

**“Elaboración de una propuesta de mejora al proceso de
prevención del cáncer de mama en la comuna de
Valparaíso desde la atención primaria, mediante la
simulación de procesos”**

Javiera Soriano Rojas

Trabajo para optar al Título de

Ingeniero Civil Biomédico

Profesor Guía:

Eyleen Spencer

06 - 2022

Valparaíso – Chile

Dedicatoria

Le dedico este trabajo de título a mi madre Pamela Rojas, por ser una vencedora de la lucha contra el cáncer de mama. Por ser una guerrera y generar mi motivación principal para desarrollar una solución que aporte a este problema de salud.

Dedico este trabajo de título a mi tata Ángel Soriano, quien falleció en enero de este año como consecuencia del COVID-19. El anhelaba mucho verme titulada y estoy segura de que ha sido un angelito durante este semestre para poder lograr mis objetivos. Un besito al cielo.

Agradecimientos

Agradezco a todos quienes han sido parte de estos años de carrera, entregando apoyo y contención en los momentos más complejos, ayudando a confiar en mí y mis conocimientos.

Agradecer a mi profesora guía Eyleen Spencer, que me ha entregado la mayor parte de mis conocimientos en el área de la ingeniería clínica y generó mi gran amor por esta área. Gracias por nunca dejar de exigirme y guiar este trabajo de título confiando en mis capacidades.

Agradecer a Margarita Candia y Thamara Tapia por su disposición y ayuda en el levantamiento de información de este trabajo.

De igual forma considerar a cada profesor que guio mi educación dejando en mis experiencias, las huellas de su conocimiento.

Agradecer a mis compañeros y amigos, quienes fueron un importante soporte emocional en este proceso.

Agradecer a mi familia que siempre me entrego el apoyo incondicional para poder lograr mis objetivos. Gracias a mi abuela meche y mi tata por su preocupación eterna, por alentarme y regalarme a lo largo de todo este camino, por entregarme sabiduría y mucho amor. A mi papá, mi abuela rosa y mi mami lore por sus alegrías cada vez que obtengo un logro y por siempre motivarme a terminar este camino. A mi prima Carla por convertirse en mi ejemplo a seguir y quien me inspiró a tomar los caminos que trajeron a esta carrera.

Y, por último, gracias a mi mamá, que sin duda su apoyo fue clave en cada proceso de mi vida y de esta carrera. Gracias por confiar en mí y por nunca dejarme sola. Por siempre motivarme a ser una mujer independiente y fuerte. Por enseñarme a nunca rendirme y a hacer valer mi inteligencia. Sin ella y su apoyo este camino hubiera sido mucho más complejo.

Resumen

La región de Valparaíso se encuentra ubicada como la segunda con mayor incidencia de muertes por cáncer de mama en Chile. La prevención juega un rol fundamental en la disminución de la mortalidad por cáncer de mama debido a la importancia de detectar tumores en etapas tempranas. La problemática que motiva este trabajo es la detección tardía del cáncer de mama en la comuna de Valparaíso, que presenta como causa la falta de recursos en APS, alto porcentaje de inasistencia a exámenes, altos tiempos de espera para las prestaciones, disminución del porcentaje de mamografías en la comuna y el índice de pobreza. Mediante las herramientas de levantamiento de procesos, teoría de colas y simulación de procesos se resuelve la problemática.

Se diseña el proceso de prevención de cáncer de mama que se encuentra compuesto por 5 subprocesos: Asignación de horas, Examen de medicina preventivo, Consulta con matrona, Exámenes y derivación a interconsulta. La simulación de los procesos se realiza en torno a las colas que se generan actualmente en el proceso de prevención del cáncer de mama. Las simulaciones se ajustan en torno a la limitación del software. Se proponen tres escenarios para tres procesos: Agregar una consulta de matrona por telemedicina, adquisición de un mamógrafo y modificar el protocolo de envío de solicitud de derivación al hospital. Al simularse las propuestas se genera una disminución en los tiempos de espera para los tres escenarios, siendo la más significativa la adquisición de un mamógrafo municipal, con una disminución de 19.64 horas.

Se evalúan económicamente los escenarios actuales y propuestos para los procesos de consulta con matrona y exámenes. La implementación de una jornada por telemedicina genera un costo extra por recurso humano. En cuanto a la adquisición del mamógrafo, se proyecta a 5 años la inversión del equipo y la situación actual del servicio externalizado, obtenido un costo menor para la adquisición del mamógrafo.

Se considera que invertir tecnologías apropiadas para la detección temprana a nivel municipal es el punto clave a resolver para generar una prevención más efectiva. Generando una disminución de los tiempos de espera, se aporta a la detección temprana del cáncer de mama ayudando a detectar tumores de forma anticipada.

Palabras clave: *simulación de procesos, levantamiento de procesos, teoría de cola, APS, procesos de salud, tiempos de espera, lista de espera, patologías GES.*

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	9
2. Problemática	10
2.1 Problema central: Detección tardía del cáncer de mama.	11
2.2 Efecto: Alta tasa de mortalidad por cáncer de mama en la región de Valparaíso.	11
2.3 Población afectada.	11
2.4 Causas que intervienen en la detección tardía del cáncer de mama en la comuna de Valparaíso.	12
2.4.1 Altos tiempos de espera en prestaciones asociadas a la prevención del cáncer de mama en la comuna.	12
2.4.2 Falta de recursos de salud en APS.	12
2.4.3 Alto porcentaje de inasistencias a exámenes y consultas.	12
2.4.4 Disminución del porcentaje de mamografías realizadas en los últimos años en la región de Valparaíso.	13
2.4.5 Alto índice de pobreza en la comuna de Valparaíso.	13
3. Objetivos	14
3.1 Objetivo general	14
3.2 Objetivos específicos	14
4. Marco teórico	14
4.1 Levantamiento de procesos	14
4.2 Teoría de colas	16
4.2 Simulación de procesos	16
5. Estado del arte	18
5.1 ¿Cómo se está resolviendo actualmente en la necesidad de aumentar la cantidad de pacientes que se realizan mamografía?	18
5.2 La simulación de procesos en la reducción de tiempos de espera y otros procesos clínicos.	19
6. Metodología e implementación	20
6.1 Recopilación de información	21
6.2 Identificación y diseño del proceso.	21
6.2.1 Identificación de actividades, entradas y salidas.	21
6.2.2 Diseño del proceso	21
6.3 Levantamiento de tiempos de espera y porcentajes de ocurrencias	22
6.3.1 Reconocer tiempos de espera actuales en los procesos de prevención.	22
6.3.2 Identificar porcentajes de ocurrencias de los nodos de decisión del proceso de prevención de cáncer de mama desde la atención primaria.	23

6.4 Construcción del modelo base de simulación.	23
6.4.1 Elección módulos: Asignación de horas y EMP	23
6.4.2 Elección módulos: Consulta matrona	25
6.4.3 Elección módulos “Exámenes”.	25
6.4.4 Elección módulos “Derivación a interconsulta”	26
6.4.5 Programar intervalos de tiempo.	26
6.5 Validar simulaciones: Modelo Monte Carlo.	27
6.6 Evaluación para el desarrollo de opciones de mejora.	28
6.7 Simulación de opción de mejora.	28
6.7.1 Simulación opción de mejora: Consulta con matrona.	28
6.7.2 Simulación opción de mejora: Exámenes.	29
6.8 Evaluación económica de la opción de mejora.	30
7. Resultados.	30
7.1 Resultados obtenidos para el objetivo específico 1.	30
7.1.1 Diseño del proceso Asignación de horas.	31
7.1.2 Diseño del proceso “EMP”	31
7.1.3 Proceso “Consulta Matrona”.	32
7.1.4 Proceso “Exámenes”	32
7.1.5 Proceso “Derivación a interconsulta”	32
7.2 Resultados obtenidos para el objetivo específico 2.	33
7.2.1 Modelo base de simulación para Asignación de horas y EMP.	33
7.2.2 Modelo base de simulación para consulta con matrona.	33
7.2.3 Modelo base de simulación para exámenes.	34
7.2.4 Modelo base de simulación para derivación a interconsulta	35
7.2.4 Análisis de colas simuladas.	35
7.3 Resultados obtenidos para el objetivo específico 3.	36
7.3.2 Simulación de la propuesta de mejora: Consulta de matrona	37
7.3.3 Simulación propuesta de mejora: Exámenes	37
7.3.4 Disminución de los tiempos de espera mediante simulación.	38
7.4 Resultados obtenidos para el objetivo específico 4.	39
7.4.2 Evaluación económica propuesta de mejora: Consulta de matrona	39
7.4.3 Evaluación económica propuesta de mejora: Exámenes	39
8. Discusión	40
9. Conclusión	41
10. Referencias bibliográficas	42

Bibliografía	42
11. Anexos	44
Anexo 1: Levantamiento de información.	44
Anexo 1.1: Información desde la guía clínica	44
Anexo 1.2: Población inscrita en Fonasa por CESFAM.	46
Anexo 1.3: Información extraída desde el personal de salud.	46
Anexo 2: Tabla de identificación de procesos y tiempos de espera.	47
Anexo 2.1: Tabla identificación de procesos	47
Anexo 2.2: Servicios para la prevención del cáncer de mama desde la APS	48
Anexo 2.3: Tabla de tiempos de espera para servicios de prevención del cáncer de mama.	48
Anexo 2.4: Tabla de tiempos de las actividades relacionadas a la prevención del cáncer de mama.	49
Anexo 2.5: Clasificación BIRADS	50
Anexo 3: Diseño del proceso general de prevención para el cáncer de mamas desde la atención primaria, elaboración propia.	51
Anexo 4: Diseño proceso por proceso	52
Anexo 4.1: Diseño proceso “Asignación de horas”	52
Anexo 4.2: Diseño proceso “EMP”	52
Anexo 4.3: Diseño proceso “Consulta Matrona”	52
Anexo 4.4 : Diseño proceso “Exámenes”	53
	53
Anexo 4.5: Diseño proceso “Derivación a interconsulta”	53
Anexo 5: Diseño módulos de simulación	53
Anexo 5.1: Diseño módulo de simulación Asignación de horas.	53
	54
Anexo 5.2: Diseño módulo de simulación Consulta matrona.	54
Anexo 5.3: Diseño módulo de simulación Exámenes.	55
	56
Anexo 6: Validaciones	56
Anexo 6.1: Validación “Asignación de horas”	56
Anexo 7: Resultados simulaciones	57
Anexo 7.1: Colas resultantes de la simulación base para el proceso “Asignación de horas”	57
Anexo 7.2: Colas resultantes de la simulación base para el proceso “Consulta matrona” visualizados mediante “Krystal ARENA”	59
Anexo 7.3: Colas resultantes de la simulación base para el proceso “Exámenes” visualizados mediante “Krystal ARENA”	59
Anexo 8: Tabla para cálculo de porcentajes.	60

Anexo 9: Llegada pacientes derivados a exámenes	61
Anexo 10: Tabla con el registro de los tiempos de espera obtenidos en las simulaciones base	62
Anexo 11: Diseño del modelo y resultados de simulación para la mejora del proceso “Consulta de matrona”	63
Anexo 12: Diseño del modelo y resultados de simulación para la mejora del proceso “Exámenes”	64
Anexo 13: Tabla de porcentajes.	65
Anexo 14: Flujo de caja situación actual exámenes: Convenio	65
Anexo 15: Flujo de caja situación propuesta exámenes: Adquisición mamógrafo.	65
Anexo 16: Identificación de artículos para el estado del arte.	66

Elaboración de una propuesta de mejora al proceso encargado de la prevención del Cáncer de Mamas en la comuna de Valparaíso desde la Atención Primaria, mediante la simulación de procesos.

Javiera Ignacia Soriano Rojas
Escuela de Ingeniería Civil Biomédica
Facultad de Ingeniería, Universidad de Valparaíso, Chile

Palabras clave: *simulación de procesos, levantamiento de procesos, teoría de cola, APS, procesos de salud, tiempos de espera, lista de espera, patologías GES.*

1. Introducción

Se proyecta que la mortalidad por cáncer de mama en el país superará los valores que se esperaban en los siguientes 10 años debido a los retrasos generados por la pandemia, esto debido a que existen estudios que indican que se realizaron menos del 60% de las mamografías en la población [1].

La región de Valparaíso se encuentra ubicada como la segunda con mayor incidencia de muertes por cáncer de mama en Chile [2].

Para abordar esta patología en el país, junto con otros problemas de salud, existe cobertura mediante las Garantías Explícitas en Salud (GES). Se tratan de 4 beneficios exigibles para personas afiliadas a Fonasa e ISAPRE: acceso, oportunidad, protección financiera y calidad [3]. A la fecha, la lista de espera en torno a los servicios asociados a estas garantías ha ido aumentando significativamente como consecuencia de la pandemia y de retrasos que venían acumulados de años anteriores, llegando incluso a triplicarse [4].

La prevención juega un rol fundamental en la disminución de la mortalidad por cáncer de mama debido a la importancia de detectar tumores en etapas tempranas. Un tumor en etapa I presenta una sobrevida del 100% mientras que para tumores en etapas más avanzadas este porcentaje disminuye entre un 93 a un 72%. La mamografía es actualmente el examen establecido para realizar detección precoz de cáncer de mama, según indica la guía clínica; de igual forma se aplica ecotomografía mamaria a pacientes menores de 35 años que presenten factores de riesgo o signos precursores de la patología [5].

Es la atención primaria en salud (APS) la encargada de promover y llevar a cabo el proceso de detección precoz del cáncer de mama. En Valparaíso, existe una red de APS pública compuesta por 12 centros de salud familiar (CESFAM), 5 servicios de atención primaria de urgencia (SAPU), una posta de salud rural y un centro comunitario de salud familiar (CECOSF), atendiendo a un total de 217.239 usuarios, sin embargo, ningún centro presenta algún mamógrafo instalado, llevando a la necesidad de comprar servicios imagenológicos a instituciones de salud privadas que presentan convenios con la Corporación Municipal de Valparaíso (CORMUVAL), dejando la disponibilidad de horas en base a agenda y capacidad de cupos que asignen las instituciones privadas [6].

En la comuna de Valparaíso se registran extensos tiempos de espera para acceder a estos dos exámenes, superando los 5 meses de espera; sumado a esto, a nivel país existe un déficit en recursos de salud

pública, como equipamiento y recursos humanos, que dificultan cumplir con la demanda de esta patología a lo largo del país [7].

El desarrollo del siguiente trabajo de título surge desde la motivación de generar una propuesta de mejora dirigida al proceso de prevención del cáncer de mama que aporte en la detección temprana de la enfermedad. El objetivo será desarrollar una propuesta de mejora que disminuya los tiempos de espera que se generan en el proceso encargado de la prevención del cáncer de mama desde la APS en la comuna de Valparaíso.

2. Problemática

Mediante el diagrama de espina presente en la figura 1 se sintetiza la problemática con sus diferentes causales investigadas. La problemática que motiva el desarrollo de este trabajo es la detección tardía del cáncer de mama, lo que genera la elevada tasa de mortalidad que existe por esta patología. Dentro de las causas identificadas se encuentra la falta de recursos que existe en la APS, los altos tiempos de espera para los servicios, altos porcentajes de inasistencia a los exámenes, disminución en el porcentaje de realización de mamografías en la población y el índice de pobreza en la comuna.

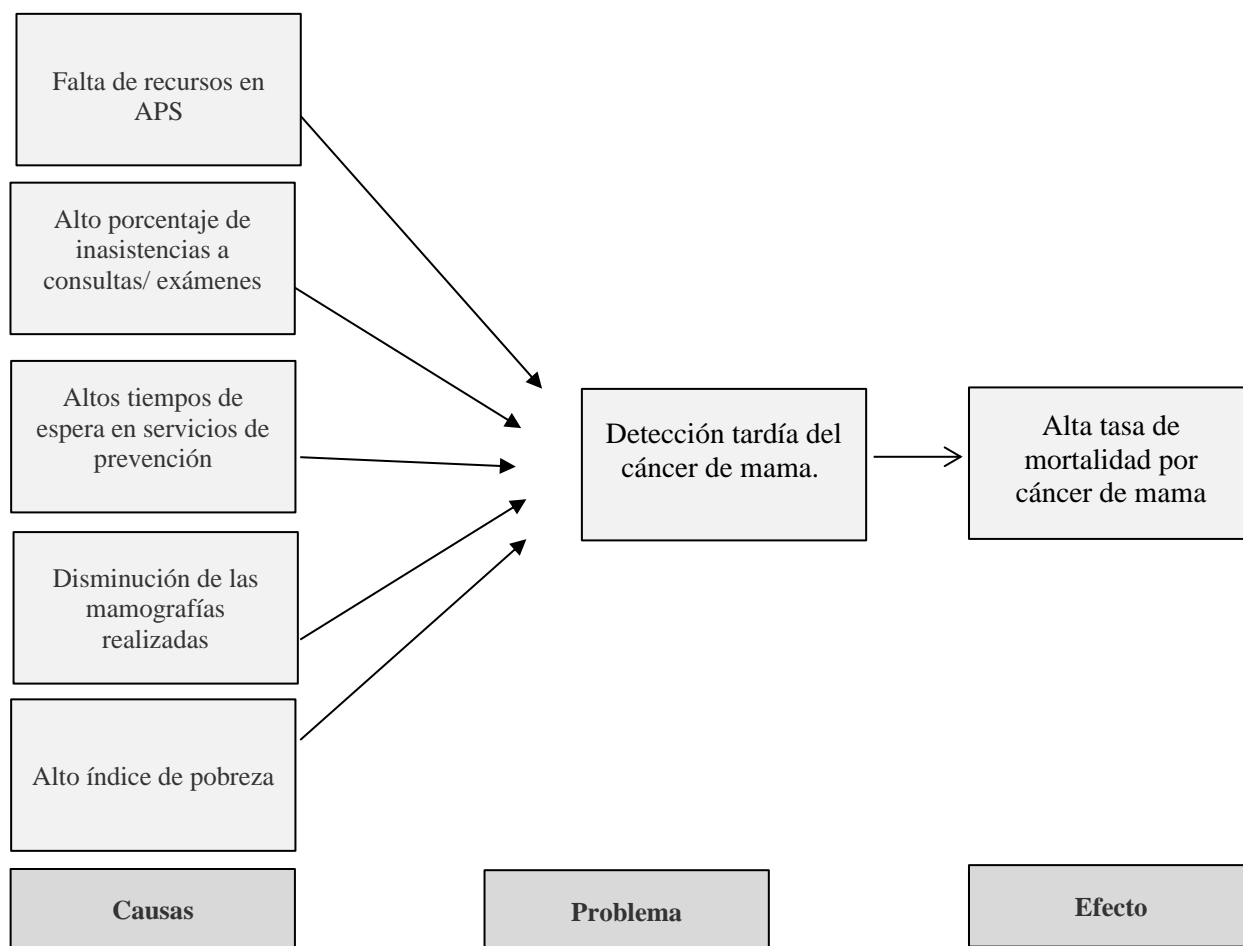


Figura 1: Diagrama de espina de elaboración propia

2.1 Problema central: Detección tardía del cáncer de mama.

En Chile mueren 4 mujeres al día por detección tardía del cáncer de mama [8]. La mayor cantidad de pacientes diagnosticadas con cáncer de mama por parte de la CORMUVAL se encuentran en una etapa no inicial del tumor. Como antecedente, según cifras de la propia área de salud municipal de Valparaíso, en los últimos tres años el número de casos que han sido detectados de cáncer de mama ha disminuido, cifra que va acompañada de la disminución de mamografías realizadas. Esto ha vuelto más compleja la detección temprana en la comuna [7]. Un tumor en etapa I presenta una sobrevida del 100% mientras que para tumores en etapas más avanzadas este porcentaje disminuye entre un 93 a un 72% [5].

La prevención no adecuada, presenta como consecuencia la identificación de tumores en estadios avanzados de la enfermedad, en donde ya se requieren tratamientos más invasivos y de mayor costo para poder abordarla, como lo son la quimioterapia y/o radioterapia, dependiendo del caso [9].

La mamografía es el examen de detección precoz definido para diagnosticar la presencia de tumores en las mamas, por ende, es clave a la hora de prevenir esta enfermedad. Si bien el auto cuidado es fundamental para detectar esta enfermedad, la tasa de mamografías realizadas aún es baja en comparación con los porcentajes esperados. [10]

2.2 Efecto: Alta tasa de mortalidad por cáncer de mama en la región de Valparaíso.

La evolución de esta enfermedad ha sido tal, que en nuestro país cada año se registran alrededor de 37 casos nuevos por cada cien mil habitantes [11].

Valparaíso es la segunda región con la tasa de mortalidad por cáncer de mama más alta en el país. En la región los decesos debidos a esta enfermedad son de 19 por cada cien mil habitantes, cifras que superan en 5 puntos la media nacional, que es de 14 por cada cien mil habitantes, según datos extraídos desde el Instituto Nacional de estadísticas (INE) [12].

Bajo el mismo contexto, Valparaíso presenta una Tasa Ajustada de Mortalidad (TAM) de 14,3, la que supera incluso a la TAM a nivel nacional, la que se encuentra en 14,1. Una tasa ajustada es una medida de resumen cuya magnitud no tiene ningún valor intrínseco, es una tasa artificial y solo se usa con un fin comparativo. [13]

2.3 Población afectada.

La población afectada por la problemática que envuelve este trabajo son mujeres inscritas y que se atiendan por vía de los centros de atención primaria públicos; pacientes que presenten factores de riesgos asociados a la enfermedad, síntomas de sospecha o se encuentren en edad de riesgo para la patología. Afecta a mujeres de ingresos medios-bajos que presenten dificultad para acceder a los servicios de prevención vía centros de salud privados.

2.4 Causas que intervienen en la detección tardía del cáncer de mama en la comuna de Valparaíso.

Se investigan las diferentes causas que se encuentran afectando a la detección tardía del cáncer de mama en la comuna de Valparaíso.

2.4.1 Altos tiempos de espera en prestaciones asociadas a la prevención del cáncer de mama en la comuna.

Actualmente los tiempos de acceso a diferentes prestaciones que presentan relación con la prevención del cáncer de mama desde la atención primaria se encuentran con varios días de espera en la comuna. Para solicitar una consulta con matrona existe un tiempo de espera superior a un mes en los centros de APS que atienden a una mayor población. Debido a que es la matrona o médico quien tiene la facultad de entregar una orden o derivar a la paciente, es el proceso que permite que la prevención siga su flujo en un momento indicado [14].

Para el acceso de una mamografía dentro de la atención pública, el tiempo de espera es superior a 5 meses de espera y de requerir servicios en la atención para casos de cáncer de mama positivo, existe hasta 1 año de espera dependiendo del caso. La cantidad de horas asignadas por los establecimientos de mayor complejidad a estos centros de APS no es suficiente para responder a los casos derivados. Esta lista de espera se genera por la falta de equipos de detección precoz que sean propios de la APS en la salud pública [15].

Como antecedente sobre los tiempos de espera, beneficiarias de la comuna de Valparaíso transmitieron su disgusto en cuanto a los tiempos de espera que existen para lograr una hora de atención con la matrona, y el malestar de tener que asistir presencialmente en un horario muy temprano para agendar una de las horas disponibles ese día, donde finalmente la atención efectiva puede ser meses después [16].

2.4.2 Falta de recursos de salud en APS.

La cantidad de mamógrafos físicos conectados por parte de MINSAL al 2020 es solo uno. Actualmente se adquirieron 2 mamógrafos fijos que se encuentran instalados, uno para el CESFAM Segismundo Iturra en la comuna de San Felipe y otro en el CESFAM Villa Alemana, además de un mamógrafo móvil que se encuentra en estado de licitación el cual pertenecerá al Servicio de Salud Valparaíso-San Antonio (SSVA), región la cual no presenta mamógrafo fijo instalado a nivel de atención primaria [17] [18].

Los diferentes centros de APS de la región no se encuentran equipados ni con mamógrafos y ecógrafos mamarios, por ende, se derivan a las pacientes a centros de salud que presentan convenio con la Corporación Municipal de Valparaíso. Los cupos que son asignados por parte de estos centros son limitados y generan un costo fijo para la municipalidad. Estos cupos son un porcentaje de la capacidad de atención del centro a donde son derivados los exámenes, por eso la espera por ellos es de meses [6].

2.4.3 Alto porcentaje de inasistencias a exámenes y consultas.

Estudios demuestran que en la comuna de Valparaíso existe una alta inasistencia a exámenes de mamografía, presentando un porcentaje de 20,3% de las citaciones asignadas.

Un dato importante a nivel comunal, en Valparaíso hay entre 100 a 200 horas para mamografías que no se ejecutan mensualmente, debido a que las mujeres que debían realizarse el examen no logran acudir a hacerlo. Al mes hasta un 20% de solicitudes del examen no se ejecutan [7].

Además, esto genera que se utilicen cupos donde finalmente la consulta no se realiza y tampoco se recompensa, debido a que se tiene conocimiento de la inasistencia el mismo día de la consulta, esto debido a que no existe un proceso de confirmación de asistencia por parte del centro de atención primaria días previos a la hora asignada.

2.4.4 Disminución del porcentaje de mamografías realizadas en los últimos años en la región de Valparaíso.

En los años posteriores a la pandemia por COVID-19, como se observa en la tabla 1, se registra una disminución cercana al 60% en la cantidad de mamografías realizadas a la población en la comuna de Valparaíso.

Año	Cantidad de mamografías realizadas	Casos de cáncer detectados
2018	6.572	-
2019	7.478	51
2020	2.999	24
2021	4.755	29

Tabla 1: Comparación entre cantidad de mamografías realizadas entre los años 2019 y 2021 y los casos detectados de cáncer respectivamente para cada año. Elaboración propia con datos extraídos desde la Corporación Municipal de Valparaíso.

Si bien la cantidad de mamografías realizadas ha logrado elevarse entre el año 2020 y 2021, aún queda trabajo para volver al escenario en que se encontraban las estadísticas antes de la pandemia. Esto mantiene en alerta a las autoridades de la comuna debido a la importancia de lograr la detección temprana del cáncer de mama en las pacientes [6] [7].

2.4.5 Alto índice de pobreza en la comuna de Valparaíso.

La comuna de Valparaíso presenta una tasa de pobreza multidimensional de 19.01, que, si bien no supera la nacional que se encuentra en 20, si es un valor significativo de población que se ve afectada.

Al existir dificultades económicas en el grupo familiar, se ve imposibilitado el acceso a servicios de salud privado, por ende, están sujetos a esperar los tiempos de espera que se generan en la salud pública [17].

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Desarrollo de una propuesta de mejora que genere el aumento de la población que se realiza mamografía por medio de la APS, contribuyendo en la detección temprana del cáncer de mama.

3.2 Objetivos específicos

Para el desarrollo del siguiente trabajo, se plantean 3 objetivos específicos:

- 1.- Diseñar los procesos que se desarrollan en torno a la prevención del cáncer de mama desde la atención primaria en la comuna de Valparaíso, para mapear y comprender la situación actual.
- 2.- Simular la situación actual del proceso de prevención del cáncer de mama desde la atención primaria, para generar un análisis de sus colas.
- 3.- Elegir una opción de mejora que permita disminuir los tiempos de la prevención del cáncer de mama fortaleciendo la detección temprana
- 4.- Evaluar gastos de las opciones de mejora para comparar los escenarios.

4. Marco teórico

El desarrollo de este trabajo se realiza en base a tres herramientas que son complementarias entre sí. La herramienta central es la simulación de procesos; para realizar la simulación, se requiere el apoyo de dos herramientas, el levantamiento de procesos y la teoría de colas. La figura 2 sintetiza la relación entre las herramientas

En el siguiente apartado se explican las herramientas que serán utilizadas para el desarrollo de este trabajo.



Figura 2 – Diagrama de relación entre las herramientas que se utilizarán en el desarrollo de este trabajo.

4.1 Levantamiento de procesos

El levantamiento y descripción de los procesos es una forma de representar la realidad de la manera más exacta posible, a partir de la identificación de las diferentes actividades y tareas que se realizan en un proceso para lograr un determinado resultado.

Para poder hacer el levantamiento y descripción de los procesos, un requisito indispensable es que las personas entren en contacto con quienes realizan dichos procesos, ya que serán ellos los que podrán describir la forma en la cual se lleva a cabo cada actividad y tarea, qué recursos demanda y qué se espera como resultado. Dentro de las herramientas que pueden ser utilizadas para estas actividades están el “brainstorming”, entrevistas, entre otras actividades.

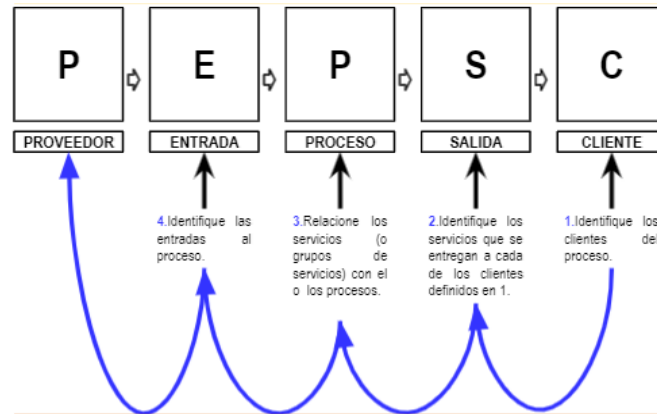


Figura 3 – Estrategia para identificar procesos

Permite identificar los procesos/subprocesos que intervienen, los proveedores y clientes de los procesos, los servicios, los insumos y cómo estos interactúan. En la figura 3 se puede apreciar una estrategia para identificar procesos.

La descripción de los procesos permite realizar un mapeo de un proceso de interés. Se utilizan herramientas de apoyo del tipo computacional, un ejemplo es el software Bizagi. El procedimiento se inicia mediante un “mapeo general” que señala los procesos más importantes y como se relacionan entre sí, con sus entradas y salidas. Este mapa debe incluir los procesos que se relacionan con agentes o instituciones externas, así como la relación de los diferentes procesos entre sí. En la figura 4 se puede apreciar modelos de diagramas de procesos.

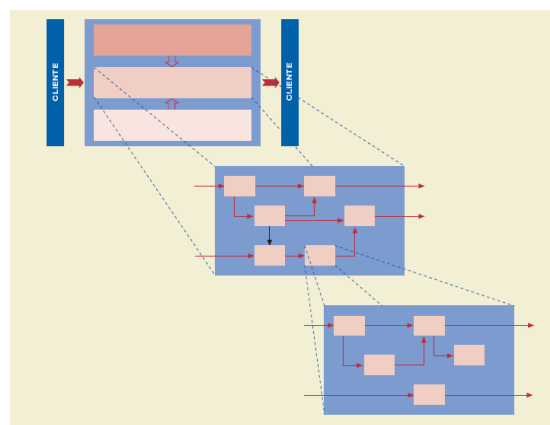


Figura 4: Ejemplo de mapa y diagramas de procesos.

A partir de esta mirada general que nos entrega el mapa de procesos, se puede trabajar con más detalle en aquellos procesos o subprocessos que aparecen como más relevantes, distinguir las interrelaciones

entre actividades, tareas y sus puntos de contacto, y definir aquellas que resultan críticas, las secuencias y los participantes.

En el contexto de este trabajo, esta herramienta se utiliza con el objetivo de identificar y diseñar los procesos que serán de interés para el desarrollo de los resultados. Luego, estos procesos serán programados en el software de simulación.

4.2 Teoría de colas

Se define la gestión de logística como la gestión de los tiempos de espera, estos son estudiados desde principios del siglo XX mediante una disciplina de la investigación operativa denominada teoría de colas. Se denomina “cola, fila o línea” a la cantidad de clientes (pacientes, correos electrónicos, stock, etc.) que están esperando ser atendidos cuando el servidor o servidores queden libres.

Para comprender un sistema de colas hay que entender la cola más sencilla: Un conjunto de clientes accede a un servidor (o conjunto de servidores – máquinas, personas-) para recibir un servicio. Si al momento que el cliente entra al sistema, no existe un servidor libre, tendrá que esperar. En ese sistema sencillo se pueden definir, en un momento dado, tres grupos de clientes: la población susceptible de entrar en el sistema, los clientes que esperan a ser atendidos durante un cierto tiempo, y clientes que son atendidos durante un cierto tiempo. La forma de llegada, la tendencia de espera y la cantidad de clientes que fueron atendidos, genera que los tiempos de espera sean mayores o menores, y que el número de clientes esperando sea más grande o pequeño.

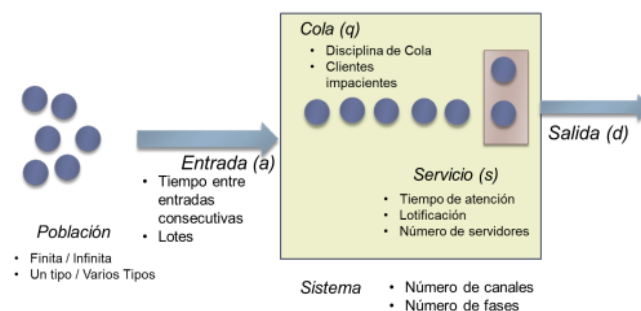


Figura 5: Estructura de un sistema de colas.

Conocer el número de clientes que han de esperar permitirá dimensionar buffers, informar al cliente, anticipar tiempos de entrega.

La distribución entre llegadas consecutivas, la organización de la cola, el tiempo de servicio y la saturación del sistema influyen en la distribución entre salidas consecutivas. Lo que es especialmente relevante en sistemas industriales [19].

Para el desarrollo de este informe, la teoría de colas nos proporcionara el análisis sobre las colas que se generan en los procesos mapeados. Luego estas colas se configuran en el software de simulación.

4.2 Simulación de procesos

La simulación por procesos es una herramienta para la planificación y la toma de decisiones; pueden ser computacionales y/o matemáticas.

La simulación se relaciona con los sistemas y con los procesos. Un sistema se trata de un conjunto de procesos que interactúan entre sí para alcanzar un objetivo y los procesos se definen como un conjunto de actividades.

Simular procesos consiste en construir un modelo artificial que imite un comportamiento del mundo real mediante el apoyo computacional. Permite trabajar el proceso como se espera, determinar por qué no funciona bien, cuáles son los estándares para medir el desempeño del proceso y para definir la mejor alternativa.

Se trata de una aplicación de ciertas técnicas matemáticas las cuales permiten imitar el funcionamiento de prácticamente cualquier tipo de operación o proceso del mundo real. Permite evaluar el desempeño de los procesos, identificar problemas y analizar posibles mejoras sin necesidad de implementar en el mundo real el modelo propuesto.

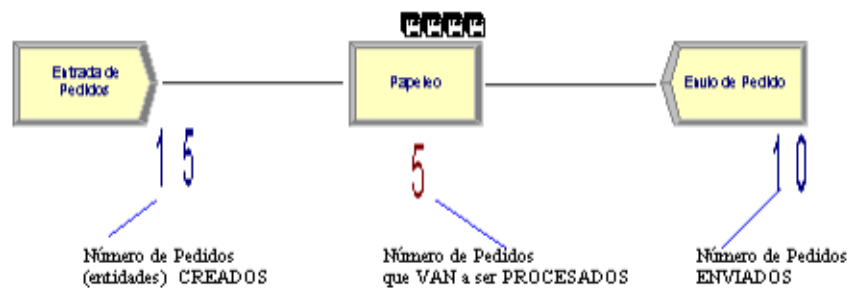


Figura 6 – Ejemplo de simulación de procesos mediante software Arena

Dentro de las herramientas computacionales que trabajan con eventos discretos se identifican Arena, Simul8 y Witness. La de mayor accesibilidad con fines educativa es el software Arena ya que es gratuito bajo ciertas limitaciones. Las otras opciones pueden llegar a ser muy costosas.

Las limitaciones del software radican en que solo permite colas con 150 entidades, por ende, simular escenarios con colas superiores a esta magnitud no será posible. En la figura 6 se encuentra un ejemplo de una simulación mediante software Arena.

En el proceso de simulación, en primer lugar, se realiza la descripción del sistema, donde se concluyen teorías e hipótesis considerando observaciones efectuadas sobre los procesos que se involucran en ese sistema. Luego se ocupa el modelo real simulado para prever el comportamiento futuro, es decir, los efectos producidos por alteraciones en el sistema o por métodos empleados en su operación.

La simulación de procesos sirve para evaluar o reemplazar recursos, cambiarlo el flujo de los procesos, cambiar los tiempos o introducir nuevos servicios o tipos de clientes. También aporta para tomar decisiones de si eliminar servicios o cambiar la programación de las actividades para poder optimizar procesos.

Las ventajas que presenta esta herramienta es que es más efectiva en costo tiempo, permite manejar parámetros del proceso, no interrumpe el mundo real, permite experimentar en escenario de prueba, chequear supuestos o analizar escenarios. Además, no requiere que el proceso exista en realidad y es más práctico para situaciones analíticas complejas.

Sin embargo, presenta como que requiere gran cantidad de datos de entradas y puede demandar mucho tiempo. Por otra parte, no se tiene garantía precisa de los resultados, requiere cierto nivel de aprendizaje y si el proceso es muy complejo puede limitar la validez de los resultados [20].

5. Estado del arte

5.1 ¿Cómo se está resolviendo actualmente en la necesidad de aumentar la cantidad de pacientes que se realizan mamografía?

Actualmente en la comuna de Valparaíso existe un convenio con 5 establecimientos de carácter privado con la finalidad de dar respuesta a las mamografías solicitadas desde la APS del sector público. Los cupos que se derivan son limitados, por ende, no son acorde a la demanda, sino, al presupuesto.

En este contexto, se encuentra en proceso de licitación la adquisición de un mamógrafo móvil para la comuna de Valparaíso con la finalidad de acercar el examen a la población. Además, se informó que habrá nuevas estrategias que se aplicarán para ampliar este servicio en otros días y horarios, lo que permitirá facilitar el acceso a este tipo de examen y también acercar la salud primaria a la población.

Una de las desmotivaciones e inconvenientes en la población para la realización de mamografías en la comuna son los tiempos de espera que se generan en el proceso. Resolver los tiempos de espera generados en la salud pública en Chile se ha convertido en uno de los constantes desafíos para las autoridades. Su consideración se remonta a finales de la década de los noventa, pero sus primeros esfuerzos no fueron sistematizados si no hasta el año 2000, cuando se diseña el Plan de Acceso Universal (AUGE) con GES; la creación de estos planes obligó a identificar la demanda de los diferentes servicios y prestaciones de salud para poder proyectar la oferta ya que estableció garantías y tiempos máximos de atención para un conjunto priorizado de patologías y puso en marcha un sistema de información con el objetivo de dar seguimiento al cumplimiento de las garantías establecidas por ley (oportunidad y acceso) [21].

Algunas de las actividades implementadas para la disminución de tiempos de espera:

- Acceso abierto a agendamiento de horas, contacto telefónico como complemento a las consultas y uso de equipos multidisciplinarios con transferencias de tareas.
- Estrategias de capacitación basada en necesidades locales incluyendo derivaciones.
- Aumento de capacidades de resolución, exámenes y procedimientos, con recursos adecuados para ello, en patologías críticas.
- Priorización de los casos, auditorías e intervenciones para mejorar la eficiencia operacional.
- Identificación de cuellos de botella, recursos humanos, exámenes y/o procedimientos que limitan o enlentecen la resolución de los casos.
- Ficha clínica electrónica única, sistema de registro de derivaciones similar a SIGGES, mecanismos para asegurar la llegada de contra referencia y epicrisis a médicos de la APS.
- Interlocutores clínicos disponibles para la resolución de casos e implementación de estrategias, médicos contralores en APS y especialistas encargados de derivaciones en hospitales. Tiempos protegidos para permitir este trabajo de gestión.
- En diferentes centros de APS se agregaron periodos de extensión para poder generar más capacidad de atención diaria. Los periodos de extensión atienden con la mitad del personal que una jornada normal.

5.2 La simulación de procesos en la reducción de tiempos de espera y otros procesos clínicos.

La simulación de procesos ha sido una herramienta utilizada para abarcar diferentes problemáticas dentro del contexto sanitario, como lo es reducir tiempos de espera, asignación de recursos, mejorar flujo de pacientes y apoyar la toma de decisiones dentro de un ambiente hospitalario.

En cuanto a los tipos de simulación, entre los diferentes artículos analizados, se identifican 4 diferentes tipos de simulación; el tipo con mayor presencia fue uno basado en eventos discretos, por otro lado, se identifican simulaciones en base a una dinámica de sistemas, un artículo expone un modelo híbrido basado en los dos tipos anteriores y finalmente otros presentan un modelo basado en colas.

Según el artículo *“A Simulation Modelling Approach to Evaluating Alternative Policies for the Management of the Waiting List for Liver Transplantation”* en donde se realiza una simulación para evaluar alternativas para el manejo de la lista de espera para trasplante de hígado, la simulación por eventos discretos permite que los pacientes tengan atributos individuales (por ejemplo, edad, gravedad de la enfermedad) que influyen en su ruta a través del modelo, así como impactar en los costos y resultados asociados con los hechos vividos. Los eventos no se limitan a intervalos de tiempo fijos particulares, lo que también mejora la flexibilidad del modelo. Este tipo de simulación ayuda a describir el movimiento de los pacientes a través de una serie de eventos que suceden en puntos discretos en el tiempo. La estructura del modelo puede reflejar el patrón y, por ejemplo, el momento en que el paciente recibe la atención. Como resultado se obtiene una sugerencia sobre la rentabilidad general del programa de trasplante de hígado; podría mejorarse si se modificara la política de asignación actual para dar más peso a la edad del paciente y reducir las posibilidades de éxito de los pacientes más gravemente enfermos [22].

Adicionalmente, el artículo *“Reducing patient wait times and improving resource utilization at British Columbia Cancer Agency’s ambulatory care unit through simulation”* busca reducir los tiempos de espera en los pacientes y mejorar la utilización de recursos en la unidad de atención ambulatoria utilizando la simulación por eventos discretos y uno de sus resultados fue identificar la utilización innecesaria de las salas de exámenes [23]. En el mismo contexto, en una investigación titulada *“Using simulation models to improve patient flow in an outpatient orthopedic clinic”* se simula un proceso en una clínica ortopédica ambulatoria con la finalidad de mejorar el flujo de los pacientes resultando en la simulación una reducción del tiempo espera hasta de 60 minutos menos [24], mientras que el artículo *“Using discrete event simulation to compare the performance of family health unit and primary health care centre organizational models in Portugal”* se utiliza para evaluar el desempeño de dos modelos organizativos, comparándolos y analizando el desempeño luego cambiar de un modelo a otro resultando encontrar que el nuevo modelo parece tener el potencial de generar mejoras sustanciales en la productividad y accesibilidad, sin tener un impacto significativo en los costos. Esta conversión podría implicar una reducción del 45% en el número medio de días necesarios para obtener una cita médica y un aumento del 7% y 9% en el número medio de consultas médicas y de enfermería, respectivamente [25].

La simulación también se ha aplicado con frecuencia en sistemas de salud públicos para analizar listas de espera para procedimientos electivos. Everett desarrolla una herramienta, en un trabajo titulado *“A simulation modeling approach to assess length of stay, occupancy, vacancy, and bed blockage in a hospital geriatric department”*, de apoyo a la toma de decisiones para permitir a los gerentes experimentar con diferentes niveles de recursos para determinar su impacto antes de la implementación. Se realiza una simulación para evaluar la duración de la estadía, la ocupación, el vacío y el bloqueo de camas en un departamento geriátrico de un hospital muestra que la falta de servicios sociales fue la culpa de una crisis recurrente de camas de invierno en un hospital británico [26].

Una investigación denominada “*Diseño de procesos para reducir la lista de espera traumatológica no garantizada, Hospital público chileno*” que presenta una visión desde la gestión de operaciones buscando reducir las listas de espera, describe un marco para poder examinarlas y proporciona un ejemplo modelando demanda traumatológica [27]. En tal, Davies desarrolló un modelo de simulación personalizado que identificó la escasez de camas como causa de un cuello de botella en el tratamiento de pacientes de cardiología en un hospital de Londres.

Otros tipos de simulación identificados fueron la dinámica de sistemas y teoría de colas. Según el artículo “*Decreasing Laboratory Turnaround Time Improves Emergency Department Performance and Decreases Emergency Medical Services Diversion: A Simulation Model*” con el enfoque de dinámica de sistemas, los procesos clínicos y operativos clave se expresan como bucles causales dentro del sistema. Los aspectos cuantitativos se describen como existencias y se aplican a acumulaciones discretas de pacientes: número de espera en la sala de espera, en el servicio de urgencias, etc. Los aspectos de flujo de pacientes a través del modelo se describen mediante ecuaciones diferenciales que forman parte del algoritmo dentro del software.

La teoría de colas se describe en base a diferentes ecuaciones y también es utilizado en el contexto de buscar disminuir los tiempos de espera de los pacientes [28].

El detalle de la identificación de artículos se encuentra en el [anexo 16](#).

6. Metodología e implementación

El desarrollo de este trabajo se realiza por medio de diferentes etapas enfocadas en cumplir los diferentes objetivos específicos. Cada etapa presenta sus respectivas actividades.

Etapas	Objetivo	Actividades
1	Objetivo específico 1	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de información. • Identificación y diseño de los procesos. • Levantamiento de tiempos de espera y porcentajes de los nodos de decisión
2	Objetivo específico 2	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción del modelo base de simulación • Validar simulaciones
3	Objetivo específico 3	<ul style="list-style-type: none"> • Elegir propuestas de mejora • Construcción del modelo de simulación de propuesta
5	Objetivo específico 4	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de opción/es de mejora • Selección de opción/es de mejora

Tabla 2 – Metodología utilizada para el desarrollo de esta investigación, elaboración propia.

6.1 Recopilación de información

6.2 Identificación y diseño del proceso.

El propósito de esta actividad es diseñar el macroproceso de prevención del cáncer de mama desde la realidad de los centros de APS pertenecientes a la comuna de Valparaíso, identificando los procesos mediante la estrategia presentada en el marco teórico, reconociendo sus relaciones para mapear la situación mediante el software BIZAGI.

6.2.1 Identificación de actividades, entradas y salidas.

Desde la guía clínica, se identifican las actividades que se desarrollan desde servicios de atención primaria y se reconoce el límite del proceso de prevención con la atención secundaria. El detalle se encuentra en el [Anexo 2.1](#).

Posterior a la identificación de los procesos principales, se procede a complementarlos con información extraída desde el personal entrevistado en la actividad de recopilación de información. Se completa la tabla de identificación de proceso que se encuentra en el [Anexo 2](#) mediante la estrategia de levantamiento de procesos.

6.2.2 Diseño del proceso

En base a la identificación de los procesos, se procede a diseñar el modelo conceptual para la prevención del cáncer de mama desde centro de APS, mediante el apoyo del software BIZAGI.

Se realiza un modelo general que relaciona todos los procesos principales identificados (Asignación de horas, Consulta de Matrona, EMP, Exámenes y Derivación a interconsulta) con sus nudos principales de decisión y los responsables de cada parte del proceso. En el [Anexo 3](#) se observa el modelo general.

Macroproceso	Procesos	Subprocesos/Actividades	Responsables
Prevención del cáncer de mama desde la atención primaria	Asignación de horas	Asignar hora para matrona o EMP	Encargado SOME
		Recopilar solicitudes internas de hospital	Enfermera(o)
	EMP	Aplicar cuestionario	
	Consulta Matrona	Derivar consulta matrona	Enfermera(o)
		Derivación a exámenes	Matrona
		Derivación a seguimiento	Matrona

	Exámenes	Mamografía	Médico especialista
		Ecografía Mamaria	
		Enviar resultados a la corporación	Radiólogo Secretaría centro externo
		Enviar resultados a CESFAM	CORMUVAL
	Derivación a interconsulta	Derivar casos BIRADS 4 o 5	Matrona

Tabla 4 - Subprocesos diseñados, elaboración propia

Además, se realiza el diseño de cada proceso en particular determinando las diferentes actividades que se deben desarrollar a lo largo de cada proceso. El detalle de cada diseño se encuentra en el [Anexo 4](#).

6.3 Levantamiento de tiempos de espera y porcentajes de ocurrencias

Para cuantificar el tiempo total en que el paciente se encuentra dentro del proceso de prevención, se deben reconocer las diferentes colas y tiempos de los procesos, resolviendo la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo total} = \bar{X} \text{ días en cola para consulta matrona} + \bar{X} \text{ días en cola para exámenes} + \bar{X} \text{ días en cola para derivación}$$

6.3.1 Reconocer tiempos de espera actuales en los procesos de prevención.

En base a las reuniones realizadas en la recopilación de información, se determina la duración de las actividades de los diferentes subprocesos identificados. Estos datos se complementan con documentación referente a la lista de espera actual en Valparaíso para el 2021 y un estudio que se le realizó a la demanda de mamografías en la región de Valparaíso.

En conjunto a esto se realizan visitas a 6 centros de atención primaria de la comuna de Valparaíso con la finalidad de registrar los días de espera que existen para agendar hora para EMP y consulta con matrona. Se visitan durante un horario de tarde para no perjudicar la afluencia que existe en la mañana; si bien no existe la posibilidad de tomar hora debido a la no disponibilidad de números, el personal encargado de SOME responde acerca de la hora más cercana que existe para acceder a este servicio. También se consulta por los tiempos en que se demoran en asignar horas, bajo su consideración. En complemento a esto, se realizan llamadas telefónicas con el mismo fin a 2 centros de exámenes para determinar los días de espera para mamografía y ecografía mamaria.

Teniendo el conocimiento de los tiempos en cola, se identifica cuál es el proceso con mayor acumulación de días de espera.

6.3.2 Identificar porcentajes de ocurrencias de los nodos de decisión del proceso de prevención de cáncer de mama desde la atención primaria.

Para el estudio de los porcentajes de ocurrencias, se utilizaron datos extraídos del Plan Comunal de Valparaíso, un estudio realizado sobre la demanda de mamografía en la región de Valparaíso y de la lista de espera GES y no GES año 2021.

La tabla con las fórmulas de cálculo de los porcentajes de cada nudo de decisión se encuentra en el [Anexo 8](#).

6.4 Construcción del modelo base de simulación.

Se simulan los diferentes procesos identificados. Se utiliza el software Arena, Rockwell Automation, versión 16.10 debido a que presenta una versión para estudiantes que permite simular eventos discretos. La versión estudiante presenta la limitación de 150 entidades como máximo en cola, por tanto, los escenarios reales se ajustan para no superar este valor en las colas de los modelos.

Los procesos se simulan en torno a 5 días y considerando que comienza desde una demanda inicial de cero, esto con el objeto de no superar las 150 entidades por cola, pero si lograr simular el momento en que se concentran actualmente la mayor cantidad de días de espera; por ejemplo, no se logra simular los 6 meses reales que existen de tiempo de espera para acceder a una mamografía, pero se genera un modelo que, dentro de los 5 días simulados, obtenga como resultado una cola para acceder a este servicio.

6.4.1 Elección módulos: Asignación de horas y EMP

Para comenzar, el proceso se utiliza un módulo “Create” en donde se describe la llegada del paciente definiendo el tiempo entre llegadas en el programa como un tipo “Schedule” como se observa en la figura 7.

La llegada de los pacientes se describe en base a la información levantada por el personal entrevistado. Se declara que al día el CESFAM entrega 120 números para tomar hora para cualquier servicio, en donde la mayor cantidad de flujo de pacientes se concentra en la mañana.

Se consideran doce intervalos por las doce horas de funcionamiento del CESFAM, en donde en las primeras 5 horas se concentrará la mayor cantidad de pacientes.

El máximo de arribos se define como “infinite”, para determinar la cobertura de pacientes que alcanza a cubrir el modelo de simulación.

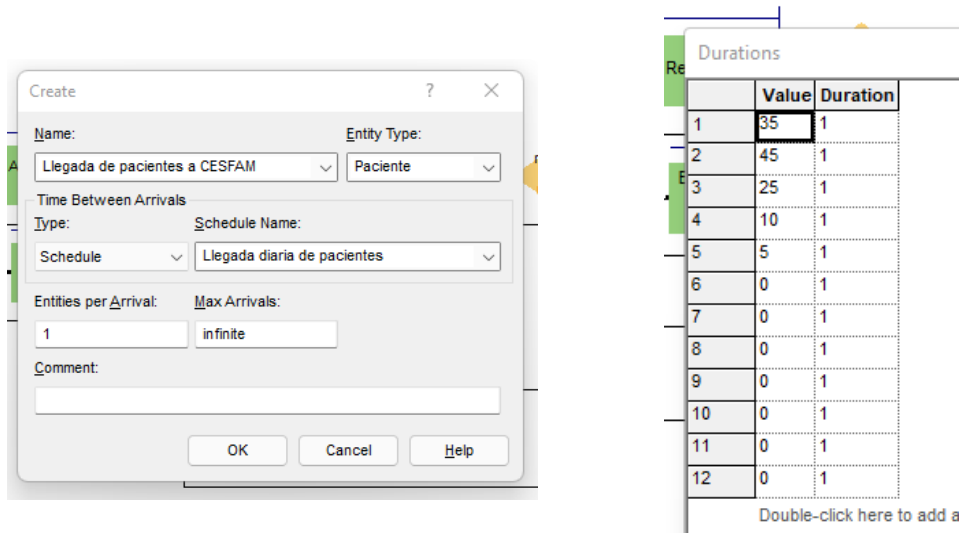


Figura 7 – Programación de la llegada de pacientes al CESFAM para la asignación de horas

A continuación, mediante módulos “process”, se describen las actividades pertinentes del proceso. La actividad de atención por SOME se define mediante una acción de “Seize Delay Release” para liberar a su recurso al terminar el proceso. Se le asigna un tiempo de retraso constante en donde se describe el dato entregado por el encargado de SOME. Se ingresa el recurso disponible mediante un tipo SET para indicar que hay más de un encargado trabajando al mismo tiempo como se observa en la figura 8.

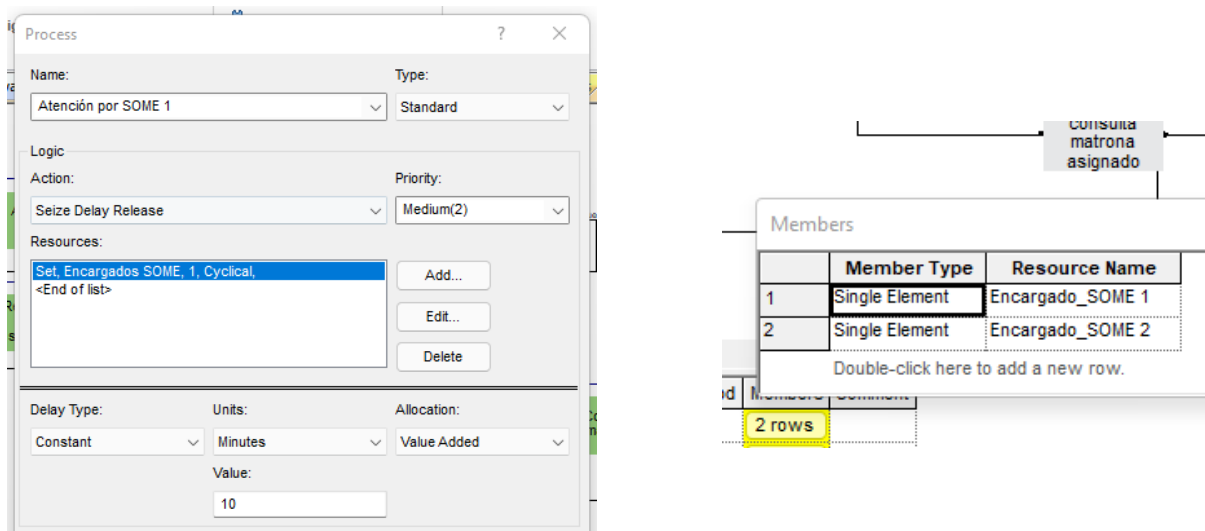


Figura 8 – Programación recursos de la actividad atención por SOME

La misma lógica anterior se utiliza para los procesos/actividades “realizar EMP”, “enviar solicitudes” y “recolectar solicitudes”. En el [Anexo 5](#) se observa el detalle de cada módulo.

6.4.2 Elección módulos: Consulta matrona

Para el proceso de consulta de matrona se utilizan dos módulos “process”, donde el primero se utiliza con tipo “seize delay” en donde no se libera el recurso debido a que se debe realizar una sanitización del box antes de atender a la siguiente paciente. Para la sanitización del box se utiliza un módulo “process” del tipo “delay release” para liberar al recurso para la siguiente consulta. El recurso de ambas actividades está dado por un tipo set, indicando las dos matronas disponibles por jornada como se observa en la figura 9. El 1 significa que el recurso esta disponible a esa hora y 0 cuando lo se encuentra disponible. El detalle de la configuración y diseño de esta simulación se encuentra en el [Anexo 5.2](#).

Name	Type	S
Matrona 1	Based on Schedule	di
Matrona 2	Bas	

Durations		
	Value	Duration
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	0	1
6	1	1
7	1	1
8	1	1
9	1	1
10	0	1
11	0	1
12	0	1

Durations		
	Value	Duration
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	0	1
7	1	1
8	1	1
9	1	1
10	1	1
11	1	1
12	1	1

Figura 9 – Programación jornadas de matronas disponibles.

6.4.3 Elección módulos “Exámenes”.

La llegada de los pacientes al proceso se indica mediante una expresión normal. Los datos son extraídos de la simulación anterior. Se realiza un registro en una hoja de Excel de las horas que se registran en la simulación anterior en donde el paciente es derivado a mamografía o ecotomografía mamaria. La tabla de identificación se encuentra en el [Anexo 9](#).

Se generan 11 entradas diferentes mediante el módulo “create” correspondientes a cada CESFAM perteneciente a la comuna de Valparaíso. Se utiliza la misma expresión para cada uno de los módulos.

Se utiliza un módulo decide para distinguir entre los pacientes que asisten por mamografía o ecografía. A continuación, se agregan ocho de estos módulos con el objetivo de distinguir al centro perteneciente al convenio con CORMUVAL al que se deriva al paciente. Los porcentajes se programan configurando el tipo como “N-way by chance”.

Para el caso de los exámenes, el recurso que se toma en consideración son los cupos disponibles para derivar a centros pertenecientes al convenio con CORMUVAL. Los cupos que se consideran son 4 diarios por CESFAM, valores calculados desde el valor máximo de exámenes realizados en el año 2018 que se registra en el estudio a la demanda de mamografías en la comuna. En la figura 10 se identifica la programación de estos cupos en el modelo.

Por otro lado, para la revisión de los exámenes por parte de la matrona, solo se le configuran las dos horas en las que se le asigna resolver esta actividad. Esta configuración se observa en la figura 11.

Mediante módulos “process”, configurados con un tipo “delay”, se agregan los procesos de recolección y envío de los informes junto a los resultados de exámenes entre los establecimientos hasta llegar al CESFAM correspondiente. Finalmente, mediante un módulo “decide”, se configura la probabilidad del resultado del examen para que el flujo tome el camino pertinente: seguimiento (consulta con matrona), derivación a interconsulta o fin de la prevención por no presentar hallazgos.

	Value	Duration
1	0	1
2	0	1
3	0	1
4	1	1
5	0	1
6	1	1
7	0	1
8	1	1
9	0	1
10	1	1
11	0	1
12	0	1

Figura 10 – Programación de cupos disponibles

	Value	Duration
1	0	1
2	0	1
3	1	1
4	1	1
5	0	1
6	0	1
7	0	1
8	0	1
9	0	1
10	0	1
11	0	1
12	0	1

Figura 11 – Programación de jornada disponibles de matronas

El detalle de la simulación de este proceso se encuentra en el [Anexo 5.3](#).

6.4.4 Elección módulos “Derivación a interconsulta”

Del proceso anterior se derivan 6 solicitudes para interconsulta dentro de los 5 días que fueron programados en la simulación. Se programa la llegada de 6 solicitudes diarias. Se configura el envío de la solicitud hacia el hospital solo el viernes.

Se utiliza un módulo “CREATE” para el ingreso de solicitudes de pacientes con diagnóstico BIRADS 4 y 5. Se utiliza un módulo “PROCESS” para ajustar la actividad en donde la matrona ingresa en la ficha electrónica del paciente una alerta GES; a continuación, mediante el mismo se ajusta el envío de la solicitud hacia el hospital por medio de una funcionaria SIGGES. Se programa para que se realice solo el viernes de cada semana como se indica en la información levantada.

La salida serán las solicitudes enviadas al hospital.

6.4.5 Programar intervalos de tiempo.

La escala de tiempo se ajusta días de 12 horas por la jornada de funcionamiento de los centros de atención primaria, los que se encuentran funcionando con un horario de extensión de 17 a 20 horas, donde solo se encuentra disponible una matrona.

Se simula en torno a los 5 días hábiles de la semana, debido a la capacidad de colas del modelo estudiante. La configuración se visualiza en la figura 12.

Para que el modelo se acerque a la cantidad de días reales de espera que existe, debería correrse por lo menos 365 días; debido a esto, se realizará una simulación separada para cada parte del proceso.

Figura 12 – Programación de intervalo de tiempo de la simulación.

Los valores que se ingresarán en el proceso posterior al simulado deben mantener el intervalo de tiempo, para ver si los pacientes que el sistema envía desde el proceso anterior alcanzan a ser cubiertos en el siguiente. El número de réplicas varía en función de la validación de cada proceso en particular.

6.5 Validar simulaciones: Modelo Monte Carlo.

Para la validación del modelo, se procede a utilizar el método “Monte Carlo” para verificar el número de iteraciones que se deben realizar para obtener la simulación más cercana a la realidad. Se realizarán 10 réplicas del modelo base de cada proceso y se tomará la utilización instantánea del recurso correspondiente a cada uno.

La ecuación que se utiliza para el cálculo se encuentra a continuación:

$$n = t_{n-1, 1-\alpha/2}^2 \frac{S^2}{h^2}$$

Donde:

n: número de réplicas del escenario base

t: grados de libertad en el valor crítico de la distribución

α : intervalo de confianza al 95%

S: desviación estándar

h: intervalo de confianza con una mitad igual al valor

El detalle de la validación de cada proceso en particular se encuentra en el Anexo 6. A continuación se observa una tabla con la cantidad de réplicas que se deberán programar en la simulación de cada proceso.

Proceso	Número de réplicas
Asignación de horas	51
Consulta Matrona	1
Exámenes	13
Derivación a interconsulta	1

Tabla 5.- Validación de simulaciones

6.6 Evaluación para el desarrollo de opciones de mejora.

Para evaluar en qué parte del proceso es más pertinente enfocar la opción de mejora se consideran los resultados de los tiempos de espera obtenidos desde la simulación de cada proceso.

Se toman en consideración los procesos que presentan mayores tiempos de espera para generar una propuesta de mejora. El detalle de los tiempos de espera se observa en el [Anexo 10](#).

Los tiempos de espera que superen la jornada laboral establecida de 9 horas, serán priorizados para establecer una propuesta de mejora.

Para cada proceso priorizado se genera una propuesta. Estas se generan en base a una reunión realizada con la matrona que ha sido de apoyo en el desarrollo de este trabajo.

El objetivo de la reunión es establecer las limitaciones presentadas en el centro de atención primaria considerando el recurso involucrado en cada cola. Los recursos involucrados en los procesos se identifican igualmente en el [Anexo 10](#).

6.7 Simulación de opción de mejora.

En base a la evaluación, la propuesta de mejora se enfoca en dos procesos: Consulta con matrona y Exámenes. Se realiza la simulación de cada propuesta de mejora para verificar si logra disminuir las colas identificadas en los modelos de simulación base.

6.7.1 Simulación opción de mejora: Consulta con matrona.

Se utiliza el modelo base construido en el punto 6.4.2. Se incorpora un módulo “decide” para diferenciar la atención presencial de la atención por telemedicina. El porcentaje asignado es mayor para el caso de la atención presencial debido a que existen dos matronas disponibles, por ende, presentan más capacidad de atención.

Se agrega un módulo “process” del tipo “seize delay release” para la atención por telemedicina.

Para la consulta presencial, se programan jornadas de 9 horas para cada recurso “matrona” comenzando desde las 8 de la mañana. En el caso de la consulta por telemedicina se programa una jornada de 9 horas para su único recurso “matrona” comenzando desde las 11 am; de esta manera, se abarca el mismo horario de atención que cubre el horario de extensión. En la figura 13 se identifica como se configura la jornada laboral de la matrona de telemedicina para la propuesta.

	Value	Duration
1	0	1
2	0	1
3	0	1
4	1	1
5	1	1
6	1	1
7	1	1
8	1	1
9	1	1
10	1	1
11	1	1
12	1	1

	Value	Duration
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	1
7	1	1
8	1	1
9	1	1
10	0	1
11	0	1
12	0	1

	Value	Duration
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	1
7	1	1
8	1	1
9	1	1
10	0	1
11	0	1
12	0	1

Figura 13 – Programación de jornadas para matronas disponibles en propuesta de mejora

El diseño del modelo se encuentra en el [Anexo 11](#).

6.7.2 Simulación opción de mejora: Exámenes.

Se reemplazan todos los módulos que corresponden a las mamografías realizadas por los centros de salud que presentan servicio mediante convenio con CORMUVAL por un solo modulo donde exista un mamógrafo propio de la corporación, el cual funcionará en una jornada normal de 9 horas. La sección de que pertenece a ecografía en modelo anterior no se interviene debido a que no genera una cola significativa. En la figura 14 se aprecia la configuración del módulo creado en la propuesta de mejora simulando la implementación de un servicio de mamografía propio de la municipalidad de Valparaíso. En el [anexo 12](#) se encuentra el diseño del modelo de la propuesta de mejora.

	Value	Duration
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	0.5
6	0	0.5
7	1	1
8	1	1
9	1	1
10	1	1

Figura 14 – Configuración modulo para mamógrafo móvil.

6.8 Evaluación económica de la opción de mejora.

Se realiza un análisis de flujo de caja para el escenario base, versus, el escenario propuesto. De esta forma se determina si la propuesta es del todo factible en comparación con el gasto actual que existe para resolver esta problemática.

Para el caso de consulta de matrona se realiza una comparación del gasto en recurso humano en ambos casos. Para el caso de exámenes, se definen los costos fijos y variables existentes para entregar el servicio y se proyecta un flujo de caja a 10 años debido al gasto de la adquisición del mamógrafo.

Para la evaluación de la opción de mejora para la consulta de matrona se realiza una comparación de los costos asociados al RRHH. La información fue extraída desde documentos de transparencia.

Para la mejora asociada al proceso de exámenes se realiza un análisis de costos mediante el cálculo del valor actual bruto (VAC) con una proyección de 5 años para comprar que tan costo es cada proyecto considerando que las propuestas van dirigida al sector público. Se considera una tasa de descuento social de 0,06%. El flujo de caja se encuentra en el [anexo 15](#).

Para estimar el valor del convenio se considera el costo particular para una mamografía en la clínica Valparaíso, la que se define en \$30.540

Para el cálculo de demanda se considera el valor entregado por la CORMUVAL de mamografías realizadas al año 2021 y se proyecta considerando que ese valor debe aumentar saba la necesidad de cobertura. La proyección se hace en torno al valor presente al 2018, que alcanzaba las 6172. Los flujos de caja se encuentran en el [anexo 16](#).

7. Resultados.

7.1 Resultados obtenidos para el objetivo específico 1.

Se identifican 5 subprocesos dentro de la prevención del cáncer de mama desde la APS. La Asignación de horas, EMP, Consulta matrona, Exámenes (subproceso que se divide en dos, mamografía y ecotomografía) y derivación a interconsulta. En la figura 4 se encuentra el diseño general del proceso, relacionando sus entradas y salidas entre cada subproceso identificado

Se obtienen los tiempos por cada actividad identificada (el detalle de los tiempos por actividad se encuentra en el [anexo 2.4](#).) junto a los tiempos de espera para cada proceso, identificando el mayor para el proceso de exámenes, con un promedio de espera de 139 días, seguido por la consulta con matrona con un promedio 45,5 días de espera. Para asignación de horas personal de SOME indica que se genera una cola de un par de horas para que el paciente sea atendido desde que ingresa al CESFAM mientras que, para la derivación de interconsulta, debido a que solo se envían los viernes las solicitudes, el tiempo de espera para el ingreso de la solicitud fluctúa entre 1 a 6 días. El detalle del levantamiento de la información se encuentra en el [anexo 2.3](#).

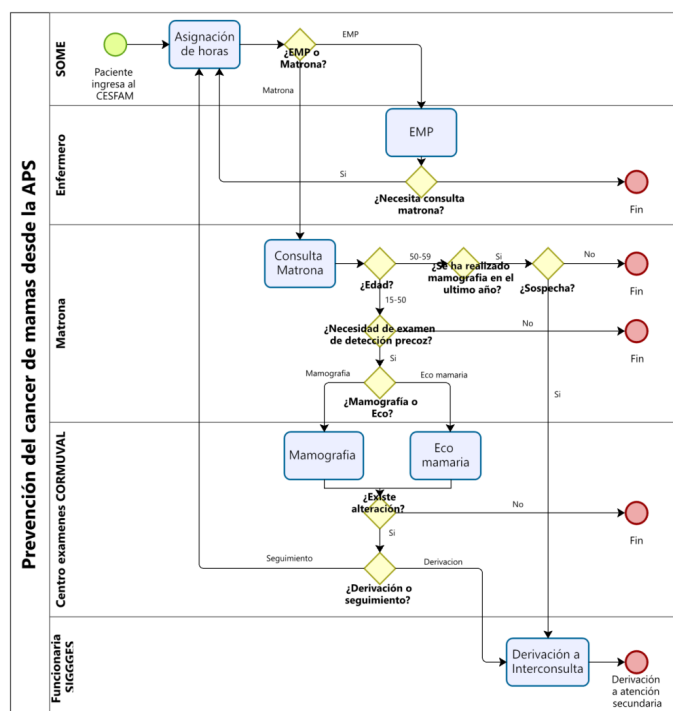


Figura 15 – Diseño del proceso general de prevención de cáncer de mama desde la APS

7.1.1 Diseño del proceso Asignación de horas.

El diseño del proceso realizado mediante el software BIZAGI se encuentra en el Anexo 4.1. Los recursos disponibles para el desarrollo de este proceso son 2 encargados de SOME por jornada.

El objetivo del proceso es la entrega de horas de atenciones de salud a los pacientes. Las actividades que se realizan son la asignación de horas mediante la ventanilla de SOME y la recolección de solicitudes de horas desde servicios internos del CESFAM.

Dentro de los servicios internos, bajo el contexto de prevención de cáncer de mama, se consideran las solicitudes enviadas desde EMP para consulta con matrona y las de pacientes derivadas a seguimiento debido a un diagnóstico proveniente de un examen de mamografía o ecografía con BIRADS 3 (anexo 2.5).

7.1.2 Diseño del proceso “EMP”

El diseño del proceso realizado mediante el software BIZAGI se encuentra en el Anexo 4.2. Los recursos disponibles para la realización de este proceso son 2 enfermeros por turno.

Dentro de las actividades, se realiza un cuestionario al paciente donde se concluye si necesita una consulta con la matrona debido alguna alerta asociada a edad, factor de riesgo o examen físico de mama alterado. De ser necesario, es el mismo enfermero quien solicita la hora por medio de una planilla, en donde anota a todas las pacientes que necesiten consultas médicas y llegan a la casilla de la secretaría de SOME.

7.1.3 Proceso “Consulta Matrona”.

Los recursos disponibles para el desarrollo de este proceso son 2 matronas por jornada y 1 de extensión. El detalle del diseño del proceso se encuentra en el [Anexo 4.3](#).

La matrona será la encargada del proceso; se realiza una evaluación a la paciente y se determina la necesidad de exámenes de diagnóstico precoz para el cáncer de mamas, los que pueden ser mamografía o ecotomografía.

En caso de ser una paciente entre 50 y 69 años se deriva directamente a mamografía si no se la ha realizado en los últimos 3 años.

Si la paciente indica algún factor de riesgo asociado al problema de salud o un examen físico sospechoso, se le deriva a un examen de mamografía en caso de tener más de 35 años; en caso de ser menor de esa edad, se le deriva a ecotomografía mamaria. En casos de mamografía inconclusa se le deriva a ecotomografía mamaria para descartar derivación por sospecha.

Lo anterior en el diagrama de flujo se identifica mediante la decisión “¿Necesidad de examen precoz?”, en donde, si la paciente presenta examen físico alterado o factor de riesgo asociado, se le deriva al examen correspondiente.

7.1.4 Proceso “Exámenes”

Para el desarrollo de este proceso se tiene como recurso por cada centro externalizado 1 sala de mamografía y 1 sala de ecotomografía. El detalle del diseño del proceso se encuentra en el [Anexo 4.4](#).

De requerir mamografía o ecotomografía para la detección precoz del cáncer de mamas, el paciente será derivado a un centro que se encuentre con el equipamiento necesario perteneciente a la CORMUVAL, dentro de los cuales se encuentran 4: CONAC, Imagen Plus, CAPREDENA y Clínica Valparaíso.

La matrona es quien realiza la derivación al centro perteneciente de la CORMUVAL por medio de una plataforma en donde se asignará una hora en base a la disponibilidad de los centros. Posteriormente, el mismo centro perteneciente a la corporación llamará a la paciente informando el día que debe asistir.

Los exámenes se recopilan todas las semanas los viernes y son enviados a la CORMUVAL, donde se repartirán a sus respectivos CESFAM.

Luego, son entregados a la matrona, quien revisa los informes y en caso de detectar BIRADS 4 o 5 ([anexo 2.5](#)) llama a la paciente para comunicar el resultado y proceder a continuar. En caso de BIRADS le debe informar al paciente la necesidad de seguimiento. En caso de no presentar hallazgos igual se le comunica a la paciente.

7.1.5 Proceso “Derivación a interconsulta”

Los recursos disponibles para este proceso son 2 matronas. El detalle del diseño del proceso se encuentra en el [Anexo 4.5](#).

En caso de necesitar derivación a atención secundaria por BIRADS 4 o 5 ([anexo 2.5](#)) la matrona se encarga de enviar la solicitud mediante la ficha clínica electrónica del paciente. Estas solicitudes le llegan a la funcionaria SIGGES del CESFAM quien ingresa la solicitud como GES para que aparezca en el sistema nacional. Las solicitudes son enviadas al hospital todos los viernes en la mañana.

7.2 Resultados obtenidos para el objetivo específico 2.

En las simulaciones del modelo base no se observan los tiempos de espera reales debido a la limitación del software, sin embargo, se consideran los tiempos reales de las actividades y se configuran colas en los procesos identificados anteriormente, considerando que exámenes es el proceso con mayor tiempo de espera. Para todos los resultados se simula en torno a 5 días.

7.2.1 Modelo base de simulación para Asignación de horas y EMP.

El diseño del modelo se encuentra en el [Anexo 5.1](#). El proceso se simula en torno a 51 réplicas. Se obtiene un promedio de tiempo de espera expresado en horas; el momento en donde se concentra un mayor tiempo de espera (2,18 horas) es cuando el encargado de SOME debe asignar las horas solicitadas. El detalle de los resultados se encuentra en el [Anexo 7.1](#) y en la tabla 6 se encuentra el resumen.

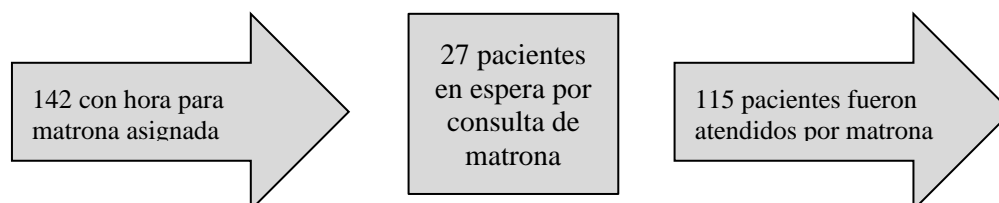
Medidas aritméticas	Tiempo de espera (horas)			
	Atención SOME	Realizar EMP	Envío solicitudes	Recolección de solicitudes
Promedio	2,22	1,27	1,45	1,77
Media	2,19	1,04	1,23	1,66
Desviación estándar	0,26	0,68	0,70	0,44

Tabla 6 – Resultados simulación asignación de horas.

De la cantidad total de pacientes que ingresaron al paciente, se obtiene una estimación de pacientes a quienes se le asigna hora con matrona, presentando un promedio de 141,67 pacientes. El detalle de estos resultados se encuentra en el [Anexo 7.1](#)

7.2.2 Modelo base de simulación para consulta con matrona.

El diseño del modelo se encuentra en el [Anexo 5.2](#). Para la llegada de pacientes se consideran los pacientes que arroja el resultado anterior. Se genera una cola para acceder a la consulta con la matrona.



Considerando que las matronas disponibles por jornadas tienen la capacidad de atender a 22 pacientes al día y además los fines de semana no trabajan, se generan 8 días de espera. Debido a la limitación del

software no se pueden realizar colas aproximadas a los días de espera que existen actualmente, pero de todas formas se genera la tendencia.

Las pacientes que ingresan en una semana al CESFAM no alcanzan a ser atendidas dentro de la misma semana. Los resultados obtenidos desde la simulación se observan en la figura 16. Los resultados se encuentran en horas. Se registra el tiempo de espera y número de personas en espera.

Queue Detail Summary	
Time	
Consulta matrona.Queue	Waiting Time 10.70
Other	
Consulta matrona.Queue	Number Waiting 27.95

Figura 16 – Resultados simulación modelo base consulta matrona; datos expresados en horas

7.2.3 Modelo base de simulación para exámenes.

El diseño del modelo se encuentra en el [Anexo 5.3](#). La llegada de pacientes depende de los resultados anteriores y se genera un módulo por cada CESFAM existente. Se generan las colas que existen en mamografía divididas en los diferentes centros de salud que presentan convenio con CORMUVAL. La salida para interconsulta es de 6 pacientes.

Time	
Ecografía centro CONAC.Queue	Waiting Time 0.77
Ecografía CLINICA VALPARAISO.Queue	3.43
Ecografía IMAGEN PLUS.Queue	2.66
Ecografía mamaria CAPREDENA.Queue	4.30
Mamografía centro CAPREDENA.Queue	3.30
Mamografía centro CONAC.Queue	17.64
Mamografía centro IMAGEN PLUS.Queue	10.07
Mamografía clinica Valparaiso.Queue	20.80
Recepción informes.Queue	2.23
Other	
Ecografía centro CONAC.Queue	Number Waiting 0.13
Ecografía CLINICA VALPARAISO.Queue	0.92
Ecografía IMAGEN PLUS.Queue	0.84
Ecografía mamaria CAPREDENA.Queue	0.07
Mamografía centro CAPREDENA.Queue	0.17
Mamografía centro CONAC.Queue	15.22
Mamografía centro IMAGEN PLUS.Queue	9.93
Mamografía clinica Valparaiso.Queue	27.55
Recepción informes.Queue	4.62

Figura 17 – Resultados simulación modelo base “Exámenes”, datos expresados en horas

Se rescata una muestra de las réplicas de simulaciones. Debido que para ecografía no se registran colas tan extensas, se generan tiempos de espera de 1 a 2 horas para que las pacientes sean atendidas dentro del intervalo de tiempo simulado. Para mamografía se generan tiempos de espera mayores a la magnitud que se genera en consulta con matrona, para mantener la tendencia del modelo real. Los tiempos de

espera se distribuyen entre los diferentes centros y no mantienen la tendencia real de espera, sin embargo, a cada centro se le asigna el porcentaje de atención establecido un artículo que analiza la demanda de mamografías en Valparaíso. El total de personas en cola será de 55 y el mayor tiempo de espera registrado de 20,8 horas.

7.2.4 Modelo base de simulación para derivación a interconsulta

El diseño del modelo se encuentra en el Anexo 5.3. La llegada se programó entorno a las solicitudes derivadas desde la simulación del proceso exámenes. Se programó la entrada de 6 solicitudes en una semana y el envío de las solicitudes solo se envía una vez a la semana. Se genera un tiempo de espera de 17.62 horas. Los días están simulados en tornos jornada de 9 horas,

Queue Detail Summary	
Time	
Envío de solicitud a HOSPITAL.Queue	Waiting Time 17.62
Other	
Envío de solicitud a HOSPITAL.Queue	Number Waiting 1.79

Figura 18 – Resultados simulación modelo base “Derivación a interconsulta”, datos expresados en horas

7.2.4 Análisis de colas simuladas.

Exámenes es el proceso con mayor tiempo en cola. El número de personas en cola disminuye debido a que la población derivada entre procesos va siendo menor que al inicio. El proceso de derivación de interconsulta presenta ese tiempo de espera constante debido a que el proceso solo se ejecuta una vez a la semana y la simulación es entorno a los 5 días hábiles de la semana.

Proceso	Tiempo en cola modelo base (horas)	Número personas en cola	Porcentaje de tiempos de colas modelo base
Consulta matrona	10.7	27 por CESFAM	21,74%
Exámenes	20,8	55	42.3 %
Derivación a interconsulta	17.7	1	35.96%
Total	49.2	46	100 %

Tabla 7 – Análisis colas simuladas

7.3 Resultados obtenidos para el objetivo específico 3.

7.3.1 Elección propuestas de mejoras

Se priorizan dos procesos para realizar la propuesta de mejora en base al tiempo de espera registrado: Consulta con matrona y Exámenes.

Para el caso de consulta de matrona se considera que se le consulte a la paciente si requiere un trámite sin necesidad de examen físico, debido a que existen pacientes que en ocasiones solo van a solicitar la orden para la mamografía. Además, se considera el caso de pacientes en edad de riesgo que solo requieran la orden de mamografía, de esta forma se le entrega una alternativa para solicitar una hora sin tener que asistir al centro.

De esta forma se obtendrá mayor demanda de mamografías, para lo que se propone derivar a las pacientes a servicio que no esté limitados por cupos si no por la capacidad de atención del equipo en su totalidad.

El proceso de derivación para interconsulta presenta una cola constante debido a su protocolo de solo enviar las solicitudes los viernes, por lo que se propone modificar su protocolo.

Proceso	Propuesta
Consulta con matrona	<p>Se propone la incorporación de una consulta de jornada completa mediante telemedicina para consultas que presenten solicitudes simples sin la necesidad urgente de la presencialidad. En el momento en que a la paciente se le asigne la hora, se le pregunta si quiere una atención presencial o por telemedicina.</p> <p>El flujo de los pacientes al ingresar al proceso se divide entre las consultas presenciales y por telemedicina.</p> <p>Para que no afecte significativamente en los costos del recurso humano, propone el intercambio de la matrona de extensión que existe actualmente por una consulta de jornada completa por telemedicina.</p> <p>El proceso propuesto se compone de dos matronas presenciales y 1 por telemedicina.</p>
Exámenes	<p>Se propone la adquisición de mamógrafo móvil municipal que abarque la demanda que proviene desde los centros de APS.</p> <p>Funcionará en una jornada normal. Requiere de un tecnólogo que realice el examen y</p>

Derivación a interconsulta

Se propone modificar el protocolo de derivación para una interconsulta en el hospital. Agregar un día más a la semana que se considere enviar las solicitudes. se envié no más de dos días desde el CESFAM.

Tabla 8 – Propuestas de mejora por proceso

7.3.2 Simulación de la propuesta de mejora: Consulta de matrona

La intervención del módulo genera una disminución en la cola de 8.91 horas logrando atender a todas las pacientes derivadas desde la asignación de horas, dentro del tiempo de simulación. En la figura 19 se encuentra el diseño del modelo y en el [anexo 11](#) sus resultados.

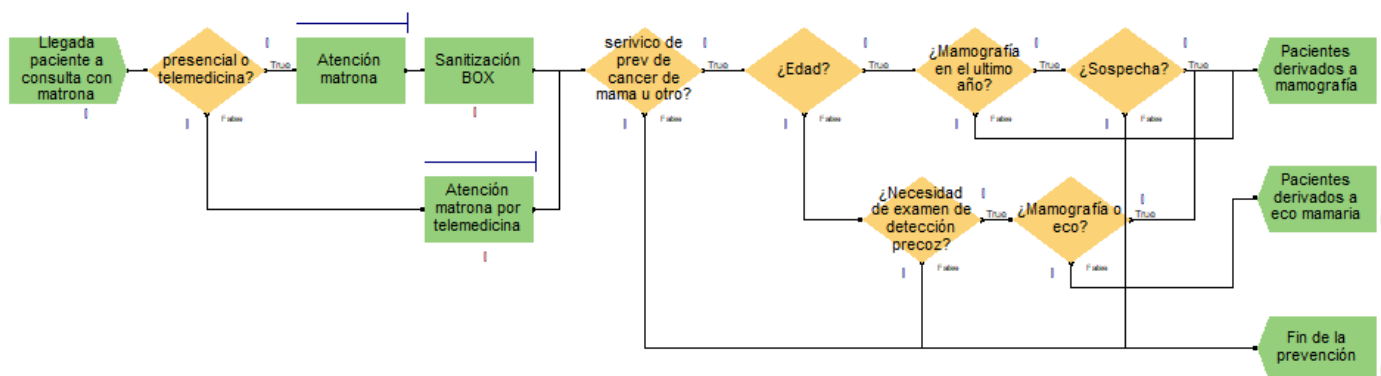


Figura 19 – Modelo de simulación “Consulta de matrona”

7.3.3 Simulación propuesta de mejora: Exámenes

Se unifican los procesos por solo un proceso de mamógrafo municipal que atienda en base a su capacidad. La unificación del proceso genera una disminución de 19.64 horas. En la figura 9 se encuentra su diseño. En el [anexo 12](#) se encuentran los resultados.

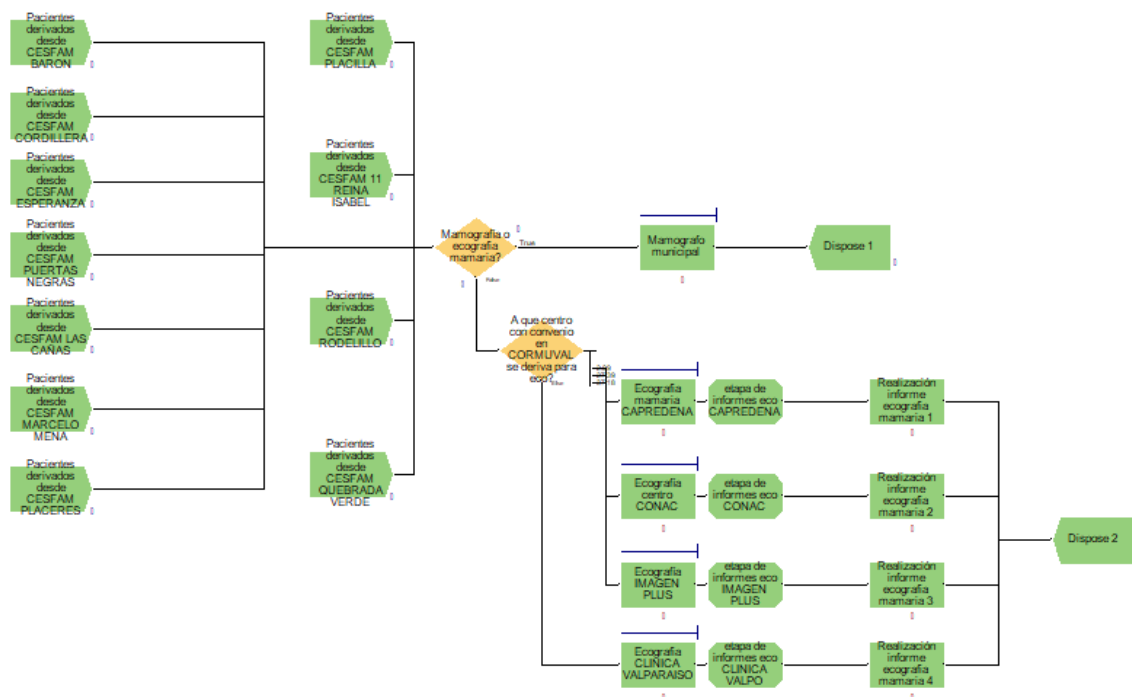


Figura 19 – Resultados simulación modelo base “Derivación a interconsulta”

7.3.4 Disminución de los tiempos de espera mediante simulación.

Se consideran los resultados de las simulaciones de los procesos mejorados y se compara con los obtenidos en esta etapa. El proceso de exámenes disminuye considerablemente su cola bajo la incorporación un mamógrafo que cubra la demanda. La cobertura que presenta el mamógrafo supera a la que se obtiene mediante el convenio.

Procesos	Tipo de cambio en el simulador	Tiempo modelo base	Tiempo modelo propuesta	Disminución
Consulta matrona	Añadir recurso	10.7	1.79	8.91
Exámenes	Unificar procesos	20.8	1.16	19.64
Derivación a interconsulta	Modificar calendario	17.7	0.60	17.1

Tabla 9 – Análisis de disminución de tiempos

7.4 Resultados obtenidos para el objetivo específico 4.

Se realiza la evaluación económica de cada propuesta de mejora. Se comparan los gastos que presentan en cada caso en la opción del modelo base con el gasto que proviene desde la propuesta de mejora.

7.4.2 Evaluación económica propuesta de mejora: Consulta de matrona

Los gastos que presenta el proceso para ambos casos es el recurso humano. En el caso del modelo base se gasta en dos jornadas completas y una jornada de extensión de 3 horas. La propuesta de mejora reemplaza la jornada de 3 horas por una de 9 por telemedicina.

Para el escenario actual existe un costo asociado a recurso humano de \$2.605.066. Para el escenario propuesto este monto asciende a \$3.349.533. Se deberá generar una inversión de \$744.467 si se implementara la propuesta.

Situación actual costos en RRHH consulta matrona

RRHH	Sueldo bruto estimado
Sueldo por Matrona jornada completa	\$ 1.116.533
Set de matronas	\$ 2.233.066
Sueldo Matrona extensión	\$ 372.177
Total en RRHH	\$ 2.605.243

Tabla 10 – Costos asociados a situación actual – consulta de matrona

Situación propuesta costos en RRHH consulta matrona

RRHH	Sueldo bruto estimado
Sueldo por Matrona jornada completa	\$ 1.116.533
Total RRHH	\$ 3.349.533

Tabla 11 – Costos asociados a situación propuesta – consulta de matrona

7.4.3 Evaluación económica propuesta de mejora: Exámenes

El escenario actual, proyectando en 5 años la demanda de mamografías que existe en el año 2022 y considerando que se debe aumentar esta cobertura debido a la disminución presente en los últimos años, presenta un valor actual de costos (VAC) de \$1.013.132.835

El escenario propuesto, proyectado a la misma cantidad de años que el escenario actual y considerando los gastos asociados a recurso humano y combustible, presenta un VAC de \$260.021.430. El valor más elevado en este caso es la adquisición del mamógrafo móvil y dentro de los costos fijos asociados el combustible será el costo mayor considerando el valor actual de combustible en el país. En recurso humano considerando tecnólogo médico, TENS y un radiólogo queda cercano a este costo en combustible.

El detalle de los flujos de caja se encuentra en el [anexo 14](#) y [15](#).

La opción actual es mucho más costosa proyectada a 5 años que la adquisición de un mamógrafo municipal.

8. Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación logran una disminución teórica en los tiempos de espera para los procesos levantados, sin embargo, la limitación que entrega el software en su versión estudiante en torno a la cantidad de entidades que soporta en cola en un mismo momento, establecido en 150, restringe la posibilidad de generar un modelo más cercano a la realidad en donde todas las variables interactúan en una misma simulación.

Realizar una manipulación en el diseño de los procesos aporta en solucionar esta limitación del software, por lo mismo, es interesante la metodología abordada para el desarrollo del trabajo, debido a que complementa la simulación, el levantamiento de proceso y la teoría de cola, generando un estrategia más sólida para resolver un proceso con un volumen de demanda elevado, simulando diferentes escenarios para evitar colas que superen la limitación; por lo anterior, se considera una metodología que puede ser muy efectiva para resolver problemas complejos desde un entorno y desafíos estudiantiles.

Se debe considerar que el análisis de colas puede no ser muy definitivo si el proceso se subdivide mucho debido a que la demanda ira bajando desde uno a otro, por ende, no fue un valor comparable, pero, de todas formas, es de gran importancia al momento de elaborar el modelo.

Si se tuviera el acceso a su versión de uso profesional en un entorno clínico se transforma en una potente herramienta para la toma de decisiones en torno a la resolución de problemas. Con una base de datos sólida, el software en su versión avanzada tiene los recursos para procesarlos.

Por otra parte, esta estrategia de mirar el problema desde diferentes escenarios establecidos por los procesos permite identificar desde que parte del flujo del proceso se debe intervenir. Para la presente investigación, si bien el proceso de asignación es la entrada al proceso general de prevención de cáncer de mama no es propio de él, ya que es la entrada para diferentes procesos que se llevan a cabo desde la APS; además, puede que este proceso se solucione, pero si no hay cobertura suficiente desde los servicios solo se estarán enviando más pacientes sin lograr ser atendidos e incrementando las colas.

Solucionar el acceso y cobertura para los servicios de consulta con matrona y exámenes desde la APS es fundamental para lograr generar una detección temprana del cáncer. La consulta con matrona entrega el acceso al examen de detección precoz, por ende, volver más cercano el proceso para las pacientes es fundamental. La telemedicina aún no es implementada a nivel de CESFAM en la comuna de Valparaíso y considerando que la infraestructura es de las limitaciones que existen en los centros de APS se considera una estrategia que podría generar un impacto en acercar el acceso a las mamografías a la población, debido a que sin orden no se puede realizar la mamografía.

Si este servicio presentara un resultado positivo, se derivarán muchas más pacientes al proceso de exámenes, por ende, se debe considerar tener este problema en proceso de resolución o la cola seguirá aumentando. La mamografía es la piedra fundamental en la detección precoz, por lo que se considera la propuesta con más relevancia para aportar con el problema. Contar con un mamógrafo que atienda la demanda, si bien es un primer gasto elevado, se compensa con el servicio entregado a la población. En cambio, el convenio es un costo fijo que se debe pagar anualmente que además no se encuentra

satisfaciendo la demanda actual; por otra parte, genera que dineros que van dirigidos a la salud pública finalicen en la atención privada.

Se podrá generar un gran ahorro en gasto de salud a largo plazo con la adquisición de equipamiento propio de la institución para atender problemas de salud.

Para el desarrollo del trabajo fue de gran relevancia la comunicación constante con el personal de salud involucrado en los servicios del proceso de prevención. Si bien la primera etapa es la que se indica como recopilación de información, el apoyo en el proceso de construcción del modelo de simulación fue de gran relevancia para acercar los procesos a la realidad.

En cuanto a los resultados de la simulación del proceso “Exámenes” es de importancia considerar el sesgo que se genera debido a que no todos los CESFAM presentan la misma salida de pacientes debido a la diferencia de población que atiende cada uno. Sin embargo, fue una estrategia apropiada para establecer la tendencia y superar la limitación que entrega el software.

Es de gran importancia a nivel país trabajar en torno a problemas de salud como lo es el cáncer de mama, debido a que se encuentra afectando a gran parte de la población de mujeres del país. Avanzar hacia estrategias que apunten a la prevención se considera que es la clave para abordarlos, ya que de esta manera no se permite el avance de la enfermedad a etapas de mayor complejidad y donde es más costoso tratarla. Si se quiere reducir el índice de mortalidad, apuntar a fortalecer los procesos de prevención es fundamental, por lo mismo, se considera importante el aporte realizado mediante este trabajo, el que logra una disminución de los tiempos en el paciente se encuentra en el proceso de prevención, por ende, aumenta sus probabilidades de detectar el tumor a tiempo y de sobrevivir. Desde la mirada del ingeniero biomédico, entregar la mirada del uso de las tecnologías apropiadas para detección precoz puede generar importantes iniciativas en la materia, así mismo como la mirada que se entrega sobre los procesos que envuelven el uso de la tecnología.

9. Conclusión

La prevención del cáncer de mama desde la APS, en base a centros de la comuna de Valparaíso, presenta 5 procesos que determinan el flujo de su demanda: asignación de horas, examen de medicina preventivo, consulta matrona, exámenes y derivación a interconsultas.

El proceso que mayor cantidad de días de espera acumula es el proceso de exámenes, donde se registran en promedio 139 días de espera para mamografía en base a la información levantada. El acceso a una consulta con matrona en los centros de APS registran en promedio 45,5 días de espera. Para la derivación a interconsulta existe una cola constante de debido a que las solicitudes solo se envían los viernes.

Los procesos se simulan por escenario considerando intervalos de 5 días. Se simulan por separado generando las colas identificadas para consulta de matrona, exámenes y derivación para interconsulta. Los días en cola se configuran en base a la limitación del software. Consulta con matrona se simula en torno a una cola de 10,7 horas, exámenes una cola de 20,8 horas y derivación de exámenes en torno a 17,7 horas.

Para la propuesta de mejora, al proceso de consulta de matrona se le agrega y reemplaza un recurso, añadiendo una consulta por telemedicina; para el proceso de exámenes se unifican los procesos relacionados a realización de mamografía a solo un proceso de mamografía, por un equipo municipal que funcione en base a su capacidad. Para el proceso de derivación a interconsulta se propone una modificación al protocolo añadiendo un día más en que se envíen las solicitudes.

Las colas disminuyen para las tres propuestas, siendo la disminución más considerable para el proceso de exámenes, con un valor de 19,64 horas. Para el caso de consulta con matrona disminuye en 8.91 horas y para derivación a interconsulta en 17.1 horas.

La evaluación económica realizada arroja que para la propuesta dirigida a consulta con matrona se deberá invertir \$744.467 en recurso humano para la contratación de una matrona en jornada completa de telemedicina. Para el proceso exámenes de observa que la adquisición de un mamógrafo, proyecto a 5 años, es mucho menos costoso que continuar con el convenio.

La metodología implementada se considera una herramienta influyente para resolver problemas de salud de alta demanda dentro del ambiente estudiantil. Las propuestas generadas son factibles dentro de lo económico a largo plazo y aporta a la detección temprana del cáncer de mama entregando mayor acceso en cuanto al examen de detección precoz. La comunicación con profesionales presentes el proceso fue de gran importancia para la construcción de los modelos de simulación.

La propuesta generada aporta a la detección temprana del cáncer de mama, disminuyendo el tiempo de prevención de la enfermedad, aumentando la probabilidad de que el tumor se identifique en una etapa temprana.

En cuanto a los objetivos planteados, se logra diseñar el proceso en base a la experiencia de una matrona participe del proceso de consulta de matrona, un técnico en radiología participe del proceso de exámenes, un enfermero participe del proceso de EMP y el apoyo de documentación pertinente. Se realiza la simulación obteniendo colas más acotadas al escenario real debido a la limitación del software, sin embargo, se ubican las colas de más espera en sus procesos correspondientes. La opción de mejora disminuye los tiempos simulados en el escenario actual, el que presentaba una cola de 49.2 días mientras que para el escenario simulado es de 3.55, fortaleciendo la detección precoz.

En cuanto a la evaluación de las opciones de mejora, para la propuesta de consulta de matrona se debe invertir en recurso humano mientras que, para el proceso de exámenes, la adquisición de un mamógrafo móvil público para la comuna genera un costo menor proyectado a 5 años en comparación a la situación actual.

10. Referencias bibliográficas

Bibliografía

- [1] OMS, «Cáncer de mama,» 26 03 2021. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>.

- [2] U. d. Valparaíso, «Obstetricia UV,» 20 10 2020. [En línea]. Available: <https://obstetricia.uv.cl/inicio/index.php/2020/10/20/prof-francisca-aguilar-en-el-mercurio-de-valparaiso-dia-internacional-contra-el-cancer-de-mama-regiones-de-magallanes-y-valparaiso-lideran-tasa-de-mortalidad/>. [Último acceso: 03 06 2022].
- [3] S. d. l. salud, «supersalud.gob,» 7 01 2021. [En línea]. Available: <http://www.supersalud.gob.cl/difusion/665/w3-propertyvalue-1962.html>.
- [4] E. mercurio, «Clinicas de Chile,» 1 06 2020. [En línea]. Available: <https://www.clinicasdechile.cl/noticias/lista-de-espera-ges-se-triplica-en-tres-meses-y-llega-al-nivel-mas-alto-de-los-ultimos-nueve-anos/>. [Último acceso: 2022].
- [5] S. d. s. pública, «Guía clínica AUGE "Cáncer de mama",» 2015.
- [6] s. p. l. e. d. s. d. d. l. C. M. d. V. Evaluación de la gestión de la demanda de exámenes imagenológicos diagnósticos: Ecografía Abdominal y Mamografía, «Raúl Vicuña Riveros,» Valparaíso, 2018.
- [7] CORMUVAL, «CM VALPARAISO,» 28 Junio 2022. [En línea]. Available: <https://cmvalparaiso.cl/2022/06/28/salud-municipal-de-valparaiso-hace-potente-llamado-a-mujeres-para-realizarse-mamografias-y-detectar-a-tiempo-el-cancer-de-mama/>. [Último acceso: Julio 2022].
- [8] M. d. S. Antonio, «IMSA,» 26 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.sanantonio.cl/municipalidad/noticias/item/8532-san-antonio-se-suma-a-campana-mundial-contra-el-cancer-de-mamas.html>. [Último acceso: Julio 2022].
- [9] U. d. Chile, «INTA,» 29 Octubre 2021. [En línea]. Available: <https://inta.cl/cancer-de-mama-en-chile-una-mirada-desde-la-prevencion/>.
- [10] M. Prieto, «Epidemiología del cáncer de mama en Chile,» *Revista médica clínica las condes*, vol. 22, 2011.
- [11] L. N. H. B. Gloria Icaza, «Descripción epidemiológica de la mortalidad por cáncer de mama en mujeres en Chile».
- [12] INE, «Plataforma de estadísticas,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.ine.cl/>. [Último acceso: Mayo 2022].
- [13] F. C. C, «Chile: nuevos desafíos sanitarios e institucionales en un país en transición,» 2018.
- [14] N. N. M. MUÑOZ, «ESTUDIO DE LAS CAUSAS INVOLUCRADAS EN EL INCUMPLIMIENTO DE LAS GARANTIAS GES,» 2017.
- [15] C. C. S.-P. CORTÉS, «MEJORA DEL SISTEMA DE ATENCIÓN PRIMARIA DE SALUD DESDE LA LOGÍSTICA Y LA GESTIÓN DE OPERACIONES,» 2012.
- [16] Y. A. HIRMAS, «PERCEPCIONES Y VIVENCIAS DE LA MUJER EN RELACION A LA POLITICA PUBLICA PREVENTIVA DEL CANCER DE MAMA.,» Santiago, 2020.
- [17] M. d. salud, «Plan nacional del cancer,» 2018.
- [18] C. M. d. Valparaíso, «Plan de salud comunal Valparaíso,» 2018.
- [19] ROGLE, «LA GESTIÓN DE LOS TIEMPOS DE ESPERA,» 2020.
- [20] S. y. S. Kelton, «Simulación con Software Arena,» 2008.
- [21] C. m. d. Chile, «Propuesta para disminuir las listas de espera,» *Revista colegio medico*, 2018.
- [22] J. Y. T. B. M. y. c. Ratcliffe, «Un enfoque de modelado de simulación para evaluar políticas alternativas para el manejo de la lista de espera para trasplante de hígado,» 2010.

- [23] P. C. V. F. J. e. a. Santibáñez, «Reducir los tiempos de espera de los pacientes y mejorar la utilización de recursos en la unidad de atención ambulatoria de la Agencia de Cáncer de Columbia Británica a través de la simulación,» *Health Care Manag Sci*, 2010.
- [24] T. L. P. B. D. y. c. Rohleder, «Uso de modelos de simulación para mejorar el flujo de pacientes en una clínica ortopédica ambulatoria,» *Health Care Manag Sci*, 2011.
- [25] A. S. Fialho, «“Using discrete event simulation to compare the performance of family health unit and primary health care centre organizational models in Portugal”,» 2011.
- [26] E. V. C. C. T. e. a. El - Darzi, «Un enfoque de modelado de simulación para evaluar la duración de la estadía, la ocupación, el vacío y el bloqueo de camas en un departamento geriátrico de un hospital.,» *Health Care Management Science*, 2018.
- [27] M.-G. A. Alicia Contreras Vielma1, «Diseño de procesos para reducir tiempo en lista de espera traumatológica no garantizada, Hospital público Chileno,» *Revista Médica de Risaralda*, 2017.
- [28] Storrow AB, «decreasing lab turnaround time improves emergency department throughput and decreases emergency medical services diversion: a simulation model,» 2017.

11. Anexos

Anexo 1: Levantamiento de información.

Anexo 1.1: Información desde la guía clínica

Servicios desde la APS que pertenecen a la prevención del cáncer de mama

Límite con atención secundaria

Criterios para definir las pacientes de alto riesgo para cáncer de mama.

Consulta con matrona - Examen detección precoz (mamografía o ecografía mamaria) - Autoexamen mamaria

Examen de detección precoz con resultado BIRADS 4 o 5 es derivado al hospital para realización de biopsia.

Riesgos Mayores:

- Historia familiar de 1° o 2° grado con cáncer de mama bilateral, cáncer mamario antes de los 50 años, familiares con cáncer de mama de dos generaciones, cáncer de mama y ovario, familiar varón con cáncer de mama.
- Radioterapia de tórax antes de los 30 años de edad por cáncer, usualmente de origen linfático.
- Antecedente de lesiones histológicas precursoras: hiperplasias atípicas, neoplasia lobulillar in situ, atipia plana.
- Antecedente personal de cáncer de mama.

En mujeres mayores de 40 años con antecedente personal de cáncer de mama, el riesgo relativo de un nuevo cáncer fluctúa entre 1.5 y 4.5. Si la mujer es menor de 40 años el riesgo relativo se eleva a 8.0

- Densidad mamográfica aumentada. El aumento de la densidad mamográfica mamaria ha sido identificado como factor de riesgo de cáncer de mama en diferentes publicaciones. Sin embargo, existe controversia con la cuantificación del riesgo según la magnitud de la densidad. Existe necesidad de ensayos clínicos prospectivos para definir el grado de riesgo de cáncer de mama según el tipo o extensión del aumento de densidad mamográfica.

Riesgos menores

- Edad. A mayor edad, mayor riesgo. La incidencia de cáncer de mama a los 80-85 años es 15 veces más alta que los 30-35 años. En estudios de prevención se considera alto riesgo a partir de los 60 años.
- Historial familiar en parientes de 1°, 2° o 3° grado, después de los 60 años.
- Factores reproductivos
- Enfermedades mamarias benignas proliferativas
- Sobrepeso después de la menopausia
- Ingesta crónica de alcohol.
- Algunas terapias de restitución hormonal.

Mejor método de tamizaje	Mamografía digital.
Grupo de pacientes a los que se dirige el tamizaje	Mamografías anuales o bianuales a mujeres entre 50-69 años.
Categorías BIRADS	0: Estudio incompleto, realizar estudios adicionales con mamografía o ecografía mamaria. 1: Normal, control según indicación 2: Normal, control según indicación 3: Anormalidad, control hallazgos probablemente benignos, realizar seguimiento 4: Anormalidad sospechosa de malignidad, hallazgos sospechosos, sugerir estudio histológico 5: Alta probabilidad de malignidad, hallazgos altamente sospechosos, realizar estudio histológico 6: Cáncer de mama diagnosticado o en tratamiento, control con especialista.
Cuando sospechar un cáncer mamario	Examen físico mamario con signos clínicos de cáncer de mama y/o mamografía sospechosa (BIRADS 4 o 5) y/o ecotomografía mamaria sospechosa (BIRADS 4 o 5).
Presencia de mamógrafos públicos en Valparaíso	No, se encuentra un mamógrafo móvil en estado de

licitación.

Anexo 1.2: Población inscrita en Fonasa por CESFAM.

Población inscrita en Fonasa por CESFAM	
CESFAM	Cantidad población inscrita
Placeres	18.760
Esperanza	10.070
Barón	21.510
Reina Isabel	27.590
Placilla	19.200
Las cañas	8.037
Mena	26.200
Cordillera	8.644
Quebrada verde	35.840
Puertas negras	12.640
Rodelillo	15.170
Padre Damián	10.650
Laguna verde	2.883
Total	217.194
Promedio	31.027,71429
Media	16965
Desviación estándar	9305,244105

En base al promedio, cada CESFAM atiende a 31.027

Cada mes se deberían atender	2.585,583333
Cada semana deberían atender	646,3958333
Cada día deberían atender (considerando 5 días hábiles por semana)	129,2791667
Situación real en CESFAM	Se entregan 100 números diarios para asignar horas.

Anexo 1.3: Información extraída desde el personal de salud.

**Información levantada desde Matrona Margarita Candia,
CESFAM Puertas negras**

Datos	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Total
Cantidad de mamografías	3	3	2	3	2	13
Cantidad de mamografías de personas en edad de riesgo	1	1	1	1	1	5
Cantidad de ecos	1	0	1	0	2	4

Total consultas realizadas	11	10	10	9	10	50
Total exámenes derivados	4	5	5	3	4	22
Cantidad de pacientes sin mamografía al día	1	1	0	1	1	4

Anexo 2: Tabla de identificación de procesos y tiempos de espera.

Anexo 2.1: Tabla identificación de procesos

Prevención del cáncer de mamas desde CESFAM

Clientes	Servicios	Proceso	Entrada	Proveedor
Personal de SOME	Asignar hora para examen de medicina preventivo	Asignación de horas	Solicitud de hora para EMP	Paciente
	Asignar hora para consulta con matrona	Asignación de horas	Solicitud de hora matrona	Paciente
	Asignar hora para consulta con matrona	Asignación de horas	Solicitud de hora para seguimiento.	Matrona
	Asignar horas para consulta con matrona derivada desde EMP	Asignación de horas	Planillas con solicitudes de hora del día.	Enfermero
Enfermero	Aplicar cuestionario de EMP	EMP	Resultado cuestionario: necesidad de consulta con matrona	Paciente
Matrona	Entrega de orden para mamografía	Consulta matrona	Paciente con hora para consulta con matrona	Personal de SOME
	Entrega de orden para ecografía mamaria	Consulta matrona	Paciente con hora para consulta con matrona	Personal de SOME
	Enviar solicitud de derivación a interconsulta	Consulta matrona	Paciente con hora para consulta con matrona	Personal de SOME
Radiólogo perteneciente al centro de la CORMUVAL	Realizar mamografía	Exámenes	Paciente derivado a centro asociado a CORMUVAL	Matrona
Especialista perteneciente al centro asociado a la CORMUVAL	Realizar ecografía mamaria	Exámenes	Paciente derivado a centro asociado a CORMUVAL	Matrona
Secretaria centro	Enviar exámenes a CORMUVAL	Exámenes	Exámenes recopilados	Radiólogo o especialista

asociado a la CORMUVAL	Enviar exámenes a CESFAM	Exámenes	Exámenes recopilados	Secretaria centro asociado a CORMUVAL
Matrona	Revisión de exámenes desde la CORMUVAL	Exámenes	Exámenes recopilados	CORMUVAL
	Derivar paciente a seguimiento	al paciente a	Exámenes	Exámenes con informes BIRADS 3
	Derivar paciente interconsulta	al paciente a	Exámenes	Exámenes con informes BIRADS 4 o 5
Funcionaria SIGGES	Derivar paciente a hospital (atención secundaria) cada viernes.	Derivación a interconsulta	a	Ingreso de aviso en la ficha clínica del paciente desde la consulta de matrona.

Anexo 2.2: Servicios para la prevención del cáncer de mama desde la APS

Actividades de prevención a nivel de atención primaria	-	Consulta Matrona
	-	Toma de exámenes de diagnóstico precoz
	-	Seguimiento
Límite con atención secundaria	-	Mamografía o Ecografía mamaria con resultados BIRADS 4 o 5

Anexo 2.3: Tabla de tiempos de espera para servicios de prevención del cáncer de mama.

Día toma de muestra	CESFAM	Día asignado para la consulta	Días en cola
07-06-2022	Placilla	21-07-2022	44
07-06-2022	Mena	18-06-2022	11
07-06-2022	Barón	20-07-2022	43
07-06-2022	Rodelillo	01-08-2022	55
08-06-2022	Quebrada Verde	05-08-2022	59
08-06-2022	Puertas Negras	07-08-2022	61
Promedio			45,5

Día toma de muestra	Centro externo de exámenes	Día de asignación de hora para mamografía	Día de asignación de hora para Ecografía mamaria	Días en cola para mamografía	Días en cola para Ecografía Mamaria
07-06-2022	Clínica Valparaíso	05-10-2022	30-09-2022	168	115
07-06-2022	CEMEDINA	25-09-2022	05-09-2022	110	90
Promedio				139	102,5

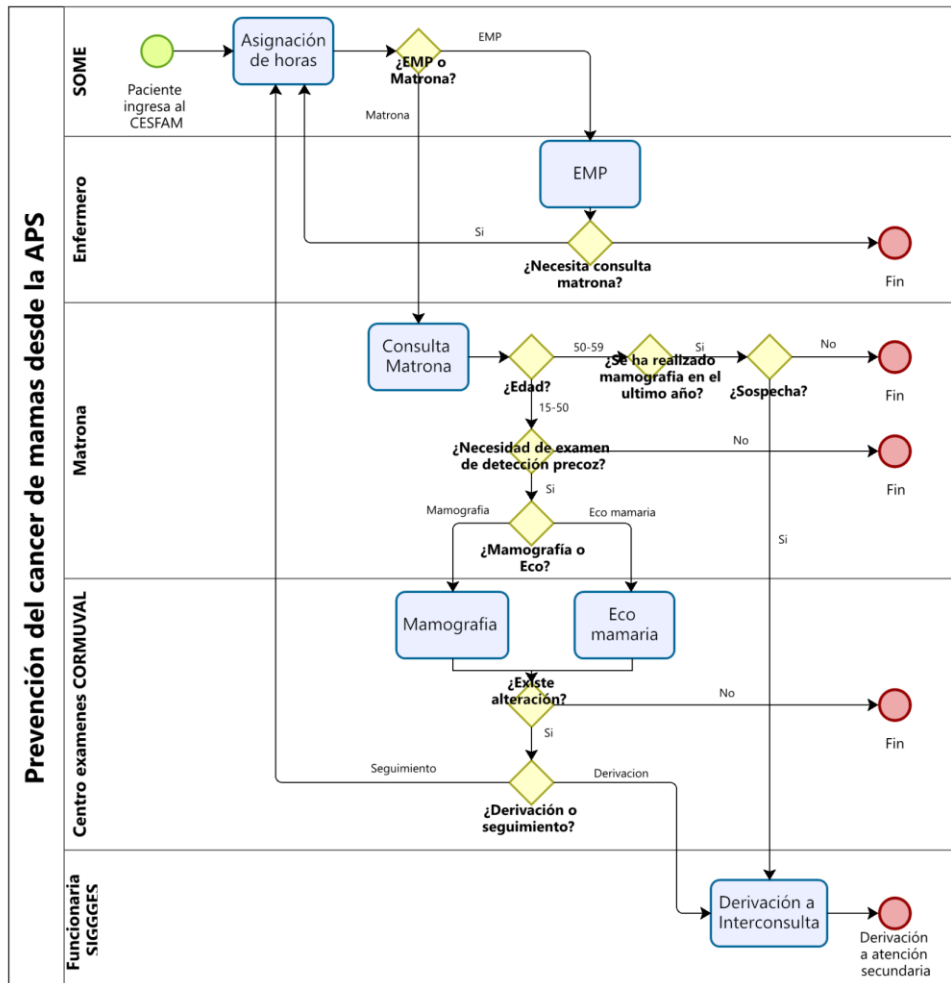
Anexo 2.4: Tabla de tiempos de las actividades relacionadas a la prevención del cáncer de mama.

Proceso	Subproceso/Actividad	Duración (min)	Recursos disponibles
Asignación de horas	Asignar hora para matrona o EMP	15	2 encargados de SOME
	Recopilar solicitudes internas de hospital	30	1 encargado de SOME
EMP	Aplicar cuestionario	25	1 enfermero
	Derivar consulta matrona	20	1 enfermero
Consulta Matrona	Evaluar paciente	30	2 matronas, 1 por box
	Sanitización	15	2 matronas
Exámenes	Mamografía	30	1 box
	Ecografía Mamaria	20	1 box
Derivación a interconsulta	Enviar resultados a la corporación	4 días	1 secretario
	Enviar resultados a CESFAM	4 días	1 encargado CORMUVAL
	Derivar casos BIRADS 4 o 5	30	2 matronas

Anexo 2.5: Clasificación BIRADS

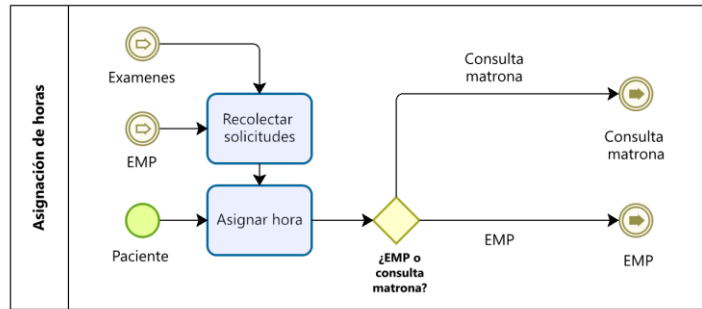
Categoría	Valoración	Recomendación	Probabilidad de malignidad
Categoría 0	Inconcluso	Imágenes/exámenes anteriores	N/A
Categoría 1	Negativo	Tamizaje anual	0%
Categoría 2	Benigno	Tamizaje anual	0%
Categoría 3	Probablemente benigno	Seguimiento a corto plazo	<2%
Categoría 4A	Baja sospecha de malignidad	Se recomienda biopsia en ausencia de contraindicación clínica.	>2% entre <10%
Categoría 4B	Moderada sospecha de malignidad	Se debe realizar biopsia en ausencia de contraindicación clínica	>10% a <50%
Categoría 4C	Alta sospecha de malignidad	Se debe realizar biopsia en ausencia de contraindicación clínica	>50% a <95%
Categoría 5	Baja sospecha de malignidad	Se debe realizar biopsia en ausencia de contraindicación clínica	>95%
Categoría 6	Malignidad confirmada	Cirugía cuando sea clínicamente relevante	Diagnóstico establecido

Anexo 3: Diseño del proceso general de prevención para el cáncer de mamas desde la atención primaria, elaboración propia.

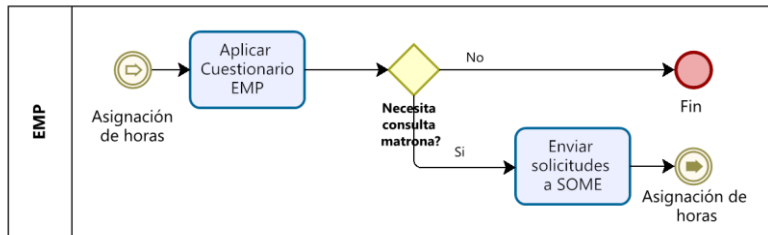


Anexo 4: Diseño proceso por proceso

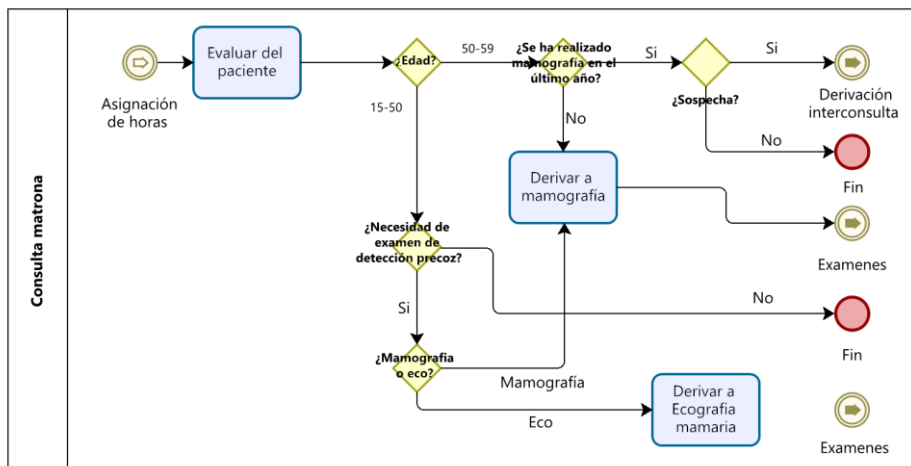
Anexo 4.1: Diseño proceso “Asignación de horas”



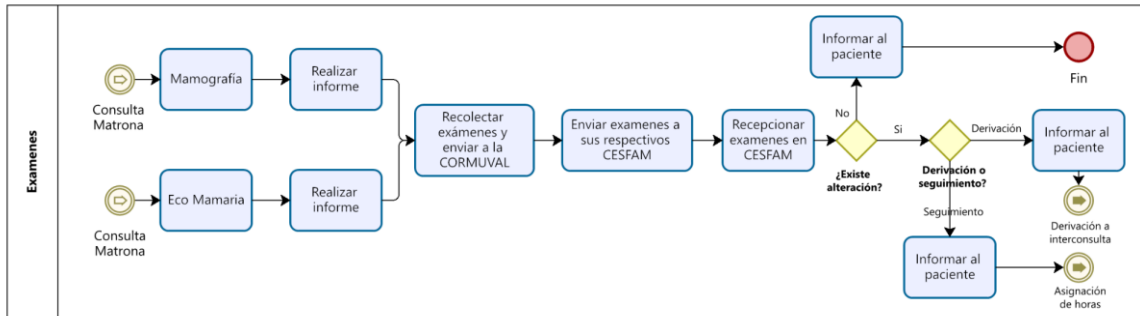
Anexo 4.2: Diseño proceso “EMP”



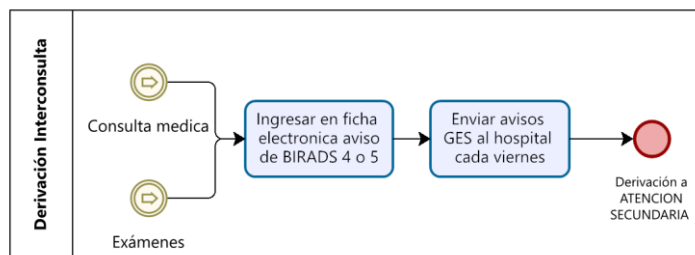
Anexo 4.3: Diseño proceso “Consulta Matrona”



Anexo 4.4 : Diseño proceso “Exámenes”

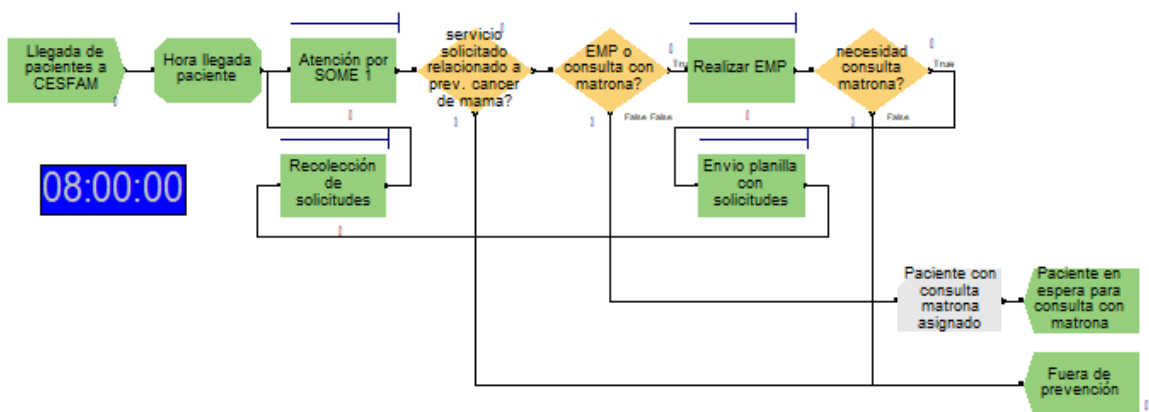


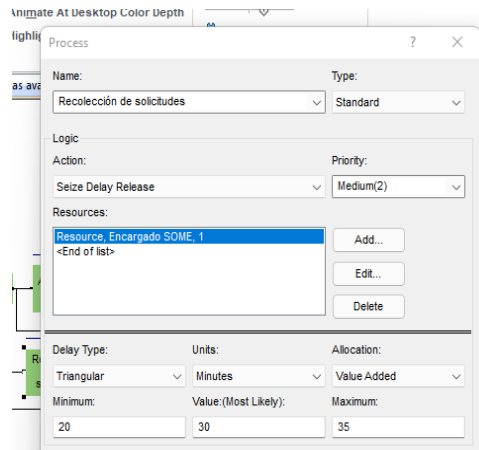
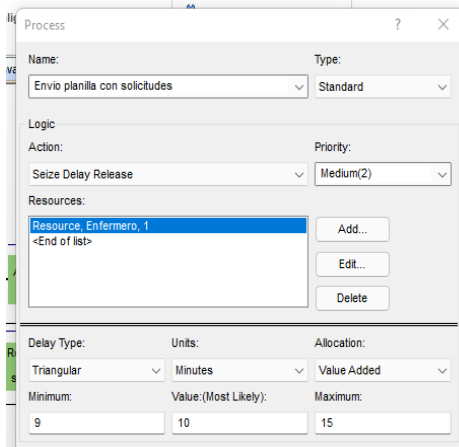
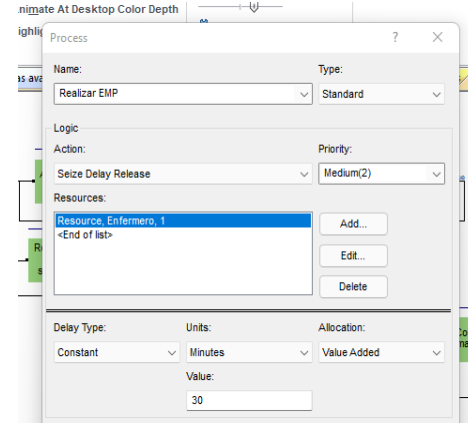
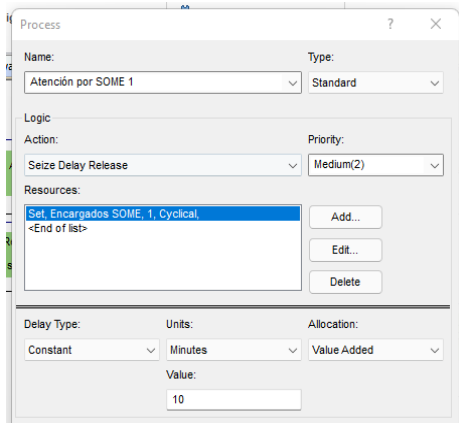
Anexo 4.5: Diseño proceso “Derivación a interconsulta”



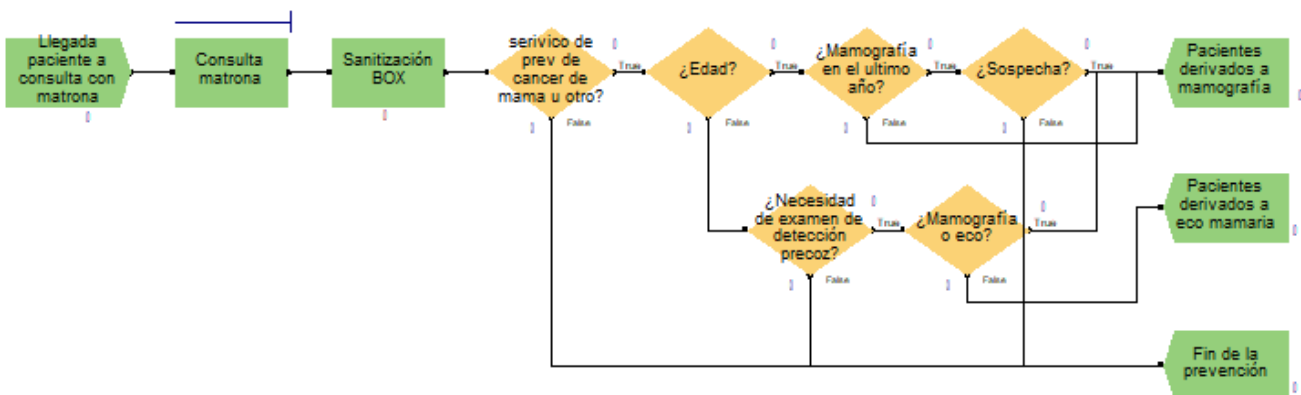
Anexo 5: Diseño módulos de simulación

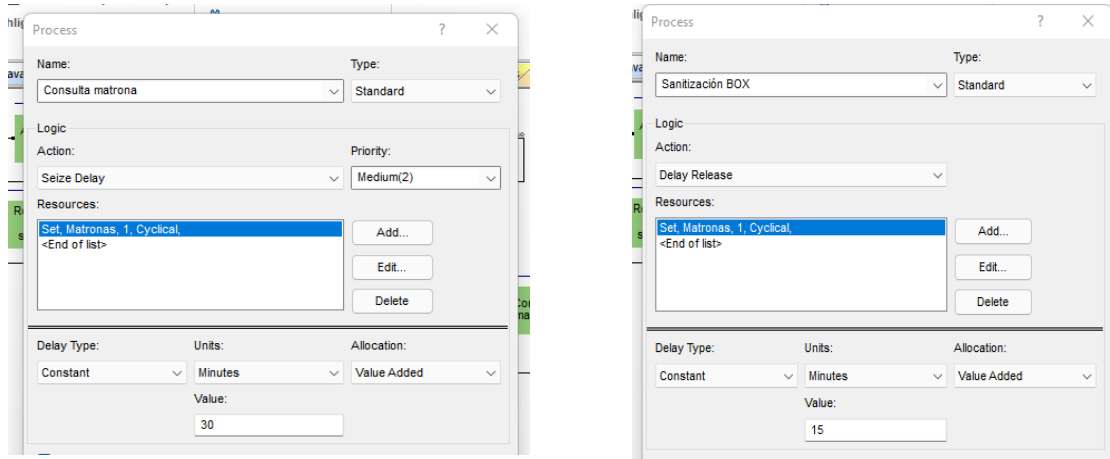
Anexo 5.1: Diseño módulo de simulación Asignación de horas.



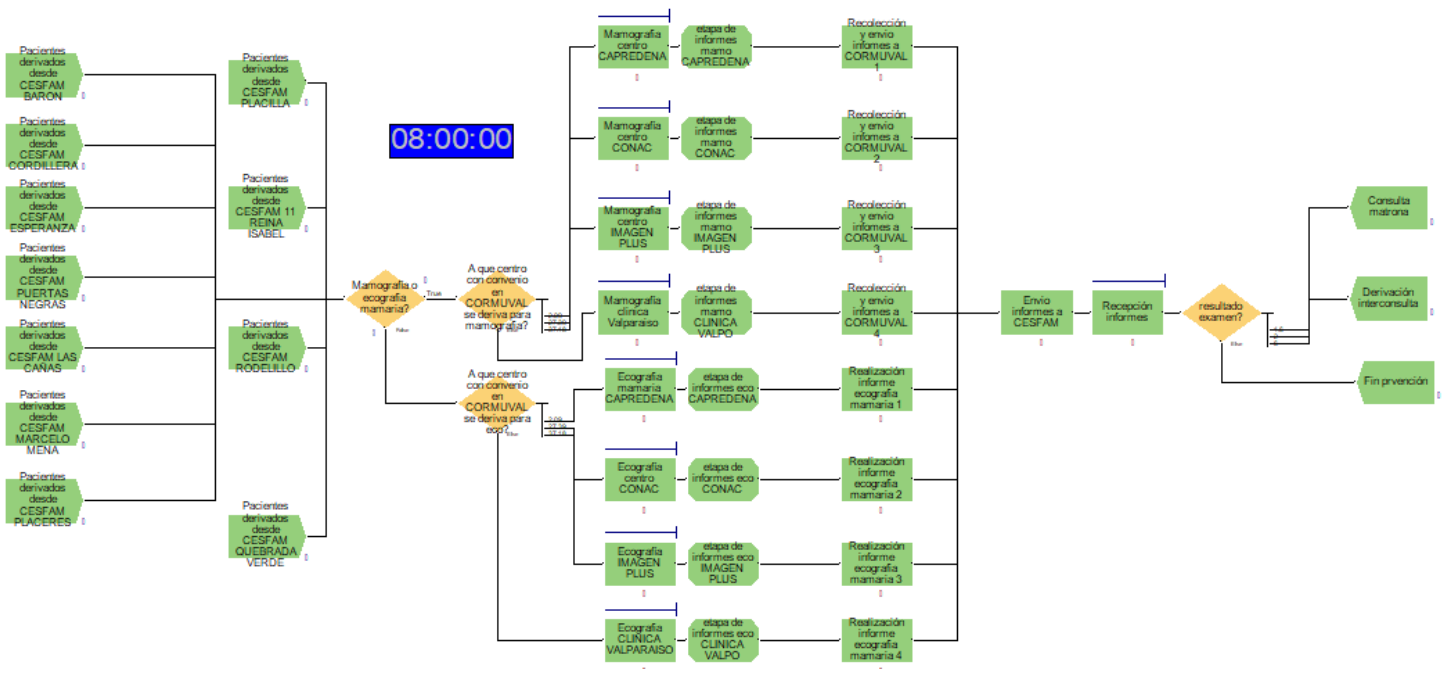


Anexo 5.2: Diseño módulo de simulación Consulta matrona.





Anexo 5.3: Diseño módulo de simulación Exámenes.



Create

Name: Pacientes desde CESFAM PUERTAS NEGRAS Entity Type: pacientes_puerta

Time Between Arrivals
 Type: Expression Expression: NORM(167.7, 1 Units: Minutes

Entities per Arrival: 1 Max Arrivals: Infinite First Creation: 0.0

Comment:

Delay Type: Constant Units: Minutes Allocation: Value Added Value: 30

Report Statistics

Comment:

OK Cancel Help

Process

Name: Mamografía clínica Valparaíso Type: Standard

Logic: Mamografía clínica Valparaíso

Action: Seize Delay Release Priority: Medium(2)

Resources: Resource_cupos_mamo_CLINICAVALPO, 1

Delay Type: Constant Units: Minutes Allocation: Value Added Value: 30

Report Statistics

Comment:

Process

Name: Recolección y envío informes a CORMUVAL Type: Standard

Logic: Recolección y envío informes a CORMUVAL

Action: Delay

Delay Type: Constant Units: Minutes Allocation: Value Added Value: 30

Report Statistics

Comment:

OK Cancel Help

Process

Name: Envío informes a CESFAM Type: Standard

Logic: Envío informes a CESFAM

Action: Delay

Delay Type: Triangular Units: Hours Allocation: Value Added Value: 0.5 1 1.5

Report Statistics

Comment:

OK Cancel Help

Process

Name: Recepción informes Type: Standard

Logic: Recepción informes

Action: Seize Delay Release Priority: Medium(2)

Resources: Sel_matronas, 1, Cyclical

Delay Type: Triangular Units: Hours Allocation: Value Added Value: 0.5 1 1.5

Report Statistics

Comment:

OK Cancel Help

Anexo 6: Validaciones

Anexo 6.1: Validación “Asignación de horas”

Datos validación modelo Asignación de horas

Utilización instantánea

Recurso: Encargado SOME 1

Réplica	% de uso
1	0,86
2	0,75
3	0,82
4	0,9
5	0,8
6	0,89
7	0,78

8	0,81
9	0,86
10	0,78
Datos estadísticos	
Media	0,8222464361
s	0,04780167361
h	0,01511621646
t	2,262157163
n	51,17355029

El resto de las validaciones se pueden encontrar en el Excel a continuación:

<C:\Users\Lorena\Documents\javi\TESIS\Validacion simulaciones.xlsx>

Anexo 7: Resultados simulaciones

Anexo 7.1: Colas resultantes de la simulación base para el proceso “Asignación de horas”

Réplica	Tiempo de espera (horas)					Cantidad de pacientes con hora de matrona asignada
	Atención SOME	Realizar EMP	Envío solicitudes	Recolección solicitudes	de	
1	2,36	3,96	4,06	1,81		139
2	2,01	1,84	1,78	1,55		137
3	2,09	1,25	1,33	1,23		142
4	3,02	1,08	1,41	3,12		149
5	2,03	0,76	0,94	1,48		154
6	2,04	0,91	1,01	0,91		163
7	1,86	0,95	1,21	1,27		145
8	2,05	0,72	1	1,75		143
9	2,36	1,36	1,61	1,91		138
10	2,09	1,41	1,62	1,75		148
11	2,14	0,72	0,92	1,91		135
12	2,12	1,31	1,62	1,42		144
13	2,24	1,37	1,62	1,84		150
14	2,26	0,62	0,98	1,87		141
15	2,41	0,88	0,96	1,44		150
16	2,24	0,79	0,88	2,14		144
17	2,13	0,6	0,8	2,08		146
18	1,99	1,94	1,71	1,85		127
19	1,72	1,04	1,38	1,09		127
20	2,08	0,81	0,74	1,65		135
21	2,02	1,22	1,37	1,39		132

22	2,33	0,45	0,72	1,91	140
23	1,83	0,75	0,75	1,57	118
24	2,15	2,34	2,79	2	128
25	2,54	3,24	3,42	2,75	141
26	1,88	1,73	1,7	1,31	140
27	2,25	0,83	1,16	1,5	152
28	2,16	0,68	0,71	1,55	149
29	2	1,14	1,3	1,49	136
30	2,24	1,01	1,1	0,85	146
31	2,44	1,04	1,45	2,45	142
32	2,44	0,97	1,29	2,26	130
33	2,76	1,56	1,81	2,43	144
34	2,01	0,99	1,03	1,57	139
35	2,44	0,66	0,78	1,94	158
36	2,73	2,7	2,94	2,57	158
37	2,28	0,84	1,09	1,04	157
38	2,59	1,75	1,9	1,94	139
39	2,74	1,78	1,92	2,12	158
40	2,02	2,23	2,95	1,88	120
41	2,45	0,91	1,12	1,97	150
42	2	0,71	0,84	1,84	145
43	2,32	0,67	0,84	1,73	147
44	2,26	1,46	1,5	1,96	145
45	2,24	0,86	0,84	1,6	136
46	2,09	1,41	1,79	2,11	138
47	2,26	1,29	1,46	1,86	151
48	1,89	1,5	1,46	1,6	113
49	2,22	1,23	1,59	1,8	147
50	1,99	1,32	1,29	1,59	143
51	2,28	1,29	1,48	1,8	126
Promedio	2,22	1,27	1,45	1,77	141,67
Media	2,19	1,04	1,23	1,66	140,86
Desviación estándar	0,26	0,68	0,70	0,44	10,50

Anexo 7.2: Colas resultantes de la simulación base para el proceso “Consulta matrona” visualizados mediante “Krystal ARENA”

Queue Detail Summary

Time

	<u>Waiting Time</u>
Consulta matrona.Queue	10.70

Other

	<u>Number Waiting</u>
Consulta matrona.Queue	27.95

Anexo 7.3: Colas resultantes de la simulación base para el proceso “Exámenes” visualizados mediante “Krystal ARENA”

Time

	<u>Waiting Time</u>
Ecografía centro CONAC.Queue	1.90
Ecografía CLINICA VALPARAISO.Queue	1.31
Ecografía IMAGEN PLUS.Queue	2.52
Ecografía mamaria CAPREDENA.Queue	5.54
Mamografía centro CAPREDENA.Queue	2.53
Mamografía centro CONAC.Queue	19.25
Mamografía centro IMAGEN PLUS.Queue	16.27
Mamografía clinica Valparaiso.Queue	17.12
Recepción informes.Queue	1.86

Other

	<u>Number Waiting</u>
Ecografía centro CONAC.Queue	0.64
Ecografía CLINICA VALPARAISO.Queue	0.28
Ecografía IMAGEN PLUS.Queue	0.67
Ecografía mamaria CAPREDENA.Queue	0.09
Mamografía centro CAPREDENA.Queue	0.08
Mamografía centro CONAC.Queue	18.78
Mamografía centro IMAGEN PLUS.Queue	17.08
Mamografía clinica Valparaiso.Queue	14.65
Recepción informes.Queue	3.89

Anexo 8: Tabla para cálculo de porcentajes.

Proceso	Nodo de ocurrencia	Documento	Valor verdadero	Forma de cálculo
Asignación de horas	¿El servicio solicitado por el paciente es en relación a la prevención del cáncer de mama o un servicio aparte?	Plan comunal de Valparaíso	% servicio de prevención	% atenciones solicitadas para matrona + % atenciones solicitadas EMP
	¿Paciente solicita EMP o consulta con la matrona?	Plan comunal de Valparaíso	% de pacientes que solicitan EMP	$(\text{total EMP realizado} * 100) / (\text{total consulta matrona} + \text{total EMP realizado})$
	¿El paciente necesita consulta de matrona desde EMP?	Información extraída del personal de salud.	% pacientes que requieren consulta con matrona	$(\text{total de pacientes derivados en un día a EMP} * 100) / (\text{total de EMP realizados en un día})$
Consulta matrona	¿La paciente consulta por algún servicio asociado a la prevención del cáncer de mama?	Información extraída del personal de salud.	% pacientes que solicitan servicio de prevención de mama	$(\text{total de solicitudes de mamografía y eco mamaria} * 100 \text{ en un periodo de tiempo}) / (\text{total de consultas con matrona en un periodo de tiempo})$
	¿El paciente se encuentra en la edad de riesgo (59-69 años)?	Estudio a la demanda de mamografías en Valparaíso	% paciente que se encuentran en la edad de riesgo	En base al total de pacientes de ese rango etario que se realizaron mamografía en un periodo de tiempo
	¿La paciente se realizó mamografía en el último año?	Información extraída del personal de salud.	% paciente que se realizaron la mamografía en el último en año	En base a la cantidad de pacientes que durante un periodo de tiempo asistieron a la consulta indicando que no tenían la mamografía al día (población en edad de riesgo)
	De los pacientes fuera de la edad de riesgo, ¿qué porcentaje requiere realizar un examen de detección precoz?	Información extraída del personal de salud.	% pacientes que necesitan examen	En base a la cantidad de pacientes fuera de la edad de riesgo que requieren exámenes.
	¿La paciente se deriva a mamografía o ecografía mamaria?	Información extraída del personal de salud.	% de paciente que se derivan a mamografía	$(\text{total de mamografía derivadas} * 100) / (\text{total mamografías derivadas} + \text{total eco's derivadas})$
	¿Mamografía o ecografía?	En base a los resultados de la simulación base de consulta de matrona	% de pacientes que asisten a mamografía	Cálculo se encuentra en anexo 8

Exámenes		Estudio a la demanda de mamografías en Valparaíso	Se definen 4 posibles porcentajes:	CAPREDENA: (cantidad mamografías realizadas 2018 en capredena * 100) / total de mamografías realizada 2018
¿A qué centro con convenio en CORMUVAL se deriva para mamografía?	Estudio a la demanda de mamografías en Valparaíso		% CAPREDENA	CONAC: (cantidad mamografías realizadas 2018 en conac * 100) / total de mamografías realizada 2018
			% CONAC	
			% IMAGEN PLUS	IMAGEN PLUS: (cantidad mamografías realizadas 2018 en imagen plus* 100) / total de mamografías realizada 2018
			% CLÍNICA VALPARAÍSO	
				CLÍNICA VALPO: (cantidad mamografías realizadas 2018 en clínica Valparaíso * 100) / total de mamografías realizada 2018
¿A qué centro con convenio en CORMUVAL se deriva para eco?	Estudio a la demanda de mamografías en Valparaíso		Ídem anterior	Ídem anterior
¿Resultado examen?	Estudio a la demanda de mamografías en Valparaíso		Se definen 4 posibles porcentajes:	BIRADS 0 = (cantidad de exámenes con resultado BIRADS 0 en el año 2018 * 100) / total de exámenes realizados 2018
			% BIRADS 0	
			% BIRADS 1 y 2	BIRADS 1 y 2 = (cantidad de exámenes con resultado BIRADS 1 y 2 en el año 2018 * 100) / total de exámenes realizados 2018
			% BIRADS 3	
			% BIRADS 4 y 5	BIRADS 3 = (cantidad de exámenes con resultado BIRADS 3 en el año 2018 * 100) / total de exámenes realizados 2018
				BIRADS 4 y 5 = (cantidad de exámenes con resultado BIRADS 4 y 5 en el año 2018 * 100) / total de exámenes realizados 2018

Anexo 9: Llegada pacientes derivados a exámenes

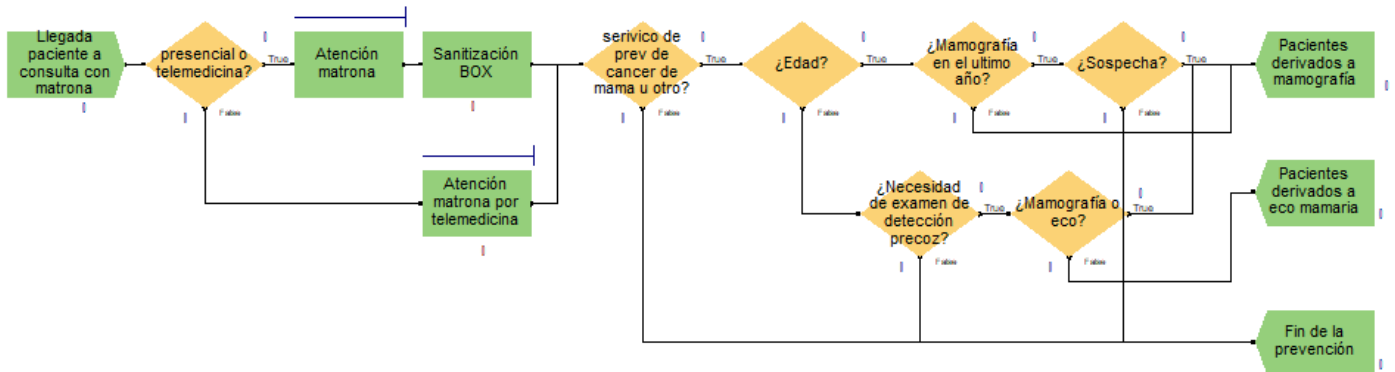
Hora derivación	Tipo de examen derivado	Tiempo entre cada derivación (min)
9:07	Mamografía	7
9:56	Mamografía	46
15:07	Mamografía	368
17:31	Eco mamaria	113
12:00	Mamografía	389
15:24	Mamografía	204
19:32	Mamografía	308

9:56	Mamografía	144
12:00	Mamografía	124
19:56	Eco mamaria	426
9:31	Eco mamaria	94
11:07	Mamografía	125
11:55	Mamografía	48
12:43	Mamografía	48
16:11	Mamografía	208
11:59	Mamografía	108
15:11	Eco mamaria	192
18:19	Mamografía	188
19:07	Mamografía	48
Promedio		167,7894737
Desviación estándar		124,5755366
Máximo		426
Mínimo		7
Moda		48

Anexo 10: Tabla con el registro de los tiempos de espera obtenidos en las simulaciones base

Proceso	Cola	Tiempo de espera (horas)	Recurso involucrado
Asignación horas	de Atención en SOME	2,2	Personal de SOME disponible
	Realización EMP	1,27	Enfermero disponible
	Envío de solicitudes	1,45	Enfermero disponible
	Recolección de solicitudes	1,77	Personal de SOME disponible
Consulta matrona	con Atención con matrona	10,7	Matrona disponible
	Mamografía	12,8	Cupos disponibles para mamografía
Exámenes	Ecografía mamaria	3,2	Cupos disponibles para ecografía mamaria
	Derivación interconsulta	a	17.7

Anexo 11: Diseño del modelo y resultados de simulación para la mejora del proceso “Consulta de matrona”



Queue Detail Summary

Time

	Waiting Time
Ecografía centro CONAC.Queue	0.25
Ecografía CLINICA VALPARAISO.Queue	0.33
Ecografía IMAGEN PLUS.Queue	0.25
Ecografía mamaria CAPREDENA.Queue	0.00
Mamografo municipal.Queue	1.32

Other

	Number Waiting
Ecografía centro CONAC.Queue	0.08
Ecografía CLINICA VALPARAISO.Queue	0.10
Ecografía IMAGEN PLUS.Queue	0.09
Ecografía mamaria CAPREDENA.Queue	0.00
Mamografo municipal.Queue	4.00

Name: Mamografo municipal Type: Standard

Logic

Action: Seize Delay Release Priority: Medium(2)

Resources:

- Resource, Mamografo, 1
- <End of list>

Delay Type: Constant Units: Minutes Allocation: Value Added

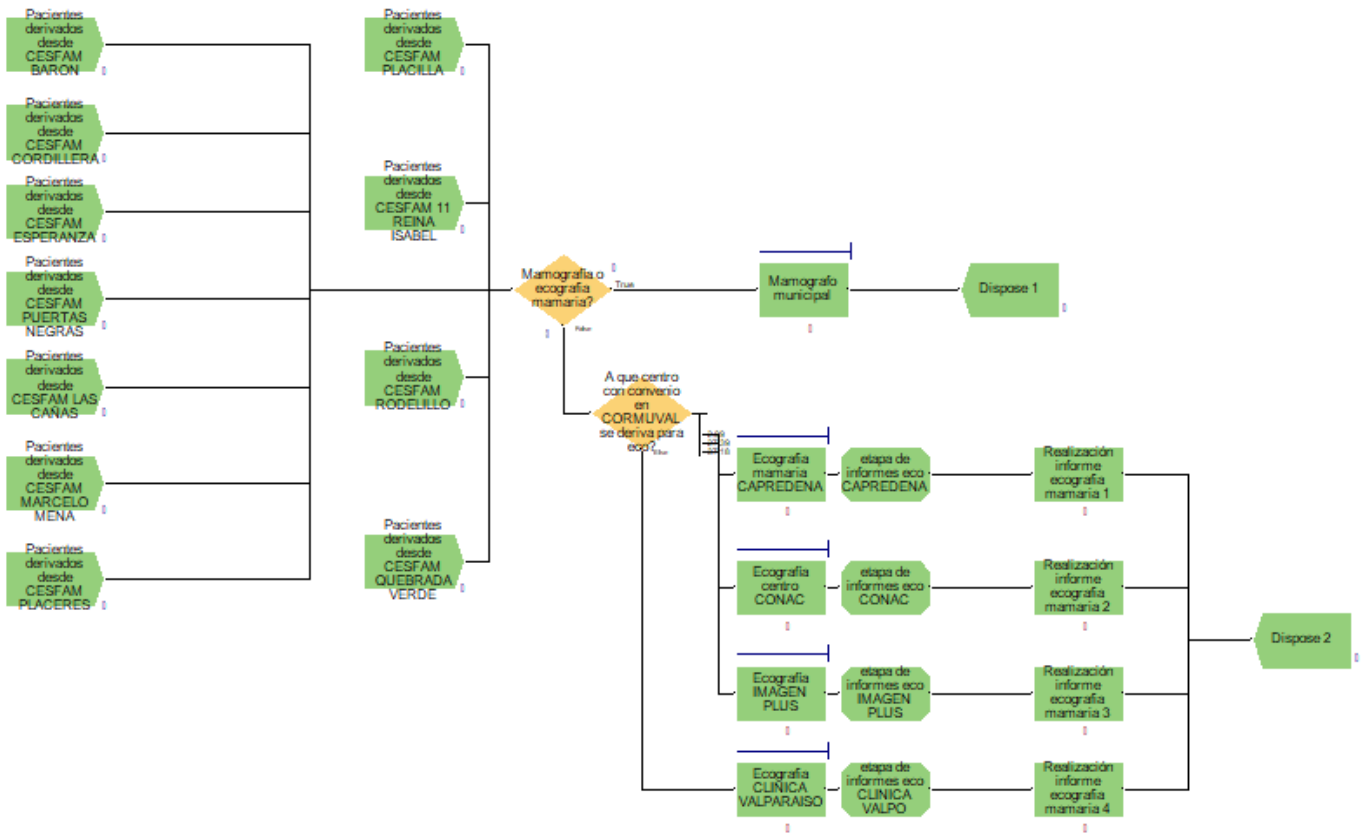
Value: 80

Report Statistics

Comment:

OK Cancel Help

Anexo 12: Diseño del modelo y resultados de simulación para la mejora del proceso “Exámenes”



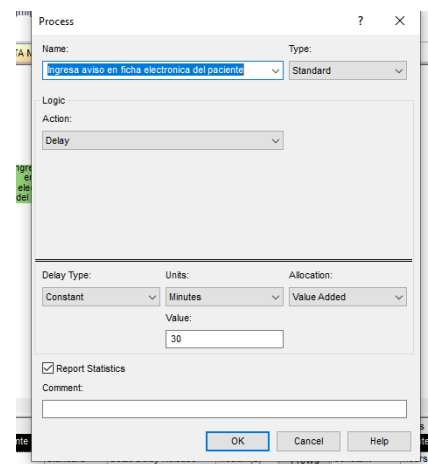
Queue Detail Summary

Time

	Waiting Time
Envio solicitud.Queue	0.60

Other

	Number Waiting
Envio solicitud.Queue	0.07



Anexo 13: Tabla de porcentajes.

Proceso	Nodo de ocurrencia	Porcentaje verdadero/os
Asignación de horas	¿El servicio solicitado por el paciente es en relación con la prevención del cáncer de mama o un servicio aparte?	54
	¿Paciente solicita EMP o consulta con la matrona?	39
	¿El paciente necesita consulta de matrona desde EMP?	28,5
Consulta matrona	¿La paciente consulta por algún servicio asociado a la prevención del cáncer de mama?	34
	¿El paciente se encuentra en la edad de riesgo (59-69 años)?	30
	¿La paciente se realizó mamografía en el último año?	80
	De los pacientes fuera de la edad de riesgo, ¿qué porcentaje requiere realizar un examen de detección precoz?	75
	¿La paciente se deriva a mamografía o ecografía mamaria?	78
Exámenes	¿Mamografía o ecografía mamaria?	80
	¿A qué centro con convenio en CORMUVAL se deriva para mamografía?	2,09 (CAPREDENA) 27,39 (CONAC) 37,18 (IMAGEN PLUS) 33,34 (CLINICA VALPARAISO)
	¿A qué centro con convenio en CORMUVAL se deriva para mamografía?	Ídem anterior.
	¿Resultado examen?	1,6 (Seguimiento) 2 (Seguimiento) 6 (Interconsulta)

Anexo 14: Flujo de caja situación actual exámenes: Convenio

Situación actual:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Demanda	2999	4754	6176	8264	10019	13529
Inversión: Gasto anual convenio	\$-91.589.460	\$-145.187.160	\$-188.615.040	\$-252.382.560	\$-305.980.260	\$-413.175.660
VAC.	\$-1.013.132.835					

Anexo 15: Flujo de caja situación propuesta exámenes: Adquisición mamógrafo.

Inversión mamógrafo	\$-298.904.200					
Tecnólogo medico		\$-1.296.564	\$-1.296.564	\$-1.296.564	\$-1.296.564	\$-1.296.564
Radiologo		\$-1.329.785	\$-1.329.785	\$-1.329.785	\$-1.329.785	\$-1.329.785
Técnico/TENS		\$-653.421	\$-653.421	\$-653.421	\$-653.421	\$-653.421
Chofer		\$-583.173	\$-583.173	\$-583.173	\$-583.173	\$-583.173
Combustible		\$-3.600.000	\$-3.600.000	\$-3.600.000	\$-3.600.000	\$-3.600.000
Total costos	\$-298.904.200	\$-7.462.943	\$-7.462.943	\$-7.462.943	\$-7.462.943	\$-7.462.943
VAC	\$-260.021.430,11					

Anexo 16: Identificación de artículos para el estado del arte.

Título	Tipo de simulación	Software	Objetivo de la simulación	Unidad de trabajo	Resultados
Reducir los tiempos de espera de los pacientes y mejorar la utilización de recursos en la unidad de atención ambulatoria de la Agencia de Cáncer de Columbia Británica a través de la simulación	Eventos discretos	Rockwell Arena (versión 11)	Reducir tiempos de espera de los pacientes y mejorar utilización de recursos.	Unidad de atención Ambulatoria.	Se encuentran los componentes que generan retrasos o tiempos de espera: demoras en el inicio de las clínicas, espera excesiva de pacientes durante la consulta y utilización innecesaria de salas de exámenes.
Optimización basada en simulación para mejorar la asignación de pacientes hospitalarios a médicos y unidades clínicas	Eventos discretos	Rockwell Arena	Mejorar la asignación de pacientes hospitalarios a médicos.	Unidades Clínicas.	La mejor estrategia de desbordamiento de pacientes es “servicio primario → servicios secundario → último recurso” + “unidad primaria → unidad secundaria → unidad de espera”
Uso de modelos de simulación para mejorar el flujo de pacientes en una clínica ortopédica ambulatoria	Eventos discretos	Rockwell Arena (version 12)	Mejorar flujo de pacientes	Clínica ortopédica ambulatoria	Reducción del tiempo de espera (60 minutos menos), ligera mejora en el tiempo clínico total.
Pacientes, atención primaria y políticas: modelado de simulación basado en agentes para el apoyo a las decisiones de atención médica	Híbrido, basado en agentes SiM-Care	•	Analizar el uso de SiM-Care en el Apoyo de decisiones de atención médica.	Sistemas de atención primaria.	Se concluye que SiM-Care puede modelar particularmente múltiples cambios de sistema simultáneos, permitiendo el análisis de efectos combinados. Sin embargo, las predicciones resultantes pueden no siempre ser completamente precisas.

La disminución del tiempo de respuesta del laboratorio mejora el rendimiento del departamento de emergencias y disminuye la desviación de los servicios médicos de emergencia: un modelo de simulación	Modelo analítico de dinámica de sistemas. Simulación continua del flujo de pacientes.	Hoja de cálculo.	Explorar cómo afectan como los tiempos de respuesta del laboratorio a la Unidad de Urgencias	Laboratorio y Unidad de Urgencias.	Al disminuir los tiempos de laboratorio de 120 a 10 minutos, la simulación muestra una mejora en el rendimiento diario de la Unidad de Urgencias, en donde de 104 pacientes se logran atender a 120 pacientes.
Teoría de las colas para guiar la implementación de un programa de registro de pacientes hospitalizados con insuficiencia cardíaca	Modelo de teoría de colas con llegadas aleatorias y tiempo de servicio exponencial.	Hoja de cálculo y fórmulas de cola estándar.	Determinar la longitud promedio de la cola, el tiempo promedio de espera antes de conectarse y la probabilidad de que la enfermera esté ocupada para encontrar la solución más eficaz para disminuir el retraso desde la identificación de pacientes con insuficiencia cardíaca hasta conectar a los pacientes con los servicios de atención superior.	Unidad de pacientes con insuficiencia cardíaca.	Mediante la simulación se logra estimar la tasa mínima a la que los pacientes necesitan estar conectados a la atención superior (262 pacientes/mes), la tasa ideal de llegada de pacientes (174 pacientes/mes) y la tasa máxima de llegada de pacientes (348 pacientes/mes, lo que se puede solucionar agregando 1 enfermero adicional.
Modelado del hacinamiento en los servicios de urgencias: restablecimiento del equilibrio entre la demanda y la oferta de medicamentos de urgencias	Dinámica de sistemas	-	Mapear de cerca los procesos de un servicio de urgencias de Singapur para visualizar, simular y mejorar los flujos de los pacientes dentro del servicio.	Unidad de Urgencias.	Trasladar a los pacientes con menor agudeza que no son de emergencia del servicio de urgencias a una clínica de atención primaria adyacente alivia significativamente la carga de las operaciones del servicio de urgencias.
Uso de la simulación de eventos discretos para comparar el desempeño de los modelos organizativos de unidades de salud de la familia y centros de atención primaria de salud en Portugal	Eventos discretos para modelos organizativos	Simul8	Evaluar desempeño de dos modelos organizativos en Portugal (PHCC y FHU); comparar los y analizar el desempeño de cambiar de un modelo a otro.	19 unidades de atención primaria en 3 municipios del área metropolitana en Lisboa.	La conversión de PHCC en FHU parece tener el potencial de generar mejoras sustanciales en la productividad y accesibilidad, sin tener un impacto significativo en los costos. Esta conversión podría implicar una reducción del 45% en el número medio de días necesarios para obtener una cita médica y un aumento del 7% y 9% en el número medio de consultas médicas y de enfermería, respectivamente.
Un enfoque de modelado de simulación para evaluar políticas alternativas para el manejo de la lista de espera para trasplante de hígado	Eventos discretos describiendo el movimiento de pacientes a través de una serie de eventos.	Simul8	Evaluar alternativas políticas para el manejo de la lista de espera para trasplante de hígado.	Unidad de trasplante.	Los resultados de este estudio de modelado sugieren que la rentabilidad general del programa de trasplante de hígado podría mejorarse si se modificara la política de asignación actual para dar más peso a la edad del paciente y reducir las posibilidades de éxito de los pacientes más gravemente enfermos. 424 y £ 9077, respectivamente.

V, Rema. Optimización del tiempo de espera del paciente en el departamento ambulatorio de un hospital indio de especialidades múltiples: el papel de la adopción de tecnología y la simulación de Monte Carlo basada en colas	Monte Carlo basado en colas con una combinación de eventos discretos. Modela el flujo de pacientes.	MATLAB	Optimizar el tiempo de espera de los pacientes en la unidad.	Departamento ambulatorio de emergencias de un hospital de la India.	Se recomienda la incorporación de un especialista más para reducir el tiempo de espera de los pacientes.
Una simulación integral para la reducción del tiempo de espera y la planificación de la capacidad aplicada en cirugía general.	Eventos discretos	ARENA	Ayudar en las decisiones de planificación de la capacidad y analizar el desempeño de la Unidad.	Cirugía general	El análisis examinó las consecuencias de redistribuir las camas entre los sitios y lograr la duración estándar de la estadía de los pacientes, al tiempo que las contrastaba con las opciones de recursos actuales y adicionales. A partir de los resultados, se propusieron múltiples opciones independientes y combinadas para estabilizar y disminuir las esperas para procedimientos electivos.
Mejora del rendimiento de las vías clínicas basadas en la cirugía: un enfoque de simulación-optimización	Modelo diseñado por el autor utilizando eventos discretos.	Witness 2014	Satisfacer las necesidades del paciente y la utilización óptima de las camas y los quirófanos.	Procesos clínicos basados en cirugía. (proceso de tratamiento quirúrgico de la tiroides)	La baja tasa de utilización de camas y las largas listas de espera electivas de la especialidad en estudio indican que las salas estaban sobredimensionadas mientras que la capacidad del quirófano era el cuello de botella del sistema.
Jiang, L.	Red de cola abierta de clases múltiples (MOQN) para modelar el flujo del paciente.	Utilización de fórmulas	Analizar el impacto de la paralelización de la atención en el tiempo de ciclo del paciente.	Centro de atención de urgencia.	La paralelización puede reducir el tiempo de ciclo para aquellas clases de pacientes que requieren más de una intervención de diagnóstico y / o tratamiento. Sin embargo, para muchas clases de pacientes habría poca o ninguna mejora
Ju, F	Modelado de procesos informáticos. "Análisis de cuellos de botellas"	-	Identificar cuellos de botella en los tiempos de espera del paciente. Cuya reducción podría producir una mayor eficiencia de la atención.	Proceso de prestación de atención del cáncer de pulmón.	El tiempo de espera entre la detección de lesiones radiológicas y la biopsia diagnóstica, y el tiempo de espera desde la estadificación radiológica hasta la cirugía fueron los dos cuellos de botella más críticos que impidieron la prestación de atención eficiente. Además, instituir la consulta quirúrgica antes de la consulta cardíaca para la autorización médica y reducir el tiempo de espera entre las tomografías computarizadas y las biopsias diagnósticas fueron potencialmente las medidas más importantes para reducir los retrasos en la atención antes de la cirugía.