



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL  
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Six Sigma para incrementar la Productividad del área eléctrica en la  
subcontrata de la empresa Contratistas Generales, Miraflores-2016**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

Robert Daniel Morán Franco

**ASESOR**

Mg. Teresa Miranda Herrera

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Sistemas de Gestión Empresarial y Productiva

**LIMA – PERÚ**

**2016**

**Página del jurado**

---

Ing. Dr.....

**Presidente**

---

Ing.....

**Secretario**

---

Ing.....

**Vocal**

### **Dedicatoria**

A Dios por hacer realidad el gran sueño de realizar la Carrera profesional, a mi familia por brindarme todas sus fuerzas y energías positivas cada vez que sentía que no se podía concretar alguna labor y a mis padres por sus principios y su educación los cuales sirven en todo momento para realizar cada labor en la vida cotidiana.

### **Agradecimiento**

El presente desarrollo de tesis está dedicado a todos los docentes que desde que iniciamos nuestra carrera dedicaron lo mejor para poder lograr lo que hoy ya es una realidad y a nuestra asesora por sus sabios aportes para lograr que obtenga la validez requerida para obtener nuestra aprobación y así escalar el último peldaño de nuestro proceso formativo. Agradezco en especial a todos los Ingenieros y compañeros de la empresa Contratistas Generales. Por su apoyo incondicional a seguir avanzando para lograr culminar con éxitos mi carrera profesional.

## **Declaración de autenticidad**

Yo, MORÁN FRANCO Robert Daniel con DNI N° 22194414, 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 de Ingeniería Industrial, 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 de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, julio de 2016.

.....  
Robert Daniel Morán Franco

D.N.I. N° 22194414

## **Presentación**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grado y de Títulos de la universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Six Sigma para incrementar la productividad del área eléctrica en la subcontrata de la empresa contratistas generales, Miraflores-2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos para obtener el título profesional de INGENIERO INDUSTRIAL.

La presente investigación contiene la siguiente estructura: En el capítulo I se visualiza la introducción de la investigación considerando la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos. Capítulo II se da a conocer el método usado en la tesis para identificar y proponer mejoras en cuanto a la productividad, mostrándose el diseño de investigación, variables y operacionalización; población y muestra, técnicas e instrumentos, métodos de análisis y aspectos éticos. Capítulo III se presentan los resultados a través de las herramientas utilizadas al aplicar Six Sigma. En el capítulo IV se muestra la discusión de los resultados. En el capítulo V se dan a conocer las conclusiones relevantes del estudio. En el capítulo VI se formulan las recomendaciones apropiadas al estudio. Finalmente, se presentan las referencias y los anexos de la investigación.

Robert Daniel Morán Franco

## Índice

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaración de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de Figuras	x
Índice de Tablas	xii
Índice de Anexos	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	18
1.2. TRABAJOS PREVIOS	21
1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA	27
1.3.1. Six Sigma	27
1.3.2. Productividad	42
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	50
1.4.1. Problema general	50
1.4.2. Problemas específicos	50
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	50
1.5.1. Justificación teórica	50
1.5.2. Justificación social	51
1.5.3. Justificación económica financiera	51
1.5.4. Justificación práctica	51
1.5.5. Justificación metodológica	52
1.6. HIPÓTESIS	52
1.6.1. Hipótesis general	52
1.6.2. Hipótesis específicas	52
1.7. OBJETIVOS	52

1.7.1.General	52
1.7.2.Específicos	53
II. MÉTODO	54
2.1.DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	55
2.2.VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	57
2.2.1.Operacionalización de variables	58
2.3.POBLACIÓN Y MUESTRA	59
2.3.1.Población	59
2.3.2.Muestra	59
2.4.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	59
2.4.1.Validez	60
2.4.2.Confiabilidad	60
2.5.MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	61
2.6.ASPECTOS ÉTICOS	61
III. RESULTADOS	62
3.1.PROCESOS DE LA EMPRESA	63
3.1.1.Del proceso del Área Eléctrica.	66
3.1.2.Análisis de la situación actual del subproceso de entubados pvc	71
3.2.APLICACIÓN DEL MÉTODO SIX SIGMA	82
3.2.1.Aplicación del método	82
3.2.2.Beneficios de la aplicación	117
3.3.COMPARACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE SIX SIGMA	117
3.3.1.Comparación de Six Sigma después de su aplicación	117
3.3.2.Análisis costo-beneficio	120
3.4.PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	123
3.4.1.Hipótesis General	123
3.4.2.Hipótesis Específica 1	129
3.4.3.Hipótesis Específica 2	134
3.4.4.Hipótesis Específica 3	139
IV. DISCUSIÓN	144
V. CONCLUSIÓN	147
VI. RECOMENDACIONES	149
VII. REFERENCIAS	151





## Índice de Figuras

Figura 1. Porcentaje de la productividad antes de aplicar Six Sigma	70
Figura 2. Las cinco etapas en la realización de un proyecto 6 $\sigma$	31
Figura 3. Organigrama de Contratistas Generales	64
Figura 4. Mapa de procesos de Contratistas Generales	65
Figura 5. Subprocesos del área eléctrica en obras de edificaciones	68
Figura 6. Diagrama de Pareto de los subprocesos del área eléctrica	70
Figura 7. Falta de supervisión	71
Figura 8. Mal uso de materiales	72
Figura 9. Falta de planificación	73
Figura 10. Trabajos incompletos	73
Figura 11. Cruce de actividad	74
Figura 12. Tuberías sin asegurar	75
Figura 13. Retrabajos	76
Figura 14. Trabajos mal ejecutados	76
Figura 15. Cajas mal instaladas	77
Figura 16. Fallas al empalmar	77
Figura 17. Ajustes inadecuados	78
Figura 18. Tuberías de PVC	79
Figura 19. Trabajo inadecuado	80
Figura 20. Flujograma de subproceso de entubados pvc	81
Figura 21. Reuniones de Aplicación	83
Figura 22. Herramienta causa-efecto	97
Figura 23. Diagrama de Pareto	99
Figura 24. Flujograma de propuesta de mejora	103
Figura 25. Reuniones en campo permanente para las coordinaciones respectivas	105
Figura 26. Coordinación permanente en campo	106
Figura 27. Control de materiales y herramientas	108
Figura 28. Áreas liberadas de interferencias	109
Figura 29. Mano de obra primordial en todo proceso constructivo	110
Figura 30. Control del subproceso de entubados pvc antes de los vaciados	112
Figura 31. Trabajos ejecutados con supervisión y control antes de vaciados	115
Figura 32. Histograma de productividad (antes)	125

Figura 33. Histograma de productividad (después)	126
Figura 34. Gráfico Q-Q normal de antes (Hipótesis general)	126
Figura 35. Gráfico Q-Q normal de después (Hipótesis general)	127
Figura 36. Gráfico Q-Q normal de antes (Hipótesis específica 1)	131
Figura 37. Gráfico Q-Q normal de después (Hipótesis específica 1)	132
Figura 38. Gráfico Q-Q normal de antes (Hipótesis específica 2)	136
Figura 39. Gráfico Q-Q normal de después (Hipótesis específica 2)	137
Figura 40. Gráfico Q-Q normal de antes (Hipótesis específica 3)	141
Figura 41. Gráfico Q-Q normal de después (Hipótesis específica 3)	142

## Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Medida del nivel Six Sigma</i>	30
Tabla 2. <i>Método de las 6 M.</i>	38
Tabla 3. <i>Factores que afectan la productividad.</i>	46
Tabla 4. <i>Operacionalización de variables.</i>	58
Tabla 5. <i>Técnica e instrumento de recolección de datos</i>	60
Tabla 6. <i>Número de reprocesos de los subprocesos del área eléctrica</i>	69
Tabla 7. <i>Metodología de las 5W'S Y 2H'S para lograr definir el proyecto y solucionar un problema.</i>	84
Tabla 8. <i>Planeación de las actividades para definir el proyecto Six Sigma.</i>	85
Tabla 9. <i>Cronograma de aplicación Six Sigma.</i>	86
Tabla 10. <i>Criterios para determinar el valor del nivel Six Sigma en el subproceso de instalación de tuberías pvc</i>	88
Tabla 11. <i>Mediciones de las diferentes actividades de la organización.</i>	91
Tabla 12. <i>Asistencia de trabajadores.</i>	94
Tabla 13. <i>Lista de causas que generan baja productividad.</i>	96
Tabla 14. <i>Análisis de las causas mediante Pareto.</i>	98
Tabla 15. <i>Reporte de no conformidades</i>	100
Tabla 16. <i>Hoja de verificación de datos de productividad</i>	101
Tabla 17. <i>Propuesta por cada oportunidad de mejora</i>	102
Tabla 18. <i>Registro de instalaciones de tuberías PVC para el alumbrado</i>	113
Tabla 19. <i>Hoja de registro de instalaciones eléctricas empotradas.</i>	114
Tabla 20. <i>Criterios para determinar el valor del nivel Six Sigma en el subproceso de instalación de tuberías pvc con aplicación Six Sigma</i>	116
Tabla 21. <i>Trabajos ejecutados sin aplicación Six Sigma (mayo – agosto 2015)</i>	120
Tabla 22. <i>Trabajos ejecutados con aplicación Six Sigma (diciembre 2015– marzo 2016)</i>	121
Tabla 23. <i>Costos por capacitación y aplicación.</i>	121
Tabla 24. <i>Costos por aplicación de la metodología Six Sigma</i>	122
Tabla 25. <i>Relación Beneficio/Costo</i>	122
Tabla 26. <i>Datos de procesamiento estadístico (Productividad)</i>	123
Tabla 27. <i>Estadísticos descriptivos (Hipótesis general).</i>	124

Tabla 28. <i>Prueba de normalidad</i>	124
Tabla 29. <i>Determinación de normalidad</i>	125
Tabla 30. <i>Prueba T para muestras relacionadas</i>	127
Tabla 31. <i>Correlaciones de muestras relacionadas.</i>	128
Tabla 32. <i>Prueba de muestras relacionadas.</i>	128
Tabla 33. <i>Datos de procesamiento estadístico (Eficiencia).</i>	129
Tabla 34. <i>Estadísticos descriptivos (Hipótesis específica 1)</i>	130
Tabla 35. <i>Prueba de normalidad</i>	130
Tabla 36. <i>Determinación de normalidad</i>	131
Tabla 37. <i>Prueba T para muestras relacionadas</i>	132
Tabla 38. <i>Correlaciones de muestras relacionadas</i>	133
Tabla 39. <i>Prueba de muestras relacionadas</i>	133
Tabla 40. <i>Datos de procesamiento estadístico (Eficacia)</i>	134
Tabla 41. <i>Estadísticos descriptivos (Hipótesis específica 2)</i>	135
Tabla 42. <i>Prueba de normalidad</i>	136
Tabla 43. <i>Determinación de normalidad</i>	136
Tabla 44. <i>Prueba T para muestras relacionadas</i>	137
Tabla 45. <i>Correlaciones de muestras relacionadas</i>	138
Tabla 46. <i>Prueba de muestras relacionadas</i>	138
Tabla 47. <i>Datos de procesamiento estadístico (Efectividad)</i>	139
Tabla 48. <i>Estadísticos descriptivos (Hipótesis específica 3)</i>	140
Tabla 49. <i>Prueba de normalidad</i>	140
Tabla 50. <i>Determinación de normalidad</i>	141
Tabla 51. <i>Prueba T para muestras relacionadas</i>	142
Tabla 52. <i>Correlaciones de muestras relacionadas</i>	143
Tabla 53. <i>Prueba de muestras relacionadas</i>	143

## Índice de Anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia	157
Anexo 2: Operacionalización de variables	158
Anexo 3. Instrumento de investigación	159
Anexo 4. Check list Sistema de Control de Gestión en Obra	160
Anexo 5. Registro de no conformidades	163
Anexo 6. Costo por reprocesos de puesta a tierra	164
Anexo 7. Costo por reprocesos de montaje y conexión de tableros	164
Anexo 8. Costo por reprocesos de instalación de luminarias y tomacorrientes	165
Anexo 9. Costo por reprocesos de montaje de bandejas eléctricas	165
Anexo 10. Costo por reprocesos de sondeo y cableado de circuitos	166
Anexo 11. Actores y roles Six Sigma	167
Anexo 12. Validación de expertos	168

## RESUMEN

La presente investigación titulada Six Sigma para incrementar la productividad del área eléctrica en la subcontrata de la empresa Contratistas Generales, Miraflores-2016, tuvo por objetivo determinar de qué manera Six Sigma incrementa la productividad del área eléctrica en la subcontrata de la empresa Contratistas Generales, Miraflores-2016. Según Gutiérrez y De La Vara comenta que el Six Sigma reduce la variabilidad y los defectos logrando minimizar los costos. Así mismo Beltrán indica que la productividad se pondera con la Eficiencia, Eficacia y Efectividad.

En el análisis del estudio se visualiza que la investigación es aplicada, de diseño pre experimental. La población estuvo compuesta por el subproceso de entubados pvc del área eléctrica, los cuales son medidos durante 16 semanas antes entre los meses de mayo a agosto de 2015 y de 16 semanas después entre diciembre 2015 a marzo 2016. Su muestra es la totalidad de su población. Se utilizó la hoja de registro y se procesó por SPSS 21. La validez fue dada por la afirmación del juicio de expertos.

Finalmente se llegó a la conclusión que Six Sigma incrementa significativamente la productividad del área eléctrica en la subcontrata de la empresa Contratistas Generales. La media de la productividad antes de Six Sigma es de 5.66 y la media de la productividad después de Six Sigma es de 6.76.

Palabras clave: Six Sigma, productividad, área eléctrica.

## **ABSTRACT**

This research, entitled Six Sigma to increase the productivity of the electrical area in the subcontract of the company Contratistas Generales, Miraflores-2016, aimed to determine how Six Sigma increases the productivity of the electrical area in the subcontract of the company Contratistas Generales, Miraflores-2016. According to Gutiérrez and De La Vara, Six Sigma reduces variability and defects by minimizing costs. Beltrán also indicates that productivity is weighted with Efficiency, Efficiency and Effectiveness.

In the analysis of the study it is visualized that the research is applied, of pre-experimental design. The population was composed of the pvc tubing sub-process of the electrical area, which were measured during 16 weeks before between May and August 2015 and 16 weeks later between December 2015 and March 2016. Its sample is the totality of its population. The record sheet was used and processed by SPSS 21. The validity was given by the assertion of expert judgment.

Finally, it was concluded that Six Sigma significantly increases the productivity of the electrical area in the subcontract of the company Contratistas Generales. The average productivity before Six Sigma is 5.66 and the average productivity after Six Sigma is 6.76.

Keywords: Six Sigma, productivity, electrical area.