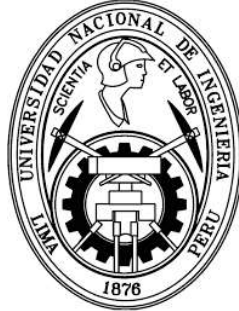


# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA, ESTADÍSTICA Y CIENCIAS SOCIALES**



**TESIS:**

**“LOS PROYECTOS DE SUSTAINING APLICADOS EN LA PRODUCCIÓN DE LA PLANTA DE REFINACIÓN DE ZINC DE VOTORANTIM METAIS, UNIDAD DE CAJAMARQUILLA: PERIODO 2007-2011”**

**PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN PROYECTOS DE INVERSIÓN**

**ELABORADO POR:**

**MARÍA ELIZABETH LABÁN SALGUERO**

**ASESOR:**

**Dr. DAVID FERNANDO ARANAGA MANRIQUE**

**LIMA-PERÚ**

**2016**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, quienes con su inmenso esfuerzo, voluntad y tenacidad me inculcaron el valor de la perseverancia. Gracias por todo su apoyo y comprensión durante mi formación académica

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, mis hermanos, mi esposo y mi hijo quienes siempre me brindaron su apoyo y comprensión, permitiendo realizar los proyectos y metas trazadas

## RESUMEN

Los Proyectos – Capex, del tipo Sustaining “Renovación de equipos críticos”, inciden de manera positiva en garantizar la operatividad de la planta, y ello influye en el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc refinado.

En el capítulo I titulado *Descripción del tema de investigación*, se desarrolló el contexto socio-económico, la importancia y problemática a nivel global y nacional en la industria específica, analizando las variables que influyen en la producción de zinc. Bajo esta premisa, se desarrollada la siguiente pregunta de investigación: ¿La eficiente inversión en proyectos de Sustaining afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla, localizada en Lima, en el periodo 2007-2011?, para los cual se tiene las siguientes variables: Inversión en los proyectos de Sustaining (Variable Independiente) y cumplimiento de la meta anual de producción de la planta de refinación de Zinc Votorantim Metaís” (Variable Dependiente).

En el capítulo II titulado *El Marco Teórico*, se analizó las bases teóricas y referencias bibliográficas que acompañan la investigación, donde se explica: Los Proyectos de inversión, Gestión de los proyectos, El proceso de refinación del zinc, Los proyectos capex, y la Meta de producción de anual.

En el capítulo III titulado *Metodología de la investigación*, se explica la metodología utilizada en la presente tesis, donde se muestra que el estudio es correlacional, explicativo y aplicado. Se presenta la población y muestra, datos recopilados de la empresa Votorantim metais –unidad Cajamarquilla y otras fuentes de información complementarias. Del mismo modo se presenta la operacionalidad de las variables y las técnicas para el procesamiento de la información.

En el capítulo IV titulado *Análisis y resultados de la investigación*, se realizó el procesamiento de los datos. Se analizó el comportamiento de las variables X e Y, también se elaboró los estadísticos de tendencia central y de dispersión de las variables. Luego se realizó la regresión y correlación de la variable (X): Los Proyectos de Sustaining (Numero de proyectos, Ejecución de proyectos y Presupuesto aprobado) en relación a la variable (Y): Cumplimiento de la meta anual de producción.

Respecto a la pregunta de investigación, se ha contrastado la hipótesis general y las específicas, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. La eficiente inversión en proyectos de Sustaining SI afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc con una correlación del 77% en promedio para un nivel de confianza del 95%.

La presente investigación pretende brindar un aporte al tema tratado, permitiendo así marcar una pauta en los estudios de los proyectos de Sustaining en el Perú.

## **ABSTRACT**

The investment projects – CAPEX type: Sustaining “Critical equipment changing” influence positively in guarantee the factory operatively and that influence in the commitment of the annually goals of the production of refine zinc.

The chapter I titled “Descripcion del tema de investigacion”, develop the social-economic context, importance and the problematic in global and national way in the specified industry, analyzing the variables that influence the production of zinc. Under that premise, this thesis develop the next research question: ¿The inversion in Sustaining projects affects the commitment of the annual goal of zinc production in the zinc refinery in the refinery factory Votorantim Metais – Cajamarquilla, localized in Lina, in the period 2007-2011?, for that reason it has the next variables: “Inversion in Sustaining projects” (in-dependable variable) and “The commitment of the annual goal of production in the Zinc refinery factory Votorantim Metais” (dependable variable).

The chapter II titled “El marco teorico”, analyze the theory bases and concepts that follow the research , that explain the scope of votorantim group, the Votorantim management system, project management, zinc production and benefits and refined zinc application.

The chapter III titled “Metodologia de la investigacion” treats the methodology to be utilized in the current thesis. Also, this shows the analysis of the variables

to be processed, evaluation methodology of the data and the results that will be obtained in this process.

Chapter IV titled “Análisis y resultados de la investigación” analyze the results obtained in the last chapter and propose the conclusions of the research, approving or rejecting  $H_0$  the research question and the influence variables, correlation level and the final result of the research. Moreover, giving recommendation of it.

The current research pretend to give a contribution to the treated topic, allowing to give a guideline in the studies of Sustaining projects in Perú

## INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION	11
1. CAPITULO I. DESCRIPCION DEL TEMA DE INVESTIGACION	
1.1. Problema: general y específicos	19
1.1.1. Problema General	19
1.1.2. Problemas Específicos	20
1.2. Objetivos: general y específico	20
1.2.1. Objetivo General	20
1.2.2. Objetivos Específicos.	20
1.3. Justificación	21
1.4. Alcances y limitaciones	22
2. CAPITULO II EL MARCO TEORICO	
2.1. Antecedentes de la investigación	23
2.1.1. Conceptos fundamentales en el estudio	23
2.2. Revisión de bibliografía de referencia	25
2.3. Modelo teórico	32
2.4. Bases Teóricas	35
2.4.1. Bases teóricas generales	35
2.4.2. Bases teóricas especializadas	64
2.5. Hipótesis y variables	70
2.5.1. Hipótesis General	70
2.5.2. Hipótesis Específicas	71
2.6. Matriz de consistencia problemas, objetivos e hipótesis.	72



### 3. CAPITULO III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1.	Nivel, tipo y diseño de la investigación	73
3.1.1.	Nivel de la investigación	73
3.1.2.	Tipo de investigación	73
3.2.	Población y muestra	74
3.2.1.	Población	74
3.2.2.	Muestra	74
3.2.3.	Unidad de análisis	77
3.3.	Fuentes de información	76
3.4.	Operacionalización de la variables	77
3.4.1.	Definición de la variables	77
3.4.2.	Los proyectos de sustaining y la meta anual de producción	77
3.4.3.	Operacionalidad de la variable X	79
3.4.4.	Operacionalidad de la variable Y	83
3.5.	Instrumentos y técnicas de recolección correlación de datos	85
3.6.	Procesamiento de la información	86
3.6.1.	Análisis del comportamiento de las variables	87
3.6.2.	Elaboración y análisis de los estadísticos de tendencia central y de dispersión	87
3.6.2	Análisis de regresión y correlación para la variables	87
3.6.3.	Análisis y contrastación de las hipótesis	87

### 4. CAPITULO IV. ANALISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

4.1.	Analizando el comportamiento de la variables	88
4.2.	Análisis de los datos por año y por nivel de presupuesto aprobado	95
4.2.1.	El proyecto de expansión	95
4.2.2.	Análisis de los datos de las inversiones en proyectos de sustaining por año de aprobación	97

4.2.3. Los Proyectos de sustaining por nivel de presupuesto anual aprobado	101
4.3. Estadísticos de tendencia central y de variación	108
4.3.1. Inversión en proyectos de sustaining	108
4.3.2. Cumplimiento de la meta anual de producción	110
4.4. Regresión y correlación de las variables (X) e (Y)	111
4.4.1. Analizando la correlación de las variables X	111
4.4.2. Analizando la correlación de las variables: (X) e (Y)	115
4.5. Análisis y contrastación de cada una de las hipótesis	118
4.5.1. Hipótesis general	118
4.5.2. Hipótesis específica	119
4.6. Técnicas para la prueba de hipótesis	121
4.7. Prueba de hipótesis	121
4.7.1. Hipótesis general	121
4.7.2. Primera hipótesis específicas	137
4.7.3. Segunda hipótesis específicas	153
.	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	169
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	171
7. ANEXOS.	176
8. NOTAS	261

## PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación titulado, *Los Proyectos de Sustaining aplicados en la producción de la planta de refinación de zinc de Votorantim Metais, unidad de Cajamarquilla: periodo 2007- 2011*, estudia la importancia de la inversión en proyectos de sustaining, como estrategia para la sostenibilidad de la producción de la empresa, este tema presenta poca bibliografía en el caso peruano, pero es de vital importancia para garantizar la producción y cumplir con la meta planificada de producción anual. Para ello, es necesario optimizar la toma de decisiones respecto al proyecto que se ha de ejecutar, dentro de un conjunto de requerimientos de proyectos.

La Refinería de Zinc Unidad de Cajamarquilla, localizada en Lima, pertenece al grupo brasileño Votorantim Metaís, el cual tiene una política de reinversión de las ganancias, donde optimiza la ejecución de sus proyectos en las etapas primarias y secundarias del proceso de refinación del zinc.

En el caso de la Unidad de Cajamarquilla la finalidad es garantizar la meta anual de producción, para ello se requiere una efectiva continuidad de las operaciones de la planta, para asegurar la producción de zinc de la Unidad de Cajamarquilla.

En ese sentido es importante establecer cómo afecta la eficiente inversión en los proyectos de Sustaining respecto al cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en el periodo de 2007-2011.

La investigación es correlacional, explicativo y aplicado. Se utilizó una metodología lógica deductiva con un enfoque cuantitativo y análisis estadístico para el procesamiento de los datos recopilados. Con lo cual se ha medido la influencia de los proyectos de sustaining en el cumplimiento de la meta anual de producción proyectada.

Este estudio nos ha de proporcionar un referente para la verificación de la sostenibilidad operacional dada con la ejecución del Proyecto de Sustaining, ya que la ejecución de estos proyectos es un eje central para el cumplimiento de la meta anual de la producción del zinc.

# CAPITULO I

## DESCRIPCIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

### **Problemática de la realidad en estudio**

La planta de refinación de Zinc Votorantim Metaís de la Unidad de Cajamarquilla, localizada en el departamento de Lima, produce: Zinc refinado al 99.99%. Las ventas de viene dado por los contratos establecidos a corto y mediano plazo con los clientes, es decir la producción está comprometida y la empresa debe cumplir con dichos acuerdos de suministro del producto.

Por otro lado el precio de mercado es regulado por la Bolsa de metales de Londres (en inglés London Metal Exchange - LME) el cual es el centro mundial de comercio de metales industriales. Por lo ello la empresa no tiene injerencia en el cálculo y/o regulación del precio.

La producción anual viene establecida por la capacidad de la planta y la programación de la producción, ya que el precio es establecido internacionalmente. Por ello la empresa enfoca sus esfuerzos en controlar y reducir el costo de producción y cumplir y de ser posible superar la meta anual de producción.

En ese sentido en la Unidad de Cajamarquilla, el principal objetivo operacional es lograr alcanzar la meta anual de producción.

La meta anual de producción está definida por las ventas a través de acuerdos contractuales pre-establecidos, sin influencia de las empresas competidoras y sin injerencia en el precio. De esta manera el cumplimiento de la meta anual es responsabilidad y depende la gestión óptima de empresa para lograr cumplir la programación anual de producción.

Cumplir la meta permite garantizar el flujo de caja económico, de esta manera continuar con las operaciones de la empresa. Para lograr ello, es posible la ejecución

del proyecto estratégico de Sustaining, “renovación y/o optimización de equipamiento”, a fin de aportar al logro de este objetivo.

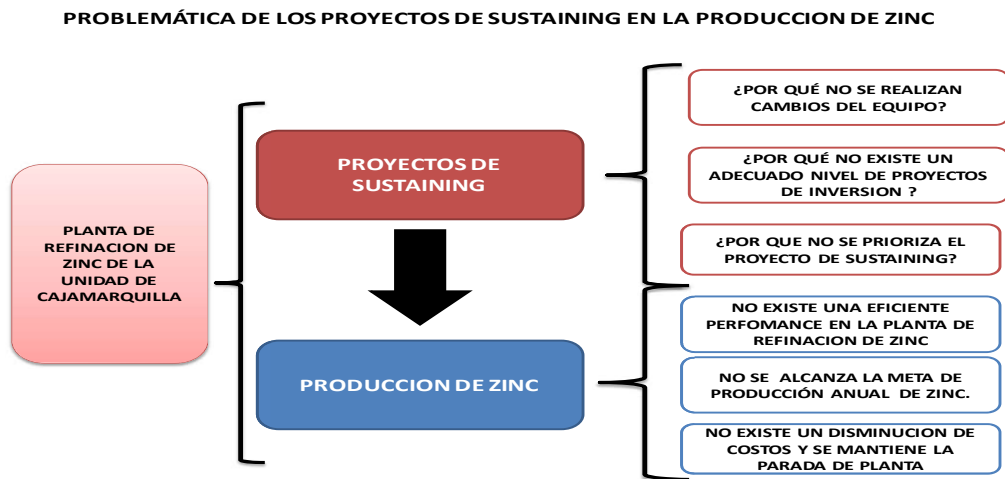
En la Refinería de Zinc, se ha tenido problemas para alcanzar la meta de producción anual en los años 2008-2011, debido, entre otros, a la débil performance en la planta que no ha logrado alcanzar dicha meta de producción, mermando considerablemente los flujos de caja y haciendo inestable las expectativas económicas para los inversionistas de la empresa minera.

Es así que, sólo se ha ejecutado un solo proyecto de expansión en este periodo. Así, en el año 2006 la refinería tenía una capacidad de 130 KTn<sup>1</sup> de Zinc, por cuanto:

En una primera etapa: Noviembre 2006 a Octubre 2007, se invirtió 140 \$MM, incrementando la capacidad de 130 Ktn a 160 KTn para el año 2008. En la figura N° 01, se indica la problemática de los proyectos de Sustaining en la Unidad de Cajamarquilla.

**FIGURA N° 01**

**DIAGRAMA DE LA PROBLEMÁTICA**



En una segunda etapa: Noviembre 2007 a Marzo 2010, se invirtió 520 \$MM, incrementando la capacidad de 160 KTn a 320 KTn. En total Votorantim invirtió 660

\$MM, cifra mucho mayor que la proyectada e informada a la prensa en el 2007. Esta información es ratificada en las notas de prensa publicadas en el 2009 y 2010, ello como parte de la estrategia de comunicaciones de la empresa.

Es importante se lleve a cabo una efectiva gestión organizativa operativa relacionado con el proyecto de Sustaining, el mismo que debidamente planificado va a satisfacer las necesidades programadas de renovación de la planta, para alcanzar la meta anual de producción de zinc. Lo cual nos va a permitir una disminución de costos extras de mantenimiento, una eficiente performance de los equipos y sobretodo, va a lograrse la disminución de paradas de planta no programadas en la gestión operativa de la empresa, logrando de esa manera mejorar el cumplimiento de la meta anual de producción.

La empresa Votorantim Metais, dueña de la Unidad Cajamarquilla requiere lograr de manera sostenida la meta anual de producción, para tener una performance adecuada de planificación y generación de rentabilidad. Es importante que se propicie la generación de flujos de caja que permitan rentabilizar el flujo proyectado de los proyectos.

De acuerdo a la problemática propuesta en la figura N° 01, podemos deducir, que la ineficiente inversión en proyectos de sustaining afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la unidad de Cajamarquilla. La empresa ha efectuado un diagnostico preventivo para conocer las fallas del equipo, en consideración al desempeño observado en estos últimos años, y en consecuencia, prever y planificar el mantenimiento optimo, en el mejor de los casos se ha formular un plan de renovación, con lo cual se evitarían los costos adicionales de mantenimiento y riesgos en la operación. En este nuevo escenario también se impulsaría una gestión operativa para disminuir las paradas de planta no programadas.

La presente tesis evalúa como la inversión en proyectos de sustaining afecta la performance de los equipos a fin de garantizar<sup>2</sup> la mejora en el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metais de Cajamarquilla, ubicada en Lima.

## La Producción del Zinc en el contexto nacional

Respecto al zinc tenemos un incremento del 68% en los últimos 10 años, lo cual significa que pasó de 0.90 toneladas métricas (TM) producidas en 1999, a un 1.5 millones de TM en el año 2009.

Asimismo, durante el año 2010, la producción nacional acumulada de concentrados de zinc decreció en un 2.80%, es decir, de 1.51 millones de TM al cierre del 2009 a 1.47 millones de TM al cierre del 2010. Esta caída, se debe principalmente a los descensos reportados en la producción de las empresas: El Brocal (-47.46%), Antamina (-14.45%), Argentum (-11.14%) y Mina Quiruvilca (-10.89%). Sin embargo, cabe mencionar que, durante el año 2010 se dieron importantes incrementos en la producción de zinc, así, tenemos: Los Quenuales (153.04%), Raura (19.72%) y Casapalca (10.93%).

Cabe también destacar que, en enero del 2011, la producción nacional de zinc fue de 121.42 miles de TM, lo que significó un aumento de 11.3% de la producción respecto a diciembre 2010 (109.09 miles de TM). Asimismo, entre los principales productores de concentrado de Zinc, destacan las empresas: Antamina, Volcán, Milpo, Chungar y los Quenuales, tal como se destacan en el figura N° 02.

**FIGURA N°02**  
**PRODUCCIÓN DE ZINC**





## **El crecimiento del Zinc en el contexto internacional**

Durante los últimos 58 años el zinc ha tenido un crecimiento vertiginoso, pasando de 2.0 millones de TM en 1952 a 12.4 millones de TM en el año 2012.

En los últimos 10 años, se observa un crecimiento anual promedio del 10% de la demanda de cobre y zinc en el mercado internacional.

Durante el 2010, la producción mundial de zinc (a nivel mina) de acuerdo con el International Lead and Zinc Study Group (ILZSG), fue de 12.31 millones de TM, nivel superior en 8.8% respecto del 2009, debido a mayores cantidades producidas por Australia, China, India, México y Rusia.

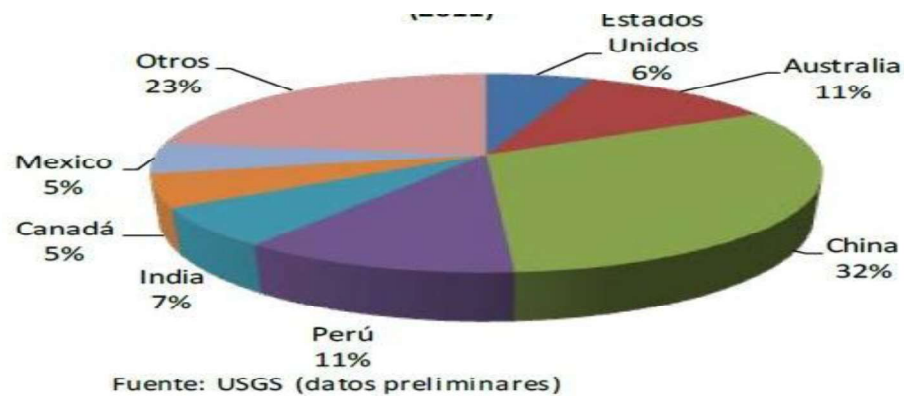
En cuanto a la producción de zinc refinado, durante este periodo tuvo un aumento del 13.3% respecto del reportado en el 2009.

La cantidad acumulada de zinc a finales del 2010 ha traído como consecuencia un exceso de oferta de 264 miles de TM de zinc, debido a que el consumo de este metal a nivel mundial fue de 12.50 millones TM, nivel superior en 15.56 % comparado con su similar al finalizar el año 2009 (10.82 millones TM). Debido principalmente a mayores demandas de China, de los países europeos, Brasil, India, Japón, República de Corea y Taiwán.

Cabe destacar entre ellos, los repuntes de la economía del mercado asiático. Por ejemplo en la reconstrucción tras el terremoto en Japón, el mercado indica un crecimiento de la demanda de metales, no sólo para la construcción de viviendas provisionales y generadores de energía de emergencia, sino, también por la posterior normalización de la industria, como ha acontecido con la industria automotriz.<sup>2</sup>

En el 2011, los seis principales productores de zinc (China, Perú, Australia, India, EEUU y Canadá) contribuyeron con el 72% de la producción mundial tal como se destaca en la figura N° 03.

**FIGURA N° 03<sup>3</sup>**  
**PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ZINC (2011)**



Finalmente, cabe destacar según el análisis FODA dos aspectos importantes: el prestigio internacional al ser el segundo productor mundial de Zinc; y, la calidad de los concentrados y refinados de Zinc en el Perú, tal como se aprecia en la figura N° 04.

Es importante analizar que el prestigio es una fortaleza, mientras que la inviabilidad de los proyectos, así como los sindicatos son una amenaza al sector minero peruano. Los altos costos de producción son la principal debilidad, por lo cual, la adecuada gestión de los proyectos de Capex y del Sustaining permitirá reducir costos extras, generados por falencias en el equipo o inoperancia de maquinaria.

**FIGURA N° 04<sup>4</sup>**

**ANÁLISIS FODA – VOTORAN TIM METAIS CAJAMARQUILLA**

<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>*Posicionamiento internacional, por ser el 2do productor de zinc mundial</li> <li>*Impacto económico en el rubro Minero Metalúrgico</li> <li>*Gestión Integral empresarial propia desarrollada por la experiencia de la empresa</li> <li>*Referente de empresa familiar exitoso</li> <li>*Calidad del producto elaborado zinc al 99.99%</li> <li>*Planta nueva con capacidad del 50% de la capacidad instalada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Dependencia del precio internacional de los metales LME</li> <li>*Altos costo de producción y transformación</li> <li>*Re-ingeniería de líneas antigua de producción</li> </ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>*Reactivar las inversiones mineras</li> <li>*Fortalecimiento de las capacidades de la comunidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Baja drástica del precio internacional del zinc</li> <li>*Sindicatos que peligran el normal desarrollo de las actividades de la empresa</li> <li>*Rechazo de la población a los nuevos proyectos mineros</li> <li>*Disminución de la oferta internacional de concentrados de zinc</li> </ul>

*Fuente: Elaboración Propia*

**1.1. Problema general y específicos**

**1.1.1. Problema General**

¿La eficiente inversión en proyectos de Sustaining afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metais Cajamarquilla, localizada en Lima, en el periodo 2007-2011?

### **1.1.2. Problemas Específicos**

- ¿El nivel de criticidad de renovación de los proyectos de Sustaining afecta el cumplimiento de la meta anual de producción en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metáis Cajamarquilla en el periodo 2007-2011?
  
- ¿La priorización de los proyectos de Sustaining se relaciona con la meta anual de producción en la planta de refinación de zinc Votorantim Metáis Cajamarquilla en el periodo 2007-2011?

## **1.2. Objetivos general y específicos**

### **1.2.1. Objetivo General**

- Determinar las causas de la eficiente realización de los proyectos de Sustaining y su influencia en la meta anual de producción en la Refinería de Zinc Votorantim Metáis Cajamarquilla, Lima en el periodo 2007-2011.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar como el nivel de criticidad de renovación afecta el cumplimiento de la meta anual de producción en la planta de refinación de Zinc Votorantim Metáis Cajamarquilla, en el periodo 2007-2011.
  
- Determinar como la priorización de los proyectos de Sustaining afecta la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metáis Cajamarquilla, en el periodo de 2007-2011.

### **1.3. Justificación**

Los proyectos de sustaining permiten realizar un mapeo y planeamiento de las necesidades de renovación y/o mejora de maquinaria en la planta, de esta manera prevenimos fallas de la maquinaria, paradas de planta inesperadas, ineficiente nivel de producción, sobrecostos de mantenimiento, entre otros.

En ese sentido realizar una correcta evaluación de los Proyectos de Sustaning con las variables necesarias, mostrando su influencia en garantizar las operaciones en planta, permitirá mejorar el cumplimiento de las metas anuales de producción de zinc, de esta manera mostraremos resultados reales y confiables al inversionista. Votorantim ha elaborado su propio sistema de gestión el cual es el marco metodológico para la dirección y pautas en la realización de proyectos de capital Capex. Entre ellos tenemos nuestro caso de estudio “Los proyectos de sustaining”.

El sustaining representa el 70% aprox del portafolio de proyectos Votorantim Cajamarquilla, por ello nuestro interés en investigar la relación existente entre los Proyectos de sustaining y el cumplimiento de las metas de producción anual. Ello nos permitirá brindar el sustento económico, financiero y social para continuar con las inversiones de Proyectos de Sustaining en la unidad de Cajamarquilla.

La corporación Votorantim, dentro de sus planes de crecimiento en Sudamérica, considera al Peru, uno de los ejes para su expansión, por tener recursos naturales, políticas públicas de promoción de la inversión, y profesionales y técnicos capacitados.

Las inversiones en proyectos, específicamente de Sustaining se encuentran dentro del marco estratégico corporativo de sostenibilidad, expansión y crecimiento de la empresa en el Perú.

Este crecimiento, no solo permitirá un mayor beneficio económico para la empresa, haciéndola las competitiva y posicionándola en el mercado; también permitirá mejorar el bienestar socio económico de los trabajadores, así como el de la población de la zona de influencia, a través de las políticas de responsabilidad social empresarial, como reactivación de la economía cuya expresión son los negocios de los emprendedores así como centros de

capacitación financiados por la empresa, actividades de voluntariado y realización de obras por impuestos en cooperación con los gobiernos locales pertinentes.

## **1.4. Alcances y Limitaciones**

### **1.4.1. Alcances**

El objetivo de las inversiones en sustaining es garantizar la operatividad del equipamiento de planta, ello afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc. En la empresa Votorantim tenemos 04 tipos de proyectos: Sustaining, expansión, HSMA y Modernización, nuestro interés es garantizar que se realicen las operaciones de la empresa, para lograr ello debemos implementar los proyectos de sustaining. En ese sentido nuestra investigación pretende brindar una relación entre las variables: proyectos de sustaining y cumplimiento de meta de producción, en el periodo de estudio en la refinería Votorantim Metaís Cajamarquilla.

Se analizaran los proyectos de Sustaining y su aporte en incrementar la performance de los equipos críticos permitiendo la mejora en el cumplimiento de la meta anual de producción del zinc. Esto con la finalidad de lograr la sostenibilidad económica y garantizar el desarrollo operacional de la Unidad de Cajamarquilla.

### **1.4.2. Limitaciones**

En la Unidad de Cajamarquilla no se tiene una investigación que permita observar la relación sobre la gestión de los proyectos de sustaining respecto al cumplimiento de la meta anual de producción de zinc.

Nuestro estudio se realizara utilizando la información de fuentes primarias de la unidad Cajamarquilla, obtenida de la gerencia involucrada en el proceso de realización de un proyecto de sustaining. Asimismo tenemos como base la metodología de gestión de proyectos de la corporación Votorantim (de origen brasileño).

## **CAPITULO II**

### **EL MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

El índice de inversiones en los proyectos de Sustaining, es un indicador que nos muestra el problema de las diversas empresas cuando se desea que se logre la meta de producción anual, igualmente, implica la eficiente performance de sus equipos en el cumplimiento de los ejercicios económicos, asegurando la generación de la meta anual de producción y el incremento y/o renovación de su base de activos.

A continuación describiremos los principales términos que se utilizaran en el presente estudio.

##### **2.1.1. Conceptos fundamentales en el estudio**

###### **Base de Activos:**

Bienes que la empresa necesita para administrar su negocio. Es la suma de las inversiones actualizadas por el IPCA<sup>5</sup> y capitalizados por el WACC<sup>6</sup> hasta la entrada de operación de los activos asociados a ella.<sup>7</sup>

###### **Capex (Capital Expenditure):**

Son fondos aplicados en la adquisición, construcción, modernización o ampliación de activos fijos como equipos, instalaciones y edificaciones. Tienen por objeto beneficios como, agregar valor o prolongar la vida del negocio

###### **Inversión de Capital:**

Son fondos aplicados en la adquisición, construcción, modernización o ampliación de activos fijos como equipos, instalaciones y edificaciones. Buscan beneficios como, agregar valor o prolongar la vida del negocio.

**Proyecto:**

Es un esfuerzo temporal emprendido para crear un producto, servicio o resultado exclusivo

**Efectividad:**

Es la relación entre lo ejecutado y lo programado o entre el resultado y el objetivo. La Efectividad es la suma de la Eficiencia más la Eficacia.

**Eficacia:**

Es el logro o modificación de cambios reales en la situación o problema que se ha decidido afectar, teniendo en cuenta el tiempo real de ejecución de la actividad o proyecto. La Eficacia es el cumplimiento de los fines, objetivos y metas.

**Eficiencia:**

Es la relación entre los recursos invertidos y los logros obtenidos. Alcanza su mayor nivel al hacerse un uso óptimo de los recursos disponibles, alcanzando los logros esperados. Es la obtención del máximo producto con el mínimo costo o inversión

**Indicadores de gestión:**

Son medias o fórmulas para medir o valorar la eficiencia en la administración de insumos, recursos y esfuerzos dedicados a obtener ciertos objetivos con unos tiempos y costos registrados y analizados.

**Indicadores de impacto:**

Son medidas o fórmulas para medir los logros obtenidos por un programa o proyecto a largo plazo y las contribuciones de los proyectos y programas al cumplimiento de la misión u objetivo superior de la institución y/o del grupo.

Son los criterios que permiten valorar las modificaciones de las variables macro al más alto nivel, concebidas como los propósitos y fines últimos de la organización y del grupo.



**Indicadores de logro:**

Son hechos concretos, verificables, medibles, evaluables, que permiten apreciar el cumplimiento de objetivos y metas.

**Índice correlación (r):**

Es la medida del grado de influencia que tiene la variable independiente ( $X_i$ ) sobre la variable dependiente ( $Y_i$ ).

**Nivel de confianza estadística:**

Es la característica de una muestra estadística que asegura la obtención de resultados (estimadores, como la media la varianza, etc.) que, al aplicarles una prueba o test correspondiente, son verdaderos con 95% o más de probabilidad y la obtención de resultados erróneos con 5% o menos de probabilidad.

**Front-end loading (FEL):**

Es una metodología basada en el concepto de portones de aprobación, donde en cada portón se aprueba, o no, el pasaje a la siguiente etapa. Esta metodología ayuda ahorrar costos y mantener al proyecto en fecha, ya que cada fase, antes de ser iniciada, debe estar correctamente planificada y aprobada.<sup>8</sup>

**Repuesto de activo fijo (RAF):** Repuesto de Activo Fijo, aquel equipo de largo tiempo de fabricación considerado de alta criticidad para planta, con una vida útil mayor a 3 años.

## 2.2. Revisión de fuentes bibliográficas

Se ha realizado la revisión bibliográfica identificando, algunos estudios que hacen referencia al tema de nuestra investigación, los proyectos de sustaining, ello nos permitirá presentar los antecedentes conceptuales o bases teóricas, dentro ellos se mencionan los siguientes:

**HATCH (2007)**, estudia la relación de la gestión de proyectos específicamente diseñados para satisfacer las necesidades de capital de mantenimiento, instalación de un proyecto de

Sustaining y los programas principales de operaciones compatible con la gestión de programas respecto al presupuesto, la priorización, planificación y presentación de informes.

Ello será factible con la entrega del proyecto de Sustaining, según las características especiales del proceso productivo, en especial en la industria minera y gas y las técnicas disponibles y emergentes, que permiten hacer más eficiente las actividades, teniendo en consideración la gestión operativa de las actividades de ingeniería y mantenimiento, asimismo la oportunidad de asegurar una correcta performance de la maquinaria. El sustaining permite dar sostenibilidad a las actividades en el proceso productivo.

**SINCLAIR KNIGHT MERZ<sup>9</sup> (2002)** en “Mantenimiento de sus proyectos de capital.” nos va a servir en nuestro estudio, si logramos aplicar el siguiente concepto: el mantenimiento de los proyectos de capital que responden a la elaboración de estudios, ingeniería y ejecución de proyectos de inversión en Sustaining es importante para las mejoras de capacidad o sustitución de instalaciones.

Ello conlleva a una reducción al mínimo de los costos de negociación, capacidad de respuesta y las tasas preferenciales que reflejan las relaciones en el campo del proceso productivo de los minerales como el zinc. La minimización de costos permite incrementar la competitividad de una empresa minero metalúrgico debido a que el costo de producción es la variable crítica para la composición del costo total. En el rubro minero no es posible establecer los precios de ventas que son implantados por organizaciones de control y regulación internacional dado por el LME, en ese sentido la oportunidad de ser eficientes, competitivos y de alta rentabilidad está en manejar, controlar y disminuir la el costo de producción.

**ALVAREZ (1996)**, en donde trata de determinar las variables relevantes en la explicación de la decisión empresarial, en este trabajo se presentan modificaciones que se producen en la decisión de inversión empresarial al tener en cuenta la existencia de información asimétrica, dado que ésta trae consigo restricciones financieras que condicionan la inversión real de la empresa.

La información oportuna y confiable, permite tomar decisiones más acertadas, en ese sentido las decisiones empresariales, requieren considerandos estratégicos, ya que la restricción para la realización de un proyecto empresarial es la retribución económica generada por el capital invertido, debido a que este capital a invertir es escaso. Por lo cual se requiere evaluar las características, riesgos, retornos de inversión y beneficios para tomar la mejor decisión y establecer de esta manera el nivel adecuado de inversión.

**BARROS (2013)** en “¿Por qué no se cumplen las metas productivas? Análisis de riesgos en minería”<sup>10</sup>. En el artículo se analiza los factores que generan el incumplimiento de las metas de producción en la minería. Según los autores se clasifican en “...el establecimiento de metas poco factibles de cumplir, una mala ejecución operacional del plan minero, una planificación minera deficiente o sesgada, y la materialización de riesgos no previstos”.

Para Barros las metas como parte de la planificación estratégica y funcional de la empresa, son factibles, pero en muchos casos no se considera los recursos y capacidad operacional para el cumplimiento de estas metas, estableciendo indicadores irreales y/o excesivamente optimistas, en afán de ser realizar objetivos retadores. Sin embargo al planificar sin evaluar los riesgos que involucra la deficiente gestión, es ahí que se genera el incumplimiento de metas de producción. Por ello actualmente las empresas están tomando en cuenta estos considerandos y están realizando análisis de riesgos y mapeo de procesos integrales para mejorar el logro de sus metas productivas.

**LIRA (2011)** en “Manual para la modelación financiera de activos de generación eléctrica en Chile”. Internado en empresa J.P. Morgan Chase & Co. El autor menciona el concepto de Capex de mantenimiento:

“El Capex (Capital expenditure) de mantenimiento por otra parte, es el gasto asociado a los activos que ya tiene la compañía y que son necesarios para que sigan operando correctamente.” (Lira 2011:88) Lira en su tesis de maestría menciona dos tipos de Capex, el Capex de expansión y el Capex de mantenimiento (Lira 2011:88), El Capex de mantenimiento es un gasto en un activo fijo que permite la operatividad de la planta. Esto no debe ser confundido con el gasto de mantenimiento. (Lira 2011:90)

El Capex de mantenimiento engloba los proyectos de mejora y optimización en la planta. Es decir permiten continuar y garantizar las operaciones y el nivel de producción con la capacidad de planta instalada, de esta manera “mantiene las instalaciones de la planta productiva”. En estos proyectos de mantenimiento tenemos varios tipos: a) Sustaining para mejorar el rendimiento de la maquinaria o renovar la misma, b) Modernización donde la mejora de un proceso dentro de la línea productiva, es automatizada para disminuir los tiempos y/o riesgos económicos, más la capacidad de la planta no es incrementada. En nuestro caso hacemos referencia al proyecto de sustaining el cual generalmente representa el 70% de las inversiones del capex de mantenimiento llamado pequeños proyectos de planta.

**O'BRIEN (2009)** en “Performance of capital Projects in Australian Processing Industries” <sup>11</sup>se menciona la efectividad del capital en las organizaciones que utilizan los proyectos Capex e indica las ventajas de los proyectos capex tipo Sustaining.

“In the current economic downturn, capital funds are scarce. In most organizations, growth projects have stopped and capital expenditure is only being spent on sustaining or stay in business type projects. Data show that over the previous 10 years, with the exception of the pockets of excellence, Australian SIB projects have underperformed in terms of safety, cost, and schedule performance compared with similar north American and European projects. The fundamental driver of the poor performance has been a lack of focus on capital effectiveness by the owner organization. This, in turn, has led to business willingness to approve projects without an understanding of the effects that inefficient execution may have on net present value (NPV) and the internal rate of return (IRR). A more thorough understanding of the risk associated with these projects may help Australian project be more competitive with their overseas peers.”

Respecto a los proyectos de sustaining se menciona la importancia de estos para el mantenimiento y la efectividad en la operación en la planta industrial.

“What are sustaining capital projects? Sustaining capital projects are sometimes referred to as stay in business (SIB) projects. These projects are typically executed at an operating site and aimed at maintaining a site’s ability to operate effectively. The projects can

range from process improvement or cost-saving projects with high returns to low-return maintenance or regulatory compliance projects. Typical SIB projects cost less than \$15 million but, depending on the organization, hundreds of millions can be spent on SIB projects, even in downturn”.

Los proyectos de sustaining, tienen por característica principal que son planificados, ejecutados y evaluados a posteriori cuando las operaciones de la planta industrial se viene realizando a diferencia de un proyecto de expansión y/o construcción donde la planta industrial no está en operación y las pruebas son en vacío. Esta característica permite evaluar en sitio la efectividad de los proyectos de sustaining y evidenciar la mejora con la implementación de estos, permitiendo optimizar el proceso en la línea donde se encuentra la maquinaria intervenida con los proyectos.

**STRONG y MEYER (1990)** en “Sustaining Investment, discretionary investment, and valuation: a residual funds study of the paper industry”<sup>12</sup>. En esta publicación se menciona la importancia del buen uso del capital en proyectos que permitan disminuir las pérdidas e incrementar las ganancias, específicamente en inversiones tipo sustaining en una empresa industrial.

The agency theory of corporate takeovers and restructurings argues that neoclassical approaches to investment decision making fail to capture the incentive and monitoring problems related to cash flow. In particular, Jensen (1986) and Griffin (1988) have argued that managers have substantial control over the allocation of corporate cash flow and incentives to reinvest these flows in unnecessary or wasteful projects. These uneconomic investments, it is argued, lead to poor performance and lower valuation. To crude (ceteris paribus) first approximation therefore, a negative relationship should be observable between the relative extent of “free” cash flow for a firm and the rate of change in its market valuations.

Unfortunately, empirical testing of this hypothesis is complicated by the possibility (increasingly recognized in economic theory and long recognized empirically) that for some firms there may exist a hierarchical ordering to the cost of different sources of financing (as induced say, by information, tax or other asymmetries). Typically, internal

cash flow would be among the cheapest sources that is at the base of this hierarchy. In such circumstances, a firm's investment may be limited by the availability of internal cash flow. This, in turn, could limit the growth and general performance of the firm. In short, internal cash flow can be a source for not only financing permissive managerial extravagances but, in the world of information and tax asymmetries and other financial market imperfections, can also be a means for a firm achieving higher growth rates and equity valuations than might otherwise be possible.

Identificar las causas de las pérdidas, por una mala operación de maquinaria, deficiente productividad, elevados costo y/o inversiones inoportunas o a destiempo permitirá realizar una planificación adecuada e implementar una gestión de proyectos acorde a las necesidades de la empresa a fin de elevar las ganancias y optimizar los resultados operacionales de la empresa. De esta manera las empresas incrementan su competitividad.

**EB Exhibit D1 (2012)** en "Sustaining Capital" menciona las razones económicas de la implementación de los proyectos de sustaining.

Sustaining capital investment re required to refurbish or replace transmission system components wich are at End of life (EOL) for technical or economics reasons. These investments sustain existing transmission system facilities so that they functions at required levels of performance. All of the required investments covered under sustaining capital will contribute to ensuring that the overall reliability of the system is maintainend at the existing level and that all reliability, legislative, regularory, environmental and safety requirements are met.<sup>13</sup>

En esta exhibición se explica los beneficios económicos de la aplicación de los proyectos de sustaining, ya que estos permiten optimizar de manera oportuna la eficiente operación de la maquinaria. De esta manera se disminuye los costos asociados a la ineficiente operación y sobrecostos de mantenimiento y gastos generales. Permitiendo el incremento de las operaciones y la performance de la planta industrial.

### **Comentarios de la revisión bibliográfica**

En nuestra revisión bibliográfica observamos que los autores han estudiado los proyectos de sustaining como parte de una buena práctica para el mantenimiento y/o aseguramiento de las maquinarias a tener mayor confiabilidad del rendimiento de las mismas, de esta manera se reduce los inconvenientes de parada de planta y fallas del equipo.

Se sugiere planificación, dimensionamiento de los recursos empresariales, establecimiento de metas productivas reales, no extremadamente optimistas y la previsión de tomar en cuenta los riesgos internos y externos a la compañía. Dichos comentarios, a nuestro parecer son verdaderos y objetivos y estas experiencias son aplicables para tener un marco de referencia para nuestro estudio en la planta de refinación de zinc Cajamarquilla, ya que estas conclusiones son de empresas del rubro minero metalúrgico, asimismo son concordantes con nuestra propia experiencia en el periodo que se ha laborado en la compañía que es objeto de la presente tesis.

Por otro lado nos permite tener valorar la inversión adecuada del recurso escaso capital para ello debemos que definir los objetivos que la compañía desea mejorar en la gestión y proceso productivo, es ahí donde el Sustaining como parte de los Capex de mantenimiento tendrá su efectivo resultado, reduciendo costo, evitando y/o disminuyendo la ineficiencia operativa incrementando así la competitividad de la compañía. Es de vital importancia para las empresas mineras que controlen y reduzcan el costo de producción debido a que esta variable está dentro del alcance para el manejo y optimización como parte de la planeación estratégica.

El costo de ventas es regulado por el London Metal Exchange (LME) el cual establece el precio de los metales entre ellos el zinc, por lo cual no es posible controlar y/o ajustar esta variable. Por ello, para asegurar un nivel de utilidad, es importante controlar y disminuir el costo de producción; en ese sentido es vital incrementar el aseguramiento de la operaciones, de la maquinaria en planta, para cumplir las metas programadas anuales de producción, generando así, competitividad y rentabilidad a la compañía, para

su crecimiento y desarrollo como parte del impulso de las actividades económicas y mejora del bienestar social de sus trabajadores, comunidad y zona de influencia.

## **2.3. Modelo Teórico**

### **Modelo teórico sistémico preposicional**

#### **A. Finalidad del modelo**

Mantener el crecimiento económico en la empresa metalúrgica Votorantim Metaís de la Unidad Cajamarquilla de Lima, mediante la realización de las inversiones en los proyectos Sustaining, con la finalidad de dar cumplimiento a la meta anual de producción; minimizando los costos de mantenimiento extras, tiempo de operación y rendimiento de equipo o las paradas de la planta de refinación del zinc.

#### **B. Objetivos del modelo**

1. Garantizar la producción de la empresa teniendo en cuenta la visión de exportaciones, mediante: la selección, planeamiento y gestión de proyectos de Sustaining para dar cumplimiento a la meta anual de producción del Zinc de la Unidad de Cajamarquilla.
2. Analizar de manera eficiente y competitiva el proceso de globalización, en el marco de la economía mundial, basado en la gestión operativa de los proyectos de Sustaining.

#### **C. Contenido preposicional del modelo teórico**

1. La Unidad de Cajamarquilla de la región Lima, se consolida en la producción de zinc, mediante la eficiente performance de los proyectos de Sustaining.
2. Los proyectos de Sustaining deben responder a la criticidad de renovación y a la priorización de los proyectos, a fin de mejorar el cumplimiento de la meta anual de producción de la planta de refinación de Zinc en la Unidad de Cajamarquilla.



3. Los proyectos de Sustaining en el campo de la criticidad de renovación operan bajo un riesgo de pérdida de producción en la planta de refinación de Zinc en la unidad de Cajamarquilla.
4. Los proyectos de Sustaining deben ser eficientes para mejorar el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc tendiente a reducir los costos extras de mantenimiento e incrementar el rendimiento de los equipos en la planta de refinación de zinc de la unidad de Cajamarquilla.

#### **D. Condiciones del modelo**

1. La sociedad peruana está inserta en el proceso de globalización en donde existe una alta competitividad, en especial las exportaciones de los bienes mineros que se extraen y/o se refinan como es el caso de la producción de zinc de la unidad de Cajamarquilla localizada en Lima.
2. Se mantienen las condiciones de la economía de mercado debidamente regulada y gradualmente reajustada con un adecuado proceso de política macroeconómica, tendiente a superar sus fallos, distorsiones y exclusiones, así como, para propiciar una creciente participación dinámica de las fuerzas productivas en el crecimiento económico del sector minero metalúrgico.
3. Se aplican políticas y programas que han de propiciar el desarrollo sostenible de las regiones y las comunidades, mediante la elevación gradual de los niveles de calidad de vida y mejora en el bienestar socio-económico, esto en el marco de la responsabilidad social de la empresa, para reducir los niveles de pobreza, en las zonas de influencia en donde se localizan los recursos naturales y se desarrollan los proyectos. Esto permitirá una eficiente performance en las actividades productivas mineras en nuestra sociedad.

### **E. Restricciones al modelo**

1. El heterogéneo desarrollo tecnológico en las distintas líneas de producción y de crecimiento multisectorial.
2. La elevada mano de obra independiente, semicalificada y sin beneficios sociales, que se localiza en la minería informal.

### **F. Funcionalidad del modelo aplicar en la refinería**

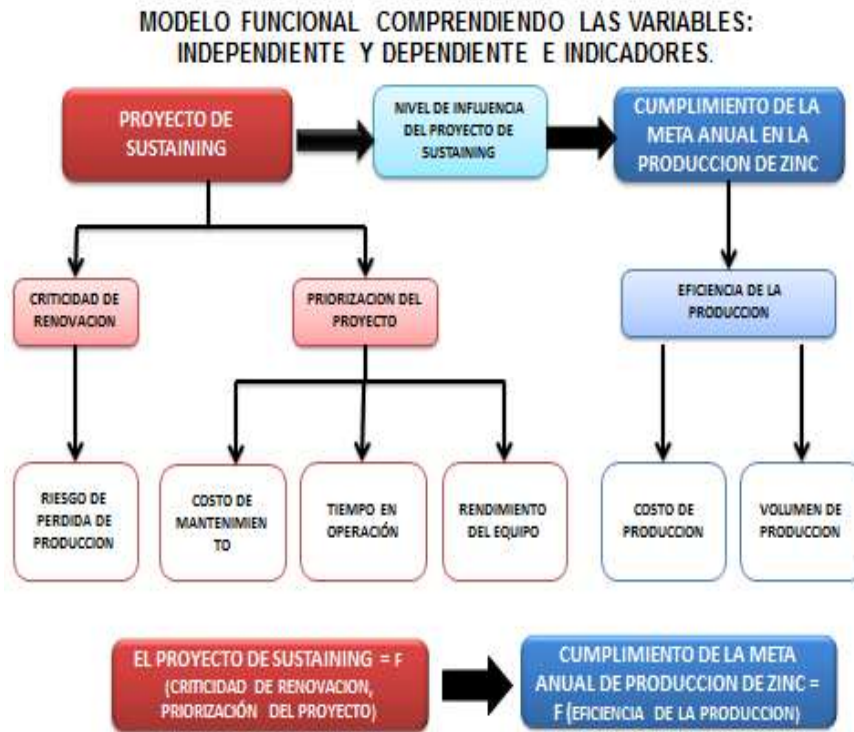
1. **Cumplimiento de la meta de producción del zinc** = F (eficiencia y eficacia en el proyecto de Sustaining)
2. **La realización de los proyectos de Sustaining** = F (criticidad de renovación y la priorización del proyecto).
3. **Los proyectos de Sustaining en el campo de la criticidad de renovación** = F (riesgo de pérdida de producción de la planta de refinación del zinc)
4. **La priorización del proyecto de Sustaining con la aplicación de un sistema de gestión de proyectos** = F(costos de mantenimiento, tiempo de operación y rendimiento del equipo)
5. **Los proyectos de Sustaining afecta el cumplimiento de la meta de producción de zinc**, en base a la eficiencia de la producción, que a su vez estará = F (los costos de producción y el volumen de la producción).

VARIABLE INDEPENDIENTE: Inversión en proyectos de Sustaining

VARIABLE DEPENDIENTE: Cumplimiento de la meta anual de producción de zinc.

A continuación se presenta el modelo funcional de las variables, donde se observa la relación de la variable independiente “Proyecto de sustaining” y la variable dependiente “Cumplimiento de la meta anual de producción”. Asimismo la operacionalización de los indicadores que explican las variables. Para el caso de los “proyectos de sustainig” tenemos los indicadores: Criticidad de renovación y Priorización de Proyectos y para el Cumplimiento de la meta anual al indicador Eficiencia de la producción.

FIGURA N° 05



## 2.4. Bases Teóricas

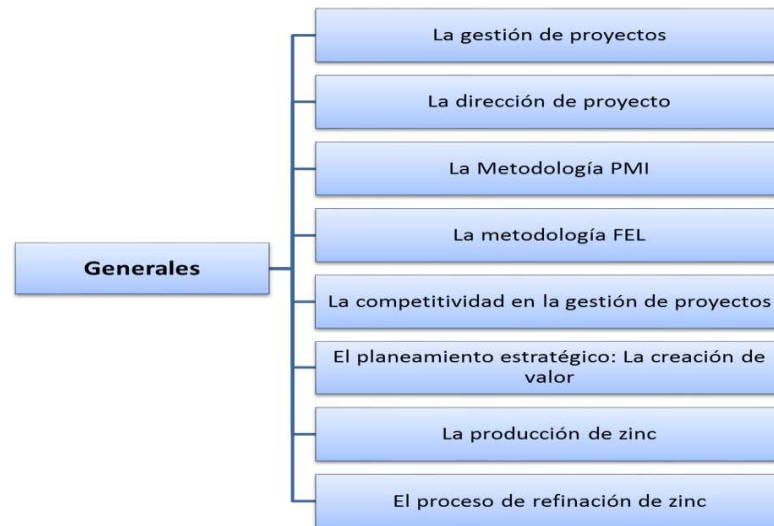
### 2.4.1. Bases teóricas generales

El trabajo de la tesis comprende dos variables:

- La variable independiente: inversión en proyecto de sustaining.
- La variable dependiente: cumplimiento de la meta anual de producción de zinc.

Dichas variables han de responder al siguiente soporte o base teórica que comprende seis categorías de análisis.

**FIGURA N° 06**  
**DIAGRAMA - BASES TEORICAS GENERALES**



#### **A. La gestión de proyectos**

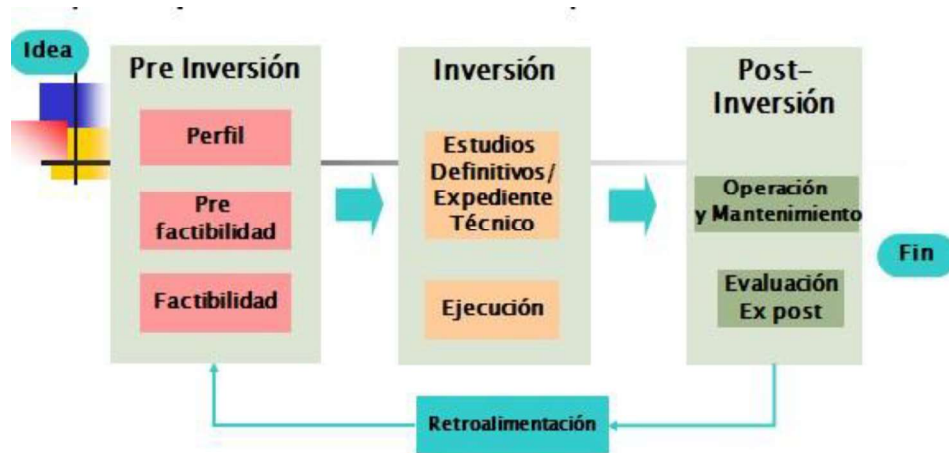
La gestión de los proyectos en la empresa constituye la quinta categoría de análisis para el presente estudio los mismos que responde a los siguientes aspectos:

El proyecto es una propuesta de acción técnico-económica para resolver una necesidad sobre la base de una inversión, utilizando un conjunto de recursos disponibles (recursos humanos, materiales y tecnológicos, entre otros). Igualmente responden a costos operativos y beneficios que van llevándose a cabo en distintos períodos de tiempo.

Asimismo, permite alcanzar determinados objetivos privados y/o sociales (rentabilidad, incrementar o mejorar la producción de bienes o la prestación de servicios). En el caso de una inversión; se ha de conocer si la idea de dicha inversión es viable (análisis beneficio/costo), y generará ganancias.

Asimismo, responde sobre el ciclo de vida de los proyectos, el mismo que se concibe como una desagregación sistemática de las etapas comprendidas en el proceso de inversión, que incluye las fases de pre inversión, inversión y post inversión, tal como se aprecia en la figura N°07 : y las siguientes etapas

**FIGURA N° 07**  
**PROCESOS DE LA FASE DE INVERSION**



**a. En relación a la etapa de Pre inversión**

- El costo de los análisis y estudios previos
- Necesidad de evaluación de terrenos y edificio
- Estimación de principales variables (costos y beneficios)
- Determinación de la conveniencia de llevar a cabo la inversión

**b. En relación a la etapa de Inversión**

- Elaboración del cronograma de inversiones
- Programa de trabajo
- Ejecución del financiamiento
- Necesidades adicionales que surjan durante la implementación de un proyecto

**c. En relación de la etapa de Post inversión**

Para la estimación de la fecha de puesta en marcha se requiere:

- Costos previstos para el inicio de las operaciones (necesidad de pruebas previas).

- Ejecución y validación de las estimaciones hechas en la etapa de pre inversión.

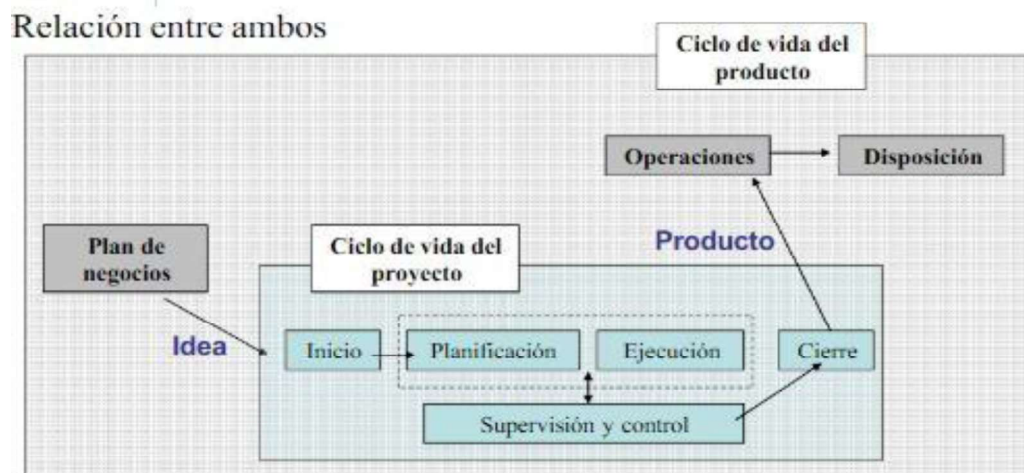
## B. La dirección de proyectos

Según algunos autores los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos<sup>14</sup> se dividen en cinco (Díaz 2014), ellos son:

- Grupo de Procesos de Iniciación
- Grupo de Procesos de Planificación
- Grupo de Procesos de Ejecución
- Grupo de Procesos de Seguimiento y Control
- Grupo de Procesos de Cierre.

Esto se relaciona con el ciclo de vida de un proyecto, como se aprecia en la figura N° 08, que expresa que los proyectos y la dirección de proyectos se llevan a cabo en un entorno de gestión organizacional. El equipo de dirección del proyecto debe entender este contexto más amplio a fin de poder seleccionar las fases del ciclo de vida, desde la idea hasta el producto respondiendo al plan de negocios.

**FIGURA N° 08**  
**CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO Y ORGANIZACION**



**El ciclo de vida del proyecto** define las fases que conectan el inicio de un proyecto con su fin. Por ejemplo, cuando una organización identifica una oportunidad a la cual le interesaría responder, frecuentemente autoriza un estudio de viabilidad para decidir si se emprenderá el proyecto. La definición del ciclo de vida del proyecto puede ayudar al director del proyecto a determinar si deberá tratar el estudio de viabilidad como la primera fase del proyecto o como un proyecto separado e independiente.

Cuando el resultado de dicho esfuerzo preliminar no sea claramente identificable, lo mejor es tratar dichos esfuerzos como un proyecto por separado. Las fases del ciclo de vida de un proyecto no son lo mismo que los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos

Las descripciones del ciclo de vida del proyecto pueden ser muy generales o muy detalladas. Las descripciones muy detalladas de los ciclos de vida pueden incluir formularios, figuras y listas de control para proporcionar estructura y control. Asimismo, la mayoría de los ciclos de vida de proyectos comparten determinadas características comunes, tales como:

- a. En términos generales, las fases son secuenciales y, normalmente, están definidas por alguna forma de transferencia de información técnica o transferencia de componentes técnicos.
- b. El nivel de coste y de personal es bajo al comienzo, alcanza su nivel máximo en las fases intermedias y cae rápidamente cuando el proyecto se aproxima a su conclusión o fase final, tal como se aprecia en la figura N° 09.
- c. El poder que tienen los interesados en el proyecto para influir en las características finales del producto del proyecto y en el coste final del proyecto es más alto al comienzo y decrece gradualmente a medida que avanza el proyecto. En la figura N° 10 se ilustra este hecho. Una de las principales causas de este fenómeno es que el coste de los cambios y de la corrección de errores generalmente aumenta a medida que avanza el proyecto.

**FIGURA N° 09<sup>15</sup>**

**COSTE DEL PROYECTO Y NIVEL DE PERSONAL**

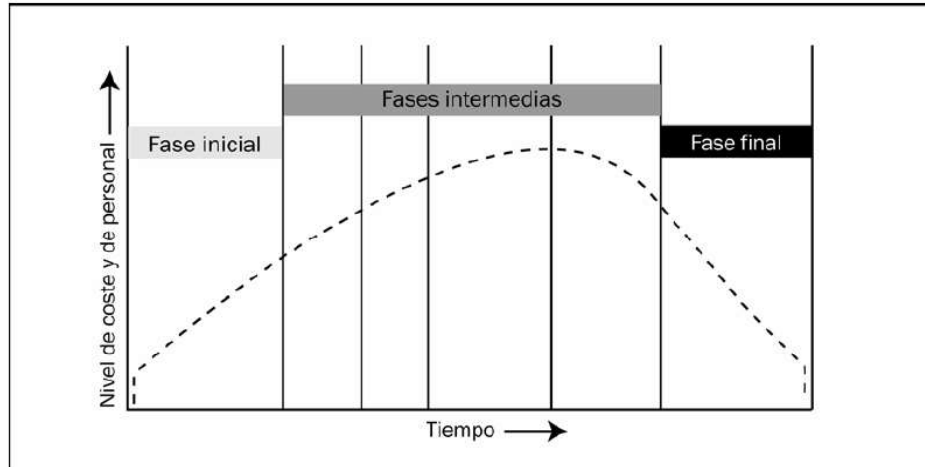


Figura 2-1. Coste del proyecto y nivel de personal típicos a lo largo del ciclo de vida del proyecto

**FIGURA N° 10<sup>16</sup>**

**INFLUENCIA DE LOS INTERESADOS EN EL TIEMPO**

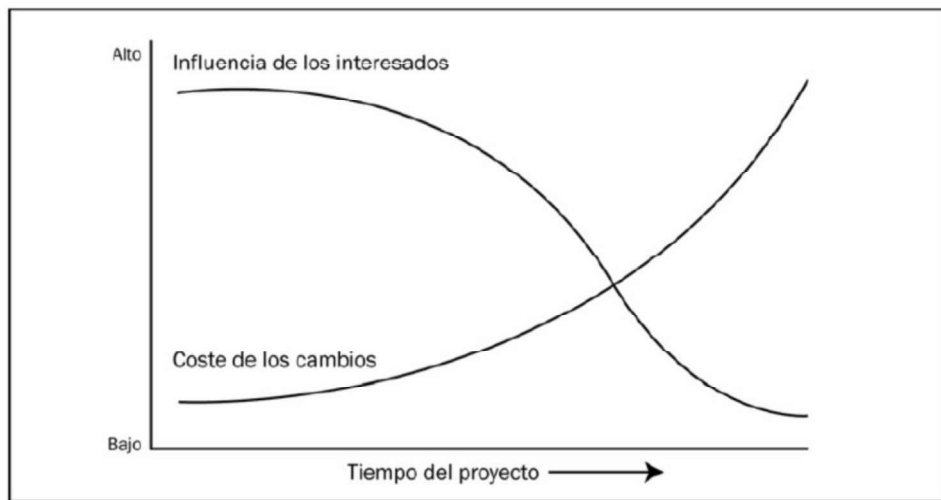


Figura 2-2. Influencia de los interesados a lo largo del tiempo

En cualquier proyecto específico, las fases se pueden sub dividir en sub fases en función del tamaño, complejidad, nivel de riesgo y restricciones del flujo de caja.

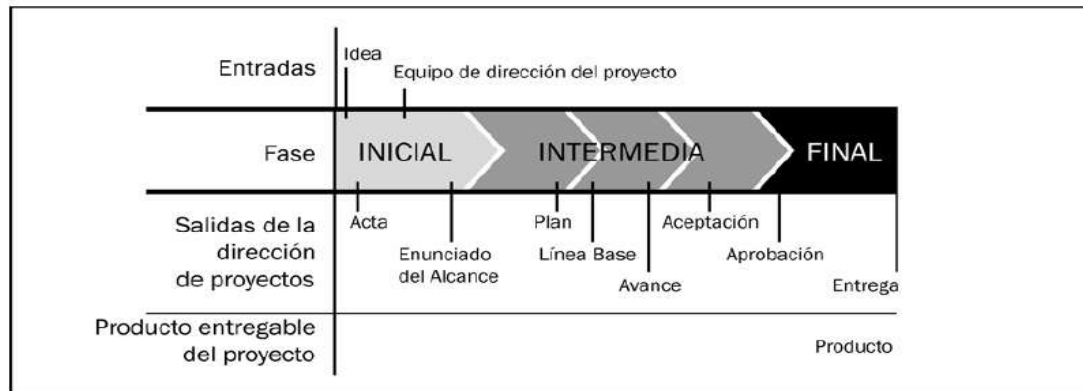


Por lo general, una fase del proyecto concluye con una revisión del trabajo logrado y los productos entregables, a fin de determinar la aceptación, tanto si aún se requiere trabajo adicional como si se debe considerar cerrada la fase. Con frecuencia, la dirección lleva a cabo una revisión para tomar una decisión a fin de comenzar las actividades de la siguiente fase sin cerrar la fase actual.

La conclusión formal de la fase no incluye la autorización de la fase posterior. Para un control efectivo, cada fase se inicia formalmente para producir una salida, dependiente de la fase, del Grupo de Procesos de Iniciación, que especifique lo que está permitido y lo que se espera para dicha fase. Se puede realizar una revisión al final de cada fase con el objetivo explícito de obtener la autorización para cerrar la fase actual e iniciar la fase posterior. En ocasiones, se pueden obtener ambas autorizaciones en una sola revisión. Las revisiones al final de cada fase son también conocidas como: salidas de fase, entradas a la fase o puntos de cancelación, tal como se aprecia en la figura N° 11.

**FIGURA N° 11** <sup>17</sup>

**FASES DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO**



**Figura 2-3. Secuencia de fases típica en un ciclo de vida del proyecto**

Muchos proyectos están vinculados con el trabajo continuo de la organización ejecutante, como es el caso del proyecto de Sustaining que ha sido puesto en práctica sólo tras haber concluido un estudio de viabilidad, un plan preliminar o alguna otra forma equivalente de análisis. Cabe mencionar que, algunos tipos de proyectos,

especialmente los proyectos de desarrollo de servicios internos o productos nuevos, se pueden iniciar de manera informal durante un período limitado que permita obtener la aprobación formal de fases o actividades adicionales.

Debe tenerse cuidado en distinguir entre el ciclo de vida del proyecto y el ciclo de vida del producto. Por ejemplo, un proyecto emprendido para colocar en el mercado un nuevo ordenador de escritorio es sólo un aspecto del ciclo de vida del producto. El figura N° 20 ilustra el ciclo de vida del producto que comienza con el plan de negocio, pasa por la idea, hasta llegar al producto, las operaciones y la retirada del producto.

El ciclo de vida del proyecto atraviesa una serie de fases para crear el producto. Proyectos adicionales pueden incluir una actualización del rendimiento del producto. En algunas áreas de aplicación, tales como el desarrollo de nuevos productos o el desarrollo de software, las organizaciones consideran el ciclo de vida del proyecto como parte del ciclo de vida del producto.

FIGURA N° 12<sup>18</sup>

### CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO Y DEL PROYECTO

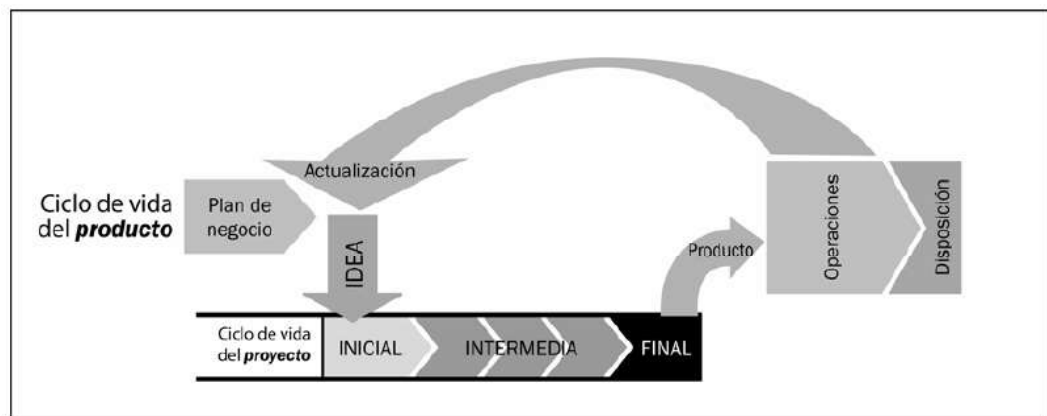


Figura 2-4. Relación entre el ciclo de vida del producto y el ciclo de vida del proyecto

Asimismo, los interesados en el proyecto son personas y organizaciones que participan de forma activa en el proyecto o cuyos intereses pueden verse afectados como resultado de la ejecución del proyecto o de su conclusión. La relación entre los interesados y el equipo del proyecto deben ser óptimas. Estas organizaciones tienden

a tener sistemas de gestión para facilitar al Director y al patrocinador del proyecto el monitoreo de los procesos, igualmente al equipo e interesados, tal como se aprecia en la figura N° 13.

**FIGURA N° 13<sup>19</sup>**  
**EL PROYECTOS Y LAS LINEAS DE GESTIÓN**

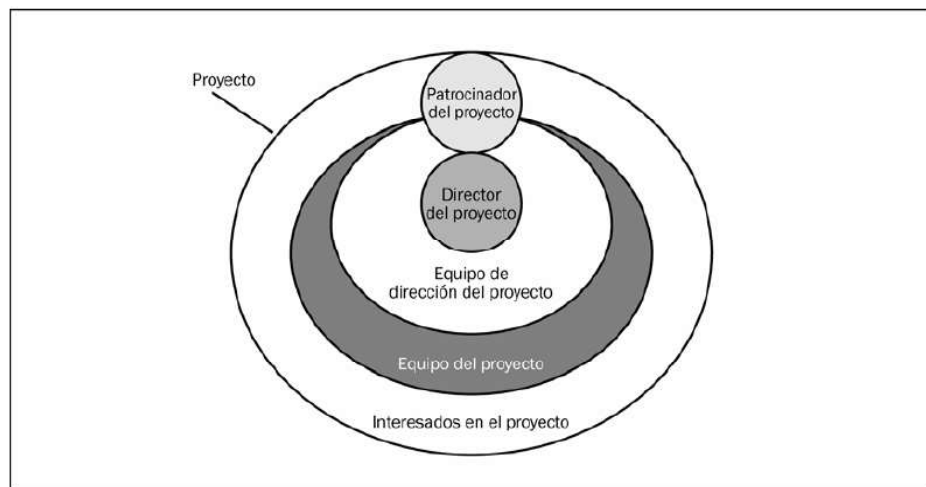


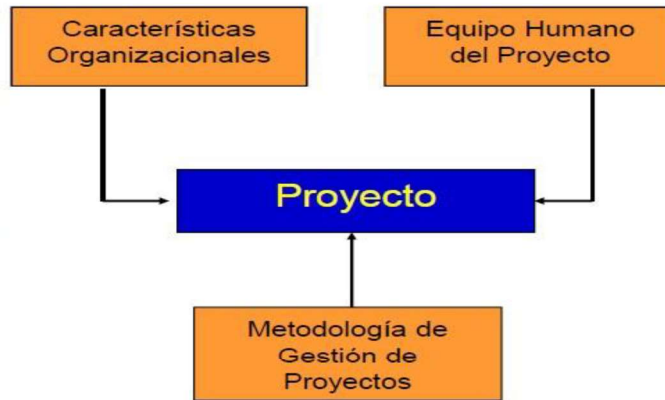
Figura 2-5. Relación entre los interesados y el proyecto

Los objetivos de la administración de proyectos

- Identificar el requerimiento.
- Establecer los objetivos claros y alcanzables.
- Balancear las demandas de alcance y tiempo.
- Formular los costos y calidad, respondiendo a las características organizacionales.
- Adaptar las especificaciones, los planes y el enfoque a los diversos intereses y expectativas de los involucrados. Concordante con una metodología de gestión de proyectos.

Todo ello será viable si se toma en cuenta las siguientes tres dimensiones con que se concretiza un proyecto, tal como se aprecia en la figura N° 14.

**FIGURA N° 14**  
**DIMENSIONES DEL PROYECTO**



\*Elaboración Propia

**C. La Metodología PMI**

Project Management Institute, Inc. (PMI) publica manuales y guías, Esta metodología es la más utilizada para los proyectos de inversión a nivel de ingeniería, construcción y minero metalúrgico. La Guía de los Fundamentos de Gestión de Proyectos, denominada originalmente Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK<sup>20</sup> por sus siglas) es un libro en el que se presentan los estándares, pautas y normas para la gestión de proyectos según el Project Management Institute.

**FIGURA N° 15**  
**PROCESOS PMBOK**



**FIGURA N° 16**

**AREAS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS**



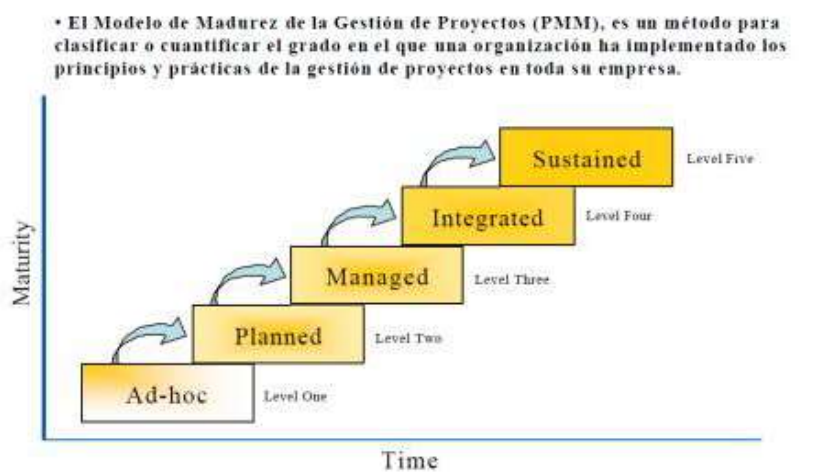
\* Elaboración Propia

Consta de los siguientes aspectos: iniciación, planeamiento, ejecución, control y cierre. El PMI agrupa a los conocimientos, metodologías y buenas prácticas de la gestión de proyectos en 09 áreas del conocimiento, indicadas en la figura N°16

A continuación se presenta un breve resumen de las gestiones del proyecto:

**FIGURA N° 17**

**MODELO DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS<sup>21</sup> (PMM)**



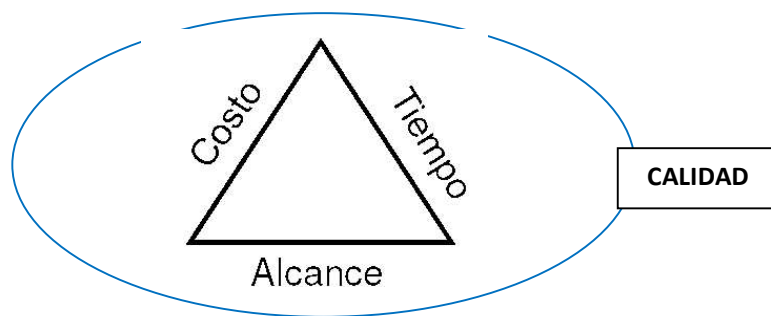
- Ad-Hoc:** Los Procesos Básicos de Gestión de Proyectos no son entendidos o formalizados universalmente (Alcance, Fechas, Costo, Presupuesto, Calidad, etc.).
- Planned:** Los Procesos/Planeamiento de Gestión de Proyectos están sucediendo a un nivel Individual/Departamental.
- Managed:** Procesos de Gestión Sistemáticos son parcialmente formalizados y puestos en marcha.
- Integrated:** Procesos de Gestión de Portafolio de Proyectos están en marcha. La Organización puede planear, administrar, manejar, integrar, y controlar múltiples proyectos efectivamente.
- Sustained:** Procesos de Mejora Continua de Gestión de Proyectos están en marcha. Todos los procesos son auditados por medición. Los equipos de trabajo de los proyectos mantienen y sostienen la cultura hacia la proyectización.

## La triple restricción

Es la condición base de la gestión de proyectos. Cada proyecto tiene restricciones en diferentes maneras por sus:

- Objetivos de alcance: ¿Qué trata de lograr el proyecto?
- Objetivos de tiempo: ¿Cuánto tiempo durará?
- Objetivos de Costo: ¿Cuánto costará?

**FIGURA N° 18**  
**TRIPLE RESTRICCIÓN**



*Fuente: Elaboración Propia*

La triple restricción permite enfocar nuestros esfuerzos para optimizar el costo y el tiempo adecuado para lograr el alcance objetivo del proyecto, siempre teniendo en cuenta la calidad total para cada entregable parcial y para el proyecto total.

## Procesos y/o Fases de un proyecto según PMI

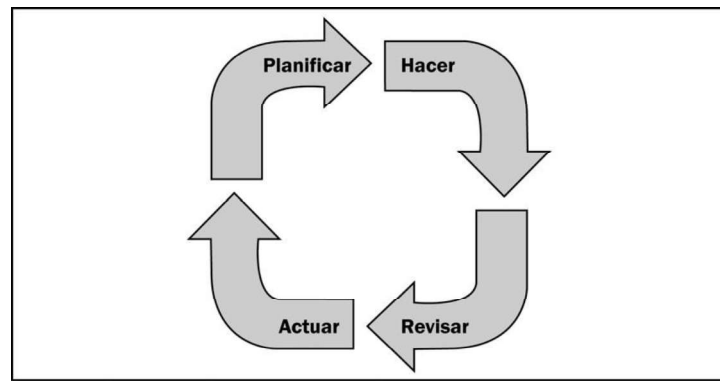
Un proceso es un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas que se llevan a cabo para alcanzar un conjunto previamente especificado de productos, resultados o servicios. El equipo del proyecto es quien está a cargo de ejecutar los procesos de dirección de proyectos, que por lo general pertenecen a una de estas dos categorías principales:

- Los procesos de la dirección de proyectos comunes a la mayoría de los proyectos por lo general están relacionados entre sí por el hecho de que se llevan a cabo para un propósito integrado. El propósito es iniciar, planificar, ejecutar, supervisar y controlar, y cerrar un proyecto. Estos procesos interactúan entre sí de formas complejas que no pueden explicarse completamente en un documento o con gráficos. Sin embargo, en la figura N° 36 se muestra un ejemplo de las interacciones entre los Grupos de Procesos.

K. Olalde en “Introducción a los Procesos de DP para un Proyecto” menciona a Edwards Deming (1999), quien plantea el ciclo de la mejora continua, también conocido como círculo PDCA (del inglés plan-do-check-act), la traducción de este ciclo sería: Planificar-Hacer-Revisar-Actuar, el cual nos sirve para ver el proceso de los proyectos, desde inicio hasta su cierre. (Manual de la ASQ<sup>22</sup> p. 13–14).

**FIGURA N° 19**

**CICLO DE LA MEJORA CONTINUA DE DEMING  
PDCA<sup>23</sup>**



- Los procesos orientados al producto especifican y crean el producto del proyecto. Los procesos orientados al producto se definen normalmente por el ciclo de vida del proyecto y varían según el área de aplicación. Los procesos de la dirección de proyectos y los procesos orientados al producto se superponen e interactúan durante el proyecto.



La dirección de proyectos es una tarea integradora. La integración de la dirección de proyectos exige que cada proyecto y proceso de productos esté correctamente alineado y conectado con los otros procesos, a fin de facilitar su coordinación. Estas interacciones entre procesos a menudo requieren que se hagan concesiones entre los requisitos y los objetivos del proyecto. Es posible que un proyecto grande y complejo tenga algunos procesos que deban repetirse varias veces para definir y satisfacer los requisitos de los interesados, y para llegar a un acuerdo acerca de las salidas de los procesos. No realizar acciones durante alguno de los procesos afectará normalmente al proceso en cuestión y a otros relacionados. Las concesiones específicas de rendimiento pueden variar de un proyecto a otro, y de una organización a otra.

La naturaleza integradora de los Grupos de Procesos es más compleja que el ciclo básico planificar-hacer-revisar-actuar. Sin embargo, el ciclo mejorado puede aplicarse a las interrelaciones dentro de un mismo Grupo de Procesos y entre Grupos de Procesos. El Grupo de Procesos de Planificación corresponde al componente “planificar” del ciclo planificar-hacer-revisar-actuar. El Grupo de Procesos de Ejecución corresponde al componente “hacer”, y el Grupo de Procesos de Seguimiento y Control corresponde a los componentes “revisar y actuar”. Tal como se observa en el figura N° 40.

Igualmente existe un flujo de Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos, tal como se observa en la Figura N° 20.

FIGURA N° 20<sup>24</sup>

**GRIPOS DE PROCESOS DE DIRECCION DE PROYECTOS**

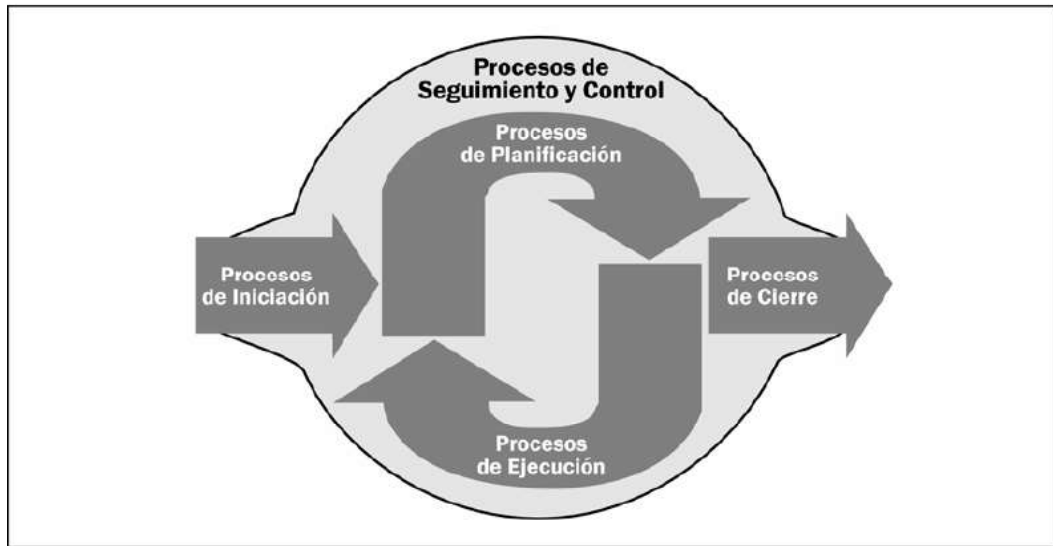
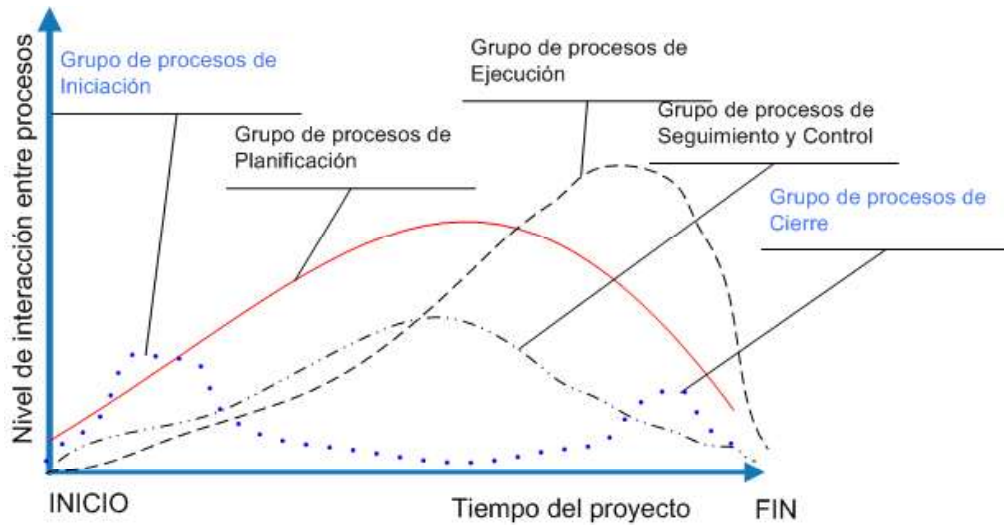


Figura 3-2. Correspondencia de los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos al ciclo Planificar-Hacer-Revisar-Actuar

**Interacciones entre procesos**

Los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos están relacionados por los resultados que producen. La salida de un proceso, por lo general, se convierte en una entrada a otro proceso o es un producto entregable del proyecto. El Grupo de Procesos de Planificación proporciona al Grupo de Procesos de Ejecución un plan de gestión del proyecto documentado y un enunciado del alcance del proyecto, y a menudo actualiza el plan de gestión del proyecto a medida que avanza el proyecto. Además, los Grupos de Procesos pocas veces son eventos discretos o que ocurren una única vez; son actividades superpuestas que se producen con distintos niveles de intensidad a lo largo del proyecto. Igualmente se ilustra cómo interactúan los Grupos de Procesos y el nivel de superposición en distintos momentos dentro de un proyecto. Si el proyecto se divide en fases, los Grupos de Procesos interactúan dentro de una fase del proyecto y también pueden entrecruzarse entre las fases del proyecto. Véase la Figura N° 21.

**FIGURA N° 21**  
**INTERACCIÓN DE LOS GRUPOS DE PROCESOS<sup>25</sup>**



Entre los Grupos de Procesos y sus procesos, las salidas de los procesos se relacionan y tienen un impacto sobre los otros Grupos de Procesos. Por ejemplo, el cierre de una fase de diseño requiere la aceptación por parte del cliente del documento de diseño. Entonces, el documento de diseño define la descripción del producto para el siguiente Grupo de Procesos de Ejecución. Cuando un proyecto está dividido en fases, los Grupos de Procesos normalmente se repiten dentro de cada fase durante la vida del proyecto para posibilitar su conclusión efectiva.

**D. La metodología FEL (Front-end loading)**

La metodología de gestión de proyectos de inversión FEL (Front end loading) es una metodología basada en el concepto de portones de aprobación, donde en cada portón se aprueba, o no, el pase a la siguiente etapa. Esta metodología ayuda ahorrar costos y mantener al proyecto en fecha, ya que cada fase, antes de ser iniciada, debe estar correctamente planificada y aprobada. La metodología se la denomina internacionalmente como FEL, aunque también se la conoce como VCD<sup>26</sup> por la traducción técnica de cada una de sus fases: visualizar, conceptualizar y definir.

Las fases son:

**FEL 1:** Fase de identificación de oportunidad, sirve para validar de la oportunidad del negocio y se basa en estudios de factibilidad técnico- económicos. Puede que no tenga aún asignado un PM ya que el proyecto está en el “mundo de los negocios”.

**FEL 2:** Fase de proyecto conceptual, es el inicio del planeamiento del proyecto a fin de seleccionar una alternativa y avanzar en las definiciones de la misma. Hasta aquí no se ha desembolsado gran cantidad de dinero.

**FEL 3:** Fase de proyecto básico, en esta fase se desarrolla detalladamente el alcance, se elabora la ingeniería básica, se crea el plan de ejecución y se logra una la estimación final de las inversiones con un mínimo error.

\* Fase de Ejecución: se trata de la obra en sí, e incluye la ingeniería de detalle, la construcción y el montaje. Es la fase en la que más tiempo y dinero se invierten, y su éxito en parte queda determinado por la calidad de las fases anteriores<sup>27</sup>. Véase figura N° 46.

Las fases FEL- VCD, se resumen en:

- FEL 1: Visualizar –identificar oportunidad
- FEL 2: Conceptualizar –proyecto conceptual
- FEL 3: Definir – desarrolla el alcance y se planifica la ejecución del proyecto.

**FIGURA N° 22**  
**METODOLOGIA FEL**

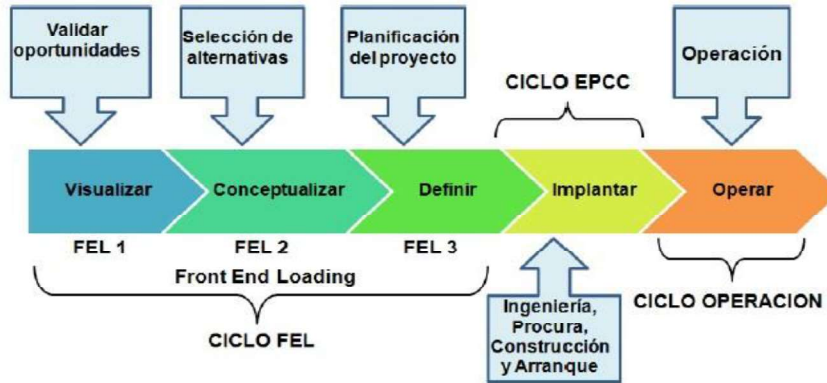


Figura 9. Diagrama del Ciclo FEL-EPCC-Operación.  
Fuente: Adaptado de GGPIC PDVSA (1997)<sup>11</sup>

### E. La Competitividad en la gestión de proyectos

Las empresas tienen que afrontar el reto de la competencia, es ahí precisamente la clave para conocer la competencia y detectar las mejores prácticas, para la ejecución de sus proyectos, obteniendo así una ventaja competitiva.

La base de la competitividad o la capacidad para competir, no deriva de los factores determinantes, ni de sus atributos, sino de su intrínseca interrelación. Ello significa que el efecto que cada uno de estos factores pueda causar depende del estado de los otros. Que las ventajas que unos pueden crear, ayudaran a perfeccionar las ventajas en otros frentes. Este concepto dinámico se denomina “Diamante de la Competitividad”, elaborada por el profesor Michael Porter.

Estos factores determinantes están agrupadas en:

**Factores Principales:** (04 Factores Determinantes)

Factores de Producción, Condiciones de Demanda, Industrias relacionadas y de apoyo, estrategias, estructura y competencia.

**Factores Secundarios:** (02 Factores Determinantes)

FIGURA N° 23  
DIAMANTE DE PORTER<sup>28</sup>



## F. El planeamiento estratégico: Creación de valor

El Planeamiento Estratégico (PE) se realiza en los niveles Corporativos (VID) y en los Negocios.

En el nivel corporativo, se definen, evalúan y seleccionan las áreas de Negocio en las que Votorantim actuará, así como el énfasis que cada área debe recibir. El objetivo es la asignación de recursos entre los Negocios, con base en criterios de valoración del atractivo y la posición competitiva.

En los Negocios, el PE está relacionado con el uso eficiente de los recursos, con la estructura organizacional y la estrategia de actuación en los mercados escogidos. Esas estrategias se basan en premisas y directrices macroeconómicas comunes, proporcionadas por el nivel Corporativo.

El proceso de discusión y la consolidación de la planificación estratégica, en los liderazgos de los Negocios, son anuales y comprenden las siguientes etapas:

### **Diálogo estratégico**

A principios del año, cada Negocio discute, de forma amplia, su estrategia con la Dirección Corporativa y con el Consejo de Administración analizando los posibles movimientos e implicaciones que el escenario externo proporciona. Después de la consolidación de este análisis, cada Negocio recibe un mandato estratégico, con las líneas de actuación que deberán seguir.

### **Plan Plurianual**

Entre junio y julio, con las inversiones aprobadas, se estructura un plan con los resultados esperados para cinco años y se definen metas de largo plazo en cada Negocio, además de mejoras operativas de inversiones en expansión, siguiendo las directrices definidas en el mandato estratégico. Esto permite la construcción del presupuesto del año siguiente y el desdoblamiento de metas de remuneración variables para todos los niveles.

A partir del 2011, las metas también se han vinculado a los temas de sostenibilidad, lo que refuerza el compromiso de la empresa con el desarrollo sostenible.

### **Portafolio Day**

El área de Capex es responsable de analizar y orientar las inversiones en proyectos que contribuyan al crecimiento y la eficiencia de los Negocios. El Capex da prioridad a las categorías de inversión en expansión, modernización y mantenimiento.

Dentro de estas prioridades se consideran aspectos de salud, seguridad, medio ambiente, I+D (Investigación y Desarrollo) y TI. Además, se analizan dimensiones de alineación estratégica y retornos, que consideran puntos relevantes, como el potencial de crecimiento y los riesgos operacionales, de mercado y eventos externos.

Los proyectos sujetos a inversión dentro de los próximos cinco años son presentados anualmente por los negocios en un evento denominado "Portfolio Day", en el que se seleccionan los proyectos prioritarios para VID.

Para apoyar este proceso, el Equipo Temático de CAPEX elaboró en conjunto con las áreas técnicas de los Negocios el Manual de CAPEX, que está compuesto por directrices que guían la elaboración de los proyectos, los cuales contienen, por ejemplo, el estudio de mercado detallado y respaldos que justifican la inversión.

### **Ebitda Day**

En octubre, los diversos gestores de las Empresas de VID se reúnen en este evento, a fin de definir el presupuesto y las metas para el próximo año, utilizando como premisa las inversiones prioritarias en la etapa del Portfolio Day, los análisis y metas del Plan Plurianual.

### **El Planeamiento estratégico de Proyectos**

El Planeamiento estratégico, en las organizaciones permite obtener competencias estratégicas en gerencia de proyectos. Las organizaciones deben entrenarse en gerencia de proyectos, a fin de desarrollar dichas destrezas. Completado dicho aprendizaje se obtiene la madurez necesaria y con esto la base del nivel de competencia en gerencia de proyectos, fundamental para obtener las ventajas competitivas sostenidas, la cuales son el camino hacia la “competencia estratégica”.

### **Importancia de elaborar un proyecto**

El problema económico fundamental es que existen necesidades ilimitadas y renovables, pero factores productivos escasos (bienes y servicios).

No todas las ideas privadas y/o sociales pueden ser exitosas. Sin embargo al impulsarlas usamos recursos propios o de terceros y el fracaso de nuestras ideas (como empresa) puede significar la pérdida total o parcial de dichos recursos.

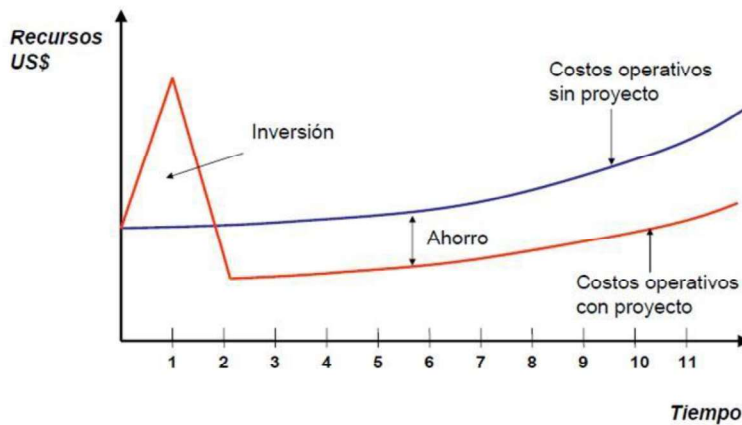


La elaboración de proyectos ayuda a tomar decisiones en contexto de incertidumbre (condiciones naturales, cambios en las políticas económicas, cambios tecnológicos, cambios culturales, etc.)

Permite tomar decisiones al definir el problema e identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios de cada alternativa, encontrando la solución más ventajosa

**FIGURA N° 24**  
**INVERSION Y COSTOS OPERATIVOS DE PROYECTO**

*Todo proyecto de inversión debe producir beneficios.*  
*Ejemplo: Proyecto de fortalecimiento institucional*



### **G. La producción de zinc**

El zinc o cinc es el elemento químico de número atómico 30, cuyo símbolo es Zn; sin embargo, en nuestra naturaleza se trata de un metal abundante que se localiza en la corteza terrestre, es de color blanco y brillante, y puede aparecer en forma de silicato, sulfuro o carbonato. La utilización del zinc se remonta aproximadamente al año 1.500 a.C., de acuerdo a objetos hallados por los arqueólogos. Sin embargo, se cree que la reactividad química de este metal y sus capacidades no fueron advertidas en la antigüedad.

Para algunos autores el zinc fue conocido por las civilizaciones del mundo antiguo, se ha encontrado restos en las ruinas de Pompeya, ciudad destruida por el volcán Vesubio en el 79 a.c. Los romanos trabajaron el latón aproximadamente 200 ac. Se cree que el zinc se produjo en Asia, pasando a Europa, esto lo demostró KazWini, denominado el “Plinio<sup>29</sup> de oriente”.<sup>30</sup> (Soto 2007:18)

Recién en estos últimos 30 años el zinc al igual que otros metales no féreos son producidos mediante procesos que implican tres etapas: testación, hidrometalúrgicos y electrometalúrgicos, tanto para uso primario como secundario (30% de la facturación anual equivalente 320 mil TM al año). Es importante señalar que a nivel mundial, los principales países productores de zinc son: China, Australia, Perú, Estados Unidos y Canadá. Estos cinco países aportan casi el 70% del metal utilizado en todo el planeta.

El zinc se utiliza para formar aleaciones (como el latón), galvanizar el acero y el hierro para protegerlos de la corrosión, y fabricar pilas eléctricas, por ejemplo. Cabe destacar que el zinc es un elemento químico esencial para los seres humanos, ya que lo aprovechan diversas enzimas para el metabolismo de proteínas y ácidos nucleicos

El área de Exploración Mineral de Votorantim Metais se dedica al trabajo de descubrimiento y viabilización de yacimientos mineros. Desde el 2006, la empresa tiene un directorio específico del área corporativa y opera con un equipo multidisciplinario con un total de 70 profesionales en áreas como geología e ingeniería de minas, entre otros.

El proceso de descubrimiento, identificación y viabilización de yacimientos es dividido en seis etapas básicas: definición de áreas potenciales, exploración inicial, sondeo exploratorio, definición de recursos, estudios de viabilidad y construcción. Igualmente, el equipo opera con el soporte de las más rigurosas reglas de Salud, Seguridad y Medio Ambiente (SSMA), enfocados en el comportamiento seguro de todas las actividades realizadas. En paralelo, actúa pautada por las más nuevas y modernas tecnologías del mercado global, como detección remota, geofísica aérea y terrestre (EN, MAG, GAMA, GRAV e IP), geoquímica de rutina y especializada para sedimento de corriente, suelos, roca y sondeo.

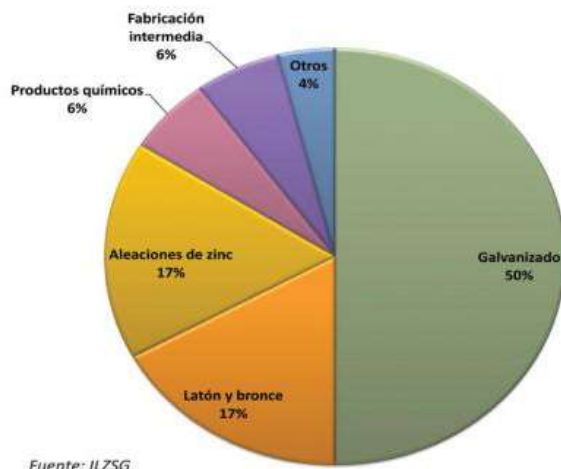
El zinc se aplica en: construcción (45%), transporte (25%), bienes de consumo y electrodomésticos (23%), e ingeniería (7%). Además los productos de zinc pueden ser reciclados al 90 %.

Según el Manual de Minería los usos finales del zinc son:

**FIGURA N° 25**  
**USOS DEL ZINC**

USOS DEL ZINC	IMPORTANCIA
Galvanización	46.30%
Latón y Bronce	19.90%
Aleaciones	14.70%
Químicos	7.90%
Semi manufacturados	6.80%
Polvo de Zinc	1.50%
Varios	2.90%

**FIGURA N° 26**  
**USOS FINALES DEL ZINC<sup>31</sup>**



## **H. El proceso de refinación de zinc**

El proceso de refinación de Zinc en el presente estudio constituye la cuarta categoría de análisis, por cuanto, constituye el planteamiento teórico que emerge en primer lugar, de la unidad de refinería Cajamarquilla. .

Como consecuencia de la culminación del Proyecto de Ampliación desde el 1 de diciembre del año 2007, logró elevar su capacidad de producción a 160,000 t/año de zinc refinado.<sup>32</sup>

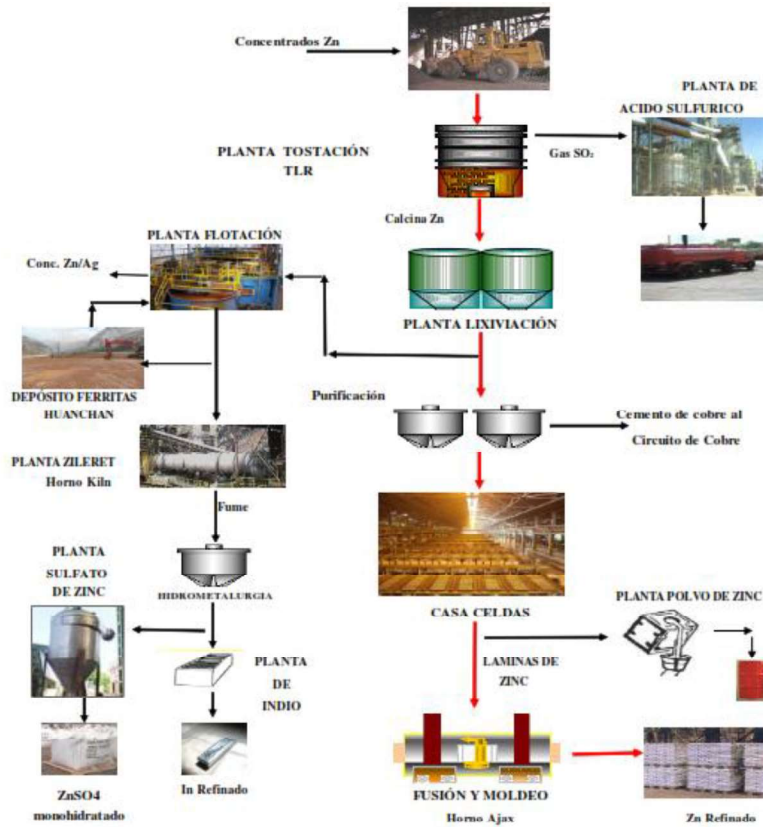
Desde marzo del 2010 hasta junio del 2010, se ha desarrollado el proceso de Ramp Up del Proyecto de duplicación de la capacidad de producción, con lo cual se ha iniciado las operaciones a un ritmo de 320,000 t/año de zinc refinado. Del proceso de refinación se obtienen otros productos agregados, como: ácido sulfúrico, concentrado de plata, cemento de cobre y cadmio. Asimismo se agregó la producción de indio y polvo de zinc.

Por tanto, el circuito del refinado del zinc, constituye en la cuarta categoría de análisis del planteamiento teórico. Asimismo, los productos finales del proceso de refinación son: zinc refinado al 99.9%; cobre electrolítico; cadmio refinado; ácido sulfúrico; plata y cemento de cobre.

La figura N° 27, muestra los procesos que se dan en una refinería de zinc, desde la llegada del concentrado (elemento indispensable- materia prima que viene de la sierra peruana).

FIGURA N° 27<sup>33</sup>

FIGURA CIRCUITO DEL ZINC



El concentrado de zinc pasa por una cadena de producción, son transportados principalmente por vía férrea, luego se los lleva a la tolva de almacenamiento de la Planta de Tostación. (Soto 2007:12) En la planta de tostación se quema en hornos a altísimas temperaturas y se genera la calcina, luego la calcina pasa a la planta de lixiviación.

Según Soto (2007) “El zinc que se encuentra en forma de óxido que se denomina Calcina (ZnO), de mayor constituyente del resultado de la tostación, además lo acompañan Sulfatos, Ferritas y Sulfuro de zinc.” (p. 13). La calcina está formada por diversas sustancias que pasan por el proceso de lixiviación, donde es tratada con ácido

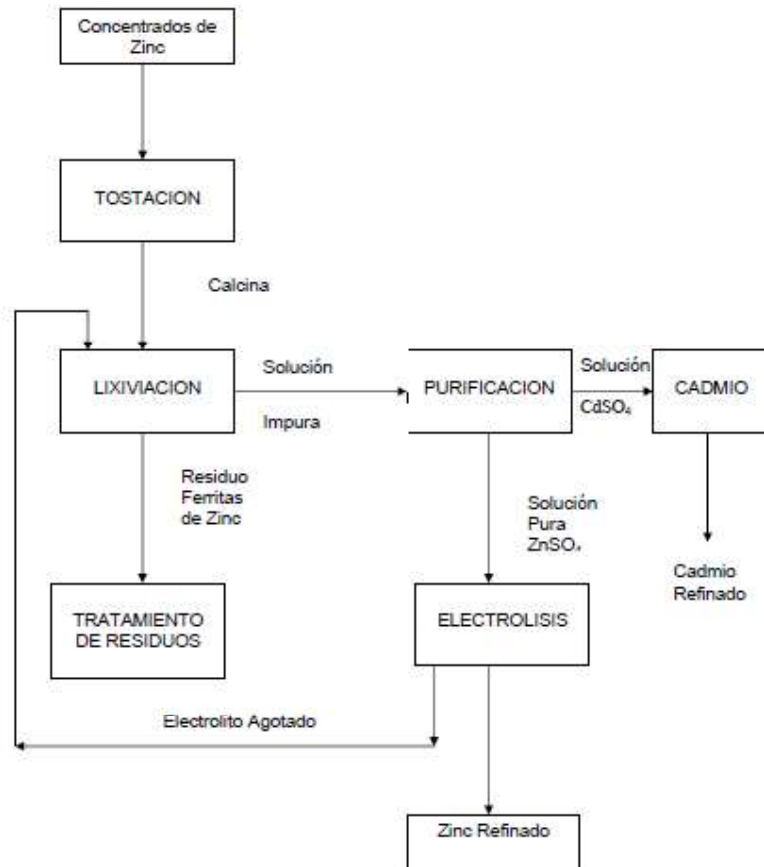
sulfúrico, generando una solución impura que pasa por una purificación dando como resultado principal el zinc refinado y como un sub producto el cadmio refinado. La purificación consiste en separar las impurezas del zinc y se genera diversos sub productos como cobre, níquel y cadmio. También se da el respectivo tratamiento de los residuos. (Ver figura de flujo de una refinería de zinc).

Igualmente, es importante mencionar sobre los resultados de los costos de producción del proceso de refinado que constituyen uno de los principales factores de rendimiento económico y de evaluación de gestión organizativa operativa

Votorantim realiza proyectos para mejorar la eficiencia del consumo de los materiales, así como, está realizando negociaciones con los proveedores para reducir el costo de adquisición, de tal forma que la empresa siga ubicándose dentro del primer cuartil de menores costos de conversión a nivel mundial.<sup>34</sup> En el año 2011, el costo de producción directo ascendió a \$870 por tonelada de zinc refinado. En la figura N° 28 se presenta el proceso completo de obtención del zinc.

El mineral del zinc es primeramente extraído de la mina, el zinc pasa por un proceso denominado flotación del cual se obtiene el concentrado de zinc, que es el producto final de las empresas mineras. Este concentrado de mineral es el insumo principal del proceso de refinación de una empresa refinadora (metalúrgica). Se puede observar que el concentrado pasa a la tostación y el proceso de refinación es de línea continua, donde inmensos hornos y calderas procesan toneladas de zinc, dando diversos sub productos.

**FIGURA N° 28**  
**FIGURA DE FLUJO DE UNA REFINERIA DE ZINC<sup>35</sup>**



## FIGURA N° 29

### FIGURA DE FLUJO DE UNA PLANTA DE ELECTROLISIS DE ZINC<sup>36</sup>

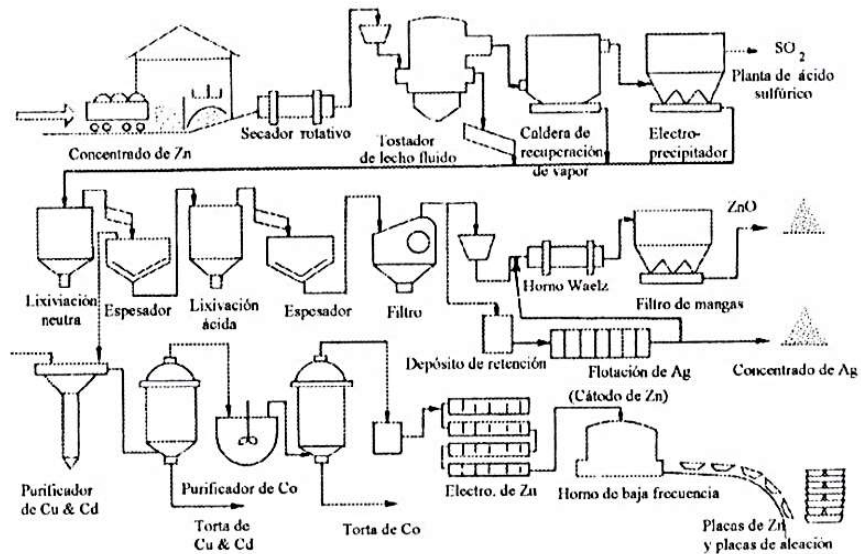


Figura 3.1.- Diagrama de flujo de una planta de electrolisis de cinc (según Huang, Z. (1990): Lead-Zinc'90. The Minerals, Metals and Materials Society (TMS). Warrendale).

## 2.4.2. Bases teóricas especializadas

### a) Los proyectos Capex

La Unidad Cajamarquilla para garantizar la continuidad de sus operaciones, viene ejecutando una gestión de inversiones denominada Capex (Capital Expenditure), que es una metodología de gestión de inversiones, en el cual se busca invertir un porcentaje de las ganancias de la empresa, a fin de generar retornos financieros, asegurar la continuidad de las operaciones y desarrollar nuevas tecnologías, con lo cual continuar con el proceso de crecimiento y posicionamiento en el mercado, tornándose cada día más competitivo.

Esto se visualiza en mapa conceptual de los proyectos Capex. En ese sentido podemos citar los siguientes:



- Inversiones en equipos, instalaciones y construcciones.
- Costos incrementales de ingeniería para la administración del proyecto.
- Inversiones en mejoría de procesos que incrementan la productividad, calidad del producto e implementación de nuevas líneas de productos ejemplo: El proyecto de producción de cobre electrolítico, proyecto de recuperación de Indio, etc.

Toda inversión en Capex debe tener como objeto básico la creación de valor y/o la perennización del negocio.<sup>37</sup>

## **b) Tipos de proyectos Capex**

### **Expansión:**

Inversiones destinadas básicamente a aumentar la capacidad de alguna línea de producción o crear una nueva línea. Ejemplo: Proyecto de Expansión a 160K, 320K producción de Indio, etc

### **Modernización:**

Inversiones destinadas a mejorar procesos existentes elevando su eficiencia y productividad. Ejemplo: Proyecto de recuperación de Ag y Zinc, automatización del sistema de colada, etc.

### **Sustaining:**

Inversiones destinadas a reponer un activo que cumplió su vida útil. Ejemplo: Renovación de computadoras, balanzas, grupos electrógenos, motores, redes de comunicación, etc.

### **Higiene, Seguridad, Medio ambiente y Social (HSMA):**

Inversiones que garantizan reducir el impacto ambiental de las operaciones de la empresa, incrementar la seguridad en la misma, corregir o prevenir impactos sociales

en el entorno, en vías de acceso a las instalaciones. Ejemplo: Construcción de la sala de recreación, remodelaciones de las oficinas, nueva sala de capacitación, etc.

**Investigación y desarrollo:**

Inversiones en el área de investigación aplicada y desarrollo o estudio de productos y procesos. Ejemplo: Compra de equipos para exploraciones mineras.

**c) Metodología de priorización de proyectos Capex**

Implementar la metodología y herramientas que permitan realizar la priorización de proyectos de capital de acuerdo con las necesidades estratégicas de Votorantim Metais.

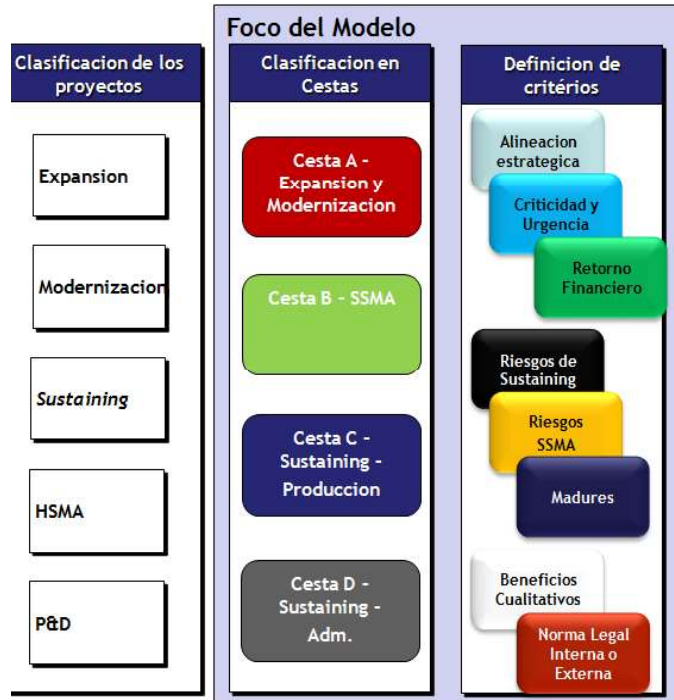
**Beneficios:**

Priorización de proyectos de acuerdo con las necesidades estratégicas de Votorantim.

- Maximización del valor total del portafolio.
- Proceso de priorización más claro y objetivo.
- Revalidación constante y completa del portafolio de VM.

En siguiente figura se indica los criterios de priorización para los diversos tipos de proyectos Capex.

**FIGURA N°30**  
**PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS MODELO VOTORANTIM**



*Fuente: Manual de Priorización - Votorantim*

#### d) Fases de un proyecto Capex

##### **Aprobación**

El proceso de identificación de ideas, análisis y elaboración de propuesta de alternativas de inversión, hasta la obtención de la propuesta final como proyecto, viene siendo desarrollado con la Metodología **Front-End Loading (FEL)**.

##### **Ejecución**

El proceso de ejecución del proyecto se realiza bajo los estándares de la metodología PMI. En la cual se realizan los procesos de Gestión del Proyecto, Actualización del planeamiento, Mapa de adquisiciones de equipos y servicios, (buscando optimizar los costos y plazos, generando socios estratégicos con los principales proveedores), y la realización de la actividades de construcción y/o montaje de equipos.

Asimismo, se debe garantizar la operatividad de los equipos dentro del alcance estipulado en el proyecto. Para ello se realizan las capacitaciones a los colaboradores involucrados y las pruebas técnicas pruebas requeridas con la validación de las aéreas usuarias y la garantía del proveedor suministrador del bien y/o servicio.

Concluido el proceso y con la validación de los involucrados, se procede a realizar el cierre técnico / financiero y la entrega del proyecto al área usuaria.

### **Evaluación Ex Post**

En los proyectos mayores a 500 KUSD y menores a 5,000 KUSD, se tiene una planilla de evaluación ex – post, donde se indica los beneficios de la inversión.

#### **e) Los proyectos de sustaining**

##### **Definición**

Inversiones en mejoría de procesos que incrementan la productividad, calidad del producto. Adquisición de máquinas, equipos y mobiliario. Reparaciones integrales en equipos que incrementen la vida útil del bien y su performance (no solo restituir la vida útil si no que debe incrementarla más de allá del estándar).

##### **Objetivos**

Inversiones destinadas a reponer un activo que cumplió su ciclo. Ejemplo: Grupos electrógenos, motores, redes de comunicación, etc.

#### **f) Criterios para la priorización de un proyecto Capex tipo sustaining**

##### **Criticidad de Renovación (*Riesgo de sustaining*<sup>38</sup>)**

Mide el impacto del proyecto con relación a los riesgos de pérdida de producción. Por ejemplo fallas del equipamiento y /o paradas de planta no programadas.

### **Priorización del Proyecto (*Madures*<sup>39</sup>)**

Mide la madurez y/o grado de urgencia de realizar un proyecto. Este es elaborado tomando en consideración el costo de mantenimiento, la vida útil del equipamiento en contraste con el tiempo en operación en la refinería y la eficiencia y/o rendimiento del mismo.

La priorización de los proyectos de Sustaining se realiza en base a su influencia en la producción, si los costos de mantenimiento aumentan y el rendimiento del equipo decrece, entonces se convierte en una prioridad el proyecto. Otro factor a tomar en cuenta es la vida útil del equipo, el tiempo de operación, teniendo en cuenta la rentabilidad.

**FIGURA N° 31**  
**CRITERIO DE PRIORIZACION DE PROYECTOS DE SUSTAINING**

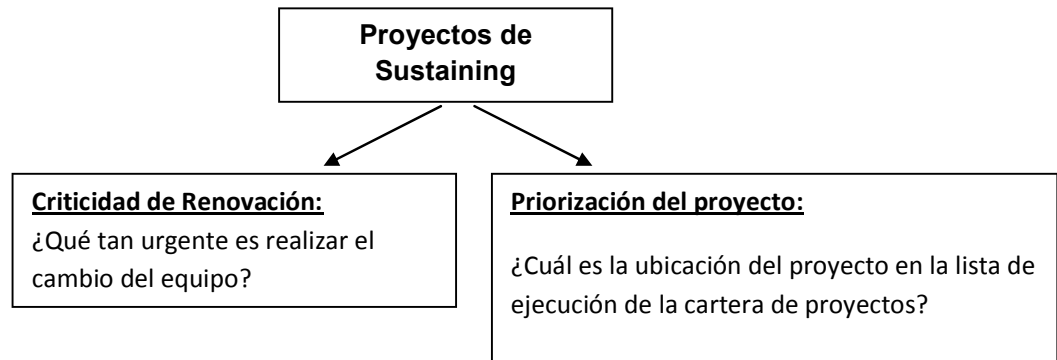


*Fuente: Manual de Priorización - Votorantim*

### **Aprobación**

Para aprobar un proyecto de Sustaining son determinantes: la criticidad de renovación y la priorización del proyecto, en el caso de la criticidad, viene determinado por lo crítico o urgente del cambio de la maquinaria, ¿qué tanto tiempo puede seguir operativo?, el equipo mantiene un rendimiento aceptable o es deficiente. Esto se puede ver en la siguiente figura (proyectos de sustaining)

**FIGURA N° 32**  
**PROYECTOS DE SUSTAINING**



*Fuente: Elaboración Propia*

### **g) La meta de producción**

Cada año en los meses de mayo a agosto, se realizaba el Planeamiento estratégico, como parte de gestión operativa de la empresa, en este proceso se establecía el número de toneladas a ser producidas en el año siguiente. Este número tiene concordancia con la capacidad de las instalaciones de la planta y a los históricos<sup>40</sup> de producción.

El cumplimiento de la meta de producción anual de zinc se relaciona con la efectividad- productividad que debe brindar rentabilidad y competitividad a la empresa.

## **2.5. Hipótesis y variables**

### **2.5.1 Hipótesis General**

La eficiente inversión en proyectos de Sustaining afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metais Cajamarquilla localizada en Lima.

### **2.5.2 Hipótesis Específicas**

- El nivel de criticidad de renovación afecta la performance de operación en la planta de refinación de Zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla.
- La priorización de los proyectos de Sustaining afecta la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla.

### **Identificación de las variables**

- VARIABLE INDEPENDIENTE: Eficiencia de inversión en los proyectos de Sustaining
- VARIABLE DEPENDIENTE: Cumplimiento de la meta anual de producción de la planta de refinación de zinc.

## 2.6. Matriz de consistencia

FIGURA N°33

### MATRIZ DE CONSISTENCIA PROBLEMAS, OBJETIVOS E HIPÓTESIS.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable independiente	Variable dependiente
¿La eficiente inversión en proyectos de Sustaining afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla, localizada en Lima, en el periodo 2007-2011?	Determinar las causas de la eficiente inversión en proyectos de Sustaining (en función a Numero de proyectos y Monto de inversión) y su influencia en el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Refinería de Zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla, Lima en el periodo 2007-2011	La eficiente inversión en proyectos de Sustaining afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla localizada en Lima.	Inversión en los proyectos de Sustaining (En función al Número de proyectos y al Monto de inversión).	Cumplimiento de la meta anual de la producción en de la planta de refinación de Zinc Votorantim Metaís.
¿El nivel de criticidad de renovación de los proyectos de Sustaining afecta el cumplimiento de la meta anual de producción en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla en el periodo 2007-2011?	Determinar como el nivel de criticidad de renovación afecta el cumplimiento de la meta anual de producción en la planta de refinación de Zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla, en el periodo 2007-2011.	El nivel de criticidad de renovación afecta el cumplimiento de la meta anual de producción en la planta de refinación de Zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla.	El nivel de criticidad de renovación	El cumplimiento de la meta anual de producción en la planta de refinación de Zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla.
¿La priorización de los proyectos de Sustaining afecta el cumplimiento de la meta anual de producción en la planta de refinación de zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla en el periodo 2007-2011?	Determinar como la priorización de los proyectos de Sustaining afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla, en el periodo de 2007-2011	La priorización de los proyectos de Sustaining afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla	La priorización de los proyectos de Sustaining,	El cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la planta de Refinación del zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla

Fuente: Elaboración Propia



## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Nivel, tipo y diseño metodológico de la investigación**

##### **3.1.1 Nivel de investigación:**

El nivel de investigación es correlacional, porque se trata de cuantificar las relaciones de asociación entre las variables en estudio, por un lado, la inversión en proyectos de Sustaining y por otro lado, el cumplimiento de la meta anual de la producción de la planta de refinación del zinc. Se tiene como propósito determinar las causas de la ineficiente inversión en proyectos de Sustaining y su influencia en el cumplimiento de la meta anual de producción en la Refinería de Zinc Votorantim Metais Cajamarquilla, Lima.

Asimismo, el nivel es explicativo, por cuanto nos interesa la puesta en marcha de los proyectos de Sustaining para el cumplimiento de la meta anual de producción de la refinación del Zinc, está es nuestra variable dependiente. Por otro lado se busca determinar las causas de la ineficiente inversión en proyectos de sustaining, considerando la adecuada priorización de los proyectos de sustaining en base al nivel de criticidad

##### **3.1.2 Tipo de investigación:**

El tipo de investigación a realizarse será del tipo aplicada, ya que se realizará el estudio de las variables observadas en el problema de investigación general. La tesis estudia la relación entre la inversión en proyectos de Sustaining y el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc, además de analizar la eficiencia, a la cual aspira la organización, debido al mercado competitivo en el proceso de globalización.

## 3.2. Población y muestra

### 3.2.1. Población

Está constituida por el conjunto de datos de los proyectos de Sustaining en la planta de refinación de zinc Votorantim Metais Cajamarquilla, desde su adquisición por la empresa Votorantim Metais en el 2004. Estos datos son del tipo finito.

**FIGURA N° 34**

**DATOS DE LOS PROYECTOS DE SUSTAINING TOTALES DEL PERIODO  
DE ESTUDIO (2007-2011)**

Años	Numero	Presupuesto	Ejecucion
2007	26	2,909,258	2,513,692
2008	42	6,585,470	4,213,069
2009	17	4,150,800	2,163,156
2010	20	5,091,860	2,567,570
2011	35	2,704,500	2,226,842

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.2.2. Muestra

La muestra estará constituida por los Proyectos de Sustaining “operacionales” durante el periodo de estudio. Estos proyectos son los relacionados directamente al proceso de transformación de la materia prima en la planta; es decir que participan del proceso productivo: Tostación, Hidrometalurgia y Electrometalurgia.

**FIGURA N° 35**  
**POBLACION Y MUESTRA DE PROYECTOS DE SUSTAINING**

	<b>POBLACION (Proyectos Sustaining)</b>	<b>MUESTRA (Proyectos Sustaining Operacionales)</b>
<b>Años</b>	<b>Número</b>	<b>Número</b>
2007	26	22
2008	42	33
2009	17	16
2010	20	20
2011	35	35

*Fuente: Elaboración Propia*

Se observa que en los años 2010 y 2011 el número de población y muestra es el mismo.

A continuación se tiene el conjunto de datos de los proyectos de sustaining “operacionales” donde se ve que el número de proyectos, presupuesto aprobado y presupuesto ejecutado, durante el periodo de estudio en la planta de Refinación de Zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla.

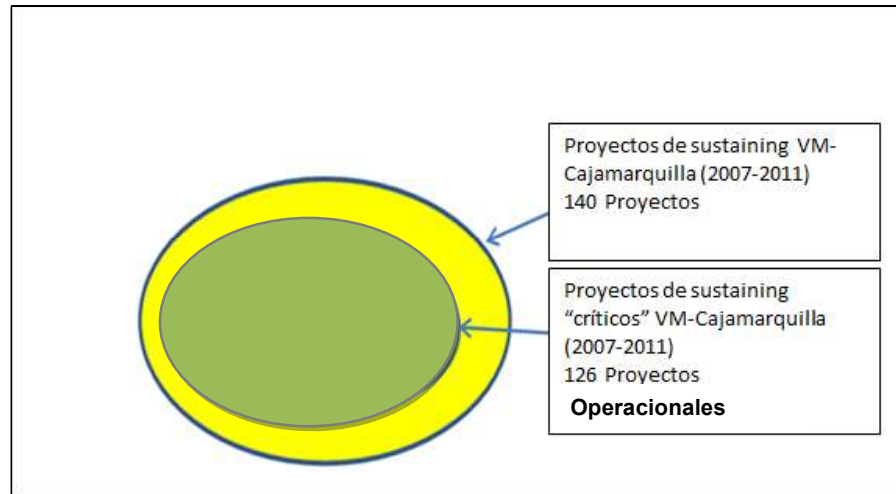
**FIGURA N° 36**  
**LOS PROYECTOS DE SUSTAINING – RESUMEN ANUAL**

<b>Años</b>	<b>Número</b>	<b>Presupuesto (USD)</b>	<b>Ejecucion (USD)</b>	<b>TN Producidas</b>
2007	22	1,792,258	1,564,176	120,279
2008	33	4,471,970	3,247,466	139,358
2009	16	3,800,800	2,091,506	158,269
2010	20	5,091,860	2,567,570	280,578
2011	35	2,704,500	2,229,326	317,257

*Fuente: Elaboración Propia*

De esta manera se representa la siguiente esquema

**FIGURA N°37**  
**POBLACIÓN Y MUESTRA**



*Fuente: Elaboración Propia*

### **3.2.3 Unidad de análisis**

La unidad de análisis está constituida por 01 Proyecto de Sustaining "operacionales" (durante el periodo de estudio (2007 – 2011)).

### **3.3 Fuentes de información**

Las fuentes de datos de nuestro estudio son:

Primarias: se ha obtenido los datos, archivos digitales, memorias institucionales y otros de la empresa Votorantim Metais unidad de Cajamarquilla. Estos datos son de las áreas de mantenimiento, operaciones y proyectos.

Secundarias: búsquedas bibliográficas de referencia para estudios similares y/o complementarios, en gestión de proyectos, gestión de sustaining y procesos de refinación del zinc.

### **3.4 Operacionalización de las variables**

#### **3.4.1. Definición de las variables**

**Eficiencia de inversión en proyectos de Sustaining**, esta variable hace referencia a la inversión en activos fijos que permiten la operatividad de la planta. Los proyectos de Sustaining tienen como función la renovación o incremento de la performance del equipamiento operacional.

La eficiencia viene dada por la ejecución de la inversión en proyectos de sustaining respecto al planeado, para ello se analiza la inversión en función de: a) el número de proyectos y b) el monto de inversión (ejecutado y planeado).

**Cumplimiento de la Meta anual de producción:** esta variable hace referencia a la ejecución real de la estimación de la meta de producción.

Para el cálculo de la meta anual de producción la empresa se basa en el volumen de la producción y el costo de la misma, teniendo en cuenta la capacidad de la planta.

#### **3.4.2. Los proyectos de sustaining y la meta anual de producción**

Los resultados de los costos de producción del proceso de refinado constituyen uno de los principales factores del rendimiento económico de la producción y de la evaluación de la gestión de las inversiones en proyectos de Sustaining.

Votorantim invertía en proyectos de Sustaining, según el monto aprobado en su presupuesto anual. Ahora lo aprobado versus lo ejecutado reviste diferencia, Votorantim Unidad de Cajamarquilla no ejecuta el 100% de lo aprobado, en algunos años la desviación en el presupuesto alcanza más del 40%, en el 2010 fue del 49%.

En relación con la producción de zinc, esta depende de la capacidad de la planta y de la performance de las operaciones. Si existe una adecuada performance de la planta esto afecta la producción de forma positiva, así la performance de operación en la planta de refinación afecta el cumplimiento de la meta anual. Y está se relaciona con la inversión real (ejecución de inversión en proyectos de Sustaining).

La variable X (Eficiencia de inversión en proyectos de Sustaining), se relaciona a:

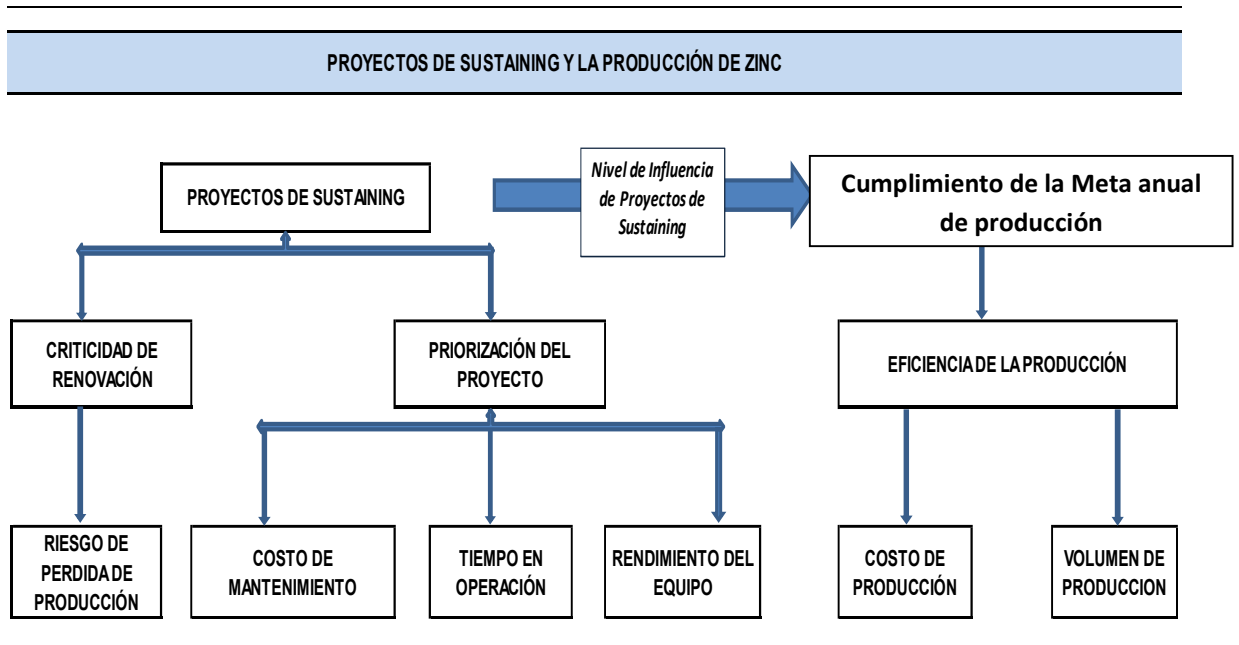
- El presupuesto de Sustaining anual aprobado
- Presupuesto de Sustaining anual ejecutado
- Desviación del presupuesto anual
- Número de proyectos anual de Sustaining

La variable Y (Cumplimiento de la meta anual de producción), se relaciona con:

- La meta anual proyectada
- La producción ejecutada o real
- Porcentaje de cumplimiento de la meta anual.
- Avance del proyecto de expansión

Se analiza la correlación de las variables X e Y, para relacionar la inversión en proyectos de Sustaining con el cumplimiento de la meta anual de producción.

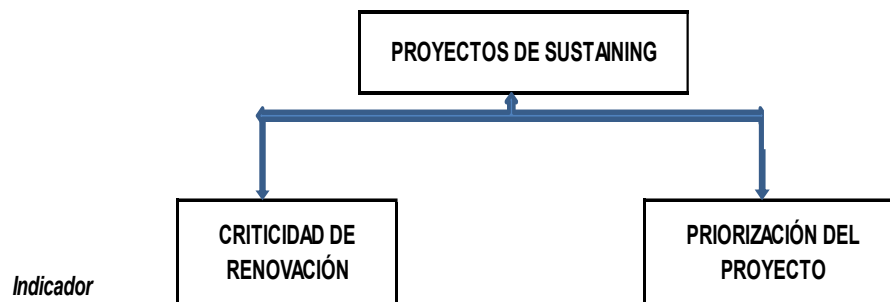
**FIGURA N° 38**  
**OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES, FACTORES E INDICADORES**



*Fuente: Elaboración Propia*

**3.4.3. OPERACIONALIDAD DE LA VARIABLE: EFICIENCIA DE INVERSIÓN EN PROYECTOS DE SUSTAINING (X)**

**FIGURA N°39**  
**OPERACIONALIDAD VARIABLE X**



*Fuente: Elaboración Propia*

1. **En relación a la criticidad de renovación**, puede ser alto, medio y bajo el riesgo y se ha de renovar según corresponda la escala. Comprende el riesgo de pérdida de producción.

**Criticidad de Renovación**

**Alto = Riesgo 4 y 5 : Renovar en 1er Semestre**

**Medio= Riesgo 2 y 3 : Renovar en el 2do Semestre**

**Bajo = Riesgo 1: Renovar el siguiente año**

Esta variable mide "la necesidad imperativa" de renovar una maquinaria. Es decir que tan necesario y/o crítico es realizar el proyecto sustaining. Se ha estimado una escala de número del 1 al 5 para indicar esta "urgencia" y de acuerdo a ello el tiempo máximo para implementar el proyecto dentro del año en curso.

- a. **Respecto al riesgo de Pérdida de Producción**, que responde a la escala 1-5 en donde 1 es el mínimo riesgo y 5 el máximo riesgo.

**Riesgo de Pérdida de Producción**

**Escala del 1 - 5**

**1= Mínimo riesgo**

**5= Máximo riesgo**

Esta variable mide el impacto del riesgo de pérdida de producción en la planta. El número asignado del 1 al 5 será para estimar el impacto de este riesgo.

2. **En relación a la priorización del Proyecto**, que comprende el porcentaje costo de mantenimiento respecto al tiempo de operación por 1 – rendimiento del equipo



### **Priorización del Proyecto**

**% Costo de Mantt acum. x Tiempo de operación x (1-Rend.del equipo)**

**Priorizado = Mayor a 14%**

**Priorizar en el 2do Semestre = entre 11 % - 14 %**

**Priorizar el sgte año = Menor de 11%**

Esta variable permite medir la urgencia de iniciar el proyecto. Esta variable permite realizar un ranking en los proyectos para seleccionar los más "necesarios de implementar". De esta manera se realiza una estimación matemática (buena práctica en la empresa) para calcular el nivel de "prioridad". Mayor a 11% se realizara en el año en curso menor a 11% se realizara el sgte año.

- a. Respecto al costo de mantenimiento**, que comprende el costo de mantenimiento anual, en donde este costo será un porcentaje del costo acumulado a la fecha, el mismo que deberá ser mayor al 40% que de obtenerse de la relación porcentual costo de mantenimiento/presupuesto.
- b. Respecto al tiempo en operación**, que es el tiempo que está trabajando el equipo, este deberá ser mayor a la vida útil del fabricante; por tanto, se registrara en porcentaje obtenido según el tiempo en operación/vida útil, la que debería ser mayor a 1,4.
- c. Respecto del rendimiento del equipo**, es el porcentaje de rendimiento del equipo a la fecha, el que deberá ser menor al 75% y se obtendrá del rendimiento actual/rendimiento del fabricante en porcentaje.

### **Costo de Mantenimiento**

#### **Costo de mantenimiento Anual**

**Este costo será el % del costo acumulado a la fecha.**

**Deberá ser mayor al 40%**

**= Costo Mantenimiento/ Presupuesto**

Esta variable medirá el ratio de costo real de mantenimiento respecto al presupuesto de mantenimiento. De esta manera se va monitoreando que el Costo de Mantenimiento acumulado. Si este supera el 40% por política y buenas practicas se deberá realizar un proyecto sustaining para renovar la maquinaria.

### **Tiempo en Operación**

**Tiempo que está trabajando el equipó actualmente (En meses)**

**Deberá ser mayor a la "vida útil" del fabricante.**

**Se colocará en %= Tiempo en operación / Vida útil**

**Debería ser mayor a 1.4**

Esta variable medirá el ratio de tiempo de "trabajo" (operación) de la maquinaria respecto a la vida útil recomendada por el fabricante. En ese sentido Con ello se va a realizar el monitoreo del uso del equipo. Si este viene operando más del 40% del tiempo indicado por el fabricante se recomienda realizar un proyecto sustaining para renovar.

**Rendimiento del equipo**

**Es el % de rendimiento del equipo a la fecha. Debiera ser menor al 75%**

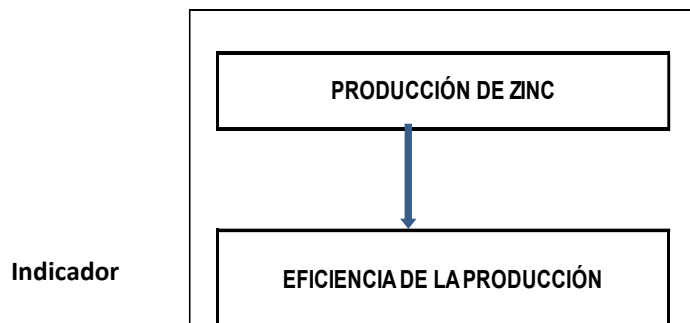
**= Rend Actual / Rend del Fabricante (x 100 %)**

Esta variable medirá la performance del rendimiento del equipo. Es decir que tan eficiente es el equipo en este momento luego de venir operando en la planta. Se realizara un ratio de la performance actual sobre la performance indicada por el fabricante, a fin de realizar un monitoreo del progreso del mismo. Si este es menor del 75% se procederá a renovar la maquinaria por ser niveles de eficiencia no recomendados para el proceso.

**3.4.4. OPERACIONALIDAD DE LA VARIABLE: CUMPLIMIENTO DE LA META DE PRODUCCIÓN (Y)**

**FIGURA N° 40**

**OPERACIONALIDAD DE LA VARIABLE Y**



*Fuente: Elaboración Propia*

### **Eficiencia de la producción**

**Productividad = Recurso (\$) / Producto (\$)**

**= Volumen de Producción x Costo de Materia Prima (MP) estándar anual (en \$)  
/ Costo de Producción (en \$)**

**Ratio del Costo de Materia Prima al inicio del proceso / Costo de Producción al fin del proceso**

Esta variable medirá la Productividad de la materia prima a nivel de indicador de la producción. Es decir se evaluará el rendimiento del costo de la materia prima por costo de la producción elaborada en el año en curso.

El cual nos indica el impacto del costo de la materia prima en el costo de producción real (Costo de transformación, es decir costo de producción, originada en la línea de producción aquí no se incluyen los costos indirectos de comercialización, distribución y/o soporte administrativo).

Cabe mencionar que al ser una empresa del rubro Minero Metalúrgico no tiene manejo en el precio del mercado el cual se coloca según estándares internacionales (LME) más si deberá de mejorar significativamente sus niveles de optimización de costo para ser competitivo en la industria.

- a) **En relación a la eficiencia de la producción** que comprende a la productividad que se obtiene del recursos en dólares/producto = volumen de producción x costo de materia prima, estándar anual en dólares/ costos de producción en \$. Finalmente, se obtiene el ratio del costo de materia prima al inicio del proceso/ costo de producción al fin del proceso.
- i. **Respecto al costo de producción**, que comprende el costo de producción en relación a las toneladas producidas por el costo estándar de producción del zinc refinado anual.
- ii. **Respecto al volumen de producción**, que comprende las toneladas de materias primas procesada para la producción de zinc refinado.

### **Costo de Producción**

**Costo de producción = Toneladas producidas x costo estándar de producción de zinc refinado anual**

Esta variable registrara el costo de producción de zinc refinado anual. En función al costo estándar del año en curso y las toneladas producidas anual.

### **Volumen de Producción**

**Toneladas de Materia Prima procesada para la producción de Zinc Refinado**

Esta variable registrara el nivel de producción de zinc refinado expresado en toneladas producidas anual.

## **3.5 Instrumentos y técnicas de recolección correlación de datos**

Para recolección de los datos se ha coordinado con las áreas involucradas de la empresa: Gerencia de Proyectos, Gerencia de mantenimiento, y Operaciones.

Por la naturaleza de los datos recolectados éstos han sido elaborados con el soporte informático de programas como Excel y el ERP empresarial SAP. Muchos de estos datos han sido manejados y elaborados como parte de las labores en la Gerencia de Proyectos y también en la Gerencia de Mantenimiento; en ambos casos en el puesto de Controller Financiero de Proyectos, durante el periodo de estudio.

Como instrumento de recolección de datos se ha usado la *escala de estimación* para elaborar el nivel de *criticidad de renovación* (X1) y calcular la *priorización del proyecto* (X2), ambos son indicadores de la variable independiente (X) *Inversiones en proyectos de sustaining*.

También se trabaja con registros como: Base de datos de las inversiones en proyectos, reportes de producción, reportes de mantenimiento, informes gerenciales, reportes de

inversiones, memorias institucionales, presentaciones a comité mensual de proyectos, entre otros.

Estos registros se utilizará para elaborar las tablas comparativas, realizar estadísticos de tendencia central, y regresiones e índices correlacionales.

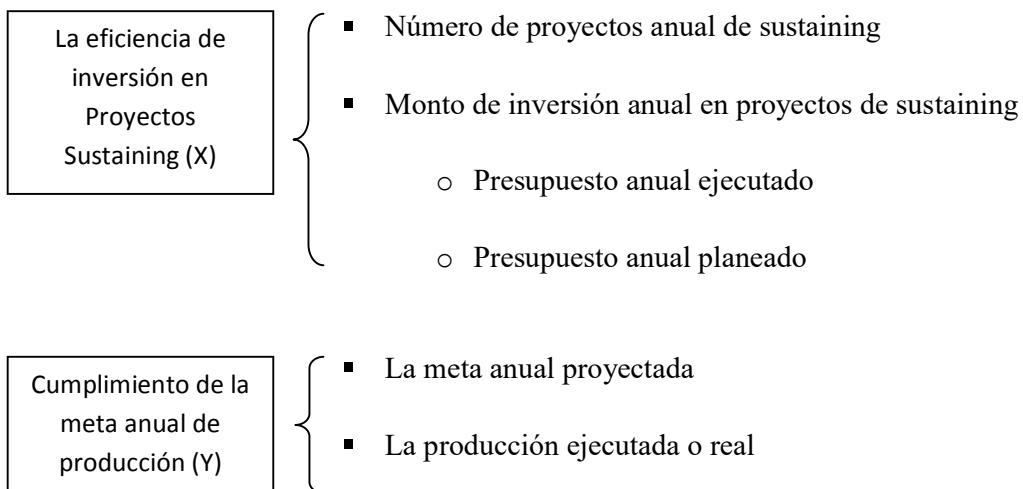
### 3.6 Procesamiento de la información

Para el análisis de datos de nuestro estudio se procederá de la siguiente manera:

#### 3.6.1 Análisis del comportamiento de las variables

- Independiente : La eficiencia de inversión en proyectos de sustaining (X)
- Dependiente : El cumplimiento de la meta anual de producción (Y)

Estas variables se analizan en función de lo siguiente:



Con ello se analiza el comportamiento de los proyectos en cada año del periodo de estudio: del presupuestado aprobado, de la ejecución, del cumplimiento de la meta anual, y la desviación presupuestal y metas planificadas.

### **3.6.3 Elaboración y análisis de estadísticos de tendencia central y de dispersión**

Se dividirá los proyectos en niveles según el monto del presupuesto:

- a) Mayores a \$300,000,
- b) Entre \$100,000 y \$300,000 y
- c) Menores a \$100,000.

Con lo cual se analizará las variables independiente (X) y dependiente (Y) por año y por nivel de presupuesto aprobado. Luego se mostrarán los estadísticos de tendencia central (media y mediana) y de variación (desviación estándar muestral y coeficiente de variación) por variables.

### **3.6.4 Análisis de regresión y correlación para la variables**

Se utilizará los siguientes instrumentos:

- a) Correlación de Pearson para medir la fuerza de la dependencia de las variables.
- b) Gráficos de tendencia polinómica para estimar la función matemática que mejor explica el comportamiento de la variable Y en función de X

### **3.6.5 Análisis y contrastación de las hipótesis**

Para realizar la contrastación de las hipótesis se usará:

- a) Tablas de contingencia para las variables de estudio
- b) Cálculo de los datos estimados para el análisis residual
- c) Prueba de hipótesis

Con lo cual se procederá a realizar la prueba de hipótesis para la toma de decisiones.

Utilizaremos la distribución Chi-cuadrado y Normal.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.1 Analizando el comportamiento de las variables (X) e (Y)

Para el periodo de estudio se analizó las inversiones en proyectos de sustaining (Variable X) y el cumplimiento de la meta anual de producción (Variable Y).

**FIGURA N°41**  
**NUMERO DE PROYECTOS DE SUSTAINING: 2007-2011**

<b>Años</b>	<b>Número</b>
2007	22
2008	33
2009	16
2010	20
2011	35

*Fuente: Elaboración Propia*

También, se tiene el presupuesto anual en dólares para los proyectos de Sustaining en el periodo 2007-2011.

**FIGURA N° 42**  
**PRESUPUESTO DEL PROYECTO (en dólares (\$))**

<b>Años</b>	<b>Presupuesto</b>
2007	2,909,258
2008	6,585,470
2009	4,150,800
2010	5,091,860
2011	2,704,500

*Fuente: Elaboración Propia*



Los costos de la ejecución de los proyectos de Sustaining para el periodo 2007-2011, se presentan a continuación:

**FIGURA N° 43**  
**EJECUCIÓN DE PROYECTOS - \$**

<b>Años</b>	<b>Ejecución (USD)</b>
2007	1,564,176
2008	3,247,466
2009	2,091,506
2010	2,567,570
2011	2,229,326

*Fuente: Elaboración Propia*

Por otro lado, se ha analizado el comportamiento de la variable Y en relación con las toneladas producidas durante el periodo 2007-2011.

Así, la producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla durante el periodo de estudio, ha sido lo siguiente desde 2007 al 2011:

**FIGURA N° 44**  
**PRODUCCIÓN DE ZINC (Toneladas producidas)**

<b>Años</b>	<b>TN Producidas</b>
2007	120,279
2008	139,358
2009	158,269
2010	280,578
2011	317,257

*Fuente: Elaboración Propia*

**FIGURA N° 45**  
**META ANUAL DE PRODUCCIÓN DE ZINC PROYECTADA**  
**(Toneladas producidas)**

<b>Años</b>	<b>TN Producidas</b>
2007	130,000
2008	160,000
2009	160,000
2010	300,000
2011	320,000

*Fuente: Elaboración Propia*

Debemos mencionar que la capacidad de producción aumentó por la inversión en los proyectos de expansión. En el 2004 la producción era de 130 mil toneladas de zinc, en el 2007 se proyectó invertir 500 millones de dólares para elevar la producción a 320 mil toneladas al año. A fines de setiembre del 2007 aparece en diarios<sup>41</sup> y revistas la noticia sobre la inversión planificada por la corporación Votorantim, ese año se mantuvo la meta anual de producción. Para el 2008 y 2009 la meta era 160 mil toneladas, luego de que Votorantim invirtió 100 millones de dólares.

A fines de noviembre de 2009 Paulo Nogueira<sup>42</sup>, gerente general de la Unidad de Cajamarquilla indicó que estaban al 93% del proyecto de expansión, y se estimaba finalizar a fines de febrero de 2010. Con ello se duplicó de 160 mil toneladas a 320 mil toneladas de zinc al año.

En el año 2010 la meta anual fue 300 mil toneladas, ello porque el proyecto de expansión de duplicidad de la capacidad de planta (de 160 mil toneladas a 320 mil toneladas) tuvo inconvenientes en la puesta en marcha planificada para febrero de dicho año. El proceso de arranque de la planta con las nuevas instalaciones se inició en marzo y alcanzó su máxima capacidad en julio del mismo año.

El cumplimiento de la meta anual no se dio al 100%, en los años de estudio, esto debido a varios factores, entre ellos se considera la inadecuada gestión de riesgos y la eficiencia en las inversiones en proyectos de Sustaining, este ultimo materia del presente estudio.

El número del proyecto de Sustaining respecto a la producción del zinc para el periodo 2007 al 2011 es la siguiente:

**FIGURA N° 46**  
**PROYECTOS DE SUSTAINING**  
**NUMERO DE PROYECTOS VS PRODUCCIÓN DE ZINC**  
(Toneladas producidas)

<b>Años</b>	<b>Número</b>	<b>TN Producidas</b>
2007	22	120,279
2008	33	139,358
2009	16	158,269
2010	20	280,578
2011	35	317,257

*Fuente: Elaboración Propia*

Es notorio desde el año 2007 un incremento del número de proyectos de Sustaining y su relación con las toneladas producidas, se observo que la producción aumenta por el proyecto de expansión (inversión de 500 millones de dólares), pero también existió un mayor número de proyectos de inversión en Sustaining, que incidieron en el cumplimiento de las metas de producción anual de zinc.

El presupuesto del proyecto de Sustaining respecto a las toneladas producidas de zinc es la siguiente.

**FIGURA N° 47**  
**PROYECTOS DE SUSTAINING**  
**PRESUPUESTO DE PROYECTOS VS PRODUCCIÓN DE ZINC**  
**(Toneladas producidas)**

<b>Años</b>	<b>Presupuesto (USD)</b>	<b>TN Producidas</b>
2007	1,792,258	120,279
2008	4,471,970	139,358
2009	3,800,800	158,269
2010	5,091,860	280,578
2011	2,704,500	317,257

*Fuente: Elaboración Propia*

El presupuesto para los proyectos de inversión en Sustaining aumenta a partir del 2007, pero existe diferencia entre lo planeado y lo ejecutado en Cajamarquilla.

La relación de la ejecución de los proyectos de Sustaining con respecto a la producción del zinc para el periodo 2007-2011 es la siguiente:

**FIGURA N° 48**  
**EL PROYECTO DE SUSTAINING**  
**EJECUCIÓN DE PROYECTOS VS PRODUCCIÓN DE ZINC**  
**(Toneladas producidas)**

<b>Años</b>	<b>Ejecución (USD)</b>	<b>TN Producidas</b>
2007	1,564,176	120,279
2008	3,247,466	139,358
2009	2,091,506	158,269
2010	2,567,570	280,578
2011	2,229,326	317,257

*Fuente: Elaboración Propia*

Al analizar el año 2007, tenemos que se aprueba un presupuesto de \$ 1, 792,258 pero lo ejecutado es \$1, 564,176, lo cual muestra que se ejecutó menos de lo aprobado.

Siendo la hipótesis general del estudio: La eficiente inversión en proyectos de Sustaining afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla localizada en Lima. Se acota que se presupuesto un monto, pero se ejecutó una inversión menor, siendo ineficiente la inversión para la óptima operatividad de la planta.

Para ello se utilizó como indicador la desviación del presupuesto asignado a los proyectos de Sustaining, el cual muestra que no se cumple con la ejecución de forma eficiente.

**FIGURA N° 49**  
**DESVIACION DE PRESUPUESTO VS EJECUCION DE**  
**PROYECTOS DE SUSTAINING**

<b>Años</b>	<b>Presupuesto (USD)</b>	<b>Ejecución (USD)</b>	<b>Desviación %</b>
2007	1,792,258	1,564,176	-12.726
2008	4,471,970	3,247,466	-27.382
2009	3,800,800	2,091,506	-44.972
2010	5,091,860	2,567,570	-49.575
2011	2,704,500	2,229,326	-17.570

*Fuente: Elaboración Propia*

A continuación se tiene la figura que relacionan los indicadores de la variable X e Y.

**FIGURA N° 50**  
**CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN**  
**ANUAL DE ZINC REFINADO**

<b>Años</b>	<b>TN Proyectadas</b>	<b>TN Producidas</b>	<b>Cumplimiento %</b>
2007	130,000	120,279	92.522
2008	160,000	139,358	87.099
2009	160,000	158,269	98.918
2010	320,000	280,578	87.681
2011	320,00	317,257	99.143

*Fuente: Elaboración Propia*

Con estos datos se muestra la relación de la desviación de la ejecución de los proyectos de sustaining y el porcentaje de cumplimiento de la meta anual de producción durante el periodo de estudio.

**FIGURA N° 51**  
**DESVIACIÓN DE EJECUCIÓN Y CUMPLIMIENTO DE META ANUAL**

<b>Años</b>	<b>Desviación de Ejecución de Proyecto % (Real /Plan)</b>	<b>Cumplimiento % de la meta anual de producción</b>
2007	-12.73	92.52
2008	-27.38	87.10
2009	-44.97	98.92
2010	-49.58	87.68
2011	-17.57	99.14

*Fuente: Elaboración Propia*

Al realizar el análisis de correlación entre la desviación de ejecución de los proyectos de sustaining y el cumplimiento de la meta de producción anual se observa un  $r = -0.13$ . Lo cual indica una correlación negativa débil. Es decir una relación inversa: a mayor incremento de la desviación de ejecución de proyectos (mayor variación entre el plan vs real) menor es el cumplimiento de la meta anual de producción.

Lo cual implica que si se incrementa la brecha de ejecución de proyectos respecto al planeado este evento afecta al cumplimiento de la meta anual de producción. Por lo tanto es necesario disminuir la brecha de ejecución de proyectos para contribuir al incremento de la meta anual de producción.

La meta anual de producción fue la prioridad de la refinería, siendo el principal objetivo alcanzar la meta proyectada.

La relación entre meta proyectada y la meta real de producción arroja un indicador del cumplimiento de la meta anual. Siendo el año 2008, el de menor cumplimiento de la meta anual (87%), y el año 2011 el de mayor cumplimiento de la meta anual (99 %)

En los años 2009 y 2010 se produjo una mayor desviación de la ejecución del presupuesto de los proyectos de inversión en Sustaining. Aunque el cumplimiento de la meta anual había mejorado esto responde al proyecto de expansión iniciado en el 2007, y no a la ejecución en proyectos de Sustaining. En el 2011 el cumplimiento de la meta anual de producción fue de 99%, el mejor de los años de estudio. También hay una menor desviación del presupuesto de los proyectos de Sustaining.

## **4.2 Análisis de los datos por año y por nivel de presupuesto aprobado**

### **4.2.1 El proyecto de expansión**

Para realizar el análisis de los datos de las inversiones en proyectos de sustaining, se ha de explicar el proceso de expansión de la capacidad de la planta en Votorantim Metaís (VM) Cajamarquilla (CJM) y su relación con las variables de estudio.

Para explicar ello se muestra la siguiente figura<sup>43</sup>Nº 52.

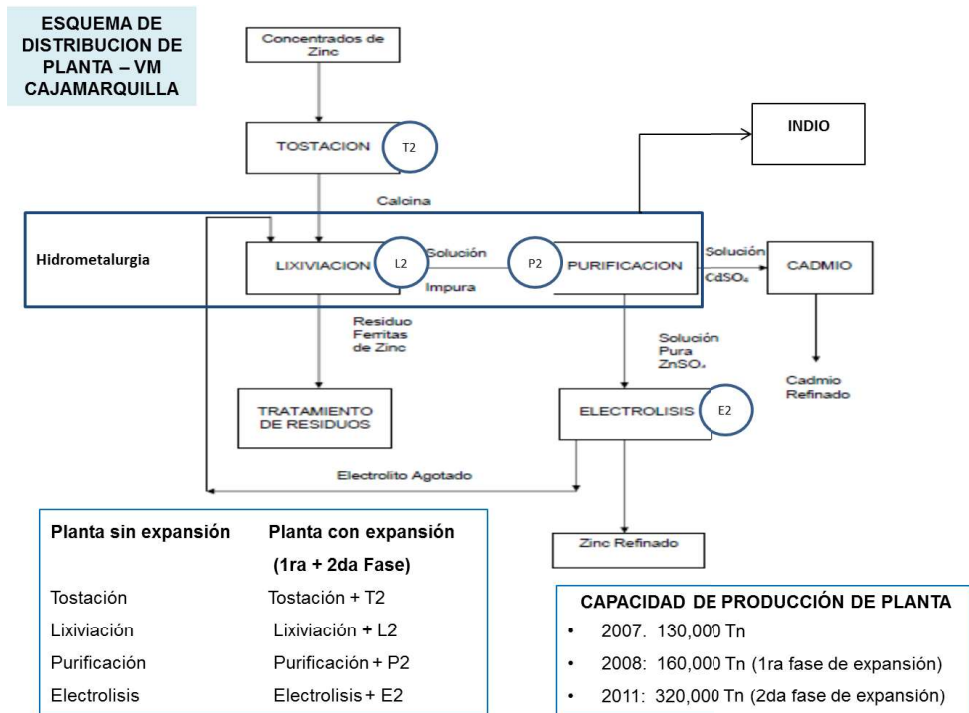
El proceso de producción se realiza en 03 fases principales: Tostación, Hidrometalurgia (Lixiviación y Purificación) y Electrometalurgia (Electrolisis). En el año 2007 la capacidad de la planta era de 130,000 Tn, asimismo a fines de dicho año se concluía la 1ra fase de la expansión por ello se considera que para el año 2008 la

capacidad de planta era de 160,00 Tn. En el 2011 se considera que es el 1er año que se trabaja con la planta con expansión es decir con una capacidad de 320,000 Tn.

La expansión consistió en la construcción de nuevas instalaciones para los procesos principales de producción de la planta como: T2 (Tostación – expansión), para Hidrometalurgia tenemos 02 subprocesos: L2 (Lixiviación – expansión) y P2 (Purificación – expansión) y finalmente E2 (Electrometalurgia - expansión).

La planta trabajó a partir del Mayo del 2010 con la nueva capacidad instalada producto de la implementación de las 02 fases de la expansión, por ello la capacidad de producción para ese año fue de 300,000 Tn. Mas para el año 2011 se consideró la capacidad total instalada que asciende a 320,000 Tn.

**FIGURA N° 52**  
**DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE CAJAMARQUILLA (2011)**



Fuente: Elaboración Propia



#### 4.2.2 Análisis de los datos de las inversiones en proyectos de sustaining por año de aprobación

Desde el 2008 y con mayor incidencia a partir del 2010, la planta trabajó con equipamiento antiguo y equipamiento nuevo en paralelo.

En la siguiente figura se observa el comportamiento del número, presupuesto y ejecución de los proyectos de sustaining aprobados en el periodo de estudio.

**FIGURA N° 53**

#### **PRESUPUESTO- EJECUCIÓN DE PROYECTOS 2007 - 2011**

<b>Años</b>	<b>Número</b>	<b>Presupuesto (USD)</b>	<b>Ejecución (USD)</b>
2007	22	1,792,258	1,564,176
2008	33	4,471,970	3,247,466
2009	16	3,800,800	2,091,506
2010	20	5,091,860	2,567,570
2011	35	2,704,500	2,229,326

*Fuente: Elaboración Propia*

En el año 2007 se aprobó 22 proyectos de sustaining con un presupuesto de 1,79 \$MM y una ejecución de 1.56 \$MM en ese momento se tenía una capacidad de 130,000 Tn el cual es la base inicial sin proyecto de expansión.

Para el año 2008 se tuvo una capacidad de 160,000 Tn ello como producto de las mejoras y optimizaciones en base a las instalaciones de la planta existente. En ese sentido el sustaining se incremento en el año 2008 producto del incremento de capacidad de la planta.

Para el 2008 el sustaining aprobado es de 33 proyectos con un presupuesto de 4.47 \$MM y una ejecución alcanzada de 3.25 \$MM. En la siguiente figura se observa algunos proyectos de mayor impacto económico por su alto presupuesto siendo este mayor o igual a 300,000 USD.

El total de los proyectos correspondiente al año 2008 se detallan en los anexos.

**FIGURA N° 54**  
**PROYECTOS DE SUSTAINING**

N°	Nombre del proyecto	Proyectos de Sustaining (Presupuestado)	Proyectos de Sustaining (Ejecutado)
10	Renovación del sistema eléctrico	747,670	744,868
15	Cambio de la compresora 12w	380,000	377,590
16	Adquisición del paquete evaporador	325,000	319,137
19	Adquisición de paquete II de la caldera Lamont	350,000	63,790
21	Implementación de sistema auxiliar de bombeo para purificación	320,000	237,009
32	Riesgos Eléctricos	730,000	549,866
33	Implementación de jumbos de 2tn	406,000	197,255
		<b>4,471,970</b>	<b>3,247,466</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

En la figura se observa que los proyectos en color verde corresponden a la optimización del presupuesto; en donde la ejecución fue mucho menor al estimado a pesar de la realización del alcance al 100%. El proyecto en color amarillo fue parado por decisión de la gerencia general; se ejecutó solo los estudios de ingeniería que correspondían. Si sumamos los saldos de los presupuesto de la optimización y del proyecto parado obtenemos un monto de 0.68 \$MM lo cual corresponde a un 15.1% del presupuesto aprobado ese año. Con este considerando se presenta los datos del 2008, donde se ha ajustado los montos de presupuesto.

**FIGURA N° 55**  
**PROYECTOS DE SUSTAINIG 2008**

Años	Número	Presupuesto (USD)	Ejecución (USD)	TN Producidas
2008 (Total)	33	4,471,970	3,247,466	139,358
2008 (Sin incluir saldos de presupuesto de proyectos optimizados y parados)	33	3,796,881	3,247,466	139,358

*Fuente: Elaboración Propia*

En el año 2009 el número de proyectos aprobados desciende de 33 a 16 lo cual representa el 52% en número de proyectos. El presupuesto aprobado en dicho año es de 3.8 \$MM lo cual implica un descenso del 15%. Ese año existió un proyecto de gran impacto: Recrecimiento de la Poza 5 cuyo presupuesto ascendió a 1.5 \$MM, este representaba el 39% del presupuesto de ese año. Sin embargo solo se ejecutó la ingeniería básica como proyecto de sustaining ya que el proyecto cambio de tipología de Sustaining a SSMA, este sigue perteneciendo al Capex mas deja de ser del tipo Sustaining.

Por lo tanto los proyectos del 2009, fueron los siguientes ajustando los datos respecto al presupuesto.

**FIGURA N° 56**  
**PROYECTOS DE SUSTAINIG 2009**

<b>Años</b>	<b>Número</b>	<b>Presupuesto (USD)</b>	<b>Ejecución (USD)</b>	<b>TN Producidas</b>
2009 (Total)	16	3,800,800	2,091,506	158,269
2009 (Sin incluir el proyecto: Recrecimiento de la poza 5. Incluyendo solo la ingeniería 19,575 USD)	16	2,320,375	2,091,506	158,269

*Fuente: Elaboración Propia*

De esta manera el presupuesto en sustaining (real) ascendió a \$2.3 \$MM y la ejecución de estos proyectos es de 2.09 \$MM.

También se consideró que ese año hubo menos proyectos aprobados debido a que el equipamiento se encontraba optimizado por la 1ra fase de la expansión, asimismo por la crisis mundial económica del 2008. A pesar de la crisis el grupo Votorantim decidió mantener la inversión en el proyecto de expansión en el Perú, sin embargo para que este proyecto continúe ejecutándose se requirió una estructuración del presupuesto de inversión en CJM. Por ello se visualiza en ese año un menor número de proyectos de sustaining aprobados y ejecutados.

Para el año 2010 se aprobó 20 proyectos con un presupuesto de 5.09 \$MM este es el año donde se aprueba el mayor presupuesto de nuestro periodo de estudio. Sin embargo se observa en la siguiente figura que los proyectos en color verde fueron optimizados es decir se realizó el 100% del alcance con un ahorro de 0.64 \$MM, respecto a los proyectos en color amarillo estos fueron parados por la empresa y solo se realizó la ingeniería respectiva.

En la siguiente figura se observa algunos proyectos de mayor impacto económico por su alto presupuesto siendo este mayor o igual a 300,000 USD.

**FIGURA N° 57**

**PROYECTOS DE SUSTAINIG 2010-DETALLE**

N°	Nombre del proyecto	Proyectos de Sustaining (Presupuestado)	Proyectos de Sustaining (Ejecutado)
1	Adquisición del paquete II-caldera lamont	580,000	533,343
2	Reemplazo de bombas	350,000	339,035
3	Enfriador seccional	1,250,000	876,778
5	Sistema de máxima demanda II	420,000	78,300
8	Rotor KKK	372,260	109,090
11	Vigas monorriel de grua - casa de celdas sec 70	477,000	49,338
16	Intercambiador chemectic	495,000	8,358
		<b>5,091,860</b>	<b>2,567,570</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

El monto de los saldos de estos proyectos parados ascendía a 1.26 \$MM. La suma de los saldos de los proyectos de optimización y de parada es de 1.89 \$MM representa el 37.2% del presupuesto aprobado en dicho año.

Con estos comentarios se presenta los datos ajustados del presupuesto aprobado para el año 2010.

**FIGURA N° 58****PRESUPUESTO APROBADO PARA EL AÑO 2010.**

<b>Años</b>	<b>Número</b>	<b>Presupuesto (USD)</b>	<b>Ejecución (USD)</b>	<b>TN Producidas</b>
2010 (Total)	20	5,091,860	2,567,570	280,578
2010 (Sin incluir saldos de presupuesto de proyectos optimizados y parados)	20	3,199,464	2,567,570	280,578

*Fuente: Elaboración Propia*

Para los datos de la muestra se utilizó los valores del presupuesto ajustado para los años 2008-2010, y con ello se realizó los cálculos de los estadísticos correspondientes. En la siguiente figura se observa el consolidado de datos para los cálculos.

**FIGURA N° 59****CONSOLIDADO DE DATOS**

<b>Años</b>	<b>Número</b>	<b>Presupuesto (USD)</b>	<b>Ejecución (USD)</b>	<b>TN Producidas</b>
2007	22	1,792,258	1,564,176	120,279
2008	33	3,796,881	3,247,466	139,358
2009	16	2,320,375	2,091,506	158,269
2010	20	3,199,464	2,567,570	280,578
2011	35	2,704,500	2,229,326	317,257

*Fuente: Elaboración Propia*

**4.2.3 Los Proyectos de sustaining por nivel de presupuesto anual aprobado**

Los proyectos de sustaining tienen un impacto por el número de proyectos aprobados y con mayor preponderancia por el monto aprobado de estos proyectos. En ese sentido se ha categorizado los proyectos de sustaining del periodo de estudio de acuerdo al nivel de inversión.

A modo de ejemplo se esquematiza un resumen de los proyectos de sustaining del año 2007, donde se categorizó los proyectos de acuerdo al nivel de presupuesto aprobado según la siguiente escala: a) Proyectos mayores a 300 KUSD<sup>44</sup> b) Proyectos entre 100 KUSD y 300 KUSD c) Proyectos menores a 100 KUSD.

**FIGURA N° 60**  
**INVERSIONES EN PROYECTOS DE SUSTAINING (2007)**

<b>Proyectos mayor a 300 KUSD</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>Ejecutado</b>	<b>Criticidad de Renovación</b>	<b>Priorización del Proyecto</b>
Adquisición del paquete sobre calentador	390,000	369,041	Alto	25%
Adquisición de RAF	350,000	272,121	Alto	39%
	<b>740,000</b>	<b>641,162</b>		
<b>Proyectos entre a 100 y 300 KUSD</b>				
Adquisición de bomba de alta presión	176,858	164,053	Alto	28%
Construcción de taller de soldadura	110,000	98,986	Alto	24%
Mejoras complementarias en Cadmio	108,900	105,577	Alto	28%
	<b>395,758</b>	<b>368,616</b>		
<b>Proyectos menores de 100 KUSD (17 Proyectos)</b>				
	<b>656,500</b>	<b>554,398</b>		
<b>Total</b>	<b>1,792,258</b>	<b>1,564,176</b>		

*Fuente: Elaboración Propia*

De los proyectos de sustaining en el 2007 se indica que 5 proyectos de los 22 de ese año son mayores a \$ 100,000 lo cual significa el 22.73% del número de proyectos, sin embargo estos proyectos tienen un presupuesto aprobado de \$ 1, 135,758 lo cual representa el 63.37% del presupuesto. Estos se visualizan en color verde.

**FIGURA N° 61**  
**INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINIG 2007**

	Niveles de Inversión	Número de Proyectos	Presupuesto	Ejecutado	% del Presupuesto
<b>2007</b>	Mayor a 300 KUSD	2	740,000	641,162	41%
	Entre 100 KUSD y 300 KUSD	3	395,758	368,616	22%
	Menor a 100 KUSD	17	656,500	554,398	37%
	<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>1,792,258</b>	<b>1,564,176</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

De los proyectos de sustaining en el 2008 se indica que 9 proyectos de los 33 de ese año son mayores a 100,000 USD, lo cual representa el 27.27% del número de proyectos. Sin embargo estos proyectos tienen un presupuesto aprobado de 2, 606,911 USD lo cual representa el 68.66% del presupuesto. Estos se visualizan en color verde.

**FIGURA N° 62**  
**INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINIG 2008**

	Niveles de Inversión	Número de Proyectos	Presupuesto	Ejecutado	% del Presupuesto anual
<b>2008</b>	Mayor a 300 KUSD	7	2,160,911	2,063,784	57%
	Entre 100 KUSD y 300 KUSD	2	446,000	252,977	12%
	Menor a 100 KUSD	24	1,189,970	930,705	31%
	<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>3,796,881</b>	<b>3,247,466</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

De los proyectos de sustaining en el 2009 se indica que 5 proyectos de los 16 de ese año son mayores a 100,000 USD lo cual significa el 31.25% del número de proyectos, sin embargo estos proyectos tienen un presupuesto aprobado de 1, 561,696 USD lo cual representa el 67.30% del presupuesto. Estos se pueden visualizar en color verde.

**FIGURA N° 63**  
**INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINIG 2009**

	Niveles de Inversión	Número de Proyectos	Presupuesto	Ejecutado	% del Presupuesto anual
<b>2009</b>	Mayor a 300 KUSD	3	814,575	741,854	35%
	Entre 100 KUSD y 300 KUSD	2	747,121	233,589	32%
	Menor a 100 KUSD	11	758,679	1,116,063	33%
	<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>2,320,375</b>	<b>2,091,506</b>	100%

*Fuente: Elaboración Propia*

De los proyectos de sustaining en el 2010 podemos indicar que 12 proyectos de los 20 de ese año son mayores a 100,000 USD lo cual significa el 60% del número de proyectos, sin embargo estos proyectos tienen un presupuesto aprobado de 2, 849,864 USD lo cual representa el 89.07% del presupuesto, lo podemos visualizar en color verde.



**FIGURA N°64**  
**INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINIG 2010**

	Niveles de Inversión	Número de Proyectos	Presupuesto	Ejecutado	% del Presupuesto anual
<b>2010</b>	Mayor a 300 KUSD	7	2,051,864	1,994,242	64%
	Entre 100 KUSD y 300 KUSD	5	798,000	379,243	25%
	Menor a 100 KUSD	8	349,600	194,085	11%
	<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>3,199,464</b>	<b>2,567,570</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

De los proyectos de sustaining en el 2011 se indica que 17 proyectos de los 35 de ese año son mayores a 100,000 USD lo cual significa el 48.57% del número de proyectos, sin embargo estos proyectos tienen un presupuesto aprobado de 2, 075,000 USD lo cual representa el 76.72% del presupuesto. Estos se pueden visualizar en color verde.

**FIGURA N°65**  
**INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINIG 2011**

	Niveles de Inversión	Número de Proyectos	Presupuesto	Ejecutado	% del Presupuesto anual
<b>2011</b>	Mayor a 300 KUSD	12	300,000	247,015	11%
	Entre 100 KUSD y 300 KUSD	5	1,775,000	1,462,301	66%
	Menor a 100 KUSD	18	629,500	520,010	23%
	<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>2,704,500</b>	<b>2,229,326</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

De este análisis se tiene el siguiente resumen:

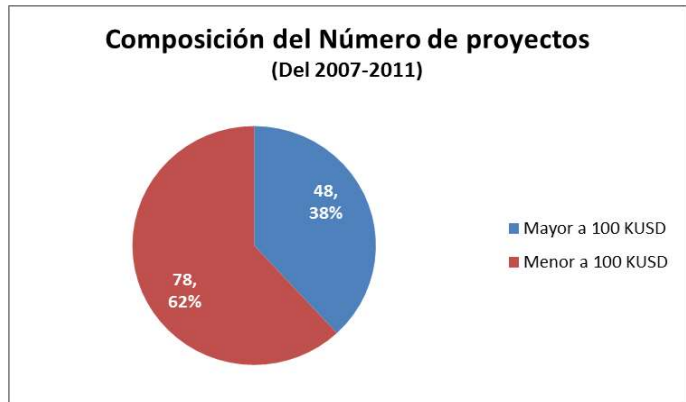
**FIGURA N° 66**  
**TABLA DE RESUMEN DE PROYECTOS**  
**SEGÚN AÑOS DE EJECUCIÓN**

Total de Proyectos			Proyectos Mayores a 100 KUSD				Proyectos Menores a 100 KUSD				
Años	N°	Presupuesto (USD)	N°	% N°	Presupuesto	% Presupuesto	N°	% N°	Presupuesto	% Presupuesto	
2007	22	1,792,258	5	22.73%	1,135,758	63.37%	17	77.27%	656,500	36.63%	
2008	33	3,796,881	9	27.27%	2,606,911	68.66%	24	72.73%	1,189,970	31.34%	
2009	16	2,320,375	5	31.25%	1,561,696	67.30%	11	68.75%	758,679	32.70%	
2010	20	3,199,464	12	60.00%	2,849,864	89.07%	8	40.00%	349,600	10.93%	
2011	35	2,704,500	17	48.57%	2,075,000	76.72%	18	51.43%	629,500	23.28%	
<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>13,813,478</b>	<b>48</b>		<b>10,229,229</b>		<b>78</b>		<b>3,584,249</b>		

*Fuente: Elaboración Propia*

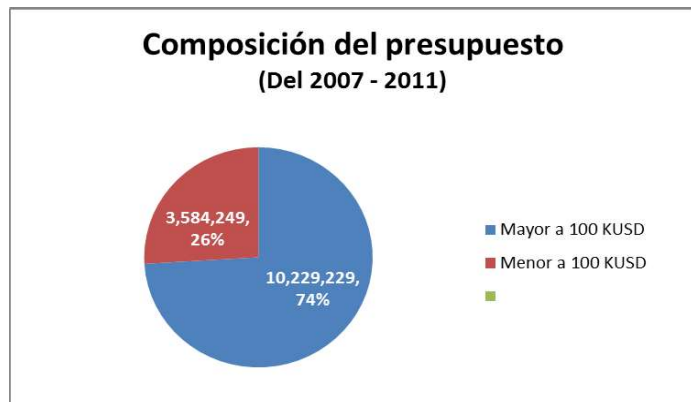
Este análisis muestra que en el periodo de estudio 48 proyectos de un total de 126 que representa el 38% fueron proyectos mayores a 100 KUSD. Sin embargo el monto de presupuesto asignado a estos ascendió a 10.23 millones de dólares de un total de 13.81 millones de dólares lo cual represento el 74% del total del presupuesto de proyectos de sustaning aprobados en el periodo de estudio.

**FIGURA N° 67**  
**NIVEL DE INVERSIÓN DE PROYECTOS DE SUSTAINIG**



*Fuente: Elaboración Propia*

**FIGURA N° 68**  
**COMPOSICIÓN DEL PRESUPUESTO 2007-2011**



*Fuente: Elaboración Propia*

### 4.3 Estadísticos de tendencia central y de variación

A continuación se muestra los estadísticos de tendencia central y de variación de las variables de estudio para los datos de la muestra en el periodo 2007-2011.

#### 4.3.1 Inversión en proyectos de sustaining

Para esta variable se analizó a) número de proyectos, b) presupuesto aprobado y c) presupuesto ejecutado por cada proyecto Sustaining durante el periodo de estudio. En cada caso respecto a la producción de zinc refinado durante el 2007 -2011.

De esta manera se obtuvo los datos representativos que permite ver la tendencia promedio de las variables X e Y en el periodo de estudio.

Para el número de proyectos se obtiene una media de 25.2 proyectos siendo este un número representativo de aprobación de proyectos de sustaining, con una desviación estándar de 7.5 proyectos.

**FIGURA N° 69**

#### **ESTADISTICOS DE TENDENCIA CENTRAL – INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINING (NÚMERO DE PROYECTOS)**

<b>ESTADISTICO Var. X = Número</b>	<b>VALOR</b>
<i>MEDIA</i>	25.20
<i>MEDIANA</i>	22.00
<i>DESVIACION ESTÁNDAR</i>	7.47
<i>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</i>	0.30

*Fuente: Elaboración Propia*

Para el presupuesto aprobado de proyectos se obtuvo una media de 2.76 millones de dólares siendo este un número representativo de aprobación de presupuesto para inversión en proyectos de sustaining, con una desviación estándar de 0.77 \$millones de dólares.

**FIGURA N° 70**  
**ESTADISTICOS DE TENDENCIA CENTRAL – INVERSION EN**  
**PROYECTOS DE SUSTAINING (PRESUPUESTO DE PROYECTOS)**

<b>ESTADISTICO Var. X = Presupuesto</b>	<b>VALOR</b>
MEDIA	2,762,695.60
MEDIANA	2,704,500.00
DESVIACION ESTÁNDAR	774,772.46
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	0.28

*Fuente: Elaboración Propia*

Para el presupuesto ejecutado de proyectos se obtuvo una media de 2.34 millones de dólares siendo este un número representativo de ejecución de presupuesto para inversión en proyectos de sustaining, con una desviación estándar de 0.56 millones de dólares.

**FIGURA N° 71**  
**ESTADISTICOS DE TENDENCIA CENTRAL – INVERSION EN**  
**PROYECTOS DE SUSTAINING (EJECUCIÓN DE PROYECTOS)**

<b>ESTADISTICO Var. X = Ejecución</b>	<b>VALOR</b>
MEDIA	2,340,008.80
MEDIANA	2,229,326.00
DESVIACION ESTÁNDAR	556,988.96
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	0.24

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 4.3.2 Cumplimiento de la meta anual de producción

Para las toneladas producidas de zinc refinado se observó que las metas anuales son diferentes ya que estos responden a diferentes capacidades de producción de la planta. En el periodo de estudio se tuvo un proyecto de expansión realizado en 02 etapas incrementando la de capacidad de producción de 130,000 Tn a 160,000 Tn y luego a 320,000 Tn.

**FIGURA N° 72**  
**META ANUAL DE PRODUCCION**

<b>TN Metas</b>	<b>Años</b>	<b>TN Producidas</b>
130,000	2007	120,279
160,000	2008	139,358
160,000	2009	158,269
300,000	2010	280,578
320,000	2011	317,257

*Fuente: Elaboración Propia*

Para el 2010 se realizó una estimación de la producción teniendo como base una capacidad de 320,000 Tn, ello para calcular un promedio de producción de zinc refinado en los años 2010 y 2011. En ese sentido interpolando el dato de 300,000 Tn de meta en el 2010 y su correspondiente de 280,578 Tn producidas, a 320,000 Tn de meta se obtuvo una producción estimada de 299,283 Tn.

A continuación se muestra los estadísticos: Media, Mediana, Desviación estándar y Coeficiente de variación de la variable Cumplimiento de la meta anual de producción de zinc (en Tn) correspondiente a cada nivel de capacidad de planta instalada.

**FIGURA N° 73**  
**CONSOLIDADO DE DATOS**

TN Metas	Años	TN Producidas	Media	Mediana	Desviación estándar	Coefficiente de variación
130.000	2007	120.279	120.279	120.279	-	-
160.000	2008	139.358	148.814	148.814	13.372	0,09
	2009	158.269				
320.000	2010	299.283	308.270	308.270	12.710	0,04
320.000	2011	317.257				

*Fuente: Elaboración Propia*

La capacidad de la planta que es equivalente a la meta anual de producción, esta se incrementó en un 246 % comparando los años 2007 (sin proyecto de expansión) y 2011 (con proyecto de expansión).

#### **4.4 REGRESIÓN Y CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES (X) e (Y)**

##### **4.4.1 Analizando el comportamiento de la variable independiente (X)**

Para esta variable se analiza, el número de proyectos, presupuesto y ejecución de las inversiones en proyectos de sustaining. Para cada una de ellas se realizó la correlación de Pearson r.

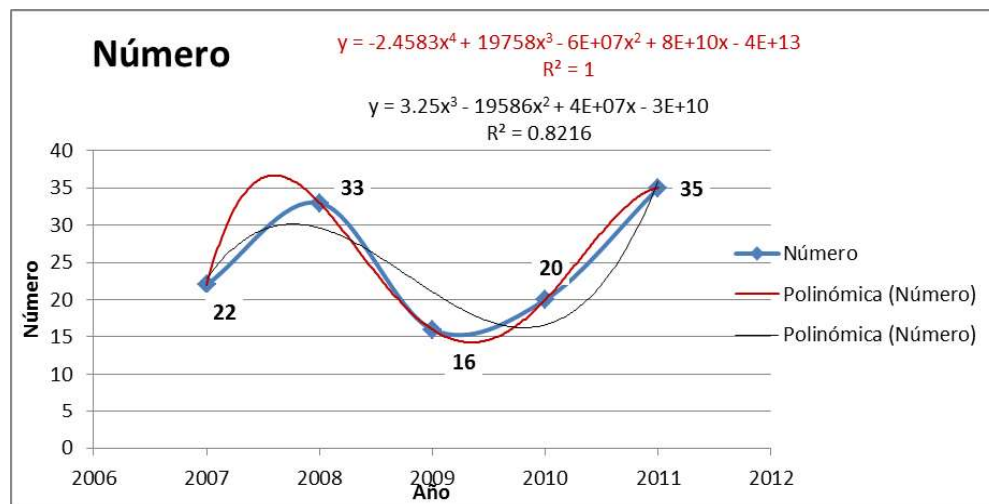
##### **a) Número de proyectos de Sustaining**

- En color negro se visualiza la tendencia polinómica de grado 3, el cual tiene un coeficiente de correlación (r) de  $r = 0,8216$
- En color rojo se visualiza la tendencia polinómica de grado 4, el cual tiene un coeficiente de correlación (r) de  $r = 1$

Observando las correlaciones es conveniente usar para los cálculos la tendencia polinómica de grado 4, ya que el r se acerca más a 1.

A continuación se muestra la gráfica respectiva y las dos líneas de tendencia polinómica (grado 3 y 4). Se observa que la curva polinómica en color rojo (de grado 4) se asemeja más a los datos reales representada en la curva color azul.

**FIGURA N° 74**  
**CORRELACION DE LAS INVERSIONES EN PROYECTOS DE SUSTAINING**  
**(NUMERO DE PROYECTOS)**



*Fuente: Elaboración Propia*

Se obtiene la curva polinómica de 4to grado el cual nos muestra el comportamiento del número de proyectos en el periodo de estudio, este a través de la función

$$F(x) = -2.4583x^4 + 19758x^3 - 6E+07x^2 + 8E+10x - 4E+13$$



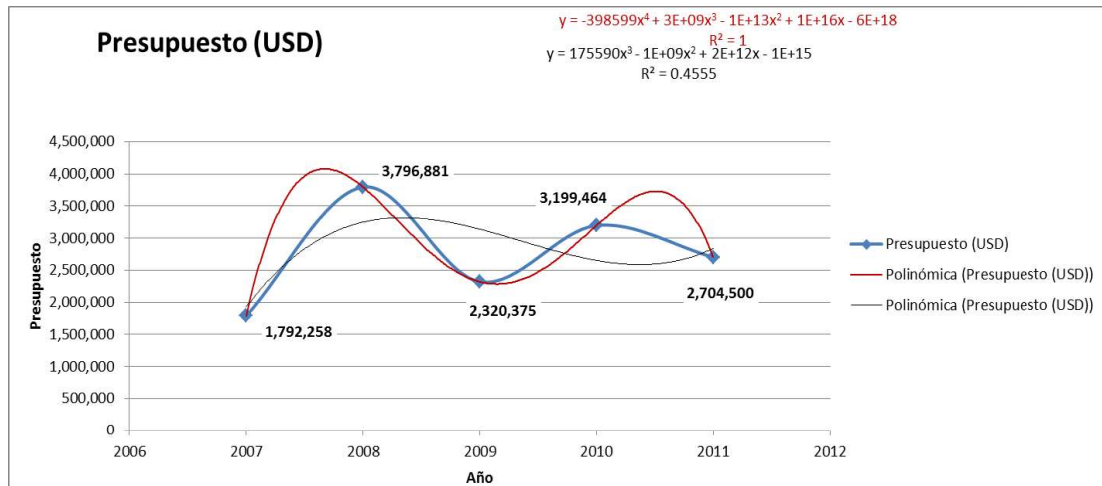
### b) Presupuesto aprobado de las inversiones en proyectos de sustaining

- En color negro se visualiza la tendencia polinómica de grado 3, el cual tiene un coeficiente de correlación (r) de  $r = 0,7583$
- En color rojo se visualiza la tendencia polinómica de grado 4, el cual tiene un coeficiente de correlación (r) de  $r = 1$

Observando las correlaciones es conveniente usar para los cálculos la tendencia polinómica de grado 4, ya que el r se acerca más a 1.

A continuación se muestra la gráfica respectiva y las dos líneas de tendencia polinómica (grado 3 y 4). Se observa que la curva polinómica en color rojo (de grado 4) se asemeja más a los datos reales representada en la curva color azul.

**FIGURA N° 75**  
**CORRELACION DE LAS INVERSIONES EN PROYECTOS DE SUSTAINING**  
**(PRESUPUESTO DE PROYECTOS)**



Fuente: Elaboración Propia

Se obtiene la curva polinómica de 4to grado el cual nos muestra el comportamiento del número de proyectos en el periodo de estudio, este a través de la función

$$F(x) = -398599x^4 + 3E+09x^3 - 1E+13x^2 + 1E+16x - 6E+18$$

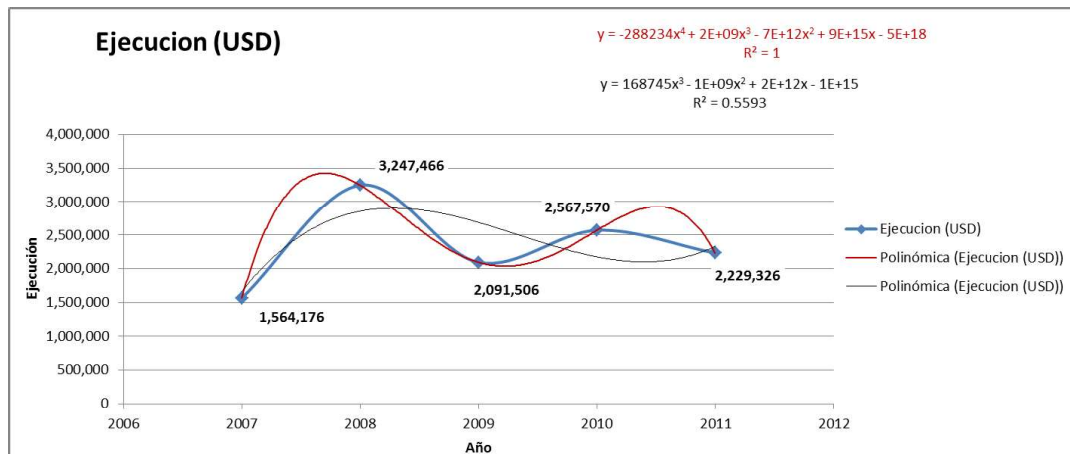
### c) Ejecución de proyectos de sustaining

- En color negro se observa la tendencia polinómica de grado 3, el cual tiene un coeficiente de correlación (r) de  $r = 0,5593$
- En color rojo se visualiza la tendencia polinómica de grado 4, el cual tiene un coeficiente de correlación (r) de  $r = 1$

Observando las correlaciones es conveniente usar para los cálculos la tendencia polinómica de grado 4, ya que el r se acerca más a 1.

A continuación se muestra la figura respectiva y las dos líneas de tendencia polinómica (grado 3 y 4). Se observa que la curva polinómica en color rojo (de grado 4) se asemeja más a los datos reales representada en la curva color azul.

**FIGURA N° 76**  
**CORRELACION DE LAS INVERSIONES EN PROYECTOS DE SUSTAINING**  
**(EJECUCIÓN DE PROYECTOS)**



Fuente: *Elaboración Propia*

Se obtiene la curva polinómica de 4to grado el cual nos muestra el comportamiento del número de proyectos en el periodo de estudio, este a través de la función

$$F(x) = -288234x^4 + 2E+09x^3 - 7E+12x^2 + 9E+15x - 5E+18$$

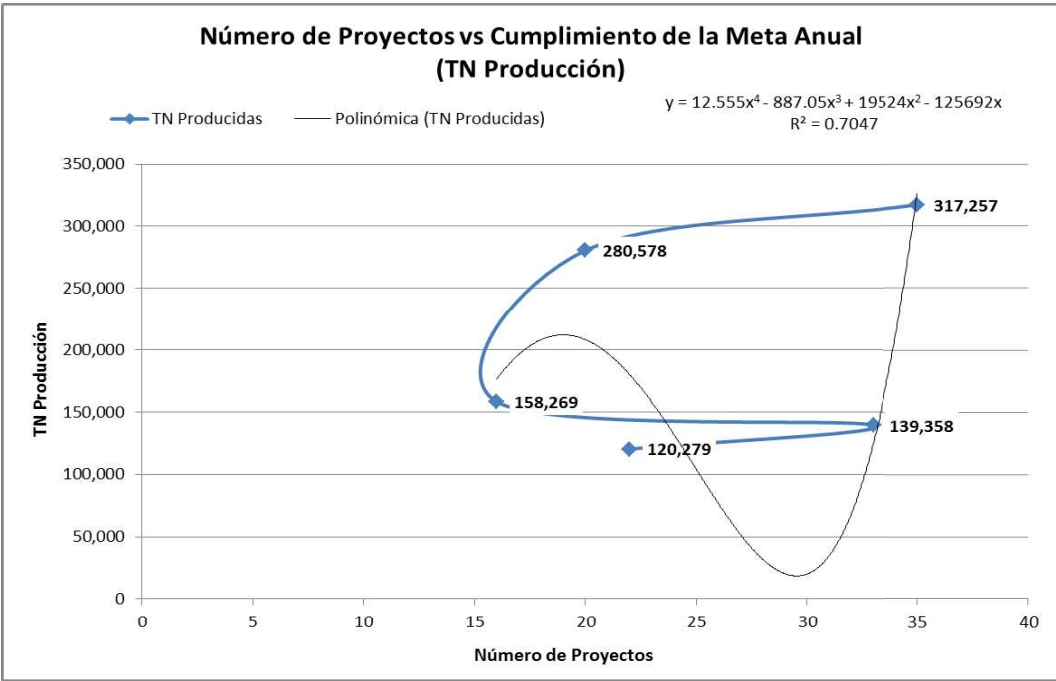
**4.4.2 Analizando la correlación de las variables: (X) e (Y)**

Siendo la Inversión en proyectos de Sustaining, la variable (X) y cumplimiento de la meta anual de producción de zinc, la variable (Y) en la planta de refinación de zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla, realizamos la correlación X en Y utilizando el coeficiente de Pearson r.

**a) Número de proyectos de Sustaining con relación al cumplimiento de la meta anual de producción.**

El cumplimiento es equivalente a las toneladas de producción real (TN producción). A continuación se muestra la gráfica respectiva y la línea de tendencia polinómica de grado 4 .

**FIGURA N° 77**  
**INVERSIONES EN PROYECTOS DE SUSTAINING (NUMERO DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL**



Fuente: Elaboración Propia

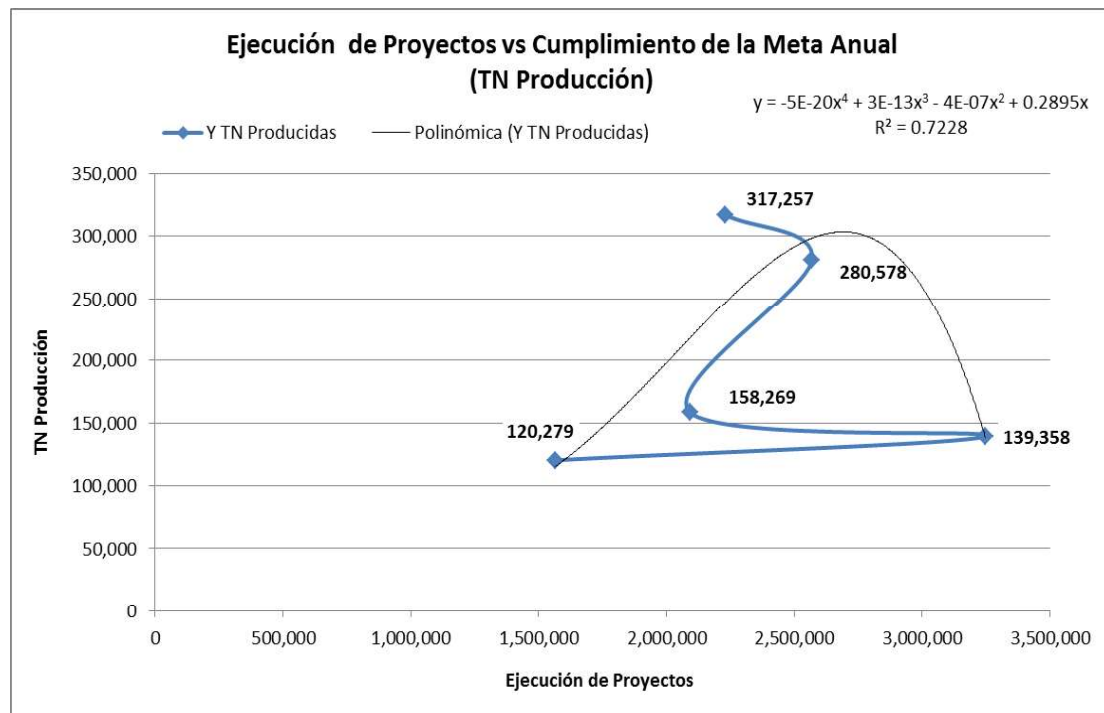
De esta correlación se obtuvo una curva con tendencia Polinómica de grado 4, el cual tiene un coeficiente de correlación (r) de  $r = 0,7047$

Este resultado indica una buena correlación entre las variables, donde se visualiza un 70% de influencia.

**b) Presupuesto ejecutado en proyectos de Sustaining con relación al cumplimiento de la meta anual de producción.**

A continuación se muestra la gráfica respectiva y la línea de tendencia polinómica de grado 4 .

**FIGURA N° 78**  
**INVERSIONES EN PROYECTOS DE SUSTAINING (EJECUCIÓN DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL**



*Fuente: Elaboración Propia*

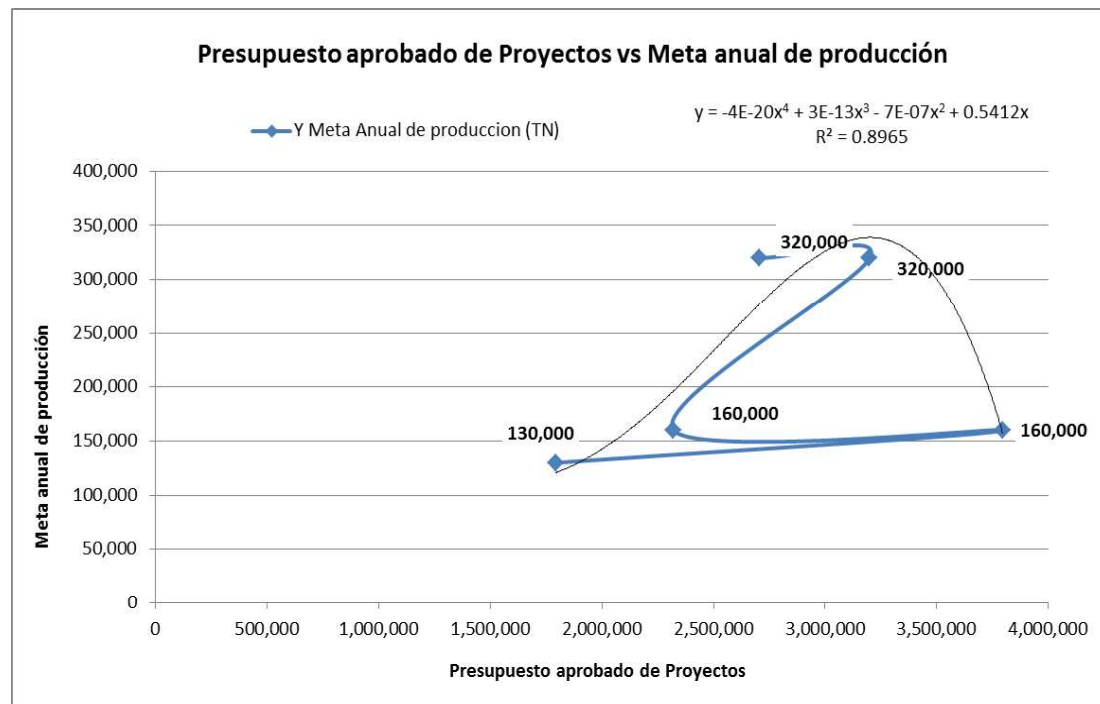
De esta correlación se obtuvo una curva con tendencia Polinómica de grado 4, el cual tiene un coeficiente de correlación (r) de  $r = 0,7228$

Este resultado nos indica una buena correlación entre las variables, donde se visualiza un 72% de influencia.

**c) Presupuesto aprobado en proyectos de Sustaining con relación a la meta anual de producción**

A continuación se muestra la gráfica respectiva y la línea de tendencia polinómica de grado 4.

**FIGURA N° 79**  
**INVERSIONES EN PROYECTOS DE SUSTAINING (PRESUPUESTO DE PROYECTOS) VS. META ANUAL DE PRODUCCIÓN**



Fuente: Elaboración Propia

De esta correlación se obtuvo una curva con tendencia Polinómica de grado 4, el cual tiene un coeficiente de correlación (r) de  $r = 0,8965$

Este resultado indica una buena correlación entre las variables, donde se visualiza un 90% de influencia. Aquí se observa una mayor correlación en referencia a las comparaciones anteriores: a) Número de proyectos vs Meta anual de producción y b) Ejecución de proyectos vs Meta anual de producción, donde la correlación alcanza 70% y 72% respectivamente.

Se observa en este gráfico que el presupuesto aprobado, es decir el Plan de Inversiones en proyectos de sustaining tiene una fuerte relación con el Plan de Producción, representada en la Meta Anual Producción. La correlación entre estas alcanza un  $r=0.90$  con lo cual se afirma que es explicada en un 90%.

## **4.5 ANALISIS Y CONTRASTACIÓN DE CADA UNA DE LAS HIPÓTESIS**

### **4.5.1 Hipótesis general**

La eficiente inversión en proyectos de Sustaining afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metáis Cajamarquilla localizada en Lima.

La hipótesis general o principal transformada en una hipótesis estadística con sus dos componentes: hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), responde a lo siguiente:

$H_0$ : La eficiente inversión en proyectos de Sustaining no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metáis Cajamarquilla localizada en Lima.

$H_1$ : La eficiente inversión en proyectos de Sustaining si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metáis Cajamarquilla localizada en Lima.

Las variables contenidas en la hipótesis general o principal son las siguientes:

**Variable Independiente:** Eficiencia de inversión en proyectos de Sustaining

**Variable Dependiente:** Cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metáis Cajamarquilla.

La variable inversión en proyectos de Sustaining es la variable independiente o causa y la variable el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metáis Cajamarquilla es la variable dependiente o efecto.

#### 4.5.2 Hipótesis específicas

##### a) Primera hipótesis específica

El nivel de criticidad de renovación afecta el cumplimiento de la meta anual de producción en la planta de refinación de Zinc Votorantim Metáis Cajamarquilla.

Esta hipótesis se transforma en una Hipótesis Estadística con sus dos componentes: Hipótesis Nula (H0) y la Hipótesis Alternativa (H1).

H0: El nivel de criticidad de renovación no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metáis Cajamarquilla.

H1: El nivel de criticidad de renovación si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metáis Cajamarquilla.

Las variables contenidas en la primera hipótesis específica son las siguientes:

**Variable Independiente:** El nivel de criticidad de renovación.

**Variable Dependiente:** El cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla.

La variable **El nivel de criticidad de renovación** es la variable independiente o causa y la variable **El cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla**, es la variable dependiente o efecto.

b) **Segunda hipótesis específica**

La priorización de los proyectos de Sustaining afecta la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla.

La Hipótesis Especifica transformada en una Hipótesis Estadística con sus dos componentes: Hipótesis Nula (H0) y la Hipótesis Alternativa (H1).

H0: La priorización de los proyectos de Sustaining no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla.

H1: La priorización de los proyectos de Sustaining si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la planta de Refinación del zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla.

Las variables contenidas en la segunda hipótesis específica son las siguientes:

**Variable Independiente:** La priorización de los proyectos de Sustaining

**Variable Dependiente:** La meta anual de producción de zinc en la planta de Refinación del zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla.



La variable **La priorización de los proyectos de Sustaining** es la variable independiente o causa y la variable **la meta anual de producción de zinc en la planta de Refinación del zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla** es la variable dependiente o efecto.

## **4.6 Técnicas para la prueba de hipótesis**

La prueba o contrastación de las hipótesis: general y específicas se efectúa utilizando las siguientes técnicas estadísticas:

- a) Tablas de contingencia para las variables de estudio: Variable independiente (X) vs Variable dependiente (Y)
- b) Cálculo de los datos estimados para el análisis residual
- c) Prueba de hipótesis
- d) Toma de decisión de la prueba

## **4.7 Prueba de hipótesis**

### **4.7.1 Hipótesis general**

La Hipótesis General viene dada por:

H0: La eficiente inversión en proyectos de Sustaining no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla localizada en Lima.

H1: La eficiente inversión en proyectos de Sustaining si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la Planta de Refinación de Zinc Votorantim Metaís Cajamarquilla localizada en Lima.

Para realizar esta prueba se ha probado los siguientes enunciados:

**a) El número de proyectos de sustaining vs el cumplimiento de la meta anual de producción**

H0= El número de proyectos de sustaining no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

H1= El número de proyectos de sustaining si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

A continuación presentamos los datos reales del periodo 2007-2011

**FIGURA N° 80**  
**NIVELES DE INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINING (EN NÚMERO DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)				
	130,000	160,000		320,000	
Niveles de inversión en Proyectos de Sustaining (En número de proyectos)	2007	2008	2009	2010	2011
Mayor a \$300,000	2	7	3	7	12
Entre \$100,000 y \$300,000	3	2	2	5	5
Menor a \$100,000	17	24	11	8	18
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>33</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>35</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

En esta figura se observa la distribución del número de proyectos = 126 proyectos de sustaining durante nuestro periodo de estudio.

Al realizar el resumen de los datos por niveles de inversión en proyectos de sustaining y por cumplimiento de la meta anual de producción se obtiene la siguiente figura:

**FIGURA N° 81**

**NIVELES DE INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINING (EN NÚMERO DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – RESUMEN DATOS REALES**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)				
Niveles de inversión en Proyectos de Sustaining (En número de proyectos)	130,000	160,000	320,000	Total	Proporción
Mayor a \$300,000	2	10	19	31	0.25
Entre \$100,000 y \$300,000	3	4	10	17	0.13
Menor a \$100,000	17	35	26	78	0.62
Total	22	49	55	126	1.00

*Fuente: Elaboración Propia*

En el lado derecho se ha realizado el cálculo de la proporción con los totales por niveles de Inversión en Proyectos de Sustaining (variable X).

Con estas proporciones se calculó el valor estimado para cada valor real observado.

**FIGURA N° 82**  
**NIVELES DE INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINING (EN NÚMERO DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – RESUMEN DATOS ESTIMADOS**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)			
	130,000	160,000	320,000	Total
Niveles de inversión en Proyectos de Sustaining (En número de proyectos)				
Mayor a \$300,000	5.41	12.06	13.53	31.00
Entre \$100,000 y \$300,000	2.97	6.61	7.42	17.00
Menor a \$100,000	13.62	30.33	34.05	78.00
Total	22.00	49.00	55.00	126.00

*Fuente: Elaboración Propia*

### Prueba de hipótesis con el estadístico – Chi Cuadrado ( $\chi^2$ )

Para calcular el estadístico  $\chi^2$ , se utilizó la siguiente fórmula para cada par de datos real (observado) y esperado (estimado)

$$\chi^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

En el figura adjunta se observa el cálculo del estadístico para cada par de datos

**FIGURA N° 83**  
**NIVELES DE INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINING (EN NÚMERO DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – CÁLCULO DEL X<sup>2</sup>**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)		
Niveles de inversión en Proyectos de Sustaining (En número de proyectos)	130,000	160,000	320,000
Mayor a \$300,000	2.152	0.350	2.210
Entre \$100,000 y \$300,000	0.000	1.031	0.897
Menor a \$100,000	0.839	0.718	1.902

*Fuente: Elaboración Propia*

Con estos datos se obtiene el valor  $X^2 = 10.1$

Luego se realizo la prueba:

- Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$
- Para  $n= 3$  y  $m= 3$
- Grados de libertad =  $(3-1) \times (3-1) = 4$

Ubicando el valor en la Tabla Chi-Cuadrado, esta se encuentra entre:

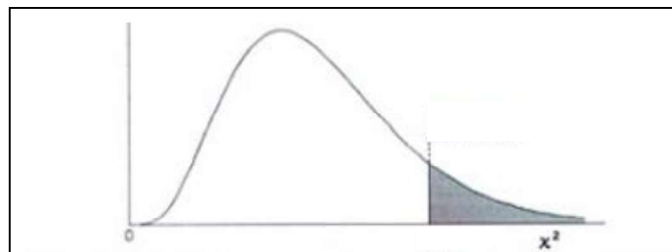
**FIGURA N° 84**  
**CALCULO DEL  $\alpha$  DEL  $X^2$**

$\alpha$	$X^2$
0.05	9.49
$X^2$	10.1
0.025	11.14

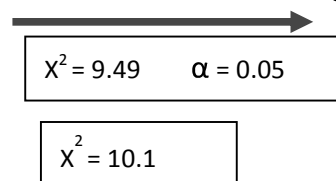
*Fuente: Elaboración Propia*

Con ello se obtuvo un  $\alpha = 0.041$  para un  $X^2 = 10.1$

**FIGURA N° 85**  
**DIAGRAMA DE LA PRUEBA DE  $X^2$**



*Fuente: Elaboración Propia*



El estadístico  $X^2 = 10.1$  se ubica en la zona de rechazo de la  $H_0$ , por lo tanto:

Se rechaza la  $H_0$ : El número de proyectos de sustaining no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

Se acepta la  $H_1$ : El número de proyectos de sustaining SI afecta el cumplimiento de la meta anual de producción.

Para un nivel de confianza de 95%

**b) La ejecución de inversiones en proyectos de sustaining vs cumplimiento de la meta anual de producción**

H0= La ejecución de inversiones en proyectos de sustaining no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

H1= La ejecución de inversiones en proyectos de sustaining si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

A continuación se presenta los datos reales del periodo 2007-2011

**FIGURA N° 86**  
**NIVELES DE INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINING (EN EJECUCIÓN DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)				
	2007	2008	2009	2010	2011
Niveles de inversión en Proyectos de Sustaining (En ejecución de proyectos)					
Mayor a \$300,000	641,162	2,063,784	741,854	1,994,242	247,015
Entre \$100,000 y \$300,000	368,616	252,977	233,589	379,243	1,462,301
Menor a \$100,000	554,398	930,705	1,116,063	194,085	520,010
<b>Total</b>	<b>1,564,176</b>	<b>3,247,466</b>	<b>2,091,506</b>	<b>2,567,570</b>	<b>2,229,326</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

En esta figura se observa la distribución de la ejecución en inversiones de proyectos de sustaining de los 126 proyectos el cual asciende a \$11, 700,044, durante nuestro periodo de estudio.

Al realizar el resumen de los datos por niveles de inversión en proyectos de sustaining y por cumplimiento de la meta anual de producción se tiene la siguiente figura:

**FIGURA N° 87**  
**NIVELES DE INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINING (EN EJECUCIÓN DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – RESUMEN DATOS REALES**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)				Proporción
Niveles de inversión en Proyectos de Sustaining (En ejecución de proyectos)	120,279	148,814	308,270	Total	
Mayor a \$300,000	641,162	2,805,638	2,241,257	5,688,057	0.49
Entre \$100,000 y \$300,000	368,616	486,566	1,841,544	2,696,726	0.23
Menor a \$100,000	554,398	2,046,768	714,095	3,315,261	0.28
Total	1,564,176	5,338,972	4,796,896	11,700,044	1.00

*Fuente: Elaboración Propia*

En el lado derecho se ha realizado el cálculo de la proporción con los totales por niveles de Inversión en Proyectos de Sustaining (variable X)

Con estas proporciones se calculó el valor estimado para cada valor real observado.



**FIGURA N° 88**  
**NIVELES DE INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINING (EN EJECUCIÓN DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – RESUMEN DATOS ESTIMADOS**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)			
Niveles de inversión en Proyectos de Sustaining (En ejecución de proyectos)	120,279	148,814	308,270	Total
Mayor a \$300,000	760,435	2,595,578	2,332,044	5,688,057
Entre \$100,000 y \$300,000	360,525	1,230,572	1,105,630	2,696,726
Menor a \$100,000	443,216	1,512,822	1,359,222	3,315,261
Total	1,564,176	5,338,972	4,796,896	11,700,044

*Fuente: Elaboración Propia*

**Prueba de hipótesis con el estadístico – Normal (Z)**

Para calcular el estadístico Z se ha utilizado las siguientes fórmulas para cada par de datos real (observado) y esperado (estimado)

$$SR_{ij} = \frac{R_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}} \text{ por lo que } = \frac{O_{ij} - E_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}}$$

$$AR_{ij} = \frac{SR_{ij}}{\sqrt{V_{ij}}} \text{ donde } V_{ij} = \left(1 - \frac{O_{ij}}{n}\right) \times \left(1 - \frac{O_{ij}}{n}\right)$$

En el figura adjunta se observa el cálculo del estadístico Z para cada par de datos

**FIGURA N° 89**  
**NIVELES DE INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINING (EN EJECUCIÓN DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – CÁLCULO DEL Z**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)		
Niveles de inversión en Proyectos de Sustaining (En ejecución de proyectos)	120,279	148,814	308,270
Mayor a \$300,000	-205.00	246.68	-107.97
Entre \$100,000 y \$300,000	16.50	-1,036.92	1,038.69
Menor a \$100,000	211.95	695.47	-850.98

*Fuente: Elaboración Propia*

Se observa que todos los datos son mayores a  $\pm Z = 1.96$

Luego se realizo la prueba:

- Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  y  $Z = \pm 1.96$

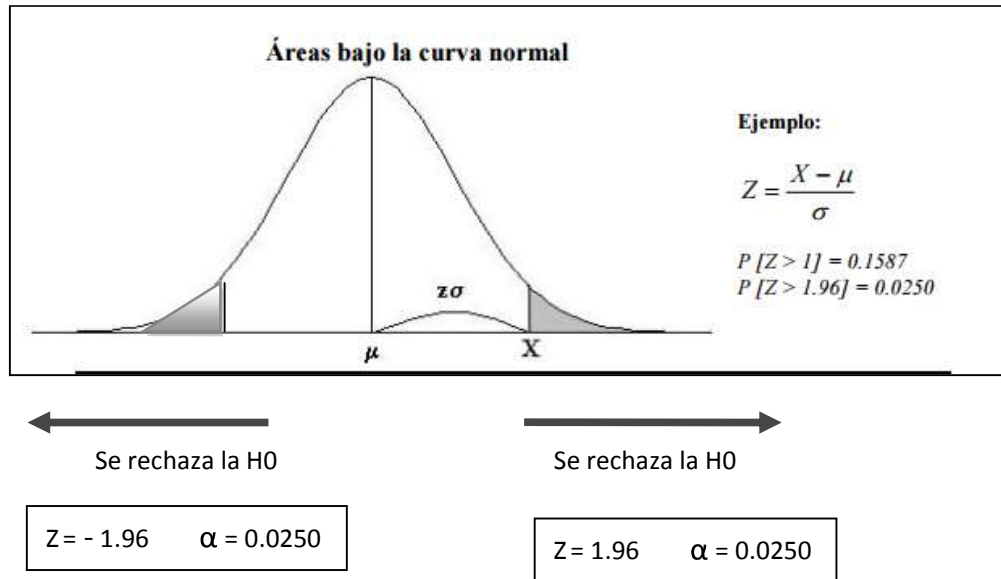
Ubicando el valor en la tabla Normal, esta se encuentra:

**FIGURA N° 90**  
**VALOR DEL  $\alpha$  PARA EL Z**

$\alpha$	$Z$
0.05	$\pm 1.96$

*Fuente: Elaboración Propia*

**FIGURA N° 91**  
**DIAGRAMA DE LA PRUEBA Z**



*Fuente: Elaboración Propia*

El estadístico Z para todos los casos se ubica en la zona de rechazo de la H0, por lo tanto:

Se rechaza la H0: La ejecución de inversiones en proyectos de sustaining no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

Se acepta la H1: La ejecución de inversiones en proyectos de sustaining SI afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

Para un nivel de confianza de 95%

**c) El presupuesto de inversiones en proyectos de sustaining vs la meta anual de producción**

H0= El presupuesto de inversiones en proyectos de sustaining no afecta la meta anual de producción

H1= El presupuesto de inversiones en proyectos de sustaining si afecta la meta anual de producción

A continuación se presenta los datos reales del periodo 2007-2011

**FIGURA N° 92**  
**NIVELES DE INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINING (EN PRESUPUESTO DE PROYECTOS) VS. LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN**

Año	Meta anual (En Toneladas)				
	130,000	160,000	200,000	240,000	320,000
Niveles de inversión en Proyectos de Sustaining (En presupuesto de proyectos)	2007	2008	2009	2010	2011
Mayor a \$300,000	740,000	2,160,911	814,575	2,051,864	300,000
Entre \$100,000 y \$300,000	395,758	446,000	747,121	798,000	1,775,000
Menor a \$100,000	656,500	1,189,970	758,679	349,600	629,500
<b>Total</b>	<b>1,792,258</b>	<b>3,796,881</b>	<b>2,320,375</b>	<b>3,199,464</b>	<b>2,704,500</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

En esta figura se observa la distribución del presupuesto de inversiones en proyectos de sustaining de los 126 proyectos el cual asciende a \$13, 813,478 durante el periodo de estudio.

Se realizó el resumen de los datos por niveles de inversión en proyectos de sustaining y por meta anual de producción, obteniéndose la siguiente figura:

**FIGURA N° 93**  
**NIVELES DE INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINING (EN**  
**PRESUPUESTO DE PROYECTOS) VS. LA META ANUAL DE**  
**PRODUCCIÓN- RESUMEN DATOS REALES**

Año	Meta anual (En Toneladas)				
Niveles de inversión en Proyectos de Sustaining (En presupuesto de proyectos)	130,000	160,000	320,000	Total	Proporción
Mayor a \$300,000	740,000	2,975,486	2,351,864	6,067,350	0.44
Entre \$100,000 y \$300,000	395,758	1,193,121	2,573,000	4,161,879	0.30
Menor a \$100,000	656,500	1,948,649	979,100	3,584,249	0.26
Total	1,792,258	6,117,256	5,903,964	13,813,478	1.00

*Fuente: Elaboración Propia*

En el lado derecho se realizó el cálculo de la proporción con los totales por niveles de Inversión en Proyectos de Sustaining (variable X)

Con estas proporciones se calculo el valor estimado para cada valor real observado.

**FIGURA N° 94**  
**NIVELES DE INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINING (EN**  
**PRESUPUESTO DE PROYECTOS) VS. LA META ANUAL DE**  
**PRODUCCIÓN- RESUMEN DATOS ESTIMADOS**

Año	Meta anual (En Toneladas)			
Niveles de inversión en Proyectos de Sustaining (En presupuesto de proyectos)	130,000	160,000	320,000	Total
Mayor a \$300,000	787,221	2,686,907	2,593,222	6,067,350
Entre \$100,000 y \$300,000	539,992	1,843,075	1,778,812	4,161,879
Menor a \$100,000	465,046	1,587,274	1,531,930	3,584,249
Total	1,792,258	6,117,256	5,903,964	13,813,478

*Fuente: Elaboración Propia*

**Prueba de hipótesis con el estadístico – Normal (Z)**

Para calcular el estadístico Z se utilizó las siguientes fórmulas para cada par de datos real (observado) y esperado (estimado)

$$SR_{ij} = \frac{R_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}} \text{ por lo que } = \frac{O_{ij} - E_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}}$$

$$AR_{ij} = \frac{SR_{ij}}{\sqrt{V_{ij}}} \text{ donde } V_{ij} = \left(1 - \frac{O_{ij}}{n}\right) \times \left(1 - \frac{O_{ij}}{n}\right)$$

En la figura adjunta se observa el cálculo del estadístico Z para cada par de datos

**FIGURA N° 95**  
**NIVELES DE INVERSION EN PROYECTOS DE SUSTAINING (EN**  
**PRESUPUESTO DE PROYECTOS) VS. LA META ANUAL DE**  
**PRODUCCIÓN- CÁLCULO DEL Z**

Año	Meta anual (En Toneladas)		
Niveles de inversión en Proyectos de Sustaining (En presupuesto de proyectos)	130,000	160,000	320,000
Mayor a \$300,000	-76.19	314.96	-264.50
Entre \$100,000 y \$300,000	-251.71	-767.32	941.43
Menor a \$100,000	349.72	446.56	-685.93

*Fuente: Elaboración Propia*

Se observa que todos los datos son mayores a  $\pm Z = 1.96$

Luego se realizó la prueba:

- Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  y  $Z = \pm 1.96$

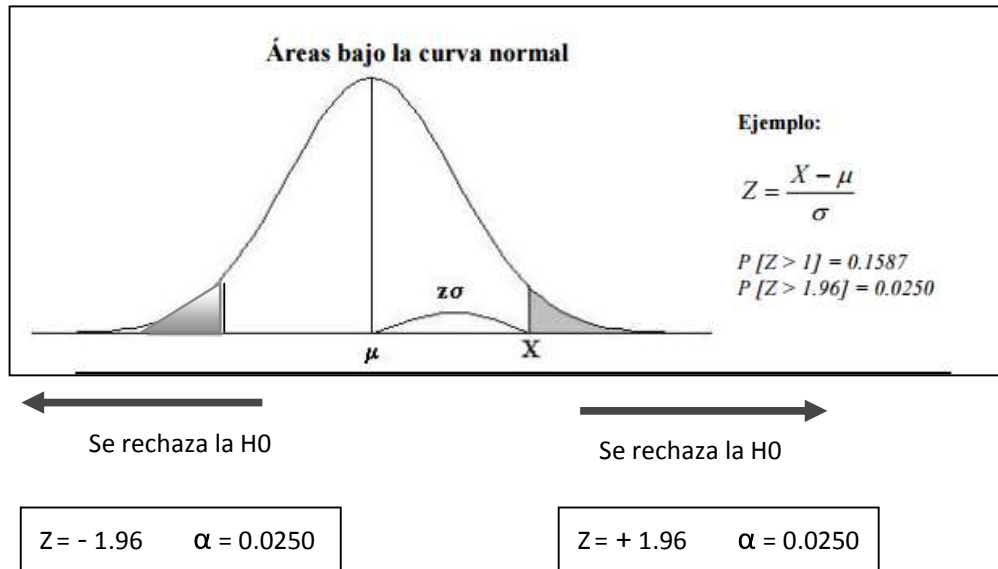
Ubicando el valor en la tabla Normal, esta se encuentra:

**FIGURA N° 96**  
**VALOR DEL  $\alpha$  PARA EL Z**

$\alpha$	<b>Z</b>
0.05	$\pm 1.96$

*Fuente: Elaboración Propia*

**FIGURA N° 97**  
**DIAGRAMA DE LA PRUEBA Z**



*Fuente: Elaboración Propia*

El estadístico Z para todos los casos se ubica en la zona de rechazo de la H0, por lo tanto:

Se rechaza la H0: El presupuesto de inversiones en proyectos de sustaining no afecta la meta anual de producción

Se acepta la H1 El presupuesto de inversiones en proyectos de sustaining si afecta la meta anual de producción

Para un nivel de confianza de 95%



#### **4.7.2 Primera hipótesis específica**

La primera Hipótesis Específica viene dada por:

H0: El nivel de criticidad de renovación no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metais Cajamarquilla.

H1: El nivel de criticidad de renovación si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metais Cajamarquilla.

Para realizar esta prueba se probó los siguientes enunciados:

**a) El nivel de criticidad vs el cumplimiento de la meta anual de producción en función a la número de proyectos de sustaining**

H0= El nivel de criticidad no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

H1= El nivel de criticidad si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

El nivel de criticidad (Variable X1) se clasifica en 03 tipos: alto, medio y bajo, para los datos reales solo se observa el tipo alto y medio, por lo tanto se tomo en cuenta solo estos dos tipos, obviando el tipo bajo para los cálculos realizados.

A continuación se presenta los datos reales del periodo 2007-2011

**FIGURA N° 98**  
**NIVELES DE CRITICIDAD DE RENOVACIÓN (EN NUMERO DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN**

		Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)				
Año		120,279	148,814		308,270	
El nivel de criticidad de renovación (En número de proyectos)		2007	2008	2009	2010	2011
Alto		19	30	15	19	32
Medio		3	3	1	1	3
Total		22	33	16	20	35

*Fuente: Elaboración Propia*

En esta figura se observa la distribución de la criticidad de renovación para los 126 proyectos de sustaining durante el periodo de estudio.

Al realizar el resumen de los datos por tipo de criticidad de renovación y por cumplimiento de la meta anual de producción se tiene la siguiente figura:

**FIGURA N° 99**  
**NIVELES DE CRITICIDAD DE RENOVACIÓN (EN NUMERO DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – RESUMEN DATOS REALES**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)				
El nivel de criticidad de renovación (En número de proyectos)	129,279	148,814	308,270	Total	Proporción
Alto	19	45	51	115	0.91
Medio	3	4	4	11	0.09
Total	22	49	55	126	1.00

*Fuente: Elaboración Propia*

En el lado derecho se realizó el cálculo de la proporción con los totales por tipo de criticidad de renovación (variable X1)

Con estas proporciones se calculó el valor estimado para cada valor real observado.

**FIGURA N° 100**

**NIVELES DE CRITICIDAD DE RENOVACIÓN (EN NUMERO DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – RESUMEN DATOS ESTIMADOS**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)			
El nivel de criticidad de renovación (En número de proyectos)	129,279	148,814	308,270	Total
Alto	20.08	44.72	50.20	115.00
Medio	1.92	4.28	4.80	11.00
Total	22.00	49.00	55.00	126.00

*Fuente: Elaboración Propia*

**Prueba de hipótesis con el estadístico – Chi Cuadrado ( $X^2$ )**

Para calcular el estadístico  $X^2$ , se utilizó la siguiente fórmula para cada par de datos real (observado) y esperado (estimado).

$$\chi^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

En el figura adjunta se observa el cálculo del estadístico para cada par de datos

**FIGURA N° 101**  
**NIVELES DE CRITICIDAD DE RENOVACIÓN (EN NUMERO DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – CÁLCULO DEL X<sup>2</sup>**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)		
El nivel de criticidad de renovación (En número de proyectos)	129,279	148,814	308,270
Alto	0.058	0.002	0.013
Medio	0.607	0.018	0.134

*Fuente: Elaboración Propia*

Con estos datos obtenemos el valor  $X^2 = 0.831$

Luego se realizo la prueba:

- Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$
- Para  $n= 3$  y  $m= 2$
- Grados de libertad =  $(3-1) \times (2-1) = 2$

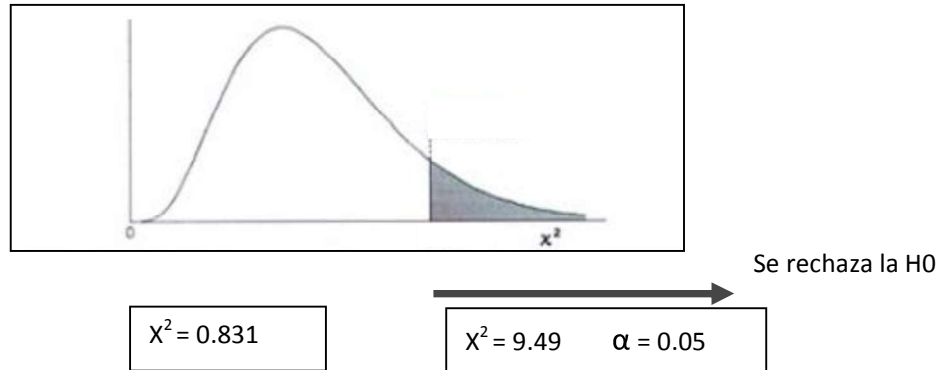
Ubicando el valor en la Tabla Chi-Cuadrado, esta se encuentra entre:

**FIGURA N° 102**  
**VALOR DEL  $\alpha$  DEL X<sup>2</sup>**

$\alpha$	$X^2$
0.05	5.99

*Fuente: Elaboración Propia*

**FIGURA N° 103**  
**DIAGRAMA DE LA PRUEBA  $\chi^2$**



*Fuente: Elaboración Propia*

El estadístico  $\chi^2 = 0.831$  cae en la zona de aceptación de la  $H_0$ , por lo tanto:

Se acepta la  $H_0$ : El nivel de criticidad de renovación no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

Se rechaza la  $H_1$ : El nivel de criticidad de renovación si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

Para un nivel de confianza de 95%

**b) El nivel de criticidad de renovación vs cumplimiento de la meta anual de producción en función a la ejecución de inversiones en proyectos de sustaining**

$H_0$ = El nivel de criticidad de renovación no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

$H_1$ = El nivel de criticidad de renovación si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

A continuación se presenta los datos reales del periodo 2007-2011

**FIGURA N° 104**  
**NIVELES DE CRITICIDAD DE RENOVACIÓN (EN EJECUCIÓN DE PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN**

		Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)				
Año	120,279	148,814			308,270	
El nivel de criticidad de renovación (En ejecución de proyectos)	2007	2008	2009	2010	2011	
Alto	1,387,687	3,197,981	2,089,928	2,525,570	1,974,078	
Medio	176,489	49,485	1,578	42,000	255,248	
Total	1,564,176	3,247,466	2,091,506	2,567,570	2,229,326	

*Fuente: Elaboración Propia*

En esta figura se observa la distribución del nivel de criticidad de renovación en función de la ejecución en inversiones de proyectos de sustaining de los 126 proyectos el cual asciende a \$11, 700,044, durante el periodo de estudio.

Al realizar el resumen de los datos por tipo de nivel de criticidad de renovación y por cumplimiento de la meta anual de producción se obtuvo la siguiente figura:

**FIGURA N° 105**  
**NIVELES DE CRITICIDAD DE RENOVACIÓN (EN EJECUCIÓN DE**  
**PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE**  
**PRODUCCIÓN – RESUMEN DATOS REALES**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)				
El nivel de criticidad de renovación (En ejecución de proyectos)	120,279	148,814	308,270	Total	Proporción
Alto	1,387,687	5,287,909	4,499,648	11,175,244	0.96
Medio	176,489	51,063	297,248	524,800	0.04
Total	1,564,176	5,338,972	4,796,896	11,700,044	1.00

*Fuente: Elaboración Propia*

En el lado derecho se realizó el cálculo de la proporción con los totales por tipo de criticidad de renovación (variable X1).

Con estas proporciones se calculó el valor estimado para cada valor real observado.



**FIGURA N° 106**  
**NIVELES DE CRITICIDAD DE RENOVACIÓN (EN EJECUCIÓN DE**  
**PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE**  
**PRODUCCIÓN – RESUMEN DATOS ESTIMADOS**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)			
El nivel de criticidad de renovación (En ejecución de proyectos)	120,279	148,814	308,270	Total
Alto	1,494,016	5,099,495	4,581,733	11,175,244
Medio	70,160	239,477	215,163	524,800
Total	1,564,176	5,338,972	4,796,896	11,700,044

*Fuente: Elaboración Propia*

**Prueba de hipótesis con el estadístico – Normal (Z)**

Para calcular el estadístico Z' se utilizó las siguientes fórmulas para cada par de datos real (observado) y esperado (estimado).

$$SR_{ij} = \frac{R_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}} \text{ por lo que } = \frac{O_{ij} - E_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}}$$

$$AR_{ij} = \frac{SR_{ij}}{\sqrt{V_{ij}}} \text{ donde } V_{ij} = \left(1 - \frac{O_{i.}}{n}\right) \times \left(1 - \frac{O_{.j}}{n}\right)$$

En el figura adjunta se observa el cálculo del estadístico Z para cada par de datos

**FIGURA N° 107**  
**NIVELES DE CRITICIDAD DE RENOVACIÓN (EN EJECUCIÓN DE**  
**PROYECTOS) VS. CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE**  
**PRODUCCIÓN – CÁLCULO DEL Z**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)		
El nivel de criticidad de renovación (En ejecución de proyectos)	120,279	148,814	308,270
Alto	-441.30	534.29	-235.73
Medio	441.30	-534.29	235.73

*Fuente: Elaboración Propia*

Observamos que todos los datos son mayores a  $\pm Z = 1.96$

Luego se realizo la prueba:

- Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  y  $Z = \pm 1.96$

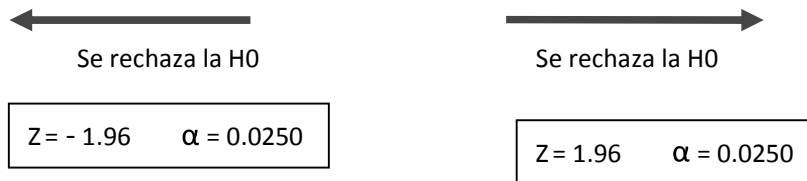
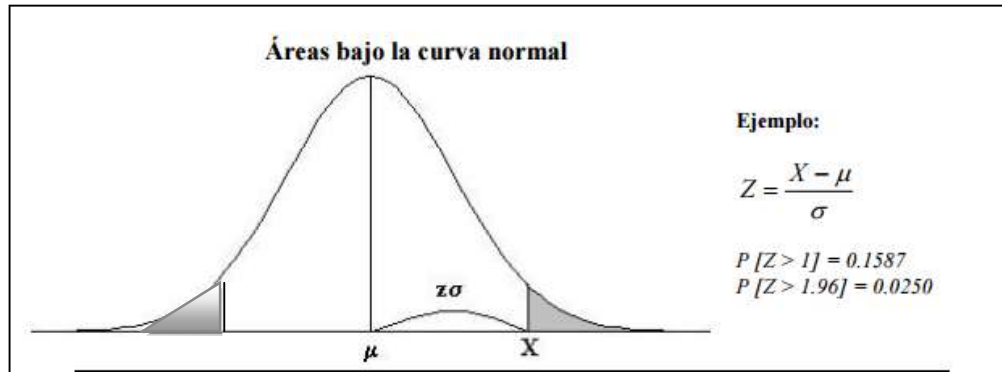
Ubicando el valor en la tabla Normal, esta se encuentra:

**FIGURA N° 108**  
**VALOR DEL  $\alpha$  DEL Z**

$\alpha$	$Z$
0.05	$\pm 1.96$

*Fuente: Elaboración Propia*

**FIGURA N° 109**  
**DIAGRAMA DE LA PRUEBA Z**



*Fuente: Elaboración Propia*

El estadístico Z para todos los casos se ubica en la zona de rechazo de la H0, por lo tanto:

Se rechaza la H0: El nivel de criticidad de renovación no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

Se acepta la H1: El nivel de criticidad de renovación si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

Para un nivel de confianza de 95%

**c) El nivel de criticidad de renovación vs la meta anual de producción**

H0= El nivel de criticidad de renovación no afecta la meta anual de producción

H1= El nivel de criticidad de renovación si afecta la meta anual de producción

A continuación se presenta los datos reales del periodo 2007-2011

**FIGURA N° 110**  
**NIVELES DE CRITICIDAD DE RENOVACIÓN (EN PRESUPUESTO DE PROYECTOS) VS. LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN**

Año	Meta anual (En Toneladas)				
	130,000	160,000		320,000	
El nivel de criticidad de renovación (En presupuesto de proyectos)	2007	2008	2009	2010	2011
Alto	1,595,258	3,689,881	2,271,375	3,152,464	2,394,500
Medio	197,000	107,000	49,000	47,000	310,000
Total	1,792,258	3,796,881	2,320,375	3,199,464	2,704,500

*Fuente: Elaboración Propia*

En esta figura se observa la distribución de la criticidad de renovación en función del presupuesto de inversiones en proyectos de sustaining de los 126 proyectos el cual asciende a \$13, 813,478 durante el periodo de estudio.

Al realizar el resumen de los datos por tipo de criticidad de inversión y por meta anual de producción se obtuvo la siguiente figura:

**FIGURA N° 111**  
**NIVELES DE CRITICIDAD DE RENOVACIÓN (EN PRESUPUESTO DE PROYECTOS) VS. LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – RESUMEN DE DATOS REALES**

Año	Meta anual (En Toneladas)				
El nivel de criticidad de renovación (En presupuesto de proyectos)	130,000	160,000	320,000	Total	Proporción
Alto	1,595,258	5,961,256	5,546,964	13,103,478	0.95
Medio	197,000	156,000	357,000	710,000	0.05
Total	1,792,258	6,117,256	5,903,964	13,813,478	1.00

*Fuente: Elaboración Propia*

En el lado derecho se realizó el cálculo de la proporción con los totales por tipo de criticidad de renovación (variable X1).

Con estas proporciones se calculó el valor estimado para cada valor real observado.

**FIGURA N° 112**  
**NIVELES DE CRITICIDAD DE RENOVACIÓN (EN PRESUPUESTO DE PROYECTOS) VS. LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – RESUMEN DE DATOS ESTIMADOS**

Año	Meta anual (En Toneladas)			
El nivel de criticidad de renovación (En presupuesto de proyectos)	130,000	160,000	320,000	Total
Alto	1,700,138	5,802,835	5,600,506	13,103,478
Medio	92,120	314,421	303,458	710,000
Total	1,792,258	6,117,256	5,903,964	13,813,478

*Fuente: Elaboración Propia*

**Prueba de hipótesis con el estadístico – Normal (Z)**

Para calcular el estadístico Z se utilizó las siguientes fórmulas para cada par de datos real (observado) y esperado (estimado).

$$SR_{ij} = \frac{R_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}} \text{ por lo que } = \frac{O_{ij} - E_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}}$$

$$AR_{ij} = \frac{SR_{ij}}{\sqrt{V_{ij}}} \text{ donde } V_{ij} = \left(1 - \frac{O_{ij}}{n}\right) \times \left(1 - \frac{O_{ij}}{n}\right)$$

En el figura adjunta se observa el cálculo del estadístico Z para cada par de datos

**FIGURA N° 113**  
**NIVELES DE CRITICIDAD DE RENOVACIÓN (EN PRESUPUESTO DE PROYECTOS) VS. LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – CÁLCULO DEL Z**

Año	Meta anual (En Toneladas)		
El nivel de criticidad de renovación (En presupuesto de proyectos)	130,000	160,000	320,000
Alto	-380.32	388.62	-131.88
Medio	380.32	-388.62	131.88

*Fuente: Elaboración Propia*

Se observa que todos los datos son mayores a  $\pm Z = 1.96$

Luego se realizo la prueba:

- Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  y  $Z = \pm 1.96$

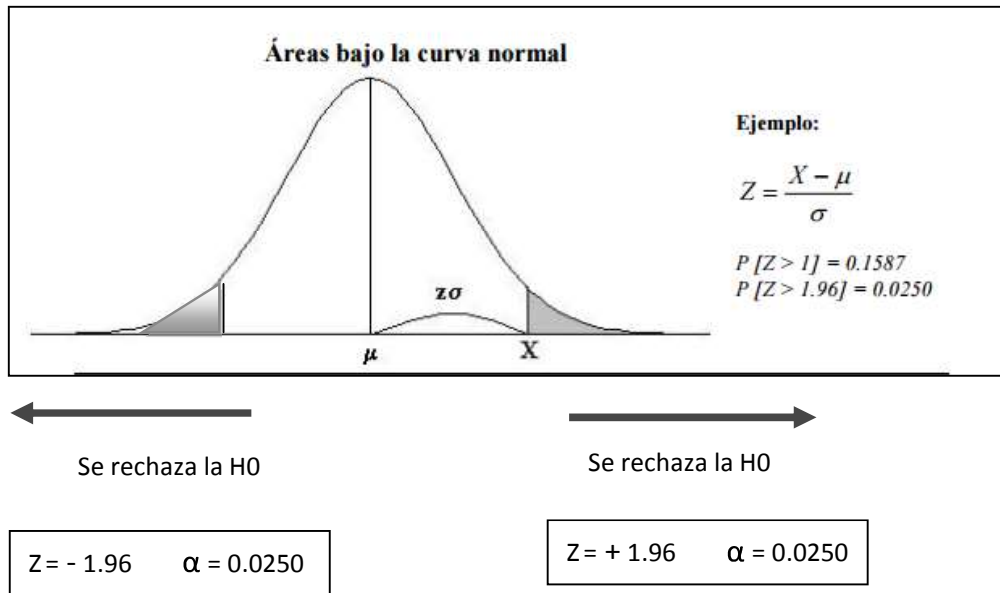
Ubicando el valor en la tabla Normal, esta se encuentra:

**FIGURA N° 114**  
**VALOR DEL  $\alpha$  DEL Z**

$\alpha$	Z
0.05	$\pm 1.96$

*Fuente: Elaboración Propia*

**FIGURA N° 115**  
**DIAGRAMA DE LA PRUEBA Z**



*Fuente: Elaboración Propia*

El estadístico Z para todos los casos se ubica en la zona de rechazo de la H0, por lo tanto:

Se rechaza la H0: El nivel de criticidad de renovación no afecta la meta anual de producción

Se acepta la H1: El nivel de criticidad de renovación si afecta la meta anual de producción

Para un nivel de confianza de 95%



#### **4.7.3 Prueba de hipótesis: segunda específica**

La segunda Hipótesis Específica viene dada por:

H0: La priorización del proyecto no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metais Cajamarquilla.

H1: La priorización del proyecto si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción de zinc en la planta de refinación de zinc Votorantim Metais Cajamarquilla.

Para realizar esta prueba se probó los siguientes enunciados:

**a) La priorización del proyecto vs el cumplimiento de la meta anual de producción en función a la número de proyectos de sustaining**

H0= La priorización del proyecto no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

H1= La priorización del proyecto si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

La priorización del proyecto (Variable X2) se clasifica en 03 tipos: Priorizado para valores mayores a 14%, Priorizar en el 2do Semestre para valores entre 11 y 14% y Priorizar la siguiente año = No priorizado, en el año de estudio, para valores menores a 11%.

Para los datos reales solo se observa el tipo Priorizado es decir mayor a 14%, por lo tanto se tomó en cuenta solo este tipo, obviando los tipos Priorizar en el 2do semestre y Priorizar la siguiente año, para los cálculos.

A continuación se presenta los datos reales del periodo 2007-2011

**FIGURA N° 116****LA PRIORIZACIÓN DEL PROYECTO (EN NUMERO DE PROYECTOS) VS.  
EL CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN**

	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)				
Año	120,279	148,814			308,270
La priorización del proyecto (En número de proyectos)	2007	2008	2009	2010	2011
Priorizado (Mayor a 14%)	22	33	16	20	35
Total	22	33	16	20	35

*Fuente: Elaboración Propia*

En esta figura se observa la distribución de la priorización del proyecto para los 126 proyectos de sustaining durante el periodo de estudio. Se realizó el resumen de los datos por priorización del proyecto y por cumplimiento de la meta anual de producción y se obtuvo la siguiente figura:

**FIGURA N° 117****LA PRIORIZACIÓN DEL PROYECTO (EN NÚMERO DE PROYECTOS) VS.  
EL CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – RESUMEN  
DE DATOS REALES**

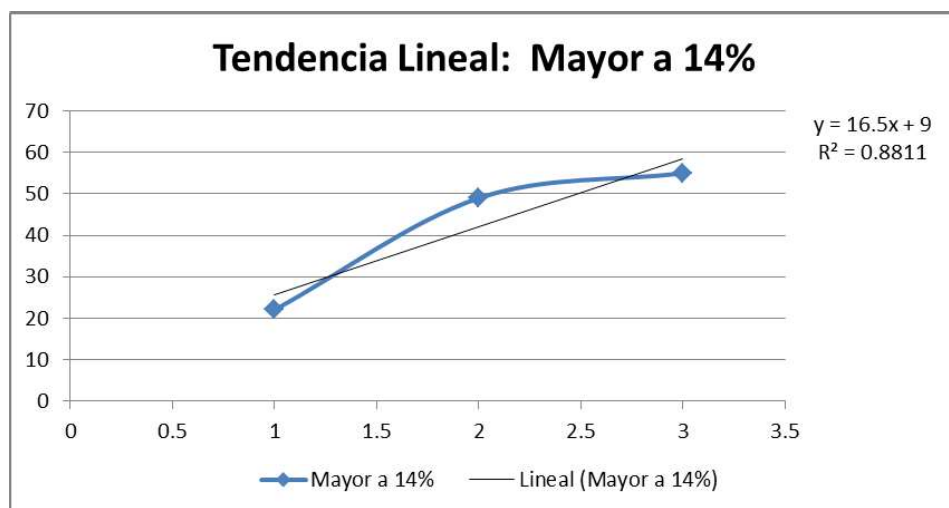
Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)			
La priorización del proyecto (En número de proyectos)	129,279	148,814	308,270	Total
Priorizado (Mayor a 14%)	22	49	55	22
Total	22	49	55	126

*Fuente: Elaboración Propia*

Se realizó el cálculo de la proporción a fin de obtener los valores estimados se utilizó una regresión lineal con los datos reales (observados).

En el siguiente grafico se observa la tendencia lineal de los datos. Asimismo se tiene la ecuación lineal y el coeficiente de correlación.

**FIGURA N° 118**  
**GRAFICO DE REGRESIÓN - TENDENCIA LINEAL**



*Fuente: Elaboración Propia*

Con ello se obtuvo la ecuación lineal =  $16.5 X + 9$  con un  $R^2 = 0.8811$  lo cual refleja una fuerte correlación de los datos.

Se calculó así los valores estimados para la variable X2

**FIGURA N° 119**  
**DATOS ESTIMADOS DE LA REGRESIÓN**

N°	Dato Observado	Estimado (Regresión Lineal)	Proporción
1	22	25.5	0.20
2	49	42	0.33
3	55	58.5	0.46
TOTAL	126	126	1.00

*Fuente: Elaboración Propia*

Con estas proporciones se calculó el valor estimado para cada valor real observado.

**FIGURA N° 120**  
**LA PRIORIZACIÓN DEL PROYECTO (EN NÚMERO DE PROYECTOS) VS.**  
**EL CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – RESUMEN**  
**DE DATOS ESTIMADOS**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)			
	La priorización del proyecto (En número de proyectos)	129,279	148,814	308,270
Priorizado (Mayor a 14%)	25.50	42.00	58.50	126.00
Total	25.50	42.00	58.50	126.00

*Fuente: Elaboración Propia*

### Prueba de hipótesis con el estadístico – Chi Cuadrado ( $X^2$ )

Para calcular el estadístico  $X^2$ , se utilizó la siguiente fórmula para cada par de datos real (observado) y esperado (estimado).

$$\chi^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

En la figura adjunta se observa el cálculo del estadístico para cada par de datos

**FIGURA N° 121**  
**LA PRIORIZACIÓN DEL PROYECTO (EN NÚMERO DE PROYECTOS) VS.**  
**EL CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – CALCULO**  
**DEL  $X^2$**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)		
La priorización del proyecto (En número de proyectos)	129,279	148,814	308,270
Priorizado (Mayor a 14%)	0.480	1.167	0.209

*Fuente: Elaboración Propia*

Con estos datos se obtuvo el valor  $X^2 = 1.856$

Luego se realizó la prueba:

- Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$
- Para  $m=3$
- Grados de libertad  $= (3-1)=2$

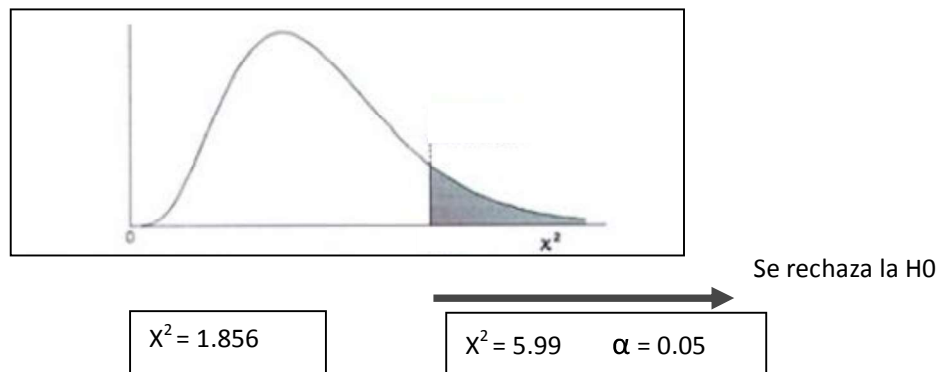
Ubicando el valor en la Tabla Chi-Cuadrado, esta se encuentra entre:

**FIGURA N° 122**  
**VALOR DEL  $\alpha$  DEL  $X^2$**

$\alpha$	$X^2$
0.05	5.99

*Fuente: Elaboración Propia*

**FIGURA N° 123**  
**DIAGRAMA DE LA PRUEBA  $X^2$**



*Fuente: Elaboración Propia*

El estadístico  $X^2 = 1.856$  se ubica en la zona de aceptación de la  $H_0$ , por lo tanto:

Se acepta la  $H_0$ : La priorización de proyectos no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

Se rechaza la  $H_1$ : La priorización de proyectos si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

Para un nivel de confianza de 95%

**b) La priorización de proyectos vs cumplimiento de la meta anual de producción en función a la ejecución de inversiones en proyectos de sustaining**

H0= La criticidad de renovación no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

H1= La criticidad de renovación si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

A continuación se presenta los datos reales del periodo 2007-2011

**FIGURA N° 124**  
**LA PRIORIZACIÓN DEL PROYECTO (EN EJECUCIÓN DE PROYECTOS)**  
**VS. EL CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN**

	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)				
Año	120,279	148,814			308,270
La priorización del proyecto (En ejecución de proyectos)	2007	2008	2009	2010	2011
Priorizado (Mayor a 14%)	1,564,176	3,247,466	2,091,506	2,567,570	2,229,326
Total	1,564,176	3,247,466	2,091,506	2,567,570	2,229,326

*Fuente: Elaboración Propia*

En esta figura se observa la distribución de la priorización del proyecto en función de la ejecución en inversiones de proyectos de sustaining de los 126 proyectos el cual asciende a \$11, 700,044, durante nuestro periodo de estudio.

Al realizar el resumen de los datos por priorización del proyecto y por cumplimiento de la meta anual de producción se obtuvo la siguiente figura:

**FIGURA N° 125**  
**LA PRIORIZACIÓN DEL PROYECTO (EN EJECUCIÓN DE PROYECTOS)**  
**VS. EL CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN –**  
**RESUMEN DE DATOS REALES**

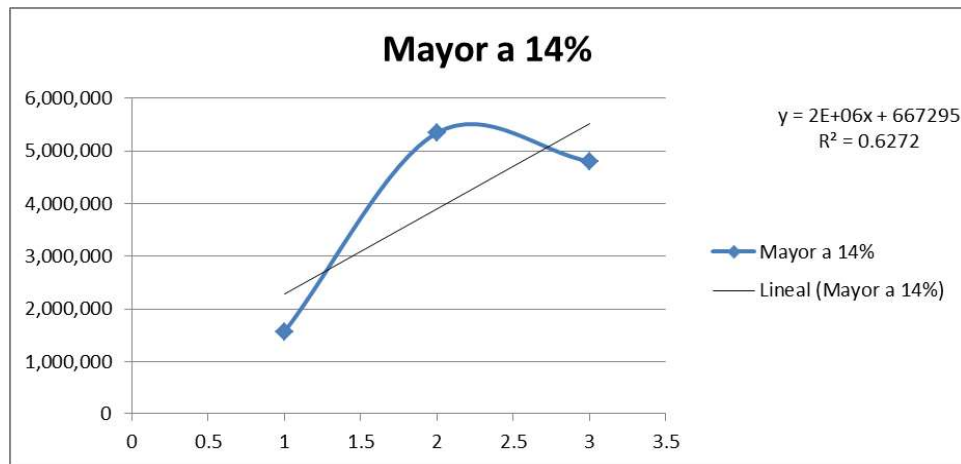
Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)			
	La priorización del proyecto (En ejecución de proyectos)	120,279	148,814	308,270
Priorizado (Mayor a 14%)	1,564,176	5,338,972	4,796,896	11,700,044
Total	1,564,176	5,338,972	4,796,896	11,700,044

*Fuente: Elaboración Propia*

Para realizar el cálculo de la proporción a fin de obtener los valores estimados se utilizó una regresión cuadrática con los datos reales (observados).

En la siguiente grafico se observa la tendencia cuadrática de los datos. Asimismo se muestra la ecuación cuadrática y el coeficiente de correlación.

**FIGURA N° 126**  
**GRAFICO DE REGRESIÓN – TENDENCIA CUADRATICA**



*Fuente: Elaboración Propia*



Se obtuvo la Ecuacion cuadratica =  $2E+06X+667295$  con un  $r^2 = 0.6272$  lo cual refleja una mediana correlacion de los datos.

Se calculó así los valores estimados para nuestras variable X2

**FIGURA N° 127**  
**DATOS ESTIMADOS DE LA REGRESIÓN**

N°	Observado	Estimado (Regresión Cuadrática)	Proporción
1	1,564,176	2,667,295	0.19
2	5,338,972	4,667,295	0.33
3	4,796,896	6,667,295	0.48
TOTAL	11,700,044	14,001,885	1.00

*Fuente: Elaboración Propia*

Con estas proporciones se calculó el valor estimado para cada valor real observado.

**FIGURA N° 128**  
**LA PRIORIZACIÓN DEL PROYECTO (EN EJECUCIÓN DE PROYECTOS)**  
**VS. EL CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN –**  
**RESUMEN DE DATOS REALES**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)			
La priorización del proyecto (En ejecución de proyectos)	120,279	148,814	308,270	Total
Priorizado (Mayor a 14%)	2,228,805	3,900,015	5,571,225	11,700,044
Total	2,228,805	3,900,015	5,571,225	11,700,044

*Fuente: Elaboración Propia*

**Prueba de hipótesis con el estadístico – Normal (Z)**

Para calcular el estadístico Z , se utilizó las siguientes fórmulas para cada par de datos real (observado) y esperado (estimado).

$$SR_{ij} = \frac{R_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}} \text{ por lo que } = \frac{O_{ij} - E_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}}$$

$$AR_{ij} = \frac{SR_{ij}}{\sqrt{V_{ij}}} \text{ donde } V_{ij} = \left(1 - \frac{O_{ij}}{n}\right) \times \left(1 - \frac{O_{ij}}{n}\right)$$

En el figura adjunta se observa el cálculo del estadístico Z para cada par de datos

**FIGURA N° 129**  
**LA PRIORIZACIÓN DEL PROYECTO (EN EJECUCIÓN DE PROYECTOS)**  
**VS. EL CUMPLIMIENTO DE LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN –**  
**RESUMEN DE DATOS REALES**

Año	Cumplimiento de la meta anual de producción (En Toneladas)		
La priorización del proyecto (En ejecución de proyectos)	120,279	148,814	308,270
Priorizado (Mayor a 14%)	-478.31	988.20	-427.09

*Fuente: Elaboración Propia*

Se observa que todos los datos son mayores a  $\pm Z = 1.96$

Luego se realizó la prueba:

- Utilizaremos un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  y  $Z = \pm 1.96$

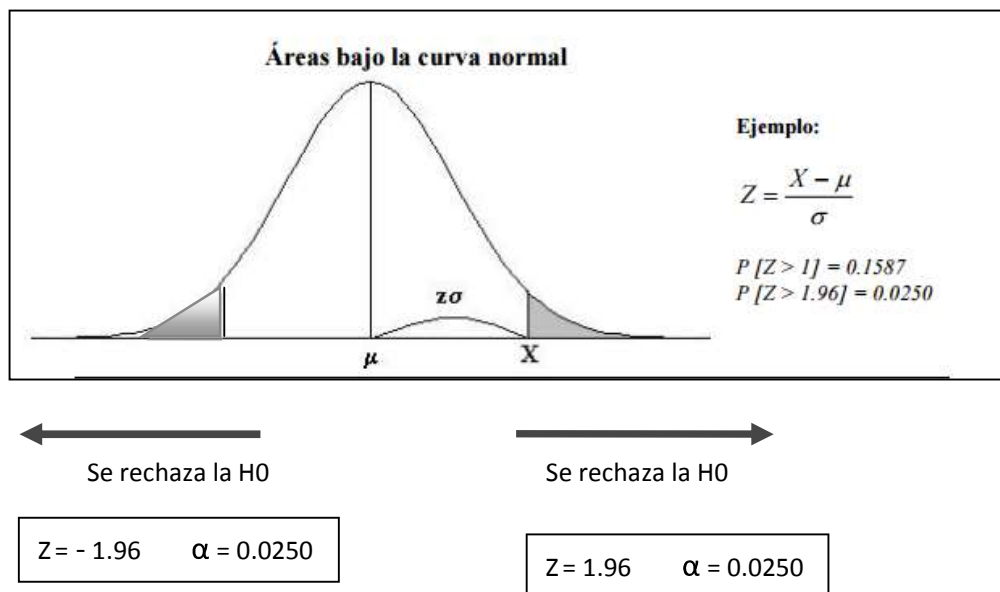
Ubicando el valor en la tabla Normal, esta se encuentra:

**FIGURA N° 130**  
**VALOR DEL  $\alpha$  DEL Z**

A	Z
0.05	$\pm 1.96$

*Fuente: Elaboración Propia*

**FIGURA N° 131**  
**DIAGRAMA DE LA PRUEBA Z**



*Fuente: Elaboración Propia*

El estadístico Z para todos los casos se ubica en la zona de rechazo de la H0, por lo tanto:

Se rechaza la H0: La priorización de proyectos no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

Se acepta la H1: La priorización de proyectos si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción

Para un nivel de confianza de 95%

**c) La priorización del proyecto vs la meta anual de producción**

H0= La priorización del proyecto no afecta la meta anual de producción

H1= La priorización del proyecto si afecta la meta anual de producción

A continuación presentamos los datos reales del periodo 2007-2011

**FIGURA N° 132**  
**LA PRIORIZACIÓN DEL PROYECTO (EN PRESUPUESTO DE PROYECTOS) VS. LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN**

Año	Meta anual (En Toneladas)				
	130,000	160,000		320,000	
La priorización del proyecto (En presupuesto de proyectos)	2007	2008	2009	2010	2011
Priorizado (Mayor a 14%)	1,792,258	3,796,881	2,320,375	3,199,464	2,704,500
Total	1,792,258	3,796,881	2,320,375	3,199,464	2,704,500

*Fuente: Elaboración Propia*

En esta figura se observa la distribución de la priorización del proyecto en función del presupuesto de inversiones en proyectos de sustaining de los 126 proyectos el cual asciende a \$13, 813,478 durante el periodo de estudio.

Al realizar el resumen de los datos por priorización del proyecto y por meta anual de producción se obtuvo la siguiente figura:

**FIGURA N° 133**  
**LA PRIORIZACIÓN DEL PROYECTO (EN PRESUPUESTO DE PROYECTOS) VS. LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – RESUMEN DE DATOS REALES**

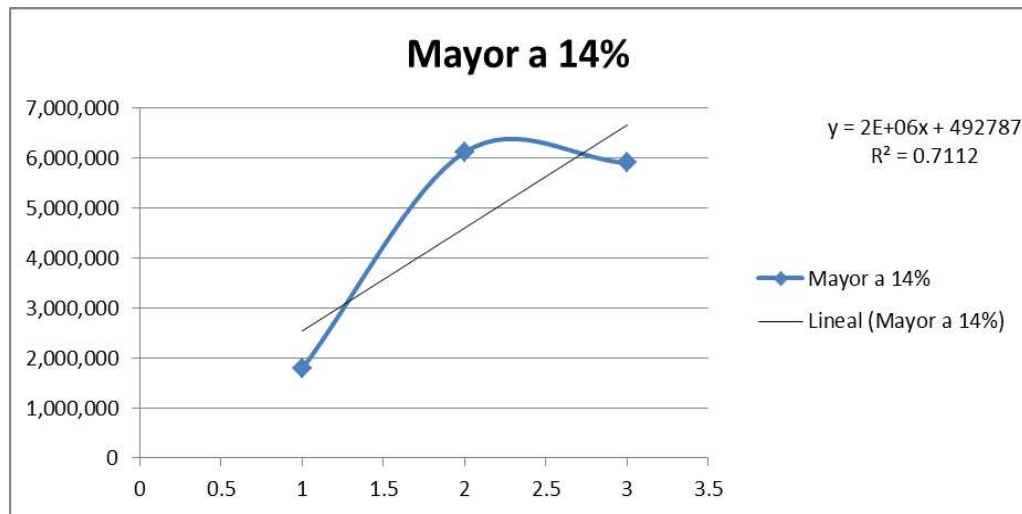
Año	Meta anual (En Toneladas)			
La priorización del proyecto (En presupuesto de proyectos)	130,000	160,000	320,000	Total
Priorizado (Mayor a 14%)	1,792,258	6,117,256	5,903,964	13,813,478
Total	1,792,258	6,117,256	5,903,964	13,813,478

*Fuente: Elaboración Propia*

Se realizó el cálculo de la proporción a fin de obtener los valores estimados para ello se utilizó una regresión cuadrática con los datos reales (observados).

En la siguiente grafico se observa la tendencia cuadrática de los datos. Asimismo se muestra la ecuación cuadrática y el coeficiente de correlación.

**FIGURA N° 134**  
**GRAFICO DE REGRESIÓN – TENDENCIA CUADRATICA**



*Fuente: Elaboración Propia*

Se obtuvo la ecuacion cuadratica =  $2E+06X+492787$  con un  $R^2 = 0.7112$  lo cual refleja una fuerte correlacion de los datos.

Se calculó así los valores estimados para la variable X2

**FIGURA N° 135**  
**DATOS ESTIMADOS DE LA REGRESIÓN**

N°	Observación	Estimado (Regresión Cuadrática)	Proporción
1	1,792,258	2,492,787	0.18
2	6,117,256	4,492,787	0.33
3	5,903,964	6,492,787	0.48
TOTAL	13,813,478	13,478,361	1.00

*Fuente: Elaboración Propia*

Con estas proporciones calculamos el valor estimado para cada valor real observado.

**FIGURA N° 136**  
**LA PRIORIZACIÓN DEL PROYECTO (EN PRESUPUESTO DE PROYECTOS) VS. LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – RESUMEN DE DATOS ESTIMADOS**

Año	Meta anual (En Toneladas)			
	130,000	160,000	320,000	Total
La priorización del proyecto (En presupuesto de proyectos)				
Priorizado (Mayor a 14%)	2,554,766	4,604,493	6,654,219	13,813,478
Total	2,554,766	4,604,493	6,654,219	13,813,478

*Fuente: Elaboración Propia*

### Prueba de hipótesis con el estadístico – Normal (Z)

Para calcular el estadístico Z se utilizó las siguientes fórmulas para cada par de datos real (observado) y esperado (estimado).

$$SR_{ij} = \frac{R_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}} \text{ por lo que } = \frac{O_{ij} - E_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}}$$

$$AR_{ij} = \frac{SR_{ij}}{\sqrt{V_{ij}}} \text{ donde } V_{ij} = \left(1 - \frac{O_{i.}}{n}\right) \times \left(1 - \frac{O_{.j}}{n}\right)$$

En el figura adjunta se observa el cálculo del estadístico Z para cada par de datos

**FIGURA N° 137**  
**LA PRIORIZACIÓN DEL PROYECTO (EN PRESUPUESTO DE PROYECTOS) VS. LA META ANUAL DE PRODUCCIÓN – RESUMEN DE DATOS ESTIMADOS**

Año	Meta anual (En Toneladas)		
La priorización del proyecto (En presupuesto de proyectos)	130,000	160,000	320,000
Priorizado (Mayor a 14%)	-511.38	944.48	-384.36

*Fuente: Elaboración Propia*

Se observa que todos los datos son mayores a  $\pm Z = 1.96$

Luego se realizó la prueba:

- Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  y  $Z = \pm 1.96$

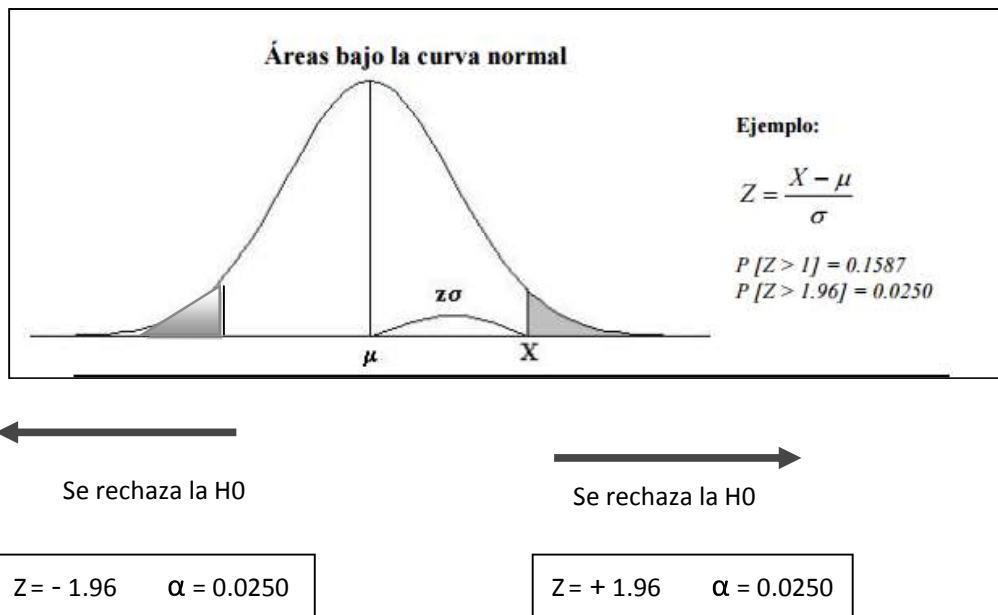
Ubicando el valor en la tabla Normal, esta se encuentra:

**FIGURA N° 138**  
**VALOR DEL  $\alpha$  DEL Z**

$\alpha$	Z
0.05	$\pm 1.96$

*Fuente: Elaboración Propia*

**FIGURA N° 139**  
**DIAGRAMA DE LA PRUEBA**



*Fuente: Elaboración Propia*

El estadístico Z para todos los casos se ubica en la zona de rechazo de la H0, por lo tanto:

Se rechaza la H0: La priorización del proyecto no afecta la meta anual de producción

Se acepta la H1: La priorización del proyecto SI afecta la meta anual de producción

Para un nivel de confianza de 95%



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. De la prueba de hipótesis general, realizada para la eficiencia de inversiones en proyectos de sustaining tanto para número de proyectos, monto de ejecución de proyectos y presupuesto aprobado de los proyectos en relación al cumplimiento de la meta anual de producción se tiene: que en los tres casos se acepta la hipótesis alternativa, con lo cual se afirma que la eficiente inversión en proyectos de sustaining si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción. Las pruebas se realizaron con una correlación del 77% en promedio y un nivel de confianza del 95%.
2. De la prueba de la primera hipótesis específica, realizada para el nivel de criticidad de renovación en función del número de proyectos, monto de ejecución de proyectos y presupuesto aprobado de los proyectos en relación al cumplimiento de la meta anual de producción se tiene: que en el caso de número de proyectos se acepta la hipótesis nula y en los casos de ejecución y presupuesto de proyectos se acepta la hipótesis alternativa, con lo cual se afirma: que el nivel de criticidad de renovación si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción en los casos de ejecución y presupuesto. Mas el nivel de criticidad de renovación no afectan el cumplimiento de la meta anual de producción en el caso de número de proyectos. Las pruebas se realizaron con un nivel de confianza del 95%.
3. De la prueba de la segunda hipótesis específica, realizada para la priorización del proyecto en función del número de proyectos, monto de ejecución de proyectos y presupuesto aprobado de los proyectos en relación al cumplimiento de la meta anual de producción tenemos: que en el caso de número de proyectos se acepta la hipótesis nula y en los casos de ejecución y

presupuesto de proyectos se aceptó la hipótesis alternativa, con lo cual se afirma: que la priorización del proyecto si afecta el cumplimiento de la meta anual de producción en los casos de ejecución y presupuesto. Mas la priorización del proyecto no afecta el cumplimiento de la meta anual de producción en el caso de número de proyectos. Las pruebas se realizaron con un nivel de confianza del 95%.

4. Del estudio se observa que los proyectos de sustaining menores a \$100,000 representan en número el 62% mientras que en presupuesto aprobado significan el 26% del total aprobado. Con una ejecución promedio del 92%. Por otro lado, los proyectos de sustaining mayores a \$100,000 representan en número el 38% mientras que en presupuesto aprobado significan el 74% del total aprobado. Con una ejecución promedio del 81%
5. Los proyectos Capex del tipo sustaining permiten una adecuada operatividad de la planta y una gestión oportuna de renovación y/o mejoramiento del equipamiento operacional.

## **RECOMENDACIONES**

1. Los proyectos menores a \$100,000 representan el 62 % del portafolio de proyectos de sustaining, se recomienda realizar un estudio complementario enfocado en este nivel de inversión en proyectos de sustaining para evaluar la eficiencia de su ejecución y su impacto en el costo de mantenimiento.
2. El estudio se ha limitado a los proyectos de sustaining operacionales, se recomienda evaluar el impacto de los proyectos de sustaining administrativos en la mejora de la productividad del personal administrativo-empleados.
3. Los proyectos de sustaining permiten renovar y/o optimizar la performance del equipamiento. Se recomienda evaluar el impacto de los proyectos de sustaining en el incremento de la vida útil del equipamiento operacional.

## REFERENCIAS

- **ALVAREZ OTERO S.** Inversión de Sostenimiento e inversión discrecional: Un modelo financiero del comportamiento inversor de la empresa industrial española”, editado por Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de las Empresas. Vol. 2 N° 3 1996 p. 81 - 105. Universidad de Oviedo.
- **BARROS, Carlos, GIADACH Francisca y VEGA Felipe de GEM** Gestión y Economía Minera Ltda. Recuperado el 10 de marzo 2016, 23:00 h, <https://perspectivagem.files.wordpress.com/2013/08/persp-oct2013.pdf>
- **CAMISÓN, Cesar.** Modelos internacionales de excelencia en la gestión, Universitat Oberta de Catalunya, sin fecha de edición. Recuperado el 15 de febrero de 2016, 20:00h, [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Administracio\\_i\\_direccio\\_dempreses/Excelencia\\_en\\_la\\_gestion/Excelencia\\_en\\_la\\_gestion\\_\(Modulo\\_3\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Administracio_i_direccio_dempreses/Excelencia_en_la_gestion/Excelencia_en_la_gestion_(Modulo_3).pdf)
- **CORN, Richard** CMA MBA CPA, The price earnings ratio and it common mis application in business valuations, 2003
- **DÍAZ, José,** “Los procesos en la dirección de proyectos” Conexiónsan, Barcelona, ESAN. <http://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2014/10/08/procesos-direccion-proyectos/>
- **DIRECTORIO MINERO DEL PERÚ,** “Proyectos mineros del futuro, Revista Proveedor Minero. Recuperado el 20 de febrero de 2016, 20:30 h, [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/F003ECB9A726B34B05257A380072651C/\\$FILE/demo-proyectos-mineros-del-futuro.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/F003ECB9A726B34B05257A380072651C/$FILE/demo-proyectos-mineros-del-futuro.pdf)
- **EB Exhibit D1** Sustaining Capital. Expuesto el día 1 de la exhibición realizada el 28 de Mayo
- **GILLEN, Cristian.** “La economía Mundial y las nuevas formas de Producción industrial y Competitividad” editado por ONUDI, para América Latina y el Caribe. 1994
- **GITMAN, Lawrence.** *Principios de Administración Financiera.* 10 Ed., Pearson, 2003
- **GLOBAL MINING NEWS IN REAL TIME.** “What does it cost to produce an ounce of gold?”, 16th march 2009. Recuperado el 20 de agosto de 2015, 20:00 h, <http://www.miningweekly.com/article/what-does-it-cost-to-produce-an-ounce-of-gold-2009-03-16>
- **HARVARD BUSINESS REVIEW,** “*Como medir el rendimiento de una empresa,* Editorial DEUSTO; Bogotá, Colombia, 2003.

- **HATCH.** *Esto es Hatch 2007. Calidad Absoluta: Nuestro Objetivo Siempre*, Recuperado el 12 de febrero de 2016, 20:00 h, [http://www.hatch.cl/Noticias\\_Publicaciones/documents/HATCH2007Espnl.pdf](http://www.hatch.cl/Noticias_Publicaciones/documents/HATCH2007Espnl.pdf)
- **HOWARD, Johnson.** “Determining the Cost of Capital for Corporate Acquisitions, Campbell Valuation Partners Limited”, 2000.
- **HUERTA, Efraín.** Calidad (PPT). Recuperado el 15 de enero de 2016, 21:00 h, <http://es.slideshare.net/efrainhuertavasquez/diapositivas-2-32552212>
- **IAA.** “¿Qué es la metodología FEL?” en Mejores Proyectos “¿Qué hago con esto el lunes a la mañana? Recuperado el 15 de abril de 2015, 22:00 h, [Phttp://iaap.wordpress.com/2007/06/26/%C2%BFque-es-la-metodologia-fel/](http://iaap.wordpress.com/2007/06/26/%C2%BFque-es-la-metodologia-fel/)
- **KERZNER, Harol,** Project Management, 2006.
- **LIRA,** 2011 Manual para la modelación financiera de activos de generación eléctrica
- **LLAJA, Héctor y LÓPEZ, Martha.** INFORME SECTORIAL PERÚ: SECTOR ZINC, Lima, PCR, 2010. Recuperado el 10 de enero de 2016, 20:00 h, <http://server2.docfoc.us/uploads/Z2015/12/26/rW3CvZuZCf/e8a2ab873f04e5d45b16228b8f2fa58c.pdf>
- **LOCK, Dennis.** (2003) *Fundamentos de la gestión de proyectos*; 2003, Ed. Aenor
- **MALAVAR, Florentitno** “La Política Industrial en Perspectivas” en Revista *EAN* 28-29 (1996). Recuperado el 10 de marzo de 2016, 20:00 h, <http://journal.ean.edu.co/index.php/Revista/article/view/830/801>
- **MANUAL DE MINERÍA.** ESTUDIOS MINEROS DEL PERU SAC.
- **NUÑEZ, Alfonso.** *Importancia de una oficina de gestión de proyectos en una institución bancaria en el Perú.* 2005, Tesis de Master, UNMSM. Recuperado el 22 de febrero de 2016, 12:00 h, [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2723/1/Nu%C3%B1ez\\_fa.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2723/1/Nu%C3%B1ez_fa.pdf)
- **O'BRIEN** Performance of capital Projects in Australian Processing Industries. Public ado en June 2009 O'Brien Joshep-Independent Project Analysis, Inc (IPA) Asia -Pacifc
- **STRONG y MEYER** Sustaining Investment, discretionary investment, and valuation: a residual funds study of the paper industry. Public ado en January 1990
- **OHMAE, Kenichi** *La mente del estratega. El triunfo de los japoneses en el mundo de los negocios*, Colombia, edit. Por McGraw-Hill, 1994.

- **OLALDE**, Karle. “Introducción a los Procesos de DP para un Proyecto” .Recuperado el 15 de febrero de 2016, 22:00 h, <http://www.ehu.eus/asignaturasKO/PM/PMBOK/cap3PMBOOK.htm>
- **PERÚ COMPITE**. “Plan Nacional de Competitividad. Buscando la inserción exitosa del Perú en el mercado global”. Recuperado el 10 de marzo de 2016, 22:00 h, [https://www.mef.gob.pe/competitiv/documentos/Plan\\_Nacional\\_de\\_Competitividad\\_Documento\\_Plan.pdf](https://www.mef.gob.pe/competitiv/documentos/Plan_Nacional_de_Competitividad_Documento_Plan.pdf)
- **PMI**. *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos* Tercera Edición (Guía del PMBOK®), 2004. Recuperado el 15 de enero de 2016, 22:00 h, <http://www.fnmt.es/documents/10179/119827/Descargar+Documentaci%C3%B3n+-+Gesti%C3%B3n+de+Proyectos/b34b9d76-9e62-4fcb-adbd-a0e5d675b4b4>
- **PORLLES L.J, YENQUE D.J., LAVADO S. A., ASPILCUETA A, R.** “Industrialización y competitividad industrial en el mundo” en *INDUSTRIAL DATA Revista de Investigación*, edit. UNMSM Lima, Vol. 9, Núm. 1 (2006). <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/5752/4979>
- **PORTER**, Michael *La ventaja competitiva de las naciones* en REYES Rodolfo. *Economía internacional (blog)*. Recuperado el 8 de marzo de 2016, 20:00 h, [http://economaiinternacionaladmon.blogspot.pe/2010\\_02\\_01\\_archive.html](http://economaiinternacionaladmon.blogspot.pe/2010_02_01_archive.html)
- **PORTER**, Michael. *La Ventaja competitiva de las Naciones” the free press*. División de Macmillan, 1990.
- **PRESS RELEASE**. “Thompson Creek announces 2010 capital expenditures and changes to Endako Mine expansion”, December 7, 2009. Recuperado el 20 de setiembre de 2015, 22:00 h, <http://www.resourceinvestor.com/News/2009/12/Pages/Thompson-Creek-announces-2010-capital-expenditures-and-changes-to-Endako-Mine-expansion.aspx>
- **RONDÓN**, Oswaldo. “Nueva visión de Costeo: All in Sustaining Cost, Growth el Cash Cost” Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. Gestión Minera II Congreso Internacional, junio 2013. Recuperado el 10 de enero de 2016, 20:00 h, <http://www.gestionminera.com.pe/2014/pdf/cotabilidadycostos/14.00%20-%2014.25%20Rondon%20Oswaldo.pdf>
- **SINCLAIR KNIGHT MERZ** “Mantenimiento de los proyectos” febrero 2016, Santiago de Chile. p., 1-11.
- **SMITH**, Carolyn. “Sustaining Competitive Advantage For Blacks Leisure Group” articlesbase, feb 25, 2010. Recuperado el 14 de abril del 2015, 20:00 h, <http://www.articlesbase.com/business-articles/sustaining-competitive-advantage-for-blacks-leisure-group-1908645.html>

- **SOLANO**, Antonia María. “El cinc y su metalurgia” en *Movilización de metales pesados en residuos y suelos industriales afectados por la hidrometalurgia del cinc*. Murcia, 2005. Recuperado el 20 de marzo de 2016, 20:00 h, <https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/190/4/Tasm04de16.pdf>
- **SOTO**, Oscar. *Optimización en la recuperación del cadmio por inhibición del talio, níquel y fierro en la solución de sulfato de cadmio en la planta de cadmio-refinería de zinc Cajamarquilla* 2007, UNMSM. Recuperado el 6 de marzo de 2016, 22:00 h, <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3112>
- **SUSTAINING CAPITAL**. 19 (mayo 2010). Recuperado el 15 de agosto de 2015, 22:00 h, <http://www.hydroone.com/RegulatoryAffairs/Documents/EB-2010-0002/D/D1-03-02%20Sustaining%20Capital.pdf>
- **VOTORANTIM METAIS** CJM, Memoria Anual 2008.
- **VIELMA**, Luis. “VCD, una metodología para transformar organizaciones”, en la revista virtual *Energía a debate*, Septiembre-Octubre 2009, 15 de febrero de 2016, 22:00 h, <http://www.energiaadebate.com/Articulos/Septiembre2009/VielmaSep09.htm>
- “Votorantim Metais ampliará la Refinería de Cajamarquilla” en la versión digital de *Mining Press Perú*. Recuperado el 15 de febrero de 2016, 22:00 h, <http://www.miningpress.com.pe/nota/84245/votorantim-metals-ampliar-la-refinera-de-cajamarquilla>
- **VOTORANTIM METAIS**. *Manual Capex SGV Pequeños proyectos*, nov. 2007.
- “Votorantim Metais culminará en febrero ampliación de refinería Cajamarquilla” en *Andina*, 30 de noviembre de 2009. Recuperado el 12 de marzo de 2016, 22:00 h, <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-votorantim-metals-culminara-febrero-ampliacion-refineria-cajamarquilla-267023.aspx>
- **WIKINVEST**. “Sustaining capital expenditures is computed as follows”. Recuperado el 20 de febrero de 2016, 20:00 h, [http://www.wikinest.com/stock/Crown\\_Castle\\_International\\_\(CCI\)/Sustaining\\_Capital\\_Expenditures\\_Computed\\_Follows](http://www.wikinest.com/stock/Crown_Castle_International_(CCI)/Sustaining_Capital_Expenditures_Computed_Follows)

## ANEXOS

### I. EL POTENCIAL DE LA MINERÍA EN EL PERÚ

En general, el Perú ha tenido un potencial de crecimiento en el PBI entre 8.9% y 6% anual entre el 2007 y 2012 respectivamente, sin embargo, en el presente decenio no ha podido mantener dichas tasas de crecimiento, tendiendo a una desaceleración al 5.8%, en el año 2013 y de 2.4% en el año 2014, tasa de crecimiento que continuará reduciéndose alrededor del 3% en el presente año.

Uno de los principales sectores que han crecido en los últimos 10 años, es la Minería e hidrocarburos, es importantísimo en la economía peruana, ya que, ha llegado a representar normalmente más del 50% de las exportaciones con cifras alrededor de los 4 mil millones de dólares al año, incluso por su propia naturaleza la gran minería se ha constituido en un sector que genera grandes movimientos de capital; igualmente, representa el 42% de los recursos del canon transferidos a las regiones en beneficio de las mismas, tal como se confirma en el figura N° 01.

**FIGURA N° 01**  
**APORTE ECONÓMICO DE LA MINERÍA A LAS REGIONES**



Por otro lado, también ha de destacarse la importancia de los principales metales que se producen en el Perú, así se confirma lo siguiente:



### 1. El Cobre

La producción anual es de 90.81 millones de TMF y representa el 16% de la producción mundial.

### 2. El Zinc

La producción anual: es de 22.23 millones de TMF y representa el 11% de la producción mundial.

### 3. La Plata

La producción anual es de 55,371 TMF y representa el 14% de la producción mundial

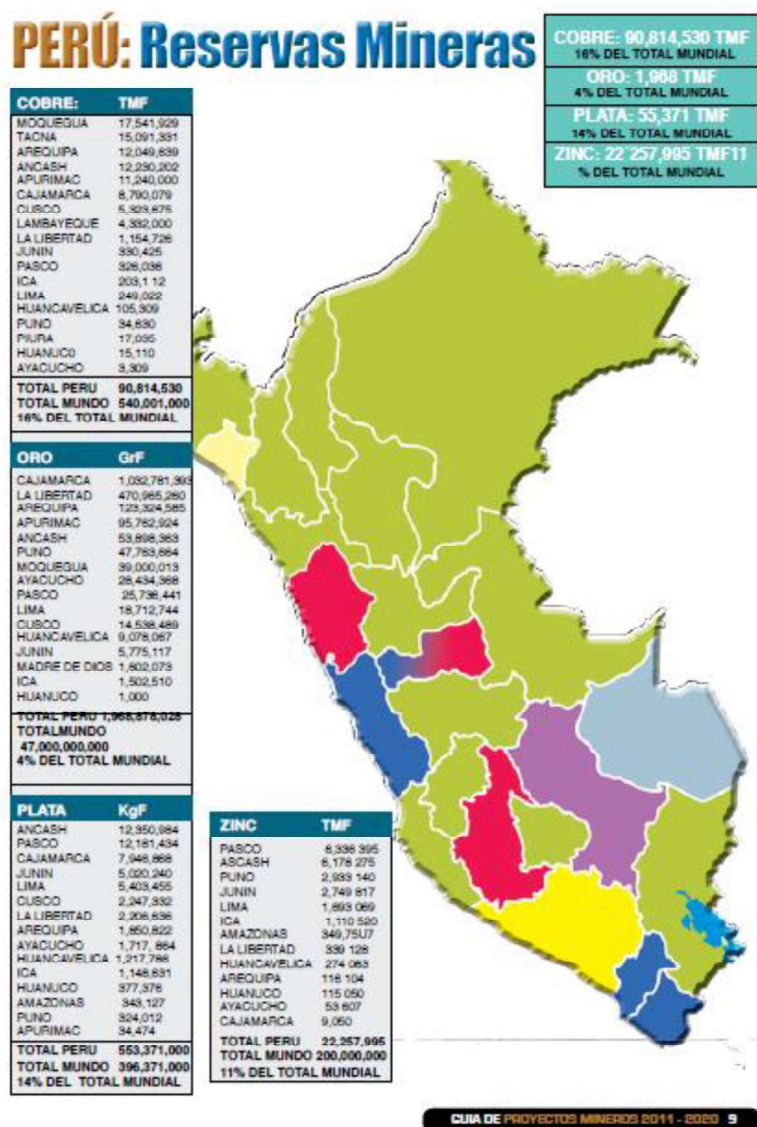
### 4. Oro

La producción anual es de 1,968 TMF y representa el 4% de la producción mundial. El Perú ocupa el 2do lugar en la producción mundial de zinc, así como, es el 1ro en Latinoamérica, tal como se aprecia en el figura N° 02.

**FIGURA N° 02**  
**RANKING MUNDIAL DE PRODUCCION DE ZINC**

POSICIÓN DEL PERÚ EN EL RANKING MUNDIAL DE PRODUCCIÓN		
Mineral	Mundo	Latinoamérica
Plata	1	1
Zinc	2	1
Estaño	3	1
Bismuto	3	1
Teluro	3	1
Mercurio	3	1
Plomo	4	1
Oro	6	1
Cobre	2	2
Molibdeno	4	2
Selenio	7	2
Cadmio	14	2
Hierro	17	5

**FIGURA N° 03<sup>45</sup>**  
**RESERVAS MINERAS DEL PERÚ**



Finalmente, cabe señalar sobre las reservas mineras que se concentran en el recurso Zinc, cuyas reservas se encuentran principalmente en las Regiones de Pasco, Ancash, Puno, Junín, Lima, e Ica, tal como se observa en el mapa de la figura N° 03;

Asimismo, reafirma su importancia con valores estimado de 730 \$ MM, en lo que se encuentran los siguientes proyectos:

- Votorantim Metais- Refinería Cajamarquilla- Lima, Valor 500 \$ MM.
- Compañía Minera Milpo, San Hilarión- Ancash, Valor 226 \$ MM.

## **II. EL GRUPO VOTORANTIM**

### **RESEÑA HISTORICA**

El Grupo Votorantim, de capitales 100% brasileños, con actuación en 24 países, concentra operaciones en sectores de base de la economía que demandan un capital intensivo y alta escala de producción, tales como cemento, minería y metalúrgica (aluminio, níquel y zinc), siderúrgica, celulosa, jugo concentrado de naranja y autogeneración de energía. En el mercado financiero, actúa por medio de Votorantim Finanzas y, en Nuevos Negocios, actúa en un fondo de Venture Capital y Private Equity.

El Grupo Votorantim fue creado a partir de una fábrica de tejidos que fue fundada en el año 1918 en la ciudad brasileña de Votorantim. Desde entonces, ha diversificado las actividades y se ha mantenido en constante crecimiento, amparado por los valores de Solidez, Ética, Respeto, Iniciativas y Unión.

En 1935 dio el primer paso hacia la expansión, mediante la adquisición de la Compañía Nitro Química. Veinte años después, le siguió la inauguración de la Compañía Brasileña de Aluminio (CBA), que fue la primera industria del sector a actuar en el Brasil.

Al final de la década de 1980, prosiguiendo la estrategia de crecer de forma consistente y diversificada, el Grupo Votorantim empezó a invertir en papel y celulosa. Tres años más tarde, ingresó en el sector financiero con la creación del Banco Votorantim.

En el año 2001, con la finalidad de manejar el continuo crecimiento de las operaciones en diversas áreas se creó el Holding Votorantim Participaciones (VPar). De esta

manera, se dio el paso decisivo hacia la internalización de los negocios que se dan en 24 países

### **La mejor empresa familiar del mundo**

En el año 2005, el Grupo Votorantim se convirtió en la primera empresa latinoamericana que logró el más importante premio internacional concedido a las empresas familiares. El IMD-LODH Award reconoce a las empresas que unen exitosamente los intereses familiares y los negocios. El galardón es concedido por el instituto suizo IMD Business School – uno de los líderes mundiales en el desarrollo profesional de ejecutivos, en colaboración con el banco suizo Lombard Odier Darier Hentsch, empresa familiar que tiene más de 200 años de existencia, y está en manos de la séptima generación. Entre los criterios adoptados para la elección podemos mencionar:

- Control familiar continuo, por lo menos, desde hace tres generaciones;
- Buenos resultados, participación internacional y liderazgo en los mercados;
- Prácticas corporativas comprometidas con la cuestión de la ciudadanía, expresadas mediante acciones de responsabilidad social y preocupadas con el desarrollo sostenible;
- Historia de suceso que incorpore la innovación en el mundo de los negocios.

### **NEGOCIOS DEL GRUPO**

Los negocios del Grupo Votorantim están organizados en tres segmentos: industrial, financiero y nuevos negocios. Se caracterizan por la diversidad del portfolio y al mismo tiempo, mantienen un modelo de gestión unificado compartiendo la misma Visión, Misión y los mismos Valores. Este concepto de Grupo Único, de unidad en la diversidad, le ha permitido no sólo diversificar como también ampliar e internacionalizar las actividades con la creación de valor para todos los públicos con

los que se relaciona, ya sean clientes, empleados, proveedores, aliados comerciales, accionistas, el gobierno y la sociedad.

Las operaciones industriales se concentran en los sectores de base de la economía, los que demandan un capital intensivo, alta escala de producción y tecnología de punta: cemento, minería y metalurgia (aluminio, zinc y níquel), siderurgia, celulosa, jugo concentrado de naranja y autogeneración de energía.

En el mercado financiero, actúa mediante la empresa Votorantim Finanzas, que reúne al conjunto de instituciones que trabajan de manera integrada en el mercado financiero: el Banco Votorantim (banco de negocios y de inversiones), BV Financiera (financiación y crédito al consumidor), Votorantim Asset Management (gestión de recursos), BV Leasing (operaciones de leasing) y Votorantim CTVM (corredora de títulos y valores).

En Nuevos Negocios, actúa con un fondo de Venture Capital y Private Equity.

#### **a) VOTORANTIM CEMENTOS**

Votorantim Cementos es una de las ocho mayores empresas mundiales en el sector, con fuerte presencia en América, Europa, Asia y África destacándose por su excelencia operacional y prácticas de gestión. Sus principales productos son: cemento, concreto, agregados y productos complementarios

En Brasil, mantiene el liderazgo del mercado con un 40% de participación. Posee 60 unidades de producción en casi todos los estados brasileños y 100 centrales de concreto. Comercializa más de 40 productos. Se destacan las marcas Votoran, Itaú, Poty, Tocantins, Aratu, Votomassa y Engemix. En América del Norte, operan 6 fábricas de cementos, 150 unidades de agregados y concreto. Asimismo, posee participaciones accionarias en Bolivia, Chile, Argentina, Uruguay y Perú.

En el 2012, Votorantim Cementos ingreso a los mercados de Turquía, Marruecos, Túnez, India, China y España, incorporándose 13 fábricas de cemento, 8 molinos, 78 centrales de concreto, 22 plantas de agregados, 5 unidades de morteros y 01 unidad de

cal hidratada. Con lo cual adiciono 16.5 MTn a su capacidad productiva mundial, pasando de 34 MTn hacia 50.5 MTn por año.

Es una de las pioneras en la utilización del co-procesamiento, tecnología productiva que elimina de forma económica, eficiente y ambientalmente correcta los residuos industriales de los hornos de cemento. Desde 2005, la empresa co-procesa un volumen superior a 3 MTn de residuos, especialmente neumáticos usados, solventes químicos, óleos e materiales inservibles. En el campo de la responsabilidad social corporativa, desenvuelve diversos programas de largo plazo, enfocados en la educación profesional y la inserción de jóvenes en el mercado laboral, unido al desarrollo socio-económico de la zona de influencia donde está presente.

#### **b) VOTORANTIM METAIS**

Votorantim Metais (VM) fue creada en 1996 a partir de una reorganización del modelo de gestión del Grupo Votorantim, que agrupó las unidades de negocio conforme a la línea de actuación en el mercado. Desde entonces, VM tomó todo el control estratégico de cuatro Unidades de Negocio – aluminio, acero, níquel, zinc. Dos años después, la Unidad de Negocio Acero se separó de Votorantim Metais y pasó a la gestión de Votorantim Siderurgia.

Desde su fundación, VM viene coleccionando conquistas y resultados exitosos. Uno de los factores es que, a partir de 2009, todas las unidades de la compañía pasaron a operar con plena capacidad. VM es una de las cinco mayores productoras mundiales de zinc, mayor fabricante de níquel electrolítico de América Latina y líder brasileña en la producción de aluminio primario. Con la sinergia en las operaciones entre las diversas unidades de negocio, Votorantim Metais se consolidó como segunda mayor empresa brasileña de metales no-ferrosos.

Por poseer un proceso de producción totalmente integrado: la empresa opera minas desde 1956, Votorantim Metais garantiza la oferta de productos de calidad, a precios competitivos, además de tener un crecimiento constante. Para perfeccionar el modelo de calidad reconocido internacionalmente, Votorantim Metais hace inversiones

continuas en la ampliación de su capacidad productiva y en el crecimiento personal y profesional de sus colaboradores. Además de eso, la preocupación con la sustentabilidad es una constante en VM. En el 2011 la empresa generaba cerca de 80% de la energía eléctrica consumida por sus unidades productivas y apostaba por el desarrollo de tecnologías propias, investigaciones mineras y una gestión ambiental responsable.

Según las estadísticas del 2011 tenemos lo siguiente:

- Votorantim Metais actúa en la Exploración Mineral en siete países: Brasil, Perú, Bolivia, Colombia, Argentina, México y Canadá.
- 68 proyectos están siendo desarrollados para zinc, níquel y aluminio.
- Cuenta con 14 joint ventures para identificar y viabilizar nuevas.
- Los principales proyectos son: Aripuanã, Bongará, Ferroníquel, Montes Claros, Paragominas y Pucará.
- El Proyecto Pucará, en la región céntrica de los Andes, tiene como objetivo suministrar concentrados de zinc para la refinería de la unidad Cajamarquilla, localizada en Lima, Perú.

### **c) VOTORANTIM ENERGIA**

El objetivo de Votorantim Energía (VE) es garantizar el abastecimiento energético para todo el Grupo Votorantim a precios competitivos y dar soporte a las unidades industriales en cualquier escenario de demanda, principalmente en los caso de incremento y/o expansión de la producción. VE también busca oportunidades sustentables en energía, que refuerce la competitividad de las fábricas del Grupo.

En el 2011 la empresa administraba el 8,2% del consumo industrial y el 3,6% del consumo total de Brasil (base 2010). VE posee 33 Plantas hidroeléctricas y 5 centrales de cogeneración que en total tiene una capacidad instalada de 2.600MW.

#### **d) VOTORANTIM SIDERURGICA**

En julio del 2008, el Grupo Votorantim redefinió el posicionamiento del Negocio de Acero dentro de su estructura y creó Votorantim Siderurgia (VS). La nueva unidad nació con cerca de 5,300 empleados y operaciones en tres países: Argentina, Brasil y Colombia.

En Brasil, VS posee dos unidades productivas. La primera fue fundada en 1937, en la ciudad de Barra Mansa, en Rio de Janeiro, y produce 750 KTn por año. La segunda, inaugurada en el 2009 en la ciudad de Resende, también en Rio de Janeiro, produce 1 MTn de aceros largos cuando alcance su capacidad total.

En Colombia, VS posee 72,67% de participación en la siderúrgica Acerías Paz del Río, con capacidad de 450 KTn de aceros largos y planos, y en Argentina participa con 52,9% del capital de AcerBrag, que posee producción de 250 KTn de aceros largos. Ambas fueron adquiridas en el 2007.

Además de la producción y comercialización de acero, Votorantim Siderurgia opera minas de mineral de hierro y carbón mineral, posee florestas de eucalipto para la producción de carbón vegetal, produce arrabio y cuenta con participación societaria en el Sistema Usiminas.

El acero producido por VS, es utilizado, principalmente, por la industria de construcción civil y construcción mecánica. Entre los productos fabricados están barras corrugadas para hormigón armado, alambres, perfiles de ángulos, perfiles, mallas, armaduras y alambón de acero al carbono, destinado a trefilado y laminación en frío.

Siguiendo una política de desarrollo sostenible y preocupada con la preservación de los recursos naturales, la Siderúrgica de Barra Mansa fue la primera en América Latina en adoptar el sistema de soplo de oxígeno y fundición continua, desde 1995, en sus procesos utiliza chatarra de acero.

#### **e) VOTORANTIM CELULOSA – FIBRIA**



El líder mundial en la producción de celulosa de eucalipto, Fibria cuenta con una capacidad de producción anual de 5,25 MTn, de las fábricas ubicadas en Tres Lagos (Mato Grosso do Sul), Aracruz (Espírito Santo), Jacareí (São Paulo) y Eunápolis (Bahía), este último también llamado Veracel es un joint venture con Stora Enso. Junto con la empresa Cenibra, opera Portocel, en Aracruz (Espírito Santo), el único puerto brasileño especializado en embarques de celulosa.

Con sus operaciones basadas enteramente en las plantaciones forestales renovables, en los estados de Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Río de Janeiro, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul y Bahía, Fibria cuenta con una base total de bosque que cubre 958,000 hectáreas, de las que 336,000 son bosques nativos que han sido destinadas a la conservación del medio ambiente.

En octubre de 2012, la empresa firmó una alianza estratégica con la empresa estadounidense Ensyn para invertir en combustibles renovables derivados de la madera y la biomasa

Opera 3 molinos, con una capacidad de producción anual de 5,25 MTn de pulpa.

Desde el bosque hasta el puerto, nuestra logística integrada hace uso de la carretera, ferrocarriles y vías marítimas para el transporte eficiente de la madera y pulpa.

## **f) AGROINDUSTRIA - CITROSUCO**

Citrovita y Citrosuco, forman la mayor empresa mundial de jugo de naranja con capacidad instalada para producir más del 40% de todo el jugo que produce y exporta Brasil. La integración entre Citrovita y Citrosuco resultó en la creación de una empresa única para la producción y exportación de jugo concentrado, no concentrado y sus subproductos la nueva Citrosuco con dominio sobre toda la cadena productiva, desde la producción de plantones en viveros hasta la entrega en los terminales distribuidos en el mundo.

Citrosuco tiene clientes en más de 100 países. Cuenta con 6,500 empleados, 15,000 durante el período de cosecha. Posee 6 oficinas comerciales en los 6 continentes: Brasil, Alemania, Bélgica, EE.UU., Japón y China.

#### **g) VOTORANTIM FINANZAS**

Votorantim Finanzas fue constituida en 1996, con el objetivo social de participación en otras sociedades. Inicialmente con la denominación de VTR - Emprendimientos y Participaciones Ltda., posteriormente se denominó para Votorantim Finanzas.

En el año 2,000, luego de una reestructuración de los negocios del grupo, surge Votorantim Finanzas, la cual paso a concentrar las participaciones del segmento financiero del Grupo Votorantim.

#### **Banco Votorantim**

Votorantim Finanzas se asoció estratégicamente con el Banco de Brasil, con una participación del 50% formando así el Banco Votorantim, banco de negocios, dirigido al mercado corporativo, dentro del Brasil y a nivel internacional, con clientes tales como las mayores empresas brasileñas.

**FIGURA N° 04**  
**ORGANIGRAMA DEL GRUPO VOTORANTIM**



### **h) NUEVOS NEGOCIOS**

La empresa Votorantim Nuevos Negocios (VNN) es el brazo de Venture capital<sup>6</sup> y Private equity<sup>7</sup> del Grupo Votorantim. Invierte en empresas que estén en la etapa inicial de desarrollo y que tengan un alto potencial de crecimiento. Además, invierte en emprendimientos más maduros en los que la generación de valor es el resultado de la renovación del modelo operacional o del negocio.

- 6 Inversiones realizadas en pequeñas o nuevas empresas
- 7 Inversiones realizadas en empresas que todavía no están en la bolsa de valores

Los equipos multisectoriales de la VNN poseen una amplia experiencia en la estructuración de los negocios, en fusiones, adquisiciones, prácticas de gestión estratégica, financiera, operacional y de Recursos Humanos, además de tener grandes

conocimientos específicos de los sectores en que actúan, como ser ciencias de la vida e investigación en minería.

### **Portafolio**

**Amyris:** Empresa que tiene la sede en California (EEUU) y que se dedica a desarrollar nuevos biocombustibles.

**Moksha:** Promueve, representa, divulga y distribuye, en los mercados emergentes, los medicamentos de la más alta calidad que son fabricados por las principales empresas farmacéuticas y de biotecnología del mundo.

### **Prerrequisitos para la inversión**

Las empresas en las que la VNN invierte deben tener, por lo menos, uno de los siguientes requisitos:

- Innovación tecnológica.
- Innovación en el modelo de negocios.
- Mercado de alto crecimiento.
- Potencial para salto de desempeño por medio de metodologías de gestión.

## **III. HISTORIA DE LA REFINERÍA DE ZINC VOTORANTIM METAIS- UNIDAD DE CAJAMARQUILLA**

En el Perú, Votorantim Metais en el área del zinc comenzó a operar en 1956. En Brasil cuenta con 04 Unidades de producción, 01 en Perú, 01 en EEUU y 01 en China. A continuación detallamos las mismas: tres Marías, Vazante, Juiz de Fora, Morro Agudo, y Cajamarquilla.

Este complejo metalúrgico que está situado en la altura del km. 9.5 de la carretera central, desvío a Huachipa, distrito de San Juan de Lurigancho, Chosica, provincia y

departamento de Lima. Asimismo, ha sido construida por el gobierno peruano, perteneciente a Minero Perú. Inicio sus operaciones en mayo de 1981, su capacidad de producción original era de 100,000 t/año.

Esta refinería en 1994 fue adquirida por el consorcio formado: Cominco Ltd (82%) ahora Teck Cominco y Marubeni Corp. (17%). En el año 1998, se inició el proceso de ampliación de capacidad en sus niveles de producción, obteniéndose en ese entonces 120,000 t/año. En diciembre 2004 fue adquirida por el Grupo Votorantim (Brasil).

Desde el 2004 la Refinería de Cajamarquilla es parte del grupo Votorantim Metais, la Unidad de Cajamarquilla tenía una capacidad de producción de 130 KTn de zinc por año. La planta se ha expandido y producía 320 KTn anuales. Además del aumento en la producción, la unidad comenzará a producir el indio metálico, que tiene un alto valor agregado y se utiliza en la fabricación de pantallas de cristal líquido. En 2005, VM ha negociado y adquirió el 24,9% de participación en la Compañía Minera Milpo, la cuarta mayor empresa minera en el país. Tres años más tarde, aumento la participación, que ahora supera el 50%. En 2007, la empresa estadounidense U. S. Zinc se une a la cartera. En los Estados Unidos, la compañía es líder en una empresa de reciclaje de zinc, un líder mundial en óxido de zinc y la segunda más grande de polvo de zinc.

“El zinc y el cadmio era producida por Centromin-Perú (Junin) y Minero Perú Cajamarquilla (Lima), empresas que han sido privatizadas en 1994...” (Soto 2007:20) Esto nos indica que la producción de zinc nacional pasa al ámbito privado. En 1994 durante el primer gobierno de Alberto Fujimori, se dio una política de privatización, pero los pasivos de Minero Perú son asumidos por Cominco y luego por Votorantim.

#### **IV. GESTIÓN ORGANIZATIVA OPERATIVA**

Votorantim Metais da inicio al ciclo de búsqueda, el logro y la entrega de los niveles de servicio cada vez más altos a sus clientes. Es por tales motivos, que se ha convertido en autosuficiente en la producción de concentrado de zinc, llevando a cabo

la auto-generación de energía, dominando el reciclaje de alta tecnología y operando con altos estándares de eco-eficiencia; igualmente, asegurando el cumplimiento y la reducción de la oferta a la par que también reduce considerablemente el riesgo de desabastecer de agua a sus clientes

Por lo tanto, este estudio se plantea teóricamente como un modelo de gestión compuesto por un conjunto de tareas y procesos enfocados a la mejora de la gestión organizativa de la empresa, con el fin de aumentar su capacidad tendiente a conseguir los objetivos y metas, políticas y sus diferentes objetivos operativos relacionados con su propia gestión. Por tanto, dentro de la gestión organizativa operativa quedan inmersas las diversas gestiones de los proyectos, en especial del proyecto de Sustaining para lograr el cumplimiento de la meta anual de la producción, distribución, aprovisionamiento, recursos humanos y la gestión financiera.

Por lo expuesto, la gestión organizativa de la empresa abarca cambios no solamente en la estructura de la organización, sino también en el sistema, estructura y en los procesos que desarrolla la empresa de manera planificada, lo cual tienen una notable influencia en las principales funciones de la gestión de los proyectos de inversión, acompañado de la tecnología y la introducción de innovaciones técnicas y estratégicas acordes con los proyectos que busquen ser formulados en algunas de las etapas de la producción del Zinc, por tanto, las tres principales funciones para una eficiente gestión operativa son:

- a) **Efectuar análisis de los servicios.** Fundamentalmente en lo que se refiere a la concordancia entre los servicios ofrecidos o que se piensan ofrecer y los requerimientos de clientes y proveedores. También implica el cumplimiento de las especificaciones técnicas propias de cada producto o servicio y a las pruebas de su correcto funcionamiento.
- b) **Llevar a cabo análisis de los procesos productivos y/o de proyectos,** que respondan a la Gestión organizativa operativa de los procesos técnicos y administrativos de la organización y el estricto cumplimiento de leyes y normas relacionadas con el proceso de producción de los bienes económicos o la prestación de servicios.

- c) **Revisar los modos de diseñar y dirigir**, enfoque estratégico basado en un proceso continuo y permanente de los procedimientos más eficaces para la realización de proyectos y la prestación de servicios, tratando de lograr los mejores resultados y la máxima productividad y rentabilidad con el fin de optimizar al máximo los recursos de la empresa.

En definitiva, la tarea esencial de la gestión organizativa operativa **de la empresa Votorantim Metais**, es desplegar las capacidades del proyecto Sustaining para obtener resultados concretos, en la meta anual de producción de zinc a partir de las siguientes acciones y estrategias encaminadas a:

- a) Garantizar la producción y la meta anual de producción, así como la calidad de las actividades en relación al equipamiento disponible.
- b) Reducir los costos extraordinarios para los niveles de producción.

Igualmente, se requiere que los directivos de la empresa minera Votorantim Metais en su gestión organizativa operativa deban analizar los siguientes aspectos que tienen implicancias prácticas, relacionado con los productos, así:

1. Utilizar y ajustar los sistemas administrativos de una gestión organizativa empresarial moderna a fin de innovar en ellos, tendiente a elevar la calidad, flexibilidad y aumentar la producción y productividad de los productos que se ofertan en el mercado internacional.
2. Atraer colaboradores nuevos para la realización de los objetivos de la organización.
3. Definir el tipo, grado y ubicación de las innovaciones y emprendimiento de los nuevos proyectos de inversión a emprender concordante con los planes estratégicos.

Evidentemente, los proyectos son parte de la gestión organizativa empresarial, incluso cuando el proyecto es externo (Uniones Temporales de Empresas (UTE) o suscriba convenios para un proyecto determinado), estará igualmente influido por la organización funcional tal como se observa en los figuras N°05 y 06.

**FIGURA N° 05<sup>46</sup>**  
**ORGANIZACIÓN FUNCIONAL**

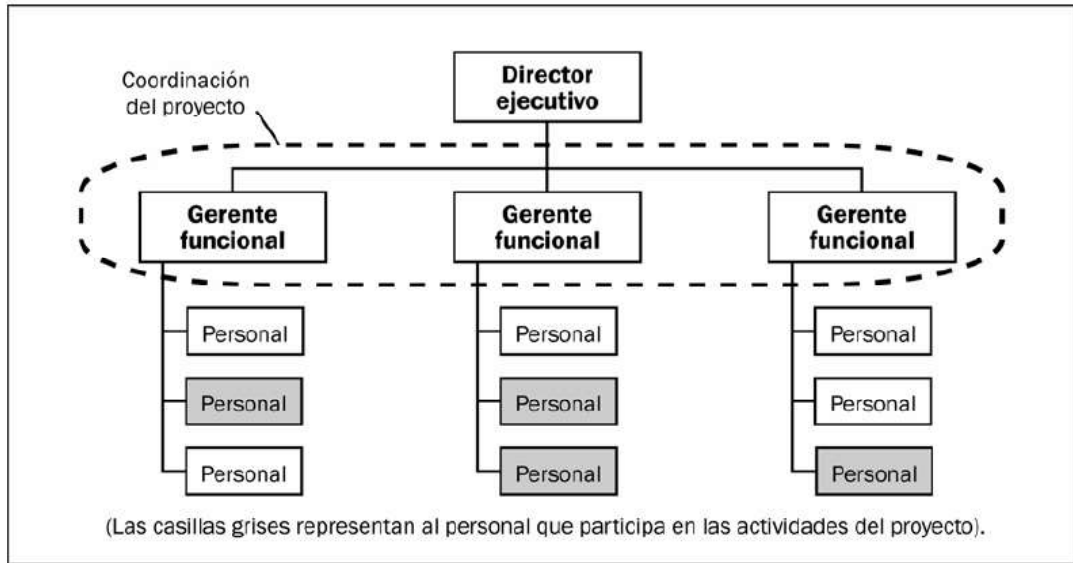


Figura 2-7. Organización funcional

**FIGURA N° 06<sup>47</sup>**  
**ORGANIZACIÓN FUNCIONAL BAJO LA COORDINACIÓN DEL PROYECTO.**

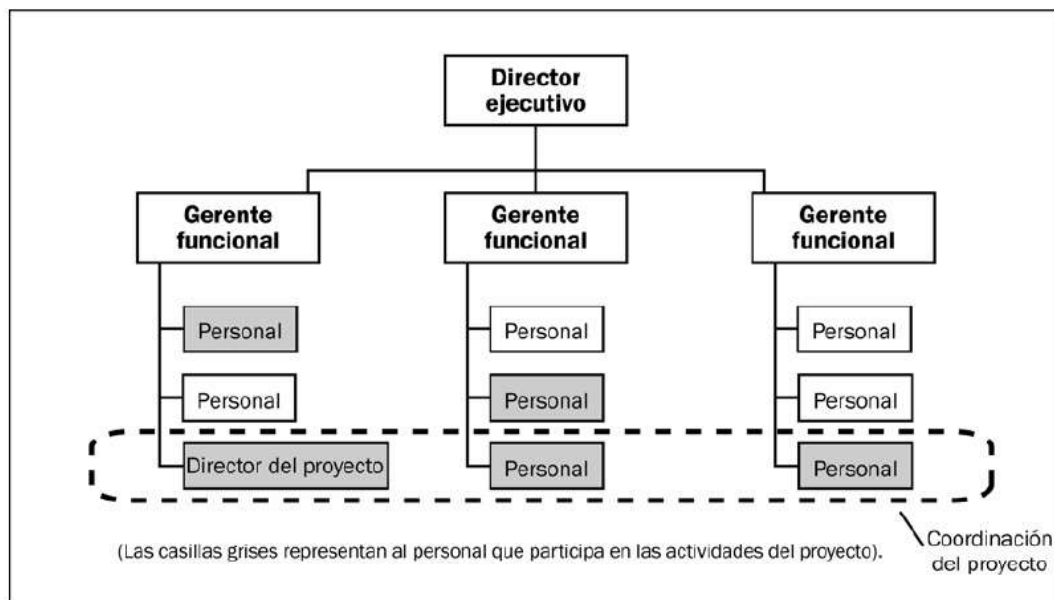


Figura 2-10. Organización matricial equilibrada



En Cajamarquilla la organización del Departamento de Proyectos es funcional, la gestión de la misma es práctica y eficiente. Los empleados con habilidades similares trabajan en el mismo departamento en ese caso la Gerencia de Proyectos bajo la supervisión de un gerente con un alto nivel de habilidad y decisión.

Debido a la diversidad de actividades en las que una empresa puede participar a la vez, una estructura organizativa de la gestión de proyectos es clave en la coordinación de los diferentes módulos de trabajo del proyecto; la importancia de una estructura organizativa involucra asistir a los dueños de la empresa, directores, y emprendedores a conceptualizar, visualizar y construir un sistema jerárquico para implementar en su organización.

Finalmente, respecto a la gestión organizativa de la empresa se tiene los siguientes Objetivos Estratégicos:

1) Crear mecanismos de gestión que permitan la participación del conjunto de directivos, y del personal profesional en los procesos para una oportuna y acertada toma de decisiones optimizando los tiempos operativos y administrativos.

2) Consolidar una estructura organizacional acorde a la misión y visión de la empresa.

3) Mejorar la cultura organizacional de la empresa adoptando prácticas administrativas acorde con los valores institucionales.

4) Desarrollar planes operativos anuales en los estamentos de la empresa.

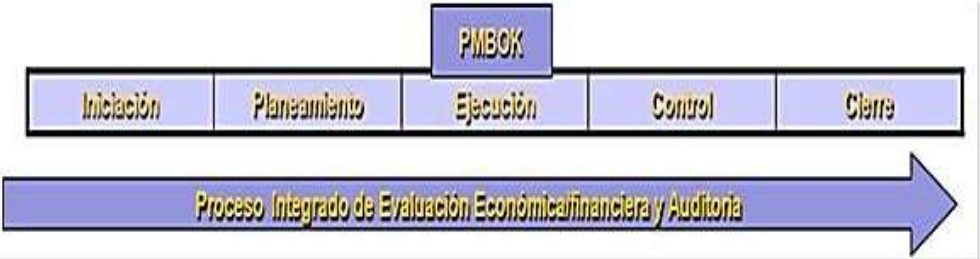
5) Desarrollo organizacional y gestión participativa operativa con la formación de equipos de trabajo permanente al interior de la empresa.

## **V. LA METODOLOGÍA PMI**

Project Management Institute, Inc. (PMI) publica manuales y guías, Esta metodología es la más utilizada para los proyectos de inversión a nivel de ingeniería, construcción y

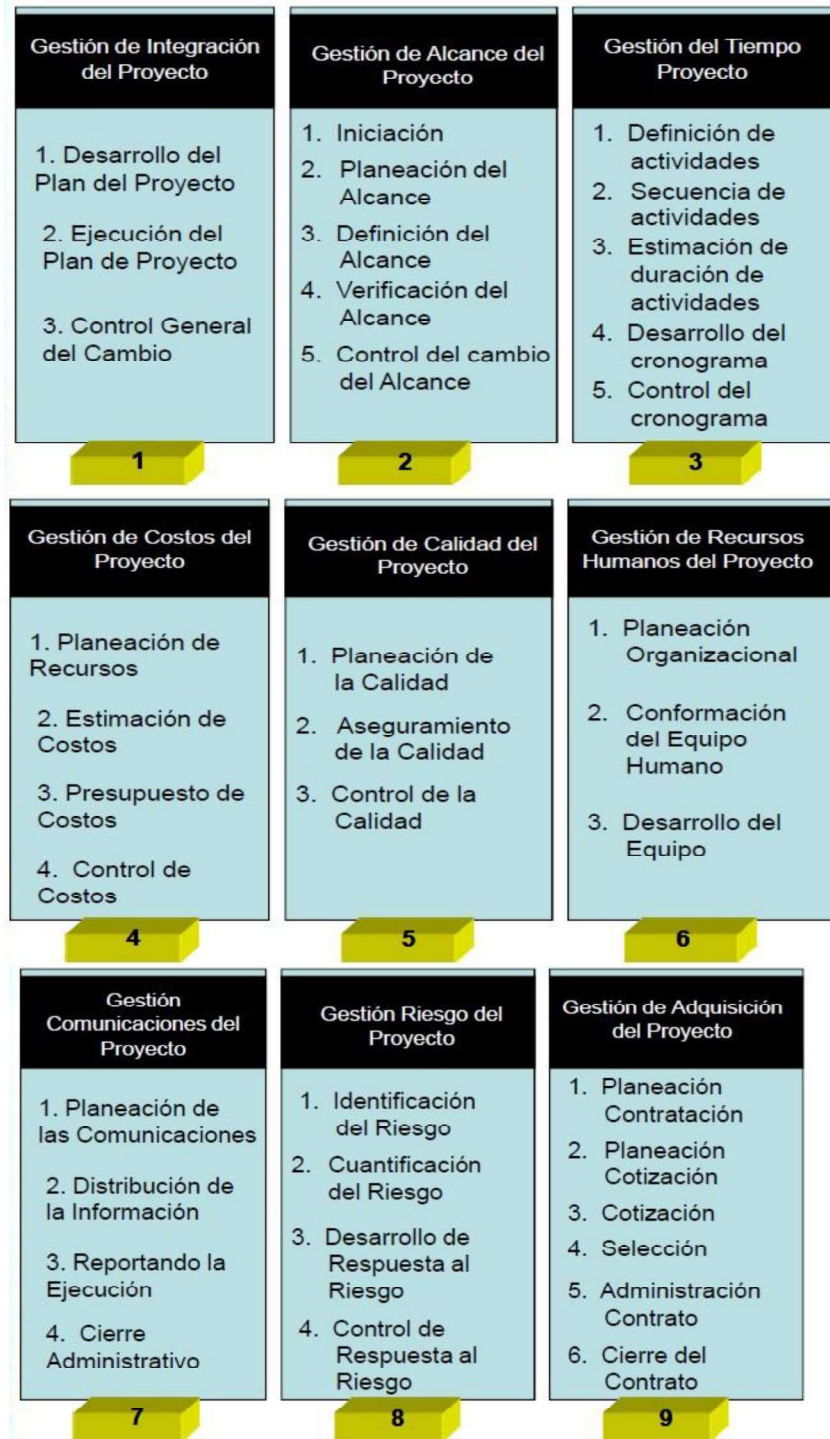
minero metalúrgico. La Guía de los Fundamentos de Gestión de Proyectos, denominada originalmente Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK<sup>48</sup> por sus siglas) es un libro en el que se presentan los estándares, pautas y normas para la gestión de proyectos según el Project Management Institute.

**FIGURA N° 07**  
**PROCESOS PMBOK**



**FIGURA N° 08**

**AREAS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS**



\* Elaboración Propia

Consta de los siguientes aspectos: iniciación, planeamiento, ejecución, control y cierre. El PMI agrupa a los conocimientos, metodologías y buenas prácticas de la gestión de proyectos en 09 áreas del conocimiento, indicadas a continuación. (Figuras N° 08)

A continuación se presenta un breve resumen de las gestiones del proyecto:

#### **A. RESPECTO A LA GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN DEL PROYECTO**

El Área de Conocimiento de Gestión de la Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los distintos procesos y actividades de dirección de proyectos dentro de los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos. En el contexto de la dirección de proyectos, la integración incluye características de unificación, consolidación, articulación y acciones de integración que son cruciales para concluir el proyecto y, al mismo tiempo, cumplir satisfactoriamente con los requisitos de los clientes y otros interesados, y gestionar las expectativas. La integración, en el contexto de la dirección de un proyecto, consiste en tomar decisiones sobre dónde concentrar recursos y esfuerzos cada día, anticipando las posibles polémicas de modo que puedan ser tratadas antes de que se conviertan en polémicas críticas y coordinando el trabajo para el bien del proyecto en general.

La necesidad de integración en la dirección de proyectos se hace evidente en situaciones en las que los procesos individuales interactúan. Por ejemplo, una estimación de costes es necesaria para un plan de contingencias implica la integración de los procesos de planificación que se describen con más detalle en los procesos de Gestión de los Costes del Proyecto, los procesos de Gestión del Tiempo del Proyecto y los procesos de Gestión de los Riesgos del Proyecto.

**1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto:** está autoriza formalmente un proyecto o una fase de un proyecto.

- 2 Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto (Preliminar):** esta fase permite el desarrollo del enunciado del alcance del proyecto preliminar, esto ofrece una descripción de alcance de alto nivel.
- 3 Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto:** documentar las acciones necesarias para definir, preparar, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios en un plan de gestión del proyecto.
- 4 Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto:** ejecutar el trabajo definido en el plan de gestión del proyecto para lograr los requisitos del proyecto definidos en el enunciado del alcance del proyecto.
- 5 Supervisar y Controlar el Trabajo del Proyecto:** supervisar y controlar los procesos requeridos para iniciar, planificar, ejecutar y cerrar un proyecto, a fin de cumplir con los objetivos de rendimiento definidos en el plan de gestión del proyecto.
- 6 Controlar Íntegramente los Cambios:** revisar todas las solicitudes de cambio, aprobar los cambios, y controlar los cambios en los productos entregables y en los activos de los procesos de la organización.
- 7 Cerrar el Proyecto:** es decir, finalizar todas las actividades en todos los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos para cerrar formalmente el proyecto o una fase del proyecto.

Cabe mencionar sobre el Desarrollo del Acta de Constitución del Proyecto

El Acta de Constitución del Proyecto es el documento que autoriza formalmente la formulación de un proyecto; asimismo, le confiere al director del proyecto la autoridad para aplicar recursos de la organización a las actividades del proyecto, por lo que es importante sea nombrado antes del inicio de la planificación y, preferentemente, mientras se desarrolla el acta de constitución del proyecto.

Asimismo, el desarrollo del Acta de Constitución del Proyecto se relaciona principalmente con la documentación de las necesidades de negocio, es decir con la siguiente información:

- Requisitos que satisfacen las necesidades, deseos y expectativas del cliente, el patrocinador y demás interesados.
- Necesidades de negocio, descripción a alto nivel del proyecto o requisitos del producto que el proyecto debe abordar.
- Finalidad o justificación del proyecto
- Director del Proyecto nombrado y nivel de autoridad.
- Resumen del cronograma de hitos
- Influencias de los interesados
- Organizaciones funcionales y su participación
- Asunciones de la organización, ambientales y externas
- Restricciones de la organización, ambientales y externas
- Oportunidades de negocio que justifiquen el proyecto, incluido el retorno de la inversión
- Presupuesto resumido.

### **Activos de los Procesos de la Organización**

Todas y cada una de las organizaciones involucradas en el proyecto pueden tener políticas, procedimientos, planes y guías formales e informales, cuyos efectos deben ser tenidos en cuenta. Los activos de los procesos de la organización también representan el aprendizaje y los conocimientos de las organizaciones adquiridos en proyectos anteriores; por ejemplo, cronogramas completados, datos sobre riesgos y datos sobre el valor ganado. Los activos de los procesos de la organización pueden organizarse de distintas maneras, según el tipo de industria, organización o área de aplicación

### **Procesos y procedimientos de la organización para realizar el trabajo:**

- Procesos estándar de la organización, como normas, políticas (por ejemplo, la política de seguridad y salud, la política de dirección de proyectos), ciclos de vida del producto y del proyecto estándar, y políticas y procedimientos de calidad (por ejemplo, auditorías de procesos, objetivos de mejora, listas de control y definiciones de procesos estandarizadas para usarlas en la organización)
- Guías, instrucciones de trabajo, criterios de evaluación de propuestas y criterios de medición del rendimiento estandarizados
- Plantillas (por ejemplo, plantillas de riesgo, plantillas de estructura de desglose del trabajo y plantillas del figura de red del cronograma del proyecto)
- Guías y criterios para adaptar el conjunto de procesos estándar de la organización con el fin de satisfacer las necesidades específicas del proyecto
- Requisitos de comunicación de la organización (por ejemplo, tecnología de comunicación específica disponible, medios de comunicación permitidos, conservación de registros y requisitos de seguridad)
- Guías o requisitos de cierre del proyecto (por ejemplo, auditorías finales del proyecto, evaluaciones del proyecto, validaciones del producto y criterios de aceptación)
  - Procedimientos de control financiero (por ejemplo, informes de tiempo, revisiones requeridas de gastos y desembolsos, códigos contables y disposiciones contractuales estándar)
  - Procedimientos para la gestión de polémicas y defectos que definen el control, la identificación y resolución de polémicas, defectos y el seguimiento de los elementos de acción.
  - Procedimientos de control de cambios, incluidas las medidas por las cuales se modificarán las normas, políticas, planes y procedimientos oficiales de la

compañía, o cualquier otro documento del proyecto, y cómo se aprobará y validará cualquier tipo de cambio

- Procedimientos de control de riesgos, incluidas las categorías de riesgos, la definición de probabilidad e impacto, y la matriz de probabilidad e impacto
- Información histórica y base de conocimientos de lecciones aprendidas (por ejemplo, registros y documentos del proyecto, toda la información y documentación de cierre del proyecto, información sobre los resultados de las decisiones de selección e información sobre el rendimiento de proyectos anteriores e información sobre el esfuerzo de gestión de riesgos).
- Base de datos sobre la gestión de polémicas y defectos, información de control, de la resolución de polémicas y defectos, y los resultados de los elementos de acción.
- Base de conocimiento de gestión de la configuración que contiene las versiones y las líneas base de todas las normas, políticas y procedimientos oficiales de la compañía, y cualquier otro documento del proyecto.
- Base de datos financiera que contiene información como horas de trabajo, costes incurridos, presupuestos, y todo sobrecoste del proyecto

### **Métodos de Selección de Proyectos**

Los métodos de selección de proyectos se usan para determinar qué proyecto seleccionará la organización. Pues, estos métodos se dividen en dos grandes categorías:

- Métodos de medición de beneficios, que son enfoques comparativos, modelos de calificación, contribución de beneficios o modelos económicos.
- Modelos matemáticos que usan algoritmos de programación lineal, no lineal, dinámica, entera o de múltiples objetivos.



## **Sistema de Información de la Gestión de Proyectos**

Sistema de información de gestión de proyectos (Project management information system – PMIS). Es un conjunto estandarizado de herramientas automatizadas disponibles dentro de la organización e integradas en un sistema. El equipo de dirección del proyecto usa el PMIS para respaldar la generación de un acta de constitución del proyecto, facilitar la retroalimentación a medida que se refina el documento,

## **B. DESARROLLAR EL ENUNCIADO DEL ALCANCE DEL PROYECTO**

El enunciado del alcance del proyecto es la definición del proyecto, en donde se incluye los siguientes elementos metodológicos:

- Objetivos del proyecto y del producto
- Requisitos y características del producto o servicio
- Criterios de aceptación del producto
- Límites del proyecto
- Requisitos y productos entregables del proyecto
- Restricciones del proyecto
- Asunciones del proyecto
- Organización inicial del proyecto
- Riesgos iniciales definidos
- Hitos del cronograma
- EDT inicial

- Estimación de costes de orden de magnitud
- Requisitos de gestión de la configuración del proyecto
- Requisitos de aprobación

Para desarrollar el enunciado del Alcance del Proyecto (Preliminar) se requiere lo siguiente:

- Acta de Constitución del Proyecto
- Enunciado del Trabajo del Proyecto
- Factores Ambientales de la Empresa
- Activos de los Procesos de la Organización

Asimismo, es necesario desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto (Preliminar) haciendo uso de: Herramientas y Técnicas.

### **Sistema de Información de la Gestión de Proyectos**

El equipo de dirección del proyecto usa el sistema de información de la gestión de proyectos, un sistema automatizado, para respaldar la generación de un enunciado del alcance del proyecto preliminar, facilitar la retroalimentación a medida que el documento se perfecciona, controlar los cambios en el enunciado del alcance del proyecto y publicar el documento aprobado.

## **C. DESARROLLAR EL PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO**

El proceso para desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto incluye las acciones necesarias para definir, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios en un plan de gestión del proyecto. El contenido del plan de gestión del proyecto variará de acuerdo con el área de aplicación y la complejidad del proyecto. Igualmente, define cómo se ejecuta, se supervisa y controla, y se cierra el proyecto. Incluye:

- Los procesos de dirección de proyectos seleccionados por el equipo de dirección del proyecto
- El nivel de implementación de cada proceso seleccionado
- Las descripciones de las herramientas y técnicas que se utilizarán para llevar a cabo esos procesos y cómo se utilizarán los procesos seleccionados para dirigir el proyecto específico, incluidas las dependencias y las interacciones entre esos procesos, y las entradas y salidas esenciales.
- Cómo se ejecutará el trabajo para alcanzar los objetivos del proyecto
- Cómo se supervisarán y controlarán los cambios
- Cómo se realizará la gestión de la configuración
- Cómo se actualizará y usará la integridad de las líneas base para la medición del rendimiento
- La necesidad y las técnicas para la comunicación entre los interesados
- El ciclo de vida del proyecto seleccionado y, para los proyectos de múltiples fases relacionadas
- Las revisiones clave de dirección acerca del contenido, la extensión y la oportunidad para facilitar la gestión de polémicas sin resolver y decisiones pendientes.

#### **D. SISTEMA DE GESTION DEL ALCANCE DEL PROYECTO**

La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos necesarios para asegurarse que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y sólo el trabajo requerido, para completar el proyecto satisfactoriamente. La gestión de alcance del proyecto (figura 09) se relaciona principalmente con la definición y el control de lo que está y no está incluido en el proyecto. Muestra una descripción general de los

procesos de Gestión del Alcance del Proyecto y muestra una figura de flujo de esos procesos y de sus entradas, salidas y procesos de otras Áreas de Conocimiento relacionadas.

**Planificación del Alcance:** crear un plan de gestión del alcance del proyecto que refleje cómo se definirá, verificará y controlará el alcance del proyecto, y cómo se creará y definirá la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT).

**Definición del Alcance:** desarrollar un enunciado del alcance del proyecto detallado como base para futuras decisiones del proyecto.

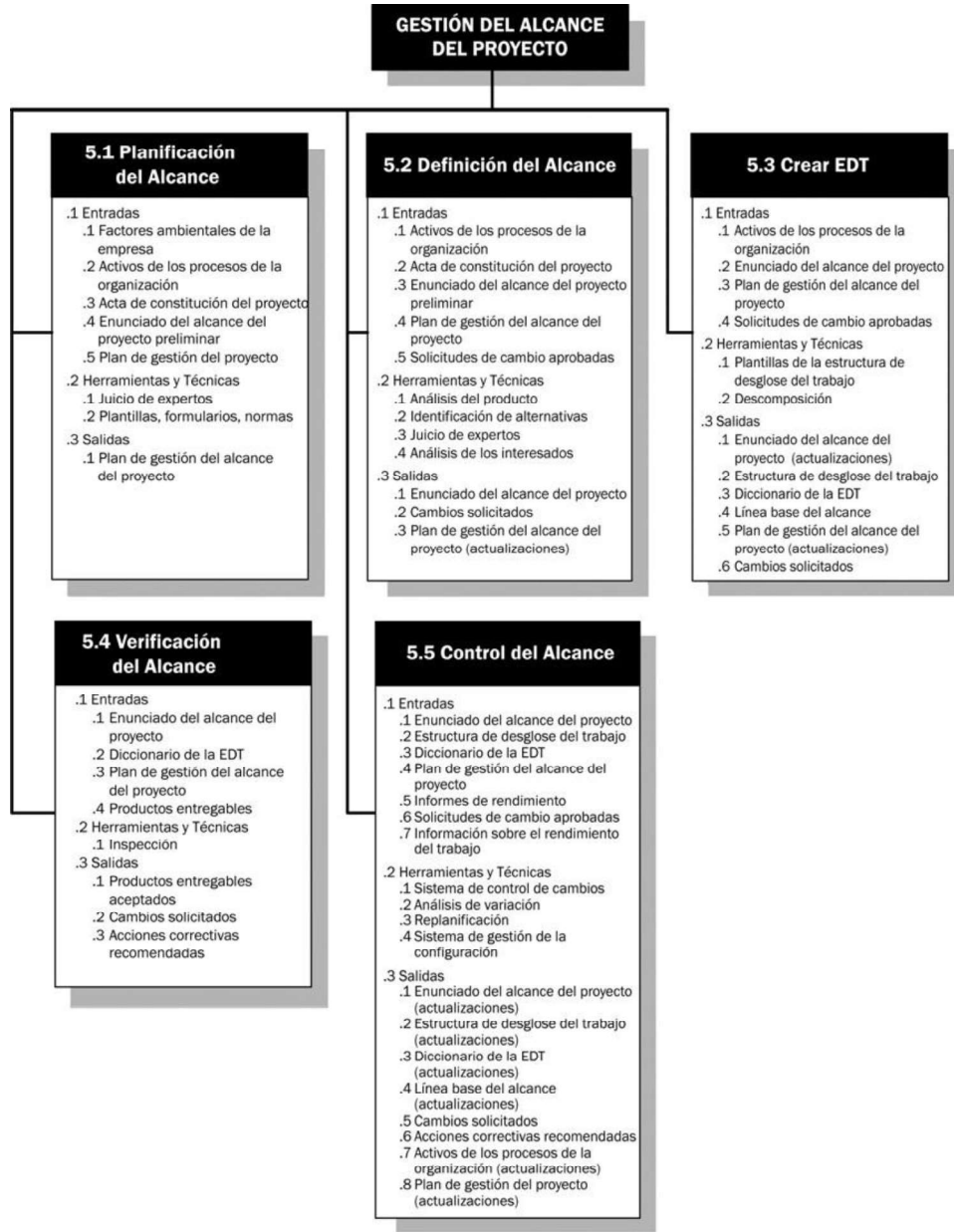
**Crear EDT:** subdividir los principales productos entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar

**Verificación del Alcance:** formalizar la aceptación de los productos entregables completados del proyecto.

**Control del Alcance:** controlar los cambios en el alcance del proyecto

Generalmente, un proyecto da como resultado un único producto, pero ese producto puede tener componentes subsidiarios, cada uno de ellos con su propio alcance del producto, separado pero interdependiente. Por ejemplo, un nuevo sistema telefónico generalmente incluirá cuatro componentes subsidiarios: hardware, software, formación e implementación.

**FIGURA N° 09<sup>49</sup>**



## **E. GESTION DEL TIEMPO DEL PROYECTO**

La Gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto a tiempo. La figura N° 10 muestra una descripción general de los procesos de Gestión del Tiempo del Proyecto, asimismo, se muestra una figura de flujo de esos procesos y de sus entradas, salidas y procesos de otras Áreas de Conocimiento relacionadas.

Los procesos de Gestión del Tiempo del Proyecto incluyen lo siguiente:

**Definición de las Actividades:** identifica las actividades específicas del cronograma que deben ser realizadas para producir los diferentes productos entregables del proyecto.

**Establecimiento de la Secuencia de las Actividades:** identifica y documenta las dependencias entre las actividades del cronograma.

**Estimación de Recursos de las Actividades:** estima el tipo y las cantidades de recursos necesarios para realizar cada actividad del cronograma.

**Estimación de la Duración de las Actividades:** estima la cantidad de períodos laborables que serán necesarios para completar cada actividad del cronograma.

**Desarrollo del Cronograma:** analiza las secuencias de las actividades, la duración de las actividades, los requisitos de recursos y las restricciones del cronograma para crear el cronograma del proyecto.

**Control del Cronograma:** controla los cambios del cronograma del proyecto. Estos procesos interaccionan entre sí y también con los procesos de las demás áreas de Conocimiento.

FIGURA N°10<sup>50</sup>

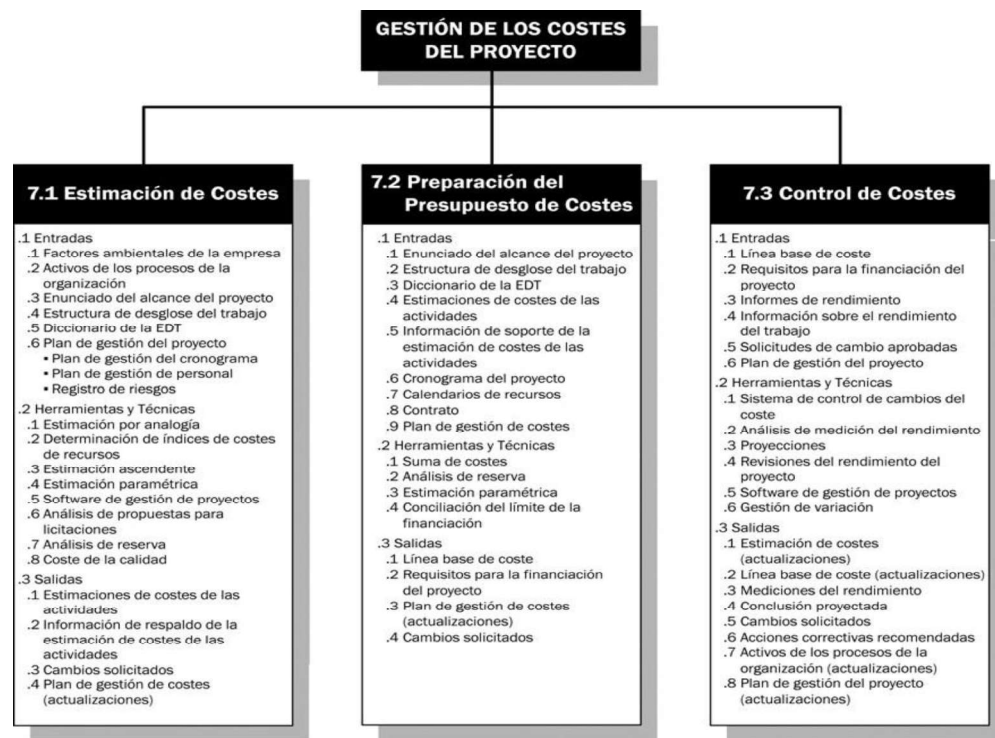
F. GESTION DE LOS COSTES DEL PROYECTO



La Gestión de los Costes del Proyecto incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costes de forma que el

proyecto se pueda completar dentro del presupuesto aprobado, también se muestra una descripción general de los tres procesos siguientes, asimismo, se muestra un figura de flujo de esos procesos y de sus entradas, salidas y procesos de otras áreas de conocimiento relacionadas:

FIGURA N°1 <sup>51</sup>



**Estimación de Costes:** desarrollar una aproximación de los costes de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.

**Preparación del Presupuesto de Costes:** sumar los costes estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo a fin de establecer una línea base de coste.

**Control de Costes:** influir sobre los factores que crean variaciones del coste y controlar los cambios en el presupuesto del proyecto.



La Gestión de los Costes del Proyecto se ocupa principalmente del coste de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma. Sin embargo, la Gestión de los Costes del Proyecto también debería considerar el efecto de las decisiones del proyecto sobre los costes del uso, mantenimiento y soporte del producto, servicio o resultado del proyecto. Por ejemplo, limitar el número de revisiones del diseño puede reducir el coste del proyecto a expensas de un aumento de los costes operativos del cliente. Esta visión más amplia de la Gestión de los Costes del Proyecto se denomina frecuentemente cálculo de costes del ciclo de vida. El cálculo de costes del ciclo de vida, junto con las técnicas de ingeniería del valor, puede mejorar la toma de decisiones, y se usa para reducir el coste y el tiempo de ejecución, y para mejorar la calidad y el rendimiento del producto entregable del proyecto.

En muchas áreas de aplicación, la predicción y análisis del rendimiento financiero potencial del producto del proyecto se realiza fuera del proyecto. En otras, como por ejemplo, un proyecto de facilidades de capital, la Gestión de los Costes del Proyecto puede incluir este trabajo. Cuando tales predicciones y análisis están incluidos, la Gestión de los Costes del Proyecto abordará procesos adicionales y numerosas técnicas de dirección general, tales como retorno sobre la inversión, flujo de caja descontado y análisis de recuperación de la inversión.

La Gestión de los Costes del Proyecto contempla los requisitos de información de los interesados en el proyecto. Los diferentes interesados medirán los costes del proyecto de diferentes maneras y en diferentes momentos. Por ejemplo, el coste de un elemento adquirido puede medirse cuando se toma o se compromete la decisión de la adquisición, se realiza el pedido, se entrega el elemento, y se incurre o se registra el coste real para fines de la contabilidad del proyecto.

Aunque no se muestra aquí como un proceso discreto, el trabajo involucrado en la ejecución de los tres procesos de Gestión de los Costes del Proyecto está precedido de un esfuerzo de planificación por parte del equipo de dirección del proyecto. Por ejemplo, el plan de gestión de costes puede establecer:

- Nivel de precisión.
- Unidades de medida.
- Enlaces con los procedimientos de la organización.
- Umbrales de control. Se pueden definir umbrales de variación para los costes u otros indicadores

Reglas de valor ganado. Tres ejemplos son: 1) Se definen las fórmulas de cómputo de gestión del valor ganado para determinar la estimación hasta la conclusión, 2) Se establecen los criterios de crédito del valor ganado (por ejemplo, 0-100, 0-50-100, etc.) Y 3) Se define el nivel de la EDT al cual se realizará el análisis de la técnica del valor ganado.

- **Formatos de informe.** Se definen los formatos para los diferentes informes de costes.
- **Descripciones del proceso.** Se documentan las descripciones de cada uno de los tres procesos de gestión de costes.

En el plan de gestión de costes se incluye todo lo anterior, así como también otra información, ya sea como texto dentro del cuerpo del plan o como apéndices, tal como se aprecia en el figura N° 31.

- **Planificación de Calidad:** identificar qué normas de calidad son relevantes para el proyecto, determina cómo cumplirlas.
- **Realizar Aseguramiento de Calidad:** aplicar las actividades planificadas y sistemáticas relativas a la calidad, para asegurar que el proyecto utilice todos los procesos necesarios para cumplir con los requisitos.
- **Realizar Control de Calidad:** supervisar los resultados específicos del proyecto, para determinar si cumplen con las normas de calidad relevantes e identificar modos de eliminar las causas de un rendimiento insatisfactorio.

La Gestión de la Calidad del Proyecto debe abordar, tanto la gestión del proyecto como el producto del proyecto. Mientras que la Gestión de la Calidad del Proyecto es aplicable a todos los proyectos, independientemente de la naturaleza de su producto, las medidas y técnicas de calidad del producto son específicas del tipo de producto en particular producido por el proyecto. Por ejemplo, la gestión de calidad de productos de software implica enfoques y medidas diferentes a la gestión de calidad de centrales nucleares, aunque los enfoques de Gestión de la Calidad del Proyecto son aplicables a ambos. En cualquier caso, el incumplimiento de los requisitos de calidad en cualquiera de las dos dimensiones puede tener consecuencias negativas graves para cualquiera o todos los interesados en el proyecto. Por ejemplo:

- Cumplir con los requisitos del cliente haciendo trabajar en exceso al equipo del proyecto puede producir consecuencias negativas, tales como un desgaste elevado de los empleados, errores involuntarios o reproceso.
- Cumplir con los objetivos del cronograma del proyecto ejecutando apresuradamente las inspecciones de calidad planificadas puede producir consecuencias negativas cuando los errores no se detectan

La gestión de calidad moderna complementa la dirección de proyectos. Por ejemplo, ambas disciplinas reconocen la importancia de:

- **Satisfacción del cliente.** Entender, evaluar, definir y gestionar las expectativas, de modo que se cumplan los requisitos del cliente. Esto requiere una combinación de conformidad con los requisitos (el proyecto debe producir lo que dijo que produciría) y ser adecuado para su uso (el producto o servicio debe satisfacer las necesidades reales).
- **La prevención sobre la inspección.** El coste de prevenir errores es generalmente mucho menor que el coste de corregirlos cuando son detectados por una inspección.
- **Responsabilidad de la dirección.** El éxito requiere la participación de todos los miembros del equipo, pero proporcionar los recursos necesarios para lograr dicho éxito sigue siendo responsabilidad de la dirección.

• **Mejora continua.** El ciclo planificar-hacer-revisar-actuar es la base para la mejora de la calidad (según la definición de Shewhart, modificada por Deming, en el Manual de la ASQ, páginas 13–14, American Society for Quality, 1999). Además, las iniciativas de mejora de la calidad emprendidas por la organización ejecutante, tales como TQM y Six Sigma, pueden mejorar la calidad de la dirección del proyecto así como la calidad del producto del proyecto. El modelo de gestión Malcolm Baldrige, orientado a la gestión y la excelencia, permite un estudio de los procesos de los proyectos.

Cesar Camisón<sup>52</sup> en *Modelos internacionales de excelencia en la gestión*, el autor plantea un figura comparativo entre los modelos de mayor difusión y aceptación en relación a la gestión de la calidad. Para nosotros esto se relaciona con la mejora continua.

Los criterios de los modelos Malcolm Baldrige, EFQM y Premio Deming<sup>53</sup>

FIGURA N° 12

GESTION DE CALIDAD DEL PROYECTO

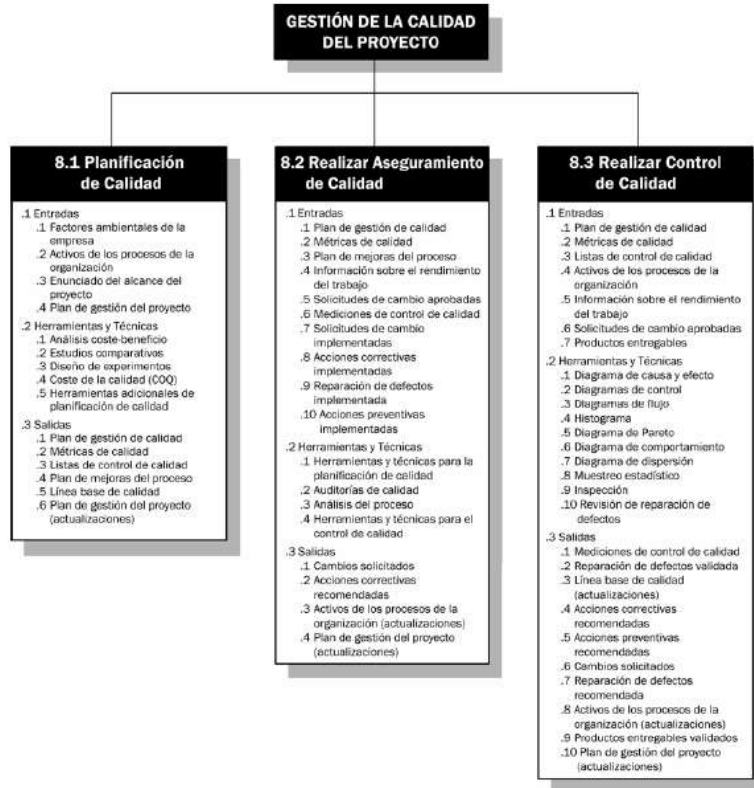


Figura 8-1. Descripción General de la Gestión de la Calidad del Proyecto

H. GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO

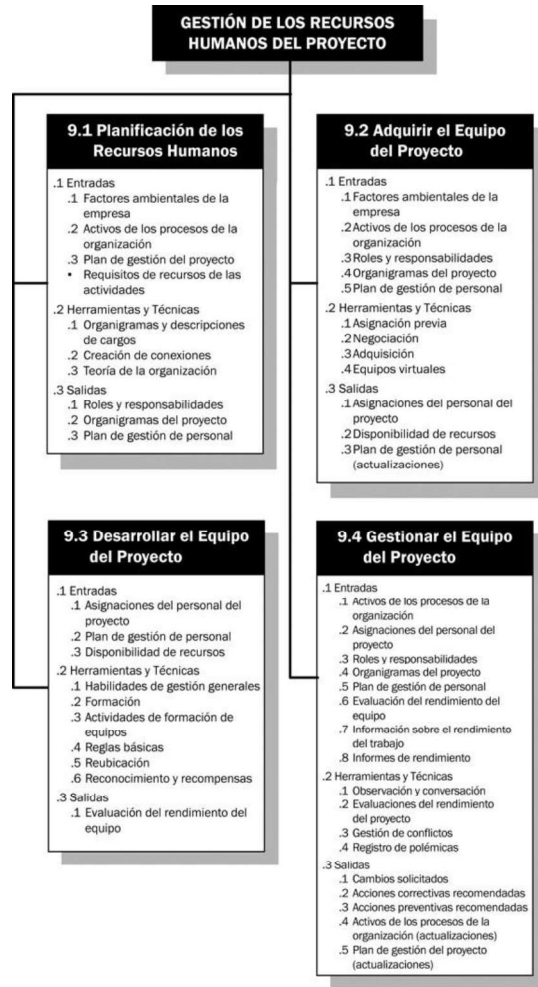
La Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto incluye los procesos de organización y se dirigen el equipo del proyecto. El equipo del proyecto está compuesto por las personas a quienes se les han asignado roles y responsabilidades para concluir el proyecto. Si bien es común hablar de asignación de roles y responsabilidades, los miembros del equipo deberían participar en gran parte de la planificación y toma de decisiones del proyecto. Los miembros del equipo del proyecto pueden denominarse personal del proyecto.

El equipo de dirección del proyecto es un subgrupo del equipo del proyecto y es responsable de las actividades de dirección de proyectos, tales como la planificación, el control y el cierre. Este grupo puede denominarse equipo central, equipo ejecutivo o equipo de liderazgo. Para proyectos más pequeños, las responsabilidades de la dirección de proyectos pueden ser compartidas por todo el equipo o administradas únicamente por el director del proyecto

El figura N°. 33 muestra una descripción general de los procesos de Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto. Los procesos de Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto incluyen lo siguiente:

- **Planificación de los recursos humanos:** identificar y documentar los roles del proyecto, las responsabilidades y las relaciones de informe, así como crear el plan de gestión de personal.
- **Adquirir el equipo del proyecto:** obtener los recursos humanos necesarios para concluir el proyecto.
- **Desarrollar el equipo del proyecto:** mejorar las competencias y la interacción de los miembros del equipo para lograr un mejor rendimiento del proyecto.
- **Gestionar el equipo del proyecto:** hacer un seguimiento del rendimiento de los miembros del equipo, proporcionar retroalimentación, resolver polémicas y coordinar cambios a fin de mejorar el rendimiento del proyecto.

**FIGURA N° 13**  
**GESTION DE LOS RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO**



## I. GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO

La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto es el área de conocimiento que incluye los procesos necesarios para asegurar la generación, recogida, distribución, almacenamiento, recuperación y destino final de la información del proyecto en tiempo y forma. Los procesos de gestión de las comunicaciones del proyecto proporcionan los enlaces cruciales entre las personas y la información, necesarios para unas comunicaciones exitosas. Los directores de proyectos pueden invertir una cantidad

excesiva de tiempo comunicándose con el equipo del proyecto, los interesados, el cliente y el patrocinador. Todas las personas involucradas en el proyecto deben comprender cómo afectan las comunicaciones al proyecto como un todo. El figura N° 29 muestra una descripción general de los procesos de Gestión de las Comunicaciones del Proyecto, y el figura N° 34 proporciona un figura de flujo de esos procesos y de sus entradas, salidas y procesos. Los procesos de Gestión de las Comunicaciones del Proyecto incluyen lo siguiente:

**Planificación de las comunicaciones:** determinar las necesidades de información y comunicación de los interesados en el proyecto.

**Distribución de la información:** poner la información necesaria a disposición de los interesados en el proyecto cuando corresponda.

**Informar el rendimiento:** recopilar y distribuir información sobre el rendimiento. Esto incluye informes de estado, medición del progreso y proyecciones.

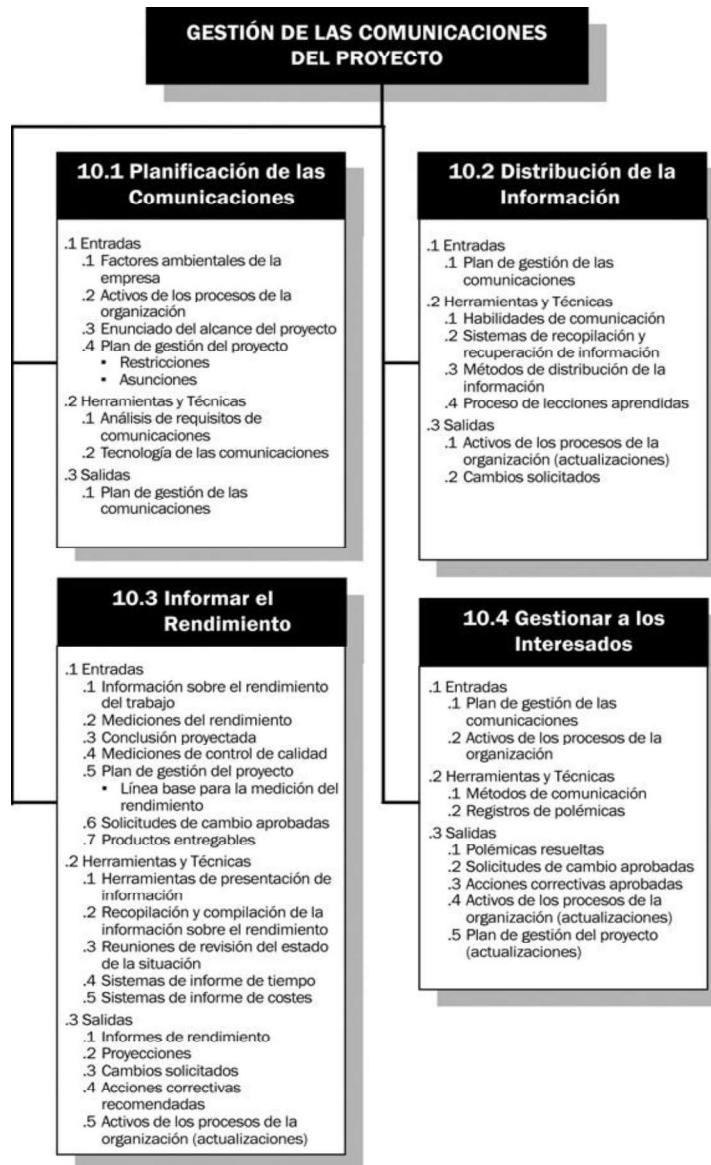
**Gestionar a los interesados:** gestionar las comunicaciones a fin de satisfacer los requisitos de los interesados en el proyecto y resolver polémicas con ellos.

Estos procesos interaccionan entre sí y también con los procesos de las demás Áreas de Conocimiento. Cada proceso puede implicar el esfuerzo de una o más personas o grupos de personas, dependiendo de las necesidades del proyecto. Cada proceso tiene lugar por lo menos una vez en cada proyecto y en una o más fases del proyecto.



FIGURA N° 14<sup>54</sup>

GESTION DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO



## **J. GESTIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO**

Esto incluye el análisis de riesgos, las respuestas a los riesgos, y el seguimiento y control de riesgos de un proyecto; la mayoría de estos procesos se actualizan durante el proyecto. Los objetivos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos adversos para el proyecto. El figura N° 15 muestra una descripción general de los procesos de Gestión de los Riesgos del Proyecto. Los procesos de Gestión de los Riesgos del Proyecto incluyen lo siguiente:

**Planificación de la Gestión de Riesgos:** decidir cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto.

**Identificación de riesgos:** determinar qué riesgos pueden afectar al proyecto documentar sus características.

**Análisis cualitativo de riesgos:** priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando la probabilidad de ocurrencia y su impacto.

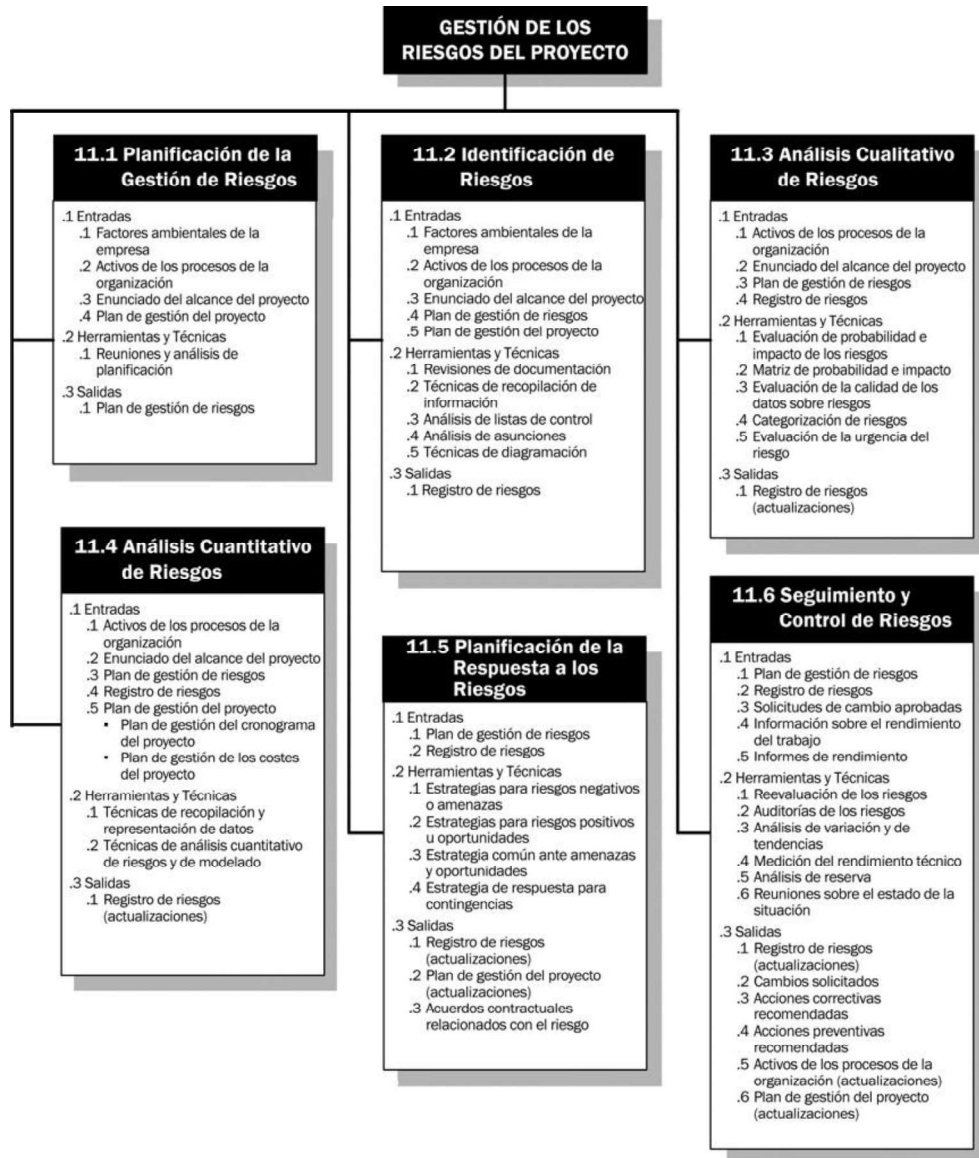
**Análisis cuantitativo de riesgos:** analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados en los objetivos generales del proyecto.

**Planificación de la respuesta a los riesgos:** desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

**Seguimiento y control de riesgos:** realizar el seguimiento de los riesgos identificados, supervisar los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos, ejecutar planes de respuesta a los riesgos y evaluar su efectividad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

FIGURA N° 15<sup>55</sup>

**GESTION DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO**



## K. GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO

La gestión de las adquisiciones del proyecto incluye los procesos para comprar o adquirir los productos, servicios o resultados necesarios fuera del equipo del proyecto para realizar el trabajo. Este capítulo presenta dos perspectivas de adquisición. La organización puede ser la compradora o la vendedora del producto, servicio o resultados bajo un contrato. Los procesos de gestión del contrato y de control de cambios necesarios para administrar contratos u órdenes de compra emitidas por miembros autorizados del equipo del proyecto.

También incluye la administración de cualquier contrato emitido por una organización externa (el comprador) que esté adquiriendo el proyecto a la organización ejecutante (el vendedor), y la administración de las obligaciones contractuales que corresponden al equipo del proyecto en virtud del contrato.

El figura N° 16 muestra una descripción general de los procesos de gestión de las adquisiciones del proyecto.

Los procesos de gestión de las adquisiciones del proyecto incluyen lo siguiente:

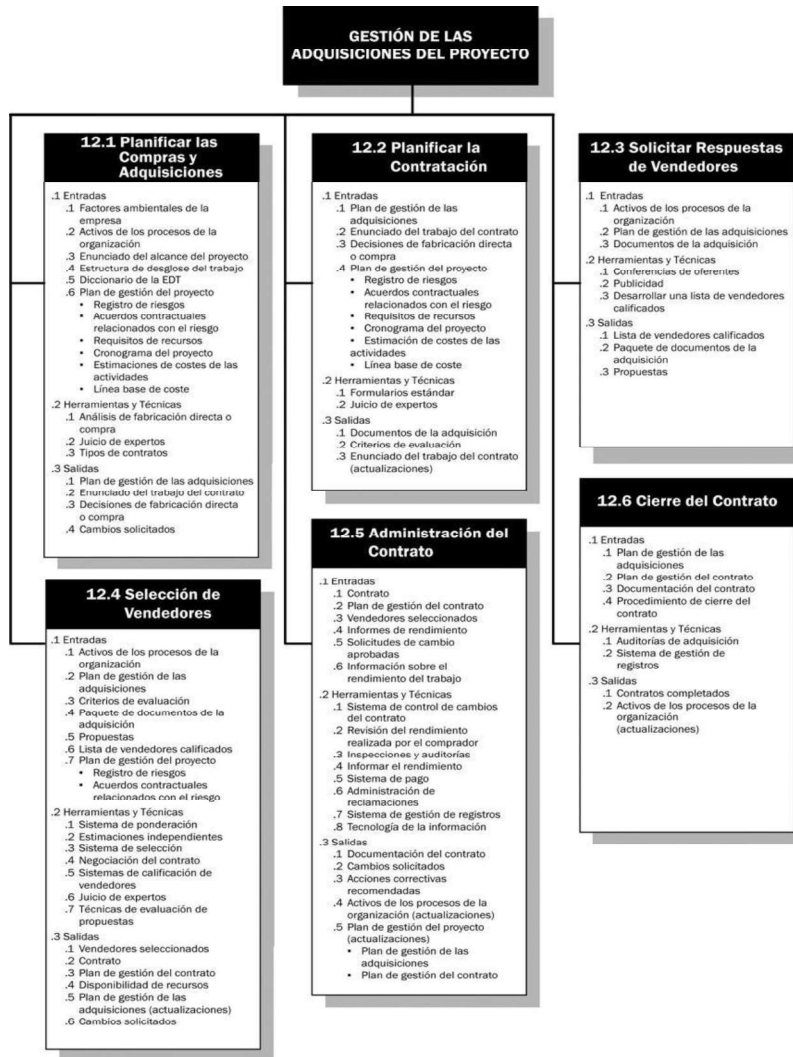
**Planificar las Compras y Adquisiciones:** determinar qué comprar o adquirir, cuándo y cómo hacerlo.

**Planificar la Contratación:** documentar los requisitos de los productos, servicios y resultados, e identificar a los posibles vendedores.

**Solicitar Respuestas de Vendedores:** obtener información, presupuestos, licitaciones, ofertas o propuestas, según corresponda.

FIGURA N° 16<sup>56</sup>

GESTION DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO



**Selección de Vendedores:** revisar ofertas, elegir entre posibles vendedores, y negociar un contrato por escrito con cada vendedor.

**Administración del Contrato:** gestionar el contrato y la relación entre el comprador y el vendedor, revisar y documentar cuál es o fue el rendimiento de un vendedor a fin de establecer las acciones correctivas necesarias y proporcionar una base para relaciones

futuras con el vendedor, gestionar cambios relacionados con el contrato y, cuando corresponda, gestionar la relación contractual con el comprador externo del proyecto.

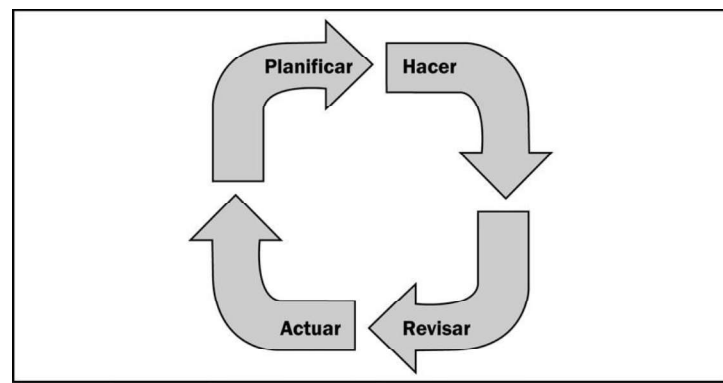
**Cierre del Contrato:** completar y aprobar cada contrato, incluida la resolución de cualquier tema abierto, y cerrar cada contrato aplicable al proyecto o a una fase del proyecto

Núñez (2005) menciona el Modelo de madurez de la Gestión de Proyectos (PMM), en donde se integra las diversas fases del proceso, esto permite ver que los procesos plantean niveles de ejecución y se interrelacionan.

K. Olalde en “Introducción a los Procesos de DP para un Proyecto” menciona a Edwards Deming (1999), quien plantea el ciclo de la mejora continua, también conocido como círculo PDCA (del inglés plan-do-check-act), la traducción de este ciclo sería: Planificar-Hacer-Revisar-Actuar, el cual nos sirve para ver el proceso de los proyectos, desde inicio hasta su cierre. (Manual de la ASQ<sup>57</sup> p. 13–14).

**FIGURA N° 17**

**CICLO DE LA MEJORA CONTINUA DE DEMING  
PDCA<sup>58</sup>**



- Los procesos orientados al producto especifican y crean el producto del proyecto. Los procesos orientados al producto se definen normalmente por el ciclo de vida del proyecto y varían según el área de aplicación. Los procesos de la dirección de

proyectos y los procesos orientados al producto se superponen e interactúan durante el proyecto.

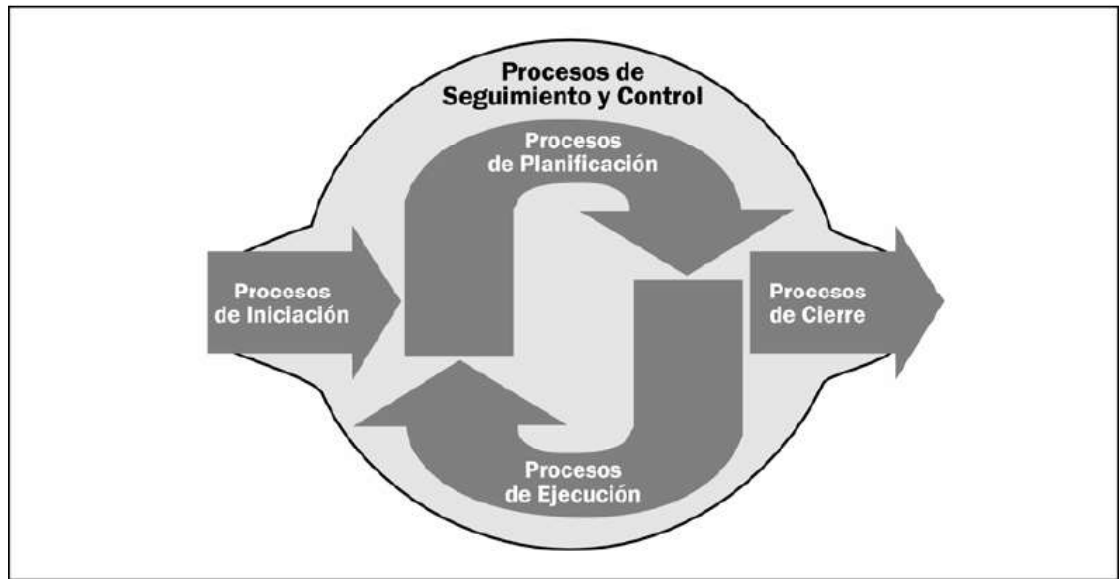
La dirección de proyectos es una tarea integradora. La integración de la dirección de proyectos exige que cada proyecto y proceso de productos esté correctamente alineado y conectado con los otros procesos, a fin de facilitar su coordinación. Estas interacciones entre procesos a menudo requieren que se hagan concesiones entre los requisitos y los objetivos del proyecto. Es posible que un proyecto grande y complejo tenga algunos procesos que deban repetirse varias veces para definir y satisfacer los requisitos de los interesados, y para llegar a un acuerdo acerca de las salidas de los procesos. No realizar acciones durante alguno de los procesos afectará normalmente al proceso en cuestión y a otros relacionados. Las concesiones específicas de rendimiento pueden variar de un proyecto a otro, y de una organización a otra.

La naturaleza integradora de los Grupos de Procesos es más compleja que el ciclo básico planificar-hacer-revisar-actuar. Sin embargo, el ciclo mejorado puede aplicarse a las interrelaciones dentro de un mismo Grupo de Procesos y entre Grupos de Procesos. El Grupo de Procesos de Planificación corresponde al componente “planificar” del ciclo planificar-hacer-revisar-actuar. El Grupo de Procesos de Ejecución corresponde al componente “hacer”, y el Grupo de Procesos de Seguimiento y Control corresponde a los componentes “revisar y actuar”. Tal como se observa en el figura N° 40.

Igualmente existe un flujo de Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos, tal como se observa en el Figura N° 18.

**FIGURA N° 18<sup>59</sup>**

**GRIPOS DE PROCESOS DE DIRECCION DE PROYECTOS**



**Figura 3-2. Correspondencia de los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos al ciclo Planificar-Hacer-Revisar-Actuar**

**A. GRUPO DE PROCESOS DE INICIACIÓN**

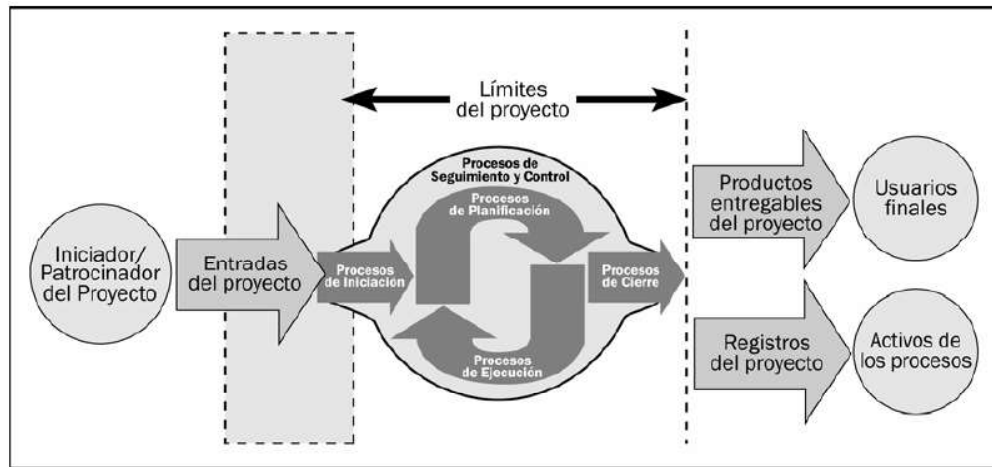
El Grupo de Procesos de Iniciación se compone de procesos que facilitan la autorización formal para comenzar un nuevo proyecto o una fase del mismo. Los procesos de iniciación, por lo general, se realizan fuera del ámbito de control del proyecto por la organización o por los procesos del programa o del portafolio lo cual puede hacer borrosos los límites del proyecto en lo que se refiere a entradas iniciales del proyecto. Por ejemplo, antes de comenzar con las actividades del Grupo de Procesos de Iniciación, se documentan las necesidades o requisitos de negocio de la organización.

El marco conceptual del proyecto puede aclararse documentando los procesos de selección del proyecto. La relación entre el proyecto y el plan estratégico de la organización permite identificar las responsabilidades de dirección dentro de la organización. En los proyectos de múltiples fases, los procesos de iniciación se llevan a



cabo durante fases posteriores para validar las asunciones realizadas y las decisiones tomadas durante los procesos originales Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto y Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto (Preliminar).

**FIGURA N° 19<sup>60</sup>**

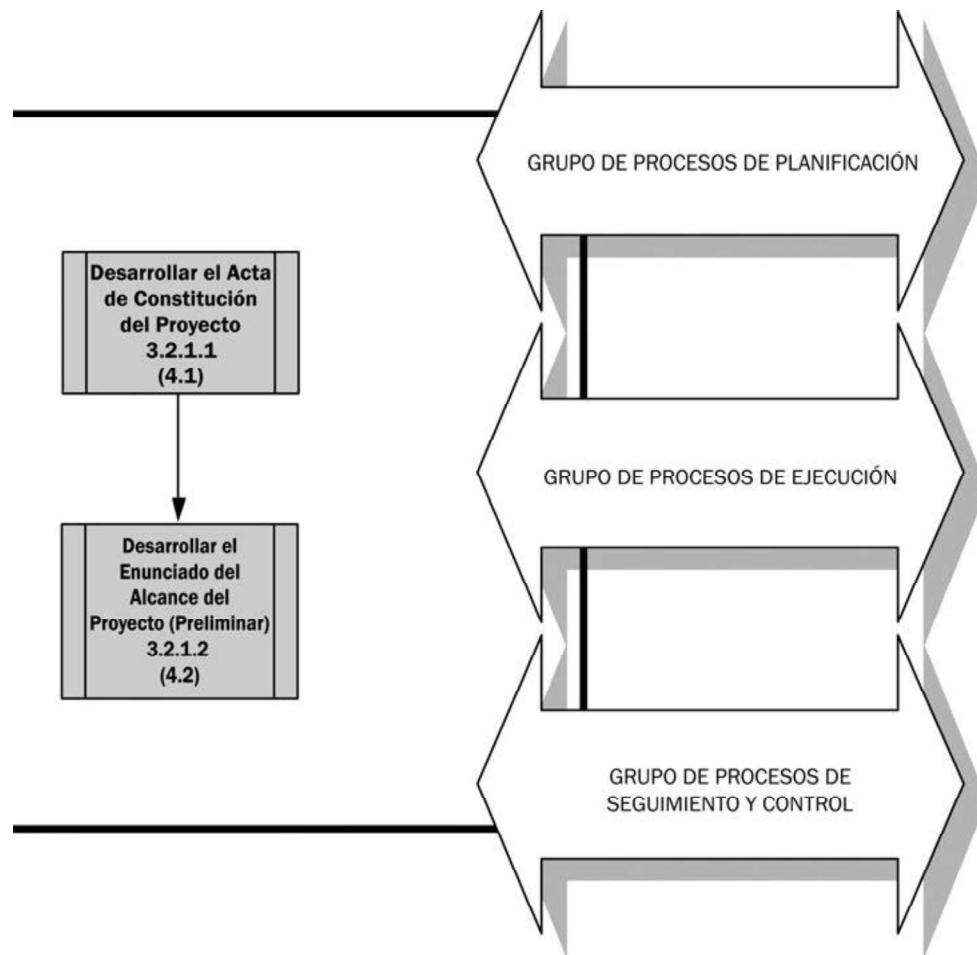


**Figura 3-5. Límites del proyecto**

Como parte del Grupo de Procesos de Iniciación, muchos proyectos grandes o complejos pueden dividirse en fases. La revisión de los procesos de iniciación al comienzo de cada fase permite mantener el proyecto enfocado en los objetivos de negocio que pretende satisfacer el proyecto. Se verifican los criterios de inicio, incluida la disponibilidad de los recursos requeridos. Luego, se decide si el proyecto está listo o no para continuar, o si debe ser retrasado o suspendido. Véase figura N° 19.

FIGURA N° 20<sup>61</sup>

**GRUPO DE PROCESOS DE INICIACIÓN**



**DESARROLLAR EL ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO**

Este proceso se relaciona principalmente con la autorización del proyecto, en un proyecto de múltiples fases, o en una fase del proyecto. Es necesario para documentar las necesidades de negocio y el nuevo producto, servicio u otro resultado que se pretende obtener para satisfacer esos requisitos. Esta acta de constitución vincula el proyecto al trabajo continuo de la organización y autoriza el proyecto. Los proyectos son constituidos y autorizados fuera del proyecto por la organización o por un organismo de gestión de programas o del portafolio. En los proyectos de múltiples fases, este proceso se usa para validar o refinar las

decisiones tomadas durante el proceso anterior a desarrollar el Acta de Constitución del proyecto.

## **B. GRUPO DE PROCESOS DE PLANIFICACIÓN**

El equipo de dirección del proyecto usa el Grupo de Procesos de Planificación, y los procesos e interacciones que lo componen, para planificar y gestionar con éxito un proyecto para la organización. El Grupo de Procesos de Planificación ayuda a recoger información de varias fuentes de diverso grado de completitud y confianza. Los procesos de planificación desarrollan el plan de gestión del proyecto. Estos procesos también identifican, definen y maduran el alcance del proyecto, el coste del proyecto y planifican las actividades del proyecto que se realizan dentro del proyecto.

A medida que se obtenga nueva información sobre el proyecto, se identificarán, resolverán nuevas dependencias, requisitos, riesgos, oportunidades, y restricciones.

Como consecuencia de la naturaleza multidimensional de la dirección de proyectos se producen bucles de retroalimentación repetidos que se utilizan para nuevos análisis. A medida que se obtiene más información o características del proyecto, y que éstas son comprendidas, pueden ser necesarias acciones de seguimiento. Los cambios significativos durante el ciclo de vida del proyecto provocan la necesidad de reiterar uno o más de los procesos de planificación y, posiblemente, alguno de los procesos de iniciación. Esta elaboración progresiva del plan de gestión del proyecto a menudo se denomina “planificación gradual” e indica que la planificación es un proceso repetitivo y continuo.

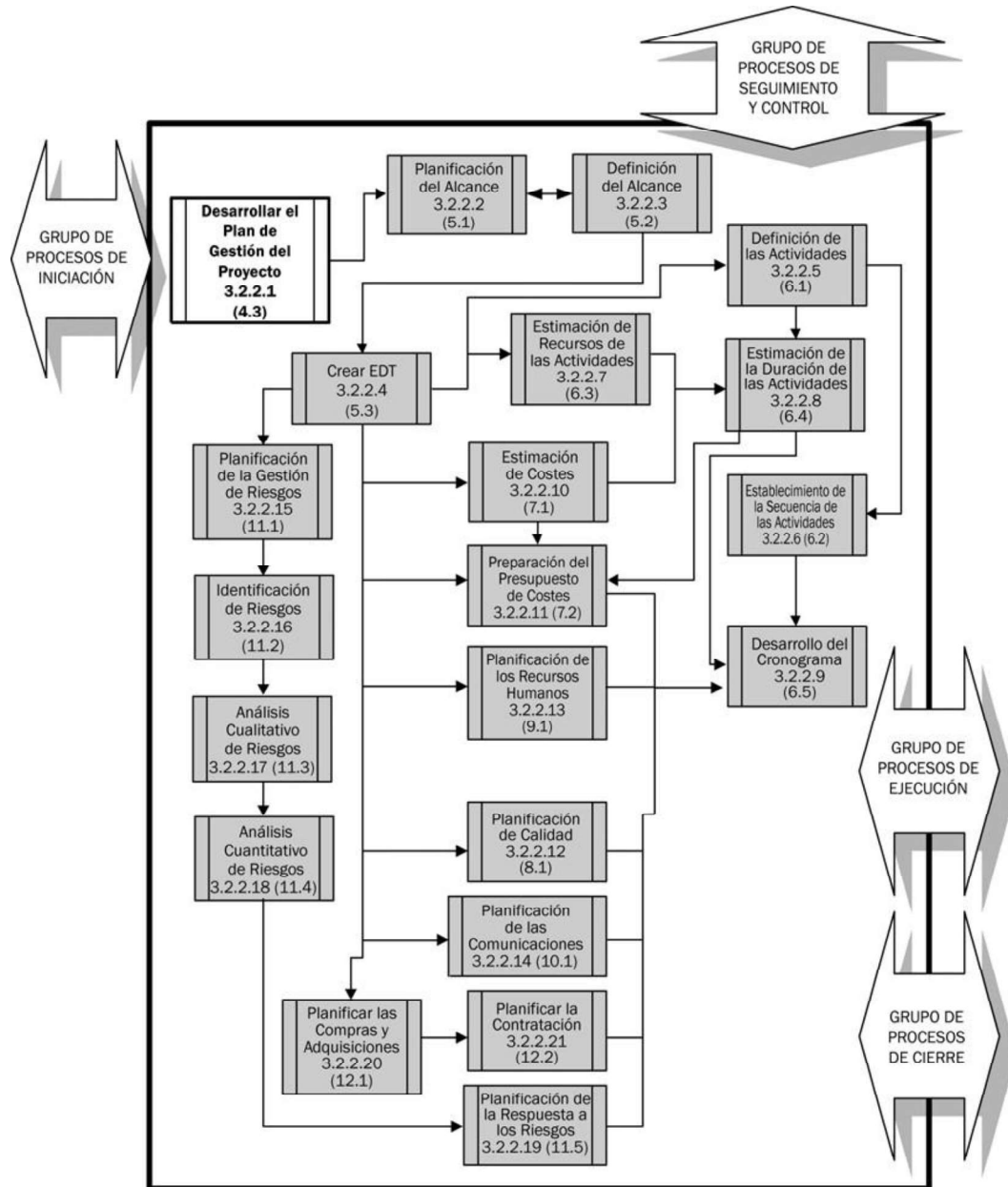
Mientras planifica el proyecto, el equipo del proyecto debe involucrar a todos los interesados, de acuerdo con su influencia en el proyecto y sus resultados. El equipo del proyecto debe implicar a los interesados en la planificación del proyecto, ya que éstos tienen habilidades y conocimientos que pueden ser aprovechados en el desarrollo del plan de gestión del proyecto y en cualquiera de los planes subsidiarios. El equipo del proyecto debe crear un entorno en el cual los interesados puedan contribuir apropiadamente.

Como el proceso de retroalimentación y refinamiento no puede continuar de forma indefinida, los procedimientos establecidos por la organización identifican cuándo concluye el esfuerzo de planificación. Estos procedimientos se verán afectados por la naturaleza del proyecto, los límites del proyecto establecidos, las actividades de seguimiento y control correspondientes, así como por el entorno en el cual se llevará a cabo el proyecto

Otras interacciones entre los procesos dentro del Grupo de Procesos de Planificación dependen de la naturaleza del proyecto. El Grupo de Procesos de Planificación facilita la planificación del proyecto entre procesos múltiples. La siguiente lista identifica los procesos que el equipo del proyecto debe abordar durante el proceso de planificación para decidir si es necesario realizarlos, y en ese caso, quién será el encargado de hacerlos. El Grupo de Procesos de Planificación incluye los siguientes procesos de dirección de proyectos:

FIGURA N° 21<sup>62</sup>

GRUPO DE PROCESOS DE PLANIFICACIÓN



## DESARROLLAR EL PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO

Es el proceso necesario para definir, preparar, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios en un plan de gestión del proyecto. El plan de gestión del proyecto se convierte en la principal fuente de información para determinar cómo se planificará, ejecutará, supervisará y controlará, y cerrará el proyecto.

- **Planificación del Alcance** Es el proceso necesario para crear un plan de gestión del alcance del proyecto que documente cómo se definirá, verificará y controlará el alcance del proyecto, y cómo se creará y definirá la estructura de desglose del trabajo.
- **Definición del Alcance:** Es el proceso necesario para desarrollar un enunciado detallado del alcance del proyecto como base para futuras decisiones del proyecto.
- **Crear EDT:** Es el proceso necesario para subdividir los principales productos entregables del proyecto, disgrega el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de gestionar.
- **Definición de las Actividades** Es el proceso necesario para identificar las actividades específicas que deben realizarse para producir los diversos productos entregables del proyecto.
- **Establecimiento de la Secuencia de las Actividades** Es el proceso necesario para identificar y documentar las dependencias entre las actividades del cronograma.
- **Estimación de Recursos de las Actividades** Es el proceso necesario para estimar los tipos y las cantidades de recursos necesarios para realizar cada actividad del cronograma.
- **Estimación de la Duración de las Actividades** Es el proceso necesario para estimar la cantidad de períodos laborables que se requerirán para completar cada actividad del cronograma.

- **Desarrollo del Cronograma** Es el proceso necesario para analizar las secuencias de las actividades, la duración de las actividades, los requisitos de los recursos y las restricciones del cronograma para crear el cronograma del proyecto.
- **Estimación de Costes** Es el proceso necesario para desarrollar una aproximación de los costes de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.
- **Preparación del Presupuesto de Costes** Es el proceso necesario para sumar los costes estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo a fin de establecer una línea base de coste.
- **Planificación de Calidad** Es el proceso necesario para identificar qué estándares de calidad son relevantes para el proyecto, y determinar cómo satisfacerlos.
- **Planificación de los Recursos Humanos** Es el proceso necesario para identificar y documentar los roles dentro del proyecto, las responsabilidades y las relaciones de comunicación, así como para crear el plan de gestión de personal.
- **Planificación de las Comunicaciones** Es el proceso necesario para determinar las necesidades con respecto a la información y las comunicaciones de los interesados en el proyecto.
- **Planificación de la Gestión de Riesgos** Es el proceso necesario para decidir cómo abordar, planificar y ejecutar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto.
- **Identificación de Riesgos** Es el proceso necesario para determinar qué riesgos podrían afectar al proyecto y documentar sus características.
- **Análisis Cualitativo de Riesgos** Es el proceso necesario para priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto.
- **Análisis Cuantitativo de Riesgos** Es el proceso necesario para analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados en los objetivos generales del proyecto.

- **Planificación de la Respuesta a los Riesgos** Es el proceso necesario para desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
- **Planificar las Compras y Adquisiciones** Es el proceso necesario para determinar qué comprar o adquirir, y cuándo y cómo hacerlo.
- **Planificar la Contratación** Es el proceso necesario para documentar los requisitos de los productos, servicios y resultados, y para identificar a los posibles vendedores.

### C. GRUPO DE PROCESOS DE EJECUCIÓN

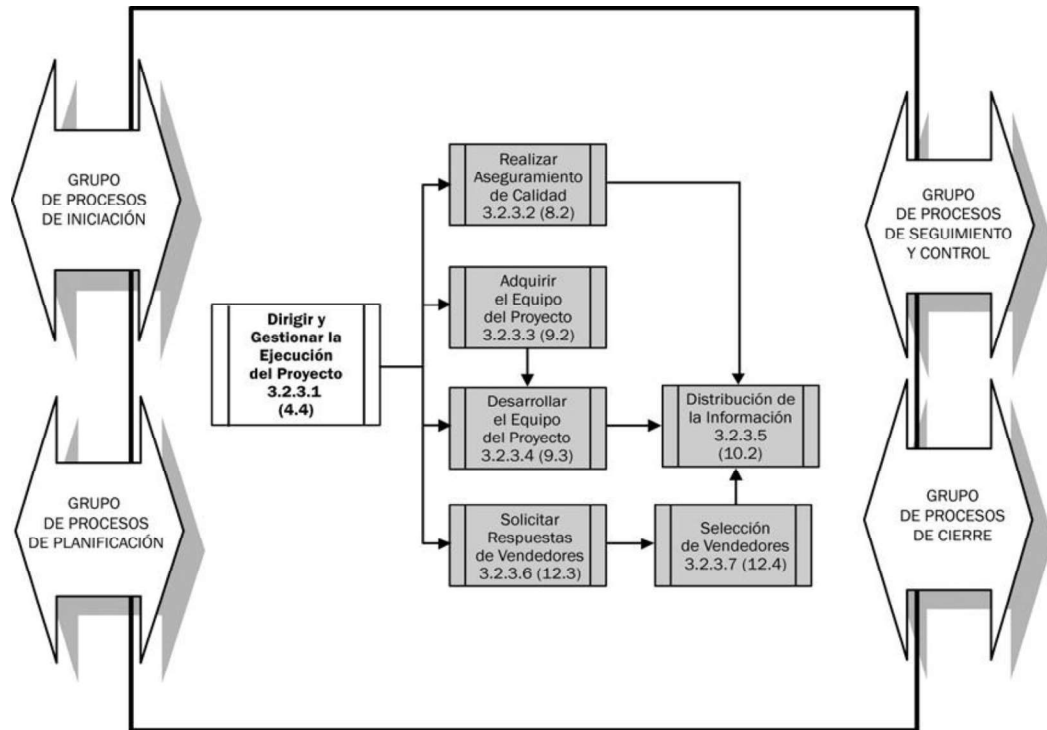
El Grupo de Procesos de Ejecución se compone de los procesos utilizados para completar el trabajo definido en el plan de gestión del proyecto a fin de cumplir con los requisitos del proyecto. El equipo del proyecto debe determinar cuáles son los procesos necesarios para el proyecto específico del equipo. Este Grupo de Procesos implica coordinar personas y recursos, así como integrar y realizar las actividades del proyecto, de acuerdo con el plan de gestión del proyecto. Este Grupo de Procesos también aborda el alcance definido en el enunciado del alcance del proyecto e implementa los cambios aprobados tal como se aprecia en la figura N° 42.

Las variaciones en la ejecución normal harán necesaria un nuevo proceso de planeamiento. Estas variaciones pueden incluir las duraciones de las actividades, la productividad y disponibilidad de los recursos, y los riesgos no anticipados. Tales variaciones pueden o no afectar al plan de gestión del proyecto, pero es posible que requieran un análisis. Los resultados del análisis pueden provocar una solicitud de cambio que, si fuera aprobada, modificaría el plan de gestión del proyecto, y posiblemente sería necesario establecer una nueva línea base. La mayor parte del presupuesto del proyecto se invertirá en los procesos del Grupo de Procesos de Ejecución. El Grupo de Procesos de Ejecución incluye los siguientes procesos de dirección de proyectos.



FIGURA N° 22<sup>63</sup>

**GRUPO DE PROCESOS DE EJECUCIÓN**



**DIRIGIR Y GESTIONAR LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

Es el proceso necesario para dirigir las diversas interfaces técnicas y de la organización que existen en el proyecto a fin de ejecutar el trabajo definido en el plan de gestión del proyecto. Los productos entregables son producidos como salidas de los procesos realizados según se define en el plan de gestión del proyecto. Como parte de la ejecución del proyecto y entrada al proceso de informar el rendimiento, se recoge información sobre el estado de los productos entregables y sobre qué trabajo se ha realizado.

- **Realizar Aseguramiento de Calidad** Es el proceso necesario para realizar las actividades planificadas y sistemáticas de calidad a fin de garantizar que el proyecto utilice todos los procesos necesarios para satisfacer los requisitos.
- **Adquirir el Equipo del Proyecto** Es el proceso necesario para obtener los recursos humanos necesarios para completar el proyecto.
- **Desarrollar el Equipo del Proyecto** Es el proceso necesario para mejorar las competencias y la interacción de los miembros del equipo a fin de lograr un mejor rendimiento del proyecto
- **Distribución de la Información** Es el proceso necesario para poner la información necesaria a disposición de los interesados en el proyecto cuando corresponda
- **Solicitar Respuestas de Vendedores** Es el proceso necesario para obtener información, presupuestos, licitaciones, ofertas o propuestas.
- **Selección de Vendedores** Es el proceso necesario para analizar ofertas, seleccionando entre los posibles vendedores y negociando un contrato por escrito con el vendedor.

#### **D. GRUPO DE PROCESOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL**

El Grupo de Procesos de Seguimiento y Control se compone de aquellos procesos realizados para observar la ejecución del proyecto de forma que se puedan identificar los posibles problemas oportunamente y adoptar las acciones correctivas, cuando sea necesario, para controlar la ejecución del proyecto. El equipo del proyecto debe determinar cuáles de los procesos son necesarios para el proyecto específico del equipo. El beneficio clave de este Grupo de Procesos es que el rendimiento del proyecto se observa y se mide regularmente para identificar las variaciones respecto del plan de gestión del proyecto. El Grupo de Procesos de Seguimiento y Control también incluye controlar los cambios y recomendar acciones

preventivas como anticipación de posibles problemas. El Grupo de Procesos de Seguimiento y Control incluye:

- El seguimiento de las actividades en curso del proyecto, comparándolas con el plan de gestión del proyecto y la línea base de rendimiento del proyecto.
- Influir sobre los factores que podrían eludir el control integrado de cambios de tal forma que solamente se implementen los cambios aprobados.

Cuando las variaciones ponen en peligro los objetivos del proyecto, se revisan los procesos de dirección de proyectos correspondientes dentro del Grupo de Procesos de Planificación, como parte del ciclo modificado planificar-hacer-revisar-actuar. De esta revisión pueden surgir actualizaciones recomendadas para el plan de gestión del proyecto.

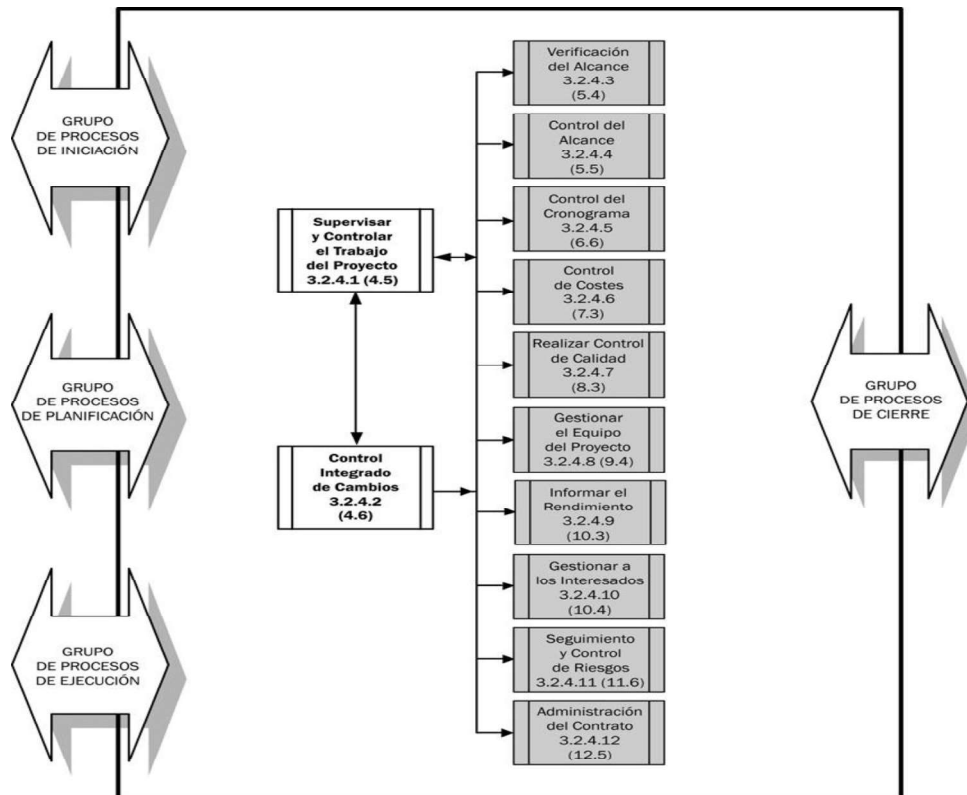
## **SUPERVISAR Y CONTROLAR EL TRABAJO DEL PROYECTO**

Es el proceso necesario para recoger, medir y difundir información sobre el rendimiento, sirve para evaluar las mediciones y tendencias para mejorar el proceso. Este proceso incluye el seguimiento de riesgos para asegurar que se identifiquen los riesgos de forma temprana, que se informe de su estado y que se ejecuten los planes de riesgos apropiados. El seguimiento incluye informes de estado, medición del avance y previsiones. Los informes de rendimiento proporcionan información sobre el rendimiento del proyecto respecto al alcance, cronograma, coste, recursos, calidad y riesgo.

- **Control Integrado de Cambios** Es el proceso necesario para controlar los factores que producen cambios, a fin de asegurarse que esos cambios sean beneficiosos, para determinar si se ha producido un cambio y gestionar los cambios aprobados, incluyendo cuando se producen. Este proceso se realiza a lo largo de todo el proyecto, desde su inicio hasta su cierre.

FIGURA N° 23<sup>64</sup>

### Grupo de Procesos de Seguimiento y Control



- **Verificación del Alcance** sirve para formalizar la aceptación de los productos entregables terminados del proyecto.
- **Control del Alcance** permite controlar los cambios en el alcance del proyecto
- **Control del Cronograma** Es el proceso que controla los cambios en el cronograma del proyecto.
- **Control de Costes** Es el proceso de ejercer influencia sobre los factores que crean variaciones y controlar los cambios en el presupuesto del proyecto

- **Realizar Control de Calidad** Es el proceso necesario para supervisar los resultados específicos del proyecto, para determinar si cumplen con los estándares de calidad relevantes e identificar modos de eliminar las causas de un rendimiento insatisfactorio.
- **Gestionar el Equipo del Proyecto** Es el proceso necesario para hacer un seguimiento del desempeño de los miembros del equipo, proporcionar retroalimentación, resolver problemas y coordinar cambios para mejorar el rendimiento del proyecto.
- **Informar el Rendimiento** Proceso de recoger y distribuir información sobre el rendimiento. Esto incluye informes de situación, medición del avance y previsiones.
- **Gestionar a los Interesados** Es el proceso necesario para gestionar las comunicaciones a fin de satisfacer los requisitos de los interesados en el proyecto y resolver problemas con ellos.
- **Seguimiento y Control de Riesgos** Consiste en realizar el seguimiento de los riesgos identificados, supervisar los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos, ejecutar planes de respuesta a los riesgos y evaluar su efectividad durante todo el ciclo de vida del proyecto.
- **Administración del Contrato** Es el proceso necesario para gestionar el contrato y la relación entre el comprador y el vendedor, revisar y documentar cuál es o fue el rendimiento de un vendedor y, cuando corresponda, gestionar la relación contractual con el comprador externo del proyecto.

## E. GRUPO DE PROCESOS DE CIERRE

El Grupo de Procesos de Cierre incluye los procesos utilizados para finalizar formalmente todas las actividades de un proyecto o de una fase de un proyecto, entregar el producto terminado a terceros o cerrar un proyecto cancelado. Este Grupo de Procesos, una vez completado, verifica que los procesos definidos se completan dentro de todos los Grupos de Procesos para cerrar el proyecto o una fase del proyecto,

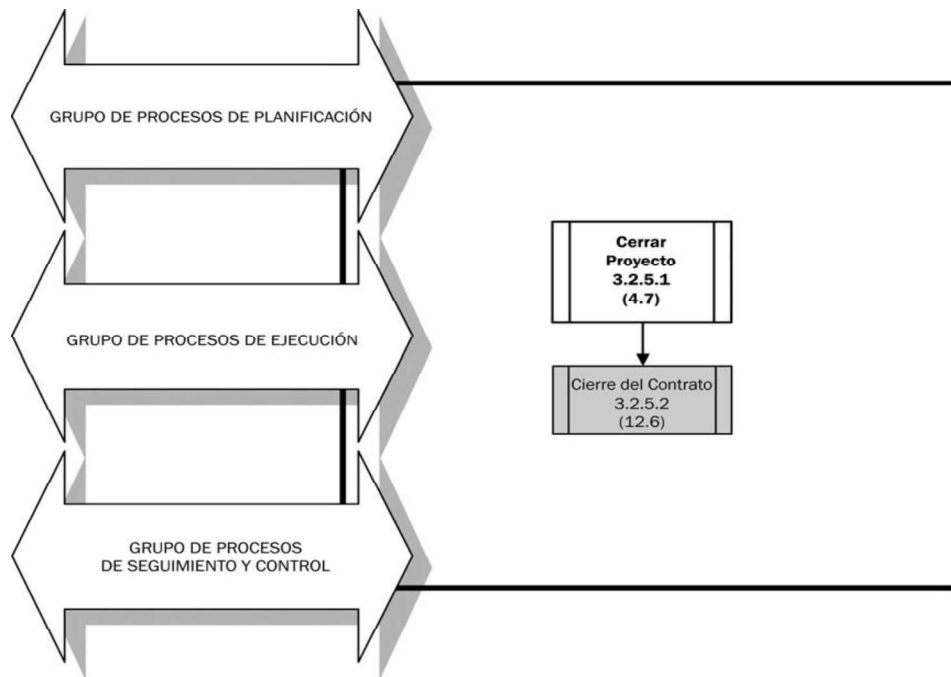
según corresponda, y establece formalmente que se ha finalizado un proyecto o fase del proyecto. Véase figura 46.

**Cerrar Proyecto** Se refiere a finalizar todas las actividades de todos los Grupos de Procesos a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase del proyecto.

**Cierre del Contrato** Es el proceso de completar y aprobar cada contrato, incluyendo la resolución de cualquier tema pendiente y el cierre de cada contrato aplicable al proyecto o a una fase del proyecto.

**FIGURA N° 24<sup>65</sup>**

**GRUPO DE PROCESOS DE CIERRE**



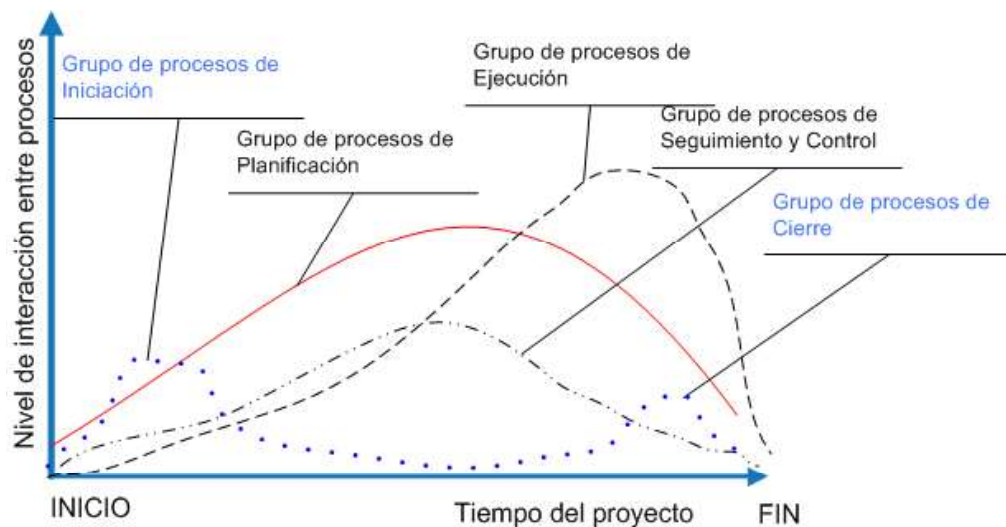
**Interacciones entre procesos**

Los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos están relacionados por los resultados que producen. La salida de un proceso, por lo general, se convierte en una entrada a otro proceso o es un producto entregable del proyecto. El Grupo de Procesos de Planificación proporciona al Grupo de Procesos de Ejecución un plan de gestión del

proyecto documentado y un enunciado del alcance del proyecto, y a menudo actualiza el plan de gestión del proyecto a medida que avanza el proyecto.

Además, los Grupos de Procesos pocas veces son eventos discretos o que ocurren una única vez; son actividades superpuestas que se producen con distintos niveles de intensidad a lo largo del proyecto. Igualmente se ilustra cómo interactúan los Grupos de Procesos y el nivel de superposición en distintos momentos dentro de un proyecto. Si el proyecto se divide en fases, los Grupos de Procesos interactúan dentro de una fase del proyecto y también pueden entrecruzarse entre las fases del proyecto. Véase figura N° 25.

**FIGURA N° 25**  
**INTERACCIÓN DE LOS GRUPOS DE PROCESOS<sup>66</sup>**

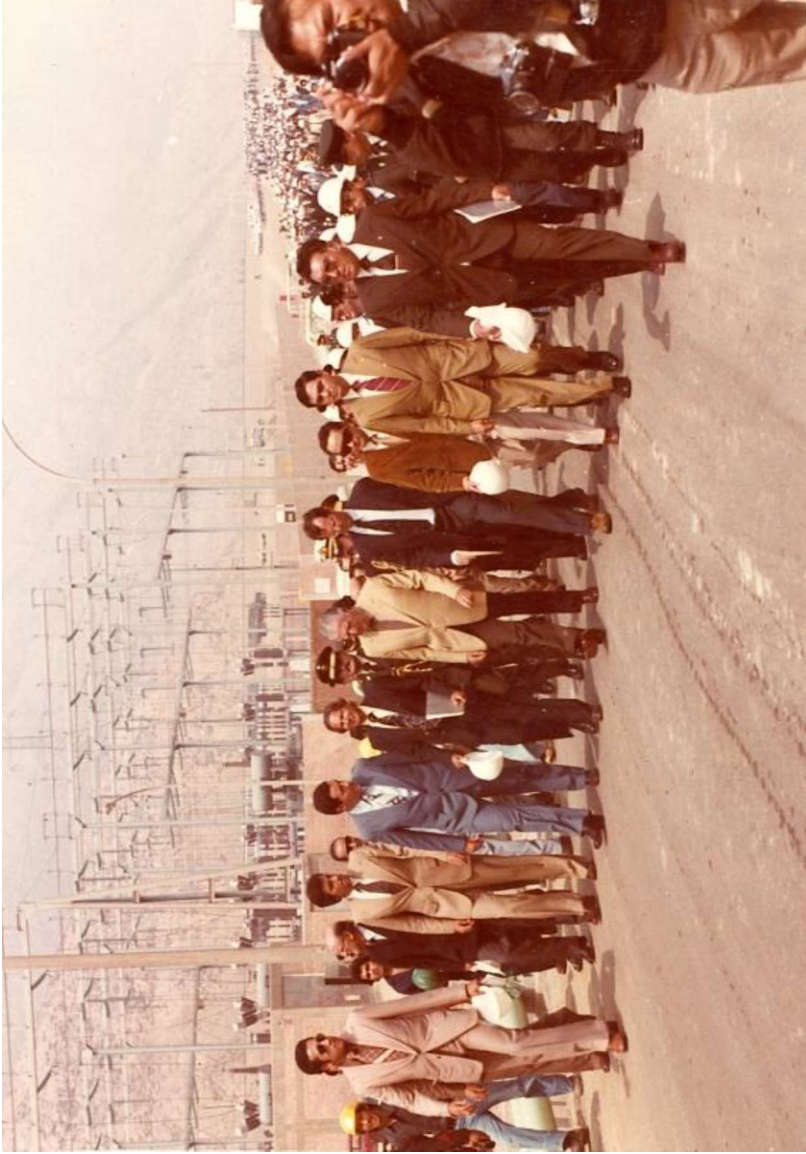


Entre los Grupos de Procesos y sus procesos, las salidas de los procesos se relacionan y tienen un impacto sobre los otros Grupos de Procesos. Por ejemplo, el cierre de una fase de diseño requiere la aceptación por parte del cliente del documento de diseño. Entonces, el documento de diseño define la descripción del producto para el siguiente Grupo de Procesos de Ejecución. Cuando un proyecto está

dividido en fases, los Grupos de Procesos normalmente se repiten dentro de cada fase durante la vida del proyecto para posibilitar su conclusión efectiva.



**Inauguración de la Refinería de Cajamarquilla <sup>67</sup>**



**PROYECTOS SUSTAINING 2007**

Nº	Nombre del proyecto	Proyectos de Sustaining (Presupuestado)	Proyectos de Sustaining (Ejecutado)	Criticidad de Renovación	Riesgo de pérdida de producción	Priorización del Proyecto	Costo de Mantenimiento	Tiempo en Operación	Rendimiento de Equipo	Producción de Zinc (Tn)	Eficiencia de la Producción (produktividad) Recursos (\$)/Producto (\$)	Costo de Producción (\$)	Volumen de Producción (Tn)/Tratado al inicio, materia prima/(Ratio MP=2.18 para PF=1.0)	Año	Producción de Zn Refinado (En Tn)	Costo Zinc refinado por tn	Costo MP (Tn)	Precio de Venta a Zinc Ref. (Tn)
1	Adquisición de bomba de alta presión	176,858	164,053	Alto	4	28%	51%	1.8	68%	4,225	0.83	3,654,544	12,062	2007	120,279	865	250	1,750
2	Adquisición del paquete sobrecalentador	390,000	369,041	Alto	4	25%	45%	1.6	65%	3,706	0.75	3,205,675	9,612	2008	139,358	892	262	1,600
3	Adquisición de RAF	350,000	272,121	Alto	5	39%	86%	1.5	70%	7,120	0.81	6,158,997	19,911	2009	158,269	883	252	1,550
4	Nueva bomba de alta presión Jetin	50,000	42,061	Alto	4	24%	63%	1.5	74%	5,222	0.68	4,517,065	12,247	2010	280,578	895	255	1,720
5	Adquisición de rotor para soplador B018	135,000	129,252	Mediano	3	36%	97%	1.4	73%	7,950	0.39	6,877,011	10,798	2011	317,257	897	259	1,850
6	Reemplazo de equipo de aire acondicionado panel de control	35,000	26,977	Alto	4	38%	79%	1.7	71%	6,516	0.38	5,636,706	8,637					
7	Bomba vertical c510	35,000	29,780	Alto	4	29%	57%	1.5	66%	4,688	0.96	4,055,540	15,624		<b>1,015,741</b>			

8	Nuevo sistema presurizado de la sala de banco de baterías de 30 kv	9,000	3,987	Alto	5	29%	74%	1.6	75%	6,119	0.25	5,292,825	5,284
9	Cambio del tanque para lodos de dióxido de manganeso	23,000	18,258	Alto	5	27%	62%	1.5	71%	5,110	0.13	4,419,896	2,275
10	Adquisición de secadores	48,000	43,387	Alto	4	52%	98%	1.8	70%	8,057	0.30	6,969,625	8,442
11	cambio del tanque y sistema de nivel de la pza x010	10,000	5,799	Alto	5	16%	39%	1.5	73%	3,187	0.76	2,756,939	8,371
12	Construcción de taller de soldadura	110,000	98,986	Alto	4	24%	70%	1.3	75%	5,750	0.81	4,974,127	16,075
13	Equipos de limpieza para la implementación del mantenimiento autónomo	32,500	29,862	Alto	4	42%	87%	1.6	70%	7,198	0.66	6,226,153	16,325
14	Adquisición de exclusas b019-1	49,000	45,728	Alto	5	30%	55%	1.5	63%	4,540	0.77	3,926,733	12,117
15	Adquisición de UPS para DCS de Hidrometalurgia	12,000	8,747	Mediano	3	48%	87%	2.1	74%	7,149	0.83	6,184,013	20,427
16	Adquisición de sensores de nivel en la sección 40/50	21,000	16,934	Alto	4	40%	57%	1.9	63%	4,689	0.36	4,055,780	5,789
17	Adquisición e instalación de medidores de cloro	17,000	9,405	Alto	4	30%	54%	1.8	69%	4,419	0.68	3,822,315	10,401
18	Mejoras complementarias	108,900	105,577	Alto	4	28%	62%	1.6	72%	5,129	0.59	4,436,775	10,545

1	medidores de energía	50,000	38,490	Mediano	3	28%	64%	1.5	71%	5,298	0.74	4,582,382	13,473
2	Nuevo sistema de información de mantenimiento predictivo	50,000	49,219	Alto	4	26%	52%	1.6	69%	4,308	0.81	3,726,775	12,124
2	Adquisición de disyuntores de 4.16kv	30,000	9,461	Alto	5	21%	49%	1.6	73%	4,059	0.98	3,511,237	13,707
2	Modernización de equipos de instrumentación secc 20,30 y 92	50,000	47,051	Alto	4	29%	71%	1.5	72%	5,838	0.89	5,050,222	17,960

**PROYECTOS DE SUSTAINING 2008**

Nº	Nombre del proyecto	Proyectos de Sustaining (Presupuesto)	Proyecto de Sustaining (Ejecutado)	Criticidad de Renovación	Riesgo de pérdida de producción	Priorización del Proyecto	Costo de Mantenimiento	Tiempo en Operación	Rendimiento de Equipo	Producción de Zinc (Tn)	Eficiencia de la Producción (productividad) Recurso (\$) / Producto (\$)	Costo de Producción (\$)	Volumen de Producción (Tn)(Tratado al inicio, materia prima)(Ratio MP=2.18 para PF=1.0)	Año	Producción de Zn Refinado (En Tn)	Costo de Zinc refinado por tn	Costo MP (Tn)	Precio de Venta Zinc Ref. (Tn)
1	Sistema de máxima demanda	16,000	10,040	Alto	4	30%	52%	1.6	63%	3,565	0.41	3,180,029	4,925	2007	120,279	865	250	1,750
2	Adquisición de sensores de nivel sec 40 / 50	21,000	17,791	Alto	5	24%	38%	1.8	65%	2,625	0.71	2,341,570	6,380	2008	139,358	892	262	1,600
3	Renovación de instrumentación sec 70 / 80	49,000	14,110	Mediano	3	22%	63%	1.5	77%	4,276	0.97	3,814,144	14,179	2009	158,269	883	252	1,550
4	Puesta en servicio workstation dedicada a goetita	18,000	2,887	Alto	4	43%	89%	1.6	70%	6,082	0.37	5,424,815	7,610	2010	280,578	895	255	1,720
5	Cobertura de techo de tanques planta de indio	30,000	10,709	Mediano	3	31%	77%	1.5	73%	5,258	0.88	4,690,204	15,783	2011	317,257	897	259	1,850
6	Renovación de pisos poliméricos	49,000	28,661	Alto	4	29%	93%	1.3	76%	6,364	0.56	5,676,494	12,028					
7	Reemplazo de cerco metálico	30,000	23,361	Alto	4	43%	85%	1.7	71%	5,840	0.43	5,209,498	8,484					
8	Gabinete de acero inox. Sec 73	25,000	10,889	Alto	4	26%	59%	1.4	68%	4,038	0.44	3,601,755	6,021					
															<b>1,015,741</b>			

9	Implementación de rd de comunicación y estructurado telefónico	49,000	39,909	Alto		5	37%	84%	1.4	68%	5,774	0.94	5,150,480	18,425
0	1 Renovación del sistema eléctrico	747,670	744,868	Alto		4	20%	36%	1.5	61%	2,450	0.99	2,185,621	8,256
1	1 Medidores de energía	50,000	38,490	Alto		4	40%	72%	1.6	65%	4,940	0.51	4,406,865	8,604
1	Renovación del arrancador de tensión reducida del soplador	296,000	240,829	Alto		5	22%	60%	1.4	73%	4,077	0.52	3,636,971	7,244
1	Suministro e instalación del sistema eléctrico	35,000	31,412	Alto		4	30%	71%	1.5	72%	4,879	0.35	4,351,997	5,833
1	Renovación del Transforectificador para la PES	49,000	3,902	Alto		4	22%	45%	1.4	63%	3,057	0.82	2,726,842	8,524
1	Cambio de la compresora 12w	380,000	377,590	Alto		5	25%	70%	1.4	73%	4,761	0.52	4,246,649	8,499
1	Adquisición del paquete evaporador	325,000	319,137	Alto		5	33%	65%	1.5	66%	4,474	0.48	3,991,029	7,253
1	Optimización de bombeo de los efluentes	8,000	4,990	Alto		4	22%	44%	1.6	69%	3,031	0.62	2,703,318	6,446
1	Optimización de dosificación de reactivos	14,000	10,643	Alto		4	30%	63%	1.6	70%	4,280	0.72	3,817,474	10,486
1	Adquisición de paquete II de la caldera Lamont	350,000	63,790	Alto		5	22%	54%	1.5	73%	3,719	0.93	3,317,346	11,763
2	Sistema de lavado para filtros 85-105-	10,000	7,244	Alto		4	41%	99%	1.5	71%	6,748	1.00	6,019,163	22,925



3	Adquisición de camioneta	28,000	24,666	Mediano	3	26%	44%	1.8	67%	2,985	0.69	2,663,026	6,964
3	Riesgos Eléctricos	730,000	549,866	Alto	5	27%	40%	1.7	61%	2,755	0.90	2,457,018	8,448
3	Implementación de jumbos de 2tn	406,000	197,255	Alto	5	24%	55%	1.5	70%	3,745	0.98	3,340,542	12,448



**PROYECTOS SUSTAINING 2009**

Nº	Nombre del proyecto	Proyectos de Sustaining (Presupuestado)	Proyectos de Sustaining (Ejecutado)	Criticidad de Renovación	Riesgo de pérdida de producción	Priorización del Proyecto	Costo de Mantenimiento	Tiempo en Operación	Rendimiento de Equipo	Producción de Zinc (Tn)	Eficiencia de la Producción (produktividad) Recurso (\$) / Producto (\$)	Costo de Producción (\$)	Volumen de Producción (Tn)(Tratado al inicio, materia prima)(Ratio MP=2.18 para PF=1.0)	Año	Producción de Zn Refinado (En Tn)	Costo Zin refinado por tn	Costo MP (Tn)	Precio de Venta Zinc Ref. (Tn)
1	Renovación de instrumentación sec40 / 50	49,000	1,578	Mediano	3	22%	49%	1.4	69%	8,018	0.31	7,079,911	8,658	2007	120,279	865	250	1,750
2	Adecuación de norma R-10	282,000	258,972	Alto	5	24%	49%	1.5	66%	7,951	0.53	7,020,424	14,664	2008	139,358	892	262	1,600
3	Reemplazo de motor eléctrico y reductor G020	49,000	25,688	Alto	4	44%	86%	1.5	66%	14,042	0.97	12,399,485	47,910	2009	158,269	883	252	1,550
4	Adquisición de medidor de flujo masico para despacho de acido	49,000	41,145	Alto	5	21%	39%	1.7	68%	6,299	0.76	5,562,055	16,724	2010	280,578	895	255	1,720
5	Adquisición y montaje de gripper	280,000	273,583	Alto	5	24%	59%	1.5	73%	9,643	0.62	8,514,756	20,815	2011	317,257	897	259	1,850
6	Faja H119 -118 Tipo V	44,000	36,330	Alto	4	25%	58%	1.5	72%	9,468	0.19	8,360,401	6,397		<b>1,015,741</b>			

7	Cambio de esclusa de ciclones	162,000	158,655	Alto	4	20%	51%	1.4	71%	8,266	0.82	7,298,656	23,737
8	Bomba de solución de jarosita	46,500	43,530	Alto	4	20%	62%	1.5	78%	10,133	0.41	8,947,657	14,438
9	Reemplazo de polipastos hidrometalurgia	48,800	48,099	Alto	5	27%	76%	1.5	77%	12,384	0.70	10,935,020	30,520
10	Sistema de tubería de gas	47,000	28,887	Alto	4	21%	54%	1.5	73%	8,756	0.85	7,731,486	26,099
11	Planchadora de anodos	475,000	463,094	Alto	5	38%	84%	1.5	69%	13,683	0.64	12,081,731	30,466
12	alimentación a vapor de goetita	48,500	41,538	Alto	5	22%	42%	1.4	63%	6,815	0.89	6,018,014	21,299
13	Renovación de los golpeadores de placas de los EFS	200,000	192,051	Alto	4	21%	42%	1.6	69%	6,768	0.72	5,975,858	17,167
14	Repotenciar el filtro de mangas	320,000	259,185	Alto	4	39%	97%	1.6	74%	15,693	0.46	13,856,985	25,231
15	Reemplazo de intercambiadores de calor	200,000	199,596	Alto	5	27%	65%	1.4	71%	10,557	0.44	9,321,990	16,092
16	Reerecimiento de la poza 5	1,500,000	19,575	Alto	4	22%	60%	1.5	75%	9,793	0.72	8,647,098	24,810

PROYECTOS SUSTAINING 2010

Nº	Nombre del proyecto	Proyectos de Sustaining (Presupuestado)	Proyectos de Sustaining (Ejecutado)	Criticidad de Renovación	Riesgo de pérdida de producción	Priorización del Proyecto	Costo de Mantenimiento	Tiempo en Operación	Rendimiento de Equipo	Producción de Zinc (Tn)	Eficiencia de la Producción (produktividad) Recurso (\$) / Producto (\$)	Costo de Producción (\$)	Volumen de Producción (Tn) (Tratado al inicio, materia prima) (Ratio MP=2.18 para PF=1.0)	Año	Producción de Zn Refinado (En Tn)	Costo Zinc refinado por tn	Costo MP (Tn)	Precio de Venta Zinc Ref. (Tn)
1	Adquisición del paquete II-caldera lamont	580,000	533,343	Alto	5	20%	44%	1.5	69%	9,760	0.88	8,734,883	29,993	2007	120,279	865	250	1,750
2	Reemplazo de bombas	350,000	339,035	Alto	4	46%	93%	1.8	73%	20,725	0.51	18,548,664	37,300	2008	139,358	892	262	1,600
3	Enfriador seccional	1,250,000	876,778	Alto	5	21%	44%	1.4	66%	9,869	0.84	8,832,512	29,125	2009	158,269	883	252	1,550
4	Infraestructura Complejo	240,000	233,064	Alto	4	23%	50%	1.5	70%	11,183	0.74	10,008,880	29,035	2010	280,578	895	255	1,720
5	Sistema de máxima demanda II	420,000	78,300	Alto	5	55%	86%	1.9	66%	19,114	0.68	17,106,613	45,652	2011	317,257	897	259	1,850
6	Bombas por incremento de flujo	155,000	73,271	Alto	4	30%	62%	1.4	65%	13,895	0.61	12,435,756	29,611					
7	Analizador de azufre	47,000	42,000	Mediano	3	47%	94%	1.8	73%	20,891	0.22	18,697,219	16,213		<b>1,015,741</b>			

8	Rotor KKK	372,260	109,090	Alto	5	26%	60%	1.5	70%	13,251	0.73	11,859,948	33,826
9	Demister planta antigua	68,600	6,800	Alto	4	28%	55%	1.6	67%	12,170	0.73	10,891,854	31,119
0	Polipasto E04	43,000	6,125	Alto	4	29%	55%	1.7	69%	12,205	0.34	10,923,040	14,434
1	Vigas monorriel de grua - casa de celdas sec 70	477,000	49,338	Alto	4	29%	68%	1.5	71%	15,042	0.90	13,462,165	47,369
1	Bomba de gelatina	10,000	5,500	Alto	4	27%	52%	1.8	71%	11,619	0.91	10,399,014	37,088
1	Motobomba de alta presión-desmineralizado	32,000	24,046	Alto	5	18%	49%	1.4	73%	10,903	0.64	9,758,383	24,351
1	Motor de molino de bolas	50,000	15,088	Alto	4	29%	63%	1.5	68%	13,930	0.32	12,467,571	15,691
1	Bomba vertical H2SO4	149,000	21,935	Alto	4	30%	75%	1.4	70%	16,795	0.59	15,031,307	34,781
1	Intercambiador chemectic	495,000	8,358	Alto	5	24%	55%	1.6	73%	12,344	0.57	11,048,295	24,871
1	Rotor soplador b018	136,000	27,081	Alto	5	23%	48%	1.4	65%	10,743	0.71	9,614,840	26,852
1	Reemplazo de display remoto y fuente - chemetics	118,000	23,892	Alto	5	41%	80%	1.5	66%	17,803	0.95	15,933,880	59,472
1	Adquisición de enflejadora neumática	9,000	8,856	Alto	4	26%	58%	1.7	74%	12,963	0.33	11,602,210	15,098
2	Renovación del sistema de agua complejo	90,000	85,670	Alto	4	33%	69%	1.6	70%	15,375	0.55	13,760,276	29,779

**PROYECTOS SUSTAINING 2011**

Nº	Nombre del proyecto	Proyectos de Sustaining (Presupuesto)	Proyectos de Sustaining (Ejecutado)	Criticidad de Renovación	Riesgo de pérdida de producción	Priorización del Proyecto	Costo de Mantenimiento	Tiempo en Operación	Rendimiento de Equipo	Producción de Zinc (Tn)	Eficiencia de la Producción (productividad) Recurso (\$) / Producto (\$)	Costo de Producción (\$)	Volumen de Producción (Tn)(Tratamiento al inicio, materia prima)(Ratio MP=2.18 para PF=1.0)	Año	Producción de Zn Refinado (En Tn)	Costo Zinc refinado por tn	Costo MP (Tn)	Precio de Venta Zinc Ref. (Tn)
1	Reemplazo de vigas sec 70	300,000	247,015	Alto	4	22%	61%	1.4	74%	8,696	0.76	7,800,552	22,868	2007	120,279	865	250	1,750
2	Reemplazo de bomba de alta presión jetin II	150,000	123,507	Alto	5	44%	96%	1.7	73%	13,676	0.91	12,267,229	42,970	2008	139,358	892	262	1,600
3	Juego de 24 moldes jumbos de 1tn	100,000	82,338	Alto	5	20%	55%	1.4	73%	7,802	0.80	6,998,791	21,580	2009	158,269	883	252	1,550
4	Motor reductor para maquina shepard	45,000	37,052	Alto	4	37%	86%	1.4	70%	12,264	0.88	11,001,087	37,439	2010	280,578	895	255	1,720
5	Balanzas H517 - H518 - Aleantes - Sistema de pesaje y dosificación	35,000	26,818	Alto	4	36%	63%	1.9	69%	8,995	0.72	8,068,298	22,501	2011	317,257	897	259	1,850
6	Sistema de acarreo de pilas línea de barras	35,000	28,818	Alto	4	36%	97%	1.4	74%	13,694	0.80	12,283,591	37,743		<b>1,015,741</b>			

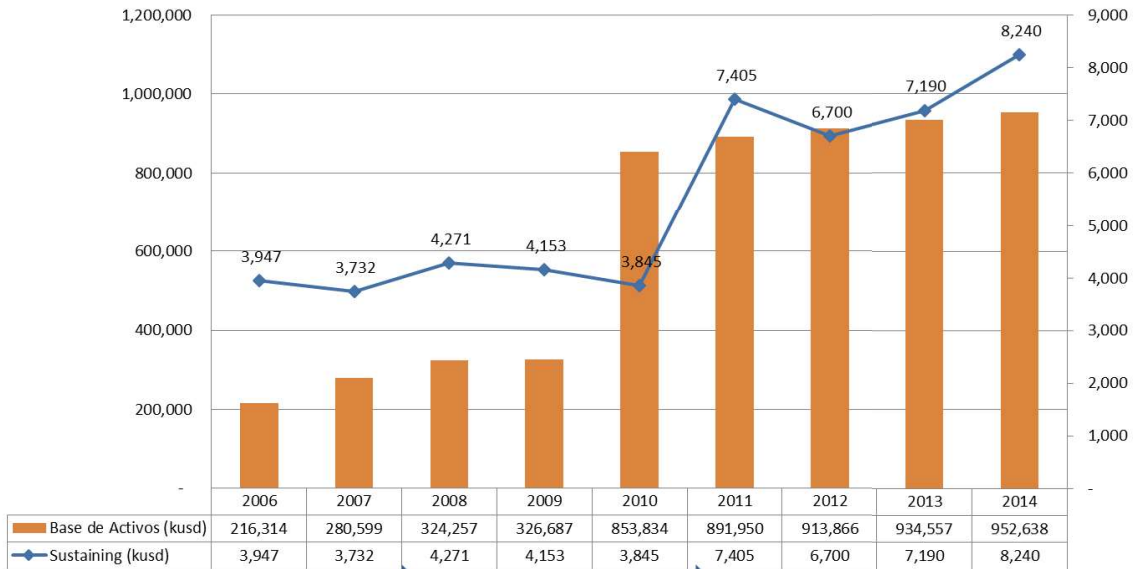
7	Dosificación de reactivos	235,000	193,495	Mediano	3	29%	79%	1.4	74%	11,224	0.13	10,068,179	5,162
8	Rastrillo de espesadores	150,000	123,907	Alto	4	22%	57%	1.5	74%	8,076	0.80	7,243,930	22,456
9	Adquisición de bomba de alta presión	150,000	123,907	Alto	5	40%	74%	1.8	69%	10,540	0.86	9,453,946	31,332
10	Reductores sharpe mixer - hayward gordon	150,000	123,507	Alto	4	25%	56%	1.6	72%	7,975	0.36	7,153,840	9,855
11	Reemplazo del sistema de bombeo de retorno en plataforma poza 5	140,000	115,273	Alto	5	26%	57%	1.6	71%	8,060	0.66	7,229,964	18,522
12	Reemplazo de bombas hidrometalurgia	100,000	82,338	Alto	5	48%	98%	1.7	71%	13,879	0.33	12,449,016	15,785
13	Adecuación de sistema HVAC de MCC's de Hidrometalurgia	100,000	82,338	Alto	5	21%	51%	1.5	72%	7,218	0.22	6,474,944	5,495
14	Reemplazo de motores y variadores	100,000	82,338	Alto	4	39%	94%	1.5	72%	13,383	0.93	12,004,797	43,286
15	Reemplazo de interruptores de los MCC's	80,000	65,570	Alto	5	22%	38%	1.9	69%	5,393	0.52	4,837,299	9,756
16	Reemplazo del gusano de descarga del filtro F200	75,000	65,753	Alto	5	30%	58%	1.6	69%	8,283	0.25	7,429,949	7,236
17	Reemplazo del	75,000	61,753	Alto	5	30%	69%	1.5	71%	9,754	0.59	8,749,344	19,961

sistema de DCS de Hidrometalurgia														
1	Instrumentación	60,000	49,403	Alto		5	24%	51%	1.5	68%	7,250	0.41	6,503,240	10,284
8	Hidrometalurgia													
	Reemplazo de balanzas de purificación y lixiviación y transportadora de calcina	60,000	49,403	Mediano		3	45%	97%	1.8	74%	13,733	0.67	12,318,644	31,791
2	Reparación de barraje fijo de planta de agua	50,000	41,169	Alto		4	23%	40%	1.7	66%	5,714	0.50	5,125,751	9,956
	Renovación de equipo Microlog CMVA65 - Análisis vibracional	20,000	16,467	Alto		5	21%	34%	1.9	67%	4,773	0.59	4,281,602	9,809
2	Reemplazo de analizador de vibraciones	16,000	13,174	Alto		4	23%	62%	1.5	74%	8,835	0.40	7,924,885	12,207
2	Archivador móvil para archivo técnico	15,000	12,350	Mediano		3	31%	64%	1.8	73%	9,125	0.34	8,184,966	10,676
3	Upgrade del software machine analyst	13,000	10,703	Alto		4	21%	52%	1.3	69%	7,421	0.83	6,656,696	21,386
2	Adquisición de equipo marlin para monitoreo	9,500	7,822	Alto		4	16%	34%	1.8	74%	4,880	0.76	4,377,758	12,864
5	Equipo para detección de fallas por ultrasonido	7,000	5,763	Alto		4	30%	71%	1.6	73%	10,056	0.88	9,020,613	30,622
2														
6														

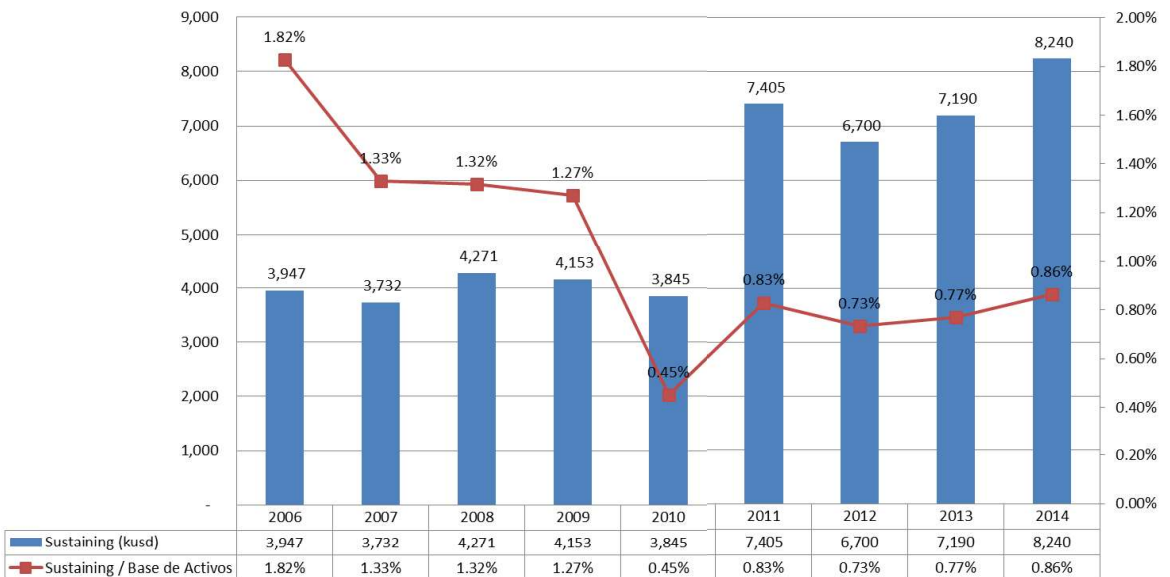
2	Adquisición de cámaras estroboscópica	4,000	3,293	Alto		5	37%	72%	1.7	69%	10,207	0.93	9,155,855	32,970
2	Bombas stand by para flotación Ag	100,000	82,338	Alto		4	28%	58%	1.5	67%	8,290	0.77	7,436,268	22,197
2	Reemplazar analizador de SO2	35,000	28,818	Alto		5	31%	59%	1.6	66%	8,338	0.78	7,478,988	22,422
3	Motor nueva compresora W2000 /W2001 / W2002	80,000	65,870	Alto		5	21%	53%	1.4	72%	7,548	0.61	6,770,562	15,846
3	Adquisición de motores criticos complejo	60,000	49,403	Alto		5	21%	45%	1.7	72%	6,435	0.49	5,772,417	10,887
3	Rotobomba de agua - refrigeración de emergencia X014	50,000	41,169	Alto		5	19%	49%	1.5	74%	7,019	0.51	6,296,166	12,449
3	Rotor de compresión W2000 /W2001 / W2002	45,000	37,052	Alto		5	37%	93%	1.5	73%	13,263	0.24	11,897,118	11,021
3	Renovar cables de media tensión- trafo 0192/0913	35,000	28,818	Alto		5	38%	69%	1.9	72%	9,855	0.87	8,840,186	29,683
3	Renovar sistema de combustión de caldera denapack	25,000	20,584	Alto		5	22%	39%	1.7	67%	5,600	0.55	5,023,061	10,601



### Evolución del Sustaining CJM y Base de Activos

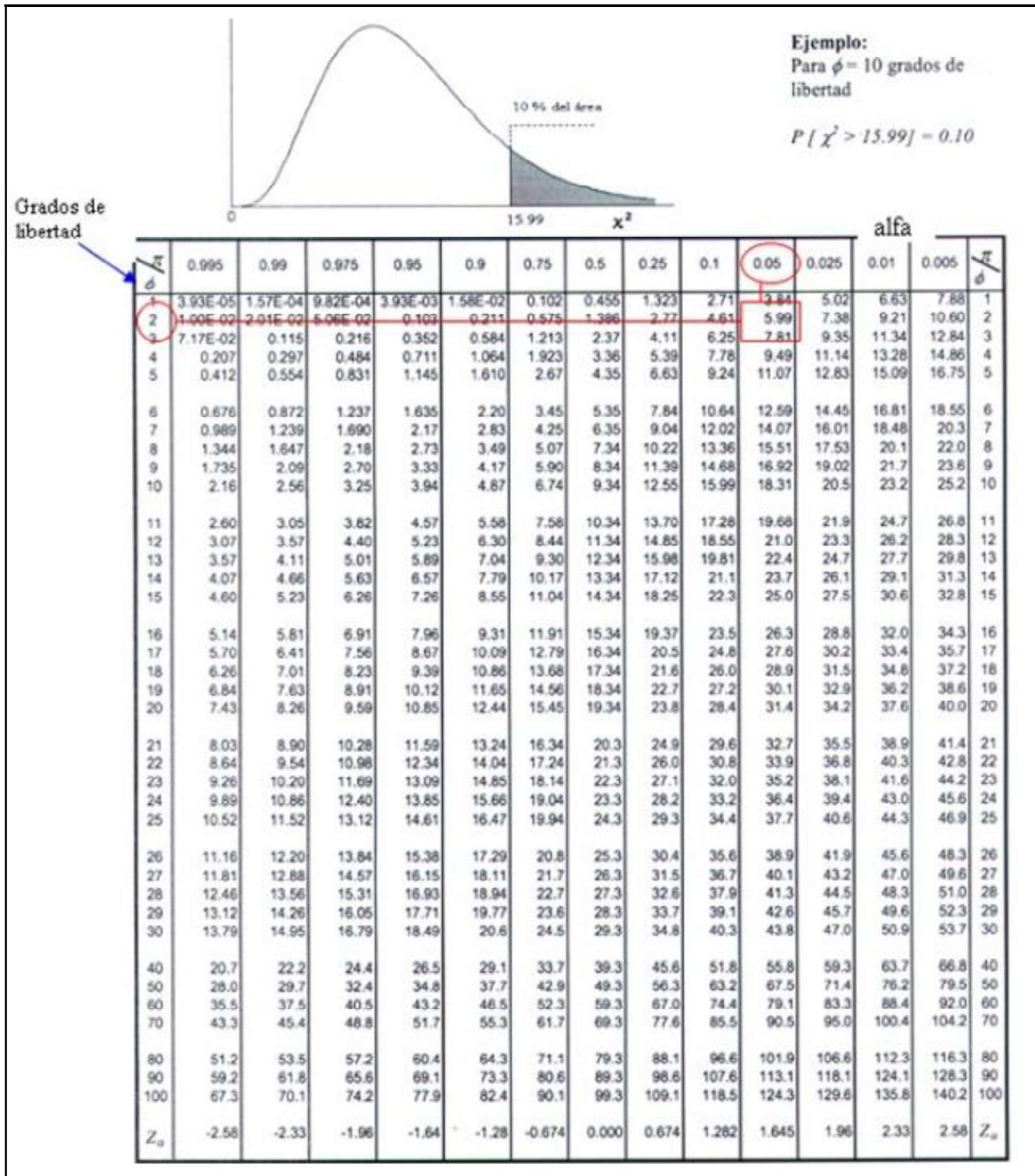


### Ratio Sustaining / Base de Activo



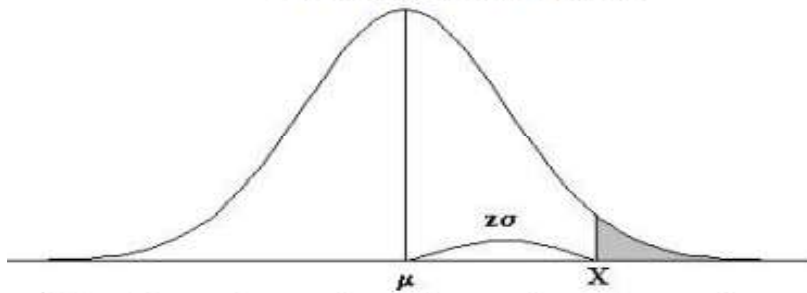
- El ratio Sust / BA cae drásticamente en 2010 y permanece muy por debajo 1% para los próximos años.
- El Benchmark de la corporación es 2.7%

### TABLA CHI-CUADRADO



**TABLA 1: DISTRIBUCIÓN NORMAL**

Áreas bajo la curva normal



Ejemplo:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

$$P [Z > 1] = 0.1587$$

$$P [Z > 1.96] = 0.0250$$

Desv. normal x	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010

## NOTAS

---

<sup>1</sup> KTn es la abreviatura de Kilo toneladas ej.: 130KTn significa 130,000 Tn

<sup>2</sup> La frase **garantizar la producción**, era usada por los gerentes y directivos de la empresa Votorantim, esto significaba el cumplimiento o un acercamiento a la meta de producción anual de zinc proyectada por la empresa.

<sup>3</sup> Revista Quincenal Sociedad de Minería y Petróleo, abril 2011.

<sup>4</sup> Fuente: Revista PCR- Evolución del Sector Zinc. Esta publicación estudia hasta el año 2009, fue publicado el 2010.

<sup>5</sup> IPCA Índice de Precios al consumidor armonizado.

<sup>6</sup> El WACC (Weighted Average Cost of Capital) en español Coste Medio Ponderado de Capital (CMPC).

<sup>7</sup> Votorantim Metais, Manual de Gestión Capex, Nov. 07, p. 28.

<sup>8</sup> Votorantim Metais, Manual de Gestión Pequeños Proyectos, May 08, p.15.

<sup>9</sup> Sinclair Knight Merz, *Proyectos de Capital*, Edición 2003, p. 5

<sup>10</sup> Publicado en octubre de 2013, figuran como autores Carlos Barros, Francisca Giadach, Felipe Vega de GEM (Gestión y Economía Minera Ltda.). Recuperado el 10 de marzo 2016, 23:00 h, <https://perspectivagem.files.wordpress.com/2013/08/persp-oct2013.pdf>

<sup>11</sup> Publicado en June 2009 O'Brien Joshep-Independent Project Analysis, Inc (IPA) Asia -Pacific

<sup>12</sup> Publicado en January 1990, figuran como autores Jhon Strong, y John R. Meyer Sustaining Discretionary investment and valuation: a residual funds study of the paper industry

<sup>13</sup> EB.Exhibit D1 (2012) fue expuesto en el día 1 de la exhibición realizada el 28 de Mayo

<sup>14</sup> Díaz, José, "Los procesos en la dirección de proyectos", revista Conexiónsan. Díaz es Magister en Gestión de Tecnología de Información - MGTI, por las Universidades de ESAN y la Universitat Ramon Llull, Barcelona (España). Catedrático de la Maestría en Project Management de ESAN. <http://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2014/10/08/procesos-direccion-proyectos/>

<sup>15</sup> Guía del PMBOK®) p. 21.

<sup>16</sup> Tomado de Project Management Institute, Inc. (2004) Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos Tercera Edición (Guía del PMBOK®) p. 21.

<sup>17</sup> Tomado de la *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos Tercera Edición (Guía del PMBOK®)* p. 23.

- 
- <sup>18</sup> Tomado de la *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos Tercera Edición (Guía del PMBOK®)* p. 24.
- <sup>19</sup> Tomado de la *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos Tercera Edición (Guía del PMBOK®)* p. 25.
- <sup>20</sup> Se consultó la versión en castellano publicada por el PMI en el 2004.
- <sup>21</sup> Tomado de Núñez (2005), p. 119, aparece en el gráfico N° 58, el autor indica que es tomado de Kerzner, Harold, PhD, “Strategic Planning for Project Management Using a Project Management Maturity”, Third Edición, USA, 2001, p.18.
- <sup>22</sup> American Society for Quality
- <sup>23</sup> *Guía del PMBOK®* p.39.
- <sup>24</sup> *Guía PMBOK®*], p. 40.
- <sup>25</sup> Tomado de K. Olalde, figura 3-11. Los Grupos de Procesos interactúan en un proyecto. [PMBOK®].
- <sup>26</sup> Vielma, Luis. “VCD, una metodología para transformar organizaciones”, en la revista virtual *Energía a debate*, Septiembre-Octubre 2009, 15 de febrero de 2016, 22:00 h, <http://www.energiaadebate.com/Articulos/Septiembre2009/VielmaSep09.htm>
- <sup>27</sup>“¿Qué es la metodología FEL?” en *Mejores Proyectos*, “¿Qué hago con esto el lunes a la mañana?”, blog del centro IAA, consultado el 15 de abril de 2015, 22:00 h, [Phttp://iaap.wordpress.com/2007/06/26/%C2%BFque-es-la-metodologia-fel/](http://iaap.wordpress.com/2007/06/26/%C2%BFque-es-la-metodologia-fel/)
- <sup>28</sup> Tomado de Efraín Huerta Vásquez, 15 de enero de 2016, 21:00 h, <http://es.slideshare.net/efrainhuertavasquez/diapositivas-2-32552212>
- <sup>29</sup> Plinio es el nombre de dos investigadores y sabios romanos, Plinio el Viejo y su sobrino Plinio el Joven. Plinio el Viejo murió en la erupción del volcán Vesubio.
- <sup>30</sup> Tesis de licenciatura en ingeniería metalúrgica, UNMSM. Recuperado el 6 de marzo de 2016, 22:00 h, [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3112/1/Soto\\_fo.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3112/1/Soto_fo.pdf)
- <sup>31</sup> Tomado de Zinc, elemento esencial para el desarrollo sostenible s/p. Publicación de *La Asociación Internacional de Zinc (IZA)*, por sus siglas en inglés), creada en 1990.
- <sup>32</sup> Votorantim Metais CJM, Revista Nosotros, dic. 08, p. 3
- <sup>33</sup> Tomado de la empresa Doe Run Perú, titulado Figura de flujo circuito del zinc.
- <sup>34</sup> Votorantim Metais CJM, Memoria Anual 2008, Pag.3-5
- <sup>35</sup> Tomado de Soto (2007) p. 131. Figura A-1, es parte de los anexos.

---

<sup>36</sup> En la Tesis doctoral *Movilización de metales pesados en residuos y suelos industriales afectados por la hidrometalurgia del cinc*, capítulo III, p. 47 Universidad de Murcia.

<sup>37</sup> Votorantim Metais, Manual de Gestión Capex, Nov. 07, p. 12.

<sup>38</sup> El término Riesgo de sustaining está en portugués y en español para el caso Votorantim Metais Cajamarquilla significa Criticidad de Renovación

<sup>39</sup> Madures esta en portugués y en español para Votorantim Metais Cajamarquilla significa Priorización del Proyecto

<sup>40</sup> Histórico es un término utilizado en Votorantim Metais Cajamarquilla para indicar las cantidades reales de las producciones de años anteriores.

<sup>41</sup> “Votorantim Metais ampliará la Refinería de Cajamarquilla” en la versión digital de Mining Press Perú. Recuperado el 15 de febrero de 2016, 22:00 h,

<http://www.miningpress.com.pe/nota/84245/votorantim-metals-ampliar-la-refinera-de-cajamarquilla>

<sup>42</sup> Nogueira Paulo concedió una entrevista a Andina, siendo publicado el artículo el 30 de noviembre de 2009. Recuperado el 12 de marzo de 2016, 22:00 h, <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-votorantim-metals-culminara-febrero-ampliacion-refineria-cajamarquilla-267023.aspx>

<sup>43</sup> Fuente: Elaboración propia

<sup>44</sup> KUSD Se utiliza esta abreviatura para indicar “Miles de Dolares americanos” Ejm: 15 KUSD significa \$15,000

<sup>45</sup> Directorio minero del Perú, “Proyectos mineros del futuro, *Revista Proveedor Minero*. Está es una guía de los proyectos mineros proyectadas del 2011 al 2020. Recuperado el 20 de febrero de 2016, 20:30 h, [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/F003ECB9A726B34B05257A380072651C/\\$FILE/demo-proyectos-mineros-del-futuro.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/F003ECB9A726B34B05257A380072651C/$FILE/demo-proyectos-mineros-del-futuro.pdf)

<sup>46</sup> Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos Tercera Edición (Guía del PMBOK®) p. 29.

<sup>47</sup> Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos Tercera Edición (Guía del PMBOK®) p. 30.

<sup>48</sup> Se consultó la versión en castellano publicada por el PMI en el 2004.

<sup>49</sup> Guía del PMBOK®) p.105.

<sup>50</sup> Guía del PMBOK® p.125.

<sup>51</sup> Guía del PMBOK® p. 159.

<sup>52</sup> Libro publicado por la Universitat Oberta de Catalunya, sin fecha de edición. Recuperado el 15 de febrero de 2016, 20:00h,

---

[https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Administracio\\_i\\_direccio\\_dempreses/Excelencia\\_en\\_la\\_gestion/Excelencia\\_en\\_la\\_gestion\\_\(Modulo\\_3\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Administracio_i_direccio_dempreses/Excelencia_en_la_gestion/Excelencia_en_la_gestion_(Modulo_3).pdf)

<sup>53</sup> Tomado de Camisón (s/f), p. 7, Tabla 1. Los criterios de los modelos Malcolm Baldrige, EFQM y Premio Deming.

<sup>54</sup> Guía del PMBOK® p.222.

<sup>55</sup> Guía del PMBOK® p.222.

<sup>56</sup> Guía del PMBOK® p.272.

<sup>57</sup> American Society for Quality

<sup>58</sup> Guía del PMBOK® p.39.

<sup>59</sup> Guía PMBOK®, p. 40.

<sup>60</sup> Guía del PMBOK® p.43.

<sup>61</sup> Guía del PMBOK® p.44.

<sup>62</sup> K. Olalde, realiza un resumen de PMBOOK® Guide 2004, Figura 3-7. Grupo de Procesos de Planificación [PMBOK®]. PMBOK®].

<sup>63</sup> Grupo de Procesos de Ejecución Figura 3-8.p. 71 Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) Tercera Edición © 2004.

<sup>64</sup> Nota: No se muestran todas las interacciones ni todo el flujo de datos entre los procesos. El figura aparece en la Figura 3-9. Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) Tercera Edición, p.60 ©2004.

<sup>65</sup> Figura 3-10. Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) Tercera Edición p. 66 ©2004.

<sup>66</sup> Tomado de K. Olalde, figura 3-11. Los Grupos de Procesos interactúan en un proyecto. [PMBOK®].

<sup>67</sup>El Presidente Fernando Belaunde el 16 de mayo de 1981 inaugura la refinería. Repositorio Institucional Universidad San Ignacio de Loyola, <http://hdl.handle.net/123456789/221>.