

Fecha de presentación del Informe: Día Mes Año **1. Datos generales del Proyecto****2.**

Código del proyecto: 2855			
Título del proyecto: Evaluación integral de un sistema de atención teleasistida de rehabilitación física de lesiones de rodilla			
Facultad o Instituto Académico: Facultad de Ingenierías			
Departamento o Escuela: Escuela de Ingeniería mecánica, Escuela de Ingeniería Industrial y Escuela de Estadística			
Grupo (s) de investigación: INFERIR (Escuela de Estadística), Logística y Producción (Escuela de Ingeniería Industrial), Tecnología y Asistencia (Escuela de Rehabilitación humana), GIMI (Escuela de Ingeniería Mecánica), (DI&ID) (Departamento de Diseño)			
Entidades: ESE Ladera			
Palabras claves: Rehabilitación Teleoperada, Telemedicina.			
Investigadores ¹	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	José Rafael Tovar Cuevas	7 horas/semana	12 horas/semana
Coinvestigadores	José I. García Melo	2 horas/semana	2 horas/semana
	Anabella Pabón	9 horas/semana	10 horas/semana
	Oscar Rubiano	9 horas/semana	10 horas/semana
Otros Participantes	Gettsy Quiñones	40 horas/semana	40 horas/semana

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.

	Cristian Hoyos	20 horas/semana	20 horas/semana
	Laura Méndez	11 horas/semana	11 horas/semana
	Jorge Zuluaga	4 horas/semana	4 horas/semana
	Diego Alejandro Parra	10 horas/semana	10 horas/semana
	Juan David Contreras	10 horas/semana	10 horas/semana
	Cristian Chamorro	20 horas/semana	20 horas/semana
	Jenny Carolina Correa	4 horas/semana	4 horas/semana
	German Castaño	4 horas/semana	4 horas/semana
	Juan David Mutis	4 horas/semana	4 horas/semana
	John Emerson Caravali	4 horas/semana	4 horas/semana
	Andres Camilo Méndez	2 horas/semana	2 horas/semana

2. Resumen ejecutivo

En el año 2014, las estadísticas sobre discapacidad reportadas por el Ministerio de la Protección Social en el Valle del Cauca, reflejaron que, de cada 1.000 personas con discapacidad física, 360 tenían necesidad de realizar terapias físicas. Actualmente, la red de salud E.S.E Ladera en el Valle del Cauca, a través de telemedicina, en la modalidad de tele consulta de fisioterapia, está cubriendo esta necesidad, sin embargo, los recursos sanitarios y terapéuticos disponibles en las zonas rurales para hacer rehabilitación física son escasos. Frente a la necesidad de ampliar la cobertura en la prestación de los servicios de salud a la población que vive en zonas rurales geográficamente vulnerables un grupo multidisciplinario de profesores viene realizando desde hace cuatro años, aproximadamente, un macro proyecto de investigación con el que se busca desarrollar un sistema de rehabilitación con atención teleoperada vía internet. Propuesta que permite incrementar la cobertura de atención de lesiones de rodilla en pacientes con vulnerabilidad geográfica. Dentro del marco del macro-proyecto se han desarrollado dos fases, una de diseño y otra de ejecución de los prototipos de máquinas que prestarán apoyo a los pacientes con lesión en rodilla y hombro, fases en las que se ha contado con la participación de estudiantes de maestría en ingeniería mecánica, diseño industrial y un estudiante de doctorado en ingeniería mecánica. Con el presente proyecto se logra colocar el prototipos mecánicos en funcionamiento dentro de un sistema piloto de ejecución con el fin de obtener datos para construir conjuntos de indicadores que permita

evaluar las condiciones de operación, la eficacia y la eficiencia del sistema de rehabilitación teleoperado.

Con el fin de hacer una evaluación integral del funcionamiento del sistema de rehabilitación física teleoperado, se diseñó un sistema de información a través de la construcción de un conjunto de indicadores, variables que se identificaron a partir de los diagramas de flujos de datos del sistema de información. Al realizar una prueba piloto al prototipo se encontraron varias eventualidades, algunas relacionadas con el componente técnico-mecánico y otras de interacción con el sistema de información.

El principal resultado del proyecto fue la validación de la operación del equipo y del sistema teleoperado, la identificación de algunas fallas que pueden presentarse en su operación lo que conllevó a realizar mejoras en el prototipo relacionadas con cambio de materiales, rediseño de algunas pruebas, calibraciones, y otros que dejan el dispositivo en una etapa de desarrollo del más próxima a su proceso de convertirse en un dispositivo médico.

Summary

In the year 2014, statistics on disability reported by the Ministry of Social Protection in Valle del Cauca, reflected that of every 1,000 people with physical disabilities, 360 needed physical therapy. At present, the health network ESE Ladera in the Valle del Cauca, is covering this need through telemedicine, in the form of physiotherapy tele-consultation. However, the health and therapeutic resources available are scarce in rural areas to do physical rehabilitation. Faced with the need to extend coverage in the provision of health services to the population living in rural areas geographically vulnerable, a multidisciplinary group of teachers has been conducting for approximately four years a macro research project that seeks develop a rehabilitation system with teleoperated service via internet. This proposal allows to increase the coverage of attention of knee injuries in patients with geographic vulnerability. Within the framework of the macro-project two phases have been developed, one of design and another of execution of the machines prototype that will support patients with knee and shoulder injury. In these phases have participated two master's degree students, one in mechanical engineering and one in industrial design and one doctoral student in mechanical engineering. With the present project it

is possible to put into operation the mechanical prototypes within a pilot execution system in order to obtain data to construct a sets of indicators that allow to evaluate the conditions of operation, efficiency and efficiency of the teleoperated rehabilitation system.

In order to make a comprehensive evaluation of the operation of the teleoperated physical rehabilitation system, an information system was designed through the construction of a set of indicators. During the prototype pilot tests was possible identified some problems related with technical-mechanical component and others with the information system.

The main results of the project ware the validation of equipment operation and the teleoperated system, the identification of some failures that may occur in its operation, because they lead to improve the prototype through the change of materials more resistant, redesign of some tests, calibrations , and others that lead the device to a development stage closer to medical device stage.

3. Síntesis del proyecto:

Nuestra propuesta de investigación está relacionada con la innovación de tecnología en la solución de problemas de salud, más específicamente en problemas de movilidad. El proyecto estaba relacionado con la evaluación integral de un sistema de atención teleasistida de rehabilitación física de lesiones rodilla en la medida que las soluciones desarrolladas como resultado de proyectos de investigación deben ser debidamente validadas y probadas antes de poder ser implementados.

Los objetivos planteados en el proyecto y que conducen a mejorar el prototipo que ha sido desarrollado para ayudar en la rehabilitación física de rodilla son los siguientes:

Objetivo general: Diseñar e implementar un protocolo de evaluación que incluya las componentes de ingeniería, rehabilitación, económica y social (evaluación integral) con miras a la validación de un sistema de rehabilitación física teleoperado vía internet.

Objetivos específicos del proyecto

- ✓ Identificar las variables asociadas a la evaluación integral del sistema de rehabilitación física teleoperado.
- ✓ Construcción, implementación y validación de indicadores asociados a la evaluación integral del sistema teleoperado.
- ✓ Implementar el protocolo de evaluación en un prototipo piloto del sistema de rehabilitación física teleoperado.
- ✓ Realizar la pre vigilancia tecnológica de la evaluación integral del sistema teleoperado mediante la herramienta Vantage Point

Metodología: Para la evaluación de funcionamiento de la máquina se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- ✓ Diseño de los protocolos médicos
- ✓ Diseño de pruebas de operación del equipo y de sistema: técnicas, mecánicas
- ✓ Construcción de indicadores: técnicos, económicos y sociales
- ✓ Ejecución de las pruebas integrales paciente-sistema, se copilan todos los datos de las pruebas de rehabilitación y por último se hacen los afinamientos a la evaluación socioeconómica.
- ✓ Solicitud de estudio de previgilancia de la tecnología desarrollada a la OTRI.

Cumplimiento de los objetivos: A continuación se presenta los productos finales correspondientes a cada objetivo específico planteado en el acta de trabajo y compromiso.

- Validar la pre-factibilidad de protección de derechos de propiedad intelectual del sistema teleoperado, mediante un proceso de pre vigilancia tecnológica.

El informe de pre vigilancia tecnológica fue realizado por Andrea Bermúdez – Gestor tecnológico OTRI. Se adjunta el documento.

- **Identificar las variables asociadas a la evaluación integral del sistema de rehabilitación física teleoperado, mediante revisión bibliográfica y trabajo de campo.**

Se anexa a éste documento un listado de referencias bibliográficas resultado de la revisión que se llevó a cabo en el desarrollo del proyecto y que se utilizaron en el proceso de desarrollo del mismo.

- **Construir, implementar y validar indicadores asociados a la evaluación integral del sistema teleoperado, mediante el diseño de un sistema de información asociado a la operación del sistema.**

Se realizó un sistema de información, donde se tuvo en cuenta los procesos de atención que se ejecutan antes y durante la terapia de rehabilitación del paciente. Para ello, se utilizaron los diagramas de flujo de los roles del prototipo, asistente y el especialista; y además, el diagrama de flujo del proceso de atención ya establecido por la ESE Ladera, en el cual se identificaron las entradas de datos al sistema, los insumos requeridos en cuanto a materiales, capital humano y tecnológico, datos de naturaleza técnico, mecánico y económico; y finalmente se identificaron las salidas de información correspondientes a información clínica y social. Además se construyeron 29 indicadores que fueron útiles para la evaluación por componente del sistema teleoperado. Con la información anterior se escribió un artículo que fue sometido a la Journal of biomedical informatics.

Los indicadores y los componentes del sistema de información se anexan al presente informe.

- **Implementar el protocolo de evaluación mediante la aplicación en un prototipo piloto del sistema de rehabilitación física teleoperado.**

Componentes del Sistema de Información:

Para el desarrollo del SI se consideró la construcción de un sistema de indicadores de

gestión para la evaluación integral del sistema de atención en cuatro componentes: Técnico-mecánico, clínico, económico y social.

✓ *Componente técnico – mecánico*

En este componente se incluyen todos los aspectos relacionados con la ingeniería mecánica, electrónica y de sistemas como también las características del diseño industrial del sistema teleoperado. Con la información de este componente se pretende evaluar las características de operación del sistema teleoperado desde el punto de vista técnico, con el fin de realizar un seguimiento del sistema y tomar decisiones en cuanto a mantenimiento preventivo. La fuente de información para la evaluación de este componente proviene de la lista de chequeo de funcionamiento técnico-mecánico y el formato de registro de eventualidades.

✓ *Componente clínico o de rehabilitación*

Este componente contempla dos subcomponentes:

- *Eficacia de la intervención.* En ésta evaluación se planteó comparar los parámetros clínicos iniciales, con que llega el paciente, Vs los parámetros alcanzados después de realizar todas las sesiones de terapia asignadas en el proceso de rehabilitación terapéutica. Estos parámetros físicos iniciales son los que configura el dispositivo de asistencia en el acotamiento de terapia inicial, ángulos de movimiento y grados de velocidad que el paciente inicialmente tolera, comparado con los que el paciente alcanza después de finalizado el proceso de rehabilitación teleoperada.
- *Evaluación de la adherencia del paciente al proceso de rehabilitación.* Para la evaluación de la adherencia terapéutica se utilizaron los registros de asistencia de los pacientes a las sesiones de terapia asignadas y su nivel de mejoría. Los formatos son diligenciados por la auxiliar de enfermería y permite conocer la cantidad de pacientes que terminaron satisfactoriamente, los que terminaron con poca mejoría, y los que no terminaron todas las sesiones asignadas.

✓ *Componente económico*

Para el análisis de éste componente, se realizó una búsqueda bibliográfica sobre estudios de

costeo para sistemas de atención en salud; y se consideró de acuerdo a las necesidades del proyecto, un sistema de costeo absorbente; para lo cual se hizo un estimado de lo que costaría el servicio de terapia física, usando el nuevo sistema (teleoperado), de acuerdo a la estructura de costos de la Red de Salud ESE Ladera. Bajo éste esquema los costos directos están relacionados con insumos y materiales y la mano de obra; los costos indirectos asociados a la prestación del servicio, lo constituyen los gastos de operación (depreciación y mantenimiento) del equipo, el pago de servicios públicos y el salario del personal administrativo.

✓ *Componente social*

Este componente analiza los beneficios sociales tangibles e intangibles obtenidos con la implementación del sistema de rehabilitación teleoperado. Éste componente permite conocer en qué grado la implementación del servicio teleoperado representa un beneficio a los pacientes, en términos de facilitar el acceso al servicio, y mejorar la oportunidad en la atención. También informa el grado de satisfacción del paciente con el proceso de rehabilitación física teleoperado, y en que magnitud se acepta el uso de la nueva tecnología. La fuente de información para la evaluación de este componente se obtiene de los resultados de la encuesta de satisfacción.

Resultados:

A continuación se presentan los resultados más relevantes de las pruebas realizadas en el desarrollo del proyecto.

08 de marzo de 2017.

En ésta prueba técnica de funcionamiento, que se le realizó al prototipo, se presentaron dos fallas.

1. **Falla en el sensor de posición.** Esta eventualidad se solucionó, reemplazando el sensor junto con los dos engranajes, que están relacionados uno a uno y le dan movimiento al eje del sensor. Este sensor de posición va empotrado sobre un eje, que se conecta con el eje sobre el

cual está la barra accesoria donde se empotra el módulo de rodilla; lo anterior, permite que el módulo de rodilla haga el movimiento en la posición que le indica el sensor.

La segunda actividad realizada por el Ing. Jhon Camacho; fue calibrar la máquina, ajustando los grados de posición con ayuda del transportador (que mide los ángulos) y el multímetro que mide el voltaje.

Una tercera labor que realizó el Ing. Jhon Camacho fue ajuntar en el código del programa, la ecuación de regresión que permite estimar a través de los grados el voltaje correspondiente que se transmite a la máquina.

2. La otra falla fue que al momento de la prueba **la máquina no leyó los parámetros clínicos**. El Ingeniero Jhon Camacho, informa que no se dio la comunicación en ambas vías. Pero una vez se reinició el equipo y se cargó el sistema se logró la comunicación. Aquí la comunicación falló por problemas con el internet.

4 de abril de 2017.

La primera actividad que realizó el Ingeniero Jhon Camacho fue calibrar el sensor de posición. (o potenciómetro), para que los ángulos que se introducen en la interfaz de especialista, correspondan con los ángulos que carga y ejecuta la máquina; los cuales se visualizan en la pantalla del control local. Al hacer la prueba se observó que efectivamente los grados de la maquina se ajustaron correctamente.

Como segunda actividad se realizó el cambio del acople flexible del sistema de transmisión, por uno provisional de caucho, debido a que el acople inicial instalado fue de un determinado polímero, y al superarse los límites de torque admisibles, éste se deformó. La función de éste acople es *transmitir la potencia al sistema.

Con ésta actividad se pudo evidenciar la necesidad de utilizar otro tipo de material de mayor resistencia

25 de abril de 2017.

Se completaron las pruebas, un total de 22.

En 7 de las pruebas que corresponden a las sesiones de terapia (521,523, 528,533,534,535,536) se presentó falla en la comunicación auxiliar (o coequipero) y especialista; debido a la conexión a internet. Lo que equivale a que 32 % de las veces, hubo problemas de inicio de sesión de terapia por caída de internet.

El 9 % de las veces que el especialista asignó la terapia, la maquina no ejecutó el protocolo de terapia asignado; que corresponde a las sesiones de terapia (525 y 529). El 59% de las pruebas se ejecutaron exitosamente, lo que significa que la transferencia de los parámetros de la base de datos a la máquina, a través de la interfaz auxiliar-coequipero, fue correcta, y la maquina ejecutó el protocolo de terapia asignado por el especialista.

En la sesión de terapia 538, se simuló un error desconectando el motor; ésta falla se notificó en la pantalla de control local como Mensaje: "error en motor"; y en la interfaz tanto del asistente como del especialista salió mensaje de advertencia, "error en maquina".

Con ésta actividad se logró comprobar que el sistema está trabajando correctamente en la transferencia de información y la interfaz lo que permite ejecutar correctamente los protocolos de terapia asignados por el especialista. Por otra parte se comprobó la debilidad que puede presentar el sistema en caso de una mala conexión a internet o un mal servicio del mismo.

Descripción de la base de datos que se adjunta a este informe:

Al ejecutar la prueba, se registran los siguientes campos en la base de datos:

- Flexión deseada: Angulo asignado por el especialista- fisioterapeuta.
- Flexión alcanzada: Angulo ejecutado por la máquina
- Extensión deseada: Angulo asignado por el especialista- fisioterapeuta
- Extensión alcanzada: Angulo ejecutado por la máquina

- Porcentaje de Flexo-extensión: Este indica el diferencial entre lo que ejecuta la máquina y lo que asigna el paciente.
- Velocidad Constante deseada: Velocidad asignada por el especialista
- Velocidad Constante alcanzada: Velocidad ejecutada por la máquina.
- Tiempo de cambio de movimiento: Asignada en segundos por el especialista
- Repetición deseada: Número de repeticiones asignado por el especialista- fisioterapeuta
- Repetición alcanzada: Número de repeticiones ejecutadas por la máquina
- Número de series deseadas: Número de series asignadas por el especialista- fisioterapeuta
- Número de series alcanzadas: Número de series ejecutadas por la máquina

Nota Aclaratoria: Algunos campos NULL no asignados, excepto los que corresponden a ID- Terapia donde fallo la comunicación de internet, corresponden a variables que no se utilizan en la prueba piloto para la articulación de rodilla.

Conclusiones:

- De acuerdo con los resultados obtenidos y con base en los productos presentados en el presente informe, es posible decir que se logró alcanzar en su totalidad, los objetivos propuestos para el proyecto.
- Dentro del marco del proyecto se estableció el convenio de cooperación interinstitucional entre la Universidad del Valle y la Empresa Social del Estado (ESE Ladera) prestadora de servicios de salud, de la ciudad de Cali. La firma de dicho convenio facilita la ejecución de futuros proyectos de investigación relacionados con la temática tratada, en los que participe personal de las dos instituciones. Dicho convenio fortalece la relación Universidad-entorno, a partir del fortalecimiento del impacto social que la ESE ladera tiene sobre las comunidades de más escasos recursos de la ciudad.

- El componente de formación de recurso humano asociado al proyecto, fue uno de los más fuertes. Se formó un estudiante de doctorado en ingeniería (énfasis en electrónica), dos estudiantes de maestría en ingeniería mecánica, un estudiante de pregrado en ingeniería mecánica y tres estudiantes de estadística adscritos al programa de semillero de investigación. Un aspecto importante a resaltar es la formación interdisciplinar de los estudiantes quienes trabajaban en conjunto aportando cada uno desde su saber a la propuesta de solución de problemas. A partir de este proyecto se generó una línea de investigación que soportará trabajos de grado a nivel de pregrado y posgrado en la Universidad del Valle. En este momento se cuenta con una candidata al doctorado en ingeniería (énfasis ingeniería industrial) interesada en realizar su tesis doctoral en el marco del proyecto de convocatoria interna 2017 enviado por el equipo investigador.
- A partir de los resultados del presente proyecto, se identificaron nuevos retos de investigación en el área, lo que permitió: estructurar una propuesta sobre innovación en salud que está siendo presentada a la convocatoria de COLCIENCIAS 2017 con la que se pretende establecer un procedimiento de trabajo interdisciplinario, conducente al desarrollo de dispositivos médicos innovadores. Adicionalmente, se presentó una propuesta para convocatoria interna 2017 de la Universidad del Valle, con la que se espera pasar a la fase de pruebas técnicas de la tecnología.

4. Impactos actual o potencial:

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

- ***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 de rodilla 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 rodilla y permita realizar actividades de la vida diaria, lo cual afecta directamente los indicadores de calidad de vida del individuo.

- **Impactos económicos:**

El desarrollo e implementación de este proyecto beneficiara 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.

- **Impacto Ambiental:**

Para la naturaleza de este proyecto, la posible alteración del medio ambiente directa o indirectamente durante el desarrollo del mismo, es mínimo o nula debido a que es un estudio de viabilidad, donde se evaluará un sistema de servicio de salud muy específica, que incluye un prototipo que no presenta absolutamente ninguna emisión ni residuos de algún tipo.

Es claro que para el proceso de transferencia a la sociedad de éste desarrollo es necesario la consecución de más recursos para continuar con el proceso de desarrollo, dado que en ésta etapa se logró la identificación de varias posibilidades de mejorar el dispositivo. Por ser un dispositivo médico debe cumplir con las normas y las certificaciones que se le exigen a éste tipo de equipos por lo que se presentará un proyecto a la convocatoria interna y otro a una convocatoria externa y así lograr darle continuidad y poder transferir éste resultado a la sociedad.

5. 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 presentados en revistas Q2	2		2	
Formación de recursos humanos	No. de estudiantes vinculados	No. de tesis	No. De estudiantes Vinculados	No. De tesis
Estudiantes de doctorado	1		1	
Estudiantes de pregrado	2	1	4	
Estudiantes de maestría	1	1	2	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
	1	1	1	1
Presentación de resultados en eventos de orden institucional	2		2	
Propuestas presentadas en convocatorias para búsqueda de financiación.	1		1 Externa	

Referente a los dos artículos, uno fue sometido y rechazado por la revista Q2 *International*

Journal of Telemedicine and Applications; nuevamente será sometido a la revista Q2 *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering* en el mes de mayo de 2018. El otro artículo fue sometido a la revista *Journal of biomedical informatics* y está en espera su respectiva respuesta. Los estudiantes vinculados en el proyecto fueron: El estudiante de doctorado Cristian Chamorro, quién ya entregó el trabajo de grado para su respectiva evaluación. El estudiante de pregrado Cristian Hoyos, su trabajo de grado se espera sea sustentado en la última semana de junio de 2017. Adicionalmente, se vincularon tres estudiantes al programa de semilleros de investigación, uno de ellos estuvo en dos pasantías; se vincularon dos estudiantes de maestría, uno de ellos Juan David Contreras ya culminó sus estudios de maestría (con grado incluido) y el estudiante Diego Parra quien entregó el documento final del trabajo de grado en el mes de enero de 2017 y en este momento está realizando las correcciones solicitadas por los evaluadores antes de la sustentación pública.

Para la ponencia nacional se mandaron dos resúmenes al evento *II Congreso Iberoamericano de Recursos Humanos y Responsabilidad Social Corporativa*; uno por parte del profesor José Isidro García para presentar el componente de este proyecto como responsabilidad social universitaria y el otro por Gettsy Quiñonez para presentar el sistema de información.

Tabla No. 2. Detalle de productos

La tabla 2 presenta una información detallada de los productos presentados.

Tipo de producto:	Artículo Revista <i>International Journal of Telemedicine and Applications</i> (Q2)
Nombre General:	Artículo de investigación
Nombre Particular:	Towards a Telemedicine System of Physical Rehabilitation Using Tele-Operated Internet-based Technical Aids
Participantes:	Ivan D. Ruiz – Juan David Contreras - José R. Tovar – José Isidro García

Tipo de producto:	Artículo Revista <i>Journal of biomedical informatics</i> Q2
Nombre General:	Artículo de investigación



Nombre Particular:	Desarrollo de un sistema de información para el servicio de atención tele-operado de rehabilitación física, vía internet. Caso piloto: Pacientes con lesiones leves de rodilla que viven en zonas de vulnerabilidad geográfica.
Participantes:	Juan D. Díaz – Gettsy Quiñonez – José R. Tovar – José Isidro García

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

Tipo de producto:	Formación
Nombre General:	Maestría en ingeniería
Nombre Particular:	Asistente de investigación
Participantes:	Juan David Contreras

Tipo de producto:	Formación
Nombre General:	Maestría en ingeniería
Nombre Particular:	Asistente de investigación
Participantes:	Diego Parra

Tipo de producto:	Formación
Nombre General:	Ingeniería Mecánica
Nombre Particular:	Estudiante Pregrado
Participantes:	Cristian Hoyos

Tipo de producto:	Formación
Nombre General:	Semillero de investigación (Pasantía I y II)



Nombre Particular:	Estudiante de pregrado de Estadística
Participantes:	Juan David Díaz

Tipo de producto:	Formación
Nombre General:	Semillero de investigación (Pasantía I)
Nombre Particular:	Estudiante de pregrado de Estadística
Participantes:	Emerson Caravali

Tipo de producto:	Formación
Nombre General:	Semillero de investigación (Pasantía I)
Nombre Particular:	Estudiante de pregrado de Estadística
Participantes:	Andrés Camilo Méndez

Tipo de producto:	Formación en investigación
Nombre General:	Monitoria
Nombre Particular:	Monitoria en investigación
Participantes:	Laura Méndez

Tipo de producto:	Propuesta de investigación Externa
Nombre General:	Convocatoria para proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación en Salud – 2017
Nombre Particular:	Diseño interdisciplinar de un producto de apoyo para emular la marcha natural en personas con amputación transtibial
Participantes:	José Isidro García

Tipo de producto:	Ponencia nacional
Nombre General:	II Congreso Iberoamericano de RRHH y RSC
Nombre Particular:	Presentación sistema de Información
Participantes:	José Isidro García, José Rafael Tovar

Tipo de producto:	Ponencia institucional
Nombre General:	Semana Ingeniería
Nombre Particular:	Sistema de información y trabajo de grado de doctorado
Participantes:	Cristian Chamorro, Gettsy Quiñonez

Tipo de producto:	Ponencia Institucional
Nombre General:	Workshop
Nombre Particular:	Sistema de Información
Participantes:	Gettsy Quiñonez, José Isidro García (Comité organizador del Evento)

Tipo de producto:	Ponencia internacional, Bogotá, Colombia
Nombre General:	Seminario Internacional para el Esminado Humanitario
Nombre Particular:	Hacia la rehabilitación integral a personas afectadas por minas antipersonales
Participantes:	José Isidro García

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



Firma del investigador principal

VoBo. Vicedecano de Investigaciones

*Por favor presente su informe impreso y en formato digital en hoja tamaño carta, letra arial 11,
con espacios de 1 1/2*

Anexos

Anexo 1: Referencias bibliográficas

- [1] N.N. Castellano, J.A. Gazquez, R.M. García, A. Gracia, M. Fernandez, F. Manzano, Design of a real-time emergency telemedicine system for remote medical diagnosis, *Biosystems engineering* 38, (2015) 23 -32.
- [2] World Health Organization. Telemedicine: Opportunities and Developments in Member States Global Observatory for Health Series. vol. 2. Sep 2016: Available from:http://www.who.int/goe/publications/goe_telemedicine_2010.pdf
- [3] American Telemedicine Society. What is Telemedicine.2016: Available from: <http://www.americantelemed.org/about-telemedicine/what-is-telemedicine> #. V9bcH5jhChc
- [4] Telesalud Universidad de Caldas. Telemedicina. 2016. Available from: <http://telesalud.ucaldas.edu.co>
- [5] S. Masiero, A. Celia, G. Rosati, M. Armani, Robotic-Assisted Rehabilitation of the Upper Limb After Acute Stroke, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 88, (2007) 142-149.
- [6] S. Ueki, H. Kawasaki, S. Ito, Y. Nishimoto, M. Abe, T. Aoki, Y. Ishigure, T. Ojika, T. Mouri, Development of a Hand-Assist Robot With Multi-Degrees-of-Freedom for Rehabilitation Therapy, *IEEE Transactions on Mechatronics* 17 (1), (2012) 136-146.
- [7] J. Lanini, T. Tsuji, P. Wolf, R. Riener, D. Novak, Teleoperation of two six-degree-of-freedom arm rehabilitation exoskeletons, *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics*, (2015) 514-519.
- [8] I. Carpinella, D. Cattaneo, S. Abuarqub, M. Ferrarin, Robot- based rehabilitation of the upper limbs in multiple sclerosis: Feasibility and preliminary Results, Journal of Rehabilitation Medicine 41, (2009) 966-970.
- [9] J. Jackson, E.W. Ely, M.C. Morey, V.M. Anderson, C.S. Siebert, L.B. Denne, J. Clune, K.R. Archer, R. Torres, D. Janz, E. Schiro, J. Jones, A. Shintani, B. Levine, B.T. Pun, J.

Thompson, N.E. Brummel, H. Hoenig, Cognitive and Physical Rehabilitation of ICU Survivors: Results of the RETURN randomized, controlled pilot investigation, *Critical Care Medicine* 40 (4), (2012) 1099-1097.

- [10] A.C. Odole, O.D. Ojo, Is Telephysiotherapy an Option for Improved Quality of Life in Patients with Osteoarthritis of the Knee?, *International Journal of Telemedicine and Applications*, (2014) 1-9.
- [11] T.G. Russell, R. Blumke, B. Richardson, P. Truter, Telerehabilitation Mediated Physiotherapy Assessment of Ankle Disorders, *Physiotherapy Research International* 15, (2010) 167-175.
- [12] H. Moffet, M. Tousignant, S. Nadeau, C. Mérette, P. Boissy, H. Corriveau, F. Marquis, F. Cabana, P. Ranger, E.L. Belzile, R. Dimentberg, In-Home Telerehabilitation Compared with Face-to-Face Rehabilitation After Total Knee Arthroplasty: A Noninferiority Randomized Controlled Trial: A Non inferiority Randomized Controlled Trial, *The Journal of Bone & Joint Surgery* 97, (2015) 1129-1141.
- [13] M. Zampolini, E. Todeschini, M. Bernabeu, H. Hermens, S. Ilsbroux, V. Macellari, R. Magni, M. Rogante, S. Scattareggia, M. Vollenbroek(c), C. Giacomozzi, Tele-rehabilitation: present and future, *Ann Ist Super Sanità* 44(2), (2008) 125-134.
- [14] I. Farkhatdinov, J. Ryu, Teleoperation of Multi-Robot and Multi-Property Systems. *The IEEE International Conference on Industrial informatics*, (2008) 1453 - 1458.
- [15] M. Kifle, V. Mbarika, P. Datta, Telemedicine in sub-Saharan Africa: The case of teleophthalmology and eye care in Ethiopia. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 57, (2006) 1383-1393.
- [16] S.J. Sirintrapun, D.R. Artz, Health Information Systems, *Surgical Pathology Clinics* 8, (2015) 255-268.
- [17] R. Lenz, K.A. Kuhn, Toward a continuous evolution and adaptation of information systems in healthcare, *International Journal Medical Informatics*, vol 73, (2004) 75-89.

- [18] L. Teixeira, C. Ferreira, B. Sousa, User-centered requirements engineering in health information systems: A study in the hemophilia field, computer methods and programs in biomedicine, (2012) 160–174.
- [19] A. Eguzkiza, J.D. Trigo, M. Martinez, L. Serrano, J. Andonegui, Formalize clinical processes into electronic health information systems: Modelling a screening service for diabetic retinopathy, Journal of Biomedical Informatics 56, (2015) 112-126.
- [20] Citado de: <http://www.saludladera.gov.co/nosotros/area-de-influencia>. Y consultado el 07/02/2017.
- [21] Yan Yan^{1,2}, Qi Li^{1,2}, Heping Li³, Xuejun Zhang³ and Lei Wang^{1,2*}. A home-based health information acquisition system, *Health Information Science & Systems* 2013, 1:1 <http://www.hissjournal.com/content/1/1/12>.
- [22] Christopher Mason Tim Leong, Clinical information systems in the intensive care unit, Clinical information systems in the intensive care unit, 2015, *Anaesthesia and intensive care medicine* 17:1 pag 13-16.
- [23] S. Joseph Sirintrapun, MD^{a,*}, David R. Artz, MD^b Health Information Systems, Surgical Pathology Clinics, Volume 8, Issue 2, June 2015.
- [24] Zafar, Humayun and Sneha, Sweta (2012) "Ubiquitous Healthcare Information System: Toward Crossing the Security Chasm," *Communications of the Association for Information Systems*: Vol. 31, Article 9.
- [25] Robles, Bernardo, La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropológico Cuicuilco, vol. 18, núm. 52, septiembre-diciembre, 2011, pp. 39-49 Escuela Nacional de Antropología e Historia Distrito Federal, México.
- [26] María E. Delgado-Gallego¹, María L. Vázquez-Navarrete² y Lygia de Moraes-Vanderlei³, Calidad en los servicios de salud desde los marcos de sentido de diferentes actores sociales en Colombia y Brasil, *Revista de salud pública* · volumen 12 (4), agosto 2010

- [27] Feixas, G, et all; Escala de satisfacción con el tratamiento recibido CRES-4, REVISTA DE SALUD PÚBLICA · Volumen 12 (4), Agosto 2010, Aportaciones teóricas e instrumentales, pág 51-58.
- [28] Luis Ibarra¹, Belen Espinoza², Servqual, Una propuesta metodológica para evaluar la percepción de la calidad: La calidad en el área de urgencias en los hospitales privados y públicos de Hermosillo, Sonora; Un estudio comparativo. Revista Iberoamericana de Ciencias 2014, Vol 1, N.4. pág. 107-120.
- [29] AmalElasriEjjaberiet all; *Customer Satisfaction in Municipal Sports Centres in Barcelon*. DOI: [http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2015/1\).119.08](http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/1).119.08)
- [30] Metodología para la formulación de Indicadores para el Seguimiento y la Evaluación 2007. Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría de Desarrollo.
- [31] Lineamientos para la construcción de indicadores de desempeño. Curso Internacional: Planificación Estratégica, Preparación y Evaluación de Proyectos. ILPES/CEPAL/CAPRADE Santiago, 16 al 30 de enero de 2009.
- [32] J. Canela-Soler et al , Sistemas de Información en Salud e indicadores de salud: una perspectiva integradora, / *Medicina Clinica, Barcelona. 2010;134(Supl 1):3-9.*
- [33] Dane.2013. Estrategia para el fortalecimiento estadístico territorial. Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores.
- [34] M. Isabel Duque Roldán et al, Análisis de los sistemas de costos utilizados en las entidades del sector salud en Colombia y su utilidad para la toma de decisiones, *Revista del Instituto Internacional de Costos, ISSN 1646-6896, n° 5, julio/diciembre 2009.*
- [35] J. López Bastida et all, Propuesta de guía para la evaluación económica aplicada a las tecnologías sanitarias, *Gac Sanit.2010;24(2):154–170.*

Anexo 2. Indicadores

Indicadores técnico-mecánicos	Indicadores económicos	Indicadores clínicos	Indicadores sociales
Número de veces que la ejecución del protocolo de encendido es exitosa.	Costo de operación de la maquina por sesión de terapia	Oportunidad en la asignación de la terapia -tele-operada	Usuarios con mejor acceso al servicio de terapia física
Tasa de cancelación de sesiones de terapia, por fallas técnico - mecánicas, (caída de internet, caída del fluido eléctrico, falla de sensores, falla de motor, o de comunicación)	Costos de mano de obra directa	Número de sesiones realizadas de terapia física tele-operada	Oportunidad en la prestación del servicio
Número de veces que el sistema de seguridad responde ante fallas en encendido o comunicación	Costo de materiales e insumos	Tasa de cancelación de sesiones de terapia física por causas atribuibles al paciente (llega paciente con déficit cognitivo; aumento del dolor , abandono por voluntad del paciente, paciente se enferma, otra causa)	Pacientes satisfechos con las condiciones locativas del servicio.

Número de veces que el protocolo es leído exitosamente por el dispositivo.	Costo de equipo por sesión de terapia física	Nivel de mejoría en parámetros clínicos de funcionalidad /indicadores de eficacia de la intervención (cambio en escala dolor - post-terapia, ángulo de movilidad articular alcanzado, velocidad alcanzada, fuerza muscular alcanzada, flexibilidad alcanzada.	Pacientes satisfechos con la información suministrada antes de inicio de terapia
Número de veces que hay una correcta activación de la terapia activa	Costo en mantenimiento de equipo por sesión de terapia	Adherencia al proceso de terapia y mejoría (proporción de pacientes que terminaron satisfactoriamente las sesiones de terapia asignadas; proporción de pacientes que terminaron las sesiones de terapia asignadas con poca mejoría; proporción de pacientes que no terminó las sesiones de terapia asignadas	Pacientes satisfechos con el interés manifestado del personal asistencial en su proceso de rehabilitación física

Número de veces que hay una correcta activación de la terapia pasiva	Costo de operación de la red de uso de datos por sesión de terapia física		Pacientes satisfechos con el trato y la capacidad de respuesta a sus preguntas.
Número de veces que el dispositivo llega a posición neutra ante una eventualidad	Gastos administrativos por sesión de terapia física		Nivel de aceptación de la nueva tecnología para rehabilitación física.
Tasa de gestión y solución de eventualidades técnico mecánicas			Satisfacción global con el servicio tele-operado de rehabilitación física.
Horas de utilización del dispositivo en el mes			

