



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**  
**Laureate International Universities**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA SEIS  
SIGMA ORIENTADA A MEJORAR EL LEAD TIME  
DE LA EMPRESA MINERA XSTRATA TINTAYA**

**TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERA INDUSTRIAL**

**AUTORA:**  
**Bach. Doris Verónica Giscelle Acosta Lino**

**ASESOR:**  
**Ing. Ramiro Mas McGowen**

**TRUJILLO – PERÚ**  
**2012**

## INDICE GENERAL

Dedicatoria.....	II
Epígrafe .....	III
Agradecimiento.....	III
Presentación.....	IV
Resumen .....	VI
Abstract.....	VII
Índice general .....	VIII
Índice de Cuadros .....	XII
Índice de Figuras.....	XIV
Índice de Anexos .....	XVI

### **CAPÍTULO I: DATOS GENERALES**

1.1	Titulo del Proyecto .....	18
1.2	Autor	
	1.2.1 Nombre .....	18
	1.2.2 Facultad .....	18
	1.2.3 Departamento Universitario.....	18
1.3	Asesor	
	1.3.1 Nombre .....	18
1.4	Tipo de investigación	
	1.4.1 Por la orientación .....	19
	1.4.2 Por el diseño .....	19
1.5	Localización de la investigación	
	1.5.1 Lugar .....	19
	1.5.2 Institución donde se desarrollará el proyecto .....	20
1.6	Ámbito o Alcance .....	21
1.7	Duración del proyecto.....	21

## **CAPÍTULO II: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN**

2.1	Problema de Investigación	
2.1.1	Realidad Problemática .....	23
2.1.2	Formulación del Problema .....	30
2.1.3	Justificación del Problema.....	31
2.2	Objetivos	
2.2.1	Objetivo General .....	32
2.2.2	Objetivo Específico .....	32
2.3	Hipótesis	
2.3.1	Hipótesis General .....	33
2.3.2	Variables e indicadores .....	33
2.4	Limitaciones .....	34
2.5	Marco Referencial	
2.5.1	Marco Teórico.....	35
2.5.1.1	Sigma.....	35
2.5.1.2	La Filosofía Seis Sigma.....	37
2.5.1.3	Etapas de la Filosofía Seis Sigma .....	47
2.5.1.4	Just In Time .....	99
2.5.1.5	Descripción precisa del artículo deseado.....	102
2.5.1.6	Logística con otros departamentos.....	105
2.5.1.7	Seguimiento y Aseguramiento .....	106
2.5.2	Marco Conceptual.....	108
2.6	Antecedentes .....	111
2.7	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	114

## **CAPÍTULO III: ADMINISTRACION DEL PROYECTO**

3.1	Recursos Humanos	
3.1.1	Responsable del proyecto.....	123
3.1.2	Coordinador .....	123
3.1.3	Personal de Apoyo .....	123
3.2	Cronograma de Trabajo.....	124

## **CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL**

4.1	Descripción general de la empresa	
4.1.1	Información del Sector Industrial.....	126
4.1.2	Descripción General de la Empresa .....	130
4.1.3	Visión.....	135
4.1.4	Misión .....	135
4.1.5	Organización de la Empresa .....	136
4.2	El Proceso Productivo .....	138
4.3	Principales Proveedores .....	143
4.4	Principales Competidores.....	147
4.5	Mercado .....	148
4.6	Área donde se realiza la Investigación .....	150
4.7	Clientes Internos .....	152
4.8	Identificación del Problema e Indicadores .....	154
4.8.1	Seguimiento Órdenes de Compra – Lead Time.....	154
4.8.2	Análisis del Proceso de Seguimiento.....	162
4.8.2.1	Diagrama Ishikawa .....	163
4.8.2.2	Gráfico de Tendencia .....	165
4.8.2.3	Gráfico de Pastel.....	166
4.8.2.4	Cálculo de los Costos Actuales .....	171

## **CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA**

5.1	Introducción	
5.1.1	Generalidades.....	175
5.1.2	Importancia de la Implementación .....	176
5.1.3	Objetivo de la Propuesta .....	177
5.1.4	Cuadro del Proyecto .....	177
5.1.5	Desarrollo de la Propuesta.....	179
5.2	Identificación de los procesos claves .....	180
5.3	Plan de Trabajo Propuesto.....	183
5.3.1	Definir .....	183

5.3.2	Medir .....	185
5.3.3	Analizar .....	187
5.3.4	Mejorar .....	189
5.3.5	Controlar .....	191

## **CAPÍTULO VI: PROPUESTA ECONÓMICA – FINANCIERA**

6.1	Evaluación Económica de la Propuesta	
6.1.1	Costo de la Propuesta de Mejora.....	195
6.1.2	Costo de la Implementación de la Propuesta .....	197
6.1.3	Costo de Funcionamiento de la Propuesta .....	198
6.1.4	Reducción de Costos en reclamos .....	200
6.1.5	Criterios de Rentabilidad .....	203
	Conclusiones .....	205
	Recomendaciones.....	207
	Referencias Bibliográficas.....	209
	Referencias Electrónicas .....	210
	Anexos .....	212

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro Nro. 01:</b> Ítems segmentados por el Lead Time .....	28
<b>Cuadro Nro. 02:</b> Tipos de Compras .....	29
<b>Cuadro Nro. 03:</b> Capacidad del Proceso de Defectos PPM's .....	40
<b>Cuadro Nro. 04:</b> Estructura del Gobierno de Xstrata Copper .....	136
<b>Cuadro Nro. 05:</b> Organigrama Estructural Xstrata Copper – Perú .....	137
<b>Cuadro Nro. 06:</b> Principales Proveedores Xstrata Tintaya .....	146
<b>Cuadro Nro. 07:</b> División de Órdenes Atrasadas .....	171
<b>Cuadro Nro. 08:</b> Tiempo utilizado por actividad.....	171
<b>Cuadro Nro. 09:</b> Cálculo del Tiempo utilizado por el Reclamo .....	172
<b>Cuadro Nro. 10:</b> Estructura de los Costos .....	172
<b>Cuadro Nro. 11:</b> Órdenes Pendientes de Entrega.....	173
<b>Cuadro Nro. 12:</b> Costo de Materiales y Equipos – Propuesta .....	195
<b>Cuadro Nro. 13:</b> Costo Total Materiales y Equipos – Propuesta .....	196
<b>Cuadro Nro. 14:</b> Costo del Recurso Humano – Propuesta .....	196
<b>Cuadro Nro. 15:</b> Costo de Materiales y Equipos – Implementación .....	197
<b>Cuadro Nro. 16:</b> Costo del Recurso Humano – Implementación.....	198
<b>Cuadro Nro. 17:</b> Costo de Materiales y Equipos – Funcionamiento.....	198
<b>Cuadro Nro. 18:</b> Costo Total Materiales y Equipos – Funcionamiento.....	199
<b>Cuadro Nro. 19:</b> Costo del Recurso Humano – Funcionamiento.....	199
<b>Cuadro Nro. 20:</b> Órdenes Atrasadas – Propuesta.....	200

<b>Cuadro Nro. 21:</b> Cálculo tiempo utilizado en el reclamo – Propuesta .....	200
<b>Cuadro Nro. 22:</b> Estructura de Costos – Propuesta.....	201
<b>Cuadro Nro. 23:</b> Flujo de Caja en Soles .....	202

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura Nro. 01:</b> Ubicación Campamento Xstrata Tintaya.....	20
<b>Figura Nro. 02:</b> Proceso de Compras .....	25
<b>Figura Nro. 03:</b> Nivel de Servicio.....	27
<b>Figura Nro. 04:</b> Curva Sigma.....	36
<b>Figura Nro. 05:</b> Curva 3 Sigma.....	38
<b>Figura Nro. 06:</b> Curva 6 Sigma.....	38
<b>Figura Nro. 07:</b> Modelo de gestión DMAMC .....	47
<b>Figura Nro. 08:</b> Los cuatro pilares de JIT.....	100
<b>Figura Nro. 09:</b> Ríos de Existencias.....	101
<b>Figura Nro. 10:</b> Metodología DMAMC.....	118
<b>Figura Nro. 11:</b> Evolución del PBI minero.....	126
<b>Figura Nro. 12:</b> Exportaciones Acumuladas 2010 .....	127
<b>Figura Nro. 13:</b> Evolución del Precio del Cobre.....	129
<b>Figura Nro. 14:</b> Evolución de la Producción del Cobre .....	129
<b>Figura Nro. 15:</b> Construcción de Antapaccay .....	133
<b>Figura Nro. 16:</b> Procesos de Cátodos de Cobre.....	142
<b>Figura Nro. 17:</b> Proceso de Concentrado de Cobre .....	143
<b>Figura Nro. 18:</b> Volumen de Adquisición de Materiales y Servicios .....	146
<b>Figura Nro. 19:</b> Participación en la Producción de Cobre .....	147
<b>Figura Nro. 20:</b> Ventas de Concentrado de Cobre .....	148



<b>Figura Nro. 21:</b> Ventas de Cátodos de Cobre .....	149
<b>Figura Nro. 22:</b> Ventas por Tipo de Producto .....	149
<b>Figura Nro. 23:</b> Proceso de Compras .....	151
<b>Figura Nro. 24:</b> Diagrama Ishikawa - Lead Time de OC .....	164
<b>Figura Nro. 25:</b> Evolución del Nivel de Servicio.....	165
<b>Figura Nro. 26:</b> División de Órdenes según su Ckeck Point .....	166
<b>Figura Nro. 27:</b> % de Órdenes Atrasadas Según su Tipo .....	167
<b>Figura Nro. 28:</b> Órdenes de Stock Propio - Estado .....	168
<b>Figura Nro. 29:</b> Órdenes de Stock Propio – Nivel de Stock .....	169
<b>Figura Nro. 30:</b> Órdenes de Cargo Directo – Estado .....	170

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A:</b> Guía para la Entrevista .....	212
<b>Anexo B:</b> Guía para la Observación del Proceso .....	213
<b>Anexo C:</b> Cuestionario sobre el Seguimiento de OC.....	214
<b>Anexo D:</b> Cuestionario del Proyecto Seis Sigma.....	215
<b>Anexo E:</b> Plantilla del Proyecto.....	218
<b>Anexo F:</b> Cuadro del Proyecto.....	219

## RESUMEN

El presente estudio de investigación se realizó en la empresa Xstrata Tintaya S.A., y tuvo como finalidad la reducción de los costos logísticos, usando técnicas y métodos de la administración científica. El problema de investigación surge cuando se identifican los siguientes síntomas: roturas de stock con demasiada frecuencia, incumplimiento de los contratos de consignación, ítems con demasiados días de atraso, materiales entregados pero no ingresados en el sistema, no se tiene un procedimiento para el ingreso de materiales, etc. Se realizó un diagnóstico actual del proceso de seguimiento de órdenes de compra utilizando las herramientas del Seis Sigma. Se ha logrado la reducción de los costos de reclamo en un 43% comparado con el sistema actual y una reducción de órdenes atrasadas a 57% teniendo un ahorro significativo de S/. 35, 247. 00 nuevos soles. Por último se efectuó una evaluación económica considerando todos los ahorros que podrían generarse de la propuesta, así como los posibles costos de implementación en los que se deberían incurrir. El flujo de caja realizado arrojó un VAN de S/.479,463.99 una TIR = 234 %, B/C=3.20. Considerando que el proyecto esté completamente implementado en un año, lo que es bastante favorable, ya que lo que se busca es reducir los costos logísticos sin incrementar los costos totales. En general se puede concluir que este proyecto es completamente realizable desde el punto de vista, económico y porque además se consideraron todos los costos de la mejora, de la implementación y funcionamiento de manera que existan incentivos, para que éstos ejecuten los cambios propuestos, disminuyendo de esta manera la resistencia al cambio y asegurándose un mayor éxito en la implementación.

## ABSTRACT

This research study was conducted in the company Xstrata Tintaya SA, and was aimed at reducing logistics costs, using techniques and methods of scientific management. The research problem arises when identifying the following: stock breaks too often, breach of consignment agreements, items with too many days overdue materials delivered but not paid into the system, don't have a procedure for admission materials, etc. A diagnosis was made current monitoring process orders using Six Sigma tools. There has been a reduction in claim costs by 43% compared to the current system and a reduction to 57% backorders having significant savings of S / . 35, 247. 00 soles. Finally an economic evaluation was made considering all the savings that could be generated by the proposal and the potential implementation costs which would be incurred. Cash flow performed yielded a VAN de S/.479,463.99 a TIR = 234 %, B/C=3.20. Considering that the project is fully implemented in a year, which is quite favorable, since what is sought is to reduce logistics costs without increasing total costs In general it can be concluded that this project is entirely feasible from the point of view economic and also because we considered all the costs of the improvement, implementation and operation so that there are incentives for them to implement the proposed changes, decreasing thus the resistance to change and ensuring greater success in implementation.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1570\\_in.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1570_in.pdf)
- <http://www.mercadeo.com/archivos/Seis-sigma.pdf>
- <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020146705.pdf>
- [http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/123456789/343/1/035046\\_tesis.pdf](http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/123456789/343/1/035046_tesis.pdf)
- <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/975/1/aplicaciondelmetodosigmaenlamejoradelpocesodefaturacionenlaagenciamorelianortedelacomisionfederaldeelectricidad.pdf>
- [http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/\\_sigma/sec\\_1/tabla\\_contenidos.html#8](http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/_sigma/sec_1/tabla_contenidos.html#8)
- <http://www.mercadeo.com/archivos/Seis-sigma.pdf>
- <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020146705.pdf>
- [http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/123456789/343/1/035046\\_tesis.pdf](http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/123456789/343/1/035046_tesis.pdf)
- [http://www3.fi.mdp.edu.ar/electronica/articulos/metodosigma\\_lahitte.pdf](http://www3.fi.mdp.edu.ar/electronica/articulos/metodosigma_lahitte.pdf)
- [http://mexico.pma.org/magazine/aug07/pdf/\\_sigma.pdf](http://mexico.pma.org/magazine/aug07/pdf/_sigma.pdf)
- [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/conceptodesigma/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/conceptodesigma/)
- [http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/0/jer/mayo\\_even\\_home/programa\\_internacional\\_lean\\_6\\_sigma.pdf](http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/0/jer/mayo_even_home/programa_internacional_lean_6_sigma.pdf)
- [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v04\\_n1/sistema.htm#precisión](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v04_n1/sistema.htm#precisión)
- <http://www.mercadeo.com/archivos/Seis-sigma.pdf>
- [http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/123456789/343/1/035046\\_tesis.pdf](http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/123456789/343/1/035046_tesis.pdf)
- [http://www.ub.edu/gidea/recursos/casseat/jit\\_concepte\\_carac.pdf](http://www.ub.edu/gidea/recursos/casseat/jit_concepte_carac.pdf)
- <http://www.oocities.org/es/pedrobonilloramos/af/AF00.htm>
- [http://www.ratingspcr.com/archivos/publicaciones/SECTORIAL\\_PERU\\_MINERIA\\_201012.pdf](http://www.ratingspcr.com/archivos/publicaciones/SECTORIAL_PERU_MINERIA_201012.pdf)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **FERMIN GÓMEZ FRAILE – JOSÉ FRANCISCO VILAR BARRIOS – MIGUEL TEJERO MONZÓN**, España 2002. Seis Sigma. Edit. Fundación Confemetal. España 2002.
- **JESUS ALBERTO BENITES GUTIERREZ – CLAUDIO ALBERTO RUFF ESCOBAR**, Trujillo 2011. Ingeniería Económica aplicada a las decisiones de inversión financiera de la empresa. Perú 2011.
- **HUMBERTO GUTIERREZ PULIDO – ROMAN DE LA VARA SALAZAR**, México 2004. Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma. Edit. Mc Graw Hill. México, 2004
- **CHAN,S PARK**; Ingeniería Económica; Edit. Mc Graw-Hill, Bogotá 1996.
- **EDUARDO A. ARBONES MALISANI**. "Logística Empresarial". Alfaomega Marcombo Editores, Colombia, Junio 1999.
- **HERNANDEZ SAMPIERI**, Roberto; Metodología de la Investigación; Edit. Mc Graw-Hill Interamericana, S.A., México, 2006. Cuarta Edición.
- **SCHROEDER, ROGER**; Administración de Operaciones; Edit. Mc Graw Hill. México, 1996.
- **HEIZER, JAY Y RENDER**, Barry. 2004. Principios de Administración de Operaciones. México DF: Prentice Hall, 2004.

- <http://www.slideshare.net/alvarocarpio/breve-analisis-minera-en-per-pucp>
- <http://www.xstratacopperperu.pe/ES/Publicaciones/Informe%20de%20Sostenibilidad/Informe%20de%20Sostenibilidad%202011%20-%20Divisi%C3%B3n%20Operaciones%20Sudam%C3%A9rica,%20Per%C3%BA.pdf>
- [http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/123456789/343/1/035046\\_tesis.pdf](http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/123456789/343/1/035046_tesis.pdf)