

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA**



**TESIS**

**PLANTA LADRILLERA PARA LA REGION CUSCO**  
**(PROYECTO DE PRE - FACTIBILIDAD)**

**PRESENTADO POR:**

- Br. PEDRO ALBERTO FERNANDEZ HUAMAN

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL**  
**DE INGENIERO METALURGICO**

**ASESOR:**

**Dr. PEDRO CAMERO HERMOZA**

**CUSCO-PERÚ**

**2024**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada:..... PLANTA  
LADRILLERA PARA LA REGION CUSCO  
(PROYECTO DE PRE-FACTIBILIDAD)

presentado por: FERNANDEZ HUAMAN PEDRO A. con DNI Nro.: 73032804 presentado  
por: ..... con DNI Nro.: ..... para optar el  
título profesional/grado académico de INGENIERO  
METALURGICO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el  
Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la**  
**UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o  
título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 07 de FEBRERO de 2024



Firma

Post firma Pedro Camero Hermeza

Nro. de DNI 23956513

ORCID del Asesor 0000 - 0001 - 5366 - 9187

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259 : 283964528

NOMBRE DEL TRABAJO

**LADRILLERA\_TESIS.pdf**

AUTOR

**PEDRO ALBERTO FERNANDEZ HUAMAN**

RECUENTO DE PALABRAS

**26801 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**138122 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**143 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**7.2MB**

FECHA DE ENTREGA

**Nov 6, 2023 4:14 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Nov 6, 2023 4:16 PM GMT-5****● 9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente

## DEDICATORIA

El presente trabajo de Tesis se lo dedico a: DIOS.

Por haberme dado la vida, por guiar mis pasos y permitirme llegar un poco más allá, en este punto tan importante de mi vida.

A mi madre: Julia Huamán Usca y a mi padre: Alfredo Fernández Flores, por ser un pilar muy importante en mi vida, por el amor y el cariño incondicional que me tienen. A pesar de las dificultades, siempre los tengo presente y los quiero.

A mi pequeño amor Ruth, por su confianza y por su apoyo depositado en mí; y por todos los gratos momentos que compartimos juntos.

A mis hermanos, familiares y amigos.

A mi alma mater UNSAAC, A mi escuela profesional de Ingeniera Metalúrgica y a mis docentes por su constante apoyo a lo largo de mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo expresar mis agradecimientos, a mi alma mater: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a mi grata Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica y a cada uno de los docentes que la conforman, por haber contribuido con mi formación académica y profesional de manera acertada.

A mi asesor, Dr. Pedro Camero Hermoza, por su guía, por sus comentarios y aportes; en la culminación del presente trabajo de tesis.

Y a cada uno de ustedes, presentes el día de hoy. Permítanme agradecerles.

Fernandez Huaman Pedro Alberto

## **PRESENTACIÓN**

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minas y Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Respetables miembros del jurado, de acuerdo a la normativa vigente de grados y títulos de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minas y Metalúrgica, de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica.

Tengo el agrado de hacerles presente el trabajo de tesis, intitulado:

**“PLANTA LADRILLERA PARA LA REGIÓN DEL CUSCO”**

**(Proyecto de Pre – factibilidad).**

El presente estudio de tesis, será principalmente benéfico para la región del Cusco. Debido a que permitirá mejorar la producción ladrillera de la región, a través de procesos más limpios, que implementen tecnologías que usen combustibles más eco amigables.

Logrando incrementar el dinamismo económico, la empleabilidad y sobre todo, promoviendo el cumplimiento de la normativa ambiental vigente en el rubro ladrillero del país.

Fernandez Huaman Pedro Alberto

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Crecimiento del PBI del sector construcción en el Perú 2020-2026.....	10
Figura 2.2 Ladrillos del tipo King Kong clasificación IV.....	13
Figura 2.3 Diagrama del pronóstico de la demanda a nivel regional.....	18
Figura 2.4 Producción nacional de ladrillos .....	19
Figura 2.5 Diagrama del pronóstico de la oferta a nivel regional.....	23
Figura 2.6 Balance entre la demanda y la oferta para el negocio ladrillero .....	26
Figura 2.7 Tendencia de la evolución de los precios del ladrillo .....	28
Figura 2.8 Canal de ventas primario del proyecto .....	29
Figura 2.9 Canal de ventas secundario del proyecto.....	29
Figura 2.10 Canal de ventas terciario del proyecto.....	30
Figura 3.1 Mapa mineralógico del proyecto.....	41
Figura 3.2 Mapa de vías de acceso del proyecto.....	42
Figura 3.2 Mapa de ubicación del proyecto.....	43
Figura 4.1 Clasificación del producto.....	45
Figura 4.2 Estructura cristalina de las arcillas.....	50

Figura 4.3 Estructuras laminares de las arcillas.....	51
Figura 4.4 Cajón alimentador del proceso productivo.....	52
Figura 4.5 Molino de martillos del proceso productivo.....	53
Figura 4.6 Molino de rodillos del proceso productivo.....	55
Figura 4.7 Mezcladora del proceso productivo.....	56
Figura 4.8 Extrusora del proceso productivo.....	58
Figura 4.9 Secadora del proceso productivo.....	60
Figura 4.10 Curvas de velocidad y distribución de la humedad de las arcillas.....	63
Figura 4.11 Velocidad de secado de las arcillas.....	64
Figura 4.12 Curvas de temperatura del proceso de cocción.....	65
Figura 4.13 Diagrama de equilibrio de fases del sistema sílice - alúmina.....	66
Figura 4.14 Muestras del proceso productivo en laboratorio.....	67
Figura 4.15 Proceso productivo del proyecto.....	69
Figura 4.16 Hornos utilizados en la industria ladrillera.....	72
Figura 4.17 Zonas específicas del horno Túnel y sus componentes.....	75
Figura 4.18 Plano de distribución de las áreas físicas del proyecto.....	89

Figura 4.19 Plano de distribución de las áreas propias a la materia prima.....	90
Figura 4.20 Diagrama de flujo del proyecto.....	91
Figura 5.1 Organigrama del proyecto.....	94
Figura 6.1 Grafica del CAPEX del proyecto.....	110
Figura 7.1 Grafica del OPEX del proyecto.....	116
Figura 8.1 Tipos de fuentes de financiamiento.....	118
Figura 9.1 Punto de equilibrio del proyecto.....	130

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Criterios para cumplir el alcance del proyecto.....	7
Tabla 2.1 Crecimiento del PBI por sectores en el Perú.....	9
Tabla 2.2 Crecimiento del PBI en la región del Cusco.....	11
Tabla 2.3 Unidades productivas del sector ladrillero de la región del Cusco.....	12
Tabla 2.4 Demanda de ladrillos por año a nivel nacional y regional.....	15
Tabla 2.5 Cálculo de los mínimos cuadrados.....	17
Tabla 2.6 Oferta de ladrillos por año a nivel nacional y regional .....	20
Tabla 2.7 Cálculo de los mínimos cuadrados.....	22
Tabla 2.8 Demanda insatisfecha del proyecto .....	25
Tabla 2.9 Evolución histórica del precio del ladrillo .....	27
Tabla 3.1 Datos para determinar el tamaño del proyecto.....	33
Tabla 3.2 Factores que determinan la localización del proyecto.....	37
Tabla 3.3 Valorización de los factores en la localización del proyecto.....	37
Tabla 3.4 Método de ponderación para la macrolocalización del proyecto.....	38
Tabla 3.5 Método de ponderación para la microlocalización del proyecto.....	39
Tabla 4.1 Características del producto.....	45

Tabla 4.2 Clasificación del producto.....	46
Tabla 4.3 Composición química y mineralógica de las arcillas.....	47
Tabla 4.4 Propiedades físicas de las arcillas.....	48
Tabla 4.5 Clasificación de las arcillas .....	49
Tabla 4.6 Datos técnicos del cajón alimentador.....	53
Tabla 4.7 Datos técnicos del molino de martillos.....	54
Tabla 4.8 Datos técnicos del molino de rodillos.....	56
Tabla 4.9 Datos técnicos de la mezcladora.....	57
Tabla 4.10 Datos técnicos de la extrusora.....	59
Tabla 4.11 Datos técnicos de la secadora.....	61
Tabla 4.12 Tipos de hornos utilizados en la industria ladrillera.....	71
Tabla 4.13 Características del horno Túnel.....	74
Tabla 4.14 Elementos que conforman las entradas y las salidas del proyecto....	78
Tabla 4.15 Balance de materia.....	83
Tabla 4.16 Cálculo del calor de entrada del proceso productivo del proyecto.....	84
Tabla 4.17 Cálculo del calor de salida del proceso productivo del proyecto.....	83

Tabla 4.18 Balance de energía.....	85
Tabla 4.19 Distribución de las áreas físicas del proyecto.....	86
Tabla 5.1 Tipo de sociedades.....	93
Tabla 5.2 Datos del proyecto.....	98
Tabla 5.3 Salarios de los trabajadores del proyecto.....	99
Tabla 5.4 Lista de las actividades del proyecto y su duración .....	101
Tabla 5.5 Cronograma de actividades para la ejecución del proyecto.....	102
Tabla 6.1 Costo de los equipos para la producción de ladrillos .....	104
Tabla 6.2 Costo para transporte, construcción y montaje.....	105
Tabla 6.3 Costo de los ítems de los equipos.....	105
Tabla 6.4 Costo de los ítems de transporte .....	106
Tabla 6.5 Costo de los ítems de construcción y montaje.....	106
Tabla 6.6 Costos directos del proyecto.....	107
Tabla 6.7 Costos indirectos del proyecto.....	107
Tabla 6.8 Contingencias del proyecto.....	108
Tabla 6.9 CAPEX del proyecto.....	109

Tabla 7.1 Costos variables del proyecto.....	112
Tabla 7.2 Costos fijos del proyecto.....	113
Tabla 7.3 Contingencias del proyecto.....	114
Tabla 7.4 OPEX del proyecto.....	115
Tabla 8.1 Costos totales del proyecto. ....	117
Tabla 8.2 Plan de amortización de la deuda. ....	121
Tabla 9.1 Modelo de ingresos del proyecto .....	124
Tabla 9.2 Datos del proyecto para hallar el punto de equilibrio.....	125
Tabla 9.3 Proyección para graficar el punto de equilibrio del proyecto .....	129
Tabla 10.1 Flujo de fondos del proyecto.....	132
Tabla 10.2 Factores de interés compuesto para el VAEN del proyecto. ....	135
Tabla 10.3 La relación beneficio/costo (B/C) del proyecto .....	141
Tabla 10.4 Análisis de sensibilidad del proyecto .....	142
Tabla 11.1 Área de influencia directa del proyecto.....	146
Tabla 11.2 Área de influencia indirecta del proyecto. ....	146
Tabla 11.3 Aspectos ambientales relacionados a cada etapa del proyecto.....	148

Tabla 11.4 Estimación de magnitud y de importancia de efectos ambientales...	148
Tabla 11.5 Valorización de los impactos ambientales.....	149
Tabla 11.6 La matriz de Leopold para el proyecto .....	150
Tabla 11.7 Límites Máximos Permisibles (LMP) de la actividad de fabricación de ladrillos .....	153
Tabla 11.8 Estándares de Calidad Ambiental para el Aire (ECA Aire) de la actividad de fabricación de ladrillos.....	153
Tabla 11.9 Instrumentos para el Plan de Manejo Ambiental del proyecto.....	154
Tabla 11.10 Instrumentos para el monitoreo de la calidad del aire .....	155

## LISTA DE SIMBOLOS

AIF	: Asociación Internacional del Fomento
APA	: American Psychological Association (Asociación Americana de Psicología)
B/C	: Relación beneficio / costo
BIRF	: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
BTU	: Unidad térmica británica
CAPEX	: Capital Expenditures – Costos de inversión
CFI	: Corporación Financiera Internacional
COSUDE	: Confederación Suiza para el Desarrollo
ECA	: Estándares de Calidad Ambiental
EGEMSA	: Empresa de Generación Eléctrica Machupicchu S.A.
EIA	: Estudio de Impacto Ambiental
EPP	: Equipo de protección personal
EELA	: Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales
ISO	: International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)

INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
kg	: Kilogramos
kw-hr	: Kilowatts por hora
MIDAGRI	: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
MINAM	: Ministerio del Ambiente
MINEM	: Ministerio de Energía y Minas
MWh /año	: Megavatio hora por año
OPEX	: Operacional Expenditures – Costo de operación
PBI	: Producto Bruto Interno
PMA	: Plan de Manejo Ambiental
SEIA	: Sistema nacional de Evaluación del Impacto Ambiental
TIR	: Tasa interna de retorno
Ton	: Toneladas
Tph	: Toneladas por hora
USD	: Dólares estadounidenses
VAEN	: Valor anual equivalente neto

## **RESUMEN**

A través de su unidad ejecutora, el proyecto de tesis, cuyo título es: “Planta ladrillera para la región del Cusco”, llevó a cabo un estudio de Pre-factibilidad para determinar la viabilidad de instalar una planta de fabricación de ladrillos para la región del Cusco.

Para ello, principalmente se desarrolló un estudio tecnológico comparativo de los tipos de hornos a utilizar en el proyecto. Donde se optó por la selección del horno continuo Túnel, debido a su operatividad ininterrumpida y adecuados controles ambientales.

También, se llevó a cabo el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), el cual integró el empleo de procesos modernos, limpios y eficientes, que obtuvieran productos de alta calidad a menor costo.

El monto total de la inversión del proyecto, fue estimado en USD 2, 004, 247.80. Monto frente al cual, el proyecto adoptó medidas de financiamiento externas.

El punto de equilibrio del proyecto fue de 9, 151,429.40 millones de ladrillos vendidos, para recuperar el total del dinero que se invirtió, sin recibir ganancias.

La evaluación económica del proyecto, se llevó a cabo a través de tres diferentes métodos de análisis financiero, cuyos resultados fueron los siguientes: El VAEN del proyecto resultó al 10%. La TIR del proyecto resultó al 62% y la B/C del proyecto resultó  $4.93 > 1$ , por lo tanto, a través de los tres métodos se garantizó la viabilidad del proyecto.

Concluyendo que la ejecución del proyecto es sostenible, debido a que se incorporan tecnologías modernas y limpias, que permiten el uso eficiente de los recursos, la generación de empleos y la mitigación ambiental de los contaminantes. Logrando conseguir además un mayor dinamismo económico para la región del Cusco y para toda la zona sur del país.

### **PALABRAS CLAVES:**

Planta ladrillera, procesos energéticos limpios, diseño de planta, dinamismo económico, evaluación económica, fuentes de financiamiento, estudios de impacto ambiental.

## **ABSTRACT**

Through its executing unit, the thesis project, whose title is: "Brick plant for the Cusco region", carried out a pre-feasibility study to determine the feasibility of installing a brick manufacturing plant for the Cusco region.

To this end, a comparative technological study of the types of kilns to be used in the project was carried out. The Tunnel kiln was chosen because of its uninterrupted operation and adequate environmental controls.

The Environmental Impact Assessment (EIA) was also carried out, which integrated the use of modern, clean and efficient processes, which would obtain high quality products at a lower cost. The total amount of the project investment was estimated at USD 2,004,247.80. For this amount, the project adopted external financing measures.

The break-even point of the project was 9, 151,429.40 million bricks sold, to recover the total amount of money invested, without receiving profits.

The economic evaluation of the project was carried out through three different methods of financial analysis, the results of which were as follows: The VAEN of the project was 10%. The IRR of the project was 62% and the B/C of the project was  $4.93 > 1$ , therefore, through the three methods the viability of the project was guaranteed.

The conclusion is that the project implementation is sustainable, due to the incorporation of modern and clean technologies, which allow the efficient use of resources, the generation of jobs and the environmental mitigation of pollutants. It also achieves greater economic dynamism for the Cusco region and for the entire southern part of the country.

### **KEY WORDS:**

Brick plant, clean energy processes, plant design, economic dynamism, economic evaluation, financing sources, environmental impact studies.

## INTRODUCCIÓN

El propósito de proponer la instalación de una planta ladrillera para la región del Cusco, se encuentra asociada al objetivo de incrementar la industrialización de la región. Debido a que como ya es sabido, un país se cataloga como desarrollado de acuerdo al dominio y al manejo de los recursos de los que dispone.

Por tal razón, dirigimos nuestra mirada hacia la zona sur del país, específicamente, hacia la región del Cusco, donde se encuentra un valioso recurso natural, denominado: “arcillas”.

La disponibilidad de las arcillas, como principal materia prima en la zona, justifica la viabilidad del proyecto de tesis.

Además, actualmente el tratamiento tecnológico de este tipo de material en la región del Cusco, se realiza a través de hornos artesanales y altamente contaminantes (en su mayor porcentaje). Lo cual, no beneficia al objetivo de fomentar una industrialización más eco amigable, que vaya de la mano con el desarrollo sostenible para la región.

En este contexto, resulta conveniente el desarrollo del presente proyecto, debido a que propone la incorporación de tecnologías modernas y limpias, permitiendo un empleo eficiente de los recursos disponibles, la reducción de los costos de producción, la obtención de productos de alta calidad, la generación de empleos y la mitigación ambiental de los contaminantes propios de este sector.

## **CONTENIDO**

El presente proyecto de tesis, cuyo título es: “Planta ladrillera para la región del Cusco”. A través de su unidad ejecutora, efectúa un estudio de Pre – factibilidad para determinar si es viable o no instalar una planta de fabricación de ladrillos en la región. En consecuencia, se desarrollan los siguientes capítulos.

### Capítulo I: Generalidades

En este capítulo, se desarrolla la introducción, la justificación, los objetivos, los antecedentes, los alcances y las limitaciones del proyecto.

### Capítulo II: Estudio de mercado

En este capítulo, se aborda el estudio de mercado del proyecto, a través del panorama histórico sobre la oferta y la demanda del negocio ladrillero. Donde ambas, oferta y demanda, exhiben tendencias crecientes a la alza.

### Capítulo III: Tamaño y localización

En este capítulo, se determina el tamaño y se define la localización del proyecto. El tamaño responde a la demanda del mercado: 7, 000,000 millones de ladrillos por año y la localización se define en la región del Cusco, provincia de Quispicanchis, distrito de Lucre, centro poblado de Huambutio.

### Capítulo IV: Ingeniería del proyecto

En este capítulo, se realizan los estudios comparativos sobre la ingeniería y sobre el proceso productivo del proyecto. Así, como se determina la selección de equipos, donde se prefiere al horno Túnel, debido a sus procesos continuos y adecuados controles ambientales.

### Capítulo V: Organización y programa para ejecutar el proyecto

En este capítulo, se determina el tipo de sociedad legal del proyecto. Así, como se determina el número de trabajadores, los salarios y el respectivo cronograma de ejecución.

## Capítulo VI: Inversiones en el proyecto

En este capítulo, se determinan los costos de inversión en el proyecto (CAPEX), cuyo monto asciende a 1, 482,226.05 USD.

## Capítulo VII: Costos de operación del proyecto

En este capítulo, se determinan los costos de operación del proyecto (OPEX), cuyo monto asciende a 522,201.75 USD.

## Capítulo VIII: Financiación del proyecto

En este capítulo, se desarrolla el estudio sobre las entidades de financiación para el proyecto, así como se elabora el plan de amortización de la deuda.

## Capítulo IX: Proyecciones financieras

En este capítulo, se determinan los ingresos del proyecto, así como se determina el punto de equilibrio del proyecto, el cual es de 9, 151,429.40 millones de ladrillos vendidos, para recuperar el dinero que se invirtió sin todavía recibir ganancias.

## Capítulo X: Evaluación económica

En este capítulo, se desarrolla la evaluación económica del proyecto a través de tres métodos de análisis financiero, como: el Valor Actual Equivalente Neto, la Tasa Interna de Retorno y la relación Beneficio / Costo del proyecto. Concluyéndose, que a través de los tres métodos, se garantiza que el proyecto si es financieramente justificable.

## Capítulo XI: Estudio de impacto ambiental

En este capítulo, se realiza el estudio del impacto ambiental del proyecto, a través de la elaboración de la matriz de Leopold y de la elaboración del Plan de Manejo Ambiental (PMA).

## ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria.....	II
Agradecimientos .....	III
Presentación.....	IV
Lista de figuras.....	V
Lista de tablas .....	VIII
Lista de simbolos.....	XIII
Resumen .....	XV
Abstract.....	XVI
Introducción.....	XVII
Contenido .....	XVIII
Índice general.....	XX

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

1.1 Justificación .....	1
1.1.1 Conveniencia .....	1

1.1.2 Justificación social.....	1
1.1.3 Justificación económica .....	1
1.1.4 Justificación tecnológica .....	1
1.1.5 Justificación ambiental.....	2
1.1.6 Valor teórico.....	2
1.1.7 Utilidad metodológica.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos .....	3
1.3 Antecedentes del proyecto.....	3
1.3.1 A nivel local .....	5
1.3.2 A nivel nacional.....	5
1.3.3 A nivel internacional.....	5
1.4 Alcances y limitaciones del proyecto.....	7
1.4.1 Alcances del proyecto .....	6
1.4.2 Limitaciones del proyecto .....	7

## CAPITULO II

### ESTUDIO DEL MERCADO

2.1 Breve panorama nacional .....	9
2.2 Breve panorama local.....	10
2.3 Producto.....	11
2.4 Demanda a nivel nacional y a nivel regional.....	14
2.4.1 Pronóstico de la demanda .....	14
2.5 Oferta a nivel nacional y a nivel regional.....	19
2.5.1 Pronostico de la oferta .....	19
2.5.2 Demanda insatisfecha del proyecto .....	24
2.6 Balance entre la oferta y la demanda.....	25
2.7 Precio.....	26
2.8 Comercialización .....	28

## CAPITULO III

### TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

3.1 Tamaño del proyecto .....	31
3.1.1 Factores que determinan el tamaño del proyecto .....	31
3.1.2 Determinación del tamaño del proyecto.....	32
3.2 Localización del proyecto.....	34
3.2.1 Macrolocalización.....	34
3.2.1.1 Materia prima.....	35
3.2.1.2 Recurso hídrico .....	35
3.2.1.3 Terrenos.....	35
3.2.1.4 Recurso energético .....	35
3.2.1.5 Combustible.....	36
3.2.2 Método de ponderación de factores de Brown y Gibson .....	36
3.2.3 Microlocalización .....	38

## CAPITULO IV

### INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1 Producto.....	44
4.1.1 Clasificación del producto.....	44
4.2 Materia prima.....	46
4.2.1 Composición mineralógica y química de la materia prima.....	47
4.2.2 Propiedades de la materia prima.....	48
4.2.3 Clasificación de las arcillas .....	48
4.2.4 Estructura cristalina .....	49
4.3 Proceso productivo.....	51
4.3.1 Extracción y almacenamiento de la materia prima.....	51
4.3.2 Molienda de la materia prima.....	52
4.3.3 Amasado de la materia prima .....	56
4.3.4 Proceso de formado.....	58
4.3.5 Proceso de secado .....	60
4.3.6 Proceso de cocción y enfriamiento .....	65

4.3.7	Proceso de clasificación y despacho .....	67
4.4	Selección de equipos .....	70
4.4.1	Estudios comparativos del tipo de horno a utilizar.....	70
4.4.2	Horno continuo Túnel.....	73
4.4.3	Eficiencia térmica del horno continuo Túnel .....	76
4.5	Balance de materia y de energía .....	78
4.5.1	Balance de materia .....	78
4.5.2	Balance de energía .....	84
4.6	Distribución y diseño del proyecto.....	86
4.6.1	Distribución del proyecto.....	86
4.6.2	Diseño del proyecto .....	88

## CAPITULO V

### ORGANIZACIÓN Y PROGRAMA PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO

5.1 Organización .....	92
5.2 Organización legal del proyecto .....	92
5.2.1 Tipos de sociedad.....	92
5.2.2 Organigrama del proyecto.....	94
5.2.3 Funciones y perfiles de puestos del proyecto.....	95
5.3 Calculo del número de trabajadores del proyecto.....	98
5.3.1 Cálculo del costo de los salarios.....	99
5.4 Programa para la ejecución del proyecto.....	100
5.4.1 Cronograma de actividades para la ejecución del proyecto.....	100

## CAPITULO VI

### INVERSIONES EN EL PROYECTO

6.1 Inversión en el proyecto.....	103
6.2 Costos directos.....	103
6.3 Costos indirectos.....	107

6.4 Contingencias.....	108
6.5 El CAPEX del proyecto.....	109

## CAPITULO VII

### COSTOS DE OPERACIÓN DEL PROYECTO

7.1 Costos de operación .....	111
7.2 Costos variables.....	111
7.3 Costos fijos .....	112
7.4 Contingencias.....	114
7.5 El OPEX del proyecto .....	115

## CAPITULO XIII

### FINANCIACION DEL PROYECTO

8.1 Financiación del proyecto.....	117
8.1.1 Fuentes de financiamiento.....	118
8.2 Etapas de financiamiento del proyecto.....	118
8.2.1 Cálculo del plan de amortizacion.....	120

## CAPITULO IX

### PROYECCIONES FINANCIERAS

9.1 Modelo de ingresos del proyecto.....	122
9.1.1 Cálculo del modelo de ingresos.....	122
9.2 Punto de equilibrio.....	124
9.2.1 Cálculo del punto de equilibrio.....	125
9.2.1 Análisis del punto de equilibrio.....	128
9.2.1 Representación gráfica del punto de equilibrio.....	129

## CAPITULO X

### EVALUACIÓN ECONÓMICA

10.1 Evaluación económica del proyecto.....	131
10.2 Flujo de fondos del proyecto .....	131
10.3 Cálculo del VAEN del proyecto .....	133
10.4 Cálculo del TIR del proyecto .....	137
10.5 Cálculo del B/C del proyecto.....	140
10.6 Análisis de sensibilidad del proyecto.....	142

## CAPITULO XI

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

11.1	Objetivos del estudio de impacto ambiental (EIA).....	143
11.1.1	Objetivo general.....	143
11.1.2	Objetivo específico.....	143
11.2	Normas legales.....	144
11.3	Área de influencia del proyecto.....	145
11.4	Identificación de impactos y efectos ambientales.....	147
11.4.1	Matriz de Leopold para el proyecto.....	147
11.5	Plan de Manejo Ambiental (PMA).....	151
	Conclusiones.....	156
	Recomendaciones.....	157
	Bibliografía .....	158
	Sitios web.. .....	159

# CAPITULO I

## GENERALIDADES

### 1.1 JUSTIFICACIÓN

#### 1.1.1 CONVENIENCIA

El presente proyecto, representa una propuesta conveniente para la sociedad, debido a que propone que el proceso productivo para la fabricación de ladrillos, sea más limpia y eco amigable, permitiendo promover un desarrollo sostenible con el entorno, en todos los aspectos (social, económico, tecnológico y medio ambiental).

#### 1.1.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El presente proyecto, propone brindar una alternativa de generación de empleo directo e indirecto para la población cusqueña, que contribuya a mejorar su calidad de vida, educación, salud y vivienda.

#### 1.1.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

El presente proyecto, propone brindar valor agregado a las arcillas de la región del Cusco, promoviendo una actividad económica rentable, que contribuya al crecimiento del PBI, a las inversiones y a la generación de empleos, promoviendo el desarrollo de la economía local y regional del país.

#### 1.1.4 JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA

El presente proyecto, propone la selección de tecnologías más limpias y de última generación; equipos y maquinarias en conjunto, que permita disponer de la primera planta ladrillera completamente industrializada para la región del Cusco.

### 1.1.5 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

El presente proyecto, a través de un proceso productivo más eco amigable con el medio ambiente propone minimizar los impactos ocasionados por el proyecto sobre el medio ambiente, permitiendo promover un desarrollo sostenible. Garantizando la remediación y preservación del entorno en beneficio de las futuras generaciones.

### 1.1.6 VALOR TEÓRICO

El presente proyecto, contribuirá a que futuras investigaciones en otras áreas del conocimiento, como el de la ingeniería térmica, el de la ingeniería ambiental y el de la ingeniería industrial, entre otras; optimicen la eficiencia energética de los diseños de los hornos para la producción de ladrillos, así como optimicen los procesos continuos, minimicen el coste de los combustibles utilizados y recuperen la energía perdida a través de las chimeneas.

### 1.1.7 UTILIDAD METODOLÓGICA

Con el presente proyecto, se contribuye a llenar un vacío cognitivo que reformula la problemática teórica y práctica sobre la condición productiva de las ladrilleras en la región del Cusco. A través del desarrollo del presente estudio, se aportan soluciones y nuevas perspectivas sobre el funcionamiento de estas ladrilleras con procesos y tecnologías más eficientes y eficaces, que nos permita salir de un nivel de manufactura que clasifica al país, como una economía de producción primaria.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de Pre-factibilidad que determine la viabilidad de la instalar una planta ladrillera para la región del Cusco.

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el estudio tecnológico del proyecto, incluyendo un análisis comparativo de los tipos de hornos.
- Realizar el estudio de impacto ambiental del proyecto, integrando el empleo de tecnologías modernas, limpias y eficientes, que permitan obtener productos de alta calidad a menor costo, como el horno Túnel.
- Realizar los estudios correspondientes al mercado y a la magnitud de la demanda del proyecto.
- Realizar los estudios sobre la inversión y el financiamiento del proyecto.
- Realizar los estudios correspondientes a la evaluación económica del proyecto.

## 1.3 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El presente proyecto de tesis recopila investigaciones realizadas con antelación, referentes a estudios que determinen la viabilidad de instalación de plantas ladrilleras. El conjunto de estos antecedentes, aportan información relevante para el desarrollo del proyecto, el cual se desintegra en el siguiente orden:

- A nivel local.
- A nivel nacional.
- A nivel internacional.

### 1.3.1 A NIVEL LOCAL

- EELA (Cusco, 2015), a través del programa de eficiencia energética en ladrilleras artesanales de América Latina para mitigar el cambio climático presenta un informe ambiental, cuyo título es: “Diagnóstico inicial del sector ladrillero del distrito de San Jerónimo, provincia y departamento del Cusco, 2015”. El informe se encuentra direccionado a realizar el análisis de los combustibles que utilizan las ladrilleras artesanales en San Jerónimo, así como el impacto ambiental y los hornos que se utilizan; debido a que estos factores afectan la calidad del aire de las ciudades cercanas, y emite GEI que impactan al cambio climático y la salud de las personas. El uso de leña, llantas y plásticos, entre otros combustibles para la cocción de ladrillos contribuye significativamente a la contaminación del aire, la deforestación y la disponibilidad de agua, incrementando las causas del cambio climático. Las ladrilleras artesanales son mayormente informales, no reconocidas por el Estado y por consiguiente excluidas de las políticas públicas sociales, económicas y ambientales, pese a constituirse en una actividad que contribuye al fortalecimiento de la industria de la construcción.
- Quispe, R (Cusco, 2021), en el trabajo de tesis cuyo título es: “Políticas de gestión ambiental y la productividad en la industria de tejas y ladrillos del distrito de San Jerónimo, provincia y departamento del Cusco, 2018”. El estudio de tesis se encuentra direccionado a realizar la el análisis de las políticas de gestión ambiental y la productividad en la industria de tejas y ladrillos del distrito de San Jerónimo, provincia y departamento del Cusco. Se realizó un análisis de la situación nacional y el contexto internacional, de las políticas de gestión ambiental y la productividad en el marco de la innovación tecnológica.

### 1.3.2 A NIVEL NACIONAL

- Castillón, J (Ayacucho, 2022), en el trabajo de tesis cuyo título es: “Estudio de Pre-factibilidad para la instalación de una planta ladrillera con hornos de tiro invertido en la región de Ayacucho”. El estudio de tesis se encuentra direccionado a realizar la el análisis de viabilidad del estudio de Pre-factibilidad para la instalación de una planta ladrillera con hornos de tiro invertido en la región de Ayacucho. Dado que en la actualidad, existe una creciente demanda de ladrillos de construcción que cumplan con las normas técnicas y ambientales en la región de Ayacucho, se requiere la implementación de plantas ladrilleras con hornos de tiro invertido, con la finalidad de reducir la contaminación ambiental y mejorar la eficiencia de producción ladrillera.
- Gonzales, A & Pérez, L (Arequipa, 2021), en el trabajo de tesis cuyo título es: “Evaluación del horno Túnel como tecnología limpia para la reducción de la huella de carbono en la etapa de producción de una ladrillera mecanizada en la ciudad de Arequipa, 2021”. El estudio de tesis se encuentra direccionado a realizar la evaluación del horno Túnel como tecnología limpia para la reducción de la huella de carbono en la producción de una ladrillera mecanizada para la Ciudad de Arequipa.

Dado que, el uso de tecnologías y combustibles convencionales en el sector ladrillero es ineficiente y genera problemas de contaminación atmosférica, la implementación de una tecnología limpia dentro de la etapa de producción de ladrillos mejora la eficiencia energética y, por lo tanto, se reduce la huella de carbono.

### 1.3.3 A NIVEL INTERNACIONAL

- Mancuhan, E & Kucukada, K (Turquía, 2016), en el trabajo de tesis intitulado: “Optimización del uso de combustible y aire en un horno Túnel para producir ladrillos adicionados con carbón”.

El estudio de tesis se encuentra direccionado a realizar la optimización del uso de combustible y aire alrededor de un horno Túnel para producir ladrillos con carbón de bajo poder calorífico como aditivo. Que permita minimizar el costo del combustible y satisfacer las restricciones ambientales, a través de la optimización de los combustibles utilizados y las tasas de flujo de aire alrededor del horno túnel.

- Solís, D (Quito, 2014), en el trabajo de tesis intitulado: “Evaluación del horno Túnel en el proceso productivo de la planta industrial ladrillera terraforte, ubicada en el sector de Calacalí en el periodo 2012-2013”.

El estudio de tesis se encuentra direccionado a realizar la evaluación y el análisis del horno Túnel en el proceso productivo de la planta de cerámicas Terraforte, identificando si las condiciones y parámetros de operación de la planta generan problemas de contaminación atmosférica.

## 1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

### 1.4.1 ALCANCES DEL PROYECTO

El alcance del proyecto incluye los objetivos específicos que deben cumplirse para que el proyecto sea exitoso. Incluye las actividades y recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Estos criterios se visualizan a través de la Tabla 1.1.

*Tabla 1.1*

*Criterios para cumplir los alcances del proyecto.*

<b>CRITERIOS</b>	
El proyecto debe establecer expectativas claras.	√
El proyecto debe disponer de los recursos necesarios.	√
Se deben de realizar los estudios que determinen la viabilidad del proyecto.	√
El proyecto debe de cumplir con la normativa vigente (códigos de construcción, medio ambiental y social).	√
El proyecto debe de finalizar el cumplimiento de sus objetivos dentro de un plazo determinado.	√

*Nota. Fuente: (Coss Bu, 2012)*

#### 1.4.2 LIMITACIONES DEL PROYECTO

Las limitaciones de un proyecto constituyen las principales restricciones que este debe de superar para llevarse a cabo. (*Coss Bu, 2012*)

En el caso del proyecto, las principales limitaciones a las que se hará frente se encuentran constituidas por las siguientes:

- La disponibilidad de materia prima.
- La disponibilidad de terrenos, recursos hídricos, recursos energéticos y recursos humanos.
- La disponibilidad de las vías de acceso.
- Las restricciones del presupuesto.
- La obtención de los permisos ambientales.
- La obtención de licencias sociales.
- El cumplimiento de los plazos de entrega.

## CAPITULO II

### ESTUDIO DEL MERCADO

El capítulo del estudio del mercado, permite analizar y dimensionar el potencial del mercado al cual se enfocará el proyecto. Esto conlleva a realizar estudios que verifiquen la viabilidad del emprendimiento. (Arboleda, 2014)

#### 2.1 BREVE PANORAMA NACIONAL

Actualmente, el desarrollo del sector de construcción en el Perú va en marcha ascendente, debido que la tasa poblacional crece y se requiere de mayor construcción y reconstrucción de viviendas, con materiales que cumplan con el Reglamento Nacional de Edificaciones. El incremento de esta demanda en el PBI nacional, se aprecia a través de la Tabla 2.1.

Tabla 2.1

*Crecimiento del PBI por sectores en el Perú.*

<b>SECTOR</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>Promedio 2024-2026</b>
<b>Agropecuario</b>	2.8	2.5	3.8	3.8	3.8	3.8
<b>Pesca</b>	-7.8	2.0	1.6	2.0	2.0	1.9
<b>Minería e hidrocarburos</b>	2.8	6.8	4.0	2.1	2.1	2.7
<b>Construcción</b>	1.2	2.3	3.5	3.6	3.5	3.5
<b>Comercio</b>	2.9	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6
<b>Servicios</b>	3.8	3.5	3.5	3.5	3.4	3.4

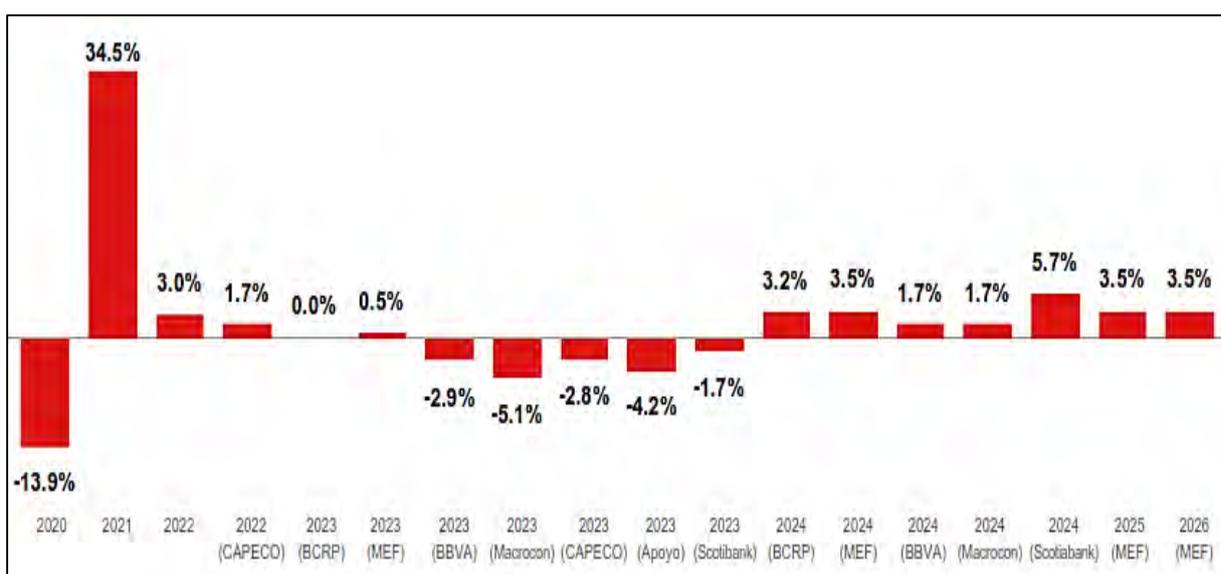
*Nota. El incremento del PBI del sector construcción, brinda la oportunidad para el crecimiento de la oferta; donde el negocio ladrillero conforma la piedra angular para la industria de la construcción. Fuente: (INEI, 2023)*

El incremento del PBI del sector construcción, será principalmente favorecido por la aceleración de la ejecución de grandes proyectos de infraestructura del sector público y privado, la recuperación del sector inmobiliario y la autoconstrucción.

Donde para el 2026 se prevé que el PBI del sector crecerá un 3.5 %. Tal como se aprecia en la Figura 2.1.

Figura 2.1

*Crecimiento del PBI del sector construcción en el Perú 2020-2026.*



*Nota. Fuente: (INEI, 2023)*

En este panorama, se debe destacar el papel crucial que desempeña la minería no metálica en el desarrollo económico del país, ya que los minerales que la componen pueden transformarse en productos finales para diversos usos industriales que abastezcan un amplio mercado, especialmente del sector construcción, como lo es el negocio ladrillero.

- El negocio ladrillero en el Perú es una industria importante y en marcha ascendente. Gracias a la gran demanda de ladrillos, la oportunidad para la oferta crece.

- De acuerdo a las perspectivas del mercado, la industria ladrillera, es capaz de mover, aproximadamente, 9.5 millones de toneladas anuales, lo que significaría alrededor de S/. 1,600 millones anuales, sin considerar, que hay un 80% de mercado informal. (*Perú Construye, 2022*)

## 2.2 BREVE PANORAMA LOCAL

La región del Cusco, registró un crecimiento del 8.9 % en el PBI del sector construcción para el año 2022, explicado por la mayor ejecución de obras en viviendas; centros comerciales; carreteras y vías, desarrolladas tanto por el sector público y como por el sector privado. Este crecimiento es apreciado a través de la Tabla 2.2.

Tabla 2.2

*Crecimiento del PBI en la región del Cusco*

<b>SECTOR</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>Agricultura y ganadería</b>	4.7	4.6	4.7	4.9	5.3	5.1	5.1
<b>Extracción de petróleo y minerales</b>	49.2	48.1	45.4	44.8	46.1	42	42
<b>Electricidad, Gas y Agua</b>	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
<b>Construcción</b>	6.5	6.5	6.9	7.3	6.3	7.8	8.9
<b>Transporte, correo y mensajería</b>	4.1	4.2	4.4	4.5	3.9	4.1	4.1
<b>Alojamiento y restaurantes</b>	4.1	4.2	4.4	4.5	2.2	2.8	3.1

*Nota. A partir del 2021, se puede apreciar el crecimiento del PBI en el sector construcción para la región del Cusco, el cual ha permitido que el negocio ladrillero de la región registre incrementos en sus niveles de ventas. Fuente: (INEI, 2023)*

En este panorama, el porcentaje de ladrilleras en la región del Cusco se ha ido incrementando de manera progresiva, concentrando el mayor número de ladrilleras en el distrito de San Jerónimo, en las comunidades de Sucso Aucaylle, Pícol Orcompujio y Pillao Matao.

Según el último empadronamiento realizado por la Dirección Regional de Producción del Gobierno Regional del Cusco, para marzo del 2018 y tal como se aprecia a través de la Tabla 2.3, el número de unidades productivas para el sector ladrillero en la región es de 296, distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 2.3

*Unidades productivas del sector ladrillero de la región del Cusco.*

<b>PROVINCIA</b>	<b>UNIDADES PRODUCTIVAS</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
La Convención	08	2.7
Urubamba	06	2.1
Anta (Ancahuasi y Zurite)	10	3.4
Cusco (distritos de Santiago y San Jerónimo)	272	91.80
<b>TOTAL</b>	<b>296</b>	<b>100.00</b>

*Nota. Fuente: (Gobierno Regional del Cusco, 2018)*

Las Tabla 2.3, no incluye las unidades productivas de ladrilleras informales (80%), las cuales no son reconocidas por el Estado y por consiguiente se encuentran excluidas de las políticas públicas sociales, económicas y ambientales, pese a constituirse en una actividad que contribuye al fortalecimiento de la industria de la construcción.

Los datos sobre la producción de las ladrilleras informales en San Jerónimo, al no encontrarse dentro del padrón de la Dirección Regional de Producción y la Municipalidad Distrital de San Jerónimo son a la fecha: desconocidos, imprecisos y herméticos. (EELA, 2015)

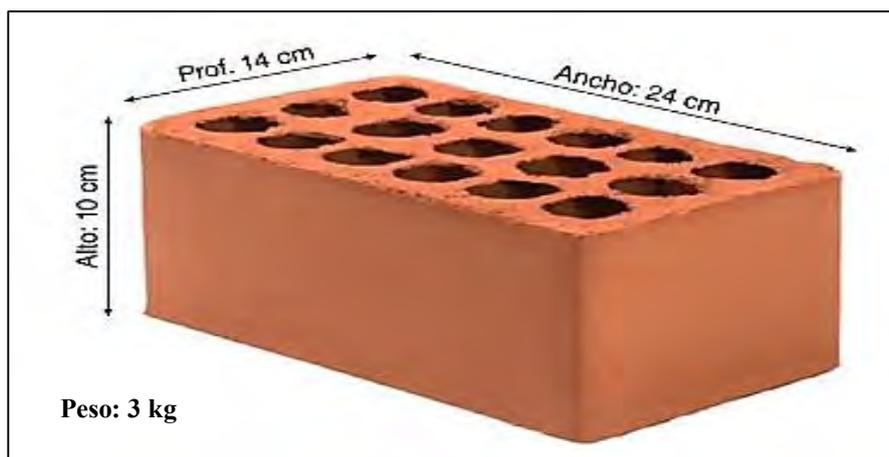
### 2.3 PRODUCTO

El proyecto producirá y comercializara ladrillos del tipo King Kong de 18 huecos clasificación IV. Cuyas dimensiones son las siguientes: 14cm de ancho, 9cm de alto y 24 cm de largo, con un peso de 3kg. (*Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2023*)

En cumplimiento con el Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobado por el Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA, en el título de edificaciones; capítulo tercero, correspondiente a componentes de la albañilería (NTP E.70). A través de la Figura 2.2, se puede apreciar una imagen referencial del producto.

Figura 2.2

*Ladrillos del tipo King Kong clasificación IV.*



*Nota. Esta pieza rojiza continua posicionándose en el mercado como el elemento clave para el rubro de la autoconstrucción, al tratarse de uno de los materiales de construcción más utilizados en todas las obras de infraestructura del país. Fuente: (Perú Construye, 2022)*

## 2.4 DEMANDA A NIVEL NACIONAL Y A NIVEL REGIONAL

La demanda identificada para el negocio de los ladrillos, tanto a nivel nacional y regional, exhibe una tendencia creciente del producto, debido a disponer de un mercado muy dinámico, impulsado principalmente por:

- La aceleración de la construcción y la reconstrucción de viviendas, bienes inmuebles, proyectos de infraestructura públicos y privados en el país.
- La expansión de proyectos de cadenas de tiendas del tipo retail (mayor presencia de ventas minoristas en tiendas de cadenas reconocidas).
- El desarrollo del Plan Nacional de Infraestructura Sostenible para la Competitividad 2022 – 2025, (el estado promueve el desarrollo inclusivo y sostenible de la sociedad a través de la provisión de infraestructura).

### 2.4.1 PRONOSTICO DE LA DEMANDA

El pronóstico de la demanda, consiste en una herramienta estadística que sirve para estimar la futura tendencia que seguirá la demanda del producto.

Para realizar este proceso de análisis predictivo, primero se recopilan datos históricos sobre la demanda de los ladrillos por año a nivel nacional y a nivel regional. Estos datos se aprecian a través de la Tabla 2.4.

- A nivel regional se emplea el empadronamiento de unidades productivas de ladrillos, realizado por la Dirección Regional de Producción del Gobierno Regional del Cusco (Tabla 2.3).

Tabla 2.4

*Demanda de ladrillos por año a nivel nacional y regional.*

<b>DATO</b>	<b>AÑO</b>	<b>DEMANDA NACIONAL</b> <b>(millones de unidades)</b>	<b>DEMANDA REGIONAL</b> <b>(millones de unidades)</b>
1	2006	255.5	5.42
2	2007	300	6.36
3	2008	305.5	6.48
4	2009	350	7.42
5	2010	370.5	7.85
6	2011	430	9.12
7	2012	445.8	9.45
8	2013	400.5	8.49
9	2014	440	9.33
10	2015	455.5	9.66
11	2016	475	10.07
12	2017	455.3	9.65
13	2018	489.7	10.38
14	2019	500.8	10.62
15	2020	456.2	9.67
16	2021	538.9	11.42
17	2022	600.2	12.72
18	2023	650.5	13.79

*Nota. Para realizar el pronóstico de la demanda, se emplea como técnica de proyección, la extrapolación de los datos pasados, el cual utiliza la técnica de los mínimos cuadrados. Fuente: (Gobierno Regional del Cusco, 2018)*

Una vez recopilados los datos históricos sobre la demanda de los ladrillos por año, se procede a emplear la técnica de los mínimos cuadrados para la extrapolación de los datos pasados, cumpliendo con la siguiente secuencia:

Ajuste de ecuación lineal (1.1):

$$Y = a + bT \quad (1.1)$$

Donde:

Y = variable que se desea pronosticar.

T = variable que se debe estimar.

a y b = constantes a determinarse.

Ecuación potencial (1.2):

$$Y = aT^b \quad (1.2)$$

Al tomar logaritmos a ambos lados de la ecuación se obtiene la (1.3):

$$\log Y = \log a + b \log T \quad (1.3)$$

Esta expresión corresponde a una función lineal en un plano con ejes en escala logarítmica. Y las ecuaciones para el cálculo de los mínimos cuadrados son la (1.4) y (1.5):

$$\Sigma \log Y = N \log a + b \Sigma \log T \quad (1.4)$$

$$\Sigma(\log T)(\log Y) = \log a \Sigma \log T + b \Sigma(\log T)^2 \quad (1.5)$$

Donde:

N = numero de observaciones.

En la Tabla 2.5, puede apreciarse el cálculo de mínimos cuadrados con un enfoque a nivel regional.

Tabla 2.5

*Cálculo de los mínimos cuadrados.*

T	Y	log T	log Y	T <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	log (T <sup>2</sup> )	log (Y <sup>2</sup> )	(log T)(log Y)	
1	5.42	0.00	0.73	1.00	29.34	0.00	1.47	0.00	
2	6.36	0.30	0.80	4.00	40.45	0.60	1.61	0.24	
3	6.48	0.48	0.81	9.00	41.95	0.95	1.62	0.39	
4	7.42	0.60	0.87	16.00	55.06	1.20	1.74	0.52	
5	7.85	0.70	0.90	25.00	61.69	1.40	1.79	0.63	
6	9.12	0.78	0.96	36.00	83.10	1.56	1.92	0.75	
7	9.45	0.85	0.98	49.00	89.32	1.69	1.95	0.82	
8	8.49	0.90	0.93	64.00	72.09	1.81	1.86	0.84	
9	9.33	0.95	0.97	81.00	87.01	1.91	1.94	0.93	
10	9.66	1.00	0.98	100.00	93.25	2.00	1.97	0.98	
11	10.07	1.04	1.00	121.00	101.40	2.08	2.01	1.04	
12	9.65	1.08	0.98	144.00	93.17	2.16	1.97	1.06	
13	10.38	1.11	1.02	169.00	107.78	2.23	2.03	1.13	
14	10.62	1.15	1.03	196.00	112.72	2.29	2.05	1.18	
15	9.67	1.18	0.99	225.00	93.54	2.35	1.97	1.16	
16	11.42	1.20	1.06	256.00	130.52	2.41	2.12	1.27	
17	12.72	1.23	1.10	289.00	161.91	2.46	2.21	1.36	
18	13.79	1.26	1.14	324.00	190.18	2.51	2.28	1.43	
<b>Σ</b>	<b>171</b>	<b>167.90</b>	<b>15.81</b>	<b>17.25</b>	<b>2109.00</b>	<b>1644.48</b>	<b>31.61</b>	<b>34.50</b>	<b>15.74</b>

*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

Reemplazando los datos de la Tabla 2.4, en la ecuación (1.6) y (1.7) se obtiene:

$$\Sigma \log Y = N \log a + b \Sigma \log T \quad (1.6)$$

$$17.25 = (18) \log a + b(15.81)$$

$$\Sigma(\log T)(\log Y) = \log a \Sigma \log T + b \Sigma(\log T)^2 \quad (1.7)$$

$$15.74 = \log a (15.81) + b(31.61)$$

Conformando un sistema de ecuaciones (1.8) y (1.9):

$$17.25 = (18) \log a + b(15.81) \quad (1.8)$$

$$15.74 = \log a (15.81) + b(31.61) \quad (1.9)$$

Del cual se obtienen los siguientes valores:

$$a = 8.50 \quad y \quad b = 0.03$$

Por lo tanto, la ecuación de la recta es la (1.10):

$$Y = 5.101T^{0.29} \quad (1.10)$$

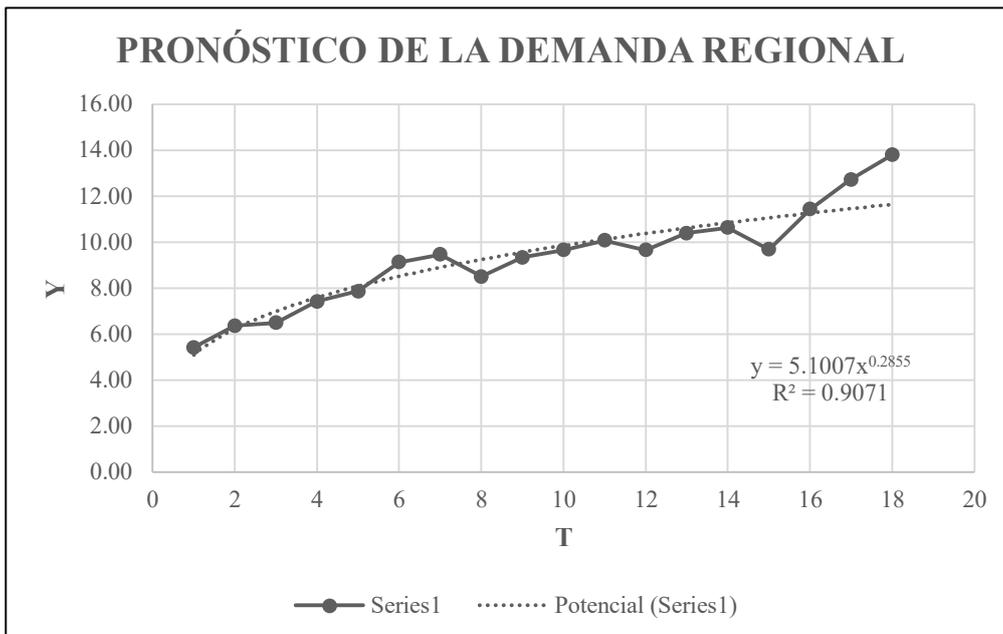
Esta ecuación permite pronosticar la futura demanda del producto:

$$Y = 5.101(30)^{0.29} = 13.67$$

El diagrama del pronóstico de la demanda, se aprecia a través de la Figura 2.3.

Figura 2.3

*Diagrama del pronóstico de la demanda a nivel regional.*



*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

## 2.5 OFERTA A NIVEL NACIONAL Y A NIVEL REGIONAL

Con respecto a las perspectivas de la oferta para el negocio de los ladrillos, del 100% de la producción de los ladrillos, el 50% se centra en Lima, mientras que el otro 50% está repartido en el resto de las regiones, donde destacan Trujillo, Chiclayo, Arequipa, Cusco y Tacna. (INEI, 2023)

A través de la Figura 2.4, se aprecia la evolución histórica de la producción nacional de ladrillos por año.

Figura 2.4

*Producción nacional de ladrillos.*



*Nota. Fuente: (INEI, 2023)*

### 2.5.1 PRONOSTICO DE LA OFERTA

El pronóstico de la oferta, consiste en una herramienta estadística que sirve para estimar la futura tendencia que seguirá la oferta del producto. Para realizar este proceso de análisis predictivo, se recopilan datos históricos sobre la oferta de los ladrillos por año a nivel nacional y a nivel regional. Estos datos se aprecian a través de la Tabla 2.6.

Tabla 2.6

*Oferta de ladrillos por año a nivel nacional y regional.*

<b>DATO</b>	<b>AÑO</b>	<b>OFERTA NACIONAL (millones de unidades)</b>	<b>OFERTA REGIONAL (millones de unidades)</b>
1	2006	150.5	3.19
2	2007	170.2	3.61
3	2008	198.6	4.21
4	2009	200.5	4.25
5	2010	225.8	4.79
6	2011	217.9	4.62
7	2012	233.6	4.95
8	2013	255.5	5.42
9	2014	277.9	5.89
10	2015	300.5	6.37
11	2016	325.9	6.91
12	2017	311	6.59
13	2018	277.2	5.88
14	2019	301.7	6.40
15	2020	221.1	4.69
16	2021	328.4	6.96
17	2022	267.5	5.67
18	2023	260.6	5.52

*Nota. Para realizar el pronóstico de la oferta, se emplea como técnica de proyección, la extrapolación de los datos pasados, el cual utiliza la técnica de los mínimos cuadrados. Fuente: (Gobierno Regional del Cusco, 2018)*

Una vez recopilados los datos históricos sobre la oferta de los ladrillos por año, se procede a emplear la técnica de los mínimos cuadrados para la extrapolación de los datos pasados, cumpliendo con la siguiente secuencia:

Ajuste de ecuación lineal (1.1):

$$Y = a + bT \quad (1.1)$$

Donde:

Y = variable que se desea pronosticar.

T = variable que se debe estimar.

a y b = constantes a determinarse.

Ecuación potencial (1.2):

$$Y = aT^b \quad (1.2)$$

Al tomar logaritmos a ambos lados de la ecuación se obtiene la (1.3):

$$\log Y = \log a + b \log T \quad (1.3)$$

Esta expresión corresponde a una función lineal en un plano con ejes en escala logarítmica. Y las ecuaciones para el cálculo de los mínimos cuadrados son la (1.4) y (1.5):

$$\Sigma \log Y = N \log a + b \Sigma \log T \quad (1.4)$$

$$\Sigma(\log T)(\log Y) = \log a \Sigma \log T + b \Sigma(\log T)^2 \quad (1.5)$$

Donde:

N = numero de observaciones.

A través de la Tabla 2.7, puede apreciarse el cálculo de mínimos cuadrados con un enfoque a nivel regional.

Tabla 2.7

*Cálculo de los mínimos cuadrados.*

T	Y	log T	log Y	T <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	log (T <sup>2</sup> )	log (Y <sup>2</sup> )	(log T)(log Y)
1	3.19	0.00	0.50	1.00	10.18	0.00	1.01	0.00
2	3.61	0.30	0.56	4.00	13.02	0.60	1.11	0.17
3	4.21	0.48	0.62	9.00	17.73	0.95	1.25	0.30
4	4.25	0.60	0.63	16.00	18.07	1.20	1.26	0.38
5	4.79	0.70	0.68	25.00	22.91	1.40	1.36	0.48
6	4.62	0.78	0.66	36.00	21.34	1.56	1.33	0.52
7	4.95	0.85	0.69	49.00	24.53	1.69	1.39	0.59
8	5.42	0.90	0.73	64.00	29.34	1.81	1.47	0.66
9	5.89	0.95	0.77	81.00	34.71	1.91	1.54	0.73
10	6.37	1.00	0.80	100.00	40.58	2.00	1.61	0.80
11	6.91	1.04	0.84	121.00	47.74	2.08	1.68	0.87
12	6.59	1.08	0.82	144.00	43.47	2.16	1.64	0.88
13	5.88	1.11	0.77	169.00	34.53	2.23	1.54	0.86
14	6.40	1.15	0.81	196.00	40.91	2.29	1.61	0.92
15	4.69	1.18	0.67	225.00	21.97	2.35	1.34	0.79
16	6.96	1.20	0.84	256.00	48.47	2.41	1.69	1.01
17	5.67	1.23	0.75	289.00	32.16	2.46	1.51	0.93
18	5.52	1.26	0.74	324.00	30.52	2.51	1.48	0.93
<b>Σ 171</b>	<b>95.91728</b>	<b>15.81</b>	<b>12.90</b>	<b>2109.00</b>	<b>532.18</b>	<b>31.61</b>	<b>25.81</b>	<b>11.83</b>

*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

Reemplazando los datos de la Tabla 2.6, en la ecuación (1.6) y (1.7) se obtiene:

$$\Sigma \log Y = N \log a + b \Sigma \log T \quad (1.6)$$

$$12.90 = (18) \log a + b(15.81)$$

$$\Sigma (\log T)(\log Y) = \log a \Sigma \log T + b \Sigma (\log T)^2 \quad (1.7)$$

$$11.83 = \log a (15.81) + b(31.61)$$

Conformando un sistema de ecuaciones (1.8) y (1.9):

$$12.90 = (18) \log a + b(15.81) \quad (1.8)$$

$$11.83 = \log a (15.81) + b(31.61) \quad (1.9)$$

Del cual se obtienen los siguientes valores:

$$a = 3.207 \quad \text{y} \quad b = 0.24$$

Por lo tanto, la ecuación de la recta es la (1.10):

$$Y = 3.207T^{0.24} \quad (1.10)$$

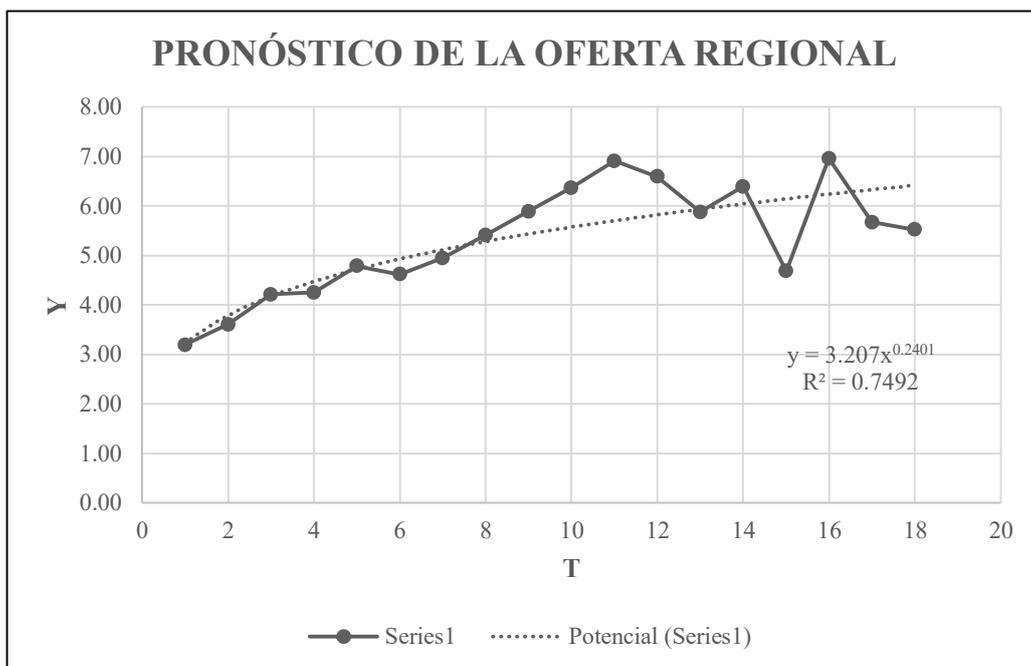
Esta ecuación permite pronosticar la futura oferta del producto, reemplazando datos:

$$Y = 3.207(30)^{0.24} = 7.25$$

El diagrama del pronóstico de la oferta, se aprecia a través de la Figura 2.5.

Figura 2.5

*Diagrama del pronóstico de la oferta*



*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

## 2.5.2 DEMANDA INSATISFECHA DEL PROYECTO

La demanda insatisfecha para un proyecto, es aquella demanda que no ha sido cubierta en el mercado y que podría ser cubierta por el proyecto; en otras palabras, la demanda insatisfecha del proyecto existe cuando el mercado demanda más de lo que se produce (la demanda es mayor que la oferta). (*Sapag Chain, 2013*)

Para nuestro caso, el proyecto necesita determinar si existe demanda insatisfecha que no haya sido cubierta en el mercado ladrillero para la región del Cusco.

- Para ello, se procede a elaborar una tabla que contenga los datos históricos de la demanda de ladrillos por año a nivel regional y los datos históricos de la oferta de ladrillos por año a nivel regional. (*Gobierno Regional del Cusco, 2018*)

Sobre esta tabla se aplica un balance de la demanda menos la oferta y se determina la existencia de demanda insatisfecha en el mercado de los ladrillos para la región del Cusco. Todo ello, se aprecia a través de la Tabla 2.8.

Tabla 2.8

*Demanda insatisfecha del proyecto.*

<b>Dato</b>	<b>Año</b>	<b>Demanda regional (millones de unidades)</b>	<b>Oferta regional (millones de unidades)</b>	<b>Demanda insatisfecha (millones de unidades)</b>
1	2006	5.42	3.19	2.23
2	2007	6.36	3.61	2.75
3	2008	6.48	4.21	2.27
4	2009	7.42	4.25	3.17
5	2010	7.85	4.79	3.07
6	2011	9.12	4.62	4.50
7	2012	9.45	4.95	4.50
8	2013	8.49	5.42	3.07
9	2014	9.33	5.89	3.44
10	2015	9.66	6.37	3.29
11	2016	10.07	6.91	3.16
12	2017	9.65	6.59	3.06
13	2018	10.38	5.88	4.51
14	2019	10.62	6.40	4.22
15	2020	9.67	4.69	4.98
16	2021	11.42	6.96	4.46
17	2022	12.72	5.67	7.05
18	2023	13.79	5.52	8.27

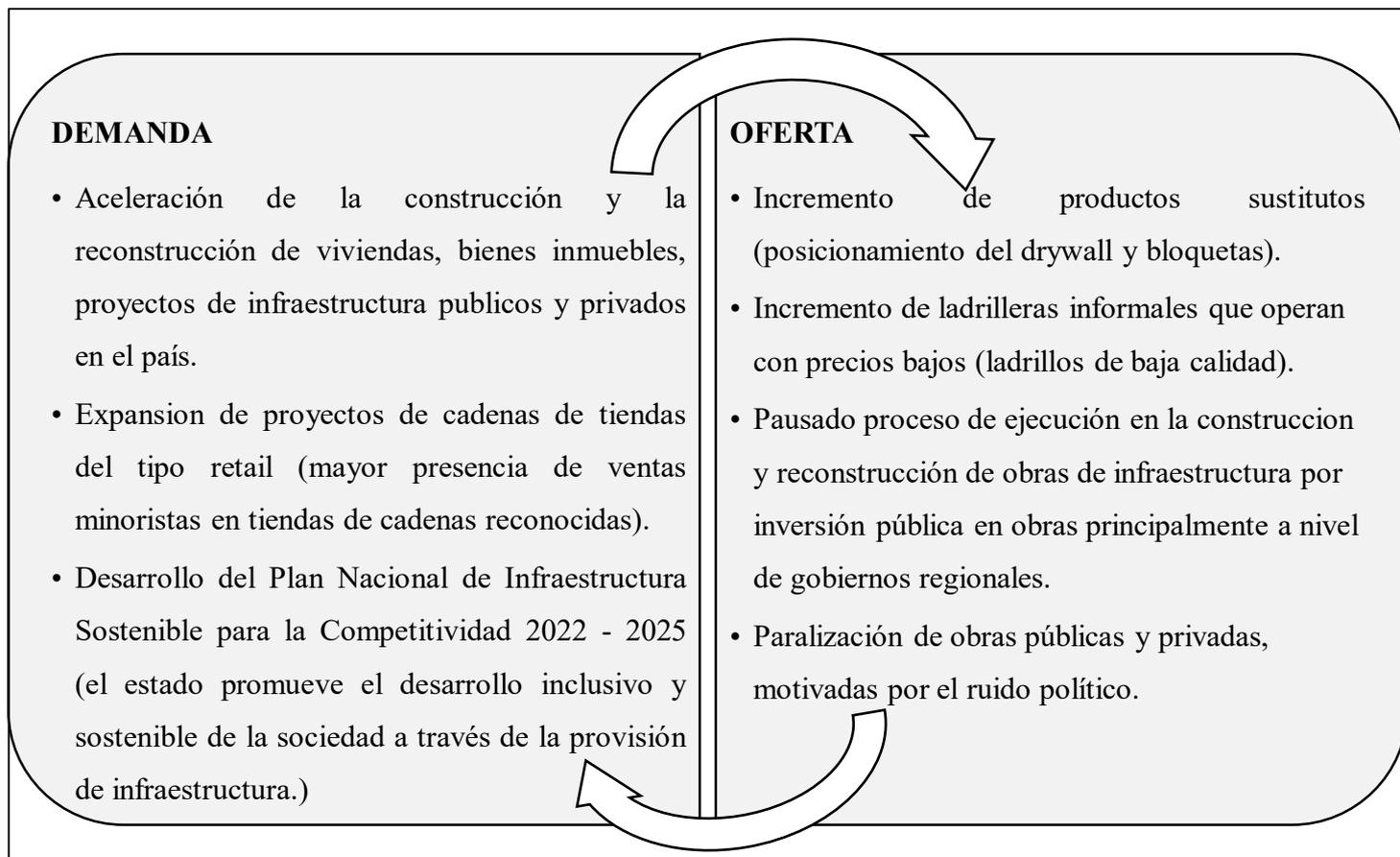
*Nota. Se aprecia que si existe demanda insatisfecha en el mercado de los ladrillo para la región del Cusco, de un promedio de 5.5 millones de ladrillos año. Por lo tanto, esta demanda puede ser cubierta por el proyecto. Fuente: (Gobierno Regional del Cusco, 2018)*

## 2.6 BALANCE ENTRE LA OFERTA Y LA DEMANDA

Realizar el balance entre la oferta y la demanda de los ladrillos, posibilita tener una mejor perspectiva sobre los riesgos y oportunidades del mercado. Este análisis se resume a través de la Figura 2.6.

Figura 2.6

*Balance entre la demanda y la oferta para el negocio ladrillero.*



*Nota. Fuente: Elaboración propia en base al INEI, 2023.*

## 2.7. PRECIO

El precio de los ladrillos en el Perú, se determina por las fuerzas de la oferta y la demanda. Por lo tanto, el precio de los ladrillos variará según exista mayor o menor oferta y mayor o menor demanda.

Por ejemplo: el precio de los ladrillos, puede variar por los siguientes escenarios:

- Posicionamiento del drywall y de las bloquetas, como principales sustitutos del ladrillo.

- La competencia de precios por parte de ladrilleras informales.
- La menor demanda por paralización de obras públicas.
- La coyuntura política.

A través de la Tabla 2.9, se aprecia la evolución histórica del precio del ladrillo.

Tabla 2.9

*Evolución histórica del precio del ladrillo en el país.*

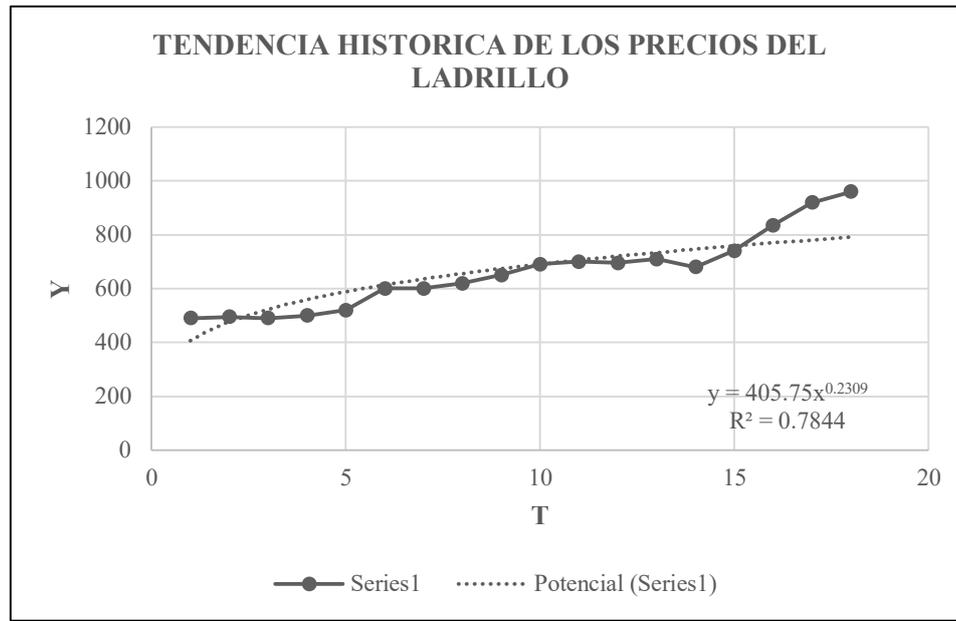
AÑO	PRECIO (Soles/Millar)		METODO DE MINIMOS CUADRADOS					
	Y	log T	log Y	T <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	log (T <sup>2</sup> )	log (Y <sup>2</sup> )	(log T)(log Y)
2006	490	0.00	2.69	1.00	240100.00	0.00	5.38	0.00
2007	495	0.30	2.69	4.00	245025.00	0.60	5.39	0.81
2008	490	0.48	2.69	9.00	240100.00	0.95	5.38	1.28
2009	500	0.60	2.70	16.00	250000.00	1.20	5.40	1.62
2010	520	0.70	2.72	25.00	270400.00	1.40	5.43	1.90
2011	600	0.78	2.78	36.00	360000.00	1.56	5.56	2.16
2012	600	0.85	2.78	49.00	360000.00	1.69	5.56	2.35
2013	620	0.90	2.79	64.00	384400.00	1.81	5.58	2.52
2014	650	0.95	2.81	81.00	422500.00	1.91	5.63	2.68
2015	690	1.00	2.84	100.00	476100.00	2.00	5.68	2.84
2016	700	1.04	2.85	121.00	490000.00	2.08	5.69	2.96
2017	695	1.08	2.84	144.00	483025.00	2.16	5.68	3.07
2018	710	1.11	2.85	169.00	504100.00	2.23	5.70	3.18
2019	680	1.15	2.83	196.00	462400.00	2.29	5.67	3.25
2020	740	1.18	2.87	225.00	547600.00	2.35	5.74	3.37
2021	835	1.20	2.92	256.00	697225.00	2.41	5.84	3.52
2022	920	1.23	2.96	289.00	846400.00	2.46	5.93	3.65
2023	960	1.26	2.98	324.00	921600.00	2.51	5.96	3.74
<b>Σ</b>	<b>11895</b>	<b>15.81</b>	<b>50.60</b>	<b>2109.00</b>	<b>8200975.00</b>	<b>31.61</b>	<b>101.20</b>	<b>44.91</b>

*Nota. Se aprecia la evolución de los precios históricos del ladrillo y el método de mínimos cuadrados aplicado a estos precios para pronosticar su tendencia. Fuente: (INEI, 2023)*

A través de la Figura 2.7, se aprecia la tendencia de la evolución histórica del precio del ladrillo.

Figura 2.7

*Tendencia de la evolución de los precios del ladrillo.*



*Nota. Actualmente, el precio del millar de ladrillos se encuentra en s/. 960.00. Fuente:*

*Elaboración propia.*

## 2.8 COMERCIALIZACION

El mercado objetivo para la comercialización del producto, será conformado principalmente por la región del Cusco, a través de la activación de proyectos públicos y privados, el dinamismo de las constructoras de viviendas y condominios y los clientes de la autoconstrucción.

El canal de ventas para el proyecto, se distribuirá en el siguiente orden de prioridad:

- **Canal de ventas primario:** será a través de distribuidores mayoristas, como las cadenas de tiendas retail (donde las ventas incluyen el servicio en línea y delivery), como: Promart, Sodimac, Maestro, Falabella, etc., Figura 2.8.

Figura 2.8

*Canal de ventas primario del proyecto.*



*Nota. El sector retail de la construcción, es el que actualmente genera mayor número de ingresos en ventas. Fuente: Elaboración propia.*

- **Canal de ventas secundario:** será a través de distribuidores del tipo medianos, como ferreterías y tiendas de materiales de construcción. Figura 2.9.

Figura 2.9

*Canal de ventas secundario del proyecto.*



*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

- **Canal de ventas terciario:**

Se realizara a través de las ventas directas, proponiéndose la siguiente distribución.

- ✓ Se dispondrá de cinco puntos de ventas propios en la ciudad del Cusco (la primera tienda en el distrito del Cusco, la segunda tienda en el distrito de Santiago, la tercera tienda en el distrito de Wanchaq, la cuarta tienda en el distrito de San Sebastián y la quinta tienda en el distrito de San Jerónimo).
- ✓ Se dispondrá de cinco puntos de ventas propios, distribuidos entre las capitales de la provincias de la Convención, Espinar y el Valle Sagrado, por ser las provincias que presentan mayor demanda del producto.

Figura 2.10

*Canal de ventas terciario del proyecto.*



*Nota. Se impulsaran estrategias de marketing, como la propaganda en quechua, para incrementar las ventas en puntos alejados del negocio. Fuente: Elaboración propia.*

## CAPITULO III

### TAMAÑO Y LOCALIZACION

#### 3.1 TAMAÑO DEL PROYECTO

El estudio del tamaño del proyecto, se define como la capacidad que deberá de instalar el proyecto para atender la demanda del mercado objetivo, en un periodo de tiempo específico.

La capacidad productiva del proyecto incidirá directamente para determinar el monto de las inversiones y el nivel de operación que, a su vez, permitirán cuantificar los costos de funcionamiento y los ingresos. (*Arboleda, 2014*)

##### 3.1.1 FACTORES QUE DETERMINAN EL TAMAÑO DEL PROYECTO

Los factores que determinan el tamaño del proyecto son los siguientes:

##### FACTOR TAMAÑO-CAPACIDAD INSTALADA DEL PROYECTO

- Capacidad de diseño: actividad en condiciones normales de funcionamiento.
- Capacidad del sistema: actividad máxima que se alcanza con todos los recursos integrados.
- Capacidad real: actividad efectiva, de acuerdo a la capacidad del sistema y la demanda.

##### FACTOR TAMAÑO-MERCADO

- El mercado al cual estará dirigido el proyecto es condicionante para establecer el tamaño adecuado de la planta, ya que este factor, determina la producción de los ladrillos por año

## FACTOR TAMAÑO-TIEMPO-INSUMOS

- Estos factores determinan la disponibilidad de las materias primas e insumos para el proceso productivo del proyecto. De no contar con la disponibilidad de estos factores no se podría satisfacer la demanda del mercado objetivo.

### 3.1.2 LA DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DEL PROYECTO

La determinación del tamaño del proyecto, establece la capacidad productiva del proyecto.

- Existen dos tipos de tamaño o de capacidad productiva para el proyecto: la capacidad productiva máxima (100%) y la capacidad productiva nominal (80%).

Para calcular ambas capacidades productivas se parte del método numérico de la demanda creciente, el cual se aprecia a través de la ecuación (3.1):

$$T_m = D_1(1 + r)^K \quad (3.1)$$

Donde:

$T_m$ : Tamaño máximo del proyecto.

$D_1$ : Magnitud de la demanda que satisface al proyecto.

$r$ : Tasa de crecimiento de la demanda que satisface al proyecto.

$k$ : Periodo óptimo de vida útil del proyecto.

Los datos de la ecuación (3.1) se aprecian a través de la Tabla 3.1.

Tabla 3.1

*Datos para determinar el tamaño del proyecto.*

<b>DATOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
D <sub>1</sub> : Magnitud de la demanda que satisface al proyecto	5, 500,000 unidades	Demanda de unidades anuales para la región del Cusco. ( <i>Gobierno Regional del Cusco, 2018</i> )
r: Tasa de crecimiento de la demanda que satisface al proyecto.	3.144 %	Porcentaje de crecimiento anual. ( <i>CAPECO, 2023</i> )
k: Periodo óptimo de vida útil del proyecto.	15 años	Vida útil óptima para el proyecto.

*Nota. Fuente: Elaboración propia*

Reemplazando los datos de la Tabla 3.1 en la ecuación (3.1), se obtiene:

$$T_m = D_1(1 + r)^K$$

$$T_m = 5,500,000(1 + 0.03144)^{15}$$

$$T_m = 8,750,000$$

- La capacidad productiva máxima (100%), para el proyecto en la región del Cusco, es de: 8, 750,000 unidades de ladrillos anuales.

Para determinar la capacidad productiva nominal (80%), se multiplica el resultado obtenido en la capacidad productiva máxima del proyecto por el porcentaje de producción a condiciones normales.

$$T_n = T_m \times P_n \%$$

$$T_n = 8,750,000 \times 80\%$$

$$T_n = 8,750,000 \times 0.8$$

$$T_n = 7,000,000$$

- La capacidad productiva nominal (80%), para el proyecto en la región del Cusco, es de: 7,000,000 unidades de ladrillos anuales.

Ambas estimaciones permiten conocer, una primera idea, del tamaño máximo y del tamaño nominal del proyecto.

### 3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La localización del proyecto, permite identificar la ubicación óptima del lugar donde es posible ubicar el proyecto.

Con el objetivo de establecer un lugar que ofrezca los máximos beneficios, los mejores costos; que produzcan una mayor ganancia o un mínimo de costos para el proyecto (*Sapag Chain, 2013*).

Para ello, el estudio se aborda en dos etapas:

- La etapa de macrolocalización.
- La etapa de microlocalización.

#### 3.2.1 MACROLOCALIZACIÓN

La etapa de macrolocalización, determina la zona geográfica general en donde se ubicara el proyecto. Esta ubicación será determinada a través del análisis de una serie de factores, que se aprecian a continuación.

### 3.2.1.1 MATERIA PRIMA

El proyecto prioriza la instalación de la planta ladrillera cerca de la materia prima, debido a que el peso de la materia prima es mayor que el peso del producto. Evitando así el costo del transporte o flete.

Entonces, se analizan las regiones con mayor producción de arcillas en el país. Identificando que la región sur del país ofrece disponibilidad de depósitos de arcilla explotables para la fabricación de ladrillos, específicamente en las regiones de Apurímac, Cusco y Puno.

### 3.2.1.2 RECURSO HÍDRICO

La región sur del país, identifica la disponibilidad de recurso hídrico, reforzando la decisión de localización del proyecto en la zona. *(MIDAGRI, 2021)*

### 3.2.1.3 TERRENOS

La región sur del país identifica la disponibilidad de terrenos de buena extensión, con suelos de características topográficas favorables para el emplazamiento del proyecto. *(MIDAGRI, 2021)*

### 3.2.1.4 RECURSO ENERGÉTICO

El proyecto prioriza la necesidad de energía eléctrica, la cual se encuentra disponible en la zona sur del país, razón por la cual se apoya la decisión de emplazamiento del proyecto.

El principal suministro de energía eléctrica en la zona sur del país, es abastecido por la central hidroeléctrica de Machupicchu. Cuyo precio para el sector industrial en el país, asciende a 80 USD/MWh. *(MINEM, 2023)*

### 3.2.1.5 COMBUSTIBLE

La región sur del país identifica la disponibilidad de combustible, como el gas natural. El cual es considerado más apto para la operación de tecnologías limpias que contribuyan con la protección del medio ambiente. Además de ser más accesible económicamente, liberando al proyecto de la dependencia del petróleo y sus derivados.

Respecto al precio del gas natural para el sector industrial en el país, el costo es de 2.50 USD/MMBTU (*MINEM, 2023*).

### 3.2.2 MÉTODO DE PONDERACIÓN DE FACTORES DE BROWN Y GIBSON

El método de ponderación de factores de Brown y Gibson, combina un conjunto de factores para determinar localización óptima del proyecto, asignando valores ponderados a cada factor de acuerdo a su disponibilidad y a su calidad. (*Carro & Gonzales, 2018*)

Los factores que determinan la localización del proyecto y la correspondiente valorización, se aprecian a través de las Tablas 3.2 y 3.3.

- Para el caso del proyecto, se utilizan las Tablas 3.2 y 3.3, para elaborar la Tabla 3.4. Tabla 3.4, corresponde al método de Brown y Gibson para determinar la macrolocalización del proyecto.

Tabla 3.2

*Factores que determinan la localización del proyecto.*

Nº	FACTORES	
1	Materia prima	Disponibilidad Calidad
2	Recurso energético	Disponibilidad Calidad
3	Recurso hídrico	Disponibilidad Calidad
4	Combustible	Disponibilidad Calidad
5	Terrenos	Disponibilidad Calidad
7	Mano de obra	Disponibilidad Calidad
8	Rutas de transporte	Disponibilidad Calidad

*Nota. Fuente: (Carro & Gonzales, 2018)*

Tabla 3.3

*Valorización de los factores que determinan la localización de un proyecto.*

VALORIZACIÓN		
Disponibilidad	Calidad	Calificación
Mala	Mala	0
Regular	Regular	1
Buena	Buena	2
Muy buena	Muy buena	3

*Nota. Fuente: (Carro & Gonzales, 2018)*

Tabla 3.4

*Método de ponderación de Brown y Gibson para la macrolocalización del proyecto.*

Región	Materia prima		Recurso energético		Recurso hídrico		Combustible (gas natural)		Terrenos		Mano de obra		Rutas de Transporte		Total
	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	
<b>Puno</b>	3	2	1	1	1	1	0	0	1	1	3	2	3	3	<b>22</b>
<b>Apurímac</b>	3	2	2	2	2	2	0	0	2	2	3	2	3	3	<b>28</b>
<b>Cusco</b>	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	<b>40</b>

*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

- La macrolocalización del proyecto, de acuerdo al método de Brown y Gibson, determina a la región del Cusco como la ubicación más óptima del proyecto.
- Debido a que esta región se pondera con una mayor puntuación a comparación de las otras regiones, con un total de 40 puntos.

### 3.2.3 MICROLOCALIZACIÓN

Determinar la microlocalización del proyecto, parte de la ubicación seleccionada en la macrolocalización del proyecto. Para así, determinar una zona final dentro de la macrolocalización. *(Carro & Gonzales, 2018)*

- La etapa de microlocalización, determina el lugar final de la ubicación del proyecto, a través del método de ponderación de factores de Brown y Gibson, anteriormente descrito. El cual es apreciado a través de la Tabla 3.5.

Tabla 3.5

*Método de ponderación de Brown y Gibson para la microlocalización del proyecto.*

Lugar	Materia prima		Recurso energético		Recurso hídrico		Combustible (gas natural)		Terrenos		Mano de obra		Rutas de Transporte		Total
	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	
<b>Izcuchaca</b>	2	2	2	2	2	2	3	3	1	1	2	2	3	3	<b>33</b>
<b>Zurite</b>	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	<b>37</b>
<b>Huambutio</b>	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	<b>44</b>

*Nota. En la tabla se aprecia la combinación de factores relevantes para la operación del proyecto y su respectiva ponderación. Fuente: Elaboración propia.*

- La microlocalización del proyecto, de acuerdo al método de Brown y Gibson, determina que el centro poblado de Huambutio es la zona de emplazamiento más óptima para el proyecto.
- Esto debido a que el centro poblado de Huambutio obtiene la mayor valoración en la ponderación de los factores necesarios para el proyecto. Con una puntuación final de 44, mayor a la de las otras dos opciones de 33 y 37 puntos.
- El centro poblado de Huambutio representa la zona donde existe mejor disponibilidad de materia prima, recursos energéticos, recursos hídricos, combustible, terrenos, mano de obra y rutas de transporte.

Con el objetivo de reforzar la localización del proyecto, tanto en el ámbito de la macrolocalización y en el ámbito de la microlocalización, se elaboran mapas interactivos propios al proyecto.

Estos mapas, se desarrollan empleando el sistema de información Geológico y Catastral Minero del Perú (GEOCATMIN) y el sistema del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET).

- Cada mapa, compila y resume la información necesaria sobre la mineralogía, la accesibilidad y la ubicación geográfica del proyecto, permitiendo la interactividad, fácil manejo y comprensión del presente capítulo.

A continuación, se aprecian los siguientes mapas interactivos:

- Mapa mineralógico del proyecto. El cual es apreciado a través de la Figura 3.1.  
*(INGEMMET, 2023)*
- Mapa de vías de acceso al proyecto. El cual es apreciado a través de la Figura 3.2.  
*(INGEMMET, 2023)*
- Mapa de ubicación del proyecto. El cual es apreciado a través de la Figura 3.3.  
*(INGEMMET, 2023)*

Figura 3.1  
 MAPA MINERALÓGICO DEL PROYECTO

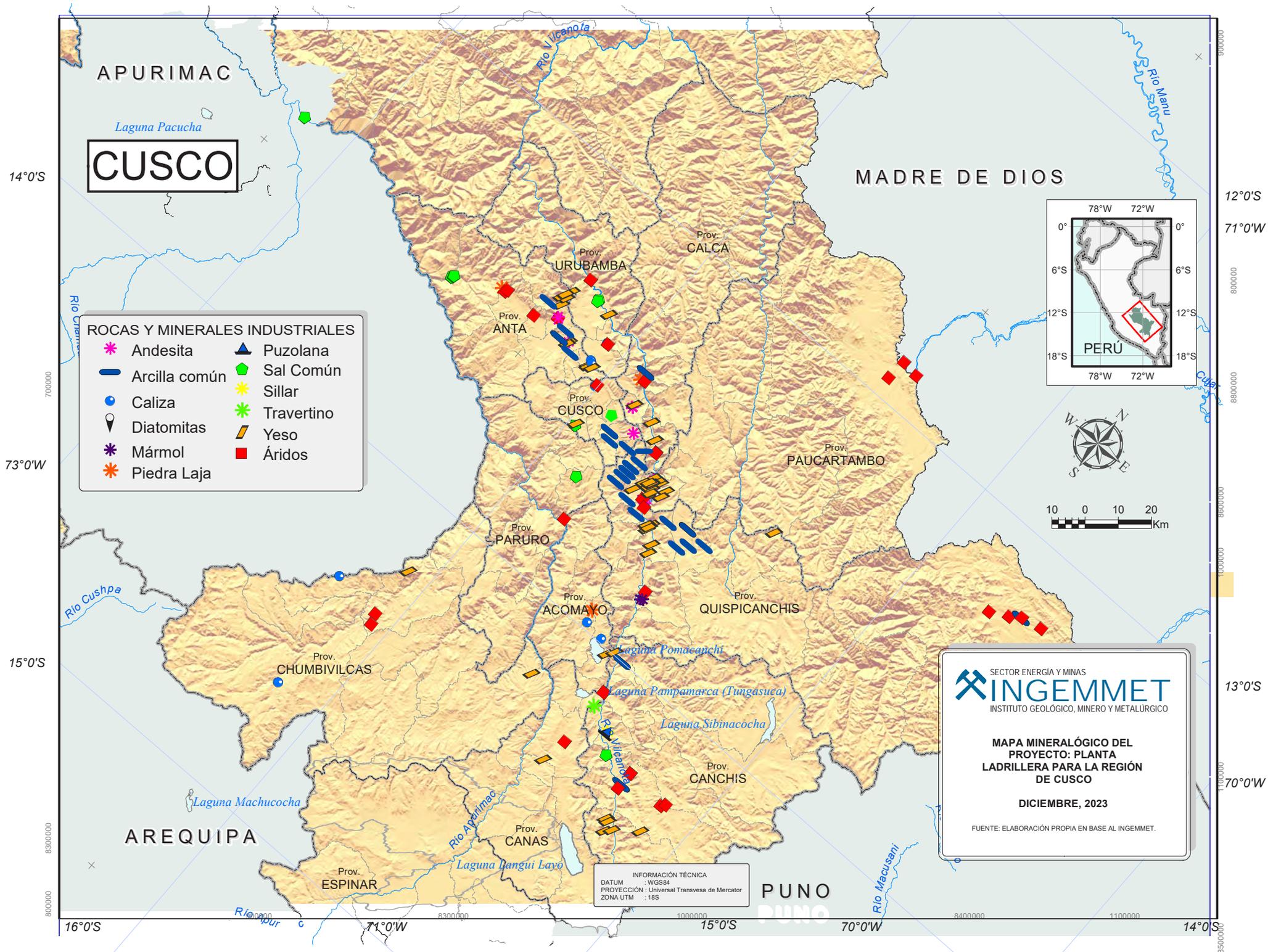
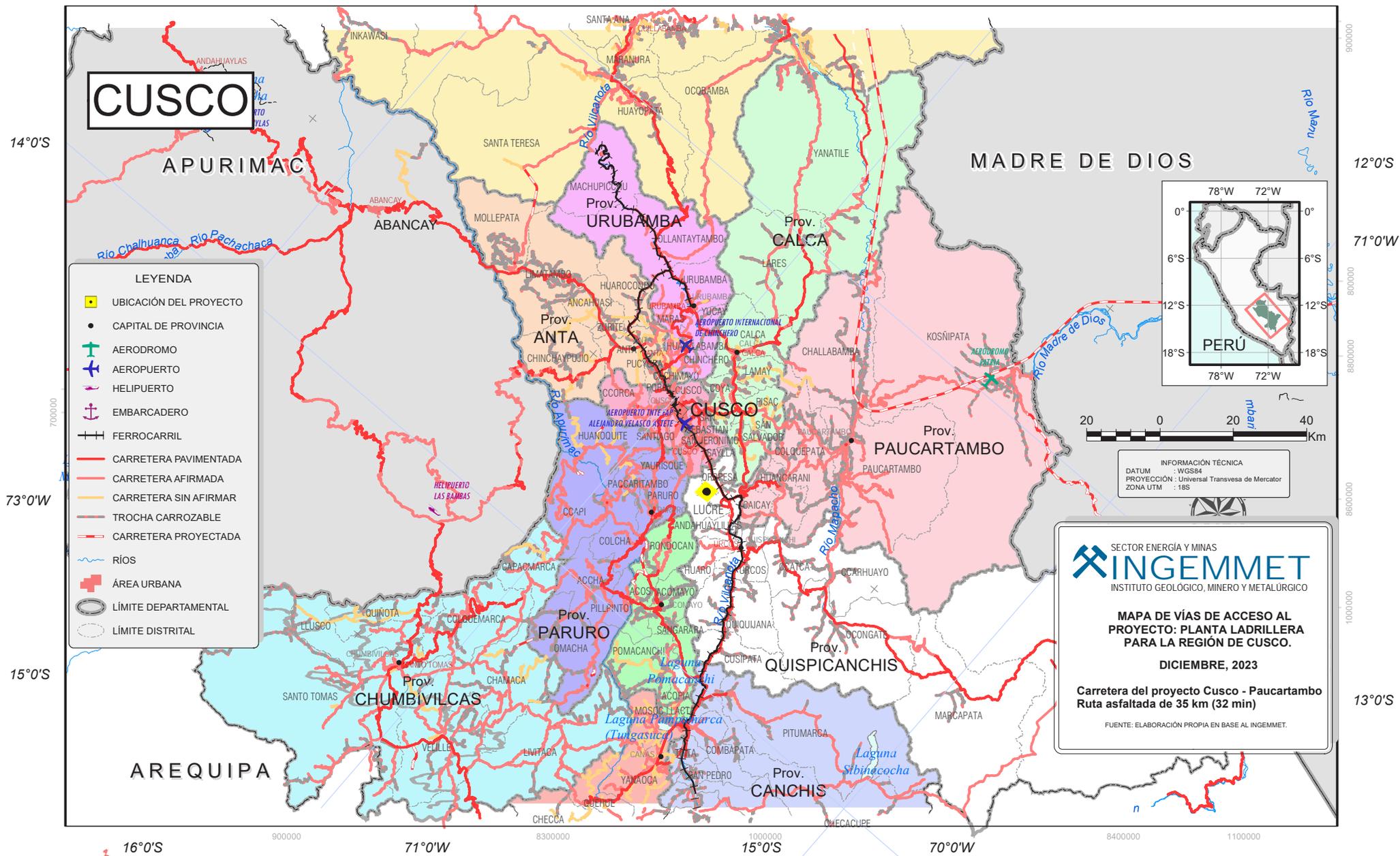


Figura 3.2  
 MAPA DE VÍAS DE ACCESO AL PROYECTO





**Leyenda**

**Departamentos**

- Limite Departamental
- Lagunas
- Provincias
- Ubicación del proyecto

**Acomayo**  
Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

Catastro Minero	
	DERECHOS MINEROS EN TRÁMITE
	DERECHOS MINEROS TITULADOS
	DERECHOS MINEROS EXTINGUIDOS
	PLANTA DE BENEFICIO, CANTERA, OTROS

0 2.75 5.5 11 km  
Sistema de Coordenadas: WGS 1984 Web Mercator Auxiliary Sphere  
Proyección: Mercator Auxiliary Sphere  
Datum: WGS 1984

CLÁUSULA DE SALVAGUARDA La información que se visualiza en el mapa es de CARÁCTER REFERENCIAL y solo es de consulta. No tiene valor legal.

**SECTOR ENERGÍA Y MINAS**  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO:  
PLANTA LADRILLERA PARA LA REGIÓN DEL CUSCO

UNSAAC-FIGMM	ESCALA: 1:288,895	TAMAÑO:
Fecha: 08/09/2023	Fuente: GEOCATMIN	<b>A-4</b>

## CAPITULO IV

### INGENIERIA DEL PROYECTO

#### 4.1 PRODUCTO

El producto, es el resultado que ofrece el proceso productivo de un proyecto y es clasificado como un bien o como un servicio.

- El resultado que ofrece el proceso productivo del proyecto es constituido por un bien, denominado ladrillo del tipo King Kong.

##### 4.1.1 CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO

La clasificación del producto define a las características que conforman el entregable del proyecto.

En el Perú según las estadísticas sobre la producción de ladrillos para la construcción, el ladrillo más demandado es el ladrillo de clase King Kong estándar de 18 huecos.

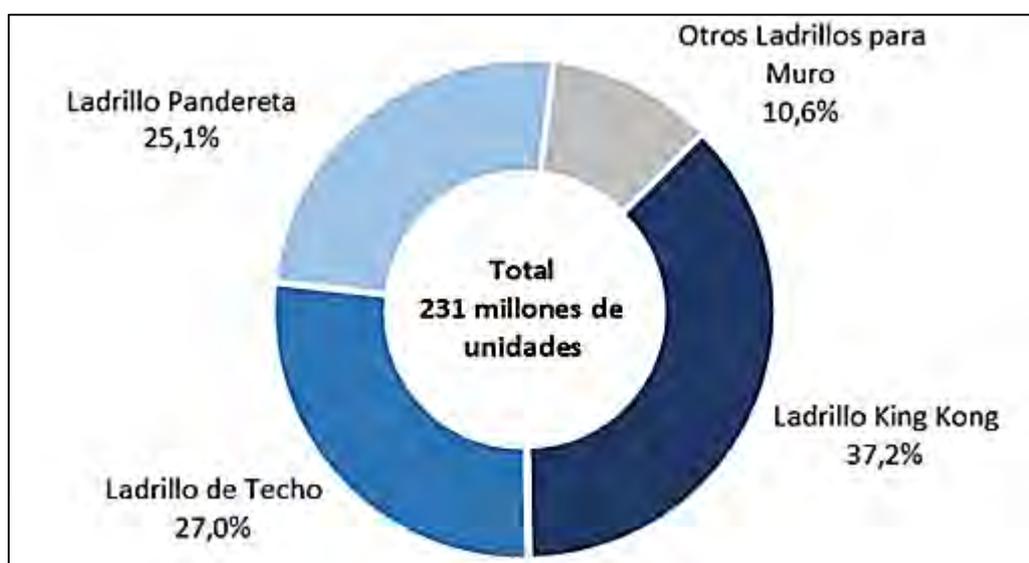
Debido a que es el ladrillo que más cumple con los requisitos técnicos establecidos para los ladrillos de construcción, según Norma Técnica Peruana (NTP).

- Resistencia a la compresión (NTP 399.613 y NTP 339.604).
- Variación dimensional (NTP 339.613 y NTP 339.604).
- Alabeo (NTP 339.613).
- Absorción (NTP 339.613 y NTP 339.613).

A través de la Figura 4.1, se aprecia la clasificación del producto y a través de la Tabla 4.1 y 4.2, se aprecian las características y la clasificación del producto.

Figura 4.1

Clasificación del producto.



*Nota. A través de la figura se aprecian los tipos de ladrillos producidos en el Perú, en el transcurso del año 2023, de enero a setiembre. Fuente: (INEI, 2023)*

Tabla 4.1

*Características del producto.*

<b>DENOMINACIÓN</b>	Ladrillo King Kong estándar		
<b>IMAGEN REFERENCIAL</b>			
<b>CLASE DE LADRILLO</b>	Tipo IV: Alta resistencia y durabilidad, condiciones de servicio rigurosas.		
<b>DIMENSIONES</b>	Ancho	H. Altura	Largo
	14.00 cm	9.00 cm	24.00 cm
<b>PESO</b>	3.0 kg		
<b>RENDIMIENTO</b>	36 unidades/m <sup>2</sup>		

*Nota. A través de la tabla se aprecian las características del producto, según Norma Técnica Peruana (NTP 399.613:2005-339.604:2005). Fuente: (CAPECO, 2023)*

Tabla 4.2

*Clasificación del producto.*

CLASE	VARIACIÓN DE LAS			ALABEO MÁXIMO (mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )
	DIMENSIONES				
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17.6 (180)
Bloque P	±4	±3	±2	4	4.9 (50)
Bloque NP	±7	±6	±4	8	2.0 (20)

*Nota. A través de la tabla se aprecia que la clase IV ofrece la mejor combinación de resistencia y durabilidad para construcciones estructurales. Fuente: (CAPECO, 2023)*

## 4.2 MATERIA PRIMA

La materia prima principal que constituye el proceso productivo de proyecto, son las arcillas. Las arcillas son definidas como rocas sedimentarias en descomposición. Presentan diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es puro. En la naturaleza las arcillas se encuentran mezcladas con otros materiales como: limos, arenas, materia orgánica y una humedad variable. (INGEMMET, 2023)

Físicamente, se le considera un coloide de partículas pequeñas y superficie lisa. En la fracción textural de la arcilla pueden existir partículas no minerales. Químicamente es un silicato hidratado de alúmina, combinados con otros minerales de (Mn; Fe; Mg; Ni; etc. en concentraciones muy bajas). Cuya fórmula química es la caolinita, expresada a continuación:



#### 4.2.1 COMPOSICIÓN MINERALÓGICA Y QUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA

Los minerales arcillosos son sedimentos que se encuentran conformados por silicatos, carbonatos, sulfuros, sulfatos y óxidos – oxihidróxidos. El tipo y abundancia de los diversos minerales que componen las arcillas dependen de la naturaleza de las rocas madres, del clima, del ambiente depositacional y de la diagénesis. (INGEMMET, 2023)

La composición química de la corteza terrestre de la mayoría de las arcillas es muy similar, como se muestra a través de la Tabla 4.3, donde los contenidos de sílice y de alúmina son los más altos dentro de la composición de los minerales arcillosos.

Tabla 4.3

*Composición química y mineralógica de las arcillas.*

COMPOSICIÓN QUÍMICA	CORTEZA TERRESTRE (%)	ARCILLA COMÚN (%)
SiO <sub>2</sub>	59.14	57.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.34	19.15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.88	6.7
MgO	3.49	3.08
CaO	5.08	4.26
Na <sub>2</sub> O	3.84	2.38
K <sub>2</sub> O	3.13	2.03
H <sub>2</sub> O	1.15	3.45
TiO <sub>2</sub>	1.05	0.91

*Nota. La arcilla para ladrillos es generalmente impura (calcárea, ferruginosa, etc. Esta se encuentra cerca de la superficie y su explotación es de bajo costo. Fuente: (INGEMMET, 2023)*

#### 4.2.2 PROPIEDADES DE LA MATERIA PRIMA

Las propiedades de las arcillas, se encuentran conformadas por sus características físicas y químicas. Siendo las características físicas, las cualidades más representativas.

Las propiedades físicas de las arcillas se aprecian a través de la Tabla 4.4.

Tabla 4.4

*Propiedades físicas de las arcillas.*

PROPIEDAD FÍSICA	DETALLES
Granulometría	Expone tamaños de partícula variables: <ul style="list-style-type: none"><li>• Diámetro de partículas inferiores a 0.002mm</li><li>• Arcilla - limo de (0,002-0,06mm)</li><li>• Arcilla - arena de (0,06-2,0 mm)</li></ul>
Plasticidad	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es la capacidad que tienen las arcillas de cambiar sus formas sin llegar al punto de quiebre, al aplicarle a un cuerpo de arcilla una fuerza externa y conservar la nueva forma cuando cesa la fuerza.</li><li>• Esta capacidad se atribuye a la deformación de las capas de agua adsorbida, que la liga a ella.</li></ul>
Contracción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de retracción de las dimensiones debido a la pérdida de agua higroscópica (intersticial o molecular) y agua química que contienen los cuerpos arcillosos.</li></ul>

*Nota. Fuente: (INGEMMET, 2023)*

#### 4.2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS ARCILLAS

Las arcillas se clasifican según dos grandes grupos, donde se dividen por la estructura cristalina o composición química que presentan, tal como se puede apreciar a través de la Tabla 4.5.

Tabla 4.5

*Clasificación de las arcillas.*

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA</b>
Laminar	Caolinita	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 2H_2O$
	Halosita	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 4H_2O$
	Montmorillonita	$Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot FeO + 2H_2O$
	Bentonita	$Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot MgO + 2H_2O$
	Illita	$Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot Fe \cdot Mg \cdot Ca + 2H_2O$
Fibrosa	Sepiolita	$9MgH_2 \cdot 3SiO_2 + 5H_2O$
	Atapulgita	$9MgAl_2 \cdot 3SiO_2 + 5H_2O$

*Nota. Fuente: (INGEMMET, 2023)*

#### 4.2.4 ESTRUCTURA CRISTALINA

La estructura cristalina de las arcillas se componen por agrupaciones moleculares sencillas asociadas en estructuras más o menos complejas de disposición repetitiva.

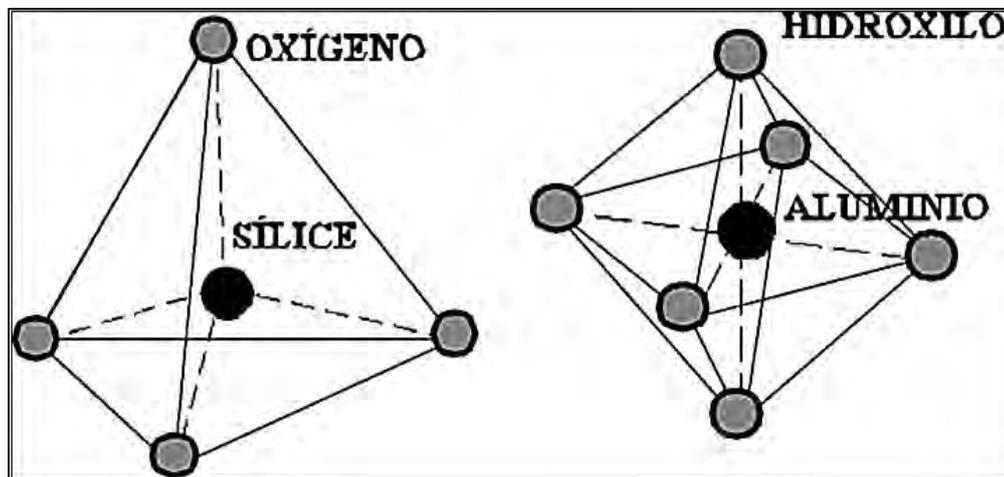
Los esquemas básicos de agrupación se componen de láminas muy delgadas y de unidades cristalinas tetraédricas y octaédricas.

- Las unidades tetraédricas se componen de iones de sílice rodeados por cuatro átomos de oxígeno equidistantes del mismo constituyendo los vértices de la forma geométrica.
- Las unidades octaédricas las forman seis grupos hidroxilos (OH) en los vértices rodeando a un átomo de aluminio o magnesio.

Las estructuras cristalinas de agrupación de las arcillas se aprecian a través de la Figura 4.2.

Figura 4.2

*Estructura cristalina de las arcillas.*



*Nota. En el lado izquierdo se aprecia la estructura cristalina tetraédrica mientras que en el lado derecho se aprecia la estructura cristalina octaédrica. Fuente: (INGEMMET, 2023)*

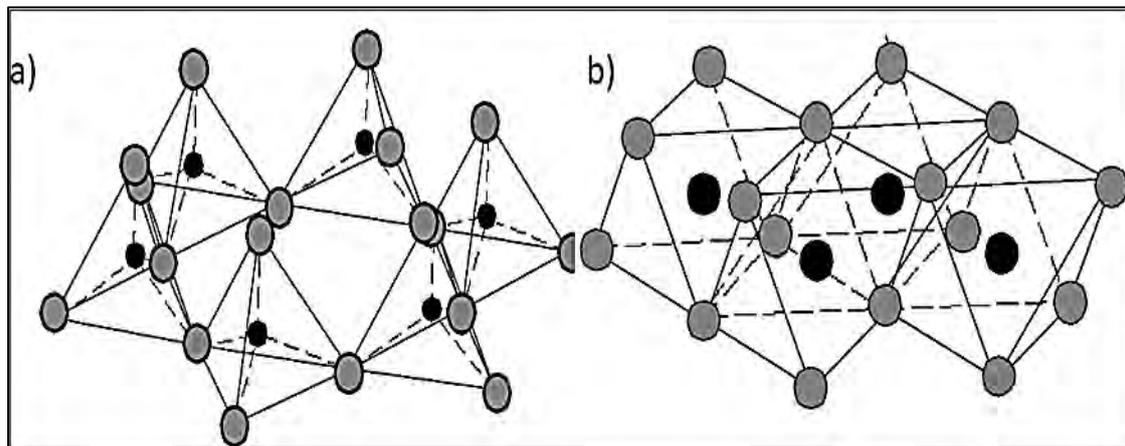
La estructura cristalina tetraédrica y la estructura cristalina octaédrica, se combinan entre sí, compartiendo caras de los octaedros o vértices de los tetraedros para formar estructuras del tipo laminar, anular o lineal.

- Estas estructuras pueden extenderse indefinidamente en el espacio mediante la reproducción de los esquemas elementales.
- Las estructuras laminares son las más representativas y las más frecuentes de los materiales arcillosos.

Las estructuras laminares de agrupación de las arcillas se aprecian a través de la Figura 4.3.

Figura 4.3

*Estructuras laminares de las arcillas.*



*Nota. En el lado izquierdo se aprecia la combinación de estructuras laminares tetraédricas mientras que en el lado derecho se aprecia la combinación de estructuras laminares octaédricas. Fuente: (INGEMMET, 2023)*

### 4.3 PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo del proyecto, engloba al conjunto de operaciones y procesos que el proyecto debe llevar a cabo para obtener el producto.

El proceso productivo del proyecto, se detalla a través de la siguiente secuencia:

#### 4.3.1 EXTRACCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

Las fuentes de materia prima (canteras), utilizadas para la industria ladrillera, deben estar ubicadas cerca de las plantas de producción, desde donde son extraídas y transportadas hacia las plantas de procesamiento, donde inicialmente son almacenadas en un área de fácil acceso para posteriores procesos que permitan obtener como resultado un ladrillo listo para su comercialización.

### 4.3.2 MOLIENDA DE LA MATERIA PRIMA

El proceso de molienda, se refiere a la preparación de la mezcla arena-arcilla-agua. El proceso inicia cuando el cargador frontal dispone de la materia prima para su respectiva homogenización, empleando una proporción de arcilla (70%) y arena (30%).

El material mezclado es transportado hacia un cajón alimentador, el cual se aprecia a través de la Figura 4.4. Este equipo dosifica de manera uniforme al molino de martillos.

Figura 4.4

*Cajón alimentador del proceso productivo.*



*Nota. Fuente: (SOUZA, 2023)*

#### CARACTERÍSTICAS:

- La cinta de goma asegura que el material no se desprenda.
- La estructura reforzada soporta materiales más densos.
- La carcasa de desmontaje permite el reemplazo rápido de la cinta.
- El flujo de materiales en la cinta, asegura una alimentación estabilizada.
- Accionamiento versátil con dos motores. Uno para el transportador y otro para el desenganchador.

A través de la Tabla 4.6 se aprecian los datos técnicos del cajón alimentador.

Tabla 4.6

*Datos técnicos del cajón alimentador.*

Modelo	BOR-4000
Producción	Hasta 30 Ton/hora
Potencia	03 hp – 1150 rpm +10 hp – 1750 rpm
Dimensiones (ANxALxL)	2040 x 1550 x 5150 mm
Peso aproximado	2,200 kg
Dimensiones de la bacha (ANxALxL)	860 x 580 x 3500 mm
Capacidad	Sem Silo: 1.71 m <sup>3</sup> / Com Silo 8.89 m <sup>3</sup>
Distancia entre ejes	3,700 mm

*Nota. Fuente: (SOUZA, 2023)*

El producto obtenido por el molino de martillos se encuentra conformado por los pellets de arcilla y arena de tamaño inferiores a 1cm de diámetro. El molino de martillos, puede apreciarse a través de la Figura 4.5.

Figura 4.5

*Molino de martillos del proceso productivo.*



*Nota. Fuente: (SOUZA, 2023)*

## CARACTERÍSTICAS:

- Cabeceras fundidas para absorber impactos y reducir las vibraciones.
- Cilindros lisos de acero al manganeso fundido.
- Tiene bases motoras unidas a la estructura.
- Cilindros fáciles de desmontar y de simple sustitución de cuchillas.
- El sistema de resortes evita daños al cilindro, ejes y rodamientos.
- Canaleta colectora para eliminación de piedras duras en la arcilla.

A través de la Tabla 4.7 se aprecian los datos técnicos del molino de martillos del proceso productivo del proyecto.

Tabla 4.7

*Datos técnicos del molino de martillos.*

Modelo	MN-600C PREMIUM
Producción	Hasta 30 Ton/hora
Potencia	10 hp – 1150 rpm +20 hp – 1750 rpm
Dimensiones (ANxALxL)	1370 x 2590 x 2445 mm
Peso aproximado	2,800 kg
Dimensiones del cilindro ( $\varnothing$ xAN)	$\varnothing$ 600x 550 mm
Dimensiones de cilindros lam recargables ( $\varnothing$ xAN)	$\varnothing$ 420x 550 mm

*Nota. Fuente: (SOUZA, 2023)*

Para el afino de los pellets, estos son transportados hacia el molino de rodillos, el cual puede apreciarse de manera referencial a través de la Figura 4.6. A través de este equipo se obtienen en el proceso de molienda tamaños de partícula inferiores a 3 mm, que finalmente se transportaran a una pila de almacenamiento.

Figura 4.6

*Molino de rodillos del proceso productivo.*



*Nota. Fuente: (SOUZA, 2023)*

#### CARACTERÍSTICAS:

- Cabeceros de hierro nodular.
- Caballete con patas y banco para soportar rectificado y motores.
- Cilindros con diferentes velocidades que frotan las partículas de arcilla, mejorando el resultado de laminación.
- Rodamientos de rodillos esféricos, sellados en sus alojamientos con un sistema de laberinto mecánico.
- Fusibles de seguridad y sistema de ajuste del cilindro totalmente externo a las protecciones para facilitar la regulación periódica.
- Estructura de soporte del laminador adecuado para recibir molienda.
- Activación de las cuchillas rascadoras mediante un sistema neumático.

A través de la Tabla 4.8 se aprecian los datos técnicos del molino de rodillos del proceso productivo del proyecto.

Tabla 4.8

*Datos técnicos del molino de rodillos.*

Modelo	MN-800
Producción	Hasta 32 Ton/hora
Potencia	50 hp – 1150 rpm +30 hp – 1150 rpm
Dimensiones (ANxALxL)	2970 x 2370 x 3550 mm
Peso aproximado	6,180 kg
Dimensiones del cilindro (ØxAN)	Ø800x 600 mm

*Nota. Fuente: (SOUZA, 2023)*

#### 4.3.3 AMASADO DE LA MATERIA PRIMA

Una vez que los pellets son transportados hacia la zona de acopio para ser almacenados en una pila, estos pasan a ser amasados por una maquina mezcladora, la cual puede apreciarse referencialmente a través de la Figura 4.7.

Figura 4.7

*Mezcladora del proceso productivo.*



*Nota. Fuente: (SOUZA, 2023)*

## CARACTERÍSTICAS:

- Reductor de engranaje cilíndrico helicoidal tratados térmicamente.
- Alta durabilidad y fiabilidad en la caja de cambios, sin ruido y perfecta alineación.
- Los tornillos y la geometría del acoplamiento funcionan como un fusible de seguridad, evitando que cuerpos extraños entren en el recipiente junto con la arcilla.
- Pantallas de fácil acceso para cambiar y limpiar.
- Carcasa de chapa metálica soldada y aburrada de alta resistencia.
- Rotor central con eje dimensionado y bordes de martillo recubiertos con soldadura dura con alta seguridad.
- Recubrimiento en las partes expuestas al roce con arcilla.
- Embrague neumático con activación suave.

A través de la Tabla 4.9 se aprecian los datos técnicos de la mezcladora del proceso productivo del proyecto.

Tabla 4.9

*Datos técnicos de la mezcladora.*

Modelo	NTB-750
Producción	Hasta 50 Ton/hora
Potencia	60 hp – 75 hp
Dimensiones (ANxALxL)	2220 x 2770 x 2680 mm
Peso aproximado	3,900 kg
Dimensiones del rotor	Ø750 mm

*Nota. Fuente: (SOUZA, 2023)*

#### 4.3.4 PROCESO DE FORMADO

El proceso de formado inicia con la alimentación de la maquina extrusora, la cual se puede apreciar referencialmente a través de la Figura 4.8.

Figura 4.8

*Extrusora del proceso productivo.*



*Nota. Fuente: (SOUZA, 2023)*

#### CARACTERÍSTICAS:

- Los engranajes del reductor son de dientes helicoidales, tratados térmicamente, garantizando durabilidad y reducción de consumo energético.
- Cámara de vacío amplia y reforzada para recibir dos cojinetes, radial y axial, que soportan el esfuerzo de extrusión dura sin riesgo de rotura.
- Martillos prensadores que se cruzan entre sí con bordes recambiables.
- Cuerpo de desbaste totalmente revestido y hermetizado contra entrada de aire y pérdida de vacío.

- Caracol fundido con excelente pulido que reduce la adherencia de la arcilla consecuentemente el aumento de producción y estabilidad de la producción.
- Cañón bipartido que facilita el mantenimiento del caracol.
- Rodamientos auto compensadores que garantizan la alineación de los engranajes por largo tiempo y aumentan la durabilidad de la máquina.
- Embrague neumático de accionamiento simple que evita torsión en el eje.
- Carcasa de acero tratada térmicamente alivia tensiones y evita grietas.

A través de la Tabla 4.10 se aprecian los datos técnicos de la extrusora del proceso productivo del proyecto.

Tabla 4.10  
*Datos técnicos de la extrusora.*

Modelo	NTB-5
Producción	Hasta 30 Ton/hora
Potencia	175 hp – 1750 rpm
Dimensiones (ANxALxL)	1810 x 1530 x 3480 mm
Peso aproximado	4,710 kg
Dimensiones del caracol (ØxAN)	Ø430x 400 mm

*Nota. Fuente: (SOUZA, 2023)*

Este es el proceso final de homogenización de la mezcla, en la cual se elimina el aire encapsulado y se le otorga una forma definida al ladrillo.

- El ladrillo sale de la máquina extrusora con la forma de un molde continuo.

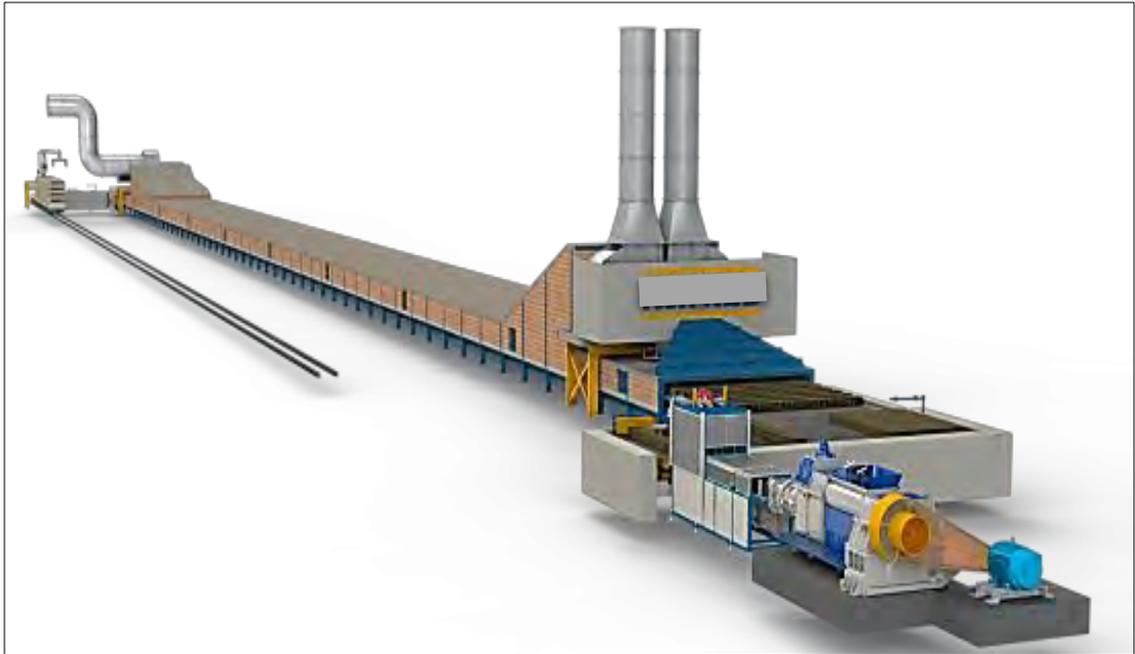
Finalmente la cortadora automática, corta los ladrillos en bloques de 10 unidades y las bisela, dejando un acabado fino del ladrillo.

#### 4.3.5 PROCESO DE SECADO

El proceso de secado inicia con el ingreso del ladrillo crudo hacia la máquina secadora, la puede apreciarse referencialmente a través de la Figura 4.9.

Figura 4.9

*Secadora del proceso productivo.*



*Nota. Fuente: (SOUZA, 2023)*

#### CARACTERÍSTICAS:

- Garantiza el secado de baldosas y bloques de cerámica de varios modelos.
- Las pruebas de caracterización de las materias primas del producto a secar definen la eficiencia económica y técnica del secador, que puede tener su ciclo de secado entre 50 y 120 minutos, producción de 8 a 35 toneladas / hora, dimensiones de 3 a 5 metros. ancho y largo entre 90 y 120 metros.

## DIFERENCIALES

- Productividad con bajo consumo de energía eléctrica y térmica.
- Alta durabilidad combinada con bajo mantenimiento.
- El período de recuperación más corto en relación con los secadores de carro.
- Reducción significativa de la mano de obra.
- Reducción de pérdidas de proceso.
- Secado uniforme en todas las partes.
- Eliminación de carros y consecuentes costos de mantenimiento.
- Eliminación de pistas, transferencias, placas giratorias.
- Eliminación de sistemas automáticos de carga y descarga de carros.
- Cadenas realizadas con materiales de alta calidad.
- Canaleta colectora para eliminación de piedras duras en la arcilla.

A través de la Tabla 4.11 se aprecian los datos técnicos del horno de secado.

Tabla 4.11

*Datos técnicos del horno de secado.*

Modelo	NTS
Producción	Hasta 30 Ton/hora
Potencia	Hasta 250 hp
Dimensiones (ANxALxL)	3.475-5.475x3.9x110 mts
Ciclo de secado	45 a 180 min
Consumo eléctrico	3 KWh/Ton
Humedad de entrada	Hasta 24 %
Humedad de salida	1.5 a 4.5 %
Altura de carga máxima	350 mm

*Nota. Fuente: (SOUZA, 2023)*

El proceso de secado tiene el objetivo de eliminar la humedad contenida en los ladrillos denominados en verde por su contenido de agua.

- Un brazo hidráulico direccionara cada 10 unidades de ladrillos a una cinta transportadora hasta llegar a los vagones de secado y posteriormente son transportados hacia el horno de secado.

El proceso de secado debe ser controlado, ya que una alteración brusca de las condiciones de temperatura, aireación y tiempo de permanencia, podrían traer como consecuencias contracciones bruscas en el cuerpo del ladrillo, apariciones de fisuras y fracturas.

- La energía calorífica que se utiliza en el horno de secado, proviene de la sección de enfriado del horno túnel, debido a que esta energía es recuperada y direccionada hacia el horno de secado.
- La humedad con la que ingresa el ladrillo al horno de secado se encuentra en un rango mínimo de (8-10%) y la humedad final de este proceso es inferior al 1%.

Se diferencian dos periodos importantes en el proceso de secado:

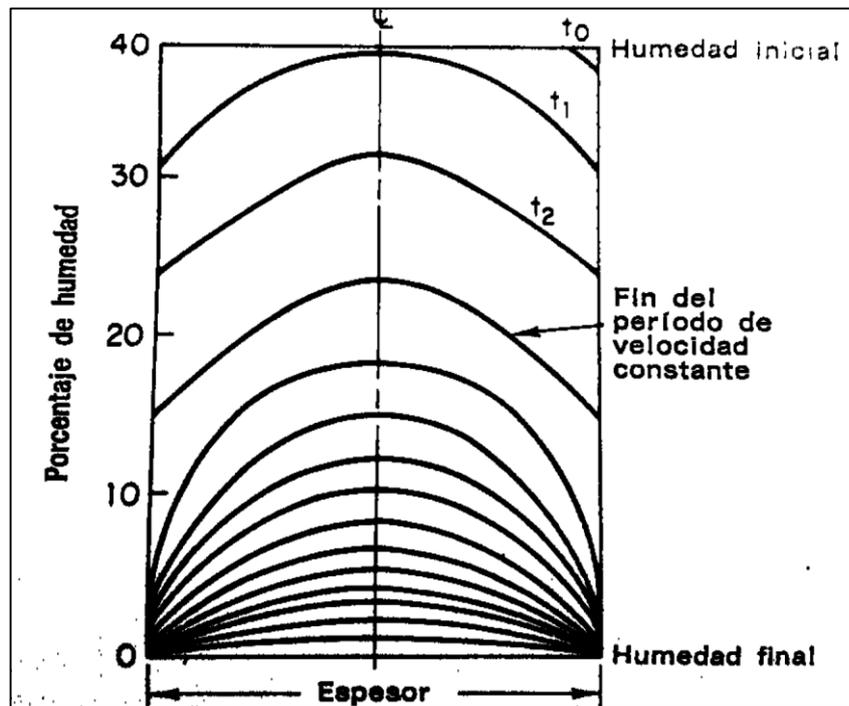
Primero, el periodo de la velocidad constante: se inicia cuando la arcilla contiene el mínimo de agua para llenar los espacios vacíos, existiendo una película continua de agua sobre la superficie de las partículas, produciendo el color oscuro que presenta la arcilla mojada.

Segundo, el periodo con disminución de la velocidad de secado: se inicia cuando la película superficial continua se rompe y el agua de la superficie retrocede hacia el interior de los capilares, produciendo el color claro que presenta la arcilla seca.

A través de la Figura 4.10, se aprecian las curvas típicas del proceso de secado y la distribución de la humedad de las arcillas.

Figura 4.10

*Curvas de velocidad y distribución de la humedad de las arcillas.*

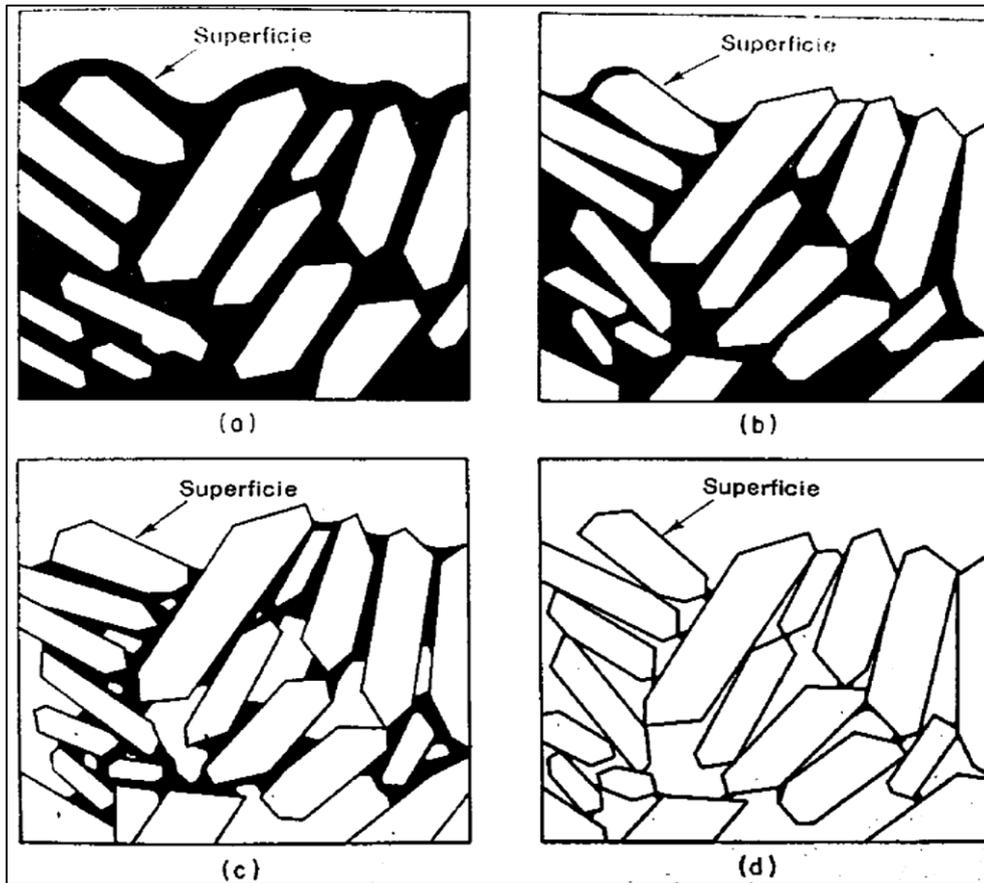


*Nota. En la figura se aprecia que a medida que prosigue el secado, el porcentaje de humedad en el interior del cuerpo se va reduciendo y se mueve a través de los capilares vacíos, reduciendo el espesor, hacia la superficie del cuerpo. Fuente: (Norton, 2009)*

A través de la Figura 4.11, se aprecia la velocidad de secado de las arcillas.

Figura 4.11

*Velocidad de secado de las arcillas.*



*Nota. En la figura se aprecia que en (a) Las partículas de arcilla se encuentran perfectamente separadas por una película de agua. En (b) La cantidad de agua ha disminuido, hasta que las partículas se tocan unas con otras. En (c) El agua descendió hasta el punto en el que la capa superficial se rompe y el nivel retrocede al interior de los capilares y finalmente en (d) El contenido de agua disminuyó hasta el punto en el que solo se encuentran en aquellos lugares donde las partículas se hallan más próximas o en contacto.*

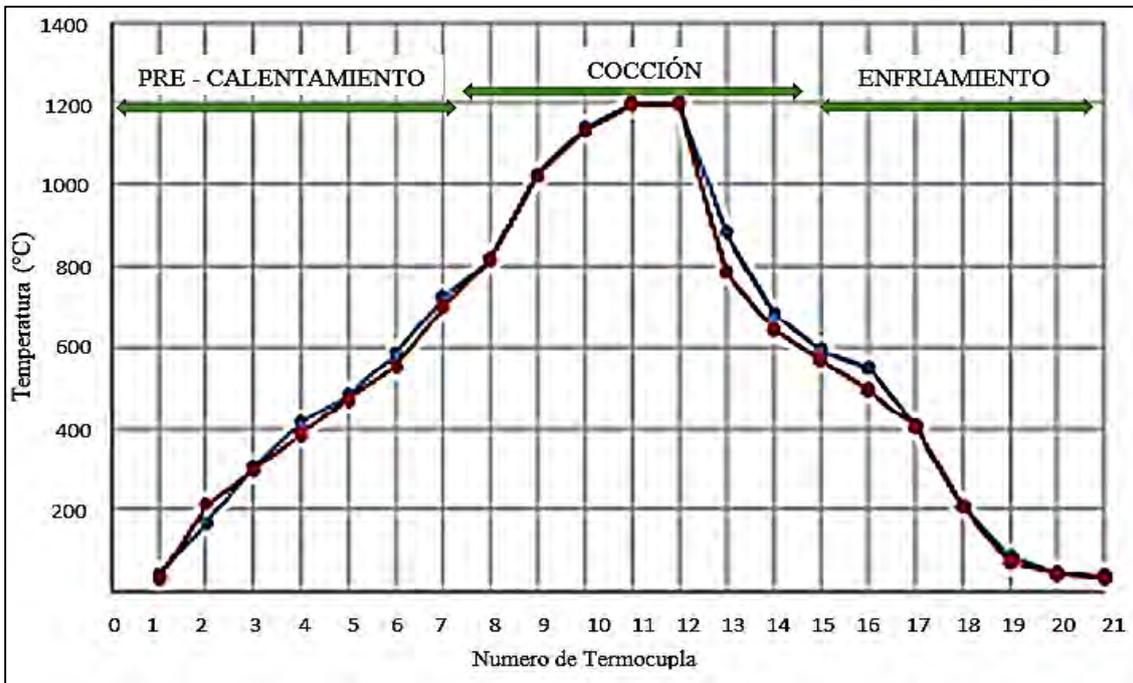
*Fuente: (Norton, 2009)*

#### 4.3.6 PROCESO DE COCCIÓN Y ENFRIAMIENTO

El proceso de cocción inicia con la carga de los ladrillos en verde hacia los vagones de cocción del horno, la disposición de la carga debe de facilitar el flujo de los gases. Las temperaturas a las que opera el horno describen curvas de precalentamiento, cocción y enfriamiento. La formación de estas curvas se aprecia a través de la Figura 4.12.

Figura 4.12

*Curvas de temperatura del proceso de cocción.*



*Nota. A través de la figura se aprecia el incremento de la temperatura inicial formando la curva de la etapa de precalentamiento de la carga, seguida de un mayor incremento de temperatura hasta alcanzar la curva óptima de la etapa de cocción de la carga a 1200°C, para finalmente decrecer y formar la curva de enfriamiento de la carga.*

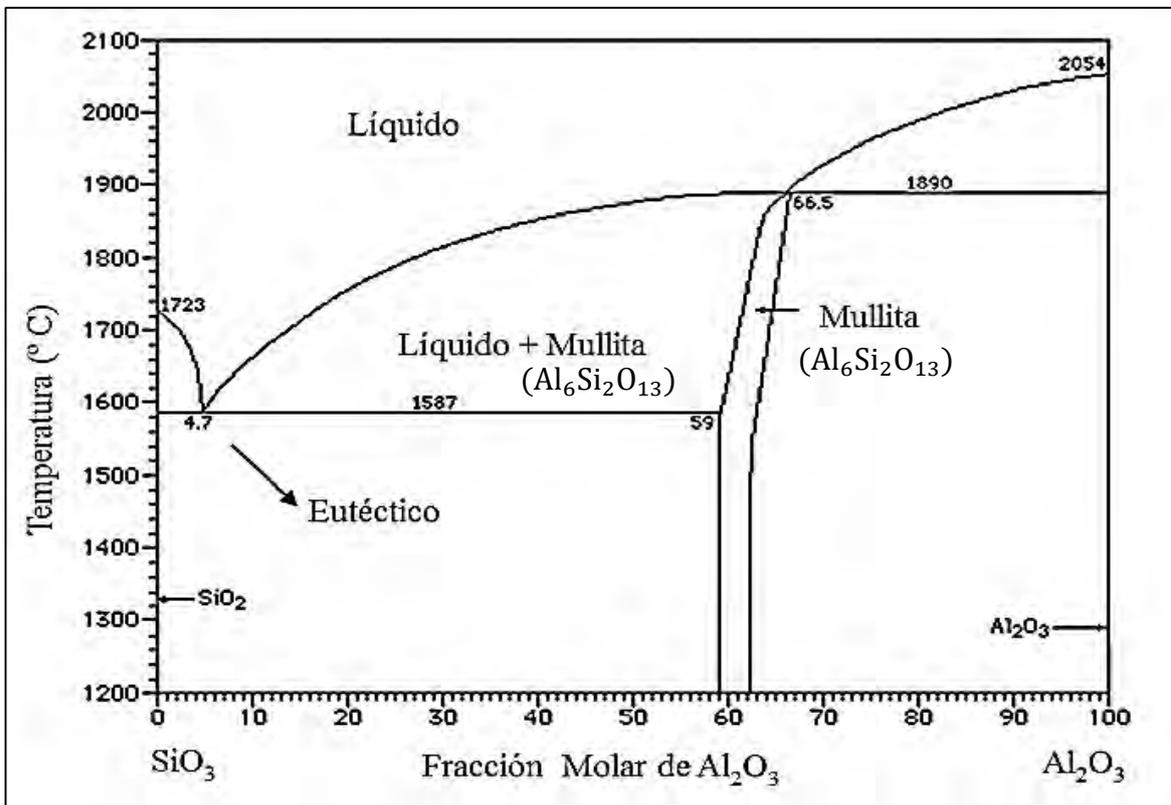
*Fuente: (Norton, 2009)*

- Cuando las arcillas se someten al proceso de cocción adquieren propiedades como: estabilidad y fortalecimiento de su estructura.
- La temperatura de cocción de los ladrillos se encuentra entre los 800°C y 1400°C.

Las transformaciones de fase que sufre la carga dentro del horno, se aprecian a través del diagrama de fases de la sílice-alúmina, que se aprecia a través de la Figura 4.13.

Figura 4.13

*Diagrama de equilibrio de fases de la sílice-alúmina del proceso de cocción.*



*Nota. A través de la figura se aprecia que las transformaciones de fases que sufren el sistema  $SiO_3, Al_2O_3$ , definen la calidad del ladrillo cocido. Fuente: (Norton, 2009)*

#### 4.3.7 PROCESO DE CLASIFICACIÓN Y DESPACHO

El proceso de clasificación y despacho, conforman la etapa final del proceso productivo del proyecto.

En primer lugar se inicia con el proceso de clasificación: la cual inicia con la descarga del horno, acopio y almacenamiento de los ladrillos.

Seguidamente, se procede a recoger muestras del stock descargado de manera aleatoria, estas muestras son trasladadas al área de control de calidad, donde siguen un riguroso protocolo de revisión con la finalidad de verificar la calidad final del producto.

A través de la Figura 4.14, pueden apreciarse referencialmente algunas muestras sometidas a pruebas en laboratorio.

Figura 4.14

*Muestras del proceso productivo en laboratorio.*



*Nota. Los análisis de laboratorio mejoran el proceso de producción, ahorran energía e incrementan la calidad final del producto. Fuente: Elaboración propia.*

A continuación, se mencionan algunas de las pruebas de laboratorio a las que las muestras del proceso productivo del proyecto son sometidas:

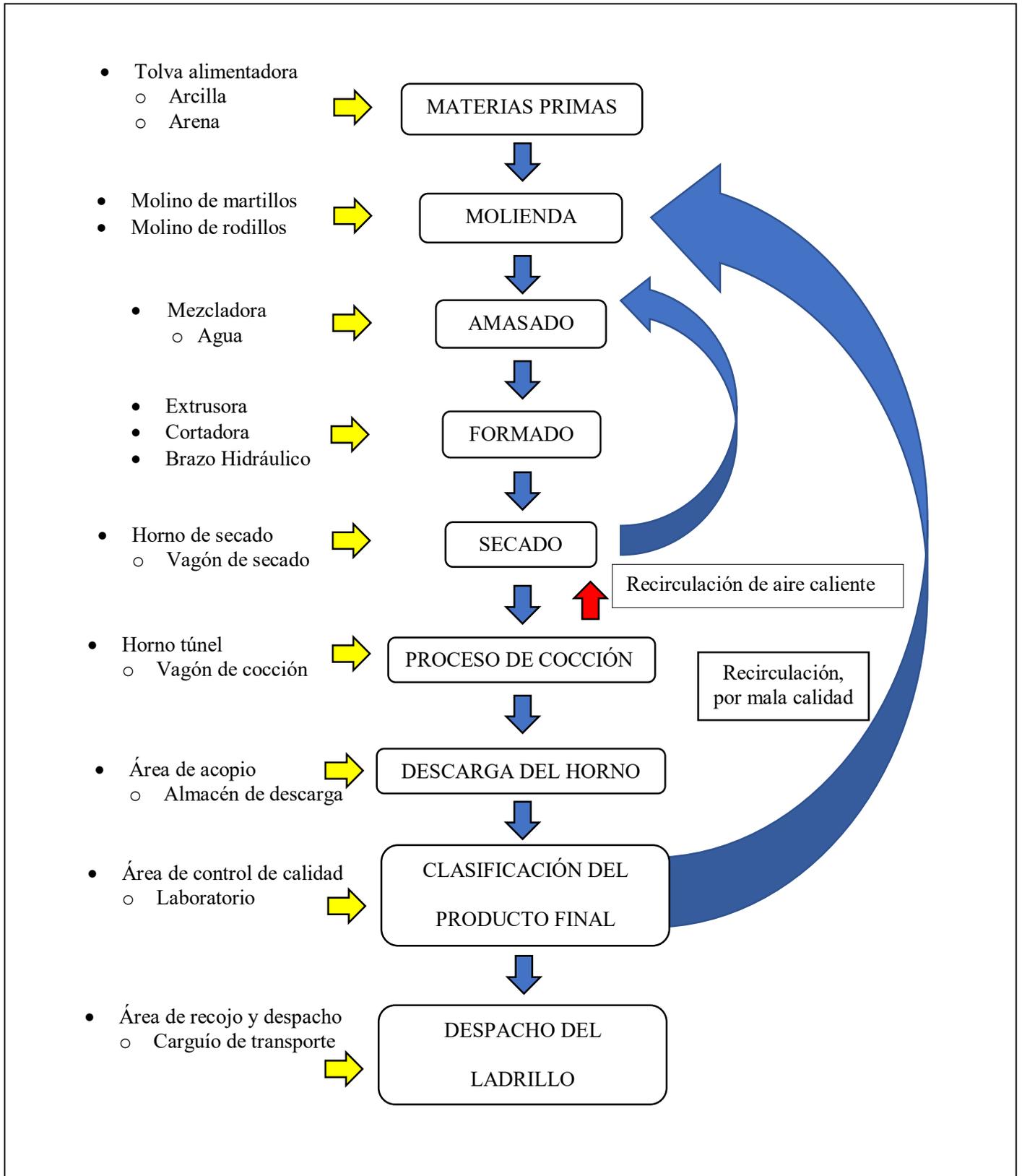
- Determinación de características dimensionales.
- Determinación de la resistencia a la compresión.
- Determinación de la carga de rotura por flexión de elementos de relleno.
- Determinación del índice de absorción de agua y masa.
- Determinación del análisis de identificación visual.
- Determinación de la contracción por secado.
- Determinación de la contracción por cocción.
- Determinación de la absorción de agua.
- Determinación del índice de plasticidad.
- Determinación de la humedad.
- Determinación de la densidad aparente bruta y seca.
- Determinación del módulo de resistencia a la flexión quemado y en seco.
- Determinación del análisis químico.
- Determinación de la expansión térmica lineal.
- Análisis diferencial térmico/termogravimétrico – ATD/TG
- Determinación semicuantitativa de carbonatos ( $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ )
- Determinación del mejor tiempo de secado para permitir un secado rápido.

Finalmente el proceso de despacho, inicia con el recojo del producto terminado, el cual es trasladado y distribuido para su pronta comercialización en el mercado.

Todas las etapas del proceso productivo del proyecto, anteriormente descritas, se resumen a través de la Figura 4.15

Figura 4.15

Proceso productivo del proyecto



Nota. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4 SELECCIÓN DE EQUIPOS

El proceso de selección de equipos para el proyecto, comprende al conjunto de estudios comparativos que el proyecto debe llevar a cabo para determinar los equipos más idóneos en el desarrollo del proyecto.

La selección de los equipos del proyecto, se detalla a través de la siguiente secuencia:

##### 4.4.1 ESTUDIOS COMPARATIVOS DEL TIPO DE HORNO A UTILIZAR

A lo largo de los años la industria ladrillera, ha experimentado grandes desarrollos tecnológicos en los procesos de secado y cocción de los ladrillos, dejando atrás tecnologías altamente contaminantes, se da paso a nuevos desarrollos tecnológicos, más eficientes y más eco amigables con el medio ambiente.

En este panorama, los tipos de hornos identificados para el proceso productivo del proyecto derivan de la siguiente clasificación:

- Hornos intermitentes: Son equipos de menor capacidad productiva, conformados por cámaras individuales que contienen los productos, desde la instalación hasta el proceso de cocción y proceso de enfriamiento, mantienen una posición fija durante la totalidad de su ciclo de operación.
- Hornos semicontinuos: Son equipos de mayor capacidad productiva que los hornos intermitentes, y de menor capacidad productiva que las cargas que producen los hornos continuos. Los ritmos de avance de quema dentro del horno dependen de la capacidad de la cámara y la eficiencia con la que el calor se desplaza y es transmitido a lo largo de la cámara.

- Hornos continuos: Son equipos más actuales y más eficientes, debido a la característica de su funcionamiento continuo, operando ininterrumpidamente. Con la ventaja de efectuar diferentes etapas del proceso sin variar el ritmo de la producción.

El estudio comparativo de los tipos de hornos identificados para el proceso productivo del proyecto, se aprecian más detalladamente a través de la Tabla 4.12.

Tabla 4.12

*Tipos de hornos utilizados en la industria ladrillera.*

DESCRIPCIÓN	TIPO DE HORNO				
	HORNO		HORNO		HORNO
	INTERMITENTE		SEMICONTINUO		CONTINUO
	Horno tipo volcán	Horno Móvil	Horno Hoffman	Horno Cedan	Horno Túnel
<b>LONGITUD (m)</b>	L: 4.5-6.5	L: 15-25	L: 60-120	L: 36-50	L: 50-120
<b>ALTURA (m)</b>	H: 2.5- 3.5	H: 3.5-4.0	H: 2.5-3.0	H: 4.2	H: 2-3
<b>ANCHO (m)</b>	A: 4.5-6.5	A: 4.5-6.6	A: 3.5-4.5	A: 15-24	A: 4-8
<b>PRODUCTOS</b>	Tejas y ladrillos	Tejas y ladrillos	Tejas, ladrillos y baldosas	Tejas, ladrillos y baldosas	Tejas, ladrillos, baldosas y otros.
<b>PERDIDAS</b>	≤ 7%	≤ 3.5%	≤ 2%	≤ 2%	≤ 1%
<b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b>	Biomasa	Biomasa Gas	Biomasa Gas	Biomasa Gas	Gas Natural
<b>EFICIENCIA TÉRMICA</b>	25%	35%	45%	50%	75%
<b>EMISIÓN DE GASES</b>	Alto	Alto	Medio	Medio	Bajo

*Nota. A través de la tabla, se aprecia que el horno continuo es el equipo más destacable operativamente en comparación de los otros hornos. Los criterios operativos detallados para cada caso, determinan la selección del horno más conveniente para el proyecto.*

*Fuente: (EELA, 2015)*

A través de la Figura 4.16, se puede apreciar una imagen comparativa entre los tipos de hornos identificados para el proceso productivo del proyecto.

Figura 4.16

*Hornos utilizados en la industria ladrillera.*



*Nota. A través de la figura, se aprecia una vista comparativa entre la imagen del horno intermitente a la izquierda y la imagen del horno continuo Túnel a la derecha. Fuente: (EELA, 2015)*

- Entre el horno intermitente, el semicontinuo y el continuo. El horno continuo, es el que presenta mayor capacidad de producción debido a operar ininterrumpidamente.
- El horno continuo, es el que produce mayor diversidad de productos (tejas, ladrillos, baldosas y otros), en comparación con los otros hornos.

- El horno continuo, ofrece menores pérdidas operativas ( $\leq 1\%$ ), en comparación con los otros hornos.
- El horno continuo, emplea el combustible más eco amigable de la actualidad (gas natural).
- El horno continuo, es el que produce menor emisión de gases al medio ambiente.

Destallados todos los criterios operativos, se opta por la selección del horno continuo Túnel. Como la alternativa más conveniente para el proceso productivo del proyecto.

#### 4.4.2 HORNO CONTINUO TUNEL

El horno continuo Túnel, es un equipo constituido de un único cuerpo fijo de forma longitudinal y de techo recto o abovedado. A lo largo del interior del túnel se encuentran vagonetas que transportan la carga de ladrillos. Este horno utiliza el combustible más eco amigable de la actualidad, el gas natural.

El horno se divide en tres zonas específicas que se detallan a continuación:

- La zona de precalentamiento: En esta zona la carga es distribuida sobre las vagonetas y son sometidas a un precalentamiento, se alcanza una curva de temperatura de hasta 400°C. Después de intercambiar calor con la carga los gases son transportados hacia la chimenea.
- La zona de cocción: En esta zona las vagonetas ingresan a la zona de cocción, donde están ubicados los quemadores (dispuestos lateralmente o en el techo). En esta parte, la temperatura de la carga oscila entre los 400°C a 1400°C, según el tipo de arcilla procesada.

- La zona de enfriamiento: En esta zona la carga inicia el ciclo de enfriamiento hasta la salida del horno. En esta zona se inyecta aire frío del ambiente, como también ocurre la extracción de aire caliente que puede alimentar al secador y/o servir como aire de combustión para la zona de cocción.

A través de la Tabla 4.13, se detallan las características del horno Túnel.

Tabla 4.13

*Características del horno Túnel.*

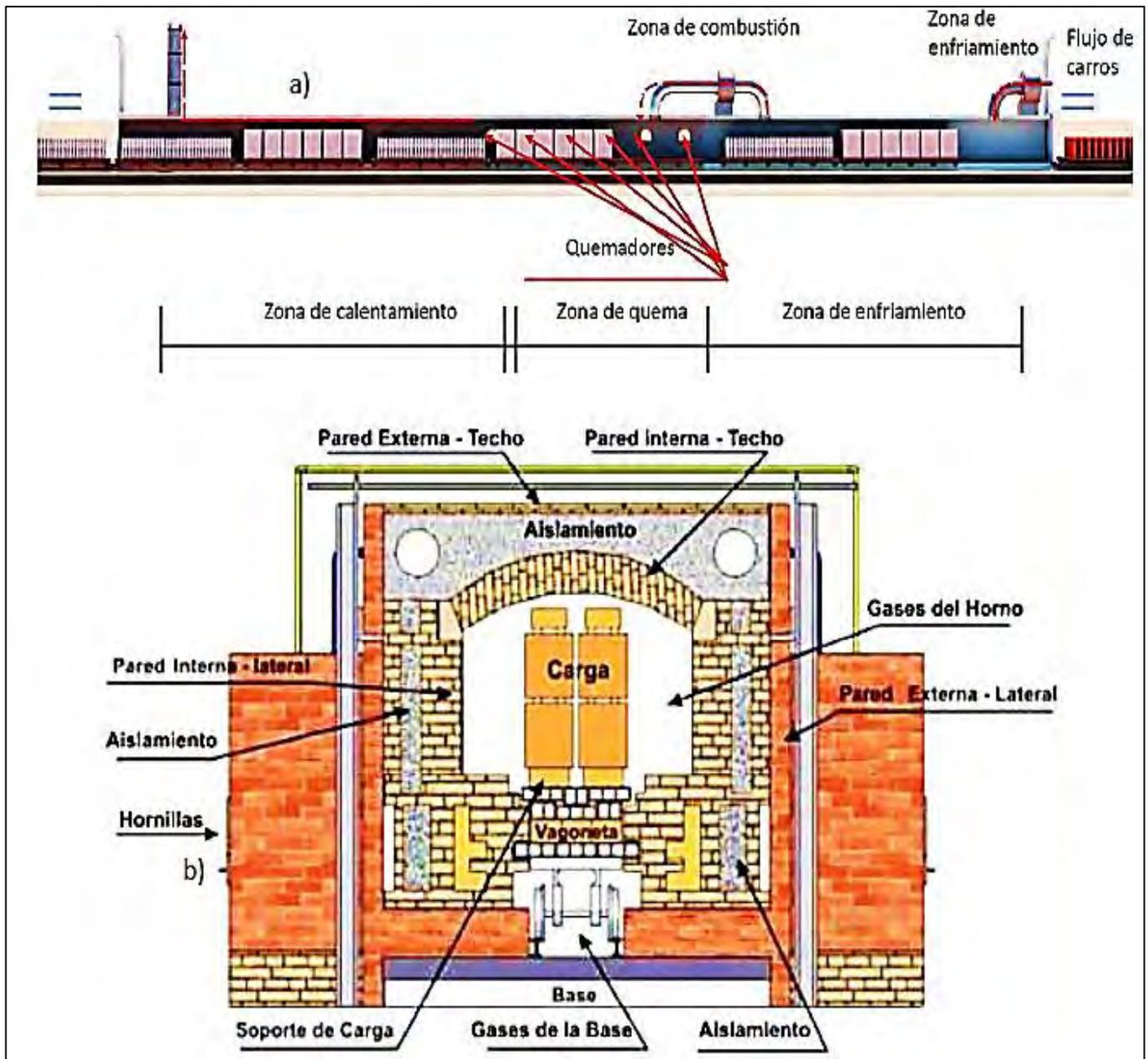
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>CERRADO A LA ATMÓSFERA</b>	Disminuye las emisiones de contaminantes a la atmosfera.
<b>PRODUCCIÓN CONTINUA</b>	Reduce las pérdidas de calor y emisiones fugitivas al medio. Longitud: 50-120 m
<b>DIMENSIONES EXTERNAS</b>	Ancho: 4-8 m Altura: 2-3 m
<b>PRODUCTOS</b>	Tejas, ladrillos, baldosas, etc.
<b>PÉRDIDAS</b>	≤ 1%
<b>EMISIÓN DE GASES</b>	Bajo
<b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b>	Gas natural (combustible limpio y económico).
<b>CONSUMO ESPECIFICO DE ENERGÍA TÉRMICA</b>	341-422 kcal/kg
<b>EFICIENCIA TÉRMICA</b>	75%

*Nota. Fuente: (Norton, 2009)*

A través de la Figura 4.17, se detallan las zonas específicas del horno y los elementos que lo conforman.

Figura 4.17

Zonas específicas del horno Túnel y sus componentes.



*Nota. A través de la figura, se aprecia en (a) Las zonas específicas del horno Túnel.*

*Y en (b) se aprecian los elementos que componen el horno Túnel. Fuente: (Norton, 2009)*

#### 4.4.3 EFICIENCIA TÉRMICA DEL HORNO CONTINUO TUNEL

Determinar la eficiencia térmica del horno continuo Túnel, tiene por objetivo principal identificar oportunidades del uso eficiente de la energía y establecer una línea base contra la cual se deberán evaluar los beneficios obtenidos como resultado de la implementación de este tipo de tecnología.

Para desarrollar este cálculo se hará uso de la siguiente ecuación:

$$EF = \frac{Q_{\text{ladrillo}}}{Q_{\text{suministrado}}} * 100\% \quad (4.1)$$

La ecuación (4.1), se compone de calores suministrados al proceso productivo del proyecto, los cuales se detallan a continuación:

El calor necesario para la carga de ladrillo, que se aprecia a través de la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{carga de ladrillo}} = Q_{\text{cocción}} + Q_{\text{evaporación H2O}}$$

El calor necesario utilizado para la cocción de ladrillo:

$$Q_{\text{cocción}} = M_{\text{ladrillo}} \times C_p \times (T^{\circ}_{\text{cocción}} - T^{\circ}_{\text{ambiente}})$$

El calor específico del ladrillo:  $C_p = 0.2 \text{ Kcal/Kg } ^{\circ}\text{K}$

$$T^{\circ}_{\text{cocción}} = 1000^{\circ}\text{C} + 273 = 1273^{\circ}\text{K}$$

$$T^{\circ}_{\text{ambiente}} = 15^{\circ}\text{C} + 273 = 288^{\circ}\text{K}$$

$$M_{\text{ladrillo}} = 60000 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{cocción}} = 60000 \text{ kg} \times 0.2 \text{ Kcal/Kg } ^{\circ}\text{k} \times (1273^{\circ}\text{K} - 288^{\circ}\text{K})$$

$$Q_{\text{cocción}} = 23820000 \text{ kCal}$$

El calor necesario utilizado para evaporar el agua:

$$Q_{H_2O} = (C_e \times M \times \Delta T^\circ)_1 + (M \times L) + (C_e \times M \times \Delta T^\circ)_2$$

Donde:

$C_{e\ H_2O} = 1.00\ cal*gr*^\circ C$ ; calor sensible del agua.

$L = 540\ cal*gr$ ; calor del agua.  $M\ agua = 16820\ kg$

Entonces:

$$Q_{H_2O} = 16820\ kg_{H_2O} \times (85^\circ C - 15^\circ C) + (16820\ kg_{H_2O} \times 540\ cal/g) + 16820\ kg_{H_2O} \times (1000^\circ C - 85^\circ C)$$

$$Q_{H_2O} = 1177400\ KCal + 9082800\ Kcal + 15390300\ Kcal$$

$$Q_{H_2O} = 29650500\ Kcal$$

Reemplazando en la ecuación, se obtiene:

$$Q_{\text{carga de ladrillo}} = 23820000\ kCal + 29650500\ Kcal$$

$$Q_{\text{carga de ladrillo}} = 53470500\ kcal$$

Finalmente, reemplazando los valores obtenidos tenemos:

$$\Rightarrow EF = \frac{53470500\ kcal}{71,366,400\ kcal} \times 100\%$$

$$EF = 75\%$$

Se puede apreciar que resultado de los cálculos desarrollados, la eficiencia térmica para el horno continuo Túnel es del 75%; valor mucho mayor al de otros hornos utilizados para la fabricación de ladrillos, que apenas sobrepasan el 20% de eficiencia térmica.

## 4.5 BALANCE DE MATERIA Y DE ENERGIA

Los balances de materia y los balances de energía, se emplean para contabilizar los caudales másicos y los flujos energéticos que intervienen en un determinado proceso industrial. El cálculo correspondiente para determinar el balance de materia y el balance de energía para el proyecto, se detalla a continuación.

### 4.5.1 BALANCE DE MATERIA

Para determinar el balance de materia, se deben de conocer los elementos que conforman las entradas y las salidas del proceso productivo del proyecto. Estos elementos se detallan a través de la Tabla 4.14 y el cálculo del balance de materia se aprecia a través del Tabla 4.15.

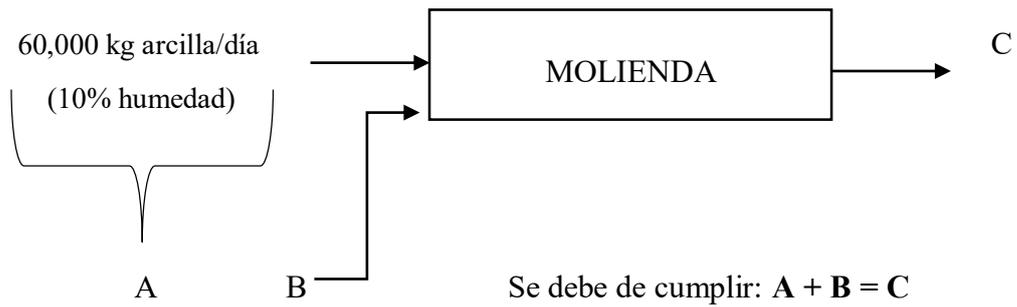
Tabla 4.14

*Elementos que conforman las entradas y las salidas del proyecto.*

<b>ELEMENTOS DE ENTRADA</b>	<b>ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO</b>	<b>ELEMENTOS DE SALIDA</b>
Arcilla (con % de humedad natural)		
Agua (10% del peso de la arcilla seca que ingresa al proceso)	MOLIENDA	Arcilla húmeda(con % de humedad adicionada)
Arcilla húmeda (con % humedad)		
Agua (relación 0.18l/1.098kg)	AMASADO	Pasta húmeda(con % de humedad adicionada)
Pasta húmeda(con % de humedad adicionada)	EXTRUSIÓN	Ladrillo extruido listo para la etapa de secado
Ladrillo extruido listo para la etapa de secado	SECADO	Ladrillo en verde Vapor de agua
Ladrillo en verde	COCCIÓN	Ladrillo seco Vapor de agua + gases

*Nota. Los elementos que conforman las entradas y las salidas del proceso productivo del proyecto permiten determinar el balance de materia. Fuente: (Norton, 2009)*

## CALCULO DE LA ETAPA DE MOLIENDA



Donde:

A = arcilla seca



$$A = 60,000 + (0.1 \times 60,000)$$

$$A = 66,000 \text{ kg arcilla con } 10\% \text{ H}$$

B = agua (se asume el 10% de adición de agua)

$$B = 0.1 \times 60,000$$

$$B = 6,000 \text{ kg agua}$$

C = arcilla húmeda

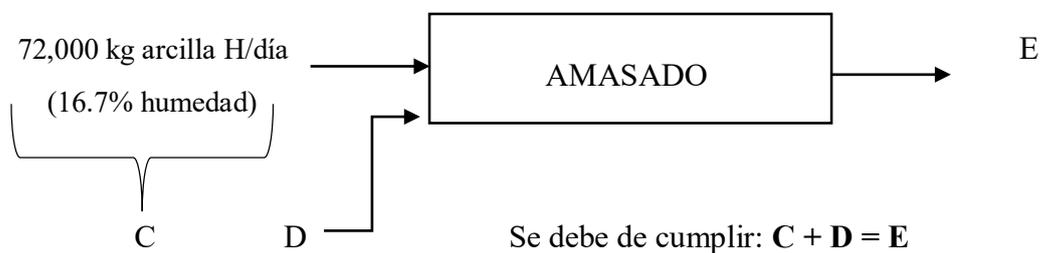


$$C = 66,000 + 6,000$$

$$C = 72,000 \text{ kg arcilla con } \% \text{ de H}$$

$$\text{HUMEDAD} = \frac{72,000 - 60,000}{72,000} \times 100\% = 16.7\%$$

## CALCULO DE LA ETAPA DE AMASADO



Donde:

D = agua necesaria para la pasta H



E = pasta óptima

De la relación necesaria para pasta óptima:

$$\text{Agua necesaria} = \frac{0.18 \text{ L}}{1.098 \text{ kg}} \times 66,000 \text{ kg arcilla con } 10 \% \text{ de H}$$

$$\text{Agua necesaria} = 10,819.68 \text{ kg de agua para pasta óptima / día}$$

Como: Arcilla con 10% de H + agua necesaria = pasta óptima = E

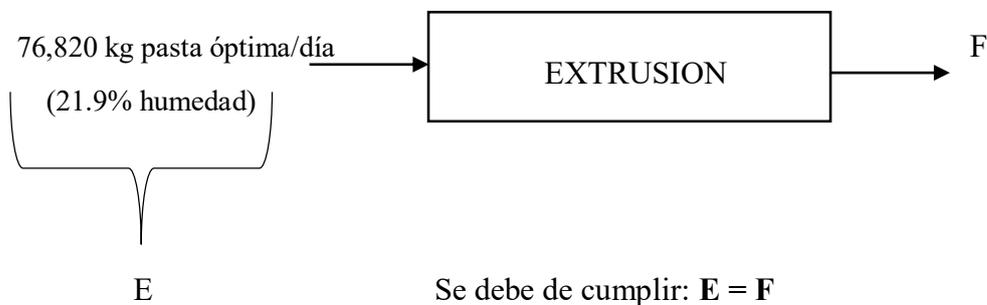
$$E = 66,000 \text{ kg} + 10,819.68 = 76,820 \text{ kg pasta óptima}$$

Para calcular "D" tenemos que:  $D = E - C$

$$D = 76,820 - 72,000 = 4,820 \text{ kg de agua necesaria para la pasta óptima}$$

$$\text{HUMEDAD} = \frac{76,820 - 60,000}{76,820} \times 100\% = 21.9\%$$

#### CALCULO DE LA ETAPA DE EXTRUSION



Donde:

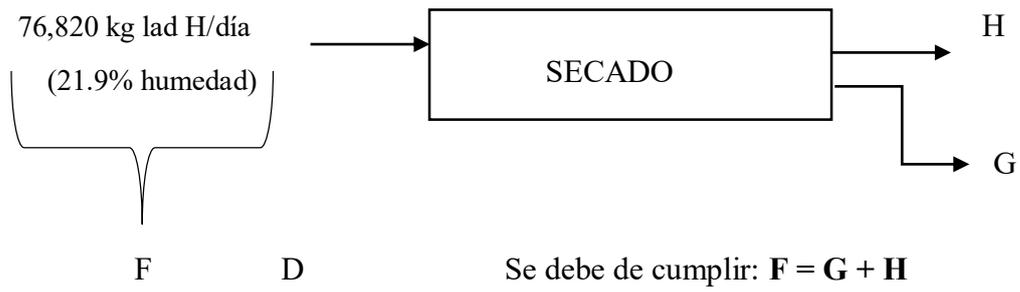
F = ladrillo listo para el secado



$$E = 76,820 = F$$

F = 76,820 kg de ladrillo listo para secado

### CALCULO DE LA ETAPA DE SECADO



Donde:

G = agua que se evapora



H = ladrillo seco

El porcentaje de agua evaporada = 17.08% en relación al volumen inicial

Como,  $\%V = \%M$ , calculamos:

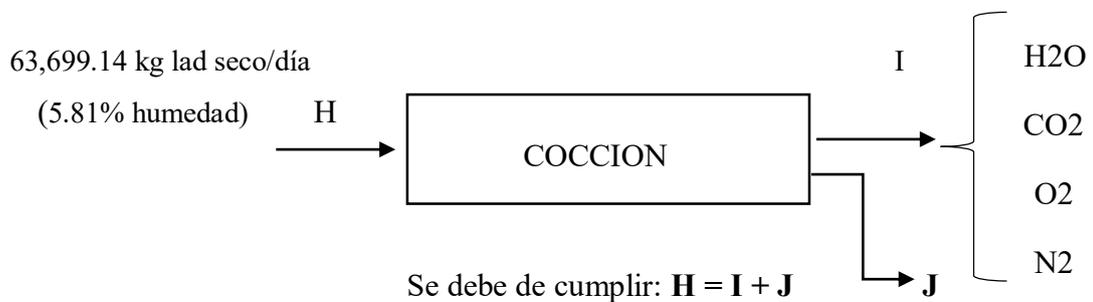
$$G = 0.1708 \times 76,820 = 13,120.86 \text{ kg de agua que se evapora}$$

$$H = F - G$$

$$H = 76,820 - 13,120.86 = 63,699.14 \text{ kg de ladrillo seco}$$

$$\text{HUMEDAD} = \frac{63,699.14 - 60,000}{63,699.14} \times 100\% = 5.81\%$$

### CALCULO DE LA ETAPA DE COCCION



Donde:

I = pérdidas por calcinación

J = producto terminado

Del análisis de la pasta óptima se tiene:

Agua = 10.21%

Materia orgánica = 4.57%

Cálculo de I:

$I = PPC + H_2O_{\text{evaporada}}$

Por los datos anteriores se conoce que:

$PPC = 1773 \text{ kg/día}$

$$\Rightarrow H_2O = 0.0317 \frac{\text{kg agua}}{\text{kg ladrillo seco}} \times 63,699.14 \frac{\text{kg ladrillo seco}}{\text{día}} = 2019.26 \frac{\text{kg agua}}{\text{día}}$$

Entonces el valor de I en la ecuación es:

$I = 1773 + 2019.26$

$I = 3,792.26 \text{ kg/día}$

Cálculo de J:

$J = H - I$

$J = 63,699.14 - 3,792.26$

$J = 59,906.88 \text{ kg ladrillos /día}$

Tabla 4.15  
Balance de materia.

ELEMENTOS DE ENTRADA	CANTIDAD ELEMENTOS DE ENTRADA	ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO	ELEMENTOS DE SALIDA	CANTIDAD ELEMENTOS DE SALIDA
Arcilla (10% de humedad)	66,000 kg	MOLIENDA	Arcilla húmeda (con 16.7% de humedad)	72,000 kg
Agua (10% del peso de la arcilla seca)	6,000 kg			
<b>TOTAL</b>	<b>72,000 kg</b>		<b>TOTAL</b>	<b>72,000 kg</b>
Arcilla húmeda (con 16.7% de humedad)	72,000 kg	AMASADO	Pasta húmeda (con 21.9% de humedad adicionada)	76,820 kg
Agua (según la relación 0.18l/1.098kg)	4,820 kg			
<b>TOTAL</b>	<b>76,820 kg</b>		<b>TOTAL</b>	<b>76,820 kg</b>
Pasta húmeda (con 21.9% de humedad adicionada)	76,820 kg	EXTRUSIÓN	Ladrillo extruido listo para la etapa de secado (con 21.9% de humedad adicionada)	76,820 kg
<b>TOTAL</b>	<b>76,820 kg</b>		<b>TOTAL</b>	<b>76,820 kg</b>
Ladrillo extruido listo para la etapa de secado (con 21.9% de humedad adicionada)	76,820 kg	SECADO	Ladrillo en verde (con 5.81% de humedad)	63,699.14 kg
			Vapor de agua (con 16.09% de evaporación)	13,120.86 kg
<b>TOTAL</b>	<b>76,820 kg</b>		<b>TOTAL</b>	<b>76,820 kg</b>
Ladrillo en verde (con 5.81% de humedad)	63,699.14 kg	COCCIÓN	Ladrillo seco	59,906.88 kg
			Vapor de agua y gases	3,792.26 kg
<b>TOTAL</b>	<b>63,699.14 kg</b>		<b>TOTAL</b>	<b>63,699.14 kg</b>

*Nota. A través de la tabla, se aprecia que la cantidad de los elementos que conforman las entradas del proceso productivo del proyecto, deben de ser iguales a la cantidad de los elementos que conforman las salidas del proceso productivo del proyecto. Formando así, el balance de materia. Fuente: Elaboración propia*

#### 4.5.2 BALANCE DE ENERGÍA

Para determinar el balance de energía, se deben de conocer los calores que conformen las entradas y las salidas del proceso productivo del proyecto.

- El calor de entrada, es conocido como el calor suministrado al proceso productivo del proyecto.
- El calor de salida del proceso productivo del proyecto, se encuentra compuesto por el calor perdido por las paredes del horno y el calor perdido por los gases.
- Ambos calores deben de tener el mismo valor ( $Q_E = Q_S$ ).
- El cálculo para determinar el calor de entrada y el calor de salida del proceso productivo del proyecto se detalla a través de la Tabla 4.16 y 4.17.
- El cálculo del balance de energía se aprecia a través del Tabla 4.18.

Tabla 4.16

*Cálculo del calor de entrada del proceso productivo del proyecto.*

Ecuación del calor suministrado ( $Q_{SU}$ )	Datos	Calculo del calor suministrado ( $Q_{SU}$ )
		Reemplazando datos en la ecuación:
$Q_{SU} = V * P_e * C_e * (T_f - T_i)$	Datos:	$Q_{SU} = 10.5m^3 * 1600 \frac{Kg}{m^3} * 0.2 \frac{Kcal}{Kg \text{ } ^\circ C}$
Donde:	$V = 10.5 m^3$	$* (900 \text{ } ^\circ C - 15 \text{ } ^\circ C)$
$V =$ volumen ocupado por ladrillos	$P_e = 1600 \frac{kg}{m^3}$	$Q_{SU} = 2,973,600 \text{ Kcal}$
$P_e =$ peso específico de los ladrillos	$C_e = 0.2 \frac{Kcal}{Kg \text{ } ^\circ C}$	Donde, multiplicamos por las horas de operación
$C_e =$ calor específico de los ladrillos	$T_f = 900 \text{ } ^\circ C$	(24 horas)
$T_f =$ temperatura final	$T_i = 15 \text{ } ^\circ C$	$Q_{SU} = 2,973,600 \text{ Kcal} * (24hr/día)$
$T_i =$ temperatura inicial		$Q_{SU} = 71,366,400 \text{ Kcal/día}$

*Nota. A través de la tabla, se aprecia que el cálculo del calor suministrado permitirá apreciar el balance de energía del proceso productivo del proyecto. Fuente: (Cengel, 2007).*

Tabla 4.17

*Cálculo del calor de salida del proceso productivo del proyecto.*

Ecuación del calor perdido por las paredes por conducción ( $Q_p$ )	Datos	Calculo del calor perdido por las paredes ( $Q_p$ )
$Q_p = \frac{T_i - T_f}{\frac{1}{h_2 A_2} + \frac{L_1}{k_1 A_1} + \frac{L_2}{k_2 A_2} + \frac{L_3}{k_3 A_3} + \frac{1}{h_1 A_1}}$	Datos:	Reemplazando datos en la ecuación:
Donde:	A = (33.5, 35.5, 45.5,	$\frac{900\text{ }^\circ\text{C} - 15\text{ }^\circ\text{C}}{\frac{1}{7531.4\frac{\text{Kcal}}{\text{hr }^\circ\text{C}}} + \frac{0.15}{7500\frac{\text{Kcal}}{\text{hr }^\circ\text{C}}} + \frac{0.1}{7540\frac{\text{Kcal}}{\text{hr }^\circ\text{C}}} + \frac{0.1}{7540\frac{\text{Kcal}}{\text{hr }^\circ\text{C}}} + \frac{1}{7600\frac{\text{Kcal}}{\text{hr }^\circ\text{C}}}}$
A = área	48.5, 77.5)m <sup>2</sup>	$Q_p = 2,973,600$ Kcal
L = longitud	L = (1, 0.15, 0.30,	Donde, multiplicamos por las horas de operación (24 horas)
K= conductividad térmica	0.45, 1)m	$Q_p = 2,973,600$ Kcal*(24hr/día)
$T_f$ = temperatura final	K = 1.3 Kcal/mhr°C	$Q_p = 49,920,000$ Kcal/día
$T_i$ = temperatura inicial	$T_f = 900$ °C	
	$T_i = 15$ °C	
<b>Ecuación del calor perdido por los gases (<math>Q_G</math>)</b>	<b>Datos</b>	<b>Calculo del calor perdido por los gases (<math>Q_G</math>)</b>
$Q_G = Q_{CO_2} + Q_{O_2} + Q_{N_2} + Q_{H_2O} + Q_{H_2O_{ev}}$	Datos:	Reemplazando datos en la ecuación:
Donde:	$Q_{CO_2} = 129,896$ Kcal	$Q_G = 129,896 + 175,804 + 273,811 + 137,042 + 177,047$ (Kcal)
$Q_{CO_2}$ = calor perdido del dióxido de carbono	$Q_{O_2} = 175,804$ Kcal	$Q_G = 893,600$ Kcal
$Q_{O_2}$ = calor perdido del oxígeno	$Q_{N_2} = 273,811$ Kcal	Donde, multiplicamos por las horas de operación (24 horas)
$Q_{N_2}$ = calor perdido del nitrógeno	$Q_{H_2O} = 137,042$ Kcal	$Q_G = 893,600$ Kcal*(24hr/día)
$Q_{H_2O}$ = calor perdido del agua	$Q_{H_2O_{ev}} = 177,047$ Kcal	$Q_G = 21,446,400$ Kcal/día
$Q_{H_2O_{ev}}$ = calor perdido del agua evaporada		

*Nota. A través de la tabla, se aprecia que el calculo de los calores perdidos permitirá apreciar el balance de energía del proceso productivo del proyecto. Fuente: (Cengel, 2007).*

Tabla 4.18  
*Balace de energía.*

<b>CALOR DE ENTRADA (<math>Q_E</math>)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CALOR DE SALIDA (<math>Q_S</math>)</b>	<b>CANTIDAD</b>
Calor suministrado ( $Q_{SU}$ )	71, 366,400 Kcal/día	Calor perdido por las paredes ( $Q_P$ )	49, 920,000 Kcal/día
		Calor perdido por los gases ( $Q_G$ )	21, 446,400 Kcal/día
<b>TOTAL</b>	<b>71, 366,400 Kcal/día</b>	<b>TOTAL</b>	<b>71, 366,400 Kcal/día</b>

*Nota.* A través de la tabla, se aprecia el balance de energía del proceso productivo del proyecto, donde se cumple que el calor de entrada es igual al calor de salida ( $Q_E = Q_S$ ).

*Fuente:* (Cengel, 2007).

#### 4.6 DISTRIBUCIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO

La distribución y el diseño del proyecto, representan herramientas secuenciales y productivas, que sirven para complementar la labor de ingeniería, necesaria en la cuantificación de las inversiones en el proyecto y de los costos de operación (Balladares, Parada, & Montecinos, 2019).

##### 4.6.1 DISTRIBUCIÓN DEL PROYECTO

La distribución del proyecto, representa el dimensionamiento de las áreas físicas que conforman el proyecto.

El dimensionamiento adecuado para el proyecto se obtiene a través de los estudios de ingeniería realizados por la corporación COSUDE, en el documento denominado: Manual de ingeniería industrial para el sector ladrillero en Latinoamérica. (COSUDE, 2011)

A través de la Tabla 4.19, se aprecian tanto la distribución, el dimensionamiento y la descripción de las áreas físicas correspondientes al proyecto.

Tabla 4.19

*Distribución de las áreas físicas del proyecto.*

	<b>ÁREAS FÍSICAS</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Área 1	Área de recepción y de almacenamiento	2,250 m <sup>2</sup>	Destinada al almacenamiento de insumos y materia prima.
Área 2	Área del proceso productivo	1,800 m <sup>2</sup>	Destinada al procesamiento y obtención primaria del producto.
Área 3	Área de secado y cocción	5,400 m <sup>2</sup>	Destinada al proceso de secado y cocción del producto final.
Área 4	Área de recepción y almacenamiento del producto final	4,050 m <sup>2</sup>	Destinada al almacenamiento del producto terminado, listo para ser comercializado.
Área 5	Área auxiliar	2,250 m <sup>2</sup>	Destinada a oficinas de mantenimiento, servicios higiénicos, almacén de herramientas y otros.
Área 6	Área administrativa	675 m <sup>2</sup>	Destinada a oficinas administrativas y de ventas.
Área 7	Área de cantera	9,000 m <sup>2</sup>	Destinada a la extracción de materia prima para su posterior acopio.
Área 8	Área de acopio	2,400 m <sup>2</sup>	Destinada al almacenamiento de la materia prima extraída del área de cantera.
Área 9	Área de carguío	1,200 m <sup>2</sup>	Destinada al retiro y traslado de la materia prima almacenada en el área de acopio, con el objetivo de dar inicio al proceso productivo.
	<b>AREA TOTAL</b>	<b>31,425 m<sup>2</sup></b>	

*Nota. Una correcta distribución de las áreas físicas del proyecto asegura un progreso exitoso con respecto al proceso productivo y a las ventas del producto final en el mercado. Fuente: Elaboración propia.*

Con el objetivo de conseguir un mayor entendimiento sobre la distribución y el dimensionamiento de las áreas físicas propias al proyecto, se elaboran la Figura 4.18 y la Figura 4.19.

- A través de ambas figuras, se puede apreciar de manera gráfica e interactiva la distribución y el dimensionamiento de las áreas físicas propias al proyecto.

#### 4.6.2 DISEÑO DEL PROYECTO

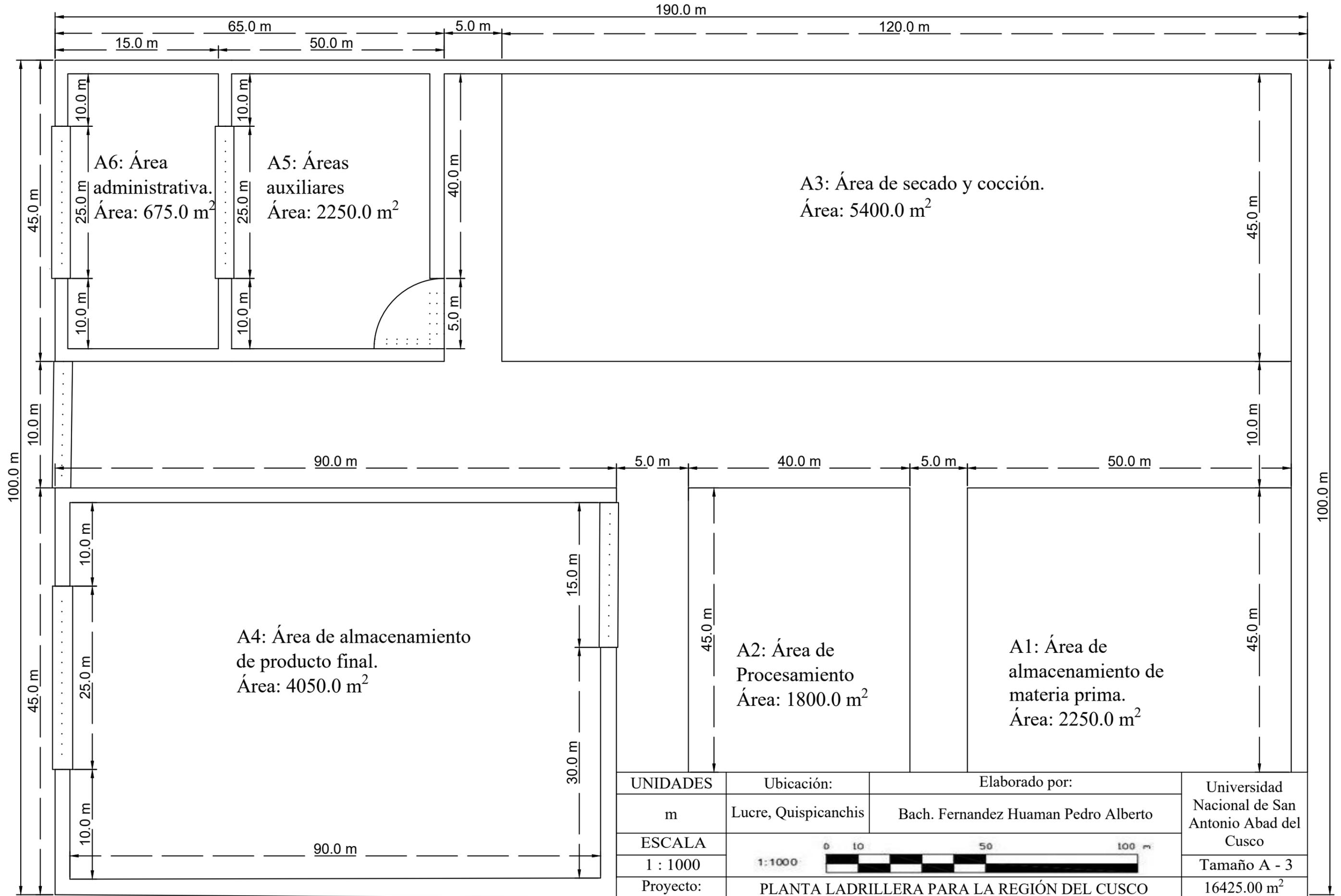
El diseño de un proyecto, representa el plan grafico de todo el proceso productivo que un proyecto desarrolla. (Arboleda, 2014)

- Ayuda a ilustrar las relaciones entre los principales componentes de un proyecto (materia prima, insumos, maquinarias, equipos, etc.).
- Se utiliza para documentar los procesos productivos, con el fin de lograr una mejora en la comprensión, el control de calidad y la capacitación de los empleados.
- Estandariza los procesos productivos, para obtener una mayor eficiencia y una mecanización óptima.
- Permite estudiar los procesos productivos para alcanzar periódicamente la mejora continua.
- Evidencia los procesos y operaciones innecesarias, cuellos de botella y otras ineficiencias.
- Permite crear procesos productivos nuevos o modelar procesos productivos mejores.

Para el caso del proyecto, el diseño se representa gráficamente a través de un diagrama de flujo (flow sheet), que se aprecia a través de la Figura 4.20.

Figura 4.18

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS FÍSICAS DEL PROYECTO



UNIDADES	Ubicación:	Elaborado por:	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
m	Lucre, Quispicanchis	Bach. Fernandez Huaman Pedro Alberto	
ESCALA			Tamaño A - 3
1 : 1000			Proyecto:
	PLANTA LADRILLERA PARA LA REGIÓN DEL CUSCO		

Figura 4.19

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS PROPIAS A LA MATERIA PRIMA

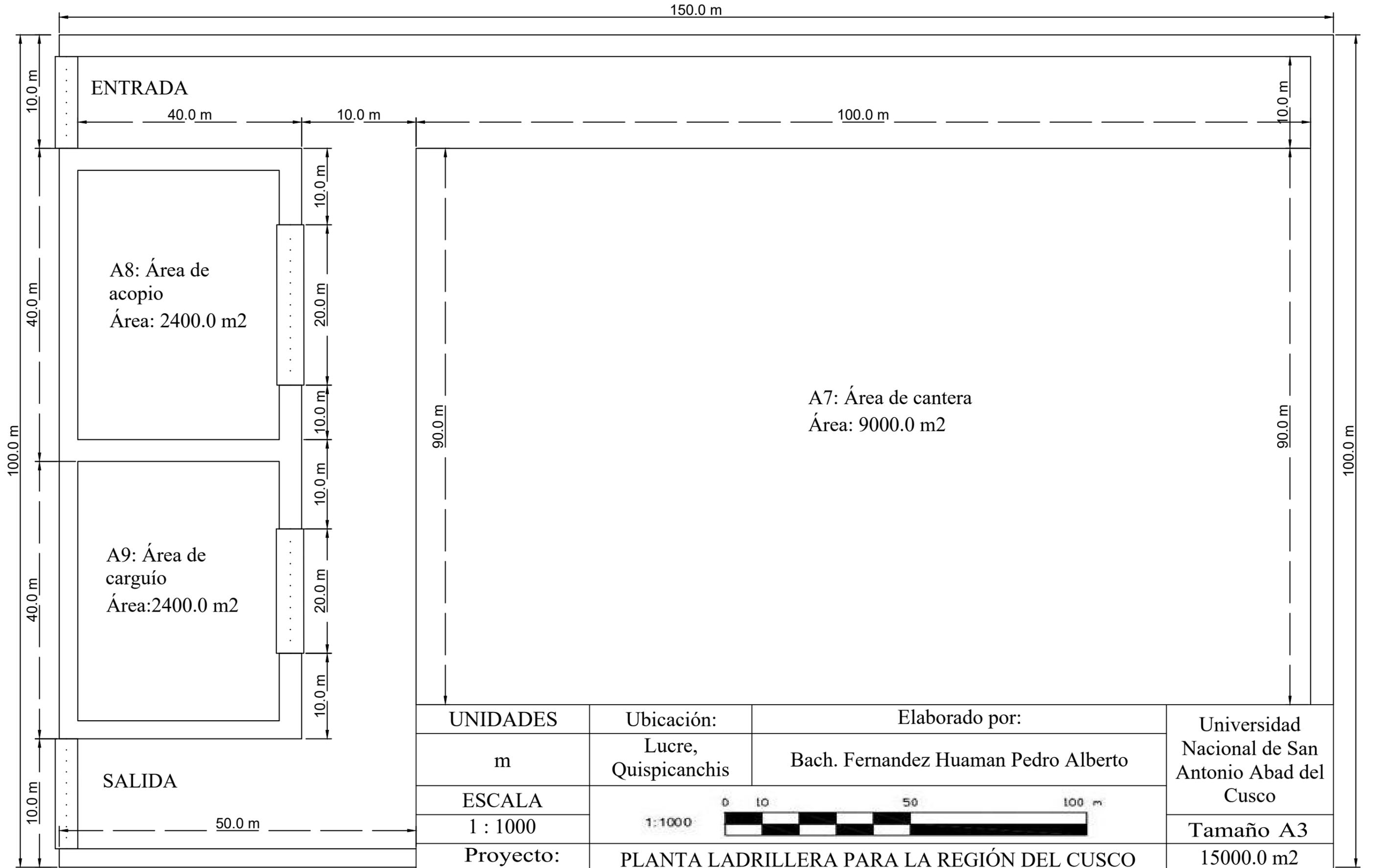
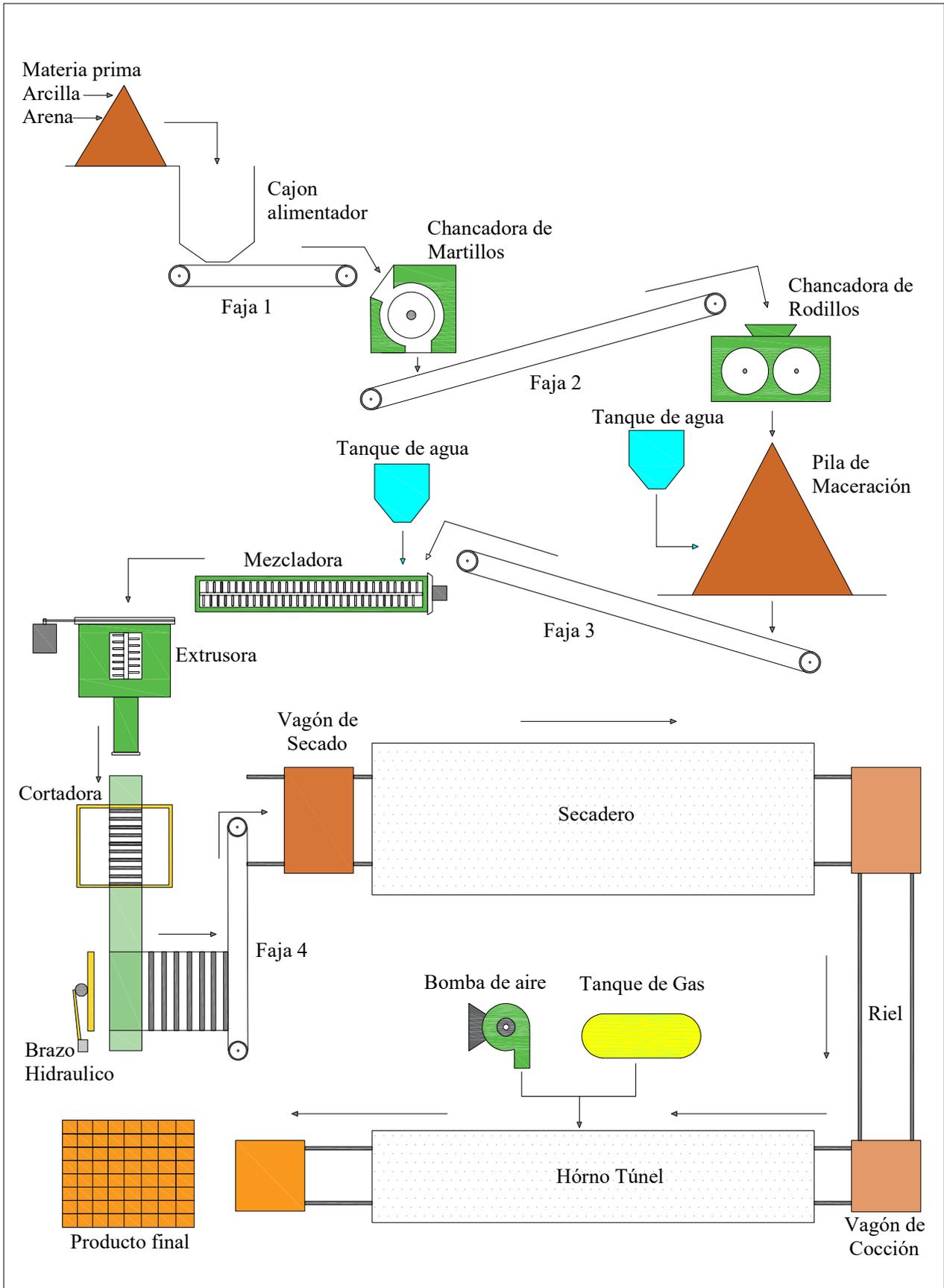


FIGURA 4.20  
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROYECTO



Escala:	Ubicación:	Elaborado por:	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Sin escala	Lucre, Quispicanchis	Bach. Fernandez Huaman Pedro Alberto	
Proyecto:	PLANTA LADRILLERA PARA LA REGION DEL CUSCO		

## CAPITULO V

### ORGANIZACIÓN Y PROGRAMA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

#### 5.1 ORGANIZACIÓN

La organización de un proyecto, se refiere al estilo de coordinación, comunicación y gestión que se mantiene con el equipo que conforma el proyecto a lo largo de su vida útil. En términos generales, la organización del proyecto tiene el objetivo de explicar la importancia del aspecto organizacional en la formulación del proyecto y en su posterior evaluación. (Arboleda, 2014)

#### 5.2 ORGANIZACIÓN LEGAL DEL PROYECTO

La organización legal de un proyecto define la identidad jurídica que se mantendrá para alcanzar un adecuado desarrollo, teniendo en cuenta:

- Las características propias del proyecto.
- El volumen de operaciones.
- La magnitud de la inversión requerida.
- El número de accionistas.

La organización legal que mantendrá el proyecto, se realiza de acuerdo a la selección del tipo de sociedad.

##### 5.2.1 TIPOS DE SOCIEDAD

Una sociedad, es un contrato por el que dos o más personas estipulan poner un capital y otros efectos en común, con el objeto de repartirse entre sí las ganancias o pérdidas que resulten de la especulación. (Coss Bu, 2012)

En tal sentido, para que el proyecto adopte una identidad jurídica, es necesario tipificar los cinco tipos tradicionales de sociedades actuales a través de la Tabla 5.1.

Tabla 5.1  
*Tipo de sociedades.*

<b>TIPO DE SOCIEDAD</b>	<b>ACCIONISTAS</b>	<b>ORGANIZACIÓN</b>	<b>CAPITAL Y ACCIONES</b>
Anónima (S.A.)	Mínimo: 5 Máximo: ilimitado	Se debe establecer: -Junta general de accionistas. -Gerencia. -Directorio.	Capital definido por aportes de cada socio. Se deben registrar las acciones en el Registro de Matrícula de Acciones. Las características, facilitan y estimulan el acceso de pequeños accionistas.
Anónima cerrada (S.A.C.)	Mínimo: 2 Máximo: 20	Se debe establecer: -Junta general de accionistas. -Gerencia. -Directorio (opcional).	Capital definido por aportes de cada socio. Se deben registrar las acciones en el Registro de Matrícula de Acciones.
Anónima abierta (S.A.A.)	Mínimo: 750	Se debe establecer: -Junta general de accionistas. -Gerencia. -Directorio.	Más del 35% del capital pertenece a 175 o más accionistas. Debe haber hecho una oferta pública primaria de acciones u obligaciones convertibles en acciones. Deben registrar las acciones en el Registro de Matrícula de Acciones
Comercial de responsabilidad limitada (S.R.L.)	Mínimo: 2 Máximo: 20	Normalmente empresas familiares pequeñas.	Capital definido por aportes de cada socio. Se debe inscribir en Registros Públicos.
Empresario individual de responsabilidad limitada (E.I.R.L.)	Máximo: 1	Una sola persona figura como gerente general y socio.	Capital definido por aportes del único aportante.

*Nota. Fuente: (Arboleda, 2014)*

Finalmente, el proyecto decide adoptar la estructura legal del tipo: “Sociedad Anónima (S.A.)”, debido a que las características de este tipo de sociedad se adecuan mejor a la naturaleza del proyecto.

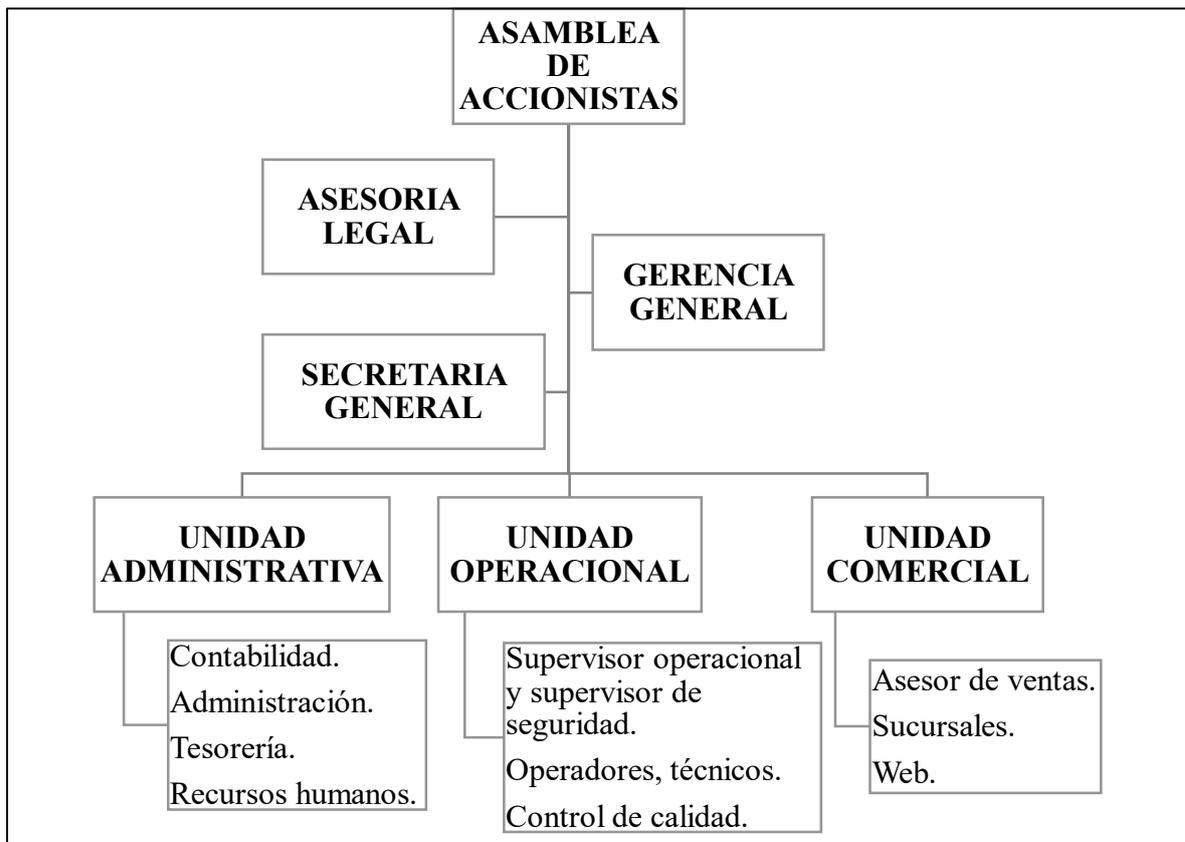
## 5.2.2 ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

El organigrama del proyecto se elabora a partir de la adopción de la identidad jurídica. El proyecto adoptó el tipo de “Sociedad Anónima” (S.A.), por lo tanto su organigrama estará fiscalizado y regulado por los ministerios e instituciones legales de las sociedades mercantiles.

El organigrama del proyecto se aprecia a través de la Figura 5.1.

Figura 5.1

*Organigrama del proyecto.*



*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

### 5.2.3 FUNCIONES Y PERFILES DE PUESTOS DEL PROYECTO

A continuación, las principales funciones y perfiles de cada puesto:

- Gerente general: encargado de organizar, controlar y liderar las operaciones de la empresa. Elaborando estrategias para la toma de decisiones que permitan el crecimiento de la empresa. El perfil requerido es el siguiente:
  - o Experiencia mínima de 5 años en administración de industrias ladrilleras.
  - o Licenciado de la carrera de Administración, Ingeniería Industrial o afines.
  - o Contar con estudios de postgrado.
  
- Jefe de Administración y Finanzas: encargado de elaborar, ejecutar y coordinar el presupuesto asignado. Elaborando reportes y análisis financieros. El perfil requerido es el siguiente:
  - o Experiencia mínima de 3 años en administración.
  - o Licenciado de la carrera de Administración, Ingeniería Industrial o Contabilidad.
  
- Asistente Administrativo.: estará a cargo del proceso de reclutamiento de personal y de ejecutar los pagos a planilla. Así como se encargará de llevar el registro y control de las vacaciones y contrataciones. El perfil es el siguiente:
  - o Experiencia mínima 1 año en cargo de asistente de Recursos Humanos.
  - o Egresado de la carrera de Administración, Ingeniería Industrial o afines.
  - o Conocimiento en elaboración de planillas y contrato de personal.

- Jefe de Producción y Logística: encargado de supervisar el proceso de producción, identificando mejoras que se puedan realizar para garantizar una mejora continua. Así como gestionar los stocks de materias primas y producto terminado. El perfil es el siguiente:
  - o Experiencia mínima de 3 años en supervisión de líneas de producción.
  - o Egresado de la carrera de Administración, Ingeniería Industrial o afines.
  - o Experiencia en planeamiento de la producción y logística.
- Supervisor de calidad: encargado de inspeccionar la calidad de los lotes terminados y los productos en proceso, corroborando el cumplimiento de las normas de fabricación de ladrillos y la calidad de los procesos. El perfil es el siguiente:
  - o Experiencia mínima de 2 años como asistente de calidad.
  - o Egresado de la carrera de Ingeniería Metalurgica, Industrial o afines.
  - o Conocimientos de normas técnicas para elaboración de ladrillos.
- Operarios: encargados de operar las máquinas para elaborar el producto. El perfil es el siguiente:
  - o Técnicos en operación de máquinas.
  - o Experiencia en industrias similares de producción.
- Encargado de Almacén: supervisar la ubicación y ordenamientos de los productos en almacén. Así como controlar la recepción de materia prima y entrega de productos terminados, manteniendo un registro de stocks. El perfil es el siguiente:

- o Experiencia mínima de 1 año en gestión de almacenes.
  - o Estudios técnicos
- Jefe de Ventas y Marketing: controlar los planes de ventas, desarrollar estrategias de marketing para dar a conocer los productos, incrementar las ventas e impulsar la marca.
  - o Experiencia mínima de 3 años en Marketing y Ventas.
  - o Egresado de la carrera de Marketing, Administración o Ingeniería Industrial.
  - o Estudios de postgrado en Marketing y Ventas.
- Ejecutivo de Ventas: dar seguimiento a las órdenes de compra, elaboración de reporte de ventas, análisis de indicadores y apoyo en la gestión de cobranzas. El perfil es el siguiente:
  - o Experiencia mínima de 1 año en ventas.
  - o Egresado de la carrera de ingeniería industrial, administración o afines.
  - o Estudios de especialización en ventas.
- Asistente de Marketing: análisis de mercado y estudio de la competencia, apoyo en el diseño de las estrategias de marketing que favorezcan el posicionamiento del producto. El perfil es el siguiente:
  - o Experiencia mínima de 1 año en el área de Marketing.
  - o Egresado de la carrera de ingeniería industrial, marketing o afines.

### 5.3 CALCULO DEL NÚMERO DE TRABAJADORES DEL PROYECTO

Para determinar el número de trabajadores que necesitara el proyecto se utiliza la ecuación (5.1).

$$N^{\circ}_{\text{Total}} = \frac{N^{\circ}t * N^{\circ}pt}{N^{\circ}dt} \quad (5.1)$$

Donde:

$N^{\circ}_{\text{Total}}$  = número total de trabajadores

$N^{\circ}t$  = número de turnos por día

$N^{\circ}pt$  = número de puntos de trabajo

$N^{\circ}dt$  = número de días de trabajo

Para calcular el número de trabajadores, se utilizan los datos del proyecto que se aprecian a través de la Tabla 5.2.

Tabla 5.2  
*Datos del proyecto.*

DATOS	CANTIDAD	TOTAL POR AÑO
Numero de turnos por día	2	700
Número de puntos de trabajo	12	12
Número de días de trabajo	350	350

*Nota. Fuente: Elaboración propia*

Reemplazando los datos en la ecuación (5.1):

$$N^{\circ} T = \frac{700 * 12}{350}$$

$$N^{\circ} T = 24$$

El número de trabajadores que integraran el proyecto es de 24 personas. Este dato servirá para realizar el cálculo del costo de los salarios.

### 5.3.1 CÁLCULO DEL COSTO DE LOS SALARIOS

Para determinar el costo de los salarios de los trabajadores del proyecto, es necesario conocer el número de trabajadores que integraran el proyecto. Y también se requiere información sobre el sueldo regular que se percibe por cargo, de acuerdo al mercado laboral.

El cálculo de los costos de los salarios se aprecia a través de la Tabla 5.3.

Tabla 5.3  
*Salarios de los trabajadores del proyecto.*

<b>CARGO</b>	<b>TRABAJADORES</b>	<b>SALARIO*MES (USD)</b>	<b>SALARIO*AÑO (USD)</b>
Gerente general	1	1,630.00	22,820.00
Subgerente	1	1,200.00	16,800.00
Jefes de áreas	3	1,000.00	42,000.00
Operadores directos	6	800.00	67,200.00
Operadores indirectos	13	600.00	109,200.00
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>5,230.00</b>	<b>278,020.00</b>

*Nota. Se debe tener presente que la asignación mensual del salario, incluye la totalidad de las prestaciones sociales de ley. Fuente: Elaboración propia*

El cálculo total de los salarios de los trabajadores del proyecto, será incluido en los costos fijos del proyecto.

## 5.4 PROGRAMA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El programa para la ejecución del proyecto, se refiere al cronograma de actividades que el proyecto deberá de ejecutar hasta antes de entrar a su etapa operativa. (Coss Bu, 2012)

La elaboración de este programa, requiere realizar una lista de las actividades del proyecto e incluir la duración de cada actividad. Para el caso del proyecto, la lista de las actividades y su duración, se aprecian a través de la Tabla 5.4.

- En base a la elaboración de la Tabla 5.4, se procede a elaborar el cronograma de actividades para la ejecución del proyecto.

### 5.4.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El cronograma de actividades para la ejecución del proyecto, es un plan que detalla todas las actividades implicadas en el proyecto, así como detalla el plazo para ejecutar cada una de ellas.

El objetivo de la elaboración de un cronograma, es para que la organización que integra un proyecto, conozca la programación detallada de cuándo se llevará a cabo cada actividad del proyecto.

- Para el caso del proyecto, el cronograma de actividades se desarrolla en base a la Tabla 5.4.
- La duración total para la ejecución de las actividades del proyecto es de 12 meses.
- La elaboración del cronograma de actividades para la ejecución del proyecto se aprecia a través de la Tabla 5.5.

*Tabla 5.4*

*Lista de las actividades del proyecto y su duración.*

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DURACION (MESES)</b>
1. ESTABLIR LA ORGANIZACIÓN QUE EJECUTE EL PROYECTO	
1.1 Convocatoria en la prensa	2
1.2 Entrevista, selección y decisión final	2
2. SELECCIONAR LA TECNOLOGÍA	
2.1 Visita a fabricantes de equipos	2
2.2 Estudio y decisión final	2
3. ESTUDIOS TÉCNICOS DETALLADOS	
3.1 Diseño y cálculo de edificaciones	3
4. PREPARACIÓN DE LICITACIONES	
4.1 Licitación de equipos	2
5. FINANCIACIÓN DEL PROYECTO	
5.1 Gestiones con entidades bancarias	3
6. ADQUISICIÓN DE TERRENOS	
6.1 Medición y estudio de suelos	3
7. INTERVENTORÍA O SUPERVISIÓN	
7.1 Suministro e instalaciones	3
8. ESTABLIR LA ORGANIZACIÓN QUE OPERE EL PROYECTO	
8.1 Entrevista y selección de personal	2
8.2 Capacitación personal	3
9. COMERCIALIZACIÓN PREVIA A LA PRODUCCIÓN	
9.1 Gestiones con empresas demandantes y distribuidores	3
10. APROBACIONES REQUERIDAS	
10.1 Obtener licencia ambiental	3

*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 5.5

*Cronograma de actividades para la ejecución del proyecto.*

ACTIVIDAD	DURACIÓN (MESES)	MESES						HOLGURA (MESES)
		2	4	6	8	10	12	
1. ESTABLECER LA ORGANIZACIÓN QUE EJECUTE EL PROYECTO								
1.1 Convocatoria en la prensa	2	■						0
1.2 Entrevista, selección y decisión final	2		■	■				1
2. SELECCIONAR LA TECNOLOGÍA								
2.1 Visita a fabricantes de equipos	2		■					0
2.2 Estudio y decisión final	2			■	■			1
3. ESTUDIOS TÉCNICOS DETALLADOS								
3.1 Diseño y cálculo de edificaciones	3	■	■	■				1
4. PREPARACIÓN DE LICITACIONES								
4.1 Licitación de equipos	2		■					0
5. FINANCIACIÓN DEL PROYECTO								
5.1 Gestiones con entidades bancarias	3			■	■	■		1
6. ADQUISICIÓN DE TERRENOS								
6.1 Medición y estudio de suelos	3		■	■	■			1
7. INTERVENTORÍA O SUPERVISIÓN								
7.1 Suministro e instalaciones	3		■	■	■			1
8. ESTABLECER LA ORGANIZACIÓN QUE OPERE EL PROYECTO								
8.1 Entrevista y selección de personal	2		■					0
8.2 Capacitación personal	3			■	■	■		2
9. COMERCIALIZACIÓN PREVIA A LA PRODUCCIÓN								
9.1 Gestiones con empresas demandantes y distribuidores	3					■	■	1
10. APROBACIONES REQUERIDAS								
10.1 Obtener licencia ambiental	3				■	■	■	1

*Nota. En la tabla se aprecia que los casilleros de color ■ representan una actividad prioritaria. Y los casilleros de color □ representan una actividad no prioritaria.*

*Fuente: Elaboración propia.*

## CAPITULO VI

### INVERSIONES EN EL PROYECTO

#### 6.1 INVERSIÓN EN EL PROYECTO

La inversión en el proyecto, se refiere a todos los costos en los que se debe de incurrir para llevar a cabo el proyecto. Estos costos de inversión se calculan a través de los costos de inversión (CAPEX), los cuales se encuentran constituidos por los costos directos, los costos indirectos y las contingencias. (Coss Bu, 2012)

Para determinar de los costos directos, los costos indirectos y las contingencias de todo proyecto de inversión, se emplean “índices de estimación”.

Los “índices de estimación”, son obtenidos de fuentes de información utilizadas en la preparación de presupuestos para proyectos de inversión, como el: “Manual de Evaluación Técnico – Económica de Proyectos de Inversión”, del Instituto Tecnológico de España.

Una vez que se determinan los costos directos, los costos indirectos y las contingencias del proyecto, se obtiene el CAPEX.

#### 6.2 COSTOS DIRECTOS

Los costos directos, se encuentran conformados por todos los costos que mantienen una relación directa con el proceso productivo del proyecto. (Sapag Chain, 2013)

Los costos directos se encuentran conformados por:

- El costo de los equipos
- El costo de transporte
- El costo de construcción y montaje

Para el caso del proyecto, determinar los costos directos, parte primero de estimar el costo total de los equipos para el proyecto, cuyo resumen detallado de costos se aprecia través de la Tabla 6.1.

Tabla 6.1

*Costo de los equipos para la producción de ladrillos.*

<b>EQUIPO</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>COSTO (USD)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Cajón alimentador de gruesos	30 Ton/h	17,000.00	Motor 20 hp
Faja transportadora 1	30 Ton/h	4,500.00	Motor 20 hp
Molino de martillos	30 Ton/h	25,000.00	Motor 60hp
Faja alimentadora 2	30 Ton/h	4,500.00	Motor 20 hp
Molino de rodillos (laminador)	30 Ton/h	25,000.00	Motor 40hp
Faja transportadora 3	30 Ton/h	4,500.00	Motor 20 hp
Mezcladora	30 Ton/h	25,000.00	Motor 40 hp
Extrusora	30 Ton/h	30,000.00	Motor 100 hp
Cortadora	30 Ton/h	20,000.00	Motor 20 hp
Brazo hidráulico		30,000.00	
Horno túnel	20000 u/día	250,000.00	
Tanque de agua	2000 L	10,000.00	
Tanque de gas		50,000.00	
<b>TOTAL</b>		<b>495,500.00</b>	

*Nota. A través de la tabla se aprecia que los costos detallados corresponden a cotizaciones referenciales según el mercado. Fuente: Elaboración propia.*

Utilizando el costo total de los equipos de la Tabla 6.1, se determina el costo de transporte y el costo de construcción y montaje a través de la Tabla 6.2 .Aplicando índices de estimación correspondientes para cada costo.

Tabla 6.2

*Costo para transporte, construcción y montaje.*

<b>COSTO DE LOS EQUIPOS (USD)</b>	<b>COSTOS A DETERMINAR (USD)</b>	<b>ÍNDICE DE ESTIMACIÓN</b>	<b>TOTAL (USD)</b>
<b>495,500.00</b>	Transporte	4.8 %	<b>23,784.00</b>
<b>495,500.00</b>	Construcción y montaje	8.3 %	<b>41,126.50</b>

*Nota. Fuente: (Instituto Tecnológico de España, 2007)*

El costo de los equipos, el costo de transporte y el costo de construcción y montaje, se encuentran integrados por los siguientes Ítems:

- Ítem civil, estructural, tuberías, electricidad e instrumentación.

Y para determinar el costo de cada ítem se aplican los índices de estimación correspondientes. Los cálculos se aprecian a través de las Tablas 6.3, Tabla 6.4 y Tabla 6.5.

Tabla 6.3

*Costos de los ítems de los equipos*

<b>COSTO DE LOS EQUIPOS (USD)</b>	<b>ITEM DE LOS EQUIPOS</b>	<b>ÍNDICE DE ESTIMACIÓN</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
495,500.00	Civil	0.1 %	495.50
495,500.00	Estructural	15.4 %	7,6307.00
495,500.00	Tuberías	7 %	34,685.00
495,500.00	Electricidad	10 %	49,550.00
495,500.00	Instrumentación	1.5 %	7,432.50
<b>TOTAL (USD)</b>			<b>168,470.00</b>

*Nota. Fuente: (Instituto Tecnológico de España, 2007)*

Tabla 6.4

*Costo de los ítems de transporte.*

<b>COSTO DE TRANSPORTE (USD)</b>	<b>ITEM DE TRANSPORTE</b>	<b>ÍNDICE DE ESTIMACIÓN</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
2,3784.00	Tuberías	1.6 %	380.544
2,3784.00	Electricidad	6 %	1,427.04
2,3784.00	Instrumentación	0.9 %	214.06
<b>TOTAL (USD)</b>			<b>2,021.64</b>

*Nota. Fuente: (Instituto Tecnológico de España, 2007)*

Tabla 6.5

*Costo de los ítems de construcción y montaje.*

<b>COSTO DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE (USD)</b>	<b>ITEM DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE</b>	<b>ÍNDICE DE ESTIMACIÓN</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
41,126.50	Terrenos	60 %	24,675.90
41,126.50	Civil	110 %	45,239.15
41,126.50	Estructural	70.3 %	28,911.93
41,126.50	Arquitectura	38.4 %	15,792.58
41,126.50	Tuberías	62 %	25,498.43
41,126.50	Electricidad	27.4 %	11,268.66
41,126.50	Instrumentación	20.6 %	8,472.06
<b>TOTAL (USD)</b>			<b>159,858.71</b>

*Nota. Fuente: (Instituto Tecnológico de España, 2007)*

Finalmente: el costo total de los equipos, el costo total de transporte y el costo total de construcción y montaje; junto a sus respectivos ítems, se resumen a través de la Tabla 6.6, que corresponde a la tabla de los costos directos del proyecto.

Tabla 6.6

*Costos directos del proyecto.*

	<b>COSTO DE LOS EQUIPOS (USD)</b>	<b>COSTO DE TRANSPORTE (USD)</b>	<b>COSTO DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE (USD)</b>	<b>TOTAL (USD)</b>
<b>COSTO (USD)</b>	495,500.00	23,784.00	41,126.50	560,410.50
<b>COSTO DE ITEM (USD)</b>	168,470.00	2,021.64	159,858.71	330,350.35
<b>TOTAL (USD)</b>	663,970.00	25,805.64	200,985.21	<b>890,760.85</b>

*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

### 6.3 COSTOS INDIRECTOS

Los costos indirectos, son todos aquellos costos que no se incorporan de forma directa al proceso productivo del proyecto, pero forman parte independiente de él, como por ejemplo: los impuestos, el consumo de energía eléctrica, etc. (Sapag Chain, 2013).

Para el caso del proyecto, los costos indirectos se determinan sobre el total de los costos directos. Aplicando los correspondientes índices de estimación.

Los costos indirectos del proyecto, se aprecian a través de la Tabla 6.7.

Tabla 6.7

*Costos indirectos del proyecto.*

<b>COSTOS DIRECTOS DEL PROYECTO (USD)</b>	<b>ÍNDICES DE ESTIMACIÓN PARA LOS COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS DEL PROYECTO (USD)</b>
890,760.85	15 % de los costos directos para operación.	133,614.13
890,760.85	3 % de los costos directos para infraestructura.	26,722.83
890,760.85	10 % de los costos directos para puesta en marcha.	89,076.08
<b>TOTAL (USD)</b>		<b>249,413.04</b>

*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

## 6.4 CONTINGENCIAS

Las contingencias se definen como el porcentaje de sobrecostos que se aplica al proyecto a fin de salvaguardarlo frente a posibles riesgos no identificados. (Coss Bu, 2012)

Para el caso del proyecto, el cálculo de las contingencias requiere el análisis de riesgo probabilístico desarrollado por el Manual de Evaluación Técnico – Económica de Proyectos de Inversión. En el cual se sugiere aplicar el 30% de las contingencias sobre el subtotal de los costos directos e indirectos del proyecto.

La Tabla 6.8 resume esta estimación.

Tabla 6.8  
*Contingencias del proyecto.*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TOTAL (USD)</b>
Costos directos (USD)	890,760.85
Costos indirectos (USD)	249,413.04
Subtotal (USD)	1,140,173.88
<b>Contingencias al 30%</b>	<b>342,052.16</b>
<b>(USD)</b>	

*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

## 6.5 EL CAPEX DEL PROYECTO

Una vez determinados los costos directos, los costos indirectos y las contingencias del proyecto, se procede a resumir el CAPEX del proyecto. A través de la Tabla 6.9 y a través de la Figura 6.1.

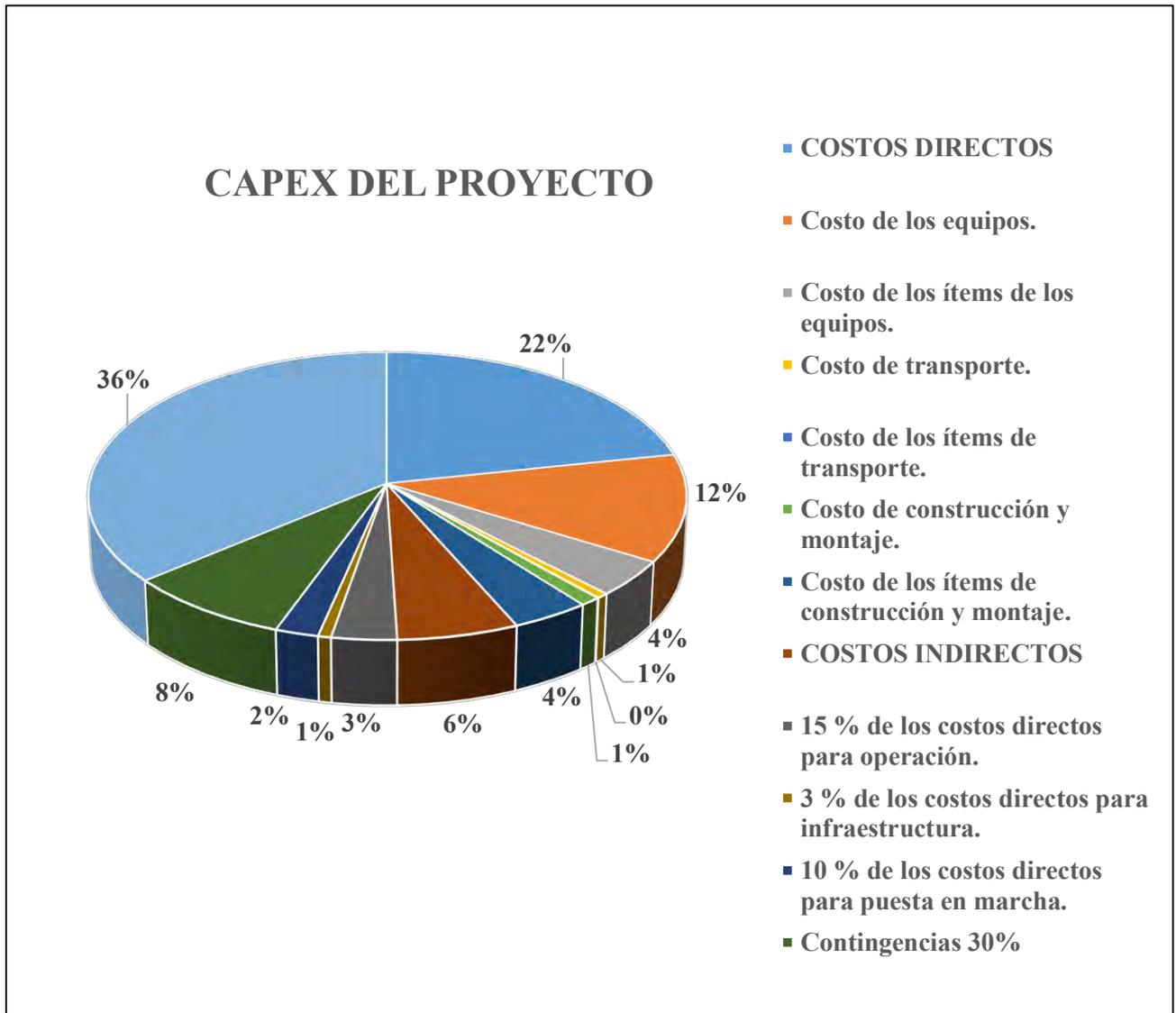
Tabla 6.9  
*CAPEX del proyecto.*

DESCRIPCION	TOTAL (USD)
<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>890,760.85</b>
✓ Costo de los equipos.	495,500.00
✓ Costo de los ítems de los equipos.	168,470.00
✓ Costo de transporte.	23,784.00
✓ Costo de los ítems de transporte.	2,021.64
✓ Costo de construcción y montaje.	41,126.50
✓ Costo de los ítems de construcción y montaje.	159,858.71
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>249,413.04</b>
✓ 15 % de los costos directos para operación.	133,614.13
✓ 3 % de los costos directos para infraestructura.	26,722.83
✓ 10 % de los costos directos para puesta en marcha.	89,076.08
<b>CONTINGENCIAS 30%</b>	<b>342,052.16</b>
<b>TOTAL (USD)</b>	<b><math>\Sigma = 1,482,226.05</math></b>

*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

Figura 6.1

Grafica de CAPEX del proyecto.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO VII

### COSTOS DE OPERACIÓN DEL PROYECTO

#### 7.1 COSTOS DE OPERACIÓN

Los costos de operación, se refieren a todos los gastos necesarios en los que un proyecto debe de incurrir con el objetivo de mantenerse operativo. Estos gastos comprenden toda la vida útil del proyecto desde su puesta en marcha. (Arboleda, 2014)

Los costos de operación (OPEX), se encuentran conformados por los costos variables y por los costos fijos.

#### 7.2 COSTOS VARIABLES

Los costos variables, se encuentran conformados por todos aquellos gastos en los que se incurren de manera directa, respecto al nivel de producción que se obtenga del proyecto. (Arboleda, 2014)

Para el caso del proyecto, los costos variables se determinan a través de la Tabla 7.1. La cual contiene:

- Los costos referenciales de la extracción de materia prima, dependientes del nivel de producción del proyecto.
- Los costos referenciales de los procesos de acopio, molienda, extracción, secado y cocción, dependientes del nivel de producción del proyecto.
- Los equipos de protección personal de los trabajadores que integraran el proyecto (entre trabajadores directos e indirectos), de dependientes del nivel producción del proyecto.

Tabla 7.1

*Costos variables del proyecto.*

ÍTEM	COSTO (USD)/UNIDAD	CANTIDAD	COSTO ANUAL (USD)
1. EXPLOTACIÓN DE MATERIA PRIMA			
1.1 Equipos de extracción	2,500 USD/mes	12 meses	30,000.00
1.2 Suministros de extracción	1,000 USD/mes	12 meses	12,000.00
1.3 Servicios de extracción	1,500 USD/mes	12 meses	18,000.00
2. ACOPIO Y MOLIENDA			
2.1 Energía eléctrica	1,500 USD/mes	12 meses	18,000.00
2.2 Combustible diésel	4.5 USD/galón	15 gal*350 días	23,625.00
3. EXTRUCCIÓN			
3.1 Energía eléctrica	1,500 USD/mes	12 meses	18,000.00
4. SECADO Y COCCIÓN			
4.1 Gas natural	3 USD/MMBTU	65 MMBTU* 350 días	68,250.00
4.2 Energía eléctrica	2,500 USD/mes	12 meses	30,000.00
5. PERSONAL			
5.1 EPP's (2 veces por año)	30 USD/persona	24 personas	1,440.00
<b>TOTAL (USD)</b>			<b>219,315.00</b>

*Nota. A través de la tabla se aprecia que los costos detallados corresponden a cotizaciones referenciales según el mercado. Fuente: Elaboración propia.*

### 7.3 COSTOS FIJOS

Los costos fijos, se encuentran conformados por todos aquellos gastos que siempre se tendrán que pagar, independientemente del nivel de producción que se obtenga en el proyecto. (Arboleda, 2014)

Para el caso del proyecto, los costos fijos se determinan a través de la Tabla 7.2. La cual contiene:

- Los costos referenciales de los suministros de operación y de los suministros de mantenimiento, independientes del nivel producción del proyecto.
- El salario de los trabajadores que integraran el proyecto (entre trabajadores directos e indirectos), independientes del nivel producción del proyecto.

Tabla 7.2

*Costos fijos del proyecto.*

<b>ÍTEM</b>	<b>COSTO (USD)/UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO ANUAL (USD)</b>
<b>SUMINISTROS DE OPERACIÓN</b>			<b>16,800.00</b>
Servicio de telefonía	200 USD/mes	12 meses	2,400.00
Servicio de seguros	500 USD/mes	12 meses	6,000.00
Impuestos	700 USD/mes	12 meses	8,400.00
<b>SUMINISTROS DE MANTENIMIENTO</b>			<b>3,200.00</b>
Servicio de mantenimiento preventivo	300 USD/mes	Trimestral	1,200.00
Servicio de mantenimiento correctivo	500 USD/mes	Trimestral	2,000.00
<b>SALARIOS</b>			<b>258,020.00</b>
Gerente (1)	1,630 USD/mes	14 meses	22,820.00
Sub gerente (1)	1,200 USD/mes	14 meses	16,800.00
Jefes de áreas (3)	1,000 USD/mes	14 meses	42,000.00
Mano de obra directa (6)	800 USD/mes	14 meses	67,200.00
Mano de obra indirecta (13)	600 USD/mes	14 meses	109,200.00
<b>TOTAL (USD)</b>			<b>278,020.00</b>

*Nota. A través de la tabla se aprecia que los costos detallados corresponden a cotizaciones referenciales según el mercado. Fuente: Elaboración propia.*

## 7.4 CONTINGENCIAS

Las contingencias se definen como el porcentaje de los sobrecostos que se aplican al proyecto a fin de salvaguardarlo frente a posibles riesgos no identificados. (Coss Bu, 2012)

Para el caso del proyecto, el cálculo de las contingencias requiere del análisis de riesgo probabilístico desarrollado por el Manual de Evaluación Técnico – Económica de Proyectos de Inversión.

En el cual se sugiere aplicar el 5% de las contingencias sobre el subtotal de los costos variables y de los costos fijos del proyecto.

La Tabla 7.3 resume esta estimación.

Tabla 7.3  
*Contingencias del proyecto.*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TOTAL (USD)</b>
Total de los costos variables	219,315.00
Total de los costos fijos	278,020.00
SUB Total	497,335.00
<b>Contingencias al 5%</b>	<b>24,866.75</b>

*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

## 7.5 EL OPEX DEL PROYECTO

Una vez determinados los costos variables, los costos fijos y las contingencias del proyecto, se procede a resumir el OPEX del proyecto. A través de la Tabla 7.4 y a través de la Figura 7.1.

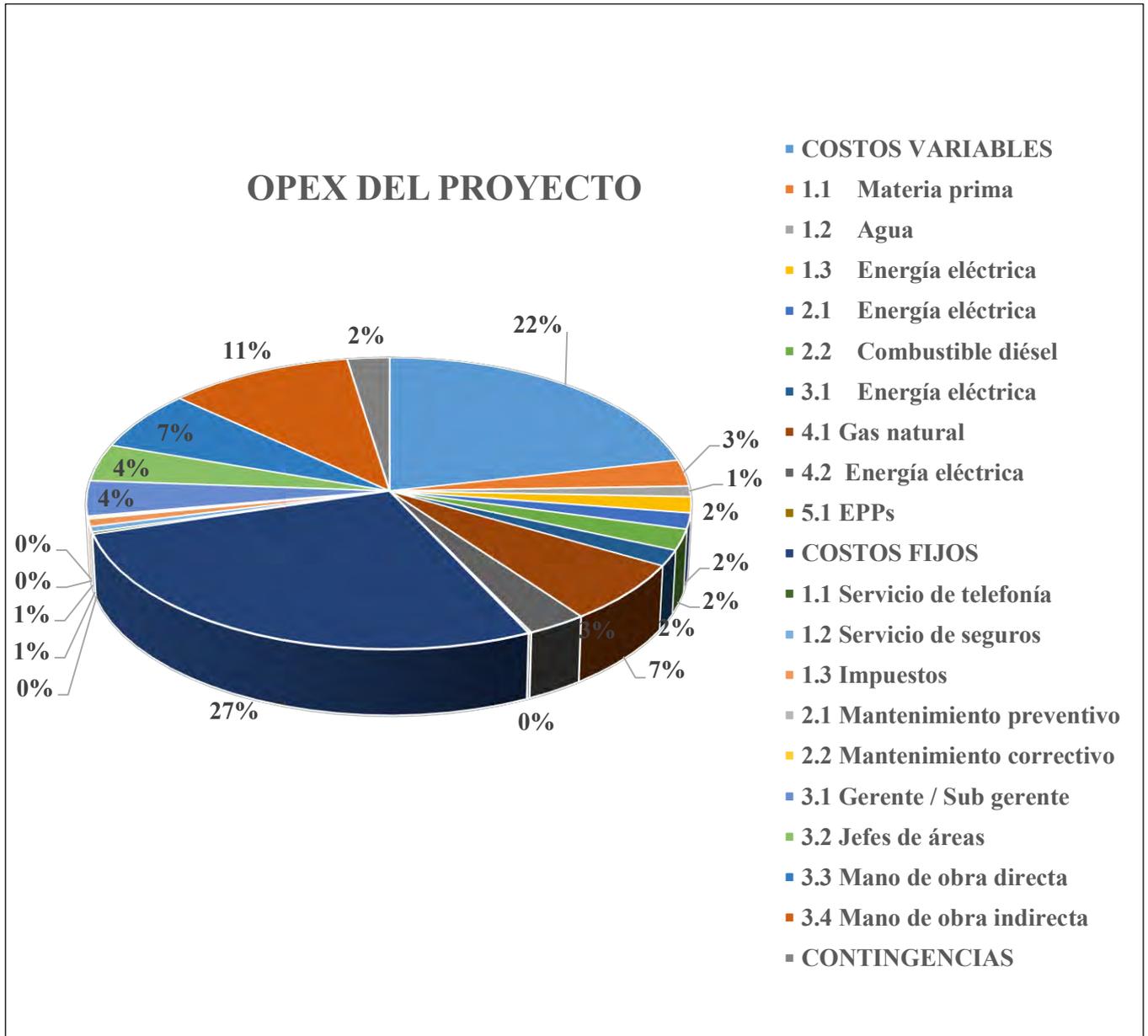
Tabla 7.4  
*OPEX del proyecto.*

DESCRIPCION		TOTAL (USD)
<b>COSTOS VARIABLES</b>		<b>219,315.00</b>
1. EXPLOTACIÓN	1.1 Equipos de extracción	30,000.00
DE MATERIA	1.2 Suministros de extracción	12,000.00
PRIMA	1.3 Servicios de extracción	18,000.00
2. ACOPIO Y	2.1 Energía eléctrica	18,000.00
MOLIENDA	2.2 Combustible diésel	23,625.00
3. EXTRUCCIÓN	3.1 Energía eléctrica	18,000.00
4. SECADO Y	4.1 Gas natural	68,250.00
COCCIÓN	4.2 Energía eléctrica	30,000.00
5. PERSONAL	5.1 EPPs	1,440.00
<b>COSTOS FIJOS</b>		<b>278,020.00</b>
1. SUMINISTROS DE OPERACIÓN	1.1 Servicio de telefonía	2,400.00
	1.2 Servicio de seguros	6,000.00
	1.3 Impuestos	8,400.00
2. SUMINISTROS DE MANTENIMIENTO	2.1 Mantenimiento preventivo	1,200.00
	2.2 Mantenimiento correctivo	2,000.00
3. SALARIOS	3.1 Gerente / Sub gerente	39,620.00
	3.2 Jefes de áreas	42,000.00
	3.3 Mano de obra directa	67,200.00
	3.4 Mano de obra indirecta	109,200.00
<b>CONTINGENCIAS 5%</b>		<b>24,866.75</b>
<b>TOTAL (USD)</b>	<b>TOTAL (USD)</b>	<b><math>\Sigma = 522,201.75</math></b>

*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

Figura 7.1

Grafica del OPEX del proyecto.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO VIII

### FINANCIACIÓN DEL PROYECTO

#### 8.1 FINANCIACIÓN DEL PROYECTO

La financiación del proyecto, identifica la totalidad de recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto a través de la magnitud de los costos, para así establecer cómo será financiado y cuál será la estructura de negociación de la entidad responsable de la financiación (Arboleda, 2014).

A través de la Tabla 8.1, se aprecia la magnitud de los costos totales del proyecto.

Tabla 8.1

*Costos totales del proyecto.*

	<b>MONTO (USD)</b>
<b>CAPEX</b>	
SUB TOTAL	1,482,226.05
<b>OPEX</b>	
SUB TOTAL	522,201.75
<b>TOTAL</b>	<b>2,004,427.80</b>

*Nota. Se aprecia que la magnitud de los costos totales para el proyecto es elevado.*

*Razón por la cual el proyecto recurre a fuentes de financiamiento externas. Fuente:*

*Elaboración propia.*

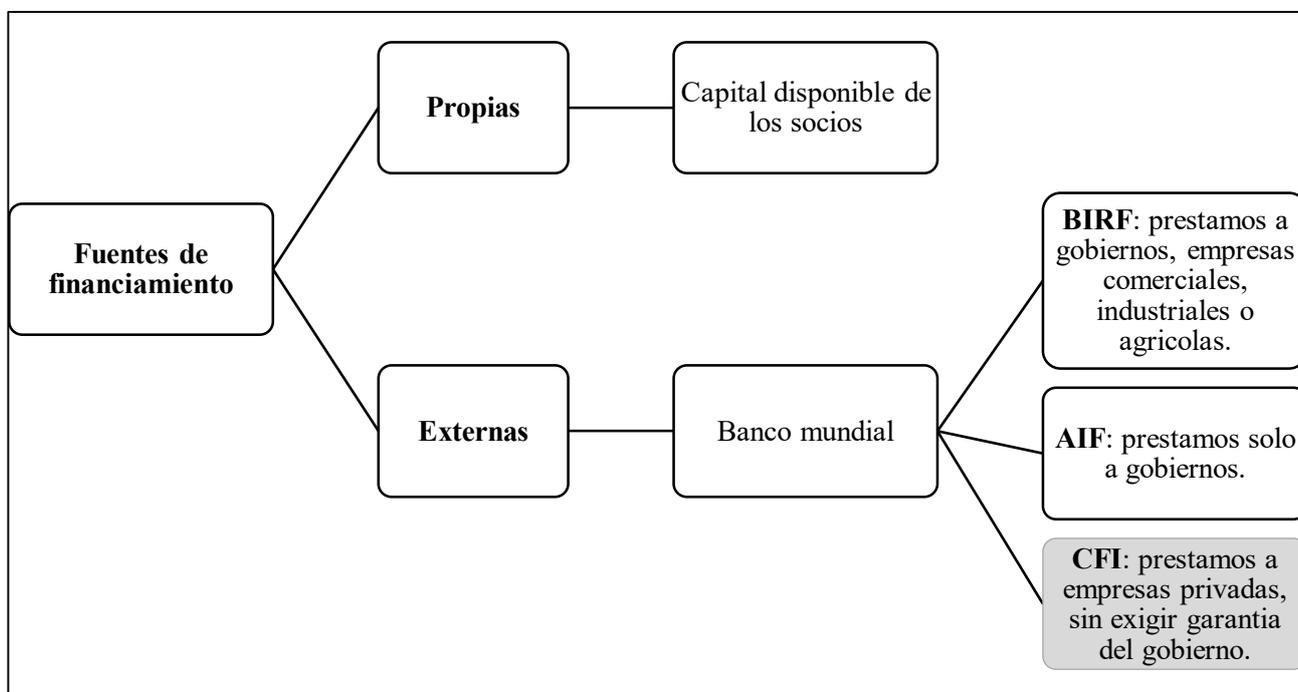
### 8.1.1 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Las fuentes de financiamiento, se encuentran conformadas por todas las entidades que ofrezcan préstamos o créditos para un fin concreto. Habitualmente se recurren a estas entidades cuando se necesita un préstamo que permita cumplir los objetivos de un proyecto.

A través de la Figura 8.1, se aprecian los tipos de fuentes de financiamiento.

Figura 8.1

*Tipos de fuentes de financiamiento.*



*Nota. Se aprecia que de las tres fuentes de financiamiento externas más conocidas que conforman al Banco mundial, la Corporación Financiera Internacional (CFI), se adecua de mejor manera a los propósitos del proyecto. Fuente: (Arboleda, 2014).*

### 8.2 ETAPAS DEL FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

El proceso de negociación del préstamo por parte de la Corporación Financiera Internacional (CFI) hacia el proyecto, requiere de las siguientes etapas:

- Determinación del proyecto. El CFI, desarrolla un estudio comparativo entre todos los sectores económicos que existen en el país y luego define el orden preferencial del proyecto, concluyendo si el proyecto en cuestión, contribuirá o no en el desarrollo económico y social de la zona.
- Formulación y evaluación del proyecto. En calidad de prestatario, el proyecto, ejecuta un estudio de pre-factibilidad y factibilidad del proyecto, con recursos propios, dirigidos hacia el CFI.
- Análisis evaluativo del proyecto por parte del CFI. El análisis se efectúa sobre los aspectos técnicos, económicos, comerciales, financieros, sociales y ambientales del proyecto.
- Etapa de negociación. El CFI aprueba los estudios de pre-factibilidad y factibilidad del proyecto, llegando a un acuerdo con el prestatario sobre la tasa de interés, los plazos y las cuotas.
- Supervisión. Por parte del CFI y el prestatario, con la finalidad de asegurar que el proyecto se ejecuta de acuerdo con lo previsto.

Al crédito aprobado por el CFI para el proyecto, le corresponde un plan de amortización, que considera los siguientes aspectos:

- Los costos del OPEX al 100%, hacienden a USD 522,201.75. Monto que será cubierto al 100% con recursos propios del proyecto.
- Los costos del CAPEX al 100%, hacienden a USD 1, 482,226.05. Monto que será financiado al 100% por el CFI.
- El CFI y el proyecto, acuerdan un 15% de interés anual para un plazo de 5 años, con un plan de amortización de cuotas constantes.

### 8.2.1 CÁLCULO DEL PLAN DE AMORTIZACIÓN

El cálculo para el plan de amortización del crédito del CFI para el proyecto, se describe a través de la siguiente secuencia:

En primer lugar, se calcula el valor de la cuota anual:

$$1,482,226.05 = A(P/A, 15\%, 5)$$

$$1,482,226.05 = A(3.352)$$

$$A = 442,191.50$$

La cuota anual “A”, tiene un valor constante de 442,191.50 USD.

En segundo lugar, se calculan los intereses sobre el saldo que tenga el crédito, entonces:

$$\text{Interés} = 1,482,226.05 (0.15) = 222,333.91 \text{ USD}$$

En tercer lugar se calcula el abono a capital, siendo:

$$\text{Abono a capital} = \text{cuota anual} - \text{intereses}$$

$$\text{Abono a capital} = 442,191.50 \text{ USD} - 222,333.91 \text{ USD} = 219,857.60 \text{ USD}$$

En cuarto lugar, se calcula el saldo, siendo:

$$\text{Saldo} = \text{saldo anterior} - \text{abono a capital}$$

$$\text{Saldo} = 1,482,226.05 \text{ USD} - 219,857.60 \text{ USD} = 1,262,368.40 \text{ USD}$$

En forma similar se continúa hasta llegar al quinto año de pago.

A través de la Tabla 8.2, se aprecia el plan de amortización de la deuda del proyecto con el CFI, a cuotas constantes.

Tabla 8.2

*Plan de amortización de la deuda.*

<b>AÑO</b>	<b>CUOTA ANUAL (USD)</b>	<b>INTERESES (USD)</b>	<b>ABONO A CAPITAL (USD)</b>	<b>SALDO (USD)</b>
<b>0</b>				1,482,226.00
<b>1</b>	442,191.50	222,333.90	219,857.60	1,262,368.40
<b>2</b>	442,191.50	189,355.30	252,836.30	1,009,532.10
<b>3</b>	442,191.50	151,429.80	290,761.70	718,770.40
<b>4</b>	442,191.50	107,815.60	334,376.00	384,394.40
<b>5</b>	442,191.50	57,659.20	384,532.40	-137.90
<b>6</b>	442,191.50	-20.70	442,212.20	-442,350.20
<b>7</b>	442,191.50	-663,52.50	508,544.10	-950,894.20
<b>8</b>	442,191.50	-142,634.10	584,825.70	-1,535,719.90
<b>9</b>	442,191.50	-230,358.00	672,549.50	-2,208,269.50
<b>10</b>	442,191.50	-331,240.40	773,432.00	-2,981,701.40

*Nota. Se aprecia que para el quinto año, la deuda adquirida por el proyecto se abra cancelado. Fuente: Elaboración propia.*

## CAPITULO IX

### PROYECCIONES FINANCIERAS

El presente capítulo, tiene el objetivo de desarrollar los estados financieros del proyecto, considerados de manera anual. Ello incluye el modelo de ingresos del proyecto y el análisis del punto de equilibrio. (Arboleda, 2014)

#### 9.1 MODELO DE INGRESOS DEL PROYECTO

El modelo de ingresos del proyecto, representa toda la generación de ingresos por parte de la planta ladrillera. Es decir, por la venta del producto denominado: Ladrillo de construcción del tipo King Kong.

- Para nuestro caso, no se genera un modelo de ingresos por subproductos del proceso productivo.

##### 9.1.1 CÁLCULO DEL MODELO DE INGRESOS

El modelo de ingresos que presenta el proyecto, se calcula a través de multiplicar el volumen de producción anual (según la capacidad de producción nominal) por el precio de venta, es decir:

$$\text{Modelo de ingresos} = \text{Volumen de producción}_{\text{capacidad nominal}} * \text{Precio de venta}$$

Entonces, se detalla que para el primer año de operación, la planta operara a un 80 % de su capacidad productiva nominal.

Reemplazando datos se aprecia:

$$\text{Modelo de ingresos} = 7,000,000 \text{ ladrillos}_{\text{al } 80\%} * 0.8 \text{ soles}$$

$$\text{Modelo de ingresos} = 5,600,000 \text{ ladrillos} * 0.8 \text{ soles}$$

$$\text{Modelo de ingresos} = 4,480,000 \text{ soles}$$

A partir del segundo año de operación, la planta operara al 100% de su capacidad productiva nominal.

Entonces reemplazando datos se aprecia:

$$\text{Modelo de ingresos} = 7,000,000 \text{ ladrillos}_{\text{al } 100\%} * 0.8 \text{ soles}$$

$$\text{Modelo de ingresos} = 7,000,000 \text{ ladrillos} * 0.8 \text{ soles}$$

$$\text{Modelo de ingresos} = 5,600,000 \text{ soles}$$

En el último año de operación, la planta operara al 80% de su capacidad productiva nominal.

Entonces reemplazando datos se aprecia:

$$\text{Modelo de ingresos} = 7,000,000 \text{ ladrillos}_{\text{al } 80\%} * 0.8 \text{ soles}$$

$$\text{Modelo de ingresos} = 5,600,000 \text{ ladrillos} * 0.8 \text{ soles}$$

$$\text{Modelo de ingresos} = 4,480,000 \text{ soles}$$

El modelo de ingresos total para el proyecto puede apreciarse a través de la Tabla 9.1

Tabla 9.1

*Modelo de ingresos del proyecto.*

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 5	AÑO 10	AÑO 15
<b>INGRESOS</b>	<b>Cap.</b>	<b>Cap.</b>	<b>Cap.</b>	<b>Cap.</b>	<b>Cap.</b>	<b>Cap.</b>
<b>(producción</b>	Productiva	Productiva	Productiva	Productiva	Productiva	Productiva
<b>anual)</b>	nominal	nominal	nominal	nominal	nominal	nominal
	(80%)	(100)%	(100)%	(100)%	(100)%	(80%)
Cantidad de ladrillos	5,600,000	7,000,000	7,000,000	7,000,000	7,000,000	5,600,000
Precio por unidad (soles)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>TOTAL (soles)</b>	<b>4,480,000</b>	<b>5,600,000</b>	<b>5,600,000</b>	<b>5,600,000</b>	<b>5,600,000</b>	<b>4,480,000</b>

*Nota. Fuente: elaboración propia*

## 9.2 PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio es considerado una herramienta económica que permite establecer aquel punto en el cual el proyecto no tendrá ganancias ni pérdidas.

Es decir, representa la cantidad del producto que el proyecto debe vender a un determinado precio, para recuperar el dinero que invirtió, sin recibir ganancias. (Arboleda, 2014)

- Ventas mayores a este punto generan utilidades al proyecto y ventas menores a este punto generan pérdidas al proyecto.

## 9.2.1 CÁLCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

Para el caso del proyecto, el punto de equilibrio se calcula reemplazando los datos de la Tabla 9.2, en las ecuaciones (9.1), (9.2), (9.3), (9.4), (9.5) y (9.6).

Tabla 9.2

*Datos del proyecto para hallar el punto de equilibrio.*

<b>DATOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>
Ladrillos	7,000,000	Millones/año
Costos fijos (Compuestos de los costos indirectos del CAPEX más los costos fijos del OPEX).	527,433.04	USD
Costos variables (Compuestos de los costos directos del CAPEX más los costos variables del OPEX).	1,950,502.25	Soles
Precio unitario	0.8	Soles
Ingresos	5,600,000	Soles/año

*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

A continuación, se aprecian las ecuaciones necesarias para determinar el punto de equilibrio del proyecto:

Ecuación de los costos (9.1) y (9.2):

$$CT = CF + CV \quad (9.1)$$

$$CT = CF + CV_u * q \quad (9.2)$$

Donde:

CT = Costos totales del proyecto

CF = Costos fijos del proyecto

CV = Costos variables del proyecto

CVu = Costo variable unitario del proyecto

q = Cantidad de ladrillos producidos por año

Despejamos el costo variable unitario del proyecto, a partir de la ecuación (9.2).

$$CVu = \frac{CV}{q} \quad (9.3)$$

Donde, se procede a reemplazar datos en la ecuación (9.3).

$$CVu = \frac{4,107,280.65 \text{ soles}}{7,000,000 \text{ ladrillos}} \quad (9.3)$$

$$CVu = 0.59 \text{ soles}$$

Para hallar el precio unitario del proyecto, se aprecia la ecuación (9.4).

$$I = Pu * q \quad (9.4)$$

Donde:

I = Ingresos del proyecto por año

Pu = Precio unitario del proyecto

q = Cantidad de ladrillos producidos por año

Despejamos el precio unitario del proyecto de la ecuación (9.4).

$$P_u = \frac{I}{q} \quad (9.5)$$

Se procede a reemplazar datos en la ecuación (9.5).

$$P_u = \frac{5,600,000 \text{ soles}}{7,000,000 \text{ ladrillos}} \quad (9.5)$$

$$P_u = 0.8 \text{ soles}$$

Finalmente, la ecuación para determinar el punto de equilibrio del proyecto, es la ecuación (9.6).

$$PE = \frac{CF}{P_u - CV_u} \quad (9.6)$$

Donde:

PE = Punto de equilibrio

CF = Costos fijos del proyecto

Pu = Precio unitario

CVu = Costo variable unitario del proyecto

Reemplazando datos en la ecuación (9.6), obtenemos el (PE):

$$PE = \frac{1,951,502.25 \text{ soles}}{0.8 \text{ soles} - 0.59 \text{ soles}}$$

$$PE = 9,292,867.86 \text{ ladrillos}$$

El valor que se obtiene a través del desarrollo de la ecuación (9.6), representa al punto de equilibrio del proyecto; es decir, representa la cantidad del producto que el proyecto debe de vender, ha determinado precio, para recuperar el dinero que se invirtió, sin recibir ganancias.

### 9.2.2 ANÁLISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

- El análisis del punto de equilibrio del proyecto, indica que se deben de vender 9, 292,867.86 millones de ladrillos para recuperar el dinero que se invirtió, sin aun recibir ganancias.
- El precio unitario de los ladrillos es de 0.8 soles, entonces:  
 $9, 292,867.86 \text{ millones de ladrillos} * 0.8 \text{ soles} = 7, 434,294.29 \text{ millones de soles}$   
Por tal razón, los S/. 7, 434,294.29, representan al monto de dinero que se debe de generar para recuperar el dinero que se invirtió, sin aun recibir ganancias.
- Recordemos que el dinero que se invirtió en el proyecto, (CAPEX más OPEX), haciendo al monto de 2, 004,427.80 USD o S/ 7, 416,382.85.
- Entonces, a través del análisis del punto de equilibrio del proyecto, se concluye que al generar S/. 7, 434,294.29 se recuperan los S/ 7, 416,382.85 que se invirtió, sin aun recibir ganancias.
- A través del análisis del punto de equilibrio del proyecto también se concluye que el tiempo que demorara el proyecto en generar los S/. 7, 434,294.29, será de 18 meses o de 1 año y medio.

Una vez determinado el punto de equilibrio del proyecto, se procede a realizar una proyección financiera partir de la base de datos correspondientes a las unidades producidas, los ingresos, los costos variables, los costos fijos, los costos totales y la utilidad.

La proyección financiera del punto de equilibrio del proyecto, se aprecia a través de la Tabla 9.3.

Tabla 9.3

*Proyección para graficar el punto de equilibrio del proyecto.*

<b>UNIDADES</b>	<b>INGRESOS (soles)</b>	<b>COSTOS VARIABLES (soles)</b>	<b>COSTOS FIJOS (soles)</b>	<b>COSTOS TOTALES (soles)</b>	<b>UTILIDAD (soles)</b>
0.00	0.00	0.00	1,951,502.25	1,951,502.25	-1951,502.25
2,151,429.40	1,721,143.52	1,262,360.62	1,951,502.25	3,213,862.87	-1492,719.35
3,151,429.40	2,521,143.52	1,849,115.00	1,951,502.25	3,800,617.25	-1279,473.73
4,151,429.40	3,321,143.52	2,435,869.38	1,951,502.25	4,387,371.63	-1066,228.11
5,151,429.40	4,121,143.52	3,022,623.76	1,951,502.25	4,974,126.01	-852,982.49
6,151,429.40	4,921,143.52	3,609,378.13	1,951,502.25	5,560,880.38	-639,736.86
7,151,429.40	5,721,143.52	4,196,132.51	1,951,502.25	6,147,634.76	-426,491.24
8,151,429.40	6,521,143.52	4,782,886.89	1,951,502.25	6,734,389.14	-213,245.62
9,151,429.40	7,321,143.52	5,369,641.27	1,951,502.25	7,321,143.52	0.00
10,151,429.40	8,121,143.52	5,956,395.65	1,951,502.25	7,907,897.90	213,245.62
11,151,429.40	8,921,143.52	6,543,150.03	1,951,502.25	8,494,652.28	426,491.24
12,151,429.40	9,721,143.52	7,129,904.41	1,951,502.25	9,081,406.66	639,736.86
13,151,429.40	10,521,143.52	7,716,658.78	1,951,502.25	9,668,161.03	852,982.49
14,151,429.40	11,321,143.52	8,303,413.16	1,951,502.25	10,254,915.41	1,066,228.11
15,151,429.40	12,121,143.52	8,890,167.54	1,951,502.25	10,841,669.79	1,279,473.73

*Nota. A través de la tabla se aprecia que el punto de equilibrio del proyecto, no genera utilidades ni pérdidas para el proyecto. Sin embargo, si el proyecto obtuviera ingresos superiores a este punto, estos ingresos se transformarían en utilidades para el proyecto. Y caso contrario, si el proyecto obtuviera ingresos inferiores a este punto, estos ingresos se transformarían en pérdidas para el proyecto. Fuente: Elaboración propia.*

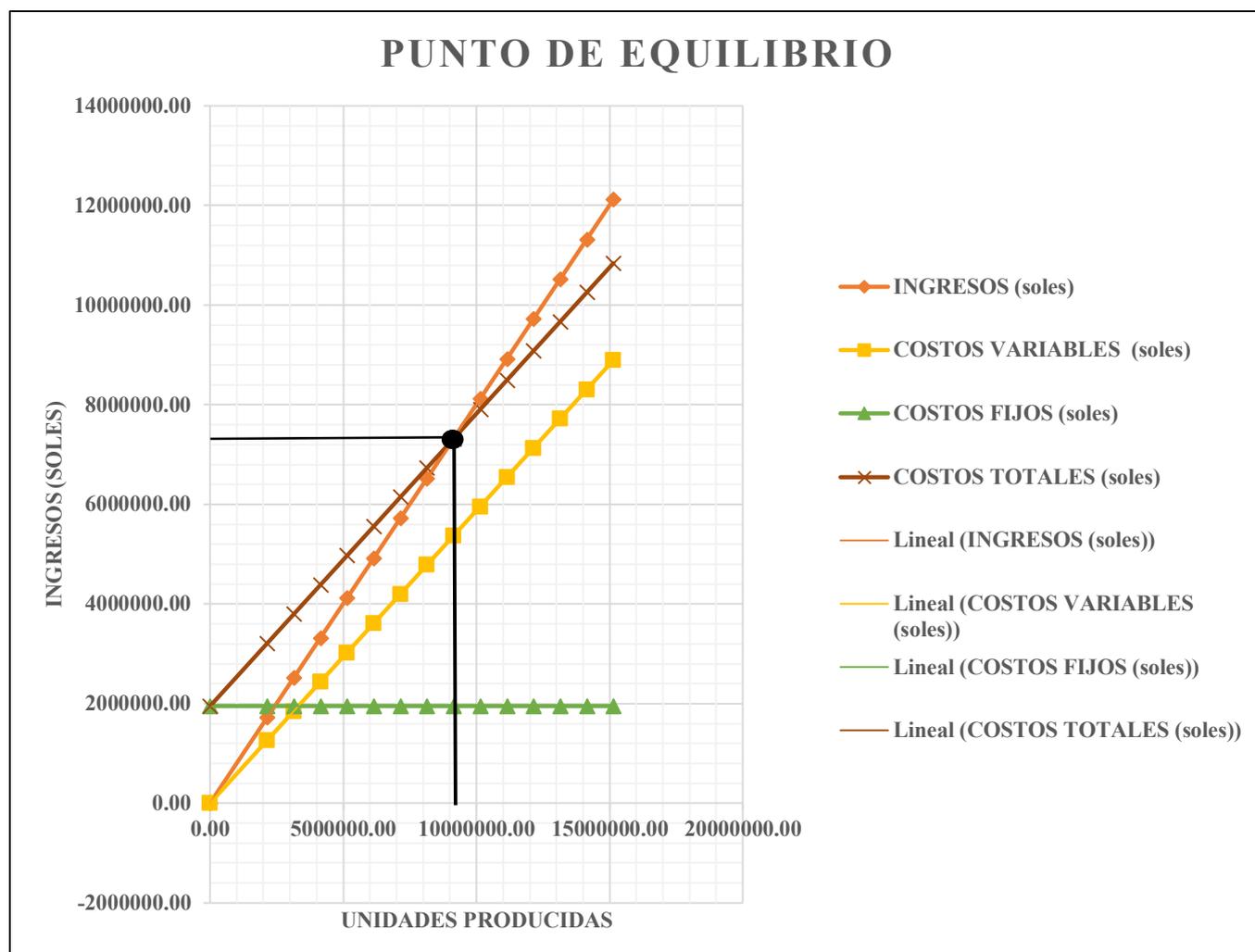
### 9.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

La representación gráfica del punto de equilibrio del proyecto, se procede a elaborar a partir de la proyección financiera de la Tabla 9.3.

Y se aprecia a través de la Figura 9.1

Figura 9.1

*Punto de equilibrio del proyecto.*



*Nota. En la figura se aprecia que la intersección entre los ingresos y los costos totales, es la que representa al punto de equilibrio del proyecto. Fuente: Elaboración propia.*

La Figura 9.1, representa gráficamente al punto de equilibrio del proyecto, donde, si el proyecto alcanza ventas superiores a este punto, estas ventas generan utilidades al proyecto. Si el proyecto alcanza ventas inferiores a este punto, estas ventas generan pérdidas al proyecto.

## CAPITULO X

### EVALUACIÓN ECONÓMICA

Este capítulo, tiene el objetivo de precisar la evaluación económica de un proyecto, para determinar a la luz de diferentes criterios si este resulta viable o no. Todo ello a través de la aplicación de diferentes métodos de cálculo. (Arboleda, 2014)

#### 10.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

La evaluación económica de un proyecto, constituye un procedimiento valioso, que tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión de un proyecto antes de que este sea haya implementado. Utilizando métodos de análisis eficientes, que contribuyan al bienestar del proyecto y al bienestar colectivo. (Arboleda, 2014)

#### 10.2 FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO

El flujo de fondos, es aquella herramienta financiera que sintetiza mediante un estado financiero el modo en como fluye el dinero de un proyecto, resumiendo el resultado del flujo de los fondos de un proyecto, en las entradas de efectivo menos las salidas de efectivo. (Arboleda, 2014)

En el caso del proyecto, se procede a la elaboración del flujo de fondos de efectivos del proyecto, a través de la Tabla 10.1.

Tabla 10.1

*Flujo de fondos del proyecto.*

HORIZONTE DE VIDA		INVERSIÓN (soles)	INGRESOS (soles)	COSTO OPERACIÓN (soles)	UTILIDAD (USD)	FLUJO DE EFECTIVO NETO (soles)
2024	año 0	5,484,326.39	0	0	0	-5,484,326.39
2025	año 1	0	4,480,000	1,545,717.18	2,934,282.82	2,934,282.82
2026	año 2	0	5,600,000	1,932,146.48	3,667,853.52	3,667,853.52
2027	año 3	0	5,600,000	1,932,146.48	3,667,853.52	3,667,853.52
2028	año 4	0	5,600,000	1,932,146.48	3,667,853.52	3,667,853.52
2029	año 5	0	5,600,000	1,932,146.48	3,667,853.52	3,667,853.52
2030	año 6	0	5,600,000	1,932,146.48	3,667,853.52	3,667,853.52
2031	año 7	0	5,600,000	1,932,146.48	3,667,853.52	3,667,853.52
2032	año 8	0	5,600,000	1,932,146.48	3,667,853.52	3,667,853.52
2033	año 9	0	5,600,000	1,932,146.48	3,667,853.52	3,667,853.52
2034	año 10	0	5,600,000	1,932,146.48	3,667,853.52	3,667,853.52
2035	año 11	0	5,600,000	1,932,146.48	3,667,853.52	3,667,853.52
2036	año 12	0	5,600,000	1,932,146.48	3,667,853.52	3,667,853.52
2037	año 13	0	5,600,000	1,932,146.48	3,667,853.52	3,667,853.52
2038	año 14	0	5,600,000	1,932,146.48	3,667,853.52	3,667,853.52
2039	año 15	0	4,480,000	1,545,717.18	2,934,282.82	2,934,282.82

*Nota. En la tabla se aprecia el flujo de efectivo neto del proyecto, el cual contiene el balance entre la inversión, los ingresos, los costos de operación y la utilidad del proyecto.*

*Correspondientes a cada año operativo del proyecto. Fuente: Elaboración Propia.*

- En la Tabla 10.1, el Flujo de Efectivo Neto (FEN), representan el flujo de las entradas de efectivo menos las salidas de efectivo del proyecto.
- El valor correspondiente al año 0, representa al periodo de inversión del proyecto, y como se observa el FEN es negativo, debido que representa pérdidas para el proyecto.

- Los valores comprendidos entre los años 1 y 15, corresponden al periodo de operación del proyecto, y como se aprecia el FEN es positivo, debido que representan las ganancias del proyecto.
- En el año 1 y en el año 15, el proyecto opera a un 80 % de su capacidad productiva nominal, por corresponder al periodo inicial y final del proyecto.
- Es importante definir el valor total del FEN, debido a que este valor se empleara como la base de cálculo para estimar el VAEN (Valor Anual Equivalente Neto), la TIR (Tasa Interna de Retorno) y el B/C (relación Beneficio/Costo) del proyecto.

### 10.3 CALCULO DEL VAEN DEL PROYECTO

El VAEN (Valor Anual Equivalente Neto) del proyecto, representa al valor actual neto de un proyecto, a una determinada tasa de interés ( $i$ ) y a un determinado horizonte temporal. Este valor justifica, desde el punto de vista financiero, si el proyecto es rentable o no. (Arboleda, 2014)

El análisis e interpretación que corresponden al VAEN, es el siguiente:

- $VAEN < 0$ : el proyecto no se justifica desde el punto de vista financiero. Los flujos de los futuros ingresos y egresos, menos la inversión inicial, indican que no queda ganancia. El proyecto no es viable.
- $VAEN = 0$ : el proyecto es indiferente. Los futuros ingresos y egresos, menos la inversión inicial, indican que no se gana ni se pierde. El proyecto es poco probable.
- $VAEN > 0$ : el proyecto se justifica desde el punto de vista financiero. Los futuros ingresos y egresos, menos la inversión inicial, indican que efectivamente queda ganancia. El proyecto si es viable.

Determinar el VAEN, requiere de la sumatoria del valor presente de los ingresos netos, a una determinada tasa de interés (i), menos la sumatoria del valor presente de los egresos netos, a una determinada tasa de interés (i).

Y se calcula utilizando la ecuación (10.1) del VAEN:

$$VAEN = \sum_{t=0}^n \frac{Fc}{(1+i)^n} - I_0 \quad (10.1)$$

$$VAEN = \sum_{t=0}^n VAEN_I - \sum_{t=0}^n VAEN_E \quad (10.1)$$

Donde:

VAEN = Valor Anual Equivalente Neto

VAEN<sub>I</sub> = VAEN de los ingresos

VAEN<sub>E</sub> = VAEN de los egresos

Fc= Flujo de caja

i = Tasa de interés de oportunidad del inversionista

n = Número de periodo

I<sub>0</sub> = Inversión en el momento inicial

El cálculo de VAEN, se determina reemplazando los datos de la Tabla 10.1, en la ecuación (10.1).

$$VAEN_A = \sum_{t=0}^n VAEN_I - \sum_{t=0}^n VAEN_E \quad (10.1)$$

Además, al cálculo del VAEN, requiere de los siguientes datos:

- La tasa de interés de oportunidad del inversionista ( $i$ ), según el mercado, se establece en un 10%, para el dinero invertido en el proyecto.
- El proyecto cuenta con 15 años de horizonte de vida.
- Emplear una tabla de factores de interés compuesto para el VAEN. La cual se aprecia a través de la Tabla 10.2.

Tabla 10.2

*Factores de interés compuesto para el VAEN del proyecto.*

<b>TABLA DE FACTORES DE INTERES COMPUESTO PARA EL VAEN</b>	
<b>Año</b>	<b>(P/F) al 10%</b>
1	0.9091
2	0.8264
3	0.7513
4	0.683
5	0.6209
6	0.5645
7	0.5132
8	0.4665
9	0.4241
10	0.3855
11	0.3505
12	0.3186
13	0.2897
14	0.2633
15	0.2394

*Nota. Fuente: (ECONOMÍA Y FINANZAS, 2023).*

A continuación, se reemplazan los datos correspondientes en la ecuación del VAEN y se obtiene lo siguiente:

$$\begin{aligned}
 VAEN_{\text{ingresos}} = & 2,934,282.82 * (P/F, 10\%, 1) + 3,667,853.52 * (P/F, 10\%, 2) \\
 & + 3,667,853.52 * (P/F, 10\%, 3) + 3,667,853.52 * (P/F, 10\%, 4) \\
 & + 3,667,853.52 * (P/F, 10\%, 5) + 3,667,853.52 * (P/F, 10\%, 6) \\
 & + 3,667,853.52 * (P/F, 10\%, 7) + 3,667,853.52 * (P/F, 10\%, 8) \\
 & + 3,667,853.52 * (P/F, 10\%, 9) + 3,667,853.52 * (P/F, 10\%, 10) \\
 & + 3,667,853.52 * (P/F, 10\%, 11) + 3,667,853.52 * (P/F, 10\%, 12) \\
 & + 3,667,853.52 * (P/F, 10\%, 13) + 3,667,853.52 * (P/F, 10\%, 14) \\
 & + 2,934,282.82 * (P/F, 10\%, 15)
 \end{aligned}$$

Empleando la Tabla 10.2, de factores de interés compuesto para el VAEN, se tiene:

$$\begin{aligned}
 VAEN_{\text{ingresos}} = & 2,934,282.82 * (0.9091) + 3,667,853.52 * (0.8264) \\
 & + 3,667,853.52 * (0.7513) + 3,667,853.52 * (0.6830) \\
 & + 3,667,853.52 * (0.6209) + 3,667,853.52 * (0.5645) \\
 & + 3,667,853.52 * (0.5132) + 3,667,853.52 * (0.4665) \\
 & + 3,667,853.52 * (0.4241) + 3,667,853.52 * (0.3855) \\
 & + 3,667,853.52 * (0.3505) + 3,667,853.52 * (0.3186) \\
 & + 3,667,853.52 * (0.2897) + 3,667,853.52 * (0.2633) \\
 & + 2,934,282.82 * (0.2394)
 \end{aligned}$$

Entonces:

$$VAEN_{\text{ingresos}} = 27,055,492.04$$

Y el  $VAEN_{egresos} = 5,484,326.39$  (representa la inversión del proyecto)

Entonces:

$$VAEN = VAEN_{ingresos} - VAEN_{egresos}$$

$$VAEN = 27,055,492.04 - 5,484,326.39$$

$$VAEN = 21,571,166.65$$

El análisis de este resultado indica lo siguiente:

- Como el VAEN al 10%, es igual a 21, 571,166.65 millones, y esta cantidad representa un valor mayor a cero, se puede afirmar que: **el proyecto si es justificable desde el punto de vista financiero.**
- Adicionalmente, se afirma que el proyecto rinde el 10% anual y genera como ganancia extraordinaria, en unidades monetarias actuales, S/ 21, 571,166.65 millones.

#### 10.4 CALCULO DE LA TIR DEL PROYECTO

La TIR (Tasa Interna de Rendimiento) del proyecto, representa a la tasa de rentabilidad que nos ofrece una inversión.

Esta tasa de interés hace que el VAEN sea igual a cero. (Arboleda, 2014)

La TIR es una característica propia del proyecto, totalmente independiente de la situación del inversionista; es decir, totalmente independiente de su tasa de interés de oportunidad ( $i$ ). (Arboleda, 2014)

El análisis e interpretación que corresponden a la TIR, se resumen en lo siguiente:

- $TIR < i$ : El proyecto no se justifica desde el punto de vista financiero.
- $TIR = i$ : El proyecto es indiferente. El proyecto es poco probable.
- $TIR > i$ : El proyecto si se justifica desde el punto de vista financiero.

Donde, “ $i$ ”, representa la tasa de interés de oportunidad del inversionista.

La TIR, se calcula utilizando la ecuación (10.2) de la TIR:

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} - I_o = 0 \quad (10.2)$$

Donde:

TIR= Tasa Interna de retorno

$Fn$  = Flujo de caja en el periodo  $n$

$n$  = Número de periodos

$i$  = Tasa de interés de oportunidad del inversionista

A partir de los resultados obtenidos a través del VAEN del proyecto y de la ecuación (10.1), se procede a estimar la TIR del proyecto, reemplazando los datos en la ecuación (10.2).

$$\begin{aligned}
TIR = VAEN_i = & 2,934,282.82 * (P/F, i\%, 1) + 3,667,853.52 * (P/F, i\%, 2) \\
& + 3,667,853.52 * (P/F, i\%, 3) + 3,667,853.52 * (P/F, i\%, 4) \\
& + 3,667,853.52 * (P/F, i\%, 5) + 3,667,853.52 * (P/F, i\%, 6) \\
& + 3,667,853.52 * (P/F, i\%, 7) + 3,667,853.52 * (P/F, i\%, 8) \\
& + 3,667,853.52 * (P/F, i\%, 9) + 3,667,853.52 * (P/F, i\%, 10) \\
& + 3,667,853.52(P/F, i\%, 11) + 3,667,853.52 * (P/F, i\%, 12) \\
& + 3,667,853.52(P/F, i\%, 13) + 3,667,853.52 * (P/F, i\%, 14) \\
& + 2,934,282.82 * (P/F, i\%, 15) - 5,484,326.39 = 0
\end{aligned}$$

La ecuación se resuelve por el método de pruebas múltiples, aplicando el siguiente procedimiento:

- Como el VAEN es diferente a cero, se realizan los cálculos empleando una tasa de interés que acerque el resultado a cero.
- El proceso continúa hasta obtener un valor del VAEN por encima de cero y otro por debajo de cero. En este momento se sabe que la TIR está entre dos valores de “i”.

*Entonces para “i” = 61%*

$$\begin{aligned}
TIR = VAEN_{61\%} \\
= & 2,934,282.82 * (P/F, 61\%, 1) + 3,667,853.52 * (P/F, 61\%, 2) \\
& + 3,667,853.52 * (P/F, 61\%, 3) + 3,667,853.52 * (P/F, 61\%, 4) \\
& + 3,667,853.52 * (P/F, 61\%, 5) + 3,667,853.52 * (P/F, 61\%, 6) \\
& + 3,667,853.52 * (P/F, 61\%, 7) + 3,667,853.52 * (P/F, 61\%, 8) \\
& + 3,667,853.52 * (P/F, 61\%, 9) + 3,667,853.52 * (P/F, 61\%, 10) \\
& + 3,667,853.52(P/F, 61\%, 11) + 3,667,853.52 * (P/F, 61\%, 12) \\
& + 3,667,853.52(P/F, 61\%, 13) + 3,667,853.52 * (P/F, 61\%, 14) \\
& + 2,934,282.82 * (P/F, 61\%, 15) - 5,484,326.39 = 0
\end{aligned}$$

Para “i” = 63%

$$\begin{aligned} \text{TIR} = \text{VAEN}_{63\%} &= 2,934,282.82 * (\text{P/F}, 63\%, 1) + 3,667,853.52 * (\text{P/F}, 63\%, 2) \\ &+ 3,667,853.52 * (\text{P/F}, 63\%, 3) + 3,667,853.52 * (\text{P/F}, 63\%, 4) \\ &+ 3,667,853.52 * (\text{P/F}, 63\%, 5) + 3,667,853.52 * (\text{P/F}, 63\%, 6) \\ &+ 3,667,853.52 * (\text{P/F}, 63\%, 7) + 3,667,853.52 * (\text{P/F}, 63\%, 8) \\ &+ 3,667,853.52 * (\text{P/F}, 63\%, 9) + 3,667,853.52 * (\text{P/F}, 63\%, 10) \\ &+ 3,667,853.52 * (\text{P/F}, 63\%, 11) + 3,667,853.52 * (\text{P/F}, 63\%, 12) \\ &+ 3,667,853.52 * (\text{P/F}, 63\%, 13) + 3,667,853.52 * (\text{P/F}, 63\%, 14) \\ &+ 2,934,282.82 * (\text{P/F}, 63\%, 15) - 5,484,326.39 = 0 \end{aligned}$$

Finalmente, a través del método de pruebas múltiples, la TIR resulta = 62%

En este contexto, el análisis es el siguiente:

- Si la TIR > i: El proyecto se justifica desde el punto de vista financiero.
- La TIR del proyecto es del 62% > al 10% de la tasa de interés de oportunidad del inversionista. **Entonces, el proyecto si se justifica desde el punto de vista financiero.**

## 10.5 CALCULO DEL BENEFICIO SOBRE COSTO DEL PROYECTO

La relación del beneficio sobre el costo de un proyecto (B/C), representa al cociente que resulta de dividir la sumatoria del valor anual equivalente neto de los ingresos, a una determinada tasa de interés (i), entre la sumatoria del valor anual equivalente neto de los egresos a una determinada tasa de interés (i).

El análisis que corresponde a esta relación es la siguiente:

$(B/C) < 1$ : El proyecto no se justifica desde el punto de vista financiero.

$(B/C) = 1$ : El proyecto es indiferente. El proyecto es poco probable.

$(B/C) > 1$ : El proyecto se justifica desde el punto de vista financiero.

La relación B/C del Proyecto, se calcula utilizando la ecuación (10.3):

$$B/C = \frac{\sum_{j=0}^n VAEN_I}{\sum_{j=0}^n VAEN_E} \quad (10.3)$$

Donde:

B= beneficio

C= costo

$VAEN_I$  = VAEN de los ingresos

$VAEN_E$  = VAEN de los egresos

A partir de los resultados obtenidos a través del VAEN del proyecto y empleando la ecuación (10.3), se procede a estimar el B/C del proyecto, reemplazando los datos correspondientes, a través de la Tabla 10.3.

Tabla 10.3

*La relación beneficio / costo (B/C) del proyecto.*

		BENEFICIO	COSTO	RELACIÓN
TASA	VAEN (S)	VAEN INGRESOS (S)	VAEN EGRESOS (S)	B/C
10%	21,571,165.65	27,055,492.04	5,484,326.39	4.93

*Nota. Se aprecia, que la relación beneficio / costo, determinada para el proyecto es de:  $4.93 > 1$ , siendo este valor mayor a uno. Se concluye que el proyecto si se justifica desde el punto de vista financiero. Fuente: Elaboración propia.*

## 10.6 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL PROYECTO

Se ejecuta el análisis de sensibilidad del proyecto, con el fin de apreciar cómo varían los resultados del proyecto si es que se realiza cambios en los ingresos, así como en los egresos. Principalmente, se modificara la demanda, ya que esta variable depende de la aceptación del cliente. Después se podría modificar el precio del producto, ya que es un factor que modifica los ingresos. Y finalmente, se podría modificar el costo de material directo, ya que el costo de la materia prima puede variar a lo largo del proyecto.

Por lo tanto, se determinará cuánto es la máxima variación que puede haber a través de la modificación de la demanda para que el proyecto continúe siendo rentable.

a) Demanda: Como la demanda del mercado afecta directamente a los ingresos, se considera una variable crítica a analizar. Por ello, en la Tabla 10.4, se observa que al disminuir la demanda aproximadamente en un 10%, se empiezan a apreciar un valor negativo de VAEN. Lo que significa que el proyecto no resulta rentable.

Tabla 10.4

*Análisis de sensibilidad del proyecto.*

<b>DEMANDA</b>	<b>SENSIBILIDAD</b>
<b>TASA</b>	<b>VAEN</b>
0.1	S/. 21,571,165.65
0.3	S/. 5,924,376.99
0.5	S/. 1,343,906.04
0.7	S/. -678,134.65
0.8	S/. -1,307,837.07
0.9	S/. -1,795,340.21
1	S/. -2,183,392.54

*Nota. Fuente: Elaboración propia.*

## CAPITULO XI

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

#### 11.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

##### 11.1.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto es:

- Reducir los impactos negativos a causa del proyecto para con el medio ambiente, a través de un modelo integral de gestión ambiental, el cual contribuya al desarrollo sostenible y a la mejora en la calidad de vida y los ingresos económicos de los trabajadores y la población en general.

Todo ello, siempre en cumplimiento de las normativas ambientales vigentes.

##### 11.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto son los siguientes:

- Describir el área de influencia del proyecto.
- Identificar peligros, evaluar riesgos y establecer controles sobre los impactos ambientales provocados a causa el proyecto.
- Elaborar la matriz de Leopold.
- Elaborar el Plan de Manejo Ambiental (PMA).

## 11.2 NORMAS LEGALES

La actividad de fabricación de ladrillos en el Perú está ampliamente distribuida en todo el país. Y la normativa legal para controlar o prevenir los impactos ambientales propios a este sector, obedecen la siguiente jerarquía normativa:

- La Constitución Política del país, en el numeral 22 del artículo 2, establece que toda persona tiene derecho de disfrutar de un ambiente sostenible y adecuado para su vida.
- ISO (Organización Internacional de Normalización) 14001:2015, Norma Internacional de Gestión Ambiental, encargada de gestionar e identificar los riesgos ambientales que puedan producirse en las empresas mientras realizan sus operaciones. (ISO, 2022)
- La Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en el artículo 3, establece que el Estado, a través de sus entidades correspondientes, debe diseñar y aplicar las normas necesarias para garantizar el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la mencionada Ley (SEIA, 2023).
- Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA).
- Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, que aprueba el Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Resolución Ministerial N° 239-2010-MINAM, Procedimiento denominado “Disposiciones para la revisión aleatoria de Estudios de Impacto Ambiental aprobados por las Autoridades Competentes”.
- Ley N° 30327, Ley de Promoción para el Crecimiento Económico y Desarrollo Sostenible.

- Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, que aprueba la Política Nacional del Ambiente.
- Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Estándares de calidad ambiental (ECA) para aire.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua.
- Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, Estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo.
- Resolución Ministerial 026-2002-ITINCI, Protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas.

### 11.3 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

La importancia de describir el área de influencia del proyecto, es que esta descripción determinar el ámbito espacial donde se manifestaran los posibles impactos ambientales ocasionados por las actividades del proyecto; dentro de este espacio geográfico se identificara y evaluara la magnitud e intensidad de los distintos impactos, para posteriormente definir las medidas de prevención o mitigación, a través de un Plan de Manejo Ambiental. (SEIA, 2023)

- El área de influencia del proyecto, se compone del área de influencia directa y del área de influencia indirecta.

Los criterios para definir la delimitación de cada área, son los siguientes:

Para el área de influencia directa del proyecto, se aprecia la Tabla 11.1.

Para el área de influencia indirecta del proyecto, se aprecia la Tabla 11.2.

Tabla 11.1

*Área de influencia directa del proyecto.*

<b>ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO (AID)</b>		
<b>Criterios</b>	<b>Descripción</b>	<b>Observación</b>
Ubicación	Región del Cusco, provincia de Quispicanchis, distrito de Lucre, centro poblado de Huambutio.	No se registran viviendas asentadas dentro del área de influencia directa del proyecto.
Recursos en la zona	Disponibilidad de materia prima, recursos energéticos, recursos hídricos, recursos humanos, suelos, gas, insumos minerales y vías de transporte.	No se registran cuerpos de agua superficial dulce, ni ecosistemas frágiles dentro del área de influencia directa del proyecto.
Área	El área total del proyecto, más conocida como huella del proyecto, se encontrara conformada por un área total de 31,425 m <sup>2</sup> .	A esta área, se le complementara 50 metros mínimos y 250 metros máximos, desde la huella del proyecto.

*Nota. El AID, conforma el área donde se generaran los mayores impactos ambientales del proyecto. Con un área total de 64 000m<sup>2</sup>. Fuente: (SEIA, 2023)*

Tabla 11.2

*Área de influencia indirecta del proyecto.*

<b>ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA DEL PROYECTO (AII)</b>		
<b>Criterios</b>	<b>Descripción</b>	<b>Observación</b>
Ubicación	Región del Cusco, provincia de Quispicanchis, distrito de Lucre, centro poblado de Huambutio.	Se registra un bajo porcentaje de viviendas asentadas dentro del área de influencia indirecta del proyecto.
Recursos en la zona	Disponibilidad de materia prima, recursos energéticos, recursos hídricos, recursos humanos, suelos, gas, insumos minerales y vías de transporte.	Se registran cuerpos de agua superficial, catalogadas como aguas duras o saladas. Pero no se registran ecosistemas frágiles dentro del área de influencia indirecta del proyecto.
Área	El área total del proyecto, más conocida como huella del proyecto, se encontrara conformada por un área total de 31,425 m <sup>2</sup> .	A esta área, se le complementara 250 metros mínimos y 500 metros máximos, desde la huella del proyecto.

*Nota. El AII, conforma el área donde se generaran los menores impactos ambientales del proyecto. Con un área total de 128,000m<sup>2</sup>. Fuente: (SEIA, 2023)*

## 11.4 IDENTIFICACION DE IMPACTOS Y EFECTOS AMBIENTALES

La identificación de los impactos y los efectos ambientales del proyecto, seguirán un proceso que se llevara a cabo sobre el entorno geográfico donde se ubicara el proyecto, esta ubicación se encuentra contenida en el área de influencia del proyecto, la cual incluye todas las condiciones medio ambientales con las que interactuara el proyecto.

El proyecto, llevara a cabo el proceso de la identificación de los impactos y los efectos ambientales, a través de un método de análisis de interacción, conocido como matriz de Leopold.

### 11.4.1 MATRIZ DE LEOPOLD PARA EL PROYECTO

La matriz de Leopold, es un método de reporte sistemático que contiene información sobre la evaluación de impacto ambiental de un proyecto. La matriz contiene información esencial para evaluar el impacto ambiental de un proyecto en cada una de sus etapas, sobre las condiciones medio ambientales de su área de influencia. (SEIA, 2023)

El principal objetivo de la matriz de Leopold, es asegurarse que el proyecto sea valorado desde una perspectiva ambiental a partir del momento en que es planeado.

El procedimiento requerido para desarrollar la matriz de Leopold, es el siguiente:

- Se emplea una tabla sobre los aspectos ambientales relacionados a cada etapa del proyecto. Este paso, se aprecia a través la Tabla 11.3.
- Se emplea una tabla sobre la estimación de la magnitud y de la importancia de los efectos ambientales. Este paso, se aprecia a través la Tabla 11.4.
- Se emplea una tabla sobre la valorización de los impactos ambientales. Este paso, se aprecia a través la Tabla 11.5.

Tabla 11.3

*Aspectos ambientales relacionados a cada etapa del proyecto.*

ASPECTOS AMBIENTALES		ETAPAS DEL PROYECTO		
		INVERSIÓN	OPERACIÓN	CIERRE
Aire	Calidad	-2	-2	-2
	Ruido	-1	-1	1
Agua	Calidad	-3	-3	-3
	Cantidad	-2	-2	2
Suelo	Erosión	-2	-2	-2
	Productividad	-1	-1	-1
Flora	Abundancia	-2	-2	2
	Representatividad	-2	-2	-2
Fauna	Abundancia	-1	-1	-1
	Representatividad	-3	-3	-3
Paisaje	Belleza	-2	1	-2
	Visibilidad	-2	2	-2
Población	Empleo	-1	4	3
	Afectación	-2	1	3

*Nota. Fuente: (SEIA, 2023)*

Tabla 11.4

*Estimación de la magnitud y de la importancia de los efectos ambientales.*

MAGNITUD (M)			IMPORTANCIA (I)		
Positiva (+)/Negativa (-)			Positiva (+)/ Negativa (-)		
Intensidad	Alteración	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9

*Nota. Fuente: (SEIA, 2023)*

Tabla 11.5

*Valorización de los impactos ambientales.*

<b>VALORACION DE IMPACTOS</b>	
Impacto bajo	100 – 300
Impacto medio	300 – 600
Impacto severo	600 – 1000
Impacto critico	> 1000

*Nota. Fuente: (SEIA, 2023)*

Haciendo uso de las Tablas 11.3 y 11.4, se elabora la matriz de Leopold para el proyecto, la cual puede apreciarse a través de la Tabla 11.6.

El análisis que le corresponde a la Tabla 11.6. La matriz de Leopold para el proyecto es el siguiente:

- La matriz de Leopold para el proyecto, permite valorizar los impactos ambientales del proyecto con una puntuación final de 361. Para conocer el significado de esta puntuación empleamos la Tabla 11.5.
- Al realizar la valorización, se concluye que a la puntuación de 361 del proyecto le corresponde una valorización de impacto medio sobre el área de influencia. Es decir que el proyecto tendrá un impacto ambiental remediable sobre el medio ambiente.
- Por lo tanto, al proyecto le corresponde por ley la elaboración de un Plan de Manejo Ambiental (PMA).

Tabla 11.6

La matriz de Leopold para el proyecto.

VALORACIÓN				ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS															TOTAL
				1. ETAPA DE INVERSIÓN					2. ETAPA DE OPERACIÓN					3. ETAPA DE CIERRE					
Magnitud:1-10 Importancia: 1-10				Remoción de terreno	Estructural	Civil	Mecánico	Total Acción 1	Proceso de acopio	Proceso de extrusión	Proceso de secado	Proceso de cocción	Total Acción 2	Desmontaje de instalaciones	Reasignación de instalaciones	Manejo de residuos	Rehabilitación ambiental	Total Acción 3	TOTAL
FACTORES AMBIENTALES	A. Características físicas y químicas	1. Tierra	Suelos	-4 4	-2 4	-2 4	-2 4	-40	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-4	-3 3	-3 3	-3 3	8 8	37	-7
		2. Agua	Superficial	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-4	-2 4	-2 4	-2 4	-2 4	-32	-1 5	-1 5	-1 5	8 8	49	13
		3. Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)	-2 3	-1 1	-2 3	-2 3	-19	-2 3	-2 3	-2 3	-2 3	-24	-1 1	-1 1	-1 2	8 8	60	17
	B. Condiciones biológicas	1. Flora	Diversidad flora	-3 3	-3 3	-1 1	-1 1	-20	-1 2	-1 2	-1 2	-1 2	-8	-1 1	-2 3	-2 3	8 8	51	23
			Diversidad fauna	-3 3	-3 3	-1 1	-1 1	-20	-1 2	-1 2	-1 2	-1 2	-8	-1 1	-2 3	-2 3	8 8	51	23
	C. Condiciones socioculturales	1. Población	Salud	-3 3	-3 3	-3 3	-3 3	-36	-4 5	-4 5	-4 5	-4 5	-80	-2 4	-2 4	-2 4	-2 4	-32	-148
			Afectación	-2 4	-2 4	-2 4	-2 4	-32	-3 5	-3 5	-3 5	-3 5	-60	-2 4	-2 4	-2 4	-2 4	-32	-124
		2. Aspectos culturales	Patrones culturales	-3 3	-3 3	-3 3	-3 3	-36	-3 3	-3 3	-3 3	-3 3	-36	-3 3	-3 3	-3 3	-3 3	-36	-108
		3. Aspectos económicos	Red de servicios	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-4	3 5	3 5	3 5	3 5	60	-3 5	-3 5	-3 5	3 5	-30	26
			Proyectos sociales	3 5	3 5	3 5	3 5	60	5 5	5 5	5 5	5 5	100	3 5	3 5	3 5	6 6	81	241
			Empleo	6 6	6 6	6 6	6 6	144	7 8	7 8	7 8	7 8	224	-3 3	-3 3	-3 3	8 8	37	405
	TOTAL								-7					132					236

Nota. En la tabla se aprecia una interacción entre filas (factores ambientales) y columnas (acciones con posibles efectos). Resultado de la intersección entre las filas y columnas se establece una valoración final. Fuente: Elaboración propia.

## 11.5 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

El Plan de Manejo Ambiental, es definido como una herramienta de carácter ambiental, cuyo objetivo es el de atenuar los impactos asociados a las actividades de proyectos públicos o privados. (SEIA, 2023)

Todo estudio de impacto ambiental, debe incluir un Plan de Manejo Ambiental (PMA), de carácter obligatorio, bajo Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

Para nuestro caso, la elaboración del PMA para el proyecto:

- Servirá de guía para garantizar la sostenibilidad del proyecto y garantizar un desarrollo armónico entre las poblaciones del área de influencia del proyecto durante su ciclo de vida.

El PMA del proyecto, se elabora en base a la matriz de Leopold. Debido a que es la matriz y su valorización final, la que permite detallar los instrumentos de calidad ambiental con los que se buscara minimizar el impacto de las actividades del proyecto para con el medio ambiente.

Entonces, se empieza por resaltar que en la actividad ladrillera se monitorean dos tipos de gases:

- Los gases o emisiones generados por el proceso de combustión y que son expulsados a través de las chimeneas.
- Los gases o inmisiones que se encuentran dispersos en el ambiente como resultado del aporte de las emisiones arrojadas al ambiente por las chimeneas, y que determina la calidad del aire.

Las ladrilleras se consideran fuentes fijas de generación de emisiones. La medición de las concentraciones de contaminantes en las emisiones atmosféricas se realizan en base al Protocolo para el Monitoreo de Emisiones Atmosféricas aprobado con Resolución Ministerial 026-2002-ITINCI, cuya aplicación es fiscalizada por el Ministerio de la Producción como autoridad competente para el sector industrial. (MINAM, 2023)

Donde, se define al Límite Máximo Permisible (LMP) como la medida de la concentración de elementos, sustancias físicas, químicas y biológicas, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

- Para emisiones atmosféricas de las actividades de fabricación de ladrillos los Límites Máximos Permisibles (LMP), se establecen para controlar las emisiones atmosféricas de material particulado (PM), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y monóxido de carbono (CO), contribuyendo así, en la vigilancia y reducción de las emisiones atmosféricas, y los riesgos potenciales de tales emisiones en la salud humana y el ambiente.

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), son de aplicación para todos los sectores y subsectores económicos del país. Los Estándares de Calidad Ambiental para el Aire (ECA Aire) aprobados con el D.S. 074-2001-PCM. Se complementan con el D.S. 046-93-EM del sector Energía y Minas y las de EPA respectivamente.

A través de la Tabla 11.7 y 11.8, se aprecian los Límites Máximos Permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad Ambiental para el Aire (ECA Aire), que el proyecto no debe de exceder, para cumplir con el monitoreo de los parámetros y los métodos de control de gases.

Tabla 11.7

*Límites Máximos Permisibles (LMP) de la actividad de fabricación de ladrillos.*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>LMP (mg/Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO</b>
Material Particulado (PM)	Líquido	100	NTP 900.005. Emisiones atmosféricas. Determinación de emisiones de materia particulada de fuentes estacionarias.
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Gas	2000	NTP 900.006. Emisiones atmosféricas. Determinación de emisiones de Dióxido de Azufre en fuentes estacionarias.
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	Gas	460	NTP 900.007. Emisiones atmosféricas. Determinación de emisiones de Óxido de Nitrógeno en fuentes estacionarias.
Monóxido de Carbono (CO)	Gas	1445	NTP 900.010. Emisiones atmosféricas. Determinación de emisiones de Monóxido de Carbono en fuentes estacionarias.

*Nota. Fuente: (MINAM, 2023)*

Tabla 11.8

*Estándares de Calidad Ambiental para el Aire (ECA Aire).*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ECA aire</b>	<b>NORMA DE REFERENCIA</b>
PTS promedio 24h	µg/m <sup>3</sup>	200	United States Environmental Protection Agency – EPA
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) promedio 24h	µg/m <sup>3</sup>	365	D.S. N°074-2001-PCM
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) promedio 1h	µg/m <sup>3</sup>	200	
Sulfuro de Hidrogeno (H <sub>2</sub> S)	µg/m <sup>3</sup>	30	D.S. N°046-93-EM

*Nota. Fuente: (MINAM, 2023)*

A través de la Tabla 11.9 y 11.10, se aprecian los instrumentos que se emplearan en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto, para el monitoreo de los parámetros y métodos de control de gases, así como de la calidad del aire.

Tabla 11.9

*Instrumentos para el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto.*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>MÉTODO DE ANÁLISIS</b>	<b>MÉTODO DE REFERENCIA</b>	<b>RANGO</b>	<b>EQUIPO</b>
Partículas	Gravimétrico	EPA-17		Isocinético / Tecora ISO EF-R / Balanza Analítica
Temperatura	Termométrico	CTM-030-EPA	-40 – 1 000 °C	
Oxígeno	Electroquímico	CTM-030-EPA	0 – 25%	Analizador de gases de combustión Testo 300 – I
Velocidad	Manométrico	2C-EPA	0 – 40 m/s	

*Nota. Para medir la calidad del aire circundante se toma en cuenta la dirección del viento, instalando dos muestreadores, uno a favor del viento antes de la fuente generadora de contaminación que se está monitoreando denominado “Estación a Barlovento”; y el otro denominado “Estación a Sotavento”, que se instala en posición opuesta respecto a la fuente generadora quedando ésta entre ambas estaciones. Fuente: (MINAM, 2023)*

Tabla 11.10

*Instrumentos para el monitoreo de la calidad del aire.*

<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>MÉTODO DE REFERENCIA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>EQUIPO</b>
Dióxido de Nitrógeno	NO2	40 CFR Part 50 Appendix F/EPA-084	Del Arsenito de Sodio	Bomba de vacío / Tren de muestreo
Dióxido de Azufre	SO2	40 CFR Part 50 Appendix A/EPA-097	De Pararosanilina	Espectrofotómetro Spectronic 20 D+
Sulfuro de Hidrógeno	H2S	Peter O Warner, Análisis de los Contaminantes del Aire, pág. 140-142	Colorimétrico del Azul de Metileno	
Partículas Totales en Suspensión	PTS	40 CFR Part 50 Appendix B/EPA-802	Gravimétrico	Muestreador de alto volumen / Hi-Vol (Staplex)

*Nota. En la tabla se aprecian los instrumentos y mecanismos de atenuación y mitigación ambiental, correspondientes al Plan de Manejo Ambiental del proyecto. Fuente: (MINAM, 2023)*

## CONCLUSIONES

- El negocio ladrillero para la región del Cusco, resulta sostenible, debido a que el proyecto propone incorporar tecnologías limpias, que permitan el uso eficiente de los recursos, la generación de empleos y la mitigación ambiental de los contaminantes.
- La demanda para el negocio ladrillero, exhibe una tendencia creciente del producto, impulsado por el crecimiento poblacional, la construcción de viviendas, la construcción de proyectos públicos y privados.
- La oferta para el negocio ladrillero, exhibe tendencias a la alza, pero de sustitutos del producto y de ladrilleras informales que ofrecen productos de menor calidad.
- El tamaño del proyecto, fue estimado para 7, 000,000 millones de ladrillos por año.
- La localización del proyecto, se determinó a través del método de ponderación de factores; en la región del Cusco, provincia de Quispicanchis, distrito de Huambutio.
- La ingeniería del proyecto, opta por la selección del horno Túnel, debido a sus procesos continuos y adecuados controles ambientales.
- El monto total de inversión del proyecto, fue estimado en USD 2, 004,427.80. Monto frente al cual, el proyecto adopto medidas de financiamiento externas.
- El punto de equilibrio del proyecto es de 9, 151,429.40 millones de ladrillos vendidos, para recuperar el total del dinero que invirtió, sin recibir ganancias.
- La evaluación económica del proyecto, se llevó a cabo a través de tres diferentes métodos de análisis financiero, cuyos resultados son los siguientes: El VAEN del proyecto al 10%. La TIR del proyecto al 62% y la B/C del proyecto a  $4.93 > 1$ , por lo tanto, todos los métodos garantizan que el proyecto si es justificable.
- En el aspecto ambiental, el proyecto realizo la elaboración de la matriz de Leopold y la elaboración del Plan de Manejo Ambiental (PMA).

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar estudios de pre – factibilidad, que permitan determinar la viabilidad de instalar plantas ladrilleras para la región del cusco, que empleen como materia prima: “los residuos de construcción”.
- Se recomienda desarrollar estudios de pre – factibilidad, que permitan determinar la viabilidad de instalar plantas ladrilleras para la región del cusco, que empleen como materia prima: “el sillar” (material que disminuye la transmisión de ruidos entre los ambientes, además de poseer propiedades ignífugas).
- Se recomienda desarrollar estudios de pre – factibilidad, que permitan determinar la viabilidad de instalar plantas ladrilleras para la región del cusco, que empleen como materia prima: “madera plástica” (material de mayor impermeabilidad, de fácil mantenimiento, de mayor seguridad, de baja absorción a la humedad).
- Se recomienda desarrollar estudios de pre – factibilidad, que permitan determinar la viabilidad de instalar plantas ladrilleras para la región del cusco, que produzcan ladrillos ecológicos, que empleen materia prima 100% reciclable, como el polietileno tereftalato (PET).
- Se recomienda desarrollar estudios de pre – factibilidad, que permitan determinar la viabilidad de instalar plantas ladrilleras para la región del cusco, que empleen hornos del tipo Hoffmann Híbrido (HHK).

## BIBLIOGRAFÍA

Arboleda, G. (08 de Julio de 2014). *Proyectos, formulación, evaluación y control*. Cali: AC Editores.

Ballester, A., Verdeja, L., & Sancho, J. (30 de 11 de 2010). *Metalurgia No Extractiva*. Madrid: Editorial Síntesis S.A.

Carro, R., & Gonzales, D. (2018). *Localización de Instalaciones*. Mar del Plata: Editorial FCES S.A.

Cegel, Yunus. (2007). *Transferencia de calor y masa*. Mexico D.F.: Editorial Mcgraw-Hill.

Coss Bu, R. (2012). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Mexico D.F.: Editorial Limusa.

Instituto Tecnológico de España. (2007). *Manual de Evaluación Técnico-Económica de Proyectos de Inversión*. Madrid: Editorial ITGE S.A.

Norton, F.H. (2009). *Cerámica Fina. Tecnología y Aplicaciones*. Barcelona.: Editorial Omega.

Sapag Chain, N. (2013). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Mexico D.F.: Editorial Mcgraw-Hill.

## SITIOS WEB

- American Psychological Association. (12 de Enero de 2020). Obtenido de Plataforma Virtual Normas APA - 7ma Edicion: <https://normas-apa.org/>
- Balladares, E., Parada, F., & Montecinos, A. (09 de Abril de 2019). Obtenido de Repositorio Bibliotecas UdeC: <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/342>
- CAPECO. (05 de Junio de 2023). *Plataforma Virtual de la Camara Peruana de Construcción*. Obtenido de <https://www.capeco.org/iec>
- COSUDE. (30 de Mayo de 2011). *Plataforma Virtual de la Confederacion Suiza para el Desarrollo*. Obtenido de <https://www.cooperacionsuiza.pe/publicacion/mas-ingresos-y-menos-contaminacion-para-el-sector-ladrillero/>
- DeepL Traductor. (12 de Junio de 2022). Obtenido de Plataforma virtual DeepL Traductor : <https://www.deepl.com/translator-mobile>
- Drucker, P., & Maciariello, J. (11 de Junio de 2016). *Taylor & Francis Group*. Obtenido de <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780080470481>
- EELA. (12 de Abril de 2022). Diagnostico del sector ladrillero en la region del Cusco. *Plataforma Virtual de la Confederacion Suiza para el Desarrollo*. Obtenido de <https://www.cooperacionsuiza.pe/mas-ladrillos-menos-co%E2%82%82/>
- Hatami, M., Vaezihir, A., & Hasanpour, M. (17 de Febrero de 2019). *Ciencias Ambientales*. [https://envs.sbu.ac.ir/index.php/EnvironmentalScience/article/viewFile/3503/journal/article\\_98040.html?lang=en](https://envs.sbu.ac.ir/index.php/EnvironmentalScience/article/viewFile/3503/journal/article_98040.html?lang=en)

- INGEMMET. (04 de Diciembre de 2021). *Plataforma virtual del GEOCATMIN*. Obtenido de <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- ISO. (21 de Diciembre de 2022). *Plataforma Digital ISO*. Obtenido de <https://www.iso.org/search.html?q=14001>
- MAXIMIXE (28 de Noviembre de 2022). Informe económico de Ladrillos Cerámicos. Obtenido [\\_https://www.maximixe.com/tienda/ficha\\_resumen/FOTO\\_1678903603\\_1\\_adrillosceramicos1122.pdf](https://www.maximixe.com/tienda/ficha_resumen/FOTO_1678903603_1_adrillosceramicos1122.pdf)
- MIDAGRI. (12 de Octubre de 2021). Obtenido de Plataforma virtual del MIDAGRI: <https://www.gob.pe/midagri>
- MINEM. (28 de Julio de 2021). *Plataforma virtual MINEM*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/2045830-informe-de-gestion-noviembre-2020-julio-2021>
- PERÚ CONSTRUYE. (28 de Enero de 2022). *Informe anual: Ladrillo, material de construcción estable y duradero*. Obtenido de <https://peruconstruye.net/ED73/index.php?pag=361>
- Sapag, N., Sapag, R., & Sapag, J. M. (05 de Marzo de 2014). *Repositorio Digital Academico UASB*. Obtenido de <http://104.207.147.154:8080/handle/54000/1243>
- SEIA. (12 de Setiembre de 2021). *Plataforma virtual del SEIA*. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/seia/>
- SENAMHI. (02 de Junio de 2021). Obtenido de PLATAFORMA DIGITAL SENAMHI: <https://www.gob.pe/senamhi>