

Fecha de presentación del Informe: Día Mes Año

Datos generales del Proyecto

Código del proyecto: VRI 2846 Convocatoria 3-2015			
Título del proyecto: Diseño e implementación de una arquitectura con orientación a servicios en los sistemas de control, comunicación y seguridad para sistemas de rehabilitación tele-operadas que faciliten el acceso al servicio de salud a personas en situación de vulnerabilidad geográfica.			
Facultad o Instituto Académico: Facultad de ingeniería			
Departamento o Escuela: Escuela de ingeniería de Sistemas			
Grupo (s) de investigación: GRALTA - GIASP-UV - GUIA			
Investigadores ¹	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	John Alexander Sanabria Ordoñez	10 h/s	10 h/s
Coinvestigadores	Gladys Caicedo Delgado	5 h/s	5 h/s
	José Isidro García Melo	5 h/s	5 h/s
Otros participantes	Cristian David Chamorro R.	20 h/s	20 h/s
	John Alexander Camacho S.	20 h/s	20 h/s

1. Resumen ejecutivo:

Este trabajo propone una Arquitectura con Orientación a Servicios para rehabilitación física bajo la modalidad de telemedicina que permite la tele-operación de ayudas técnicas independiente de la localización geográfica de los especialistas de la salud. La arquitectura propuesta considera aspectos médicos, fisioterapéuticos, mecánicos, eléctricos, informáticos, telecomunicaciones y de control requeridos para lograr una rehabilitación física tele-operada. El abordaje de este sistema se realizó visando una arquitectura con orientación a servicios, la cual considera los retos de un ambiente heterogéneo típico del sistema de salud, por ejemplo, el colombiano, y permite que el servicio de rehabilitación pueda ser escalable.

Además, se presenta la concepción, diseño y desarrollo de los servicios web diseñados para la arquitectura con orientación a servicios para sistemas de rehabilitación tele-operada, los servicios se presentan de manera individual, esto se debe a su naturaleza, la cual está definida en su independencia, bajo acoplamiento y escalabilidad. En la parte que comprende el desarrollo de los servicios se presentan las pruebas unitarias las cuales evalúan cada uno de los servicios y a su vez cada una de las eventualidades que se han definido en la concepción y que se consideraron críticas para el sistema

¹ Todas las personas relacionadas en el informe y que participen en el proyecto deben haber suscrito el acta de propiedad intelectual de acuerdo con los formatos establecidos.

2. Síntesis del proyecto:

En este proyecto se desarrolló e implementó una arquitectura con orientación a servicios para tele-operar máquinas de rehabilitación física en un marco definido por la telemedicina, para el lograr el desarrollo de este proyecto se llevaron a cabo los objetivos planteados en la propuesta, en los numerales del 2.1 al 2.3 se presenta cada objetivo específico y la manera como fue desarrollado en el proyecto.

2.1 Identificar y describir los elementos y sus procesos utilizados en la concepción de un sistema tele-operado de máquinas de rehabilitación.

Para este primer objetivo específico se hizo un planteamiento de la concepción de la arquitectura teniendo en cuenta los actores y el flujo de información que se presenta entre los lugares alejados geográficamente.

Caracterización del sistema

En la figura 1 se presentan los dos modelos de atención de salud: actual y descentralizado en relación al servicio de rehabilitación física.

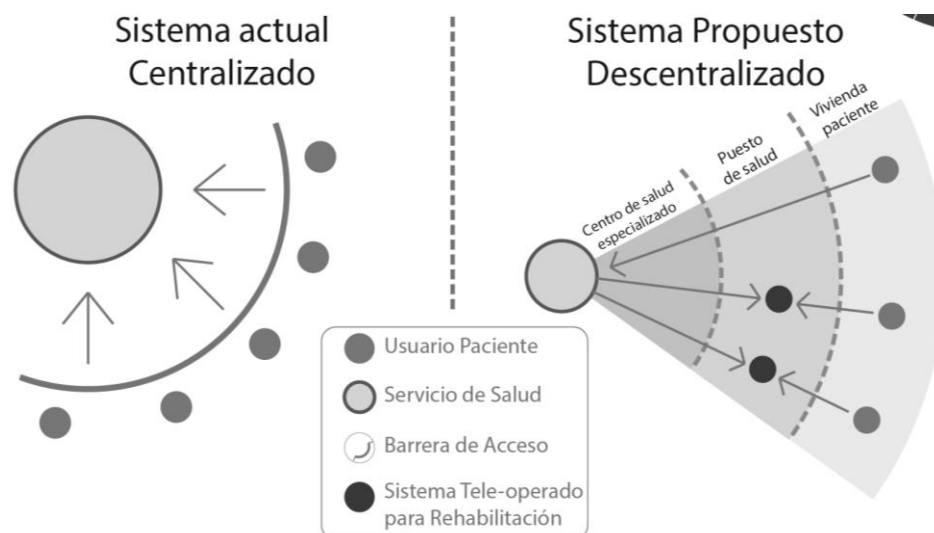


Figura 1. Modelo actual y el modelo descentralizado propuesto por la arquitectura.

El modelo descentralizado plantea la forma como el paciente pueda acceder a un servicio de rehabilitación física sin tener que desplazarse hasta una ciudad principal o cabecera municipal. Para lograr esto, el especialista y el paciente deben estar en lugares geográficos diferentes, sin embargo, debe existir una comunicación continua, fluida y síncrona entre ambos con el fin de garantizar la seguridad del paciente durante la terapia. Todos los procedimientos de rehabilitación deben ser registrados en la historia clínica del paciente y se debe contar con la participación de un auxiliar que estará en contacto con el paciente y la ayuda técnica. Esta persona es la encargada de informar las posibles eventualidades que se presentan antes y durante la terapia de rehabilitación. Los dos lugares geográficos estarán unidos por una conexión a internet que los comunicará. Además del internet estarán los servicios que se han planteado en la arquitectura para lograr la tele-operación. En la figura 2 se presentan los actores y demás elementos necesarios para realizar una rehabilitación tele-operada.

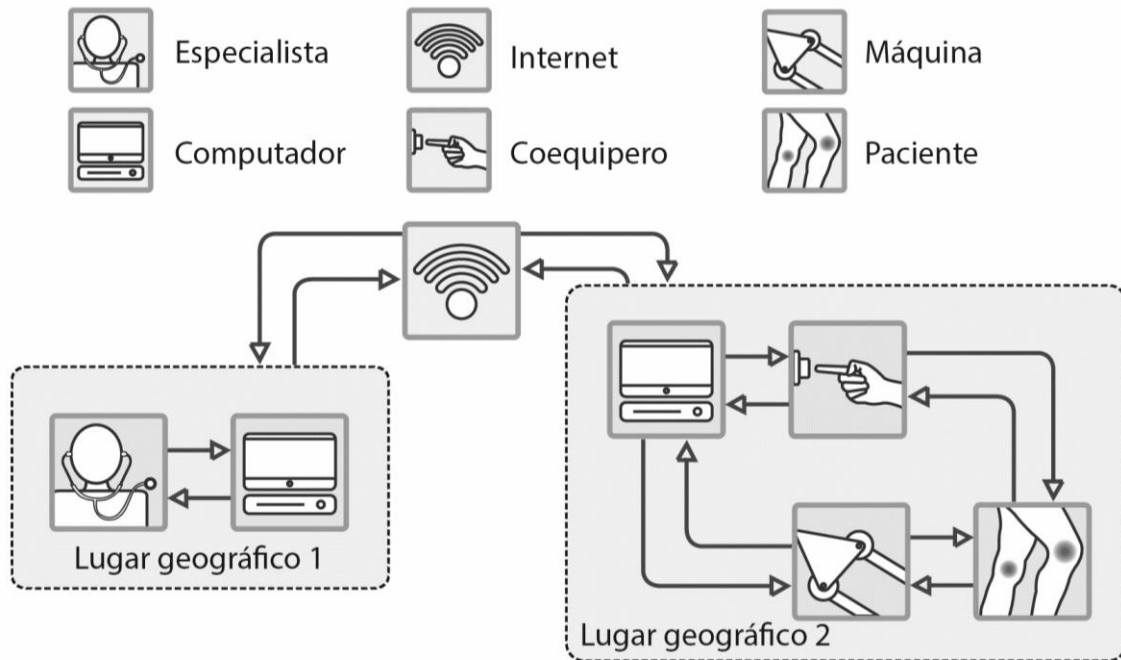


Figura 2. Sistema de rehabilitación tele-operado propuesto.

Arquitectura SOA propuesta

En la figura 3 se presenta la arquitectura SOA propuesta para esta aplicación, la cual es la encargada de administrar los diferentes servicios especializados involucrados en la rehabilitación de una articulación específica.

En el **anexo A**, se presenta en detalle el desarrollo de cada componente de la arquitectura y como los servicios se coordinan entre sí.

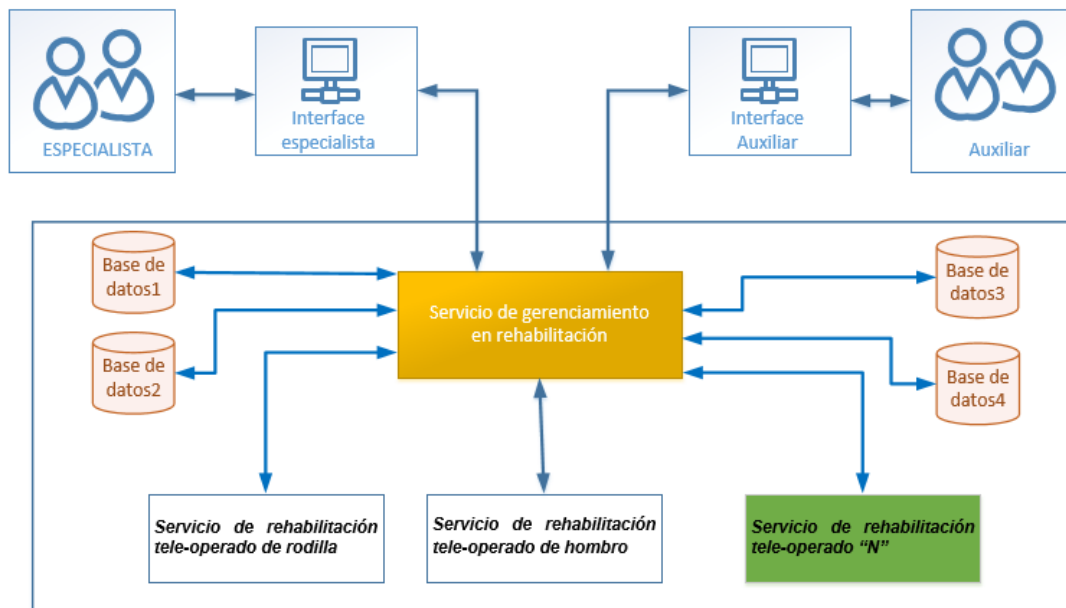


Figura 3. Arquitectura general.

2.2 Definir las estrategias de comunicación seguras entre los actores de la arquitectura planteada. Se desarrolló de la siguiente manera.

Para alcanzar este segundo objetivo específico se desarrollaron las siguientes actividades:

Diagrama de Casos de uso del Servicio de gerenciamiento en rehabilitación

La figura 4 expone el diagrama de casos de uso del servicio de gerenciamiento en rehabilitación, el cual está relacionado con el especialista, auxiliar y el servicio de rehabilitación tele-operado "N", en este diagrama se muestra la interacción de los eventos y sus actores.

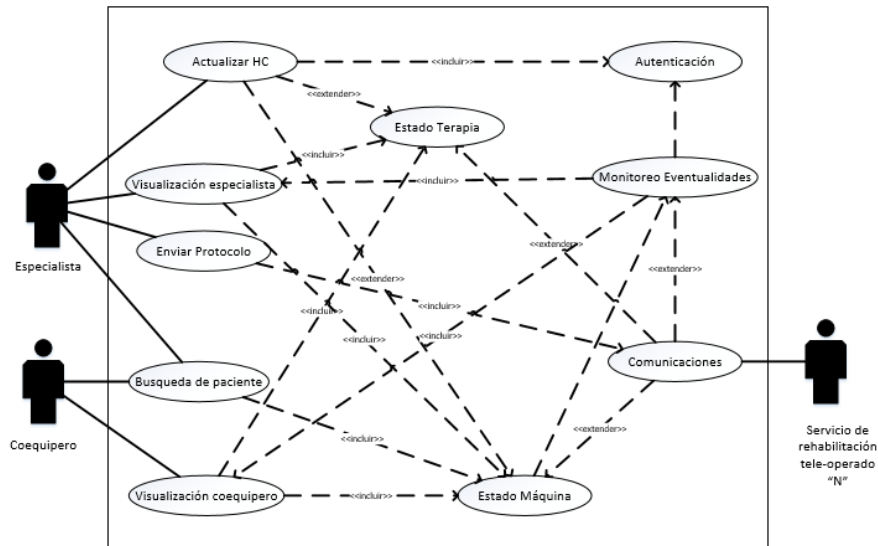


Figura 4. Flujo de información del sistema de rehabilitación tele-operado.

Evaluación y análisis de las eventualidades del sistema mediante redes de Petri

Para poder realizar la evaluación y análisis de las eventualidades del sistema de rehabilitación tele-operada fue necesario incluir en el modelo de redes de Petri coloreadas monitores que tienen la capacidad de identificar estas eventualidades de acuerdo a los eventos que se presenten y una vez estos eventos suceden se debe cumplir con un protocolo de secuencia de otra serie de eventos, esta serie de eventos está definida por la arquitectura del sistema.

- **Eventualidad: Rechazo de protocolo por parte del paciente al inicio de la terapia.** Cuando se presenta esta eventualidad el sistema debe realizar el protocolo que se muestra en la figura 5.

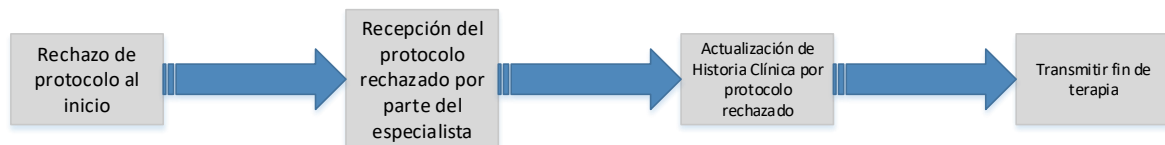


Figura 5. Rechazo de protocolo al inicio de la terapia.

Como resultado de la respuesta ante esta eventualidad se obtuvieron los siguientes resultados de la tabla 1.

Tabla 1. Respuesta del modelado del sistema ante el rechazo del protocolo al inicio.

inicio no acepta protocolo	Recepción del protocolo rechazado por parte del especialista	Actualizar historia clínica por protocolo rechazado	Transmitir fin de terapia
step	step	step	step
297	300	301	305
300	303	304	308
471	474	475	479

La tabla 1 demuestra el comportamiento del sistema ante la eventualidad, dado que las transiciones definidas por el protocolo se presentan en forma secuencial.

- **Eventualidad: Estado de la ayuda técnica de rodilla.** Esta eventualidad evalúa la condición externa de las ayudas técnicas por parte del auxiliar y la evaluación interna de funcionamiento de las ayudas técnicas, en la figura 6 se presenta el protocolo que debe realizar el sistema ante una eventualidad detectada visualmente por el auxiliar.

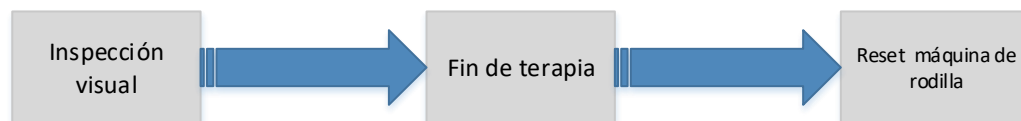


Figura 6. Eventualidad detectada visualmente por el auxiliar.

Los resultados de la simulación de esta eventualidad se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. *Inspección visual por parte del auxiliar*

inspección visual	fin terapia	reset maquina rodilla
step	step	step
99	116	121
237	247	252
414	429	434

- **Eventualidad: Estado interno ayudas técnicas.** El protocolo que se debe ejecutar ante la eventualidad interna de la ayuda técnica de rodilla se muestra en la figura 7.

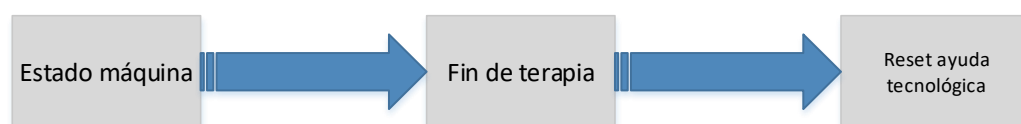


Figura 7. Protocolo ante eventualidad en el funcionamiento interno de las ayudas técnicas de rodilla.

En la tabla 3 se presentan los resultados de la simulación ante la posible eventualidad de daño interno de las ayudas técnicas.

estado maquina rodilla	fin terapia	Reset maquina rodilla
step	step	step
61	78	82
241	252	256

Eventualidad: eventualidad grave durante terapia. Tiene en cuenta la caída de conexión de internet y falla en el fluido eléctrico de las ayudas técnicas, el protocolo que el sistema debe seguir se presenta en la figura 8.

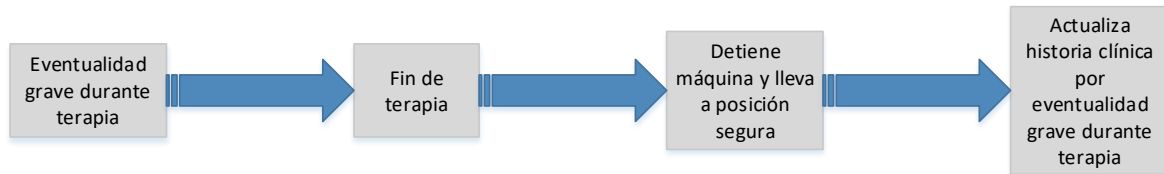
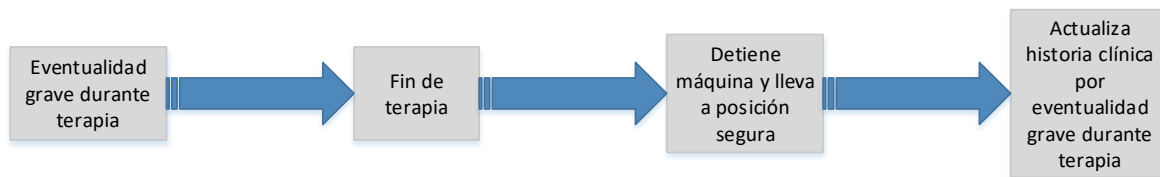


Tabla 3. *Respuesta del sistema ante eventualidad grave en terapia.*

eventualidad durante terapia	fin terapia	detiene maquina	actualizar hc x evento
step	step	step	step
514	517	520	522
113	116	121	127
253	257	264	305
426	429	436	476

Los resultados de la simulación se muestran en la tabla 3, donde se indica cada uno de los pasos que se deben cumplir en el protocolo definido.

Figura 8. Protocolo a seguir ante eventualidad grave durante terapia.



Los resultados de la simulación se muestran en la tabla 3, donde se indica cada uno de los pasos que se deben cumplir en el protocolo definido.

Como se puede observar en las tablas de datos 1, 2 y 3 de simulación, los protocolos definidos para el modelo se cumplen, como lo evidencia la secuencia de aparición de cada uno de los eventos, estos con el fin de proteger al paciente ante cualquier tipo de eventualidad. Además, estas eventualidades se definieron pensando que el paciente no se encuentra acompañado del especialista, lo que hace que la condición de operación del sistema sea más crítica.

En el **anexo B**, se presentan las pruebas unitarias para cada uno de los servicios diseñados, desarrollados e implementados para la arquitectura con orientación a servicios.

2.3 Por ultimo para objetivos específicos “**Definir los mecanismos que garantizan la interoperabilidad entre los actores que intervienen en esta aplicación**” e “**Identificar los módulos funcionales que se requieren para cumplir la correcta operación del sistema**”, se concibieron y desarrollaron los servicios web y se realiza la interacción de acuerdo al funcionamiento general del sistema.

El servicio de autenticación permite el inicio de sesión mediante el ingreso del código de usuario y la clave de usuario. El servicio al ser invocado presenta un rol determinado de acuerdo al tipo de usuario autenticado, que puede ser especialista o auxiliar, también brinda información útil para el control y registro de los usuarios: el último día de acceso al sistema por parte del usuario autenticado, la dirección IP de la cual se conectó la última vez y el código de usuario autenticado.

La información de los usuarios se encuentra alojada en una base de datos remota de SQL server 2012, mediante la cual el servicio hace la verificación si los datos ingresados corresponden a los datos almacenados en dicha base de datos. En la figura 9 se muestra el diagrama general del servicio de autenticación de usuarios.

Es importante resaltar que por cuestiones de seguridad la clave está encriptada mediante una función hash.

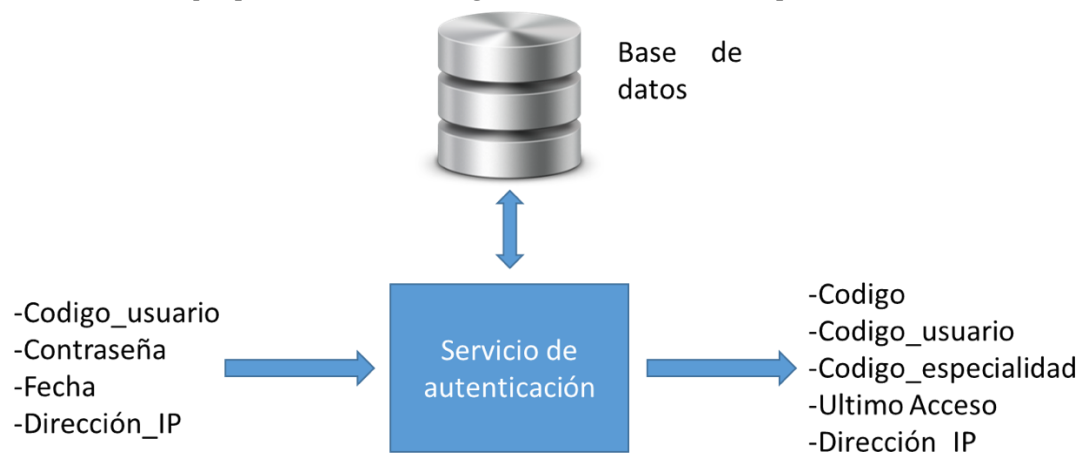


Figura 9. Diagrama general del servicio de autenticación.

El Servicio de búsqueda de paciente. Una vez el auxiliar está autenticado puede invocar el servicio de búsqueda de un paciente. Para invocar este servicio se requiere introducir el número de identificación del paciente a consultar. El servicio tiene la función de realizar la búsqueda de la información del paciente almacenado en la base de datos remota. Una vez el servicio encuentra la información, en el caso ideal, éste retornaría la información relacionada con los datos personales, la orden clínica de rehabilitación y el historial de terapias realizado por el paciente. En los casos eventuales se extrae información parcial, es decir, sólo la información personal; más adelante se detallan cada uno de los posibles casos del servicio de búsqueda de pacientes. En la figura 10 se muestra el diagrama general del servicio de búsqueda de pacientes.

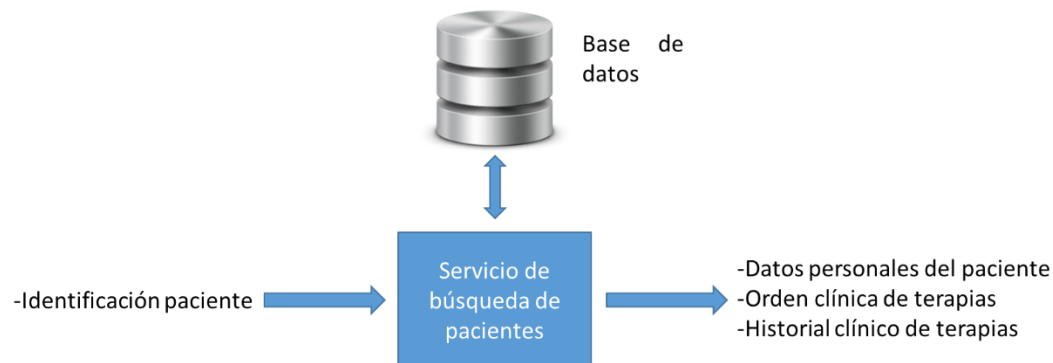


Figura 10. Diagrama general del servicio de búsqueda de paciente.

Servicio de actualización de historia clínica. A este servicio se le ha asignado la función de realizar la actualización de historia clínica durante y al finalizar la terapia de rehabilitación física tele-operada. Esta actualización se realiza mediante la inserción de información generada por el especialista al momento de definir el protocolo de rehabilitación y por la máquina de acuerdo a los movimientos de rehabilitación ejecutados por la máquina. En la figura 11 se observa el diagrama general de este servicio.

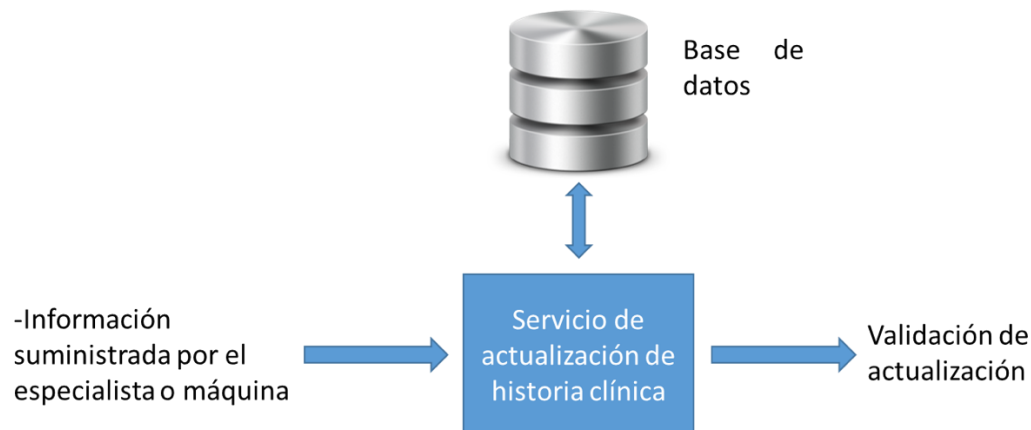


Figura 11. Diagrama general del servicio de actualización de historia clínica.

Servicio de comunicaciones. Este servicio permite establecer un canal de comunicación entre Especialista, Auxiliar y Máquina, permitiendo capturar instantáneamente la información generada por cualquiera de los usuarios mencionados. Esta información es el protocolo de rehabilitación planteado por el especialista, evolución de las terapias ejecutada por la máquina o eventualidades registradas por el auxiliar. En la figura 12 se muestra el diagrama general del servicio de comunicaciones.



Figura 12. Diagrama general del servicio de comunicaciones.

Como integración de los servicios web se tiene la figura 13, que presenta los servicios web integrados de acuerdo a las necesidades del sistema de rehabilitación tele-operado.

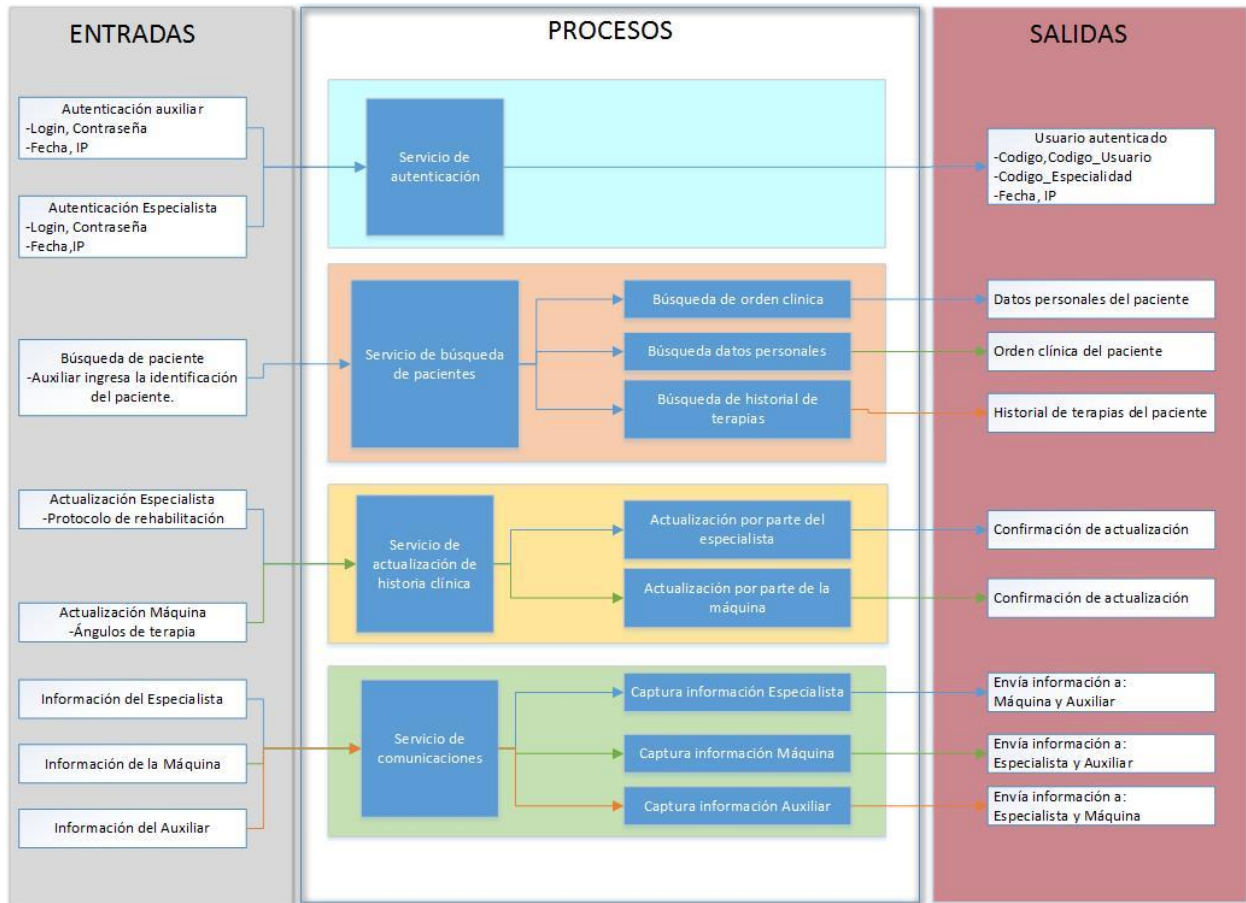


Figura 13. Integración de los servicios web para el sistema de rehabilitación tele-operado

En el **anexo C** se presentan los códigos fuente de cada uno de los servicios implementados para poner en funcionamiento la arquitectura con orientación a servicios para rehabilitación tele-operada.

3. Estado del arte

Tabla 4. Clasificación de la literatura analizada

Categoría	Monitoreo y diagnóstico	Tele -rehabilitación y tele-operación	SOA
Sistemas de tele-salud y telemedicina [21] al [32]	[1] [2] [3] [4] [5][6] [7] [8] [9] [10] [11] [12]		[4] [9] [10]
Educación y capacitación [33] al [34]	[13] [14]		
Sistemas para Tele-rehabilitación [35] al [62]	[16] [17] [18] [19] [20] [21] [22] [24] [26] [28] [29] [34] [37]	[15] [26] [17] [18][19] [20] [21] [22] [23] [25] [27] [28][29] [30] [31] [32] [33] [34][35][36][38] [39] [40] [41] [42]	[41] [46]
Aplicaciones SOA en salud [63] al [80]	[33] [34] [35] [36] [37] [38][39] [40] [41] [52] [53] [54][57] [59]		[43] [44] [45] [46] [47] [48] [49] [50] [51] [52] [53] [54] [55] [56] [57] [58] [59] [60]

Teniendo en cuenta la tabla 1 donde se realiza el análisis de cada uno de los temas abordados por las investigaciones realizadas, se puede plantear una tabla de comparación con los elementos que son integrados en la propuesta de investigación, como se muestra en la tabla 4.

Conclusiones del proyecto:

Considerando el planteamiento de la arquitectura orientada a servicios el sistema propuesto puede ser escalado para la atención de servicios de otras articulaciones a rehabilitar.

- Se presenta una arquitectura con orientación a servicios que en su concepción, desarrollo e implementación está acorde a las características de: contrato, interoperabilidad, escalabilidad, reusabilidad, autonomía, bajo acoplamiento, fácil descubrimiento y no conserva estado.
- Por su naturaleza la arquitectura planteada puede ser utilizada en otras aplicaciones de tele-medicina que se posean características como: monitoreo permanente del paciente, monitoreo de la comunicación, actividades síncronas del sistema y acoplamiento flexible con dispositivos o ayudas tecnológicas.
- El uso de ayudas tecnológicas que se pueden acoplar a la arquitectura por medio del servicio de comunicación garantiza la generalidad de la arquitectura planteada y la posibilidad de nuevas aplicaciones.
- El uso de nuevas tecnologías como el internet para aplicaciones médicas brinda ventajas de accesibilidad tanto a los pacientes para acceder al servicio médico y a los especialistas para acceder a la

información de sus pacientes, lo que genera disminución de uso de recursos administrativos, locativos y de tiempo, agilizando la atención de pacientes.

- El modelado en Redes de Petri permite ver la dinámica del sistema en cuanto al flujo de información y su comportamiento bajo condiciones de operación, valida las acciones coordinadas entre cada uno de los actores que están presentes en la tele-operación y la sincronía entre acciones, lo que permite ajustar el modelo de la arquitectura previo a su implementación, garantizando de esta manera el correcto funcionamiento y protección del paciente en rehabilitación.
- Las redes de Petri Coloreadas pueden ser utilizadas como herramienta para predecir el comportamiento del sistema, se evalúan condiciones que pueden poner en riesgo al paciente durante una terapia de rehabilitación, las eventualidades definidas para la arquitectura fueron: corte de señal en internet, corte de fluido eléctrico, eventualidad en paciente al inicio o durante terapia, eventualidad en ayudas técnicas. La respuesta del sistema ante estas situaciones fue la de proteger al paciente llevando las ayudas técnicas a una posición segura previamente definida en el diseño, esta acción va acompañada de la respectiva actualización de la historia clínica.
- Contrato de servicio estandarizado, De acuerdo como se presentó cada servicio, éstos se concibieron partiendo de unos requerimientos de entrada y unas salidas deseadas, que eran necesarias para que cada servicio cumpla con su función. Cada servicio se presenta bajo el contrato WSDL que especifica el nombre del servicio, sus parámetros de entrada y salida, y el tipo de datos de cada parámetro, además este contrato está escrito en el lenguaje estandarizado XML.
- Bajo acoplamiento, Cada servicio es independiente entre si lo que garantiza el bajo acoplamiento, escalabilidad, tolerancia a fallos y flexibilidad. Cada servicio funciona por sí mismo, sus variables de entrada y salida no depende de otro servicio para ejecutarse.
- Composición, Cada servicio está pensado de manera genérica, con el fin de poder ser integrado a sistemas más complejos que presten servicios en aplicaciones médicas de telemedicina. En cualquier aplicación de telemedicina son fundamentales las siguientes funcionalidades: Autenticación de usuarios, búsqueda de pacientes, gestión de la información de historias clínicas, manejo de equipos a distancia entre otros.
- Autonomía, Cada servicio tiene su propio entorno de ejecución lo que permite que el sistema pueda tener varios usuarios interactuando al tiempo, consumiendo servicios sin que el sistema se vea afectado en su desempeño, esta característica permite que el sistema pueda ser escalable en cuanto a su capacidad de manejo de información y cantidad de usuarios.
- Servicios sin estado, cada servicio se diseñó e implemento para ejecutar una gestión de información que reposa en una base de datos, ningún tipo de información es almacenada en los servicios lo que garantiza que estos no guardan estado y solo ejecutan la lógica del negocio. Para ilustrar este principio se pondrá como ejemplo dos servicio de este capítulo: el servicio de actualización de historia clínica captura el protocolo definido por el especialista y la información ejecutada por la máquina, esta información es actualiza en la historia clínica de cada paciente que se encuentra alojada en la base de datos remota, es decir que el servicio de actualización solo ejecuta las sentencias SQL necesarias para la inserción de información en la base de datos, lo que garantiza que no guarda ningún tipo de información.
- Reutilizable, Estos servicios al no guardar estado permiten que se puedan reutilizar en la misma aplicación o en otras de más alto nivel, como ejemplo se pondrán dos casos particulares: el servicio de autenticación, este busca al usuario en la base de datos y le asigna un rol, luego el servicio queda disponible para otra solicitud.

El servicio de búsqueda de pacientes realiza la consulta en la base de datos extrayendo la información referente al paciente, tanto personal como la orden y la historia clínica asociada a rehabilitación física, luego este servicio queda disponible para una nueva consulta.

- Fácil descubrimiento, Para el descubrimiento de los servicios implementados en el servidor web, se utiliza los registros UDDI, los cuales permiten que el cliente o usuario final que los vaya invocar pueda descubrirlos fácilmente y mirar que servicios están disponibles para su invocación, posibilitando que no se generen servicios redundantes o innecesarios.

4. Productos:

Tabla No. 1. **Cantidad y tipo de productos pactados en el Acta de Trabajo y Compromiso y productos finalmente presentados**

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
Productos de nuevos conocimientos				
Artículo completo publicado en revistas A1 o A2	1		1	
Formación de recursos humanos	No. de estudiantes vinculados	No. de tesis	No. De estudiantes Vinculados	No. De tesis
Estudiantes de pregrado	2	2	2	2
Semillero de Investigación	1		1	
Estudiantes de maestría	1	1	1	1
Estudiantes de doctorado	1		1	
Productos de divulgación				
Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales
Propuesta de investigación	1	1	1	1
Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.	1		1	

Tabla No. 2. Detalle de productos.

Para cada uno de los productos obtenidos y relacionados en la tabla anterior, indique la información solicitada para cada uno, anexando copia de las respectivas constancias. Como anexo a esta guía encontrará el instructivo para instructivo para la revisión de informes finales y productos.

Tipo de producto:	Artículo
Nombre General:	Camacho, J. Chamorro, C. Sanabria, J. Caicedo, G. García, J. <i>Implementación de una arquitectura con orientación a servicios para aplicaciones en rehabilitación física</i> . Revista Facultad de Ingeniería, UTP, clasificación A2. (sometido)
Nombre Particular:	Implementación de una arquitectura con orientación a servicios para un sistema de rehabilitación tele-operada por medio de web services.
Participantes:	John Alexander Camacho, Cristian David Chamorro, John Alexander Sanabria, Nayiver Gladys Caicedo, José Isidro García
Sitio de información:	Revista
Formas organizativas:	Grupo de Investigación en Alta Tensión (Gralta), Desarrollo, Innovación e Investigación en Diseño (DIID), Grupo de Univalle de Inteligencia Artificial (GUIA), BIONOVO.

Tipo de producto:	Formación
Nombre General:	Ingeniería mecánica
Nombre Particular:	Diseño e implementación de un sistema de gestión de la operación de una ayuda técnica multifuncional pasiva activa teleoperada vía internet: caso piloto rodilla,
Participantes:	Andrés Mauricio Valencia Restrepo

Tipo de producto:	Formación en investigación
Nombre General:	Monitoria

Nombre Particular:	Monitoria en investigación
Participantes:	Andrés Mauricio Valencia Restrepo

Tipo de producto:	Formación en investigación
Nombre General:	Monitoria
Nombre Particular:	Monitoria en investigación
Participantes:	Rafael Antonio Frieri Hernández

Tipo de producto:	Formación
Nombre General:	Maestría en ingeniería
Nombre Particular:	Asistente de investigación
Participantes:	John Alexander Camacho Sánchez

Tipo de producto:	Formación
Nombre General:	Maestría en ingeniería con énfasis en sistemas y computación
Nombre Particular:	Diseño de una arquitectura con orientación a servicios para aplicaciones médicas de rehabilitación humana utilizando ayudas técnicas teleoperadas.
Participantes:	John Alexander Camacho Sánchez

Tipo de producto:	Formación
Nombre General:	Doctorado en Ingeniería énfasis en Eléctrica y electrónica
Nombre Particular:	Arquitectura con Orientación a Servicios para rehabilitación Teleoperada
Participantes:	Cristian David Chamorro Rodríguez

Tipo de producto:	Ponencia Internacional
Nombre General:	INTERNATIONAL TELEMEDICINE CONFERENCE 2016
Nombre Particular:	Arquitectura con Orientación a Servicios para Sistemas de Rehabilitación Física Teleoperada
Ciudad y fechas:	Cali, Colombia - viernes 21 de octubre del 2016

Participantes:	Cristian David Chamorro, John Alexander Camacho, Gladys Caicedo, John Sanabria, José Isidro García
----------------	--

Tipo de producto:	Ponencia Internacional
Nombre General:	Primer Seminario Internacional de Innovación Tecnológica al Soporte de la Salud
Nombre Particular:	Arquitectura con Orientación a Servicios para Sistemas de Rehabilitación Física Tele-operada
Ciudad y fechas:	Cali, Colombia - 26 y 27 de septiembre de 2016
Participantes:	Cristian David Chamorro, John Alexander Camacho, John Sanabria, Gladys Caicedo, José Isidro García

Tipo de producto:	Propuesta de investigación Externa
Nombre General:	Diseño interdisciplinar de un producto de apoyo para emular la marcha natural en personas con amputación transtibial.
Registro	57563 convocatoria Colciencias 777
Ciudad y fechas:	Cali - Valle
Categoría:	Desarrollo tecnológico

5. Impactos actual o potencial:

Los impactos de este proyecto se pueden agrupar en impactos sociales y económicos como se muestra a continuación:

4.1. Impactos sociales:

Considerando que el acceso a la salud es un servicio fundamental de la población colombiana, la infraestructura ofrecida con el desarrollo de este proyecto permite favorecer a una parte de la población que por sus condiciones de vulnerabilidad geográfica se le dificulta el acceso al servicio de rehabilitación física. Los resultados de este proyecto facilitarán la atención en rehabilitación física a una población localizada en las periferias de la Ciudad de Cali y sus zonas rurales. De esta forma, es posible que esta población asegure la recuperación funcional de sus miembros inferiores bajo la condición de discapacidad transitoria.

4.2. Impactos económicos:

El desarrollo e implementación de este proyecto beneficiará de manera directa al paciente en cuanto a sus gastos en desplazamiento a ciudades principales donde

prestan el servicio especializado de rehabilitación, además para las entidades prestadoras del servicio de rehabilitación este sistema trae beneficios económicos importantes ya que optimizan el recurso humano al momento de prestar los servicios de rehabilitación.

La presente versión del informe contiene las observaciones de los evaluadores:

Firma del investigador principal

VoBo. Vicedecano de Investigaciones

Bibliografía

- [1] X. Wang, Q. Gui, B. Liu, Z. Jin, and Y. Chen, "Enabling smart personalized healthcare: A hybrid mobile-cloud approach for ECG telemonitoring," *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 18, no. 3, pp. 739–745, 2014.
- [2] J. Melorose, R. Perroy, and S. Careas, "No Title No Title," *Statew. Agric. L. Use Baseline 2015*, vol. 1, pp. 2–5, 2015.
- [3] C. De Capua, A. Meduri, and R. Morello, "A remote doctor for homecare and medical diagnoses on cardiac patients by an adaptive ECG analysis," *2009 IEEE Int. Work. Med. Meas. Appl. MeMeA 2009*, pp. 31–36, 2009.
- [4] V. Mantzana, K. Koumaditis, and M. Themistocleous, "Is SOA a solution to Healthcare Information Systems interoperability?," *Proc. IEEE/EMBS Reg. 8 Int. Conf. Inf. Technol. Appl. Biomed. ITAB*, 2010.
- [5] H. Qureshi, S. Keyani, Q. U. A. Babar, and A. A. Mumtaz, "Monitoring disease outbreak through geographical representation in rural areas," *Proc. - 4th Int. Conf. Dev. eSystems Eng. DeSE 2011*, pp. 30–35, 2011.
- [6] R. S. Tolentino, J. H. Hwang, S. H. Kim, Y. T. Kim, G. C. Park, and D. J. Hwang, "A proposal of building an early-stage diagnosis system of first-aid through wireless internet," *Proc. - 2008 Int. Conf. Conver. Hybrid Inf. Technol. ICHIT 2008*, pp. 70–74, 2008.
- [7] X.-L. Lu, "System design and development for a CSCW based remote oral medical diagnosis system," *Int. Conf. Mach. Learn. Cybern. ICMLC 2005*, no. August, pp. 3698–3703, 2005.
- [8] Y. Wu, Z. Wei, H. Yao, Z. Zhao, L. H. Ngoh, R. H. Deng, and S. Yu, "TeleOph: A secure real-time teleophthalmology system," *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed.*, vol. 14, no. 5, pp. 1259–1266, 2010.
- [9] M. Bazzani, D. Conzon, A. Scalera, M. A. Spirito, and C. I. Trainito, "Enabling the IoT paradigm in E-health solutions through the VIRTUS middleware," *Proc. 11th IEEE Int. Conf. Trust. Secur. Priv. Comput. Commun. Trust. - 11th IEEE Int. Conf. Ubiquitous Comput. Commun. IUCC-2012*, pp. 1954–1959, 2012.
- [10] H. Chih-Jen, "Telemedicine information monitoring system," *2008 10th IEEE Intl. Conf. e-Health Networking, Appl. Serv. Heal. 2008*, pp. 48–50, 2008.
- [11] M. B. Doumbouya, B. Kamsu-Foguem, H. Kenfack, and C. Foguem, "Telemedicine using mobile telecommunication: Towards syntactic interoperability in teleexpertise," *Telemat. Informatics*, vol. 31, no. 4, pp. 648–659, 2014.
- [12] B. Kamsu-Foguem, P. F. Tiako, L. P. Fotso, and C. Foguem, "Modeling for effective collaboration in telemedicine," *Telemat. Informatics*, vol. 32, no. 4, pp. 776–786, 2015.
- [13] Y. Ishibashi, a. Hara, and I. Nakajima, "Development of telemedicine education systems for web use," *Heal. 2006 8th Int. Conf. e-Health Networking, Appl. Serv.*, pp. 221–223, 2006.
- [14] P. Meso, V. W. A. Mbarika, and S. P. Sood, "An Overview of Potential Factors for Effective Telemedicine

- Transfer to Sub-Saharan Africa,” vol. 13, no. 5, pp. 734–739, 2009.
- [15] D. M. Brennan, P. S. Lum, G. Uswatte, E. Taub, B. M. Gilmore, and J. Barman, “A telerehabilitation platform for home-based automated therapy of arm function,” *Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. EMBS*, pp. 1819–1822, 2011.
 - [16] J. C. Perry, H. Zabaleta, A. Belloso, C. Rodriguez-De-Pablo, F. I. Cavallaro, and T. Keller, “ArmAssist: Development of a functional prototype for at-home telerehabilitation of post-stroke arm impairment,” *Proc. IEEE RAS EMBS Int. Conf. Biomed. Robot. Biomechatronics*, pp. 1561–1566, 2012.
 - [17] W. Durfee, J. Carey, D. Nuckley, and J. Deng, “Design and implementation of a home stroke telerehabilitation system,” *Proc. 31st Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Eng. Futur. Biomed. EMBC 2009*, pp. 2422–2425, 2009.
 - [18] J. Finkelstein, J. Wood, and E. Cha, “Impact of physical telerehabilitation on functional outcomes in seniors with mobility limitations,” *Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. EMBS*, pp. 5827–5832, 2012.
 - [19] M. Avraam, M. Horodincu, P. Letier, and A. Preumont, “Portable smart wrist rehabilitation device driven by rotational MR-fluid brake actuator for telemedicine applications,” *2008 IEEE/RSJ Int. Conf. Intell. Robot. Syst. IROS*, pp. 1441–1446, 2008.
 - [20] J. Finkelstein and I. cheol Jeong, “Remotely controlled cycling exercise system for home-based telerehabilitation,” *Conf. Proc. ... Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Annu. Conf.*, vol. 2013, pp. 7310–7313, 2013.
 - [21] A. Karime, H. Al-Osman, J. M. Alja’Am, W. Gueaieb, and A. El Saddik, “Tele-wobble: A telerehabilitation wobble board for lower extremity therapy,” *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 61, no. 7, pp. 1816–1824, 2012.
 - [22] P. Boissy, S. Brière, H. Corriveau, A. Grant, M. Lauria, and F. Michaud, “Usability testing of a mobile robotic system for in-home telerehabilitation,” *Conf. Proc. ... Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Annu. Conf.*, vol. 2011, pp. 1839–42, 2011.
 - [23] W. S. Harwin, T. Rahman, and R. A. Foulds, “Review of design issues in rehabilitation robotics with reference to North American research,” *IEEE Trans. Rehabil. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 3–13, 1995.
 - [24] J. Bae and M. Tomizuka, “A tele-monitoring system for gait rehabilitation with an inertial measurement unit and a shoe-type ground reaction force sensor,” *Mechatronics*, vol. 23, no. 6, pp. 646–651, 2013.
 - [25] B. Brüggemann, T. Röhling, and J. Welle, “Coupled Human-machine Tele-manipulation,” *Procedia Manuf.*, vol. 3, no. Ahfe, pp. 998–1005, 2015.
 - [26] M. Burkert, F. J. Stewing, H. Krumm, C. Fiehe, and I. L??ck, “Networked devices meeting dependability while supporting the medical supervision of cardiac patients under rehabilitation,” *IFAC Proc. Vol.*, vol. 48, no. 4, pp. 424–429, 2015.
 - [27] P. Muller-Barna, S. Boy, G. J. Hubert, and R. L. Haberl, “Convincing quality of acute stroke care in TeleStroke Units,” *Eur. Res. Telemed.*, vol. 4, no. 2, pp. 53–61, 2015.
 - [28] J. Bae, W. Zhang, and M. Tomizuka, “Network-Based Rehabilitation System for Improved Mobility and Tele-Rehabilitation,” vol. 21, no. 5, pp. 1980–1987, 2013.
 - [29] W. K. Durfee, L. Savard, and S. Weinstein, “Technical feasibility of teleassessments for rehabilitation,” *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*, vol. 15, no. 1, pp. 23–29, 2007.
 - [30] J. Guo, S. Guo, and N. Xiao, “A method of decreasing transmission time of visual feedback for the Internet-based surgical training system,” *2013 IEEE Int. Conf. Mechatronics Autom. IEEE ICMA 2013*, pp. 914–919, 2013.
 - [31] M. Huber, B. Rabin, C. Docan, G. Burdea, M. Abdelbaky, and M. Golomb, “Feasibility of modified remotely-monitored in-home gaming technology for improving hand function in adolescents with cerebral palsy,” *IEEE Trans Inf Technol Biomed*, vol. 14, no. 2, pp. 526–534, 2010.
 - [32] D. Zeng, G. Xu, and H. Wang, “Study on teleoperated home care mobile robot,” *2007 IEEE Int. Conf. Robot. Biomimetics, ROBIO*, pp. 43–46, 2008.
 - [33] I. Farkhatdinov and J. Ryu, “Teleoperation of Multi-Robot and Multi-Property Systems.”
 - [34] L. Guo, L. Yu, and Q. Fang, “Upper limb motion recognition for unsupervised stroke rehabilitation based on Support Vector Machine,” *Bioelectron. Bioinforma. (ISBB)*, ..., 2011.
 - [35] P. Liu and H. M. M., “An Internet-based Tele-homecare System with Trinomial Protocol,” *Conf Proc IEEE*

- Eng Med Biol Soc*, vol. 4, pp. 3727–3730, 2005.
- [36] H. Park, Y. A. Lim, A. Pervez, B. C. Lee, S. G. Lee, and J. Ryu, “Teleoperation of a multi-purpose robot over the internet using augmented reality,” *ICCAS 2007 - Int. Conf. Control. Autom. Syst.*, pp. 2456–2461, 2007.
 - [37] J. Rousselot and J.-D. Decotignie, “Wireless communication systems for continuous multiparameter health monitoring,” *IEEE Int. Conf. Ultra-Wideband*, vol. 2009, pp. 480–484, 2009.
 - [38] Y. Rybarczyk, E. Colle, and P. Hoppenot, “Rehabilitation Robot,” *Behaviour*, 2002.
 - [39] A. Talasaz, R. V. Patel, and M. D. Naish, “Haptics-enabled teleoperation for robot-assisted tumor localization,” *Proc. - IEEE Int. Conf. Robot. Autom.*, pp. 5340–5345, 2010.
 - [40] J. Guo, S. Guo, X. Wei, and Q. Gao, “A Novel tele-operation controller for wireless microrobots in-pipe with hybrid motion,” *Rob. Auton. Syst.*, vol. 76, pp. 68–79, 2016.
 - [41] S. J. Lee, S. C. Lee, and H. S. Ahn, “Design and control of tele-matched surgery robot,” *Mechatronics*, vol. 24, no. 5, pp. 395–406, 2014.
 - [42] W. Omar and A. Taleb-Bendiab, “Service Oriented Architecture for E-health Support Services Based on Grid Computing Over,” *2006 IEEE Int. Conf. Serv. Comput.*, pp. 135–142, 2006.
 - [43] G. Nain, F. Fouquet, B. Morin, O. Barais, and J. M. Jézéquel, “Integrating IoT and IoS with a component-based approach,” *Proc. - 36th EUROMICRO Conf. Softw. Eng. Adv. Appl. SEAA 2010*, pp. 191–198, 2010.
 - [44] I. Toujilov and P. Taylor, “Executable behavior delegation in web services and ontology exchange systems,” *Proc. 2011 Int. Conf. Collab. Technol. Syst. CTS 2011*, pp. 415–422, 2011.
 - [45] M. Abousharkh and H. Mouftah, “A SOA-based middleware for WBAN,” *MeMeA 2011 - 2011 IEEE Int. Symp. Med. Meas. Appl. Proc.*, 2011.
 - [46] K. Ganapathy and V. Vaidehi, “Medical intelligence for quality improvement in Service Oriented Architecture,” *Int. Conf. Recent Trends Inf. Technol. ICRITIT 2011*, pp. 161–166, 2011.
 - [47] M. Nazih and G. Alaa, “Generic service patterns for web enabled public healthcare systems,” *Proc. 2011 7th Int. Conf. Next Gener. Web Serv. Pract. NWeSP 2011*, pp. 274–279, 2011.
 - [48] M. Abousharkh and H. Mouftah, “XMPP-enabled SOA-driven middleware for remote patient monitoring system,” *2012 Int. Conf. Inf. Technol. e-Services, ICITeS 2012*, 2012.
 - [49] U. Batra, S. Sachdeva, and S. Mukherjee, “Implementing healthcare interoperability utilizing {SOA} and data interchange agent,” *Heal. Policy Technol.*, vol. 4, no. 0, p. -, 2015.
 - [50] A. Benharref and M. A. Serhani, “Novel cloud and SOA-based framework for E-health monitoring using wireless biosensors,” *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 18, no. 1, pp. 46–55, 2014.
 - [51] K. Ganapathy, B. Priya, B. Priya, V. Prashanth, and V. Vaidehi, “SOA Framework for Geriatric Remote Health Care Using Wireless Sensor Network,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 19, no. Fams, pp. 1012–1019, 2013.
 - [52] R. Gazzarata, F. Vergari, T. S. Cinotti, and M. Giacomini, “A standardized SOA for clinical data interchange in a cardiac telemonitoring environment,” *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 18, no. 6, pp. 1764–1774, 2014.
 - [53] S. Lee, J. H. Song, J. Ye, H. J. Lee, B. Y. K. Kim, S.-H. Lee, B.-K. Yi, and I. K. Kim, “SOA-based integrated pervasive personal health management system using PHDs,” *Proc. 4th Int. ICST Conf. Pervasive Comput. Technol. Healthc.*, pp. 1–4, 2010.
 - [54] J. U. Meyer, “Open SOA health web platform for mobile medical apps: Connecting securely mobile devices with distributed electronic health records and medical systems,” *19th IEEE Int. Conf. Emerg. Technol. Fact. Autom. ETFA 2014*, 2014.
 - [55] M. Mohammadi and M. Mukhtar, “A Review of SOA Modeling Approaches for Enterprise Information Systems ScienceDirect,” *Procedia Technol.*, vol. 11, no. 11, pp. 794–800, 2013.
 - [56] Y. B. D. Trinugroho, F. Reichert, and R. W. Fensli, “A SOA-based health service platform in smart home environment,” *2011 IEEE 13th Int. Conf. e-Health Networking, Appl. Serv.*, pp. 201–204, 2011.
 - [57] W. C. Chiang, H. H. Lin, T. S. Wu, and C. F. Chen, “Bulding a cloud service for medical image processing based on service-orient architecture,” *Proc. - 2011 4th Int. Conf. Biomed. Eng. Informatics, BMEI 2011*, vol. 3, pp. 1459–1465, 2011.
 - [58] S.-H. Hsieh, S.-L. Hsieh, C.-P. Shen, W.-H. Chen, P.-H. Cheng, K.-P. Hsu, C.-H. Chen, and F. Lai, “Web

Services Based Bio-signal System Leveraging Support Vector Machines,” *Bioinforma. Bioeng.* 2009. *BIBE '09. Ninth IEEE Int. Conf.*, pp. 254–259, 2009.

- [59] G. Liu, “Design of medical management information system based on SOA,” *2010 2nd IEEE Int. Conf. Inf. Manag. Eng.*, pp. 106–109, 2010.
- [60] T. Raafat and F. Cecelja, “Application of Semantic Web Services for Mobile Telemedicine Service Discovery,” *2011 IEEE 35th Annu. Comput. Softw. Appl. Conf.*, pp. 562–563, 2011.

Anexo A. Desarrollo de la arquitectura con orientación a servicios para el sistema de rehabilitación tele-operado vía internet

Arquitectura SOA propuesta

En la figura A1 se presenta la arquitectura SOA propuesta para esta aplicación, la cual es la encargada de administrar los diferentes servicios especializados involucrados en la rehabilitación de una articulación específica.

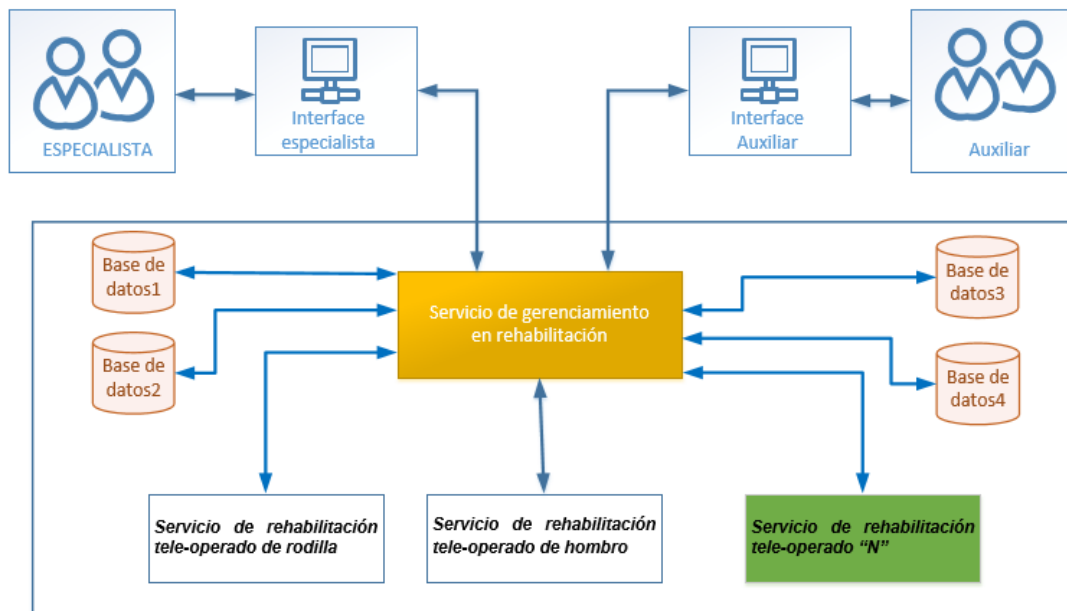


Figura A1. Arquitectura general.

Servicio de gerenciamiento en rehabilitación. Este servicio es el encargado de integrar y coordinar los diferentes servicios de rehabilitación ofrecidos por el sistema. Para esto, el servicio recibe y envía información de la interface del especialista y/o del auxiliar. También, gestiona el registro en bases de datos de la información relacionada con el estado de la ayuda técnica y evolución del estado del paciente. Este servicio se comunica con el servicio de tele-operación “N”, el cual está centrado en las funciones de las ayudas técnicas de rehabilitación, auxiliar y paciente durante el desarrollo de una terapia de rehabilitación tele-operada.

Debido a la compleja funcionalidad de este servicio su concepción encapsula otros cuatro servicios, los cuales son: servicio de autenticación, servicio de búsqueda de historia clínica, servicio de actualización de

historia clínica y servicio de comunicaciones; los cuales tienen funciones claramente definidas (ver figura A2).

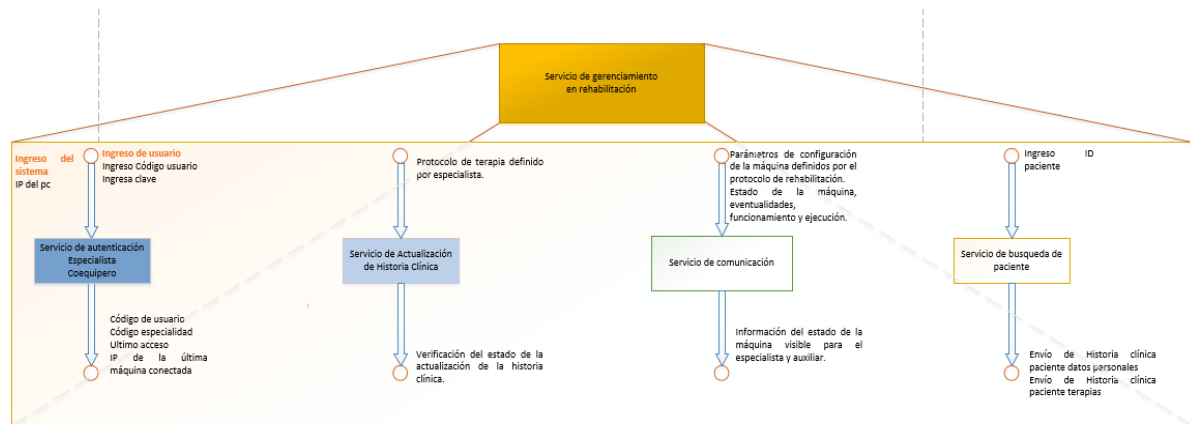


Figura A2. Servicio de gerenciamiento en rehabilitación.

A continuación, se presenta cada uno de los servicios que integra el Servicio de Gerenciamiento en Rehabilitación.

Servicio de autenticación. En este servicio se requiere el ingreso del login del usuario y la contraseña de acceso, una vez estos datos se comparan con la información contenida en la base de datos, hay tres posibilidades: identificarlo como especialista, como auxiliar o negarle el acceso, de acuerdo al modo en que sea autenticado el usuario se le brindan atributos en la interface de acuerdo a su rol. Como puede verse en la figura A3 el servicio cumple con la función clara de búsqueda en la base de datos, autenticación del usuario y activación de su respectiva interfaz.

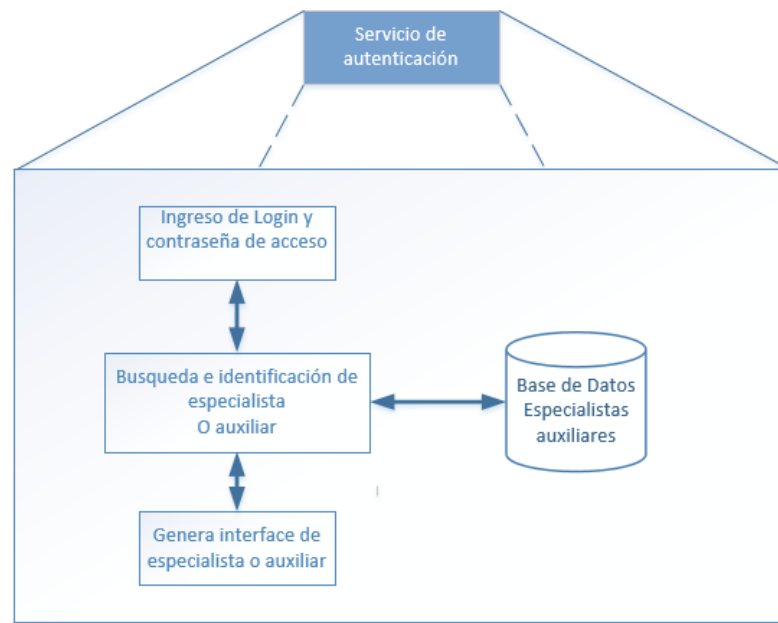


Figura A3. Servicio de autenticación.

Servicio búsqueda de paciente. En este servicio se ingresa el número de identificación del paciente, el servicio realiza la búsqueda en la base de datos del hospital y se pueden presentar tres posibilidades. La primera es que el paciente no pertenezca a la base de datos, la segunda, es que el paciente pertenezca a la base de datos, pero no tenga historial clínico asociado a terapias de rehabilitación física y el tercer caso es que el paciente pertenezca a la base de datos y tenga historial clínico asociado a terapias de rehabilitación. La figura A4 presenta el servicio con sus características.

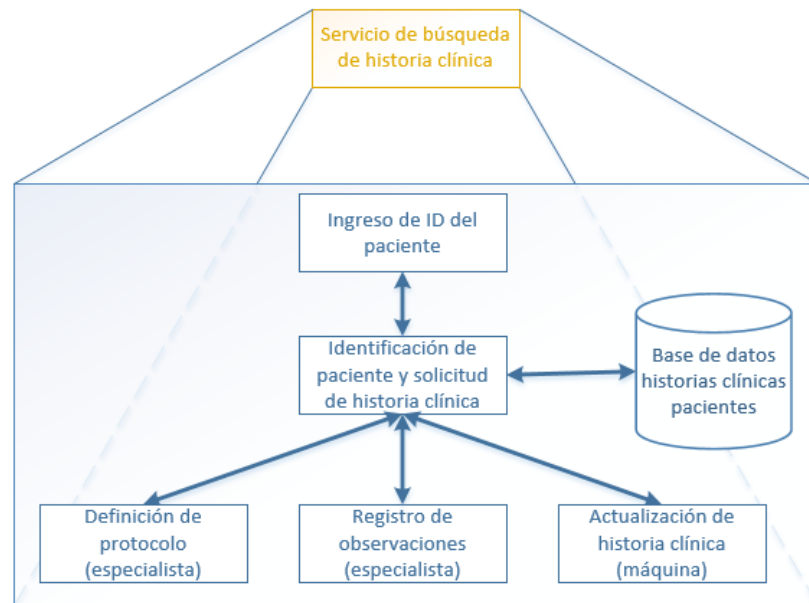


Figura A4. Servicio búsqueda historia clínica.

Servicio de actualización de historia clínica. Este servicio es el encargado de actualizar e insertar información relacionada con los protocolos de rehabilitación definidos por el especialista y los alcanzados por el paciente que son registrados por medio de la ayuda técnica, de tal manera estos datos son comparados por el servicio y brindan información acerca del porcentaje de ejecución de la terapia. A continuación, en la figura A5 se presenta el servicio con sus características.

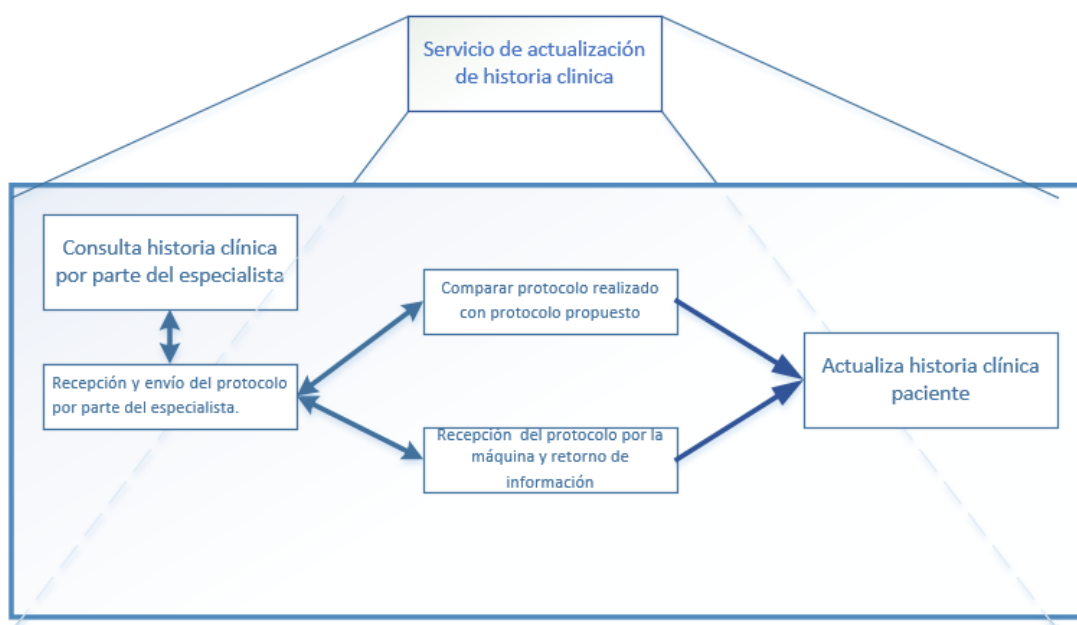


Figura A5. Servicio de actualización de base de datos.

Servicio de comunicación. Este servicio realiza un monitoreo permanente del sistema, el cual incluye las siguientes eventualidades: conexión a internet, conexión eléctrica, estado de ayudas técnica y estado del paciente durante terapia. Estas eventualidades se declararon como críticas para el sistema, ya que ponen en riesgo la seguridad del paciente durante la ejecución de la terapia. Igualmente, incluye el monitoreo de los parámetros de terapia que son constantemente actualizados en la base de datos, teniendo así información de la trazabilidad de la terapia realizada.

De presentarse una o varias de las eventualidades deben ser evaluadas por el especialista quien es el responsable de tomar la decisión de suspender o continuar con la terapia. En caso que la decisión sea de suspender la terapia el sistema lleva a la ayuda técnica a una posición segura para evitar algún tipo de lesión al paciente, además se hace el respectivo registro en la historia clínica del paciente. La figura A6 muestra el servicio con sus respectivas características.

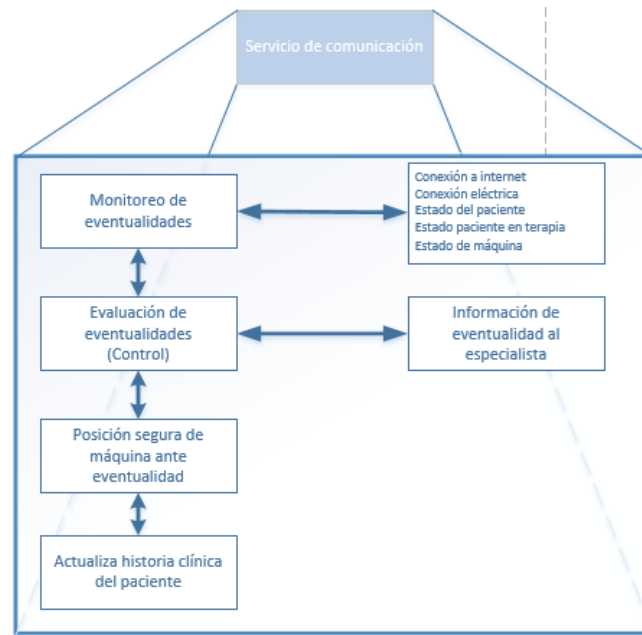


Figura A6. Servicio de comunicación

Ayuda tecnológica para rehabilitación tele-operada. Esta tecnología está comunicada con el servicio de gerenciamiento en rehabilitación y opera con la infraestructura de software y hardware acondicionada en el lugar geográfico alejado del especialista, en otras palabras, con la interface del auxiliar, ayuda técnica de rehabilitación e información del paciente; este servicio funciona con la información del control local, las inspecciones realizadas por el auxiliar al paciente, ayudas técnicas y la respectiva comunicación con el servicio de gerenciamiento. De igual manera, se presenta una inspección y comunicación automática de la ayuda técnica realizando una verificación de su funcionamiento en lo referente a sus actuadores, sensores y alcances máximos. En la figura A7 se presenta este servicio.

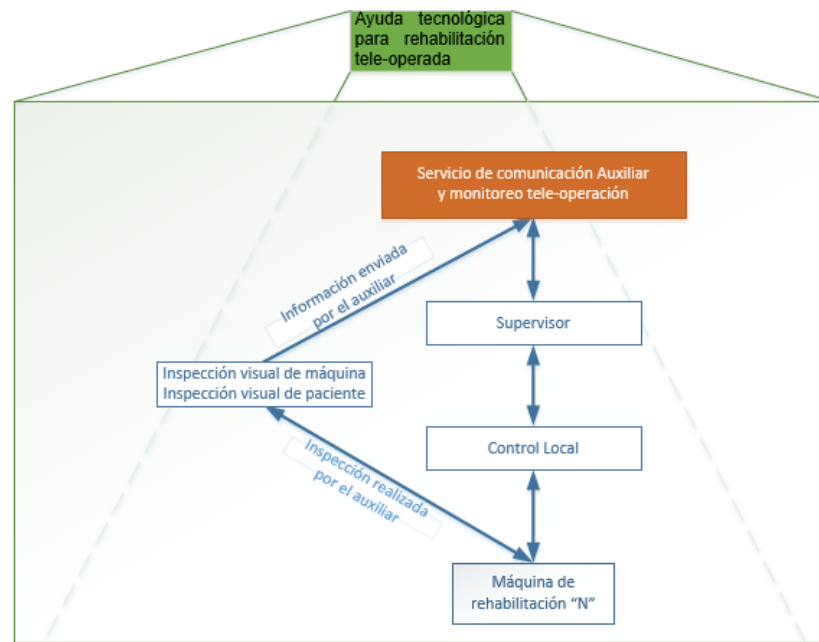


Figura A7. Ayuda tecnológica para rehabilitación tele-operada.

3.4 Principios de una arquitectura con orientación a servicios

A continuación, en la tabla A1, se presenta una síntesis donde se exponen los principios de SOA y la manera cómo fueron desarrollados en la propuesta de la arquitectura y su implementación.

Tabla A1 Principios SOA en el planeamiento del sistema.

Principio SOA	Cumple con el principio	Factor de verificación del principio
Contrato	Si	Al momento de realizar la publicación se especifica el contrato mediante el WSDL, el cual define los parámetros de entrada y salida y el tipo de datos.
Interoperabilidad	Si	El servicio es independiente del lenguaje de programación y sistema operativo, lo cual permite la interacción entre dos o más servicios.
Reusabilidad	Si	El servicio al no guardar estado permite que sean reutilizables para una misma aplicación sin la necesidad de generar un nuevo servicio.
Autonomía	Si	El servicio tiene control sobre su entorno, también controla las funciones que encapsula.
Bajo acoplamiento	Si	Cada servicio tiene funciones muy bien definidas, estos servicios no dependen de otros, por su nula dependencia con otros servicios permite que el sistema sea escalable.
Fácil descubrimiento	Si	El cliente mediante el UDDI descubre los servicios y los métodos implementados en cada uno de los servicios
No conserva estado	Si	Los servicios están diseñados para que manejen únicamente lógica, no guardan información, la actualización de la

información se hace de manera directa en la base de datos.

Como se observa en la tabla 16 la arquitectura planteada y su implementación cumple con los principios de una arquitectura con orientación a servicios, lo que permite que el sistema de rehabilitación tele-operado tenga características de ventaja técnica sobre otras arquitecturas y novedad en cuanto a las aplicaciones en telemedicina.

Diagrama de Casos de uso del Servicio de gerenciamiento en rehabilitación

La figura A8 expone el diagrama de casos de uso del servicio de gerenciamiento en rehabilitación, el cual está relacionado con el especialista, auxiliar y el servicio de rehabilitación tele-operado “N”, en este diagrama se muestra la interacción de los eventos y sus actores.

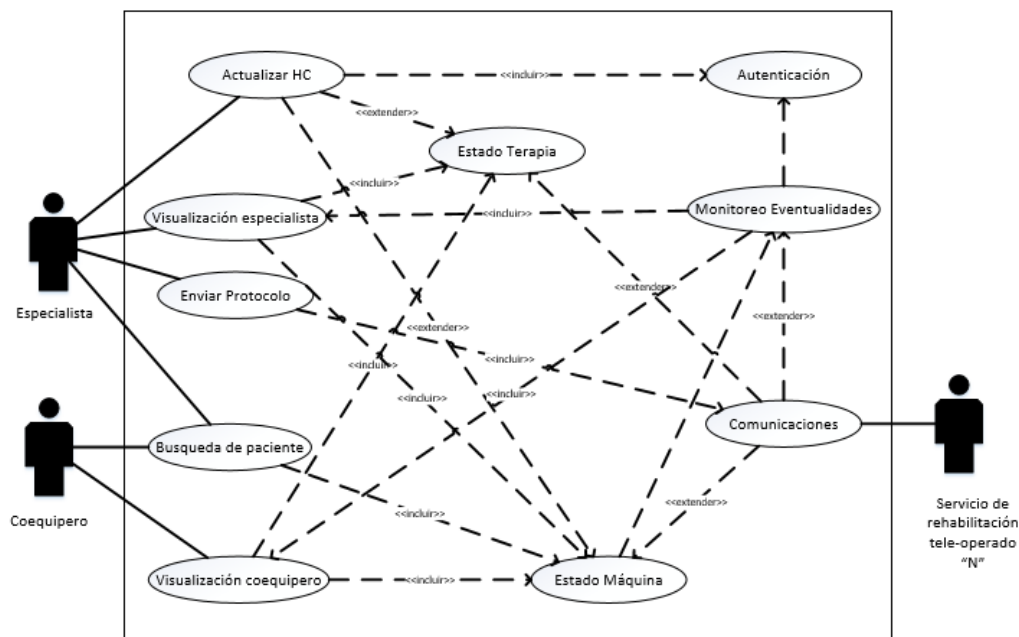


Figura A8. Flujo de información del sistema de rehabilitación tele-operado.

Diagrama de Actividades

El diagrama de actividades del sistema de rehabilitación tele-operado, como se observa en la figura A9, presenta cada una de las actividades desarrolladas por el especialista, auxiliar y las ayudas técnicas. En el diagrama de actividades se diferencian las actividades síncronas y asíncronas; las primeras se identifican con líneas continuas y las segundas con líneas punteadas.

Este diagrama permite establecer la relación existente entre cada uno de los actores y ver el flujo de información necesario para que el sistema de rehabilitación tele-operado funcione de manera segura para el paciente. También, es posible observar el permanente monitoreo por parte del especialista durante toda la terapia, el registro en historia clínica de la terapia realizada, por medio de la medición que realizan las ayudas técnicas. Por último, evidencia la importancia del auxiliar como puente de comunicación entre el especialista y el paciente de información que no procesa la ayuda técnica.

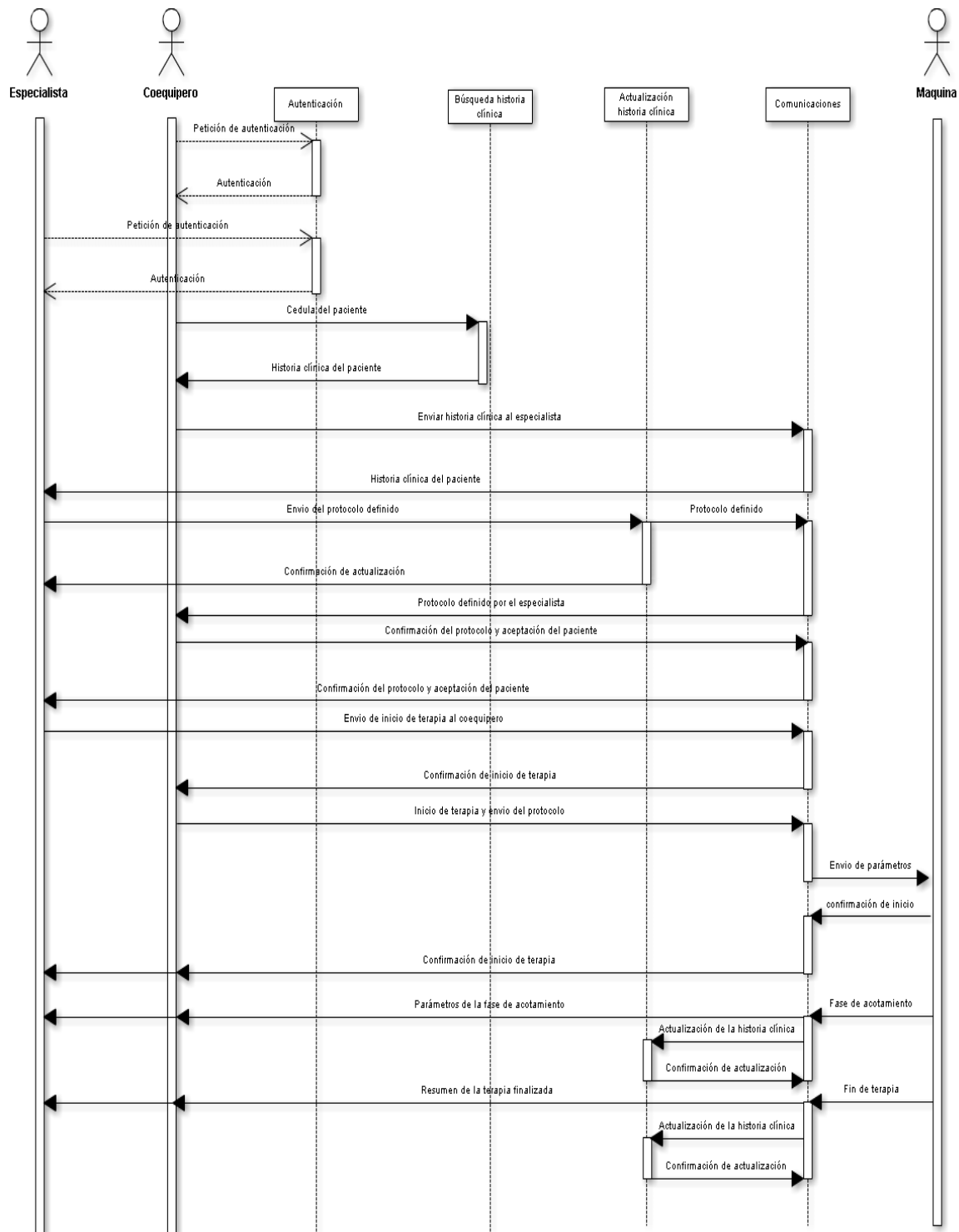


Figura A9. Diagrama de actividades del sistema de rehabilitación tele-operado.
Simulación en redes de Petri del sistema para rehabilitación tele-operada.

El uso de la herramienta es un instrumento para comprobar la validez de la propuesta bajo condiciones dinámicas de funcionamiento, ya que el modelado simula atenciones y de manera aleatoria asigna posibles situaciones permitiendo observar cómo el sistema reacciona ante múltiples combinaciones de situaciones en función de preservar la seguridad del paciente durante la terapia.

Se utilizó la herramienta de redes de Petri Coloreadas debido a que es una herramienta versátil para modelar sistemas complejos que tienen anidadas varias subredes, asimismo esta herramienta cuenta con la posibilidad de definir colores los cuales permiten definir funciones necesarias para el modelo. En la figura A10 se presenta el listado de colores definidos para el modelo en redes de Petri coloreadas del sistema de rehabilitación tele-operado.

```
▼ Standard declarations
  ▼ colores
    ▼ colset UNIT = unit;
    ▼ colset BOOL = bool;
    ▼ colset INT = int;
    ▼ colset IP=int with 10000..13000;
    ▼ colset STRING = string;
    ▼ colset AMIN=int with ~90..10;
    ▼ colset AMAX=int with 20..140;
    ▼ colset REPETICION=int with 10..100;
    ▼ colset RESTA= int with 1..60;
    ▼ colset TM= int with 1..4;
    ▼ colset IDL= int with 1..2;
    ▼ colset DATOS=product INT*INT*INT*INT*INT*INT*INT*INT;
    ▼ colset ACTUALIZACION=product STRING*INT*INT*INT*INT*INT*INT*INT*INT;
    ▼ colset REGISTRO= list DATOS;
    ▼ colset REGISTRADOS= list INT;
    ▼ colset PAR= product INT*INT*INT;
    ▼ colset SENAL= product INT*UNIT;
    ▼ colset ENTEROS= product STRING*INT*INT;
    ▼ colset INFO=product INT*STRING;
    ▼ colset ESTADO=product STRING*INT*STRING;
    ▼ colset INFOAUX=product INT*INT*INT*INT*INT*INT;
    ▼ colset PROTOCOLO=product STRING*INT*INT*INT*INT*INT*INT;
    ▼ colset EVENTUALIDAD= product INT*STRING*STRING*STRING;
    ▼ colset AUX= product INT*STRING*STRING;
    ▼ colset VALORACION=product STRING*INT*STRING*STRING;
    ▼ colset VALIDAR= product INT*INT*STRING;
    ▼ colset UNION= union estado:STRING+protocolo:DATOS;
    ▼ colset RECEPCION2= union texto:STRING+inf:INFO+cond:ESTADO+
      aux:INFOAUX+coequip:AUX+valorar:VALORACION+unidad:UNIT+senal:SENAL+dato:PROTOCOLO;
    ▼ colset RECEPCION= union recepcion:RECEPCION2+
      D:DATOS+actualizar:ACTUALIZACION+solicitud_HC:INT+reg:REGISTRO
      +numeros:ENTEROS + validar:VALIDAR;
```

Figura A10. Listado de colores definidos en el modelado de redes de Petri.

Una vez concebida la arquitectura del sistema de rehabilitación tele-operada y debido a su complejidad en el flujo de información entre los actores, se modeló el sistema utilizando la herramienta de Redes de Petri Coloridas.

La figura A11 muestra la red de Petri general del sistema, la cual en el lugar geográfico 1 tiene modelado la transición de sustitución del “PC ESPECIALISTA”. En el lugar geográfico 2 se presenta modeladas las transiciones de sustitución “PC AUXILIAR” – “MAQUINA RODILLA” - “MAQUINA HOMBRO”. Estos dos lugares geográficos se encuentran unidos por lo que se denominó a la transición de sustitución “INTERNET”.

En la red de Petri general se presentan varias transiciones que representan macro eventos y utilizando un abordaje *top-down* son detalladas progresivamente.

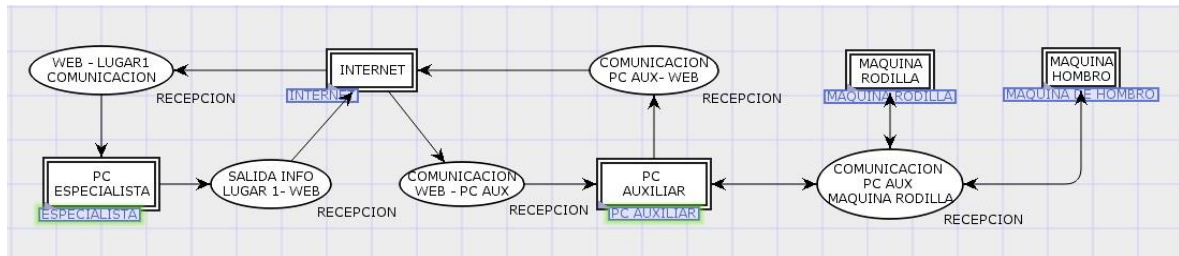


Figura A11 Red de Petri coloreada general del sistema de tele-operación para rehabilitación.

Cada una de las transiciones de sustitución está interconectada con lugares que simulan la entrada y salida de información entre las interfaces de usuario. Como se tienen transiciones de sustitución, cada una de ellas contiene de forma anidada otras redes que simulan los procesos internos del sistema de rehabilitación.

La función principal de la simulación es analizar el comportamiento del sistema en sus condiciones más críticas. Para este sistema se definieron condiciones críticas de seguridad del paciente evidenciadas en cuatro posibilidades: i) rechazo del protocolo al inicio de terapia, ii) eventualidad por inspección visual del auxiliar a las ayudas técnicas, iii) eventualidad por mal funcionamiento interno de las ayudas técnicas, iv) eventualidad grave durante terapia.

Igualmente, se consideró en el modelado los servicios definidos en los web service para ser evaluados y verificar su comportamiento en el sistema de rehabilitación tele-operado, los cuatro web service modelados son: autenticación de especialista – auxiliar, búsqueda de pacientes, actualización historia clínica paciente y comunicación (ver figura A12).

Se realiza una aproximación de base de datos de los pacientes y de los funcionarios, esto es una aproximación a la realidad en cuanto al uso de las bases de datos del sistema de salud. La información de cada registro de los pacientes contiene una anotación con una lista de datos que se debe usar en la actualización de la historia clínica del paciente.

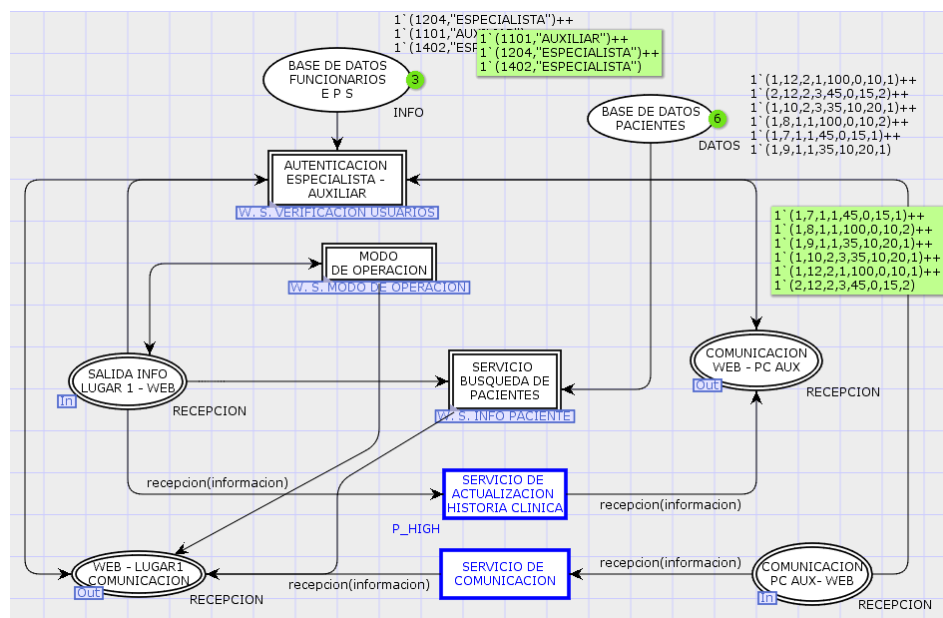


Figura A12. Modelado de los web service.

Estructura general del modelado del sistema en Redes de Petri coloreadas. Debido a la complejidad del sistema que se modeló en Redes de Petri coloreadas y por el nivel de detalle en los eventos considerados para determinar el comportamiento dinámico del sistema de rehabilitación tele-operada, a continuación, se muestra la estructura del modelo con sus respectivas transiciones y sus relaciones jerárquicas.

Estructura del sistema tele-operado para rehabilitación modelado en Redes de Petri coloreadas.

GENERAL

ESPECIALISTA

RECEPCION Y ENVIO INFO ESPECIALISTA

VINCULAR PACIENTE

DEFINICION DE PROTOCOLO

PLANTEAR PROTOCOLO

FLEXO-EXTENSION

ABDUCCION

ADUCCION

ROTACION INTERNA Y EXTERNA

FLEXO-EXTENSION RODILLA

EVENTUALIDADES AL INICIO

PROCESO DE EVENTUALIDAD INICIAL

TIPO DE OPERACIÓN

ENTRADA INFORMACION

SALIDA INFORMACION

INTERNET

AUTENTICACION

BUSQUEDA PACIENTE

ACTUALIZACION HISTORIA CLINICA

COMUNICACIÓN MAQUINA

MAQUINA RODILLA

ENCENDER O APAGAR MAQUINA RODILLA

RECEPCION Y ACOTADO PROTOCOLO

ACTIVAR MODO DE TERAPIA

REVISAR COMUNICACIONES PC-MAQUINA

MAQUINA DE REHABILITACION EN OPERACIÓN

ESTADO MAQUINA DE RODILLA

MAQUINA HOMBRO

ENCENDER O APAGAR MAQUINA HOMBRO

RECEPCION Y ACOTADO PROTOCOLO

ACTIVAR MODO DE TERAPIA

REVISAR COMUNICACIONES PC-MAQUINA

MAQUINA DE REHABILITACION EN OPERACIÓN

ESTADO MAQUINA DE HOMBRO

PC AUXILIAR

REGISTRAR Y ENCENDER MAQUINA

EVALUAR CONEXIÓN PC-MAQUINA
ENVIO INFORMACION DESDE AUXILIAR
EVALUAR VISUALMENTE PACIENTE Y MAQUINA
SOCIALIZACION PROTOCOLO

Las transiciones que se muestran en negrilla indican que son de sustitución, lo que significa que tienen redes anidadas en ellas mismas.

Evaluación y análisis de las eventualidades del sistema

Para poder realizar la evaluación y análisis de las eventualidades del sistema de rehabilitación tele-operada fue necesario incluir en el modelo de redes de Petri coloreadas monitores que tienen la capacidad de identificar estas eventualidades de acuerdo a los eventos que se presenten y una vez estos eventos suceden se debe cumplir con un protocolo de secuencia de otra serie de eventos, esta serie de eventos está definida por la arquitectura del sistema.

En la figura A13 se presenta el listado de monitores implementados en el modelo de redes de Petri.

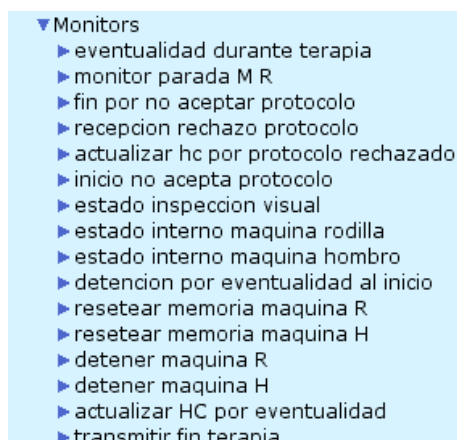


Figura A13. Monitores del modelo en redes de Petri.

En lo siguiente, se presenta el comportamiento de todos los servicios definidos en la arquitectura, la simulación de los modos de operación del sistema y la manera cómo el sistema responde ante eventualidades que ponen en peligro al paciente. Las posibles eventualidades consideradas son:

Eventualidad: Rechazo de protocolo por parte del paciente al inicio de la terapia. Cuando se presenta esta eventualidad el sistema debe realizar el protocolo que se muestra en la figura A14.

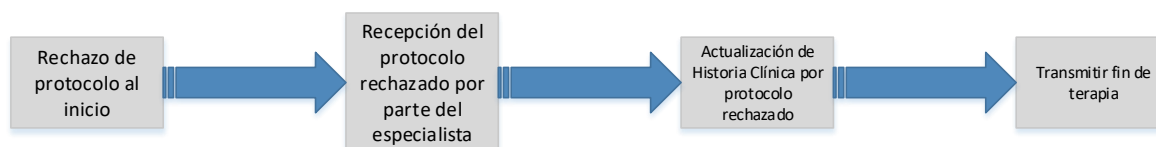


Figura A14. Rechazo de protocolo al inicio de la terapia.

Para definir el comportamiento del sistema en la simulación fue necesario colocar observadores en las transiciones que identifican cada uno de estos pasos (figura A15).

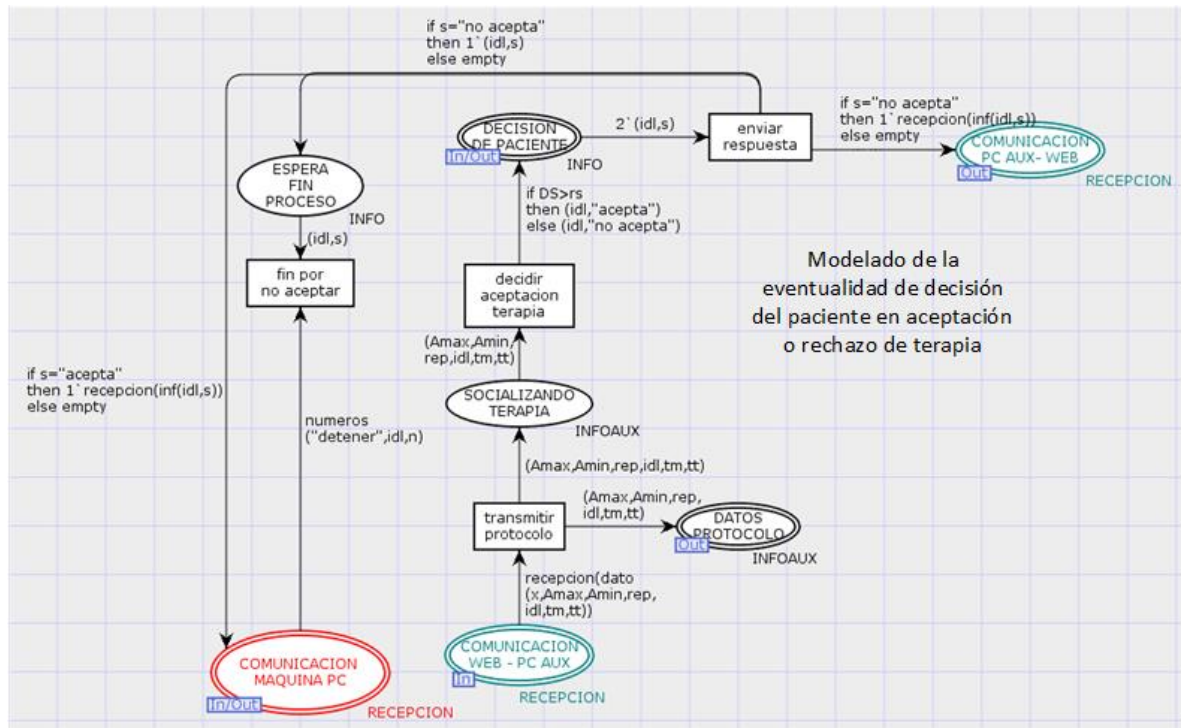


Figura A15. Modelado de eventualidad rechazo al inicio.

Como resultado de la respuesta ante esta eventualidad se obtuvieron los siguientes resultados de la tabla A2.

Tabla A2. *Respuesta del modelado del sistema ante el rechazo del protocolo al inicio.*

inicio no acepta protocolo	Recepción del protocolo rechazado por parte del especialista	Actualizar historia clínica por protocolo rechazado	Transmitir fin de terapia
step	step	step	step
297	300	301	305
300	303	304	308
471	474	475	479

La tabla A2 demuestra el comportamiento del sistema ante la eventualidad, dado que las transiciones definidas por el protocolo se presentan en forma secuencial.

Eventualidad: Estado de la ayuda técnica de rodilla. Esta eventualidad evalúa la condición externa de las ayudas técnicas por parte del auxiliar y la evaluación interna de funcionamiento de las ayudas técnicas, en la figura A16 se presenta el protocolo que debe realizar el sistema ante una eventualidad detectada visualmente por el auxiliar.



Figura A16. Eventualidad detectada visualmente por el auxiliar.

Se observa en la figura A17 el modelado de la herramienta utilizada que indica las posibilidades que se pueden presentar al momento que sucede esta eventualidad.

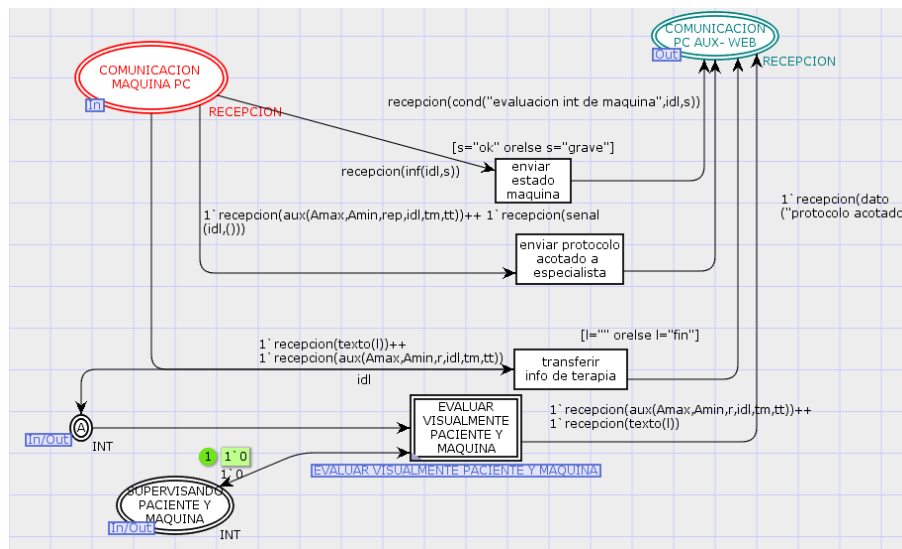


Figura A17. Modelado inspección de ayudas técnicas.

Los resultados de la simulación de esta eventualidad se presentan en la tabla 3.

Tabla A3. *Inspección visual por parte del auxiliar*

inspección visual	fin terapia	reset maquina rodilla
step	step	step
99	116	121
237	247	252
414	429	434

Eventualidad: Estado interno ayudas técnicas. El protocolo que se debe ejecutar ante la eventualidad interna de la ayuda técnica de rodilla se muestra en la figura A18.

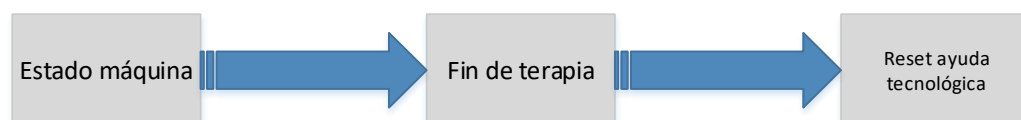


Figura A18. Protocolo ante eventualidad en el funcionamiento interno de las ayudas técnicas de rodilla.

A continuación, en la figura A19 se presenta el modelado de la eventualidad de estado interno de las ayudas técnicas.

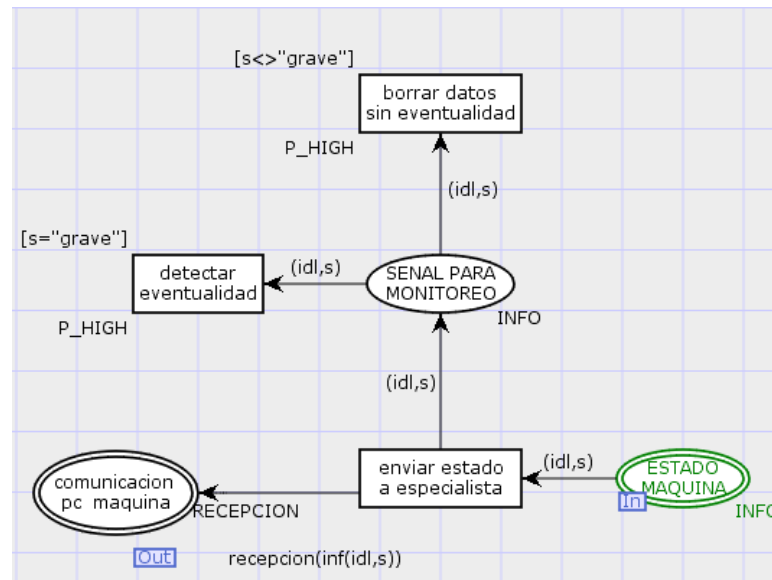


Figura A19. Eventualidad estado interno ayudas técnicas

En la tabla 4 se presentan los resultados de la simulación ante la posible eventualidad de daño interno de las ayudas técnicas.

Tabla A4. *Reacción ante eventualidad en el estado interno de las ayudas técnica.*

estado maquina rodilla	fin terapia	Reset maquina rodilla
step	step	step
61	78	82
241	252	256

Eventualidad: eventualidad grave durante terapia. Tiene en cuenta la caída de conexión de internet y falla en el fluido eléctrico de las ayudas técnicas, el protocolo que el sistema debe seguir se presenta en la figura A20.

En la figura A21 se presenta el modelado de la eventualidad durante terapia.

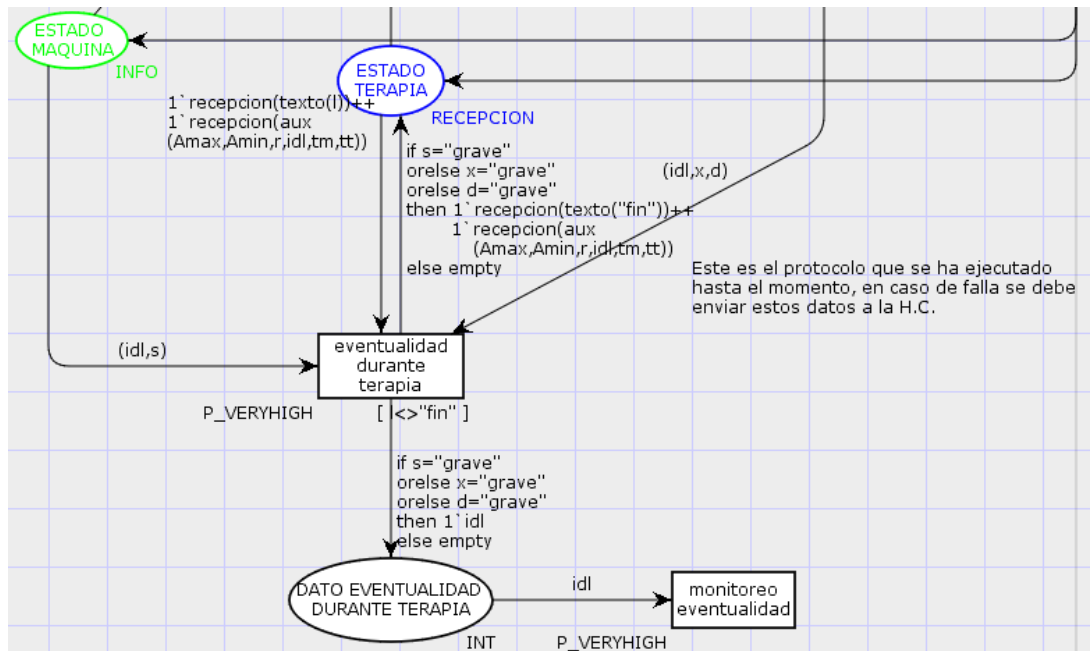


Figura A20. Eventualidad durante terapia

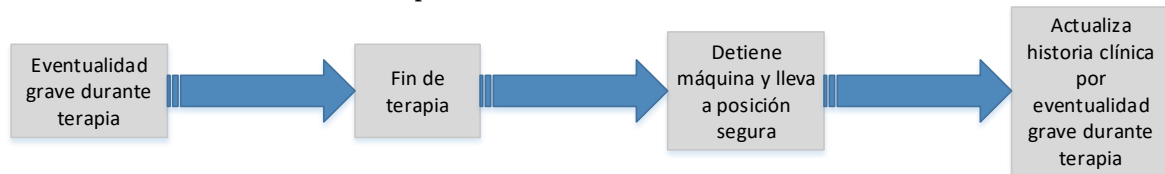


Figura A21. Protocolo a seguir ante eventualidad grave durante terapia.

Los resultados de la simulación se muestran en la tabla A5, donde se indica cada uno de los pasos que se deben cumplir en el protocolo definido.

Tabla A5. Respuesta del sistema ante eventualidad grave en terapia.

eventualidad durante terapia	fin terapia	detiene maquina	actualizar hc x evento
step	step	step	step
514	517	520	522
113	116	121	127
253	257	264	305
426	429	436	476

Como se puede observar en las tablas de datos de simulación los protocolos definidos para el modelo se cumplen, esto se puede verificar por la secuencia en que aparecen cada uno de los eventos, estos a su vez en función de proteger al paciente ante cualquier tipo de eventualidad, además estas eventualidades se definieron pensando que el paciente no se encuentra acompañado del especialista, lo que hace que la condición de operación del sistema sea más crítica.

Anexo B. concepción, desarrollo e integración de los servicios web para la implementación de la arquitectura.

Servicio de autenticación

Descripción. Este servicio permite el inicio de sesión mediante el ingreso del código de usuario y la clave de usuario. El servicio al ser invocado presenta un rol determinado de acuerdo al tipo de usuario autenticado, que puede ser especialista o auxiliar, también brinda información útil para el control y registro de los usuarios: el último día de acceso al sistema por parte del usuario autenticado, la dirección IP de la cual se conectó la última vez y el código de usuario autenticado.

La información de los usuarios se encuentra alojada en un base de datos remota de SQL server 2012, mediante la cual el servicio hace la verificación si los datos ingresados corresponden a los datos almacenados en dicha base de datos. En la figura B1 se muestra el diagrama general del servicio de autenticación de usuarios.

Es importante resaltar que por cuestiones de seguridad la clave esta encriptada mediante una función hash.

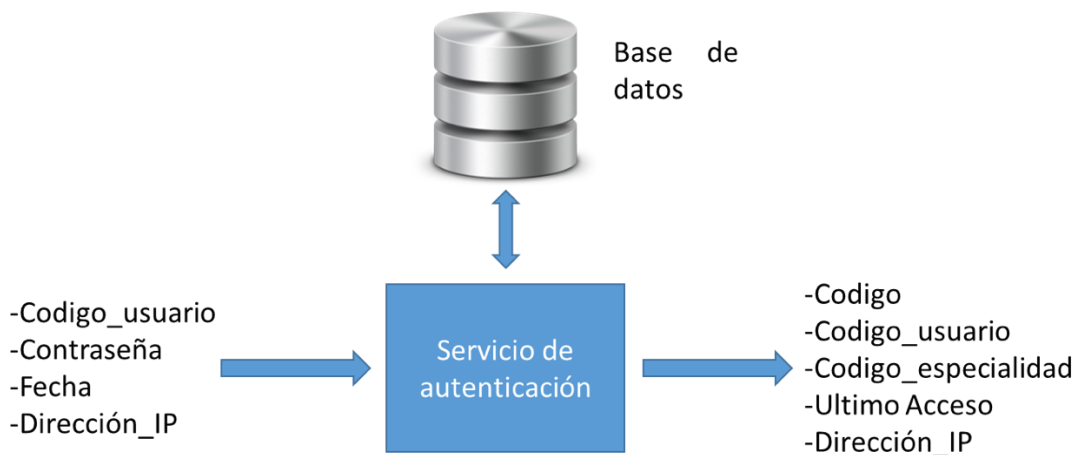


Figura B1. Diagrama general del servicio de autenticación.

En la tabla B1 se presenta las variables de entradas y de salidas del servicio de autenticación, además se especifica el tipo de datos de cada campo.

Tabla B1. Variables de entrada y salida del servicio de autenticación.

Entradas		Salidas	
Variable	Tipo	Variable	Tipo
Codigo_usuario	char(20)	Codigo	char(4)
Clave	varchar(MAX)	Codigo_usuario	char(20)
IP	varchar(15)	Codigo_especialidad	char(3)
fecha	varchar(24)	Ultimo_acceso	varchar(24)
		IP	varchar(15)

A continuación, se presenta los casos de respuesta que pueden suceder durante la invocación del sistema de autenticación de usuarios.

Casos

Autenticación correcta. Cuando se ingrese un código de usuario y una clave correcta el sistema debe responder con la información almacenada en la base de datos del usuario autenticado. En la tabla B2 se presenta la repuesta del servicio cuando un especialista es autenticado de forma correcta.

Tabla B2. *Servicio de autenticación caso: autenticación correcta.*

Salida	Valor
Codigo	1010
Codigo_usuario	jemi
Codigo_especialidad	290
Ultimo_acceso	04/10/2016 03:42:26 PM
IP	192.168.1.62

Autenticación incorrecta. Si el usuario ingresa un código de usuario y/o clave incorrecta el servicio debe responder como se muestra en la tabla B3.

Tabla B3. *Servicio de autenticación caso: autenticación Incorrecta.*

Salida	Valor
Codigo	0
Codigo_usuario	0
Codigo_especialidad	3
Ultimo_acceso	0
IP	0

Si no se establece conexión con la base de datos. Otra situación contemplada en el diseño del servicio es la imposibilidad de establecer comunicación con la base de datos, en la tabla B4 se presenta la respuesta del servicio ante esta posible eventualidad.

Tabla B4. *Servicio de autenticación caso: sin conexión a la base de datos.*

Salida	valor
Codigo	0
Codigo_usuario	0
Codigo_especialidad	4
Ultimo_acceso	0
IP	0

En la figura B2, se presenta el servicio completo para la autenticación de usuarios que consta del servicio de autenticación asociado a una interface gráfica que le da privilegios al usuario dependiendo su rol (especialista o auxiliar).

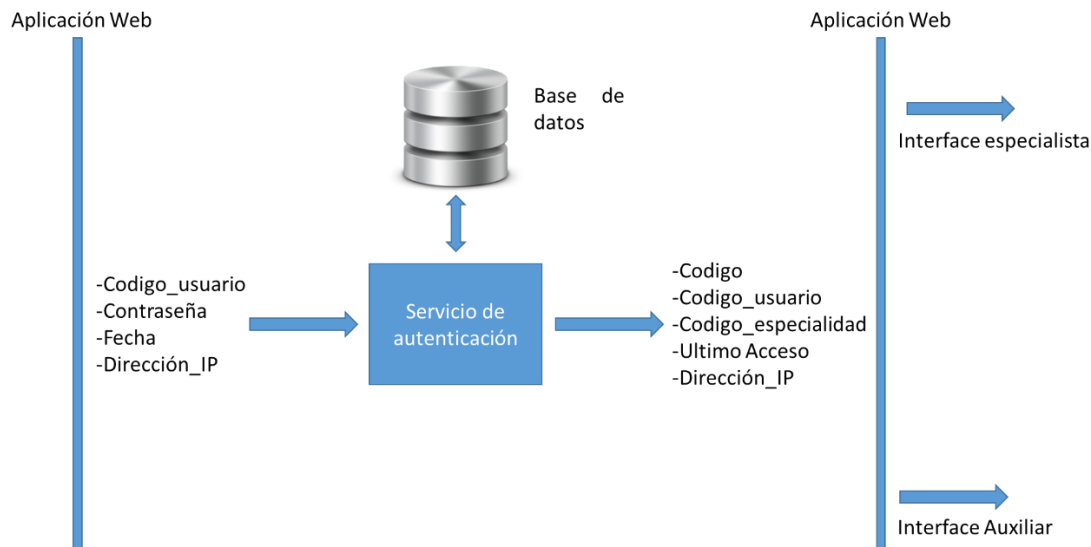


Figura B2. Sistema de autenticación de usuarios.

Concepción del servicio de autenticación. A continuación, se muestra la gestión de información de datos utilizado por el sistema de autenticación de usuarios.

Tabla utilizada para la autenticación de usuarios. Para el almacenamiento de la información de los usuarios (especialistas – auxiliares) que pueden autenticarse se utiliza la tabla de la base de datos llamada “fac_p_profesional”, en la figura 3 se presenta la tabla creada y los registros que la conforman.

Column Name	Data Type	Allow Nulls
CODIGO	char(4)	☐
NOMBRE	varchar(50)	☐
CODIGO_USUARIO	char(20)	☐
COD_ESPECIALIDAD	char(3)	☐
CLAVE	varchar(MAX)	☐
ULTIMO_ACCESO	varchar(24)	☒
IP	varchar(15)	☒

Figura B3. Tabla fac_p_profesional.

Para llevar a cabo la concepción del servicio de autenticación, se utilizaron herramientas para el desarrollo de software, como los diagramas de actividades, que muestran el flujo de trabajo mediante una serie de acciones y los casos de uso, que indican la secuencia de interacciones que se desarrollan entre un sistema y sus actores. A continuación, se presenta la concepción del servicio apoyado en los diagramas de actividades.

Diagrama de actividades del servicio de autenticación. En esta sección se muestra de manera gráfica cómo evoluciona el servicio de autenticación ante el inicio y cierre de sesión de un usuario ya sea especialista o auxiliar. En la figura 4 se muestra el diagrama de actividad de dicho servicio, el cual inicia con el ingreso del Login y la clave por parte del usuario, con esta información el sistema se conecta con el servicio de autenticación y éste a su vez con la base de datos donde se compara la información ingresada

por el usuario y la almacenada en la base de datos, en caso que la información coincida, se abre paso a la interface del usuario, de lo contrario, es negado el acceso al sistema. Después que un usuario haya sido autenticado en el sistema tienen la posibilidad de salir del mismo mediante un cierre de sesión siempre y cuando no existan terapias en ejecución en ese momento.

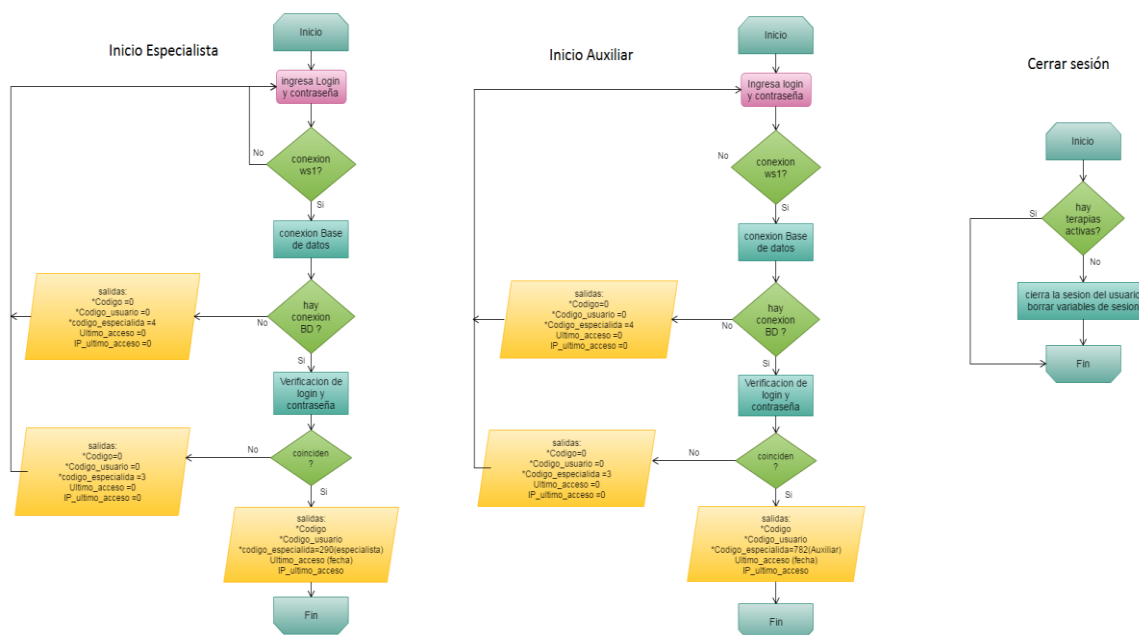


Figura B4. Diagramas de actividad del servicio de autenticación de usuarios.

Casos de uso para el desarrollo del servicio de autenticación. A continuación, se presenta los casos de uso del servicio de autenticación, los cuales representan la interacción entre los usuarios finales (especialista - Auxiliar) y el sistema de autenticación de usuarios, permitiendo estudiar el comportamiento de los usuarios en el entorno de aplicación.

Caso de uso CU001 autenticación de usuario. En esta sección se detalla cómo es la interacción del usuario, bien sea especialista (Sección 1) o auxiliar (Sección 2), con el servicio de autenticación. En la Sección 3 se describe el cierre de sesión.

Identificador	CU001	Nombre CU	Autenticación usuario
Descripción	Caso de uso que permite al usuario iniciar sesión o cerrarla.		
Fase	Completo		
Actor(es)	Principal: especialista o auxiliar		
Pre-condiciones			

Post-Condiciones		
Flujo Básico		
No.	Usuario	Sistema
1.	El usuario ingresa código de usuario y Contraseña.	
2.		Realiza conexión con el WS1 (autenticación de usuario). De lo contrario ver ruta alterna 2.1
3.		El sistema responde dependiendo el usuario • Especialista ver sección 1 • Auxiliar ver sección 2 • Cerrar sesión ver sección 3
Sección 1 (autenticación especialista)		
4.	Inicio de sesión especialista	
5.		Realiza la conexión con la base de datos. En caso contrario ver ruta alterna 5.1
6.		Verificar que el usuario y la contraseña coinciden dentro de la base de datos. De lo contrario ver ruta alterna 6.1.
7.		Realiza la conexión con la aplicación web y envía las salidas: • Código (char(4)) = codigo • Código usuario (char(20)) = nombre • Código_especialidad (char(3)) = 290 "Especialista" • Ultimo_acceso (varchar(24))= fecha de ultima conexión • IP (varchar(15)) = dirección IP de la última conexión En caso de no tener conexión ver ruta alterna 7.1
8.		Fin
Sección 2 (autenticación auxiliar)		
9.	Inicio de sesión auxiliar	
10.		Realiza la conexión con la base de datos. En caso contrario ver ruta alterna 10.1

11.		Verificar que el usuario y la contraseña coinciden dentro de la base de datos. De lo contrario ver ruta alterna 11.1.
12.		Realiza la conexión con la aplicación web y envía dos salidas las cuales son • Código (char(4)) = código • Código usuario (char(20)) = nombre • Código_especialidad (char(3)) = 782 "Auxiliar" • Último_acceso (varchar(24))= fecha de última conexión • IP (varchar(15)) = dirección IP de la última conexión En caso de no tener conexión ver ruta alterna 12.1
13.		Fin
Sección 3 (cerrar sesión)		
14.	El Usuario cerrar sesión.	
15.		Verifica que no se encuentra una terapia en ejecución. De lo contrario ver ruta alterna 15.1
16.		Muestra cuadro de dialogo con el siguiente mensaje: "¿Está seguro que desea cerrar la sesión?"
17.	Usuario: Oprime la opción "sí". De lo contrario ver ruta alterna 17.1	
18.		Muestra mensaje informativo: "se ha cerrado la sesión correctamente"
19.		Fin

Ruta alterna 2.1. Esta ruta es tomada cuando el sistema de autenticación de usuarios no puede establecer conexión con el servicio de autenticación.

Ruta Alterna No. 2.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Conexión al servicio de autenticación de usuarios	No hay conexión con el servicio de autenticación de usuarios		Muestra mensaje informativo: "No es posible establecer conexión con el servidor remoto"

2				devuelve las salidas Codigo = null Codigo_usuario = null Codigo_especialidad = null Ultimo_acceso = null IP = null
3				Regresa al punto 1 del Flujo Básico

Ruta alterna 5.1. Esta ruta alterna es tomada cuando el servicio de autenticación no puede establecer conexión con la base de datos remota cuando es invocado por un especialista.

Ruta Alterna No. 5.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Conexión base de datos	No existe conexión con la base de datos		Muestra mensaje informativo: “No es posible establecer conexión con la base de datos remota”
2				devuelve las salidas Codigo = 0 Codigo_usuario = 0 Codigo_especialidad = 4 Ultimo_acceso = 0 IP = 0
3				Regresa al punto 1 del Flujo Básico

Ruta alterna 6.1. Esta ruta es tomada cuando el especialista ingresa un Login y/o Contraseña que no coincide con la almacenada en la base de datos.

Ruta Alterna No. 6.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Validación Usuario y contraseña	Si el usuario y/o contraseña no coinciden con la base de datos.		Muestra mensaje informativo: “Login o/y Contraseña incorrectos”
2				devuelve las salidas Codigo= 0 Codigo_usuario = 0 Codigo_especialidad = 3

				Ultimo_acceso = 0 IP = 0
3				Regresa al punto 1 del Flujo Básico

Ruta alterna 7.1. Esta ruta es tomada cuando el sistema de autenticación de usuarios es invocado por el especialista y este no puede establecer conexión con el servicio de autenticación.

Ruta Alterna No. 7.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Conexión al servicio de autenticación de usuarios	No existe conexión con el servicio de autenticación de usuarios		Muestra mensaje informativo: “No es posible establecer conexión con el servidor remoto”
2				devuelve las salidas Codigo= null Codigo_usuario = null Codigo_especialidad = null Ultimo_acceso = null IP = null
3				Regresa al punto 1 del Flujo Básico

Ruta alterna 10.1. Esta ruta alterna es tomada cuando el servicio de autenticación es invocado por un auxiliar y este no puede establecer conexión con la base de datos remota.

Ruta Alterna No. 10.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Conexión base de datos	No existe conexión con la base de datos		Muestra mensaje informativo: “No es posible establecer conexión con la base de datos remota”
2				devuelve las salidas Codigo= 0 Codigo_usuario = 0 Codigo_especialidad = 4 Ultimo_acceso = 0 IP = 0

3				Regresa al punto 1 del Flujo Básico
---	--	--	--	-------------------------------------

Ruta alterna 11.1. Esta ruta es tomada cuando el auxiliar ingresa un Login y/o Contraseña que no coincide con la almacenada en la base de datos.

Ruta Alterna No. 11.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Validación Usuario y contraseña	Si el usuario y/o contraseña no coinciden con la base de datos.		Muestra mensaje informativo: "Login o/y Contraseña incorrectos"
2				devuelve las salidas Codigo= 0 Codigo_usuario = 0 Codigo_especialidad = 3 Ultimo_acceso = 0 IP = 0
3				Regresa al punto 1 del Flujo Básico

Ruta alterna 12.1. Esta ruta es tomada cuando el sistema de autenticación de usuarios es invocado por el auxiliar y este no puede establecer conexión con el servicio de autenticación.

Ruta Alterna No. 12.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Conexión al servicio de autenticación de usuarios	No existe conexión con el servicio de autenticación de usuarios		Muestra mensaje informativo: "No es posible establecer conexión con el servidor remoto"
2				devuelve las salidas Codigo= null Codigo_usuario = null Codigo_especialidad = null Ultimo_acceso = null IP = null
3				Regresa al punto 1 del Flujo Básico

Ruta alterna 15.1. Esta ruta es tomada cuando el usuario decide cerrar la sesión, pero se encuentra una terapia en ejecución.

Ruta Alterna No. 15.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Comprobación de terapias en ejecución	Si hay terapias en ejecución.		Muestra mensaje informativo: "hay terapias en ejecución por lo tanto no se puede cerrar la sesión"
2				Fin

Ruta alterna 17.1. Esta ruta alterna es tomada cuando el usuario decide no cerrar la sesión en el mensaje de confirmación de cierre.

Ruta Alterna No.17.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Cancelación de cierre de sesión	Usuario decide no cerrar la sesión.		Muestra mensaje informativo: "Acción Cancelada"
2				Fin

Implementación del servicio de autenticación. Una vez terminada la fase de concepción y diseño del servicio se procede a la implementación del mismo. La base de datos remota se implementa en Microsoft SQL server 2012 y el ambiente de desarrollo utilizado es Microsoft Visual Studio 2012 express. A continuación, se presenta cada uno de los pasos llevados a cabo para la implementación del servicio de autenticación.

Conexión con la base de datos. La base de datos que contiene la información relacionada con: especialistas, auxiliares, pacientes e historias clínicas; se encuentra alojada en servidores remotos. Para hacer la conexión con esta base de datos desde el ambiente de desarrollo Visual Studio se agrega la dirección IP (200.29.x.x), el puerto de conexión del servidor (19xx), la contraseña de ingreso (UniValle*xxxx) y el nombre de la base de datos a la cual se va conectar.

Verificación de la información ingresada con la base de datos. El servicio de autenticación verifica la información ingresada por el usuario por medio de la aplicación web con la información almacenada en la base de datos remoto. De este modo se puede constatar si el usuario pertenece al hospital y la clave de ingreso es correcta. De ser así, el sistema responde con el código de la especialidad que da pie a la interface de usuario (especialista o auxiliar).

Para realizar la autenticación de usuarios se utiliza el método GetDataAutenticar que recibe los parámetros de autenticación y retorna las variables de salida presentadas en la tabla 21.

Si hay una coincidencia en la tabla `fac_p_profesional` es porque el usuario pertenece a la base de datos y la contraseña ingresada es correcta, por lo tanto, el sistema responde con la información almacenada del usuario autenticado. En caso contrario el sistema le niega el acceso.

Desarrollo de aplicación para la invocación del servicio de autenticación. El código de usuario y la contraseña es ingresado desde la aplicación web en la cual se encripta la contraseña mediante una función hash y ésta a su vez hace la invocación del servicio de autenticación de usuario, en seguida, se muestra el código de la invocación del servicio y los parámetros requeridos por el mismo.

- Se instancia el servicio de autenticación:

```
ServiceGetHistoriaClinicaClient service = new ServiceGetHistoriaClinicaClient();
```

- Se instancia la clase encriptación:

```
clsBDEncryptacion encryptacion = new clsBDEncryptacion();
```

- Se encripta la contraseña:

```
strClave = encryptacion.FunEncriptarS(Login1.Password);
```

- Se obtiene el Login ingresado por el usuario:

```
strUser = Login1.UserName;
```

- Se obtiene la fecha y hora actual de la conexión:

```
strHora = DateTime.Now.ToString("dd/MM/yyyy hh:mm:ss tt", CultureInfo.CreateSpecificCulture("en-US"));
```

- Se obtiene la dirección IP del pc :

```
String strHostName = string.Empty;
```

```
strHostName = Dns.GetHostName();
```

```
IPAddress[] hostIPs = Dns.GetHostAddresses(strHostName);
```

```
for (int i = 0; i < hostIPs.Length; i++)
```

```
{
```

```
    if (IPAddress.Parse(hostIPs[i].ToString()).AddressFamily == AddressFamily.InterNetwork)
```

```
        strIP = hostIPs[i].ToString();
```

```
}
```

- se invoca el servicio de autenticación con sus parámetros y la respuesta de este, queda almacenada en la variable `aut` del tipo autenticación:

```
Autenticacion aut = service.GetDataAutenticacion(strUser, strClave, strIP, strHora);
```

Validación del especialista. Después de la invocación del servicio, éste responde con el código, código del usuario, la fecha de la última conexión que realizó, la dirección IP del PC y el código de especialidad con valor de 290, determinando que el usuario registrado es un especialista, accediendo así a la interface.

Se verifica si el código de asignado hace referencia a un especialista, en caso que se cumpla esta condición se almacena en las variables de sesión la información de la última conexión de este usuario y se re-direcciona a la interface del especialista.

A continuación, en la figura B5, se presenta la implementación de la aplicación web relacionada con el servicio de autenticación del especialista:



Figura B5. Aplicación autenticación.

Una vez que el Login y la Contraseña son validadas por el servicio de autenticación se le asigna la interface de acuerdo al tipo de usuario autenticado. En la figura B6 se presenta la interface de un especialista autenticado.



Figura B6. Interface de especialista autenticado.

Validación del auxiliar. Después de la invocación del servicio, este responde con el código asignado a los funcionarios, código del usuario, la fecha de la última conexión que realizó, la dirección IP del PC y el

código de especialidad con un valor de 782, el cual determina que el usuario registrado es un auxiliar, accediendo así a la interface. A continuación, se presenta el código utilizado para la implementación de la autenticación.

Se verifica si el código asignado hace referencia a un auxiliar, en caso que se cumpla esta condición se almacena en las variables de sesión la información de la última conexión de este usuario y se re-direcciona a la interface de auxiliar.

En la figura B7, se ilustra la implementación de la aplicación web relacionada con el servicio de autenticación del auxiliar:

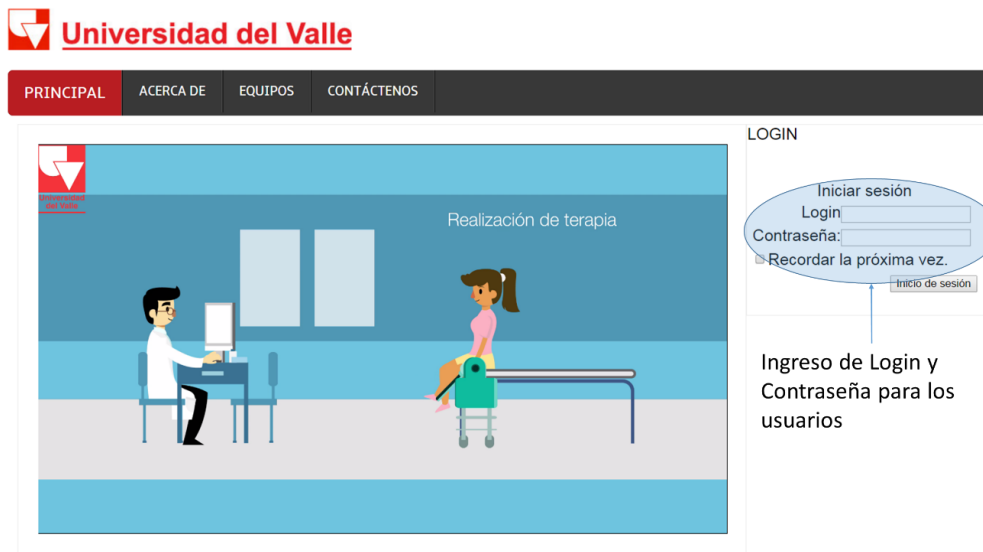


Figura B7. Aplicación autenticación.

Una vez el Login y la Contraseña son validada por el servicio de autenticación se le asigna la interface de acuerdo al tipo de usuario autenticado. La figura B8 evidencia la interface de un auxiliar autenticado.



Figura B8. Interface de auxiliar autenticado.

Cierre de sesión. Cuando un usuario inicia la sesión de manera correcta puede también cerrarla. Para finalizar esta sesión se borran todas las variables que sirven para determinar la identificación del usuario ante el sistema y luego es re-dirigido a la página de inicio de autenticación.

Mensajes de alerta del sistema. El sistema de autenticación de usuarios cuenta con cuadros de dialogo que informan al usuario si se ha presentado alguna eventualidad en el servicio, estas eventualidades son: imposibilidad de conexión con la base de datos remota, Login y/o Contraseña no válidos y la imposibilidad de conexión con el servidor remoto.

En la figura B9 se presenta uno de los mensajes de alerta que puede visualizar el usuario en la interface.



Figura B9. Mensaje de alerta del sistema de autenticación de usuarios.

Pruebas unitarias al servicio de autenticación. Para las pruebas del servicio de autenticación fue necesaria la creación de un nuevo registro en la tabla fac_p_profesional, el usuario creado se muestra a continuación:

User: univalle

Pass: xxxxxxxx

200	8012	(AUX_E) POLO MERCEDES (SIL)(URG)		mpolo	NULL	4	782	4Y2yjdXLvA+u0Sou+73dHOXoAGs=	NULL	NULL
201	8013	(DESAC) (AUX_E) CARDONA HAROLD (SIL)		hcardona	NULL	4	782	4Y2yjdXLvA+u0Sou+73dHOXoAGs=	NULL	NULL
202	8014	(AUX_E) BARRERA XIMENA (SIL)(SIL)	NULL	xbarrera	NULL	4	782	4Y2yjdXLvA+u0Sou+73dHOXoAGs=	NULL	NULL
203	8015	(FISIO) CAMACHO	NULL	univalle	NULL	5	290	aa8a60iãd	NULL	NULL
204	8042	(AUX_E) REALPE LÓPEZ GREICY		grealpe	NULL	3	782	4Y2yjdXLvA+u0Sou+73dHOXoAGs=	NULL	NULL

Como se puede observar los campos “IP” y “ULTIMO_ACCESO” se encuentran vacíos.

Prueba del servicio de autenticación: autenticación correcta. Se invoca el servicio de autenticación llamado “GetDataAutenticar” y le pasamos los siguientes datos.

- CODIGO= 8015

- CODIGO_USUARIO = univalle
 - CLAVE =xxxxxx
 - ULTIMO_ACCESO = 11/09/2016 13:50:15
 - IP = 192.168.0.17
- El servicio de autenticación retorna los siguientes datos.
- CODIGO= 8015
 - CODIGO_USUARIO = univalle
 - COD_ESPECIALIDAD = 290
 - ULTIMO_ACCESO = ""
 - IP = ""

En la figura B10 se muestra los datos necesarios para la invocación del servicio y la respuesta del mismo.

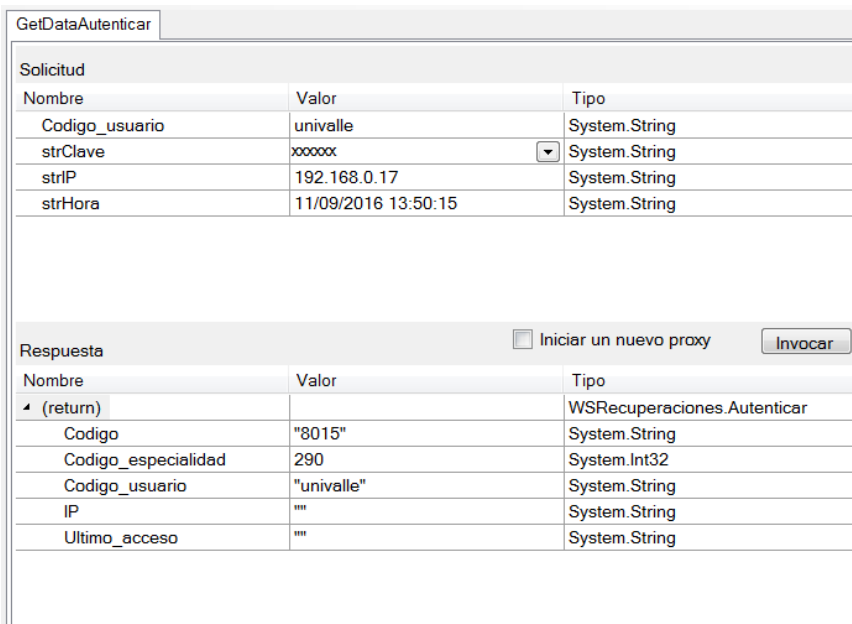


Figura B10. Prueba servicio de autenticación.

Al realizar la autenticación, si los datos son correctos, se realiza la actualización de los campos “IP” y “ULTIMO_ACCESO”. Ver figura B11.

	CODIGO	CODIGO_USUAR...	COD_ESPECIALIDAD	ULTIMO_ACCESO	IP
1	8015	univalle	290	11/09/2016 13:50:15	192.168.0.17

Figura B11. Actualización del último acceso y dirección IP.

Prueba del servicio de autenticación: usuario ingresa información no valida. Cuando el servicio es invocado, pero se ingresa una clave incorrecta, el servicio debería responder de la siguiente manera:

- Codigo= 0
- Codigo_especialidad = 3
- Codigo_usuario =0

- IP=0
- Ultimo_acceso=0

Esto se evidencia en la figura B12, donde la información arrojada corresponde a los datos deseados.

GetDataAutenticar

Solicitud		
Nombre	Valor	Tipo
Codigo_usuario	univalle	System.String
strClave	yyyyy	System.String
strIP	192.168.0.17	System.String
strHora	11/09/2016 13:50:15	System.String

Respuesta ☐ Iniciar un nuevo proxy

Nombre	Valor	Tipo
← (return)		WSRecuperaciones.Autenticar
Codigo	"0"	System.String
Codigo_especialidad	3	System.Int32
Codigo_usuario	"0"	System.String
IP	"0"	System.String
Ultimo_acceso	"0"	System.String

Figura B12. Prueba del servicio de autenticación: ingresando la clave incorrecta.

Prueba del servicio de autenticación: Si no se establece conexión con la base de datos. Cuando el servicio es invocado, pero no establece conexión con la base de datos remota, el servicio debería responder de la siguiente manera:

- Codigo= 0
- Codigo_especialidad = 4
- Codigo_usuario =0
- IP=0
- Ultimo_acceso=0

Esto se evidencia en la figura B13, donde la información arrojada corresponde a los datos deseados.

GetDataAutenticar

Solicitud		
Nombre	Valor	Tipo
Codigo_usuario	univalle	System.String
strClave	xxxxxx	System.String
strIP	192.168.0.17	System.String
strHora	11/09/2016 13:50:15	System.String

☐ Iniciar un nuevo proxy

Respuesta		
Nombre	Valor	Tipo
▲ (return)		WSRecuperaciones.Autenticar
Codigo	"0"	System.String
Codigo_especialidad	4	System.Int32
Codigo_usuario	"0"	System.String
IP	"0"	System.String
Ultimo_acceso	"0"	System.String

Figura B13. Prueba del servicio de autenticación: la conexión con la base de datos es interrumpida.

Servicio de búsqueda de paciente:

Descripción. Una vez el auxiliar este autenticado puede invocar el servicio de búsqueda de un paciente. Para invocar este servicio se requiere introducir el número de identificación del paciente a consultar. El servicio tiene la función de realizar la búsqueda de la información del paciente almacenada en la base de datos remota. Una vez el servicio encuentra la información, en el caso ideal, éste retornaría la información relacionada con los datos personales, la orden clínica de rehabilitación y el historial de terapias realizado por el paciente. En los casos eventuales se extrae información parcial, es decir, sólo la información personal; más adelante se detallan cada uno de los posibles casos del servicio de búsqueda de pacientes. En la figura B14 se muestra el diagrama general del servicio de búsqueda de pacientes.

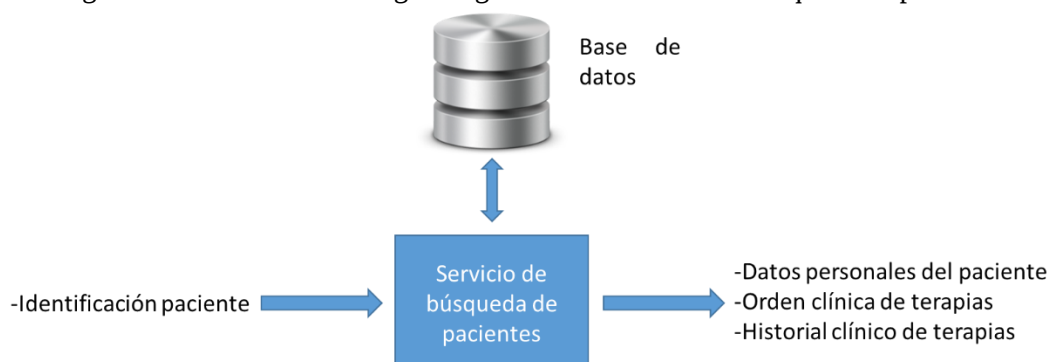


Figura B14. Diagrama general del servicio de búsqueda de paciente.

En la tabla B5 se presentan las entradas del servicio de búsqueda de paciente y se especifica el tipo de datos de la misma.

Tabla B5. *Variables de entrada del servicio de búsqueda de paciente.*

Entrada	Tipo
IDENTIFICACION_PACIENTE	char(20)

A continuación, en las tablas B6, B7 y B8, se presentan las variables de salida del servicio de búsqueda de paciente, las cuales están clasificadas en tres categorías: información personal del paciente, orden clínica y el historial clínico asociado a rehabilitación física.

Tabla B6. *Información personal del paciente.*

Datos personales del paciente	Tipo
IDENTIFICACION_PACIENTE	char(20)
APELLIDO1	varchar(20)
APELLIDO2	varchar(20)
NOMBRE1	varchar(20)
NOMBRE2	varchar(20)
FECHA_NACIMIENTO	Datetime
SEXO	varchar(9)
ESTADO_CIVIL	varchar(20)
OCUPACION	varchar(150)
DOMICILIO	varchar(30)
TELEFONO	varchar(20)

Tabla B7. *Orden clínica.*

Orden clínica	Tipo
NUMERO_ORDEN	char(10)
IDENTIFICACION_PACIENTE	char(20)
COD_TIPO_LESION	tinyint
COD_LADO_AFECTADO	tinyint
FECHA	varchar(24)
NUMERO_SESIONES	char(10)
COD_ESTADO	tinyint
DIAGNOSTICO	varchar(MAX)

Tabla B8. *Historial clínico asociado a rehabilitación física.*

Historial de terapias	Tipo
ID_TERAPIA	int
IDENTIFICACION_PACIENTE	char(20)
CODIGO_ESPECIALISTA	char(4)
CODIGO_COEQUIPERO	char(4)
NUMERO_ORDEN	char(10)
NUMERO_SESION	char(10)
FECHA	varchar(20)
TIPO_LESION	varchar(20)
LADO_AFECTADO	varchar(20)
TIPO_TERAPIA	varchar(20)
FLEXION_DESEADA	char(3)
FLEXION_ALCANZADA	char(3)
EXTENSION_DESEADA	char(3)
EXTENSION_ALCANZADA	char(3)
PORCENTAJE_FLEXOEXTENSION	char(3)
ADUCCION_DESEADA	char(3)
ADUCCION_ALCANZADA	char(3)
ABDUCCION_DESEADA	char(3)
ABDUCCION_ALCANZADA	char(3)
PORCENTAJE_ADU_ABD	char(3)
ROTACION_INTERNA_DESEADA	char(3)
ROTACION_INTERNA_ALCANZADA	char(3)
ROTACION_EXTERNA_DESEADA	char(3)
ROTACION_EXTERNA_ALCANZADA	char(3)
PORCENTAJE_ROTACION	char(3)
VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA	char(3)
VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCANZADA	char(3)
VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESEADA	char(3)
VELOCIDAD_PROGRESIVA_ALCANZADA	char(3)
TIEMPO_PASO	char(3)
TIEMPO_CAMBIO_MOVIMIENTO	char(3)
RESISTENCIA_DESEADA	char(3)
RESISTENCIA_ALCANZADA	char(3)
PORCENTAJE_RESISTENCIA	char(3)
REPETICION_DESEADA	char(3)
REPETICION_ALCANZADA	char(3)
PORCENTAJE_REPETICION	char(3)
SERIES_DESEADA	char(3)
SERIES_ALCANZADAS	char(3)
PORCENTAJE_SERIES	char(3)
OBSERVACIONES	varchar(MAX)

Casos. Durante la invocación del servicio se pueden presentar cuatro posibles situaciones que se han definido de la siguiente manera:

El paciente existe en la base de datos, presenta una orden clínica activa y tiene un historial de terapias. Al momento de invocar el servicio, éste debe responder con la información extraída de la base de datos correspondiente a los datos personales, la orden clínica y el historial de terapias realizadas por el paciente.

El paciente existe en la base de datos, pero no tiene asociada una orden clínica ni un historial de terapias. El servicio debe responder con la información almacenada en la base de datos correspondiente a los datos personales del paciente (tabla B6), dado que no se tiene una orden clínica y ni un historial de terapias asociadas los registros de orden clínica (tabla B7) y de historial de terapia (tabla B8) se le asignan valores de cero (0). Esta información le indicaría al auxiliar que el paciente no tiene una orden clínica vigente, por lo tanto, no se puede prestar el servicio de rehabilitación.

El paciente existe en la base de datos, tiene asociada una orden clínica pero no un historial de terapias. El servicio debe responder con la información almacenada en la base de datos correspondiente a los datos personales del paciente (tabla B6) y la orden clínica (tabla 7), ya que no tiene un historial de terapias asociadas los registros de historial de terapia (tabla 8) se le asignan valores de cero (0). Esta información le indicaría al especialista que es un paciente nuevo para terapias de rehabilitación.

El paciente no existe en la base de datos. Cuando el paciente no existe en la base de datos, el servicio debe responder con los registros en cero (0), tanto en los datos personales (tabla B6) como los de orden clínica (tabla B7) y los del historial clínico asociado a rehabilitación física (tabla B8).

En la figura B15, se presenta el servicio completo para la búsqueda de pacientes, el cual consta del servicio de búsqueda de paciente asociado a una interface gráfica.

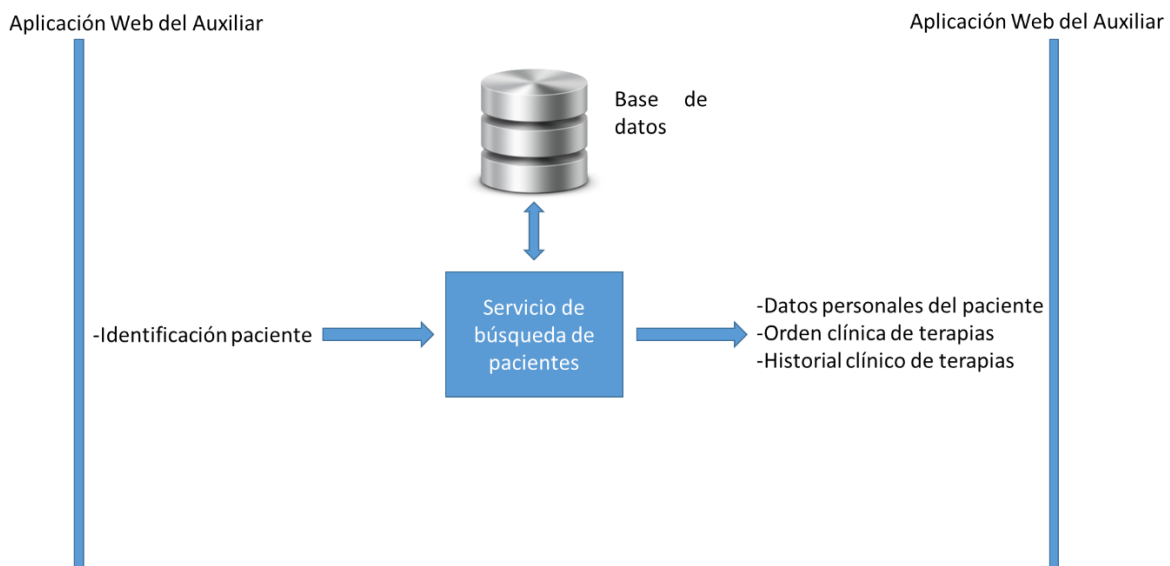


Figura B15. Sistema de búsqueda de paciente.

Concepción del servicio de búsqueda de pacientes

Para el desarrollo del servicio de búsqueda de paciente se utilizaron herramientas de software como los diagramas de actividades y casos de uso. A continuación, se presenta la concepción del servicio apoyado en los diagramas de actividades.

Diagrama de actividad. En esta sección se muestra de manera gráfica cómo evoluciona el servicio de búsqueda de paciente al momento de ser invocado por el auxiliar. En la figura 16 se observa el diagrama de actividad del servicio que el auxiliar inicia con el ingreso del número de identificación. Con esta información el sistema se conecta al servicio de búsqueda de paciente y éste a su vez se conecta con la base de datos, donde se extrae la información relacionada con el paciente, es decir, los datos personales, la orden clínica y el historial de terapias.

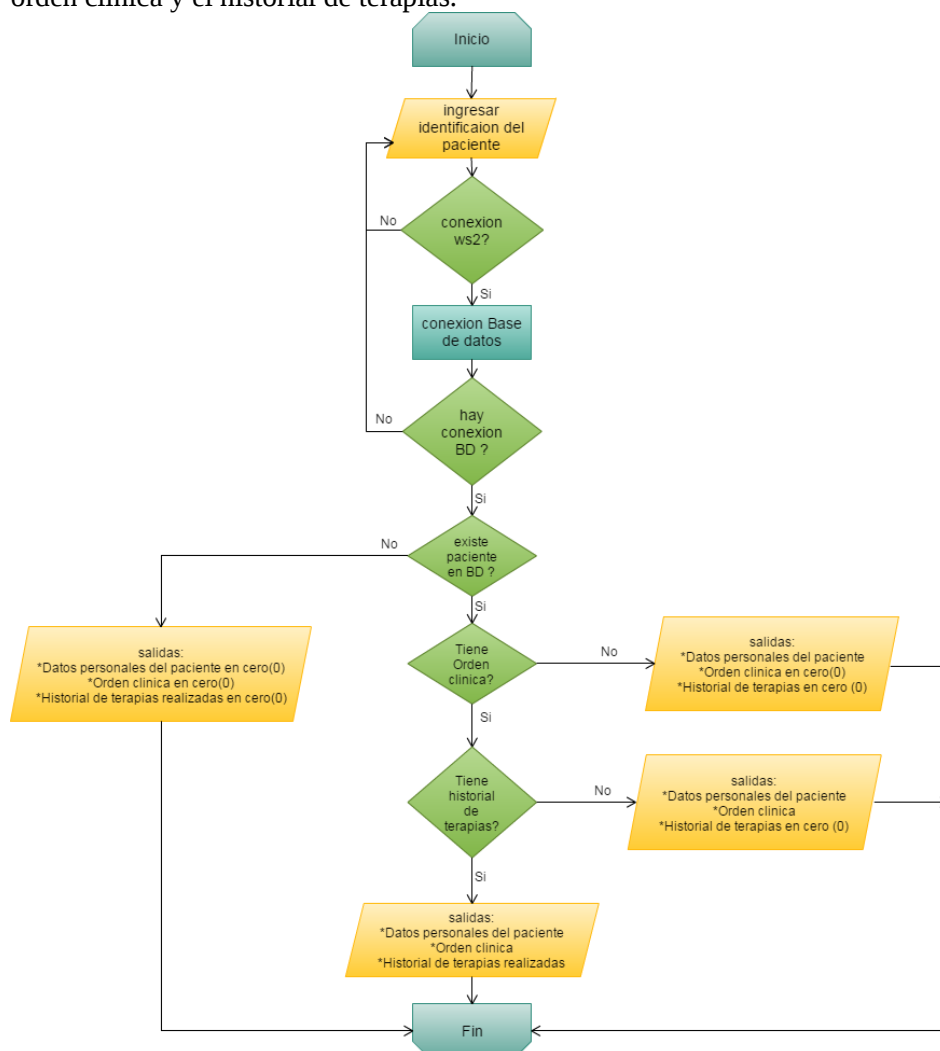


Figura B16. Diagramas de actividad del servicio de búsqueda de paciente.

Tablas utilizadas para la búsqueda de pacientes. Para la consulta de la información personal, la orden clínica y el historial clínico asociado a rehabilitación física de los pacientes se utiliza la tabla llamada fac_m_tarjetero que contiene la información personal del paciente, la tabla fac_o_orden que contiene la información de las ordenes clínicas y la tabla fac_t_terapias que contiene el historial clínico asociado a rehabilitación física. En las figuras B17, B18 y B19 se presentan dichas tablas.

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	IDENTIFICACION_PACIENTE	char(20)	☐
	APELLIDO1	varchar(20)	☐
	APELLIDO2	varchar(20)	☐
	NOMBRE1	varchar(20)	☐
	NOMBRE2	varchar(20)	☒
	FECHA_NACIMIENTO	datetime	☒
	COD_SEXO	tinyint	☐
	COD_ESTADO_CIVIL	tinyint	☐
	COD_OCUPACION	char(4)	☒
	DOMICILIO	varchar(30)	☐
	TELEFONO	varchar(20)	☐

Figura B17. Tabla fac_m_tarjetero.

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	NUMERO_ORDEN	char(10)	☐
	IDENTIFICACION_PACIENTE	char(20)	☒
	COD_TIPO_LESION	tinyint	☒
	COD_LADO_AFECTADO	tinyint	☒
	FECHA	varchar(24)	☒
	NUMERO_SESIONES	char(10)	☒
	COD_ESTADO	tinyint	☒
	DIAGNOSTICO	varchar(MAX)	☒
			☐

Figura B18. Tabla fac_o_orden.

Column Name	Data Type	Allow Nulls
ID_TERAPIA	int	☐
IDENTIFICACION_PACIENTE	char(20)	☐
CODIGO_ESPECIALISTA	char(4)	☐
CODIGO_COEQUIPERO	char(4)	☒
NUMERO_ORDEN	char(10)	☐
NUMERO_SESION	char(10)	☐
FECHA	varchar(20)	☐
COD_TIPO_LESION	tinyint	☐
COD_LADO_AFECTADO	tinyint	☐
COD_TIPO_TERAPIA	tinyint	☐
FLEXION_DESEADA	char(3)	☒
FLEXION_ALCANZADA	char(3)	☒
EXTENSION_DESEADA	char(3)	☒
EXTENSION_ALCANZADA	char(3)	☒
PORCENTAJE_FLEXOEXTENSION	char(3)	☒
ADUCCION_DESEADA	char(3)	☒
ADUCCION_ALCANZADA	char(3)	☒
ABDUCCION_DESEADA	char(3)	☒
ABDUCCION_ALCANZADA	char(3)	☒
PORCENTAJE_ADU_ABD	char(3)	☒
ROTACION_INTERNA_DESEADA	char(3)	☒
ROTACION_INTERNA_ALCANZA...	char(3)	☒
ROTACION_EXTERNA_DESEADA	char(3)	☒
ROTACION_EXTERNA_ALCANZA...	char(3)	☒
PORCENTAJE_ROTACION	char(3)	☒
VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEA...	char(3)	☒
VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCA...	char(3)	☒
VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESE...	char(3)	☒
VELOCIDAD_PROGRESIVA_ALCA...	char(3)	☒
TIEMPO_PASO	char(3)	☒
TIEMPO_CAMBIO_MOVIMIENTO	char(3)	☒
RESISTENCIA_DESEADA	char(3)	☒
RESISTENCIA_ALCANZADA	char(3)	☒
PORCENTAJE_RESISTENCIA	char(3)	☒
REPETICION_DESEADA	char(3)	☒
REPETICION_ALCANZADA	char(3)	☒
PORCENTAJE_REPETICION	char(3)	☒
SERIES_DESEADA	char(3)	☒
SERIES_ALCANZADAS	char(3)	☒
PORCENTAJE_SERIES	char(3)	☒
OBSERVACIONES	varchar(MAX)	☒

Figura B19. Tabla fac_t_terapias.

Casos de uso para el desarrollo del servicio de búsqueda de pacientes. Para estudiar el comportamiento del usuario auxiliar con el sistema de búsqueda de pacientes, se utiliza el artefacto casos de uso del lenguaje de modelado unificado UML.

Caso de uso CU002 búsqueda paciente. En esta sección se detalla cómo es la interacción del auxiliar con el servicio de búsqueda de paciente.

Identificador	CU002	Nombre CU	Búsqueda de pacientes
Descripción	Caso de uso que permite al auxiliar realizar la búsqueda de la información personal del paciente, la orden clínica y su historia clínica asociada a rehabilitación física.		
Fase	Completo		
Actor(es)	Principal: Auxiliar		
Pre-condiciones			
Post-Condiciones			
Flujo Básico			
No.	Usuario	Sistema	
1.		Realiza conexión con el WS2 (búsqueda de paciente). De lo contrario ver ruta alterna 1.1	
2.	Auxiliar: ingresa la identificación del paciente y hace la solicitud al servicio.		
3.		Hace conexión con la base de datos. De lo contrario ver ruta alterna 3.1	
4.		Busca el paciente en la base de datos. En caso de no encontrarlo ver ruta alterna 4.1	
5.		Paciente tiene orden clínica. De lo contrario ver ruta alterna 5.1	
6.		Paciente tiene historial clínico. De lo contrario ver ruta alterna 6.1	
7.		Extrae la información del paciente. - Datos personales - Orden clínica - Historial clínico de rehabilitación física	
8.		Se visualizan los parámetros de los datos personales y el historial clínico asociado a rehabilitación física en la interfaz web del auxiliar.	
9.		Fin	

Ruta alterna 1.1. Esta ruta es tomada cuando el sistema de búsqueda de paciente no puede establecer la conexión con el servicio de búsqueda de pacientes.

Ruta Alterna No. 1.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Conexión a WS2	No existe conexión con el WS2		Muestra mensaje informativo: “no se puede establecer conexión con el servidor remoto”
2				Entrega las salidas: • Datos personales: null • Orden clínica: null • Historial clínico: null
3				Regresa al punto 1 del Flujo Básico

Ruta alterna 3.1. Esta ruta alterna al flujo básico es tomada por el sistema cuando el servicio de búsqueda de pacientes no puede establecer conexión con la base de datos remota.

Ruta Alterna No. 3.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Conexión base de datos	No existe conexión con la base de datos		Muestra mensaje informativo: “no se puede establecer conexión con la base de datos remota”
2				Entrega las salidas: • Datos personales: null • Orden clínica: 0 • Historial clínico: 0
3				Regresa al punto 2 del Flujo Básico

Ruta alterna 4.1. Esta ruta es tomada cuando el número de identificación ingreso por el auxiliar no existe en la base de datos.

Ruta Alterna No. 4.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Existencia del paciente en la base de datos	No existe paciente en la base de datos		Muestra mensaje informativo: "el paciente no existe en la base de datos"
2				Entrega las salidas: - Datos personales: 0 - Orden clínica: 0 - Historial clínico: 0
3				Regresa al punto 2 del Flujo Básico

Ruta alterna 5.1. Esta ruta es tomada cuando el número de identificación ingreso por el auxiliar existe en la base de datos, pero no tiene una orden clínica asociada.

Ruta Alterna No. 5.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Existencia del paciente en la base de datos	No existe paciente en la base de datos		Muestra mensaje informativo: "el paciente no tiene una orden clínica"
2				Entrega las salidas: - Datos personales - Orden clínica: 0 - Historial clínico: 0
3				Regresa al punto 8 del Flujo Básico

Ruta alterna 6.1. Esta ruta es tomada cuando el paciente encontrado de la base de datos, tienen una orden clínica pero no un historial asociado a rehabilitación física.

Ruta Alterna No. 6.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Historia clínica del paciente	No tienes historial de sesiones de terapia		Muestra mensaje informativo: "Sin historial"
2				Entrega las salidas: - Datos personales - Orden clínica - Historial clínico: 0
5				Regresa al punto 8 del Flujo Básico

Implementación del servicio de búsqueda de pacientes. A continuación, se presenta cada uno de los pasos llevados a cabo para la implementación del servicio de búsqueda de pacientes.

Conexión con la base de datos. La base de datos que contiene la información relacionada con especialistas, auxiliares, pacientes e historias clínicas; se encuentra alojada en servidores remotos, de tal manera, para hacer la conexión con esta base desde el ambiente de desarrollo Visual Studio se agrega la dirección IP (200.29.x.x) y el puerto de conexión del servidor (19xx). También, se requiere la contraseña de ingreso (UniValle*xxxx) y el nombre de la base a la cual se va conectar.

Extracción de la información del paciente de la base de datos. El servicio realiza la búsqueda del paciente de acuerdo al número de identificación ingresada por el auxiliar, de esta forma el servicio extrae la información de los datos personales del paciente, su orden clínica y el historial clínico asociada a rehabilitación física.

Para realizar la búsqueda de información en la base de datos se utiliza el método GetDataPacientePersonal, el cual extra la información personal del paciente dentro de la base de datos.

Desarrollo de aplicación para la invocación del servicio de búsqueda de paciente. La identificación del paciente es ingresada desde la aplicación web del auxiliar y con ella se realiza una búsqueda que arroja tres resultados. El primero, relacionado con la información personal del paciente, el segundo con la orden clínica y el tercero la información de la historia clínica asociada a rehabilitación física. En seguida, se observa la invocación del servicio de búsqueda de paciente:

- Se instancia el servicio de búsqueda de paciente:

```
ServiceGetHistoriaClinicaClient service = new ServiceGetHistoriaClinicaClient();
```

- Se invoca el servicio de búsqueda de información personal del paciente y la respuesta obtenida queda almacenada en la variable WebPacient del tipo Paciente:

```
Paciente WebPacient =service.GetDataPacientePersonal(txtIdentificacion_paciente.Text.Trim());
```

- Se invoca la búsqueda de la orden clínica, la respuesta del servicio queda almacenada en la variable Orden del tipo OrdenTerapia:

`OrdenTerapia Orden = service.GetDataOrden(txtIdentificacion_paciente.Text.Trim());`

- Se invoca el servicio búsqueda de historial clínico asociado a rehabilitación física, la respuesta lograda se guarda en la variable HistorialClinico del tipo Terapias[]:

`Terapias[] HistorialClinico = service.GetDataTerapias(txtIdentificacion_paciente.Text.Trim());`

Interface web del auxiliar. El servicio después de ser invocado por medio de la aplicación web del auxiliar retorna la información personal del paciente, su orden clínica y el historial clínico asociado a rehabilitación física, que son visualizadas por el auxiliar en dicha aplicación. A continuación, se presenta la secuencia de operación de la aplicación web del auxiliar.



Figura B20. Ingreso de identificación del paciente en la aplicación web del auxiliar.

Una vez ingresado el número de identificación del paciente, se invoca el servicio y este retorna la información asociada a la identificación ingresada. En la figura B21 se presenta la información visualizada por el auxiliar, la cual fue gestionada por el servicio de búsqueda de pacientes.

Identificación	0084	Inspección visual máquina	Reprobado	Identificación del paciente	0084311
Apellidos	MUSI	Inspección del paciente	No apto		
Nombres	LIDI				
Edad	89 años				
Fecha de nacimiento	15-04-1927	Inspección interna de máquina	Iniciar	Buscar Paciente	
Sexo	Femenino				
Ocupación	OTROS TRABAJADORES DE SERVICIOS				
Estado civil	b				
Domicilio	NO TIENE				
Teléfono	NO TIENE				

Orden de Terapia

Orden	Fecha	Lesión	Lado Afectado	Sesiones	Estado	Diagnóstico
1	2015-09-10 2:59:36 PM	RODILLA	DERECHO	1	ACTIVO	Si los tratamientos medicamentosos y fisioterapia no ayudan, tal vez sea necesario la cirugía de reemplazo de la rodilla. Se recomienda el procedimiento según el protocolo.

Historial de Terapias

Fecha	Orden	Sesión	Cod. Especialista	Cod. Auxiliar	Lado afectado	Tipo de Lesión	Tipo de Terapia	Tipo Movimiento
2016-10-04 03:41:43 PM	1	8	1611	0921	DERECHO	RODILLA	PASIVA	FLEX EXTEN
2016-09-22 2:59:36 PM	1	7		0921	DERECHO	RODILLA	PASIVA	FLEX EXTEN

Figura B21. Información en la aplicación web del auxiliar entregada por el servicio de búsqueda de paciente.

Mensajes de alerta del sistema. El sistema de búsqueda de paciente cuenta con cuadros de diálogo que informan al auxiliar las posibles eventualidades, entre las cuales tenemos: error en la conexión con el servicio de búsqueda de paciente, el paciente no se encuentra registrado en la base de datos, el paciente no tiene una orden clínica y, por último, el paciente no tiene un historial clínico asociado a rehabilitación física. En la figura B22, se observa uno de los mensajes de alerta que puede visualizar el auxiliar en la interface.



Figura B22. Mensaje de alerta del sistema de búsqueda de pacientes.

Pruebas unitarias al servicio de búsqueda de pacientes. Para consultar los datos del paciente hacemos el llamado al servicio “GetDataPacientePersonal”, el cual pide el número de identificación del paciente, ingresamos “0084”, la primera instancia el servicio arroja la información personal del paciente, que se muestra en la figura B23

GetDataPacientePersonal		
Solicitud		
Nombre	Valor	Tipo
strIdentificacionPaciente	0084	System.String
Respuesta		
		☐ Iniciar un nuevo proxy Invocar
Nombre	Valor	Tipo
▲ (return)		WSRecuperaciones.DatosPaciente
APELLIDO1	"MUSI"	System.String
APELLIDO2	""	System.String
DOMICILIO	"NO TIENE"	System.String
ESTADO_CIVIL	"b"	System.String
FECHA_NACIMIENTO	15/04/1927 12:00:00 a.m.	System.DateTime
IDENTIFICACION_PACIENTE	"0084311"	System.String
NOMBRE1	"LIDI"	System.String
NOMBRE2	""	System.String
OCUPACION	"OTROS TRABAJADORES DE SE"	System.String
SEXO	"Femenino"	System.String
TELEFONO	"NO TIENE"	System.String

Figura B23. Información personal del paciente encontrado por el servicio de búsqueda.

Prueba del servicio de búsqueda de pacientes: paciente no existe. Cuando el servicio es invocado pero el número de identificación no es encontrado en la base de datos el servicio retorna los registros asociados a la información personal con valores de cero (0) y null, los cuales indican a la aplicación cliente del auxiliar que el paciente no pertenece al servicio de salud consultado. En la figura B24 se muestra la respuesta del servicio con la eventualidad aquí nombrada.

GetDataPaciente

Solicitud		
Nombre	Valor	Tipo
strIdentificacionPaciente	0000	System.String

☐ Iniciar un nuevo proxy

Respuesta		
Nombre	Valor	Tipo
↕ (return)		WSRecuperaciones.Paciente
APELLIDO1	(null)	NullObject
APELLIDO2	(null)	NullObject
COD_ESTADO_CIVIL	0	System.Int32
COD_OCUPACION	0	System.Int32
COD_SEXO	0	System.Int32
DOMICILIO	(null)	NullObject
FECHA_NACIMIENTO	1/01/0001 12:00:00 a. m.	System.DateTime
IDENTIFICACION_PACIENTE	(null)	NullObject
NOMBRE1	(null)	NullObject
NOMBRE2	(null)	NullObject
TELEFONO	(null)	NullObject

Figura B24. Respuesta del servicio de búsqueda cuando el paciente no está registrado en la base de datos.

Para acceder a la información relacionada con orden clínica del paciente se hace el llamado al servicio “GetDataOrden”, que pedirá el número de identificación del paciente. La figura B25 muestra la invocación del servicio y la respuesta del mismo cuando es ingresada la identificación “0084”.

GetDataOrden

Solicitud		
Nombre	Valor	Tipo
strIdentificacionPaciente	0084311	System.String

☐ Iniciar un nuevo proxy

Respuesta		
Nombre	Valor	Tipo
↕ (return)		WSRecuperaciones.OrdenTerapia
Cod_Lado_Afectado	1	System.Int32
Cod_Tipo_lesion	1	System.Int32
Diagnostico	@“Si los tratamientos no quirúrgicos	System.String
Estado	"ACTIVO"	System.String
Fecha	"2015-09-10 2:59:36 PM"	System.String
Identificacion_paciente	"0084311"	System.String
Lado_afectado	"DERECHO"	System.String
Numero_Orden	1	System.Int16
Numero_sesiones	1	System.Int16
Tipo_lesion	"RODILLA"	System.String

Figura B25. Orden clínica del paciente encontrado por el servicio de búsqueda.

Prueba del servicio de búsqueda de pacientes: paciente no tiene una orden clínica. Cuando el servicio es invocado pero el número de identificación no tienen asociado una orden clínica éste responde con los valores de los registros en cero (0) y null. A continuación, en la figura B26 se observa la respuesta del servicio cuando el paciente no tiene asociada una orden clínica.

GetDataOrden

Solicitud		
Nombre	Valor	Tipo
strIdentificacionPaciente	0084	System.String

☐ Iniciar un nuevo proxy

Respuesta		
Nombre	Valor	Tipo
(return)		WSRecuperaciones.OrdenTerapia
Cod_Lado_Afectado	0	System.Int32
Cod_Tipo_Lesion	0	System.Int32
Diagnostico	(null)	NullObject
Estado	(null)	NullObject
Fecha	(null)	NullObject
Identificacion_paciente	(null)	NullObject
Lado_afectado	(null)	NullObject
Numero_Orden	0	System.Int16
Numero_sesiones	0	System.Int16
Tipo_Lesion	(null)	NullObject

Figura B26. Respuesta del servicio cuando el paciente no tiene asociada una orden clínica.

Para acceder a la información relacionada con la historia clínica asociada a rehabilitación física del paciente se hace el llamado al servicio “GetDataTerapias” que pide el número de identificación del paciente. Para el ejemplo se ingresa “0084”, el cual retorna los siguientes datos:

GetDataPaciente GetDataTerapias

Solicitud		
Nombre	Valor	Tipo
strIdentificacionPaciente	0084	System.String

☐ Iniciar un nuevo proxy

Respuesta		
Nombre	Valor	Tipo
[0]		WSRecuperaciones.Terapias
ABDUCCION_ALCANZ	""	System.String
ABDUCCION_DESEAD	""	System.String
ADUCCION_ALCANZA	""	System.String
ADUCCION_DESEADA	""	System.String
CODIGO_COEQUIPER	"0455"	System.String
CODIGO_ESPECIALIS	"0389"	System.String
COD_LADO_AFFECTAD	1	System.Int32
COD_TIPO_LESION	1	System.Int32
COD_TIPO_TERAPIA	1	System.Int32
EXTENSION_ALCANZ	"0 "	System.String
EXTENSION_DESEAD	"0 "	System.String
FECHA	"2015-09-10"	System.String
FLEXION_ALCANZADA	"100"	System.String
FLEXION_DESEADA	"100"	System.String
IDENTIFICACION_PAC	"0084311 "	System.String
ID_TERAPIA	1	System.Int32
NUMERO_ORDEN	"1 "	System.String
NUMERO_SESION	"1 "	System.String
OBSERVACIONES	"Paciente cumple con el protocolo	System.String
PORCENTAJE_ADU_A	""	System.String
PORCENTAJE_FLEXO	"100"	System.String
PORCENTAJE_REPET	"100"	System.String
PORCENTAJE_RESIS	""	System.String
PORCENTAJE_ROTAR	""	System.String

Con formato: XML

Figura B27. Historial clínico asociado al paciente encontrado por el servicio de búsqueda.

Prueba del servicio de búsqueda de pacientes: el paciente existe, pero no tiene historial clínico. Cuando el servicio es invocado pero el número de identificación no tienen asociado un historial clínico referente a rehabilitación física, el servicio retorna los registros en cero (0). La figura 28 enseña la respuesta del servicio ante la nula existencia de un historial clínico.



Solicitud		
Nombre	Valor	Tipo
strIdentificacionPaciente	00	System.String

Respuesta		
Nombre	Valor	Tipo
(return)	length=0	WSRecuperaciones.Terapias[]

Figura B28. Respuesta del servicio cuando el paciente existe en la base de datos, pero no tienen asociado un historial clínico.

Servicio de actualización de historia clínica

Descripción. A este servicio se le ha asignado la función de realizar la actualización de historia clínica durante y al finalizar la terapia de rehabilitación física tele-operada. Esta actualización se realiza mediante la inserción de información generada por el especialista al momento de definir el protocolo de rehabilitación y por la máquina de acuerdo a los movimientos de rehabilitación ejecutados por la máquina. En la figura B29 se observa el diagrama general de este servicio.



Figura B29. Diagrama general del servicio de actualización de historia clínica.

Para que este servicio cumpla con la función definida es necesario determinar las entradas y las salidas requeridas para la operación del sistema. A continuación, en la tabla B9 y B10, se presentan las entradas y en la tabla B11 se presenta la salida del servicio.

Tabla 9. *Parámetros de entrada del especialista.*

Entrada (Especialista)	Tipo
IDENTIFICACION_PACIENTE	char(20)
CODIGO_ESPECIALISTA	char(4)
CODIGO_COEQUIPERO	char(4)
NUMERO_ORDEN	char(10)
NUMERO_SESION	char(10)
FECHA	varchar(20)
TIPO_LESION	varchar(20)
LADO_AFECTADO	varchar(20)
TIPO_TERAPIA	varchar(20)
FLEXION_DESEADA	char(3)
EXTENSION_DESEADA	char(3)
ADUCCION_DESEADA	char(3)
ABDUCCION_DESEADA	char(3)
ROTACION_INTERNA_DESEADA	char(3)
ROTACION_EXTERNA_DESEADA	char(3)
VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA	char(3)
VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESEADA	char(3)
TIEMPO_PASO	char(3)
TIEMPO_CAMBIO_MOVIMIENTO	char(3)
RESISTENCIA_DESEADA	char(3)
REPETICION_DESEADA	char(3)
SERIES_DESEADA	char(3)
OBSERVACIONES	varchar(MAX)

Tabla 10. *Parámetros de entrada de la máquina*

Entrada(Máquina)	Tipo
IDENTIFICACION_PACIENTE	char(20)
FECHA	varchar(20)
FLEXION_ALCANZADA	char(3)
EXTENSION_ALCANZADA	char(3)
ADUCCION_ALCANZADA	char(3)
ABDUCCION_ALCANZADA	char(3)
ROTACION_INTERNA_ALCANZADA	char(3)
ROTACION_EXTERNA_ALCANZADA	char(3)
VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCANZADA	char(3)
VELOCIDAD_PROGRESIVA_ALCANZADA	char(3)
RESISTENCIA_ALCANZADA	char(3)

REPETICION_ALCANZADA	char(3)
SERIES_ALCANZADAS	char(3)

Tabla 11. *Parámetro de salida del servicio de actualización de historia clínica.*

Salida	Tipo
Actualizacion_HC	Boolean

Enseguida se presentan las posibles situaciones y eventualidades que pueden suceder durante la ejecución del servicio invocado, entre estas eventualidades se tiene: actualización por parte del especialista, actualización por parte de la máquina y por último falla en la actualización de la historia clínica.

Casos

Actualización por parte del especialista. El usuario con rol de especialista envía la información al sistema para ser insertada en la base de datos, esta información hace referencia al protocolo definido por éste y el tipo de terapia (pasiva o activa) a ejecutar.

Actualización por parte de la máquina. Una vez la terapia está en ejecución, la máquina envía información al sistema para ser insertada en la base de datos, esto mismo sucede al momento que la terapia es finalizada.

Error en la actualización de la historia clínica. Al momento de invocar el servicio de actualización de historia clínica, ya sea por parte del especialista o la máquina, se puede presentar que la inserción de información en la base de datos presente un error, es decir que la información no fue almacenada, por lo tanto, el sistema devuelve la salida Actualización_HC con valor “false”.

En la figura B30, se presenta el servicio integrado con las interfaces de usuario.

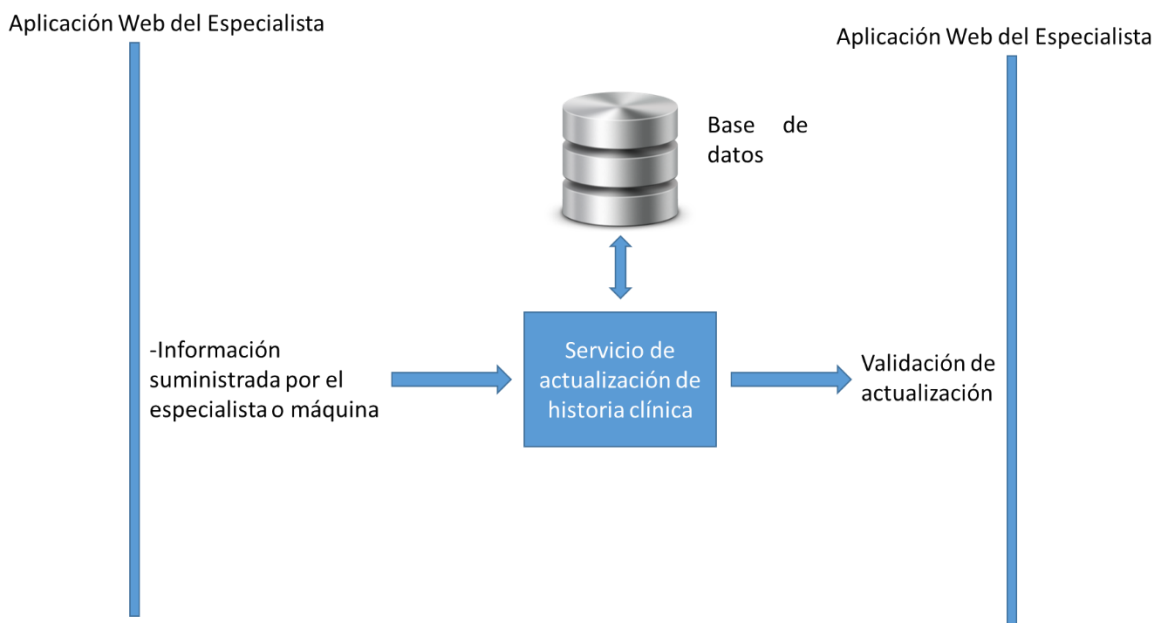


Figura B30. Sistema de actualización de historia clínica.

Concepción del servicio de actualización de historia clínica. Para llevar a cabo la concepción del servicio de actualización de historia clínica se utilizaron herramientas para el desarrollo de software como los diagramas de actividades y casos de uso. Enseguida se presenta la concepción del servicio apoyado en los diagramas de actividades.

Diagrama de actividad. En esta sección se expone de manera gráfica la ejecución de la secuencia de eventos del servicio de actualización de historia clínica que al momento de ser invocado, sea por el especialista o la máquina, éste hace la conexión con la base de datos y realiza la actualización de los registros de la misma y por último retorna el estado de la actualización. En caso que la actualización se haya hecho de forma correcta la respuesta es “true”, en caso contrario, “false”. En la figura B31 se observa el diagrama de actividad de dicho servicio.

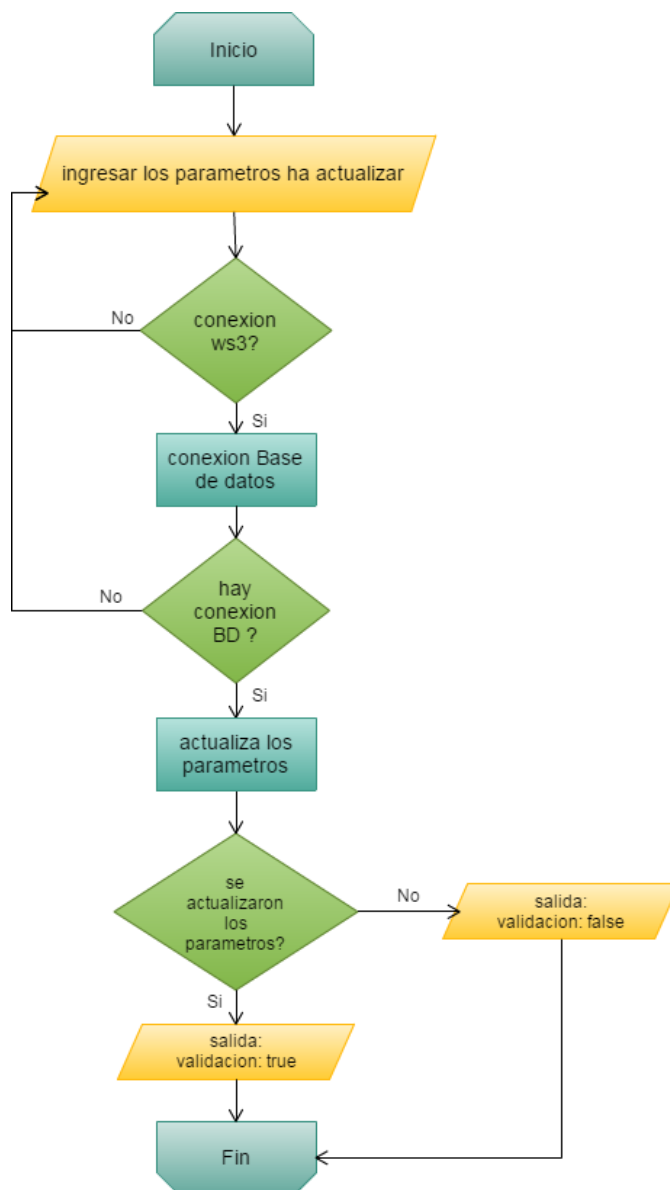


Figura B31. Diagrama de actividad del servicio de actualización de historia clínica.

Tabla utilizada para la actualización de la historia clínica. La información insertada, ya sea por parte del especialista o máquina, es almacenada en la tabla llamada *fac_t_terapias*, esta información está relacionada con la rehabilitación física definida por el especialista y la ejecución alcanzada por la máquina.

Casos de uso para el desarrollo del servicio de actualización de la historia clínica. Para observar el comportamiento e interacción del usuario con el flujo de información del sistema de actualización de historia clínica se presenta el siguiente caso de uso.

Caso de uso CU003 actualización de la historia clínica.

Caso de uso CU003 actualización de la historia clínica.			
Identificador	CU003	Nombre CU	Actualización historia clínica
Descripción	Caso de uso que permite al especialista o máquina realizar cambios en la historia clínica de un paciente específico.		
Fase	Completo		
Actor(es)	Principal: especialista y máquina de rehabilitación		
Pre-condiciones			
Post-Condiciones			
Flujo Básico			
No.	Usuario	Sistema	
1.		Realiza conexión con el servicio de actualización de historia clínica. De lo contrario ver ruta alterna 1.1	
2.		El sistema responde dependiendo el usuario - Especialista ver sección 1 - Máquina de rehabilitación ver sección 2	
Sección 1 (Especialista)			
3.	Especialista: ingresa el protocolo de terapia Oprime el botón actualizar		
4.		Hace conexión con la base de datos. De lo contrario ver ruta alterna 4.1	
5.		Muestra mensaje informativo: “confirmar actualización”	
6.	Especialista: oprime sí. De lo contrario ver ruta alterna 6.1		
7.		Crea la nueva sesión de terapia en la base de datos con los parámetros suministrados por el especialista.	

8.		Valida la creación de la nueva sesión. Salida • Actualizacion_HC :true De lo contrario ver ruta alterna 8.1
9.		Muestra mensaje informativo: “se agregó la nueva sesión de terapia”
10.		fin
Sección 2 (máquina de rehabilitación)		
11.	Máquina: ingresa los parámetros a actualizar	
12.		Hace conexión con la base de datos. De lo contrario ver ruta alterna 12.1
13.		Actualiza los ángulos alcanzados en la historia clínica del paciente
14.		Valida la actualización de los ángulos alcanzados. Salida • Actualizacion_HC: true De lo contrario ver ruta alterna 14.1
15.		Muestra mensaje informativo: “se actualizaron los datos”
16.		Se visualiza la información del protocolo realizado por el paciente en la interfaz del auxiliar.
17.		Fin

Ruta alterna 1.1. Esta ruta alterna es tomada por el sistema cuando no se puede establecer conexión con el servidor remoto.

Ruta Alterna No. 1.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Conexión al servicio de actualización de historia clínica	No existe conexión con el servicio		Muestra mensaje informativo: “no es posible establecer conexión con el servidor remoto”
2				Entrega la salida: Actualizacion_HC: false
3				Regresa al punto 1 del Flujo Básico

Ruta alterna 4.1. Es tomada por el sistema cuando no es posible establecer conexión con la base de datos remota cuando es invocado por el especialista.

Ruta Alterna No. 4.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Conexión base de datos	No existe conexión con la base de datos		Muestra mensaje informativo: "no es posible establecer conexión con la base de datos remota"
2				Entrega la salida: Actualizacion_HC: false
3				Regresa al punto 3 del Flujo Básico de la sección 1

Ruta alterna 6.1. Esta ruta alterna es tomada cuando el especialista cancela la actualización de información.

Ruta Alterna No.6.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Cancelación de actualización de parámetros	Usuario decide no actualizar los parámetros		Muestra mensaje informativo: "Acción Cancelada"
2				Fin

Ruta Alterna 8.1. Es tomada cuando la actualización de la información que ha ingresado el especialista, ha presentado un error.

Ruta Alterna No. 8.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Validación de actualización	Error en la actualización		Muestra mensaje informativo: "error en la actualización de los parámetros"
2				Entrega la salida: Actualizacion_HC: false

3				Regresa al punto 3 del Flujo Básico de la sección 1
---	--	--	--	---

Ruta alterna 12.1. Esta ruta es tomada por el sistema cuando no es posible establecer conexión con la base de datos remota al momento de ser invocado por la máquina.

Ruta Alterna No. 12.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Conexión base de datos	No existe conexión con la base de datos		Muestra mensaje informativo: "no es posible establecer conexión con la base de datos remota"
2				Entrega la salida: Actualizacion_HC: false
3				Regresa al punto 11 del Flujo Básico de la sección 2

Ruta Alterna 14.1. Esta ruta es tomada cuando la actualización de la información que ha ingresado la máquina, ha presentado un error.

Ruta Alterna No. 14.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Validación de actualización	Error en la actualización		Muestra mensaje informativo: "error en la actualización de los parámetros"
2				Entrega la salida: Actualizacion_HC: false
3				Regresa al punto 11 del Flujo Básico de la sección 2

Implementación del servicio de actualización de la historia clínica. Los pasos que se deben llevar a cabo para la implementación del servicio de actualización de historia clínica son:

- Conexión con la base de datos remota.
- Inserción de información en la base de datos.

El servicio de actualización de historia clínica inserta información referente al protocolo definido por el especialista y los datos suministrados por la máquina una vez ejecutada la terapia de rehabilitación, para esta inserción se utilizan dos métodos:

El método UpdateDatatHistoriaClinicaEspecialista, que permite la inserción de información en la historia clínica por parte del especialista. Por otra parte, el método UpdateDatatHistoriaClinicaM que permite la inserción de información por parte de la máquina.

Desarrollo de aplicación para la invocación del servicio de actualización de la historia clínica. La información del protocolo de rehabilitación es ingresada desde la aplicación web del especialista, la cual invoca al servicio de actualización de historia clínica y éste a su vez almacena la información en la base de datos remota, permitiendo tener una trazabilidad en el tratamiento de cada paciente. Cabe anotar que este servicio no almacena información, ya que sólo ejecuta la lógica del negocio. A continuación, se presentan la invocación del servicio de actualización de historia clínica:

- Se instancia el servicio de actualización de historia clínica:

`ServiceGetHistoriaClinicaClient service = new ServiceGetHistoriaClinicaClient();`

- Se invoca el servicio de actualización de historia clínica por parte del especialista, quien ingresa el protocolo de terapia que va a almacenar en la base de datos asociado a un paciente y, éste a su vez, devuelve un estado falso si se presentó un error en la actualización y en caso contrario la respuesta true, dicho estado queda guardado en la variable blnConfirmacion.
- **Interface web del especialista.** El servicio después de ser invocado por medio la aplicación web del especialista retorna un mensaje de validación confirmando que la actualización ha sido satisfactoria o si se ha presentado un error. En la figura B32 se exhiben los campos donde el especialista ingresa la información a actualizar.

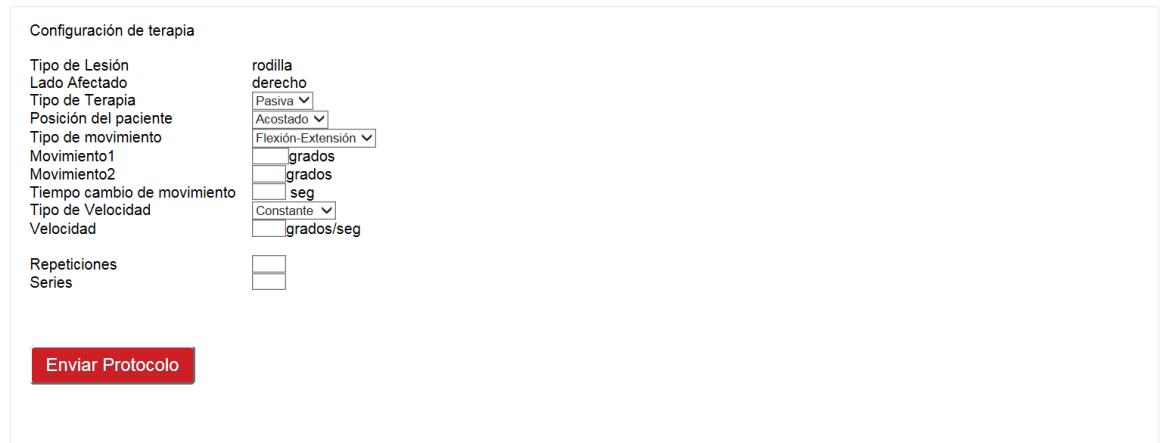


Figura B32. Interface web del especialista: configuración de terapia.

Pruebas unitarias al servicio de actualización de la historia clínica. Para ejecutar las pruebas del servicio de actualización de historia clínica se plantean las siguientes dos situaciones:

Actualización por parte del especialista. El usuario con rol de especialista envía la información al servicio para ser insertada en la base de datos y, a su vez, éste da como respuesta “true” como se puede observar en la parte inferior de la figura B33.

InsertDatatHistoriaClinica	
Solicitud	
Nombre	Valor
hceData	WSRecuperaciones.HistoriaClinicaEspecialista
ABDUCCION_DESEADA	(null)
ADUCCION_DESEADA	(null)
CODIGO_COEQUIPERO	0455
CODIGO_ESPECIALISTA	8015
EXTENSION_DESEADA	70
FECHA	2016-07-29
FLEXION_DESEADA	80
IDENTIFICACION_PACIENTE	0084311
LADO_AFECTADO	1
NUMERO_ORDEN	1
NUMERO_SESION	1
OBSERVACIONES	Prueba 29-07-2016
REPETICION_DESEADA	5
RESISTENCIA_DESEADA	30
ROTACION_EXTERNA_DESEADA	35
ROTACION INTERNA_DESEADA	20
SERIES_DESEADA	7
TIEMPO_CAMBIO_MOVIMIENTO	10
TIEMPO_PASO	(null)
TIPO_LESION	1
TIPO_TERAPIA	1
VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA	45
VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESEADA	40
Respuesta	
Nombre	Valor
(return)	True

Figura B33. Pruebas del servicio actualización de historia clínica invocado por el especialista.

Para comprobar que el registro se guardó correctamente como lo indica la respuesta obtenida del servicio, se realiza la verificación en la tabla fac_t_terapias de la base de datos remota como se observa en la figura B34.

ID_TERAPIA	IDENTIFICACION_PACIENTE	CODIGO_ESPECIALISTA	CODIGO_COEQUIPERO	NUMERO_ORDEN	NUMERO_SESION	FECHA	COD_TIPO_LESION	COD_LADC
1	0084311	0389	0455	1	1	2015-09-10	1	1
2	0084311	0389	0455	2	2	2015-09-12	1	1
3	0084311	8015	0455	1	1	2016-07-26	1	1
4	0084311	8015	0455	1	1	2016-08-26	1	1
5	0084311	8015	0455	1	1	2016-07-29	1	1

Figura B34. Verificación de la actualización realizada por el servicio, caso especialista.

Actualización por parte de la máquina. La máquina envía la información de la figura B35 para ser insertada en la base de datos por medio de servicio de actualización.

UpdateDataHistoriaClinicaM

Solicitud	
Nombre	Valor
hceData	WSRecuperaciones.HistoriaClinicaM
ABDUCCION_ALCANZADA	(null)
ADUCCION_ALCANZADA	(null)
EXTENSION_ALCANZADA	60
FECHA	2016-07-29
FLEXION_ALCANZADA	70
IDENTIFICACION_PACIENTE	0084311
REPETICION_ALCANZADA	5
RESISTENCIA_ALCANZADA	27
ROTACION_EXTERNA_ALCANZADA	35
ROTACION_INTERNA_ALCANZADA	10
SERIES_ALCANZADAS	7
VELOCIDAD_CONSTANTES	45
VELOCIDAD_PROGRESIVAS	40
strIdTerapia	25

☐ Iniciar un nuevo registro

Respuesta	
Nombre	Valor
(return)	True

Figura B35. Pruebas del servicio actualización de historia clínica invocado por la máquina.

Para comprobar que el registro se actualizó correctamente como lo indica la respuesta obtenida del servicio, se realiza la verificación en la tabla fac_t_terapias de la base de datos remota como se muestra en la figura B36.

	RESISTENCIA_ALCANZADA	PORCENTAJE_RESISTENCIA	REPETICION_DESEADA	REPETICION_ALCANZADA	PORCENTAJE_REPETICION	SERIES_DESEADA	SERIES_ALCANZADAS	PORCENTAJE_SERIES	OBSERVACIONES
1	NULL	NULL	10	10	100	3	3	100	Paciente cumplió
2	NULL	NULL	10	10	100	3	3	100	Paciente cumplió
3	NULL	NULL	10	NULL	NULL	5	NULL	NULL	Prueba PDP
4	NULL	NULL	10	NULL	NULL	5	NULL	NULL	PDP
5	27	90	5	5	100	7	7	100	Prueba 29-07-20

Figura B36. Verificación de la actualización realizada por el servicio, caso máquina.

Servicio de comunicaciones

Descripción. Este servicio permite establecer un canal de comunicación entre Especialista, Auxiliar y Máquina, permitiendo capturar instantáneamente la información generada por cualquiera de los usuarios mencionados. Esta información es el protocolo de rehabilitación planteado por el especialista, evolución de las terapias ejecutada por la máquina o eventualidades registradas por el auxiliar. En la figura B37 se muestra el diagrama general del servicio de comunicaciones.



Figura B37. Diagrama general del servicio de comunicaciones.

Para que el servicio cumpla con su función definida se deben de tener en cuenta las entradas del especialista, máquina y auxiliar presentadas en las tablas B12, B13 y B14.

Tabla B12. Entradas por parte del especialista.

Entrada1(Especialista)	Tipo
TIPO_LESION	varchar(20)
LADO_AFECTADO	varchar(20)
TIPO_TERAPIA	varchar(20)
FLEXION_DESEADA	char(3)
EXTENSION_DESEADA	char(3)
ADUCCION_DESEADA	char(3)
ABDUCCION_DESEADA	char(3)
ROTACION_INTERNA_DESEADA	char(3)
ROTACION_EXTERNA_DESEADA	char(3)
VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA	char(3)
VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESEADA	char(3)
TIEMPO_PASO	char(3)
TIEMPO_CAMBIO_MOVIMIENTO	char(3)
RESISTENCIA_DESEADA	char(3)
REPETICION_DESEADA	char(3)
SERIES_DESEADA	char(3)
OBSERVACIONES	Varchar(MAX)

Tabla B13. Entradas por parte de la máquina.

Entrada2(Máquina)	Tipo
Cabecera	Byte
Parametro1	Byte
Parametro2	Byte
Parametro3	Byte
Parametro4	Byte
Parametro5	Byte
Parametro6	Byte
Parametro7	Byte
Parametro8	Byte
Parametro9	Byte
Parametro10	Byte

Parametro11	Byte
Parametro12	Byte
Parametro13	Byte
Parametro14	Byte
Parametro15	Byte

Tabla B14. *Entradas por parte del auxiliar.*

Entrada3(Auxiliar)	Tipo
observaciones	Varchar(MAX)
Parada de emergencia	Byte
Arranque de máquina	Byte

Como salidas del servicio de comunicaciones se clasifican en dos tipos diferentes: especialista-auxiliar y la de máquina. En las tablas B15 y B16 se presentan dichas salidas.

Tabla B1. *Parámetros de salida para el especialista y auxiliar.*

Salida2	Tipo
IDENTIFICACION_PACIENTE	char(20)
FECHA	varchar(20)
FLEXION_ALCANZADA	char(3)
EXTENSION_ALCANZADA	char(3)
ADUCCION_ALCANZADA	char(3)
ABDUCCION_ALCANZADA	char(3)
ROTACION_INTERNA_ALCANZADA	char(3)
ROTACION_EXTERNA_ALCANZADA	char(3)
VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCANZADA	char(3)
VELOCIDAD_PROGRESIVA_ALCANZADA	char(3)
RESISTENCIA_ALCANZADA	char(3)
REPETICION_ALCANZADA	char(3)
SERIES_ALCANZADAS	char(3)

Tabla 14. *Parámetros de salida para la máquina.*

Salida2(Máquina)	Tipo
Cabecera	Byte
Parametro1	Byte
Parametro2	Byte
Parametro3	Byte
Parametro4	Byte
Parametro5	Byte

Parametro6	Byte
Parametro7	Byte
Parametro8	Byte
Parametro9	Byte
Parametro10	Byte
Parametro11	Byte
Parametro12	Byte
Parametro13	Byte
Parametro14	Byte
Parametro15	Byte

En la figura B38, se presenta el sistema de comunicaciones el cual está conformado por el servicio de comunicaciones, las interfaces de usuario y la máquina de rehabilitación física.

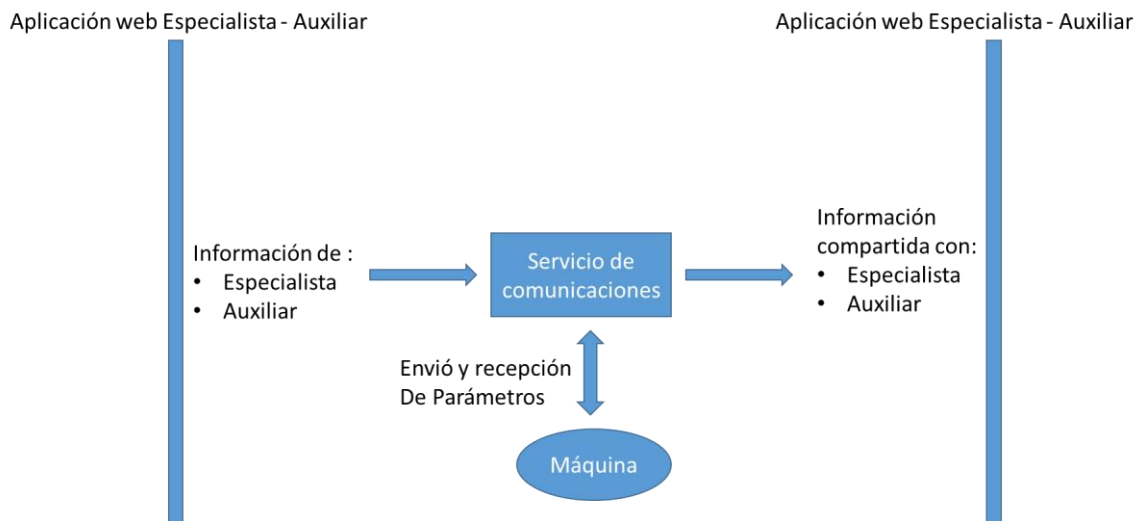


Figura B38. Diagrama del sistema de comunicaciones.

Concepción del servicio de comunicaciones. Para la concepción del servicio de comunicaciones se emplearon herramientas para plantear el diseño de software como los diagramas de actividad y casos de uso, a continuación, se presenta el diagrama de actividad del servicio de comunicaciones.

Diagrama de actividad. En esta sección se muestra de manera gráfica cómo evoluciona el servicio de comunicaciones cuando es invocado por alguno de los usuarios. Este servicio establece un WebSocket que monitorea constantemente la información proveniente de alguno de los usuarios y la transmite a los otros. En la figura 39 se presenta el diagrama.

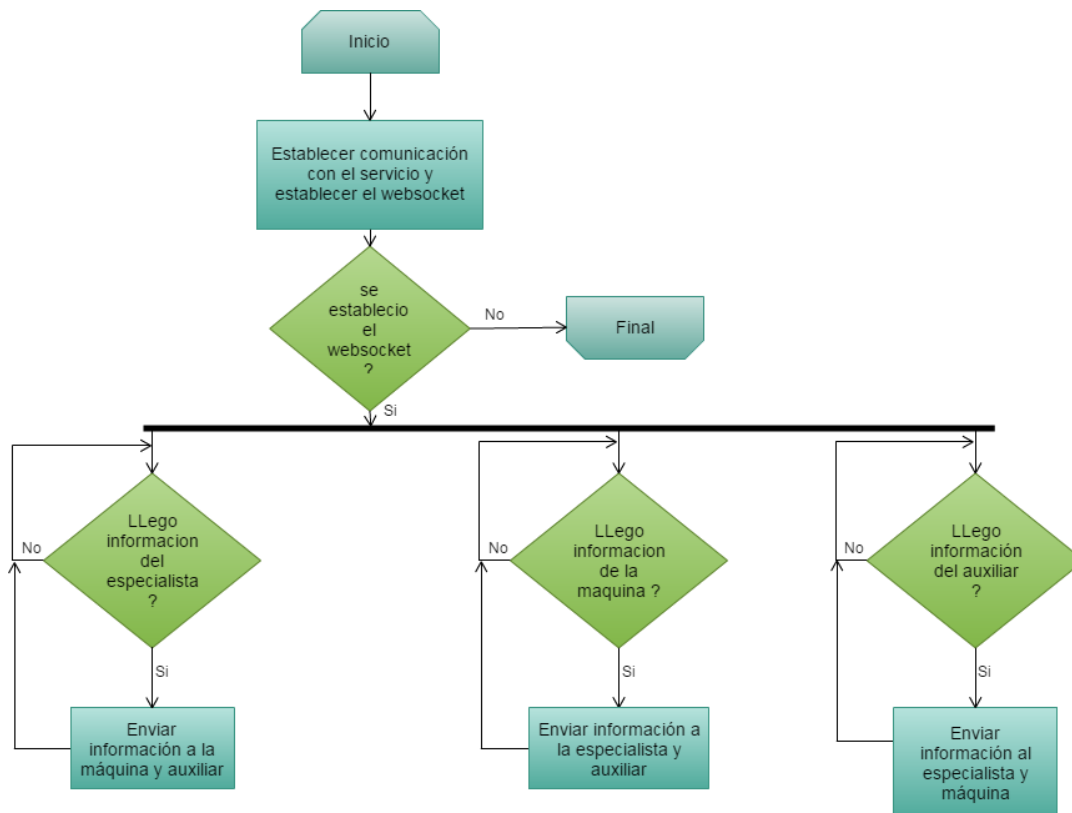


Figura B39. Diagrama de actividad del servicio de comunicaciones.

Casos de uso para el desarrollo del servicio de comunicaciones. Se presentan los casos de uso para el cuarto servicio, nombrado servicio de comunicaciones. Estos casos de uso representan el flujo de información entre los actores y la máquina, igualmente, mantiene una comunicación continua con la máquina, garantizando la conexión permanente con el sistema.

Caso de uso CU004 comunicaciones.

Caso de uso CU004 comunicaciones.				
Identificador		CU004	Nombre CU	Comunicaciones
Descripción		Caso de uso que permite establecer un canal de comunicaciones entre los usuarios del sistema y la máquina de rehabilitación física.		
Fase		Completo		
Actor(es)		Principal: especialista, máquina de rehabilitación y auxiliar		
Pre-condiciones				
Post-Condiciones				
Flujo Básico				
No.	Usuario		Sistema	
1.			Realiza conexión con el servicio de	

		comunicaciones. De lo contrario ver ruta alterna 1.1
2.		El sistema responde dependiendo el usuario • Especialista ver sección 1 • Máquina de rehabilitación ver sección 2 • Auxiliar ver sección 3
Sección 1 (Especialista)		
3.	Especialista: ingresa el protocolo de terapia.	
4.		Envía la información a la máquina y auxiliar
5.		Valida que la información haya llegado al destino. • Validación: true De lo contrario ver ruta alterna 5.1
6.		Muestra mensaje informativo: “Se envió la información correctamente”
7.		fin
Sección 2 (máquina de rehabilitación)		
8.	Máquina: ingresa los parámetros.	
9.		Envía la información al especialista y auxiliar
10.		Valida que la información haya llegado al destino. • Validación: true De lo contrario ver ruta alterna 10.1
11.		fin
Sección 3 (Auxiliar)		
12.	Auxiliar: realiza verificaciones.	
13.		Envía la información al especialista
14.		Valida que la información haya llegado al destino. • Validación: true

		De lo contrario ver ruta alterna 14.1
15.		Muestra mensaje informativo: “Se envió la información correctamente”
16.		fin

Ruta alterna 1.1. Esta ruta alterna es tomada cuando el sistema de comunicación no puede establecer conexión con el servicio de comunicaciones.

Ruta Alterna No. 1.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Conexión al servicio de comunicaciones	No hay conexión con el servicio de comunicaciones		Muestra mensaje informativo: “No es posible establecer conexión con el servidor remoto”
2				Entrega la salida: • Validación: false
3				Regresa al punto 1 del Flujo Básico

Ruta Alterna 5.1. Esta ruta es tomada cuando la validación del envío de la información por parte del especialista ha presentado un error.

Ruta Alterna No. 5.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Validación de envío de información	Error en la validación		Muestra mensaje informativo: “error en el envío de la información”
2				Entrega la salida: • Validación: false
3				Regresa al punto 3 del Flujo Básico de la sección 1

Ruta Alterna 10.1. Esta ruta es tomada cuando la validación del envío de la información por parte de la máquina ha presentado un error.

Ruta Alterna No. 10.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Validación de envío de información	Error en la validación		
2				Entrega la salida: Validación: false
3				Regresa al punto 8 del Flujo Básico de la sección 2

Ruta Alterna 14.1. Es tomada cuando la validación del envío de la información por parte del auxiliar ha presentado un error.

Ruta Alterna No. 14.1				
No.	Nombre	Detalle	Usuario	Sistema
1	Validación de envío de información	Error en la validación		Muestra mensaje informativo: “error en el envío de la información”
2				Entrega la salida: Validación: false
3				Regresa al punto 12 del Flujo Básico de la sección 3

Implementación del servicio de comunicaciones. El paso que se debe seguir para la implementación del servicio de comunicaciones consiste en abrir WebSocket en los computadores del especialista y auxiliar. Para establecer la comunicación bidireccional entre el especialista y el auxiliar es necesario abrir un websocket que establece un canal de comunicación full-duplex utilizando conexiones TCP, de tal manera que se pueda establecer una comunicación interactiva entre los usuarios y el servidor, permitiendo enviar y recibir mensajes controlados por eventos evitando la consulta al servidor para una respuesta. El uso de esta tecnología beneficia la latencia de los datos, permitiendo la sincronía de los eventos relacionados con este servicio.

Pruebas unitarias al servicio de comunicaciones. Para este Servicio Web se utilizó websocket para lograr comunicar instantánea entre el especialista, el auxiliar y los Servicios Web.

Se desarrolló una aplicación para el consumo de los Servicios Web y la implementación del socket. En la figura B40 se presenta la aplicación desarrollada.

Terapia

Deseado

Flexión	70	Extensión	40	Velocidad	1
Series	5	Repeticiones	5	Delay	1
Cod. Especialista	8015	Num. Orden	1	Num. Sesión	1
Tipo Lesión	1	Lado Afectado	1	Tipo terapia	1
Coequipero	0455				

[Guardar](#)

Figura B40. Aplicación para las pruebas del WebSocket.

El usuario especialista ingresa los datos de la terapia a realizar para un determinado paciente. En otro navegador se abre una aplicación para el auxiliar, el cual recibe los datos de la terapia enviados por el especialista. En la figura B41 se muestra los datos enviados por el especialista en la aplicación del auxiliar.

Número identificación del paciente [Buscar](#)

Datos del paciente

Identificación	0084311	1er Apellido	MUSIE	2do Apellido	
1er Nombre	LIDIA	2do Nombre		Fecha de nacimiento	15/04/1927 12:00:00 a

Terapia

Deseado

Flexión	70	Extensión	4	Velocidad	10
Series	5	Repeticiones	5	Delay	

Figura B41. Aplicación del auxiliar con los datos enviados por el especialista.

Pruebas integrales de la arquitectura. Para la realización de estas pruebas funcionales se implementó un prototipo funcional de la arquitectura, el cual está compuesto por el pc del especialista, el pc del auxiliar y la ayuda técnica, donde se evaluó y validó el comportamiento del flujo de información entre el especialista, auxiliar, base de datos, basado en las actualizaciones de las interfaces e información almacenada en la base de datos.

la prueba funcional del sistema se inicia con la autenticación de los usuarios, donde el especialista se registra en la interfaz gráfica ingresando un Login y Password, como se muestra en la figura B42, de acuerdo a los datos suministrados por la persona el servicio Web denominado servicio de autenticación realiza la búsqueda en la base de datos del hospital y dependiendo el rol del usuario es autenticado como un especialista o auxiliar.

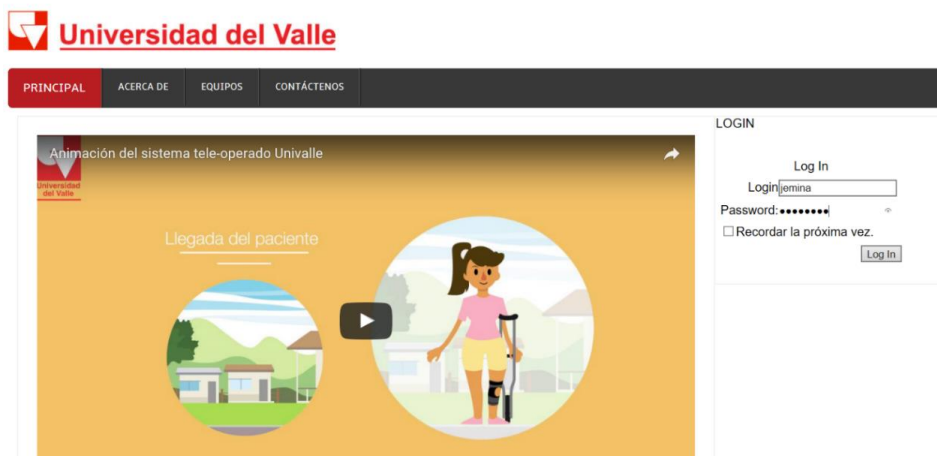


Figura B42. Registro del especialista.

Al momento que el especialista se autentica, este evento es registrado en la base de datos como se muestra en la figura B43. La base de datos brinda información de la persona autenticada tal como la especialidad, el último acceso y la dirección IP de donde acceda al sistema. Esto permite tener un control de los especialistas y auxiliares que realizan labores de telemedicina en los respectivos hospitales.

	CODIGO	NOMBRE	REGIST...	CODIGO_USUAR...	SUCURSAL	TIPO	COD_ESPECIALIDAD	CLAVE	ULTIMO_ACCESO	IP
55	1501	(FST) SAENZ ADRIANA	NULL	asaenz	NULL	5	290	01e0d11a	NULL	NULL
56	1508	(FST) YUBI MAPALLO	NULL	ymapayo	NULL	5	290	01e0d11a	NULL	NULL
57	1603	(FST) CORREA RAMIREZ JENNY CAROLINA (1MAY)	NULL	jcorrea	01	5	290	01e0d11a	09-06-2016 6:17:42 PM	::1
58	1604	(FST) CANDAMIL ELEONORA (SIL)	NULL	ecandamil	01	5	290	01e0d11a	NULL	NULL
59	1611	(FST) JENNY MINA GRUJALBA (TER)	29-76287	jemina	NULL	5	290	01e0d11a	24/1/2017 1:19 pm	138.122.20...
60	2006	(AUX_E) RIVERA LUZ ELENA (SFAM)	NULL	lerivera	NULL	4	782	01e0d11a	NULL	NULL
61	2053	(JF) GUTIERREZ QUIROZ DEISY VIVIANA (SIL)	76-5571	dgutierrez	NULL	3	782	01e0d11a	NULL	NULL
62	2120	(FISIO) MARIA ANGELICA CONDE POLANIA (MEL)	NULL	mconde	NULL	5	290	01e0d11a	NULL	NULL
63	2124	(AUX_E) VIVIANA ANDREA MUÑOZ FIGUEROA (MEL)	NULL	vmunoz	01	4	782	01e0d11a	NULL	NULL
64	2487	(AUX_E) MARIA FERNANDA VALENZUELA	NULL	mvalenzue	NULL	4	782	01e0d11a	NULL	NULL

Figura B43. Registro en la base de datos del especialista autenticado.

Una vez el especialista se autentica, la aplicación le genera una nueva interface gráfica en la cual aparece el usuario, la dirección IP, la fecha y hora de la última vez que se conectó al sistema, como se muestra en la figura B44, y queda disponible a que le lleguen los datos del paciente que va a atender en esta ocasión.



Figura B44. Interfaz de especialista en espera de paciente.

Una vez el auxiliar se autentica, sucede lo mismo que con el especialista, hay una actualización en la base de datos con la información del auxiliar autenticado, esto se puede observar en la figura B45. Dicha información de la actualización en la base de datos corresponde a la información que se encuentra en la interface del auxiliar.

	CODIGO	NOMBRE	REGIST...	CODIGO_USUAR...	SUCURSAL	TIPO	COD_ESPECIALIDAD	CLAVE	ULTIMO_ACCESO	IP
35	0874	(AUX_E) SHIRLEY REYES CHILA (SUL) (SIL)	NULL	shreyes	NULL	4	782	01e0d01e	NULL	NULL
36	0910	(AUX_E) AMANDA DEL PILAR MANYOMA VENTE (V H)		apmanyoma	NULL	4	782	01e0d01e	NULL	NULL
37	0911	(DESAC) FABIAN PAGUAY IPIA (AUX_E) SILOE		fapaguay	NULL	4	782	01e0d01e	10-06-2016 10:53:12 ...	1
38	0912	(AUX_E) NIDIA OSPINA TAPIERO (SILOE)	NULL	niospina	NULL	4	782	01e0d01e	NULL	NULL
39	0916	(ENF) LUCERO ALVAREZ (MON)	NULL	lalvarez	NULL	3	782	01e0d01e	NULL	NULL
40	0921	(AUX_E) DIANA CAROLINA OSSA (MEL)	NULL	dossa	NULL	4	782	01e0d01e	24/1/2017 9:53 am	138.122.20...
41	0942	(AUX_E) JENNIFER URIBE LOZANO	NULL	juribe	NULL	4	782	01e0d01e	NULL	NULL
42	0946	(AUX_E) KAREN TATIANA QUIÑONEZ (VOR)	NULL	kquinonez	NULL	4	782	01e0d01e	NULL	NULL
43	0952	(AUX_E) LEIDY JOHANA GAÑAN COLORADO (BUI)	NULL	lgañan	NULL	5	782	01e0d01e	NULL	NULL
44	0963	(AUX_E) AMANDA AVIRAMA GURRIUTE (SAL)	NULL	avirama	NULL	4	782	01e0d01e	NULL	NULL

Figura B45. Registro en la base de datos del auxiliar autenticado.

El auxiliar realiza el mismo procedimiento que el especialista en cuanto a la autenticación, una vez es autenticado en el sistema, se habilita la interface gráfica en la cual se pueden visualizar la siguiente información: La dirección IP, nombre de usuario, fecha y hora del último acceso al sistema y la casilla para ingresar el documento de identidad del paciente a atender, la información se puede ver en la figura B46.



Figura B46. Interface del auxiliar una vez se autentica.

El proceso de autenticación de los usuarios (especialista y auxiliar), se realiza como fue definido en el diseño del servicio, respetando las entradas y salidas de fueron determinadas en el diagrama de proceso que se muestra en la figura B47.

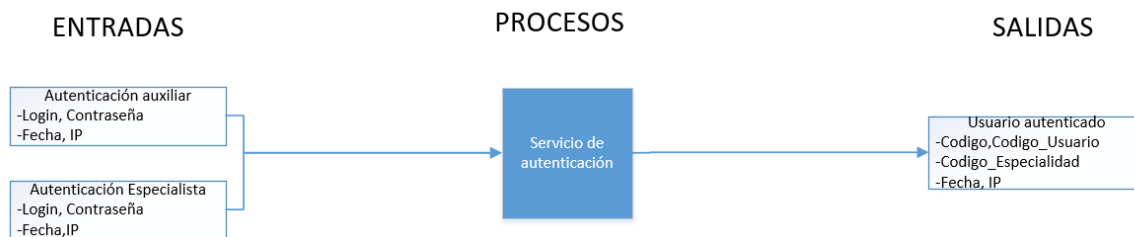


Figura B47. Diagrama de procesos del servicio de autenticación.

A continuación, se realiza la búsqueda de paciente, una vez el auxiliar ingresa el documento de identidad del paciente, el servicio Web denominado: servicio de búsqueda de pacientes realiza la búsqueda de la información del paciente relacionado con los datos personales, orden de terapia e historial clínico asociado a terapias de rehabilitación, dicha información es visualizada en la interface del auxiliar como se presenta en la figura B48.


Universidad del Valle

Usuario
dossa

IP
138.122.201.144

Ultimo acceso
24/1/2017 9:53 am

Cerrar Sesión

AUXILIAR ONLINE

Identificación	0084311	Inspección visual máquina	Reprobado ▾	Identificación del paciente	0084311
Apellidos	MUSIE	Inspección del paciente	No apto ▾		
Nombres	LIDIA				
Edad	89 años	Inspección interna de máquina	Iniciar	Buscar Paciente	
Fecha de nacimiento	15-04-1927				
Sexo	Femenino				
Ocupación	OTROS TRABAJADORES DE SERVICIOS				
Estado civil	b				
Domicilio	NO TIENE				
Teléfono	NO TIENE				

Figura B48. Datos personales del paciente.

En la figura B49 se muestra la información de la historia clínica relacionada con terapias de rehabilitación, además de la orden de terapia la cual tiene definido el tipo de articulación afectado que para este caso es rodilla y el lado afectado, toda esta información es obtenida de la base de datos del hospital.

Orden de Terapia						
Orden	Fecha	Lesión	Lado Afectado	Sesiones	Estado	Diagnóstico
1	2015-09-10 2:59:36 PM	RODILLA	DERECHO	1	ACTIVO	Si los tratamientos no quirúrgicos como los medicamentos y uso de caminador ya no ayudan, tal vez usted querría considerar la cirugía total de rodilla. La cirugía de reemplazo articular es un procedimiento efectivo para aliviar el dolor, corregir la deformidad de la pierna y retomar las actividades normales.

Historial de Terapias									
Fecha	Orden	Sesión	Cod. Especialista	Cod. Auxiliar	Lado afectado	Tipo de Lesión	Tipo de Terapia	Tipo de Movimiento	Amplitud M1 Deseada
2017-1-24 9:53 am	1	10	1611	0921	DERECHO	RODILLA	PASIVA	FLEXION-EXTENSION	60
2017-1-23 9:10 pm	1	9	1611	0921	DERECHO	RODILLA	PASIVA	FLEXION-EXTENSION	70
2017-1-23 10:50 am	1	8	1611	0921	DERECHO	RODILLA	PASIVA	FLEXION-EXTENSION	60
2017-1-20 9:05 am	1	7	8015	8012	DERECHO	RODILLA	PASIVA	FLEXION-EXTENSION	84

Figura B49. Información de historia clínica y orden de terapia.

La búsqueda del paciente se registra en la base de datos, la inserción del registro se presenta en la figura B50. En esta base de datos se tiene la información general y relacionada con la rehabilitación, además se

tiene información administrativa que se maneje desde la orden médica, tales como: tipo de lesión y lado lesionado.

ID_TERAPIA	IDENTIFICACION_PACIENTE	CODIGO_ESPECIALISTA	CODIGO_COEQUIPE	NUMERO_ORD	NUMERO_SESI	FECHA	COD_TIPO_LESI	COD_LADO_AFECTA	COD_TIPO_TERA	FLEXION_DESEA	FLEXION_ALC
6	492	0084311	1611	0921	1	5	2017-1-18 3:35 pm	1	1	60	60
7	493	0084311	1611	0921	1	6	2017-1-19 11:16 am	1	1	70	60
8	494	0084311	8015	8012	1	7	2017-1-20 9:05 am	1	1	84	0
9	495	0084311	NULL	0921	1	8	2017-1-23 10:50 am	1	1	NULL	NULL
10	496	0084311	1611	0921	1	8	2017-1-23 10:50 am	1	1	60	60
11	497	0084311	1611	0921	1	9	2017-1-23 9:10 pm	1	1	70	70
12	498	0084311	1611	0921	1	10	2017-1-24 9:53 am	1	1	60	60
13	499	0084311	NULL	0921	1	11	2017-1-24 10:05 am	1	1	NULL	NULL

Figura B50. Inserción del registro de terapia en la base de datos.

Una vez el auxiliar registro al paciente al momento de ingresar el número de documento de identidad, la información obtenida por el servicio de búsqueda de pacientes también es enviada a la interface del especialista quien puede ver los datos personales del paciente, orden de terapia y su historial clínico asociado a terapias de rehabilitación, toda esta información se puede observar en la figura 51, esto con objetivo que el especialista pueda tener conocimiento del paciente que va a atender.

ESPECIALISTA ONLINE

Identificación 0084311

Apellidos MUSIE

Nombres LIDIA

Edad 89 años

Fecha de nacimiento 15-04-1927

Sexo Femenino

Ocupación OTROS TRABAJADORES DE SERVICIOS

Estado civil b

Domicilio NO TIENE

Teléfono NO TIENE

Orden de Terapia

Orden	Fecha	Lesión	Lado Afectado	Sesiones	Estado	Diagnóstico
1	2015-09-10 2:59:36 PM	RODILLA	DERECHO	1	ACTIVO	Si los tratamientos no quirúrgicos como los medicamentos y usar soportes para caminar ya no ayudan, tal vez usted querría considerar la cirugía de reemplazo total de rodilla. La cirugía de reemplazo articular es un procedimiento seguro y efectivo para

Figura B51. Información del paciente en la interface del especialista.

Esta búsqueda de pacientes también cumple con lo definido en la arquitectura y los requerimientos de diseño del servicio Web, en la figura B52 se presenta el diagrama de procesos del servicio de búsqueda de pacientes.

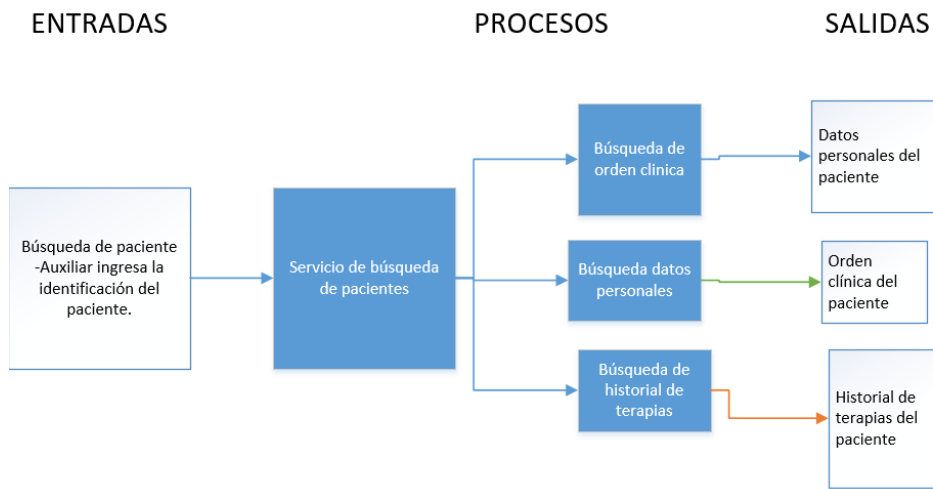
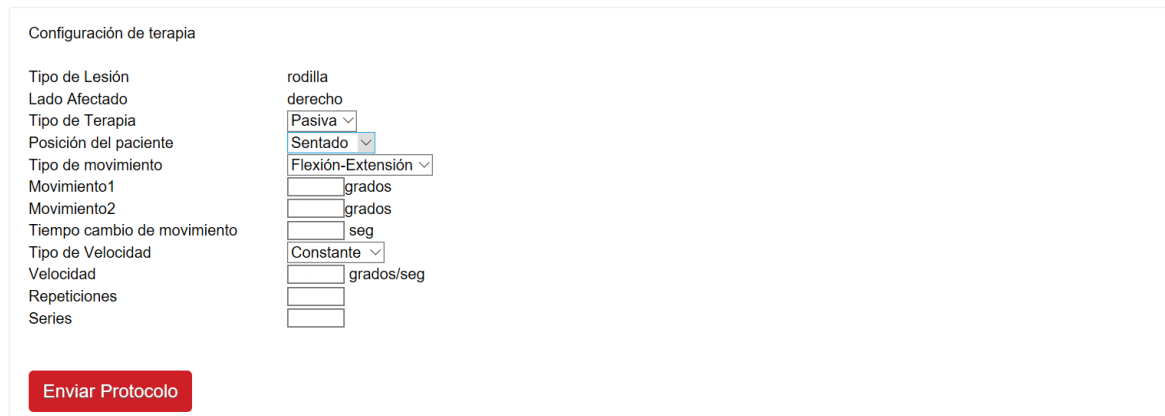


Figura B52. Diagrama de procesos del servicio de búsqueda de paciente.

A continuación, se presenta los eventos que están relacionados con el servicio Web de comunicación, este servicio principalmente está vinculado con la información que llega y sale de la ayuda técnica. La interface del especialista tiene la opción de definir el protocolo de rehabilitación que el paciente debe ejecutar en la sesión de terapia, en la figura B53 se muestra unos campos que no se pueden modificar debido a que estos están definidos en la orden clínica del paciente, los cuales son: tipo de lesión y lado afectado, los demás campos si pueden ser ingresados y modificados por el especialista.



Configuración de terapia	
Tipo de Lesión	rodilla
Lado Afectado	derecho
Tipo de Terapia	Pasiva ▾
Posición del paciente	Sentado ▾
Tipo de movimiento	Flexión-Extensión ▾
Movimiento1	grados
Movimiento2	grados
Tiempo cambio de movimiento	seg
Tipo de Velocidad	Constante ▾
Velocidad	grados/seg
Repeticiones	
Series	
Enviar Protocolo	

Figura B53. Campos a configurar por el especialista.

En la figura B54, se presenta los campos definidos por el especialista, lo que certifica que el especialista configuro un protocolo de terapia el cual va a ser ejecutado por el paciente.

Configuración de terapia

Tipo de Lesión	rodilla
Lado Afectado	derecho
Tipo de Terapia	Pasiva
Posición del paciente	Sentado
Tipo de movimiento	Flexión-Extensión
Movimiento1	60 grados
Movimiento2	10 grados
Tiempo cambio de movimiento	3 seg
Tipo de Velocidad	Constante
Velocidad	25 grados/seg
Repeticiones	2
Series	2

Enviar Protocolo

Figura B54. Protocolo definido por el especialista.

El protocolo definido por el especialista es actualizado en la base de datos que va asociada con la historia clínica del paciente, en la figura B55 se puede observar la actualización de la información de los movimientos deseados, los cuales hacen referencia a los definidos por el especialista.

TERA	FLEXION_DESEA	FLEXION_ALCANZA	EXTENSION_DESEA	EXTENSION_ALCANZA	PORCENTAJE_FLEXIOEXTENSI	ADUCCION_DESEADA	ADUCCION_ALCANZA	ABDUCCION_DESEADA	ABDUCCION_ALCANZA	PORCENTAJE
6	60	60	20	20	100	NULL	NULL	NULL	NULL	0
7	70	60	30	20	100	NULL	NULL	NULL	NULL	0
8	84	0	34	0	0	NULL	NULL	NULL	NULL	0
9	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
10	60	60	30	30	100	NULL	NULL	NULL	NULL	0
11	70	70	50	50	100	NULL	NULL	NULL	NULL	0
12	60	60	10	10	100	NULL	NULL	NULL	NULL	0
13	60	NULL	10	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Figura B55. Actualización de la información en la base de datos de ángulos deseados para la terapia.

Una vez este protocolo es definido por el especialista es enviado al auxiliar, el cual llega a la interface del auxiliar, y este a su vez recibe un mensaje de notificación de llegada del protocolo como se observa en la figura B56. En la figura B57 se presenta el protocolo recibido por el auxiliar, cabe resaltar que esta información para el auxiliar es de solo lectura por lo tanto no puede ser modificada por él.



Figura B56. Mensaje de llegada del protocolo al auxiliar.

Protocolo ha realizar

Tipo de Lesión	rodilla
Lado Afectado	derecho
Tipo de Terapia	Pasiva
Posición del paciente	Sentado
Tipo de movimiento	Flexión-Extensión
Movimiento1	60
Movimiento2	10
Resistencia	2
Tiempo cambio de movimiento	3
Repeticiones	2
Series	2
Tipo de Velocidad	Constante
Velocidad	25

¿El paciente acepta el protocolo socializado. ?

☒ Si
☐ No

Figura B57. Interface del auxiliar con el protocolo definido por el especialista.

Luego de la recepción del protocolo el auxiliar lo socializa con el paciente y este decide si acepta o rechaza la programación del especialista, además de enviar la aceptación o rechazo del protocolo por parte del paciente, el auxiliar tiene la opción de colocar algún tipo de observación, como se puede observar en la figura B58.

¿El paciente acepta el protocolo socializado. ?

☒ Si
☐ No

Observaciones:

El paciente acepta el protocolo programado

Enviar información

☒ Autorizado para iniciar procedimiento

Figura B58. Confirmación de aceptación de protocolo por parte del paciente.

En la interface del especialista llega la confirmación de aceptación del protocolo por parte del paciente y la observación que fue ingresada por el auxiliar, esto se puede observar en la figura B59.

Estado del procedimiento

☐ En espera

☒ Listo Para Iniciar Terapia

El paciente acepta el protocolo

Observación del auxiliar:
El paciente acepta el protocolo programado

Iniciar Terapia Cancelar Terapia

Figura B59. Interface del especialista con la aceptación del paciente y observación realizada por el auxiliar.

Una vez le llega al especialista la confirmación de aceptación del paciente enviada por el auxiliar, el especialista tiene la opción de iniciar o cancelar la sesión de terapia, para este caso de prueba el especialista inicia la sesión de terapia, cabe resaltar que sin esta autorización el auxiliar no podría dar inicio a la ayuda técnica, lo que garantiza la sincronía de los eventos entre el auxiliar y el especialista. En la figura B60 se presenta la autorización de inicio del procedimiento en la interface del auxiliar, una vez se autoriza se habilita el botón de transferir el protocolo programado por el especialista en la ayuda técnica, lo cual es ejecutado por el auxiliar.

El paciente acepta el protocolo programado

Enviar información

☒ Autorizado para iniciar procedimiento

Transferir Datos a la Máquina Datos enviados a la maquina exitosamente

Figura B60. Autorización de inicio de terapia y transferencia de datos a la ayuda técnica.

Una vez estos datos son enviados a la ayuda técnica, se notifica con un mensaje en la interface del auxiliar que la sesión de terapia va a iniciar, esto con el fin que se tengan precauciones y se verifique que todo está listo para dar inicio a la realización de la terapia. En la figura B61 se presenta el mensaje de notificación.

Mensajes **1**

Iniciar terapia

Figura B61. Mensaje de inicio de terapia en la ayuda técnica.

El servicio de comunicaciones está presente duran toda la ejecución de la terapia, lo que permite decir que cumple con las condiciones iniciales de diseño, en la figura B62 se presenta el diagrama de procesos de este servicio.

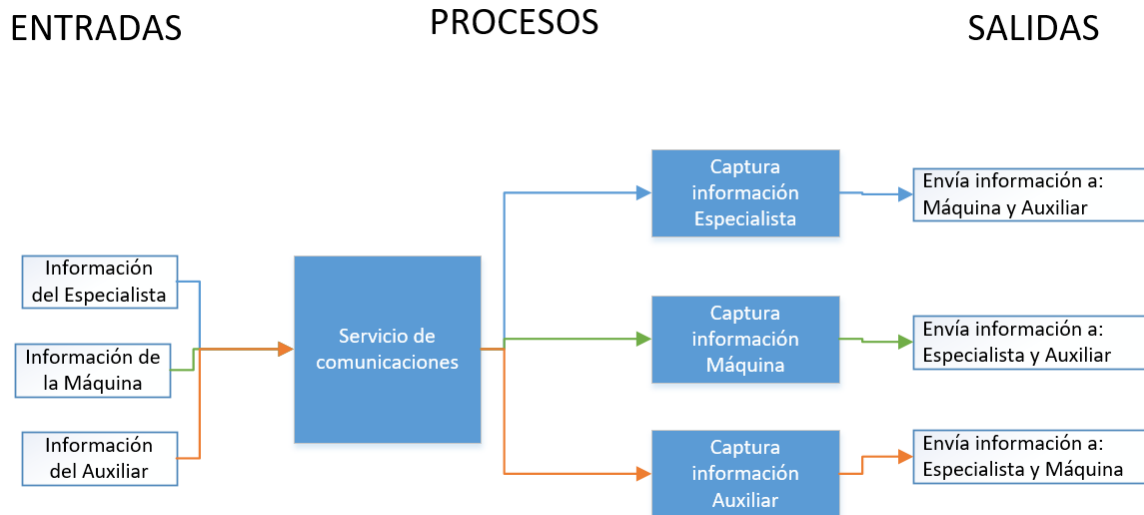


Figura B62. Diagrama de procesos del servicio de comunicaciones.

Los datos alcanzados por la ayuda técnica durante el desarrollo de la terapia se van visualizando tanto en la interface del especialista como en la del auxiliar, esto con el objetivo de ver cómo se desarrolla la sesión de terapia y si los datos definidos en el protocolo son correctos en comparación con los datos que tiene programados la ayuda técnica. En la figura B63 se muestra el estado de terapia tanto para el especialista como para el auxiliar.

Estado terapia		
Descripción	Alcanzada	Porcentaje
# Serie	0	0
Resistencia		0
Repetición	0	0
Velocidad progresiva		
Velocidad constante	25	
Rotación externa		0
Rotación interna		0
Abducción		0
Aducción		0
Extensión	10	100
Flexión	60	100
Angulo	45	

Figura B63. Estado de terapia en interface de especialista y auxiliar.

La ayuda técnica está enviando información permanente para la actualización la base de datos y de esta manera tener la trazabilidad del tratamiento de cada paciente en terapias de rehabilitación. Una vez la ayuda técnica ejecuta toda la terapia programada por el especialista esta envía un mensaje de finalización de terapia en las interfaces del especialista y auxiliar, como se puede observar en la figura B64.



Figura B64. Finalización de terapia, mensaje en la interfaz del especialista y auxiliar.

La información almacenada en la base de datos es comparada entre los parámetros deseados con los parámetros alcanzados por el paciente durante la ejecución de la sesión de terapia, en la figura 65 se puede observar la actualización de estos datos con su porcentaje de éxito en el desarrollo de la sesión de terapia.

HA	COD_TIPO_LESI	COD_LADO_AFECTA	COD_TIPO_TERA	FLEXION_DESEA	FLEXION_ALCANZA	EXTENSION_DESEA	EXTENSION_ALCANZA	PORCENTAJE_FLEXOEXTENSIL	ADUCCION_DESEADA	ADUCCION_ALCANZ
6	7-1-18 3:35 pm	1	1	60	60	20	20	100	NULL	
7	7-1-19 11:16 am	1	1	70	60	30	20	100	NULL	
8	7-1-20 9:05 am	1	1	84	0	34	0	0	NULL	
9	7-1-23 10:50 am	1	1	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
10	7-1-23 10:50 am	1	1	60	60	30	30	100	NULL	
11	7-1-23 9:10 pm	1	1	70	70	50	50	100	NULL	
12	7-1-24 9:53 am	1	1	60	60	10	10	100	NULL	
13	7-1-24 10:05 am	1	1	60	60	10	10	100	NULL	

Figura B65. Datos actualizados en la base de datos de la terapia ejecutada.

En la figura B66 se puede observar todas las notificaciones que se hacen de manera síncrona al especialista durante la ejecución de una sesión de terapia de rehabilitación, como se puede observar el último mensaje es el que le indica que la terapia ya ha sido finalizada.

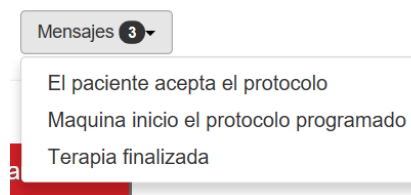


Figura B66. Notificaciones que llegan a la interface del especialista.

Por último, en la figura 67 se presenta el diagrama de procesos del servicio de actualización de historia clínica, que es el encargado de actualizar la base de datos con la información del paciente relacionada con la sesión de terapia realizada.

ENTRADAS

PROCESOS

SALIDAS

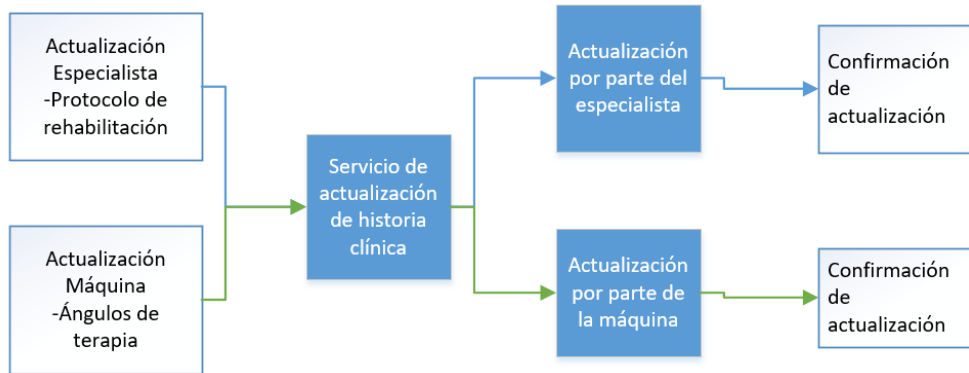


Figura B67. Diagrama de procesos del Servicio de actualización de historia clínica.

ANEXO C.

En esta sección de anexan los códigos fuentes de los cuatro servicios web implementados.

SERVICIO DE AUTENTICACIÓN.

```
public Autenticar GetDataAutenticar(string Codigo_usuario, string strClave, string strIP, string strHora)
{
    StringBuilder sbAut = new StringBuilder();
    DataTable dtAut = new DataTable();
    Autenticar Aut = new Autenticar();
    try
    {
        if (!String.IsNullOrEmpty(Codigo_usuario) && !String.IsNullOrEmpty(strClave))
        {
            clsBDDecryptacion criptacion = new clsBDDecryptacion();

            sbAut.Append(" SELECT CODIGO, CODIGO_USUARIO, COD_ESPECIALIDAD, ULTIMO_ACCESO, IP ");
            sbAut.Append(" FROM fac_p_profesional ");
            dtAut = clsConn.FunMOSGetDataTableOptimizarSQL(sbAut.ToString(), "CODIGO_USUARIO=|CLAVE=",
Codigo_usuario.Trim() + "|" + strClave.Trim(), "");

            if (dtAut.Rows.Count > 0)
            {
                foreach (DataRow dtT in dtAut.Rows)
                {
                    Aut.Codigo = dtT["CODIGO"].ToString();
                    Aut.Codigo_usuario = Codigo_usuario;
                    Aut.Codigo_especialidad = Convert.ToInt32(dtT["COD_ESPECIALIDAD"].ToString());
                    Aut.Ultimo_acceso = dtT["ULTIMO_ACCESO"].ToString();
                    Aut.IP = dtT["IP"].ToString();
                }
                if (!String.IsNullOrEmpty(strIP) && !String.IsNullOrEmpty(strHora))
                {
                    Boolean opAct = clsConn.FunMOSUpdateOptimizarSQL("UPDATE fac_p_profesional SET ",
"IP=|ULTIMO_ACCESO=", strIP + "|" + strHora, "CODIGO_USUARIO=|CLAVE=", Codigo_usuario.Trim() + "|" +
strClave.Trim(), "");
                }
            }
            else if (dtAut.Columns.Count > 1)
            {
                Aut.Codigo = "0";
                Aut.Codigo_usuario = "0";
                Aut.Codigo_especialidad = 3;
                Aut.Ultimo_acceso = "0";
                Aut.IP = "0";
            }
            else
            {
                Aut.Codigo = "0";
                Aut.Codigo_usuario = "0";
                Aut.Codigo_especialidad = 4;
                Aut.Ultimo_acceso = "0";
                Aut.IP = "0";
            }
        }
    }
}
```

```

    }
}
catch (Exception)
{
    Aut.Codigo = "0";
    Aut.Codigo_usuario = "0";
    Aut.Codigo_especialidad = 4;
    Aut.Ultimo_acceso = "0";
    Aut.IP = "0";

}
return Aut;
}

```

SERVICIO DE BÚSQUEDA DE PACIENTES.

- **Información personal del paciente:**

```

public DatosPaciente GetDataPacientePersonal(string strIdentificacionPaciente)
{
    DataSet ds = new DataSet();
    String strRespuesta = String.Empty;
    StringBuilder sbcab = new StringBuilder();
    DataTable dtGetDataPaciente = new DataTable();
    DatosPaciente setPaciente = new DatosPaciente();
    try
    {
        if (!String.IsNullOrEmpty(strIdentificacionPaciente))
        {
            sbcab.Append(" SELECT T.IDENTIFICACION_PACIENTE, T.APELLIDO1, T.APELLIDO2,
T.NOMBRE1, T.NOMBRE2, T.FECHA_NACIMIENTO, ");
            sbcab.Append(" S.SEXO, C.ESTADO_CIVIL, O.OCUPACION, T.DOMICILIO, T.TELEFONO
");
            sbcab.Append(" FROM fac_m_tarjetero T, fac_msexo S, fac_m_civil C,
fac_m_ocupacion O ");

            dtGetDataPaciente =
clsConn.FunMOSGetDataTableOptimizarSQL(sbcab.ToString(), "S.COD_SEXO = T.COD_SEXO and
C.COD_ESTADO_CIVIL = T.COD_ESTADO_CIVIL and O.COD_OCUPACION=T.COD_OCUPACION and
T.IDENTIFICACION_PACIENTE =", strIdentificacionPaciente.Trim(), "");

            if (dtGetDataPaciente.Rows.Count > 0)
            {
                foreach (DataRow dtR in dtGetDataPaciente.Rows)
                {
                    setPaciente.IDENTIFICACION_PACIENTE =
dtR["IDENTIFICACION_PACIENTE"].ToString();
                    setPaciente.APELLIDO1 = dtR["APELLIDO1"].ToString();
                    setPaciente.APELLIDO2 = dtR["APELLIDO2"].ToString();
                    setPaciente.NOMBRE1 = dtR["NOMBRE1"].ToString();
                    setPaciente.NOMBRE2 = dtR["NOMBRE2"].ToString();
                }
            }
        }
    }
    catch { }
}

```

```

        setPaciente.FECHA_NACIMIENTO =
Convert.ToDateTime(dtR["FECHA_NACIMIENTO"].ToString());
        setPaciente.SEXO = dtR["SEXO"].ToString();
        setPaciente.ESTADO_CIVIL = dtR["ESTADO_CIVIL"].ToString();
        setPaciente.OCUPACION = dtR["OCUPACION"].ToString();
        setPaciente.DOMICILIO = dtR["DOMICILIO"].ToString();
        setPaciente.TELEFONO = dtR["TELEFONO"].ToString();
    }
    ds.Tables.Add(dtGetDataPaciente);
    strRespuesta = "llego";
}
else
    strRespuesta = "No llego";
}
else
{
    dtGetDataPaciente = null;
}
}
catch (Exception)
{
    throw;
}

return setPaciente;
}

```

- **Orden clínica de paciente:**

```

public OrdenTerapia GetDataOrden(string strIdentificacionPaciente)
{
    StringBuilder sbOrt = new StringBuilder();
    DataTable dtOrt = new DataTable();
    OrdenTerapia Ort = new OrdenTerapia();

    try
    {
        if (!String.IsNullOrEmpty(strIdentificacionPaciente))
        {
            sbOrt.Append(" SELECT top 1 O.NUMERO_ORDEN, O.IDENTIFICACION_PACIENTE,
L.TIPO_LESION, O.COD_TIPO_LESION, A.LADO_AFECTADO, O.COD_LADO_AFECTADO, O.FECHA,
O.NUMERO_SESIONES, E.ESTADO, O.DIAGNOSTICO ");
            sbOrt.Append(" FROM fac_o_orden O, fac_o_lesion L, fac_o_lado A,
fac_o_estado E ");
            dtOrt = clsConn.FunMOSGetDataTableOptimizarSQL(sbOrt.ToString(),
"O.COD_TIPO_LESION = L.COD_TIPO_LESION and O.COD_LADO_AFECTADO =A.COD_LADO_AFECTADO and
O.COD_ESTADO = E.COD_ESTADO and O.COD_ESTADO='1' and O.IDENTIFICACION_PACIENTE =",
strIdentificacionPaciente.Trim(), "ORDER BY O.FECHA ASC");

            if (dtOrt.Rows.Count > 0)
            {
                foreach (DataRow dtT in dtOrt.Rows)

```

```

        {
            Ort.Numero_Orden = Convert.ToInt16(dtT["NUMERO_ORDEN"].ToString());
            Ort.Identificacion_paciente = strIdentificacionPaciente;
            Ort.Fecha = dtT["FECHA"].ToString();
            Ort.Tipo_lesion = dtT["TIPO_LESION"].ToString();
            Ort.Cod_Tipo_lesion =
Convert.ToInt16(dtT["COD_TIPO_LESION"].ToString());
            Ort.Lado_afectado = dtT["LADO_AFECTADO"].ToString();
            Ort.Cod_Lado_Afectado =
Convert.ToInt16(dtT["COD_LADO_AFECTADO"].ToString());
            Ort.Numero_sesiones =
Convert.ToInt16(dtT["NUMERO_SESIONES"].ToString());
            Ort.Estado = dtT["ESTADO"].ToString();
            Ort.Diagnostico = dtT["DIAGNOSTICO"].ToString();
        }
    }

    else if (dtOrt.Columns.Count == 0)
    {
        Ort.Numero_Orden = 0;
        Ort.Identificacion_paciente = "0";
        Ort.Tipo_lesion = "0";
        Ort.Cod_Tipo_lesion = 0;
        Ort.Lado_afectado = "0";
        Ort.Cod_Lado_Afectado = 0;
        Ort.Numero_sesiones = 0;
        Ort.Estado = "0";
        Ort.Diagnostico = "0";
    }
}

catch (Exception)
{
    Ort.Numero_Orden = 0;
    Ort.Identificacion_paciente = "0";
    Ort.Tipo_lesion = "0";
    Ort.Cod_Tipo_lesion = 0;
    Ort.Lado_afectado = "0";
    Ort.Cod_Lado_Afectado = 0;
    Ort.Numero_sesiones = 0;
    Ort.Estado = "0";
    Ort.Diagnostico = "0";
}

return Ort;
}

```

- **Historial de terapias realizadas por el paciente:**

```
public List<HistorialTerapia> GetDataTerapias(string strIdentificacionPaciente)
{
    StringBuilder sbTerapia = new StringBuilder();
    DataTable dtTerapias = new DataTable();
    List<HistorialTerapia> setTerapias = new List<HistorialTerapia>();

    try
    {
        if (!String.IsNullOrEmpty(strIdentificacionPaciente))
        {
            sbTerapia.Append(" SELECT ID_TERAPIA, IDENTIFICACION_PACIENTE,
CODIGO_ESPECIALISTA, CODIGO_COEQUIPERO, NUMERO_ORDEN, ");
            sbTerapia.Append(" NUMERO_SESION, FECHA, COD_TIPO_LESION,
COD_LADO_AFECTADO, COD_TIPO_TERAPIA, FLEXION_DESEADA, ");
            sbTerapia.Append(" FLEXION_ALCANZADA, EXTENSION_DESEADA,
EXTENSION_ALCANZADA, PORCENTAJE_FLEEXOEXTENSION, ");
            sbTerapia.Append(" ADUCCION_DESEADA, ADUCCION_ALCANZADA, ABDUCCION_DESEADA,
ABDUCCION_ALCANZADA, PORCENTAJE_ADU_ABD, ");
            sbTerapia.Append(" ROTACION_INTERNA_DESEADA, ROTACION_INTERNA_ALCANZADA,
ROTACION_EXTERNA_DESEADA, ROTACION_EXTERNA_ALCANZADA, ");
            sbTerapia.Append(" PORCENTAJE_ROTACION, VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA,
VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCANZADA, VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESEADA, ");
            sbTerapia.Append(" VELOCIDAD_PROGRESIVA_ALCANZADA, TIEMPO_PASO,
TIEMPO_CAMBIO_MOVIMIENTO, RESISTENCIA_DESEADA, RESISTENCIA_ALCANZADA, ");
            sbTerapia.Append(" PORCENTAJE_RESISTENCIA, REPETICION_DESEADA,
REPETICION_ALCANZADA, PORCENTAJE_REPETICION, SERIES_DESEADA, ");
            sbTerapia.Append(" SERIES_ALCANZADAS, PORCENTAJE_SERIES, OBSERVACIONES ");
            sbTerapia.Append(" FROM fac_t_terapias ");

            dtTerapias = clsConn.FunMOSGetDataTableOptimizarSQL(sbTerapia.ToString(),
"IDENTIFICACION_PACIENTE =", strIdentificacionPaciente.Trim(), "");

            if (dtTerapias.Rows.Count > 0)
            {
                foreach (DataRow dtT in dtTerapias.Rows)
                {
                    HistorialTerapia tp = new HistorialTerapia();
                    tp.ID_TERAPIA = Convert.ToInt32(dtT["ID_TERAPIA"].ToString());
                    tp.IDENTIFICACION_PACIENTE =
dtT["IDENTIFICACION_PACIENTE"].ToString();
                    tp.CODIGO_ESPECIALISTA = dtT["CODIGO_ESPECIALISTA"].ToString();
                    tp.CODIGO_COEQUIPERO = dtT["CODIGO_COEQUIPERO"].ToString();
                    tp.NUMERO_ORDEN = dtT["NUMERO_ORDEN"].ToString();
                    tp.NUMERO_SESION = dtT["NUMERO_SESION"].ToString();
                    tp.FECHA = dtT["FECHA"].ToString();
                    tp.TIPO_LESION = dtT["COD_TIPO_LESION"].ToString();
                    tp.LADO_AFECTADO = dtT["COD_LADO_AFECTADO"].ToString();
                    tp.TIPO_TERAPIA = dtT["COD_TIPO_TERAPIA"].ToString();
                    tp.FLEXION_DESEADA = dtT["FLEXION_DESEADA"].ToString();
                    tp.FLEXION_ALCANZADA = dtT["FLEXION_ALCANZADA"].ToString();
                    tp.EXTENSION_DESEADA = dtT["EXTENSION_DESEADA"].ToString();
                    tp.EXTENSION_ALCANZADA = dtT["EXTENSION_ALCANZADA"].ToString();
                }
            }
        }
    }
}
```

```

        tp.PORCENTAJE_FLEXOEXTENSION =
dtT["PORCENTAJE_FLEXOEXTENSION"].ToString();
        tp.ADUCCION_DESEADA = dtT["ADUCCION_DESEADA"].ToString();
        tp.ADUCCION_ALCANZADA = dtT["ADUCCION_ALCANZADA"].ToString();
        tp.ABDUCCION_DESEADA = dtT["ABDUCCION_DESEADA"].ToString();
        tp.ABDUCCION_ALCANZADA = dtT["ABDUCCION_ALCANZADA"].ToString();
        tp.PORCENTAJE_ADU_ABD = dtT["PORCENTAJE_ADU_ABD"].ToString();
        tp.ROTACION_INTERNA_DESEADA =
dtT["ROTACION_INTERNA_DESEADA"].ToString();
        tp.ROTACION_INTERNA_ALCANZADA =
dtT["ROTACION_INTERNA_ALCANZADA"].ToString();
        tp.ROTACION_EXTERNA_DESEADA =
dtT["ROTACION_EXTERNA_DESEADA"].ToString();
        tp.ROTACION_EXTERNA_ALCANZADA =
dtT["ROTACION_EXTERNA_ALCANZADA"].ToString();
        tp.PORCENTAJE_ROTACION = dtT["PORCENTAJE_ROTACION"].ToString();
        tp.VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA =
dtT["VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA"].ToString();
        tp.VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCANZADA =
dtT["VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCANZADA"].ToString();
        tp.VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESEADA =
dtT["VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESEADA"].ToString();
        tp.VELOCIDAD_PROGRESIVA_ALCANZADA =
dtT["VELOCIDAD_PROGRESIVA_ALCANZADA"].ToString();
        tp.TIEMPO_PASO = dtT["TIEMPO_PASO"].ToString();
        tp.TIEMPO_CAMBIO_MOVIMIENTO =
dtT["TIEMPO_CAMBIO_MOVIMIENTO"].ToString();
        tp.RESISTENCIA_DESEADA = dtT["RESISTENCIA_DESEADA"].ToString();
        tp.RESISTENCIA_ALCANZADA = dtT["RESISTENCIA_ALCANZADA"].ToString();
        tp.PORCENTAJE_RESISTENCIA =
dtT["PORCENTAJE_RESISTENCIA"].ToString();
        tp.REPETICION_DESEADA = dtT["REPETICION_DESEADA"].ToString();
        tp.REPETICION_ALCANZADA = dtT["REPETICION_ALCANZADA"].ToString();
        tp.PORCENTAJE_REPETICION = dtT["PORCENTAJE_REPETICION"].ToString();
        tp.SERIES_DESEADA = dtT["SERIES_DESEADA"].ToString();
        tp.SERIES_ALCANZADAS = dtT["SERIES_ALCANZADAS"].ToString();
        tp.PORCENTAJE_SERIES = dtT["PORCENTAJE_SERIES"].ToString();
        tp.OBSERVACIONES = dtT["OBSERVACIONES"].ToString();

        setTerapias.Add(tp);
    }
}
}
catch (Exception)
{
    throw;
}
return setTerapias;
}

```

SERVICIO DE ACTUALIZACIÓN DE HISTORIA CLÍNICA.

- **Actualización por parte del especialista:**

```
public Boolean UpdateDatatHistoriaClinicaEspecialista(HistoriaClinicaEspecialistaActual
hceData, String strIdTerapia)
{
    Boolean BlnConfirmacion = false;
    StringBuilder strbColumnas = new StringBuilder();
    StringBuilder strbValores = new StringBuilder();

    try
    {
        strbColumnas.Append("
CODIGO_ESPECIALISTA=|COD_TIPO_TERAPIA=|FLEXION_DESEADA=|EXTENSION_DESEADA=| ");
        strbColumnas.Append("
ADUCCION_DESEADA=|ABDUCCION_DESEADA=|ROTACION_INTERNA_DESEADA=| ");
        strbColumnas.Append("
ROTACION_EXTERNA_DESEADA=|VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA=|VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESEADA=|TIEMPO_PAS
O=| ");
        strbColumnas.Append("
TIEMPO_CAMBIO_MOVIMIENTO=|RESISTENCIA_DESEADA=|REPETICION_DESEADA=|SERIES_DESEADA= ");
        hceData.FLEXION_DESEADA = String.IsNullOrEmpty(hceData.FLEXION_DESEADA) ?
"bnull" : hceData.FLEXION_DESEADA;
        hceData.EXTENSION_DESEADA = String.IsNullOrEmpty(hceData.EXTENSION_DESEADA) ?
"bnull" : hceData.EXTENSION_DESEADA;
        hceData.ADUCCION_DESEADA = String.IsNullOrEmpty(hceData.ADUCCION_DESEADA) ?
"bnull" : hceData.ADUCCION_DESEADA;
        hceData.ABDUCCION_DESEADA = String.IsNullOrEmpty(hceData.ABDUCCION_DESEADA) ?
"bnull" : hceData.ABDUCCION_DESEADA;
        hceData.ROTACION_INTERNA_DESEADA =
String.IsNullOrEmpty(hceData.ROTACION_INTERNA_DESEADA) ? "bnull" :
hceData.ROTACION_INTERNA_DESEADA;
        hceData.ROTACION_EXTERNA_DESEADA =
String.IsNullOrEmpty(hceData.ROTACION_EXTERNA_DESEADA) ? "bnull" :
hceData.ROTACION_EXTERNA_DESEADA;
        hceData.VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA =
String.IsNullOrEmpty(hceData.VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA) ? "bnull" :
hceData.VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA;
        hceData.VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESEADA =
String.IsNullOrEmpty(hceData.VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESEADA) ? "bnull" :
hceData.VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESEADA;
        hceData.TIEMPO_PASO = String.IsNullOrEmpty(hceData.TIEMPO_PASO) ? "bnull" :
hceData.TIEMPO_PASO;
        hceData.TIEMPO_CAMBIO_MOVIMIENTO =
String.IsNullOrEmpty(hceData.TIEMPO_CAMBIO_MOVIMIENTO) ? "bnull" :
hceData.TIEMPO_CAMBIO_MOVIMIENTO;
        hceData.RESISTENCIA_DESEADA = String.IsNullOrEmpty(hceData.RESISTENCIA_DESEADA)
? "bnull" : hceData.RESISTENCIA_DESEADA;
        hceData.REPETICION_DESEADA = String.IsNullOrEmpty(hceData.REPETICION_DESEADA) ?
"bnull" : hceData.REPETICION_DESEADA;
    }
}
```

```

        hceData.SERIES_DESEADA = String.IsNullOrEmpty(hceData.SERIES_DESEADA) ? "bnull"
        : hceData.SERIES_DESEADA;

        strbValores.Append(hceData.CODIGO_ESPECIALISTA + "|" +
        hceData.COD_TIPO_TERAPIA);
        strbValores.Append("|" + hceData.FLEXION_DESEADA + "|" +
        hceData.EXTENSION_DESEADA + "|" + hceData.ADUCCION_DESEADA + "|" + hceData.ABDUCCION_DESEADA);
        strbValores.Append("|" + hceData.ROTACION_INTERNA_DESEADA + "|" +
        hceData.ROTACION_EXTERNA_DESEADA + "|" + hceData.VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA);
        strbValores.Append("|" + hceData.VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESEADA + "|" +
        hceData.TIEMPO_PASO + "|" + hceData.TIEMPO_CAMBIO_MOVIMIENTO + "|" +
        hceData.RESISTENCIA_DESEADA);
        strbValores.Append("|" + hceData.REPETICION_DESEADA + "|" +
        hceData.SERIES_DESEADA);

        BlnConfirmacion = clsConn.FunMOSUpdateOptimizarSQL("UPDATE fac_t_terapias SET
        ", strbColumnas.ToString(), strbValores.ToString(), "ID_TERAPIA=", strIdTerapia.Trim(), "");

    }

    catch
    {
        BlnConfirmacion=false;
    }

    return BlnConfirmacion;
}

```

- **Actualización por parte de la ayuda técnica:**

```

public bool UpdateDatatHistoriaClinicaM(HistoriaClinicaMaquina hceData, String
strIdTerapia)
{
    Porcentajes porc = new Porcentajes();
    StringBuilder sbTerapia = new StringBuilder();
    DataTable dtTerapias = new DataTable();
    Int32 douDeseado = 0;
    Int32 douAlcanzado = 0;
    Int32 douPorcentajFlexoex = 0;
    Int32 douProcentajAduAbd = 0;
    Int32 douPorcentajRotacion = 0;
    Int32 douPorcentajResistencia = 0;
    Int32 douPorcentajRepeticion = 0;
    Int32 douPorcentajSeries = 0;
    StringBuilder strbColumnas = new StringBuilder();
    StringBuilder strbValores = new StringBuilder();
    Boolean boResp = false;

    sbTerapia.Append(" SELECT FLEXION_DESEADA, EXTENSION_DESEADA,
ADUCCION_DESEADA, ABDUCCION_DESEADA, ROTACION_INTERNA_DESEADA, ROTACION_EXTERNA_DESEADA,
");
    sbTerapia.Append(" VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA, VELOCIDAD_PROGRESIVA_DESEADA,
RESISTENCIA_DESEADA, REPETICION_DESEADA, SERIES_DESEADA ");
}

```

```
sbTerapia.Append(" FROM fac_t_terapias ");

dtTerapias = clsConn.FunMOSGetDataTableOptimizarSQL(sbTerapia.ToString(),
"ID_TERAPIA=", strIdTerapia.Trim(), "");

if(dtTerapias.Rows.Count > 0)
{
    foreach (DataRow dtT in dtTerapias.Rows)
    {
        if (String.IsNullOrEmpty(dtT["FLEXION_DESEADA"].ToString().Trim()) ||
dtT["FLEXION_DESEADA"].ToString() == "0")
            douPorcentajFlexoex = 0;
        else
        {
            douDeseado = Convert.ToInt32(dtT["FLEXION_DESEADA"]) -
Convert.ToInt32(dtT["EXTENSION_DESEADA"]);
            douAlcanzado = Convert.ToInt32(hceData.FLEXION_ALCANZADA) -
Convert.ToInt32(hceData.EXTENSION_ALCANZADA);
            douPorcentajFlexoex = (byte)((douAlcanzado * 100) / douDeseado);
        }

        if (String.IsNullOrEmpty(dtT["ADUCCION_DESEADA"].ToString().Trim()) ||
dtT["ADUCCION_DESEADA"].ToString() == "0")
            douProcentajAduAbd = 0;
        else
        {
            douDeseado = Convert.ToInt32(dtT["ADUCCION_DESEADA"]) -
Convert.ToInt32(dtT["ABDUCCION_DESEADA"]);
            douAlcanzado = Convert.ToInt32(hceData.ADUCCION_ALCANZADA) -
Convert.ToInt32(hceData.ABDUCCION_ALCANZADA);
            douProcentajAduAbd = (byte)((douAlcanzado * 100) / douDeseado);
        }

        if
(String.IsNullOrEmpty(dtT["ROTACION_INTERNA_DESEADA"].ToString().Trim()) ||
dtT["ROTACION_EXTERNA_DESEADA"].ToString() == "0")
            douPorcentajRotacion = 0;
        else
        {
            douDeseado = Convert.ToInt32(dtT["ROTACION_INTERNA_DESEADA"]) -
Convert.ToInt32(dtT["ROTACION_EXTERNA_DESEADA"]);
            douAlcanzado = Convert.ToInt32(hceData.ROTACION_INTERNA_ALCANZADA)
- Convert.ToInt32(hceData.ROTACION_EXTERNA_ALCANZADA);
            douPorcentajRotacion = (byte)((douAlcanzado * 100) / douDeseado);
        }

        if
(String.IsNullOrEmpty(hceData.RESISTENCIA_ALCANZADA.ToString().Trim()) ||
dtT["RESISTENCIA_DESEADA"].ToString() == "0")
            douPorcentajResistencia = 0;
        else
    }
```

```

        douPorcentajResistencia =
(byte)((Convert.ToDouble(hceData.RESISTENCIA_ALCANZADA) * 100) /
Convert.ToDouble(dtT["RESISTENCIA_DESEADA"]));

        if
(String.IsNullOrEmpty(hceData.REPETICION_ALCANZADA.ToString().Trim()) ||
dtT["REPETICION_DESEADA"].ToString() == "0")
            douPorcentajRepeticion = 0;
        else
            douPorcentajRepeticion =
(byte)((Convert.ToDouble(hceData.REPETICION_ALCANZADA) * 100) /
Convert.ToDouble(dtT["REPETICION_DESEADA"]));

        if (String.IsNullOrEmpty(hceData.SERIES_ALCANZADAS.ToString().Trim())
|| dtT["SERIES_DESEADA"].ToString() == "0")
            douPorcentajSeries = 0;
        else
            douPorcentajSeries =
(byte)((Convert.ToDouble(hceData.SERIES_ALCANZADAS) * 100) /
Convert.ToDouble(dtT["SERIES_DESEADA"]));
    }
}

strbColumnas.Append("
IDENTIFICACION_PACIENTE=|FECHA=|FLEXION_ALCANZADA=|EXTENSION_ALCANZADA=|ADUCCION_ALCANZADA
=|ABDUCCION_ALCANZADA=| ");
strbColumnas.Append("
ROTACION_INTERNA_ALCANZADA=|ROTACION_EXTERNA_ALCANZADA=|VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCANZADA=|VEL
OCIDAD_PROGRESIVA_ALCANZADA=| ");
strbColumnas.Append("
RESISTENCIA_ALCANZADA=|REPETICION_ALCANZADA=|SERIES_ALCANZADAS=|PORCENTAJE_FLEXOEXTENSION=
|PORCENTAJE_ADU_ABD=| ");
strbColumnas.Append("
PORCENTAJE_ROTACION=|PORCENTAJE_RESISTENCIA=|PORCENTAJE_REPETICION=|PORCENTAJE_SERIES=|COD
IGO_COEQUIPERO=");
hceData.FECHA = (String.IsNullOrEmpty(hceData.FECHA)) ?
DateTime.Now.ToString("yyyy-mm-dd") : hceData.FECHA;
hceData.FLEXION_ALCANZADA = (String.IsNullOrEmpty(hceData.FLEXION_ALCANZADA))
? "bvacio" : hceData.FLEXION_ALCANZADA;
hceData.EXTENSION_ALCANZADA =
(String.IsNullOrEmpty(hceData.EXTENSION_ALCANZADA)) ? "bvacio" :
hceData.EXTENSION_ALCANZADA;
hceData.ADUCCION_ALCANZADA =
(String.IsNullOrEmpty(hceData.ADUCCION_ALCANZADA)) ? "bvacio" :
hceData.ADUCCION_ALCANZADA;
hceData.ABDUCCION_ALCANZADA =
(String.IsNullOrEmpty(hceData.ABDUCCION_ALCANZADA)) ? "bvacio" :
hceData.ABDUCCION_ALCANZADA;
hceData.ROTACION_INTERNA_ALCANZADA =
(String.IsNullOrEmpty(hceData.ROTACION_INTERNA_ALCANZADA)) ? "bvacio" :
hceData.ROTACION_INTERNA_ALCANZADA;
hceData.ROTACION_EXTERNA_ALCANZADA =
(String.IsNullOrEmpty(hceData.ROTACION_EXTERNA_ALCANZADA)) ? "bvacio" :
hceData.ROTACION_EXTERNA_ALCANZADA;

```

```

        hceData.VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCANZADA =
        (String.IsNullOrEmpty(hceData.VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCANZADA)) ? "bvacio" :
        hceData.VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCANZADA;
        hceData.VELOCIDAD_PROGRESIVA_ALCANZADA =
        (String.IsNullOrEmpty(hceData.VELOCIDAD_PROGRESIVA_ALCANZADA)) ? "bvacio" :
        hceData.VELOCIDAD_PROGRESIVA_ALCANZADA;
        hceData.RESISTENCIA_ALCANZADA =
        (String.IsNullOrEmpty(hceData.RESISTENCIA_ALCANZADA)) ? "bvacio" :
        hceData.RESISTENCIA_ALCANZADA;
        hceData.REPETICION_ALCANZADA =
        (String.IsNullOrEmpty(hceData.REPETICION_ALCANZADA)) ? "bvacio" :
        hceData.REPETICION_ALCANZADA;
        hceData.SERIES_ALCANZADAS = (String.IsNullOrEmpty(hceData.SERIES_ALCANZADAS))
        ? "bvacio" : hceData.SERIES_ALCANZADAS;

        strbValores.Append(hceData.IDENTIFICACION_PACIENTE + "|" + hceData.FECHA + "|"
        + hceData.FLEXION_ALCANZADA + "|" + hceData.EXTENSION_ALCANZADA);
        strbValores.Append("|" + hceData.ADUCCION_ALCANZADA + "|" +
        hceData.ABDUCCION_ALCANZADA + "|" + hceData.ROTACION_INTERNA_ALCANZADA + "|" +
        hceData.ROTACION_EXTERNA_ALCANZADA );
        strbValores.Append("|" + hceData.VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCANZADA + "|" +
        hceData.VELOCIDAD_PROGRESIVA_ALCANZADA + "|" + hceData.RESISTENCIA_ALCANZADA + "|" +
        hceData.REPETICION_ALCANZADA);
        strbValores.Append("|" + hceData.SERIES_ALCANZADAS + "|" +
        hceData.CODIGO_COEQUIPERO + "|" + douPorcentajFlexoex + "|" + douProcentajAduAbd + "|" +
        douPorcentajRotacion);
        strbValores.Append("|" + douPorcentajResistencia + "|" +
        douPorcentajRepeticion + "|" + douPorcentajSeries);

        boResp = clsConn.FunMOSUpdateOptimizarSQL("UPDATE fac_t_terapias SET ",
        strbColumnas.ToString(), strbValores.ToString(), "ID_TERAPIA=", strIdTerapia.Trim(), "");

        if (boResp)
        {
            StringBuilder strbColumnasExp = new StringBuilder();
            StringBuilder strbValorExp = new StringBuilder();
            DataTable dtDataEspe = new DataTable();
            strbColumnasExp.Append(" pf.IP, pf.ULTIMO_ACCESO, tr.ID_TERAPIA,
            tr.FLEXION_ALCANZADA, tr.EXTENSION_ALCANZADA, tr.VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCANZADA, ");
            strbColumnasExp.Append(" tr.SERIES_ALCANZADAS, tr.REPETICION_ALCANZADA,
            tr.IDENTIFICACION_PACIENTE, tr.FECHA ");
            strbColumnasExp.Append(" FROM fac_t_terapias as tr LEFT JOIN
            fac_p_profesional as pf ON (tr.CODIGO_COEQUIPERO = pf.CODIGO_COEQUIPERO) ");

            dtDataEspe =
            clsConn.FunMOSGetDataTableOptimizarSQL(strbColumnasExp.ToString(),
            "IDENTIFICACION_PACIENTE=|FECHA=|CODIGO_COEQUIPERO=", hceData.IDENTIFICACION_PACIENTE +
            "|" + hceData.FECHA + "|" + hceData.CODIGO_COEQUIPERO, " ORDER BY ID_TERAPIA DESC");
            funSendData(dtDataEspe, "Coequiper",
            ConfigurationManager.AppSettings["puertoEsp"], ConfigurationManager.AppSettings["ipEsp"]);
        }
    
```

```
        return boResp;  
    }
```

SERVICIO DE COMUNICACIONES.

- **Recepción de la información:**

```
public void funEscucha(String strIp, String strPuerto)  
{  
    Int32 intPuerto;  
    try  
    {  
        intPuerto = Convert.ToInt32(strPuerto);  
        IPAddress ip = IPAddress.Parse(strIp);  
        tcpListener = new TcpListener(ip, intPuerto);  
        tcpListener.Start();  
        Socket socket = tcpListener.AcceptSocket();  
  
        byte[] bit = new byte[100];  
        int i = socket.Receive(bit);  
  
        byte[] bufferrx = new byte[16];  
  
        String strFlexion = (Convert.ToByte(bit[0])).ToString();  
        String strExtension = (Convert.ToByte(bit[1])).ToString();  
        String strVelocidad = (Convert.ToByte(bit[2])).ToString();  
        String strSeries = (Convert.ToByte(bit[3])).ToString();  
        String strRepeticiones = (Convert.ToByte(bit[4])).ToString();  
  
        String strDelay = String.Empty;  
  
        ASCIIEncoding ascii = new ASCIIEncoding();  
  
        socket.Send(ascii.GetBytes("El mensaje fue recibido corretamente!"));  
  
        socket.Close();  
        tcpListener.Stop();  
    }  
    catch (Exception)  
    {  
        throw;  
    }  
}
```

- **Envío de la información:**

```
public String funSendData(DataTable dt, String strActor, String strPuerto, String strIp,
String strNew)

    Int32 intPuerto;
    String strIdTerapia = String.Empty;
    String strFlexion = String.Empty;
    String strExtension = String.Empty;
    String strVelocidad = String.Empty;
    String strSeries = String.Empty;
    String strRepeticiones = String.Empty;
    String strPaciente = String.Empty;
    String strFecha = String.Empty;
    String strRespuesta = String.Empty;

    try
    {
        if (strActor == "Especialista")
        {
            strIdTerapia = dt.Rows[0]["ID_TERAPIA"].ToString();
            strFlexion = dt.Rows[0]["FLEXION_DESEADA"].ToString();
            strExtension = dt.Rows[0]["EXTENSION_DESEADA"].ToString();
            strVelocidad = dt.Rows[0]["VELOCIDAD_CONSTANTE_DESEADA"].ToString();
            strSeries = dt.Rows[0]["SERIES_DESEADA"].ToString();
            strRepeticiones = dt.Rows[0]["REPETICION_DESEADA"].ToString();
            strPaciente = dt.Rows[0]["IDENTIFICACION_PACIENTE"].ToString();
            strFecha = dt.Rows[0]["FECHA"].ToString();
        }
        else if (strActor == "Coequipero")
        {
            strIdTerapia = dt.Rows[0]["ID_TERAPIA"].ToString();
            strFlexion = dt.Rows[0]["FLEXION_ALCANZADA"].ToString();
            strExtension = dt.Rows[0]["EXTENSION_ALCANZADA"].ToString();
            strVelocidad = dt.Rows[0]["VELOCIDAD_CONSTANTE_ALCANZADA"].ToString();
            strSeries = dt.Rows[0]["SERIES_ALCANZADAS"].ToString();
            strRepeticiones = dt.Rows[0]["REPETICION_ALCANZADA"].ToString();
            strPaciente = dt.Rows[0]["IDENTIFICACION_PACIENTE"].ToString();
            strFecha = dt.Rows[0]["FECHA"].ToString();
        }

        if (strIp != "" && strPuerto != "")
        {
            intPuerto = Convert.ToInt32(strPuerto);
            TcpClient tcpClient = new TcpClient();
            tcpClient.Connect(strIp, intPuerto);
        }
    }
}
```

```
Stream stream = tcpClient.GetStream();

byte[] enviar = new byte[11];

enviar[0] = (Convert.ToByte(strFlexion)); // flexion
enviar[1] = (Convert.ToByte(strExtension)); // extension
enviar[2] = (Convert.ToByte(strVelocidad)); // velocidad
enviar[3] = (Convert.ToByte(strSeries)); // series
enviar[4] = (Convert.ToByte(strRepeticiones)); // repeticiones
enviar[5] = (Convert.ToByte("8")); // cc paciente
enviar[6] = (Convert.ToByte("2")); // Fecha strFecha
enviar[7] = (Convert.ToByte(strIdTerapia)); // Fecha

stream.Write(enviar, 0, enviar.Length);

byte[] bit = new byte[100];
int i = stream.Read(bit, 0, 100);
byte[] bufferrx = new byte[16];
String strResp = (Convert.ToByte(bit[0])).ToString();
stream.Close();
tcpClient.Close();
}

}
catch (Exception e)
{
    strRespuesta = e.Message.ToString();
    throw;
}
return strRespuesta;
}
```