



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS

“CÁLCULO DE RESERVAS PARA LA  
EXPLORACIÓN DE LA CANTERA DE ARENA  
CACHACHI, PROVINCIA CAJABAMBA,  
CAJAMARCA, 2018”

Trabajo de investigación para optar el grado de:

**Bachiller en Ingeniería de Minas**

**Autores:**

Miguel Ángel Vásquez Márquez

Cinthia Marilin Ramos Zamora

**Asesor:**

Ing. Roberto Severino Gonzales Yana

Cajamarca – Perú

2018

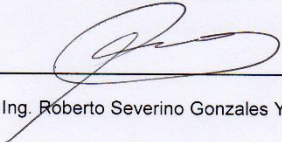


## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El asesor Roberto Severino Gonzales Yana, Docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería de Minas, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la investigación del(os) estudiante(s):

- Miguel Angel Vásquez Márquez
- Cinthia Marilyn Ramos Zamora

Por cuanto, **CONSIDERA** que el trabajo de investigación titulado: "CÁLCULO DE RESERVAS PARA LA EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA DE ARENA CACHACHI, PROVINCIA CAJABAMBA, CAJAMARCA, 2018" para aspirar al grado de bachiller por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual **AUTORIZA** al(los) interesado(s) para su presentación.

  
Ing. Roberto Severino Gonzales Yana

Asesor

### ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

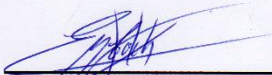
El comité del trabajos de investigación, conformado por: Denis Javier Aranguri Cayetano, Ena Mirella Cacho Chávez y Shonel Miguel Cáceres Pérez; designados mediante Dirección de Educación Adulta (WA) ha procedido a realizar la evaluación del trabajo de investigación del (los) estudiante(s): Miguel Angel Vásquez Márquez, Cinthia Marilyn Ramos Zamora para aspirar al grado de bachiller con el trabajo de investigación: "CALCULO DE RESERVAS PARA LA EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA DE ARENA CACHACHI, PROVINCIA CAJABAMBA, CAJAMARCA, 2018"


Luego de la revisión del trabajo en forma y contenido los miembros del jurado acuerdan:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Aprobación por unanimidad        | <input type="checkbox"/> Aprobación por mayoría             |
| Calificativo: <input type="checkbox"/> Excelente [18 -20] | Calificativo: <input type="checkbox"/> Excelente [18 -20]   |
| <input type="checkbox"/> Sobresaliente [15 - 17]          | <input checked="" type="checkbox"/> Sobresaliente [15 - 17] |
| <input type="checkbox"/> Buena [13 - 14]                  | <input type="checkbox"/> Buena [13 - 14]                    |
| <input type="checkbox"/> Desaprobación                    |   |

Firman en señal de conformidad

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Denis Javier Aranguri Cayetano  
Miembro del Comité

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Ena Mirella Cacho Chávez  
Miembro del Comité

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Shonel Miguel Cáceres Pérez  
Miembro del Comité

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con toda mi alma y corazón.

### **Miguel Angel Vásquez Márquez**

A Dios, por su gran bendición en mi vida diaria. Con todo cariño a mis padres, por su dedicación y apoyo incondicional hacia mi persona, por haber culminado mis estudios universitarios, lograr mi anhelo y desarrollar mi vida profesional.

### **Cinthia Marilin Ramos Zamora**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a Dios por guiarme por el camino de la hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE Ernesto Alamiro, mi MADRE Maria Elena; a mis hermanos; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

***Miguel Angel Vásquez Márquez***

Agradezco a Dios infinitamente por darme la vida para continuar mis estudios, a mis amados padres y hermana por su constante aliento en esta etapa de mi vida.

***Cinthia Marilin Ramos Zamora***

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>v</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>x</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1. Realidad problemática .....	11
1.2. Formulación del problema .....	11
1.2.1. <i>Problema general</i> .....	11
1.2.2. <i>Problemas específicos</i> .....	12
1.3. Objetivos .....	12
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	12
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	12
1.4. Hipótesis .....	12
<b>CAPITULO II: METODOLOGÍA .....</b>	<b>14</b>
2.1. Tipo de diseño de investigación .....	14
2.2. Material de estudio .....	14
2.2.1. <i>Población de estudio</i> .....	14
2.2.2. <i>Muestra</i> .....	14
2.2.3. <i>Unidad de análisis</i> .....	14
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	14
2.4. Análisis e interpretación de datos .....	14
<b>CAPITULO III: RESULTADOS .....</b>	<b>15</b>
3.1. Ubicación de la investigación .....	15
3.1.1. <i>Ubicación Geográfica</i> .....	15
3.1.2. <i>Ubicación Política</i> .....	15
3.2. Accesibilidad .....	16
3.3. Influencia de la cubicación y cálculo de reservas en el diseño de la explotación de la cantera de arena Cachachi .....	16
3.4. Influencia de la ley media en el diseño de los parámetros operativos .....	28
3.4.1. <i>Geología General</i> .....	28
3.4.2. <i>Geología Local</i> .....	28
3.4.3. <i>Minerología</i> .....	29
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>32</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>33</b>

**PLANOS .....34**

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1:</b> Plano de ubicación de la zona de investigación.....	15
<b>Figura 2:</b> Plano topográfico en el que se muestran las nueve secciones A, B, C, D, E, F, G, H, I.	17
<b>Figura 3:</b> Perfil AA' con polígonos para determinar el área total.....	18
<b>Figura 4:</b> Perfil BB' con polígonos para determinar el área total.....	19
<b>Figura 5:</b> Perfil CC' con polígonos para determinar el área total.....	20
<b>Figura 6:</b> Perfil DD' con polígonos para determinar el área total.....	21
<b>Figura 7:</b> Perfil EE' con polígonos para determinar el área total.....	22
<b>Figura 8:</b> Perfil FF' con polígonos para determinar el área total. ....	23
<b>Figura 9:</b> Perfil GG' con polígonos para determinar el área total. ....	24
<b>Figura 10:</b> Perfil HH' con polígonos para determinar el área total.....	25
<b>Figura 11:</b> Perfil II' con polígonos para determinar el área total.....	26
<b>Figura 12:</b> Arenisca de la formación Farrat. ....	28
<b>Figura 13:</b> Arenisca de la formación Farrat. ....	29
<b>Figura 14:</b> Cuarzo anhedral-formación Farrat. ....	29
<b>Figura 15:</b> Plano topográfico donde se tomaron las cinco muestras 1, 2, 3, 4, 5. ....	30



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 .....	13
Tabla 2 .....	15
Tabla 3 .....	16
Tabla 4 .....	18
Tabla 5 .....	19
Tabla 6 .....	20
Tabla 7 .....	21
Tabla 8 .....	22
Tabla 9 .....	23
Tabla 10 .....	24
Tabla 11 .....	25
Tabla 12 .....	26
Tabla 13 .....	27
Tabla 14 .....	30

## RESUMEN

Esta tesis tiene por objetivo general determinar la influencia del cálculo de reservas en el diseño de explotación de la cantera de arena Cachachi. Además, realizar la cubicación y cálculo de reservas correspondientes al diseño de explotación de la cantera, así como también la influencia de la ley media en el diseño de los parámetros operativos.

La cantera Cachachi se encuentra dentro de la formación Farrat, con presencia de areniscas cuarzosas. Se realizaron 4 estaciones geomecánicas utilizando el método de Bienawski 89, en las 4 estaciones se determinó que la roca es de calidad buena.

Se realizaron 5 calicatas en las cuales se realizaron un análisis macroscópico, en los cuales indicaron una 90% de Cuarcita y 10% de otros componentes.

Se realizaron 9 perfiles geológicos de donde se cubicaron cada uno de ellos en total hay 446 952 275 TM de arena en la cantera Cachachi.

En la cantera Cachachi se presentan areniscas con alto contenido de cuarzo de la formación Farrat, van de grano medio a grueso. Presenta una dureza alta por la presencia de cuarzo, encontrado en la totalidad de las rocas, cristales anhedrales a subhedrales, presenta una dureza de 6 ½-7.

**Palabras Claves:** Reservas de arena, explotación, cantera.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La explotación de arena y grava se lleva a cabo en todo el mundo y representa el mayor volumen de extracción de materiales sólidos a nivel mundial. Asimismo, estas materias primas son las más consumidas en el planeta después del agua (aproximadamente un 70-80 % de los 50.000 millones de toneladas de materiales extraídos cada año). Formadas a partir de procesos erosivos que requieren miles de años, en la actualidad se explotan mucho más rápido de lo que se regeneran. El volumen extraído está aumentando de forma exponencial, principalmente como consecuencia del rápido crecimiento económico de Asia y el consiguiente auge de la construcción. Según cálculos conservadores, el consumo mundial de áridos es de 40.000 millones de toneladas al año.

El propósito de la tesina, es de realizar el cálculo de reservas para la explotación de la cantera de arena CACHACHI, empleando el método de explotación a cielo abierto, por frente abierto con escalones, este método es el más adecuado de acuerdo a las características del área a tratar ya que nos facilitará y permitirá extraer el mineral de manera técnica y económica; en donde el programa de actividades propuestas se basa en criterios técnicos tales como: Forma, tamaño, pendiente y posición espacial del cuerpo mineral no metálico, pureza y distribución de las mismas, calidad del mineral no metálico, factores económicos, facilidad de transporte, condiciones de seguridad, condiciones de medio ambiente, las legislaciones vigentes, entre otros.

### 1.2. Formulación del problema

#### 1.2.1. Problema general

¿Cómo influye el cálculo de reservas en el diseño de explotación de la cantera de arena CACHACHI, provincia de Cajabamba, departamento Cajamarca, 2018?

### 1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye la cubicación y cálculo de reservas en el diseño de explotación de la cantera de arena Cachachi?
- ¿Cuál es el nivel de influencia de ley media en el diseño de los parámetros operativos?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del cálculo de reservas en el diseño de explotación de la cantera de arena Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento Cajamarca, 2018.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la cubicación y cálculo de reservas en el diseño de explotación de la cantera de arena Cachachi.
- Determinar la influencia de la ley media en el diseño de los parámetros operativos.

## 1.4. Hipótesis

El cálculo de reservas influirá de manera positiva en la explotación de la cantera de arena Cachachi, provincia Cajabamba, Cajamarca, 2018, con una ley superior al 85%

**Tabla 1**

*Operacionalización de las variables.*

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Cálculo de Reservas	Independiente	El cálculo de reservas busca entregar el potencial económico que pueden tener los recursos mineros dando origen a diseños mineros que sustentan el plan minero a partir del cual es calculado el flujo de caja del proyecto.	Ley media	%
			Tonelaje	TM
Explotación Minera	Dependiente	El diseño de la mina requiere determinar las magnitudes de los parámetros los cuales definen su geometría de acuerdo a las reservas presentes.	Parámetros operativos	Altura de Banco (m)
				Ancho de Banco (m)
				Ángulo de inclinación
				Dimensiones de caminos y pistas

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

## CAPITULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de diseño de investigación.

El tipo de investigación será descriptivo, explorativo-causal de nivel IV.

### 2.2. Material de estudio

#### 2.2.1. Población de estudio

Cantera de arena de Cachachi en el distrito de Cachachi-Cajabamba.

#### 2.2.2. Muestra

5 calicatas donde se hicieron análisis macroscópicos del material hallado.

#### 2.2.3. Unidad de análisis

Material de arena.

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas que se emplearán para la recolección de datos serán el análisis documental, la observación, y la medición en campo; mientras que los instrumentos estarán constituidos por fichas como:

- Ficha para caracterización geomecánicas.
- Ficha para descripción de litología.
- Formatos y tablas para toma de datos (Rb y Bz) y elaboración de perfiles.

### 2.4. Análisis e interpretación de datos

Los datos obtenidos en campo (rumbos, buzamientos, identificación de litología, identificación de estructuras, etc.), serán posteriormente plasmados en el plano topográfico, para la elaboración detallada de un plano geológico y perfiles. Además, en el caso de los planos y los perfiles se utilizarán los softwares AutoCAD y ArcGis.

## CAPITULO III: RESULTADOS

### 3.1. Ubicación de la investigación

#### 3.1.1. Ubicación Geográfica

Coordenadas en el sistema de Unidad Técnica Medida (UTM) datum WGS 84.

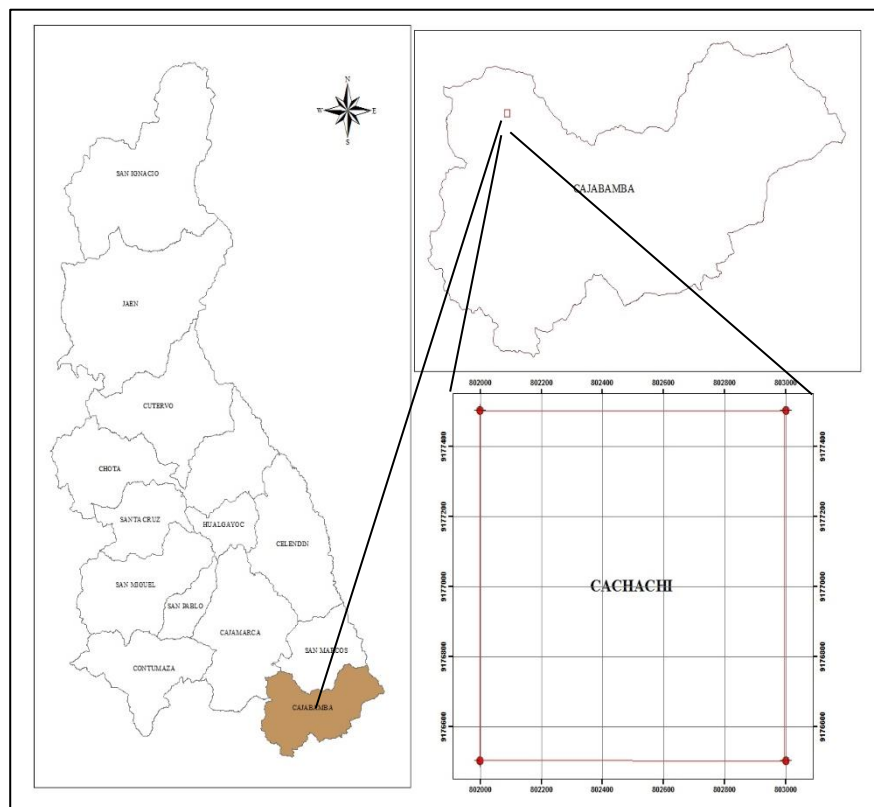
**Tabla 2**  
*Vértices de la zona de estudio.*

PUNTO	ESTE	NORTE
1	802000	9177500
2	803000	9177500
3	802000	9176500
4	803000	9176500

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### 3.1.2. Ubicación Política

El área de investigación está ubicada en la parte norte de Perú, en la región de Cajamarca, en la provincia de Cajabamba, distrito Cachachi.



**Figura 1:** Plano de ubicación de la zona de investigación.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### 3.2. Accesibilidad

Para llegar al área de investigación, consta de una vía principal, la terrestre, en dos tramos una asfaltada hasta el km. 80 de la carretera Cajamarca- San Marcos y la segunda desde este punto hacia el área de la Cantera Cachachi que es el lugar donde se realizara la investigación, esto consta de una carretera afirmada.

**Tabla 3**  
*Accesibilidad a la zona de investigación.*

Tramo	Condición	Distancia	Tiempo
Cajamarca – San Marcos	Asfaltada	80 km	1 hora, 30 minutos
San Marcos- Cantera Cachachi	Afirmada	12 km	20 minutos

Fuente: Elaboración propia, 2017.

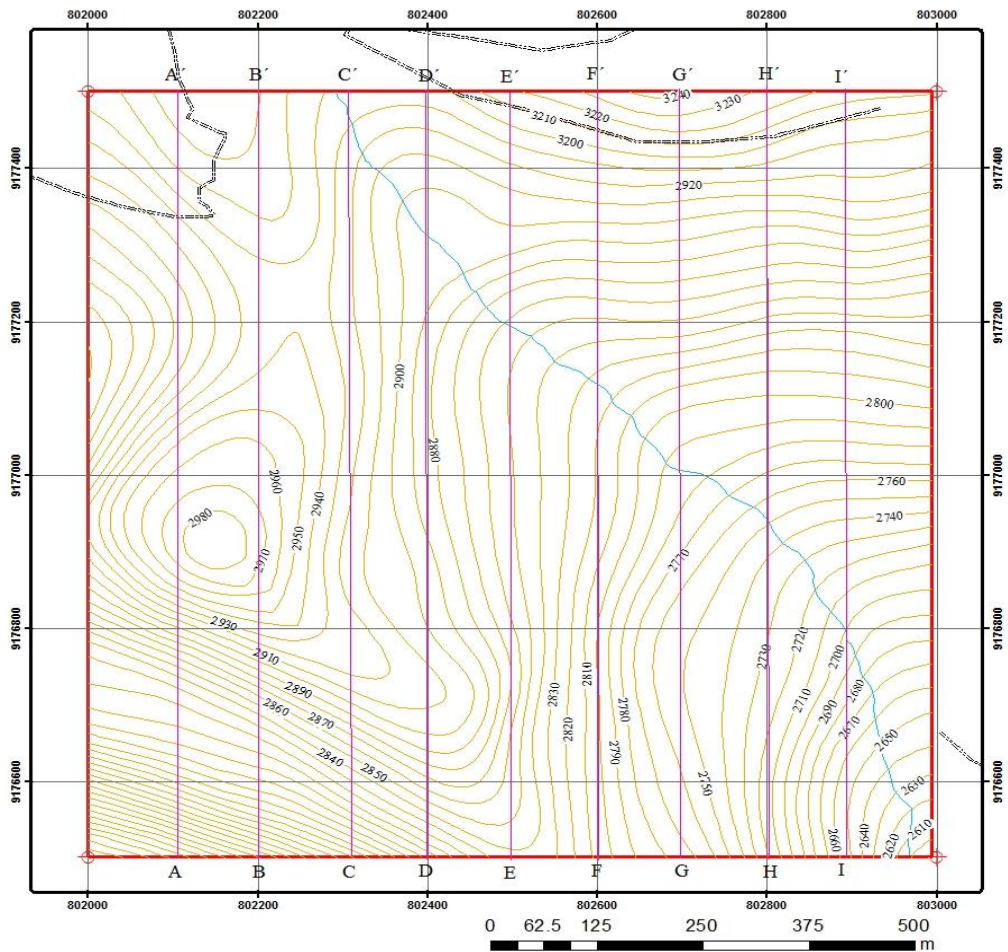
### 3.3. Influencia de la cubicación y cálculo de reservas en el diseño de la explotación de la cantera de arena Cachachi.

Para el cálculo de reservas o determinación del tonelaje se realizaron perfiles donde dependiendo a la escala se formaron áreas, de cada perfil se obtuvo una cantidad en metros cúbicos, esto posteriormente se multiplico por el espaciado de las secciones que para el caso es 10 metros, para obtener el tonelaje se multiplico por la densidad de las areniscas (2.45 g/cm<sup>3</sup>).

La fórmula empleada fue:

$$\frac{(P1 + P2)}{2} di + \frac{(P2 + P3)}{2} di + \dots \frac{(Pi + (Pi + 1))}{2} di$$

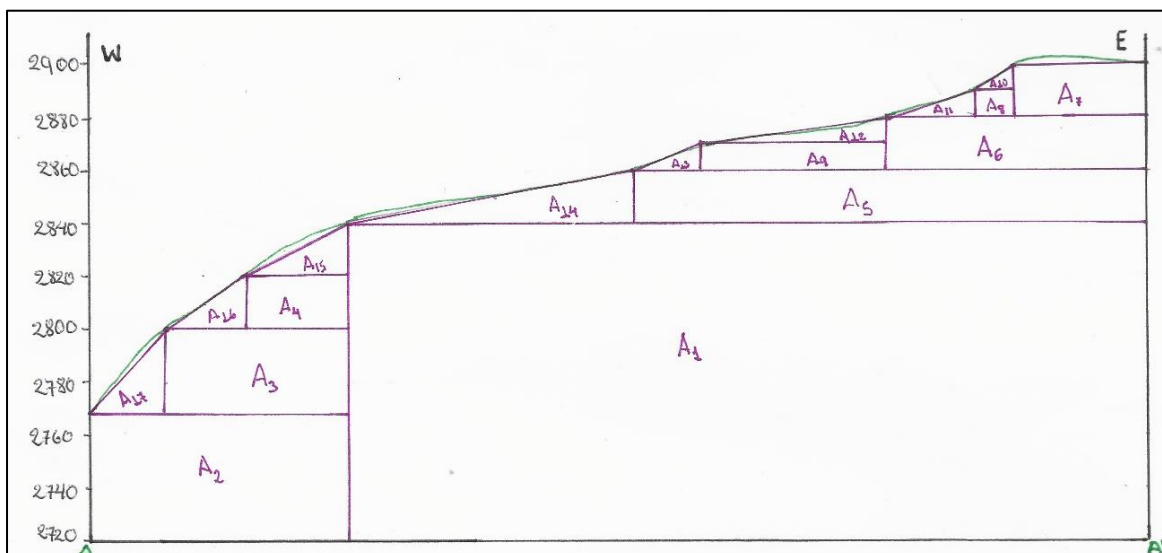




**Figura 2:** Plano topográfico en el que se muestran las nueve secciones A, B, C, D, E, F, G, H, I.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

A continuación, los perfiles y cuadros muestran las áreas de cada polígono en el perfil y se determina el área total de cada perfil:



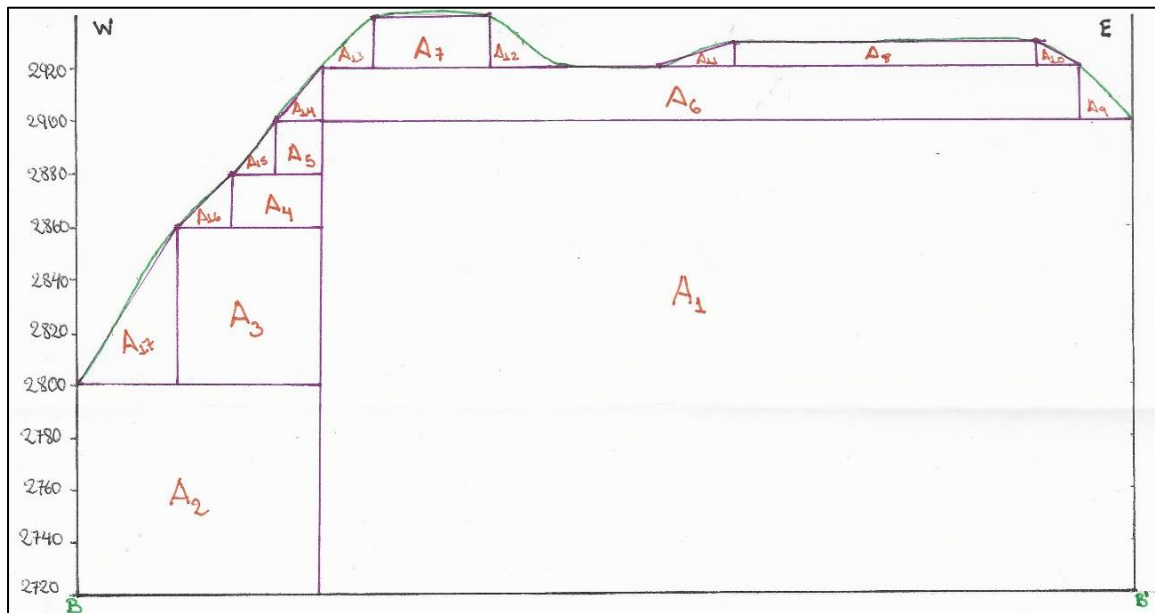
**Figura 3:** Perfil AA' con polígonos para determinar el área total.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

**Tabla 4**

Datos cuantitativos del área en cada polígono del perfil AA'.

ÁREA TOTAL DEL PERFIL AA'					
ÁREA	LARGO	ESCALA REAL	ANCHO	ESCALA REAL	ÁREA EN m <sup>2</sup>
A1	15.1	755	6	120	90600
A2	4.9	245	2.4	48	11760
A3	3.5	175	1.6	32	5600
A4	1.9	95	1	20	1900
A5	9.8	490	1	20	9800
A6	4.9	245	1	20	4900
A7	2.5	125	1	20	2500
A8	0.7	35	0.5	10	350
A9	0.5	25	3.5	70	1750
A10	0.7	35	0.4	8	140
A11	3.7	185	1.8	36	3330
A12	3.5	175	0.5	10	875
A13	0.5	25	1.3	26	325
A14	5.4	270	1	20	2700
A15	1.9	95	0.9	18	855
A16	1.5	75	1	20	750
A17	1.4	70	1.6	32	1120
<b>AREA TOTAL</b>					<b>139255</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.



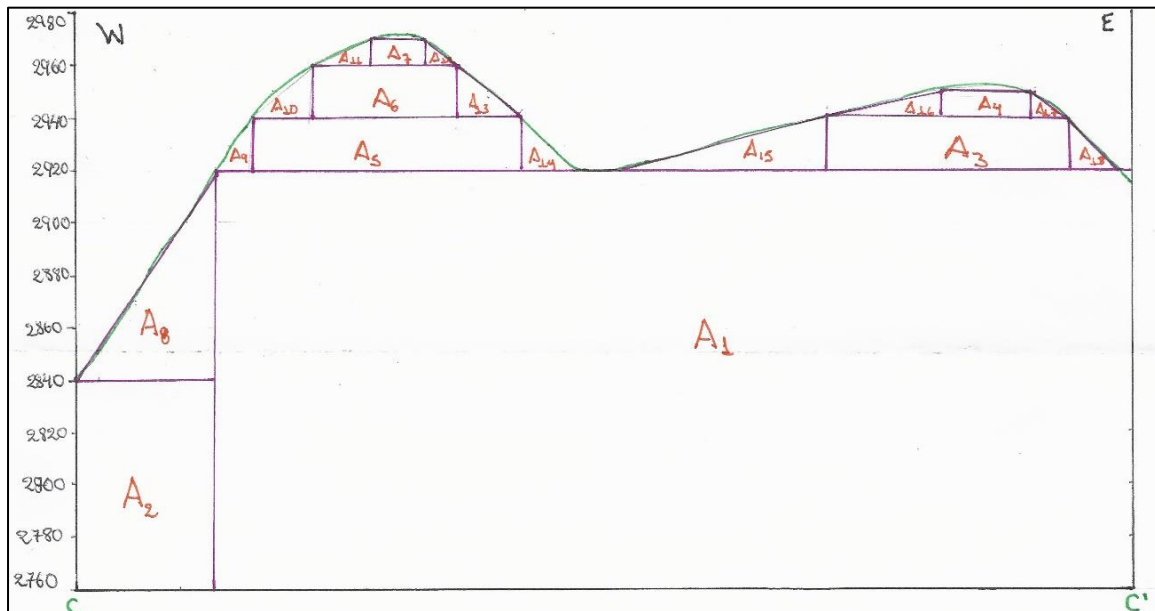
**Figura 4:** Perfil BB' con polígonos para determinar el área total.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

**Tabla 5**

*Datos cuantitativos del área en cada polígono del perfil BB'.*

ÁREA TOTAL DEL PERFIL BB'					
ÁREA	LARGO	ESCALA REAL	ANCHO	ESCALA REAL	ÁREA EN m <sup>2</sup>
A1	15.5	775	9	180	139500
A2	4.6	230	4	80	18400
A3	2.7	135	3	60	8100
A4	1.7	85	1	20	1700
A5	1.9	95	1	20	1900
A6	14.4	720	1	20	14400
A7	2.2	110	1	20	2200
A8	5.8	290	0.5	10	2900
A9	1	50	1	20	500
A10	0.7	35	0.5	10	175
A11	1.4	70	0.5	10	350
A12	1.5	75	1	20	750
A13	1	50	1	20	500
A14	0.9	45	1	20	450
A15	0.8	40	1	20	400
A16	1	50	1	20	500
A17	1.9	95	3	60	2850
<b>AREA TOTAL</b>					<b>195575</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.



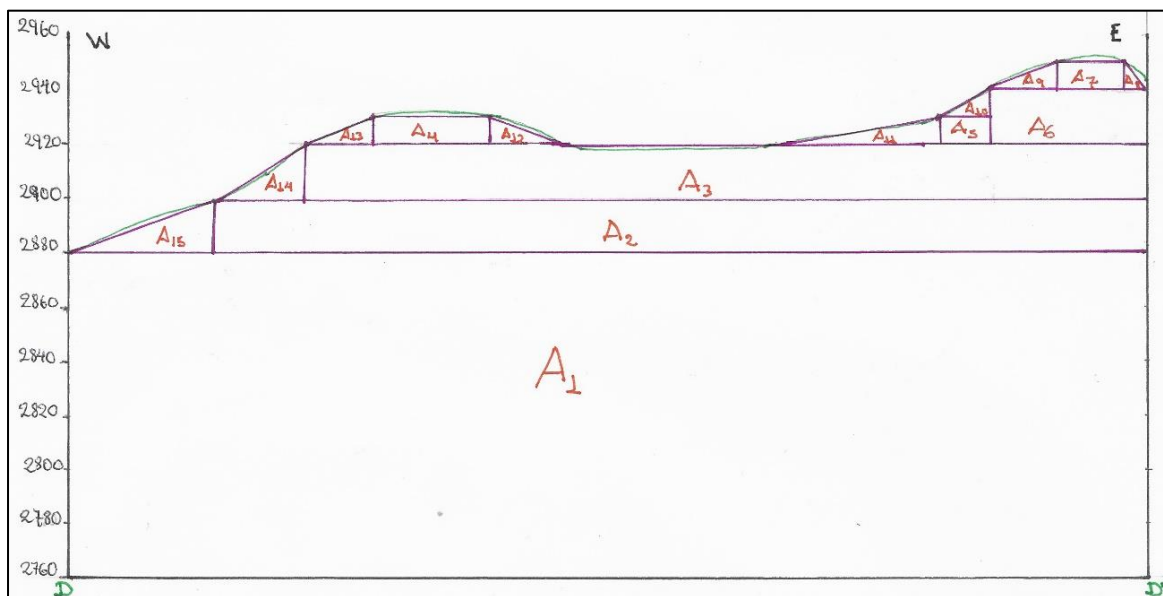
**Figura 5:** Perfil CC' con polígonos para determinar el área total.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

**Tabla 6**

*Datos cuantitativos del área en cada polígono del perfil CC'.*

ÁREA TOTAL DEL PERFIL CC'					
ÁREA	LARGO	ESCALA REAL	ANCHO	ESCALA REAL	ÁREA EN m <sup>2</sup>
A1	17.4	870	8	160	139200
A2	2.6	130	4	80	10400
A3	4.6	230	1	20	4600
A4	1.7	85	0.5	10	850
A5	5.1	255	1	20	5100
A6	2.7	135	1	20	2700
A7	1	50	0.5	10	500
AEXT	20	1000	2	40	40000
A8	2.6	130	4	80	5200
A9	0.7	35	1	20	350
A10	1.1	55	1	20	550
A11	1.1	55	0.5	10	275
A12	0.6	30	0.5	10	150
A13	1.2	60	1	20	600
A14	1	50	1	20	500
A15	4	200	1	20	2000
A16	2.2	110	0.5	10	550
A17	0.5	25	0.7	14	175
A18	1	50	1	20	500
<b>AREA TOTAL</b>					<b>214200</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.



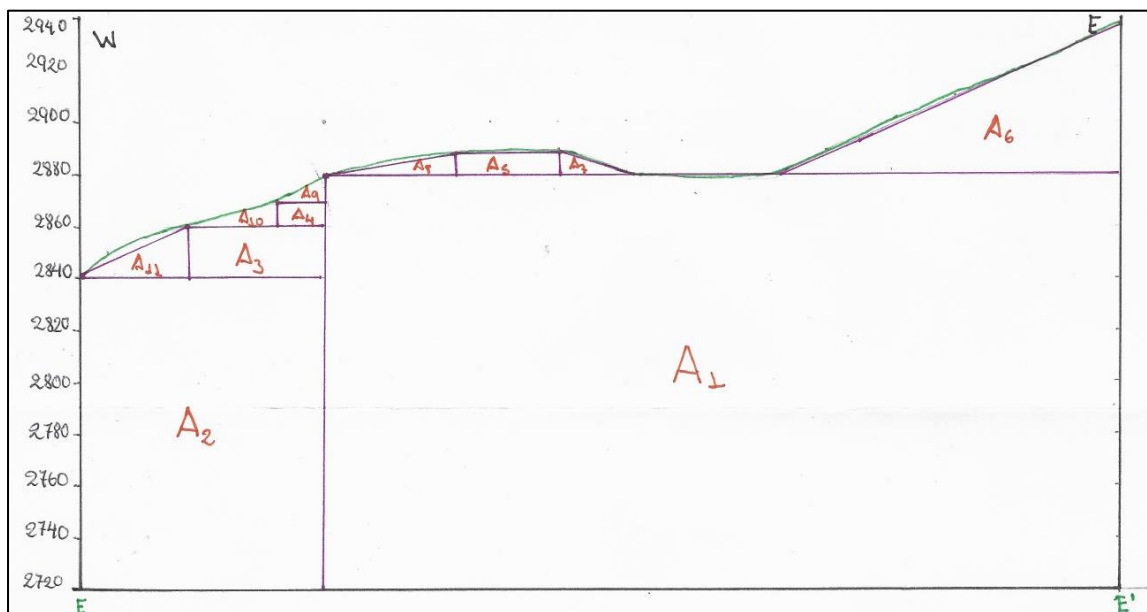
**Figura 6:** Perfil DD' con polígonos para determinar el área total.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

**Tabla 7**

*Datos cuantitativos del área en cada polígono del perfil DD'.*

AREA TOTAL DEL PERFIL DD'					
AREA	LARGO	ESCALA REAL	ANCHO	ESCALA REAL	AREA EN m <sup>2</sup>
A1	20	1000	6	120	120000
A2	17.3	865	1	20	17300
A3	15.6	780	1	20	15600
A4	2.2	110	0.5	10	1100
A5	0.9	45	0.5	10	450
A6	2.9	145	1	20	2900
A7	1.7	85	0.5	10	850
AEXT	20	1000	2	40	40000
A8	0.4	20	0.5	10	100
A9	1.3	65	0.5	10	325
A10	1	50	0.5	10	250
A11	3	150	0.5	10	750
A12	1.5	75	0.5	10	375
A13	1.2	60	0.5	10	300
A14	1.7	85	1	20	850
A15	2.7	135	1	20	1350
AREA TOTAL					202500

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

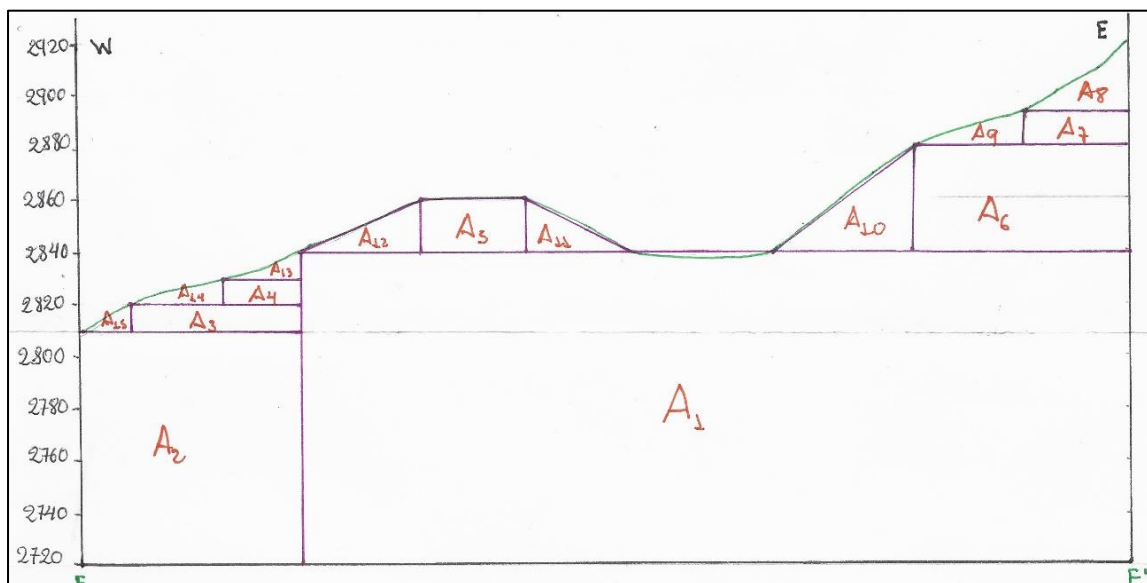


**Figura 7:** Perfil EE' con polígonos para determinar el área total.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

**Tabla 8**

*Datos cuantitativos del área en cada polígono del perfil EE'.*

ÁREA TOTAL DEL PERFIL EE'					
ÁREA	LARGO	ESCALA REAL	ANCHO	ESCALA REAL	ÁREA EN m <sup>2</sup>
A1	15.3	765	8	160	122400
A2	4.7	235	6	120	28200
A3	2.6	130	1	20	2600
A4	0.9	45	0.5	10	450
A5	2	100	0.5	10	1000
A6	6.5	325	2.9	58	9425
A7	1.4	70	0.4	8	280
A8	2.5	125	0.4	8	500
A9	0.9	45	0.5	10	225
A10	1.7	85	0.5	10	425
A11	2.1	105	1	20	1050
<b>ÁREA TOTAL</b>					<b>166555</b>



**Figura 8:** Perfil FF' con polígonos para determinar el área total.

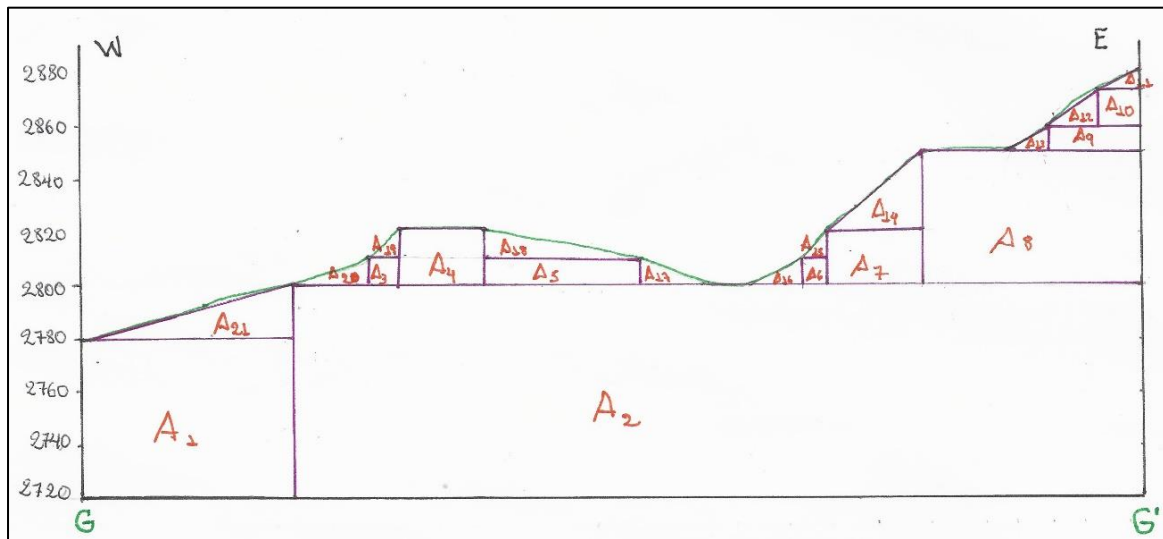
**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

**Tabla 9**

Datos cuantitativos del área en cada polígono del perfil FF'.

AREA TOTAL DEL PERFIL FF'					
AREA	LARGO	ESCALA REAL	ANCHO	ESCALA REAL	AREA EN m <sup>2</sup>
A1	15.7	785	5.9	118	92630
A2	4.2	210	4.4	88	18480
A3	3.2	160	0.5	10	1600
A4	1.5	75	0.5	10	750
A5	2	100	1	20	2000
A6	4.1	205	2	40	8200
A7	2	100	0.6	12	1200
A8	2	100	1.8	36	1800
A9	2	100	0.6	12	600
A10	2.6	130	2	40	2600
A11	2	100	1	20	1000
A12	2.3	115	1	20	1150
A13	1.5	75	1	20	750
A14	1.8	90	0.5	10	450
A15	1	50	0.5	10	250
<b>AREA TOTAL</b>					<b>133460</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.



**Figura 9:** Perfil GG' con polígonos para determinar el área total.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

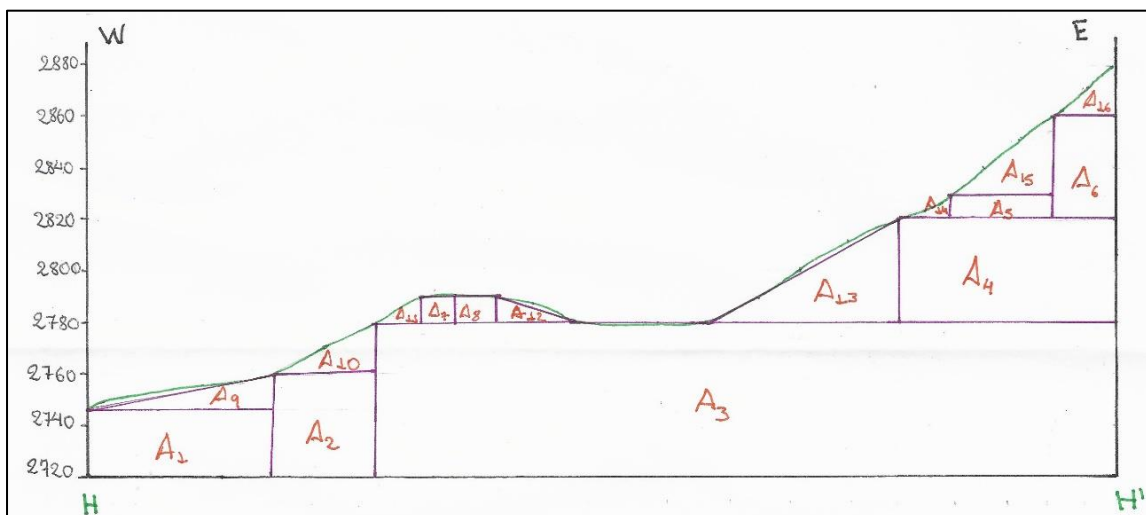
**Tabla 10**

*Datos cuantitativos del área en cada polígono del perfil GG'.*

ÁREA TOTAL DEL PERFIL GG'					
ÁREA	LARGO	ESCALA REAL	ANCHO	ESCALA REAL	ÁREA EN m <sup>2</sup>
A1	4	200	3	60	12000
A2	16	800	4	80	64000
A3	0.6	30	0.5	10	300
A4	1.7	85	1	20	1700
A5	3	150	0.5	10	1500
A6	0.5	25	0.5	10	250
A7	1.8	90	1	20	1800
A8	4.1	205	2.5	50	10250
A9	1.7	85	0.5	10	850
A10	0.8	40	0.8	16	640
A11	0.8	40	0.4	8	160
A12	0.9	45	0.7	14	315
A13	0.8	40	0.5	10	200
A14	1.8	90	1.5	30	1350
A15	0.5	25	0.5	10	125
A16	1	50	0.5	10	250
A17	1.3	65	0.5	10	325
A18	2.9	145	0.5	10	725
A19	0.6	30	0.5	10	150
A20	1.4	70	0.5	10	350
A21	4	200	1	20	2000
<b>ÁREA TOTAL</b>					<b>99240</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.





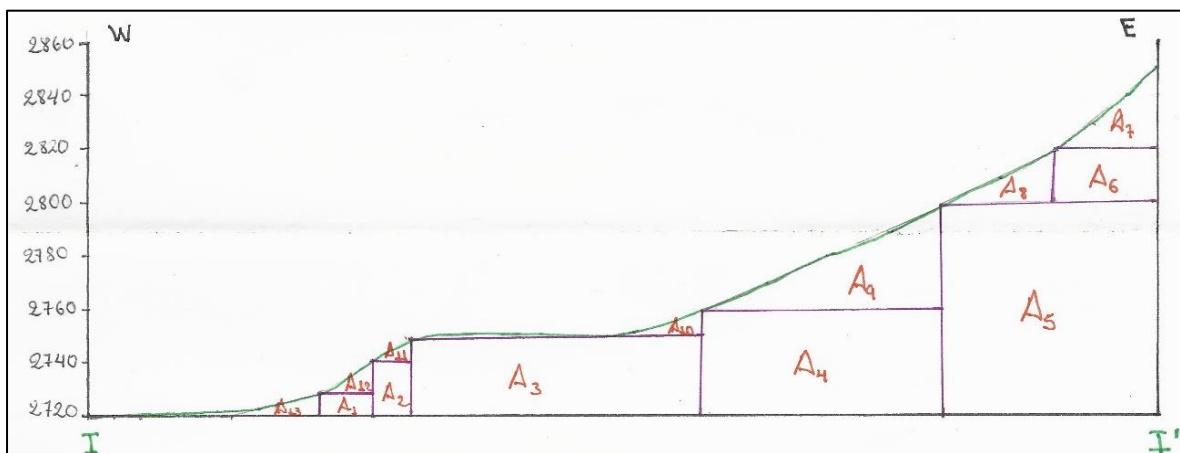
**Figura 10:** Perfil HH' con polígonos para determinar el área total.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

**Tabla 11**

Datos cuantitativos del área en cada polígono del perfil GG'.

ÁREA TOTAL DEL PERFIL HH'					
ÁREA	LARGO	ESCALA REAL	ANCHO	ESCALA REAL	ÁREA EN m <sup>2</sup>
A1	3.5	175	1.3	26	4550
A2	2	100	2	40	4000
A3	14.5	725	3	60	43500
A4	4.2	210	2	40	8400
A5	2	100	0.4	8	800
A6	1.2	60	2	40	2400
A7	0.7	35	0.5	10	350
A8	0.7	35	0.5	10	350
A9	3.6	180	0.7	14	1260
A10	2	100	0.9	18	900
A11	0.9	45	0.5	10	225
A12	1.5	75	0.5	10	375
A13	3.7	185	2	40	3700
A14	1	50	0.5	10	250
A15	2	100	1.5	30	1500
A16	1.2	60	0.9	18	540
<b>ÁREA TOTAL</b>					<b>67800</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.



**Figura 11:** Perfil II' con polígonos para determinar el área total.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

**Tabla 12**

*Datos cuantitativos del área en cada polígono del perfil GG'.*

ÁREA TOTAL DEL PERFIL II'					
ÁREA	LARGO	ESCALA REAL	ANCHO	ESCALA REAL	ÁREA EN m <sup>2</sup>
A1	1	50	0.4	8	400
A2	0.7	35	1	20	700
A3	5.4	270	1.5	30	8100
A4	4.5	225	2	40	9000
A5	4	200	4	80	16000
A6	2	100	1	20	2000
A7	1.9	95	1.5	30	1425
A8	2.1	105	1	20	1050
A9	4.5	225	1.9	38	4275
A10	1.5	75	0.4	8	300
A11	0.7	35	0.4	8	140
A12	1	50	0.6	12	300
A13	1.7	85	0.4	8	340
<b>ÁREA TOTAL</b>					<b>44030</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

**Tabla 13**

*Áreas totales de la cantera.*

AREA DE CADA PERFIL	AREAS m <sup>2</sup>	A1+A2/2	DISTANCIA	VOLUMEN m <sup>3</sup>
AREA TOTAL DEL PERFIL AA´	139255	167415	100	16741500
AREA TOTAL DEL PERFIL BB´	195575	204887.5	100	20488750
AREA TOTAL DEL PERFIL CC´	214200	208350	100	20835000
AREA TOTAL DEL PERFIL DD´	202500	184527.5	100	18452750
AREA TOTAL DEL PERFIL EE´	166555	150007.5	100	15000750
AREA TOTAL DEL PERFIL FF´	133460	116350	100	11635000
AREA TOTAL DEL PERFIL GG´	99240	83520	100	8352000
AREA TOTAL DEL PERFIL HH´	67800	55915	100	5591500
AREA TOTAL DEL PERFIL II´	44030	653322.5	100	65332250
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>1262615</b>		<b>TOTAL</b>	<b>182429500</b>
			<b>DENSIDAD</b>	<b>2.45</b>
			<b>CALCULO</b>	<b>446 952 275 TM</b>
			<b>TONELAJE</b>	

La influencia de la cubicación y cálculo de reservas en el diseño de explotación es para una explotación a cielo abierto por lo que las reservas se tienen en la superficie y las reservas se encuentran en un área extensa.

### 3.4. Influencia de la ley media en el diseño de los parámetros operativos

#### 3.4.1. Geología General

##### Formación Farrat

En la base esta formación está compuesta por areniscas cuarzosas blanquecinas de grano fino a medio con estratificación cruzada, estrato creciente y grado decreciente; en la parte intermedia presenta horizontes de limonitas blancas, en el tope, horizontes de microconglomerados.



**Figura 12:** Arenisca de la formación Farrat.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

#### 3.4.2. Geología Local

En cuanto a la petrología, el área de estudio presenta areniscas con alto contenido de cuarzo de la formación Farrat, van de grano medio a grueso. La coloración es mayormente rojiza, esto debido a la presencia de óxidos de hierro en la superficie intemperizada y gris, en la superficie fresca. Presenta una dureza alta por la presencia de cuarzo.



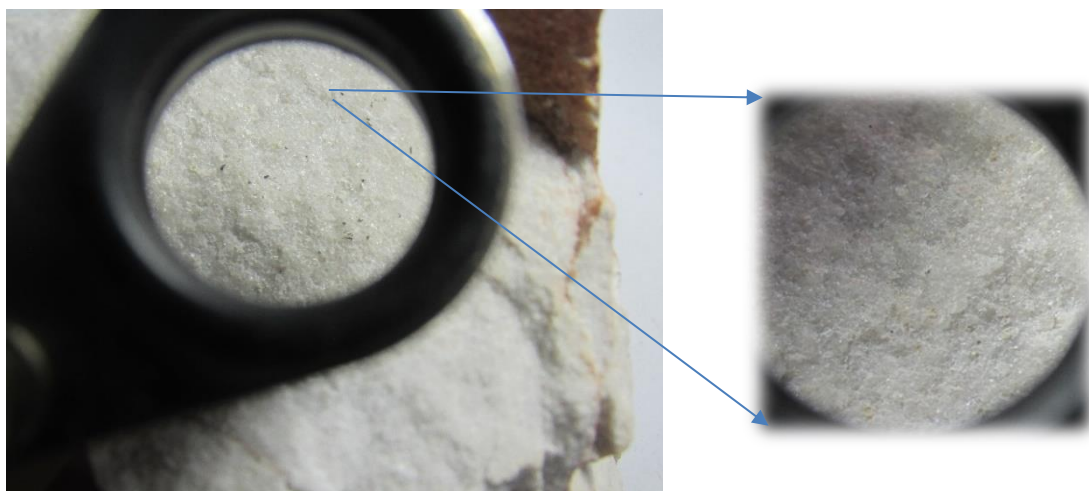
**Figura 13:** Arenisca de la formación Farrat.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

### 3.4.3. Minerología

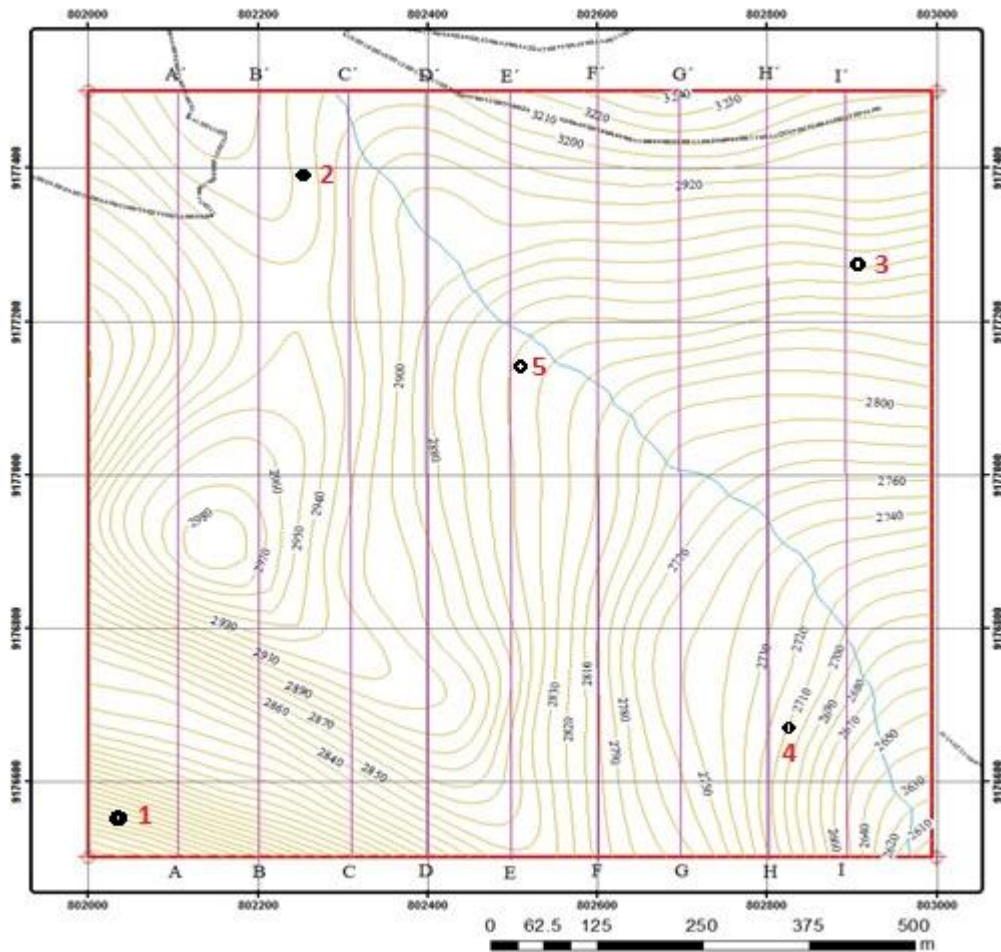
En la zona de estudio se reconocieron minerales constitutivos de rocas, el cuarzo, además como patina de óxidos de hierro.

CUARZO: encontrado en la totalidad de las rocas, cristales anhedrales a subhedrales, presenta una dureza de 6 ½-7.



**Figura 14:** Cuarzo anhedral-formación Farrat.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.



**Figura 15:** Plano topográfico donde se tomaron las cinco muestras 1, 2, 3, 4, 5.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

**Tabla 14**  
*Muestras de la zona de estudio.*

PUNTO	ESTE	NORTE
1	802214.76	9176872.43
2	802309.87	9177369.71
3	802915.15	9177264.63
4	802814.16	9176798.99
5	802500.42	9177100.86

**Fuente:** Elaboración propia, 2017.

El principal componente más común de la arena, en ambientes continentales y en las costas no tropicales, es la sílice, generalmente en forma de cuarzo. Sin embargo, la composición varía de acuerdo a las características locales de las rocas del área de procedencia.

En las muestras realizadas, macroscópicamente se observa que la presencia de cuarzo es muy buena, lo que indica que el material encontrado es de buena calidad, en estas observaciones se encontró un 90% del total de la muestra era Cuarzita.

La influencia de la ley media en el diseño de los parámetros operativos indica es la ley mínima para la explotación de la cantera para tener un material de buena calidad.

## CONCLUSIONES

- Después de los estudios realizados se determina que el diseño de explotación de la cantera se realizara a tajo abierto después de la cubicación y la ubicación de las reservas en la zona de Cachachi, provincia de Cajabamba, Cajamarca, 2018.
- Después de realizar el estudio de la cubicación mediante 9 perfiles en la zona de influencia de la cantera se determina que se tiene que realizar un explotación a cielo abierto.
- Después de realizar el estudio macroscópico de las cinco calicatas de la cantera Cachachi se encuentra dentro de la formación Farrat con presencia de areniscas cuarzosas se concluye que la ley mínima debe de tener un 90% de sílice en el material para que la explotación de este sea de buena calidad.



## REFERENCIAS

- Arjona, R. (2014). Prospección y Exploración Geológica de Depósitos de Arena Continental entre las Desembocaduras de los Ríos Chico y Bayano (Panamá) con Enfoque de Gestión Ambiental. *Maestría en Geología y Gestión*. Andalucía, España: Universidad Internacional de Andalucía. Obtenido de [http://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/1356/0197\\_Arjona.pdf?sequence=1](http://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/1356/0197_Arjona.pdf?sequence=1)
- Benito, O., & Huamán, I. (2014). Optimización y Modernización en el Proceso de Obtención de Arena de Sílice para Incrementar la Producción en la Cantera Santa Rosa 94-I C.C. Llocllapampa. *Tesis de grado*. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1335/b.%20CAPITULOS%20DE%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, M. (2013). Sostenibilidad de la Explotación de Materiales de Construcción en el Valle de Aburrá. *Tesis de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/950/1/43207166>
- Ruiz, A. (2015). Actualización de las Reservas de la Arena Hollín de un Campo “X” del Oriente Ecuatoriano. *Tesis de grado*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de [www.bibliotecasdelecuador.com/Record/ir-:15000-3821](http://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/ir-:15000-3821)
- Sampieri, R. (2006). Metodología de la Investigación. 5, 257-300. México: Interamericana Editores. Recuperado el 15 de Mayo de 2017, de <https://www.esup.edu.pe>
- Zapata, M. (2014). Estudio de Pre Factibilidad para la Instalación de una Planta de Producción de Arena Sílice para Uso Industrial. *Tesis de grado*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1375/1/zapata\\_fm.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1375/1/zapata_fm.pdf)

## ANEXOS

