



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

**TEMA: SISTEMA SOFTWARE DE TELE-REHABILITACIÓN DEL
SINDROME DE TÚNEL CARPIANO MEDIANTE SENSORES
ELECTROMIOGRÁFICOS, PARA EL CENTRO DE
REHABILITACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA “FISIOATLAS”**

AUTORAS:

ORTEGA MORA, DAISY XIMENA

ROCHA CALI, JENNY SILVANA

DIRECTOR:

ING. ALVAREZ VEINTIMILLA, ROLANDO MARCELO, Mgs

LATACUNGA 2021



Índice

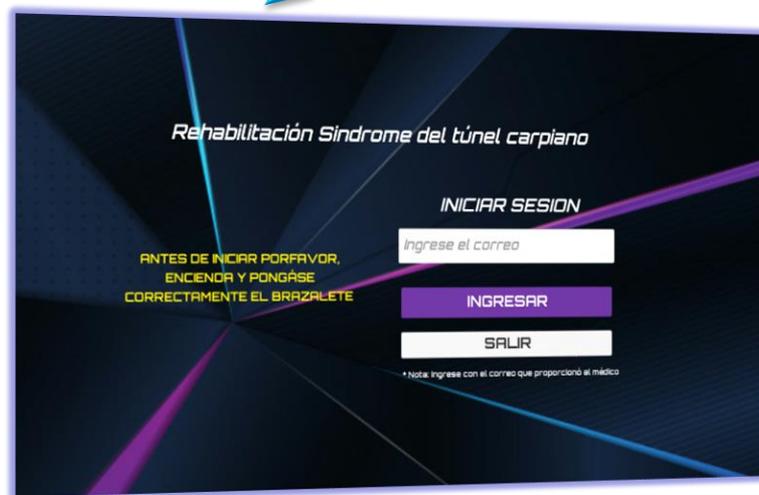
- ❖ **Apartado 1: Resumen.**
- ❖ **Apartado 2: Problema.**
- ❖ **Apartado 3: Objetivos.**
- ❖ **Apartado 4: Hipótesis e Indicadores.**
- ❖ **Apartado 5: Marco Teórico.**
- ❖ **Apartado 6: Análisis, Diseño y Desarrollo del Sistema Software.**
- ❖ **Apartado 7: Pruebas y validación del Sistema Software.**
- ❖ **Apartado 8: Conclusiones.**
- ❖ **Apartado 9: Recomendaciones.**



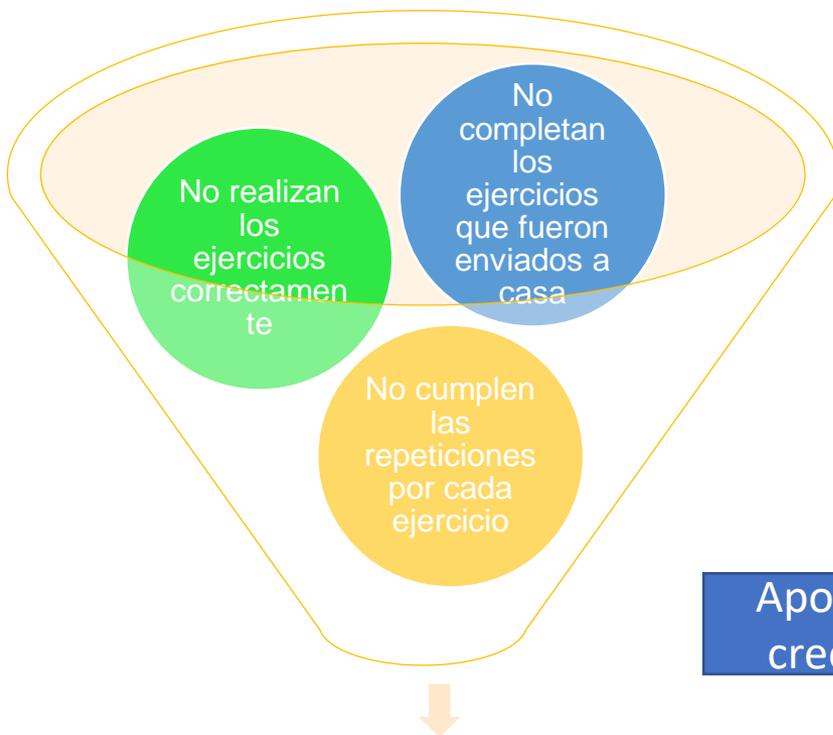
Apartado 1: Resumen



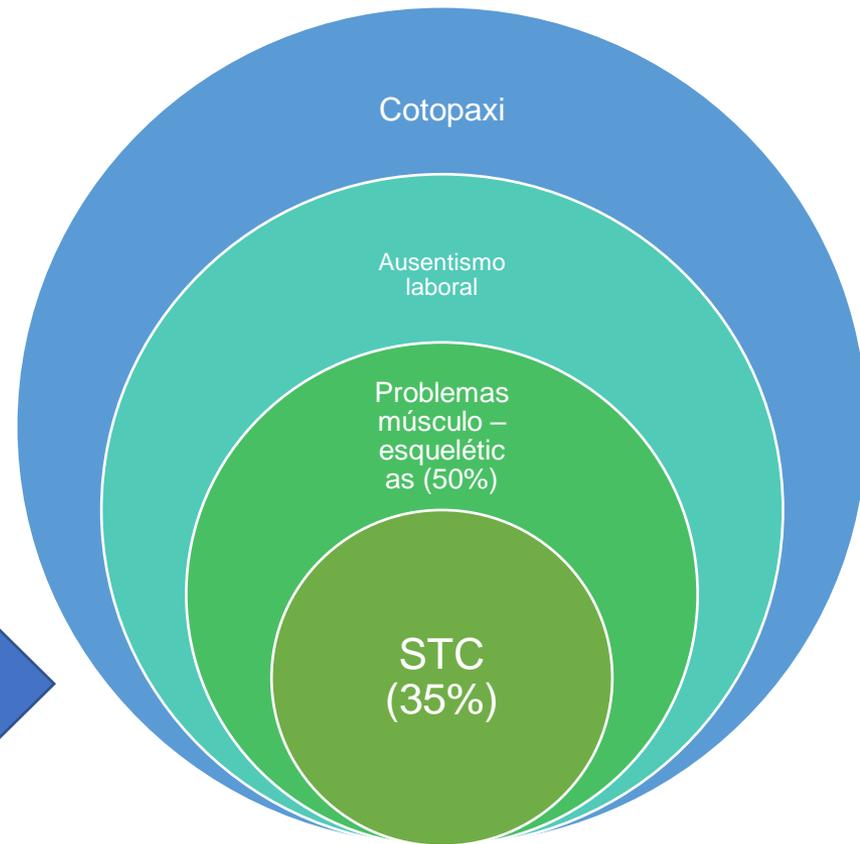
SISTEMA SOFTWARE DE TELE-REHABILITACIÓN DEL SINDROME DE TÚNEL CARPIANO MEDIANTE SENSORES ELECTROMIOGRÁFICOS



Apartado 2: Problema



Aportando al crecimiento



Según (Bolaños, 2015) menciona que “la mayoría de los pacientes sienten mejoría y dejan de asistir al tratamiento, por lo que con el transcurso del tiempo sufren recaídas las cuales pueden desencadenar en cirugías y pérdida de las funcionalidades, lo cual puede interferir en actividades de la vida diaria”.

Apartado 2: Formulación del problema



Por toda la información detallada en el punto anterior, se formula la siguiente interrogante:

¿Cómo verificar el cumplimiento de los ejercicios adicionales enviados a casa a los pacientes del síndrome del túnel carpiano del Centro de rehabilitación física y deportiva “FISIOATLAS”?



General

- Desarrollar un sistema software de tele-rehabilitación del síndrome del Túnel Carpiano mediante sensores electromiográficos, para el Centro de rehabilitación física y deportiva “FISIOATLAS”.



Apartado 3: Objetivos

Específicos



1. Redactar el marco teórico que describa la rehabilitación del síndrome del túnel carpiano, los fundamentos de realidad virtual no inmersiva, dispositivos que receptan señales electromiográficas, el método de Mamdani y la metodología ágil Scrum mediante fuentes bibliográficas.



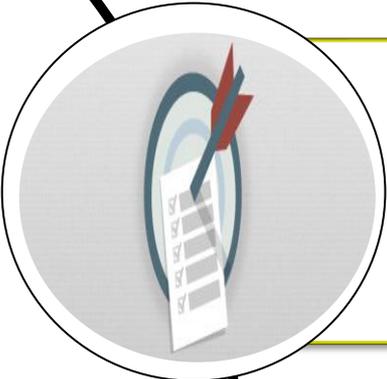
2. Aplicar la metodología SCRUM para el desarrollo del sistema software.



3. Desarrollar un sistema software con sensores electromiográficos que verifique el cumplimiento de los ejercicios adicionales enviados a casa de los pacientes del síndrome del túnel carpiano, mediante funciones propias de la pulsera comercial, entornos virtuales en Unity y el método de Mamdani (Lógica difusa).



Específicos



4. Implementar un sistema software de Tele rehabilitación del síndrome del túnel carpiano que realice el seguimiento del proceso de Tele rehabilitación en el Centro de rehabilitación física y deportiva FISIOATLAS.



5. Validar el sistema software desarrollado mediante pruebas de usabilidad, valoración de un fisioterapeuta y cuadros comparativos.

Apartado 4: Hipótesis e Indicadores



Si se desarrolla un sistema software de Tele rehabilitación mediante sensores electromiográficos entonces se verificará el cumplimiento de los ejercicios adicionales enviados a casa del paciente con el síndrome del túnel carpiano en el centro de Centro de rehabilitación física y deportiva FISIOATLAS.

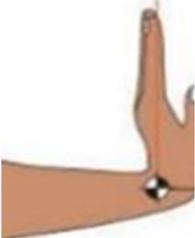
Registro de
datos del
tratamiento

Datos
comparativos
entre sesiones

Entornos de
realidad virtual
no inmersiva



Ejercicios fisioterapéuticos en la rehabilitación del STC



Movimiento de extensión: Se sube la mano lentamente manteniendo la posición y regresando a la posición inicial



Movimiento de flexión: se moviliza la mano hacia abajo lentamente y regresándola a la posición inicial

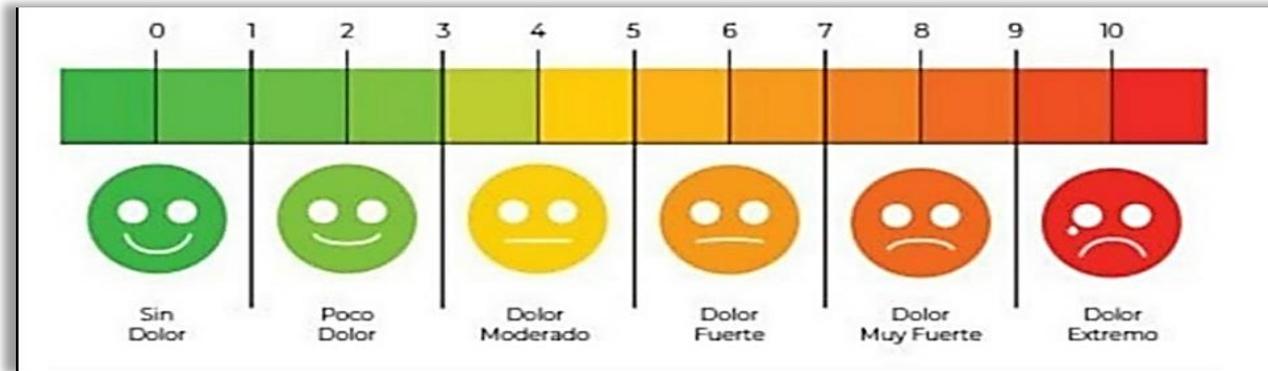


Movimiento de abducción falángica: abrir la mano y separar los dedos lo que más pueda y regresar a la posición inicial.



Movimiento de flexión metacarpo falángico: En este movimiento es necesario cerrar lentamente la mano , formando el “puño” y regresar a la posición inicial.

EVA (Escala Visual Analógica)



Brazalete gForce-Pro EMG Armband

Se utiliza para identificar gestos principalmente a través de señales EMG. El sensor de gestos Gforce PRO puede identificar seis gestos diferentes.



Señales electromiográficas (EMG)

Son señales eléctricas producidas por un músculo durante el proceso de contracción y relajación.

Funcionamiento

Permite controlar software o hardware inalámbricamente por medio de Bluetooth.

Características

Esta constituida por un giroscopio, un acelerómetro y un magnetómetro.

Gestos predefinidos



**Gesto:
Puño**



**Gesto:
Abrir la
mano**



**Gesto:
Flexión**



**Gesto:
Extensión**



**Gesto:
Pellizco**



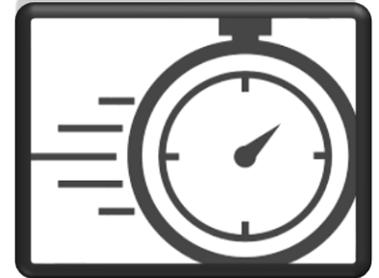
**Gesto:
Disparo**

Apartado 5: Marco teórico



Realidad virtual no inmersiva

También es conocida como ventana al mundo, o realidad virtual de ventana, es la simulación que se experimenta a través de la pantalla de un ordenador y no de gafas especializadas



Desarrollo (Metodología ágil Scrum)

Planificación del proyecto

Visión del proyecto

Desarrollar un sistema software de tele-rehabilitación del síndrome del Túnel Carpiano mediante sensores electromiográficos, para el Centro de rehabilitación física y deportiva "FISIOATLAS"

Roles

PERSONA	CONTACTO	ROL
Lic. Ft. Santiago Chanatasig	santy8516@gmail.com	Product Owner
Ing. Marcelo Rolando Álvarez	mralvarez@espe.edu.ec	Scrum Master
Daisy Ximena Ortega Mora	dxortega1@espe.edu.ec	Development Team
Jenny Silvana Rocha Cali	jsrocha2@espe.edu.ec	



Planificación del proyecto (Continuación)



Historias de usuario

Se crearon 20 historias de usuario, que se detallan en el capítulo 3 de la parte teórica del proyecto

Estimación

Se realizó la estimación de tiempo mediante la técnica de planning poker

Priorización y criterios de aceptación

Se aplicó la técnica de Moscow la cual permite establecer las prioridades del sistema, y se asignó los criterios de aceptación

MoSCoW
prioritization

M: must have
S: should have
C: could have
W: won't have



Desarrollo del proyecto

PRODUCT
BACKLOG

Sprint 1. Gestión de profesional

Sprint 2. Gestión de paciente

Sprint 3. Gestión de Historia Clínica

Sprint 4. Conexión de la pulsera electromiográfica

Sprint 5. Desarrollo del Juego 1

Sprint 6. Desarrollo del Juego 2

Sprint 7. Desarrollo del Juego 3

Sprint 8. Seguimiento y estadísticas

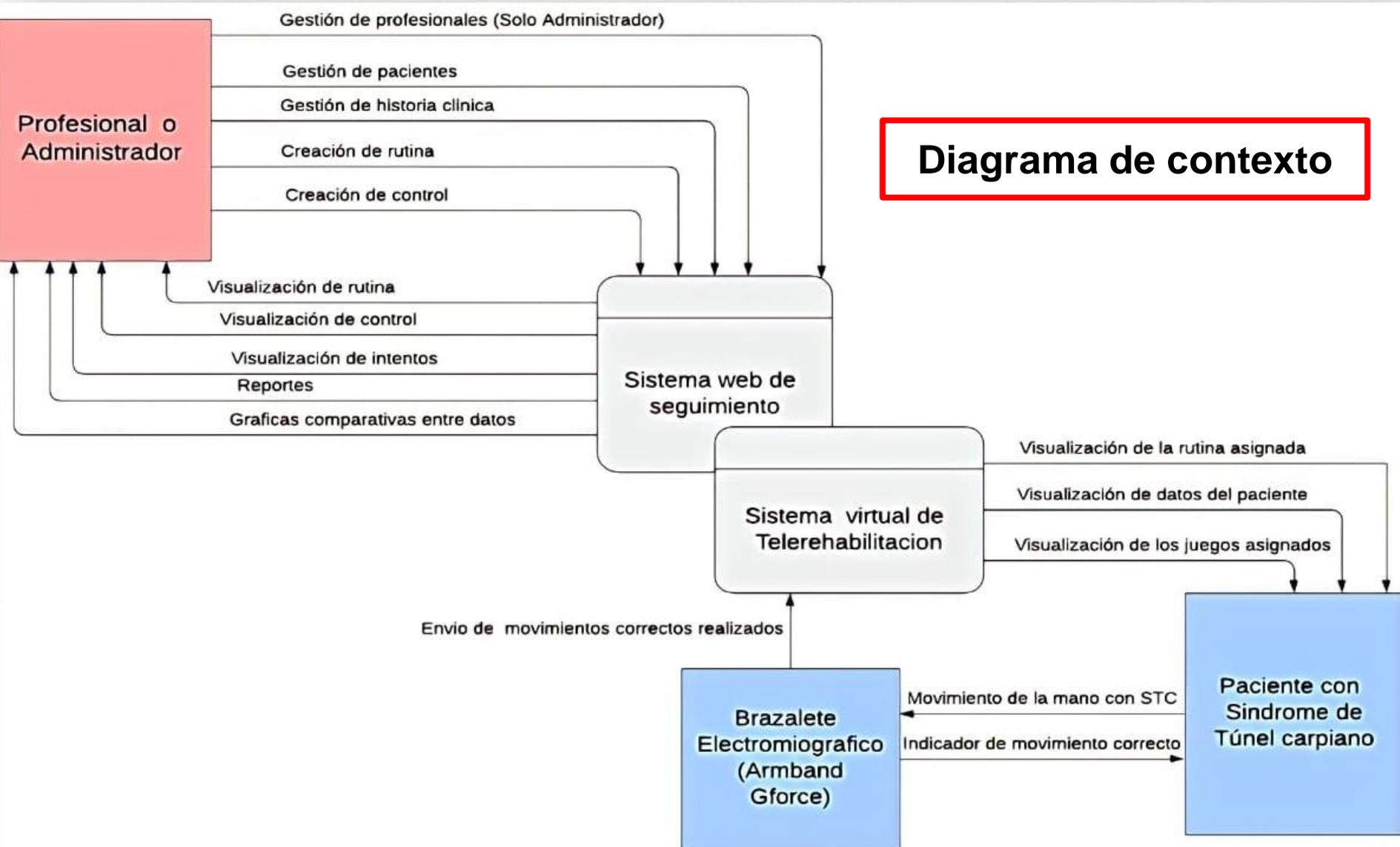
Sprint 9. Reportes

Sprint 10. Lógica difusa



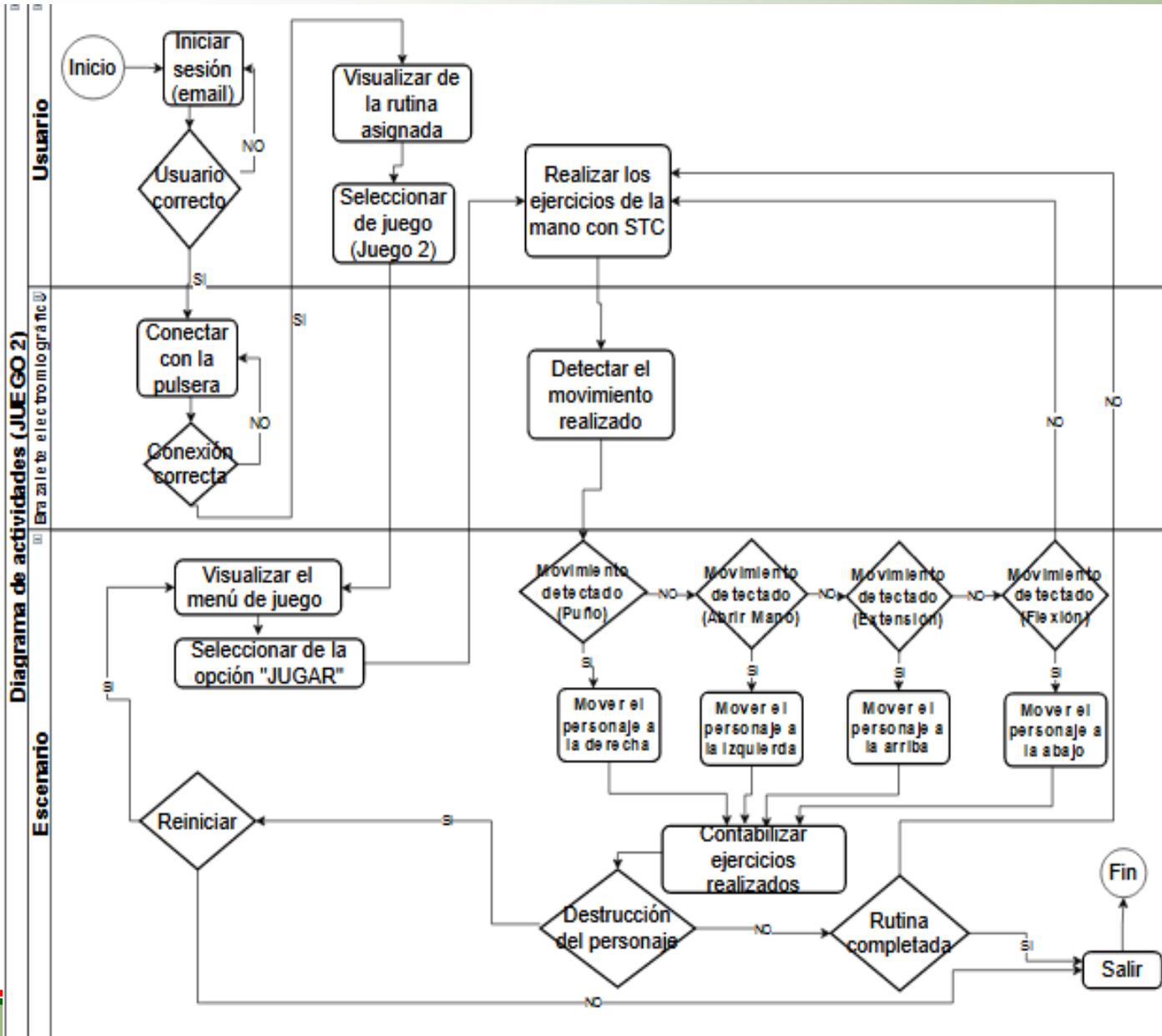
Apartado 6: Análisis, Diseño y Desarrollo del Sistema Software

Diagrama de contexto



Apartado 6: Análisis, Diseño y Desarrollo del Sistema Software

Diagrama de Actividades de los Juegos



Apartado 7: Pruebas y validación del Sistema Software.

Se realizaron las pruebas de Interfaz y de funcionalidad.

Casos de pruebas	N° 8: Iniciar la pantalla inicial del sistema de seguimiento.
Condiciones:	
<ul style="list-style-type: none">El profesional/administrador debe disponer de internet.El profesional/administrador debe ejecutar un navegador web.	
Entrada:	
<ul style="list-style-type: none">El profesional/administrador al introducir la url: www.fisioatlaslatacunga.com, debe mostrarse del mismo modo que la Figura 63.	
Resultados:	
<ul style="list-style-type: none">Ingreso con éxito, al ingresar a la url se muestra la pantalla inicial del mismo modo que la ilustración 63.	
Estado de la prueba:	
<ul style="list-style-type: none">Exitosa	



Apartado 7: Pruebas y validación del Sistema Software.

Se realizó la validación de acuerdo a los criterios de aceptación establecidos en el proyecto, la encuesta SUS a los pacientes y al profesional de la salud. Todo esto se realizó en un ambiente vigilado.



Apartado 7: Pruebas y validación del Sistema Software.



SUS



82,5 %



81,5 %



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Prueba de hipótesis por T-Student

Hipótesis Nula (H₀)

- Si se desarrolla un sistema software de Tele rehabilitación mediante sensores electromiográficos entonces se verificará el cumplimiento de los ejercicios adicionales enviados a casa del paciente con el síndrome del túnel carpiano en el centro de Centro de rehabilitación física y deportiva FISIOATLAS.

Hipótesis Alternativa (H_i)

- Si se desarrolla un sistema software de Tele rehabilitación mediante sensores electromiográficos entonces no se verificará el cumplimiento de los ejercicios adicionales enviados a casa del paciente con el síndrome del túnel carpiano en el centro de Centro de rehabilitación física y deportiva FISIOATLAS.

μ = promedio poblacional de la variable a estudiar (número de sesiones) **6**

\bar{x} = promedio de variable analizada de la muestra **7**

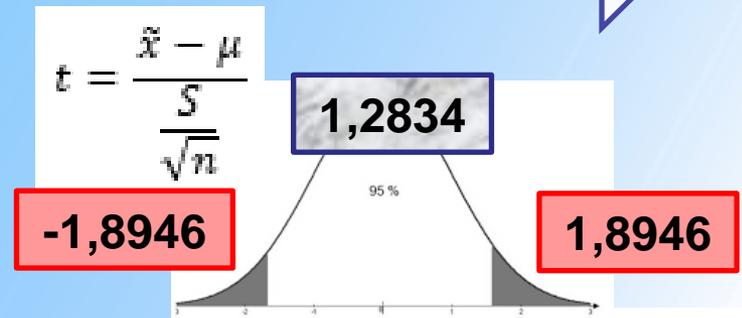
n = tamaño de la muestra **8**

gl = grados de libertad **7**

α = nivel de significancia **0,05**

S = Desviación estándar de la muestra **2,2038**

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$



Apartado 8: Conclusiones



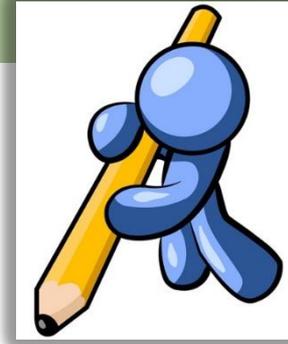
El sistema software de tele-rehabilitación de síndrome de túnel carpiano mediante sensores electromiográficos, permitió verificar el cumplimiento de los ejercicios adicionales enviados a casa de los pacientes, justificado gracias a la aceptación de la hipótesis basada en T Student, con un nivel de confianza del 95%.

La construcción del marco teórico permitió recopilar información necesaria acerca del síndrome de túnel carpiano, realidad virtual no inmersiva, dispositivos que recepten señales electromiográficas, de esta manera se seleccionó la metodología y herramientas para el desarrollo del sistema.

La aplicación de la metodología ágil Scrum ayudó a gestionar el desarrollo de los entregables de una manera flexible, ágil e iterativa con una rápida respuesta al cambio.



Apartado 8: Conclusiones



El desarrollo del sistema software con sensores electromiográficos permitió verificar el cumplimiento de los ejercicios adicionales enviados a casa de los pacientes del síndrome del túnel carpiano gracias a las funciones propias del brazalete electromiográfico GForce Pro, entornos desarrollados en unity3d y un sistema web que permite visualizar los datos recolectados en la tele-rehabilitación.

La implementación de este proyecto, cumplió satisfactoriamente las expectativas y requerimientos de los usuarios finales que intervienen en el proceso de tele-rehabilitación de STC del centro.

La encuesta de usabilidad (SUS) arrojó un resultado de 82,5 puntos como aceptación favorable permitiendo validar la facilidad y sencillez de usar el sistema. Además, los reportes y gráficas fueron unas herramientas útiles al momento de analizar la evolución del paciente mediante datos comparativos entre las sesiones realizadas.



Apartado 9: Recomendaciones

- Se recomienda seguir desarrollando este tipo de sistemas de tele-rehabilitación que verifiquen el cumplimiento de las rutinas complementarias aportando a la recuperación temprana del paciente.
- Se recomienda utilizar el brazalete Gforce pro en el desarrollo de este tipo de sistemas, por ser capaz de adaptarse a diferentes áreas del conocimiento y herramientas de desarrollo software.
- Se recomienda el uso de la metodología ágil Scrum para desarrollar este tipo de sistemas, por su ciclo interactivo e incremental entregando productos funcionales y de alto valor.
- Se recomienda ampliar el alcance del sistema de tele-rehabilitación en posteriores investigaciones, incrementado nuevos módulos, para la rehabilitación física de otro tipo de lesiones que permita verificar el cumplimiento de las rutinas complementarias.



VIDEO



¡GRACIAS, A TODOS!



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA