



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO**  
**ESCOM**

*Trabajo de Titulación*

**“PUMAGEMA: Puntero Manipulado por Gestos Manuales”**

*Que para cumplir con la opción de Titulación Curricular en la carrera de*  
**“Ingeniería en Sistemas Computacionales”**

*Presentan*

**Víctor Arias Agreda**

**Iván Hernández Santillán**

**Yaira Georgina Sánchez Ramírez**

*Directores*

*M. en C. Jiménez Benítez José Alfredo*

*M. en C. Palma Orozco Rosaura*





**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO  
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA**



Registro de titulación: ISCCR032-2010-0035/2015

Fecha: 9 de Marzo 2015

Documento técnico

**“PUMAGEMA: Puntero Manipulado por Gestos Manuales”**

*Presentan*

**Arias Agreda Víctor<sup>1</sup>  
Hernández Santillán Iván<sup>2</sup>  
Sánchez Ramírez Yaira Georgina<sup>3</sup>**

*Directores*

*M. en C. Rosaura Palma Orozco*

*M. en C. José Alfredo Jiménez Benítez*

**RESUMEN**

Este Trabajo Terminal titulado Puntero Manipulado por Gestos Manuales (PUMAGEMA) busca por medio del reconocimiento de patrones manipular el puntero de una computadora con la mano, esto se pretende hacer mediante una cámara web captando el movimiento, aprovechando que en el mercado de las computadoras portátiles ya viene integrada dicha cámara. PUMAGEMA nace a partir del análisis de las desventajas del uso del mouse y el mouse pad, se pretende por medio de este TT alcanzar el menor desgaste físico con la mayor ergonomía posible para prevenir enfermedades físicas relacionadas con el uso del mouse o mouse pad.

**Palabras clave** – Ergonomía, Reconocimiento de Patrones, Sistemas Operativos

---

<sup>1</sup> the\_newgame\_hhh@hotmail.com

<sup>2</sup> ihsj23@hotmail.com

<sup>3</sup> furvi\_kika920@hotmail.com

# ADVERTENCIA

*“Este informe contiene información desarrollada por la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional a partir de datos y documentos con derecho de propiedad y por lo tanto su uso queda restringido a las aplicaciones que explícitamente se convengan”.*

La aplicación no convenida exime a la escuela de su responsabilidad técnica y da lugar a las consecuencias legales que para tal efecto se determinen.

Información adicional sobre este reporte técnico podrá obtenerse en:

El Departamento de Formación Integral e Institucional de ESCOM, del Instituto Politécnico Nacional, situada en Av. Juan de Dios Bátiz s/n esquina Miguel Othón de Mendizábal. Unidad Profesional Adolfo López Mateos. Teléfono: 5729-6000. Extensión 52021.

# Agradecimientos

A mis directores:

Por brindar todo su apoyo y conocimientos durante el desarrollo del proyecto, al mostrarnos como corregir nuestros errores como estudiantes, como personas y guiarnos de la mejor manera durante nuestra formación como ingenieros.

A mis compañeros de equipo:

Por haber demostrado responsabilidad, empeño y sobre todo amistad a pesar de los problemas que se presentaron a lo largo del proyecto, no solo los tropiezos en el ámbito académico sino también en los tropiezos en el ámbito personal que nos hicieron caer, demostrando su presencia y solidaridad en cada instante.

A mi familia:

Por haberme apoyado en toda mi carrera, ayudándome a cada paso y forjando a cada día valores. Agradecerle a esa pequeña familia llena de hermanos y hermanas que siempre estuvieron ahí en todo momento, de triunfos y derrotas, por toda la motivación que me dieron para seguir adelante y pese a las adversidades haciéndome sentir el orgullo de haber aprendido.

**Arias Agreda Víctor**

A mis directores:

Por proporcionarnos todo su apoyo y paciencia durante todo nuestro trabajo, al ayudarnos y corregirnos en los tropiezos que se fueron presentando.

A mis compañeros de equipo:

Por haber demostrado en todo este tiempo algo más que un trabajo en equipo, por su amistad que estuvo presente en cada momento y el compañerismo que hizo de este trabajo una nueva experiencia.

A mi familia:

Por haberme apoyado moralmente con mi trabajo y por ayudarme con mis estudios en todos aspectos, pero sobre todo por toda la motivación que me dieron para concluir de manera satisfactoria mis estudios y hacerme sentir orgulloso de mis logros.

**Hernández Santillán Iván**

Quiero empezar esta sección reconociendo a mis padres como mi principal motor para poder terminar con éste proyecto. A ti mamá por compartirme de tu inmensa luz que logro que me encontrará cuando más perdida y desganada me sentí. Gracias a tu energía recobre la fuerza y los ánimos para seguir adelante; sabes muchas veces sentí frustración también sentí apatía y por ende poco a poco deje de creer en mí... pero fuiste tu madre, fuiste tú quien nuevamente me levantó y me impulso a terminar mi carrera. Eres el ejemplo de que cuando crees en ti mismo puedes lograr cosas extraordinarias, gracias mamá por no perder la fé en mí. Y tu papá, aun ausente siempre te he sentido tan cerca, me has brindado tu ayuda y sobre todo tu atención siempre que la ha necesitado. Ustedes dos, mis creadores, mis padres los amo con todo mi corazón y el lazo que existe entre nosotros es inquebrantable, no importa las distancias, las ideas, los gustos e incluso las costumbres... los amo porque son un ejemplo para mí y me siento orgullosa de ambos.

Reconozco y honro a mi hermana, quien ha sido mi cómplice y mi confidente desde que la conozco. Hemos compartido tantas cosas y agradezco que haya sido participe de éste proyecto desde su inicio hasta su culminación. Sin tu apoyo Yuri nada sería igual, yo no sería la misma sin ti y este proyecto tampoco lo hubiera sido sin tus ánimos y sobre todo sin tu forma tan peculiar de hacerme reaccionar ante la apatía.

Agradezco a mi familia porque cada uno fue pieza clave para la terminación no solo de éste proyecto sino de la carrera entera. Fueron 5 años difíciles, llenos de esfuerzo y mucha dedicación que de no ser por mi familia habrían sido aún más complicados. Gracias por hacerme sentir siempre que soy parte de algo, les agradezco por sostenerme siempre en cada una de mis decisiones, no los defraudaré.

A mis compañeros de trabajo terminal les quiero confesar que para mí ha sido un honor haber realizado este proyecto con ustedes. Víctor e Iván han sido fundamentales en el desarrollo de esto y aunque los tres sabemos que fue un trabajo duro y exhaustivo, siempre buscamos la forma de hacerlo divertido, si ya sé que hubieron momentos de enojo y de frustración sin embargo pudimos con ello y sacamos adelante éste proyecto al que con tanta ilusión nombramos PUMAGEMA. Y no puedo dejar de mencionar a nuestros directores Rosaura y José Alfredo quienes fueron nuestros guías de principio a fin. Gracias a ustedes por hacer un éxito de nuestro proyecto.

A ti, mi 'Chowi', te quiero tanto y estoy tan agradecida contigo por acompañarme hasta el final. Abue gracias por dejar por unos instantes tus problemas de salud y ser testigo de este logro que también es para ti.

Quiero agradecer también a todos mis amigos y compañeros que me ayudaron a poder terminar con este proyecto. Cada uno se involucró de distinta manera, sin embargo agradezco desde quien me escucho cuando estaba en mi momento de crisis, quien me ayudo con algún tema desconocido para mí y también quienes se preocuparon por mi bienestar cuando todo parecía que yo ya no tenía más energías para continuar. He llegado al nivel que tanto había deseado llegar y debo reconocer que no lo hice sola, gracias a todos ustedes que hoy ya estoy aquí.

Y en especial quiero agradecerte a ti que muy bien sabes quién eres. Puedo decirte francamente que hoy reafirmo lo que algún día pensé: eres mi guía y mi ejemplo a seguir en el camino de la educación. Un día me vi en ti, y me propuse llegar al mismo objetivo al cual con tanto esfuerzo en ese entonces también llegaste tú. Hoy lo he logrado! Hoy me he superado y te agradezco por ser ese alguien a quien decidí seguirle los pasos.

Finalmente debo hacer el reconocimiento más importante y ese solo será dedicado a mí, a Yaira Georgina Sánchez Ramírez. He realizado uno de mis más grandes sueños y me siento tan afortunada y orgullosa de ello.

El Instituto Politécnico Nacional desde pequeña fue para mí un reto y mientras más se acercaba el momento de decidir más era mi temor de fracasar, sin embargo me esforcé y aunque parecía ser una lucha interminable, logré entrar a esta que ahora es mi escuela la que me abre los brazos y me enseña a volar. Pasaron varios años, pasé por distintas etapas sin embargo me hice responsable de mis estudios y aquí estoy ahora, disfrutando de este logro muy personal que con tanto esfuerzo y dedicación me hace sentir tan orgullosa de mi misma. Alcance mi primer sueño y estoy lista para volver a soñar...

**Sánchez Ramírez Yaira Georgina**

## ÍNDICE

1.- Introducción .....	10
2.- Resumen .....	11
3.- Objetivos .....	11
3.1.- Objetivos específicos.....	11
4.- Justificación.....	12
5.- Políticas .....	12
6.- Metodología.....	13
7.-PLAN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN (PSI).....	14
7.1 Análisis de necesidades del PSI .....	14
7.2 Identificación del alcance del PSI .....	15
8.-DEFINICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL PSI .....	16
8.1 Organización del PSI.....	16
8.2 Definición del plan de trabajo .....	16
9.-ESTUDIO DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE .....	26
9.1 Selección y análisis de antecedentes .....	26
9.2 Valoración de los antecedentes .....	27
10.-IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS .....	28
10.1 Análisis de las necesidades de la información .....	28
10.2 Catalogación de requisitos .....	29
11.- ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN ACTUALES.....	30
11.1 Análisis de los sistemas de información actuales .....	30
12.- DISEÑO DEL MODELO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	31
12.1 Diagnostico de la situación actual.....	31

12.2 Definición del modelo de sistemas de información.....	33
13.-DEFINICIÓN DE LA ARQUITECTURA TECNOLÓGICA .....	33
13.1 Identificaciones de las Necesidades de Infraestructura Tecnológica .....	33
13.2 Selección de la Arquitectura Tecnológica .....	34
14.- IDENTIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CALIDAD PARA EL SISTEMA .....	35
14.1.- Determinación de los Sistemas de Información objeto de Aseguramiento de Calidad .....	35
15.- Impacto en el Coste del Sistema .....	36
16.- ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN .....	39
16.1.- ESPECIFICACIÓN INICIAL DEL PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD .....	40
16.2.- Definición del Plan de Aseguramiento de Calidad para el Sistema de Información.....	41
17.- REVISIÓN DEL ANÁLISIS DE CONSISTENCIA.....	42
17.1.- Catalogación de requisitos.....	42
18.- DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN .....	46
18.1.- Revisión de la Consistencia entre Productos del Diseño .....	46
18.2.- REVISIÓN DE LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL PLAN DE PRUEBAS.....	47
18.2.1.- Revisión del Diseño de las Pruebas Unitarias, de Integración y del Sistema.....	47
18.3.- REVISIÓN DE LOS REQUISITOS DE IMPLANTACIÓN .....	48
18.3.1.- Revisión de los Requisitos de Documentación de Usuario .....	48
18.3.2.- Revisión de los Requisitos de Implantación.....	48
19.- CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	48
19.1.- Revisión de la Realización de las Pruebas Unitarias .....	49
19.1.1.- Revisión de la Realización de Integración del Sistema .....	50
20.- IMPLANTACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL SISTEMA .....	50
20.1.- REVISIÓN DE LAS PRUEBAS DE IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA .....	51
21.- PRUEBAS .....	52

22. DIAGRAMAS .....	54
22.1 Diagrama de Flujo de Datos .....	54
22.2 Diagrama de Casos de Uso .....	55
22.3 Diagrama de Secuencias.....	56
22.3.1 Diagrama de Movimiento .....	56
23.- RESULTADOS .....	59
24.- CONCLUSIONES .....	59
25.- TRABAJO A FUTURO .....	60
REFERENCIAS .....	61
GLOSARIO .....	62

# 1.- Introducción

En la actualidad las computadoras son utilizadas con mayor frecuencia por la población. Dentro de los dispositivos que son parte del sistema de cómputo, se encuentra el mouse o ratón. Este dispositivo se utiliza para la manipulación de un puntero dentro de un ambiente gráfico, la mayoría de las aplicaciones requieren del uso intensivo del mouse/ratón, este puede llegar a ser perjudicial pues se pueden desarrollar enfermedades como el síndrome del Túnel Carpiano, la enfermedad de Quervain's, inflamación o dolores intensos en la muñeca, todas estas han sido declaradas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) [1] como enfermedad profesional derivada de micro traumatismos y sobreesfuerzos repetitivos al que es típico en los usuarios constantes de este dispositivo como lo son los trabajos informáticos.

A pesar de que se han creado gran variedad de mouse ergonómicos para reducir estas enfermedades, la gran mayoría han quedado en el olvido, no se logra el propósito de ergonomía [2], otra opción es el mouse pad que es un pequeño rectángulo que al tocarlo con los dedos se puede controlar el movimiento del puntero, estos comenzaron a evolucionar pues solo contenían los botones derecho e izquierdos del mouse y solo se encontraban en las computadoras portátiles, después se fabricaron algunos para computadoras de escritorio pero sin gran éxito, mientras que en las computadoras portátiles ya contenían más botones o características novedosas para utilizar algunas funciones del puntero de manera más fácil, pero a pesar de todos estos cambios sigue existiendo el problema que es la ergonomía. En el mouse pad encontramos dolor en las articulaciones de las manos y muñecas y se puede presentar inflamación en las muñecas y dolores intensos.

En el mercado actual muchos productos se hacen llamar ergonómicos pero entre más ergonómicos son más costosos, por lo tanto los usuarios deciden comprar algo más barato y que les funcionará de igual manera, aunque no consideran que tan perjudicial puede ser el producto adquirido, este trabajo se enfoca hacia las computadoras portátiles puesto que estas tienen las herramientas necesarias en cuanto a hardware, de estas utilizaremos la cámara web que viene incluida actualmente en la gran mayoría de los equipos portátiles. Teniendo esta facilidad, solo nos enfocaremos en el software manejando el puntero del mouse con la mano en el aire mediante el reconocimiento de patrones que será analizado mediante una serie de imágenes que capturara la cámara web.

Cabe mencionar que este concepto de manejar las cosas mediante movimientos en el aire no es nuevo pues ya se ha planteado desde hace algunos años, este proyecto pretende enfocarse únicamente en el uso del puntero de la computadora, el sistema tomara referencias de varios proyectos. El más relevante fue desarrollado en ESCOM en el TT 20070091 con título "Ratón controlado por el movimiento ocular" dirigido por el Dr. Flavio Arturo Sánchez Garfias [3], en el cual como su nombre lo dice controlan el mouse con el movimiento ocular, este TT está basado en reconocimiento de patrones. Otra aplicación titulado "Camera Mouse 2010" desarrollado por el Profesor Margrit Betke y el Profesor James Gips [4] de la Universidad de Boston, este programa utiliza una cámara web para analizar

una imagen y asignando un área dada comienza a controlarse el movimiento del puntero del mouse con solo mover la cabeza, de igual manera existe la aplicación “Head Mouse” que fue desarrollado por Tomas Palleja Cabre & Edgar Rubion Soler en la Universidad de Lleida [5], la cual consta de la identificación del rostro para la manipulación del puntero del mouse.

## **2.- Resumen**

Este Trabajo Terminal titulado Puntero Manipulado por Gestos Manuales (PUMAGEMA) busca por medio del reconocimiento de patrones manipular el puntero de una computadora con la mano, esto se pretende hacer mediante una cámara web captando el movimiento, aprovechando que en el mercado de las computadoras portátiles ya viene integrada dicha cámara. PUMAGEMA nace a partir del análisis de las desventajas del uso del mouse y el mouse pad. Se pretende por medio de este Trabajo Terminal alcanzar el menor desgaste físico con la mayor ergonomía posible para prevenir enfermedades físicas relacionadas con el uso del mouse o mouse pad.

## **3.- Objetivos**

Desarrollar un sistema para controlar el puntero del mouse mediante una cámara web para una computadora por medio de gestos manuales [6].

### **3.1.- Objetivos específicos**

- Conseguir la mayor ergonomía para el manejo del puntero del mouse con nuestro sistema.
- Implementar el sistema en diferentes tipos de computadoras portátiles.
- Identificar fortalezas y debilidades de nuestro sistema.

## 4.- Justificación

Tras el análisis de la situación actual en cuanto a ergonomía se puede observar que los mouse más comunes tienen poca ergonomía por lo cual son económicos, pero en cuanto a los mouse que se hacen decir ergonómicos son de precios elevados. Las enfermedades relacionadas con el uso repetitivo de un solo dispositivo en una mala postura acarrearán diferentes padecimientos en brazos, muñecas y manos.

Al encontrar que es un problema tomado por proyectos basados en hardware, PUMAGEMA pretende tomar el enfoque de la ergonomía pero siendo un proyecto basado en software, pues no hay actualmente alguna aplicación que haga esto, existen programas similares y con un enfoque similar como Camera Mouse 2010, Head Mouse y Ratón Controlado por Movimiento Ocular.

PUMAGEMA permitirá que se controle el puntero del mouse en un ambiente gráfico de un sistema operativo, aportando al usuario la mayor ergonomía posible, ahorrará al usuario la compra de dispositivos como el mouse. Serán aprovechadas las herramientas y dispositivos actuales pues son de fácil acceso para el desarrollo de este proyecto; en el caso del hardware este proyecto no se enfoca a modificación o elaboración de algún prototipo puesto que utilizaremos la cámara web integrada de una computadora portátil dado que actualmente la tendencia de las mismas es el que ya cuenta con el dispositivo integrado, por lo tanto solo se enfocará en la elaboración de una aplicación donde se involucra el uso de la cámara para el objetivo ya planteado.

Los usuarios que serán beneficiados de manera directa serán todos aquellos que usen constantemente el mouse, como lo son todos aquellos que laboran en algún ámbito relacionado con la computación e informática, habiendo considerado la escasa existencia de aplicaciones de este tipo se pretende dar paso a la elaboración, innovación y mejora de estas.

## 5.- Políticas

PUMAGEMA se compromete a darle un mejor y más cómodo ámbito de trabajo en el uso de su sistema operativo, brindándole una comodidad ergonómica y de muy fácil uso para usted, así mismo le brindaremos soporte vía e-mail para su comodidad y fácil contacto para darle mantenimiento a su sistema.

PUMAGEMA le expondrá brevemente los principios que rigen sus políticas de privacidad y confidencialidad para la información proporcionada por los usuarios de este sistema:

a) PUMAGEMA únicamente es un software para la manipulación del puntero por medio de gestos manuales, que capture por medio de una cámara web que es necesaria calibrar por la persona que va a utilizar el sistema,

recabara la información del cliente y le brindara el servicio adecuado con la manipulación del puntero, el cual se utilizará únicamente para los fines que está diseñado.

b) PUMAGEMA se esfuerza por asegurar la calidad del sistema en la captura y manipulación del puntero por medio de los gestos manuales, brindándole información y soporte técnico vía e-mail las 24 horas los 365 días del año

## 6.- Metodología

PUMAGEMA será desarrollado bajo la metodología de Métrica Versión 3 [7] pasando por sus 5 fases:

- Fase 0: Plan de sistemas de información
- Fase 1: Análisis de sistemas
- Fase 2: Diseño de sistemas
- Fase 3: Construcción de sistemas
- Fase 4: Implantación de sistemas

Esta es una metodología orientada a objetos que utilizando el estándar de UML [8] nos ayuda con la elaboración de la documentación correspondiente al sistema utilizando como forma de desarrollo en espiral. Bajo el estándar ISO/IEC 12207:2008 se establece un marco común para los procesos del ciclo de vida del software con una terminología bien definida, que puede ser referenciada por la industria del software. Contiene procesos, actividades y tareas que se deben ir desarrollando a lo largo del proyecto. El objetivo principal de esta metodología es definir mediante un marco teórico el desarrollo de un sistema, permitiendo mejorar la productividad, de esta manera se tiene una mayor capacidad de adaptarse a los cambios, tomando en cuenta la reutilización en la medida de lo posible. Considerando estos aspectos, la metodología facilita la operación, mantenimiento, desarrollo y uso del sistema de tal forma que satisfaga las necesidades de los usuarios dando una mayor importancia al análisis de requerimientos. Cada una de sus fases serán aplicadas para el desarrollo del sistema propuesto.

Utilizando la flexibilidad de esta metodología se usara el lenguaje de programación Visual C++ de .NET dado que su eficacia nos ayudara a realizar de manera óptima el desarrollo de PUMAGEMA, de igual manera utilizaremos JAVA en algunas aplicaciones de PUMAGEMA por su adaptabilidad con los diferentes Sistemas Operativos y lenguajes de programación. En el caso de la documentación nos apoyaremos en Rational Rose de UML ya que contiene las herramientas necesarias para la elaboración de la documentación.

# 7.-PLAN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN (PSI)

El objetivo de esta actividad es determinar la necesidad del Plan de Sistemas de Información y llevar a cabo el arranque formal del mismo, con el apoyo del nivel más alto de la organización. Como resultado, se obtiene una descripción general del Plan de Sistemas de Información que proporciona una definición inicial del mismo, identificando los objetivos estratégicos a los que apoya, así como el ámbito general de la organización al que afecta, lo que permite implicar a las direcciones de las áreas afectadas por el Plan de Sistemas de Información.

## 7.1 Análisis de necesidades del PSI

En la actualidad las computadoras son utilizadas con mayor frecuencia por la población. Dentro de los dispositivos que son parte del sistema de cómputo, se encuentra el mouse. Este dispositivo se utiliza para la manipulación de un puntero dentro de un ambiente gráfico, la mayoría de las aplicaciones requieren del uso intensivo del mouse/ratón, este puede llegar a ser perjudicial pues se pueden desarrollar enfermedades como el síndrome del Túnel Carpiano, la enfermedad de Quervain's, inflamación o dolores intensos en la muñeca, todas éstas han sido declaradas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como enfermedad profesional derivada de micro traumatismos y sobreesfuerzos repetitivos al que es típico en los usuarios constantes de este dispositivo como lo son los trabajos informáticos.

A pesar de que se han creado gran variedad de mouse ergonómicos para reducir estas enfermedades, la gran mayoría han quedado en el olvido, puesto que no se logra el propósito de ergonomía, otra opción es el mouse pad que es un pequeño rectángulo que al tocarlo con los dedos se puede controlar el movimiento del puntero, éstos comenzaron a evolucionar pues sólo contenían los botones derecho e izquierdos del mouse y solo se encontraban en las computadoras portátiles, después se fabricaron algunos para computadoras de escritorio pero sin gran éxito, mientras que en las computadoras portátiles ya contenían más botones o características novedosas para utilizar algunas funciones del puntero de manera más fácil, pero a pesar de todos estos cambios sigue existiendo el problema que es la ergonomía. En el mouse pad encontramos dolor en las articulaciones de las manos y muñecas y se puede presentar inflamación en las muñecas y dolores intensos.

En el mercado actual muchos productos se hacen llamar ergonómicos pero entre más ergonómicos son más costosos, por lo tanto los usuarios deciden comprar algo más barato y que les funcionará de igual manera, aunque no consideran qué tan perjudicial puede ser el producto adquirido. Este trabajo se enfoca hacia las computadoras portátiles puesto que éstas tienen las herramientas necesarias en cuanto a hardware, de éstas utilizaremos la cámara web que viene incluida actualmente en la gran mayoría de los equipos portátiles. Teniendo esta facilidad, sólo nos enfocaremos en el software manejando el puntero del mouse con la mano en el aire mediante el reconocimiento de patrones que será analizado mediante una serie de imágenes que capturara la cámara web.

Cabe mencionar que este concepto de manipular el puntero mediante movimientos con las manos en el aire no es nuevo puesto que ya se ha planteado desde hace algunos años, este proyecto pretende enfocarse únicamente en el uso del puntero de la computadora, el sistema tomará referencias de varios proyectos. El más relevante fue desarrollado en ESCOM en el Trabajo Terminal 20070091 con título "Ratón controlado por el movimiento ocular"

dirigido por el Dr. Flavio Arturo Sánchez Garfias, en el cuál, cómo su nombre lo dice, controlan el mouse con el movimiento ocular, este Trabajo Terminal está basado en reconocimiento de patrones. Otra aplicación titulada “Camera Mouse 2010” desarrollado por el Profesor Margrit Betke y el Profesor James Gips de la Universidad de Boston, este programa utiliza una cámara web para analizar una imagen y asignando un área dada comienza a controlarse el movimiento del puntero del mouse con sólo mover la cabeza, de igual manera existe la aplicación “Head Mouse” que fue desarrollado por Tomás Palleja Cabre & Edgar Rubión Soler en la Universidad de Lleida, la cual consta de la identificación del rostro para la manipulación del puntero del mouse.

## 7.2 Identificación del alcance del PSI

El alcance que se establecerá en el proyecto PUMAGEMA es por medio de patrones de movimiento el cual se enfoca en seguir la trayectoria de la mano para la manipulación del puntero en un sistema operativo con ambiente gráfico; así mismo se plantea utilizar reconocimiento de patrones para identificar gestos manuales y con estos ejecutar funciones básicas del mouse, como son: clic derecho, clic izquierdo, doble clic y scroll.

# 8.-DEFINICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL PSI

## 8.1 Organización del PSI

Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Definición y organización del PSI										
Estudio de la información relevante										
Selección y análisis de antecedentes										
Identificación de requisitos										
Estudio de los procesos del PSI										
Análisis de las necesidades de la información										
Estudio de los sistemas de información actuales										
Diseño del modelo de información										
Estudio de la viabilidad del sistema										
Trabajo Terminal I										
Identificación de las PCS										
Impacto en el costo del sistema										
Análisis del sistema de información										
Revisión del análisis de consistencia										
Diseño del sistema de información										
Construcción del sistema de información										
Implantación y aceptación del sistema										
Evaluación del Trabajo Terminal II										

Tabla 1. Cronograma de trabajo.

## 8.2 Definición del plan de trabajo

Como se observa en la Tabla 1, la organización de las actividades va de acuerdo a la metodología MÉTRICA Versión 3, a continuación se hará la descripción de todas y cada una de las actividades.

### **Definición y organización del PSI:**

En esta actividad se detalla el alcance del plan, se organiza el equipo de personas que lo va a llevar a cabo y se elabora un calendario de ejecución. Todos los resultados o productos de esta actividad constituirán el marco de actuación del proyecto más detallado que en PSI en cuanto a objetivos, procesos afectados, participantes, resultados y fechas de entrega.

### **Estudio de la información relevante:**

El objetivo de esta actividad es recopilar y analizar todos los antecedentes generales que puedan afectar a los procesos y a las unidades organizativas implicadas en el Plan de Sistemas de Información, así como a los resultados del mismo. Pueden ser de especial interés los estudios realizados con anterioridad al Plan de Sistemas de Información, relativos a los sistemas de información de su ámbito, o bien a su entorno tecnológico, cuyas conclusiones deben ser conocidas por el equipo de trabajo del Plan de Sistemas de Información. La información obtenida en esta actividad se tendrá en cuenta en la elaboración de los requisitos.

### **Selección y análisis de antecedentes:**

Se seleccionan las fuentes de información y documentación a considerar en este estudio, teniendo en cuenta todos aquellos antecedentes de interés: plan estratégico de sistemas de información, estudios previos, plan general informático, etc. y se analiza el contenido de la información anterior. En el inicio y organización del Plan de Sistemas de Información se habrá orientado sobre la existencia de estos antecedentes, para facilitar al equipo de trabajo el desarrollo de esta actividad. Asimismo, se debe entrevistar a las personas de la organización que puedan aportar información adicional sobre antecedentes que deban ser considerados en el Plan de Sistemas de Información, al margen de la documentación disponible. La información recogida se tiene también en cuenta en la valoración de los mismos.

### **Identificación de requisitos:**

El objetivo final de esta actividad va a ser la especificación de los requisitos de información de la organización, así como obtener un modelo de información que los complemente. Para conseguir este objetivo, se estudia el proceso o procesos de la organización incluidos en el ámbito del Plan de Sistemas de Información. Para ello es necesario llevar a cabo sesiones de trabajo con los usuarios, analizando cada proceso tal y como debería ser, y no según su situación actual, ya que ésta puede estar condicionada por los sistemas de información existentes. Del mismo modo, se identifican los requisitos de información, y se elabora un modelo de información que represente las distintas entidades implicadas en el proceso, así como las relaciones entre ellas. Por último, se clasifican los requisitos identificados según su prioridad, con el objetivo de incorporarlos al catálogo de requisitos del Plan de Sistemas de Información.

### **Estudio de los procesos del PSI:**

Se estudia cada proceso de la organización incluido en el ámbito del Plan de Sistemas de Información. Para cada uno de ellos, es necesario identificar las actividades o funciones, la información implicada en ellas y las unidades

organizativas que participan en el desarrollo de cada actividad. Para obtener esta información es necesario llevar a cabo sesiones de trabajo con los usuarios implicados en cada uno de los procesos a analizar. Una vez contrastadas las conclusiones, se elabora el modelo correspondiente a cada proceso. Si existe relación entre los distintos modelos, se unifican en la medida de lo posible, con el fin de proporcionar una visión global en el contexto de la organización y facilitar una identificación de requisitos más objetiva.

### **Análisis de las necesidades de la información:**

Mediante sesiones de trabajo, se identifican las necesidades de información de cada uno de los procesos analizados en la actividad anterior. Se elabora un modelo de información que refleje las principales entidades y relaciones existentes entre ellas. Todo esto se realiza con la perspectiva de lo que debe ser el proceso en cuanto a sus actividades y funciones, así como a la información de entrada y salida para cada una de ellas. Los resultados del análisis realizado en esta tarea son la base para la identificación de requisitos.

### **Estudio de los sistemas de información actuales:**

El objetivo de esta actividad es obtener una valoración de la situación actual al margen de los requisitos del catálogo, apoyándose en criterios relativos a facilidad de mantenimiento, documentación, flexibilidad, facilidad de uso, etc. En esta actividad se debe tener en cuenta la opinión de los usuarios, ya que aportarán elementos de valoración, como por ejemplo, su nivel de satisfacción con cada sistema de información. Se seleccionan los sistemas de información actuales que son objeto del análisis y se lleva a cabo el estudio de los mismos con la profundidad y el detalle que se determine conveniente en función de los objetivos definidos para el Plan de Sistemas de Información. Este estudio permite, para cada sistema, determinar sus carencias y valorarlos. Esta valoración se utilizará en la actividad Diseño del Modelo de Sistemas de Información, donde se analizará la cobertura de los sistemas de información actuales con respecto a los requisitos.

### **Diseño del modelo de información:**

El objetivo de esta actividad es identificar y definir los sistemas de información que van a dar soporte a los procesos de la organización afectados por el Plan de Sistemas de Información. Para ello, en primer lugar, se analiza la cobertura que los sistemas de información actuales dan a los requisitos recogidos en el catálogo elaborado en las actividades Estudio de la Información Relevante e Identificación de Requisitos. Esto permitirá efectuar un diagnóstico de la situación actual, a partir del cual se seleccionan los sistemas de información actuales considerados válidos, identificando las mejoras a realizar en los mismos. Por último, se definen los nuevos sistemas de información necesarios para cubrir los requisitos y funciones de los procesos no soportados por los sistemas actuales seleccionados. Teniendo en cuenta los resultados anteriores, se elabora el modelo de sistemas de información válido para dar soporte a los procesos de la organización incluidos en el ámbito del Plan de Sistemas de Información.

### **Estudio de la viabilidad del sistema:**

El propósito de este proceso es analizar un conjunto concreto de necesidades, con la idea de proponer una solución a corto plazo. Los criterios con los que se hace esta propuesta no serán estratégicos sino tácticos y relacionados con aspectos económicos, técnicos, legales y operativos. Los resultados del Estudio de Viabilidad del Sistema constituirán la base para tomar la decisión de seguir adelante o abandonar. Si se decide seguir adelante pueden surgir uno o varios proyectos que afecten a uno o varios sistemas de información. Dichos sistemas se desarrollarán según el resultado obtenido en el estudio de viabilidad y teniendo en cuenta la cartera de proyectos para la

estrategia de implantación del sistema global. Se ha considerado que este proceso es obligatorio, aunque el nivel de profundidad con el que se lleve a cabo dependerá de cada caso. La conveniencia de la realización del estudio de la situación actual depende del valor añadido previsto para la especificación de requisitos y para el planteamiento de alternativas de solución. En las alternativas se considerarán soluciones "a medida", soluciones basadas en la adquisición de productos software del mercado o soluciones mixtas. Para valorar las alternativas planteadas y determinar una única solución, se estudiará el impacto en la organización de cada una de ellas, la inversión y los riesgos asociados. El resultado final de este proceso son los productos relacionados con la solución que se propone para cubrir la necesidad concreta que se planteó en el proceso, y que depende de si la solución conlleva desarrollo a medida o no:

- Contexto del sistema (con la definición de las interfaces en función de la solución).
- Impacto en la organización.
- Coste/beneficio de la solución.
- Valoración de riesgos de la solución.
- Enfoque del plan de trabajo de la solución.
- Planificación de la solución.
- Solución propuesta:
  - Descripción de la solución.
  - Modelo de descomposición en subsistemas.
  - Matriz de procesos/localización geográfica.
  - Matriz datos/localización geográfica. Entorno tecnológico y comunicaciones.
  - Estrategia de implantación global del sistema.
  - Descripción de los procesos manuales.

**Si la alternativa incluye desarrollo:**

- Modelo abstracto de datos/Modelo de procesos.
- Modelo de negocio/Modelo de dominio.

Si la alternativa incluye un producto software estándar de mercado:

- Descripción del producto.
- Evolución del producto.

- Costes ocasionados por el producto.
- Estándares del producto.
- Descripción de adaptación si es necesaria.

Si en la organización se ha realizado con anterioridad un Plan de Sistemas de Información que afecte al sistema objeto de este estudio, se dispondrá de un conjunto de productos que proporcionarán información a tener en cuenta en todo el proceso.

### **Impacto en el costo del sistema:**

Una vez identificada la necesidad de un plan de aseguramiento de calidad y definido su alcance, se establece el coste adicional asociado a cada sistema de información en las alternativas propuestas, con el fin de aportar esta información al coste total del sistema y en consecuencia determinar su viabilidad económica.

Este coste aporta la información necesaria para poder valorar globalmente cada alternativa de solución y determinar su viabilidad en el caso de que sea necesario un plan de aseguramiento de calidad.

#### Productos

##### De entrada

- Plan de aseguramiento de calidad.
- Valoración de alternativas.

##### De salida

- Valoración de alternativas.
  - Coste del plan de aseguramiento de calidad.

#### Técnicas

- Análisis coste / beneficio.

#### Participantes

- Grupo de Aseguramiento de la Calidad.
- Jefe de Proyecto.

### **Análisis del sistema de información:**

El propósito de este proceso es conseguir la especificación detallada del sistema de información, a través de un catálogo de requisitos y una serie de modelos que cubran las necesidades de información de los usuarios para los que se desarrollará el sistema de información y que serán la entrada para el proceso de Diseño del Sistema de Información. Como ya se ha dicho MÉTRICA Versión 3 cubre tanto desarrollos estructurados como orientados a objetos, y las actividades de ambas aproximaciones están integradas en una estructura común aunque presenta

alguna actividad exclusiva para cada tipo de desarrollo. En primer lugar se describe inicialmente el sistema de información, a partir de los productos generados en el proceso Estudio de Viabilidad del Sistema. Se delimita su alcance, se genera un catálogo de requisitos generales y se describe el sistema mediante unos modelos iniciales de alto nivel. Se recogen de forma detallada los requisitos funcionales que el sistema de información debe cubrir, catalogándolos, lo que permite hacer la traza a lo largo de los procesos de desarrollo. Además, se identifican los requisitos no funcionales del sistema, es decir, las facilidades que ha de proporcionar el sistema, y las restricciones a que estará sometido, en cuanto a rendimiento, frecuencia de tratamiento, seguridad, etc. Para facilitar el análisis del sistema se identifican los subsistemas de análisis, y se elaboran los modelos de Casos de Uso y de Clases, en desarrollos orientados a objetos, y de Datos y Procesos en desarrollos estructurados. Se ha incorporado una actividad específica para la definición de Interfaces de Usuario al tiempo que se van obteniendo y depurando los requisitos y los anteriores modelos. Se especificarán todas las interfaces entre el sistema y el usuario, como formatos de pantallas, diálogos, formatos de informes y formularios de entrada. Finalizados los modelos, se realiza un análisis de consistencia, mediante una verificación y validación, lo que puede forzar la modificación de algunos de los modelos obtenidos. Una vez realizado dicho análisis de consistencia se elabora el producto Especificación de Requisitos Software, que constituye un punto de referencia en el desarrollo del software y la línea base de referencia para las peticiones de cambio sobre los requisitos inicialmente especificados. En este proceso se inicia también la especificación del Plan de Pruebas, que se completará en el proceso Diseño del Sistema de Información. Los productos resultantes del Análisis del Sistema de Información, dependen del tipo de desarrollo de que se trate y se detallan a continuación especificando los que son distintos, según los dos tipos de desarrollo a los que da respuesta MÉTRICA Versión 3:

- Descripción general del entorno tecnológico.
- Glosario de términos.
- Catálogo de normas.
- Catálogo de requisitos.
- Especificación de interfaz de usuario.

Además, en Análisis Estructurado:

- Plan de migración y carga inicial de datos.
- Contexto del sistema.
- Matriz de procesos/localización geográfica.
- Descripción de interfaz con otros sistemas.
- Modelo de procesos.
- Modelo lógico de datos normalizado.

Además, en Análisis Orientado a Objetos:

- Descripción de subsistemas de análisis.

- Descripción de interfaces entre subsistemas.
- Modelo de clases de análisis.
- Comportamiento de clases de análisis.
- Análisis de la realización de los casos de uso.

En este proceso es muy importante la participación de los usuarios, a través de técnicas interactivas, como diseño de diálogos y prototipos, que permiten al usuario familiarizarse con el nuevo sistema y colaborar en la construcción y perfeccionamiento del mismo.

### **Revisión del análisis de consistencia:**

Se comprueba que todos los productos obtenidos se ajustan a las normas y estándares establecidos en el plan de aseguramiento de calidad y que responden a los requisitos especificados.

Se revisa que se ha realizado la verificación y validación de los productos resultantes del análisis, así como la trazabilidad de requisitos.

#### Productos

##### De entrada

- Catálogo de requisitos.
- Modelos del análisis revisado.
- Plan de aseguramiento de calidad.
- Dossier de aseguramiento de calidad.

##### De salida

- Dossier de aseguramiento de calidad.
  - Revisión de la consistencia entre productos.

#### Prácticas

- Revisión técnica.

#### Participantes

- Grupo de Aseguramiento de la Calidad.

### **Diseño del sistema de información:**

El propósito del Diseño del Sistema de Información es obtener la definición de la arquitectura del sistema y del entorno tecnológico que le va a dar soporte, junto con la especificación detallada de los componentes del sistema

de información. A partir de dicha información, se generan todas las especificaciones de construcción relativas al propio sistema, así como la especificación técnica del plan de pruebas, la definición de los requisitos de implantación y el diseño de los procedimientos de migración y carga inicial, éstos últimos cuando proceda. El diseño de la arquitectura del sistema dependerá en gran medida de las características de la instalación, de modo que se ha de tener en cuenta una participación activa de los responsables de Sistemas y Explotación de las Organizaciones para las que se desarrolla el sistema de información. Este proceso consta de un primer bloque de actividades, que se realizan en paralelo, y cuyo objetivo es obtener el diseño de detalle del sistema de información que comprende la partición física del sistema de información, independiente de un entorno tecnológico concreto, la organización en subsistemas de diseño, la especificación del entorno tecnológico sobre el que se despliegan dichos subsistemas y la definición de los requisitos de operación, administración del sistema, seguridad y control de acceso. En el caso de diseño orientado a objetos, conviene señalar que se ha contemplado que el diseño de la persistencia se lleva a cabo sobre bases de datos relacionales. De este primer bloque de actividades se obtienen los siguientes productos:

- Catálogo de requisitos.
- Catálogo de excepciones.
- Catálogo de normas para el diseño y construcción.
- Diseño de la arquitectura del sistema.
- Entorno tecnológico del sistema.
- Procedimientos de operación y administración del sistema.
- Procedimientos de seguridad y control de acceso.
- Diseño detallado de los subsistemas de soporte.
- Modelo físico de datos optimizado.
- Asignación de esquemas físicos de datos a nodos.

Además, en Diseño Estructurado:

- Diseño de la arquitectura modular.
- Diseño de interfaz de usuario.

Además, en Diseño Orientado a Objetos:

- Diseño de la realización de casos de uso.
- Modelo de clases de diseño.
- Comportamiento de clases de diseño.
- Diseño de interfaz de usuario.

Al igual que en el proceso de Análisis del Sistema de Información, antes de proceder a la especificación de los componentes, se realiza una verificación y validación, con objeto de analizar la consistencia entre los distintos modelos y formalizar la aceptación del diseño de la arquitectura del sistema por parte de los usuarios de Explotación y Sistemas. Un segundo bloque de actividades complementa el diseño del sistema de información, en el que se generan todas las especificaciones necesarias para la construcción del sistema de información:

- Las especificaciones de construcción de los componentes del sistema (módulos o clases, según el caso) y de las estructuras de datos.
- Los procedimientos de migración y sus componentes asociados.
- La definición y revisión del plan de pruebas, y el diseño de las verificaciones de los niveles de prueba establecidos.
- El catálogo de excepciones que permite establecer un conjunto de verificaciones relacionadas con el propio diseño o con la arquitectura del sistema.
- La especificación de los requisitos de implantación.

### **Construcción del sistema de información:**

La construcción del Sistema de Información tiene como objetivo final la construcción y prueba de los distintos componentes del sistema de información, a partir del conjunto de especificaciones lógicas y físicas del mismo, obtenido en el Proceso de Diseño del Sistema de Información. Se desarrollan los procedimientos de operación y seguridad y se elaboran los manuales de usuario final y de explotación, estos últimos cuando proceda. Para conseguir dicho objetivo, se recoge la información relativa al producto del diseño Especificaciones de construcción del sistema de información, se prepara el entorno de construcción, se genera el código de cada uno de los componentes del sistema de información y se van realizando, a medida que se vaya finalizando la construcción, las pruebas unitarias de cada uno de ellos y las de integración entre subsistemas. Si fuera necesario realizar una migración de datos, es en este proceso donde se lleva a cabo la construcción de los componentes de migración y procedimientos de migración y carga inicial de datos. Como resultado de dicho proceso se obtiene:

- Resultado de las pruebas unitarias.
- Evaluación del resultado de las pruebas de integración.
- Evaluación del resultado de las pruebas del sistema.
- Producto software:
  - Código fuente de los componentes.
  - Procedimientos de operación y administración del sistema.

- Procedimientos de seguridad y control de acceso.
- Manuales de usuario.
- Especificación de la formación a usuarios finales.
- Código fuente de los componentes de migración y carga inicial de datos.
- Procedimientos de migración y carga inicial de datos.
- Evaluación del resultado de las pruebas de migración y carga inicial de datos.

### **Implantación y aceptación del sistema:**

Este proceso tiene como objetivo principal, la entrega y aceptación del sistema en su totalidad, que puede comprender varios sistemas de información desarrollados de manera independiente, según se haya establecido en el proceso de Estudio de Viabilidad del Sistema, y un segundo objetivo que es llevar a cabo las actividades oportunas para el paso a producción del sistema. Se establece el plan de implantación, una vez revisada la estrategia de implantación y se detalla el equipo que lo realizará. Para el inicio de este proceso se toman como punto de partida los componentes del sistema probados de forma unitaria e integrada en el proceso Construcción del Sistema de Información, así como la documentación asociada. El Sistema se someterá a las Pruebas de Implantación con la participación del usuario de operación cuya responsabilidad, entre otros aspectos, es comprobar el comportamiento del sistema bajo las condiciones más extremas. También se someterá a las Pruebas de Aceptación cuya ejecución es responsabilidad del usuario final. En este proceso se elabora el plan de mantenimiento del sistema de forma que el responsable del mantenimiento conozca el sistema antes de que éste pase a producción. También se establece el acuerdo de nivel de servicio requerido una vez que se inicie la producción. El acuerdo de nivel de servicio hace referencia a servicios de gestión de operaciones, de soporte a usuarios y al nivel con el que se prestarán dichos servicios. Como resultado de este proceso se obtienen los siguientes productos:

- Plan de implantación del sistema en su totalidad.
- Equipo de implantación que realizará la implantación.
- Plan de formación del equipo de implantación (esquema, materiales, recursos necesarios, planificación y especificación de la formación de usuarios finales).
- Evaluación de las pruebas de implantación del sistema por parte del usuario de operación.
- Evaluación de las pruebas de aceptación del sistema por parte del usuario final.
- Plan de mantenimiento previo al paso a producción.
- Acuerdo de nivel de servicio del sistema.
- Sistema en producción.

# 9.-ESTUDIO DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE

El objetivo de esta actividad es recopilar y analizar todos los antecedentes generales que puedan afectar a los procesos y a las unidades organizativas implicadas en el Plan de Sistemas de Información, así como a los resultados del mismo. Pueden ser de especial interés los estudios realizados con anterioridad al Plan de Sistemas de Información, relativos a los sistemas de información de su ámbito, o bien a su entorno tecnológico, cuyas conclusiones deben ser conocidas por el equipo de trabajo del Plan de Sistemas de Información.

## 9.1 Selección y análisis de antecedentes

En los últimos años se han desarrollado diversos proyectos que han resuelto diversos problemas haciendo uso de las técnicas asociadas al tema tratado en PUMAGEMA, por lo que se han considerado distintas fuentes de información, tales como proyectos publicados en la web, así como trabajos terminales realizados por generaciones anteriores, los cuales tienen ciertas similitudes con respecto a nuestro proyecto, siendo éstas últimas fuentes de mayor relevancia. Estas fuentes se enlistan a continuación:

### **Proyectos publicados en la web.**

- Camera Mouse 2010 (desarrollado por Jim Gips y Margit Betke, en la Universidad de Boston).
- Head Mouse 2 (desarrollado por Tomás Palleja Cabre & Edgar Rubión Soler, en la Universidad de Lleida).
- Enable Viacam
- Emulador de Mouse para personas con alteraciones motoras (Realizado en la escuela ORT de Argentina).
- Tetramouse. (Realizado por TetraLite Products, Seattle WA, USA)

### **Trabajos terminales.**

- MOLECULEX (dirigido por: M. en C. Rosas Trigueros Jorge Luís).
- Ratón controlado por el movimiento ocular (dirigido por: M. en C. Sánchez Garfias Flavio A.).

## 9.2 Valoración de los antecedentes

Ante las distintas fuentes descritas en el análisis de antecedentes, se realiza una breve descripción, valorando la información que representa las ventajas o desventajas que se presenten.

- Camera Mouse 2010.

Dirigido hacia personas con algún tipo de enfermedad motriz. Este proyecto reconoce un punto fijo en el rostro, haciendo un seguimiento del mismo para poder manipular el puntero de la computadora, permitiendo hacer clic.

- Head Mouse 2

Este proyecto fue hecho con el objeto de ayudar a personas que padezcan de una enfermedad motriz. Tiene el mismo fin u objetivo que Camera Mouse 2010, con la diferencia que éste hace un reconocimiento facial, más aparte permite hacer funciones del mouse.

- Enable Viacam

Es otro proyecto que de igual forma, maneja el puntero del mouse mediante el reconocimiento del rostro, permitiendo hacer diversas funciones de clic con tan solo mantener fija la cabeza por 2 segundos sobre un área específica de la pantalla. Una característica principal es que la imagen capturada por la cámara, crea una pequeña área en la cual debe enfocar el rostro, fuera de ésta área no reconoce dicho movimiento.

- Emulador de Mouse para personas con alteraciones motoras

Utilizan una cámara web ubicada en la cabeza del usuario, sujeta con una bincha, gorro o casco y con un led infrarrojo ubicado sobre el monitor. El clic izquierdo, derecho y doble clic lo hacen mediante software.

- Tetramouse

Con la boca realiza el control emulando el clic derecho y el clic izquierdo, este dispositivo está conectado al computador por USB o con el adaptador PS/2.

- MOLECULEX.

Este trabajo terminal permite realizar la simulación de reacciones químicas mediante el movimiento de la mano, reconocido a través de la cámara web de la computadora. La limitante de este trabajo, respecto a PUMAGEMA, es que la funcionalidad no va dirigida al movimiento del puntero de la computadora, sin embargo, la técnica para el reconocimiento de la mano, es el factor importante considerado para este proyecto.

- Ratón controlado por el movimiento ocular

Este trabajo terminal permite controlar el puntero del mouse de la computadora mediante el movimiento ocular. Para el uso de este sistema, se requiere del uso de una visera con una cámara web que enfoque al rostro. Este método, desde el punto de vista ergonómico es incómodo, por el hecho de soportar el peso de la cámara web en la cabeza.

Los trabajos previamente descritos tienen un objetivo similar, van dirigidos hacia usuarios que padezcan de algún tipo de enfermedad motriz que les impida usar el mouse para manipular el puntero de la computadora. PUMAGEMA permite su utilización para evitar que los usuarios presenten estos síntomas e incluso también las personas que padezcan de este mismo síntoma puedan usar la computadora.

## **10.-IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS**

El objetivo final de esta actividad va a ser la especificación de los requisitos de información de la organización, así como obtener un modelo de información que los complemente. Para conseguir este objetivo, se estudia el proceso o procesos de la organización incluidos en el ámbito del Plan de Sistemas de Información. Para ello es necesario llevar a cabo sesiones de trabajo con los usuarios, analizando cada proceso tal y como debería ser, y no según su situación actual, ya que ésta puede estar condicionada por los sistemas de información existentes.

### **10.1 Análisis de las necesidades de la información**

Tras el análisis de la situación actual en cuanto a ergonomía se puede observar que los mouse más comunes tienen poca ergonomía por lo cual son económicos, pero en cuanto a los mouse que se hacen decir ergonómicos son de precios elevados. Las enfermedades relacionadas con el uso repetitivo de un solo dispositivo en una mala postura acarrearán diferentes padecimientos en brazos, muñecas y manos.

Al encontrar que es un problema tomado por proyectos basados en hardware, PUMAGEMA pretende tomar el enfoque de la ergonomía, siendo un proyecto basado en software, pues no hay actualmente alguna aplicación que haga esto. Existen aplicaciones con un enfoque similar como Camera Mouse 2010, Head Mouse y Ratón Controlado por Movimiento Ocular.

PUMAGEMA permitirá que se controle el puntero del mouse en un ambiente gráfico de un sistema operativo, aportando al usuario la mayor ergonomía posible, ahorrando al usuario la compra de dispositivos como el mouse. Serán aprovechadas las herramientas y dispositivos actuales pues son de fácil acceso para el desarrollo de este proyecto; en el caso del hardware este proyecto no se enfoca a modificación o elaboración de algún prototipo puesto que utilizaremos la cámara web integrada de una computadora portátil dado que actualmente la tendencia de las mismas es el que ya cuenta con el dispositivo integrado, por lo tanto solo se enfocará en la elaboración de una aplicación donde se involucra el uso de la cámara para el objetivo ya planteado.

Los usuarios que serán beneficiados de manera directa serán todos aquellos que usen constantemente el mouse, como lo son todos aquellos que laboran en algún ámbito relacionado con la computación e informática, habiendo considerado la escasa existencia de aplicaciones de este tipo se pretende dar paso a la elaboración, innovación y mejora de estas.

## 10.2 Catalogación de requisitos

### 1. Funcionalidad

RF1. El sistema debe capturar una secuencia de imágenes a través de la cámara web, mediante un módulo de identificación de gestos y movimientos del usuario en el plano X, Y.

RF2. El sistema debe reconocer la estructura de la mano: como son sus características.

RF3. El sistema debe reconocer los patrones de movimiento como: seleccionar, arrastrar y movimiento en el plano X, Y.

RF4. El sistema debe reconocer los patrones de funciones específicas como: clic derecho, clic izquierdo, doble clic y scroll.

RF5. El sistema debe mover el puntero de acuerdo a los patrones de movimiento.

RF7. El sistema debe gestionar y operar la cámara web.

### 2. No Funcional

RNF1. El sistema dispondrá de opciones de configuración para el puntero de la computadora como: velocidad del puntero en el plano X, Y, ver I1.

RNF2. El sistema muestra en una ventana de 320 x 240 la imagen de la cámara web.

RNF3. El sistema necesita una cámara web con una resolución mínima de 800 X 600.

RNF4. El sistema debe convertir la imagen en escala de grises para que pueda ser tratada.

### 3. Eficiencia.

E1. Las imágenes capturadas por la cámara web deben ser tomadas cada segundo.

E2. El sistema debe mostrar el resultado en pantalla en no más 1 segundo.

### 4. Interface.

I1. El sistema debe contar con un menú despegable para el usuario, donde pueda calibrar la cámara web y configurar las opciones del puntero de la computadora.

### 5. Mantenimiento.

M1. El sistema debe estar dividido en módulos para su fácil mantenimiento.

M2. Los módulos del sistema deben ser bien documentados para su fácil mantenimiento.

# 11.- ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN ACTUALES

En esta actividad se debe tener en cuenta la opinión de los usuarios, ya que aportarán elementos de valoración, como por ejemplo, su nivel de satisfacción con cada sistema de información. Se seleccionan los sistemas de información actuales que son objeto del análisis y se lleva a cabo el estudio de los mismos con la profundidad y el detalle que se determine conveniente en función de los objetivos definidos para el Plan de Sistemas de Información.

## 11.1 Análisis de los sistemas de información actuales

En la Tabla 2 se muestran algunas características que definen el funcionamiento y la estructura.

SOFTWARE	Camera Mouse 2010	Head Mouse 2	Enable Viacam	MOLECULEX	Ratón controlado por movimiento ocular
CARACTERÍSTICAS					
Sistema Operativo en que trabaja	Windows XP, vista, 7	Windows XP y vista	Windows 2000, XP, Vista, 7 y GNU/Linux	Windows XP, Vista, 7	Windows XP, Vista, 7
Lenguaje de programación	--	--	C++	Java	C++ Builder
Calibración	No	No	No	Si	Si
Código	No	No	Si	Si	Si
Licencia	Gratuito	Gratuito	GNU/Linux	Gratuita	Gratuita
Resolución	Desde 480x320	Desde 800x600	Desde 480x320	Desde 800x600	Desde 800x600

Tabla 2. Tabla comparativa del Análisis de los Sistemas de Información

## 12.- DISEÑO DEL MODELO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

El objetivo de esta actividad es identificar y definir los sistemas de información que van a dar soporte a los procesos de la organización afectados por el Plan de Sistemas de Información. Para ello, en primer lugar, se analiza la cobertura que los sistemas de información actuales dan a los requisitos recogidos en el catálogo elaborado en las actividades Estudio de la Información Relevante.

### 12.1 Diagnostico de la situación actual

Realizando un estudio de campo, se obtuvieron algunos tipos, marcas y modelos de mouse más populares en el mercado de las computadoras, por lo cual se citan algunos de estos en la Tabla 3, mostrando los diseños de estos y su costo en el mercado.

MOUSE O RATÓN	DESCRIPCIÓN	MOUSE O RATÓN	DESCRIPCIÓN
	Mouse Logitech Marca Labtec \$129		Apple Pro Mouse Black USB  \$279
	Mouse para MAC  \$430		Genius Optical Wheel Mouse 400dpi Xscroll Negro Ps/2 G5  \$69

MOUSE O RATÓN	DESCRIPCIÓN	MOUSE O RATÓN	DESCRIPCIÓN
	Ixium MN100 mini mouse USB retractile Luxury Gold \$190		Mouse Auto Carrito Diseño Tipo Porsche Concept \$220
	Body Mouse \$869		<b>MOUSE ARC MICROSOFT</b>  \$380
	Mouse Targus Optico Wireless P/notebook \$128		<b>MOUSE EXPLORER MICROSOFT</b>  \$139
	Wheel Mouse forma de llanta. \$220		Mouse usb sumergible en agua \$140

Tabla 3. Catálogo de Mouse

## 12.2 Definición del modelo de sistemas de información

PUMAGEMA se enfocara en el modelo matemático de programación lineal ya que es un recurso muy preciso que combina variables productivas para lograr viabilidad económica.

Busca representar fenómenos o relaciones entre ellos a través de una formulación matemática, tomando en cuenta que contiene varios aspectos muy importantes en el, como son:

- Modelo estocástico o probabilístico, puesto que en el sistema el resultado que se obtenga de la captura de la imagen se verá en forma de patrones de reconocimiento de la acción o gesto manuales que se solicite, estos movimientos dependerán de la probabilidad para la acción del puntero.
- Modelo numérico en estos reflejaremos la realidad física y las condiciones iniciales, estas se representan mediante un conjunto de números por los cuales se calcularan, esto tendrá cierto efecto en las condiciones iniciales de nuestro sistema.

## 13.-DEFINICIÓN DE LA ARQUITECTURA TECNOLÓGICA

En esta actividad se propone una arquitectura tecnológica que de soporte al modelo de información y de sistemas de información incluyendo, si es necesario, opciones. Para esta actividad se tienen en cuenta especialmente los requisitos de carácter tecnológico, aunque es necesario considerar el catálogo completo de requisitos para entender las necesidades de los procesos y proponer los entornos tecnológicos que mejor se adapten a las mismas.

### 13.1 Identificaciones de las Necesidades de Infraestructura Tecnológica

De acuerdo a la gama de sistemas que se han plasmado en el estado del arte se hace el análisis para que el desarrollo de PUMAGEMA sea el más cómodo y organizado, de tal manera que el análisis se basa en los 3 grandes aspectos a considerar que son:

- Sistema Operativo
- Lenguaje de Programación
- Funcionalidad

En lo que se refiere al sistema operativo se toma en cuenta cual es el que se ha utilizado en los demás sistemas, en el caso de Camera Mouse 2010 tiene como opciones de sistema operativo Windows XP, Vista y 7; en el caso de Head Mouse 2 tiene como opciones de sistema operativo Windows 98, XP y Vista; en el caso de eViacam tiene

como opciones de sistema operativo Windows 2000, XP, Vista, 7 y Linux. Por otra parte los trabajos terminales consultados como el “Ratón controlado por movimiento ocular” y “MOLECULEX” están disponibles para el sistema operativo Windows XP, Vista y 7

En cuanto a lo referente a las herramientas de desarrollo se encontraron variantes, es decir, la diversidad de herramientas de desarrollo gira en torno a JAVA y C++, sabemos que JAVA es un lenguaje de programación muy flexible que nos permite utilizar una gran cantidad de bibliotecas para el desarrollo de diversas aplicaciones, desgraciadamente es un lenguaje interpretado lo cual lo hace más lento; por otra parte C++ cuenta con una extensa gama de variantes pero con sus bases, dependiendo el creador de la interfaz para programar son las variantes, bibliotecas y funciones adicionales con las que cuenta la herramienta de desarrollo.

En el caso de la funcionalidad se refiere tenemos una variante pues cada sistema funciona bajo ciertas condiciones las cuales llegan ser muy específicas o en su defecto muy generales lo cual complica hacer pruebas de diferentes tipos. En la funcionalidad de la cámara web difiere en algunos sistemas las especificaciones de los desarrolladores con las pruebas de funcionalidad, en el caso de la precisión del sistema es una variante que depende del controlador o la resolución de la cámara web dándonos como resultado una perspectiva personal de la funcionalidad para tomarlo como un promedio a superar.

De acuerdo a los datos de la Tabla 4 donde se muestran los requerimientos del hardware de PUMAGEMA que se muestra a continuación, se puede observar que la variación entre los requerimientos de los sistemas no es muy alta por lo cual se ha considerado que para el desarrollo de PUMAGEMA que se tomen las siguientes características

- Memoria RAM de 1GB o superior
- Disco Duro con 30 MB libres
- Procesador Pentium VI a 2GHz o superior/equivalente

Sistema	RAM	Disco Duro	Procesador
Camera Mouse 2010	Menos de 2 GB	44 MB libres	Pentium III mínimo
Head Mouse 2	Menos de 1 GB	5 MB libres	Pentium IV o superior
eViacam	Menos de 1 GB	10 MB libres	Pentium IV o superior

Tabla 4. Requerimientos de Hardware

## 13.2 Selección de la Arquitectura Tecnológica

Una vez hecho el análisis como se mostró en el punto anterior se procede a hacer la selección de Tecnologías y las alternativas que se pueden tener de tal manera que se han seleccionado de la siguiente manera:

### ➤ Sistema Operativo

Como sistema operativo se ha elegido Windows dado que existen diversas herramientas de trabajo para esta plataforma, lo cual nos facilitará el desarrollo de PUMAGEMA; como alternativa se eligió

Linux pues existe la facilidad del software libre y de código abierto lo cual nos brindará toda la documentación para el desarrollo de PUMAGEMA.

➤ Lenguaje de Programación

Como lenguaje de programación se ha elegido C++ con apoyo de las bibliotecas de OpenCV y de Qt pues la gran variedad de bibliotecas y el conocimiento del lenguaje permitirán que el desarrollo de PUMAGEMA sea más rápido; como alternativa se eligió JAVA por su portabilidad y extensa documentación.

## **14.- IDENTIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CALIDAD PARA EL SISTEMA**

Se constituye el equipo de trabajo inicial necesario para determinar y valorar la conveniencia de establecer un plan de aseguramiento de calidad para las alternativas de solución propuestas y se fija un plan de acción.

### **14.1.- Determinación de los Sistemas de Información objeto de Aseguramiento de Calidad**

Las características que reúne PUMAGEMA es que el periodo de vida del software es largo, puesto que este depende mucho del tipo de uso que le dé el usuario, es de operación continua, presenta una fuerte interacción con el usuario y es de fácil uso, ya que también una de las características principales es que previene enfermedades ortopédicas como el Síndrome del Túnel Carpiano, Enfermedad de Quervain's y Micro Traumatismos por sobre esfuerzos repetitivos.

Tomando como entradas a nuestro sistema la captura y reconocimiento de la imagen de la mano, los diferentes tipos de gestos como son dedo índice levantado, dedo pulgar levantado, dedo índice y pulgar levantado, puño y palma de la mano extendida, y arrojándonos las acciones de clic derecho, izquierdo, doble clic y scroll, y una salida en el desplazamiento del plano X y Y, respectivamente.

Teniendo en cuenta que se realizaran sesiones de trabajo con usuarios finales, como son personas que padecen o padecieron estas enfermedades, y usuarios de medios informáticos, la idea de PUMAGEMA es ayudar a prevenir, de dichas enfermedades, a los usuarios finales que lo utilicen, basándonos de los resultados obtenidos en dichas sesiones. Realizando también lo que son sesiones de pruebas con distintos equipos de cómputo y cámaras web, se analizará el desempeño de la aplicación en diversos equipos de pruebas, con distintas condiciones de luminosidad y entornos para el correcto funcionamiento de PUMAGEMA.

## 15.- Impacto en el Coste del Sistema

En esta parte se identificarán las necesidades económicas del plan de aseguramiento para identificar la calidad y definir su alcance estableciendo, el costo apropiado al sistema de información y propuestas sobre el desarrollo con el fin de mostrar el costo total del desarrollo del sistema PUMAGEMA.

Se enunciarán los gastos de operación del sistema, tomando en cuenta el equipo de cómputo, el software, el mantenimiento, gastos de transporte y alimentos, y papelería.

En la tabla 5 se muestra la información de los equipos de cómputo así como es el precio de cada uno y sus características, utilizados en el desarrollo del sistema PUMAGEMA.

EQUIPOS DE COMPUTO	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD	COSTO
Acer - Aspire - 5536	Procesador AMD Athlon X2 Memoria 4 GB Disco Duro 320 GB	1	\$ 8,000
Hewlett Packard - Pavilion – Dv4-1412	Procesador AMD Athlon Dual-Core Memoria 4 GB Disco Duro SATA 80 GB	1	\$ 12,000
Dell - Studio - XPS13	Procesador Intel Core 2 Duo Memoria 4 GB Disco Duro SATA 500 GB	1	\$ 20,000
Impresora Serie HP LaserJet P2035	Impresión en blanco y negro Imprime 30 ppm Imprime en 8 segundos la página Volumen de páginas mensual de 500 a 2500 Capacidad para 300 hojas en bandeja	1	\$ 3,000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 43,000</b>

Tabla 5.- Gastos de Equipo de Computo

En la tabla 6 se muestra el software utilizado en el desarrollo del sistema PUMAGEMA, tomando en cuenta también la protección de los equipos de cómputo de los desarrolladores con el cual se trabajó para su programación y documentación.

SOFTWARE	CANTIDAD	COSTOS
Sistema Operativo Windows 7	3	\$Licencia Gratuita
Visual Studio 2008	3	\$Licencia Gratuita
OpenOffice 3.1	3	\$Licencia Gratuita
Open CV Versión 2.1	3	\$Licencia Gratuita
Antivirus Avast Versión 6.0	3	\$Licencia Gratuita

Tabla 6.- Software utilizado

En la tabla 7 se tiene una lista de materiales que se ocuparon para darles un mantenimiento a los equipos de cómputo de los desarrolladores en el transcurso del desarrollo del sistema PUMAGEMA para que estos trabajen de forma adecuada eficaz y eficientemente.

MANTENIMIENTO	CANTIDAD	COSTO
Aire comprimido	3	\$ 180
Franela limpiadora	3	\$ 120
Espuma limpiadora	1	\$ 60
Cepillo limpiador	3	\$ 30
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 390</b>

Tabla 7.- Mantenimiento a Equipos

En la tabla 8 realizamos una lista de artefactos de papelería que se han utilizado durante la elaboración de PUMAGEMA a lo largo de un año.

PAPELERÍA	CANTIDAD	COSTO
Cuadernos	10	\$ 200
Plumas	2 paquete	\$ 120
Cartuchos de Impresora- Laser Jet	2	\$ 2,400
Hojas Blancas	3 paquetes	\$ 900
Carpetas para archivo	2	\$ 90
Folders	1 paquete	\$ 100
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 3,810</b>

Tabla 8.- Papelería

En la tabla 9 contemplamos los gastos por desarrollador respecto a las comidas y el transporte de cada uno toando en cuenta que se trabaja en el sistema 5 días a la semana de Lunes a Viernes.

GASTOS DE TRANSPORTE Y COMIDA	TIEMPO	COSTO
Víctor	5 días	\$ 150
Iván	5 días	\$ 180
Georgina	5 días	\$ 150
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 480</b>

Tabla 9.- Gastos de transporte y consumibles

En la tabla 10 contemplamos los sueldos de los desarrolladores tomando en cuenta que el sueldo por desarrollador es de \$15,000 mensuales, tenemos un sueldo anual de \$180,000.

PUESTO	CANTIDAD	SUELDO MENSUAL	SUELDO ANUAL
Desarrollador	3	\$ 15,000 x 1 Desarrollador	\$ 180,000 x 1 Desarrollador
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 45,000 x 3 Desarrolladores</b>	<b>\$ 540,000 x 3 Desarrolladores</b>

Tabla 10.- Sueldos

En la tabla 11 podemos observar el impacto del coste del sistema PUMAGEMA. Tomando en cuenta los sueldos anuales de los desarrolladores, que labora una jornada de 8 horas 5 días a la semana, dándonos un total de costo de desarrollo de prototipo de \$601,600.

CONCEPTO	COSTO TOTAL
Equipos De Computo	\$ 43,000
Software	\$ Gratuita
Mantenimiento	\$ 390
Papelería	\$ 3,810
Gastos De Transporte Y Comida	\$ 14,400
Sueldos	\$ 540,000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 601,600</b>

Tabla 11.- Costo Total

## 15.1.- Ajuste del Plan de Aseguramiento de Calidad

En esta parte nos enfocaremos en la calidad parcial o total del sistema PUMAGEMA, donde veremos si son necesarios cambios o modificaciones en el desarrollo del sistema, con el objetivo de reconocer las variaciones del plan de aseguramiento de la calidad.

Para asegurar el plan de calidad en el sistema se consideran principalmente los requisitos para el buen funcionamiento y los requisitos propuestos por los usuarios finales, ya que no se debe perder de vista el objetivo

del desarrollo de PUMAGEMA, por lo cual podemos decir que se tiene como primordial importancia la realización de un movimiento plano con la palma de la mano y movimientos sencillos con los dedos.

Tomando en cuenta a los usuarios para los que será desarrollado PUMAGEMA, tendremos propuestas sobre el manejo de acciones de movimiento como son clic derecho, izquierdo, scroll y desplazamiento en el plano X y Y, para ello tendremos en cuenta sesiones de trabajo con participantes que sufren el Síndrome del Túnel Carpiano, Enfermedad de Quervain's y Micro-traumatismos por sobre esfuerzos repetitivos, así como el plan de aseguramiento de calidad para la alternativa elegida práctica y grupos de aseguramiento de calidad.

## 16.- ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

En esta sección se detallan los estándares y normas a cumplir sobre la calidad de los distintos sistemas y mecanismos necesarios para la solución de necesidades y deficiencias de algunos de estos sistemas, definiendo acciones preventivas y correctivas para la identificación de las necesidades de los usuarios finales, para que así PUMAGEMA cumpla con los requerimientos necesarios para cumplir con la satisfacción de las necesidades de sus usuarios finales, así como se muestra en la tabla 12.

SOFTWARE CARACTERÍSTICAS	Camera Mouse 2010	Head Mouse 2	Enable Viacam	MOLECULEX	Ratón controlado por movimiento ocular	PUMAGEMA
Sistema Operativo en que trabaja	Windows XP, vista, 7	Windows XP y vista	Windows 2000, XP, Vista, 7 y GNU/Linux	Windows XP, Vista, 7	Windows XP, Vista, 7	Windows 7
Lenguaje de programación	--	--	C++	Java	C++ Builder	C++
Calibración	No	No	No	Si	Si	No
Código	No	No	Si	Si	Si	Si
Licencia	Gratuito	Gratuito	GNU/Linux	Gratuita	Gratuita	Gratuita
Resolución	Desde 480x320	Desde 800x600	Desde 480x320	Desde 800x600	Desde 800x600	Desde 640x480

Tabla 12. Comparativa de Sistemas de Información

## 16.1.- ESPECIFICACIÓN INICIAL DEL PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Respecto al plan de aseguramiento de calidad, realizamos una serie de preguntas las cuales están relacionadas con el desarrollo de Síndrome del Túnel Carpiano, Enfermedad de Quervain's o Micro Traumatismos por Sobre Esfuerzos Repetitivos, y obtuvimos grandes resultados con los cuales nos apoyaremos en el desarrollo de nuestro sistema PUMAGEMA.

Cuestionario.

1.- ¿Cuánto tiempo tiene utilizando equipos de cómputo?

R= 13 años con equipos de cómputo de escritorio en diversos empleos.

2.- ¿Cuáles fueron las primeras señales que la llevaron a asistir al médico?

R= Comencé con calambres en los dedos pulgar, índice y medio, y se me comenzaron a hinchar de forma constante, aparte de dolores intensos en las muñecas.

3.- ¿Qué impacto tuvieron estas molestias en tu trabajo diario?

R= Se me hinchan los dedos mucho y el dolor es casi insoportable, limitándome los movimientos al escribir en el teclado por causa de este.

4.- ¿Cuántas horas trabaja con equipos de cómputo después de que le diagnosticaron Síndrome del Túnel Carpiano?

R= 6 o 7 horas al día, pero con descansos para no tener la misma postura y no caer de nuevo en con los mismos dolores.

5.- ¿Se le realizó alguna cirugía a causa de estos dolores intensos en las muñecas y la hinchazón de las manos?

R= Se me realizó una cirugía en la mano izquierda ya que esta era la que presentaba más dolor y la recuperación de la cirugía fue de 6 a 8 semanas poniéndome unas férulas de 2 a 3 semanas para la inmovilización parcial de la mano y muñeca y posteriormente se prosiguió a una rehabilitación de nuevo, dándome masajes en la palma de las manos para evitar que se me formaran neo-formaciones o tumoraciones con aceites.

6.- ¿Cuál es el tipo de tratamiento que le prescribió el medico?

R= Celebrex (este es un medicamento para el dolor reumático), pregabalina (este es un medicamento para dolor neuropático, actúa sobre fibras nerviosas), carbamazepina (anti convulsionante y antineurítico) y Kertoprofeno (antirreumático y analgésico muscular), estos tomarlos por lo menos durante 6 meses aproximadamente dependiendo del dolor.

7.- ¿Qué impacto tienen las muñequeras férulas sobre su trabajo diario?

R= Al usar las "muñequeras férulas" en ambas manos la flexibilidad disminuye, pero así es más seguro el movimiento al trabajar aparte que el dolor disminuye y la rehabilitación avanza.

8.- ¿Consideras que las muñequeras que utiliza en ambas manos te ayudan?

R= Me ayuda mucho aun que tiene menos movimiento con las férulas, pero el dolor disminuye mucho más.

9.- ¿Cuánto tiempo llevas utilizando las muñequeras férulas?

R= El tiempo que llevo con las férulas es de 2 años, 1 año antes de la cirugía para reducir los dolores intensos y 1 año después de la cirugía para mantener la postura en ambas manos.

10.- ¿Cuáles son sus molestias actuales?

R= En las tardes después de trabajar jornadas de 4 horas empiezo a sentir molestias y para contrarrestar el dolor realizo ejercito con las manos, las lavo con agua a temperatura ambiente con la cual siento un alivio y relajación.

11.- ¿Cuáles son las medidas de rehabilitación que le indico el medico?

R= Algunos de los ejercicios de rehabilitación que me indicaron son:

- ✓ Meter ambas manos en cera caliente para que se formara un tipo guante de cera que mantuviera el calor en ambas manos recubriéndolas también con bolsas para mantener más el calor, “la postura que se le pide es mantener los brazos completamente rectos desde el codo hasta la punta de los dedos”.
- ✓ Otros de los ejercicios son oprimir una pelota para hacer un poco de estiramiento de los tendones durante 10 min cada mano.
- ✓ Poner ambas palmas de las manos en el láser, esto es para transmitirle calor a las palmas de la mano y a las articulaciones.
- ✓ Hacer bolitas y tiritas de plastilina con las manos para ejercitar los tendones.
- ✓ Con las manos sobrepuestas en la mesa, desplazar de izquierda a derecha los dedos de las manos, uno por uno.
- ✓ Colocar una liga que sujete dos dedos y hacer ejercicios de abrir y cerrar la liga, esto con cada uno de los dedos.
- ✓ Colocarlos en unas tinas de hidromasajes con los brazos completamente rectos desde el codo hasta la punta de los dedos.

12. ¿Después de platicarle sobre nuestro sistema PUMAGEMA, le agrada utilizarlo?

R= Sería buena opción ya que puede ser fácil utilizarlo, solo habría la necesidad de adaptarse a ello después de estar acostumbrada a usar el mouse de la computadora y sería divertido estar apuntando a la computadora para hacer clic.

NOTA: su hermana es maestra de nivel primaria y secundaria, ella también sufrió de este mismo síndrome del túnel carpiano solo en la mano derecha, lleva 24 años de servicio y fue a causa de los movimientos repetitivos y con fuerza marcados por la escritura en el pizarrón de gis, esto tiene 3 años que se lo detectaron y a los 2 años fue que se aplicaron la micro-cirugía, esto la orillo a pedir un cambio de actividades académicas dentro de la escuela en la que actualmente se encuentra laborando y ahora se encuentra en la parte administrativa de la escuela. Su recuperación es bastante buena ya que ya no realiza las actividades anteriores.

## 16.2.- Definición del Plan de Aseguramiento de Calidad para el Sistema de Información

En las personas que llevan mucho tiempo laborado con equipos de cómputo ya sea en el ámbito laboral o escolar, pueden llegar a desarrollar enfermedades como el Síndrome del Túnel Carpiano, Enfermedad de Quervain's o Micro Traumatismos por Sobre Esfuerzos Repetitivos, y los primeros síntomas por los cuales uno puede percatarse de que puede estar sufriendo estas enfermedades antes mencionadas son: calambres en los dedos mayormente en el pulgar, índice y medio, hinchazón de forma constante en las manos y dolores constantes e intensos en las muñecas, y es que esto depende mucho de la postura de trabajo y la forma de la utilización incorrecta de los equipos de cómputo.

Esto tiene un impacto muy grande en el ámbito laboral puesto que repercute en tu rendimiento laboral porque comienzas a limitar tus movimientos, ocasionando faltas al trabajo e incluso despidos laborales.

Una vez que ya es diagnosticado el Síndrome del Túnel Carpiano, Enfermedad de Quervain's o Micro Traumatismos por Sobre Esfuerzos Repetitivos, el rendimiento laboral baja mucho, dándoles una limitante de trabajos en horas por los descansos que le indica el médico, otra de las acciones que se le sugieren es que tenga una postura adecuadamente ergonómica para que ese síndrome no avance y pueda controlarse antes de tener en cuenta una micro-cirugía.

En ocasiones cuando el dolor es intenso y las molestias perduran ya por mucho tiempo, es necesaria la realización de una micro-cirugía en la muñeca más lesionada, comúnmente es la derecha para los diestros y la izquierda para los zurdos ya que es la que se ocupa con mayor frecuencia, y posteriormente se prosigue a la recuperación de la muñeca, colocando una férulas que duran aproximadamente de 6 a 8 semanas y luego unas muñequeras-férulas que se mantendrán por mucho tiempo ya que la lesión de las muñecas ocasiona problemas en los tendones y no se tiene la misma movilidad en ellas.

La rehabilitación es lenta y las primeras indicaciones son masajes en las palmas de las manos para evitar que se formen neo-formaciones o tumoraciones y los medicamentos que se recetan son exactamente para dolores reumáticos, des-inflamatorios y relajantes musculares como son: Celebrex, Pregabalina, Carbamazepina, Kertoprofeno.

Si tomamos en cuenta el impacto que tiene el uso de las muñequeras férulas en el uso diario laboral, es que disminuye mucho más los dolores, pero es una forma incomoda de trabajar, aunque es más segura que trabajarlo sin las muñequeras férulas, se rinde hasta un 50% menos en las actividades laborales cotidianas y esto lleva a las personas a la frustración laboral lo cual puede ocasionar despidos justificados por parte de la empresa sin que el trabajador pueda abogar por el puesto que no rinde laboralmente, por esa razón PUMAGEMA busca la incorporación del usuario que ha sufrido de este tipo de enfermedades o micro cirugías a más de un 50% para que pueda continuar con su vida laboral activa y de forma ergonómica no solo para aquellas personas que padecen de este tipo de enfermedades, sino también para la prevención de dichos síndromes y no ocasionarle más daño a las muñecas y no sean parte de esa población de personas despedidas por causas injustificadas.

## **17.- REVISIÓN DEL ANÁLISIS DE CONSISTENCIA**

Se valida que los requisitos se han especificado de una forma estructurada de acuerdo a los criterios establecidos en el plan de aseguramiento de calidad y que su contenido es preciso y completo. Asimismo, se comprueba que los requisitos del sistema de información son consistentes y que el equipo de desarrollo asume que puede satisfacerlos.

### **17.1.- Catalogación de requisitos**

Se valida que los requisitos que se han especificado de una forma estructurada de acuerdo a los criterios establecidos en el plan de aseguramiento de calidad. Asimismo, se comprueba que los requisitos del sistema de información son consistentes y que el desarrollo asume que el sistema PUMAGEMA es satisfactorio en sus necesidades y cumple con el fin con el cual se está realizando.

## 1. Funcionalidad

RF1.	El sistema debe gestionar la cámara con la cual se van a trabajar.
RF2.	El sistema debe identificar las coordenadas de movimiento en el plano X, Y del ambiente grafico del sistema operativo.
RF3.	El sistema debe reconocer la estructura de la mano, es decir, el contorno.
RF4.	El sistema debe capturar una secuencia de imágenes a través de la cámara web.
RF5.	El sistema debe identificar el movimiento de la mano mediante la secuencia de imágenes.
RF6.	El sistema debe mover el puntero de acuerdo a los patrones de movimiento de la mano.
RF7.	El sistema debe reconocer los patrones de función específica según el movimiento de la mano como: clic derecho.
RF8.	El sistema debe reconocer los patrones de función específica según el movimiento de la mano como: clic izquierdo.
RF9.	El sistema debe reconocer los patrones de función específica según el movimiento de la mano como: doble clic.
RF10.	El sistema debe reconocer los patrones de función específica según el movimiento de la mano como: scroll.
RF11.	El sistema debe tener un módulo de calibración de la cámara web para la identificación correcta de los gestos manuales.
RF12.	El sistema debe llevar una interpretación adecuada de la secuencia de imágenes para el seguimiento de objetos.
RF13.	El sistema debe interpretar el patrón del gesto clic derecho.
RF14.	El sistema debe interpretar el patrón del gesto clic izquierdo.
RF15.	El sistema debe interpretar el patrón del gesto scroll.

## 2. No Funcional

RNF1.	El sistema dispondrá de opciones de configuración para el puntero de la computadora como: velocidad del puntero en el plano X, Y.
RNF2.	El sistema muestra en una ventana de 320 x 240 pixeles con la imagen de la cámara web.

RNF3.	El sistema necesita una cámara web con una resolución mínima de 640 x 480.
-------	--

### 3. Eficiencia

E1.	Las imágenes capturadas por la cámara web deben ser tomadas cada 250 milisegundos.
E2.	El sistema debe mostrar el resultado en pantalla en máximo 1.5 segundos, para el caso de las funciones.
E3.	El sistema debe mostrar el resultado en pantalla en máximo 1 segundo, para el caso del movimiento.

### 4. Interface

I1.	El sistema debe contar con un menú despegable para el usuario, donde pueda calibrar la cámara web y configurar las opciones del puntero de la computadora.
-----	--

### 5. Mantenimiento

M1.	El sistema debe estar dividido en módulos para su fácil mantenimiento.
M2.	Los módulos del sistema deben ser bien documentados para su fácil mantenimiento.

## ➤ Descripción de los requisitos para la revisión del análisis de consistencia de PUMAGEMA

### 1. Funcionalidad

RF1.	Es importante que el sistema gestione la cámara puesto que es una parte importante para que el puntero tenga un movimiento adecuado.
RF2.	Hay que ubicar bien el plano x, y para que el movimiento de mouse se genere adecuadamente dentro de la pantalla.
RF3.	Identificar el contorno de la mano es importante para el reconocimiento del gesto que identifica la cámara.
RF4.	Las imágenes deben ser capturadas constantemente para realizar las funciones dependiendo de los gestos que trace el usuario.
RF5.	Es importante que el sistema reconozca los gestos de secuencias del movimiento para realizar correctamente las funciones.
RF6.	El movimiento del puntero debe corresponder a la acción o gesto de la mano del usuario.

RF7.	Reconocerá el gesto de la mano para indicar que es de tipo clic derecho y realizara la acción.
RF8.	Reconocerá el gesto de la mano para indicar que es de tipo clic izquierdo y realizara la acción.
RF9.	Reconocerá el gesto de la mano para indicar que es de tipo scroll y realizara la acción.
RF10.	Es importante que el sistema cuente con el módulo de calibración de imagen para la correcta identificación de los gestos manuales.
RF11.	Para que el puntero realice correctamente las sunciones adecuadas, el seguimiento de las secuencias de las imágenes es fundamental que sea lo más preciso y correcto.
RF12.	La interpretación del gesto clic derecho debe ser correcto para que la función lo realice adecuadamente.
RF13.	La interpretación del gesto clic izquierdo debe ser correcto para que la función lo realice adecuadamente.
RF14.	La interpretación del gesto scroll debe ser correcto para que la función lo realice adecuadamente.

## 2. No Funcional

RNF1.	Las opciones de configuración son necesarias para la obtención de un resultado correcto a la hora de realizar algún gesto y que sea bien identificado para que tenga una correcta acción de movimiento.
RNF2.	La ventana que mostraremos de 320 x 240 pixeles es para la configuración de la cámara, para que el usuario pueda identificar que la imagen será cómoda correctamente.
RNF3.	La resolución que se pide es la mínima ya que la mayoría de las cámaras cuenta con esta resolución de imagen que es de 800 x 600 pixeles.

## 3. Eficiencia

E1.	Esto nos permite la identificación correcta de la imagen para reconocer el tipo de gasto que se le solicita al puntero para que realice la acción correspondiente.
E2.	Con la finalidad de que la acción sea realizada en tiempo y forma a como fue solicitada por el usuario.
E3.	Con la finalidad de que la acción del movimiento sea realizada en tiempo y forma a como fue solicitada por el usuario.

## 4. Interface

I1.	El menú está elaborado para la configuración correcta del dispositivo, la calibración de la cámara y la identificación del contorno de la mano.
-----	---

## 5. Mantenimiento

M1.	Es más fácil la identificación de las fallas si nuestros módulos son correctamente organizados, para así poderle dar un mantenimiento más preciso y adecuado al sistema.
M2.	Si los módulos son documentados es más fácil el entendimiento del sistema y la comprensión de este, por si se llegara a realizar un trabajo a futuro o alguna integración de algún otro tipo de modulo.

# 18.- DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Las revisiones del diseño se centran en confirmar que los requisitos especificados en el proceso Análisis del Sistema de Información se han traducido en una arquitectura conforme al entorno tecnológico seleccionado.

Asimismo, se revisan los requisitos que deben cumplir los distintos niveles de pruebas (unitarias, de integración, del sistema, de implantación y aceptación) especificados en el plan de pruebas, de acuerdo a los criterios de revisión establecidos en el plan de aseguramiento de calidad. También se realiza una revisión de la identificación de los requisitos no funcionales relacionados con la documentación de usuario e implantación. El siguiente esquema muestra la correspondencia entre las actividades del proceso DSI y las de la interfaz de Aseguramiento de la Calidad.

## 18.1.- Revisión de la Consistencia entre Productos del Diseño

Se ha llevado a cabo la revisión el sistema para corroborar su consistencia respecto al funcionamiento que debe cumplir para su uso por parte del usuario final. Para esta revisión consideramos las funcionalidades que realiza el sistema.

### **Gestión de la cámara web:**

El sistema va a verificar de manera correcta si existe una cámara web conectada a la computadora, y si existe y esta no se encuentra disponible, se notificará al usuario de tal forma que pueda tomar una simple decisión. Posteriormente, una vez que haya sido reconocida la cámara, se configurará y calibrará de manera interna, ajustándose a la resolución adecuada.

### **Entrenamiento de los diferentes tipos de gestos:**

Esta parte va a ser elaborada por el algoritmo de Adaboost, el cual va a realizar el entrenamiento en base a una serie de imágenes capturadas y almacenadas como base de datos, las cuales se van a encontrar clasificadas dependiendo del tipo de gesto. Esta tarea se realiza una vez, ya que tarda mucho tiempo en realizarse y no es conveniente que se esté realizando cuando el usuario se encuentre usando el sistema de PUMAGEMA, de esta forma se asegura que el uso del sistema sea de una forma eficiente y rápida.

### **Reconocimiento del gesto:**

El algoritmo Viola and Jones realiza esta función de reconocimiento, ya que va a permitir realizar la comparación con la imagen capturada de la cámara web con las definidas para cada gesto, permitiendo de esta forma reconocer de forma rápida y precisa, el tipo de gesto que esté haciendo el usuario en ese momento,

#### **Generación de funciones del puntero del mouse:**

Una vez clasificado y obtenido el tipo de gesto que realizó el usuario, el sistema, mediante el manejo de eventos obtenidos e interrupciones realizadas sobre el sistema operativo, realice la función solicitada por el usuario que corresponde para el puntero de la computadora. Esto permite que la función ó movimiento del puntero del mouse sea ejecutada de manera correcta, dependiendo del gesto que haya sido reconocido previamente.

Lo que se ha mencionado en este tema es la forma en cómo se asegura la consistencia del sistema sobre el diseño que se va a realizar en PUMAGEMA, justificando aquello que se va a implementar en el sistema y en cómo cubre las funcionalidades del mismo. De esta manera se confirma que existe una consistencia en el diseño del sistema.

## **18.2.- REVISIÓN DE LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL PLAN DE PRUEBAS**

En esta parte analizaremos el diseño de las pruebas y la integración del sistema PUMAGEMA, así como también la revisión del plan de pruebas según los criterios de revisión establecidos en el plan de aseguramiento de calidad, se comprobara el diseño de las pruebas unitarias, de integración así como el sistema, y ver el cumplimiento de dichos criterios.

### **18.2.1.- Revisión del Diseño de las Pruebas Unitarias, de Integración y del Sistema**

El desarrollo de PUMAGEMA sería de gran ayuda para todos aquellos usuarios que manejamos equipos de cómputo día con día ya que es desgastante el estar realizando movimientos repetitivos con el mouse, lo ocasiona dolores en las articulaciones de las manos y lo que menos esperamos y deseamos es que nos realicen una micro-cirugía por el simple hecho de realizar nuestras actividades laboral.

Sería buena opción ya que puede ser fácil utilizarlo, solo habría la necesidad de adaptarse a ello después de estar acostumbrado a usar el mouse de la computadora, puesto que se considerara ergonómico respecto a los gestos con los que se manipulara el puntero del mouse en sus movimientos e interactivo con el usuario.

Tomando en cuenta que el sistema de PUMAGEMA tiene como entradas los gestos manuales de clic derecho, clic izquierdo, doble clic, scroll y movimiento, mediante una cámara web para poder identificar los patrones de movimiento de la mano.

Dentro del sistema se tiene la gestión de la cámara web, la obtención de la imagen para el reconocimiento de la imagen y posteriormente la generación de la función solicitada por el usuario. Por último el sistema generará el movimiento del puntero, dependiendo del tipo de gesto capturado mediante la cámara web.

## 18.3.- REVISIÓN DE LOS REQUISITOS DE IMPLANTACIÓN

En esta sección veremos cuáles son los requisitos respecto a la implantación del sistema, puesto que es necesario realizar una revisión de lo que se requiere para elaborar el sistema de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

### 18.3.1.- Revisión de los Requisitos de Documentación de Usuario

El desarrollo de PUMAGEMA sería de gran ayuda para todos aquellos usuarios que manejamos equipos de cómputo día con día ya que es desgastante el estar realizando movimientos repetitivos con el mouse ya que esto nos ocasiona dolores en las articulaciones de las manos y lo que menos esperamos y deseamos es que nos realicen una micro cirugía por el simple hecho de realizar nuestras actividades laborales sería buena opción ya que puede ser fácil utilizarlo, solo habría la necesidad de adaptarse a ello después de estar acostumbrado a usar el mouse de la computadora, puesto que se considerara ergonómico respecto a los gestos con los que se manipulara el puntero del mouse en sus movimientos e interactivo con el usuario.

### 18.3.2.- Revisión de los Requisitos de Implantación

Durante el proceso de investigación, al haber hecho diversas pruebas con distintas texturas de fondo de pared, nos percatamos que los colores lisos y sólidos en las paredes nos ayudan mucho más para la identificación y el buen reconocimiento de la mano.

La luz frontal y/o superior nos ayuda a la buena iluminación de la palma de la mano, ya que con esta es con la que trabajaremos en nuestro sistema y es indispensable que se mantenga bien reconocible para su buen funcionamiento.

Una de las conclusiones principales es que el foco permanezca fuera de la visión del usuario, para que pueda manipular bien el puntero y que se realice la acción deseada.

Necesitamos que la luz artificial de preferencia blanca, se encuentre de frente al usuario, ya que si esta se encuentra en la parte superior de ella nos causara una sombra que nos afectara en la identificación parcial o total de la mano ya que así no podrá identificarla el sistema.

## 19.- CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

En este proceso del grupo de aseguramiento de calidad veremos la generación del código de componentes y la evaluación de los resultados de las pruebas sobre PUMAGEMA, para reiterar si la elaboración del sistema está funcionando como se tiene prevista, o si es necesario realizarle algunas modificaciones para que su funcionamiento sea mejor y rinda de la forma que fue planeada.

## 19.1.- Revisión de la Realización de las Pruebas Unitarias

Primeramente nos dimos a la tarea de investigar cuales son las limitaciones respecto al movimiento de la mano en las personas que han sufrido del Síndrome del Túnel Carpiano, La Enfermedad de Quervain's o de Micro Traumatismos por Sobre Esfuerzos Repetitivos, para tener una visión más amplia de las limitantes y características de nuestro sistema, realizando algunas tomas fotográficas de algunos gestos de las manos. Una vez realizadas estas tomas fotográficas, nos dimos a la tarea de realizar un catálogo de gestos considerados respecto a las limitaciones de los usuarios que sufren este tipo de enfermedades o las han padecido de alguna forma, ya que PUMAGEMA va dirigido a estas personas específicamente.

	
Gesto de movimiento sobre el plano X y Y.	Gesto de clic izquierdo.
	
Gesto doble clic	Gesto de clic derecho.

Tabla 13. Catálogo de gestos

En tabla 13 se muestra el catálogo de gestos para los distintos módulos de aplicación como se muestran en las imágenes los cuales son movimiento en el plano X, Y, clic derecho, clic izquierdo y doble clic, ya que estos ademanes no son difíciles de realizar para los usuarios a los que nos estamos dirigiendo.

### 19.1.1.- Revisión de la Realización de Integración del Sistema

En la parte de integración del sistema tenemos tres módulos en los que hemos estado trabajando constantemente para el desarrollo del sistema PUMAGEMA, los cuales comentaremos a continuación:

- Módulo de la Cámara.- Se obtuvo la manipulación de la cámara web para la identificación de los gestos con la mano para la manipulación de la cámara mediante el lenguaje de programación Visual C++ [11], se realizaron algunas investigaciones en páginas web como fue la consulta de las cabeceras de Windows [12] para la manipulación de la cámara desde un ambiente gráfico.
  
- Módulo de Reconocimiento.- Una vez manipulada la cámara web se pueden identificar los distintos tipos de gestos que se encuentran en el catálogo. Para el reconocimiento de los tipos de gestos con lo mano, se educó al sistema con imágenes caradas en un lenguaje de programación OpenCV [13] arrojándonos un archivo XML con el contenido de todas las coordenadas y el reconocimiento de los patrones [14] realizando un entrenamiento con imágenes cargadas al sistema para crear el aprendizaje[15].
  
- Módulo de Movimiento.- Una vez identificados los módulos anteriores podemos pasar a la manipulación [16] del puntero mediante los tipos de gestos integrando la base de conocimiento realizada en OpenCV y la parte de la manipulación del puntero realizado en Visual C++ con un sistema de medición respecto a los ángulos que se manejan para la buena implementación y reconocimiento del gesto [17].

## 20.- IMPLANTACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL SISTEMA

Tiene como objetivo principal la entrega y aceptación del sistema en su totalidad, y la realización de todas las actividades necesarias para el paso a producción del mismo. En primer lugar, se revisa la estrategia de implantación que ya se determinó en el proceso Estudio de Viabilidad del Sistema. Se estudia su alcance y, en función de sus características, se define un plan de implantación y se especifica el equipo que lo va a llevar a cabo. Conviene señalar la participación del usuario de operación en las pruebas de implantación, del usuario final en las pruebas de aceptación, y del responsable de mantenimiento.

## 20.1.- REVISIÓN DE LAS PRUEBAS DE IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA

En esta fase mencionaremos las pruebas de implementación de PUMAGEMA, haciendo mención sobre los módulos así como su desarrollo, su implementación y su funcionamiento respectivo, de esta forma daremos a conocer como fue desarrollado el sistema.

Módulo de Cámara.- Mediante el uso de la biblioteca OpenCV se utilizaron métodos que nos permitieron realizar la gestión de la cámara web, tal como la inicialización, configuración y la obtención de la imagen en tiempo real para el reconocimiento del tipo de gesto para posteriormente realizar la acción del puntero de la computadora. Tomando en cuenta que se realizaron algunas consideraciones para este módulo, que al momento de inicializarla se verifica una existencia de una cámara web conectada a la computadora, así como también la disponibilidad de la misma para su utilización.

Una vez teniendo la manipulación de la cámara, se prosigue a realizar una ventana, para mostrar el video que se esté capturando en dicho momento, para que así el usuario verifique y tenga una referencia del área de captura de la imagen.

Módulo de Reconocimiento.- Contiene una función para la configuración del reconocimiento en la cual se cargan los archivos de entrenamiento del sistema para el reconocimiento del gesto, así como la creación de un búfer de almacenamiento en memoria dedicado a la realización específica de la identificación de cada uno. Otra de las funciones que se realizan dentro del reconocimiento, es la del tratamiento de la imagen la cual convierte una imagen VGR a escala de grises, y posteriormente se realiza una ecualización por histograma la cual realiza un realce en el gesto para obtener la identificación de la mano.

Para el proceso de identificación se utiliza un método que esta implementado con el algoritmo Viola and Jones el cual consulta los archivos de entrenamiento para realizar el reconocimiento de los gestos.

Módulo de Movimiento.- Este es el encargado de manipular las coordenadas y acciones del puntero de la computadora, responderá de acuerdo a los resultados enviados por el módulo de reconocimiento. Inicia detectando automáticamente la resolución de la pantalla colocando el puntero en el centro de la misma, esto lo hace por medio de funciones que están implementadas bajo el framework de .NET.

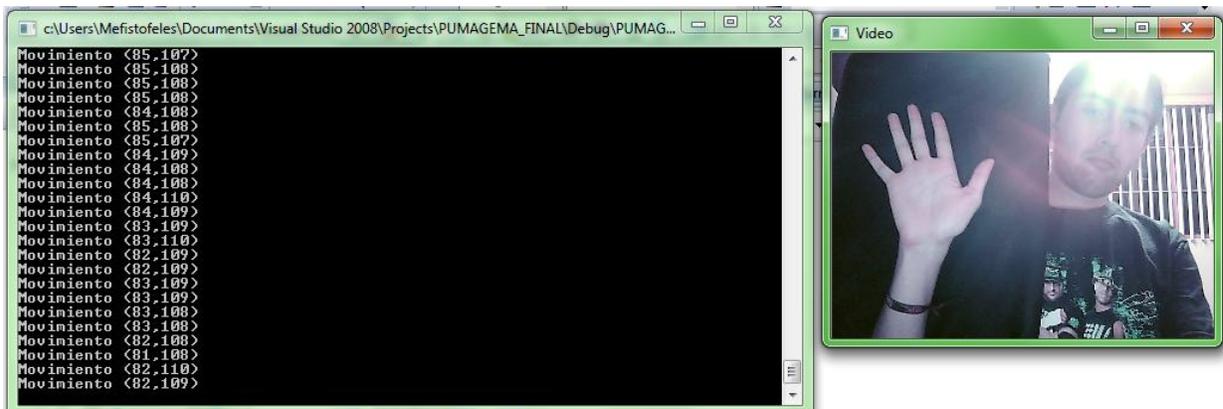
Una vez obtenido el resultado de coordenadas del módulo de reconocimiento, se asignaran las nuevas coordenadas de posición del puntero mediante la manipulación del dispositivo de entrada utilizando las bibliotecas disponibles de Windows. En caso de que los resultados no generen una coordenada se identifica el tipo de clic para generar los eventos asociados al resultado.

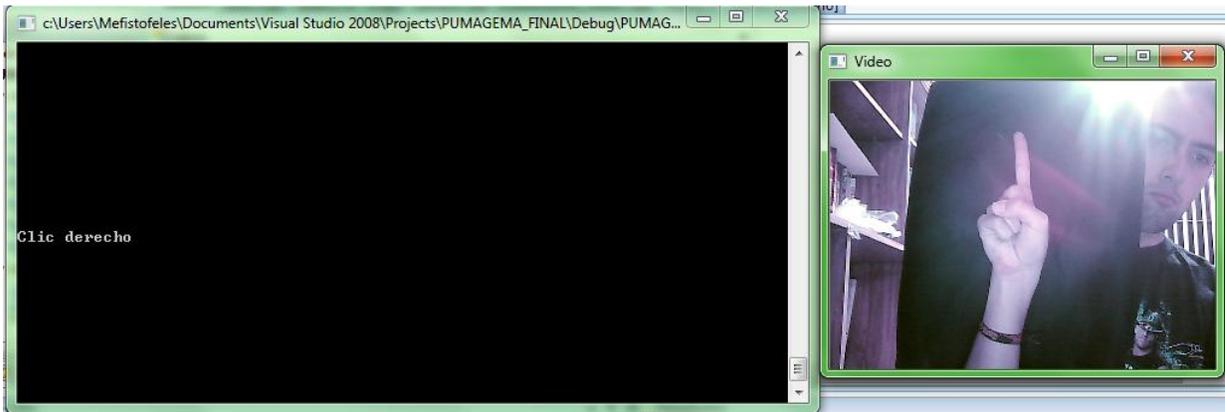
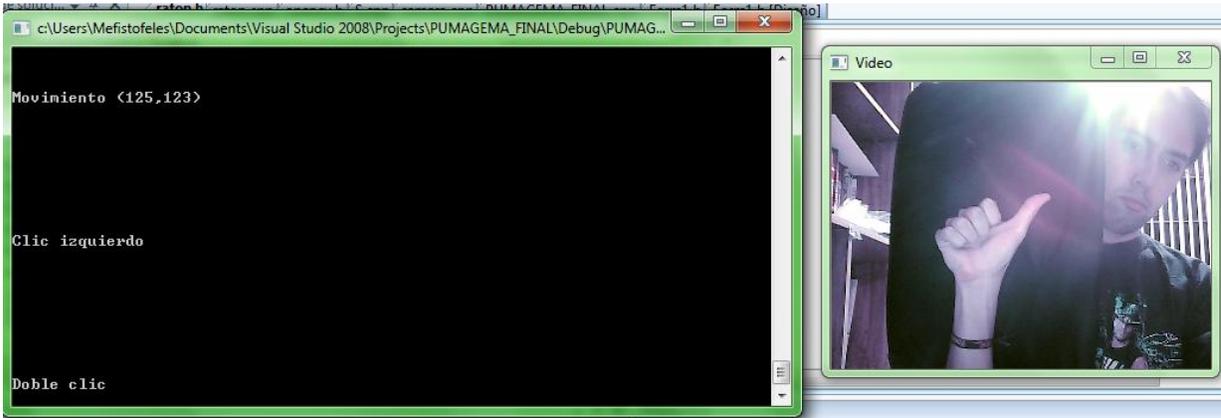
## 21.- PRUEBAS

Módulo de Cámara.- Se inicializa automáticamente la cámara y en consola se registran las acciones, el puntero reaccionara de acuerdo a los gestos. Al finalizar la carga de la consola aparecerá el siguiente menú de configuración



Módulo de Reconocimiento.- Mediante el algoritmo de Violan Jones se realiza la detección del gesto, identificando las características de la mano.





Módulo de Movimiento.- Para realizar la opción de movimiento se deja la palma abierta (de acuerdo a la configuración de diestro o zurdo) y se mueve dentro del foco de la cámara el cual se muestra en una ventana.

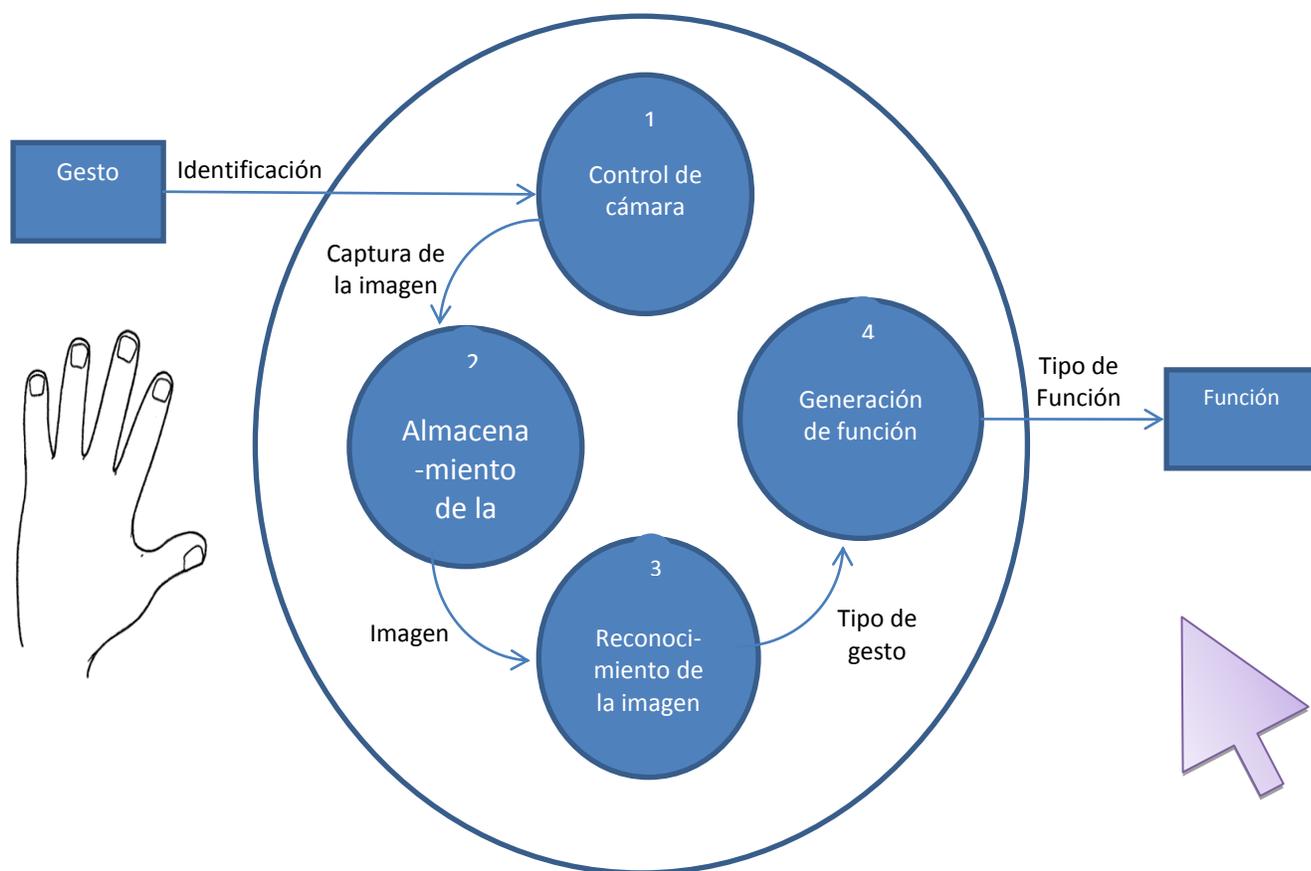


## 22. DIAGRAMAS

En esta sección se realizarán los distintos tipos de diagramas mediante un lenguaje de modelado unificado UML [18] que se utilizarán para el desarrollo del sistema, con el cual nos apoyaremos para su elaboración y estructura del PUMAGEMA

### 22.1 Diagrama de Flujo de Datos

En este plasmamos la representación gráfica del Flujo de Datos de nuestro sistema PUMAGEMA, con el cual nos apoyaremos para visualizar el procesamiento de los datos.

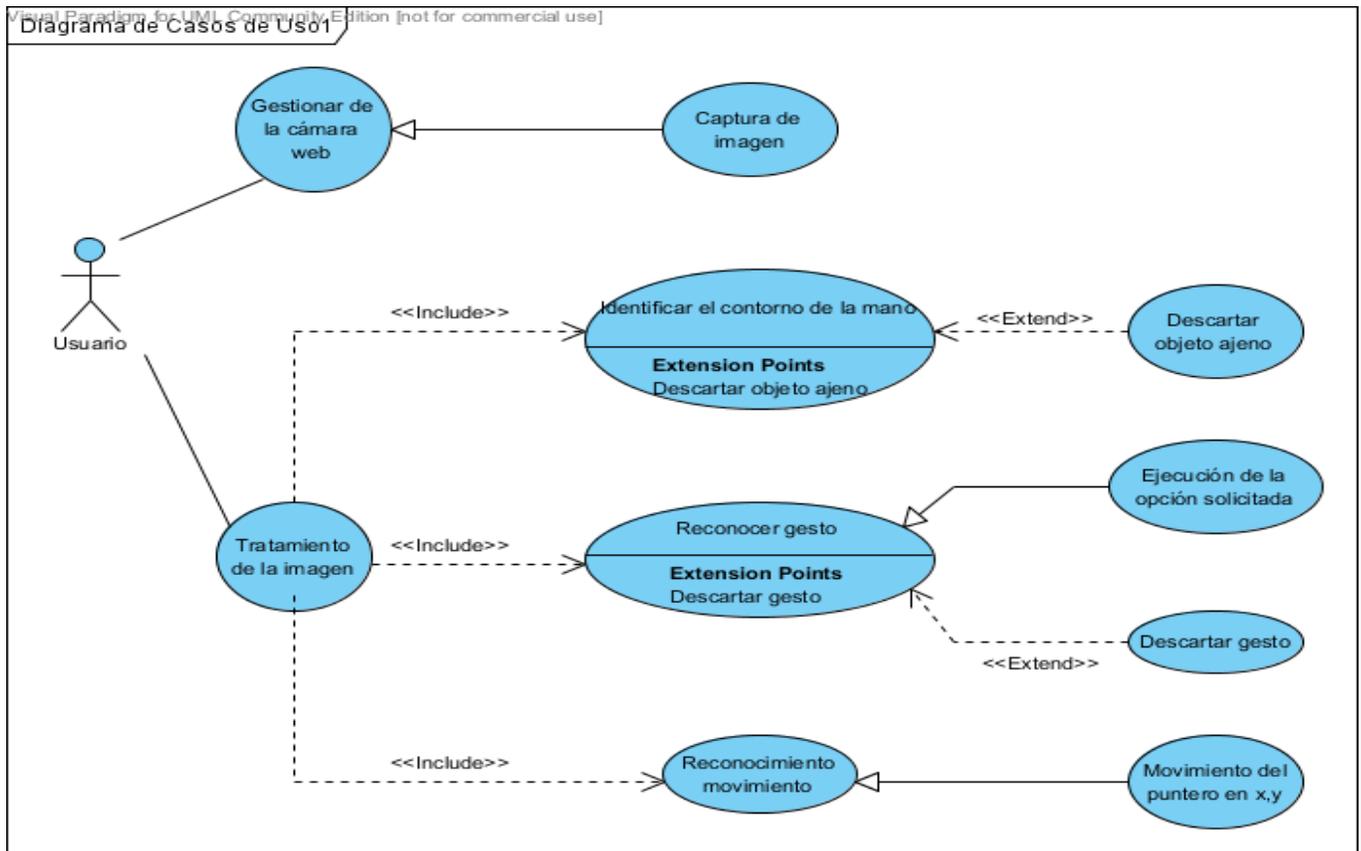


La explicación a este diagrama de flujo es la siguiente:

Como entrada tenemos un gesto de la mano dependiendo de si el gesto es un gesto de clic derecho, clic izquierdo ó scroll, posteriormente tenemos el control de la cámara, la captura de la imagen, el almacenamiento de la imagen, reconocimiento del tipo de imagen y gesto para así tener la generación de función según el tipo y finalmente tenemos la función solicitada.

## 22.2 Diagrama de Casos de Uso

En este Diagrama de Casos de Uso se documentara el comportamiento del sistema PUMAGEMA desde el punto de vista de los usuarios, por lo tanto los casos de uso determinaran los requisitos funcionales del sistema, es decir, representan las funciones que el sistema PUMAGEMA puede ejecutar.



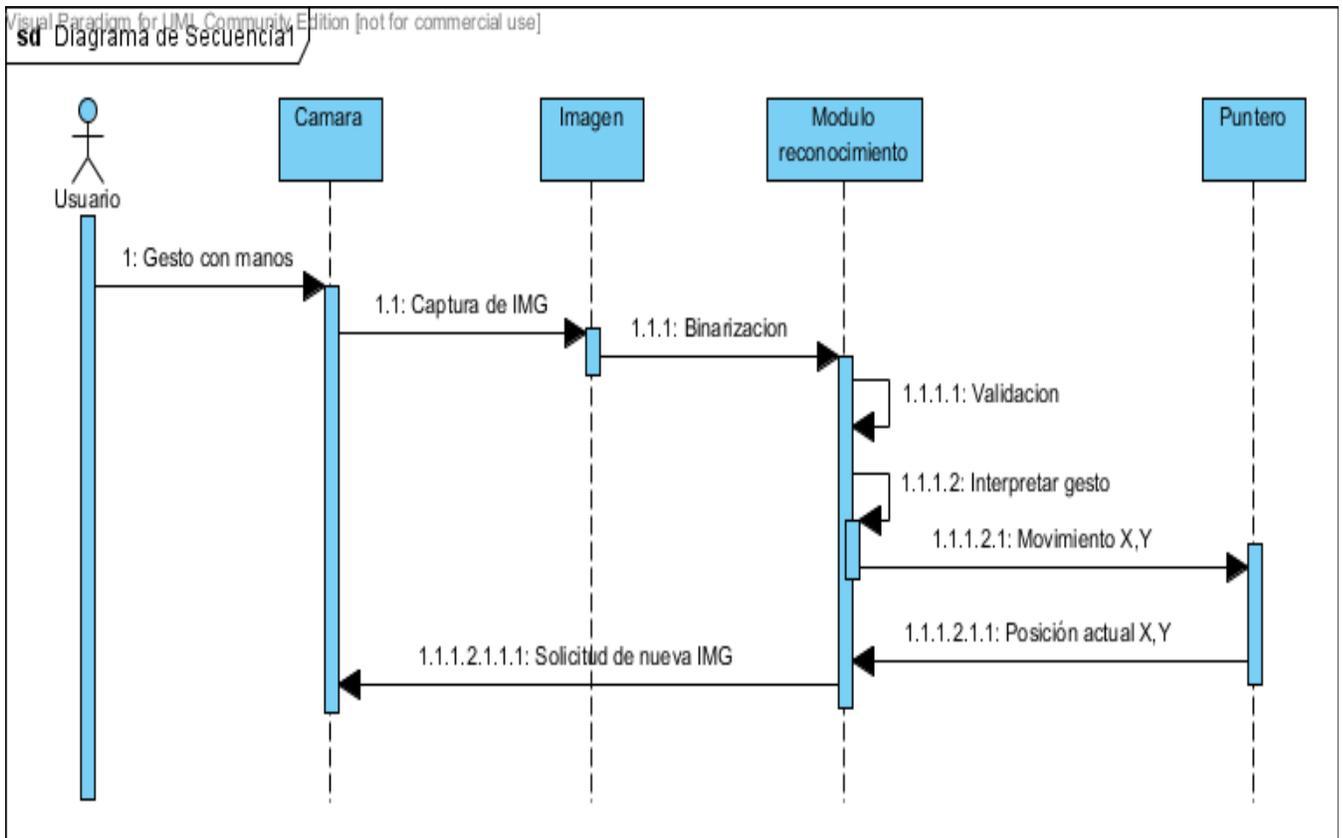
La explicación a este diagrama de Casos de Uso es la siguiente:

Tenemos a nuestros usuarios iniciales, primero se elige la gestión de la cámara web para tener una buena captura de imagen, posteriormente se pasa al tratamiento de la imagen, donde se procede a la identificación de la mano para así descartar algún objeto ajeno a esta, después procedemos al reconocimiento del gesto para poder ejecutar la acción solicitada, si esta es la correcta se realizara la acción, en caso contrario se descartara la captura de la imagen y se realizara una nueva captura, y finalmente tenemos el reconocimiento del movimiento del puntero dependiendo de la acción solicitada ya sea clic derecho, clic izquierdo, scroll o desplazamiento en el plano X y Y.

## 22.3 Diagrama de Secuencias

En estos diagramas se ponen varios objetos o clases que forman parte de nuestro sistema PUMAGEMA, donde se ve como se realizan algunas acciones en secuencias y cuáles van una tras de otra para realizar tareas determinadas.

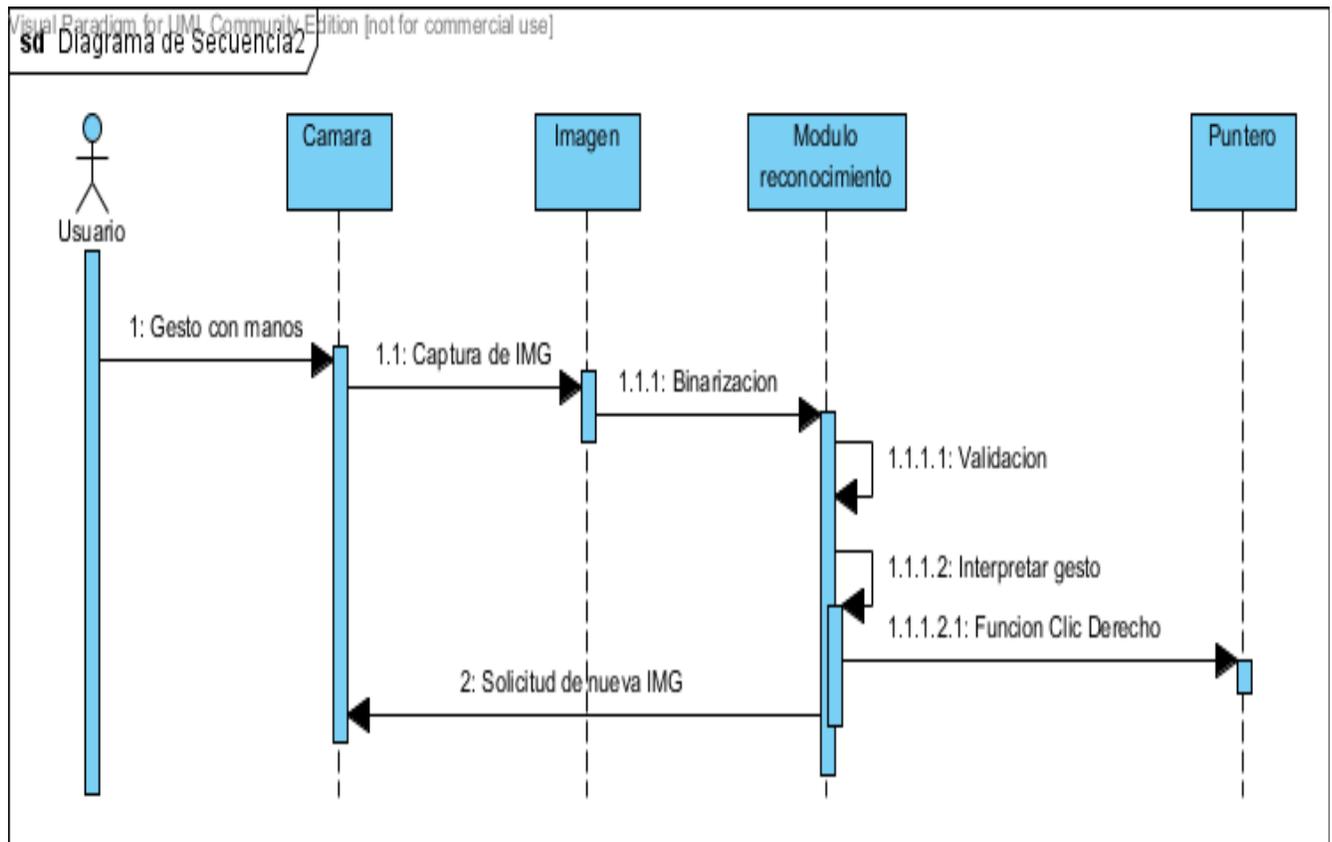
### 22.3.1 Diagrama de Movimiento



La explicación al diagrama de Secuencias del movimiento en el plano X y Y es la siguiente:

El usuario realiza un gesto hacia la cámara para que esta realice alguna acción, la cámara tomara la captura de la imagen de IMG y primero la binariza para después enviarla al módulo de reconocimiento y validación interpretando el tipo de gesto que la fue solicitado, en este caso será la acción de desplazamiento en el plano X, Y, para que así el puntero refleje la acción solicitada por el usuario.

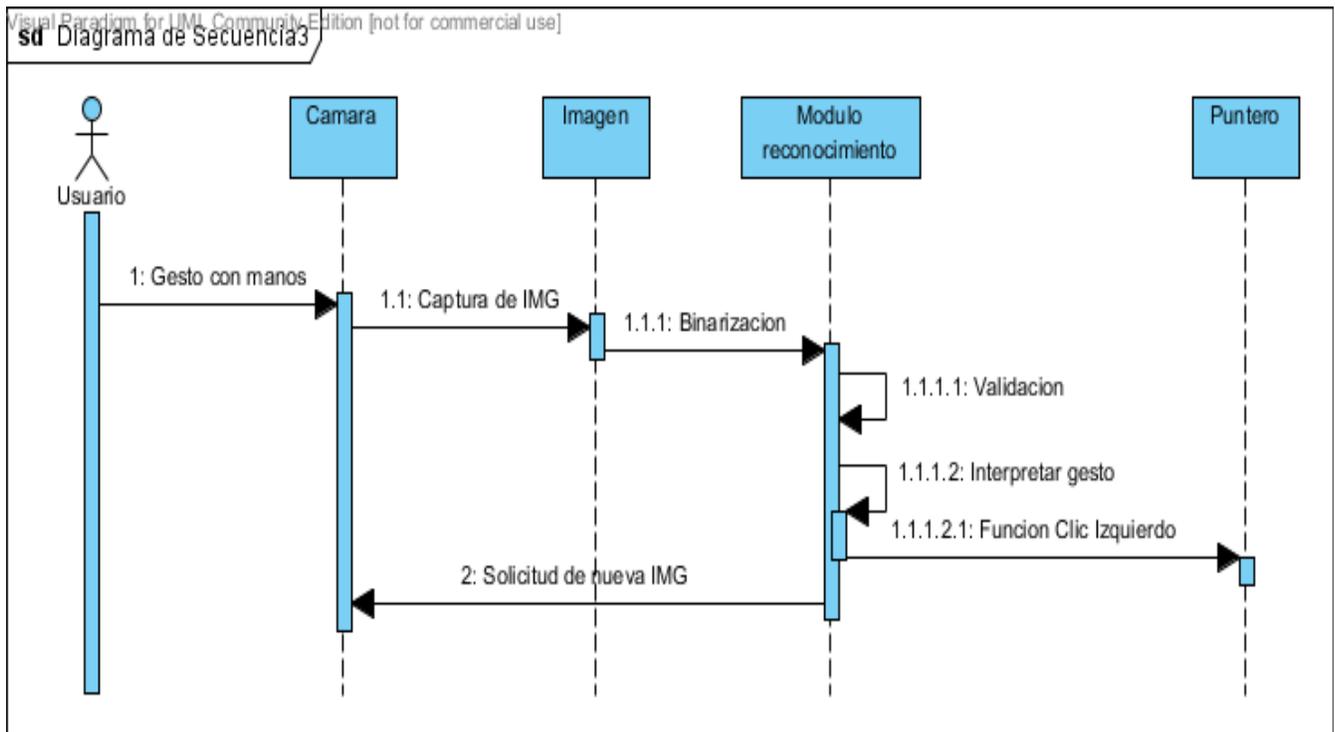
## 22.3.2 Diagrama de Clic Derecho



La explicación al diagrama de Secuencias del clic derecho es la siguiente:

El usuario realiza un gesto hacia la cámara, esta toma la captura de la imagen de IMG, esta imagen se binariza para ser tratada, entra al módulo de reconocimiento de la imagen para ver la validación del gesto, interpreta el tipo de gesto que le fue solicitado y ve que el gesto es clic derecho, el puntero lo interpreta y realiza la acción que le fue solicitada.

### 22.3.3 Diagrama de Clic Izquierdo



La explicación al diagrama de Secuencias del clic izquierdo es la siguiente:

El usuario realiza un gesto hacia la cámara, esta toma la captura de la imagen de IMG, esta imagen se binariza para ser tratada, entra al módulo de reconocimiento de la imagen para ver la validación del gesto, interpreta el tipo de gesto que le fue solicitado y ve que el gesto es clic izquierdo, el puntero lo interpreta y realiza la acción que le fue solicitada.

## **23.- RESULTADOS**

Se entrega una aplicación finalizada y que cumple con sus funciones planteadas como son clic derecho, clic izquierdo, doble clic y movimiento.

Funciona en un entorno con una fuente de luz frontal y un fondo de color oscuro solido

Fue desarrollado para usuarios que sufren o sufrieron Síndrome de Túnel Carpiano, Micro Traumatismos o Enfermedad de Quervain's.

Se obtuvo una aplicación ergonómica para los usuarios finales con dichas enfermedades.

Dar mejor ergonomía al manejar el puntero del mouse con el sistema desarrollado, esto se logró con manejo de los gestos manuales.

Implementar el sistema en diferentes tipos de computadoras portátiles.

Cuenta con imprecisión en la parte del puntero al momento de querer seleccionar un objeto.

Compatibilidad entre lenguajes manejado y no manejado.

Tiempo de entrenamiento.

## **24.- CONCLUSIONES**

PUMAGEMA demostró que gracias a los gestos utilizados, las personas afectadas por el síndrome del Túnel Carpiano, Enfermedad que Quervain's o Sobreesfuerzos Repetitivos, pueden manipular el puntero de la computadora sin ver comprometida su integridad física, debido a una mala postura en el uso del mouse.

Un punto que cabe destacar es que PUMAGEMA es innovador ya que el enfoque que se dio al proyecto es nuevo, con el cual se busca ayudar a un grupo de personas con un problema de salud física, haciendo uso de tecnología eficiente y sencilla capas de reintegrar a esas personas a su ambiente laboral.

La manipulación del puntero se logra utilizando una cámara web que funge como intermediaria entre el usuario y el sistema, y debido a esta razón, es hace accesible la manipulación del puntero, tomando en cuenta que no se requiere de un equipo sofisticado y de especificaciones rigurosas.

Al desarrollar PUMAGEMA no solo se consideraron los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera, también se tuvieron que considerar aspectos de salud, psicología y ergonomía. Puesto que resolver un problema de esta magnitud no solo depende de mover el puntero del mouse, sino de conocer la raíz un problema médico, la opinión de los pacientes, las recomendaciones de los doctores y los problemas laborales que implican padecer estas enfermedades.

Una vez obtenidos todos estos conocimientos, se pudo dar una solución eficaz para controlar el puntero de la computadora, pero teniendo en cuenta las limitaciones de los pacientes respecto al movimiento de sus manos.

## **25.- TRABAJO A FUTURO**

- Implementar la función Scroll sería un buen aporte ya que las funciones del mouse estarían completas.
- Mejorar el entrenamiento de PUMAGEMA, utilizando un mayor número de fotografías para que la precisión, tanto del movimiento como de las acciones sea mayor.
- Implementar diferentes fondos para el entrenamiento, y así poder utilizar PUMAGEMA en cualquier tipo de condiciones, tanto ambientales como de iluminación.
- Implementar más tipos de gestos, con el fin de realizar un número mayor de acciones, utilizando ahora ambas manos.

# REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud, temas de salud. Disponible en: <http://www.who.int/topics/es/>
- [2] Ergonomía, Peligro del Mouse. Disponible en: <http://www.tvcamaguey.co.cu/ergonomia/paginas/peligromouse.html>
- [3] “Ratón controlado por el movimiento ocular”, TT 2007009, 2007, Dr. Flavio Arturo Sánchez Garfias
- [4] Camera Mouse 2010, Universidad de Boston, Profesor Margrit Betke y el Profesor James Gips
- [5] Head Mouse, Universidad de Lleida, x Tomas Palleja Cabre & Edgar Rubion Soler.
- [6] Objetivos planteados en el protocolo PUMAGEMA con fecha 22 de marzo del 2010
- [7] Consejo Superior de Administración Electrónica, Métrica Versión 3, Disponible en: <http://www.csa.e.map.es/csi/metrica3/index.html>
- [8] Interoperabilidad (Cómo se hace en Visual C++): <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms177552%28v=vs.80%29.aspx>
- [9] Encabezados de Windows: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa383745\(VS.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa383745(VS.85).aspx)
- [10] Tutorial OpenCV: <http://note.sonots.com/SciSoftware/haartraining.html>
- [11] Desarrollos en OpenCV: <http://opencvjaiveriana.wikispaces.com/>
- [12] Entrenamiento de OpenCV: <http://www.coplec.org/?q=2010/08/05/entrenar-opencv>
- [13] Cursor SetCursor Position (Metodo): <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.windows.forms.datavisualization.charting.cursor.setcursorposition.aspx>
- [14] Obtención de Sistemas de Medición: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa929225.aspx>
- [15] Lenguaje de Modelado Unificado (UML), página de recursos. Disponible en: <http://www.uml.org/>
- [16] Comunidad de desarrollo de Software: [http://msdn.microsoft.com/es-mx/library/ms646273\(v=VS.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-mx/library/ms646273(v=VS.85).aspx)
- [17] Comunidad de desarrollo de Software, SendInput Function: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms646310\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms646310(v=vs.85).aspx)
- [18] Interfaz gráfica de usuario y Referencia de Adquisición de Vídeo: [http://www710.univ-lyon1.fr/~bouakaz/OpenCV-0.9.5/docs/ref/OpenCVRef\\_Highgui.htm](http://www710.univ-lyon1.fr/~bouakaz/OpenCV-0.9.5/docs/ref/OpenCVRef_Highgui.htm)
- [19] Opencv- haartraining: <http://www.digipedia.pl/man/doc/view/opencv-haartraining.1/>
- [20] Opencv-createsamples: <http://www.digipedia.pl/man/doc/view/opencv-createsamples.1/>

# GLOSARIO.

Mouse.- El ratón o mouse (del inglés, pronunciado [maus]) es un dispositivo apuntador usado para facilitar el manejo de un entorno gráfico de una computadora. Generalmente está fabricado en plástico y se utiliza con una de las manos. Detecta su movimiento relativo en dos dimensiones por la superficie plana en la que se apoya, reflejándose habitualmente a través de un puntero o flecha en el monitor.

Touch Pad.- El touchpad, trackpad, tapete táctil o tapetillo es un dispositivo táctil de entrada que permite controlar un cursor o facilitar la navegación a través de un menú o de cualquier interfaz gráfica. La mayoría de los touchpads se sitúan generalmente en la parte inferior de los teclados de los ordenadores portátiles y toman la función de los ratones de los ordenadores de sobremesa. Son generalmente de forma rectangular y acompañados de 1, 2 ó más botones que representan los botones de un ratón.

Ergonomía.- Es una palabra compuesta por dos partículas griegas: ergos y nomos las que significan - respectivamente - actividad y normas o leyes naturales. De allí, sería algo así como las leyes o normas que describen la actividad humana

Clic.- En informática, se denomina clic, hacer clic, "clicar", "clickear" o pinchar a la acción de pulsar cualquiera de los botones de un mouse o ratón de computadora. Como resultado de esta operación, el sistema aplica alguna función o proceso al objeto señalado por el cursor o el puntero en el momento de realizarla.

Scroll.- Una Scroll Wheel o rueda del ratón es de un plástico duro o un disco parecido a la goma (la "rueda") en un ratón de la computadora que sea perpendicular a la superficie del ratón. Está situado normalmente entre los botones de izquierdo y derecho.

Estocástico.- Teoría estadística de los procesos cuya evolución en el tiempo es aleatoria, tal como la secuencia de las tiradas de un dado (RAE).

Celebrex.- Medicamento para el dolor reumático.

Pregabalina.- Medicamento para dolor neuropático, actúa sobre fibras nerviosas.

Carbamazepina.- Anti convulsionante y antineurítico.

Kertoprofeno.- Antirreumático y analgésico muscular.

Frame.- En inglés, a un fotograma o cuadro, una imagen particular dentro de una sucesión de imágenes que componen una animación. La continua sucesión de estos fotogramas producen a la vista la sensación de movimiento, fenómeno dado por las pequeñas diferencias que hay entre cada uno de ellos.

# APÉNDICE.

## Mouse ergonómico.

Es importante usar un modelo lo más ergonómico posible, ya que puede acarrear problemas físicos en la muñeca o brazo del usuario. Esto es por la posición totalmente plana que adopta la mano, que puede resultar forzada, o puede también producirse un fuerte desgaste del huesecillo que sobresale de la muñeca, hasta el punto de considerarse una enfermedad profesional. Existen alfombrillas especialmente diseñadas para mejorar la comodidad al usar el ratón.

## Universidad de Lleida.

La Universidad de Lérida (en catalán y oficialmente: Universidad de Lleida) (UdL) es una universidad española situada en la ciudad de Lérida. Es heredera del medieval Estudi General, la universidad más antigua de Cataluña y de la antigua Corona de Aragón así como la tercera más antigua de España tras las de Palencia (ya cerrada) y Salamanca (todavía en funcionamiento).

## Síndrome del Túnel Carpiano.

Se denomina síndrome del túnel metacarpiano a una neuropatía periférica que ocurre cuando el nervio mediano, que abarca desde el antebrazo hasta la mano, se presiona o se atrapa dentro del túnel carpiano, a nivel de la muñeca. El nervio mediano controla las sensaciones de la parte anterior de los dedos de la mano (excepto el dedo meñique), así como los impulsos de algunos músculos pequeños en la mano que permiten que se muevan los dedos y el pulgar. El túnel carpiano —un pasadizo estrecho y rígido del ligamento y los huesos en la base de la mano— contiene el nervio y los tendones medianos. Está delimitado por los huesos pisiforme, ganchoso, escafoides y trapecio, y por el ligamento denominado retináculo flexor. A través de este túnel discurren cuatro tendones del músculo flexor común superficial de los dedos de la mano, cuatro tendones del músculo flexor común profundo de los dedos de la mano y el tendón del músculo flexor largo del pulgar. Cualquier proceso que provoque ocupación del espacio (inflamación de alguno de estos tendones, presencia de líquido, etc) provoca la disminución de espacio y el atrapamiento del nervio. Algunas veces, el engrosamiento de los tendones irritados u otras inflamaciones estrechan el túnel y hacen que se comprima el nervio mediano. El resultado puede ser dolor, debilidad o entumecimiento de la mano y la muñeca, irradiándose por todo el brazo. Aunque las sensaciones de dolor pueden indicar otras condiciones, el síndrome del túnel carpiano es de las neuropatías por compresión más comunes y ampliamente conocidas en las cuales se comprimen o se traumatizan los nervios periféricos del cuerpo.

## Enfermedad de Quervain's.

Tenosinovitis de estiloides radial también conocida como Enfermedad de de Quervain o Tenosinovitis de de Quervain. Corresponde a una entidad inflamatoria de la envoltura de la vaina del tendón Abductor Largo y Extensor corto del pulgar, al pasar por el túnel a nivel del estiloides radial. Afecta con mayor frecuencia a las mujeres, y existe el antecedente de actividad repetitiva sobre la mano o traumatismo sobre la región.

## Ruido en las imágenes

El ruido en imágenes digitales son aquellos valores de un píxel que no se corresponde exactamente con la realidad.

## Ruido Sal y Pimienta

En el tipo de ruido conocido como ruido sal y pimienta los píxeles de la imagen son muy diferentes en color o intensidad a los píxeles circundantes. El hecho que define este tipo de ruido es que el píxel ruidoso en cuestión no tiene relación alguna con los píxeles circundantes. Generalmente, este tipo de ruido, afectará a una pequeña cantidad de píxeles de la imagen. Al ver la imagen, encontraremos puntos blancos sobre puntos negros o puntos negros sobre puntos blancos, de ahí el término sal y pimienta. Defectos que contribuyen a este tipo de ruido son las manchas de polvo dentro de las ópticas de la cámara, o bien un CCD defectuoso, que realizará una captura errónea.

## Ruido Gaussiano

En el ruido de tipo gaussiano, todos y cada uno de los píxeles que componen la imagen cambian su valor un pequeño valor, de acuerdo con una distribución normal o gaussiana. Se podrían aplicar otro tipo de distribuciones, pero la gaussiana o normal se toma como el modelo al que más se aproxima, debido al teorema central del límite, que dice que la suma de los diferentes ruidos tiende a aproximarse a una distribución normal o gaussiana.

## Ruido Poisson o de Disparo

Es un tipo de ruido electrónico que tiene lugar cuando el número finito de partículas que transportan energía, tales como los fotones en un dispositivo óptico, es suficientemente pequeño para dar lugar a la aparición de fluctuaciones estadísticas apreciables en una medición. El nivel de este ruido es tanto mayor cuanto mayor sea el valor promedio de la intensidad luminosa. Sin embargo, en tanto que el nivel de señal crece más rápidamente cuanto mayor es su nivel promedio, a menudo el ruido de disparo sólo supone un problema cuando se trabaja con intensidades luminosas bajas.

## Ruido Speckle (interferometría Speckle)

La interferometría Speckle consiste en el análisis de patrones de intensidad producidos por la interferencia mutua entre frentes de onda coherentes que son sujetos a diferencias de fase o fluctuaciones de intensidad. Estos patrones constituyen una valiosa fuente de información sobre la superficie iluminada. Distintos ejemplos de patrones speckle se presentan cuando se ilumina una superficie rugosa con un haz láser o cuando la imagen de una estrella distante es observada a través de la atmósfera (Speckle Imaging). Además, con el uso de estos sistemas es posible analizar, en un sólo punto, deformaciones o desplazamientos en la superficie de una muestra tanto en la dirección axial (modo out-plane) como en la dirección tangencial (modo in-plane).