



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Contaduría y Administración
Maestría en Administración

Indicadores del Retorno de Inversión para la reducción de la incertidumbre en una empresa de TI
TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestro en Administración

Presenta:
Claudia Estybaly Hernández Cabrera

Dirigido por:
Dra. Alejandra E. Urbiola Solís

SINODALES

Dra. Alejandra E. Urbiola Solís
Presidente.

Alejandra Urbiola
Firma

Dra. Graciela Lara Gómez
Secretario

Graciela Lara Gómez
Firma

Dra. Amalia Rico Hernández
Vocal

Amalia Rico Hernández
Firma

M. en A. Josefina Moreno y Ayala
Suplente

Josefina Moreno y Ayala
Firma

Dr. Fernando Barragán Naranjo
Suplente

Fernando Barragán Naranjo
Firma

M. en I. Héctor Fernando Valencia Pérez
Director de la Facultad de Contaduría
y Administración

Héctor Fernando Valencia Pérez
Firma

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval
Director de Investigación y
Posgrado

Centro Universitario
Santiago de Querétaro, Qro.
Septiembre, 2009
México

RESUMEN

La época actual y el dinamismo de los negocios y sus clientes externos ha llevado a las organizaciones a buscar una estandarización en sus procesos misma que les permita un enfrentamiento en tiempo sobre los requerimientos de estos clientes, sobre todo en una organización dedicada a dar servicios de tecnología de información sector industrial que se mueve todavía con mayor rapidez y donde los requerimientos de calidad del producto son cada vez más específicos. Si bien, la situación anterior ha implicado la opción por la adopción de un modelo de calidad a la organización sobre la que se desarrolla esta investigación, ésta misma, tiene como objetivo ayudar a la organización a identificar los factores de medición o indicadores que determinan el éxito en el retorno de inversión sobre la implementación del modelo de referencia Capability Maturity Model Integration (CMMI), sobre el cual fue definido e implementado el proceso de desarrollo de software con el que hoy día se da atención a los proyectos del cliente.

(Palabras clave: calidad, indicadores, retorno de inversión)

SUMMARY

The present time and the dynamism of the business and its external customers has led organizations to seek a standardization process which enables them to clash at a time on the requirements of these customers, especially in an organization dedicated to providing services information technology industry that is moving even faster, and where product quality requirements are becoming more specific. While the above situation has led to the choice of adopting a quality model on the organization that develops research, this aims to help the organization identify the factors or indicators of measurement that determine the success in the return of investment on the implementation of the model reference Capability Maturity Model Integration (CMMI), on which was defined and implemented the software development process with which today is focus on customer projects.

(Keywords: quality, indicators, returns on investment).

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme esta oportunidad de crecimiento y aprendizaje personal.

A mis padres por el gran apoyo y compañía a lo largo de esta etapa de mi vida.

A la empresa sobre la que se realiza esta investigación, pues sin ella gran parte de este trabajo no hubiera sido posible.

A la Universidad Autónoma de Querétaro, por abrirme sus puertas desde 1997 y proporcionarme las herramientas y recursos de conocimiento necesarios para ser mejor persona y profesional.

A la Dra. Alejandra Urbiola, por su paciencia y contribución durante la elaboración de este trabajo.

A todos los maestros de Posgrado de Contabilidad y Administración por compartir su conocimiento y experiencia para así, contribuir en mi desarrollo personal y profesional

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes	6
2.2 Bases Teóricas	10
2.2.1 Ciclo de Shewhart	10
2.2.2. Catorce puntos para la dirección de Deming	10
2.2.3 Trilogía de Juran	10
2.2.4 Círculos de Calidad de Ishikawa	11
2.2.5 Just in Time de Ohno	11
2.2.6 Control Total de la Calidad de Feigenbaum,	11
2.3 Evolución de la Calidad	12
2.4 Investigaciones relacionadas	14
III. CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.1 Planteamiento del Problema	16
3.2 Justificación	18
3.3 Objetivos	18
3.3.1 Objetivo general	18
3.3.2 Objetivos específicos	19
3.4 Hipótesis	19
IV. METODOLOGÍA	20
4.1 Características de la empresa	20
4.1.1 Historia	20
4.1.2 Visión	24
4.1.3 Misión	24
4.1.4 Valores	25
4.2 Tipo de investigación	26
4.3 Instrumento de investigación	27
4.4. Objeto de Estudio	37
4.5 Tamaño y tipo de la muestra	37
4.6 Definición de Variables	38
4.7 Indicadores analizados para el proceso	38
4.8 Procedimiento	40
4.9 Procesamiento de la información o los datos	44
4.9.1 Primer periodo de recolección de datos y generación de línea base	46
4.9.1.1 Indicador de Plazo	46
4.9.1.2 Indicador de Esfuerzo	51
4.9.1.3 Indicador de Densidad de Defectos	57
4.9.2 Segundo periodo de recolección de datos y generación de línea base	64
4.9.2.1 Indicador de Plazo	64

4.9.2.2	Indicador de Esfuerzo	69
4.9.2.3	Indicador de Densidad de Defectos	75
4.9.3	Tercer periodo de recolección de datos y generación de línea base	83
4.9.3.1	Indicador de Plazo	83
4.9.3.2	Indicador de Esfuerzo	88
4.9.3.3	Indicador de Densidad de Defectos	93
V.	RESULTADOS O DIAGNÓSTICO	101
5.1	Modelos de Desempeño Obtenidos	101
5.2	Análisis de resultados a través del cálculo de Retorno de Inversión:	104
5.3	Beneficio visto a través de modelo de desempeño	106
VI.	PROPUESTAS	109
VII.	CONCLUSIONES	113
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1.	Cinco etapas de al evolución de la calidad	12
2.	Interpretación del coeficiente de correlación R	31
3.	Objetivos organizacionales y su alineación con BSC	45
4.	Alineación de modelos de desempeño por objetivo	45
5.	Desviación en plazo, sub-proceso análisis: 1er. Periodo	47
6.	Parámetros para análisis de capacidad en plazo, sub-proceso análisis: 1er. Periodo	48
7.	Desviación en plazo, sub-proceso diseño: 1er. Periodo	49
8.	Parámetros para análisis de capacidad en plazo, sub-proceso diseño: 1er. Periodo	50
9.	Desviación en esfuerzo, sub-proceso análisis: 1er. Periodo	52
10.	Parámetros para análisis de capacidad en esfuerzo, sub-proceso análisis: 1er. Periodo	53
11.	Desviación en esfuerzo, sub-proceso diseño: 1er. Periodo	54
12.	Parámetros para análisis de capacidad en esfuerzo, sub-proceso diseño: 1er. Periodo	55
13.	Modelo para esfuerzo entre análisis y diseño	57
14.	Desviación en densidad de defectos, sub-proceso análisis: 1er. Periodo	58

15.	Parámetros para análisis de capacidad de densidad de defectos, sub-proceso análisis: 1er. Periodo	59
16.	Desviación en densidad de defectos, sub-proceso diseño: 1er. Periodo	60
17.	Parámetros para análisis de capacidad de densidad de defectos, sub-proceso diseño: 1er. Periodo	61
18.	Modelos de desempeño entre esfuerzo y defectos 1er. periodo	64
19.	Desviación en plazo, sub-proceso análisis: 2do. Periodo	65
20.	Parámetros para análisis de capacidad de plazo, sub-proceso análisis: 2do. Periodo	66
21.	Desviación en plazo, sub-proceso diseño: 2do. Periodo	67
22.	Parámetros para análisis de capacidad de plazo, sub-proceso diseño: 2do. Periodo	68
23.	Desviación en esfuerzo, sub-proceso análisis: 2do. Periodo	70
24.	Parámetros para análisis de capacidad de esfuerzo, sub-proceso análisis: 2do. Periodo	71
25.	Desviación en esfuerzo, sub-proceso diseño: 2do. Periodo	72
26.	Parámetros para análisis de capacidad de esfuerzo, sub-proceso diseño: 2do. Periodo	73
27.	Modelo de desempeño esfuerzo análisis y esfuerzo, segundo periodo	75
28.	Desviación en densidad de defectos, sub-proceso análisis: 2do. Periodo	76

29.	Parámetros para análisis de capacidad de densidad de defectos, sub-proceso análisis: 2do. Periodo	77
30.	Desviación en densidad de defectos, sub-proceso diseño: 2do. Periodo	79
31.	Parámetros para análisis de capacidad de densidad de defectos, sub-proceso diseño: 2do. Periodo	80
32.	Modelos entre esfuerzo y defectos para análisis y diseño, 2do. periodo	82
33.	Desviación en plazo, sub-proceso análisis: 3er. Periodo	83
34.	Parámetros para análisis de capacidad de plazo, sub-proceso análisis: 3er. Periodo	84
35.	Desviación en plazo, sub-proceso diseño: 3er. Periodo	86
36.	Parámetros para análisis de capacidad de plazo, sub-proceso diseño: 3er. Periodo	87
37.	Desviación en esfuerzo, sub-proceso análisis: 3er. Periodo	88
38.	Parámetros para análisis de capacidad de esfuerzo, sub-proceso análisis: 3er. Periodo	89
39.	Desviación en esfuerzo, sub-proceso diseño: 3er. Periodo	91
40.	Parámetros para análisis de capacidad de esfuerzo, sub-proceso diseño: 3er. Periodo	92
41.	Modelo esfuerzo análisis y diseño, 3er. periodo	93
42.	Desviación en densidad de defectos, sub-proceso análisis: 3er. Periodo	94
43.	Parámetros para análisis de capacidad de densidad de defectos, sub-proceso análisis: 3er. Periodo	95

44.	Desviación en densidad de defectos, sub-proceso diseño: 3er. Periodo	96
45.	Parámetros para análisis de capacidad de densidad de defectos, sub-proceso diseño: 3er. Periodo	97
46.	Modelos de desempeño entre esfuerzo y defectos para 3er. periodo análisis y diseño.	100
47.	Modelos de desempeño resultado del primer periodo	101
48.	Modelos de desempeño resultado del segundo periodo	102
49.	Modelos de desempeño resultado del tercer periodo	103
50.	Factores de determinantes del ROI pronosticado y real	104
51.	Medición de beneficio a través de modelo de desempeño	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Dispersión entre 2 variables	32
2.	Diagrama de Dispersión entre 2 variables con Recta de Regresión	33
3.	XmR para indicador de plazo, sub-proceso análisis: 1er periodo	47
4.	Distribución normal de plazo, sub-proceso análisis del 1er. periodo	48
5.	XmR para indicador de plazo, sub-proceso diseño del 1er periodo	50
6.	Distribución normal de plazo, sub-proceso diseño del 1er. Periodo	51
7.	XmR para indicador de esfuerzo, sub-proceso análisis del 1er. periodo	52
8.	Distribución normal de esfuerzo, sub-proceso análisis del 1er. periodo	53
9.	XmR para indicador de esfuerzo, sub-proceso diseño del 1er. periodo	54
10.	Distribución normal de esfuerzo, sub-proceso diseño del 1er periodo	55
11.	Correlación esfuerzo análisis vs. esfuerzo diseño	56
12.	XmR para indicador de densidad de defectos, sub-proceso análisis del 1er. periodo	58

13.	Distribución normal de densidad de defectos, sub-proceso análisis del 1er. periodo	59
14.	XmR para indicador de densidad de defectos, sub-proceso diseño del 1er. periodo	60
15.	Distribución normal de densidad de defectos, sub-proceso diseño del 1er. Periodo	61
16.	Correlación esfuerzo vs. defectos, sub-proceso análisis	62
17.	Correlación esfuerzo vs. defectos, sub-proceso diseño	62
18.	Correlación entre número de defectos sub-procesos análisis y diseño	63
19.	XmR desviación plazo análisis, 2do. periodo	65
20.	Distribución normal para desviación en plazo análisis 2do. periodo	66
21.	XmR desviación plazo diseño, 2do. periodo	68
22.	Distribución normal para desviación en plazo diseño 2do. periodo	69
23.	XmR desviación esfuerzo análisis, segundo periodo	70
24.	Distribución normal para desviación en esfuerzo análisis 2do. periodo	71
25.	XmR desviación esfuerzo diseño, 2do. periodo	73
26.	Distribución normal para desviación en esfuerzo diseño segundo periodo	74
27.	Correlación esfuerzo análisis vs. esfuerzo diseño 2do. periodo	74

28.	XmR para densidad de defectos, sub-proceso análisis del 2do. periodo	76
29.	Distribución normal de densidad de defectos, sub-proceso análisis del segundo periodo	78
30.	XmR para densidad de defectos, sub-proceso diseño del 2do. periodo	79
31.	Distribución normal de densidad de defectos, sub-proceso diseño del 2do. periodo	80
32.	Correlación entre esfuerzo y defectos, sub-proceso análisis, 2do. periodo	81
33.	Correlación entre esfuerzo y defectos, sub-proceso diseño, 2do. periodo	81
34.	Correlación entre defectos sub-proceso análisis vs. diseño, 2do. periodo	82
35.	XmR desviación e plazo análisis, tercer periodo	84
36.	Distribución normal plazo análisis, tercer periodo	85
37.	XmR desvío plazo diseño, 3er. periodo	86
38.	Distribución normal plazo diseño, 3er. periodo	87
39.	XmR desvío esfuerzo análisis, 3er. periodo	89
40.	Distribución normal para esfuerzo, 3er. periodo	90
41.	XmR desvío esfuerzo diseño, 3er. periodo	91
42.	Distribución normal esfuerzo diseño, 3er. periodo	92

43.	Correlación esfuerzo análisis vs. diseño	93
44.	XmR densidad de defectos sub-proceso análisis, 3er. periodo	94
45.	Distribución normal para densidad de defectos análisis, 3er. periodo	95
46.	XmR densidad de defectos diseño, 3er. periodo	96
47.	Distribución normal para densidad de defectos diseño, 3er. periodo	97
48.	Correlación esfuerzo vs. defectos para subproceso análisis	98
49.	Correlación esfuerzo vs. defectos para subproceso diseño	98
50.	Correlación defectos entre análisis y diseño, 3er. periodo	99
51.	Representación gráfica sobre cálculo de ROI sobre implementación de modelo de calidad	104
52.	Representación gráfica de ROI pronosticado y actual sobre implementación de modelo de calidad	105
53.	Propuesta, hacía un nivel de madurez y capacidad a través del control estadístico	109

I. INTRODUCCIÓN

El modelo actual del sistema de gestión que hoy funge en diferentes organizaciones, se encuentra en un periodo de adaptación hacia las nuevas tendencias que garantizan el cumplimiento de los dos elementos principales con los cuales son alcanzados los objetivos de la razón de ser de cualquier organización sin importar el tipo, estos elementos son:

- Reducción de costos
- Aseguramiento de la calidad

Cundo estos dos elementos se alcanzan y controlan se logra así el reto de las organizaciones: La obtención de la satisfacción del cliente.

Se dice en un periodo de adaptación debido a que si bien, la tendencia es calidad y reducción de costos, en nuestro país la gran mayoría de las organizaciones aún conservan las bases de las teorías Clásica y la administración científica, sin olvidar que la Burocracia mal implementada es otro de los factores a los que hoy los nuevos enfoques en México se tienen que enfrentar.

Este proceso de adaptación no es nada fácil, significa un cambio de raíz en la ideología y cultura de las organizaciones y su gente donde al hablar de gente me refiero a los tres niveles de toda organización, estratégico, táctico y operacional. Se trata de cambiar hábitos y costumbres, generar una nueva cultura con enfoque dirigido hacia la mejora continua.

Para lograr esta adaptación que bien podría llamarse migración, hay que empezar por no sólo dar a conocer sino demostrar la importancia que los nuevos enfoques traen consigo, las organizaciones de hoy van siempre en busca de incremento en ingresos, para ello usan como una herramienta una certificación, que promete a través de la estandarización de procesos una reducción en costos y por tanto un incremento en productividad, sin embargo de acuerdo a la experiencia de comenzar desde cero en la implementación de un modelo de calidad y de escuchar de los directivos la pregunta: y cómo medir ahora el beneficio financiero y humano obtenido, cómo saber realmente si los objetivos de una organización son alcanzables luego de este modelo?

El presente trabajo tiene por objeto realizar un análisis cuantitativo sobre los factores que a sugerencia de esta investigación debieran ser utilizados como descriptores y principales indicadores para la medición de las ventajas cualitativas y cuantitativas que trae a una organización de tecnología se información la implementación de un modelo que promete ser un marco o estándar de calidad sobre los procesos bajo los cuales son medidos los objetivos de la misma.

En sí, lo que la organización busca es la eliminación de la incertidumbre a partir del control de los procesos a través de métricas e indicadores que reflejen tendencias para implementar así, acciones preventivas y optimización a los procesos par la reducción de costos.

El control y monitoreo permiten la obtención de la calidad a través de la administración de riesgos, problemas, eliminación de defectos, implementación de procesos de validación y verificación y aplicación de modelos estadísticos.

El presente trabajo muestra un análisis e investigación realizada en una organización de desarrollo de tecnología de información (IT), específicamente sobre el desempeño cuantitativo del proceso definido en la organización para el desarrollo de software luego de la implementación de un modelo de calidad.

En el capítulo II, se presenta como marco teórico los principales antecedentes, y bases teóricas sobre las teorías de calidad, sus principales representantes, los modelos de calidad actualmente más utilizados tales como el ciclo de Shewhart, Deming, los círculos de calidad de Ishikawa, just in time, el control total de la calidad, una descripción breve sobre el modelo de capacidad y madurez integrado, este último representa la base teórica sobre la que actualmente se encuentra definido el proceso de desarrollo en la organización sujeta a esta investigación.

En el capítulo III, se describen las características de esta investigación, el planteamiento del problema que justifica a esta investigación y que se expresa básicamente en las siguientes interrogantes: ¿cuál es el valor agregado que proporciona un modelo de calidad a una organización de TI?, ¿cómo determinar el retorno de inversión en los factores de costo, plazo, esfuerzo, calidad del producto y del servicio?, ¿cómo se ve reflejado la eficiencia del proceso?, ¿Cómo y cuándo se mitiga el impacto de la implementación de un modelo de calidad en la cultura organizacional vigente?; se plantea también, el objetivo de la misma tanto general como específico, así como se

plantea la hipótesis que refiere a la validación de la existencia de una correlación directa entre la implementación de un modelo de calidad con respecto al alcance o logro de los objetivos de una organización a través de un análisis y control estadístico sobre las variables de plazo, esfuerzo y defectos.

El capítulo IV, contiene como tal la metodología de desarrollo de este trabajo, en una primera instancia se describe a la organización sujeta a investigación Altec México, S. A. de C.V., el tipo de investigación cuantitativo, los instrumentos de investigación (todos ellos estadísticos), el tamaño y tipo de muestra que para efectos de esta organización representa el universo completo en razón por un lado de las premisas del instrumento de investigación y por el otro, de la cantidad de proyectos vigentes en la organización; se definen también las variables a utilizadas, los indicadores analizados, así como el procedimiento seguido para la investigación. En este mismo capítulo, se lleva a cabo el procesamiento de la información respecto a la generación y extracción de los datos en tres periodos.

El capítulo V, muestra como tal los resultados a través de los modelos de desempeño obtenidos, un análisis de los resultados a través del cálculo del Retorno de Inversión así como el beneficio observado a través del modelo de desempeño.

El capítulo VI, describe una propuesta para agilizar y mejorar la validez de los modelos de desempeño obtenidos en la herramienta a través del uso de otras herramientas de control estadístico así como, el planteamiento de la estrategia de negocio y su base para la definición del desempeño esperada en los procesos.

Por último, el capítulo VII, contiene las conclusiones observadas luego de los resultados así como algunas apreciaciones observadas durante el desarrollo de la investigación, mismas que fungen como variables no consideradas en el principio de esta investigación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Respecto al retorno de inversión Villa (2004), en su artículo “*El ROI o Retorno de la Inversión*” el proceso para definir el Retorno de inversión de cualquier proyecto conlleva un análisis de comparación entre el antes y el después respecto al costo final contra los beneficios obtenidos así como, a los resultados del ahorro de costo, incremento en ventas e incremento de clientes respecto a la situación anterior. De la misma forma, Luis Villa enumera los factores de: *Disminución de costo de desarrollo, Detección temprana de errores, disminución de tiempo de desarrollo, incremento en cartera y satisfacción de clientes e incremento en productividad de los empleados* como indicadores del Retorno de Inversión que pueden medirse en organizaciones con una metodología estandarizada.

Por otro lado y en relación a la Calidad, Puig-Durán (2006), en su libro *Certificación y modelos de calidad en hostelería y restauración*, señala que la única forma de incrementar la productividad en cualquier organización es a través del aumento de la calidad o la disminución de precios, lo anterior se alinea directamente con los objetivos de cualquier estándar/norma de calidad los cuales van encaminados al incremento de calidad sobre el producto final y por ende a obtener en automático la reducción de costos tanto para la organización como para sus clientes.

Una apreciación más sobre calidad es la que propone Ibáñez (2003), quien considera dos puntos de vista subjetivo que considera la percepción mental que el cliente tenga de la calidad que recibe y objetivo, éste último implica el cumplimiento de

una serie de normas, estándares, tiene que ver con los aspectos técnico y funcional de la implantación del sistema de calidad. Los indicadores entonces que podrían ser utilizados para la medición sobre la rentabilidad que ofrece la implementación de un modelo de calidad podrían ser tanto cualitativos como cuantitativos: capital social, cuota de mercado, productividad, experiencia, eficacia, fiabilidad, disponibilidad, indicadores de aprendizaje y conocimiento del capital humano de la organización.

En lo que refiere a *calidad total* cuyo padre es considerado a Walter A. Shewhart, para varios autores como Bayón (1997), ésta representa una herramienta básica para lograr el incremento en ventas, satisfacción del cliente y productividad así como disminución de costos; así la atención al cliente y su plena satisfacción es un objetivo de la estrategia de calidad total. Esta calidad total puede definirse como la relación entre la capacidad de servicios que una organización ofrece al cliente y la capacidad de satisfacer las necesidades y las exigencias del cliente. Hoy día los estándares y normas de calidad funcionan como las principales herramientas para alcanzar la *calidad total*.

Uno de los factores que sirven como indicador de la efectividad de la implementación de un estándar de calidad es sin duda el incremento de productividad en una organización; Varo (1993), en su libro *Gestión estratégica de la calidad en los servicios sanitarios: Un modelo de gestión hospitalaria* afirma uno de los parámetros claves a los que está la calidad son la productividad, el costo y esfuerzo del producto, de tal forma que cualquier impacto sobre uno de de estos factores lleva consigo una afectación directa sobre los otros incluido la calidad.

Respecto a los factores que miden la calidad y retorno de inversión el concepto <reacción en cadena>: para Deming (1996), quien siguió los pasos de Shewart, la mejora de la calidad conduce a una disminución el costo de producción y a una mejor utilización de los recursos; como consecuencia mejora la productividad y aumenta la cuota de mercado gracias a unos precios más bajos y a la mejor calidad, circunstancias que favorecen la supervivencia de la empresa y la creación de puestos de trabajo.

Respecto a normas o estándares de calidad y productividad, tal como lo dijo Shewhart (1986), los estándares del conocimiento y de los trabajos en la industria y en los servicios públicos, son más estrictos que los de la ciencia pura, por otro lado, Fleiman (2008), dentro de su investigación plasma en su libro “ Evaluación integral para implantar modelos de calidad” resalta como factores clave para la medición del retorno de inversión la búsqueda de ventajas fundamentales misma que radican en un mejor control de la calidad, mejores economías, la satisfacción del cliente mismos que en su conjunto representan un elemento más dentro de la ventaja competitiva dentro de un contexto de globalización.

En su mayoría, es difícil ver reflejado el retorno de inversión que representa para una organización la implementación de un estándar de calidad e incluso de cualquier proyecto, la principal causa de lo anterior es que antes de tomar la decisión de una certificación no se lleva a cabo un análisis de comparación del esfuerzo requerido para la certificación contra los resultados de la misma (ventajas y desventajas) así como, con los objetivos del negocio, simplemente la decisión es tomada con base a las tendencias del mercado o sólo *porque otros lo hacen*, Cresswell (2004), en su libro *Return on Investment In Information Technology: A guide for Managers* menciona antes de ir tras

una certificación es necesario medir: el impacto que representa a los objetivos de la organización la ejecución y obtención de la certificación, los factores de riesgos (costo, plazo, esfuerzo y calidad del producto) asociados a la certificación y el impacto positivo y negativo sobre los procesos de la organización, los anteriores son factores que permitirán parametrizar el ROI esperado sin embargo cualquiera de estos factores dependen de las características y propósitos de la organización.

El concepto de retorno de inversión en organizaciones de TI consiste básicamente en calcular si una inversión fue efectiva o no, Westerlind (2004), en su libro *Evaluating Return On Information Technology investment* divide el reflejo del retorno de inversión en dos factores: “Factores de Retorno de inversión suaves” y “Factores de Retorno de inversión duros” siendo los primeros, aquellos factores referentes al mayor control sobre los recursos humanos y materiales de una organización, clima organizacional, reducción de riesgos y procesos administrados; mientras que los segundos son aquellos relacionados directamente con el crecimiento y ahorro del capital económico de una organización tras una inversión, menciona también que el retorno de inversión se ve reflejado directamente en la productividad que la inversión trae como resultado esto significa medir la efectividad de la inversión del capital económico.

2.2 Bases Teóricas

Desde Shewhart y hasta las propuestas más actuales de calidad y control de calidad, han sido varias las teorías que existen respecto al concepto de Calidad, a continuación se menciona sólo una breve descripción de quienes han sido hasta ahora los principales representantes de las teorías de calidad y calidad total:

2.2.1 Ciclo de Shewhart, cuya teoría se basa en decir que el proceso metodológico básico para asegurar las actividades fundamentales de mejora y mantenimiento se define en un ciclo que consiste en “Planear-Hacer-Revisar-Actuar”.

2.2.2. Catorce puntos para la dirección de Deming, basado en el ciclo de Shewhart propone Catorce puntos (que resumen consisten en: propósito de mejorar el producto/servicio, conciencia de calidad, liderazgo, negocia diferente a precio, mejoramiento sobre el sistema de producción, capacitación constante e involucramiento del 100% de la organización) para la dirección que definen lo que se debe contemplar para la dirección de una empresa.

2.2.3 Trilogía de Juran, que en términos generales considera a la planificación de la calidad, el control de la calidad y la mejora de calidad como instrumentos del directivo en la gestión de la Calidad. Orientó el Control Estadístico de la Calidad a la necesidad de que se convierta en un instrumento de la Dirección y sólo a través de este es posible ver reflejados los beneficios y ganancias obtenidas.

2.2.4 Círculos de Calidad de Ishikawa, llama al Control total de la Calidad como “control de calidad en toda la empresa”, y significa que toda persona de la empresa deberá estudiar, participar y practicar el control de la calidad.

2.2.5 Just in Time de Ohno, propone un sistema de gestión de producción que permite entregar al cliente el producto con la calidad exigida, en la calidad precisa y en el momento exacto.

2.2.6 Control Total de la Calidad de Feigenbaum, definida como “un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en materia de desarrollo de calidad, mantenimiento de la calidad, realizados por los diversos grupos de la organización, de modo que sea posible producir bienes y servicios a los niveles más económicos y que sean compatibles con la plena satisfacción de los clientes”.

La teoría más apegada a la solución del problema objeto de investigación de este trabajo, es la propuesta por Philip Crosby, su teoría se basa fundamentalmente en que lo que cuesta dinero son las cosas que no tienen calidad, de todas las acciones que resaltan de no hacer las cosas bien desde la primera vez, de ahí su tesis de la prevención; la calidad es la oportunidad y obligación de los dirigentes, y para lograr el compromiso por la calidad en la Dirección, desarrolló como instrumento el “cuadro de madurez” que permite realizar un diagnóstico y posibilita saber qué acciones desarrollar.

2.3 Evolución de la Calidad

La calidad ha experimentado un profundo cambio hasta llegar a lo que hoy conocemos por Calidad Total, como sinónimo de sistema de gestión empresarial para conseguir la satisfacción de los clientes, los empleados y de la sociedad en un sentido más amplio.

Distintos autores dividen a la evolución de la calidad en cinco etapas, tal como se muestra en la tabla 1:

Año	Descripción
1920	Comienza la Inspección de la Calidad y consiste básicamente en la separación de las unidades buenas de las malas.
1950	Referida al Control de la Calidad a partir de la detección y prevención de los defectos en el proceso de fabricación.
1970	Fundamentada en el Aseguramiento de la Calidad a través de la incorporación del Control de la Calidad en TODAS las actividades de la Organización.
1980	Gestión de la Calidad hay que INTEGRAR los esfuerzos de TODOS hacia el logro de la calidad.
1990	Gestión Total de la Calidad, la característica fundamental de esta etapa es que pierde sentido la antigua distinción entre producto y servicio. Lo que existe es el valor total para el cliente. Esta etapa se conoce como Servicio de Calidad Total. Un servicio de calidad total es un enfoque organizacional global, que hace de la calidad de los servicios, según la percibe el cliente, la principal fuerza propulsora del funcionamiento de la empresa.

Tabla 1. Cinco etapas de al evolución de la calidad

Fuente: Diseño propio

Si bien, calidad podrían verse desde dos puntos de vista: por un lado la visión técnica y por el otro con mayor empuje, la calidad desde un punto de vista gerencial en el que a través del mismo se desdobra hacia las estructuras y departamentos de los que la organización se compone.

Respecto a la importancia de la calidad Feigenbaum (1997), reconoció la importancia del acercamiento comprensivo hacia la calidad en los años 50 refiriéndose al término control total de la calidad, en el que observa que la calidad de productos y servicios está directamente influenciada por lo que él denominó las 9 M's: mercado, dinero, gerencia, capital humano, motivación, materiales, máquinas y mecanización,

métodos modernos de información y requerimientos de productos a manejar. Aunque desarrolló sus ideas desde la perspectiva de la ingeniería, dichos conceptos se aplican más a la gestión en general y a su vez representan un punto de partida para la identificación de los que podrían ser los indicadores de calidad que determinan el éxito o fracaso de un modelo de gestión basado en modelos o estándares de calidad .

Desde hace más de diez años, la mayoría de las empresas incluidas en ellas las relacionadas con el rubro de Tecnología de Información han iniciado e implementado sistemas de gestión de calidad, las razones son distintas, ya sea por “moda”, por suponer que a través de ellos es posible alcanzar a cubrir las expectativas y requerimientos del cliente o simplemente por la toma de conciencia de lo necesario que esto es para poder iniciar un crecimiento dinámico en busca de la competitividad. Los primeros dos factores, “moda” y/o requerimientos del cliente, han llevado a empresas a simplemente basarse en el cumplimiento de requisitos especificados por distintas normas y/o estándares: CMMI (Capability Maturity Model Integration), IEEE std. 1074 (Instituto de Ingenieros en Eléctrica y Electrónica, std 1074, Ciclo de Vida del Software), Six Sigma, ITIL (Biblioteca de Infraestructura de Tecnología de Información), entre otras, con lo cual no han podido experimentar en su conjunto, todos los beneficios reales que los sistemas de gestión pueden traer como consecuencia a la organización y a su productividad en general. Este aspecto ha venido a crear inclusive un falso pensamiento general de que las normas de calidad son un nuevo paso burocrático y sin beneficios reales que se debe cumplir para estar al día con los requerimientos internacionales, lo que no trae como consecuencia una apreciación directa sobre cuál es el Retorno de Inversión que se recibe.

2.4 Investigaciones relacionadas

De acuerdo al artículo, **MGRSOFT: un modelo para gestionar las revisiones en la pequeña y mediana empresa de software** un estudio realizado en empresas productoras de software en el mundo, muestra el costo por concepto de corrección de defectos en las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto y este evidencia que mientras más tarde se detectan los defectos más costosa es su corrección. Más que recurrir a una revisión final, se debe atender al proceso mismo, detectando los defectos y poniendo las acciones correctivas correspondientes para prevenirlos en adelante.

El Modelo de Madurez Integrado de Capacidad (CMMI) propuesto por el Instituto de Ingeniería de Software (SEI) -por sus siglas en inglés-, de la Universidad Carnegie Mellon en los Estados Unidos, que ha sido adoptado por numerosas empresas desarrolladoras de software en el mundo, contempla la introducción de revisiones como un requisito para pertenecer al segundo nivel de CMMI, que avala la calidad del proceso de desarrollo en sus diferentes estadios en el perfeccionamiento de la calidad del producto final.

La mayor parte de los trabajos en este sentido, están planteados para empresas grandes, sin embargo, según datos publicados por el SEI, alrededor de un 10 % de las empresas en el mundo tienen 25 o menos empleados, lo que demuestra que un porcentaje significativo de las empresas a nivel mundial pertenecen a la pequeña y mediana empresa (PYME). Por tanto, se hace necesario definir modelos y herramientas para este tipo de empresas.

En estudios realizados por el Centro de Estudios de Ingeniería de Sistemas (CEIS) de la Cujae, en empresas nacionales se detectaron problemas entre los que se encuentran: los resultados alcanzados no cubren las expectativas, la productividad es baja, la cantidad real de recursos a consumir - en tiempo principalmente- es casi impredecible, el trabajo realizado casi nunca tiene la calidad y profesionalidad requerida, los proyectos sufren atrasos excesivos y no existen antecedentes de datos históricos sobre la calidad de los productos que han sido elaborados.

Esencialmente, el aseguramiento de la calidad del software consiste en la revisión de los productos y su documentación relacionada, para verificar su cobertura, corrección, confiabilidad y facilidad de mantenimiento. Y, por supuesto, incluye la garantía de que un sistema cumpla las especificaciones y los requisitos para el uso y desempeño deseados.

III. CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Planteamiento del Problema

La transformación ocurrida en el mundo de las industrias en Tecnología de Información (TI) en los últimos años ha hecho presente la necesidad de una mejora sustancial y sostenida de los resultados operacionales y financieros del mantenimiento de estas organizaciones, lo que ha llevado a la búsqueda y aplicación de nuevas y más eficientes técnicas y prácticas de gestión y medición del desempeño de los procesos de una organización. Los indicadores técnicos-financieros deben permitir por un lado, identificar cuáles son las estrategias que se deben seguir para alcanzar la visión del negocio en una organización de TI (un alto desempeño), y por otro lado expresar dichas estrategias en objetivos específicos cuyo logro sea medible a través de un conjunto de indicadores del negocio. En un proceso de transformación para adaptarse a las exigencias de un mundo dinámico y cambiante como es la nueva era del mantenimiento y las mejores prácticas de organizaciones TI líderes a escala mundial o empresas “Clase Mundial”, nos lleva a orientar hacia una visión sistemática del ambiente de este tipo de organizaciones, identificando los roles y necesidades de cada uno de los actores, con una orientación en los esquemas de evaluación de resultados y definición de estrategias referentes al desarrollo y desempeño de los procesos de este tipo de organizaciones.

Lo anterior trae consigo la necesidad de una gestión eficiente y eficaz de la tecnología de la información (TI) a partir de normas o “buenas prácticas” para los distintos aspectos de TI desarrollados por distintos organismos e instituciones, ninguna de ellas debe ser aplicada de forma aislada, todas tienen que coexistir con el requisito de

evitar redundancias y no incrementar la burocracia, sin dejar de cumplir con su objetivo originario.

En los últimos años ha habido un auge exponencial en la implantación de nuevas estrategias de gestión que se respaldan bajo la denominación genérica de Calidad Total. Estos nuevos enfoques están afectando a empresas y organizaciones, no sólo en el sector industrial sino también en el de los servicios, tanto en entidades grandes como en las pequeñas, y tanto sea en el sector privado como en el público. La idea básica de estos “estándares de calidad”, es la puesta en marcha de un proceso de mejora continua de la calidad y de la productividad de todos los procesos que se llevan a cabo en una organización, como forma de garantizar la rentabilidad y supervivencia a largo plazo de la misma. El fundamento de este proceso de mejora continua es la potenciación al máximo de los recursos humanos de la organización, y la puesta en marcha de un enfoque racional y científico en el análisis de los problemas que permita aprovechar toda la información que se genera en la misma.

La implantación de muchas de estas normas es “certificable”, característica que incrementa la panorámica de una organización de TI lo que trae como consecuencia la tendencia cada vez mayor de las organizaciones TI en obtener una certificación que a simple vista de sus clientes permita un nivel de confianza y satisfacción mayor sobre el producto y servicios que ofrece; sin embargo esta toma de decisiones o iniciativas organizacionales son tomadas sin un previo análisis costo-beneficio lo que implica una falta de estudio de la organización que permita ver reflejado de manera previa el comportamiento de los indicadores financieros y de desempeño que se pretenden y que a su vez podrán ser alcanzados tras la implementación de cualquier modelo de calidad.

La situación anterior representa por tanto un riesgo debido a una mala adaptación del modelo de calidad para cualquier organización que lleva a cabo una implementación del mismo sin un previo análisis de los indicadores financieros y de desempeño del proceso, por tanto, valdría la pena cuestionar los siguientes aspectos: **¿cuál es el valor agregado que proporciona un modelo de calidad a una organización de TI?, ¿cómo determinar el retorno de inversión en los factores de costo, plazo, esfuerzo, calidad del producto y del servicio?, ¿cómo se ve reflejado la eficiencia del proceso?, ¿Cómo y cuándo se mitiga el impacto de la implementación de un modelo de calidad en la cultura organizacional vigente?**

3.2 Justificación

El trabajo de investigación que propuesto tiene como alcance reflejar de una manera directa y sencilla cuáles son los factores que sirven como indicadores del retorno de inversión después de la implementación de un modelo de calidad así como, cuáles son los parámetros y puntos de comparación que los representan.

3.3 Objetivos

3.3.1 Objetivo general

El presente trabajo pretende proporcionar una visión general sobre los factores y criterios determinantes del retorno sobre la inversión que refleja la implementación de un estándar de calidad, luego de la obtención de una certificación en una organización de servicios de Tecnología de Información.

3.3.2 Objetivos específicos

Mostrar una referencia sobre los costos y beneficios que se obtienen y su forma de materializarse sobre la implementación de estándares y normas de calidad en organizaciones de tecnología de información.

Mostrar los impactos y las formas de actuar o llevar a cabo la gestión del cambio desde el punto de vista factor humano cuando se pretende una certificación.

Analizar herramientas para lograr el involucramiento de las “Personas” en una organización cuando lo que se pretende es la obtención de una certificación.

3.4 Hipótesis

La presente investigación tiene por objeto validar o rechazar la hipótesis planteada que refiere a la validación de la existencia de una correlación directa entre la implementación de un modelo de calidad con respecto al alcance o logro de los objetivos de una organización a través de un análisis y control estadístico sobre las variables de plazo, esfuerzo y defectos que se obtendrán de los proyectos de la organización aquí planteada cuyo servicio es el desarrollo de proyectos de software.

Parte de la hipótesis de este trabajo estriba en la validación sobre la hipótesis de la eliminación de la incertidumbre a partir del control de los procesos a través de métricas e indicadores que reflejen tendencias para implementar así, acciones preventivas y optimización a los procesos par la reducción de costos.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Características de la empresa

ALTEC México es la empresa de tecnología del Grupo Santander, cuya misión es la de proporcionar servicios informáticos de alta calidad, mediante el uso eficiente de tecnología de vanguardia, integración de equipos profesionales de alto nivel y con procesos certificados orientados a la satisfacción de las necesidades de los clientes.

La historia de ALTEC México viene desde el siglo XIX en Santander, España, durante su desarrollo, vienen uniones de este banco con otros más como el Banco Hispano, fue tal su desarrollo que a principios del siglo XX comienza su expansión hacia otros países entre ellos México, dicha expansión le lleva a la necesidad de la creación de una unidad corporativa tal que fuera capaz de dar el soporte y servicio sobre lo referido a la Tecnología de Información naciendo así ALTEC México como corporativo de Santander, es así como hoy hace 5 años es creada la organización para la cual se desarrolla la presente investigación.

A continuación, se describe con un poco más de detalle el desarrollo que da la historia de la Organización.

4.1.1 Historia

1857, la historia del Grupo Santander comienza el 15 de mayo de 1857, cuando la Reina Isabel II firma el Real Decreto que autoriza la constitución del Banco de Santander. Desde sus orígenes fue un banco abierto al exterior, inicialmente ligado al comercio entre el puerto de Santander, en el norte de España, e Iberoamérica.

Entre los años 1900 y 1919 se fundan los tres grandes bancos españoles que con el tiempo se integrarán en Grupo Santander: el Banco Hispano Americano (1900) y el Central (1919).

En 1950 Don Emilio Botín-Sanz de Sautuola y López es nombrado Presidente y Consejero Delegado, e impulsa un gran proceso de expansión por toda España, que continuará en los años 60 con la adquisición del un amplio número de bancos locales.

En 1951 se establecen las primeras oficinas de representación en Iberoamérica, concretamente en México, Argentina, Venezuela y Cuba.

Cinco años después, en 1956, se crea el Departamento Iberoamericano del Banco.

A finales de 80, Grupo Santander refuerza su presencia en Europa con la adquisición de CC-BANK, entidad con más de tres décadas de experiencia en el mercado alemán de financiación de vehículos, la división de tarjetas de Bank of América, la toma de una participación en el Banco de Comercio e industria de Portugal y la alianza estratégica con The Royal Bank of Scotland.

En 1994 la adquisición de Banesto se convierte en un hecho histórico de gran trascendencia para el desarrollo de Grupo Santander, dada la posición de liderazgo que Banesto había alcanzado en la banca española.

Comienza un período de intensa expansión en Iberoamérica. La gran inversión realizada desde el año 95 permite desarrollar el negocio en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú, Puerto Rico, Uruguay y Venezuela.

En enero de 1999 Banco Santander y BCH protagonizan la primera gran fusión bancaria en la Europa del euro. Nace así la mayor entidad financiera de España y líder en Iberoamérica.

Santander continúa su expansión en Iberoamérica. En el año 2000 se incorporan al Grupo, Banespa en Brasil y Grupo Serfin en México.

En 2002 lo hace Banco Santiago en Chile.

En 2003, el Grupo constituye Santander Consumer, al integrar el alemán CC BANK, la italiana Fincosumo, la española Hispamer y otras sociedades del Grupo.

Esta nueva franquicia de banco de consumo está presente hoy en 12 países europeos (España, Reino Unido, Portugal, Italia, Alemania, Holanda, Polonia, República Checa, Austria, Hungría, Noruega y Suecia).

En el año 2004, como parte del crecimiento del Grupo Santander, surge el “Proyecto Querétaro” cuyo objetivo de negocio consiste en la Reubicación del Centro Operativo Santander Serfin a la Ciudad de Querétaro, garantizando la operación continua de la Institución en el proceso de reubicación y cuyos beneficios consistían en: Beneficios Fiscales, Mejores condiciones de trabajo,

actualización en tecnología de comunicaciones, Eliminación de Riesgos por ubicar el Site fuera de zona sísmica.

Es en este año cuando se definen la visión, misión y los valores de ALTEC México, quien siendo una organización perteneciente al GRUPO FINANCIERO SANTANDER busca a través de ellos, incrementar en un corto plazo la cartera de clientes a través de proporcionar servicios de Tecnología de Información de alta calidad.

Así, ALTEC México es hoy, una empresa enfocada en la innovación, sin perder de vista el concepto de la calidad que a pesar de ser un tema de la etapa moderna de la administración, hoy en la etapa post moderna sigue siendo importante al grado de ser un criterio de entrada para la innovación, la estrategia que ALTEC toma en este sentido esta fundamentada en la obtención de certificaciones internacionales tales como CMMI (Capability Maturity Model Integration) e ITIL (Biblioteca de Infraestructura de Tecnología de Información), mismos modelos que le ofrecen a ALTEC una herramienta más para gestión eficiente y eficaz de la tecnología de la información (TI) a partir de de normas o “buenas prácticas” para los distintos aspectos de TI desarrollados por distintos organismos e instituciones, ninguna de ellas debe ser aplicada de forma aislada, todas tienen que coexistir con el requisito de evitar redundancias y no incrementar la burocracia, sin dejar de cumplir con su objetivo originario.

En sí, lo que ALTEC busca es la eliminación de la incertidumbre a partir del control de los procesos a través de métricas e indicadores que reflejen tendencias para

implementar así, acciones preventivas y optimización a los procesos por la reducción de costos.

El control y monitoreo permiten la obtención de la calidad a través de la administración de riesgos, problemas, eliminación de defectos, implementación de procesos de validación y verificación y aplicación de modelos estadísticos.

Lo que se busca es la obtención de la satisfacción del cliente a través de la calidad y reducción de costos, que son logrados a partir de la mejora continua.

Si el cliente está satisfecho, entonces incrementará la solicitud de servicios y nuevos productos generando así ganancias para la organización y para el mismo cliente.

4.1.2 Visión

Ser referente mundial en calidad y eficiencia de servicios operativos y de tecnología de información del sector financiero.

4.1.3 Misión

Proporcionar servicios informáticos de alta calidad, mediante el uso eficiente de tecnología de vanguardia, integración de equipos profesionales de alto nivel y con procesos certificados orientados a la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes.

4.1.4 Valores

Actitud innovadora: En ALTEC México, somos especialistas en brindar soluciones eficaces, creativas y rentables a nuestros clientes, pensando en los objetivos que necesitan cumplir para que, a su vez, puedan brindar un servicio de excelencia.

Calidad, Consistencia y Compromiso: Somos un equipo desafiante, enfocado a objetivos, disciplinado y tenaz, que cultiva en sus colaboradores el hábito de hacer y decir. Estamos comprometidos en forma ética y natural a mejorar, tanto nuestros procesos, servicios y productos, como el profesionalismo y la calidad de vida de nuestros colaboradores.

Trabajo en Equipo: Cada integrante del ALTEC México, posee la facultad de formar parte efectiva en los procesos grupales. Estamos convencidos de que el sumar el talento de todos los colaboradores de manera sinérgica, al fomentar el respeto y al cultivar un espíritu de colaboración y disposición, se facilita el alcance de los acuerdos que tenemos con nuestros clientes.

Orientación al Cliente: Para nosotros, el cliente es lo más importante. Nuestro principio: “La calidad no existe si el cliente no la percibe”. Por eso, trabajamos día con día por agregar valor al servicio que nuestros clientes ofrecen.

ALTEC México busca alcanzar la madurez consolidándose como una empresa madura, ALTEC entiende madurez como:

- Utilizar los **métodos estadísticos y otros métodos cuantitativos** a nivel organizacional y nivel proyecto para entender el desempeño futuro y pasado de la calidad y del proceso
- Las organizaciones establecen los **objetivos del desempeño** de la calidad y del proceso basado en sus objetivos de negocio
- Los proyectos establecen sus objetivos basados en los de la organización y las **necesidades de clientes y de usuarios**
- Los proyectos utilizan los métodos estadísticos y cuantitativos para planear, **monitorear y controlar progreso contra sus objetivos**
- Las organizaciones **utilizan los datos / resultados** para entender el desempeño de procesos, **identificar las áreas de mejora y evaluar el impacto** de mejoras propuestas.

El objetivo de ALTEC luego de alcanzar la madurez es llegar a la alta madurez de forma que sus procesos sean previsibles: un proceso es previsible cuando se puede examinar previa experiencia para describir, por lo menos dentro de límites, como el proceso se comportará en el futuro y que muestra una variación rutinaria que es característica de causas comunes.

4.2 Tipo de investigación

El desarrollo de este trabajo se fundamenta en una **investigación cuantitativa** desde el punto de vista en que se basa en el uso de datos cuantificables que se obtiene luego de la medición de las variables, propiedades o atributos que se extraen de los objetos de estudio que para este caso son los proyectos de desarrollo de software que se desarrollan en la organización descrita previamente en este trabajo, el sustento adicional sobre esta

tipificación respecto a la investigación consiste en el uso de correlaciones y por tanto en la diferenciación de variables dependientes e independientes encontradas en el objeto de estudio.

4.3 Instrumento de investigación

En función de que el análisis es de tipo analítico, cuantitativo, se emplearan instrumentos estadísticos como los siguientes:

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades y aplicar la regla 80/20.

La minoría vital aparece a la izquierda de la gráfica y la mayoría útil a la derecha. Hay veces que es necesario combinar elementos de la mayoría de la clasificación denominada otros, la cual siempre deberá ser colocada en el extremo derecho. La escala vertical es para el costo en unidades medidas, frecuencia o porcentaje.

Se observa que el problema más importante o visible no siempre se le asigna en seguida la primera prioridad. Una empresa puede decidirse a empezar por un aspecto de menor importancia, si cree que puede resolverlo con gran rapidez o utilizando mínimos recursos.

El Diagrama de Pareto de acuerdo a Stoddard (2008), es útil porque indica cuales defectos ocurren con mayor frecuencia. Sin embargo no nos dice la importancia de los problemas.

Análisis de Retorno de Inversión

El ROI es la proporción derivada de la suma de los beneficios de mejora dividida por la suma de los costos de obtención de la mejora. Es una herramienta que se utiliza para demostrar los beneficios de un proyecto de mejora. Este análisis se realiza a partir de los siguientes supuestos:

ROI Actual en periodo T \geq ROI Pronosticado en periodo T

-> Se puede continuar la implementación de la mejora

ROI Actual en periodo T $<$ ROI Pronosticado en periodo T

-> Se puede discontinuar la implementación de la mejora

ROI en periodo T = (Beneficio acumulado hasta periodo T) / (Costo acumulado hasta periodo T)

Se puede calcular ROI basado de figuras pronosticados o actuales

ROI en periodo T \geq R à Se considera para implementar la mejora

ROI en periodo T $<$ R à Se cancela la mejora

R es un valor definido por alta gerencia; ejemplo en un año la mejora debe tener al menos 200% de ROI o en 4 meses después de la implantación de la mejora debe tener 100% de ROI.

Diagrama Causa y Efecto

Los diagramas de causa y efecto son representaciones esquemáticas de todas las causas que contribuyen a la existencia de un problema. A este diagrama se le conoce también como diagrama de espina de pescado, como diagrama de Kaoru Ishikawa, y como diagrama de las cuatro M. (Posteriormente se le han agregado más M's).

En conjunto con los 5 por qué's puede ayudar a los equipos de trabajo a encontrar la causa fundamental del problema.

Analiza en forma sistemática la causa de problemas al preguntar 5 veces ¿por qué?

Prueba de hipótesis

Afirmación acerca de los parámetros de la población. Al realizar pruebas de hipótesis, se parte de un valor supuesto (hipotético) en parámetro poblacional. Después de recolectar una muestra aleatoria, se compara la estadística muestral, así como la media (\bar{x}), con el parámetro hipotético, se compara con una supuesta media poblacional (μ). Después se acepta o se rechaza el valor hipotético, según proceda. Se rechaza el valor hipotético sólo si el resultado muestral resulta muy poco probable cuando la hipótesis es cierta.

Carta XMR

Objeto: Un gráfico de control es un gráfico que incluye ejecutar determinado estadísticamente límites, calculado a partir de los datos del proceso. Control de límites

le permiten analizar los datos para determinar si la variación se debe a causas comunes o especiales a una causa.

Nota: Los límites no pueden ser objeto de control de los límites de la especificación o metas o normas. Se calcula en base a los datos del proceso.

Para nuestros propósitos, usaremos el método dado por Brian Joiner en su libro Gestión de Cuarta Generación. Los siguientes pasos se utilizan para construir los límites de control de movimiento basadas en la selección de los sucesivos puntos de datos, de ahí el nombre XmR (X es los valores individuales, MR es el movimiento gama).

Se utiliza la carta XmR, debido a que no existe manera de "agrupar", por tamaños iguales, las diferentes ocurrencias de eventos, por tanto, el tamaño de cada muestra se aproxima a 1. De acuerdo con Carletón (1997), la carta XmR está específicamente diseñada para este tipo de eventos.

Análisis de varianza

El análisis de varianza de acuerdo a Westerlind (2004), es una técnica fundamental que desarrolla un contraste de hipótesis estadísticas, que afecta simultáneamente a los valores medios o esperados de cierto número de poblaciones (variables aleatorias) con distribución normal y con idénticas varianzas, por lo tanto, sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa y comprueba la efectividad de aplicar acciones correctivas de cierta causa en específico, lo que implica la validación del supuesto de mejora que tiene el actuar sobre la causa en cuestión.

El procedimiento para comparar estos valores está basado en la varianza global observada en los grupos de datos numéricos a comparar.

Los resultados indican un análisis satisfactorio cuando el valor de la probabilidad “P” es menor a 0.05 y “F” mayor que el valor de crítico de F.

El análisis de varianza, mide la fuerza o intensidad que existe entre dos variables. Ejemplo Esfuerzo y Calendario. Para la representación de la Correlación, existen diagramas nombrados Scatter o de Dispersión que muestran gráficamente la atracción entre las variables estudiadas.

Para determinar la correlación entre variables se utiliza el Coeficiente de Correlación dado por R, el cual dependiendo su valor nos indica la fuerza de dicha correlación; la interpretación del Valor de R se realiza de acuerdo a los criterios descritos en la tabla 2:

Valor de “R”	Interpretación
$R = 1$	Correlación Perfecta
$0.9 \geq R <= 1$	Correlación Excelente
$0.8 \geq R <= 0.9$	Correlación Buena
$0.7 \geq R <= 0.8$	Correlación Regular

Tabla 2. Interpretación del coeficiente de correlación R

Fuente: Diseño propio

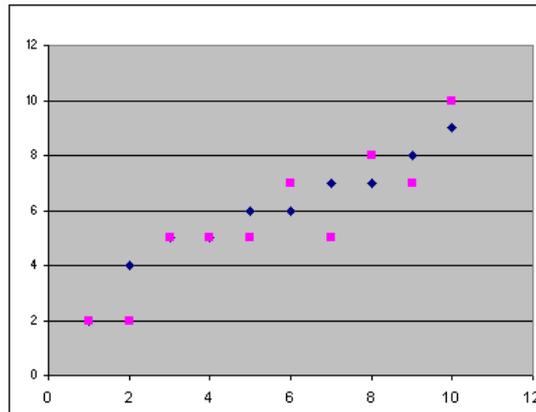


Figura 1. Dispersión entre 2 variables
Fuente: Diseño Propio

Una correlación como se muestra en la figura 2, puede ser de tipo simple cuando esta involucra solo 2 variables o multivariable cuando dentro del estudio son involucradas más de 2 variables, con el objetivo de ver las influencias ejercidas entre ellas tal como lo señala Florac (1997).

Análisis de Regresión

Normalmente cuando se utiliza la Correlación, se utiliza el Análisis de Regresión por medio del cual se define una línea Recta (dependiendo el numero de variables, y el tipo de correlación) que muestra el comportamiento de las variables, esta recta recibe el nombre de “Recta de regresión “. La recta definida esta dada por una ecuación del tipo $y=a+bx$ y sirve para definir el modelo de predicción para las variables seleccionadas, entre más cerca estén las variables de la recta de regresión (es decir, entre mas fuerte sea la correlación), el modelo será más preciso y se observará similar a la figura 2.

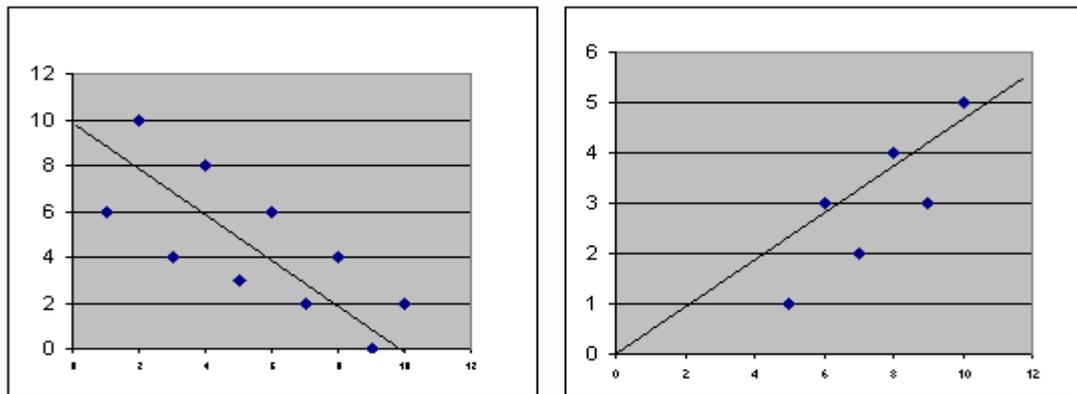


Figura 2. Diagrama de Dispersión entre 2 variables con Recta de Regresión
Fuente: Diseño Propio

Descripción de las variables de la Ecuación de la Recta $y=a+bx+\varepsilon$

Donde, Y es llamada la variable de respuesta o dependiente,

X es llamada la variable independiente,

α Es el intercepto de la línea con el eje Y,

β Es la pendiente de la línea de regresión y

ε Es un error aleatorio, el cual se supone que tiene media 0 y varianza constante

σ^2 .

Además del calculo del coeficiente de Correlación y Regresión y para que el modelo pueda ser mas confiable es necesario evaluar diferentes valores estadísticos por medio del Análisis de Regresión, esto puede ser realizado por la Herramienta Excel o por cualquier otro software Estadístico.

Para que el modelo sea Significativo se tiene que rechazar la hipótesis nula o que la pendiente es igual a 0, dado que si esto no existe no habría relación o incremento en la variable y.

Para esto se utiliza la comparación con el valor P, que esta dado por el valor critico de F, es decir si P (o valor critico de F) < 0.05 la regresión es significativa, esto se

encuentra en la Tabla 2 que es la identificada como análisis de Varianza, además se utiliza la Prueba F donde se compara el valor de F contra el valor crítico de F, buscando que $F > \text{valor crítico de F}$.

El coeficiente de correlación también viene calculado y se encuentra en la tabla 1 de Estadísticas de la regresión.

El coeficiente de Determinación nos indica el porcentaje de la variación que puede ser explicado por la Regresión evaluada, dada por la variable dependiente Y, y se mueve en el rango de 0 a 1.

El valor de la pendiente está dado en la columna de los coeficientes en el segundo renglón (1), asimismo el valor p para la pendiente es el mismo que el valor P para la regresión (o valor crítico de F), esto porque ambas pruebas (hipótesis) tratan de comparar si la pendiente difiere de 0 o no. Además el valor de F está dado por el cuadrado del valor T de la misma pendiente, entre mayor sea el valor T menor será el valor P.

El renglón 1 denominado como intercepción nos indica si la recta de regresión pasa por el origen, en este ejemplo esto no se cumple.

En la columna de 95% se refiere al porcentaje de confianza nos sirve para indicar los límites o intervalos en los que la media de los datos se va a estar moviendo.

El error típico mide la variabilidad de los datos alrededor de la Línea Recta Ajustada, es decir la variación de los puntos alrededor de la línea de regresión y es la raíz cuadrada de la varianza.

Interpretación de los coeficientes de regresión estimados:

Interpretación del intercepto:

Indica el valor promedio de la variable de respuesta Y cuando X es cero. Si se tiene certeza de que la variable independiente X no puede asumir el valor 0, entonces la interpretación no tiene sentido.

Interpretación de la pendiente:

Indica el cambio promedio en la variable de respuesta Y cuando X se incrementa en una unidad.

Análisis de residuales

Los residuales son las desviaciones de los valores observados de la variable de respuesta con respecto a la línea de regresión. En estos se puede ver una sustitución de los valores utilizando el modelo definido y cual sería su diferencia con el valor real obtenido.

Los residuales, son estimaciones de los errores del modelo y sirven para establecer si las suposiciones del modelo se cumplen y para explorar el porqué de un mal ajuste del modelo. Podemos ver:

- Si la distribución de los errores es normal y sin “outliers” o datos atípicos.
- Si la varianza de los errores es constante y si se requieren transformaciones de las variables.
- Si la relación entre las variables es efectivamente lineal o presenta algún tipo de curvatura
- Si hay dependencia de los errores, especialmente en el caso de que la variable independiente sea tiempo.

Intervalos de confianza

Se utilizan con el fin de determinar el margen dentro del cual cabe esperar que se encontrara el promedio de Y para el valor específico de x empleado en el modelo de Regresión.

El intervalo de confianza para la media de la población es calculado por la formula

$$\hat{Y}_0 \pm t_{(1-\alpha/2, n-2)} s \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{S_{xx}}}$$

Intervalos de Predicción

Es el intervalo de predicción para la respuesta futura del valor observado para el valor predicho de Y cuando $x=x_0$

Este esta dado por:

$$\hat{Y}_0 \pm t_{(1-\alpha/2, n-2)} S \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{S_{xx}}}$$

De donde:

\hat{y} =valor obtenido en la ecuación de la recta cuando $X=X_0$

α =nivel de significancia (probabilidad de aparición) de la distribución T Student

S=valor de la desviación estándar de la ecuación de la Recta (error Típico)

n=tamaño de la muestra

X_0 =valor que se quiere predecir

\bar{X} =media de la muestra

S_{xx} =Suma de Cuadrados corregida de los productos de X.

4.4. Objeto de Estudio

Para el desarrollo de esta investigación se ha definido como universo “sujeto a”, en general se enfoca a organizaciones de tecnología de información, en particular se analizará a la empresa ALTEC México, con énfasis en el comportamiento estadístico de las variables definidas en el proceso de desarrollo mismo que ha sido definido tomando como referencia el Modelo de Madurez Integrado CMMI v1.2 para el desarrollo de software, cuyas variables son perfectamente observables en cada uno de los proyectos que la organización desarrolla y que siguen el proceso de desarrollo de software.

4.5 Tamaño y tipo de la muestra

Desde el enfoque en que la presente investigación pretende mostrar el beneficio de la implementación de una norma de calidad a través de la medición estadística del

desempeño del proceso de desarrollo, y en función de que la carta de control estadístico a utilizar XmR requiere de la existencia de por lo menos 25 puntos, en este sentido, la población sujeta a la investigación está representada por el 100% de los proyectos de desarrollo vigentes en la organización que siguen el proceso de desarrollo.

Las condiciones que cumplen cada uno de los proyectos que participan en la investigación son:

- Que sigan el proceso de desarrollo
- Que las fases o sub-procesos de análisis y diseño se encuentren completadas al 100%.

4.6 Definición de Variables

En sí, lo que la organización busca es la eliminación de la incertidumbre a partir del control de los procesos a través de métricas e indicadores que reflejen tendencias para implementar así, acciones preventivas y optimización a los procesos por la reducción de costos.

El control y monitoreo permiten la obtención de la calidad a través de la administración de riesgos, problemas, eliminación de defectos, implementación de procesos de validación y verificación y aplicación de modelos estadísticos.

4.7 Indicadores analizados para el proceso

El proceso de desarrollo de software en la organización parte de la base de un ciclo de vida en cascada y se encuentra dividido en los siguientes subprocesos:

- Anteproyecto
- Inicio de proyecto

- Análisis
- Diseño
- Construcción
- Pruebas
- Pase a producción
- Cierre

Cada una de las fases es considerada un sub-proceso, la organización decide medir la efectividad de la implementación del modelo de referencia CMMI v 1.2 a través del desempeño que estadísticamente se observe en los sub-procesos de análisis y diseño. Para cada uno de estos subprocesos se analizaron los siguientes indicadores:

- % desvío en plazo
- % desvío en esfuerzo
- Densidad de defectos

4.8 Procedimiento

El punto de partida de esta investigación consiste en la determinación de los objetivos de la organización, pues con base en ellos es que será posible la selección o identificación de los sub-procesos de la organización que posteriormente deriven un modelo de desempeño.

A continuación se menciona de manera general el flujo que esta investigación seguirá respecto al procesamiento de los datos:

1. Definición de metas SMART
 - a. Específicas
 - b. Medibles
 - c. Alcanzables
 - d. Realistas
 - e. Cuyo tiempo haya sido definido para su cumplimiento

2. Identificar los subproceso que se encuentren en control, entendiendo por esté último aquel conjunto de actividades cuya gestión y control dependan directamente de la organización sin la inclusión de proveedores o clientes.
3. El paso anterior lleva a identificar mediciones estadísticas con variables en control.
4. Identificar variables, relación funcional entre ellas a través de análisis causa efecto y o diseño de experimentos, para efectos de esta investigación sólo se realizará análisis causa efecto y prueba de hipótesis entre dos variables.
5. Validar variables a través de pruebas estadísticas
6. Identificar qué tipos de datos se relacionan, con base en ellos, seleccionar la técnica para elaborar un modelo de desempeño

Para poder definir un modelo de Desempeño se deben de tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Los procesos/subprocesos de los cuales se extrae la información para definir el modelo deben ser estables
- Los datos de las Mediciones deben proceder de una fuente confiable
- Se utilizaran datos Históricos arrojados por el comportamiento de los procesos dentro de la Organización.

- El propósito del modelo debe de estar direccionado con los objetivos de la Organización (usados por la creación de líneas base).
- El modelo debe ser probado con proyectos que ya fueron cerrados para evaluar su exactitud
- El modelo debe ser recalibrado de acuerdo a los cálculos de línea Base organizacional

Los pasos que se siguen en la organización para establecer un modelo de predicción de procesos es:

- I. Seleccionar las Variables de las cuales se desee establecer el Modelo de Desempeño (esfuerzo, Defectos, Plazo, etc.), definiendo cual será la variable dependiente y cual la independiente.
- II. Colocar los valores para que puedan ser correlacionados,
- III. Dibujar un diagrama de dispersión entre valores de X y Y, este deberá ser plasmado a partir de correlaciones que permitan determinar una **Línea Base de Capacidad**.
- IV. Establecer la ecuación del coeficiente de correlación “r”
- V. Realizar la Interpretación del Valor de R de acuerdo a los criterios citados en las secciones anteriores.
- VI. Si la correlación es Aceptable, es decir, si $R = 0.8 \leq R \leq 1$ utilizar la ecuación de regresión para predecir valores de la variable dependiente.
- VII. Realizar el Análisis de Regresión y comprobar el valor P, así como de los otros valores estadísticos
- VIII. Probar el modelo con proyectos y verificar su exactitud.

7. Validar el modelo, independientemente de la correlación que muestre el proyecto, se deben considerar los siguientes factores al momento de utilizar y comprobar la utilización del modelo:
 - Variables internas en el proceso que contribuyan a la variabilidad de la exactitud del modelo, como lo son , tipo de tecnología, tipo de proyecto, ciclo de vida que siguen los proyectos, causas especiales o comunes no eliminadas o no identificadas, etc.
 - El modelo tendrá un alcance el cual se deberá identificar.
 - La efectividad del modelo puede variar dependiendo las características individuales de cada proyecto.
 - Valores de R y R^2 , intervalos de confianza, valores P (donde este sea significativo, <0.05).
 - Se pueden utilizar las técnicas de análisis y resolución de decisiones para aceptar o rechazar el modelo, tales como, Pareto, causa.
 - Aun y cuando las variables del modelo presenten un valor alto en la correlación es necesario recalibrarlo de acuerdo al periodo definido y ejecutar todos los pasos anteriores, dado que entre más estabilidad exista, y mejor agrupadas se encuentren las características de los proyectos, mejor efectividad se tendrá al momento de su uso.
8. Definir intervalos sobre los cuales se plantearán los nuevos límites de especificación y control del proceso que se monitorea.
9. Una vez concluidos los pasos anteriores, se determina el modelo que deberá ser probado por los próximos proyectos cuyos sub-procesos de análisis y diseño

estén por realizarse, retomando un poco, la justificación de esta actividad recae en el hecho de que será en estos sub-procesos en donde la organización medirá la efectividad.

Los pasos anteriores son una actividad cíclica, es decir, los modelos de desempeño deben recalibrados siempre que se junten suficientes puntos, en esta investigación y en razón de que la carta de control seleccionada es XMR, los modelos se re-calibrarán siempre que se junten 25 puntos que resultan de 25 proyectos que han seguido el proceso de desarrollo y que han finalizado los subprocesos de análisis y diseño.

El objetivo de re-calibrar el modelo consiste básicamente en que si retomamos un poco, el punto de partida son los objetivos de la organización, luego la identificación de los sub-procesos activos en la organización que soportan directamente a los objetivos, luego la definición de modelos, su medición y monitoreo a través de calibración con herramientas estadísticas permitirá al final a la organización conocer el grado de cumplimiento de los objetivos, incluso ajuste a sus metas, y re-calibración de límites que sean nuevas metas.

4.9 Procesamiento de la información o los datos

De acuerdo al procedimiento indicado en la sección anterior, y tomando como referencia lo indicado por Konrad (2007), respecto a la alta madurez el punto de partida fue la revisión de los objetivos de la organización para de esta forma identificar los sub-procesos relacionados que serían sobre los cuales se llevaría un control estadístico a través de modelos de desempeño.

Así a través del uso de la herramienta Balance Score Card se agrupan en primera instancia cada uno de los objetivos de la organización:

Cuadrante BSC	Objetivo de negocio	Peso
Cliente	<u>Obtener un índice de calidad mínimo de 4.0 en entrevistas de calidad de proyectos</u>	20%
	Alcanzar Rating B+ en riesgo tecnológico	10%
Negocio	<u>Cumplir el presupuesto de ingresos, gastos e inversión garantizando una utilidad operativa superior al 2%</u>	30%
	Cumplir estándares de mercado para servicios.	10%
Procesos	<u>Cumplir con las prácticas de CMMI e ITIL para los niveles definidos</u>	10%
	Continuar con el esfuerzo de mejora de los procesos para obtener una evaluación de calidad interna satisfactoria	10%
Gente	Mejorar el clima laboral para lograr estar dentro las 100 mejores empresas de México (GPTW).	10%
PESO TOTAL		100%

Tabla 3. Objetivos organizacionales y su alineación con BSC

Fuente: Diseño propio

A continuación se seleccionaron los objetivos que serían cubiertos vía la ejecución del proceso de desarrollo, se identifican además los indicadores con los cuales se realizará el monitoreo utilizando la herramienta Goal Question Metrics Indicator de Park (1996), dando como resultado lo siguiente:

Cuadrante BSC	Objetivo de negocio	Peso	Procesos	Objetivo de desempeño de	Sub-procesos	Indicadores	Meta (1Ene-23mar)
Cliente	Obtener un índice de calidad mínimo de 4.0 en entrevistas de calidad de proyectos	20.00%		Cumplir con el plazo de los proyectos	Análisis	% de desviación en Plazo en fase de Análisis	-9% - 9%
					Diseño	% de desviación en Plazo en fase de Diseño	-7% - 10%
Negocio	Cumplir el presupuesto de ingresos, gastos e inversión garantizando una utilidad operativa superior al 2%	30.00%	Proceso de Desarrollo de SW	Disminuir los porcentajes de desviación en esfuerzo en las fases de análisis y diseño	Análisis	% de desviación en Esfuerzo en fase de Análisis	-10% - 15%
					Diseño	% de desviación en Esfuerzo en fase de Diseño	-10% - 10%
				Disminuir los defectos en los entregables a clientes	Análisis	% Densidad de defectos análisis	0.03
					Diseño	% Densidad de	0.03
Procesos	Cumplir con las prácticas de CMMI e ITIL para los niveles definidos	10.00%		Incrementar apego al proceso de proyecto de desarrollo de SW	Auditoria de Procesos para proyectos	% de apego al proceso	100.0%

Tabla 4. Alineación de modelos de desempeño por objetivo

Fuente: Diseño propio

Así una vez definidos los subprocesos comienza la recolección de datos y generación de líneas base de modelos de desempeño para el 100% de los proyectos de la organización cuyos sub-procesos indicados en la tabla anterior hayan cerrado.

Para el cálculo de las líneas base de desempeño como ya se mencionó anteriormente se utiliza la carta de control XmR con un muestra de por lo menos 25 proyectos.

Considero conveniente mencionar la justificación al por qué del uso de XmR como carta de control, misma que es debido a que no existe manera de "agrupar", por tamaños iguales, las diferentes ocurrencias de eventos, por tanto, el tamaño de cada muestra se aproxima a 1. La carta XmR está específicamente diseñada para este tipo de eventos. Cabe también mencionar que el valor de mR es de 3.69.

4.9.1 Primer periodo de recolección de datos y generación de línea base

4.9.1.1 Indicador de Plazo

A continuación se muestra el primer cálculo de línea base que abarca el periodo enero-marzo 2008 para las fases de análisis y diseño:

Fase: análisis

Indicador: desviación en plazo

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en plazo obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en plazo de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en plazo

PROYECTOS	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200706200	0.00		-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200611000	3.05	3.05	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200616800	0.00	3.05	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200711400	3.21	3.21	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200605202	0.00	3.21	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200722100	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200602000	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200512501	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200711100	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200619000	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200610900	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200714600	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200621600	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200710100	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200718500	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200709500	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200714200	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200607600	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200711600	-3.24	3.24	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200800100	0.00	3.24	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200614500	3.83	3.83	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200614100	0.00	3.83	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200623400	-3.58	3.58	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200720200	0.00	3.58	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60
200723000	0.00	0.00	-3.62	3.88	-9.00	9.00	0.00	1.41	4.60

Tabla 5. Desviación en plazo, sub-proceso análisis: 1er. Periodo

Fuente: Diseño propio

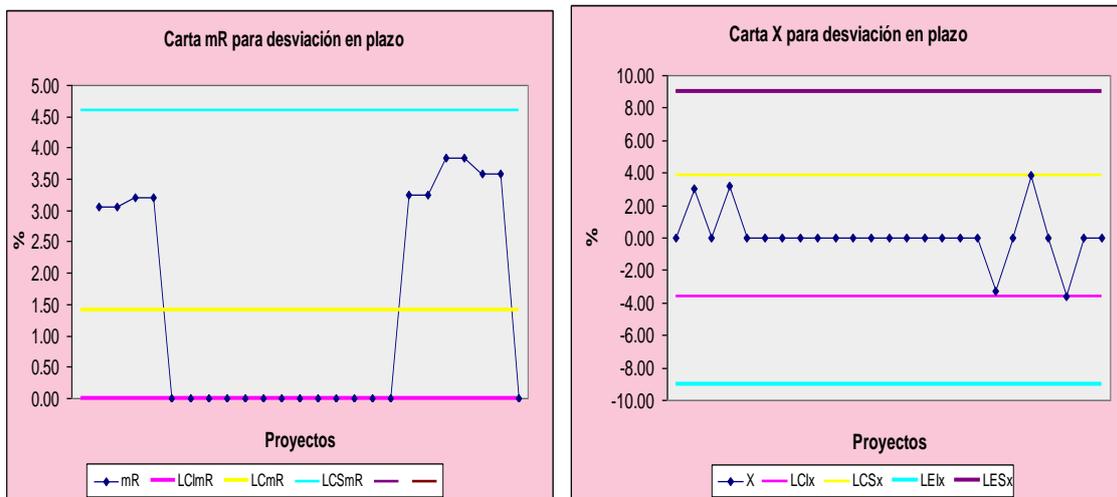


Figura 3. XmR para indicador de plazo, sub-proceso análisis: 1er periodo

Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC_{mR}	1.41
Promedio (X) = LC_x	0.13
Sigma	1.25
LCI_x	-3.62
LCS_x	3.88
LCS_{mR}	4.60
LCI_{mR}	0.00
LEI_x	-9.00
LES_x	9.00
Análisis de Capacidad	
Cp	2.40
Cpk	2.37
CPI	2.44
CPU	2.37

Tabla 6. Parámetros para análisis de capacidad en plazo, sub-proceso análisis: 1er. Periodo

Fuente: Diseño propio

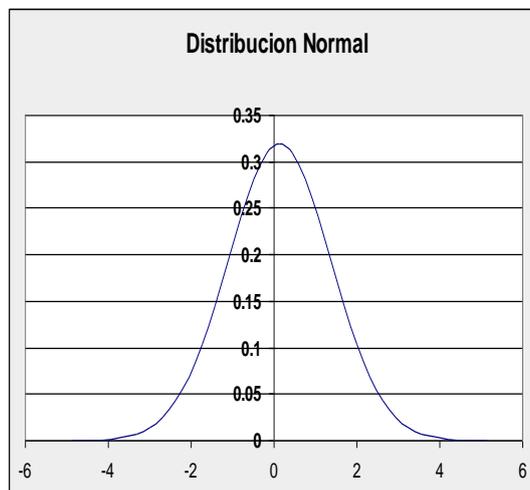


Figura 4. Distribución normal de plazo, sub-proceso análisis del 1er. periodo
Fuente: Diseño Propio

Interpretación:

Dado que los puntos se encuentran dentro de los límites de especificación y de control marcados por la organización, de acuerdo a la tabla 6 y figura 4, se determina que el proceso es estable y capaz.

Fase: diseño

Indicador: desviación en plazo

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en plazo obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en plazo de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en plazo

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200615400	0.00		-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200602900	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200700800	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200722100	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200605202	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200711400	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200719800	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200512500	0.34	0.34	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200711100	0.00	0.34	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200619000	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200607600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200512501	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200610900	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200714600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200602500	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200709400	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200718500	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200601500	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200710100	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200706200	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200709500	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200800100	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200720200	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200614100	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09
200711600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-7.00	10.00	0.00	0.03	0.09

Tabla 7. Desviación en plazo, sub-proceso diseño: 1er. Periodo

Fuente: Diseño propio

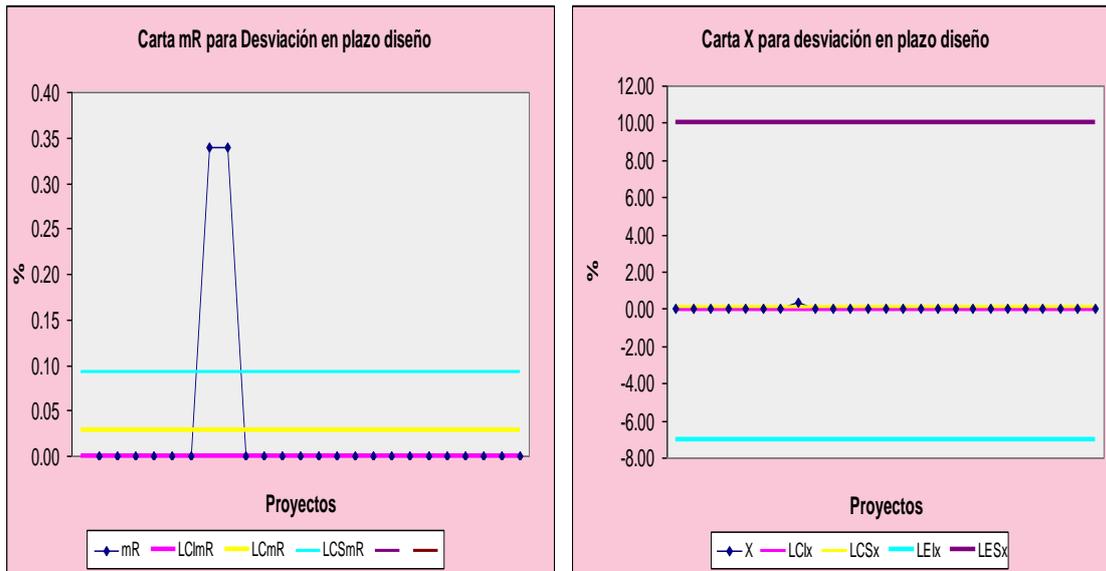


Figura 5. XmR para indicador de plazo, sub-proceso diseño del 1er periodo
Fuente: Diseño Propio

Interpretación:

Dado que los puntos se encuentran dentro de los límites de especificación y a que sin embargo existe un punto fuera de los límites de control marcados por la organización, se determina que el proceso no es estable.

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC _{mR}	0.03
Promedio (X) = LC _x	0.01
Sigma	0.03
LCI _x	-0.06
LCS _x	0.09
LCS _{mR}	0.09
LCI _{mR}	0.00
LEI _x	-7.00
LES _x	10.00
Análisis de Capacidad	
Cp	112.80
Cpk	93.07
CPI	93.07
CPU	132.53

Tabla 8. Parámetros para análisis de capacidad en plazo, sub-proceso diseño: 1er. Periodo
Fuente: Diseño propio

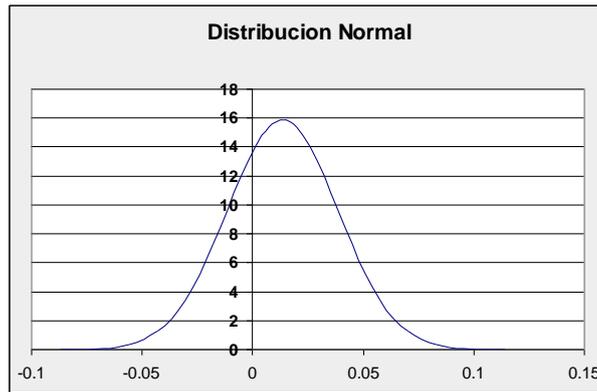


Figura 6. Distribución normal de plazo, sub-proceso diseño del 1er. Periodo
Fuente: Diseño Propio

4.9.1.2 Indicador de Esfuerzo

Fase: análisis

Indicador: desviación en esfuerzo

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en esfuerzo obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en esfuerzo de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en esfuerzo.

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200706200	8.07		-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200611000	-1.96	10.03	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200616800	10.16	12.12	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200711400	14.52	4.35	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200605202	7.81	6.70	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200722100	13.33	5.52	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200602000	-7.33	20.66	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200512501	9.28	16.61	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200711100	13.73	4.45	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200619000	8.97	4.75	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200610900	4.71	4.26	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200714600	8.00	3.29	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200621600	7.73	0.27	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200710100	10.17	2.43	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200718500	4.81	5.36	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200709500	7.95	3.15	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200714200	10.00	2.05	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200607600	11.81	1.81	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200711600	0.71	11.10	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200800100	4.62	3.91	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200614500	2.83	1.78	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200614100	3.13	0.30	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200623400	9.94	6.81	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200720200	10.00	0.06	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45
200723000	6.25	3.75	-7.85	22.19	-10.00	15.00	0.00	5.65	18.45

Tabla 9. Desviación en esfuerzo, sub-proceso análisis: 1er. Periodo
Fuente: Diseño propio

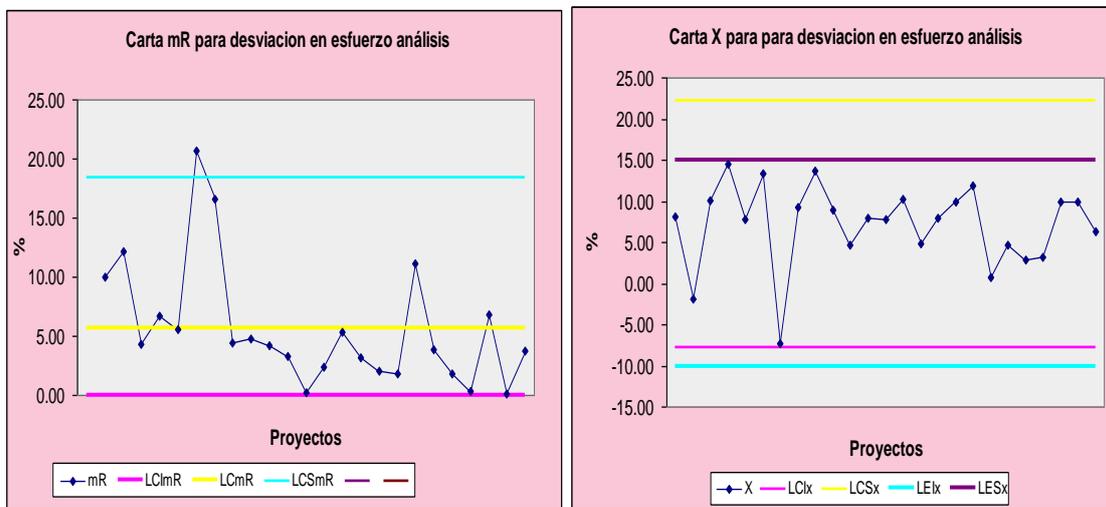


Figura 7. XmR para indicador de esfuerzo, sub-proceso análisis del 1er. periodo
Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC_{mR}	5.65
Promedio (X) = LC_x	7.17
Sigma	5.01
LCI_x	-7.85
LCS_x	22.19
LCS_{mR}	18.45
LCI_{mR}	0.00
LEI_x	-10.00
LES_x	15.00
Análisis de Capacidad	
Cp	0.83
Cpk	0.52
CPI	1.14
CPU	0.52

Tabla 10. Parámetros para análisis de capacidad en esfuerzo, sub-proceso análisis: 1er. Periodo
Fuente: Diseño propio

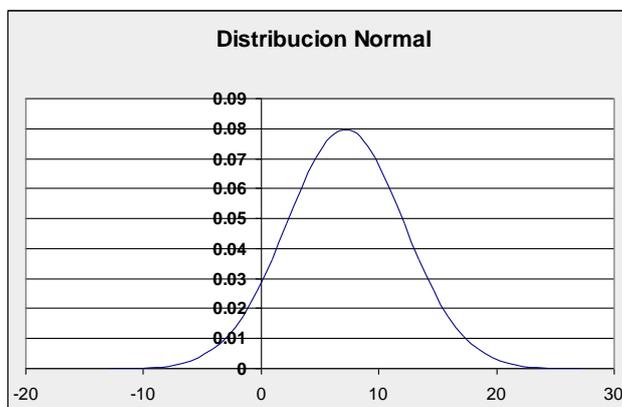


Figura 8. Distribución normal de esfuerzo, sub-proceso análisis del 1er. periodo
Fuente: Diseño Propio

Interpretación:

Dado que los puntos se encuentran dentro de los límites de especificación y de control marcados por la organización, se determina que el proceso es estable y capaz.

Fase: diseño

Indicador: desviación en esfuerzo

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en esfuerzo obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en esfuerzo de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en esfuerzo.

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200615400	0.00		-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200602900	6.25	6.25	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200700800	6.54	0.29	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200722100	10.00	3.46	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200605202	6.25	3.75	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200711400	2.73	3.52	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200719800	8.13	5.40	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200512500	0.23	7.90	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200711100	5.00	4.77	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200619000	3.31	1.69	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200607600	6.25	2.94	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200512501	4.97	1.28	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200610900	6.12	1.15	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200714600	4.10	2.02	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200602500	8.36	4.26	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200709400	5.31	3.05	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200718500	7.55	2.24	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200601500	9.64	2.09	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200710100	6.34	3.30	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200706200	3.34	3.00	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200709500	8.68	5.33	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200800100	5.00	3.68	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200720200	7.50	2.50	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200614100	2.41	5.09	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46
200711600	7.65	5.23	-3.66	15.00	-10.00	10.00	0.00	3.51	11.46

Tabla 11. Desviación en esfuerzo, sub-proceso diseño: 1er. Periodo

Fuente: Diseño propio

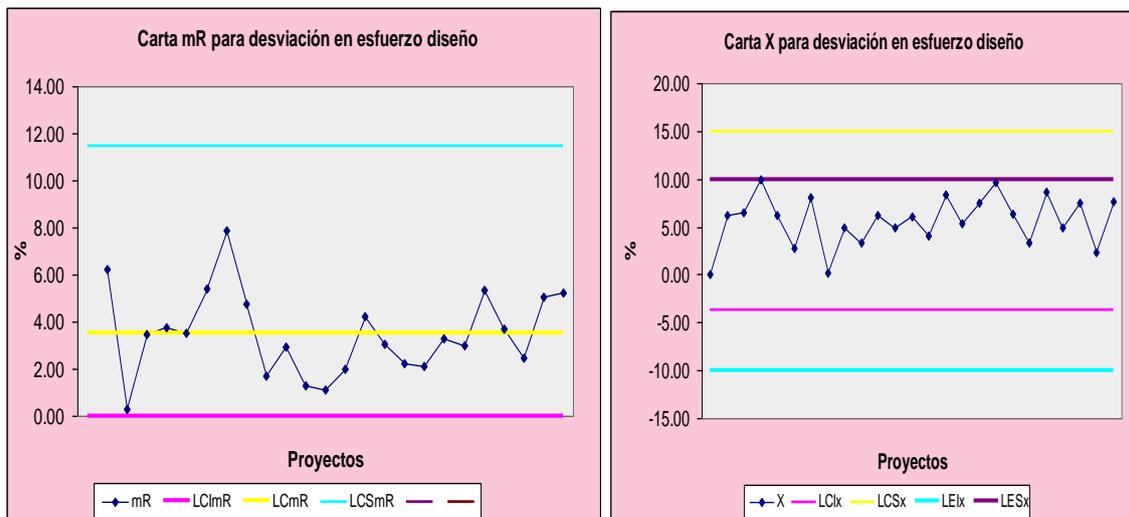


Figura 9. XmR para indicador de esfuerzo, sub-proceso diseño del 1er. periodo

Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC_{mR}	3.51
Promedio (X) = LC_x	5.67
Sigma	3.11
LCI_x	-3.66
LCS_x	15.00
LCS_{mR}	11.46
LCI_{mR}	0.00
LEI_x	-10.00
LES_x	10.00
Análisis de Capacidad	
Cp	1.07
Cpk	0.46
CPI	1.68
CPU	0.46

Tabla 12. Parámetros para análisis de capacidad en esfuerzo, sub-proceso diseño: 1er. Periodo
Fuente: Diseño propio

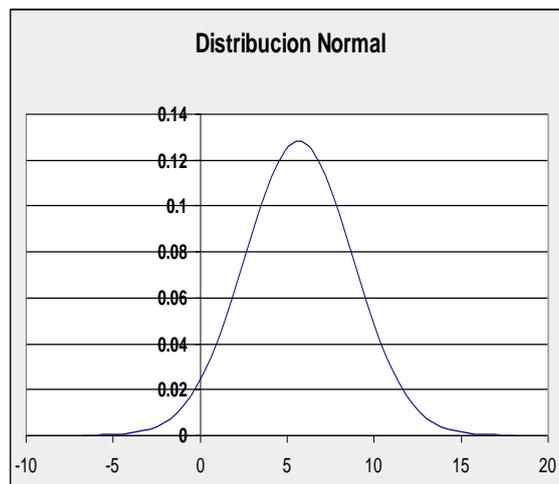


Figura 10. Distribución normal de esfuerzo, sub-proceso diseño del 1er periodo
Fuente: Diseño Propio

Correlación

El esfuerzo esta en función de la duración en horas de cada fase a través de verificar la correlación de los atributos con las desviaciones.

La forma de medir y comprobar el comportamiento entre estas dos variables es a través de una correlación que indica la fuerza y dirección lineal entre el esfuerzo en el análisis y el esfuerzo en el diseño por medio del coeficiente de correlación “R”.

Interpretación del valor de “R”

$R = 1$ Correlación Perfecta

$0.9 > R <= 1$ Correlación Excelente

$0.8 > R <= 0.9$ Correlación Buena

$0.7 > R <= 0.8$ Correlación Regular

Correlación Esfuerzo Análisis vs. Esfuerzo Diseño

A través del análisis del comportamiento se establece una correlación entre los esfuerzos de la fase de análisis contra la fase de diseño, tal como se muestra en la figura 11.

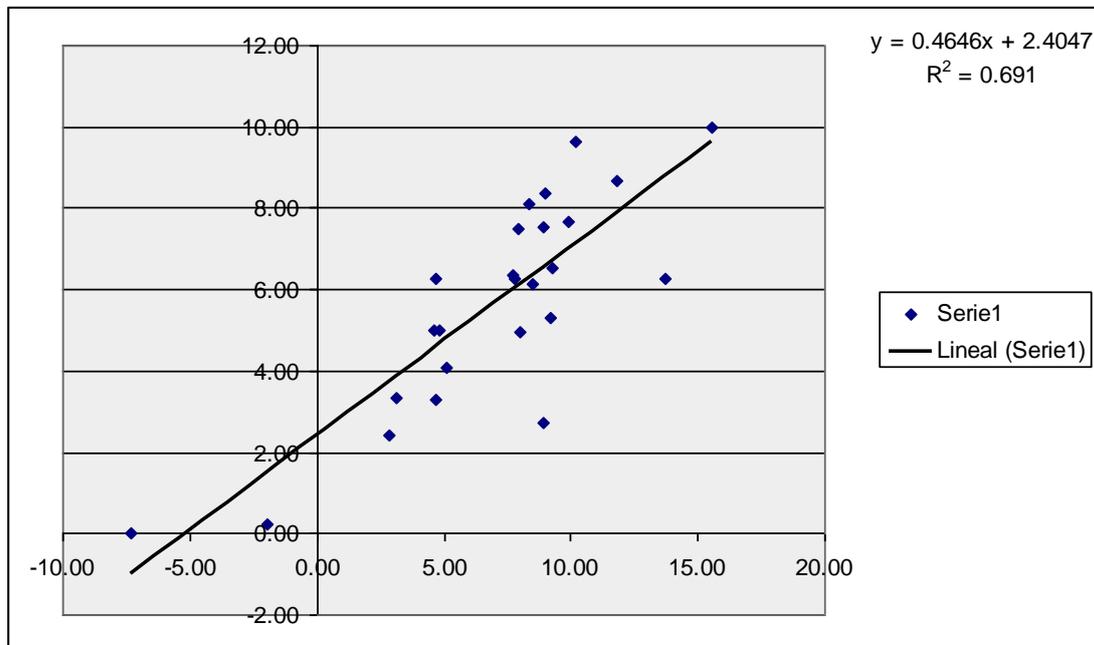


Figura 11. Correlación esfuerzo análisis vs. esfuerzo diseño
Fuente: Diseño Propio

El valor del coeficiente de correlación es $R= 0.8312641$ lo cual indica una correlación buena.

Resultado del Modelo

VARIABLES CORRELACIONADAS	Correlación esfuerzo en Análisis vs. esfuerzo en Diseño
Valor de la correlación R	0.8312641
Modelo	$y = 0,4646x + 2.4047$
Uso	Predicción de la variación de esfuerzo en diseño (Y) dada una variación en esfuerzo en análisis

Tabla 13. Modelo para esfuerzo entre análisis y diseño

4.9.1.3 Indicador de Densidad de Defectos

Fase: análisis

Indicador: desviación en densidad de defectos

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en densidad de defectos obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en densidad de defectos de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en densidad de defectos.

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200706200	0.01		-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200611000	0.01	0.00	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200616800	0.00	0.01	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200711400	0.01	0.00	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200605202	0.00	0.01	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200722100	0.00	0.00	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200602000	0.01	0.01	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200512501	0.01	0.00	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200711100	0.00	0.01	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200619000	0.00	0.00	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200610900	0.01	0.01	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200714600	0.00	0.01	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200621600	0.01	0.01	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200718500	0.00	0.01	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200711600	0.02	0.02	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200709500	0.00	0.02	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200714200	0.00	0.00	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200607600	0.01	0.01	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200710100	0.02	0.02	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200800100	0.00	0.02	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200614500	0.01	0.01	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200614100	0.01	0.00	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200623400	0.00	0.01	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200720200	0.00	0.00	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200723000	0.00	0.00	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02

Tabla 14. Desviación en densidad de defectos, sub-proceso análisis: 1er. Periodo
Fuente: Diseño propio

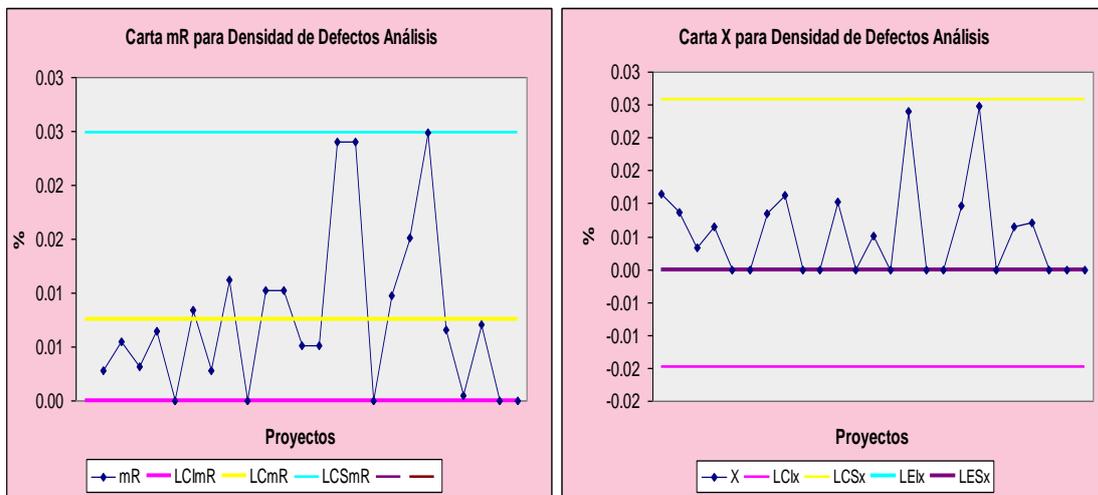


Figura 12. XmR para indicador de densidad de defectos, sub-proceso análisis del 1er. periodo
Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = $LC_{\bar{X}}$	0.01
Promedio (X) = $LC_{\bar{X}}$	0.01
Sigma	0.01
$LCI_{\bar{X}}$	-0.01
$LCS_{\bar{X}}$	0.03
LCS_{mR}	0.02
LCI_{mR}	0.00
$LEI_{\bar{X}}$	0.00
$LES_{\bar{X}}$	0.00
Análisis de Capacidad	
Cp	0.00
Cpk	-0.27
CPI	0.27
CPU	-0.27

Tabla 15. Parámetros para análisis de capacidad de densidad de defectos, sub-proceso análisis: 1er. Periodo
Fuente: Diseño propio

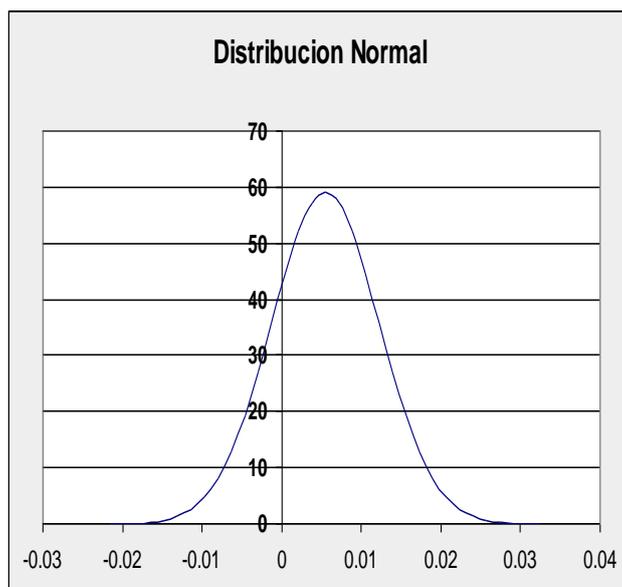


Figura 13. Distribución normal de densidad de defectos, sub-proceso análisis del 1er. periodo
Fuente: Diseño Propio

Fase: diseño

Indicador: desviación en densidad de defectos

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en densidad de defectos obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en densidad de defectos de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en densidad de defectos.

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200615400	0.01		-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200602900	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200700800	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200722100	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200605202	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200711400	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200719800	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200512500	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200711100	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200619000	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200607600	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200512501	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200610900	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200714600	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200602500	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200709400	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200718500	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200601500	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200710100	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200706200	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200709500	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200800100	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200720200	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200614100	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200711600	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02

Tabla 16. Desviación en densidad de defectos, sub-proceso diseño: 1er. Periodo
Fuente: Diseño propio

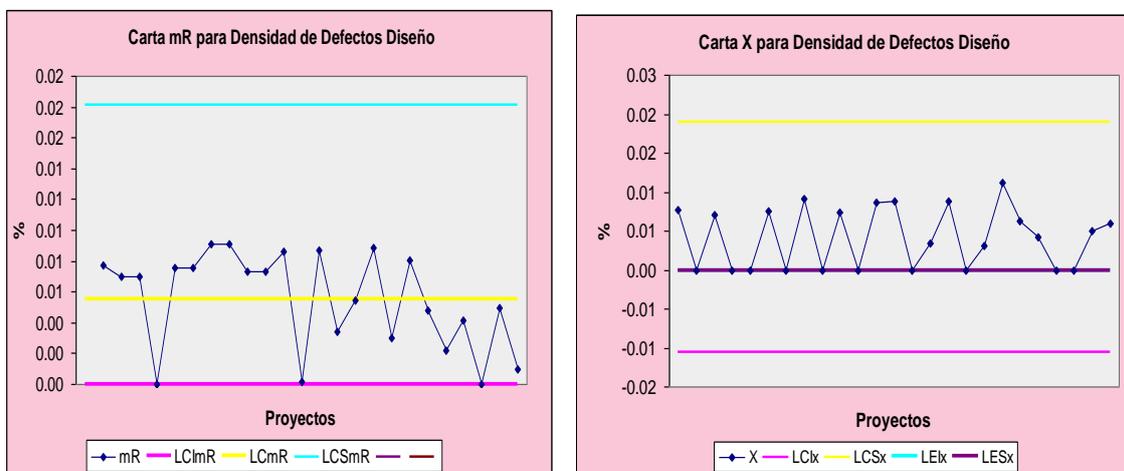


Figura 14. XmR para indicador de densidad de defectos, sub-proceso diseño del 1er. periodo
Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC_{mR}	0.01
Promedio (X) = LC_x	0.00
Sigma	0.00
LCI_x	-0.01
LCS_x	0.02
LCS_{mR}	0.02
LCI_{mR}	0.00
LEI_x	0.00
LES_x	0.00
Análisis de Capacidad	
Cp	0.00
Cpk	-0.28
CPI	0.28
CPU	-0.28

Tabla 17. Parámetros para análisis de capacidad de densidad de defectos, sub-proceso diseño: 1er. Periodo

Fuente: Diseño propio

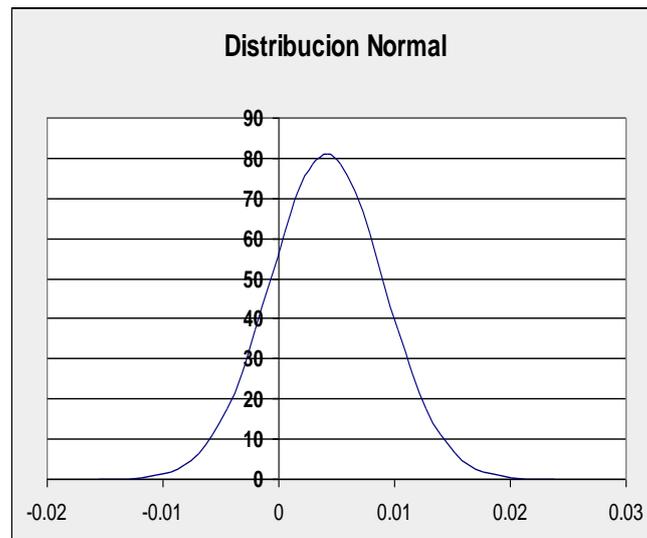


Figura 15. Distribución normal de densidad de defectos, sub-proceso diseño del 1er. Periodo

Fuente: Diseño Propio

Correlación Esfuerzo vs. Defectos fase Análisis

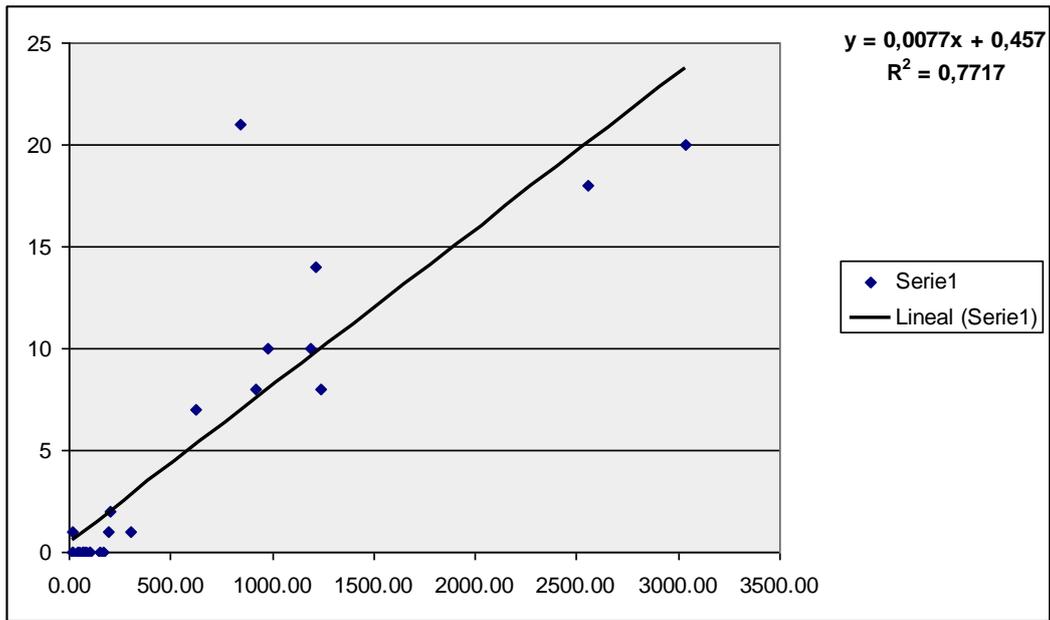


Figura 16. Correlación esfuerzo vs. defectos, sub-proceso análisis
Fuente: Diseño Propio

El valor del coeficiente de correlación es $R = 0.8784$ lo cual indica una correlación buena.

Correlación Esfuerzo vs. Defectos fase Diseño

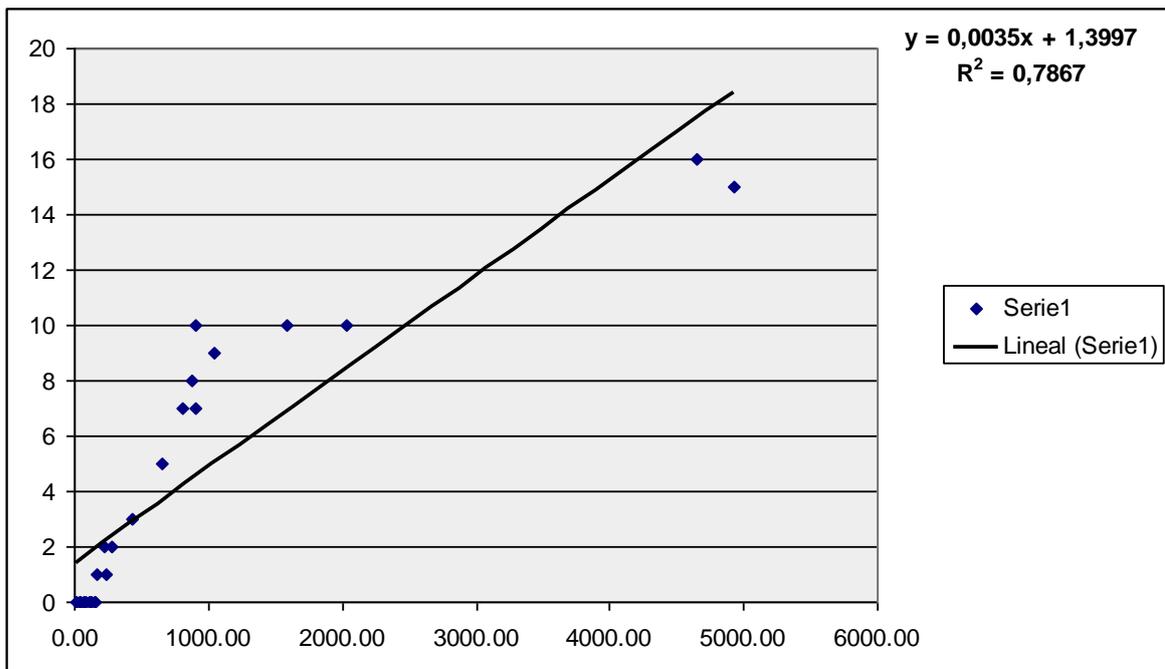


Figura 17. Correlación esfuerzo vs. defectos, sub-proceso diseño
Fuente: Diseño Propio

El valor del coeficiente de correlación es $R= 0.8869$ lo cual indica una correlación buena.

Correlación entre el número de defectos en el subproceso de análisis vs. el número de defectos de diseño.

A través del análisis del comportamiento se establece una correlación entre el número de defectos de la fase de análisis contra la fase de diseño.

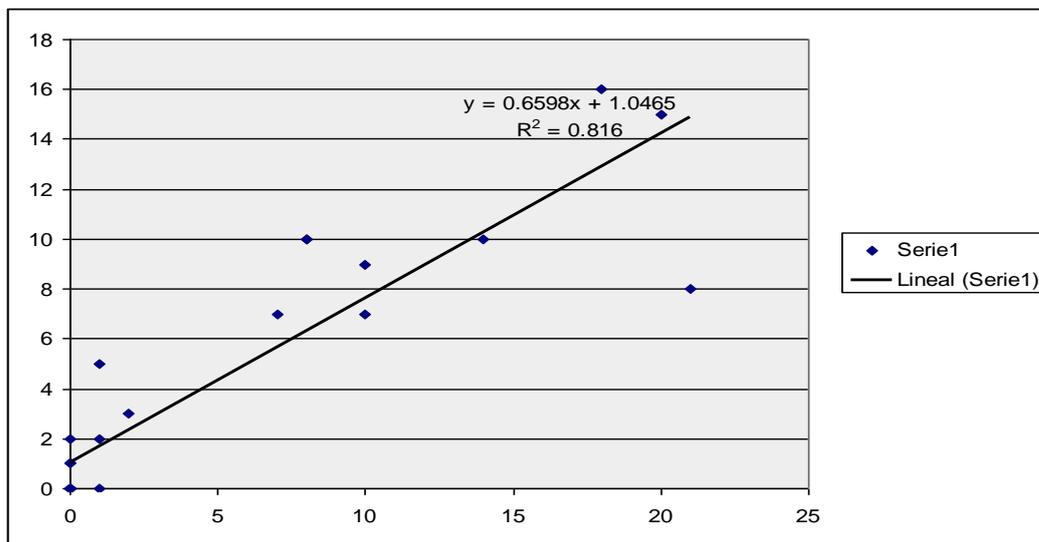


Figura 18. Correlación entre número de defectos sub-procesos análisis y diseño
Fuente: Diseño Propio

El valor del coeficiente de correlación es $R= 0.9032$ lo cual indica una correlación buena.

Resultado del modelo

Variables Correlacionadas	Valor de la correlación R	Modelo	Uso
Correlación esfuerzo vs. defectos análisis	0.8784	$y = 0.0077x - 0.457$	Predicción del numero de defectos (Y) al final de la Fase de Análisis dado un esfuerzo en la misma fase (x)
Correlación esfuerzo vs. defectos diseño	0.8869	$y = 0,0035x + 1.3997$	Predicción del numero de defectos (Y) al final de la Fase de Diseño dado un esfuerzo en la misma fase (x)
Correlación defectos análisis vs. defectos diseño	0.9033	$y = 0.6598x + 1,0465$	Predicción de la cantidad de defectos al final de la Fase de Diseño (Y) dada una cantidad de defectos en la fase de análisis

Tabla 18. Modelos de desempeño entre esfuerzo y defectos 1er. periodo

Las líneas base y los modelos anteriores representan el resultado del primer corte medido en el año 2008 en la organización, año que sería tomado como referencia para la medición del retorno de inversión sobre la implementación del modelo CMMI V1.2 hasta nivel 5.

4.9.2 Segundo periodo de recolección de datos y generación de línea base

A continuación se muestra el segundo cálculo de línea base que abarca el periodo marzo-mayo 2008 para las fases de análisis y diseño:

4.9.2.1 Indicador de Plazo

Fase: análisis

Indicador: desviación en plazo

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en plazo obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en plazo de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones +-3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en plazo

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200619000	0.00		-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200610900	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200714600	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200621600	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200710100	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200718500	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200709500	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200714200	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200607600	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200711600	-3.24	3.24	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200800100	0.00	3.24	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200614500	3.83	3.83	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200614100	0.00	3.83	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200623400	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200720200	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200723000	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200720600	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200705600	2.00	2.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200800900	0.00	2.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200716900	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200704002	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200723600	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200722600	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200704003	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47
200804900	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	0.76	2.47

Tabla 19. Desviación en plazo, sub-proceso análisis: 2do. Periodo
Fuente: Diseño propio

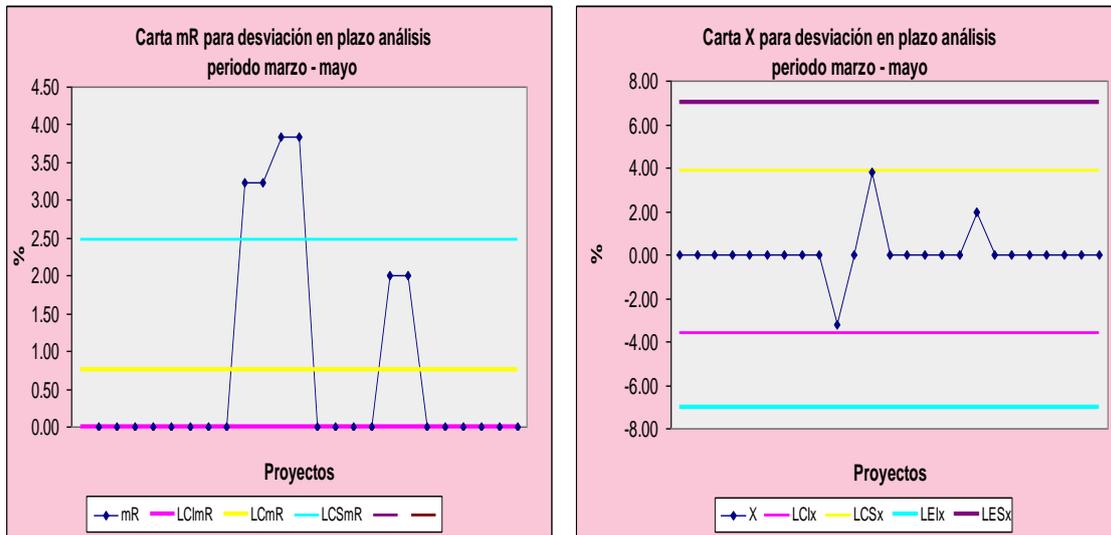


Figura 19. XmR desviación plazo análisis, 2do. Periodo
Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC_{mf}	0.76
Promedio (X) = LC_x	0.10
Sigma	0.67
LCI_x	-3.62
LCS_x	3.90
LCS_{mR}	2.47
LCI_{mR}	0.00
LEI_x	-7.00
LES_x	7.00
Análisis de Capacidad	
Cp	3.48
Cpk	3.43
CPI	3.53
CPU	3.43

Tabla 20. Parámetros para análisis de capacidad de plazo, sub-proceso análisis: 2do. Periodo

Fuente: Diseño propio

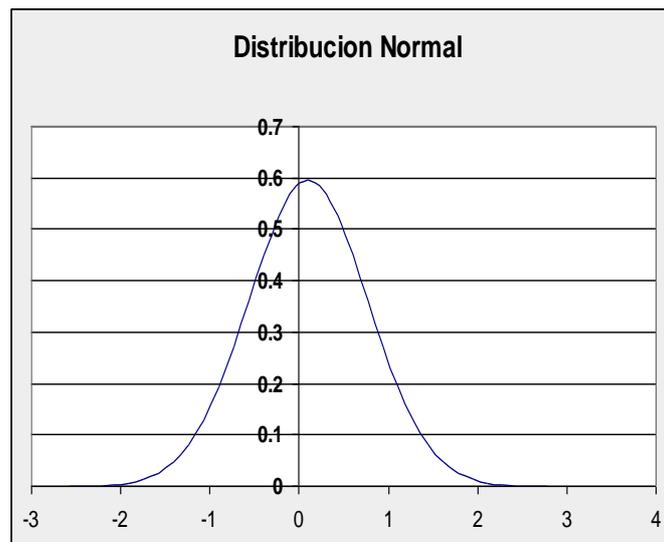


Figura 20. Distribución normal para desviación en plazo análisis 2do. Periodo

Fuente: Diseño Propio

Fase: diseño

Indicador: desviación en plazo

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en plazo obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en plazo de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en plazo

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200719800	0.00		-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200512500	0.34	0.34	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200711100	0.00	0.34	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200619000	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200607600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200512501	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200610900	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200714600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200602500	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200709400	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200718500	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200601500	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200710100	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200706200	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200709500	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200800100	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200720200	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200614100	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200711600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200711600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200701700	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200800900	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200705600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200720600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09
200716900	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.03	0.09

Tabla 21. Desviación en plazo, sub-proceso diseño: 2do. Periodo

Fuente: Diseño propio

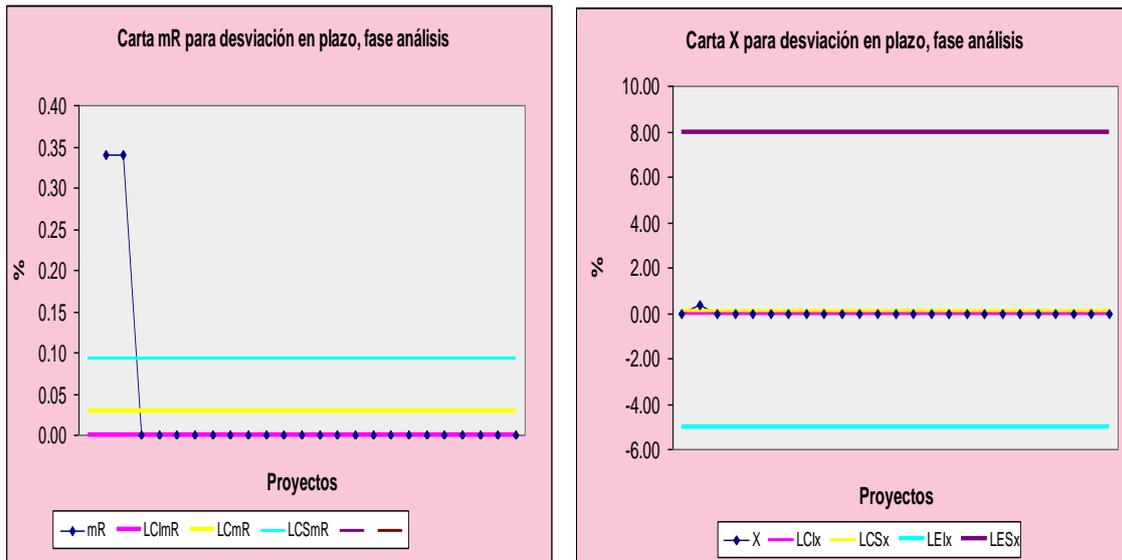


Figura 21. XmR desviación plazo diseño, 2do. Periodo
Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) =	0.03
Promedio (X) = LC	0.01
Sigma	0.03
LCI _x	-0.06
LCS _x	0.09
LCS _{mR}	0.09
LCI _{mR}	0.00
LEI _x	-5.00
LES _x	8.00
Análisis de Capacidad	
Cp	86.26
Cpk	66.53
CPI	66.53
CPU	105.98

Tabla 22. Parámetros para análisis de capacidad de plazo, sub-proceso
diseño: 2do. Periodo
Fuente: Diseño propio

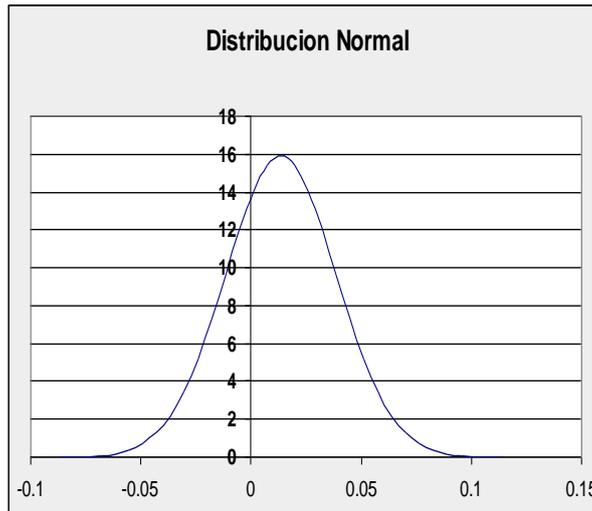


Figura 22. Distribución normal para desviación en plazo diseño 2do. Periodo
Fuente: Diseño Propio

De acuerdo a las pruebas de estabilidad y capacidad se encuentra a los subprocesos de análisis y diseño estables en el indicador de desviación en plazo, en razón de que las desviaciones son de cero, no se cumplen las condiciones necesarias para establecer una pruebas de regresión o correlación pues para ello es indispensable que se cumplan las condiciones de que una variable aumente y la otra disminuya o de que una variable aumente y la otra también.

4.9.2.2 Indicador de Esfuerzo

Fase: análisis

Indicador: desviación en esfuerzo

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en esfuerzo obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en esfuerzo de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en esfuerzo.

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200619000	8.97		-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200610900	4.71	4.26	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200714600	8.00	3.29	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200621600	7.73	0.27	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200710100	10.17	2.43	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200718500	4.81	5.36	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200709500	7.95	3.15	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200714200	10.00	2.05	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200607600	11.81	1.81	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200711600	0.71	11.10	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200800100	4.62	3.90	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200614500	2.83	1.78	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200614100	3.13	0.30	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200623400	9.94	6.81	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200720200	10.00	0.06	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200723000	6.25	3.75	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200720600	3.95	2.30	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200705600	2.72	1.22	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200800900	5.61	2.89	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200716900	5.96	0.34	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200704002	7.97	2.01	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200723600	9.18	1.21	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200722600	6.68	2.50	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200704003	9.98	3.30	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67
200804900	5.00	4.98	-1.13	14.62	-10.00	15.00	0.00	2.96	9.67

Tabla 23. Desviación en esfuerzo, sub-proceso análisis: 2do. Periodo

Fuente: Diseño propio

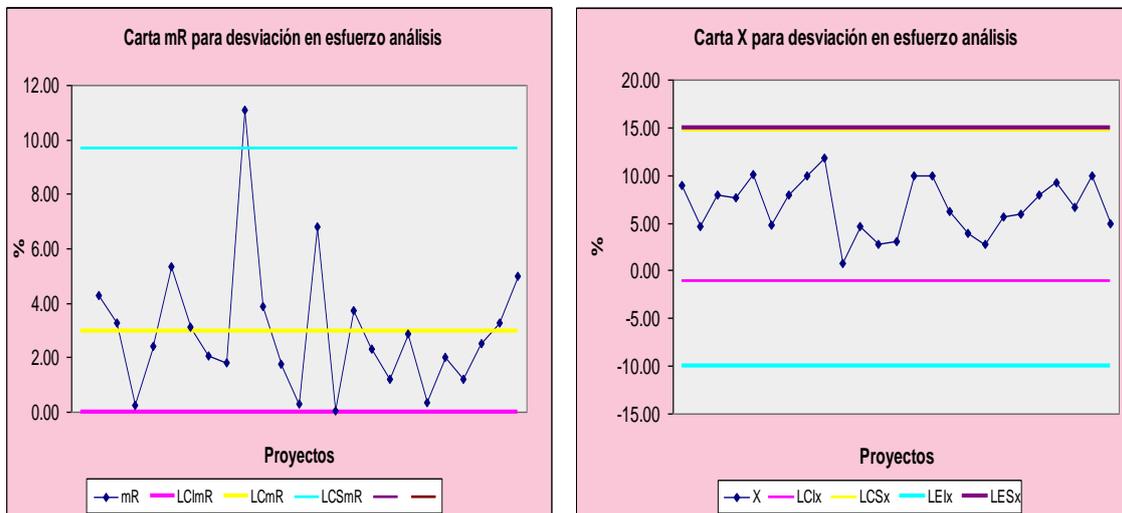


Figura 23. XmR desviación esfuerzo análisis, segundo periodo

Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC_{mR}	2.96
Promedio (X) = LC_x	6.75
Sigma	2.63
LCI_x	-1.13
LCS_x	14.62
LCS_{mR}	9.67
LCI_{mR}	0.00
LEI_x	-10.00
LES_x	15.00
Análisis de Capacidad	
Cp	1.59
Cpk	1.05
CPI	2.13
CPU	1.05

Tabla 24. Parámetros para análisis de capacidad de esfuerzo, sub-proceso análisis: 2do. Periodo

Fuente: Diseño propio

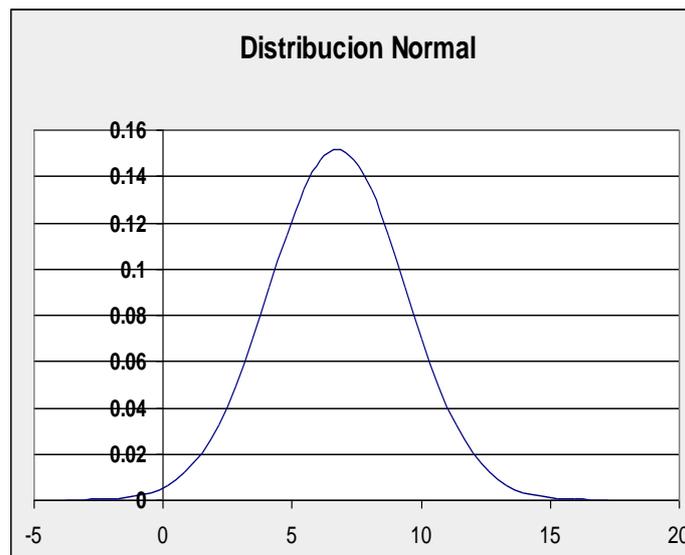


Figura 24. Distribución normal para desviación en esfuerzo análisis segundo periodo

Fuente: Diseño Propio

Interpretación:

Dado que los puntos se encuentran dentro de los límites de especificación y de control marcados por la organización, se determina que el proceso es estable y capaz.

Fase: diseño

Indicador: desviación en esfuerzo

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en esfuerzo obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en esfuerzo de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en esfuerzo.

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200719800	8.13		-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200512500	0.23	7.90	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200711100	5.00	4.77	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200619000	3.31	1.69	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200607600	6.25	2.94	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200512501	4.97	1.28	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200610900	6.12	1.15	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200714600	4.10	2.02	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200602500	8.36	4.26	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200709400	5.31	3.05	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200718500	7.55	2.24	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200601500	9.64	2.09	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200710100	6.34	3.30	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200706200	3.34	3.00	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200709500	8.68	5.33	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200800100	5.00	3.68	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200720200	7.50	2.50	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200614100	2.41	5.09	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200711600	7.65	5.23	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200623700	0.00	7.65	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200701700	6.25	6.25	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200800900	4.62	1.63	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200705600	0.98	3.63	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200720600	4.44	3.46	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72
200716900	6.37	1.93	-4.24	14.84	-10.00	10.00	0.00	3.59	11.72

Tabla 25. Desviación en esfuerzo, sub-proceso diseño: 2do. Periodo

Fuente: Diseño propio

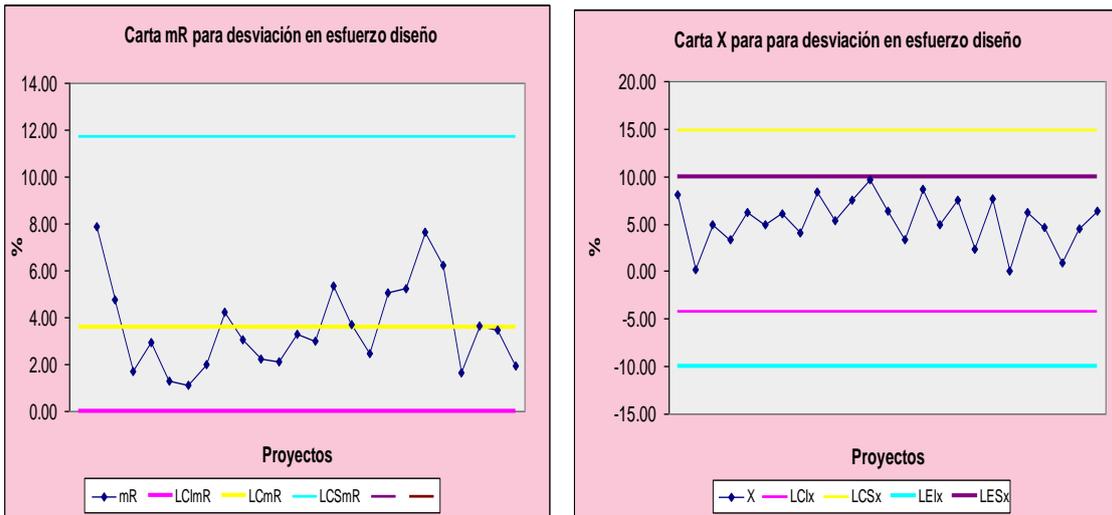


Figura 25. XmR desviación esfuerzo diseño, 2do. Periodo
 Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC_{mR}	3.59
Promedio (X) = LC_x	5.30
Sigma	3.18
LCI_x	-4.24
LCS_x	14.84
LCS_{mR}	11.72
LCI_{mR}	0.00
LEI_x	-10.00
LES_x	10.00
Análisis de Capacidad	
Cp	1.05
Cpk	0.49
CPI	1.60
CPU	0.49

Tabla 26. Parámetros para análisis de capacidad de esfuerzo, sub-proceso
 diseño: 2do. Periodo

Fuente: Diseño propio

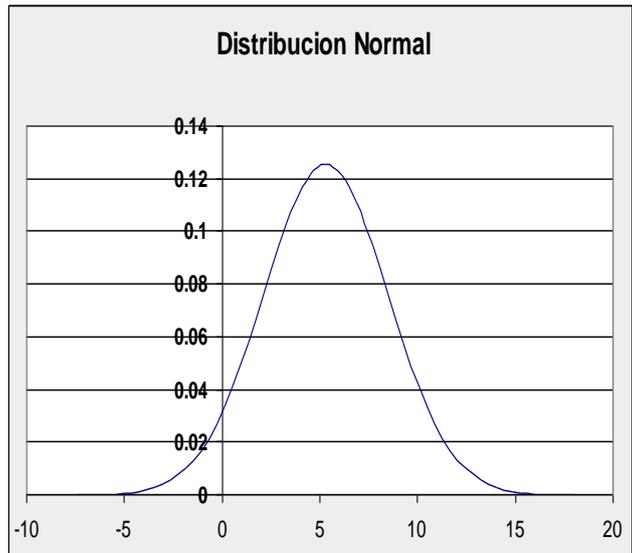


Figura 26. Distribución normal para desviación en esfuerzo diseño segundo periodo
Fuente: Diseño Propio

Correlación Esfuerzo Análisis vs. Esfuerzo Diseño

A través del análisis del comportamiento se establece una correlación entre los esfuerzos de la fase de análisis contra la fase de diseño.

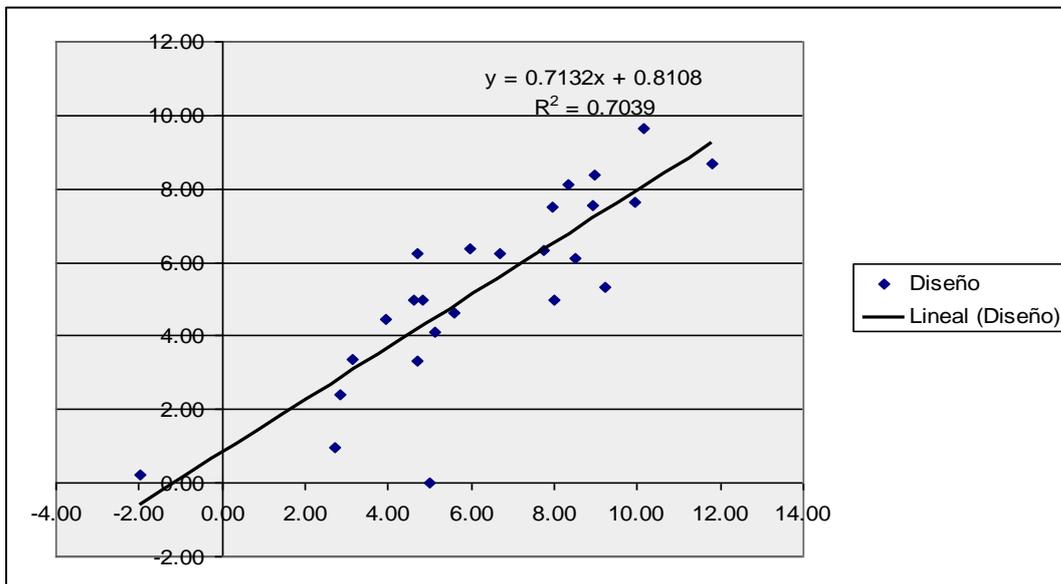


Figura 27. Correlación esfuerzo análisis vs. esfuerzo diseño segundo periodo
Fuente: Diseño Propio

El valor del coeficiente de correlación es $R = 0.839$ lo cual indica una correlación buena.

Resultado del modelo

Variables Correlacionadas	Valor de la correlación R	Modelo	Uso
Correlación Esfuerzo en Análisis vs. Esfuerzo en Diseño	0.8312641	$y = 0,4646x + 2.4047$	Predicción de la variación de esfuerzo en diseño (Y) dada una variación en esfuerzo en análisis

Tabla 27. Modelo de desempeño esfuerzo análisis y esfuerzo, segundo periodo

Fuente: Diseño propio

Con lo anterior y luego del análisis la organización decide, continuar con la utilización de los modelos para predecir el comportamiento de los proyectos con el objetivo de tener procesos estables y capaces, y de esta forma poder recalibrar los límites de control y de especificación.

4.9.2.3 Indicador de Densidad de Defectos

Fase: análisis

Indicador: desviación en densidad de defectos

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en densidad de defectos obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en densidad de defectos de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en densidad de defectos.

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200619000	0.00		-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200610900	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200714600	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200621600	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200710100	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200718500	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200709500	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200714200	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200607600	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200800100	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200614500	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200614100	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200623400	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200720200	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200723000	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200720600	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200705600	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200800900	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200716900	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200704002	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200711600	0.02	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200723600	0.00	0.02	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200722600	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200704003	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200804900	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02

Tabla 28. Desviación en densidad de defectos, sub-proceso análisis: 2do. Periodo
Fuente: Diseño propio

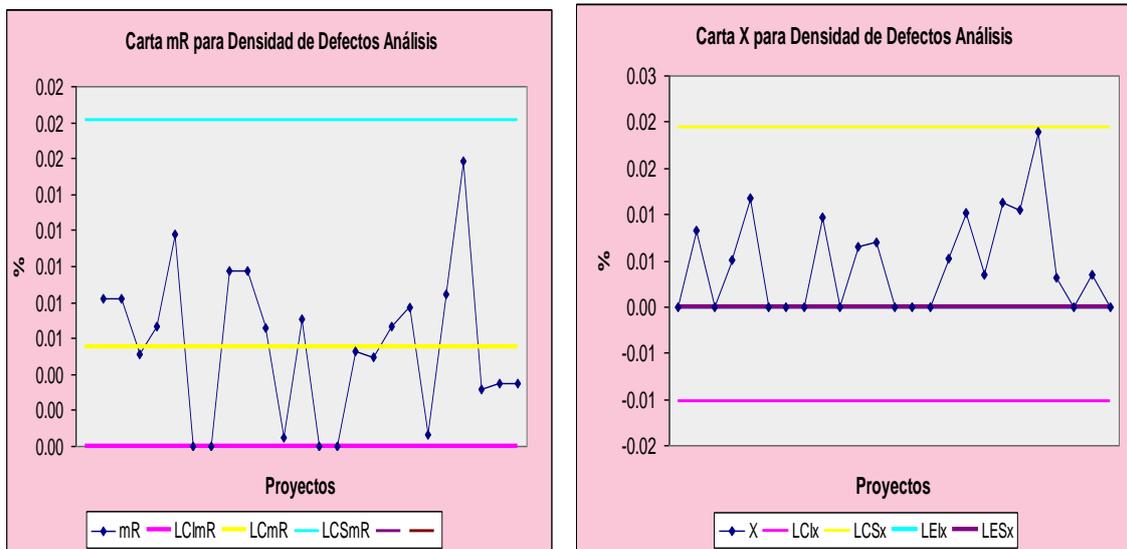


Figura 28. XmR para densidad de defectos, sub-proceso análisis del 2do. Periodo
Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC_m	0.01
Promedio (X) = LC_x	0.00
Sigma	0.00
LCI_x	-0.01
LCS_x	0.02
LCS_{mR}	0.02
LCI_{mR}	0.00
LEI_x	0.00
LES_x	0.00
Análisis de Capacidad	
Cp	0.00
Cpk	-0.31
CPI	0.31
CPU	-0.31

Tabla 29. Parámetros para análisis de capacidad de densidad de defectos, sub-proceso
análisis: 2do. Periodo

Fuente: Diseño propio

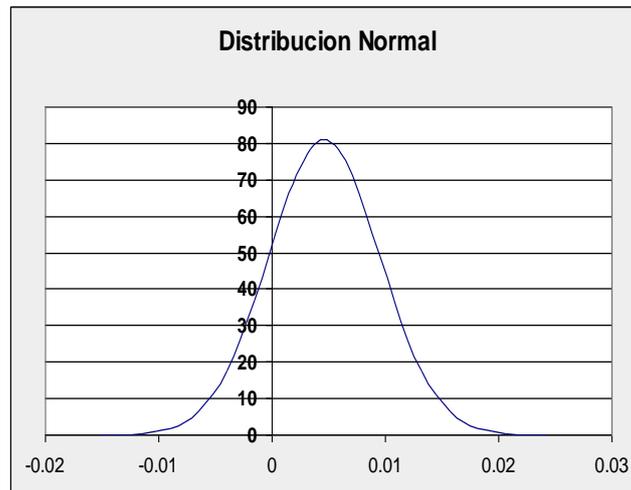


Figura 29. Distribución normal de densidad de defectos, sub-proceso análisis del segundo periodo

Fuente: Diseño Propio

Fase: diseño

Indicador: desviación en densidad de defectos

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en densidad de defectos obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en densidad de defectos de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones +-3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en densidad de defectos.

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200719800	0.00		-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200512500	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200711100	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200619000	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200607600	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200512501	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200610900	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200714600	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200602500	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200709400	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200718500	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200601500	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200710100	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200706200	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200709500	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200800100	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200720200	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200614100	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200711600	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200623700	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200701700	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200800900	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200705600	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200720600	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200716900	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02

Tabla 30. Desviación en densidad de defectos, sub-proceso diseño: 2do. Periodo
Fuente: Diseño propio

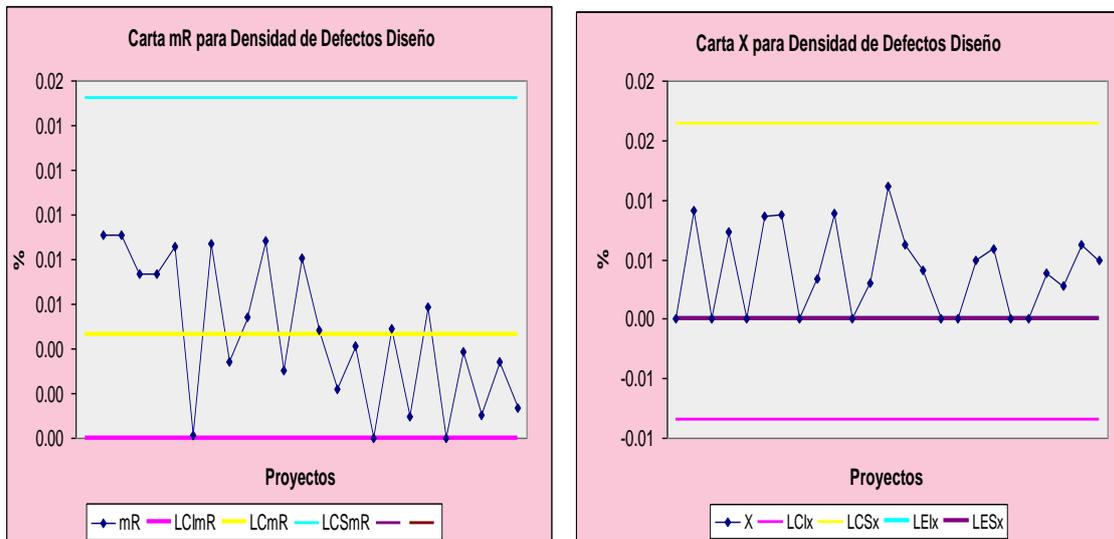


Figura 30. XmR para densidad de defectos, sub-proceso diseño del 2do. Periodo
Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = $LC_{\bar{x}}$	0.00
Promedio (X) = LC_x	0.00
Sigma	0.00
LCI_x	-0.01
LCS_x	0.02
LCS_{mR}	0.02
LCI_{mR}	0.00
LEI_x	0.00
LES_x	0.00
Análisis de Capacidad	
Cp	0.00
Cpk	-0.32
CPI	0.32
CPU	-0.32

Tabla 31. Parámetros para análisis de capacidad de densidad de defectos, sub-proceso diseño: 2do. Periodo

Fuente: Diseño propio

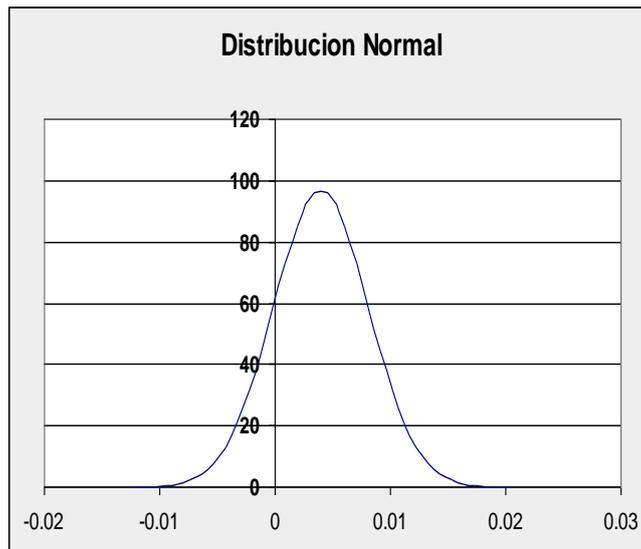


Figura 31. Distribución normal de densidad de defectos, sub-proceso diseño del 2do. Periodo

Fuente: Diseño Propio

Correlación Defectos Análisis vs. Defectos Diseño

A través del análisis del comportamiento se establece una correlación entre los defectos de la fase de análisis contra la fase de diseño.

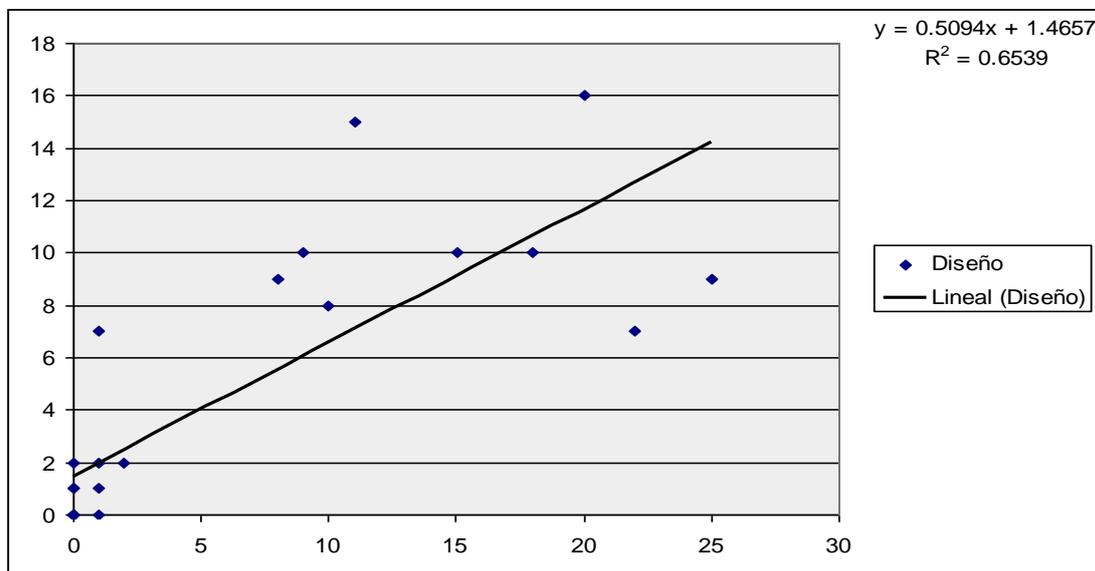


Figura 34. Correlación entre defectos sub-proceso análisis vs. diseño, 2do. Periodo
Fuente: Diseño Propio

El valor del coeficiente de correlación es $R = 0.8086$ lo cual indica una correlación buena.

Resultado del modelo

Variables Correlacionadas	Valor de la correlación R	Modelo	Uso
Correlación esfuerzo vs. defectos análisis	0.8944	$y = 0.0067x - 0.293$	Predicción del numero de defectos (Y) al final de la Fase de Análisis dado un esfuerzo en la misma fase (x)
Correlación esfuerzo vs. defectos diseño	0.8896	$y = 0.0035x + 1.2893$	Predicción del numero de defectos (Y) al final de la Fase de Diseño dado un esfuerzo en la misma fase (x)
Correlación defectos análisis vs. defectos diseño	0.8086	$y = 0.5094x + 1.4657$	Predicción de la cantidad de defectos al final de la Fase de Diseño (Y) dada una cantidad de defectos en la fase de análisis

Tabla 32. Modelos entre esfuerzo y defectos para análisis y diseño, 2do. periodo
Fuente: Diseño propio

4.9.3 Tercer periodo de recolección de datos y generación de línea base

4.9.3.1 Indicador de Plazo

A continuación se muestra el tercer cálculo de línea base que abarca el periodo mayo-Julio 2008 para las fases de análisis y diseño:

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200709500	0.00		-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200714200	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200607600	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200711600	-3.24	3.24	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200800100	0.00	3.24	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200614500	3.83	3.83	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200614100	0.00	3.83	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200623400	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200720200	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200723000	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200720600	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200705600	2.00	2.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200800900	0.00	2.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200716900	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200704002	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200723600	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200722600	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200704003	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200804900	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200626900	3.13	3.13	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200610300	-0.50	3.63	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200808400	0.00	0.50	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200704004	0.00	0.00	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200716500	3.24	3.24	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34
200718700	0.00	3.24	-3.62	3.90	-7.00	7.00	0.00	1.33	4.34

Tabla 33. Desviación en plazo, sub-proceso análisis: 3er. Periodo

Fuente: Diseño propio

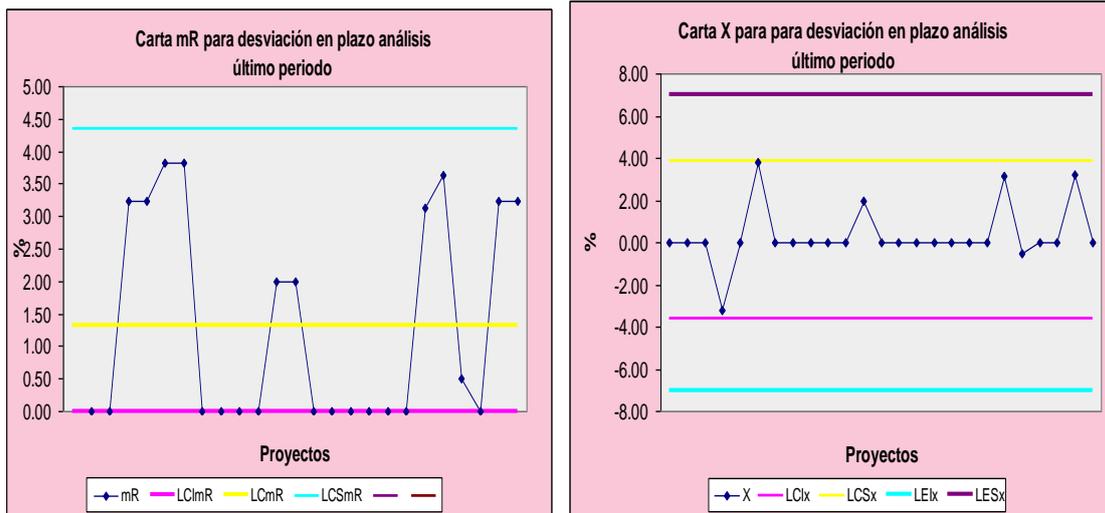


Figura 35. XmR desviación e plazo análisis, tercer periodo

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC _{mR}	1.33
Promedio (X) = LC _x	0.34
Sigma	1.18
LCI _x	-3.62
LCS _x	3.90
LCS _{mR}	4.34
LCI _{mR}	0.00
LEI _x	-7.00
LES _x	7.00
Análisis de Capacidad	
Cp	1.98
Cpk	1.89
CPI	2.08
CPU	1.89

Tabla 34. Parámetros para análisis de capacidad de plazo, sub-proceso análisis: 3er. Periodo

Fuente: Diseño propio

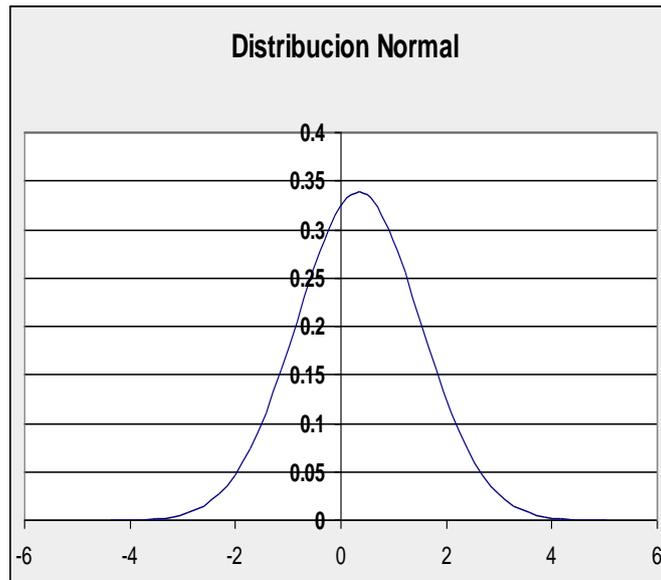


Figura 36. Distribución normal plazo análisis, tercer periodo
Fuente: Diseño Propio

Fase: diseño

Indicador: desviación en plazo

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en plazo obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en plazo de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en plazo

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200718500	0.00		-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200601500	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200710100	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200706200	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200709500	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200800100	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200720200	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200614100	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200711600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200711600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200701700	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200800900	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200705600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200720600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200716900	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200704003	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200722600	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200723000	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200704000	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200804900	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200704004	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200808400	0.00	0.00	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200716500	0.95	0.95	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200610300	-0.50	1.45	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38
200623100	-0.08	0.42	-0.06	0.09	-5.00	8.00	0.00	0.12	0.38

Tabla 35. Desviación en plazo, sub-proceso diseño: 3er. Periodo

Fuente: Diseño propio

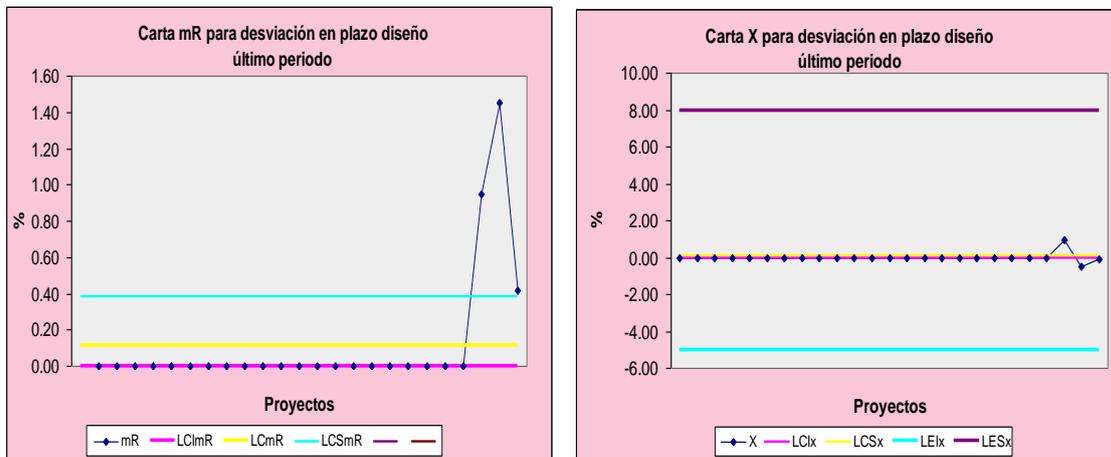


Figura 37. XmR desvío plazo diseño, 3er. periodo

Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = $LC_{\bar{x}}$	0.12
Promedio (X) = $LC_{\bar{x}}$	0.01
Sigma	0.10
$LCI_{\bar{x}}$	-0.06
$LCS_{\bar{x}}$	0.09
LCS_{mR}	0.38
LCI_{mR}	0.00
$LEI_{\bar{x}}$	-5.00
$LES_{\bar{x}}$	8.00
Análisis de Capacidad	
Cp	20.80
Cpk	16.05
CPI	16.05
CPU	25.55

Tabla 36. Parámetros para análisis de capacidad de plazo, sub-proceso diseño: 3er. Periodo

Fuente: Diseño propio

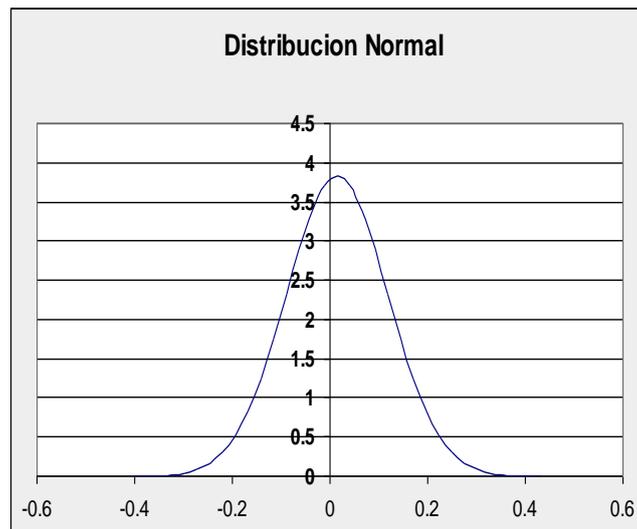


Figura 38. Distribución normal plazo diseño, 3er. periodo

Fuente: Diseño Propio

En este último periodo nuevamente las pruebas de estabilidad y capacidad se encuentran a los sub-procesos de análisis y diseño estables en el indicador de desviación en plazo, en razón de que las desviaciones son de cero, no se cumplen las condiciones necesarias para establecer una pruebas de regresión o correlación pues para ello es indispensable que se cumplan las condiciones de que una variable aumente y la otra disminuya o de que una variable aumente y la otra también.

4.9.3.2 Indicador de Esfuerzo

Fase: análisis

Indicador: desviación en esfuerzo

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en esfuerzo obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en esfuerzo de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones +-3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en esfuerzo.

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200709500	7.95		-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200714200	10.00	2.05	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200607600	11.81	1.81	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200711600	0.71	11.10	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200800100	4.62	3.90	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200614500	2.83	1.78	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200614100	3.13	0.30	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200623400	9.94	6.81	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200720200	10.00	0.06	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200723000	6.25	3.75	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200720600	3.95	2.30	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200705600	2.72	1.22	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200800900	5.61	2.89	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200716900	5.96	0.34	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200704002	7.97	2.01	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200723600	9.18	1.21	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200722600	6.68	2.50	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200704003	9.98	3.30	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200804900	5.00	4.98	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200626900	6.06	1.06	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200610300	4.55	1.52	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200808400	7.14	2.60	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200704004	6.78	0.36	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200716500	10.58	3.80	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13
200718700	5.19	5.38	-0.84	14.01	-10.00	15.00	0.00	2.79	9.13

Tabla 37. Desviación en esfuerzo, sub-proceso análisis: 3er. Periodo

Fuente: Diseño propio

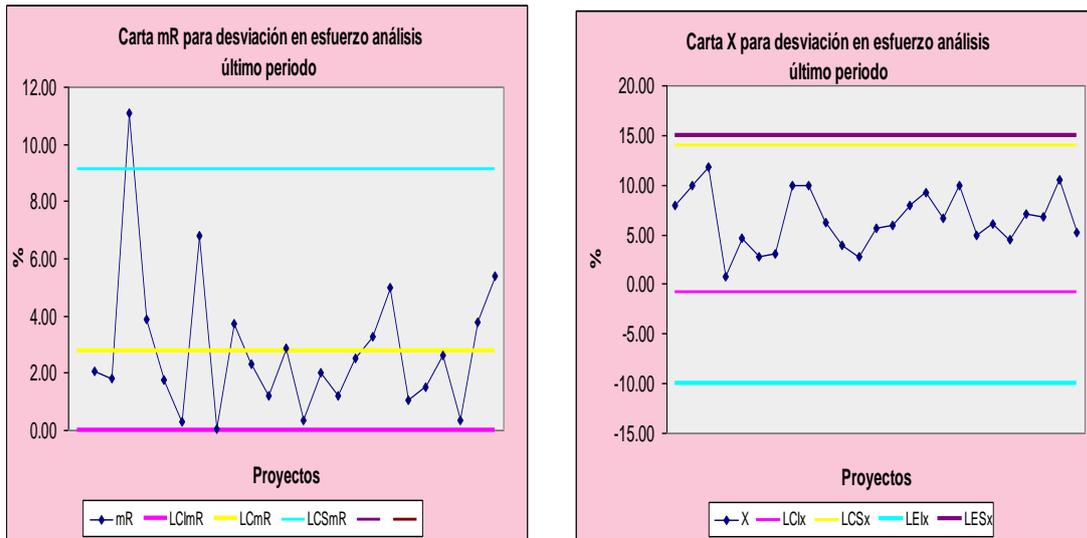


Figura 39. XmR desvío esfuerzo análisis, 3er. periodo
Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC_{mR}	2.79
Promedio (X) = LC_x	6.58
Sigma	2.48
LCI_x	-0.84
LCS_x	14.01
LCS_{mR}	9.13
LCI_{mR}	0.00
LEI_x	-10.00
LES_x	15.00
Análisis de Capacidad	
Cp	1.68
Cpk	1.13
CPI	2.23
CPU	1.13

Tabla 38. Parámetros para análisis de capacidad de esfuerzo, sub-proceso análisis: 3er. Periodo
Fuente: Diseño propio

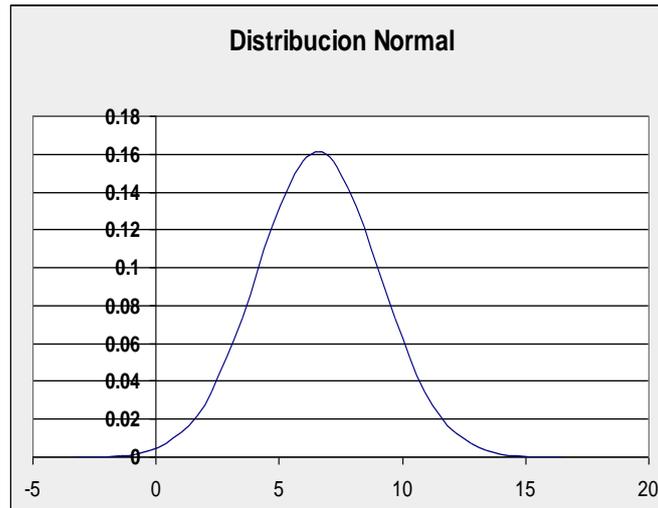


Figura 40. Distribución normal para esfuerzo, 3er. periodo
Fuente: Diseño Propio

Fase: diseño

Indicador: desviación en esfuerzo

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en esfuerzo obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en esfuerzo de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en esfuerzo.

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200718500	7.55		-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200601500	2.55	4.99	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200710100	6.34	3.79	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200706200	3.34	3.00	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200709500	8.68	5.33	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200800100	5.00	3.68	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200720200	7.50	2.50	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200614100	2.41	5.09	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200711600	7.65	5.23	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200623700	1.00	6.65	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200701700	6.25	5.25	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200800900	4.62	1.63	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200705600	1.82	2.79	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200720600	4.44	2.62	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200716900	6.37	1.93	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200704003	8.68	2.31	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200722600	4.61	4.07	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200723000	5.86	1.25	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200704000	7.72	1.86	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200804900	5.00	2.72	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200704004	5.03	0.03	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200808400	5.00	0.03	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200716500	8.47	3.47	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200610300	3.93	4.54	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18
200623100	3.90	0.03	-2.94	13.64	-9.00	9.00	0.00	3.12	10.18

Tabla 39. Desviación en esfuerzo, sub-proceso diseño: 3er. Periodo

Fuente: Diseño propio

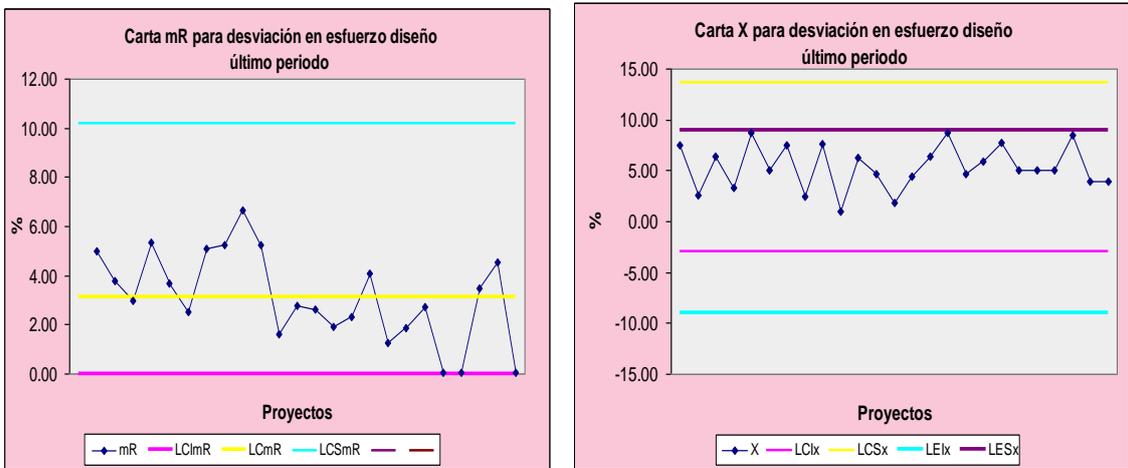


Figura 41. XmR desvío esfuerzo diseño, 3er. periodo

Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC_{mR}	3.12
Promedio (X) = LC_x	5.35
Sigma	2.76
LCI_x	-2.94
LCS_x	13.64
LCS_{mR}	10.18
LCI_{mR}	0.00
LEI_x	-9.00
LES_x	9.00
Análisis de Capacidad	
Cp	1.09
Cpk	0.44
CPI	1.73
CPU	0.44

Tabla 40. Parámetros para análisis de capacidad de esfuerzo, sub-proceso diseño: 3er. Periodo

Fuente: Diseño propio

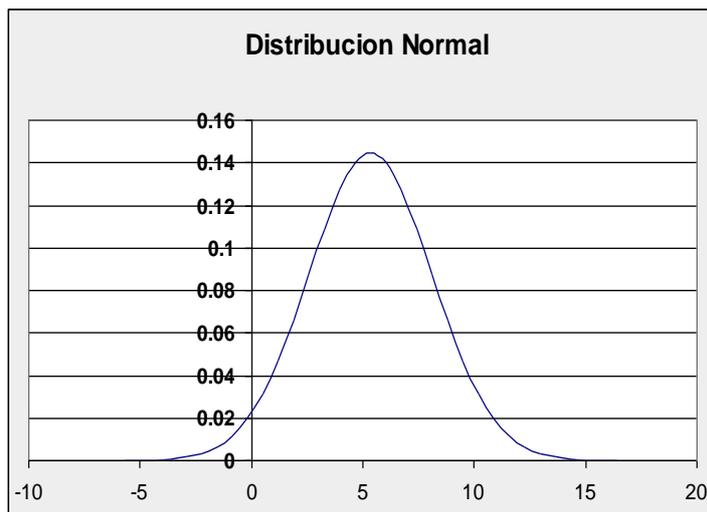


Figura 42. Distribución normal esfuerzo diseño, 3er. periodo

Fuente: Diseño Propio

Correlación Esfuerzo Análisis vs. Esfuerzo Diseño

A través del análisis del comportamiento se establece una correlación entre los esfuerzos de la fase de análisis contra la fase de diseño.

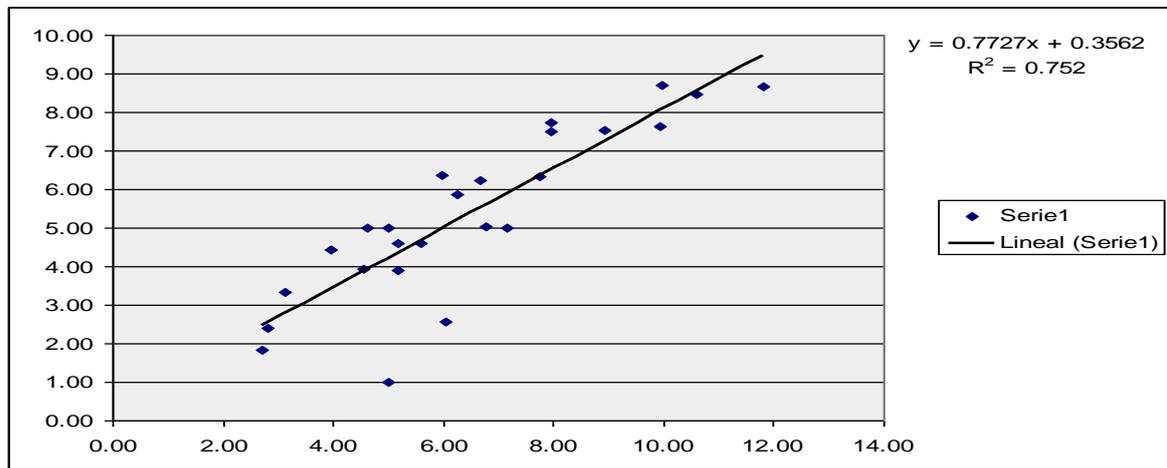


Figura 43. Correlación esfuerzo análisis vs. Diseño

Fuente: Diseño Propio

El valor del coeficiente de correlación es $R = 0.86717934$ lo cual indica una correlación buena.

Variables Correlacionadas	Valor de la correlación R	Modelo	Uso
Correlación Esfuerzo en Análisis vs. Esfuerzo en Diseño	0.86717984	$y = 0.7727x - 0.3562$	Predicción de la variación de esfuerzo en diseño (Y) dada una variación en esfuerzo en análisis

Tabla 41. Modelo esfuerzo análisis y diseño, 3er. periodo

Fuente: Diseño Propio

4.9.3.3 Indicador de Densidad de Defectos

Fase: análisis

Indicador: desviación en densidad de defectos

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en densidad de defectos obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en densidad de defectos de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en densidad de defectos.

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200709500	0.00		-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200714200	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200607600	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200711600	0.02	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200800100	0.00	0.02	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200614500	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200614100	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200623400	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200720200	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200723000	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200720600	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200705600	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200800900	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200716900	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200704002	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200723600	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200722600	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200704003	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200804900	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200626900	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200610300	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200808400	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200704004	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200716500	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
200718700	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02

Tabla 42. Desviación en densidad de defectos, sub-proceso análisis: 3er. Periodo
Fuente: Diseño propio

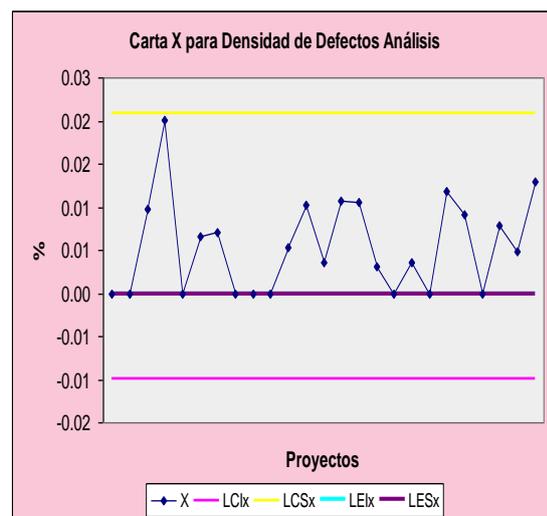
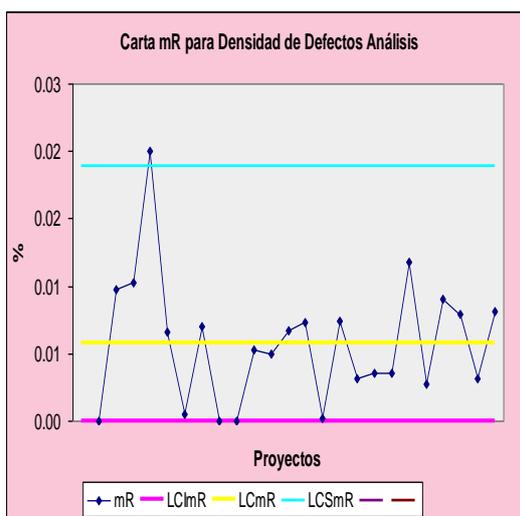


Figura 44. XmR densidad de defectos sub-proceso análisis, 3er. periodo
Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC_{mR}	0.01
Promedio (X) = LC_x	0.01
Sigma	0.01
LCI_x	-0.01
LCS_x	0.02
LCS_{mR}	0.02
LCI_{mR}	0.00
LEI_x	0.00
LES_x	0.00
Análisis de Capacidad	
Cp	0.00
Cpk	-0.36
CPI	0.36
CPU	-0.36

Tabla 43. Parámetros para análisis de capacidad de densidad de defectos, sub-proceso análisis: 3er. Periodo
Fuente: Diseño propio

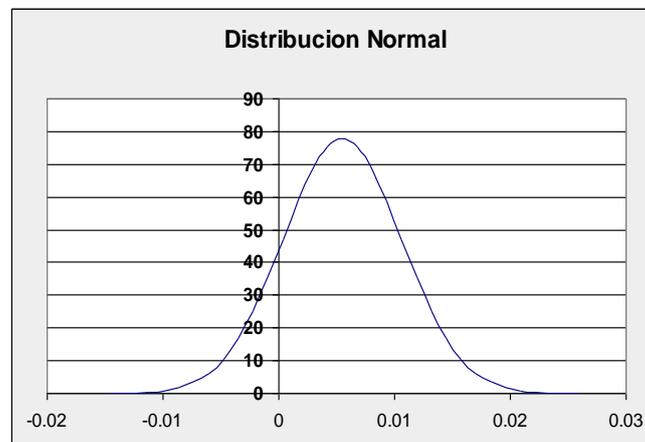


Figura 45. Distribución normal para densidad de defectos análisis, 3er. periodo
Fuente: Diseño Propio

Fase: diseño

Indicador: desviación en densidad de defectos

Prueba: Un punto fuera de los límites de control definidos según 3-sigma

X= desviación en densidad de defectos obtenida por proyecto

mR= variación entre la desviación en densidad de defectos de un proyecto y otro

LC= Límite de control inferior y superior que se obtiene luego con el promedio de las desviaciones ± 3 veces sigma.

LE= límite de especificación equivalente a las metas u objetivos por proyecto respecto a la desviación en densidad de defectos.

Proyecto	X	mR	Prueba de Capacidad				Prueba de estabilidad		
			LCIx	LCSx	LEIx	LESx	LCImR	LCmR	LCSmR
200718500	0.00		-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200601500	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200710100	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200706200	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200709500	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200800100	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200720200	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200614100	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200711600	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200623700	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200701700	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200800900	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200705600	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200720600	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200716900	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200704003	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200722600	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200723000	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200704000	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200804900	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200704004	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200808400	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200716500	0.02	0.02	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200610300	0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
200623100	0.00	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02

Tabla 44. Desviación en densidad de defectos, sub-proceso diseño: 3er. Periodo
Fuente: Diseño propio

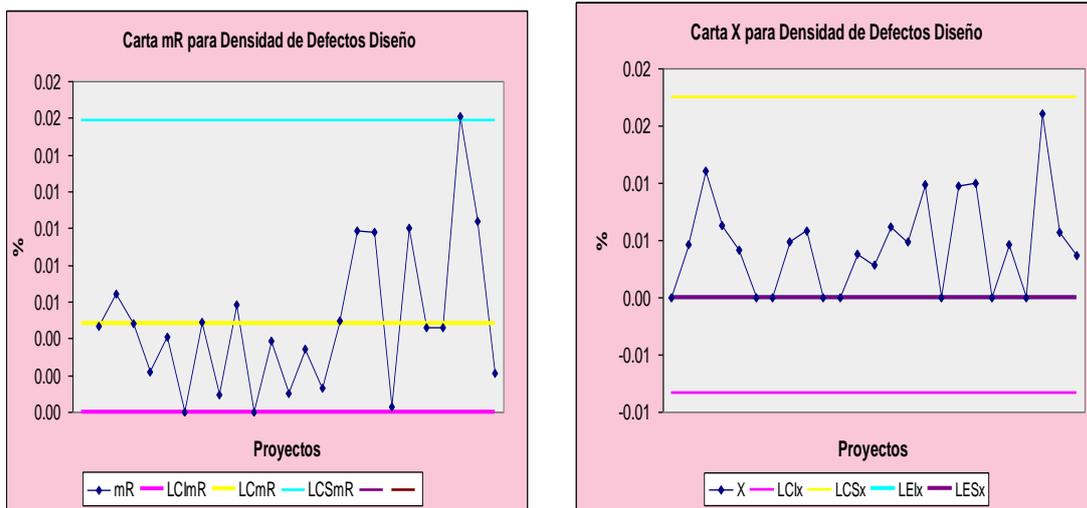


Figura 46. XmR densidad de defectos diseño, 3er. periodo
Fuente: Diseño Propio

Parámetro	Valor
D4	3.27
D3	0.00
d2	1.13
No. de observaciones	25
Promedio (mR) = LC_{mR}	0.00
Promedio (X) = LC_x	0.00
Sigma	0.00
LCI_x	-0.01
LCS_x	0.02
LCS_{mR}	0.02
LCI_{mR}	0.00
LEI_x	0.00
LES_x	0.00
Análisis de Capacidad	
Cp	0.00
Cpk	-0.36
CPI	0.36
CPU	-0.36

Tabla 45. Parámetros para análisis de capacidad de densidad de defectos, sub-proceso diseño: 3er. Periodo

Fuente: Diseño propio

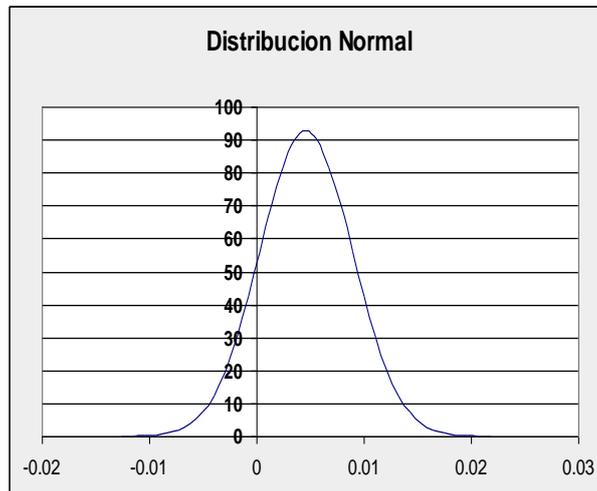


Figura 47. Distribución normal para densidad de defectos diseño, 3er. periodo

Fuente: Diseño Propio

Correlación Esfuerzo vs. Defectos análisis

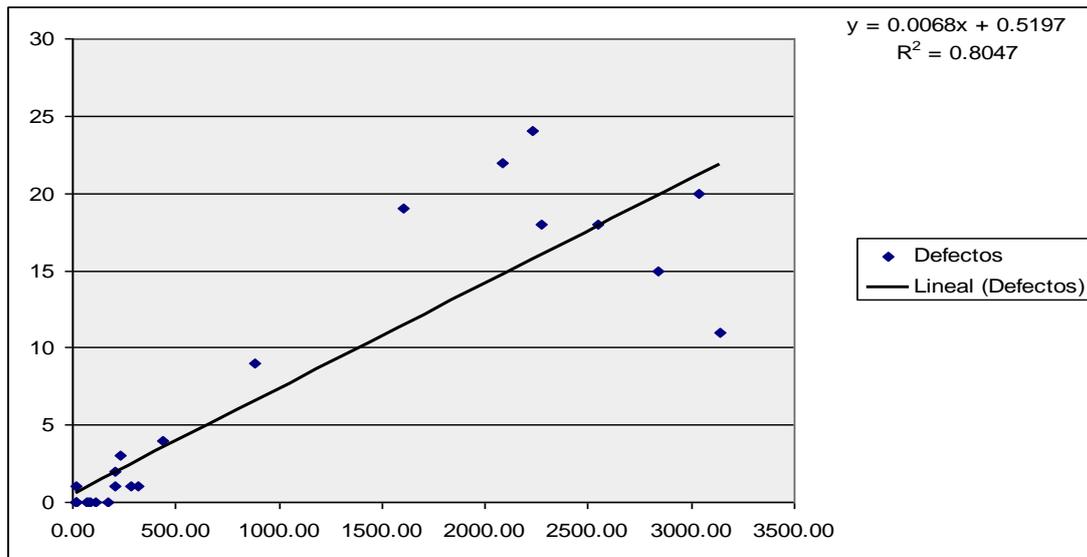


Figura 48. Correlación esfuerzo vs. defectos para subproceso análisis
Fuente: Diseño Propio

El valor del coeficiente de correlación es $R = 0.8970$ lo cual indica una correlación buena.

Correlación Esfuerzo vs. Defectos

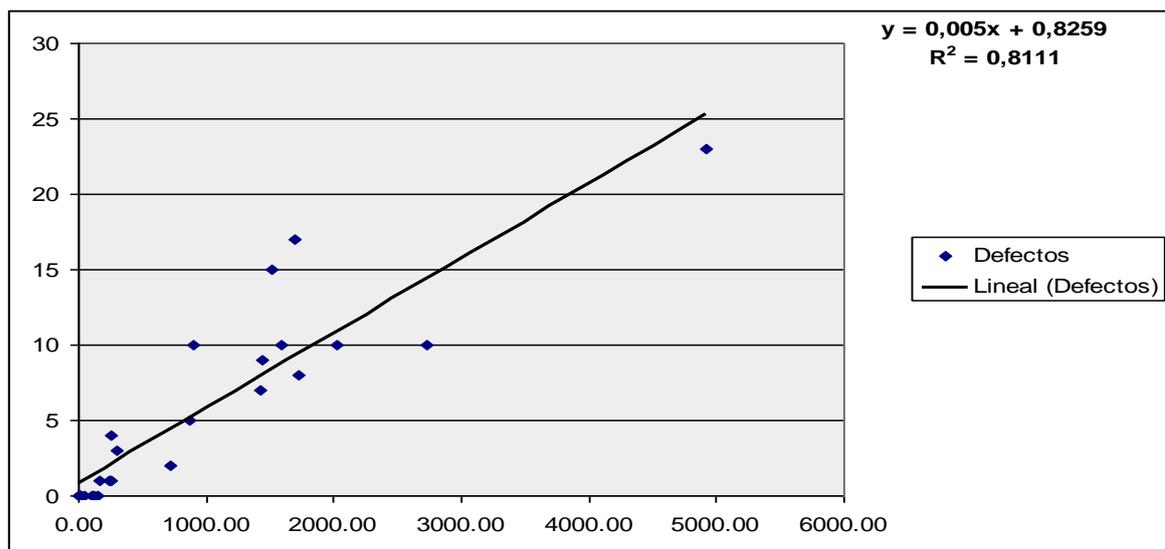


Figura 49. Correlación esfuerzo vs. defectos para subproceso diseño
Fuente: Diseño Propio

El valor del coeficiente de correlación es $R=0.9006$ lo cual indica una correlación buena.

Correlación Defectos Análisis vs. Defectos Diseño

A través del análisis del comportamiento se establece una correlación entre los defectos de la fase de análisis contra la fase de diseño.

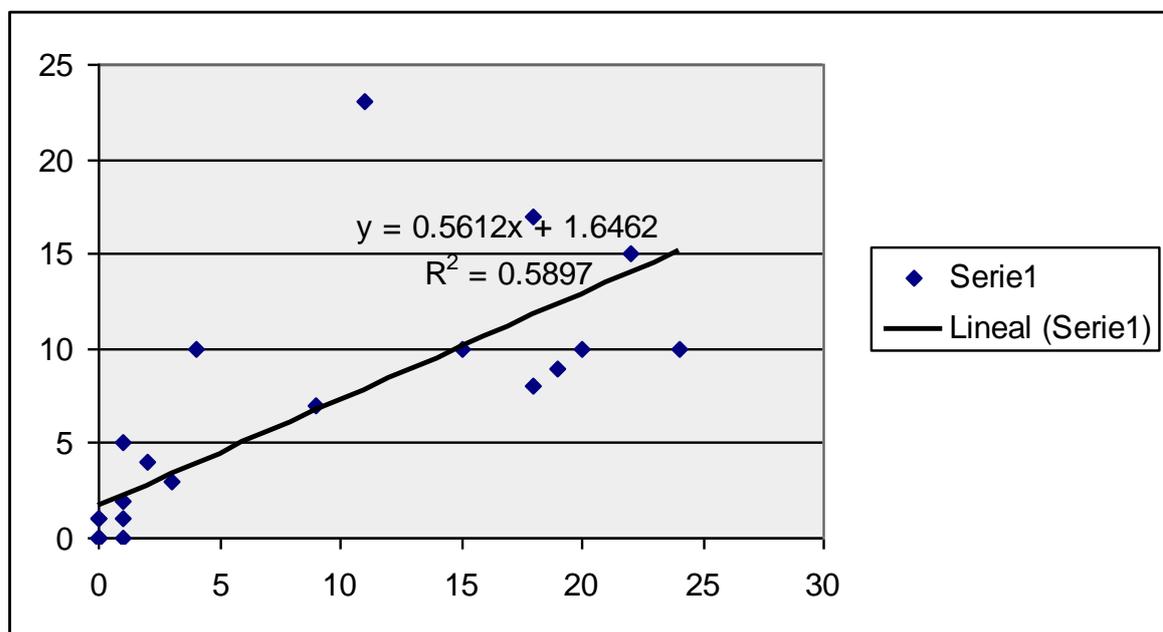


Figura 50. Correlación defectos entre análisis y diseño, 3er. periodo
Fuente: Diseño Propio

El valor del coeficiente de correlación es $R= 0.7679$ lo cual indica una correlación regular

Resultado del modelo

Variables Correlacionadas	Valor de la correlación R	Modelo	Uso
Correlación esfuerzo vs. defectos análisis	0.8970	$y = 0.0068x - 0.5197$	Predicción del numero de defectos (Y) al final de la Fase de Análisis dado un esfuerzo en la misma fase (x)
Correlación esfuerzo vs. defectos diseño	0.9006	$y = 0.005x + 0.8259$	Predicción del numero de defectos (Y) al final de la Fase de Diseño dado un esfuerzo en la misma fase (x)
Correlación defectos análisis vs. defectos diseño	0.7679	$y = 0.5612x + 1.6462$	Predicción de la cantidad de defectos al final de la Fase de Diseño(Y) dada una cantidad de defectos en la fase de análisis

Tabla 46. Modelos de desempeño entre esfuerzo y defectos para tercer periodo análisis y diseño.

Fuente: Diseño propio

V. RESULTADOS O DIAGNÓSTICO

Cada una de las líneas base sobre los indicadores de esfuerzo y densidad de defectos permitieron a la organización realizar un monitoreo cuantitativo sobre el cumplimiento de sus objetivos, esta situación puede observarse en las siguientes tablas que representan el catálogo de modelos de desempeño.

5.1 Modelos de Desempeño Obtenidos

Resultados primer periodo:

Modelo	Indicador	Uso	Datos del modelo (valor de la Correlación)	Versión	Fecha de liberación	Variación del modelo	Intervalo de confianza	Aplicabilidad
$y = 0,4646x + 2,4047$	Desvio en esfuerzo	permite conocer de acuerdo a la desviación en esfuerzo real de la fase de análisis ,cuál será la desviación en esfuerzo al final de la fase de diseño.	0.83	1	04/01/2008	1,49	media =5,67 Intervalo Inferior 4,95 Intervalo Superior 6,38	Desarrollos mayores a 500 hrs
$y = 0,0077x + 0,457$	Densidad de Defectos Analisis	Permite conocer el numero de defectos dado un esfuerzo planeado para la fase de Analisis	0.88	1	04/01/2008	3.33	media =4,84 Intervalo Inferior 3,22 Intervalo Superior 6,47	Desarrollos mayores a 500 hrs
$y = 0,0035x + 1,35$	Densidad de Defectos Diseño	Permite conocer el numero de defectos dado un esfuerzo planeado para la fase de Diseño	0.89	1	04/01/2008	2.39	media =4,28 Intervalo Inferior 3,13 Intervalo Superior 5,42	Desarrollos mayores a 500 hrs

Tabla 47. Modelos de desempeño resultado del primer periodo

Fuente: Diseño propio

Resultados segundo periodo:

Modelo	Indicador	Uso	Datos del modelo (valor de la Correlación)	Versión	Fecha de liberación	Variación del modelo	Intervalo de confianza	Aplicabilidad
$y = 0,7132x + 0,8108$	Desvio en esfuerzo	Permite conocer de acuerdo a la desviación en esfuerzo real de la fase de análisis ,cuál será la desviación en esfuerzo al final de la fase de diseño.	0.83	1.1	06/03/2008	1.43	media =5,3 Intervalo Inferior 4,61 Intervalo Superior 5,98	Desarrollos mayores a 500 hrs
$y = 0,0067x + 0,293$	Densidad de Defectos Analisis	Permite conocer el numero de defectos dado un esfuerzo planeado para la fase de Analisis	0.89	1.1	06/03/2008	3.73	media =5,79 Intervalo Inferior 4,00 Intervalo Superior 7,58	Desarrollos mayores a 500 hrs
$y = 0,0035x + 1,2893$	Densidad de Defectos Diseño	Permite conocer el numero de defectos dado un esfuerzo planeado para la fase de Diseño	0.89	1.1	06/03/2008	2.4	media =4,4 Intervalo Inferior 3,00 Intervalo Superior 5,55	Desarrollos mayores a 500 hrs

Tabla 48. Modelos de desempeño resultado del segundo periodo

Fuente: Diseño propio

Resultados último periodo:

Modelo	Indicador	Uso	Datos del modelo (valor de la Correlación)	Versión	Fecha de liberación	Variación del modelo	Intervalo de confianza	Aplicabilidad
$y = 0,7727x + 0,3562$	Desvio en esfuerzo	Permite conocer de acuerdo a la desviación en esfuerzo real de la fase de análisis ,cuál será la desviación en esfuerzo al final de la fase de diseño.	0.86	1.2	15/08/2008	1.1	media =5,35 Intervalo Inferior 4,8 Intervalo Superior 5,87	Desarrollos mayores a 500 hrs
$y = 0,0068x + 0,5197$	Densidad de Defectos Analisis	Permite conocer el numero de defectos dado un esfuerzo planeado para la fase de Analisis	0.89	1.2	15/08/2008	3.89	media =6,75 Intervalo Inferior 4,88 Intervalo Superior 8,61	Desarrollos mayores a 500 hrs
$y = 0,005x + 0,8259$	Densidad de Defectos Diseño	Permite conocer el numero de defectos dado un esfuerzo planeado para la fase de Diseño	0.9	1.2	15/08/2008	2.79	media =5,47 Intervalo Inferior 4,13 Intervalo Superior 6,81	Desarrollos mayores a 500 hrs

Tabla 49. Modelos de desempeño resultado del tercer periodo

Fuente: Diseño propio

5.2 Análisis de resultados a través del cálculo de Retorno de Inversión:

Retorno de Inversión

	ene-08	feb-08	mar-08	abr-08	may-08	jun-08	jul-08	ago-08	sep-08	oct-08	nov-08	dic-08
Costo pronosticado	863	465	218	0	0	0	2776	5251	3206	25	25	25
Costo acumulado pronosticado	863	1328	1546	1546	1546	1546	4322	9573	12779	12804	12829	12854
Beneficio pronosticado	180	180	70	0	0	0	2800	5280	3250	0	0	0
Beneficio acumulado pronosticado	180	360	430	430	430	430	3230	8510	11760	11760	11760	11760
ROI (Pronosticado)	20.86%	27.11%	27.81%	27.81%	27.81%	27.81%	74.73%	88.90%	92.03%	91.85%	91.67%	91.49%
Costo actual	863	465	218	0	0	0	2552	4826	2951			
Costo acumulado actual	863	1328	1546	1546	1546	1546	4098	8924	11875			
Beneficio actual	200	200	85	0	0	0	2950	5626	3421			
Beneficio acumulado actual	200	400	485	485	485	485	3435	9061	12482			
ROI (Actual)	23.17%	30.12%	31.37%	31.37%	31.37%	31.37%	83.82%	101.54%	105.11%	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!

Tabla 50. Factores de determinantes del ROI pronosticado y real

Fuente: Diseño propio

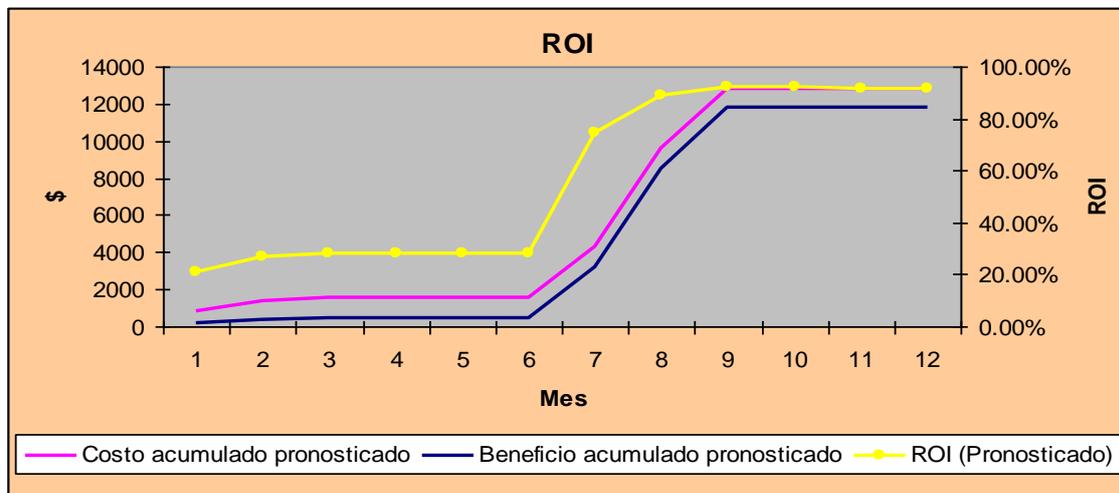


Figura 51. Representación gráfica sobre cálculo de ROI sobre implementación de modelo de calidad

Fuente: Diseño Propio

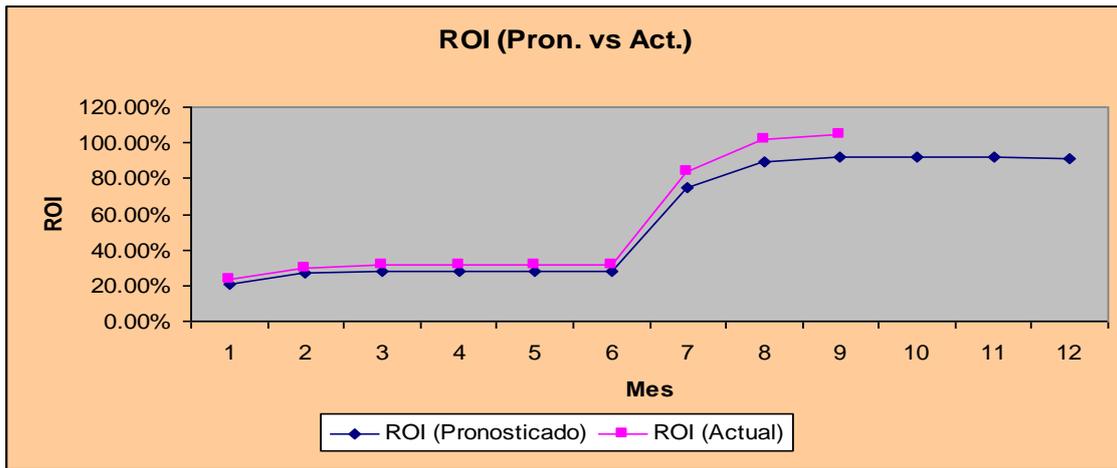


Figura 52. Representación gráfica de ROI pronosticado y actual sobre implementación de modelo de calidad

Fuente: Diseño Propio

5.3 Beneficio visto a través de modelo de desempeño

	ene-08	feb-08	mar-08	abr-08	may-08	jun-08	jul-08	ago-08	sep-08	oct-08	nov-08	dic-08	
Costo pronosticado	863	465	218	0	0	0	2776	5251	3206	25	25	25	
Costo acumulado pronosticado	863	1328	1546	1546	1546	1546	4322	9573	12779	12804	12829	12854	
Beneficio pronosticado	180	180	70	0	0	0	2800	5280	3250	0	0	0	
Beneficio acumulado pronosticado	180	360	430	430	430	430	3230	8510	11760	11760	11760	11760	
ROI (Pronosticado)	20.86%	27.11%	27.81%	27.81%	27.81%	27.81%	74.73%	88.90%	92.03%	91.85%	91.67%	91.49%	
Costo actual	863	465	218	0	0	0	2552	4826	2951				
Costo acumulado actual	863	1328	1546	1546	1546	1546	4098	8924	11875				
Beneficio actual	200	200	85	0	0	0	2950	5626	3421				
Beneficio acumulado actual	200	400	485	485	485	485	3435	9061	12482				
ROI (Actual)	23.17%	30.12%	31.37%	31.37%	31.37%	31.37%	83.82%	101.54%	105.11%	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	
costo- beneficio actual -costo - beneficio pronosticado/costo - beneficio	-0.02928258	-0.07017544	-0.10135135	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	15.58	26.59	9.68	-1	-1	-1	
Con esfuerzo de analisis													
Esfuerzo planeado Piloto (solo Analisis)	150	150	55	0	0	0	2579.66	3472.66	2151.66				
Esfuerzo Real Piloto (solo analisis)	150	150	55	0	0	0	2386.66	3247.66	1997.66				
Desvio	0	0	0				-7.48	-6.48	-7.16				
Inferior	-1.40	-1.40	-1.40	no hubo proyectos que cerraran y entraran en la iniciativa			-9.51	-8.57	-9.21				
Usando el Modelo (proyeccion al proximo periodo)	2.40	2.40	2.40				-5.42	-4.65	-5.17				
Intervalo Superior	6.21	6.21	6.21				-1.34	-0.73	-1.14				
LCI	-3.66	-3.66	-3.66	-4.24	-4.24	-4.24	-2.94	-2.94	-2.94	-2.94	-2.94	-2.94	
LCS	15.00	15.00	15.00	14.84	14.84	14.84	13.64	13.64	13.64	13.64	13.64	13.64	
LEI	-10.00	-10.00	-10.00	-10.00	-10.00	-10.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	-9.00	
LES	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	
Numero de proyectos	0	0	5	0	0	0	0	0	14				
Porcentaje de aportacion a la linea Base	0.00	0.00	1.13	no hubo proyectos que cerraran						1.07			
Media	0.00	0.00	5.67						5.35				

Tabla 51. Medición de beneficio a través de modelo de desempeño

Fuente: Diseño Propio

Los resultados obtenidos a través de los modelos de desempeño indican un control sobre los indicadores de:

- Desviación en plazo
- Desviación en esfuerzo
- Densidad de defectos

El problema en el que esta investigación tenía por objetivo indagar, consiste básicamente en identificar cuáles podrían ser los indicadores que una organización de Tecnología de Información debería considerar luego de la implementación de un modelo de calidad, el análisis sobre retorno de inversión, muestra un beneficio positivo por encima de lo pronosticado.

Estadísticamente se puede comprobar el beneficio de una iniciativa sobre un proceso siempre que el desempeño de los proyectos muestren una contribución sobre el modelo de desempeño que estadísticamente monitorea los objetivos de la organización, pues en este sentido cualquier contribución al modelo implica una contribución hacía los objetivos. En la tabla 51, se observa una contribución de 1.13% sobre el modelo planteado para esfuerzo, en una segunda liberación de línea base se muestra una contribución del 1.07%, se observa por lo tanto como una contribución baja, la justificación se encuentra en el universo de proyectos que estos periodos concluyeron las fases, por ello el beneficio real sobre la implementación podrá ser observado hasta haber esperar por lo menos tres periodos más de línea base, pues de acuerdo al comportamiento de los proyectos en la organización observado, es en este

periodo cuando logren colectarse el suficiente número de puntos para observar una contribución mayor sobre los modelos de desempeño sin embargo, es factible afirmar que los indicadores propuestos pueden servir como una representación del comportamiento de los objetivos de la organización siempre que se cuente con los datos suficientes.

VI. PROPUESTAS

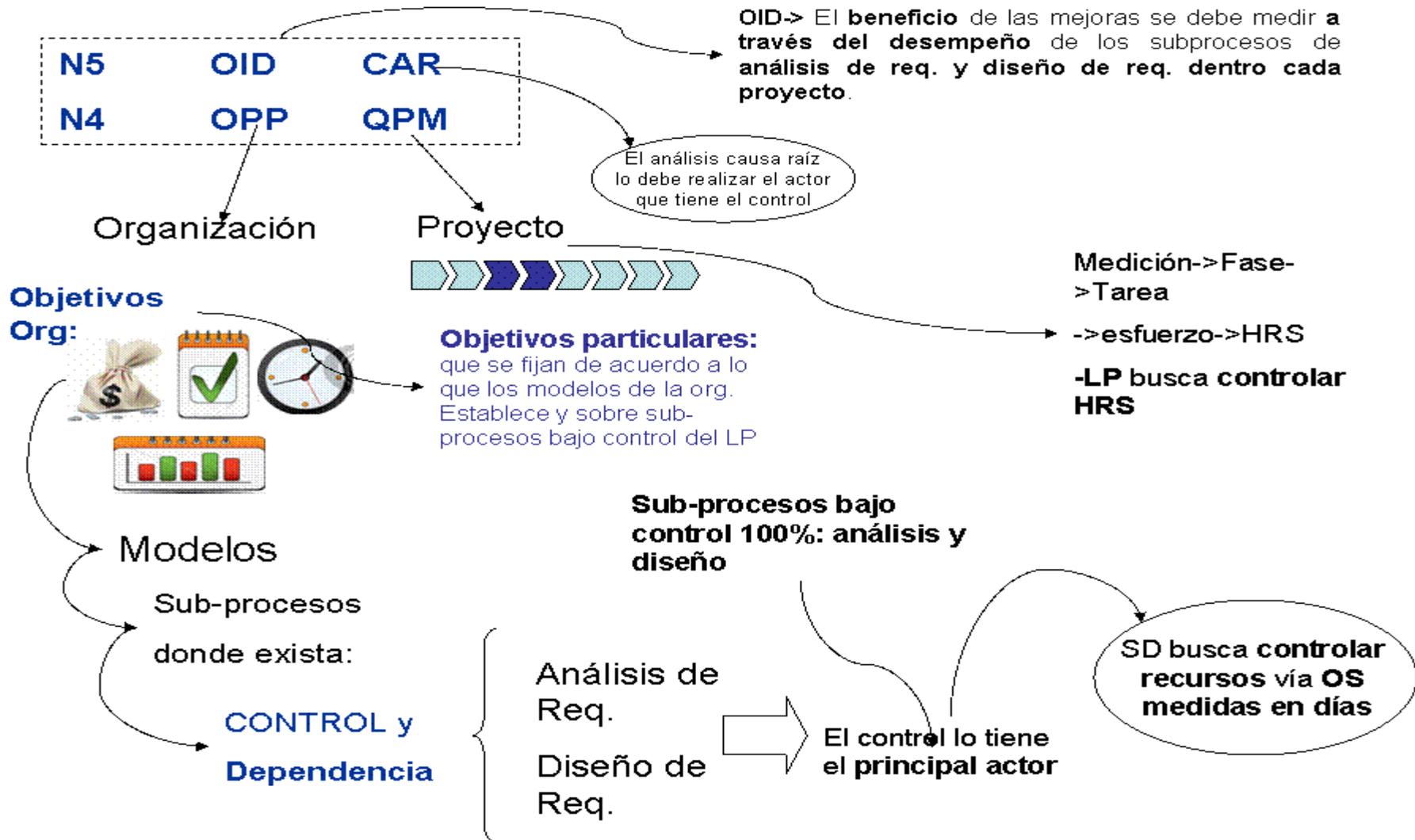


Figura 53. Propuesta, hacía un nivel de madurez y capacidad a través del control estadístico
Fuente: Diseño Propio

El diagrama anterior es una representación gráfica sobre una propuesta en particular a la organización, se recomienda una segmentación de sub-procesos por tipo de proyecto, con ello se podría seguir un flujo similar al planteado para así lograr una implementación completa de las áreas de proceso de los niveles 4 y 5 del CMMI (Organizational Process Performance, Quantitative Project Management, Causal Analysis and Resolution and Organizational and Innovation Deployment), mismas que prometen un beneficio cuantitativo a una organización siempre que existan procesos que se cuente con objetivos SMART, procesos y sub-procesos que puedan ser controlados al 100% por la organización, de esta forma se asegura una calidad en los datos, lo anterior de gran importancia pues de los datos de lo que depende una buena definición de un modelo que mida efectivamente el proceso sobre el que se elaboran o desarrollan los servicios de cualquier organización.

Estadísticamente, este trabajo utilizó correlaciones de una sola variable, una propuesta que validaría de forma más precisa la definición de modelos de desempeño consiste en la utilización de correlaciones multivariable a manera que con ello se asegure aún más la validez del modelo de desempeño cuyo valor consiste en el uso de este como una herramienta más para la definición de la estrategia de negocio así como del monitoreo del cumplimiento de los objetivos de la organización.

Una recomendación más va en la consideración de un factor fundamental en este tipo de iniciativas que sin duda está representado por el factor humano pieza fundamental en lo que hoy llamamos la ventaja competitiva

de una organización, me refiero al factor **Cultura Organizacional** misma que se da siempre que los miembros de cualquier nivel comparten entre sí y la organización: lenguaje, percepciones, prácticas, rutinas, actividades, con una significancia o sentido que constituyan la ideología y la simbología de la organización, la razón es que sin una cultura organizacional son vanos los esfuerzos en materia de capacitación y mejora continua, control de calidad y productividad. Para Rodríguez Coss (1993), las organizaciones dependen de una adecuada cultura organizacional.

Coss cita a Schein para quien, la cultura organizacional puede ayudar a resolver problemas de integración a nivel interno y de adaptación de la organización a su medio ambiente a nivel externo, por medio de un claro entendimiento de la misión, estrategias, objetivos, tácticas y formas de lograr los objetivos, criterios de evaluación, medidas correctivas de todos los integrantes de la organización.

Desde el punto de vista de Rodríguez Coss (1993), en la medida que todos los miembros de una organización tengan bien definidos la misión, visión, valores y objetivos de una organización, se lograrán con mayor facilidad el cumplimiento de sus tareas a nivel individual y de equipos. Sin una clara definición de los conceptos mencionados, las organizaciones tendrán serias dificultades para llegar a ser altamente competitivas, pues se les dificultará diseñar sus estructuras, la planeación de estrategias, la evaluación de resultados y repercutirá en el desarrollo organizacional.

Una propuesta más puede ser el uso de una iniciativa de la gestión del conocimiento como herramienta para la identificación de los indicadores que pudieran ser considerados como parte de las variables que se tomarían en cuenta para la definición de modelos de desempeño.

Una herramienta más considerada también como factor crítico de éxito, es una gestión de equipos de alto desempeño, las organizaciones bajo la perspectiva del alto desempeño, para hacer frente a los retos y cambios tecnológicos y globales, deberán centrarse en el desarrollo de personas, y dar menor importancia a los puestos de trabajo como elemento básico. Esto implica que se presta mayor atención a las competencias de la personas. Pero además a los cambios tecnológicos requieren técnicas de formación que preparen a las personas para la adquisición de nuevas competencias a lo largo de toda la vida.

VII. CONCLUSIONES

La época actual se caracteriza por una globalización, que lleva a las organizaciones a ser cada vez más proactivas de modo de fomentar la creatividad y la innovación, el uso e implementación de modelos de calidad de acuerdo a los resultados de esta investigación, demuestra un factor de éxito comprobable a través del uso del control estadístico de procesos mismo que va asociado a un cambio de paradigma en el estilo de gestión y de liderazgo de las organizaciones, la experiencia adquirida en el desarrollo de esta investigación sobre implementar y definir un modelo de gestión cuantitativa sobre la medición del desempeño de los procesos organizacionales permite.

Facilitar a una organización a establecer y mantener un entendimiento cuantitativo del desempeño de los procesos estándares de la organización, que soporta los objetivos de calidad y desempeño de los procesos y provee los datos, línea base y modelos para administrar los proyectos en manera cuantitativa.

Identificar las causas de defectos y otros problemas y tomar acciones para prevenir la ocurrencia de aquellos en el futuro.

Seleccionar y desplegar las mejoras incrementales e innovaciones que mejoran ponderablemente los procesos y las tecnologías de la organización

Se trata de un estilo de gestión el cual fundamentado en un estilo de pensamiento estadístico, es una filosofía de aprendizaje y acción basada en los siguientes principios fundamentales:

- Todo el trabajo ocurre en un sistema de procesos interconectados
- La variación existe en todos los procesos
- Entendiendo y reduciendo la variación se tiene la clave del éxito

A través de un control estadístico de procesos, es factible monitorear la estabilidad (calidad) de un proceso, de forma que se detecte, cuanto antes cualquier situación inadecuada; lo que permitirá eliminar las causas especiales de variabilidad en la obtención del resultado final.

Al final de esta investigación respecto al universo analizado en la organización descrita, se encuentra que los datos demuestran una afirmación a la hipótesis propuesta sobre la eliminación de la incertidumbre a través del monitoreo y control de los procesos de una organización, por tanto para la organización en análisis la implementación de la prácticas definidas en cierto modelo de madurez viene a traer beneficio a la organización desde el punto de vista cuantitativo.

Un factor que no pertenecía directamente a la hipótesis de este trabajo es el “factor humano” pero que sin embargo, durante todo momento de esta investigación se detecta una gran dependencia con los estilos de liderazgo y colaboración en una organización, una organización cuya gestión es de este estilo muestra un ejemplo claro sobre lo que una organización de alto desempeño, esto es, en la organización se observa:

- Un diseño de los procesos de trabajo del cliente hacía atrás, para garantizar un flujo que tenga sentido desde la perspectiva de aquél.
- Las relaciones interfuncionales internas están organizadas en torno a las necesidades del cliente.

- El uso de modelos predictivos les ayuda a asegurarse de poder responder con rapidez a las necesidades de los clientes y adaptarse a los cambios del mercado.
- Existe una prevención de las tendencias y se anticipan a ellas.
- Las innovaciones en los procesos se desarrollan para facilitar a los clientes los negocios, lo cual crea constante innovación en las prácticas operativas, las estrategias de mercado, los productos y los servicios.

A este tipo de empresas se denomina Empresas de Alto Desempeño porque presentan un progreso tecnológico de expectativas y no de necesidades. La estrategia tecnológica está comprendida entre innovación, adaptación, desarrollo, compra, copia y modernización tecnológica; donde se privilegia al recurso humano como espíritu emprendedor y capacidad de convocatoria.

Si bien un modelo o estándar de calidad ofrece ventajas competitivas para una organización, el desarrollo de esta investigación refleja que para realmente este factor sea observado es necesario previamente un análisis de la situación actual de la organización, de esta forma será posible identificar cuáles son las principales debilidades y oportunidades de mejora que una organización tiene para de esta forma seleccionar de forma ad-hoc a la organización el estándar o modelo de calidad que se podría utilizar, lo anterior ayudará a una organización a evitar una incorrecta implementación pues durante este trabajo también se realizó un estudio sobre otras organizaciones que en algún momento tuvieron la iniciativa de implementar un modelo de calidad y cuyos resultados no fueron favorables, el problema es que en muchas ocasiones, se cae en el error de querer adaptar la organización al modelo y no el modelo

a la organización siendo esto último el deber ser, pues al final del día un modelo o estándar no es más que un conjunto de buenas prácticas que han sido detectadas en otras organizaciones con éxito y que por ende representan sólo una sugerencia sobre lo que podría hacer para mejorar la eficiencia en el estilo de trabajo de una organización.

Una conclusión más detectada refiere a la importancia de la participación y apoyo de la Alta Dirección en toda iniciativa de mejora y cambio organizacional, al final, la implementación de un modelo de calidad lleva consigo un cambio de cultura organizacional donde los principales impulsores o patrocinadores se encuentran en la Alta Dirección, sin ello difícilmente podrían encontrarse buenos resultados.

Una ventaja más detectada, es la aportación sobre la mejora en la gestión del conocimiento, en la organización se detectó que luego de la implementación del modelo CMMI, se lograron institucionalizar temas como la detección y el compartir lecciones aprendidas y buenas prácticas, identificación y comunicación de mejoras además de mantener repositorios de información cuyo fin consiste en un almacenamiento de conocimiento público de forma tal que todos tienen acceso al conocimiento para su aplicación y uso en el día a día.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Bayón, M. F. 1997. Los recursos humanos y la gestión de calidad en las empresas de servicios. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Cresswell, A. M. 2004. Return on Investment in Information Technology: A guide for Managers. Center for Technology in Government: University at Albany, SUNY.
- Feigembaun, A.V. 1992. Control de Calidad Total (3ra. Ed.). Editorial McGraw – Hill, USA.
- Fleming J. 2000. Earned Value Project Management (2nd Ed.). edition, Quentin W. Project management Institute.
- Florac W. A., Carleton A. D. 1997. Practical Software Measurement: Measuring for Process Management and Improvement, Software Engineering Institute Carnegie Mellon University, Pittsburg.
- Florac W. 1999. Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement, Addison-Wesley.
- Hernández S. R. y otros, 1997. Metodología de la investigación (3ra. Ed.). Ed. Mc Graw Hill, México
- Jenkins, M. 2003, Enseñando aseguramiento de la calidad del software en un programa de posgrado, Escuela de Ciencias de la Computación e Informática Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica. Obtenido el 3 de enero 2009 en <http://lsm.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt200332619538A021.pdf>
- Puig-Durán, Jorge 2006. Certificación y modelos de calidad en hostelería y restauración. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Robert E. P., Wolfhart B. G., Florac, W. 1996, Goal-Diven Software Measurement- A Guidebook *material* Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburg. Obtenido el 18 de noviembre de 2007 en <http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/96.reports/pdf/hb002.96.pdf>
- Rodríguez C. A. 1993, Cultura organizacional, ITESM Campus Querétaro.
- Rossander, A. C. 1994, Los catorce puntos de Deming aplicados a los servicios. Madrid (España): Ediciones Díaz de Santos.
- Rusty Y., Stoddard B., McFeeley, B. 2007, High Maturity! How do we know? A co-production of SEMA, CMMI, and TSP initiatives at Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburg. Obtenido el 28 de agosto de 2008 en <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/presentations/sepg07.presentations/konrad.pdf>

- Rusty Y., Stoddard B., and Konrad M., 2008, If you're living the "High Life", You're Living the informative material Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburg. Obtenido el 24 de marzo de 2008 en <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/adoption/pdf/Young08.pdf>
- Siviy J., Stoddard R. 2008. CMMI and Six Sigma Partners in Process Improvement, Carrien Mellon Software Engineering Institute, Westford, Massachusetts; Addison-Wesley
- Stephen H. Kan, 2003. Metrics and Models in Software Quality Engineering (2nd Ed.). Addison-Wesley
- Varo, J. 1994. Gestión estratégica de la calidad en los servicios sanitarios: Un modelo de gestión hospitalaria. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Westerlind, K. 2004. Evaluating Return on Information Technology investment, School of Economics and Commercial Law, GOTHENBURG UNIVERSITY: Department of Informatics.
- Yoize S., 2005, Measurement for process improvement. Obtenido el día 3 de enero de 2009 de la http://www.psmc.com/Downloads/TechnologyPapers/PI_Measurement_v1.0.pdf