



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA CALCULAR EL ÍNDICE DE  
MANTENIBILIDAD Y SU APLICACIÓN SOBRE LA ESTIMACIÓN DE  
COSTOS DEL DESARROLLO DE SOFTWARE WEB DEL LADO  
CLIENTE EN LA EMPRESA ORBIS VENTURES S.A.C.

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS**

AUTOR:

Joe Jan Sánchez Alarcón

ASESOR:

Dr. Frey Elmer Chávez Pinillos

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Información Transaccionales

LIMA - Perú

2016

## **Página del Jurado**

---

Presidente  
Dra. Lily Doris Salazar Chávez

---

Secretario  
Dra. Mónica Díaz Reátegui

---

Vocal  
Mgtr. Juanita Isabel Cueva Villavicencio

## **Dedicatoria**

A las personas que amo...Raquel,  
Miryan, Silena, Billy y Raido.

## **Agradecimiento**

Agradezco a cada persona, situación y/o circunstancia que me ayudó a obtener el conocimiento que he logrado acumular para poder realizar esta tesis.

## **Declaración de Autenticidad**

Yo Joe Jan Sánchez Alarcón con DNI N° 43972566, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela académico profesional de Ingeniería de Sistemas, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto en los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Mayo del 2016

.....  
Joe Jan Sánchez Alarcón

## **Presentación**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento de las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada "Sistema de información para calcular el Índice de mantenibilidad y su aplicación sobre la estimación de costos del desarrollo de software web del lado cliente en la empresa Orbis Ventures S.A.C." la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con todos los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero de Sistemas.

Esta investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la aplicación del sistema de información para el cálculo del índice de mantenibilidad en la estimación de costos del desarrollo de software web del lado cliente, la cual está compuesta de siete capítulos; el capítulo I plantea una introducción describiendo la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y los objetivos que lo guían, El capítulo II describe y explica el diseño de la investigación, las variables de estudio y su operacionalización. Además se presenta la población, la muestra y se detalla las técnicas e instrumentos para la recolección y procesamiento de la información, la validación y confiabilidad del instrumento, los métodos de análisis de los datos y aspectos éticos de la investigación, el capítulo III se centra en los resultados de la investigación, así como en la comprobación de las hipótesis, en el capítulo IV se presenta y discute acerca de los resultados de la investigación, en el capítulo V se presentan las conclusiones de esta investigación, en el capítulo VI se presentan las recomendaciones, en el capítulo VII se detallan las referencias bibliográficas utilizadas y finalmente se completa el estudio con los anexos.

Esperando señores miembros del jurado que la presente investigación se ajuste a los requerimientos establecidos y que este trabajo sirva e inspire a estudios posteriores en este mismo o en algún otro lenguaje de programación.

El autor

## Índice General

	Pág.
Página del Jurado	II
Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Declaración de Autenticidad	V
Presentación	VI
Índice General	VII
Índice de tablas	XII
Índice de Figuras	XIII
Resumen	XIV
Abstract	XV
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad Problemática	17
1.2. Trabajos Previos	21
1.3. Teorías Relacionadas al tema	25
1.3.1 Modelos de la calidad de software	25
1.3.2 Clasificación de las métricas de software	28
1.3.3 Variable independiente: Sistema de información para calcular el Índice de mantenibilidad	29
1.3.4 Variable dependiente: Estimación de costos del desarrollo de software web del lado cliente	37
1.3.5 WebMo: Metodología utilizada para medir la estimación de costos	43
1.3.6 Metodología de desarrollo del aplicativo jscomplex	50
1.4 Formulación del problema	57
1.4.1 Problema General	57
1.4.2 Problemas Específicos	57
1.5 Justificación del estudio	57
1.5.1 Justificación Institucional	57
1.5.2 Justificación Operativa	57
1.5.3 Justificación Tecnológica	58
1.6 Hipótesis	58

1.6.1 Hipótesis general	58
1.6.2 Hipótesis específicas	58
1.7 Objetivos	59
1.7.1 Objetivo general	59
1.7.2 Objetivos específicos	59
II. MÉTODO	59
2.1 Diseño de investigación	60
2.2. Operacionalización de variables	61
2.2.1 Definición Conceptual	61
2.2.2 Definición Operacional	63
2.3 Población, muestra y muestreo	65
2.3.1 Población	65
2.3.2 Muestra	65
2.3.3 Muestreo	66
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	66
2.4.1 Técnicas	66
2.4.2 Instrumentos	67
2.4.3 Validez de los instrumentos	67
2.4.4 Confiabilidad de los instrumentos	68
2.5. Métodos de análisis de datos	68
2.6 Aspectos éticos	69
III. RESULTADOS	69
3.1 Análisis Descriptivo	70
3.2 Análisis Inferencial	76
3.2.1 Prueba de Normalidad	76
3.2.2 Prueba de hipótesis	77
IV. DISCUSIÓN	89
V. CONCLUSIONES	92
VI. RECOMENDACIONES	96
VII. REFERENCIAS	98
Bibliografía	99
ANEXOS	102



Anexo 1: Incremento en el costo de corrección de errores o cambios	103
Anexo 2: Número de desarrolladores de software estimados	104
Anexo 3: Duración excedente por proyecto	105
Anexo 4: Costo excedente por proyecto	106
Anexo 5: Listado de historias de usuario	107
Anexo 6: Historia de usuario #1	108
Anexo 7: Historia de usuario #2	109
Anexo 8: Historia de usuario #3	110
Anexo 9: Historia de usuario #4	111
Anexo 10: Historia de usuario #5	112
Anexo 11: Historia de usuario #6	113
Anexo 12: Historia de usuario #7	114
Anexo 13: Historia de usuario #8	115
Anexo 14: Historia de usuario #9	116
Anexo 15: Tamaño de Objetos web proyecto Urbania – Scotiabank	117
Anexo 16: Tamaño de Objetos web proyecto Neoauto – Posting	118
Anexo 17: Tamaño de Objetos web proyecto Aptitus - Nuevo Flujo de Postulación	119
Anexo 18: Tamaño de Objetos web proyecto PagoEfectivo - Servicios web	120
Anexo 19: Tamaño de Objetos web proyecto Ofertop – Rediseño	121
Anexo 20: Manejadores de costos proyecto Urbania – Scotiabank	122
Anexo 21: Manejadores de costos proyecto Neoauto – Posting	123
Anexo 22: Manejadores de costos proyecto Aptitus - Nuevo Flujo de Postulación	124
Anexo 23: Manejadores de costos proyecto PagoEfectivo - Servicios web	125
Anexo 24: Manejadores de costos proyecto Ofertop – Rediseño	126
Anexo 25: Coeficiente Alfa de Cronbach para Duración Estimada	127
Anexo 26: Coeficiente Alfa de Cronbach para el Esfuerzo Estimado	128
Anexo 27: Costo Mensual por Desarrollador	129
Anexo 28: Matriz de consistencia	130
Anexo 30: Formulario de datos sobre la duración del desarrollo.	132
Anexo 31: Formulario de datos sobre el costo del desarrollo.	133
Anexo 32: Ejecución del sistema de información “jscomplex” - Aptitus	134
Anexo 33: Fin de ejecución del sistema de información “jscomplex” - Aptitus	135

Anexo 34: Ejecución del sistema de información “jscomplex” - Neoauto	136
Anexo 35: Fin de ejecución del sistema de información “jscomplex” - Neoauto	137
Anexo 36: Ejecución del sistema de información “jscomplex” - Ofertop	138
Anexo 37: Fin de ejecución del sistema de información “jscomplex” - Ofertop	139
Anexo 38: Ejecución del sistema de información “jscomplex” - PagoEfectivo	140
Anexo 39: Fin de ejecución del sistema de información “jscomplex” – PagoEfectivo	141
Anexo 40: Ejecución del sistema de información “jscomplex” - Urbania	142
Anexo 41: Fin de ejecución del sistema de información “jscomplex” - Urbania	143
Anexo 42: JSComplex, Sprint Planning 1	144
Anexo 43: JSComplex, Sprint Review 1	145
Anexo 44: JSComplex, Retrospectiva del Sprint 1	146
Anexo 45: JSComplex, Schema del proyecto en MongoDB	147
Anexo 46: JSComplex, Lista de proyectos	148
Anexo 47: JSComplex, Agregar nuevo proyecto	149
Anexo 48: JSComplex, Resumen del proyecto Ofertop	150
Anexo 49: JSComplex, Detalle del proyecto Ofertop	151
Anexo 50: JSComplex, Reporte del proyecto Ofertop exportado a Excel	152
Anexo 51: JSComplex, Resumen del proyecto Urbania	153
Anexo 52: JSComplex, Detalle del proyecto Urbania	154
Anexo 53: JSComplex, Reporte del proyecto Urbania exportado a Excel	155
Anexo 54: JSComplex, Resumen del proyecto Aptitus	156
Anexo 55: JSComplex, Detalle del proyecto Aptitus	157
Anexo 56: JSComplex, Reporte del proyecto Aptitus exportado a Excel	158
Anexo 57: JSComplex, Resumen del proyecto NeoAuto	159
Anexo 58: JSComplex, Detalle del proyecto NeoAuto	160
Anexo 59: JSComplex, Reporte del proyecto NeoAuto exportado a Excel	161
Anexo 60: JSComplex, Resumen del proyecto PagoEfectivo	162
Anexo 61: JSComplex, Detalle del proyecto PagoEfectivo	163
Anexo 62: JSComplex, Reporte del proyecto PagoEfectivo exportado a Excel	164
Anexo 63: Diagrama de caso de caso de uso para flujo de usuario no autenticado	165
Anexo 64: Diagrama de caso de caso de uso para flujo de usuario autenticado	166
Anexo 65: Diagrama de caso de caso de uso para flujo de escaneo de proyectos	167

Anexo 66: Organigrama de la empresa Orbis Ventures S.A.C.	168
Anexo 67: Certificado de validez de contenido del instrumento	169
Anexo 68: Certificado de validez de contenido del instrumento	170
Anexo 69: Certificado de validez de contenido del instrumento	171

## Índice de tablas

	Pág.
Tabla1: Límites del índice de mantenibilidad	29
Tabla 2: Constantes de acuerdo al tipo de proyecto	39
Tabla 3: Valores de los manejadores de costos	42
Tabla 4: Promedio de Índice de mantenibilidad por proyecto	43
Tabla 5: Valores del índice de mantenibilidad y complejidad del proyecto	43
Tabla 6: Costo Mensual por Desarrollador para PRE-TEST	44
Tabla 7: Costo Mensual por Desarrollador para POST-TEST	44
Tabla 8: Instrumento para recolectar datos sobre el esfuerzo de desarrollo	45
Tabla 9: Instrumento para recolectar datos sobre la duración de desarrollo	46
Tabla 10: Costos de desarrollo	47
Tabla 11: Pila de productos: jscomplex	50
Tabla 12: Página de información de Sprint	53
Tabla 13: Operacionalización de Variables: Variable dependiente	64
Tabla 14: Resultados de la validación de los instrumentos	68
Tabla 15: Esfuerzo estimado de un proyecto de desarrollo	72
Tabla 16: Duración estimada de un proyecto de desarrollo	74
Tabla 17: Costo estimado de un proyecto de desarrollo	76
Tabla 18: Prueba de normalidad del esfuerzo estimado	79
Tabla 19: Prueba T-student para las medias del esfuerzo	80
Tabla 20: Prueba de normalidad de la duración estimada	83
Tabla 21: T-student para las medias de la duración estimada	84
Tabla 22: Prueba de normalidad del costo estimado	87
Tabla 23: Prueba T-student para las medias del costo	88

## Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1: Desarrolladores profesionales de software por región	17
Figura 2: Modelo de calidad de software de McCall	24
Figura 3: Modelo de calidad de software de la ISO 9126	25
Figura 4: Porcentaje de comentarios	35
Figura 5: Diagrama Burn- Down del proyecto de desarrollo	54
Figura 6: Diseño pre-experimental de pre-prueba / pos prueba	60
Figura 7: Esfuerzo estimado de un proyecto de desarrollo de software	73
Figura 8: Duración estimada de un proyecto de desarrollo de software	75
Figura 9: Costo estimado de un proyecto de desarrollo de software web	77
Figura 10: Diagrama de cajas del esfuerzo estimado	82
Figura 11: Diagrama de cajas de la duración estimada	86
Figura 12: Diagrama de cajas del costo estimado	90

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación del sistema de información para el cálculo del índice de mantenibilidad en la estimación de costos del desarrollo de software web del lado cliente en la empresa Orbis Ventures S.A.C.

La investigación realizada fue de tipo aplicada, con un diseño experimental de tipo Pre Experimental. La población estuvo formada por 5 proyectos de desarrollo web y el muestreo fue probabilístico - aleatorio simple. Se usó como técnica de recopilación de datos la observación y como instrumento se usaron fichas de observación, las cuales fueron completadas en base al modelo actual de estimación de costos conocido como WebMo y a los datos recogidos por la aplicación jscomplex. Los instrumentos de recolección de datos fueron validados por medio del juicio de expertos con un resultado de opinión de aplicabilidad y la confiabilidad se realizó mediante la prueba de Coeficiente de Alfa de Cronbach, cuyo valor fue de 0,94.

Los resultados de esta investigación confirman que la implementación del sistema informático para el cálculo del índice de mantenibilidad tuvo un efecto positivo para el proceso de estimación de costos del desarrollo de software web del lado cliente; El promedio de costo estimado sin utilizar el sistema informático en el proceso de estimación de costos en la oficina de desarrollo web de la empresa Orbis Ventures S.A.C, fue de S/. 58781 y con el uso del sistema informático fue de S/. 65386, logrando un incremento de S/. 6605, que representa el 11.23% del costo estimado para el desarrollo de un proyecto web.

Se ha determinado que el sistema informático jscomplex mejoró el proceso de estimación de costos de desarrollo web en la oficina de desarrollo web de la empresa Orbis Ventures S.A.C, logrando demostrar las hipótesis planteadas con una confiabilidad del 94%.

Palabras clave: Índice de mantenibilidad, Sistema de información.

## **Abstract**

This research aims to determine the effect of the implementation of the information system for calculating the maintainability index in estimating costs of developing client-side web software at the company Orbis Ventures S.A.C.

The investigation made was the applied type, with a Pre-Experimental design. The population consisted of 5 web development projects and the sampling was probabilistic - simple random. Observation was used as the technique for data collection and observation sheets were used as instrument, which were completed based on the current cost estimation model known as WebMo and the data collected by the jscomplex application. The data collection instruments were validated by the judgment of experts with a score of view of applicability and reliability testing performed by Cronbach's alpha coefficient, whose value was 0.94.

The results of this investigation confirm that the implementation of the computer system for calculating the maintainability index had a positive effect on the process of estimating costs of developing client-side web software; The average estimated cost without using the computer system in the process of estimating costs of developing client-side web software at the company Orbis Ventures S.A.C., was S/. 58781 and the use of the computer system was S/. 65386, achieving an increase of S/. 6605, which represents 11.23% of the estimated cost for the development of a web project.

It has been determined that the computer system jscomplex improved estimation process development costs in the development office of the company Orbis Ventures S.A.C, managing prove the hypotheses with a reliability of 94%.

Keywords: Maintainability Index, Information System.