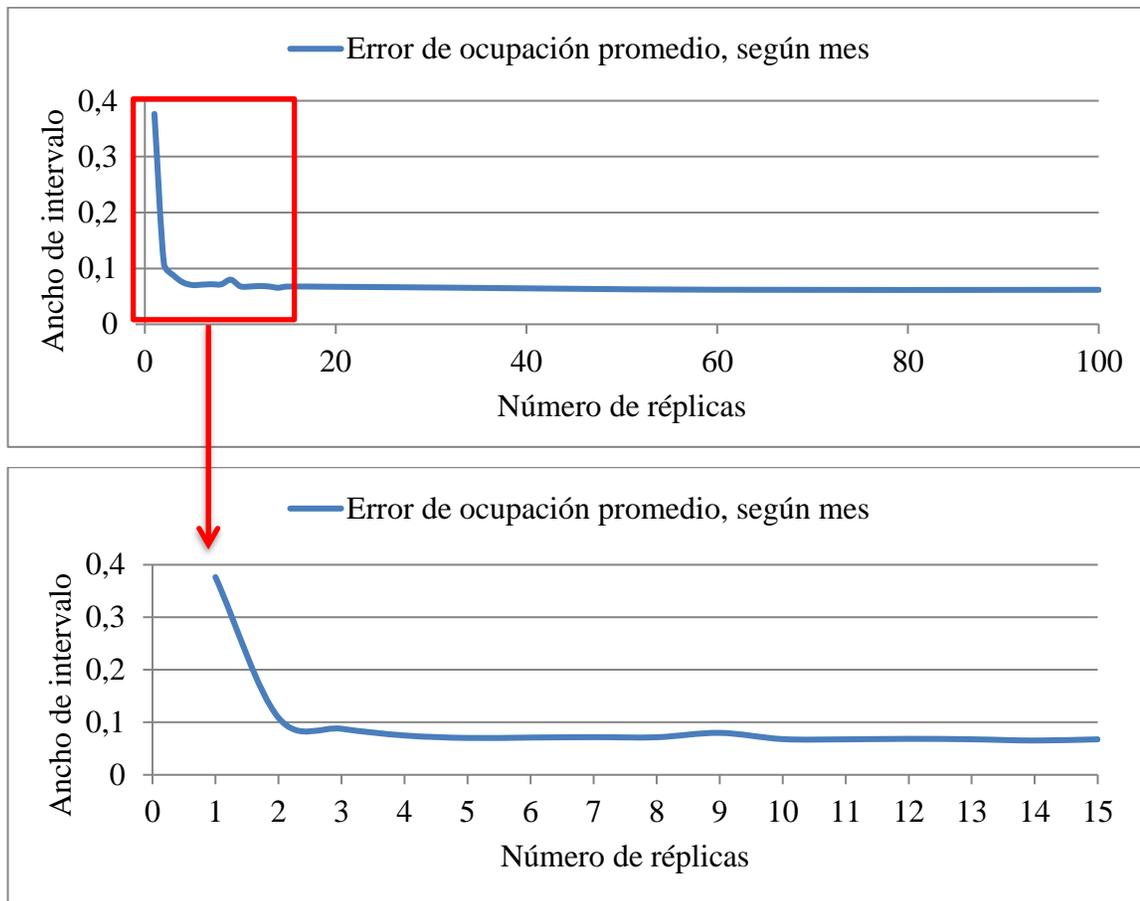


Ilustración 23: Ancho del intervalo promedio del error, para ocupación promedio según mes. Fuente: elaboración propia.

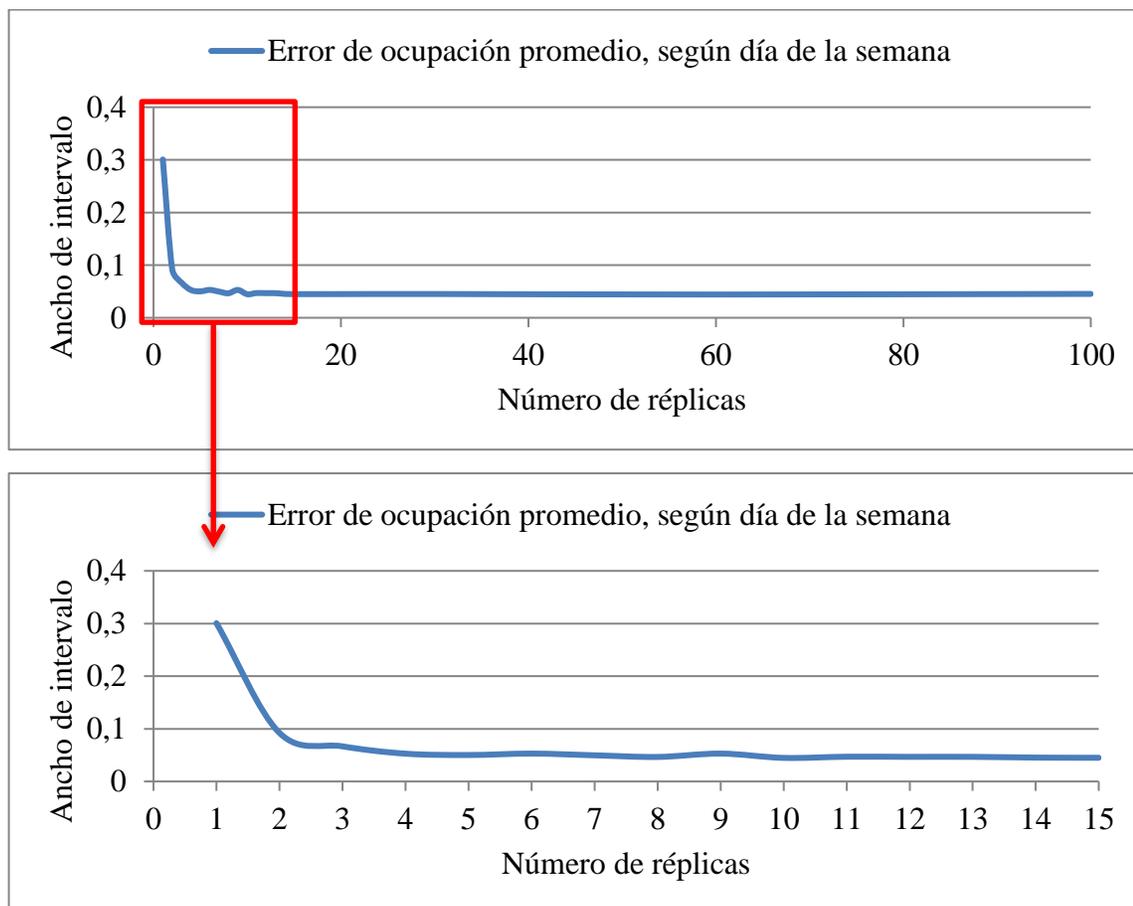


Ilustración 24: Ancho del intervalo promedio del error, para ocupación promedio según día de la semana. Fuente: elaboración propia.

En la ilustración 23 e ilustración 24 se observa que para la ocupación por día de la semana se estabiliza desde las 11 réplicas, mientras que la ocupación por mes, se estabiliza a las 10 réplicas. Considerando el mayor de estos números, se construyen los intervalos de confianza para ambas validaciones a través de test t. De forma matemática, si los intervalos de confianza incorporan al cero dentro de éste, el modelo se considera consistente. Al realizar esta metodología de validación y con el resultado de las 11 réplicas simuladas se obtienen los siguientes intervalos para la ocupación según mes y semana de la clínica.

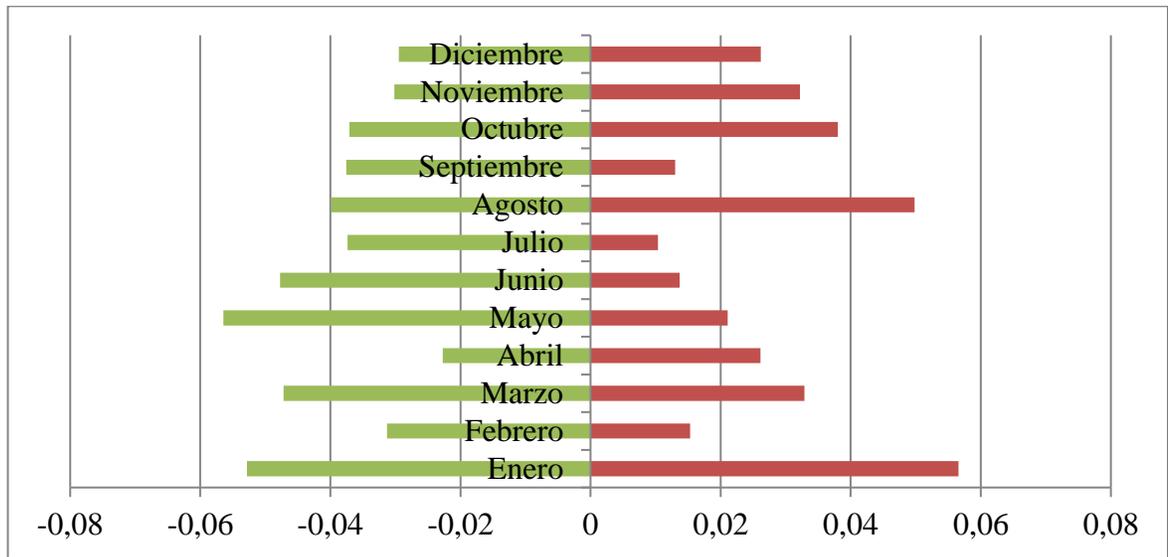


Ilustración 25: Intervalos de confianza, 95%, de la ocupación por mes. Fuente: elaboración propia.

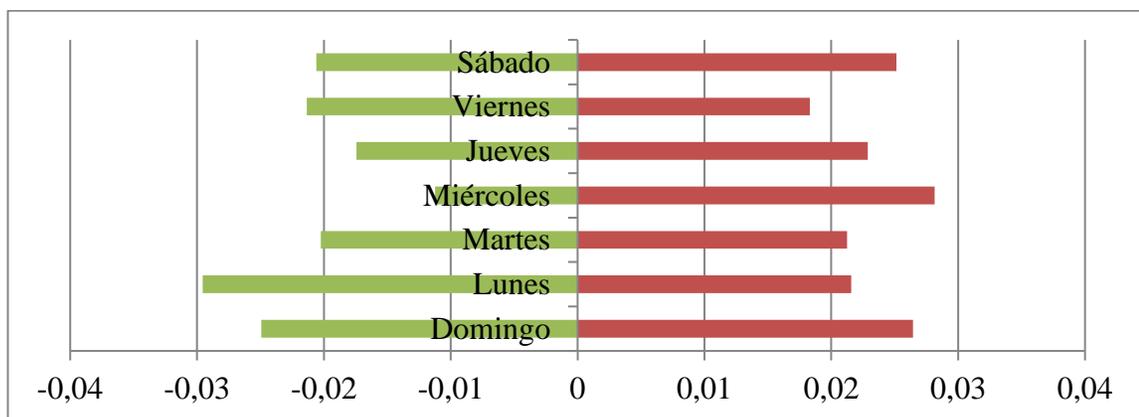


Ilustración 26: Intervalos de confianza, 95%, de la ocupación por día de la semana. Fuente: elaboración propia.

Según la información entregada por el test de validación del modelo, estos incorporan al cero en su intervalo de confianza de los errores, tanto para la ocupación según mes como día de la semana.

## 6.2 Resultados de escenarios

Se comparan las variables de output de cada escenario propuesto en la sección anterior para evaluar su funcionamiento, para así visualizar el impacto de las vías clínicas en los indicadores de gestión de camas. Esto permitió observar cuales son las implicancias de la implementación de las vías clínicas, particularmente en la ocupación, tiempos de espera para ingreso y liberación de días cama.

Considerando los escenarios presentados en la tabla 14 de la sección anterior, se simulan 3 años de operación de acuerdo con lo descrito en la sección 5.5, incorporando nuevas vías a medida que transcurre el tiempo. Adicionalmente se considera la evolución de las vías como se explicó en la sección 4.9, generando mayor reducción de LOS respecto al original a medida que transcurre tiempo desde implementadas, debido a las curvas de aprendizaje.

En la tabla 15 se muestran los resultados para la ocupación, de los 3 escenarios evaluados y los 3 años estudiados, además del escenario base.

Tabla 15. Ocupación de cada escenario. Fuente: elaboración propia.

Tiempo desde implementación	Escenario base	Escenario 1: vías actuales	Escenario 2: vías aceleradas	Escenario 3: vías extendidas
Año 1	78,3%	77,6%	74,6%	67,9% (100% reducción posible alcanzada)
Año 2		76,4%	71,2%	
Año 3		71,7%	69,7%	

Otro indicador importante a considerar es la espera de los pacientes. La disminución del LOS para los pacientes pertenecientes a las vías conlleva a menor utilización de las camas, permitiendo que los pacientes que ingresen deban esperar menos que en el escenario base.

Tabla 16: Tiempo de espera por escenario. Fuente: elaboración propia.

Tiempo desde implementación	Escenario base	Escenario 1: vías actuales	Escenario 2: vías aceleradas	Escenario 3: vías extendidas
Año 1	3,9 horas	3,7 horas	3,2 horas	2,3 horas (100% reducción posible alcanzada)
Año 2		3,5 horas	2,8 horas	
Año 3		2,8 horas	2,5 horas	

La implementación de 23 vías clínicas, con 7 vías el primer año (sólo 4 con reducción de LOS), 8 el segundo y tercer año, consigue una reducción en ocupación de un 7% y de espera de 1,5 horas en el tercer año. Se observa que las disminuciones son cada vez menores a medida que se implementan más vías, es decir, hay incrementos marginales decrecientes de la implementación respecto de las mejoras en ocupación y espera. El escenario 2 considera 45 vías, 22 vías más que el escenario 1, y sólo consigue una disminución adicional de la espera de 0,3 horas. Esto se explica por el aporte marginal de las nuevas vías, ya que a medida que son más, las nuevas vías que se adicionan consiguen menor reducción de LOS o tienen menor cantidad de pacientes pertenecientes.

Considerado ciertas enfermedades, por ejemplo, la bronquiolitis, por su naturaleza obedece a cierta estacionalidad, es relevante revisar si los conjuntos de vías establecidas en cada escenario obedecen a estacionalidad. Dado que la ocupación de la clínica y los tiempos de espera tienen una estacionalidad, es importante revisar la estacionalidad de la disminución de estos indicadores. La disminución en la ocupación de la clínica entre el escenario base y cada escenario se observan en las ilustraciones 27, 28 y 29.

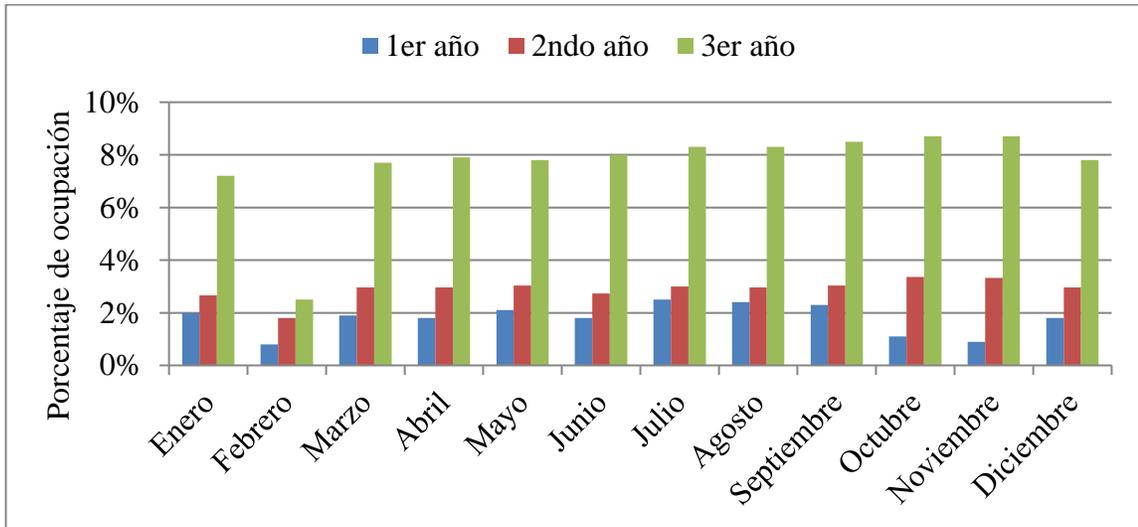


Ilustración 27 : Disminución de la ocupación respecto al escenario base, para cada año simulado, escenario 1. Fuente: elaboración propia.

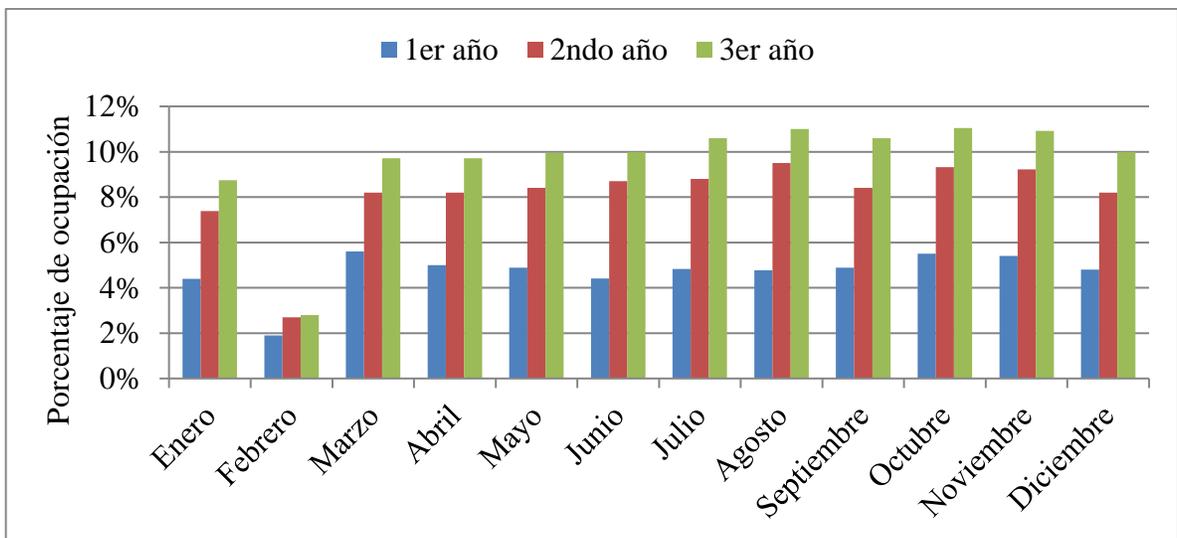


Ilustración 28: Disminución de la ocupación respecto al escenario base, para cada año simulado, escenario 2. Fuente: elaboración propia.

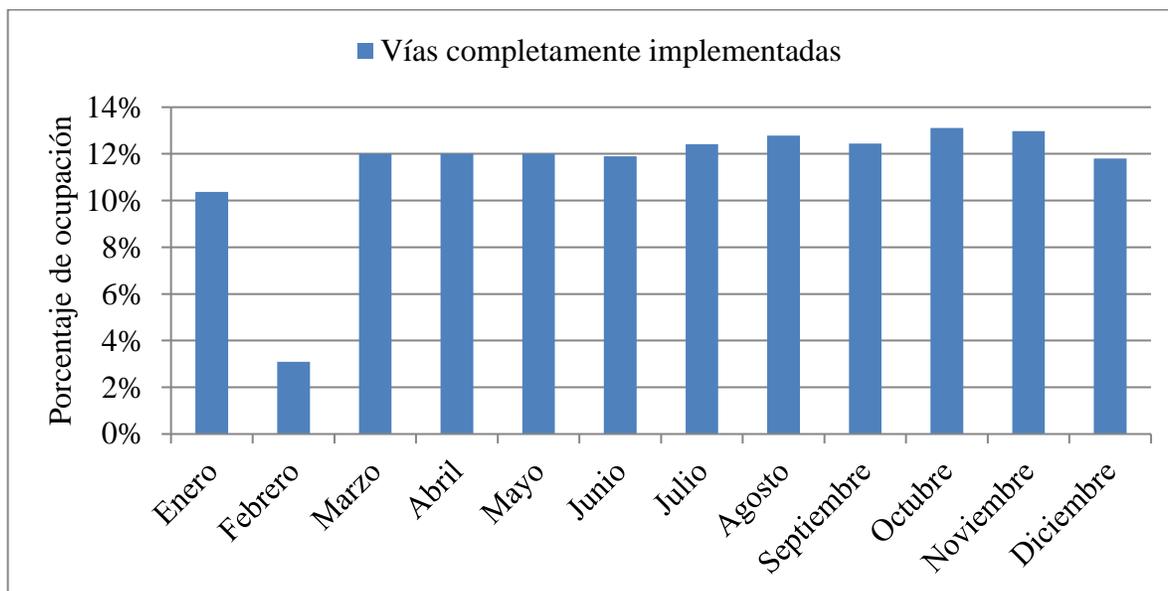


Ilustración 29: Disminución de la ocupación respecto al escenario base, para el escenario

3. Fuente: elaboración propia.

Para aislar del análisis general, es importante mencionar que febrero en todos los casos posee una reducción mucho menor en la ocupación que otros meses. Esto se debe principalmente a que, al tener una baja ocupación, es muy difícil reducirla aún más.

En el primer escenario se observa una diferencia considerable para el primer año de implementación, casi triplicándose, pasando de 0,9% y 0,8% de diferencia en febrero y diciembre respectivamente, hasta 2,5% en julio. Esta se explica por el impacto en reducción de días cama de cada vía. Por ejemplo, bronquiolitis, que obedece a cierta estacionalidad, marcada entre mayo y septiembre, pero sólo aporta con la reducción potencial de 190 días camas, de acuerdo con la reducción de LOS y el número de pacientes. Por otro lado, enfermedades como la cirugía de cadera, que la demanda de sus pacientes es mayor en junio, julio, diciembre y enero, tiene un potencial de reducción de 956 días cama. Al sumarse el aporte de individual de las vías en cada mes, la estacionalidad de cada vía se difumina con la del resto, generando diferencias relativamente uniformes a lo largo del año en la disminución de la ocupación, a excepción de febrero.

A mayor número de vías implementadas, más se superponen las estacionalidades correspondientes a cada vía, haciendo que la disminución de la ocupación sea constante a lo largo del año, presentando menos estacionalidad. Así, en el tercer año para el primer escenario, la mayor diferencia sin tomar en cuenta febrero, se da entre enero y octubre, entre 8,7% y 7,2%, los cuales a pesar de ser un 2,5% de diferencia en la reducción de la ocupación, proporcionalmente es menor, no alcanzando a duplicarse a reducción entre el menor mes y el mayor respecto a la reducción de ocupación.

Otra comparación relevante, es que la diferencia en la reducción en el escenario 1, entre el primer y segundo año no se observa en ningún otro caso. Esto se debe a que en el primer año del escenario 1 sólo se implementan cuatro vías con reducción de LOS, las cuales no pertenecen a las de mayor impacto. Por esta razón, al implementar vías según impacto al año siguiente, la reducción que las primeras vías originales consiguen y su estacionalidad pasa a tener menor relevancia respecto a la estacionalidad global.

Para el escenario 2 y escenario 3, la estacionalidad es casi nula a excepción de febrero, ya que entre vías se complementan respecto a las estacionalidades de cada una.

El impacto operacional de la reducción de ocupación se refleja en el ahorro de días camas. La reducción de un día cama se considera como camas adicionales que tengo por un número de días al año para atender a pacientes nuevos. Al revisar la reducción de días camas que puede conseguir cada escenario se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 17. Días camas liberados por vías clínicas. Fuente: elaboración propia.

Tiempo desde implementación	Días cama liberados al año		
	Escenario 1: vías actuales	Escenario 2: vías aceleradas	Escenario 3: vías extendidas
Año 1	1.192 días cama	7.482 días cama	11.872 días cama
Año 2	7.652 día cama	9.462 día cama	
Año 3	9.631 días cama	10.663 días cama	

Considerando que la clínica cuenta con 323 camas, hay 117.895 días camas disponibles en el horizonte en que se simula cada escenario. Si se considera la ocupación del 78,3% del escenario base, es decir 91.958 días cama utilizados, la reducción de 10.663 días camas en el tercer año de implementación de vías en el escenario 2 debiese generar una utilización de 81.294 días cama. Este valor corresponde a una ocupación del 68,9%, levemente inferior a la simulada. Esto sucede porque la reducción simulada que consigue la implementación de vías considera la variabilidad del modelo, el cual juega en contra al momento de reducir la ocupación. Reducir un día cama no significa necesariamente disminuir la ocupación medida, ya que los días camas se consideran según cada hora, mientras que la ocupación es medida a una sola hora. De esta forma, si libero una cama pasada la hora del censo de camas, libero días camas pero no disminuyo necesariamente ocupación. Así, si resto los días camas a la ocupación, la nueva ocupación estimada será menor a la que realmente se mide, tal como sucede en el ejemplo.

Analizando la reducción de días camas que potencialmente puede tener cada escenario según las vías clínicas consideradas, a mayor cantidad de vías a implementar es menor la reducción adicional de días camas. Así, la mayor reducción alcanzada por números de vías es en el segundo año del escenario de vías actuales, en el cual se implementa 8 vías adicionales, que logran a reducir más de 5.000 días cama.

Es importante considerar la tabla 13, la cual contiene los impactos de cada vía. Las últimas vías implementadas son las de menor impacto, las cuales pueden tener o un bajo porcentaje de pacientes pertenecientes a la vía, una baja reducción del LOS o una combinación de ambos. De acuerdo con la tabla 14, la diferencia al tercer año de implementación, entre un escenario y otro es aproximadamente del 10%. Importante considerar que a pesar de tener una diferencia similar en el aumento de pacientes con vía clínica entre los escenarios 1 y 2, y escenarios 2 y 3, este último escenario incorpora pacientes con menor reducción de LOS. Por esto, es que a pesar de tener el 100% de la reducción alcanzable incorporada, el último escenario respecto al segundo sólo consigue una disminución adicional del 1,8% en la ocupación y de 0,2 horas en la espera, mientras que entre el escenario 1 y 2, se consigue una reducción en la ocupación del 2% y de 0,3 horas en la espera.

Por esta razón es relevante la definición del plan de trabajo al momento de implementar vías clínicas, con el fin de que se implementen las de mayor impacto en un principio y las siguientes a estudiar no tengan cruces de pacientes con las anteriores.

## 7 CONCLUSIONES

En primer lugar, es relevante considerar la validez de la metodología de levantamiento expuesta en este estudio. Un levantamiento riguroso, por un equipo multidisciplinario da pie a la modelación de procesos atencionales y a partir de esto, al desarrollo de vías clínicas. La validación de este proceso y el modelo resultante da valor a la comparación de los resultados obtenidos por la simulación de vías clínicas con estudios empíricos realizados en clínicas de diversas partes del mundo. Esta comparación permite simular un modelo global de la clínica con escenario *to-be* de vías clínicas implementadas. Estas vías clínicas, tiene por fin último disminuir el tiempo de estadía de pacientes.

La ganancia principal se genera por la disponibilidad de camas. La equivalencia de los 6.158 días camas ahorrados en promedio en el escenario de vías actuales, pasado 3 años, puede considerarse en 16,9 camas adicionales (365 días cama por cama), lo que genera un aumento de capacidad de atención sin requerir una inversión en infraestructura. Desde un punto de vista económico, la pura disminución de los días camas por pacientes no es beneficiosa, sólo aumentaría la rotación de las camas y pudiese producirse hasta una pérdida si no hay demanda con que utilizar los días camas disponibles. Por esto, es importante considerar dos puntos que avalan los beneficios de la disminución del LOS promedio.

El primero, es que los ingresos generados por un paciente hospitalizado hacia la clínica no se distribuyen de forma uniforme dentro de su estadía. Los primeros días de hospitalización son aquellos que requieren más tratamiento y exámenes, por lo que disminuir el LOS habiendo demanda suficiente para cubrir los días camas que se liberan, aumentarían los ingresos generados por la hospitalización.

En segundo lugar, el modelo de negocio de las clínicas se basa en pabellones. En muchos casos, a pesar de haber capacidad ociosa en pabellones, no puede ser utilizada, ya que el cuello de botella del proceso completo de atención se genera en la hospitalización. En otras palabras, no tengo camas para hospitalizar a todos los pacientes que soy capaz de someter a cirugía. Así, la disminución del LOS y los días camas que liberan permite

utilizar esta capacidad ociosa de pabellones, sin requerir de una inversión en la infraestructura hospitalaria.

Considerando los resultados del modelo de simulación y el impacto que estos significan en la gestión de camas de la clínica, es relevante analizar la aplicabilidad de vías clínicas con un foco en la reducción del tiempo de estadía del paciente. A pesar de que la elaboración de vías clínicas requiere de un equipo de salud multidisciplinario, dedicándole cercano a 10 horas sólo en reuniones de trabajo para elaborar el procedimiento, el beneficio entregado por la estandarización lo justifica. La reducción del tiempo de estadía de pacientes, y con estos la ocupación de la clínica, libera horas de trabajo del equipo de salud, lo que permite dedicar horas al desarrollo de vías clínicas. Considerando esto, las vías retribuirían al tiempo del equipo clínico el tiempo invertido en su desarrollo.

Tomando en cuenta la situación legislativa respecto a las isapres en el país y la incertidumbre que rodea una reforma inminente, la inversión en infraestructura es riesgosa para un establecimiento de salud. Así, la inversión en horas hombre requerida para el desarrollo e implementación de vías clínicas se refleja en el *know how* de la clínica para atender pacientes, replicable para diversas situaciones futuras posibles.

A pesar de que este estudio se basa en la disminución del LOS de pacientes atendidos en vías clínicas, el foco principal de la estandarización del procedimiento de atención es la mejora de la calidad del servicio entregado. Esto se puede reflejar en el estudio, en la disminución de los tiempos de espera de 3,9 a 2,8 horas, pero hay diversos indicadores que no son estudiados. Los niveles de dolor del paciente post cirugía, los tiempos de permanencia en unidades críticas, la tasa de reingreso y mortalidad o los tiempos de recuperación de movilidad post alta en pacientes traumatológicos, son algunos de los indicadores que refieren a la calidad de atención del paciente. De esto se puede desprender diversos estudios, enfocados en cada indicador.

Como se explica en el modelo, existe una curva de aprendizaje en la cual a los 4 años de implementadas las vías apenas se observan disminución de LOS. Esto indica que una vez madura la vía clínica, el LOS de los pacientes no sería un indicador válido para observar la evolución de la vía. Así, los indicadores de calidad de atención pueden servir de guía para observar la evolución de la vía una vez alcanzada la máxima disminución de LOS

obtenible a través de la estandarización del procedimiento de atención, considerándose como una nueva variable del estudio.

Otro foco, es la implementación según estacionalidad, la cual se anula al implementar las vías en conjunto, según el orden ascendente de impacto en reducción de días camas. Dado que las vías clínicas se implementan de acuerdo con su impacto, en el caso estudiado se cruzan sus estacionalidades, produciendo una disminución en la ocupación de forma casi uniforme durante el año, a excepción de febrero, que por sí sólo tiene baja ocupación. Aun así, es interesante estudiar otro orden de implementación, dirigiendo vías según su estacionalidad para reducir ocupación en ciertas épocas del año en particular, por ejemplo, el invierno para las enfermedades respiratorias.

Es importante considerar que la cantidad de pacientes contenidos en una vía clínica en particular es relativamente pequeña en comparación con todos los pacientes de la clínica. Por esto, para cualquier estudio, es importante considerar la masa crítica para impactar los indicadores globales. Las vías clínicas revisadas en este estudio fueron aquellas que, dentro de la información disponible, lograron variaciones significativamente estadísticas en el LOS de los pacientes. El impacto que puede generar una vía en la disminución del LOS promedio de los pacientes de la clínica depende de la disminución que consigue para los pacientes pertenecientes a la vía y de la amplitud de la vía, los enfermos que pertenecen a la vía en comparación con todo el universo de pacientes que atiende la clínica.

Teniendo en cuenta esto, la relevancia de definir una metodología para expandir las vías clínicas dentro del establecimiento de salud es mayor. Dado que las vías clínicas se pueden cruzar al momento en que tratan dolencias del mismo grupo, es relevante considerar la estrategia para aumentar el número de vías. Se plantea la posibilidad de crecer diversificando las vías, de acuerdo con el mayor impacto individual, sin considerar el cruce entre vías, el cual pudiese hacer que el aporte marginal sea mucho menor que el estimado. Desde otro punto de vista, se pueden ampliar las vías desde los grupos de pacientes o GRD con mayor impacto, es decir, gran cantidad de pacientes y vías que generen alta disminución.

Se plantea el desafío de continuar el desarrollo de vías y la metodología de expansión, considerando lo expuesto en este estudio respecto a su impacto y la importancia de cómo

estimarlos. Adicionalmente, se espera obtener resultados reales a partir de un año, dado que el directorio del establecimiento de salud con el cual se trabajó mostró alto interés en esta metodología de trabajo y ya trabaja en su perfeccionamiento e implementación.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- Abenhaim, H., S., K., Raffouf, J., & Becker, M. (2000). Program description: a hospitalist-run, medical short stay unit in a teaching hospital. *CMAJ*, 163:1477-1480.
- Ajamim, S., & Ketabi, S. (2007). An analysis of the average waiting time during the patient discharge process at Kashani Hospital in Esfahan, Iran: a case study. *The HIM Journal*, 37-42.
- Alexandrou, D., Skitsas, I., & Mentzas, G. (2011). A Holistic Environment for the Design and Execution of Self-Adaptive Clinical Pathways. *108 IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION TECHNOLOGY IN BIOMEDICINE*, 108-118.
- Alexandrou, D., Xenikoudakis, F., & Mentzas, G. (2009). SEMPAT: Semantic adaptive and personalized clinical pathways. *Proceedings - International Conference on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine*. IEEE computer society.
- Allen, D., & Rixson, L. (2008). How has the impact of 'care pathway technologies' on service integration in stroke care been measured and what is the strength of the evidence to support their effectiveness in this respect? *Int J Evid Based Healthc*, 78-110.
- Ang, A., & Tang, W. (2007). *Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications to Civil and Environmental Engineering*. New Jersey: Wiley.
- Anthony, D., Cherry, V., Kartha, A., McKenna, K., DePaoli, M. R., & Jack, B. (2005). Re-engineering the Hospital Discharge: An Example of a Multifaceted Process Evaluation. *Advances in Patient Safety*, 379-394.
- Arun, V. (2014). Reducing and Optimizing the Cycle Time of Patients Discharge Process in a Hospital Using Six Sigma DMAIC Approach. *International Journal for Quality Research*, 169-182.
- Auerbach, A., Aronson, M., Davis, R., & Phillips, R. (2003). How physicians perceive hospitalist services after implementation: anticipation vs reality. *Arch Intern Med*, 163:2330-6.
- Auerbach, A., Chlouber, R., J., S., Lurie, J., Bostrom, A., Wachter, y otros. (2006). Trends in market demand for internal medicine 1999-2004: an analysis of physician job advertisements. *J Gen Intern Med*, 21:1079-85.
- Bjurling-Sjöberg, P., Jansson, I., Wadensten, B., Engström, G., & Pöder, U. (2014). Prevalence and quality of clinical pathways in Swedish intensive care units: a national survey. *Journal of Evaluation In Clinical Practice*, 48-57.
- Boddaert, J., Raux, M., Khiami, F., & Riou, B. (2014). Perioperative Management of Elderly Patients with Hip Fracture. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, 1336-1341.
- Braun, R., Schlieter, H., Burwitz, M., & Esswein, W. (2014). BPMN4CP : Design and Implementation of a BPMN Extension for Clinical Pathways. *IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine* (págs. 9-16). Belfast, UK: IEEE.

- Cardoen, B., & Demeulemeester, E. (2008). Evaluating the capacity of clinical pathways through. *Decision Sciences and Information Management KUL*.
- Cawley, J., & Grantham, C. (2011). Building a System of Care: Integration across the Heart Failure Care Continuum. *2011*, 37-42.
- Children's Hospital of Philadelphia. (2016). *CHOP*. Recuperado el 10 de 6 de 2016, de [http://www.chop.edu/pathways#.V\\_2zuOXhBQK](http://www.chop.edu/pathways#.V_2zuOXhBQK)
- Coffman, J., & Rundall, T. (2005). The impact of hospitalists on the cost and quality of inpatient care in the United States: a research synthesis. *Med Care Res Rev*, 62:379-406.
- Date, M., Tanikoa, T., Yasuhara, Y., Matsumoto, K., Iwasa, Y., Kawanishi, C., y otros. (2010). The present conditions, problems and future direction of the server-controlled clinical pathway system development in psychiatric hospitals. *Natural Language Processing and Knowledge Engineering (NLP-KE), 2010 International Conference on* (págs. 1-8). Beijing: IEEE.
- Davis, K., Koch, K., Harvey, J., Wilson, R., Engelert, J., & Gerard, P. (2000). Effects of hospitalists on cost, outcomes, and patient satisfaction in a rural health system. *Am J Med*, 108(8):621-626.
- Demuelemeester, E., Sermeus, W., Beleïn, J., & Cardoen, B. (2007). Clinical pathways and operations management: it takes two to tango. *Tijdschrift voor Economie en Management*, 451-469.
- Elarton, E. (2005). Improving the Discharge Process to Optimize Patient Throughput. *U.S. Army Medical Department Center and School*. Houston.
- Eshuis, Groenewegen, L., ten Pas, E., Rutten, H., Stettina, C., & Verlinden, J. (2010). State of the Art Clinical Pathway Definition: Gap Analysis. *ITEA*.
- Everett, G., Uddin, N., & Rudloff, B. (2007). Comparison of hospital costs and length of stay for community internist, hospitalists, and academicians. *J Gen Intern Med*, 22(5):662-667.
- Eywin, G., & Jaffer, A. (2013). Medicina hospitalaria a 15 años de su implementación. ¿Cuáles son los potenciales beneficios en nuestro medio? *Rev Med Chile*, 141:353-360.
- Fernández-Llatas, C., Meneu, T., Benedí, J. M., & Traver, V. (2010). Activity-based Process Mining for Clinical Pathways computer aided design. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. Buenos Aires: IEEE.
- Freese, R. (1999). The Park Nicollet experience in establishing a hospitalist system. *Ann Intern Med*, 130(4, pt 2):350-354.
- Gallivan, S., Utley, M., Treasure, T., & Valencia, O. (2002). Booked inpatient admissions and hospital capacity: mathematical modelling study. *BMJ (Clinical research ed.)*, *Information in practice*, 324, 280-282.
- García, J., Díez, J., Chamorro, L., Navas, A., & Franco, A. (2010). Vías clínicas. *Vías clínicas*. Madrid: Hospital Universitario La Paz.
- Gobierno de Chile. (2012). *ESTRATEGIA NACIONAL DE SALUD 2011 - 2020 METAS DE IMPACTO Y RESULTADOS ESPERADOS*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Gregory, D., Baigelman, W., & Wilson, I. (2003). Hospital economics of the hospitalist. *Health Serv Res*, 38(3):905-918.

- Gulshan, S., Kuo, Y.-F., Freeman, J., Zhang, D., & Goodwin, J. S. (2010). Comanagement of hospitalized surgical patients by medicine physicians in the United States. *Arch Intern Med*, 170(4):363-368.
- Gustafson, D., & Hundt, A. (1995). Findings of innovation research applied to quality management principles for health care. *Health Care Manage Rev*, 20:16-33.
- Halm, E., Lee, C., & Chassin, M. (2002). In volume related to outcome in health care? A systematic review and methodologic critique of the literature. *Ann Intern Med*, 137:511-20.
- Hearld, L., Alexander, J., Fraser, I., & Jiang, H. (2008). Review: how do hospital organizational structure and processes affect quality of care? *Med Care Res rev*, 65:259-299.
- Hindle, D., Dowdeswell, B., & Yasbeck, A. (2005). Clinical pathways in 17 European Union countries: a purposive survey. *Australian Health Review*, 94-104.
- Jabbour, M., Curran, J., Scott, S. D., Guttman, A., Rotther, T., Ducharme, F. M., y otros. (2013). Best strategies to implement clinical pathways in an emergency department setting: study protocol for a cluster randomized controlled trial. *Implementation Science*, 3-13.
- Jiao, Y., Li, K., & Jiao, R. (2008). A Case Study of Hospital Patient Discharge Process Re-engineering Using RFID. *Proceedings of the 2008 IEEE ICMIT* (págs. 1342-1347). Bangkok: IEEE.
- Katsaras, T., Milsis, A., Rizikari, M., Saoulis, N., Varoutaki, E., & Vontetsianos, A. (2011). Discharge, The use of the “Healthwear” Wearable System in Chronic Patients’ Early Hospital Discharge. *2011 5th International Symposium on Medical Information and Communication Technology* (págs. 143 - 146). Mountreux: IEEE.
- Kelley, J. (1961). Critical Path Planning and Scheduling: Mathematical Basis. *Operations Research*, 9-10.
- Kurtin, P., & Stucky, E. (2009). Standardize to Excellence: Improving the Quality and Safety of Care with Clinical Pathways. *Pediatric Clinics of North America*, 893-904.
- Landon, B., Normand, S., Lessler, A., & y otros. (2006). Quality of care for the treatment of acute medical conditions in US hospitals. *Arch Intern Med*, 166(22):2511-2517.
- Lau, T.-W., Fang, C., & Leung, F. (2013). The Effectiveness of a Geriatric Hip Fracture Clinical Pathway in Reducing Hospital and Rehabilitation Length of Stay and Improving Short-Term Mortality Rates. *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation*, 3-9.
- Lavelle, J. (2015). *CHOP*. Recuperado el 6 de 10 de 2016, de A 10-year Path(way): [http://www.chop.edu/news/10-year-pathway#.V\\_20N-XhBQJ](http://www.chop.edu/news/10-year-pathway#.V_20N-XhBQJ)
- Lin, F., Chou, S., Pan, S., & Chen, Y. (2001). Mining time dependency patterns in clinical pathways. *International Journal of Medical Informatics*, 11-25.
- Lindenauer, P., Rothberg, M., Pekow, P., Kenwood, C., Benjamin, E., & Auerbach, A. (2007). Outcomes of care by hospitalists, general internists, and family physicians. *N Engl J Med*, 357(25):2589-2600.

- Loeb, M., Carusone, S. C., Goeree, R., Walter, S., Brazil, K., Krueger, P., y otros. (2006). Effect of a Clinical Pathway to Reduce Hospitalizations in Nursing Home Residents With Pneumonia. *The Journal of the American Medical Association*, 2503-2510.
- Lurie, J., Miller, D., Lindenauer, P., Wachter, R., & Sox, H. (1999). The potential size of hospitalist workforce in the United State. *Am J Med*, 106:441-5.
- Maliapen, M., & Dangerfield, B. (2010). A System Dynamics based Simulation Study for Managing Clinical Governance and Pathways in a Hospital. *Journal of the Operational Research Society*, 255-264.
- Meltzer, D., Manning, W., & Morrison, J. y. (2002). Effects of physician experience on costs and outcomes on an academic general medicine service: results of a trial of hospitalists. *Ann Intern Med*, 137(11):866-874.
- Meltzer, D., Shah, M., Morrison, J., Jin, L., & Levinson, W. (2001). Decreased length of stay, costs and mortality in a randomized trial of academic hospitalists. *JGIM*, 16(1):208-209.
- Menajovsky, C. (2015). Desarrollo Vía Clínica. Santiago, Chile.
- Mittal, V., Darnell, C., Walsh, B., Mehta, A., Badway, M., Morse, R., y otros. (2014). Inpatient Bronchiolitis Guideline Implementation and Resource Utilization. *Official Journal of the American Academy of Pediatrics*, 730-737.
- Next Step in Care. (2012). <http://www.nextstepincare.org/>. *What Is a Hospitalist? A Guide for Family Caregivers*. United Hospital Fund.
- Norambuena, J. (2015). *EVALUACIÓN DEL MODELO HOSPITALISTA EN UNA CLÍNICA DE CHILE MEDIANTE SIMULACION (Tesis de Magister)*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Novichkova, E., Ross, G., & Stepanenko, A. (2007). Manual for the Development and Adaptation of Clinical Practice Guidelines / Medical Standards (Short Guide). *Support to the Development of a System of Medical Standards*.
- Nussell, N., ter Hofstede, A., van der Aalst, W., & Muylar, N. (2006). Workflow Control-Flow Patterns: A Revised View. *BPM Center Report*, 22-29.
- OMG: Object Management Group. (2006). Business Process Definition MetaModel. *BPDM Common Infrastructure*, 45-80.
- Ozcan, Y., Tànfani, E., & Testi, A. (2011). A simulation-based modeling framework to deal with clinical pathways. *Proceedings of the Winter Simulation Conference* (págs. 1190-1201). Phoenix: IEE.
- Ozcan, Y., Tànfani, E., & Testi, A. (2011). A SIMULATION-BASED MODELING FRAMEWORK TO DEAL WITH CLINICAL PATHWAYS. *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference* (págs. 1190-1201). Phoenix: IEEE.
- Palacio, C., Alexandraki, I., House, J., & Mooradian, A. (2009). A comparative study of unscheduled hospital readmissions in a resident-staffed teaching service and a hospitalist-based service. *South Med J*, 102:145-149.
- Palacios, A. (2011). El Sector Salud en la OCDE : a un año del ingreso de Chile. *Boletín de Economía y Salud*, 5.
- Palmer, H., Delamata, M., McBride, C., Dunsworth, T., Evans, K., & Hobbs, G. (2001). After discharge effects of a hospitalist service. *JGIM*, 16(1):211.

- Panella, M., Marchisio, S., & Di Stanislao, F. (2003). Reducing clinical variations with clinical pathways: do pathways work? *International Journal for Quality in Health Care*, 15(6), 509-521.
- Pearson, S., Kleefield, S., Soukop, J., Cook, F., & Lee, T. (2001). Critical pathways intervention to reduce length of hospital stay. *The American Journal of Medicine*, 175-180.
- Pham, H., Devers, K., Kuo, S., & Berenson, R. (2005). health care market trends and the evolution of hospitalist use and roles. *J Gen Intern Med*, 20:101-7.
- Pitirro, M. (2002). Hospitalists Make It Look Easy. *Managed Care*, 8-11.
- Pitirro, M. (2006). Children's Hospitalist. *The Hospitalist*, 1-6.
- Pitirro, M. (2008). Hospitalists on Top. *The Hospitalist*, 1-9.
- Roqué, Giné-Garriga, M., Granados, C., Perrotta, C., & Vilaró, J. (2016). Chest physiotherapy for acute bronchiolitis in children younger than two years of age. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- Roqué, M., Giné-Garriga, M., Granados, C., & Perrotta, C. (2012). Chest physiotherapy for acute bronchiolitis in paediatric patients between 0 and 24 months old. *Cochrane Database System Review*, 28-34.
- Ross, G., Johnson, D., & Kobernick, M. (1997). Evaluation of a critical pathway for stroke. *J Am Osteopath Assoc*, 269-272.
- Rotter, T., Kinsman, L., James, E., Machotta, A., Gothe, H., Willis, J., y otros. (2010). Clinical pathways: effects on professional practice, patient outcomes, length of stay and hospital costs. *The Cochrane Library*, 1-163.
- Rotter, T., Kugler, J., Koch, R., Gothe, H., Twork, S., van Oostrum, J., y otros. (2008). A systematic review and meta-analysis of the effects of clinical pathways on length of stay, hospital costs and patient outcomes. *BMC Health Services Research*, 1-15.
- Schlieter, H., & Esswein, W. (2010). From Clinical Practice Guideline to Clinical Pathway -Issues of Reference Model-Based Approach. *Collaborative Networks for a Sustainable World*, 251-258.
- Seattle Children's Foundation. (2016). *Seattle Children's Hospital*. Recuperado el 6 de 10 de 2016, de <http://www.seattlechildrens.org/healthcare-professionals/gateway/pathways/>
- Seehusen, D. (2010). Clinical Pathways: Effects on Practice, Outcomes, and Costs. *American Family Physician*, 1338-1339.
- Sihoe, A. (2016). Clinical pathway for video-assisted thoracic surgery: the Hong Kong story. *Journal of Thoracic Disease*, 12-26.
- Soria-Aledo, V., Pellicer, E., Candel-Arenas, M., Flores-Pastor, B., Carrasco-Prats, M., Migue-Perelló, J., y otros. (2005). Evaluation of a clinical pathway for laparoscopic cholecystectomy. *Cirugía Española*, 86-90.
- Sox, H. (1999). the hospitalist model: perspectives of the patient, the internist, and internal medicine. *Ann Intern Med*, 130(4, pt 2):368-372.
- Stanley, A., Barry, M. B., Scott, T., LaMorte, W., Woodson, J., & Menzoian, J. (1998). Impact of a critical pathway on postoperative length of stay and outcomes after infrainguinal bypass. *JOURNAL OF VASCULAR SURGERY*, 1056-1065.

- Sulch, D., & Kalra, L. (2000). Integrated care pathways in stroke management. *Age and Ageing*, 349-352.
- Taylor, W., Wong, A., Siegert, R., & McNaughton, H. (2006). Effectiveness of a clinical pathway for acute stroke care in a district general hospital: an audit. *BMC Health Services Research*.
- The State of Queensland (Queensland Health). (5 de 2 de 2014). *Queensland Health*. Recuperado el 6 de 10 de 2016, de <https://www.health.qld.gov.au/improvement/pathways/pathways.asp>
- Tingle, L., & Lambert, C. (2001). Comparison of a family practice teaching service and a hospitalist model: costs, charges, length of stay, and mortality. *Fam Med*, 33(7):511-515.
- Udayai, K., & Kumar, P. (2012). Implementing Six Sigma to Improve Hospital Discharge Process. *Impact Factor*, 4528-4532.
- Umaña, A. (28 de November de 2014). Restricciones Clínica Alemana de Santiago. Santiago, Chile.
- van Dam, P., Verheyden, G., Sugihara, A., Trinh, X., Van Der Mussele, H., Wuyts, H., y otros. (2013). A dynamic clinical pathway for the treatment of patients with early breast cancer is a tool for better cancer care: implementation and prospective analysis between 2002–2010. *World Journal of Surgical Oncology*, 70-79.
- Vanhaecht, K., Sremeus, W., Tuerlinckx, G., Witters, I., Vandenneucker, H., & Bellemans, J. (2005). Development of a clinical pathway for total knee arthroplasty and the effect on length of stay and in-hospital functional outcome. *Acta Orthopaedica Belgica*, 439-444.
- Wachter, R. (1999). An introduction to the hospitalist model. *Ann Intern Med*, 130:338-42.
- Wachter, R. M., & Goldman, L. (1996). The Emerging Role of “Hospitalists” in the American Health Care System. *The New England Journal of Medicine*(335), 514-517.
- Wachter, R., & Goldman, L. (1996). The emerging role of "hospitalists" in the American health care system. *New England Journal Med.*, 335(7):514-517.
- Wachter, R., Katz, P., Showstack, J., Bindman, A., & Goldman, L. (1998). Reorganizing an academic medical service: impact on cost, quality, patient satisfaction, and education. *JAMA*, 279:1560-5.
- Whinney, C., & Michota, F. (2008). Surgical comanagement: a natural evolution of hospitalist practice. *J hosp Med*, 3(5):394-7.
- White, H., & Glazier, R. (2011). Do hospitalist physicians improve the quality of inpatient care delivery? A systematic review of process, efficiency and outcome measures. *BMC Medicine*, 9:58.
- Wong, W. (2015). What do clinical pathways mean to you? *Journal Of Clinical Pathways*, 2-4.
- Yang, X., Guo, Y., Bradley, J., Cox, B., Dickinson, R., & Kitney, R. (2012). Modelling and performance analysis of clinical pathways using the stochastic process algebra PEPA. *BMC Bioinformatics*, 14-41.

- Yang, X., Han, R., Bradley, J., Cox, B., Dickinson, R., & Kitney, R. (2012). Modelling and performance analysis of clinical pathways using the stochastic process algebra PEPA. *BMC Bioinformatics*.
- Yarbrough, P. M., Kukhareva, P. V., Spivak, E., Hopkins, C., & Kawamoto, K. (2015). Evidence-based care pathway for cellulitis improves process, clinical, and cost outcomes. *Journal of Hospital Medicine*, 780-786.
- Zerbato, F., Oliboni, B., Combi, C., Campos, M., & Juarez, J. M. (2015). BPMN-Based Representation and Comparison of Clinical Pathways for Catheter-Related Bloodstream Infections. *2015 International Conference on Healthcare Informatics* (págs. 346-355). Dallas: IEEE.
- Zuckerman, J., Sakales, S., Fabian, D., & Frankel, V. (1992). Hip fractures in geriatric patients. Results of an interdisciplinary hospital care program. *Clin Orthop Relat Res*, (274):213-25.

## 9 ANEXOS

### **Anexo 1: Vía clínica de bronquiolitis**

La bronquiolitis es una enfermedad al aparato respiratorio provocada por una infección en los bronquios, los cuales se inflaman y dificultan la respiración. Esto ocurre principalmente en niños menores de dos años, ya que sus vías respiratorias son pequeñas y se obstruyen fácilmente ante inflamación. Para esta vía se consideran pacientes mayores a 1 mes, sin episodios recurrentes ni daño pulmonar crónico. Estos y otros criterios de exclusión se muestran en la ilustración 30ilustración 30, junto al procedimiento de ingreso. En primer lugar, la vía indica el tratamiento que debe seguir el paciente según su severidad asignada de acuerdo con el score, calculado en base a diversos parámetros respiratorios.

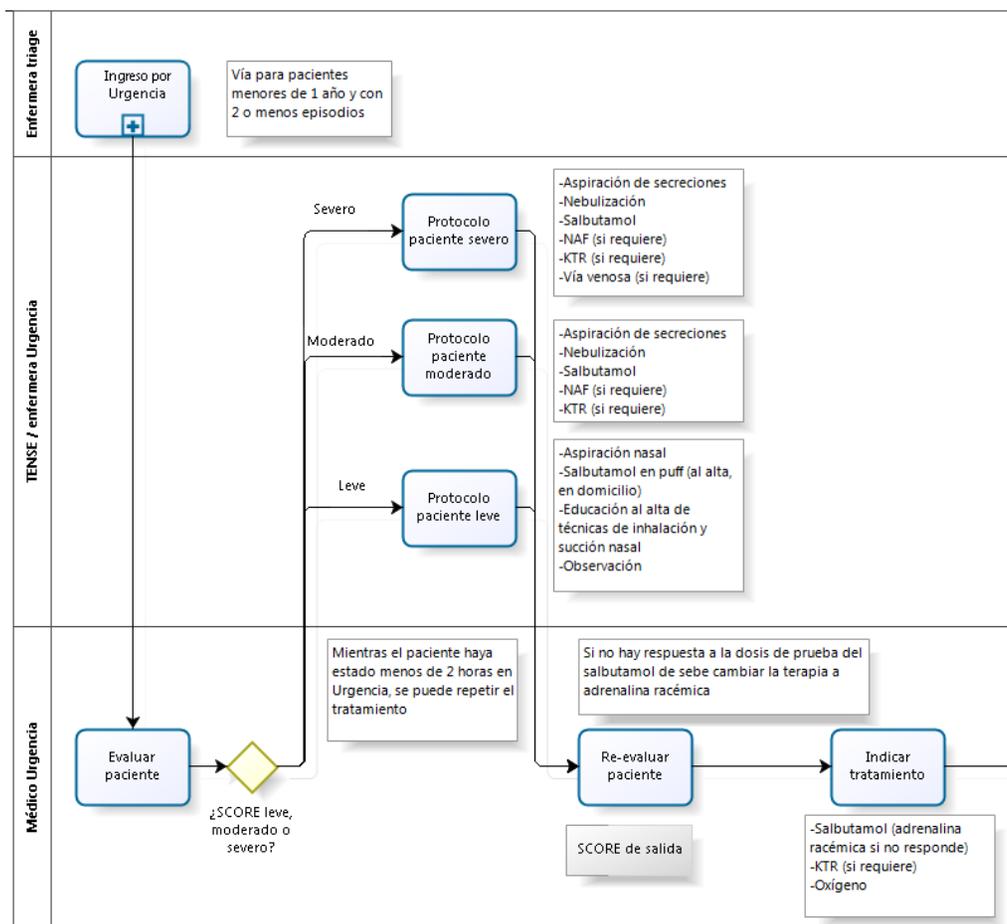


Ilustración 30: Vía clínica Bronquiolitis, ingreso y primera atención. Fuente: elaboración propia.

Una vez realizada la primera intervención en urgencia por el médico, se re evalúa el score del paciente para indicar el tratamiento que requiere. Una vez finalizado el tratamiento, se vuelve a calcular el score para determinar el alta u hospitalización, en UCI/UTI o médico quirúrgico, según indica la ilustración 31.

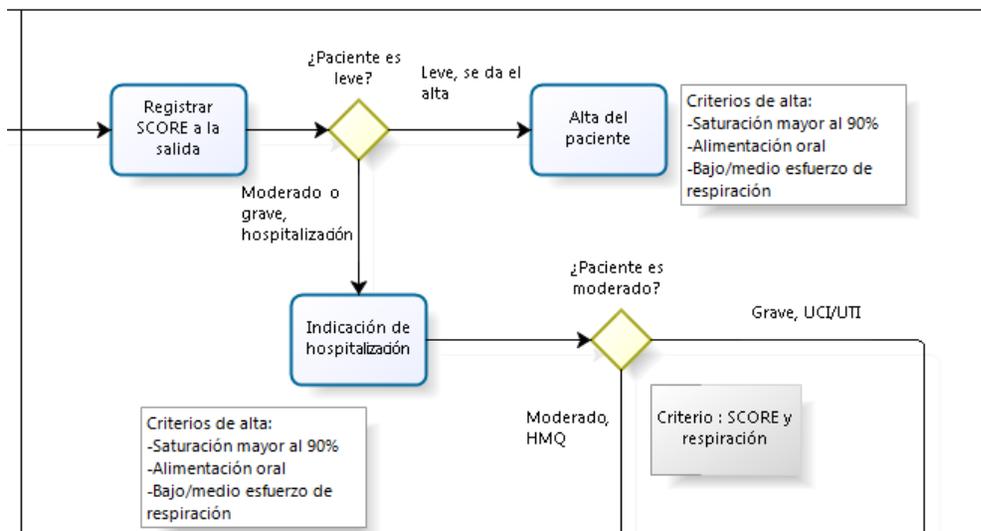


Ilustración 31: Vía clínica Bronquiolitis, alta u hospitalización. Fuente: elaboración propia.

En caso de ser hospitalizado en UCI/UTI, el paciente debe ser dado de alta una vez no se requiera soporte ventilatorio o intubación, como indica la ilustración 31. Siendo hospitalizado directamente en MQ o dado de alta de UCI/UTI, se debe nebulizar cada 4 horas, además de kinesioterapia respiratoria (KTR), oxígeno y salbutamol o adrenalina racémica en caso de ser necesario, según indica la ilustración 32.

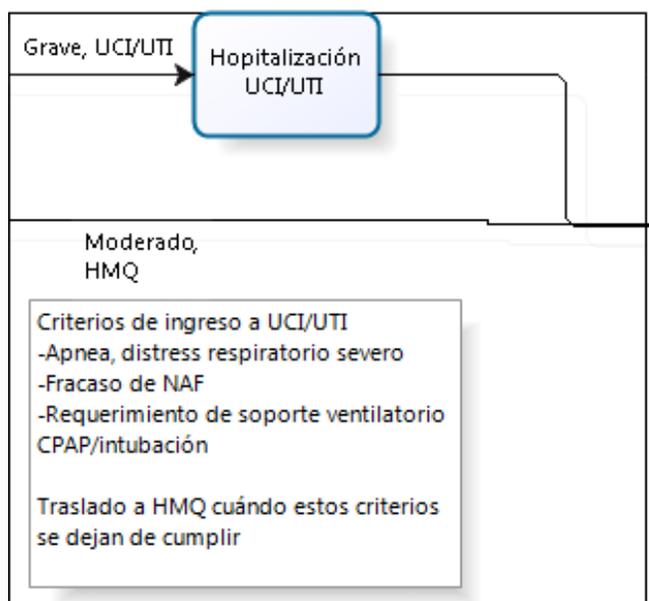


Ilustración 32: Vía clínica Bronquiolitis, hospitalización UCI/UTI. Fuente: elaboración propia.

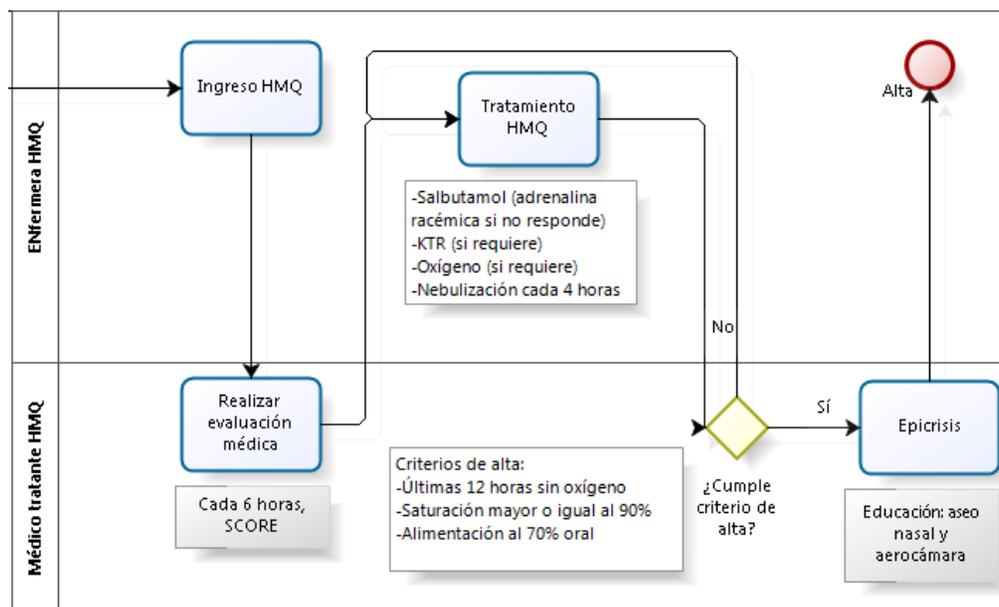


Ilustración 33: Vía clínica Bronquiolitis, hospitalización HMQ y alta. Fuente: elaboración propia.

Una vez cumplidos los criterios de alta que consisten en 12 horas sin oxígeno requerido, saturación mayor o igual al 90% y alimentación oral, el paciente debe ser dado de alta, como se indica en la ilustración 33..

Con el fin de gestionar esta vía, se establecen una serie de indicadores. Aquellos relevantes para este estudio son: la saturación de O<sub>2</sub> previo al alta o traslado entre bloques, el porcentaje de pacientes que se realizan ciertos exámenes, porcentaje de pacientes con indicación de salbutamol o adrenalina racémica, kinesiterapia respiratoria (KTR), tiempo entre nebulizaciones y tiempo de hospitalización entre cada bloque.

La saturación de O<sub>2</sub> previo al alta es de cierta forma el índice de mejoría del paciente. En otras palabras, que tan sano se encuentra la paciente al alta. Una saturación mayor a la necesaria para el alta o traslado a unidad de menor complejidad indica que el paciente fue hospitalizado por más tiempo del requerido, y pudiese haber sido dado de alta antes.

Los indicadores de realización de exámenes se refieren a la realización de estos y el momento. Se consideran los exámenes de panel viral, panel viral ampliado y PCR Bordetella, examen relevante para detectar cierto virus. La pronta realización de estos exámenes genera una rápida detección de la causa de la enfermedad del paciente,

permitiendo un tratamiento pronto y una ágil recuperación. Por el contrario, una tardía indicación y realización de estos exámenes genera una reacción lenta y, con esto, una recuperación extendida respecto de lo esperado.

El salbutamol y adrenalina racémica son medicamentos que ayudarían a la recuperación del paciente. El KTR pudiese ayudar a disminuir el LOS, aunque hay estudios que demuestran que no genera mejoras ni reduce el LOS de pacientes (Roqué M. , Giné-Garriga, Granados, & Perrotta, 2012). Por esto se estudia el LOS de pacientes con y sin KTR. Por último, el tiempo entre nebulizaciones correcto (4 horas, como indica la vía). Estos indicadores son comparados con en LOS, con el fin de concluir el aporte que cada uno de estos tratamientos genera en la rápida mejoría del paciente.

## Anexo 2: Vía clínica de ataque cerebrovascular

Esta vía clínica es desarrollada en base al ingreso de pacientes desde urgencia por sospecha de ataque cerebrovascular, con el foco en su etapa de rehabilitación en el servicio de hospitalización. En la ilustración 34 se muestra el ingreso a la vía, aclarando qué pacientes son tratados de acuerdo al estándar y los primeros exámenes requeridos.

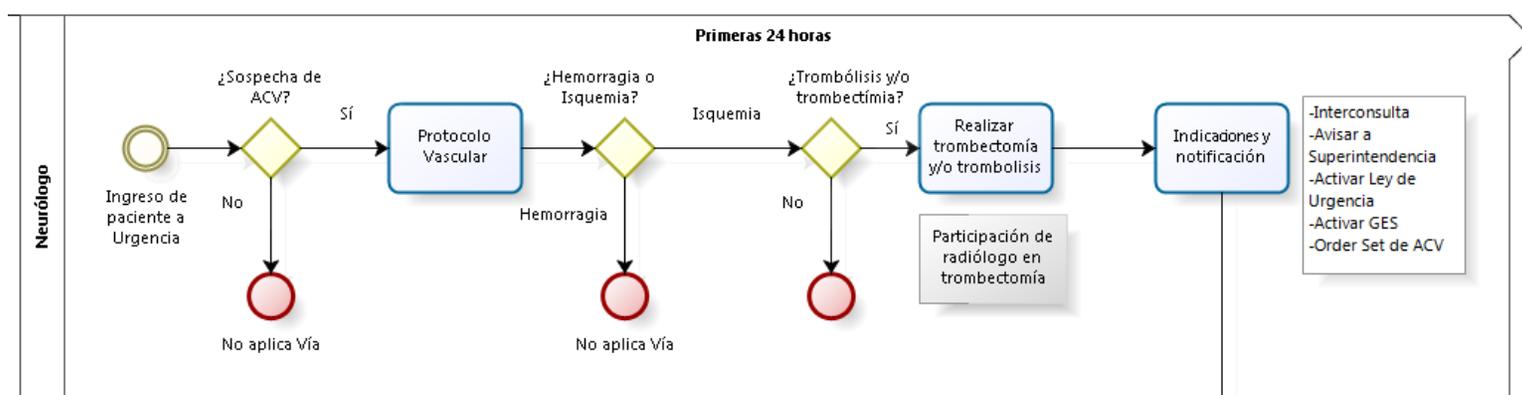


Ilustración 34: Vía clínica ACV, ingreso a la vía, Fuente: elaboración propia.

En la ilustración 35 se muestran todas las actividades que se deben cumplir dentro de los 5 días definidos de estadía en la unidad de paciente crítico y médico quirúrgico. De acuerdo con los protocolos, cada uno de estos debe ser iniciado dentro de las primeras 24 horas de estadía del paciente. Un retraso en el comienzo de estos protocolos generaría un retraso en el alta preestablecida por la vía. Más aún, la no realización de alguno de los protocolos determinados para la vía podría generar estadías prolongadas. De acuerdo con revisiones de datos, esta extiende hasta a más de 15 días en algunos casos. Cada uno de los protocolos indicados en la vía clínica son documentos validados previamente por expertos, con instrucciones definidas sobre qué tratamiento debe tener el paciente, con qué frecuencia aplicar el tratamiento y variantes de este.

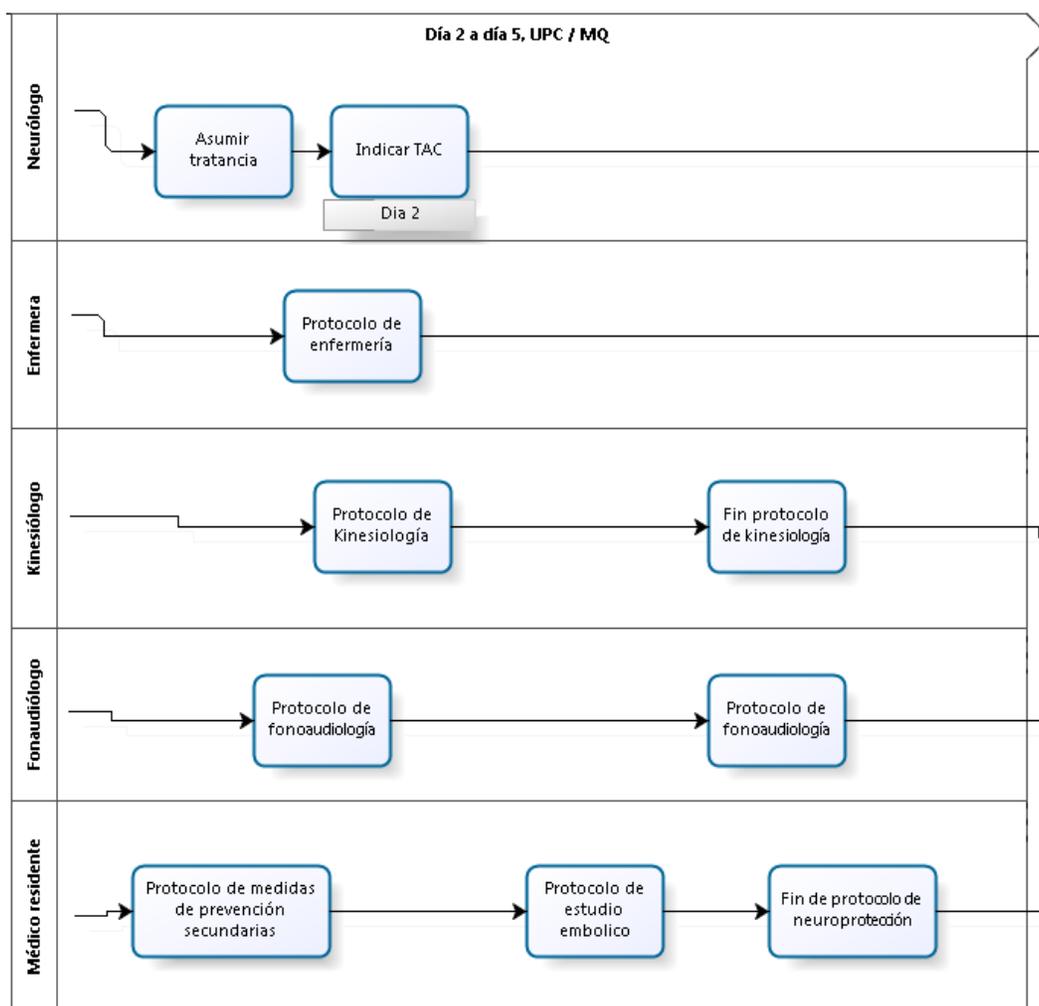


Ilustración 35: Vía clínica ACV, hospitalización, Fuente: elaboración propia.

Una vez concluidos los protocolos dentro de los 15 días de hospitalización, el paciente puede ser dado de alta. Para esto se requiere la interconsulta previa con el fisiatra, la cual puede haber sido realizada con anterioridad según la evolución del paciente. Antes del alta se debe realizar una reunión con la familia para indicar los cuidados del paciente y su condición. Adicional a la reunión, se debe educar al paciente y dar las indicaciones y epicrisis. El posponer la reunión con la familia o la educación pre-alta podría atrasar el día del alta, extendiendo la estadía de forma innecesaria de acuerdo con la salud del paciente.

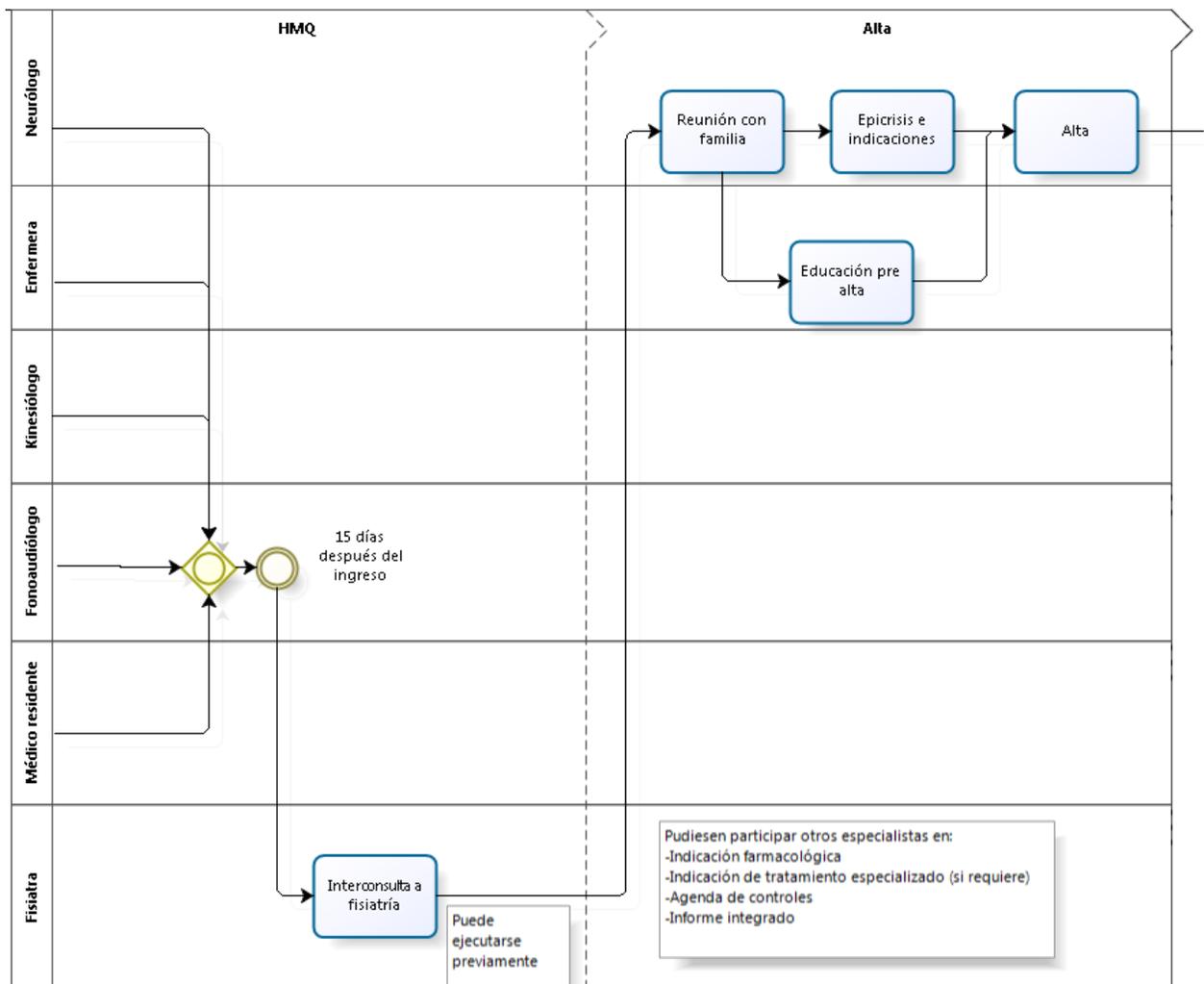


Ilustración 36: Vía clínica ACV, proceso de alta, Fuente: elaboración propia.

Posterior al alta, se indica el tiempo al cual se debe realizar control con el neurólogo y el seguimiento telefónico por parte de enfermería, con el fin de estandarizar la calidad del cuidado post-alta.

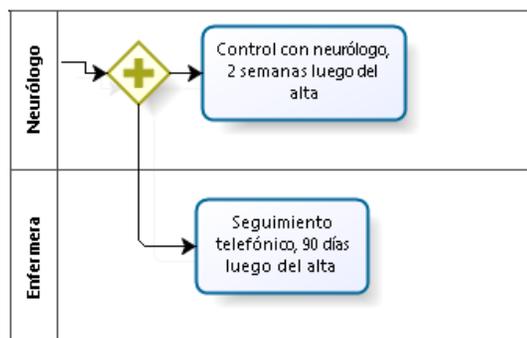


Ilustración 37: Vía clínica ACV, seguimiento, Fuente: elaboración propia.

Para generar gestión en esta vía clínica, se calculan una serie de indicadores para gestionar el cumplimiento de la vía. Respecto al interés de este estudio, se rescata la cantidad y porcentaje de los pacientes con interconsultas de fonoaudiólogo y kinesiólogo agendadas con el fin de controlar la realización de los protocolos requeridos por la vía. Adicional a esto, se estudian las estadías superiores a 15 días que hayan tenido interconsulta con un fisiatra, con el fin de buscar las razones de posposición del alta aparte de la consulta con el fisiatra.

### **Anexo 3: Vía clínica cirugía de válvula cardiaca**

El procedimiento para la cirugía válvula cardiaca detalla tanto los protocolos pre quirúrgicos, post quirúrgicos, estadía en intermedio, MQ y el seguimiento post alta. Previo a la cirugía se deben realizar protocolos por kinesiólogo y enfermera, además de la evaluación del cirujano tratante, cirujano y anestesiólogo.

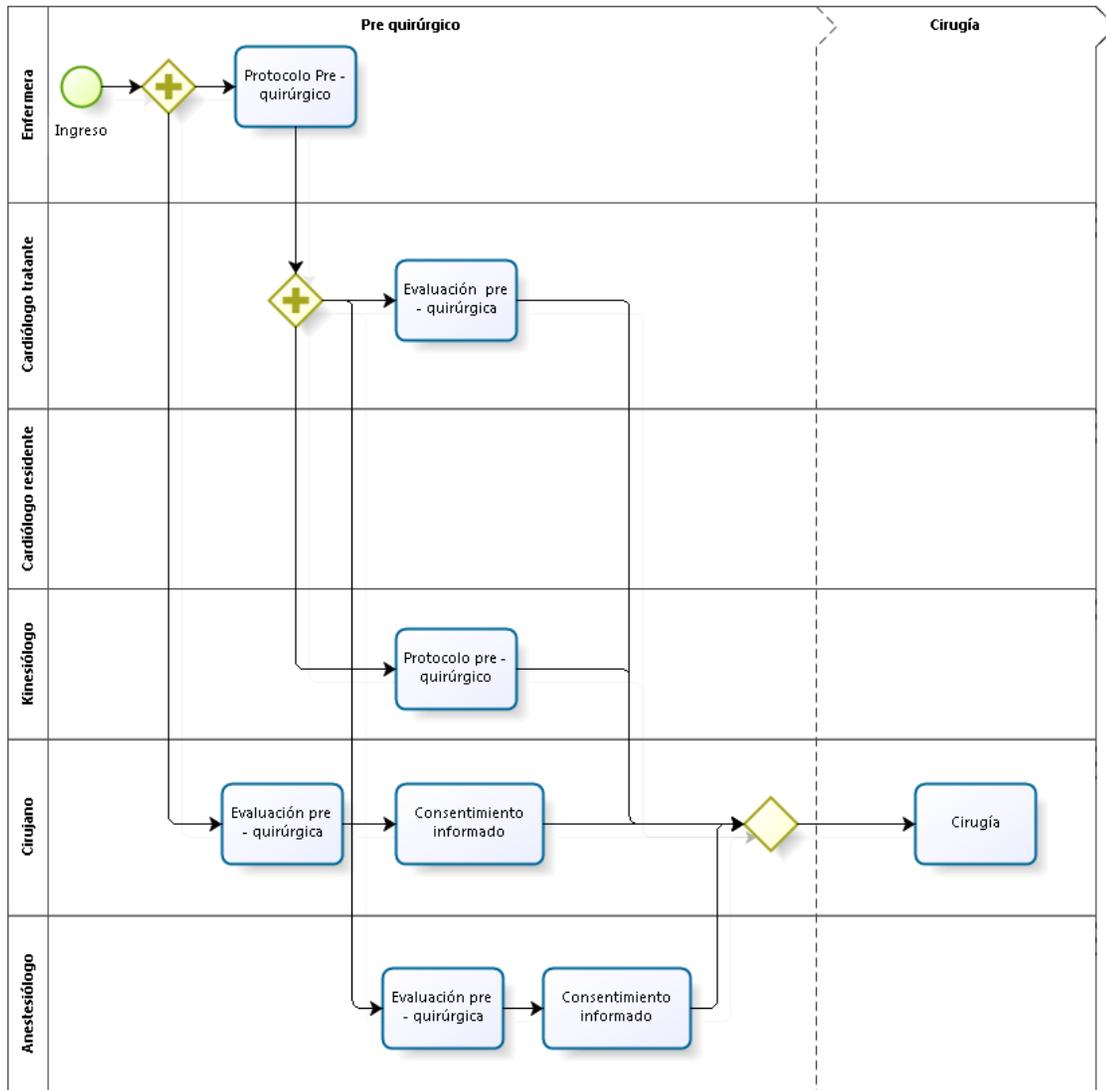


Ilustración 38: Vía clínica Cirugía de válvula cardíaca, Ámbito pre quirúrgico. Fuente: elaboración propia.

Posterior a la cirugía, dentro de las 24 horas siguientes a la operación, el paciente está hospitalizado en la unidad coronaria de observación. En este período, la enfermera debe manejar al paciente de acuerdo con el protocolo, al igual que el kinesiólogo, quien además debe realizar la extubación dentro de 8 horas, de acuerdo con la indicación del cardiólogo residente. Este está encargado del protocolo de remoción de drogas, elementos invasivos y extubación. Se debe realizar seguimiento clínico por el cirujano y el cirujano tratante previo a la evaluación de los criterios de traslado.

Una vez trasladado el paciente a la unidad intermedia, este no debiese permanecer más de 48 horas en esta. Dentro de este tiempo, el cirujano tratante debe continuar el seguimiento y reinstalar la terapia oral. Los protocolos kinesiológicos continúan y el cirujano debe evaluar los criterios de traslado a MQ, posterior al seguimiento. Estando hospitalizado en MQ, el tratamiento restante corresponde al kinesiológico. Para ser realizada el alta, se requiere la evaluación del cirujano y el cirujano tratante, con la epicrisis e indicaciones al alta correspondientes.

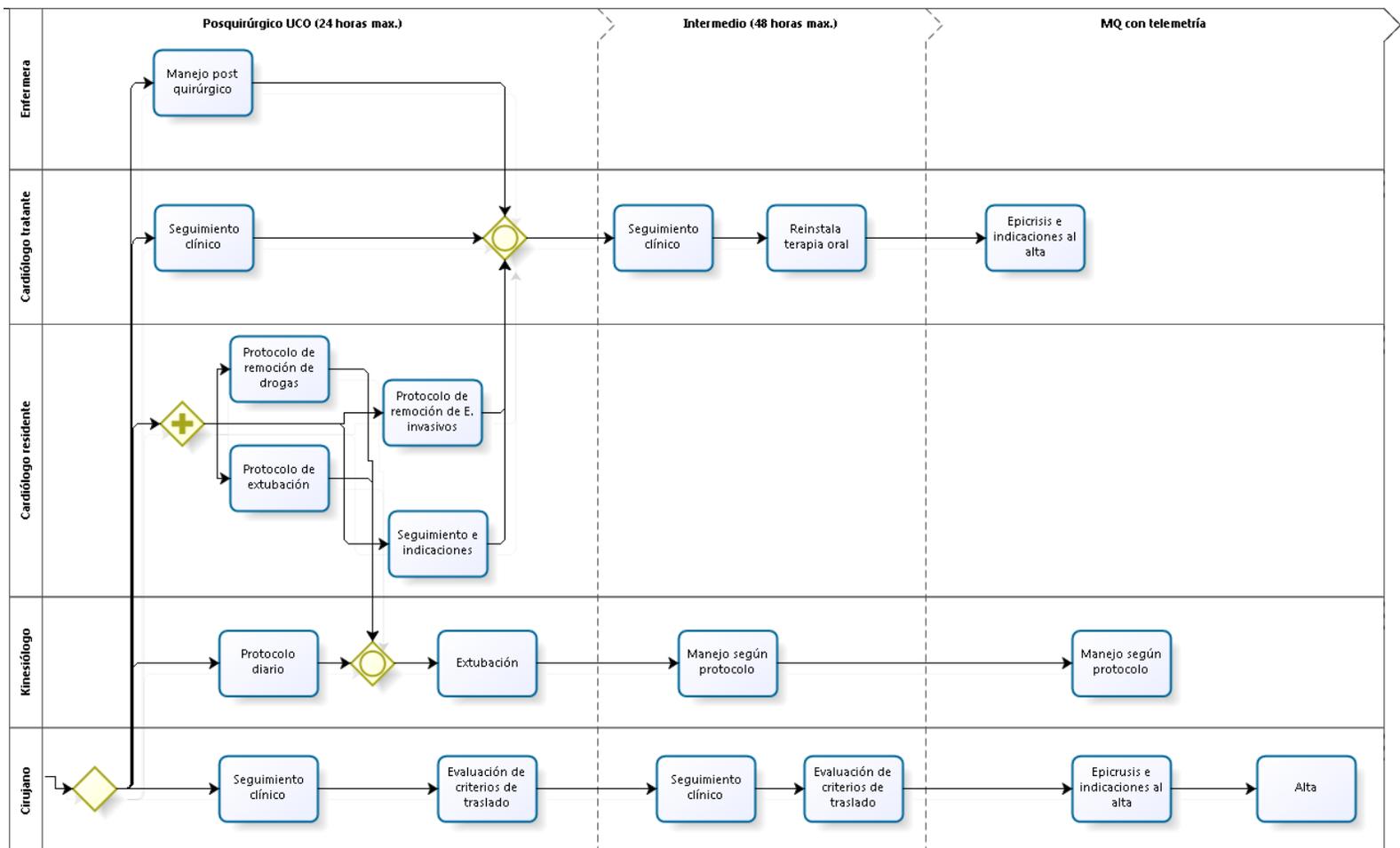


Ilustración 39: Vía clínica Cirugía de válvula cardíaca, hospitalización. Fuente: elaboración propia.

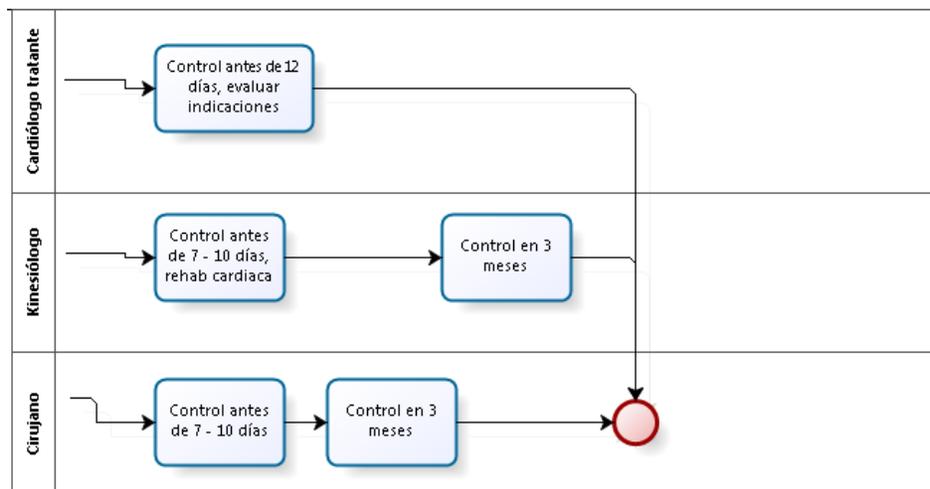


Ilustración 40: Vía clínica Cirugía de válvula cardíaca, seguimiento. Fuente: elaboración propia.

Una vez finalizado el tratamiento, el paciente debe seguir en rehabilitación por parte del kinesiólogo entre 7 y 10 días, además de ser controlado entre 7 y 10 días por el cirujano y antes de 12 días por el cirujano tratante. Luego de 3 meses, debe ser controlado por el kinesiólogo y el cirujano.

Para analizar el impacto de ciertas actividades en la vía clínica, se recogen como indicadores los protocolos realizados y el día de extubación. Además, se consideran los tiempos en cada una de las áreas de hospitalización y tiempos en los que comienzan a ser realizados los protocolos y visitas médicas de seguimiento y alta en cada una de las áreas.

#### **Anexo 4: Vía clínica cirugía de cadera**

Esta guía está desarrollada para el ingreso de paciente geriátricos desde urgencia que requiere cirugía de cadera, como se observa en la ilustración 41. Esta considera la interconsulta y los exámenes requeridos para evaluar la situación del paciente.

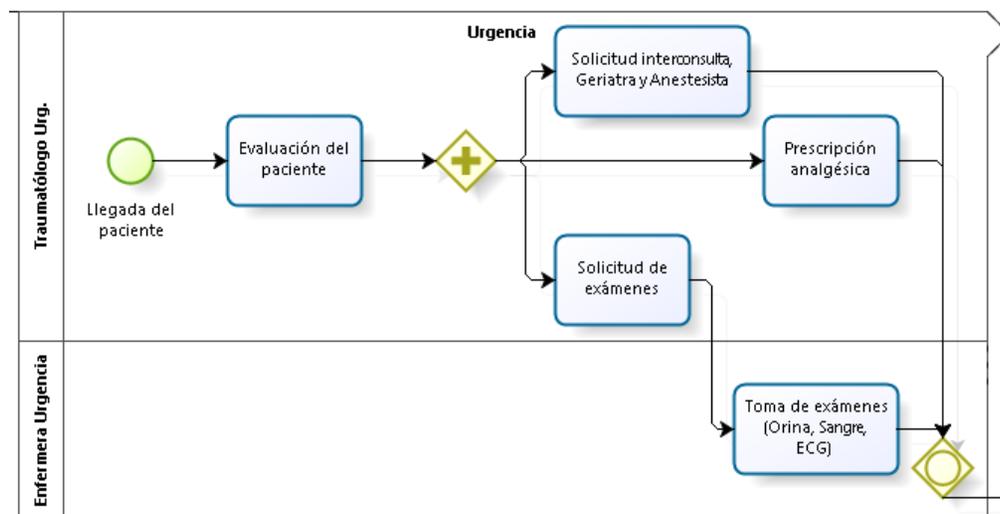


Ilustración 41: Vía clínica Cirugía de cadera, Ingreso desde urgencia. Fuente: elaboración propia.

Una etapa crucial es la pre quirúrgica, particularmente por las consultas previas a la operación. Esta fase los exámenes que requiera, además de la evaluación del traumatólogo, geriatra, anestesiista y cardiólogo si es que indica el anestesiista. Estos son cruciales no sólo para el correcto desarrollo de la cirugía, sino que influyen en la rapidez de recuperación del paciente, en particular por la anestesia.

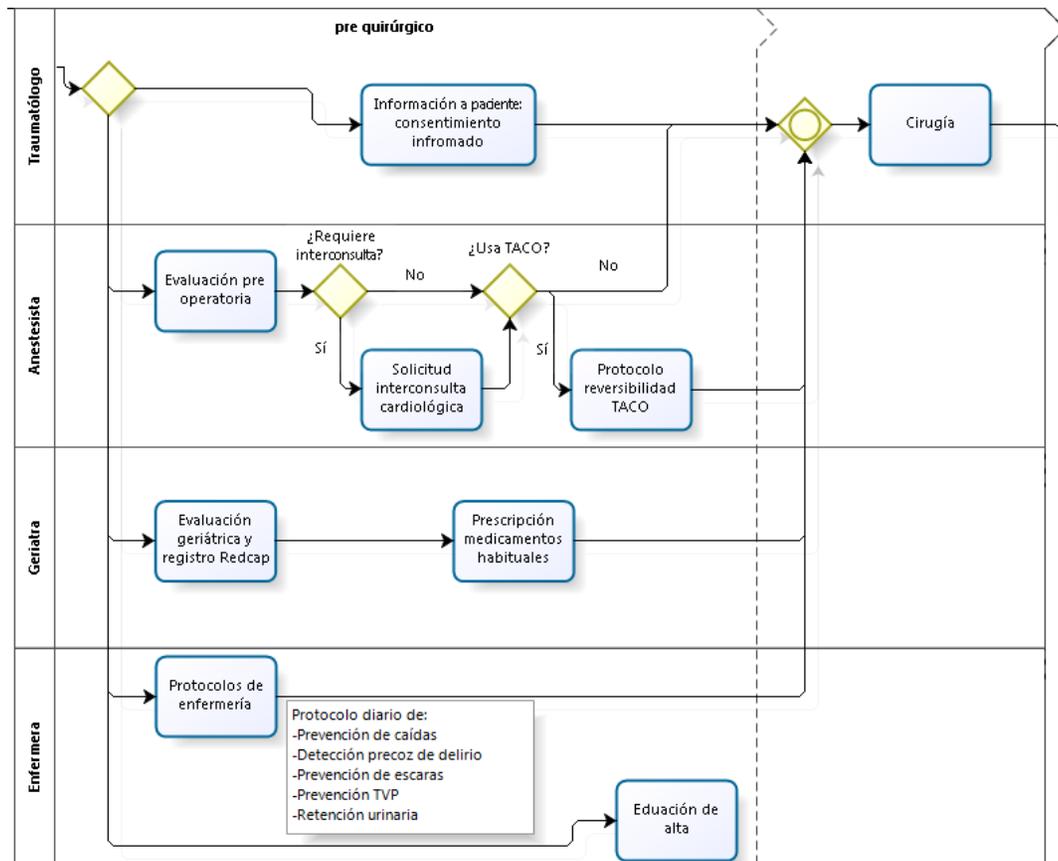


Ilustración 42: Vía clínica Cirugía de cadera, ámbito pre quirúrgico. Fuente: elaboración propia

Posterior a la operación, el traumatólogo debe indicar la kinesioterapia y rayos X previos al alta. Además, el anestesiista debe continuar con protocolos del manejo del dolor y trombosis. Así mismo, el geriatra debe reestablecer el tratamiento habitual del paciente, en conjunto de controles de hematocritos y creatinina. Enfermería y kinesioterapia debe mantener protocolos indicados.

Previo al alta, el traumatólogo debe haber indicado la kinesioterapia y enfermera a domicilio, además de las visitas de alta. Así mismo, el geriatra debe realizar una visita previa al alta, mientras que la enfermera y kinesioterapia deben realizar la educación al alta. Una vez de alta, se debe realizar seguimiento por el geriatra y traumatólogo, además de visita domiciliaria de enfermera y kinesiólogo.

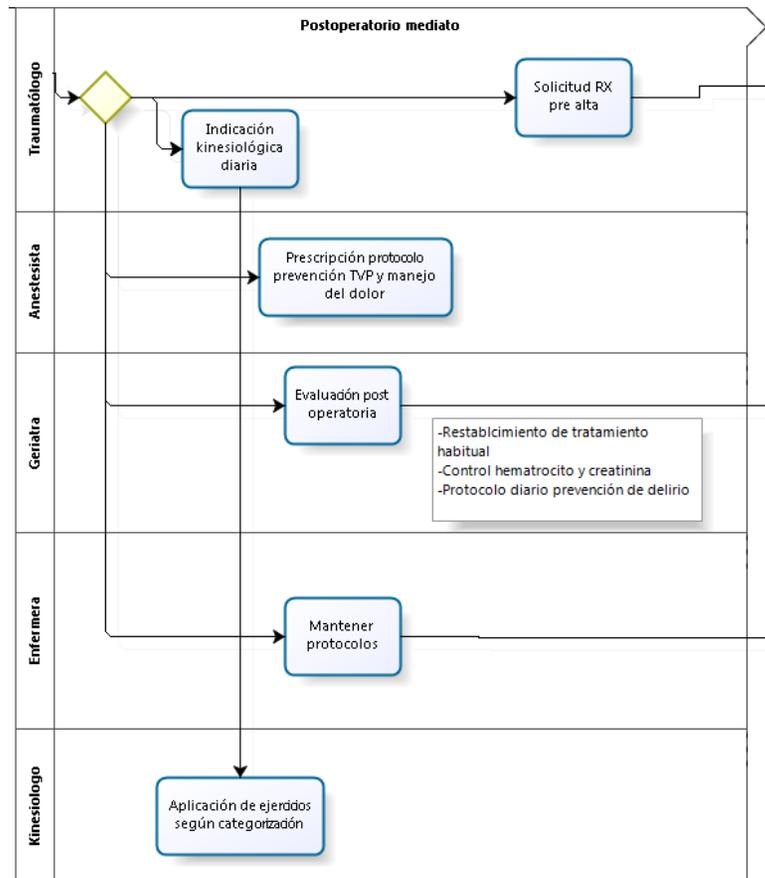


Ilustración 43: Vía clínica Cirugía de cadera, post operatorio. Fuente: elaboración propia.

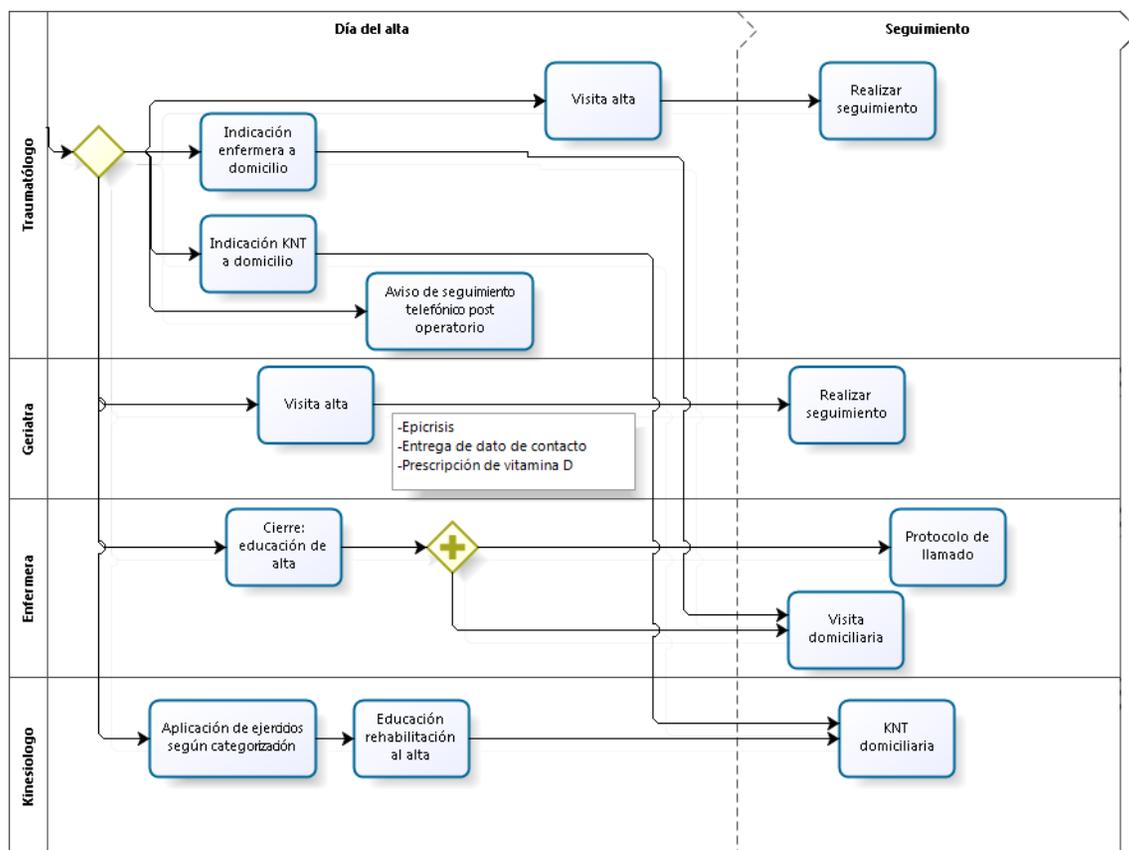


Ilustración 44: Vía clínica Cirugía de cadera, alta y seguimiento. Fuente: elaboración propia

Los indicadores relevantes a revisar en esta vía son las indicaciones de exámenes y las visitas médicas previas y posteriores a la cirugía. Dentro de estas, destaca la visita y exámenes indicados por el anestésista, ya que la correcta indicación de anestesia, con información completa sobre el paciente, mejoraría significativamente los tiempos de respuesta a pruebas de salud mental posterior a la operación (Boddaert, Raux, Khiami, & Riou, 2014). Otro indicador relevante son las visitas de alta, las cuales debiesen estar condensadas dentro del mismo intervalo de tiempo. De no ser así, el paciente hubiese esperado tiempo innecesario hospitalizado para su última evaluación de alta.

### Anexo 5: Disminución de LOS

Tabla 18: Tabla de disminución de LOS para estudios revisados. Fuente: varios, ver pie de página

Vía clínica	Atención común (días)		Vía clínica (días)	
	LOS	$\sigma$	LOS	$\sigma$
Paro cardíaco <sup>1</sup>	7,5	-	6,3	-
Hernia inguinal <sup>2</sup>	3,3	-	1,6	-
Falla cardiaca crónica <sup>2</sup>	10,9	-	8	-
Prótesis total de cadera <sup>2</sup>	13	-	12,8	-
Neumonía <sup>3</sup>	1,74	-	0,79	-
Paro cardíaco, grave <sup>4</sup> → cirugía válvula	16	-	10,5	-
Isquemia al Miocardio <sup>5</sup>	2,28	5,25	0,64	0,51
Dolor torácico <sup>5</sup>	1,9	1,33	1,8	1,18
Angioplastia primaria por infarto al miocardio <sup>5</sup>	7,1	4,7	4,2	2,3
Fractura femoral <sup>5</sup>	32,5	23,1	21	10,6
Artroplastia en cadera y rodilla <sup>5</sup>	8,6	3,7	7,1	3,7
Asma pediátrica <sup>5</sup>	2,2	1,1	1,7	1,1
Neumonía <sup>5</sup>	9,6	2,1	8,2	1,9
Rehabilitación de paro <sup>5</sup>	45	23	50	19
Resección transuretral de la próstata <sup>5</sup>	14,7	5,2	12,7	2,8
Fibrilación arterial <sup>5</sup>	2,1	2,3	0,3	0,2
Gastrectomía <sup>5</sup>	28,2	22,3	18,1	9,5
Fractura del cuello del fémur <sup>5</sup>	8	3,4	6,6	3,4
Cuidado respiratorio <sup>5</sup>	6,1	3,9	5,9	4,1
Neumonía <sup>5</sup>	10,8	4,2	8	4,2
Gastrectomía <sup>5</sup>	21,7	8,8	18,5	5,9
Bronquiolitis <sup>5</sup>	2,3	-	1,7	-
Fractura de cadera <sup>6</sup>	12,7	-	6,4	-
Mastectomía <sup>7</sup>	9	-	7	-
Cirugía cáncer de mama conservadora <sup>8</sup>	4	-	2,5	-
Operación de cáncer de mama <sup>8</sup>	7	-	4,1	-
Artroplastia de rodilla <sup>8</sup>	15,3	-	12,1	-
Artroplastia de rodilla (2 <sup>o</sup> nda implementación)	15,3	-	10,5	-
Reemplazo total de rodilla <sup>9</sup>	6,7	-	5,3	-

<sup>1</sup> (Ross, Johnson, & Kobernick, 1997)

<sup>2</sup> (Panella, Marchisio, & Di Stanislao, 2003)

<sup>3</sup> (Loeb, y otros, 2006)

<sup>4</sup> (Taylor, Wong, Siegert, & McNaughton, 2006)

<sup>5</sup> (Mittal, y otros, 2014)

<sup>6</sup> (Lau, Fang, & Leung, 2013)

<sup>7</sup> (van Dam, y otros, 2013)

<sup>8</sup> (Vanhaecht, Sremeus, Tuerlinckx, Witters, Vandenneucker, & Bellemans, 2005)

<sup>9</sup> (Pearson, Kleefield, Soukop, Cook, & Lee, 2001)

Bypass coronario <sup>10</sup>	8,9	-	8,1	-
Bypass infra inguinal <sup>10</sup>	10,3	5,8	9,1	5,7
<b>Ataque cerebrovascular<sup>11</sup></b>	7,5	-	6,3	-

---

<sup>10</sup> (Stanley, Barry, Scott, LaMorte, Woodson, & Menzoian, 1998)

<sup>11</sup> (Sulch & Kalra, 2000)